

目 次

1 范围 1

1.1 主题内容 1

1.2 适用范围 1

1.3 分类 1

2 引用文件 1

3 要求 7

3.1 产品规范 7

3.2 合格鉴定 7

3.3 成套性 7

3.4 性能特性 8

3.5 可靠性 8

3.6 维修性 12

3.7 互换性 14

3.8 测试性 14

3.9 保障性 15

3.10 环境适应性 19

3.11 电磁兼容性 25

3.12 抗干扰性 27

3.13 安全性 28

3.14 保密性 33

3.15 生存性 34

3.16 机动性 34

3.17 人一机—环境工程 35

3.18 使用性 39

3.19 运输性 39

3.20 生产性 39

3.21 标准化 41

3.22 经济性 45

3.23 连续工作时间 45

3.24 接口 45

3.25 软件 46

3.26 电源适应性 48

3.27 设备功耗 49

3.28 供电电源 49

3.29 热设计 50

3.30 设备结构 51

3.31 设备外壳 52

3.32 安装特性 54

3.33 隔振装置 54

3.34 尺寸 55

3.35 重量 56

3.36 颜色 56

3.37 标志 57

3.38 电气装配 58

3.39 机械连接 62

3.40 焊接 65

3.41 涂镀 65

3.42 密封、灌封和浸渍 66

3.43 表面状况 67

3.44 清洁处理 67

3.45 外观质量 67

3.46 元、器件 68

3.47 零、部件 69

3.48 材料 73

3.49 备、附件和修理件 75

3.50 技术资料 75

4 质量保证规定 77

4.1 检验责任 77

4.2 检验验收依据 78

4.3 检验分类 78

4.4 检验条件 78

4.5 鉴定检验 79

4.6 质量一致性检验 80

4.7 试验方法 87

4.8 缺陷分类 91

5 交货准备 91

5.1 包装的一般要求 91

5.2 防护包装 92

5.3 对敏感电子产品的防护 92

5.4 装箱 93

5.5 包装标志 94

5.6 开箱说明书 94

5.7 包装箱质量要求 95

5.8 包装试验 95

5.9 运输要求 95

5.10 贮存要求 96

6 说明事项 96

6.1 替代标准 96

6.2 预定用途 96

6.3 订货文件内容 97

附录 A 常用的一般环境试验方法(补充件) 98

附录 B 可靠性试验方法(补充件) 117

附录 C 包装试验方法(补充件) 151

附录 D 中国人体测量数据(参考件) 155

附录 E 生产性分析检查项目(参考件) 158

附录 F 模块化的方法和程序(参考件) 161

附录 G 材料的分类(参考件) 163

附录 H 不同金属的电化偶(参考件) 164

附录 I 装箱明细表(参考件)..... 166

附录 J 装箱单(参考件)..... 167

附录 K 备、附件装箱清单(参考件) 168

附录 L 干燥剂(硅胶)用量计算公式(参考件) 169

军用通信设备通用规范

1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了军用通信设备(或系统)(简称设备或产品,下同)的通用要求和检验验收规则及试验方法等内容。

1.2 适用范围

本规范适用于设备以及相应配套设备(或模块)的论证、设计、制造、检验、验收、包装、运输、贮存、安装、使用和维修等寿命周期全过程。

1.3 分类

按使用环境和装载平台可分为地面、舰载和机载设备(包括地面导航设备)。地面设备又可分为便携式、固定式和车载式设备。

2 引用文件

2.1 下列标准和文件的有效版本,在本规范规定的范围内构成本规范的一部分。

2.1.1 国家标准:

- GB 2894-1996 安全标志
- GB/T 594-1988 金属镀覆层和化学覆盖层选择原则与厚度系列
- GB/T 1413-1998 系列集装箱 分类、尺寸和额定质量
- GB/T 2658-1987 小型交流风机通用技术条件
- GB/T 2682-1981 电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色
- GB/T 2705-1992 涂料产品分类、命名和型号
- GB/T 2934-1996 联运通用平托盘 主要尺寸及公差
- GB/T 3047.6-1986 电子设备台式机箱基本尺寸系列
- GB/T 3131-1988 锡铅焊料
- GB/T 3181-1995 漆膜颜色标准
- GB/T 4054-1983 涂料涂覆标记
- GB/T 4086.2-1983 统计分布数值表 χ^2 -分布
- GB/T 4588.3-1988 印制电路板设计和使用
- GB/T 4857.1-1992 包装、运输包装件 试验时各部位的标示方法
- GB/T 4857.10-1992 包装、运输包装件 正弦变频振动试验方法
- GB/T 5465.1-1996 电气设备用图形符号绘制原则
- GB/T 5465.2-1996 电气设备用图形符号
- GB/T 7269-1987 电子设备控制台的布局、型式和基本尺寸
- GB/T 7450-1987 电子设备雷击保护导则
- GB/T 9315-1988 印制电路板外形尺寸系列
- GB/T 13534-1992 电气颜色标志的代号
- GB/T 13911-1992 金属镀覆和化学处理表示方法

2.1.2 国家军用标准:

GJB 367A-2001

- GJB 3.1-82 MJ 螺纹 基本牙型
- GJB 3.2-82 MJ 螺纹 螺栓和螺母螺纹的尺寸与公差
- GJB 3.3-85 MJ 螺纹 管路件螺纹尺寸与公差
- GJB 3.4-85 MJ 螺纹 结构件螺纹尺寸与公差
- GJB 3.5-85 MJ 螺纹 计算公式
- GJB 33A-97 半导体分立器件总规范
- GJB 52-85 MJ 螺纹首尾
- GJB 62-85 有可靠性指标的精密聚苯乙烯电容器总规范
- GJB 63A-91 有可靠性指标的固体电解质钽电容器总规范
- GJB 65B-99 有可靠性指标的电磁继电器总规范
- GJB 100-86 面板、机架和机柜的基本尺寸系列
- GJB 101A-97 耐环境快速分离小圆形电连接器总规范
- GJB 123-86 螺栓、螺钉技术条件
- GJB 124-86 螺栓和螺钉的强度数据
- GJB 141A-96 军用锌锰电池通用规范
- GJB 142A-94 机柜用外壳定位小型矩形电连接器总规范
- GJB 143-86 3CX 型气密封耐辐照圆形连接器总规范
- GJB 145A-93 防护包装规范
- GJB 150.2-86 军用设备环境试验方法 低气压(高度)试验
- GJB 150.5-86 军用设备环境试验方法 温度冲击试验
- GJB 150.7-86 军用设备环境试验方法 太阳辐射试验
- GJB 150.10-86 军用设备环境试验方法 霉菌试验
- GJB 150.11-86 军用设备环境试验方法 盐雾试验
- GJB 150.12-86 军用设备环境试验方法 砂尘试验
- GJB 150.13-86 军用设备环境试验方法 爆炸性大气试验
- GJB 150.16-86 军用设备环境试验方法 振动试验
- GJB 150.17-86 军用设备环境试验方法 噪声试验
- GJB 150.18-86 军用设备环境试验方法 冲击试验
- GJB 150.21-86 军用设备环境试验方法 风压试验
- GJB 150.22-86 军用设备环境试验方法 结冰/冻雨试验
- GJB 150.23-86 军用设备环境试验方法 倾斜和摇摆试验
- GJB 151A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GJB 176A-98 J7 系列耐环境线簧孔矩形电连接器规范
- GJB 177A-99 压接接触件矩形电连接器总规范
- GJB 179A-96 计数抽样检验程序及表
- GJB 182-86 军用物资直方体运输包装尺寸系列
- GJB 191A-97 有可靠性指标的云母固定电容器总规范
- GJB 192A-98 有可靠性指标的无封装多层片式瓷介电容器总规范
- GJB 219A-94 军用通信车通用规范
- GJB 229A-96 军用微波接力通信系统接口
- GJB 230-87 军用对流层散射通信系统接口
- GJB 235A-97 军用交流移动电站通用规范

- GJB 237A-92 数字话保密机与超短波调频电台接口要求
- GJB 244-87 有可靠性指标的薄膜固定电阻器总规范
- GJB 264-87 机械滤波器总规范
- GJB 265-87 合成电位器总规范
- GJB 319A-97 通信电池品种规格
- GJB 321A-91 军用电子密钥注入设备接口
- GJB 362A-96 刚性印制板总规范
- GJB 368A-94 装备维修性通用大纲
- GJB 425A-2001 交流工频汽油发电机组通用规范
- GJB 438A-97 武器系统软件开发文档
- GJB 439-88 军用软件质量保证规范
- GJB 441-88 机载电子设备机箱、安装架的安装形式和基本尺寸
- GJB 449A-98 碱性锌锰电池通用规范
- GJB 450-88 装备研制与生产的可靠性通用大纲
- GJB 468-88 有可靠性指标的和没有可靠性指标的 1 类瓷介电容器总规范
- GJB 517A-98 密封镉镍蓄电池组通用规范
- GJB 597A-96 半导体集成电路总规范
- GJB 598A-96 耐环境快速分离圆形电连接器总规范
- GJB 599A-93 耐环境快速分离高密度小圆形电连接器总规范
- GJB 600-88 螺纹连接圆形电连接器总规范
- GJB 601A-98 热敏电阻器总规范
- GJB 606-88 航空用铅酸蓄电池通用技术条件
- GJB 621A-99 舰船变压器通用规范
- GJB 649A-99 舰艇用按钮通用规范
- GJB 650A-98 舰艇用指示灯通用规范
- GJB 664.2-89 数字通信子群系列 数字设备的数字接口
- GJB 674A-99 军用直流移动电站通用规范
- GJB 675-89 有可靠性指标的模制射频固定电感器总规范
- GJB 676-89 射频环行器总规范
- GJB 677-89 同轴和波导可变衰减器总规范
- GJB 678-89 军事电子设备用密封电磁继电器系列
- GJB 679-89 单脊和双脊波导总规范
- GJB 680-89 射频同轴连接器转接器总规范
- GJB 681-89 射频同轴连接器总规范
- GJB 728-89 玻璃介质微调可变电容器总规范
- GJB 732-89 有可靠性指标的塑料膜(或纸-塑料膜)介质(金属、陶瓷或玻璃外壳密封)固定电容器总规范
- GJB 733A-96 有可靠性指标的非固体电解质钽固定电容器总规范
- GJB 734-89 旋转开关(电路选择器、小电流容量)总规范
- GJB 735-89 密封钮子开关总规范
- GJB 747-89 舰船电气设备外壳基本技术要求
- GJB 780-89 机载电子设备的安装架及其附件的基本尺寸
- GJB 786-89 预防电磁场对军械危害的一般要求

GJB 367A-2001

- GJB 809A-97 微动开关通用规范
- GJB 841-90 故障报告、分析和纠正措施系统
- GJB 879-90 军用数字保密自动电话网设备接口
- GJB 880-90 军用短波单边带通信系统接口
- GJB 885-90 镁锰干电池通用规范
- GJB 899-90 可靠性鉴定和验收试验
- GJB 900-90 系统安全性通用大纲
- GJB 907-90 产品质量评审
- GJB 916-90 锂—二氧化硫电池总规范
- GJB 917-90 线绕预调电位器总规范
- GJB 918-90 非线绕预调电位器总规范
- GJB 919A-97 锌银蓄电池通用规范
- GJB 922-90 电子管总规范
- GJB 970-90 防水快速分离重负荷电连接器总规范
- GJB 972-90 有可靠性指标的塑料膜或金属化塑料膜介质直流或交直流非金属壳固定电容器总规范
- GJB 974-90 多单元按钮开关总规范
- GJB 976-90 同轴、带状或微带传输线用的射频同轴连接器总规范
- GJB 978A-97 单列、双列插入式电子元、器件插座总规范
- GJB 1032-90 电子产品环境应力筛选方法
- GJB 1046-90 舰船搭接、接地、屏蔽、滤波及电缆的电磁兼容性要求和方法
- GJB 1065-91 射频隔离器总规范
- GJB 1109A-99 军用瓦楞纸箱
- GJB 1145-91 军用通信设备定型试验和鉴定试验规程
- GJB 1146-91 军用卫星通信地球站接口
- GJB 1147-91 军用数字保密机通用性能测试方法
- GJB 1182-91 防护包装和装箱等级
- GJB 1210-91 接地、搭接和屏蔽设计的实施
- GJB 1300-91 DJB-823 固体薄膜保护剂
- GJB 1315-91 可靠断路钮子开关总规范
- GJB 1372-92 装甲车辆通用规范
- GJB 1380-92 军用越野汽车机动性要求
- GJB 1385-92 DJB-823 固体薄膜保护剂涂敷工艺
- GJB 1406-92 产品质量保证大纲要求
- GJB 1407-92 可靠性增长试验
- GJB 1432A-99 有可靠性指标的片式膜固定电阻器总规范
- GJB 1434-92 真空继电器总规范
- GJB 1435-92 开关电源变压器总规范
- GJB 1438-92 印制电路连接器及其附件总规范
- GJB 1438/1-96 PDS 系列印制电路连接器规范
- GJB 1438/2-96 PH 系列印制电路连接器详细规范
- GJB 1438/140~143-94 PJ 型印制电路连接器详细规范
- GJB 1440-92 电气和电子设备机壳定义和基本要求

- GJB 1508—92 石英晶体滤波器总规范
- GJB 1511—92 压电陶瓷滤波器总规范
- GJB 1512—92 按钮开关总规范
- GJB 1513—92 混合和固体延时继电器总规范
- GJB 1515—92 固体继电器总规范
- GJB 1517—92 恒温继电器总规范
- GJB 1518—92 射频干扰滤波器总规范
- GJB 1519—92 双列直插式开关总规范
- GJB 1521—92 小功率脉冲变压器总规范
- GJB 1522—92 含可靠性指标的降低射频干扰金属壳密封的交流和直流穿心电容器总规范
- GJB 1523—92 精密线绕电位器总规范
- GJB 1648—93 晶体振荡器总规范
- GJB 1649—93 电子产品防静电放电控制大纲
- GJB 1653—93 电子和电气设备、附件及备件包装规范
- GJB 1658—93 功率型旋转开关总规范
- GJB 1661—93 中频、射频和鉴频变压器总规范
- GJB 1717—93 通用印制电路板电连接器总规范
- GJB 1724—93 装甲车辆用铅酸蓄电池规范
- GJB 1764—93 军用木箱通用规范
- GJB 1765—93 军用物资包装标志
- GJB 1782—93 压敏电阻器总规范
- GJB 1842—93 手摇发电机通用规范
- GJB 1862—94 有可靠性指标的精密固定电阻器总规范
- GJB 1864—94 射频固定和可变片式电感器总规范
- GJB 1865—94 非线绕精密电位器总规范
- GJB 1899.1—94 军用数据网通用要求 数据网中通过专用电路连接的分组式数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间的接口
- GJB 1899.3—94 军用数据网通用要求 起止式数据终端接入数据网的分组装/拆设施(PAD)用的数据终端设备/数据电路终结设备接口
- GJB 1909.10—98 装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 电子系统
- GJB 1919—94 耐环境中性圆形光纤光缆连接器总规范
- GJB 1920—94 耐环境类小型同轴连接器总规范
- GJB 1929—94 高稳定薄膜固定电阻器总规范
- GJB 1933—94 微波铁氧体开关总规范
- GJB 1940—94 有可靠性指标的高压多层瓷介固定电容器总规范
- GJB 2072—94 维修性试验与评定
- GJB 2075—94 短波自适应通信系统数据控制接口
- GJB 2082—94 电子设备可视缺陷和机械缺陷分类
- GJB 2116—94 武器装备研制项目工作分解结构
- GJB 2138—94 石英晶体元件总规范
- GJB 2142—94 印制线路板用覆金属箔层压板总规范
- GJB 2274—95 军用信息技术设备不间断电源通用规范
- GJB 2278—95 锂-亚硫酸氯电池通用规范

- GJB 2281-95 带状电缆电连接器总规范
- GJB 2283-95 有可靠性指标的片式固体电解质钽电容器总规范
- GJB 2374-95 锂电池安全要求
- GJB 2384-95 军用数字保密自动电话网通用要求
- GJB 2438-95 混合微电路总规范
- GJB 2442-95 有可靠性指标的单层片式瓷介电容器总规范
- GJB 2446-95 外壳定位超小型矩形电连接器总规范
- GJB 2447-95 耐振音频电连接器总规范
- GJB 2450-95 非密封钮子开关总规范
- GJB 2489-95 航空机载设备履历本及产品合格证编制要求
- GJB 2493-95 可热封柔韧性耐油防潮阻隔材料通用规范
- GJB 2532-95 舰船电子设备通用规范
- GJB 2539-95 话音频带调制解调器与公共网络的接口
- GJB 2547-95 装备测试性大纲
- GJB 2555-95 军用木框架瓦楞纸箱规范
- GJB 2605-96 可热封柔韧性防静电阻隔材料规范
- GJB 2763-96 通信设备话音质量等级标准与评测方法
- GJB 2862-97 舰船用铅酸蓄电池规范
- GJB 2873-97 军事装备和设施的人机工程设计准则
- GJB 2912-97 锂-二氧化锰电池通用规范
- GJB 2930-97 镉镍蓄电池组快速充电机通用规范
- GJB 3007-97 防静电工作区技术要求
- GJB 3015-97 有可靠性指标的非线绕预调电位器总规范
- GJB 3017-97 膜式高压固定电阻器总规范
- GJB 3072-97 锌空气电池组通用规范
- GJB 3081.2-97 军用数据网传真分组装拆设备(FPAD)技术要求 三类传真设备/DCE 接口
- GJB 3156-98 锂-氧化铜电池通用规范
- GJB 3251-98 金属氢化物-镍蓄电池组通用规范
- GJB 3437-98 野战综合通信系统地域通信网互连接口要求
- GJB 3438-98 野战综合通信系统与战术卫星通信系统接口要求
- GJB 3622-99 通信和指挥自动化地面设施对高空核电磁脉冲的防护要求
- GJB 3872-99 装备综合保障通用要求
- GJB/Z 17-91 军用设备电磁兼容性管理指南
- GJB/Z 25-91 电子设备和设施的接地、搭接和屏蔽设计指南
- GJB/Z 26-92 军用电池基本系列
- GJB/Z 27-92 电子设备可靠性热设计手册
- GJB/Z 28A-99 插箱、插件基本尺寸系列
- GJB/Z 45.1-93 军用压电器件系列型谱 石英晶体元件
- GJB/Z 45.2-93 军用压电器件系列型谱 晶体振荡器
- GJB/Z 53-94 军用电池系列型谱
- GJB/Z 57-94 维修性分配与预计手册
- GJB/Z 61-94 军用电声器件系列型谱
- GJB/Z 69-94 军用标准的选用和剪裁导则

GJB/Z 72—95 可靠性维修性评审指南
 GJB/Z 79—96 接口电连接器选型指南
 GJB/Z 85—97 缓冲包装设计手册
 GJB/Z 86—97 防静电包装手册
 GJB/Z 91—97 维修性设计技术手册
 GJB/Z 102—97 软件可靠性和安全性设计准则
 GJB/Z 105—98 电子产品防静电放电控制手册
 GJB/Z 113—98 标准化评审
 GJB/Z 114—98 新产品标准化大纲编写指南
 GJB/Z 299B—98 电子设备可靠性预计手册
 GJBz 20007—91 通信装备维修性规范
 GJBz 20218—94 海军装备研制和生产合同中可靠性维修性要求
 GJBz 20335—95 军用通信装备论证规范
 GJBz 20343—98 全军武器装备可靠性维修性管理大纲
 GJBz 20366—97 军用通信车通用接口要求

2.1.3 行业(部门)标准:

SJ 42—77 金属镀层和化学处理层性能分类、特性、应用范围和标记
 SJ 2267—82 军用电子设备机械电气装配通用技术要求
 SJ 2337—83 矩形波导组件总技术条件
 SJ 2346—83 矩形波导终端负载总技术条件
 SJ/Z 2113—82 波导元件尺寸选择指南
 SJ/T 10533—94 电子设备制造防静电技术要求
 SJ/T 10534—94 波峰焊接技术要求
 SJ/T 10630—1995 电子元、器件制造防静电技术要求
 SJ/T 10666—1995 表面组装组件的焊点质量评定
 SJ/T 10670—1995 表面组装工艺通用技术要求

2.1.4 文件:

《军工产品定型工作条例》 1986 年 12 月 31 日 国务院 中央军委
 《武器装备研制的标准化工作规定》 1990 年 2 月 19 日 国防科工委

2.2 当引用标准和文件的有关规定与本规范要求不一致时,应以本规范为准。

3 要求

3.1 产品规范

各类设备的产品(或通用)规范的制定应以本规范为依据。产品的特殊要求和详细要求可在产品(或通用)规范中规定。若产品(或通用)规范与本规范的要求不一致时,应以产品(或通用)规范为准。

3.2 合格鉴定

按本规范提交的产品应是经 GJB 1145 规定试验鉴定合格或定型批准的产品。

3.3 成套性

设备的研制开发应按照成套论证、成套设计、成套研制、成套生产、成套装备的原则进行。成套设备由主要任务设备和为实现该设备通信能力所需的其他设备所组成。

3.3.1 应根据综合(技术)保障各大要素要求和设备特点,明确设备的详细组成。对耗资大的大型设备(或系统),从论证开始就应按照 GJB 2116 的方法和要求对研制项目进行工作分解。依据工作分解结构对主要任务设备、辅助设备、训练设备、专用维修设备、试验设备、使用现场技术保障设备、备件、修理件和

资料等提出详细要求,以保证研制的成套设备具有较强的通信保障能力,并能迅速形成战斗力。

3.3.2 在产品(或通用)规范中,至少应对主要任务设备的组成和使用方所需的部件、整件及资料等作出明确规定。

3.4 性能特性

3.4.1 使用方在需求分析基础上,应根据设备使用条件,按 GJBz 20335 规定要求对设备的作战使用性能进行充分论证。论证时,应对反映设备类别及其自身特点的特征性能逐个进行论证,并尽量加以量化,提出战术技术性能指标。

3.4.2 设备的战术性能如工作频段(频率范围)、通信距离、业务种类、通信容量、接续方式、交换方式、组网能力、传输速率、中断率、传输误码率、加密等级、加密体制、抗干扰能力、连续工作时间、机动能力、环境条件、能源消耗等,应在产品规范中加以规定。

3.4.3 设备的技术性能一般应包括主机、分机和独立功能单元的技术性能,并在产品规范中规定。

3.5 可靠性

3.5.1 寿命周期各阶段的可靠性工作内容

3.5.1.1 论证阶段

论证阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 根据通信保障任务的需求,并按照 GJB 450 的规定,确定寿命剖面 and 任务剖面以及使用保障等方面的约束条件;
- b) 建立故障判别准则;
- c) 根据设备预计服役年限,按照 GJB 1909.10 的要求,选择合适的可靠性使用参数;
- d) 提出初步的可靠性定性定量要求,并与维修性、费用、进度等因素进行权衡分析后,初步确定可靠性使用参数的目标值和门限值;
- e) 提出初步的可靠性试验验证方案;
- f) 订购方向承制方提出可靠性保证大纲的要求;
- g) 按照 GJB/Z 72 的 5.2 条和 GJBz 20343 的 6.4.2 条等要求进行评审,评审后的可靠性指标,纳入《武器系统研制总要求》和其他文件中;
- h) 其他。

3.5.1.2 方案阶段

方案阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 承制方应对初步确定的可靠性使用指标进行可行性论证;
- b) 确定可靠性合同参数和合同指标,提出规定值和最低可接受值,也可只提最低可接受值;
- c) 确定可靠性试验验证方案,明确故障定义与判据;
- d) 制定具体产品的可靠性保证大纲和可靠性工作计划;
- e) 按照 GJB/Z 72 的 5.3 条和 GJBz 20343 的 6.4.3 条等要求进行评审,指标经评审后,纳入《研制总要求》或合同,承制方按照合同指标进行可靠性初步设计;
- f) 其他。

3.5.1.3 工程研制阶段

工程研制阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 全面落实可靠性保证大纲,并制定具体可靠性工作计划;
- b) 建立可靠性数学模型把可靠性指标分配到设备功能级(包括软件部分);
- c) 按照 GJBz 20218 的 5.3.1.3 条及有关标准、规范确定的可靠性设计准则开展可靠性设计,直到结果满足分配的可靠性指标要求;
- d) 按 GJB 841 的要求,建立数据收集、分析和纠正措施系统(FRACAS);
- e) 按 GJB 150 和 GJB 1032 的要求,分别实施环境试验和环境应力筛选,并按照 GJB 1406 的要求,

制定并落实可靠性增长试验计划,发现问题,暴露隐患,改进设计,逐步达到可靠性预计指标;

- f) 进行电路容差分析、热分析、潜通电路分析和故障模式、影响及危害度分析(FMECA)等工作,发现薄弱环节和潜在故障,改进可靠性设计,提高可靠性水平;
- g) 根据 GJB 450 的 5.1.3 条、GJB/Z 72 的 5.4 条和 GJBz 20343 的 6.4.4 条等规定,实施可靠性评审,评审通过后转入设计定型阶段;
- h) 其他。

3.5.1.4 设计定型阶段

设计定型阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 制定设计定型可靠性试验大纲并实施试验,试验大纲应规定故障定义和判据;
- b) 设计定型样机完成性能测试、环境试验和可靠性增长试验后,进行系统联试与外场试验,并按试验大纲要求进行可靠性鉴定试验(经使用部门认可,成功的可靠性增长试验可以代替可靠性鉴定试验)。不具备按系统(或设备)级可靠性鉴定试验条件时,可用低层次产品级进行试验或工程分析的结果进行评估,但须严格审查可靠性大纲实施情况;
- c) 按照 GJB 450 要求和 GJB/Z 72 的 5.5 条及 GJBz 20343 的 6.4.5 条等要求进行可靠性评审,检查设计定型样机是否达到《研制总要求》或合同规定的可靠性要求;
- d) 其他。

3.5.1.5 生产定型阶段

生产定型阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 根据《军工产品定型工作条例》和通信军工产品定型工作有关文件规定的要求,考核生产定型样机的可靠性,确认小批量试生产条件下设备的可靠性是否满足规定的指标要求;
- b) 对试生产及部队试用过程中发生的故障、缺陷进行分析,采取有效纠正措施,并修改有关文件;
- c) 严格控制设计定型产品的技术状态更改,确需更改,应按要求履行审批手续;
- d) 鉴定或评审在批量生产条件下的可靠性水平及可靠性保证措施的有效性,评审要求和内容按照 GJB/Z 72 的 5.6 条和 GJBz 20343 的 6.4.6 条执行;
- e) 其他。

3.5.1.6 生产阶段

生产阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 全面实施产品质量保证大纲,严格检验和试验,切实有效地保证产品在批量生产中达到规定的可靠性水平;
- b) 按照 GJB 907 和 GJBz 20343 的 6.4.7 条的要求进行评审;
- c) 对关键件(特性)和重要件(特性)实行跟踪管理,对关键工序实施监督和控制,降低产品在生产制造中产生缺陷和误差;
- d) 加强对转承制方提供的零、部件、元、器件的质量监控;
- e) 对生产、贮存、交验中发生的故障、缺陷,按 GJB 841 的规定进行分析和处理;
- f) 组织可靠性验收试验;
- g) 进行旨在提高可靠性水平的过程控制(活动),如关键零、部件的筛选和整机老炼;
- h) 其他。

3.5.1.7 使用阶段

使用阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 做好售后技术服务(按合同要求,承制方应做好有关技术资料、备件供应、人员培训、技术支援等服务工作),保持和发挥设备的固有可靠性水平;
- b) 做好信息收集、处理工作,改进设计,为实现可靠性增长创造条件;
- c) 使用、承制双方密切配合,确保按 GJB 841 建立的 FRACAS 正常、有效运行;

- d) 使用阶段的可靠性工作项目及监控管理的内容,按 GJBz 20343 的 5.8 条实施;
- e) 其他。

3.5.2 可靠性要求

3.5.2.1 可靠性大纲

订购方应向承制方提出产品可靠性大纲的要求。承制方应按合同或《研制总要求》的规定制定可靠性保证大纲,有关内容和要求见 GJB 450 的第 4.2 条。

3.5.2.2 定性要求

3.5.2.2.1 可靠性要求应与维修性、保障性、适用性、安全性、费用等要求综合权衡。

3.5.2.2.2 在保持性能的前提下,尽量减少元、器件的种类和数量。

3.5.2.2.3 各类设备(尤其如大型复杂网络系统等某些难以规定定量指标和试验方法的设备)应提出定性要求和可靠性保证措施及检验要求,采用 FMECA 和故障树分析法(FTA)等方法,发现薄弱环节,采取质量保证措施,降低致命故障发生的概率,保证设备的可靠性。

3.5.2.3 定量要求

根据设备使用寿命、技术寿命、经济寿命和 GJB 450 的 4.4 条要求,可靠性定量指标应在产品规范或合同中规定,同时应明确任务剖面、寿命剖面 and 故障判别准则,并用直接与战备完好性、任务可靠性、维修人力费用等要求有关的参数来表示。可靠性定量指标要求应根据设备的类别、用途、寿命特征、使用需求、重要程度、复杂程度、所处环境、保障条件、技术发展和费用等因素来确定。

3.5.2.3.1 条~3.5.2.3.3 条给出了可靠性定量参数系列,可根据设备具体情况按 GJB 1909.10 选择使用。各种通信设备的可靠性参数与指标由产品规范或合同规定。

可靠性参数值应是设备最低可接受值。若选用 MTBF 参数,在设备鉴定试验时,在规定置信度(一般 $C = 80\%$) 下验证值的下限值 θ_L 应符合规定指标(一般 θ_L 的单边置信度 $C' = 90\%$)。为了准确表达该指标的含义,可用 MTBF ($\theta_L, 90\%$) 表示。

3.5.2.3.1 可用性(A)

可用性(A)是与战备完好性有关的可靠性参数,包括:

- a) 固有可用度: A_i ;
- b) 可达可用度: A_a ;
- c) 使用可用度: A_o 。

3.5.2.3.2 基本可靠性

基本可靠性是反映设备对维修人力费用有关的可靠性参数,包括:

- a) 可靠度 R_T ;
- b) 平均故障间隔时间(MTBF): T_{BF} ;
- c) 平均维修间隔时间(MTBM): T_{BM} ;
- d) 平均需求间隔时间(MTBD): T_{BD} 。

注:根据某些设备(如通信车、发电机组、天线、线缆、蓄电池等)的寿命特征,也可采用其他参数(如平均故障间隔行驶里程、使用寿命或设计寿命、充电次数等)。

3.5.2.3.3 任务可靠性

任务可靠性反映了在任务剖面中完成规定功能的能力,仅考虑在任务期间那些影响完成任务的故障,包括:

- a) 任务可靠度 R_M ;
- b) 致命故障间的任务时间(MTBCF): T_{BCF} 。

3.5.2.4 信息要求

2.5.2.4.1 订购方和承制方应建立闭环可靠性信息管理系统,规定信息收集、贮存、传递、处理、交换等

工作程序和管理要求。

3.5.2.4.2 订购方向承制方提供有关论证、试验、使用等各阶段的可靠性信息。

3.5.2.4.3 承制方应按信息管理要求对产品论证、研制、生产、试验和使用等寿命周期各阶段得到的有关可靠性数据、资料以及文件等信息进行收集、传递、反馈、分析、处理和归档。

3.5.2.4.4 对可靠性信息收集与管理的详细要求及内容,见 GJB 450 的 4.3 条和 GJBz 20343 的第 7 章。

3.5.2.5 设计要求

应进行以下可靠性设计:

- a) 降额设计;
- b) 简化设计;
- c) 冗余设计;
- d) 容差设计(漂移设计);
- e) 热设计;
- f) 耐环境设计;
- g) 防差错设计;
- h) 模块化设计;
- i) 抗干扰设计;
- j) 安全设计;
- k) 其他。

3.5.2.6 试验要求

可靠性试验应按 GJB 450 规定进行环境应力筛选试验、可靠性增长试验、可靠性鉴定试验和可靠性验收试验。

可靠性试验一般采用模拟使用环境条件的试验室试验,必要时也可采用现场试验。

3.5.2.6.1 环境应力筛选试验

根据 GJB 450 的 5.3.1 条要求和 GJB 1032 规定的要求与方法,实施环境应力筛选试验,以便发现和排除不良零件、元、器件、工艺等原因造成的产品早期故障。

3.5.2.6.2 可靠性增长试验

3.5.2.6.2.1 根据 GJB 450 的 5.3.2 条要求和 GJB 1407 规定的要求与方法,实施可靠性增长试验,以做到激发故障,改进设计和工艺,从根本上采取有效纠正措施,并对其进行验证,使产品可靠性得到增长。

3.5.2.6.2.2 按照制定的可靠性增长试验计划进行试验,并把纠正措施的重点放在对任务完成有致命影响的故障模式和故障率最高的故障模式上,以提高可靠性、降低维修和后勤保障费用。

3.5.2.6.3 可靠性鉴定试验

3.5.2.6.3.1 可靠性鉴定试验是对提供鉴定或定型的样机验证其可靠性设计的真实水平是否达到产品规范或合同规定的定量要求,作为能否通过鉴定或定型的重要依据。

3.5.2.6.3.2 按照 GJB 450 的 5.3.3 条要求和《研制总要求》或合同的规定实施,并根据附录 B(补充件)确定试验方案(包括试验参数 α 、 β 、 θ_1 、 θ_0 、 d 和置信度、故障判据及接收与拒收判据的确定等)。

3.5.2.6.3.3 若无其他规定,可靠性验证试验应在电压输入、温度、振动、湿度和其他有关试验条件综合作用下进行。试验条件的量值应根据设备的任务剖面和环境剖面确定。

为了尽量反映设备在使用中遇到的实际环境,应优先使用实测应力(特别是温度和振动),在无实测应力时也可采用附录 B 中 B.3.3 条~B.3.5 条的应力,得不到上述应力时,可参考使用 GJB 899 附录 B 规定的有关应力。

3.5.2.6.3.4 若按 GJB 1407 进行的可靠性增长试验的结果能证明已达到规定的可靠性水平,经订购方认可,可以代替可靠性鉴定试验。

3.5.2.6.4 可靠性验收试验

3.5.2.6.4.1 可靠性验收试验在生产交付批进行,检验产品是否稳定达到产品规范或合同规定的定量要求,作为承制方交付、订购方接收的重要依据。

3.5.2.6.4.2 按照 GJB 450 的 5.3.4 条要求和《研制总要求》或合同的规定实施,并根据附录 B 确定试验方案(包括试验参数 α 、 β 、 θ_1 、 θ_0 、 d 和置信度、故障判别准则,接收与拒收判据的确定等)。

3.5.2.6.4.3 试验环境条件同 3.5.2.6.3.3 条。

3.6 维修性

3.6.1 寿命周期各阶段的维修性工作内容

3.6.1.1 论证阶段

论证阶段的主要工作内容一般包括:

- 根据任务需求和 GJB 368A 的规定,确定寿命剖面、任务剖面及其他使用与保障等约束条件;
- 提出产品维修性保证大纲要求,并按 GJB 1909.10 选择维修性使用参数,初步确定维修性指标;
- 提出初步的维修性验证方案;
- 按照 GJB/Z 72 的 5.2 条和 GJBz 20343 的 6.4.2 条等要求进行评审,评审后的指标,纳入《研制总要求》和其他文件中;
- 其他。

3.6.1.2 方案阶段

方案阶段的主要工作内容一般包括:

- 对初步的维修性使用指标进行可行性论证;
- 制定维修性保证大纲,确定维修性合同参数和合同指标,包括规定值和最低可接受值;
- 按照 GJB 2072 的 5.3 条及其附录 A、附录 B 规定的方法,确定维修性验证方案;
- 按照 GJB/Z 72 的 5.3 条和 GJBz 20343 的 6.4.3 条进行评审,评审后的指标纳入《研制总要求》和合同;
- 其他。

3.6.1.3 工程研制阶段

工程研制阶段的主要工作内容一般包括:

- 全面落实维修性保证大纲和制定维修性具体工作计划;
- 按 GJB 368A 工作项目 100 系列要求,搞好对承制方和供应方的监督和控制、维修性工作评审和按照 GJB 841 的要求建立 FRACAS 等;
- 根据 GJB 368A 工作项目 201 的要求,结合具体设备的维修级别和功能结构特点,建立维修性模型,并按照 GJB 368A 工作项目 202、203 的要求及 GJB/Z 57 的规定,进行维修性分配和预计;
- 按照 GJB 368A 工作项目 206 确定的维修性设计准则开展维修性设计。维修性的设计准则包括简化产品及维修操作、有良好的可达性、标准化和互换性好、采用模块化设计等内容;
- 进行故障模式及影响分析和维修性分析,为维修性设计和维修保障计划提供输入信息;
- 按 GJB 368A 工作项目 103、GJB/Z 72 的 5.4 条和 GJBz 20343 的 6.4.4 条等规定进行维修性评审,以便发现问题,改进设计;
- 根据 GJB 368A 工作项目 300 要求和 GJB 2072 规定的内容和方法,实施维修性核查试验,考核维修性指标是否达到规定的阶段要求;
- 订购、承制双方在合同中规定相互应承担的责任和需提供的信息;
- 其他。

3.6.1.4 设计定型阶段

设计定型阶段的主要工作内容一般包括:

- 解决工程研制阶段评审中提出的遗留问题;
- 根据合同(或《研制总要求》)的规定,按照 GJB 368A 工作项目 300 要求及 GJB 2072 的内容与方

法,在实际使用条件下,实施维修性试验,验证维修性指标是否达到规定的要求;

- c) 按照 GJB 368A 工作项目 103、GJB/Z 72 的 5.5 条和 GJBz 20343 的 6.4.5 条等规定进行维修性评审,以检查维修性验证结果与合同要求的符合性,评审结论作为设计定型的重要依据;
- d) 其他。

3.6.1.5 生产定型阶段

生产定型阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 在小批量试生产条件下,维修性验证试验的结果是否达到合同(或《研制总要求》)规定的要求;
- b) 根据合同(或《研制总要求》)的规定,按照 GJB 368A 和 GJB 2072 的内容与方法,在实际使用条件下,实施维修性试验或部队试用,以验证或评价产品的维修性水平;
- c) 对试生产和交付试用中发生的缺陷、故障等问题进行分析和解决;
- d) 按照 GJB 368A、GJB/Z 72 的 5.6 条和 GJBz 20343 的 6.4.6 条等规定进行维修性评审,以确认在批量生产所需资源和各种控制措施是否符合规定的要求,评审结论作为设备能否生产定型转入批生产的重要依据;
- e) 其他。

3.6.1.6 生产阶段

生产阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 制定并全面实施产品质量保证大纲,保证产品维修性在批量生产中达到规定的水平;
- b) 加强对元、器件、关键工序和工艺及关键件、重要件的质量控制和跟踪管理;
- c) 健全故障审查组织及 FRACAS,对生产、贮存、交验中发生的故障按 GJB 841 的规定进行审定和处理;
- d) 按照 GJB 907 和 GJBz 20343 的 6.4.7 条要求进行评审;
- e) 其他。

3.6.1.7 使用阶段

使用阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 订购方按 GJBz 20343 和设备维修手册制定预防性维修工作计划和维修工作程序,正确操作使用和定期检查维修设备,保持和发挥设备的固有维修性水平;
- b) 加强设备履历书的记录和管理,收集、整理现场使用中的维修性数据;
- c) 按合同要求,承制方应做好有关技术支援、人员培训、售后服务等工作;
- d) 按照 GJBz 20343 的 6.4.8 条要求进行定期或不定期的维修性评审(包括设备故障等级、维修等级和维修级别评审),送相应维修级别单位修理,并提出改进维修性的建议;
- e) 订购、承制双方密切配合,确保按 GJB 841 建立的 FRACAS 正常、有效的运转;
- f) 维修性工作项目及监控管理的详细内容,按 GJBz 20343 的 5.8 条实施;
- g) 其他。

3.6.2 维修性要求

3.6.2.1 维修性大纲

订购方在合同中应提出维修性大纲的要求,承制方应根据合同或研制任务书的规定制定并实施设备研制或改进的维修性保证大纲,有关内容和要求见 GJB 368A 的 4.2 条。

3.6.2.2 定性要求

维修性定性要求包括可达性、互换性与标准化、防差错设计及识别标志、维修安全、检测诊断、维修人-机-环境工程、零、部件可修复性及减少维修内容、降低对维修人员技能的要求等,具体要求按照 GJBz 20007 第 5 章所列内容提出。

3.6.2.3 定量要求

根据 GJB 368A 的 4.4 条要求,维修性定量指标根据设备具体情况选择使用,并应在《研制总要求》或

合同中规定。维修性定量要求应能反映设备的战备完好性、任务需求、保障费用和维修人力等目标或约束,其指标参数有:

- a) 平均修复时间(MTTR): $\overline{M}_{CT}$;
- b) 最大修复时间: M_{maxct} ;
- c) 平均预防性维修时间(MPMT): $\overline{M}_{pt}$;
- d) 维修工时率: M_R ;
- e) 单位工作时间所需平均修复时间(MTUT): M_{TUT} 。

3.6.2.4 信息要求

3.6.2.4.1 建立维修性信息闭环管理系统,准确、及时、完整地收集、分析、反馈维修性信息。

3.6.2.4.2 维修性信息工作应与可靠性及整个产品质量信息工作相结合。

3.6.2.4.3 订购、承制双方应向对方提供有关数据、资源等信息,并应在合同中加以规定。

对维修性信息收集与管理的详细要求与内容,见 GJB 368A 的 4.3 条和 GJBz 20343 的第 7 章。

3.6.2.5 试验要求

维修性试验与评定的目的是发现维修性设计缺陷,改进设计或保障条件以提高维修性,使产品在研制、生产与使用各个阶段中,维修性得到不断增长,同时考核、检验产品满足维修性定性定量要求的程度,作为产品鉴定、检验验收的重要依据。

3.6.2.5.1 按照 GJB 368A 工作项目 301、GJB 2072 的 5.2 条和合同要求及不同的试验评定阶段(核查、验证、评价),制定试验与评定的计划。

3.6.2.5.2 维修性试验与评定的内容与方法,按 GJB 2072 的 5.3 条及其附录 A 和附录 B 进行。

3.7 互换性

3.7.1 应最大限度地采用标准零、部件,优先选用符合国家标准、国家军用标准的标准件,保证设备具有良好的互换性。

3.7.2 应充分利用通用化、系列化、组合化(模块化)(简称“三化”,下同),特别是模块化的工作成果。设备中相同的零部件、整件和功能单元应不经特殊的加工和复杂的调整即能在功能上和结构上实现互换。

3.7.3 不同工厂、不同批次生产的同一型号设备所用零件、材料的规格型号尽量一致,保证设备的易损件、有互换性要求的和关键的元器件、零部件及整件应能互换。

3.7.4 应进行优化设计,力求在全机中使用最少规格品种的元器件、零件和功能单元。选择元器件和零件时,在满足性能及互换性要求的同时,应选用通用的允差范围较大的标准件。

3.7.5 所有备件的性能、接口必须保证现场更换后即可正常工作而无需重新调整。

3.7.6 应考虑配套设备、附件、电连接器的接口,使之在同系列设备之间能互换。

3.7.7 关键元器件、零件及功能单元的安装接口设计应考虑更新换代的可能性。

3.8 测试性

3.8.1 基本要求

3.8.1.1 设备的测试性应保证提高设备的战备完好性、作战持续能力和任务成功性,降低维修人力与资源的要求,降低寿命周期费用。

3.8.1.2 测试性工作内容一般包括:

- a) 制定工作计划;
- b) 确定诊断方案;
- c) 测试性设计;
- d) 测试性评审;
- e) 测试性验证;
- f) 其他。

3.8.2 定性定量要求

3.8.2.1 定性要求

在合同文件中规定必要的测试性定性要求,并与设备其他特性同时考虑。测试性的定性要求如下:

- a) 可控制性;
- b) 可观测性;
- c) 设备与外部测试设备或内部自动测试系统的兼容性;
- d) 设备故障、临界工作状态与操作提示的显示;
- e) 设备故障的定位;
- f) 其他。

3.8.2.2 定量要求

测试性定量要求包括与临界状态、操作提示、故障检测和故障隔离的效能和效率有关的各种参数及其指标要求,主要参数有:

- a) 故障检测率: r_{FD} ;
- b) 故障隔离率: r_{FI} ;
- c) 故障检测时间: T_{FD} ;
- d) 故障隔离时间: T_{FI} ;
- e) 其他。

3.8.3 测试性设计

3.8.3.1 应把测试性设计作为设备设计的组成部分。

3.8.3.2 按照 GJB 2547 的工作项目 202、203 及其附录 A 的 A3.6 条设计准则搞好测试性初步设计和详细设计。

3.8.3.3 对测试性进行分析和评价。

3.8.4 测试性评审

通过评审检查是否符合规定的测试性设计要求,其评审内容按照 GJB 2547 的工作项目 102.1 条及其附录 B 的 B3.2 条实施。

3.8.5 测试性验证

3.8.5.1 测试性验证尽可能和维修性试验结合进行。

3.8.5.2 验证目的是确定设备是否满足规定的测试性要求,并评定测试性预计的有效性。

3.8.5.3 验证内容和方法,按照 GJB 2547 中工作项目 301 和 GJB 368A 中附录 C 进行。

3.8.6 测试性管理

3.8.6.1 应对承制方、订购方及转承制方的测试性工作进行有效监督与控制,以便及时采取措施,保证设备达到规定的测试性要求。

3.8.6.2 测试性管理的任务是制订计划、组织评审、搞好监督与控制、收集与处理测试性数据信息等。

3.8.6.3 测试性管理的工作内容,按照 GJB 2547 中工作项目 101、103 及其附录 B 中 B3.1 条和 B3.3 条进行。

3.9 保障性

3.9.1 寿命周期各阶段的保障性工作内容

3.9.1.1 论证阶段

论证阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 明确任务需求与使用要求;
- b) 分析并明确保障资源约束条件;
- c) 拟定初始的保障方案;
- d) 根据使用要求拟定初步的保障性要求;

- e) 拟定初始的综合保障计划和综合保障具体工作计划;
- f) 进行保障性分析和评审工作;
- g) 制定综合保障经费预算计划;
- h) 其他。

3.9.1.2 方案阶段

方案阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 分析、权衡、优化设备的设计方案和保障方案;
- b) 确定保障性定性和定量要求,提出目标值和门限值;
- c) 完善综合保障计划;
- d) 承制方要制定综合保障具体工作计划;
- e) 制定初始的训练计划;
- f) 评审有关综合保障工作;
- g) 明确对转承制产品的保障性要求;
- h) 修订综合保障经费预算并对前一阶段的保障经费进行决算;
- i) 其他。

3.9.1.3 工程研制阶段

工程研制阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 分析、权衡、完善设计方案、保障方案和资源要求并组织实施,以满足战备完好性要求;
- b) 进行保障性分析;
- c) 完善综合保障计划和综合保障具体工作计划;
- d) 评审综合保障工作;
- e) 研制或采购保障资源;
- f) 保障性试验与评价;
- g) 制定初始的停产后保障计划;
- h) 进行初始训练;
- i) 提交有关技术资料;
- j) 修订综合保障经费预算并对以前阶段的保障经费进行决算;
- k) 其他。

3.9.1.4 定型阶段

定型阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 保障性试验和评价,初步评估战备完好性;
- b) 完善综合保障计划;
- c) 完成保障资源的研制或采购;
- d) 继续进行初始训练;
- e) 修订停产后的保障计划;
- f) 提供有关技术资料;
- g) 对前阶段的综合保障经费进行决算,并估算寿命周期费用;
- h) 其他。

3.9.1.5 生产、部署和使用阶段

生产、部署和使用阶段的主要工作内容一般包括:

- a) 部署设备及其保障系统,获取所需保障;
- b) 建立现场信息工作系统,进行现场保障性评估;
- c) 搞好后续训练,指导部队正确使用装备;

d) 其他。

3.9.1.6 退役、报废阶段

退役、报废阶段的主要工作内容一般包括：

- a) 制定退役、报废工作程序；
- b) 制定退役、报废条件与标准；
- c) 进行退役、报废评审；
- d) 进行寿命周期费用决算；
- e) 有关退役、报废的保障问题；
- f) 其他。

3.9.2 保障性要求

3.9.2.1 定性要求

保障性定性要求一般包括：

- a) 针对设备及保障系统(简称设备系统)的定性要求:包括标准化、系列化等原则要求；
- b) 针对设备保障性设计特性的定性要求:包括可靠性、维修性、测试性、运输性等；
- c) 针对保障系统及其资源的定性要求:包括在规划保障时要考虑、要遵循的各种原则和约束条件,如构成设备综合保障的资源要素等；
- d) 执行其他特殊任务时的定性要求。

3.9.2.2 定量要求

保障性定量要求一般分为设备系统的战备完好性要求、设备保障性设计特性要求和保障系统及其资源要求等三个方面。

3.9.2.2.1 参数选择

3.9.2.2.1.1 表示战备完好性的使用参数有:战备完好率、使用可用度等,其量值是需要通过使用验证的指标。

3.9.2.2.1.2 表示保障性设计特性的使用参数有:可靠性、维修性、测试性、运输性等。如 MTBF、MTBM、MTTR、 r_{FD} 、 r_{FI} 以及运输重量、运输尺寸、环境极限参数等。

3.9.2.2.1.3 表示保障系统及其资源的使用参数有:平均保障延误时间、备件满足率、保障设备利用率等。

3.9.2.2.2 保障性指标的确定

3.9.2.2.2.1 在战术技术指标和总体技术方案论证时,应拟定初步的战备完好性参数、保障性设计特性参数、保障系统及其资源参数的目标值和门限值,并写入《研制总要求》和合同中。

3.9.2.2.2.2 方案阶段结束前,应最后确定一套相互协调、匹配的战备完好性参数、保障性设计特性参数、保障系统及其资源参数的目标值和门限值,并将设计特性参数的目标值和门限值(即使用指标)分别转换为规定值和最低可接受值(即合同指标),并写入合同中。

3.9.3 试验与评价

3.9.3.1 保障设计特性的试验与评价

试验与评价的内容包括：

- a) 可靠性试验与评价；
- b) 维修性试验与评价；
- c) 测试性验证与评价；
- d) 运输性试验与评价；
- e) 其他。

3.9.3.2 保障资源评价

试验与评价的内容包括：

- a) 人力和人员的数量、专业、技术等级等的评价;
- b) 供应保障(备件、消耗品等)的评价(数量、品种的合理性、可行性);
- c) 保障设备的评价(功能、性能,品种、数量的合理性,与设备的匹配性、有效性,利用率等);
- d) 训练和训练保障的评价(有效性,数量、功能等);
- e) 技术资料评价(正确性、完整性,数量、种类等);
- f) 保障设施评价(满足率、利用率等);
- g) 包装、装卸、储存与运输评价(设备实体尺寸、重量,环境极限参数等的适用性等);
- h) 计算机资源保障评价(软、硬件的适用性,文档的正确性、完整性等);
- i) 其他。

3.9.3.3 设备及其保障系统的战备完好性综合评估

评估内容一般包括:

- a) 方案阶段,应制定现场使用评估计划(含目的、项目、准则、约束条件、数据收集与处理的方法等);
- b) 设计定型阶段,通过保障性设计特性的试验与评价及保障资源的验证与评价的结果,对战备完好性进行初步分析,发现问题及时纠正。在部队试验期间,对战备完好性应进行初步评估,评估其是否达到门限值(使用指标)或最低可接受值(合同指标)的要求;
- c) 使用阶段,通过现场数据对战备完好性是否达到目标值(使用指标)或规定值(合同指标)进行评估,并应作为初始作战能力评估的一部分进行。

3.9.4 综合保障的计划与管理

3.9.4.1 订购方的综合保障计划制定

订购方的综合保障计划主要内容有:

- a) 设备说明,包括使命、任务、性能、功能、设备数量及部署要求等;
- b) 使用方案和保障方案;
- c) 保障性的定性定量要求;
- d) 工作机构及职责与分工;
- e) 保障性分析工作安排;
- f) 评审要求及安排;
- g) 试验与评价安排;
- h) 停产后保障;
- i) 经费预算;
- j) 部署保障和退役、报废保障安排;
- k) 工作进度表。

3.9.4.2 制定承制方的综合保障计划

承制方的综合保障计划主要内容有:

- a) 设备说明及综合保障工作要求;
- b) 工作机构、职责及分工;
- c) 制约因素分析;
- d) 保障性分析计划;
- e) 评审计划安排;
- f) 试验与评价计划;
- g) 初始保障;
- h) 经费预算;
- i) 部署保障工作安排;

- j) 停产后保障;
- k) 退役、报废保障的建议;
- l) 对转承制方保障的监控措施;
- m) 工作进度表。

3.9.4.3 综合保障评审

评审的主要内容有:

- a) 订购方应规定综合保障评审的要求,对于由订购方组织的评审应明确评审项目、目的、内容、主持单位和参加人员、评审时间、判据、评审意见的处理等;
- b) 承制方应制定综合保障评审实施计划,并纳入综合保障工作计划(包括订购方规定的由订购方组织评审的内容),同时应规定由承制方主持评审的项目、目的、内容、参加人员、评审时间、判据、意见处理等;
- c) 订购方应根据工作安排,主持评审工作,作出评审结论,对评审意见进行处理;
- d) 承制方应明确对转承制方的评审要求;
- e) 遗留问题的处理程序在合同中规定。

3.9.4.4 对转承制方和供应方的监控

监控的主要内容有:

- a) 转承制方的保障性要求;
- b) 转承制方综合保障工作的内容、范围及进度要求;
- c) 对转承制方的监控措施与方法。

3.9.4.5 综合保障管理机构

订购方、承制方均应建立综合保障管理机构,并成立综合保障联合工作小组。其任务与职责是:

- a) 对设备保障性工作实施监督与控制,协调和解决保障性工作中的各种问题;
- b) 在例行的设计评审点和阶段决策点召开保障性分析和综合保障评审会议。通过对保障性分析资料、综合保障文件、保障性试验数据、设计资料与工程图样的评审,实现对综合保障的有效监督与控制;
- c) 通过评审,发现保障性设计和综合保障中的问题,确定修改设计和落实保障资源的改进措施;
- d) 建立保障性信息管理系统,收集在设计、生产和使用中产生的保障性信息,为承担综合保障任务的单位提供信息服务。

3.10 环境适应性

3.10.1 一般要求

3.10.1.1 设备的设计和制造应充分考虑设备战术技术要求或产品规范规定的环境因素及其他因素的影响,进行耐环境设计,采取相应措施,使之具有较高的环境适应性。在规定的环境应力作用下使用、维修、运输和贮存时,设备性能不得超过规定的容差范围。

3.10.1.2 在研制项目论证时,应在设备有关技术文件中明确该设备预定部署和作战地域、地理条件、装载平台、可能遇到的工作环境和战场环境、暴露时间等,并根据工作过程,给出任务剖面。

3.10.1.3 当设备可以在多种环境下工作时,应按最严酷的环境要求进行设计和试验。

3.10.1.4 设备的环境试验一般应以整机进行,当大型设备不能以整机进行试验时,可以分别对其分机或部件进行试验。

3.10.1.5 正常情况下,设备的使用、维修、运输和贮存等不应超过设备规定的极限应力条件。订购方应尽量创造和提供一个有利于发挥设备效能和延长设备使用寿命的环境条件。

3.10.2 气候环境

3.10.2.1 温度

表1规定了不同档次的工作温度和贮存温度。

设备在选定的工作温度范围内工作时,其性能应符合规定要求。在规定的贮存温度范围内贮存时,不应发生裂痕、老化或其他损坏;当经受该温度范围后在恢复到工作温度范围时,设备应能正常工作,性能不应下降。

机载设备的工作温度与贮存温度由产品规范或合同规定。

3.10.2.2 相对湿度

设备在以下相对湿度环境条件下应能正常工作,并保持规定的性能:

- a) 高温高相对湿度环境:(95±3)%(≥40℃);
- b) 低温高相对湿度环境:(95±3)%(低于或等于最低工作温度);

设备在相对湿度为(95±3)%(≥40℃)~100%(≤-40℃)环境条件下连续或间断暴露时,包括在设备内以霜、凝露和水的形式产生的凝结条件,设备应保持规定的性能。

表 1 环境温度

设备类别		工作温度		贮存温度	
		低温	高温	低温	高温
地面通信设备	露天使用 (便携式、移动式、固定式)	-45、-40、 -35、-30、-25	40、45、 50、55、60	-55、 -50、 -45、 -40	60、 65、 70
	车内使用	-20、-10、0	55、60		70
	装甲车辆、自行火炮	-40、-30、-20	60、65		
	室内使用	-15、-10、0	40、45	-55、-50	65、70
舰载通信设备	露天使用	-30、-10	55、60、65	-45、-40	65、70
	水面舰船专业舱室	-10、0	50		
	潜艇专业舱室	0	45		

注:具体温度等级可根据设备使用要求由产品规范或合同选定。

3.10.2.3 大气压力

地面设备应能在大气压力为 53.5kPa(海拔高度约为 5 000m)的高海拔地区正常工作。

机载设备应能在大气压力为 18.8kPa(海拔高度约为 12 200m)的高空正常工作。

有空运、空投要求的设备,在经受以不大于 10kPa/min 的速度变化到 18.8kPa 的低气压试验后,设备应能正常工作。

3.10.2.4 温度冲击

有空运、空投要求的设备,当其在 5min 内由 70℃ 到 -55℃ 的环境转换后,在工作环境温度下应能正常工作。

3.10.2.5 湿热

设备应能在温度不低于 40℃、相对湿度不低于 95% 的高温高相对湿度环境中工作。在经受附录 A (补充件)中“A07 湿热试验”规定的湿热试验后,设备应符合规定要求。

3.10.2.6 风

露天使用设备,尤其是受风速影响的天线或其他暴露在大气中的部分,应具有良好的防风稳定性和抗风强度。一般地区使用的设备在稳定风速为 21m/s 的环境条件下应能正常工作,在 35m/s 的环境条件下不应损坏。在山地、沿海、岛屿等地区使用的设备在稳定风速为 32m/s 的环境条件下应能正常工作,在 45m/s 的环境条件下不应损坏。

舰载露天使用的设备和天线等外露部分,在相对风速为 40m/s 环境条件下应能正常工作,在 54m/s 的环境条件下结构不应损坏。

防风稳定性与一个方向的抗风强度风压试验,试验时间为 10min,试验风速分别为:

- a) 一般地区露天使用设备:35m/s(防风稳定性);
45m/s(抗风强度);
- b) 山地、沿海、岛屿等露天使用设备:40m/s(防风稳定性);
50m/s(抗风强度);
- c) 舰载露天使用设备:45m/s(防风稳定性);
60m/s(抗风强度)。

3.10.2.7 雨

露天使用的设备和车载设备的装载平台(车厢、方舱等),分别在降雨强度为 0.7mm/s 和 7mm/min 的环境条件下应能正常工作。在经受降雨强度为 6mm/min、风速为 18m/s、淋雨时间为 2h 的试验后,均应无渗水现象。

3.10.2.8 雪

露天使用的设备、天线和其他暴露在大气中的部分,在下列环境条件下应能正常工作,

- a) 高吹雪
在 0.05m~10m 高度范围内,高吹雪通量为 $573\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{s})\sim 2\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;
在 0.03m~10m 高度范围内,积分吹雪通量为 $146\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$;
- b) 雪负荷
便携式设备日雪量负荷不大于 0.5kPa;
可移动式设备过程雪量负荷不大于 0.8kPa;
固定式(永久性、半永久性)设备雪深负荷不大于 50cm。
设备在承受雪深负荷不大于 100cm(2.17kPa)条件下不应损坏。

3.10.2.9 雾凇和雨凇

3.10.2.9.1 一般设备的天线、馈线、架空线缆等在雾凇直径不大于 28cm(每米重量不大于 2.2kg)的环境条件下应能正常工作;在雾凇直径不大于 40cm(每米重量不大于 3kg)的环境条件下不应损坏。

3.10.2.9.2 在多雨凇地区使用的天线、馈线、架空线缆等在雨凇直径不大于 77cm(每米重量不大于 13.5kg)的环境条件下应能正常工作;在雨凇直径不大于 110cm(每米重量不大于 19kg)的环境条件下不应损坏。

3.10.2.10 冰和冰雹

3.10.2.10.1 露天使用的设备在受到降雨、雾、海浪飞沫或其他原因引起冰的积聚时,在其表面结冰厚度不大于 13mm 的环境条件下应能正常工作。

3.10.2.10.2 露天使用的设备在冰雹直径不大于 3cm 的环境条件下应能正常工作。在冰雹直径不大于 8cm(重量不大于 0.24kg)的环境条件下不应损坏。

3.10.2.11 雷电

设备应按 GB 7450 规定采取必要的防雷电干扰和安全保护措施,在远区雷电环境条件下应能正常工作,在本地雷电环境条件下不应损坏。

3.10.2.12 太阳辐射

露天使用的设备应有减小日晒热效应和光化学效应的措施。在太阳辐射环境条件下应能正常工作,经预定时期暴露后性能不应下降,表面涂层不应起皱、龟裂、剥落、退色,塑料件和橡胶件等不应老化、失效。在经受 GJB 150.7 规定条件试验后,设备应符合要求。

3.10.2.13 砂尘

地面设备在砂尘浓度不大于 $2\text{g}/\text{m}^3$ 的环境条件下应能正常工作。在经受 GJB 150.12 规定浓度的砂尘试验后,应无阻塞、卡滞、划痕、磨蚀和渗透等现象。

3.10.2.14 盐露

舰载设备和在沿海、岛屿等多盐雾环境条件下使用的设备,应采用防腐材料和经防腐蚀处理,保证设备在大气盐雾含量不低于 5mg/m³ 的环境条件下能长期使用,正常工作。在按 GJB 150.11 规定的盐雾试验方法试验后,设备应符合规定要求。

3.10.3 机械环境

3.10.3.1 振动

3.10.3.1.1 设备应能适应车辆、舰船和飞机行驶或运输过程中的各种振动环境。要求在行驶中工作的设备,在振动环境条件下设备应能正常工作。

设备在经受 GJB 150.16 规定的随机振动试验后应符合规定要求。

当受试验设备限制时,可采用正弦扫描振动试验。地面设备按表 2 规定条件进行试验;舰载和机载设备按 GJB 150.16 规定的振动应力条件进行试验。

表 2 正弦扫描振动频率、位移、加速度及每个轴向试验时间

设备类别		频率范围 Hz	位移(双振幅) mm	加速度 m/s ²	试验时间 min/km	最大试验时间 h	扫描时间 min	
地面通信设备	露天使用	5~14	5.08		30/1 600	3.0	12	
		14~33		20				
		33~52	0.91					
		52~500		50				
	室内使用		5.5~200			15	5.5	12
	汽车、方舱	5.0~5.5	25.4					
		5.5~200		15				
	拖车	5~7	25.4					
		7~92		25				
		92~110	0.15					
		110~200		35				
	装甲车辆、自行火炮	5.0~5.5	25.4			3.0	15	
		5.5~30		15				
		30~50	0.8					
		50~500		42				
注 1: 当设备共振频率在 5Hz 以下时,可扩展到 2Hz,扫描时间则应增加 3min;								
注 2: 需车载工作的便携式、移动式设备,应按其中较严酷的等级进行试验;								
注 3: 试验时间规定为行军每 1 600km 振动 30min,或按产品规范规定的时间;								
注 4: 扫描时间指频率从低限到高限,再返回到低限为一次扫描时间。								

3.10.3.1.2 车载式、便携式等设备在车辆行驶振动环境条件下应能正常工作。车载式、便携式和不可能在振动台上进行试验的大型设备,可在表 3 所列路面上累计行程不少于 16km 的条件下进行工作考核试验;自行火炮累计行程不少于 200km 的条件下进行工作考核试验。

表 3 不同路面车速规定 km/h

路面类型	车速
粗糙的搓板路(坡距 180cm、坡棱高 15cm)	8
“比利时”石块路	32
辐射状搓板路(坡高 5cm~10cm)	24
坡高 5cm 的搓板路	16
坡距为 7.5cm 的颠簸路	32
注 1: 轮式车辆:依次通过表中 5 种路面,每种路面行驶 5 次,每段路面不少于 600m,总长约 16km;	
注 2: 自行火炮:车速小于 30km/h 占总行程的 2/3,车速大于 30km/h 占总行程的 1/3。	

当不具备车辆行驶试验场条件时,可按下列要求进行公路行驶试验:

- a) 土路、碎石路:车速 20km/h~30km/h,占总里程的三分之二;
- b) 柏油路、混凝土路:车速 30km/h~40km/h,占总里程的三分之一;
- c) 公路行驶总里程:300km、500km、1 000km、1 500km、3 000km(可按设备具体情况选定)。

装甲车辆行驶里程、路面及各种路面行驶里程分配按 GJB 1372 中 4.4.6.4.3 条规定执行。

3.10.3.2 冲击

3.10.3.2.1 设备应能适应在使用、搬运、装卸和运输等过程中可能遭受的非重复性冲击。在经受按表 4 规定的模拟冲击环境条件进行的基本设计冲击试验后,设备应能正常工作;装甲车辆和自行火炮内使用的设备,在经受规定的高强度冲击试验后,设备及其支架、紧固件、连接件等不应损坏、脱落或松动;舰载和机载设备分别按 GJB 150.18 中试验十和试验六试验后,设备应能正常工作。

3.10.3.2.2 装甲车辆、自行火炮和专用车辆等车内使用的设备,在行进和武器发射时形成的冲击环境条件下应能正常工作。

3.10.3.3 跌落

3.10.3.3.1 设备应能适应作战、使用和装卸、运输、维修等过程中可能遇到的跌落环境。置于包装箱内的设备,在经受按 GJB 150.18 规定的跌落高度和地面进行的运输跌落试验后,设备应能正常工作。

3.10.3.3.2 便携式设备在使用中当从不超过 1m 的高度跌落到水泥地面(水泥地面应铺 3mm 厚的橡胶垫)后应能正常工作。

3.10.3.3.3 需在工作台上进行维修的设备,应能适应维修中可能遇到的倾跌冲击。在经受附录 A 中“A04 冲击试验”的方法 4 所规定的工作台上的倾跌试验后应能正常工作。

3.10.3.4 倾斜和摇摆

表 4 冲击环境条件

设 备 类 别		半正弦形脉冲		后峰锯齿形脉冲		每个轴向 冲击次数
		峰值加速度	脉冲宽度	峰值加速度	脉冲宽度	
		m/s ²	ms	m/s ²	ms	
露天使用(除固定式)		300	11	400	11	3
室内使用(含室外固定式)		150	11	200	11	3
车内 使用	汽车、拖车、方舱	200	11	300	11	3
	装甲车辆、自行火炮	1 000	6	1 000	11	2

3.10.3.4.1 车载设备

可移动式和各种车内使用的地面通信设备,应能在倾斜情况下正常工作。轮式车辆内使用的设备应能适应前后倾斜不大于 25°、左右倾斜不大于 10°的倾斜环境;履带式车辆内使用的设备应能适应前后倾斜不大于 32°、左右倾斜不大于 25°的倾斜环境。

3.10.3.4.2 舰载设备

舰载设备应能适应表 5 和表 6 规定的倾斜和摇摆环境。

3.10.3.5 颠簸

舰载通信设备应能适应由波浪引起的重复性低强度冲击环境。在经受附录 A 中“A04 冲击试验”的方法 6 规定方法进行的颠簸试验后,设备应能正常工作并保持结构完好。

表 5 水面舰船倾斜和摇摆环境条件

		角 度	周 期
纵 向	倾斜	± 10°	—
	摇摆	± 10°	4~10s
横 向	倾斜	± 15°	—
	摇摆	± 45°	3~14s

表 6 潜艇倾斜和摇摆环境条件

航行状态	项 目		角 度	周 期
水面 航 行	纵 向	倾斜	$\pm 10^{\circ}$	—
		摇摆	$\pm 15^{\circ}$	4~10s
	横 向	倾斜	$\pm 15^{\circ}$	—
		摇摆	$\pm 60^{\circ}$	3~14s
水下 航 行	纵 向	倾斜	$\pm 30^{\circ}$	—
		摇摆	—	—
	横 向	倾斜	$\pm 15^{\circ}$	—
		摇摆	$\pm 30^{\circ}$	3~14s

3.10.3.6 过载

设备的安装平台、支撑架(杆、座)、挂勾等应适应作战使用中可能遇到的过负荷应力,其过载能力应满足产品规范或合同的规定。

3.10.4 磁环境

3.10.4.1 设备应能适应作战使用中可能遇到的各种电磁环境(如静电放电、高功率微波、电磁脉冲等),特别是强电磁辐射环境。应具有良好的电磁兼容性和对付电子侦察与电磁干扰的能力。电磁兼容性要求见 3.11 条,抗干扰性要求见 3.12 条。

3.10.4.2 对静电放电和磁场敏感的设备,应采取诸如接地、隔离、屏蔽等措施,保证设备在此环境中能正常工作。

3.10.4.3 车内使用的设备,其装载平台(如厢式车辆、方舱、拖车等)应具有良好的电磁屏蔽性能。对频率为 150kHz~40GHz 的干扰电磁波的抑制能力应不低于 40dB,有要求时,应不低于 60dB。

3.10.4.4 预期用于有电控发射武器、电爆装置环境的设备,其电磁辐射的辐射限值应符合 GJB 786 的规定。

3.10.5 核辐射环境

3.10.5.1 设备应具有抗早期核辐射的能力。应采取必要的抗核加固设计和措施,保证设备在核辐射环境条件下能正常工作。

3.10.5.2 设备应有防核电磁脉冲的屏蔽防护措施和防过载保护措施,防止对集成电路、各种微电路和芯片的损坏,保证设备能正常工作。

车载式设备的工作舱室应被覆防护衬层,保证对 neutron 流和 γ 射线的有效削弱。其削弱系数,由产品规范规定。

3.10.5.3 设备的结构设计应使其遭受放射性物质沾染后能方便地进行清洗消除。

3.10.5.4 通信设施的设计应符合 GJB 3622 的规定。

3.10.6 生物环境

3.10.6.1 设备应具有抗霉能力。长期在潮湿多雨地区和霉菌滋生环境条件下不应发生霉变,并能能正常工作。

3.10.6.2 露天使用设备、埋地电缆和装置等应具有防鼠、蚁和昆虫蛀咬的能力。

3.10.7 化学环境

3.10.7.1 设备应具有耐酸、碱等化学腐蚀的能力。

3.10.7.2 设备的结构设计应使其遭受化学毒剂沾染后能方便地进行清洗消除。

3.10.7.3 车载式设备的工作室应有滤毒通风装置。

3.10.8 噪声环境

设备应具有抗噪声能力。要求在强噪声环境条件下工作的设备,应保证在该环境条件下能正常工作。在总噪声水平大于 130dB 的声激励环境条件下设备不应损坏。

3.10.9 光学环境

3.10.9.1 设备应具有防止光电侦察和干扰的措施与能力。具体要求可在产品规范或合同中规定。

3.10.9.2 露天使用的设备应有防反光、漏光及灯光闭锁等措施。带有屏幕显示器、示波管显示器、液晶显示器的设备,在强光下应有遮光和防眩光措施。

3.10.9.3 设备应采取必要的技术措施,保证使用者在夜间和能见度低的环境条件下亦能正常操作使用。

3.10.10 运输环境

3.10.10.1 包装好的设备可采用任何运输工具进行运输,其尺寸、形状、重量和重心应能适应公路、铁路、水运和空运的环境条件,并应符合 GJB 182 规定的尺寸系列。

3.10.10.2 在运输过程中,设备应能承受各种冲击和振动。应符合附录 C(补充件)中 C.2.2 条和 C.2.7 条规定的振动和冲击要求。

3.10.10.3 需铁路运输的设备应能适应在运输中可能遇到的车辆编组、刹车等的冲击。置于包装箱内的设备,在经受按 GJB 150.18 规定的撞击速度和撞击方法进行的铁路车辆撞击试验后,设备应能正常工作。

3.10.11 贮存环境

3.10.11.1 设备的长期贮存环境条件见 5.10.5 条。

3.10.11.2 设备短期存放时,应有遮蔽物,应防烟火、淋雨、浸水、雷电、太阳辐照、砂尘、老鼠、白蚁、强烈震动和冲击。不应接触腐蚀性气体或液体及其他有害物质。

3.10.12 其他

3.10.12.1 涉(潜)水

车内使用的设备,其装载平台(如通信车等)应具有涉水能力,其涉水能力可根据作战使命和任务要求在产品规范或合同中规定。一般以中型轮式汽车为装载平台的,在水深不大于 0.8m、水流速度不大于 1.0m/s 的环境条件下设备应正常使用;以坦克车为装载平台的,在潜水不大于 5m 情况下应能正常工作。

通信方舱在装机动轮运输时,将方舱的门和孔口关闭后,放置在深度为 0.55m 的水中浸泡 1h 后,舱内不应有渗漏现象。

3.10.12.2 浸渍

便携式、移动式等露天使用的设备或有防水要求的设备,应采取防水结构和防水技术措施,以达到规定的防水性能,保证设备在遭浸水后仍能正常工作。按附录 A 中“A03 浸渍试验”规定的水温和浸水深度试验后,设备应符合规定要求。

3.10.12.3 爆炸性气体

工作在有爆炸性气体或可燃性气体环境中的设备,应有消火花和防气爆装置或其他有效措施,使设备工作时尽量不产生火花,保证不引起爆炸或燃烧。设备外壳应具有隔断设备内部爆炸或燃烧并使之不致蔓延到设备外部的能力。

设备在经受 GJB 150.13 规定的防爆试验和隔爆试验后应符合规定要求。

3.10.12.4 炮击振动

直接受到火炮发射平台冲击振动影响的设备,在经受半正弦形脉冲峰值加速度为 $1\,000\text{m/s}^2$ 、脉冲宽度为 6ms(或后峰锯齿形脉冲峰值加速度为 $1\,000\text{m/s}^2$ 、脉冲宽度为 11ms)的冲击试验后,设备应能正常工作。

3.11 电磁兼容性

3.11.1 基本要求

电磁兼容性应满足如下要求:

- a) 设备应能有效地抵抗来自自然环境和周围设备的电磁干扰,并使设备自身产生的电磁干扰抑制到允许的程度,保证设备在预定的电磁环境中能正常兼容工作,最低限度的电磁兼容极限值,

应符合 GJB 151A 的有关要求；

- b) 设备的电磁发射和敏感度测量应符合 GJB 152A 的有关要求；
- c) 设备的接地、搭接和屏蔽应符合 GJB 1210 的要求；
- d) 设备的电磁兼容性管理应符合 GJB/Z 17 的要求；
- e) 机载、舰载设备应有防静电干扰的必要措施。

3.11.2 电磁兼容性试验

电磁兼容性试验包括：

- a) 辐射敏感度试验；
- b) 传导敏感度试验；
- c) 辐射干扰试验；
- d) 传导干扰试验；
- e) 磁场敏感度试验；
- f) 静电敏感度试验；
- g) 电源瞬变敏感度试验；
- h) 工作状态下的磁场干扰试验。

3.11.3 反侦察和反干扰

应考虑反电子侦察和反干扰问题，采取措施如增强电子对抗能力的技术和电路，具体要求在产品规范中规定。

3.11.4 电磁兼容性设计

电磁兼容性设计应贯穿于总体工程设计的全过程。电磁兼容性设计应综合利用屏蔽、接地、滤波、搭接、元、器件的合理选用、空间、时间、频率分隔、合理布线、材料与工艺的正确选用等技术措施。

3.11.4.1 元、器件的选用要考虑元、器件的电磁发射与电磁敏感特性。一般原则是：

- a) 在杂散耦合可能引起有害作用的电路中，应选用带有屏蔽的电感器；
- b) 应使用有屏蔽的继电器，并把屏蔽层有效接地；
- c) 电源输入变压器的初级绕组要进行静电屏蔽；
- d) 用于敏感电路的电源变压器，其初级和次级绕组间要有静电屏蔽；该屏蔽层和变压器外壳均应及设备底板可靠地连接；
- e) 选择的电缆连接器应有足够的插针供电缆内各个屏蔽层端接。

3.11.4.2 根据需要，对干扰源和敏感电路可采用屏蔽技术，一般原则是：

- a) 设计能提供最大屏蔽效能的屏蔽线或屏蔽外壳；
- b) 要使接头、接缝、密封衬垫和孔洞数目减至最少；
- c) 用导电材料作密封衬垫；
- d) 压紧所有的射频衬垫；
- e) 要严密控制设备外壳在表头、开关、键盘、指示灯、显示器、保险丝座、把手、检修或测试孔处的射频泄漏；
- f) 要尽可能对全部外壳间断处进行电气搭接；
- g) 电源、充电器、交直流变换器设计时应考虑电磁兼容性。

3.11.4.3 选用适合的电线和电缆，进行合理的布线设计。一般原则是：

- a) 视频模拟信号一般选用同轴电缆传输，对数字信号可根据信号特征及阻抗匹配特性优先选用同轴电缆，扭绞线或带线，限制使用单线传输；
- b) 把电源线与信号线分开，把输入、输出线分开，不准把它们安排在同一线束内或接在同一连接器内；
- c) 敏感电缆应远离电源变压器和其他大功率装置敷设；

- d) 在安排电线、电缆布线时,应根据传输信号的电平、敏感性及干扰特性等因素,对电线、电缆进行合理分类搭配,以便有效地减少电磁干扰及耦合,并利用现有的空间获得最佳的间距。

3.11.4.4 接地设计的一般原则是:

- a) 将安全地线、数字信号地线、模拟信号地线、射频信号地线、噪声地线等形成各自独立的接地平面或接地网络,并将这些网络各自汇集一点与大地相连;
- b) 各电路的地线与接地平面或接地网络要保持有效的搭接。

3.11.4.5 滤波设计的一般原则是:

- a) 应优先对干扰源进行滤波;
- b) 应采用滤波技术抑制所有的乱真信号;
- c) 敏感电路的电源线应有滤波措施。

3.12 抗干扰性

3.12.1 抗干扰的考虑因素

通信抗干扰应充分考虑敌方的干扰能力,其考虑因素有:

- a) 干扰对象:在现阶段主要是无线电通信;
- b) 干扰频率:基本上已覆盖整个无线电通信频段;
- c) 干扰功率:大、效率高;
- d) 干扰功能:多、性能好。干扰设备做到了一机多用、响应速度快、侦察接收机灵敏度高、测向精度高、频率瞄准度高、接收机截获概率高;
- e) 干扰设备:多而全,空中、海上、地面都有;
- f) 干扰体制:以压制式干扰(分为阻塞式干扰和瞄准式干扰)为主,并自动选择干扰方法(如选频干扰、扫描频率干扰和时分制多信道干扰等);
- g) 干扰策略:重点干扰战术通信,特别是协同电台、节点设备和通信网络的关键链路;
- h) 通信对抗的主要目标:C³I系统。

3.12.2 抗人为干扰基本要求

设备抗人为干扰的基本要求是:

- a) 突出先进性、综合性、可扩充性和互通性,把满足三军协同通信作为基本需求;
- b) 多频段、宽频带以及两种以上抗干扰体制并存的模式;
- c) 以数字跳频为主,辅以自适应技术和纠错技术。

3.12.3 抗干扰性能参数选择及指标确定

3.12.3.1 选择参数和确定指标的主要原则是:

- a) 从技术和战术两个方面考虑参数和指标;
- b) 指标应量化、可验证;
- c) 既要从事务需求出发,分析可能遇到的电磁干扰环境,提出需求指标,又要和其他性能指标、经费、进度等进行权衡,确定合理指标;
- d) 所定指标,应能适应未来通信干扰的电磁环境,包括干扰威胁等级、信号密度、干扰样式、干扰方式、设备技术参数和战术运用等方面的定性要求和定量指标。

3.12.3.2 跳频(FH)、直接序列扩频(DS)等设备抗干扰性能参数及指标由产品规范规定。

3.12.4 抗干扰试验和评估

3.12.4.1 试验与评估的分类

3.12.4.1.1 按其目的、用途可分为:

- a) 方案试验与评估;
- b) 研制试验与评估;
- c) 使用试验与评估;

d) 综合试验与评估。

3.12.4.1.2 按其方式和试验环境可分为:

- a) 内场试验(又称闭路试验),有良好的电磁屏蔽环境,注入式信号,有线传输为主,用信道仿真设备模拟电波传播环境;
- b) 外场试验(又称开口试验),在开阔试验场进行,信号接入方式为空间辐射式,即无线传输,选择地理环境,使其接近于实际电波传播条件。

3.12.4.2 试验与评估项目和方法

FH、DS 等设备的试验与评估项目和方法由产品规范规定。

3.12.4.3 抗干扰外场试验

干扰站与被试设备按战术使用要求配置,干扰方式、干扰样式、干扰功率及接收端干/信比可控制和调整,设置不同的干扰威胁等级,测量接收端的误码率和单字清晰度。

3.12.4.4 抗干扰内场试验

FH、DS 设备的内场试验按产品规范执行。

3.13 安全性

3.13.1 基本要求

对安全的基本要求如下:

- a) 订购方应向承制方提出安全性大纲和要求,包括对人员、设备和信息安全的要求、工作项目和试验项目要求,并纳入有关合同中;
- b) 承制方应根据合同或《研制总要求》的要求,制定并实施安全性大纲;
- c) 安全要求要与质量管理、可靠性、维修性、人-机-环境工程、健康保障等工作综合权衡与协调,以达最佳费用效益;
- d) 信息安全要求,应建立安全信息闭环管理系统,记录重要安全信息,订购、承制双方按合同要求相互提供安全信息;
- e) 网络信息传输应采取安全防护技术和措施;
- f) 采用进口器件时,应考虑信息安全性。

3.13.2 安全性大纲

制定安全性大纲的目的和要求;

- a) 及时、经济地进行符合任务和有关标准要求的安全性设计;
- b) 在寿命周期内识别、跟踪、评价和消除设备中的危险或将其风险减少到订购方可接受的水平;
- c) 考虑并应用以往的安全资料,包括其他设备的经验、教训;
- d) 在采用新的设计方法、材料、生产工艺和新的生产、操作和试验技术时,寻求最小风险;
- e) 将消除危险或将风险减少到订购方可接受水平所采取的措施记录成文;
- f) 在设备的论证、研制和订购中及时并充分地考虑安全特性,以尽量减少在使用中为改善安全性进行的改装;
- g) 在设计、技术状态或任务要求更改时,所采用的方法应使风险保持在订购方可接受的水平;
- h) 考虑与设备有关的所有危险器材的安全性,以便于退役、报废处理、并采取措施尽可能减少使用有害材料,把使用有害材料带来的有关风险和寿命周期费用减到最小;
- i) 记录重要的安全数据并录入数据库,作为更改设计手册和说明书的建议。

3.13.3 安全设计

3.13.3.1 进行安全设计的优先顺序:

- a) 使危险降至最小的设计;
- b) 安全装置;
- c) 安全告警装置;

- d) 信息安全设计;
- e) 安全操作规程。

3.13.3.2 安全设计的基本要求

- a) 通过设计(包括器材选择和代用)消除已判定的危险或减少有关的风险。当必须使用有潜在危险的器材时,应选择在系统寿命周期内风险最小者;
- b) 应进行接地设计,合理选择接地方式、接地材料和接地技术,妥善进行工作接地、屏蔽接地、保护接地、防雷电接地和测试接地。接地系统应达到电气接触良好、结构牢固可靠,接地电阻和接触电阻符合产品规范规定的要求;
- c) 危险的物质、零、部件和操作应与其他活动、区域、人员及不相容的器材隔离;
- d) 设备的位置安排应使工作人员在操作、保养、维护、修理或调整过程中,尽量避免危险,例如:危险的化学药品、高压电、电磁辐射、切削锋口、毛刺或尖锐部位等;
- e) 尽量减小恶劣环境条件(例如:温度、压力、噪声、毒性、加速度、振动、冲击和有害射线等)所导致的危险;
- f) 设备设计时应尽量减少在设备使用和保障中人为差错所导致的风险;
- g) 为把不能消除的危险所形成的风险减少到最低程度,应考虑采取补偿措施,这类措施包括:联锁、冗余、故障安全保护设计、系统防护、灭火设备和防护服、防护设备、防护规程等;
- h) 用隔离或屏蔽的方法保护有冗余的分系统的电源、控制装置和关键零、部件;
- i) 当各种补偿设计方法都不能消除危险时,在装配、使用、维护和修理说明书中应给出警告和注意事项,并在危险零、部件、器材、设备和设施上标出醒目的标记,以使人员、设备得到保护。这些标记应符合 GB 2894 的有关规定,应按照为承制、订购双方能共同接受的方式或按订购方要求的条件予以标准化,并向订购方提供全部警告、注意和提示标志的复印件,供检查、评审用;
- j) 尽量减轻一旦发生事故时对人员的伤害和设备的损坏;
- k) 设计具有控制或监测功能的软件,以尽可能减少危险事件或事故的发生;
- l) 评审设计准则中对安全考虑不足或限制过多的要求,根据研究、分析或试验数据,推荐新的设计准则;
- m) 必须消除Ⅰ级的(灾难性的)和Ⅱ级的危险(严重的)或将其相关的风险减少到订购方可接受水平。若无有效的措施,则应向订购方推荐替换的设计方案。

3.13.4 安全措施

3.13.4.1 接地

安全接地措施要求:

- a) 接到屏蔽层、铰链部件或其他机械部件的地线不应构成环路,应以可导电底板或框架上的一点作为静电接地或电源接地的公共连接点并与保护接地端子连接。从接地端子到地的连接线应在电气上是连续的和可靠的,有足够机械强度和足够低的电阻;
- b) 所有露于外部的易触及部分(除天线和传输线端子外),在正常工作期间内应处于地电位,铰链或滑动安装的面板和门应良好接地。所有控制器的轴和衬套,一般应接地。如不能接地,应采取绝缘措施;
- c) 安装通信设备时,应设置人工接地体,使设备外壳良好接地,不得将机器框架直接放在地上作为接地导体使用,不得将屏蔽线和铅包线缆的金属隔离层作为公共地线使用;
- d) 接地端子与接地线之间(包括设备可导电底板或框架与其相连接的地线之间)的接触电阻应不大于 0.002Ω ;
- e) 通信车应装有接地报警器,当车底盘接地不良时,应发出报警信号。车内各设备与车体的接触应良好,设备接地端子到车体之间的电阻应不大于 0.02Ω 。

3.13.4.2 防护

安全防护措施要求:

- a) 当设备主电源开关置于“断”位时,除主电源开关的电源输入线外,设备的全部电源均应切断(不受开关控制的特殊设备除外);
- b) 设备中的直流或交流工作电压超过 24V(有效值)的部位,应加防护措施,超过 500V 的机件,应安装保护罩或外壳,并在壳罩上加注危险标志;
- c) 当门、盖、板打开后有对地电压超过 250V 的高压电路暴露时,应具有高压闭锁装置;
- d) 高压电路(尤其电路中有大容量电容器时)应有自动放电电路,在切断高压时,应在 2s 时间内放电至 24V(有效值)以下;
- e) 大型设备中,每一种高压的接通与切断,均应有指示装置。当电源电压高于 500V 时,应采用遥控机件控制其通断;
- f) 有人值守的设备,在环境温度为 25℃ 时,设备的前面板及工作控制器的温度不应超过 49℃,而暴露的部件包括设备外壳则不应超过 60℃;
- g) 调整高压元件用的随机工具,应带有绝缘手柄,其耐压应是它所触及的高压的 2.5 倍以上;
- h) 通信车及大型固定设备有致命高压存在时,在成套设备中应配有防护器材(如橡皮手套、橡皮垫等);
- i) 大型设备的齿轮、扇叶、皮带等传动机构部分,应有妥善的安全措施,保证手不易触及;
- j) 大型设备(如通信车、方舱等)应有防火措施或灭火装置。人工灭火装置应放在易于拿取的位置,并有提示标志。

3.13.4.3 保护

对保护措施的要求:

- a) 设备的过载能力应符合设备战术技术要求或产品规范的规定,应具有过负荷保护装置,当负载开路或短路及失谐时,设备不应受到破坏;
- b) 设备应有过电压、过电流保护装置;
- c) 设备均应设有保险丝或保险继电器等保护装置;
- d) 保险丝应安装在易于迅速更换的地方;
- e) 通信车应有漏电保护装置,当车体对地电压超过 36V 时应告警;电源电压超过 260V 时应告警。其他安全要求应符合 GJB 219A 中 3.6 条规定。

3.13.4.4 防雷电

3.13.4.4.1 设备应有避雷器和避雷装置。在市电、天线馈线、遥控线及电话线等引入端应装有放电器,放电器接入应不影响正常工作。

3.13.4.4.2 车载式和地面固定式设备应有防雷击接地端子,并备有接地电缆、防雷击装置及安装说明书。机载式和舰载式设备的防雷击措施应与载体共同考虑。设备内部的防雷击保护措施可参照 GB/T 7450 要求执行。

3.13.4.4.3 各类防雷击装置(如避雷针、避雷线、避雷器、放电间隙等)的防雷接地电阻,一般不大于 4Ω。

3.13.4.5 防爆炸

防爆炸措施要求:

- a) 大型阴极射线管等易爆炸的器件应有防护措施;
- b) 用于危险气体中的设备,应有防爆炸装置或措施。
- c) 碱性锌锰电池(见 GJB 449A)、镉镍蓄电池(见 GJB 517A)、金属氢化物-镍蓄电池(见 GJB 3251)、锂电池(见 GJB 2374)、锂蓄电池及锂离子蓄电池等高能电池,应有防爆安全装置。

3.13.4.6 防辐射

3.13.4.6.1 射频和微波辐射

设备的设计、制造应对电磁泄漏进行控制。应有良好的屏蔽装置和防辐射措施,以避免操作人员过量照射。能产生 300 兆赫兹以下辐射的设备在离设备 5cm 处测量,应满足以下要求:

- a) 微波辐射:不大于 5mW/cm²(在一天八小时工作时间内连续波辐射平均功率密度允许值);
- b) 射频辐射:电场分量:不大于 20V/m;
磁场分量:不大于 5A/m。

3.13.4.6.2 激光辐射

激光通信系统和设备的设计、安装应充分考虑使用者的安全。进入人眼睛的密度应小于 5 × 10⁻⁶ J/cm²,当不能保证此标准时,应提供防护目镜等防护设备;在激光辐射危险区应有激光辐射警告标志。

3.13.4.6.3 X-射线辐射

能产生 X-射线等有害电离辐射的设备,其设计、制造应保证操作人员不得遭受过量照射。在离设备外表面 5cm 的任何易接近处,其 X-射线的照射剂量应小于 5.16 × 10⁻⁷C/(kg·h)(即 2mR/h),每周累计照射剂量应小于 256 × 10⁻⁷C/(kg·h)(即 100mR/h)。

当屏蔽、盖、门等打开时,允许超过上述规定值。

3.13.4.7 噪声限制

3.13.4.7.1 设备不应产生有损于人员听力和心力的强噪声。在人员操作位置以每天暴露时间 8h 计,其等效连续 A 声级噪声不应大于 90dB(噪声暴露时间每缩短一半,允许 A 声级提高 3dB,但最高不应超过 115dB)。

3.13.4.7.2 用于不同工作条件下的设备的噪声抑制应满足下列规定的噪声级;

- a) 用于操作人员在工作时需要经常通话的地方的设备,应小于 70dB(A);
- b) 工作人员经常在工作状态使用的设备,应小于 55dB(A);
- c) 预期用于办公室、会议室和对电话质量要求较高地方的设备,应小于 50dB(A);
- d) 油机电源设备的噪声限值应符合表 7 规定;
- e) 军用通信车的噪声限值应符合 GJB 219A 中 3.11 条表 3 的规定;
- f) 可能用于战斗前沿等特殊环境的以及其他具有特殊要求的设备,其噪声容限可在产品规范或合同中规定。

表 7 油机噪声限值 dB(A)

油机功率 kW	1	2	3	4	6	12
噪声限值	85	85	90	93	95	97

注:以上是指离设备 1m 远处的 A 声级计权噪声电平,单位为 dB(A)。

3.13.4.8 防空气污染

3.13.4.8.1 设备在使用、维修中,不应存在严重危害人员身体健康或影响其他设备性能的有害气体或液体。有害气体不应超过表 8 规定的安全限值。

3.13.4.8.2 工作间、车厢和舱室工作的设备(如油机发电机等)产生的一氧化碳短时间接触安全限值应符合公式(1)的规定:

$$\sum [T \cdot C_p] \leq 6\,000 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- T——接触一氧化碳时间,min;
- C_p——接触时间内一氧化碳最高浓度,ppm。

3.13.4.8.3 使用直接燃烧取暖的设备,应保证工作室的空气符合有关卫生标准的规定。

表 8 有害气体安全限值 mg/m³

种 类	取 值 时 间	浓度限值
一氧化碳(CO)	日平均	6.00
	1 小时平均	20.00
二氧化氮(NO ₂)	日平均	0.12
	1 小时平均	0.24
二氧化硫(SO ₂)	日平均	0.25
	1 小时平均	0.70
氮氧化物(NO _x)	日平均	0.15
	1 小时平均	0.30
臭氧(O ₃)	1 小时平均	0.20

3.13.4.9 报警要求

报警灯每秒闪光 3~5 次,亮、熄的时间过程大致相同。
音响报警器的频率范围应为 250~2 500Hz,声压级应比预期使用环境噪声高 20dB(A)。
重要的报警与非重要的报警应易于区别。

3.13.4.10 安全标志

设备的特殊安全要求及必须遵守的操作规程应根据需要制成醒目的标牌,固定在易于看到的地方。
安全标志图形含义、颜色组合与使用方法应符合 GB 2894 的规定。

3.13.4.11 维修安全

应把维修安全纳入设备、系统安全的范畴,按照 GJB 900 进行分析、设计,包括防静电、防电击、防辐射、防火、防爆、防毒、防核事故等工作内容,详见 GJB/Z 91 第 4.8 条。

3.13.5 绝缘电阻

设备的电源输入端与机壳之间(电源开关置于接通位置)、有绝缘要求的外部带电端子与机壳之间的绝缘电阻在正常大气条件下应不小于 100MΩ,在潮湿环境条件下应不小于 2MΩ。

3.13.6 介电强度

除使用低压元、器件的电子、电气电路或另有规定外,设备电源输入端子与机壳之间(电源开关置于接通位置)、有绝缘要求的外部带电端子与机壳之间,以及其他有绝缘要求的载流电路与机壳之间应有足够的绝缘介电强度。若无其他规定,设备介电强度应满足表 9 规定。试验时,不应发生击穿、飞弧和闪烁等现象。

表 9 介电强度试验电压 V

设备载流电路额定工作电压	≤24	25~100	101~250	251~500	>500
试验电压	250	500	1 500	2 000	两倍额定工作电压加 1 000
注 1: 鉴定检验时,施加在测试点上的试验电压应保持 1min 以上; 注 2: 质量一致性检验时,施加在测试点上的试验电压应保持 5s 以上; 注 3: 试验电压应是与载流电路工作电压相应的直流或交流电压。					

3.13.7 泄漏电流

设备工作期间,其金属外壳(包括外壳上的金属构件)与地之间的开路电压超过 3.13.4.2b 规定的安全限值时,应测量外壳与地之间的泄漏电流。
便携式设备泄漏电流应不大于 3.5mA,固定式设备应不大于 5mA。

3.13.8 安全验证和评价

3.13.8.1 验证内容

安全验证主要内容有：

- a) 承制方通过试验、演示验证安全性关键的硬件、软件及规程是否符合安全要求；
- b) 评审试验计划、试验规程和结果，以验证安全性设计(包括使用和维修规划)，验证因设计无法消除的Ⅰ级(灾难性的)危险而设置的安全装置、报警装置等。

3.13.8.2 评价内容

安全评价主要内容有：

- a) 危险分类与分级的安全准则与方法；
- b) 为确定设备、系统存在的危险而进行的分析与试验，包括仍有残余风险的危险，以及为把有关风险减少到合同规定的可接受水平而采取的措施和验证安全性准则要求和分析而进行的试验的结果；
- c) 安全性大纲执行的结果；
- d) 危险器材的类型、数量及可能的危险及其安全性防护措施和规程以及器材安全数据；
- e) 是否符合有关标准、规范、法规等符合性的评价；
- f) 作出评价结论。

3.13.9 安全管理

内容包括制定工作计划、监督控制、安全性大纲的评审、对安全工作组提供保障，建立危险报告、分析和纠正措施系统，保证安全验证的安全以及提供安全进展工作情况报告等，有关安全管理的详细内容见 GJB 900 的 5.1 条。

3.14 保密性

3.14.1 基本要求

设备应符合有关保密规定要求。

保密设备(含模块)除应满足规范其他要求外，还应符合如下基本要求：

- a) 密码应经主管部门审批，并应有安全防护措施；
- b) 对涉密信息必须采取防窃密、防泄漏、防破坏等措施和技术；
- c) 在通信线路上传输的涉密信息应采用加密技术进行保护；
- d) 应能对非话业务(传真、图像、数据等)信息进行加密保护；
- e) 同类保密设备应有相同的标准接口，设备的接口及网间的接口应符合产品规范的规定；
- f) 应有防电磁波泄漏和辐射的能力；
- g) 背负式战术保密机应有紧急清除密钥的装置，车载和固定式保密机，除具有紧急清除密钥装置外，还应有身份识别验证功能；
- h) 保密设备应有可靠的物理保护措施；
- i) 随机文件的内容不应涉及具体密码算法的描述；
- j) 重要用户信息实行端端全程加密，各种信道传输的群路信息必须进行群路加密；
- k) 任何数字加密体制必须对信息、信令及通信规程保持透明；
- l) 各通信保密系统应能进行保密互连，实现三军协同保密通信及越级保密通信。

3.14.2 测试试验

3.14.2.1 技术指标测试，包括密码序列特性、消息密钥的随机性、密码更换有效性等的检验，并分别按 GJB 1147 的 5.1 条、5.2 条和 5.3 条实施。

3.14.2.2 密码同步可靠性试验，按 GJB 1147 的 5.4.1 条实施。

3.14.2.3 防电磁辐射测试，按产品规范规定实施。

3.14.2.4 同一信道条件下，常规通信和保密通信对比试验。

3.14.2.5 保密标准、法规符合性的评价。

3.14.3 保密管理

3.14.3.1 制定保密工作大纲和实施计划,并写入有关文件,内容主要包括:

- a) 制定防止失、泄密的技术与管理措施;
- b) 保密标准、法规的制定与实施;
- c) 保密人员的培训与使用规定;
- d) 保密文件的使用与控制。

3.14.3.2 密钥管理采用集中式、分散式或二者相结合的自动管理与人工管理相结合的管理体制。一般均采用密钥自动管理体制,密钥自动管理系统瘫痪时,可用人工干预,改为人工管理体制。

3.14.3.3 所有保密设备均采用全军通用的密钥注入设备为其注入密钥

3.15 生存性

3.15.1 设备应具有生存能力。设备论证时,应对高技术条件下各种程度冲突中可能遭受的打击和潜在威胁及其对设备造成的软、硬杀伤进行必要的分析和预测。包括常规的、电子的、最初的核武器效应;核、生物和化学污染、动能武器、大功率微波、激光和射线武器等高科技武器威胁的分析和预测。提出生存防护要求以及保障设施要求,使设备在平时和战时都能保持应有的作战效能。

3.15.2 在方案阶段就应考虑设备的生存性。在生存性各种要求中应着重考虑在核威胁环境中,设备至少应能生存于高空核电磁脉冲环境;在常规威胁环境中,设备至少应能生存于电子对抗环境。

3.15.3 提高设备生存性的主要方法与考虑因素:

- a) 提高对威胁效应的耐受能力;
- b) 提高耐环境能力;
- c) 采用抗核加固措施、核防护设施,提高核防护能力;
- d) 提高消除核、生物和化学污染的能力;
- e) 降低电磁敏感度和辐射强度,提高电磁兼容性和抗电子侦察能力;
- f) 提高防计算机病毒能力;
- g) 采用加密技术并减小信息泄漏,增强保密能力;
- h) 采用各种回避技术措施,提高抗干扰能力;
- i) 提高机动灵活性和快速疏散能力;
- j) 提高防雷、防火、防爆炸、防袭击等自然和人为破坏的能力;
- k) 提高伪装、隐蔽能力;
- l) 提高自救能力;
- m) 提高快速修复能力;
- n) 采用通用化零、部件,提高重组能力;
- o) 采取必要的余度措施;
- p) 其他。

3.16 机动性

3.16.1 使用方应根据作战任务需求对设备(尤其是野战条件下使用的设备)机动性进行论证,应将机动性(包括运动状态下的通信能力)作为一项重要性能要求在《研制总要求》或合同中提出。

3.16.2 承制方应提高设备机动性。高机动性设备应具有以下基本特征:

- a) 能快速安装和拆卸、架设和拆收;
- b) 具有自行或可牵引能力;
- c) 有良好的运输兼容性及长途越野通过能力;
- d) 阵地适应能力强;
- e) 多种电源兼容,自供电能力强。

3.16.3 应对设备机动性进行研究和设计,通过各种技术途径,提高设备机动性能水平。可参考采用的

技术途径有：

- a) 运用机电一体化综合设计和优化设计技术；
- b) 控制全机单元组成数,减少设备数量；
- c) 实现发射机固态化,接收、信号处理、终端等设备微电子化；
- d) 多种运输方式兼容,特别是适应(直升机)空运；
- e) 结构小型、轻型化,如采用新型轻质材料及新工艺、高效轻小的发电机组、高效冷却技术等；
- f) 提高架设开通、拆装转移速度,如采用快速拆装机构和快速升降机构、自动选频、自动调谐以及科学安排装拆操作程序等；
- g) 开展“三化”设计以便于分解、检测和维修。

3.16.4 车载式设备的装载平台(如轮式和履带式通信车等)应具有良好的越野性能。选用或改装的轮式车辆其越野性能应符合 GJB 1380 要求。

3.16.5 便携式和有机动性要求的设备,在保证设备性能指标要求的同时,应坚持“小型、轻量、组合化”的设计原则,采取有效措施提高设备机动能力。

3.17 人一机—环境工程

3.17.1 设计准则

在设备研制中,应采用 GJB 2873 规定的人—机—环境工程设计原理和准则,使操作者在提供的工作环境中与设备达到最佳结合,以便在设备运行、操作、控制、检测、维修等过程中达到人机安全、提高工效、充分发挥人、机效能。人—机—环境工程设计的基本准则是：

- a) 提供的工作环境应能促进有效的作业程序、工作方式及人员的安全和健康,以及设备的安全；
- b) 尽可能改善操作人员的舒适度,减少导致人的能力降低和错误增加的因素；
- c) 研制人与设备的所有接口,提供友好的人—机界面,达到可靠的人—机组合,使之在设备运行、操作、控制、检测和维修时达到操作者效能的有效发挥；
- d) 使操作者在工作负荷和工作时间、准确性、心理等方面不超出其能力范围；
- e) 在时间、费用、性能、技术、人力、资源等的相互权衡中,尽量减少对人员技能及训练的要求。

3.17.2 人一机—环境工程大纲

承制方应制定符合相应标准要求的人—机—环境工程大纲,作为设备研制各阶段工作的指导。大纲应与可靠性、维修性、安全性、生存性(或抗毁性)、保障性以及生物医学、生命保障、操作和训练等与人的因素有关的功能相协调,并将这些内容综合到大纲中去。大纲包含依据总体方案而得出的需要完成的任务、人一机—环境工程的重要阶段、工作水平、使用的方法、采用的设计原理以及测试和评价大纲。通常包括下列内容：

- a) 制定可操作的逼真的任务剖面 and 任务概要；
- b) 编制设备功能流程图；
- c) 对每一个流程的功能分析和明确操作及保障设备与设施的要求；
- d) 制定设计方案程序表；
- e) 研究详细功能、环境和设计技术要求,对操作者、设备或他们的组合进行任务分配；
- f) 对操作和维修进行时间性分析,并确定人—机系统反应时间；
- g) 分析和确定操作与维修工作负荷、任务、资料 and 标准对于设备和程序设计以及确定设备数量的影响、人员数量和技能要求,预计和未预计维修时设备的停机时间；
- h) 需制定的有关标准；
- i) 硬、软件用户接口以及操作程序和步骤的设计；
- j) 对人员专业要求的研究与训练计划；
- k) 制定设计审查、试验或评审方案；
- l) 对演示结果做出评估。

3.17.3 工作内容

人一机一环境工程的工作内容和过程一般是从任务分析和功能分配开始、然后进入设计和研制、最后对工程进行试验和评定,验证设备是否满足人一机一环境工程要求。

3.17.3.1 任务分析与功能分配

根据初始方案进行工作任务分析,明确依靠设备达到任务目标所应完成的功能。通过对这些功能的分析,确定操作者、设备、软件或他们之间组合的最佳配置。

3.17.3.1.1 工作任务与负荷分析

设计和研制前,应确定设备的操作或维修是否可通过设备、软件和操作者的组合来完成,并保证作业要求不超过操作者的能力。任务要求在按实际应用需要下,应对有关的准确性、精确性、完整性和任务执行反馈、判读误差等对性能的影响进行分析。同时对连续和长时间操作对操作者能力的影响、实际工作中可能出现的不安全因素、在操作效率上需要与可能改善的地方等也应加以分析确定。

对操作和维修人员工作负荷的轻重、对在注意力和能力方面会造成负担且对作业产生影响的任何一项或一组任务的需求程度亦应进行分析评定。对每一项工作任务所涉及的时间、工作量、脑力与心理压力等也应进行分析。此外,还应适当考虑操作者的灵敏性、辨别力和心理承受能力。

3.17.3.1.2 人员能力估计

应对可能的操作者(如设备的操作、维修、编程、监视人员、通信、指挥人员等)的作用、工作负荷、对信息处理的能力(如准确性、反应速度、延迟时间等)以及设备的处理能力应予以估计或确定,以便选择和确定功能、决定操作和维修人员的各种信息需求、控制和显示以及通信方面的要求等。

3.17.3.1.3 功能分配

根据分析资料、成本估算数据和已知的限制条件,从多方面进行权衡,选择和确定设备的各种功能是由机器执行还是由软件控制以及何种功能将由人来完成,将各种功能恰当地分配给人员、设备和软件。并应达到:

- a) 对敏感性、精确性、时间及安全等方面的要求;
- b) 对性能可靠性的要求;
- c) 对操作和维修该设备的人员数量及其技能水平要求为最低的要求;
- d) 费效比所要求的性能。

3.17.3.2 设计

设计时应考虑人一机一环境工程、生命保障和生物学等影响人的能力的各个因素,主要有:

- a) 操作者的智力、体力及心理状态;
- b) 在正常和紧急情况下,操作者之间以及操作者与设备之间的视觉、听觉、触觉、本体觉及其他形式的通信联系;
- c) 气候环境条件(如大气成分、气压、温度、湿度、冰雹、雪等)对人的能力的影响;
- d) 机械环境条件(如噪声、振动、爆炸和冲击力等)对人的影响,以及超过安全极限的防护措施;
- e) 对化学、生物、毒剂、放射性、热、机械、电气、电磁、烟火及其他形式的危害与防护;
- f) 在正常和紧急状态下进行操作和维修时所需的工作空间;
- g) 操作和维修工作场所、设备、控制器、显示器和仪表等的合理布局;
- h) 新设备的操作程序与人的习惯操作程序的一致性;
- i) 为完成操作、控制、训练和维修所需的自然或人工的照明;
- j) 与工作效率有关的舒适因素(如色彩与造型,视觉、听觉、本体觉的感受,操作者能接受的包括人体支撑和约束装置、座椅、扶手、靠背等个人设施等);
- k) 尽量减少身体疲劳和心理负担的措施;
- l) 在恶劣环境条件(包括在告警或战斗紧迫情况)下操作和维修时,将人的差错减至最小程度的措施;

- m) 在正常、危险或紧急情况下人员完全有效撤离的通道、出口、阶梯、平台和斜坡；
 - n) 在正常、不利或紧急维修环境中确保操作与维修的快速、安全、简便和经济的设计特性。
- 有关中国成年人人体测量尺寸数据见附录 D(参考件)。

3.17.3.3 试验与评审

承制方应制定和执行试验与评审计划,以达到:

- a) 判定是否达到规定的有关要求;
- b) 验证设备的设计与人—机—环境工程设计准则符合程度;
- c) 确保当人员作业成为设备作业的决定要素时,仍能符合设备作业要求;
- d) 在人与设备相互影响的作业中,确保数值测量的准确可靠;
- e) 判定是否引入了不合适的设计或程序性细节。

3.17.4 一般要求

3.17.4.1 设备所有相同功能的控制器、显示器、标志、编码、符号等设置应一致。

3.17.4.2 常用的调整和调谐机构的手柄应装在面板上,定期调整的机构装在内部。工作中不允许调整的元件,应有锁紧装置或漆封。面板布置应合理,做到内外协调、便于观察、操作方便,旋钮配置主次分明、疏密适当、标志清晰。

3.17.4.3 关键性的控制器的设计和定位应能防止意外启动。

3.17.4.4 控制器和显示器应根据使用顺序,从左至右或从上至下或结合两者来排列。控制器与相应的显示器应靠近安装,对操作人员应直观、明确。控制器通常应安装在相关显示器的下方或右方,亦可根据实际需要在靠近显示器的周围安装。显示对控制的响应应清晰可见、准确无误、时间滞后短。

3.17.4.5 控制器的运动方向和位置与显示器的指示应一致。

“接通”、“启动”、“增大”等指示通常应与控制器的下列运动方向和位置相对应;

- a) 旋转控制器:顺时针转动;
- b) 线性控制器:向前(离开操作者)、向上或向右滑动;
- c) 乒乓开关:把手向上或向前;
- d) 推拉开关:拉出;
- e) 按钮开关:按上方或按右方(双钮开关)。

3.17.4.6 显示器的位置应符合如下要求:

- a) 布置在操作者的最佳视区范围内(见图 1);
- b) 显示器屏面与操作者正常视线夹角一般不小于 45° (见图 2),可行时最好与正常视线垂直,使视差最小;
- c) 到显示器的有效视距应在 330mm~650mm 范围内,以 510mm 为宜。

3.17.4.7 为减少表头数量,考虑采用一表多用。当设备使用的表头多且分散时,可将控制、检查及显示装置集中在专门的显控台上。显控台和工作台式设备的面板布局和型式应符合 GB 7269 的规定,其尺寸应符合 3.34.1.4 条的规定。

3.17.4.8 显示装置、数值显示器、度盘和控制器等应尽量为直读式,不需借助校准图表或曲线。

3.17.4.9 度盘指示器应符合以下要求:

- a) 应优先采用刻度盘固定而指针运动的指示器,只有当操作要求或其他条件需要时才可采用指针固定而度盘运动的指示器;
- b) 应优先采用线性度盘,且刻度间隔应大于指示器所具有的精确度;
- c) 刻度间隔数值应从 1×10^n 、 2×10^n 或 5×10^n 三个系列中选取。其中 n 为正、负整数或零;
- d) 度盘读数应由左至右或从下到上地增加;
- e) 度盘底色与指针、标志、分度及数值颜色应有足够的对比度,应用无光泽漆;
- f) 度盘上的刻度、数字、标志(如用来表达诸如希望的操作范围、危险工作电平、警告、无效或不希

- 望之类的信息)等,在观察位置上应清晰、易读。指针复盖刻度数字不应超过三分之一;
- g) 连续调整的开窗度盘至少应能同时看到两个数字;
 - h) 频率度盘及其准线应用透明材料防护。

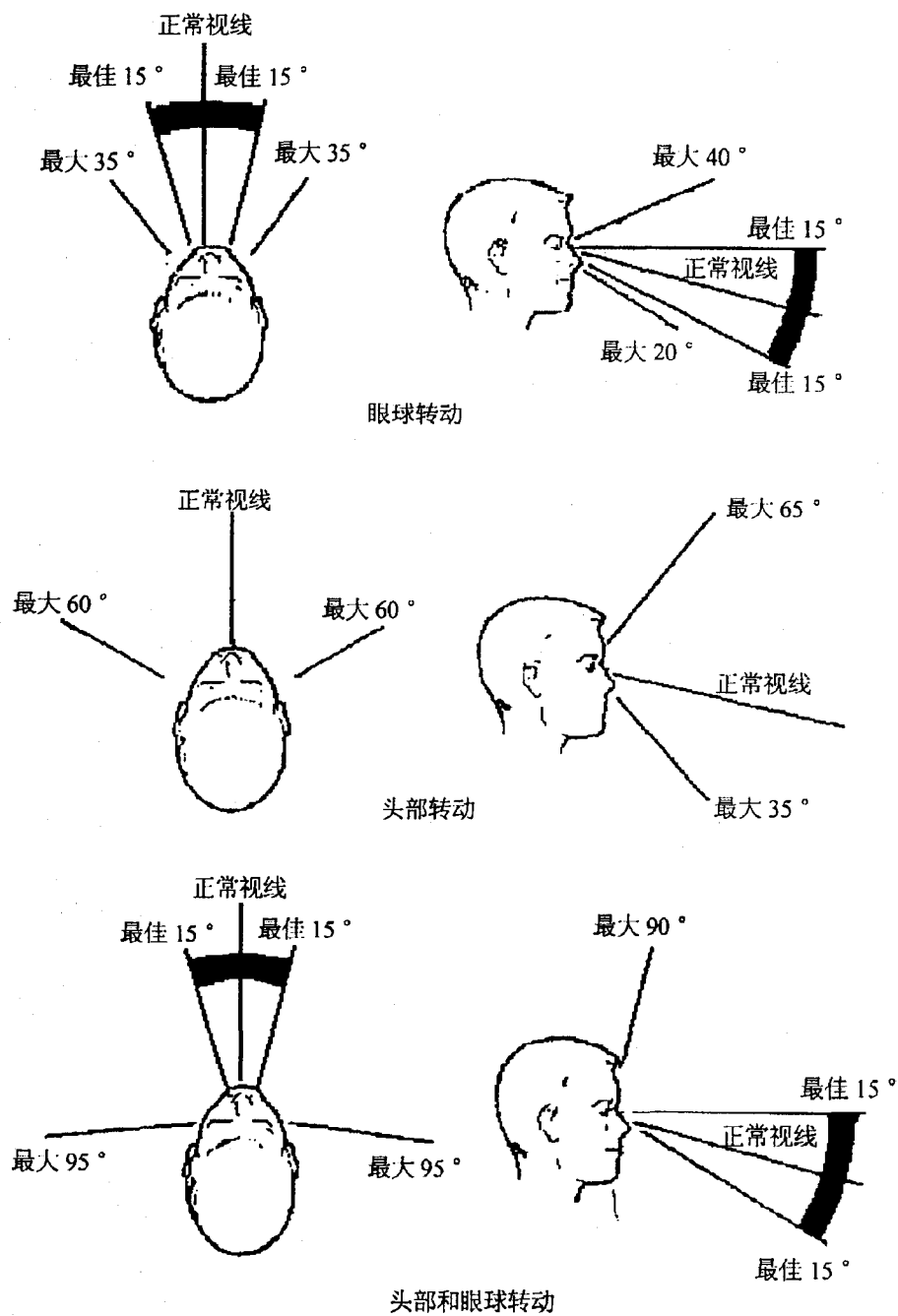


图 1 最佳视区范围

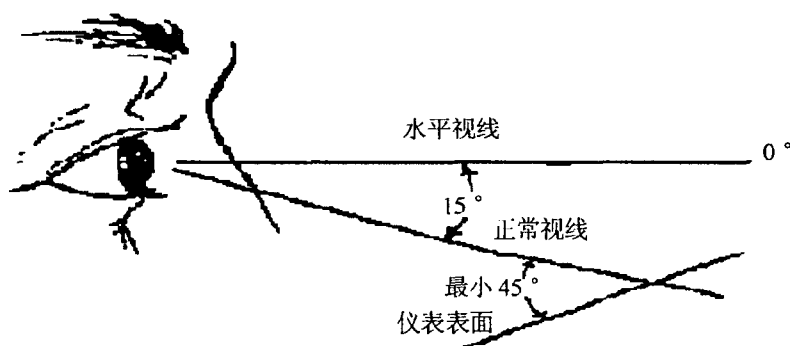


图2 仪表显示面与正常视线夹角

3.18 使用性

3.18.1 设备应进行使用性设计,简化操作程序和步骤,降低对使用人员技能的要求。尤其便携式和移动式设备应操作简单灵活、使用方便快捷,保证在规定环境条件下能迅速开通工作。

3.18.2 大型或复杂设备应根据需要采取必要的自动控制或自动调整技术措施,提高设备自动化程度,提高操作使用性。

3.18.3 设备结构应尽量使得安装、架设、撤收所需的辅助设备、时间和人员为最少。

3.18.4 需要预热准备后才能开通工作的设备,一般应有应急开通工作措施。

3.19 运输性

3.19.1 设备应具有良好的运输性,可采用铁路、公路、空运和水路运输。

3.19.2 设备运输性应根据运输方式进行设计,并尽量采用集装箱装运方式。

3.19.3 设备的运输单元的尺寸和重量一般不应超限和超重,应优先选用 GJB 182 规定的尺寸系列,以保证设备能在使用寿命期内所预期遇到的各种运输系统之间进行装卸、搬运和转运以及运输中的通过能力。

3.19.4 大型和重型设备一般应具有分解装运的能力,分解部分的尺寸和重量应便于搬运,并根据需要设置手柄或起吊装置。

3.19.5 设备(尤其对震动和冲击敏感的设备)与装运载体之间的安装固定要牢固可靠,必要时采取专门的缓冲减振措施,保证运输安全。

3.19.6 通信方舱、货盘或其他平台等与运输工具应具有相应接口,适应多种装运和紧固方式。必要时赋予一定的自装卸能力以减少对专用器械的依赖。

3.20 生产性

3.20.1 要求

3.20.1.1 生产性是对生产一项产品难易程度的度量,也是产品生产定型的评审项目之一。承制方应建立由设计(电路、结构)、工艺、工装、费用分析、质量控制、材料、化学、冶金、销售与采购等各类工程专家组成的生产性工程机构,对产品的设计、制造、费用、进度进行综合分析、权衡、设计、试验和评价,以期获得高水平的生产性。

3.20.1.2 制定生产性大纲,明确生产性监督人员和分析人员的配备、职责和权限。生产性大纲包括(但不限于)以下内容:

- a) 详细列出工作任务和执行生产性大纲所采用的方法;
- b) 对任务逐项描述;
- c) 将任务、职责和权限逐一落实到单位和个人;
- d) 评估已知和潜在的问题及其对生产性大纲进展的影响;
- e) 给出计划网络图或其他形式的图表;

- f) 对各项考虑中的设计方案规划出要进行的生产性分析内容及其进度;
- g) 明确备用方案;
- h) 订出生产性分析的实施办法和检查项目清单以供设计审查。

3.20.1.3 生产性问题应在方案阶段就开始研究,尤其对设备各项要求如性能特性、可靠性、使用性、维修性、安全性与生产性等在整个设计过程中的相互严重制约问题进行反复权衡,保证产品设计的生产性目标得以实现。

3.20.1.4 在设计过程中应对设备功能、技术指标要求与制造方法、生产工艺、设备器材等进行综合考虑,在满足产品规范或合同文件规定的具体功能和技术指标的前提下(或者在不影响规定功能、性能或质量的前提下),以最低的费用(成本)、最短的时间生产出所需的合格产品。

3.20.1.5 产品的设计应使产品能以灵活多样的制造方法和简便实用的生产工艺进行生产;材料、能源等消耗最少;所用器材、设备应经济、符合标准,生产厂家与供货渠道多。

3.20.1.6 产品设计不能只考虑采用了现有的工装就是最经济的办法,还应考虑那些新的更为经济的材料和工艺,也不能只围绕现有的工艺方法去设计,还应考虑当前制造技术的发展趋势。

3.20.2 设计准则

3.20.2.1 最大化准则

产品生产性工程设计应遵循如下最大化准则:

- a) 最大限度地简化设计;
- b) 最大限度地采用标准件;
- c) 尽量采用经济性好的材料;
- d) 尽量使用经过证实的制造技术;
- e) 具有多的工艺重复性;
- f) 器材供应与生产厂家尽量多;
- g) 组装尽量方便迅速;
- h) 尽量采用计算机辅助设计(CAD)和(或)计算机辅助制造(CAM)。

3.20.2.2 最小化准则

产品生产性工程设计应遵循如下最小化准则:

- a) 尽量少用特殊(战略性、限制性)材料;
- b) 尽量少用专用工装;
- c) 尽量少用专用试验系统;
- d) 尽量减少采用特殊工艺;
- e) 降低制造所需的技能水平;
- f) 减少制造过程中的设计更改;
- g) 单件成本要低;
- h) 少用受限制的工艺方法;
- i) 尽量减少加工切削掉过多的材料;
- j) 减少不切实际的公差要求。

3.20.3 设计过程与考虑因素

产品的生产性设计过程是一个迭代式的设计过程,可以模型化为图3所示的顺序和步骤,同时也给出了生产性设计的考虑因素。

3.20.4 分析检查项目

分析检查项目见附录E(参考件)。

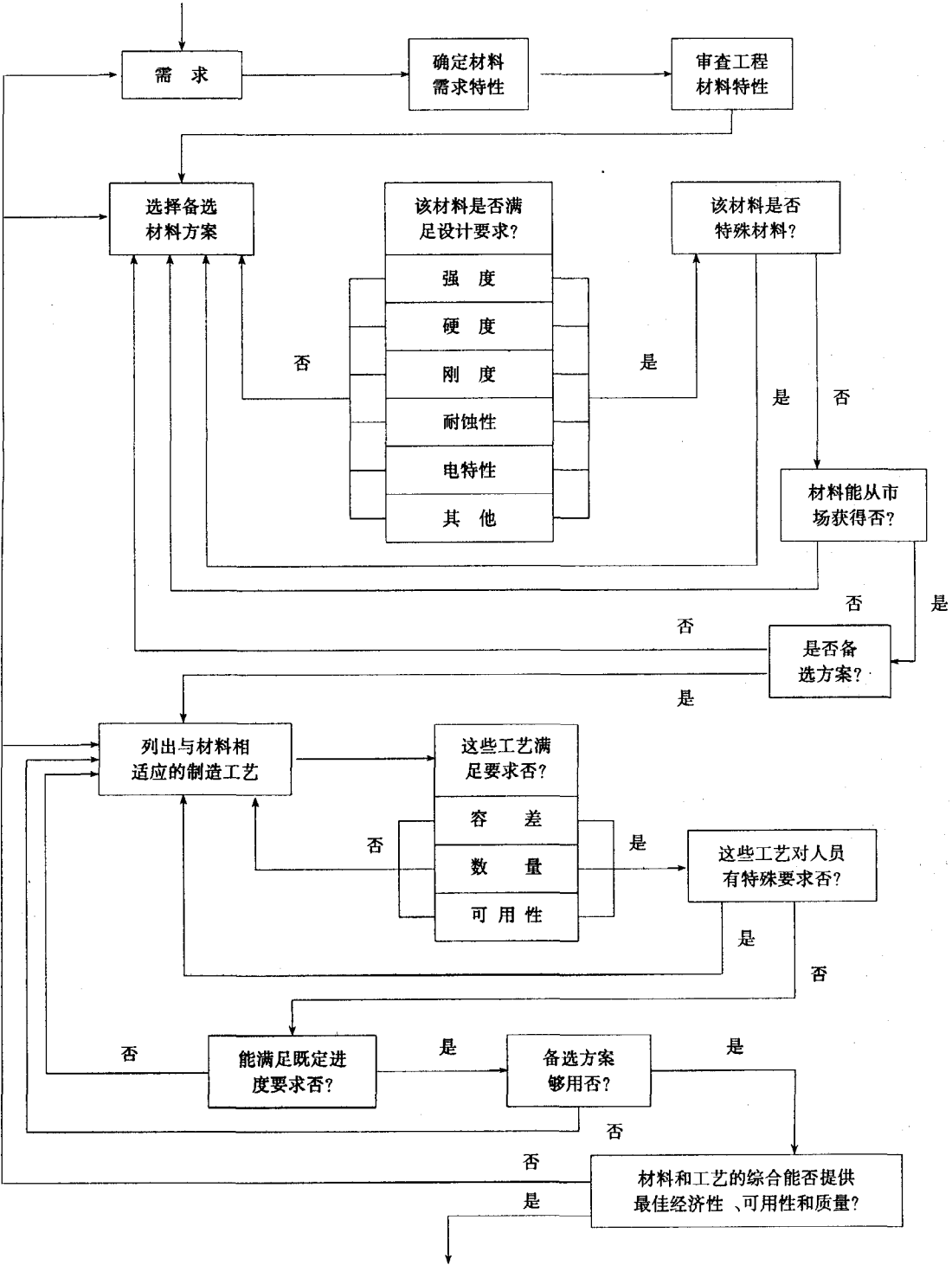


图 3 迭代式设计过程与生产性考虑因素

3.21 标准化

3.21.1 一般要求

3.21.1.1 贯彻军用标准化管理条例,执行标准化的方针、政策,把标准化工作纳入新产品研制全过程,提高产品的“三化”水平。

3.21.1.2 在新产品研制中,应执行已发布的现行有效的国家军用标准和满足军用要求的国家标准、行业(部门)标准及专业标准。应根据通信技术发展和作战需求,结合我国国情,积极合理地采用国际标准和国外先进标准。

3.21.1.3 在制定产品标准和拟制研制合同时,应对采用标准进行认真研究。需要时,可按 GJB/Z 69 规定对采用标准进行合理剪裁。

3.21.1.4 贯彻《武器装备研制的标准化工作规定》。使用部门和研制部门都应认真履行研制各阶段的标准化工作职责,完成规定的工作任务:

- a) 论证阶段:订购方在提出战术技术指标要求(或《研制总要求》,下同)的同时,还必须提出需要贯彻的标准和保证新产品总体性能、可靠性、维修性、安全性、保密性、环境适应性、电磁兼容性、抗干扰性、保障性、互换性、机动性、抗毁性以及“三化”等标准化方面的要求;
- b) 方案阶段:承制方应根据批准的战术技术指标(或《研制总要求》),按 GJB/Z 114 编制《新产品标准化大纲》;
- c) 工程研制阶段:承制方应贯彻落实《新产品标准化大纲》,开展“三化”设计,对标准和标准化要求的实施情况进行监督检查和评审;
- d) 设计定型阶段:承制方会同订购方对新产品设计标准化工作按《新产品标准化大纲》规定的目标和要求进行全面审查,并由承制方负责编写《新产品设计定型标准化审查报告》,作为设计定型审查基本依据和上报文件之一;
- e) 生产定型阶段:设计定型后,承制方应根据设计定型资料编制《新产品工艺标准化综合要求》,作为指导新产品生产标准化工作的主要依据。生产定型时,承制方会同订购方按《新产品工艺标准化综合要求》对新产品生产工艺、生产条件及质量控制等方面的标准化要求进行全面审查,并由承制方编写《新产品生产定型标准化审查报告》,作为生产定型审查基本依据和上报文件之一。

3.21.1.5 大型的或复杂的设备(或系统),可根据需要开展综合标准化工作。综合标准化的工作程序、各阶段工作内容、进行方法和要求等,按有关国家军用标准规定进行。

3.21.1.6 在设备的贮存、安装、使用、维修等各阶段都应贯彻执行有关标准,使设备保持良好的战备完好性,战时能有效地发挥设备作战使用效能,并延长设备使用寿命。

3.21.1.7 零、部件、元、器件、原、材料及其制品,应优先选用标准件、通用件、通用结构要素,最大限度地减少品种规格。

3.21.2 “三化”要求

3.21.2.1 通用化

3.21.2.1.1 在新产品研制时,应优先采用继承型通用化形式。即选用同类或同系列现有设备中可继承的单元或要素,亦即最大限度地采用在功能上与尺寸上可互换的标准件、通用件和借用件、原、材料及品种、规格、结构、尺寸要素等。有时对选用单元略作修改或调整亦可视为继承型通用化形式。

3.21.2.1.2 当不能采用继承型通用化形式时,可采用开发型通用化形式。即通过对未来发展需求的预测,有目标、有选择地研制某些通用化单元,这些单元的预期应用范围应该尽可能地得到扩大,即可应用于同类或同系列的其他设备中。

3.21.2.2 系列化

3.21.2.2.1 新研制产品的基本参数应符合设备基本参数系列要求。

3.21.2.2.2 新研制产品的品种、规格应符合设备系列型谱要求。

3.21.2.2.3 应按设备系列型谱开展系列化设计,即设计或选定基(本)型产品,然后在此基础上作纵向或横向发展,构成变形或派生型产品。基(本)型产品是实现“一机多用”、“一机多型”、满足多种需求的最佳形式。

3.21.2.3 组合化(模块化)

3.21.2.3.1 模块特征

应开展模块化设计,提高产品模块化程度。通信模块应具有以下特征:

- a) 是可组成设备(或系统)的独立单元;
- b) 具有确定的相对独立的功能;
- c) 是一种具有通用性的标准单元;
- d) 具有能组成设备(或系统)的硬、软接口;
- e) 是在现场可更换的单元。

3.21.2.3.2 模块分类与分级

进行模块化设计时,可按模块在设备中的层次、作用、表现形式和互换特性以及维修级别等对模块进行分类与分级。

3.21.2.3.2.1 模块分类

- a) 按表现形式可分为:硬件模块和软件模块;
- b) 按适用范围可分为:通用模块、专用模块和标准模块;
- c) 按互换特性可分为:功能模块、结构模块和单元模块;
- d) 按在设备中的功能(所起作用)可分为:基本模块、扩充模块和辅助模块。

3.21.2.3.2.2 模块分级

按在设备中的层次可分为:

- a) 1级模块(第一层次)——单元级(或分机级)模块,由若干4级、3级、2级模块配以必要电路和结构件组成,适合于基地级修理;
- b) 2级模块(第二层次)——部件级(或单元级)模块,由若干4级、3级模块配以必要的电路及结构件组合而成,具有三维立体结构,如频率合成器模块、低压电源模块等,适合于中继级修理(也可为基础级修理);
- c) 3级模块(第三层次)——板级(或组件级)模块,由若干4级模块配以必要的电路组合而成,并可能含有少量元、器件,组装在一个平面上,如印制电路板等,适合于基层级修理(也可为中继级和基地级修理);
- d) 4级模块(第四层次)——片级(器件级、芯片级)模块,外形尺寸较小,结构上要求具有气密性,如各种集成电路、微带电路等等,适合于基层级作弃置式修理。

模块层次多少可根据设备大小或需要来划分。一般设备可划分为三层次(即1、2、3级模块)。第四层次(即4级)模块通常由电子元、器件研制单位进行开发和研制生产,如果设备研制单位有条件研制也可将设备划分为四层次。对于系统还可将设备、分系统划为功能更强的更高层次级的模块。

3.21.2.3.3 模块划分原则

模块划分是模块化设计的关键。为使划分的模块合理,首先对该类设备应有充分了解,然后采用系统工程和工作分解的原理和方法,对设备进行功能分析和分解,最后划分出各级模块。模块划分原则:

- a) 所划分的模块应具有特定的独立功能和结构,技术指标明确,可以进行单独运行或测试、制造和储备;
- b) 所划分的模块应具有典型性、通用性、互换性(或兼容性),具有标准的信息接口关系或联接要素,应便于升级;
- c) 所划分的模块应具有良好的组合性,能以有限种类的模块组成能满足各种需求的不同产品;
- d) 模块大小应适应。模块大小应与划分的功能大小、模块使用、管理的方便性、预期的维修级别相适应;
- e) 所划分的模块应能满足在研设备和预研设备的需要,并尽可能适用于现有设备的改造,具有良好的继承性和较长的生命力;
- f) 应能充分利用现有科技成果(包括模块化成果)并能适应技术发展趋势,具有先进性和稳定性,

不因科学技术发展而被过早地淘汰或在结构上发生较大变化;

- g) 有利于进行系列化工作,便于形成模块系列;
- h) 应能提高设备的可靠性和维修性,适应“三级维修”体制;
- i) 应能提高设备的互连、互通和互换能力;
- j) 模块界面应简洁、清楚;
- k) 有利于规模生产和商品化,并应考虑采用新技术和新工艺的可能性,具有较高的经济性。

3.21.2.3.4 模块化设计原则

模块化设计是包括由分解到组合的全过程。在模块化的工程技术过程中,应在设备(或系统)功能分析和分解的基础上,合理划分模块,明确参数指标和接口,选择或制定标准,对总体方案和模块进行论证和优先,而后进行具体设计和研制,生产出通用模块和专用模块,最后将模块和其他零件进行相应组合,组装出所需设备。

在进行模块化设计时应考虑下列原则:

- a) 以标准为指导。应采用超前标准化的方法制定出相应的高起点标准来指导和约束设计,并通过工程设计实践,不断充实和完善标准;
- b) 保证模块的独立性。模块应具有独立的功能和结构,模块之间的耦合应尽可能小,并在电气、机械和信息接口上能互换,以促进模块的推广应用;
- c) 模块大小适当。模块大小和重量应综合考虑模块的功能、性能、尺寸、维修、费用等各种因素权衡而定。应有利于空间的有效利用和设备的可靠工作。一般应为组件级或部件级,较大模块应具有嵌套结构;
- d) 接口界面良好,通用性、互换性强。简单而良好的电气、机械、信息接口有利于模块功能的拼接和扩展,使设备易于通过更新模块而升级换代,以满足某种特殊场合的应用,无需重新设计一个新的设备,也有利于设备的系列化。通用性好、互换性强可广泛地重复利用现有的技术成果,最大限度地减少重复劳动;
- e) 技术先进。模块性能指标应先进,既要适用于新研设备,又要适用于改造老设备,既要适用于同一平台的同类设备,又要尽可能适用于不同平台的同类设备。应采用先进的设计思想和设计方法,采用新的技术和元、器件,使模块具有较长的生命力;
- f) 可靠性高、环境适应性强。根据不同的应用环境,规定和设计模块的应用等级和可靠性要求,正确设计选用器材和工艺,保证模块具有高的可靠性和环境适应性;
- g) 生产性和商品性好。模块要有良好的工艺性,便于规模生产,并应有相对廉价的成本,便于推广使用和获得较高的经济效益;
- h) 尽可能系列化。在考虑基本型的同时,应逐步进行系列化工作,使模块尽可能系列化,使模块化工作得以阶梯式发展;
- i) 检测、维修方便。模块内所含各零件和子模块(下层次模块)可单独卸下而不需移开其他的零件和子模块。模块应设置测试点。模块尽量采用拔插式安装结构,并给模块提供导向装置和定位销,保证安装快速准确。固定模块用的紧固件应容易拆卸,必要时应使用系留式螺栓和螺母。模块上使用的连接器应是快速分离式,并不需使用专用工具即可分离;
- j) 慎重考虑弃件式模块。不维修模块的设计应使模块内部所有零件的寿命具有大致相同的概率。弃件式模块的采用和设计应符合以下原则:
 - 1) 弃件式模块的采用应经过合理分析,证明维修是不可行的或维修费用比替换件价格更高;
 - 2) 不因廉价零件的故障而废弃昂贵零件;
 - 3) 不因短寿命零件的故障而废弃长寿命零件;
 - 4) 弃件式模块应尽可能进行灌封;
 - 5) 一般应将灌封模块设计为弃件式模块。

3.21.2.3.5 模块化的方法和程序

模块化的方法和程序见附录 F(参考件)。

3.21.2.3.6 软件模块

软件系统应由不同层次的软件模块构成。首先依据战术技术要求或软件研制任务书及其他有关文档,对研制的软件进行定义和需求分析,明确软件主要任务、次要任务和其他有关任务,确定软件与其他系统或设备的连接关系、软件的各种功能和接口、性能参数等,在此基础上进行功能分配,划分出不同功能和级别的模块。然后采用自顶层向下的方法进行软件模块设计、采用规定的高级语言进行程序编制,经测试、评审,从而研制出满足需求的软件模块。

对软件模块的要求如下:

- a) 具有独立功能,可以单独编写、运行和测试;
- b) 编码完备、准确,运行可靠;
- c) 便于理解、修改和维护,方便剪裁;
- d) 便于移植、嵌套、挂接、扩充和升级;
- e) 界面清晰,接口简洁,模块之间联系简单;
- f) 具有容错、纠错和隔离错误的能力。

3.21.2.4 “三化”其他要求

3.21.2.4.1 “三化”应以使用需求为牵引,坚持科研、生产、使用相结合的原则。订购方在论证阶段就应提出“三化”要求,并应在产品规范或订购合同中加以详细规定。承制方负责“三化”产品的研制开发。技术方案和初步设计应经同类产品的科研、生产、使用各方的专家评审。

3.21.2.4.2 在“三化”产品研制开发中,应坚持技术创新与继承相结合的原则。应充分利用成熟技术和现有产品(如已有的通用模块、零、部件等),合理有效利用“三化”资源。

3.21.2.4.3 订购方除应科学合理地提出“三化”要求外,还应在研制过程中对“三化”的实施进行有效监督,并应负责向承制方反馈“三化”应用情况的信息。承制方应随着新产品的不断开发,逐步建立和完善包括“三化”数据库和“三化”产品库在内的“三化”资源系统,并为日后的新产品开发提供服务。

3.22 经济性

3.22.1 在设备的论证、设计、制造、试验等过程中,应贯彻价值工程思想,降低寿命周期费用。在论证时应对经济性进行充分论证,对研制费用、生产成本、使用费用、维修费用等进行测算,并提出要求,作为设计和费用管理的依据。

3.22.2 设计时,应尽量降低生产成本,同时应注重降低设备的使用、维修费用。

3.22.3 提高设备的可靠性、维修性指标,降低故障与维修次数,减少维修备件品种和数量。

3.22.4 提高贵重元、器件和模块的可靠性设计指标,并有安全保护措施。贵重部件应设计成可修复式并易于拆装。

3.22.5 高可靠性的部件和模块应采用无维修设计。

3.23 连续工作时间

3.23.1 设备连续工作时间和收、发时间比按战术技术要求在产品规范中规定。

3.24 接口

3.24.1 在设备研制时,订购方应协同承制方对该设备所在系统、分系统中的功能结构关系进行分析,确定设备的外部接口。大型设备或需要时,还应规定设备的内部(主要功能单元或通用模块)接口。这些接口按功能可分为电源接口、信号接口、控制接口和检测接口等。

3.24.2 机械接口(物理接口)应符合标准化、通用化、系列化要求,并应符合 3.7 的规定。选用连接器和线缆时,应考虑结构形式、性能特性、机械性能、环境承受能力、几何尺寸、形位公差、可靠性、维修性、安全特性等。连接器还应考虑接触件数与功能。一般应选用可靠性高、耐磨损、密封性好、能快速分离的电连接器。电连接器的线缆应符合 3.47.2 条、3.47.20 条和 3.47.21 条的要求。线缆型号、长度等应符合产

品规范规定。接口电连接器的选型可参见 GJB/Z 79。

电气接口(或光接口)应保证设备接入系统、分系统和下层设备后能正常工作。

各类新研设备的接口应与相应设备接口标准(例如 GJB 1146、GJB 229A、GJB 230、GJB 880、GJB 2075、GJB 879、GJB 321A、GJB 237A、GJB 664.2、GJB 2539、GJB 1899.1、GJB 1899.3、GJB 3081.2、GJB 2384、GJB 3437、GJB 3438、GJBz 20366 等标准)协调一致。

3.25 软件

3.25.1 研制

3.25.1.1 基本要求

承制方应对嵌入式软件和软件产品的研制过程实施管理。软件配置项的软件研制过程应与合同中正式审查和审核的进度相协调。软件研制过程一般包括以下主要活动,并可重迭、交叉或循环进行;

- a) 系统需求分析和设计;
- b) 软件需求分析;
- c) 概要设计;
- d) 详细设计;
- e) 编码和软件单元测试;
- f) 软件部件集成和测试;
- g) 软件配置项测试;
- h) 系统集成和测试。

3.25.1.2 质量保证

在研制全过程中,各软件项目必须执行按 GJB 439 制定的软件质量保证计划,以确保研制出的软件达到预定的标准和质量要求。承制方还应保证软件的售后服务和质量。

3.25.1.3 可靠性

嵌入式软件应稳定可靠地完成订购方规定的功能,其可靠性应满足整机可靠性要求(即整机可靠性指标分配应包含软件部分)。可靠性试验时,软件故障应计入故障累计数。

软件的纪录介质(如存贮程序的光盘、磁盘、芯片等载体)应稳定可靠,按规定保护和存放方法,经过规定贮存期后不应老化失效,使用时应保证能安装开通。

软件可靠性设计准则见 GJB/Z 102。

3.25.1.4 维护性

无论是结构化设计还是面向对象的设计,在编写代码时,都应做到注释清楚、程序易读易理解,便于纠正错误或改进性能与其他属性。

3.25.1.5 安全性

承制方应根据设备的使用范围和保密要求,按 GJB/Z 102 规定的软件安全性设计准则进行安全性设计,采取有效措施,保证软件的安全性符合产品规范的规定。

3.25.1.6 容错

软件应具有容错、纠错和隔离错误的能力。当发生错误操作或输入不合理数据时,软件应能进行信息提示,并仍能有效运行。

3.25.1.7 抗干扰

当设备受到外界干扰时(无论是来自电源或周围电磁脉冲的干扰),软件应有效运行。

3.25.1.8 可扩充性

软件的设计应充分考虑系统的扩充性,在不影响系统内部结构的前提下,按需要应能增加系统功能。

3.25.1.9 可移植性

软件应能较容易地从一种软、硬件平台移植到其他软、硬件平台。

3.25.1.10 设计

3.25.1.10.1 模块化设计

模块化设计是把一个大型软件划分成若干模块,每个模块完成一个子功能,把这些模块有机地组合成一个整体,可以完成该软件的完整功能。应尽可能地使用模块化设计以提高软件系统的独立性、可靠性、维护性、可移植性和管理性。对软件模块的要求见 3.21.2.3.6 条。

3.25.1.10.2 数据结构

数据结构的设计应考虑有效利用主存空间和节省查找数据的时间,设计时应考虑扩充性。

3.25.1.10.3 流程图

必须绘制通信设备软件的数据流程图和控制流程图。

3.25.1.11 功能

3.25.1.11.1 主处理软件

对主处理软件的要求如下:

- a) 对目标参数的处理误差必须满足技术指标或合同书中的规定要求;
- b) 应记录设备的信息输入数据、报出数据、干预控制命令、设备运行状态报告等;
- c) 能对所记录的数据进行各种分类统计、制订表格和绘制图形等,并能够存储在数据库中;
- d) 其他。

3.25.1.11.2 监控软件

对监控软件的要求如下:

- a) 具有较高的执行效率;
- b) 应使设置的输入、输出缓冲区得到充分利用;
- c) 具有对差错检测、处理和报告的能力;
- d) 具有实时调度和控制的能力;
- e) 具有多道程序的能力;
- f) 具有内存管理的能力;
- g) 具有一定的文件管理能力;
- h) 其他。

3.25.1.11.3 测试软件

测试软件应符合如下要求:

- a) 能检查分设备间接口以及设备输入、输出通道的工作状态;
- b) 具有对分系统或设备检查程序的互通或调用能力;
- c) 能主动地对设备运行状态进行检查;
- d) 能实时地收集系统各设备软、硬件的主要错误信息,并进行显示和告警;
- e) 具有若干控制命令,以实现对系统工作状态的控制;
- f) 其他。

3.25.1.11.4 维护软件

维护软件应符合如下要求:

- a) 对不同程序管理员具有级别权限的限定功能;
- b) 根据主处理软件的功能要求,可对系统参数进行控制、修改;
- c) 其他。

3.25.2 测试

3.25.2.1 测试计划

承制方在综合测试开始之前应制订测试计划,以保证所研制的软件满足规定的技术、操作、性能要求和验收标准。测试计划应包括测试目的、内容、进度、条件、步骤、结果分析和评价准则等。

3.25.2.2 测试条件

软件测试应是依据项目合同、需求说明书中的战术技术指标和质量要求对模块、程序和数据进行的测试,以及评价软件产品可靠性和维护性进行的必要测试。

在进入软件综合测试之前,每个程序单元应满足如下条件:

- a) 完成代码审查,无错误地通过编译或汇编;
- b) 完成单元测试;
- c) 经验证完全满足设计要求和软件质量保证要求;
- d) 程序单元已置于承制单位的软件配置管理之下,并放入源程序库中。

3.25.2.3 综合测试

通过综合测试的程序至少应满足下列要求:

- a) 各模块无错误地连接;
- b) 满足各项功能和性能要求;
- c) 对非正常输入有容错能力;
- d) 人机界面友好;
- e) 满足全部操作要求,包括启动、从外部设备输入数据、程序装入、重新启动、从显示控制台或其他控制台上监督和控制系统的操作等;
- f) 与软件需求说明书中规定的所有设备均正确地连接。

3.25.2.4 功能测试

功能测试的主要内容和要求如下:

- a) 根据项目合同、《研制总要求》中的需求检查系统的单项功能;
- b) 利用信息模拟程序产生模拟信息,对设备软件进行全面的功能检验;
- c) 从各输入端输入测试数据,对设备软件功能进行检验。

3.25.2.5 强度测试

强度测试的主要内容和要求如下:

- a) 数据处理能力。提供要处理的数据量应超过设计允许的最大值;
- b) 数据传输能力。要求比设计能力传输更多的数据,包括内存的写入和读出,外部设备、其他系统及内部接口的数据传输等;
- c) 数据存储能力。如缓冲区等超过规定存储量的能力。

3.25.2.6 测试报告

测试报告的内容及格式按 GJB 438A 中的有关规定执行。

3.25.3 管理

3.25.3.1 研制与生产管理

承制方应设立或指定软件研制生产的管理机构,对软件研制生产全过程和资源实施有效管理,包括立项、组织、计划、进度、费用、质量、风险、评审、资源、文档、软件配置管理以及对间接承制单位的管理等。

3.25.3.2 评审管理

承制方在研制过程中应加强评审管理,一般应对以下项目进行评审与审查:可行性分析、需求分析、概要设计、详细设计、编码、单元测试、综合测试等。

3.25.3.3 版本管理

当版本更改升级时,承制方应及时通知订购方,并对已售产品采取相应改版措施。

3.25.3.4 文档管理

用户手册、操作手册、程序维护手册等文档应是承制方随机交付的技术资料(即随机文件),并应对其他文档实施有效管理。

3.26 电源适应性

3.26.1 设备应具有良好的电源适应性,以保证设备在电源电压或频率变化时能正常工作。若无其他规

定,当电源电压在额定值的 90%~110%(地面室内固定式设备)或 85%~110%(车载式和便携式设备)、电源频率在额定值的 95%~105% 范围内变化时,设备应满足规定的性能指标要求;当电源电压为额定值的 80% 时,设备应能工作(性能指标允许下降到规定值);当输入电压为额定值的 115% 时,设备不应损坏。

舰载、机载设备的电源电压或频率的变化范围由产品规范规定。

3.26.2 设备的供电电源根据需要可选用交流或直流电源供电。采用交流电源供电的设备,应能适应公用电网(市电)和交流发电机组供电;采用直流电源供电的设备,应能适应直流发电机组(包括手摇发电机)、化学电源和物理电源、整流器和变换器供电。

3.26.3 车内使用的设备,应立足采用带配电设备的交流发电机组作为自备供电电源,也可采用公用电网进行供电。

3.26.4 便携式和耗电小的设备宜用化学电源或物理电源,在充电困难或应急情况下可采用手摇发电机供电。

3.26.5 装甲车载设备可采用车内电网或符合 GJB 2862 要求的 12V、24V 蓄电池供电。

3.26.6 舰载设备可采用船内直流电源网供电。采用交流供电时,应尽量采用 50Hz 频率,以减少船上无线电干扰。也可采用符合 GJB 2862 要求的蓄电池供电。

3.26.7 机载设备可采用机内电源网供电。直流供电采用 27V 电压;交流供电采用 400Hz 频率,以减少体积和重量。

3.27 设备功耗

设计时应尽量提高设备效率、降低功耗。具体要求在产品规范中规定。

3.28 供电电源

3.28.1 一般要求

3.28.1.1 供电设备应高效低耗、安全可靠、使用方便、经久耐用、过载能力和连续工作能力强。在保证性能指标的前提下,力求体积小、重量轻。

3.28.1.2 供电电源应标准化、系列化。

3.28.1.3 同类设备、同一平台(如通信车)、同一台站应有多种供电手段,但应减少电压规格并尽量统一。

3.28.1.4 电源车和带自备电源的通信车,应有必要的防寒、防温升、防腐蚀、防火、防爆炸等设备或技术措施。通信车的燃油发电机应放在隔离的油机室内(或安装在拖车上),密封蓄电池应放在便于维护管理和更换的地方,并有防腐蚀措施。

3.28.1.5 当需要采用不间断式供电电源时,电源特性应符合 GJB 2274 的规定。

3.28.1.6 采用其他高质量、低容差等特殊电源时,其要求可在产品规范或合同中规定。

3.28.1.7 各种交、直流发电设备和电源变换设备应有抑制噪声和电磁干扰的措施。噪声和电磁干扰应满足通信使用要求。

3.28.1.8 蓄电池快速充电时,其充电性能应符合产品规范的规定。镉镍蓄电池组快速充电机应符合 GJB 2830 的要求。

3.28.2 化学电源

3.28.2.1 化学电源应符合 GJB/Z 26、GJB/Z 53 和 GJB 319A 规定的军用电池基本系列、系列型谱和品种规格。各种干电池和蓄电池应符合相应国家军用标准要求(见 3.47.9.1 条)。

3.28.2.2 化学电源应保证性能稳定可靠、电压平稳、自放电小、有良好的温度特性和足够的容量。寿命期内无漏液腐蚀,使用安全方便,贮存性能好。其安装使用要求见 3.47.9.2 条~3.47.9.9 条。

3.28.2.3 因特殊要求需采用某一新型化学电源时,必须满足安全可靠和作战使用要求。

3.28.3 物理电源

3.28.3.1 太阳能电池、燃料电池等物理电源,应做到能量转换效率高、使用寿命长、稳定可靠。

3.28.3.2 采用物理电源应充分考虑经济性,电源性能应在产品规范或合同中规定。

3.28.4 动力电源

3.28.4.1 交、直流发电机组的电压和频率为:

交流:频率 50Hz 单相 220V、三相四线 220V/380V;

频率 400Hz 三相 36V、单相/三相 115V;

直流:24V、27V。

3.28.4.2 地面用汽油发电机组应符合 GJB 425A 的规定、交流移动电站应符合 GJB 235A 规定,直流移动电站应符合 GJB 674A 的规定、手摇发电机应符合 GJB 1842 的规定。风力发电机应符合产品规范或合同的规定。

3.29 热设计

热设计的基本任务是控制设备中的电子元、器件的温度,使得电子元、器件在规定的环境条件下不会超过最高安全温度,并使得元、器件的温度变化减到最小程度。

3.29.1 基本要求

3.29.1.1 可靠性的要求

高温对大多数电子元、器件将产生严重的影响,它会导致电子元、器件的失效,进而引起整个设备的失效。过应力(即电、热或机械应力)容易使元、器件过早失效。电应力和热应力之间有着紧密的内在联系,减少电应力(降额)会使热应力得到相应的降低,可以提高其可靠性。

应根据所要求的设备可靠性和分配给每个元、器件的失效率,利用 GJB/Z 299B 中提出的“元、器件应力分析可靠性预计法”,确定元、器件的最高允许工作温度和功耗。

3.29.1.2 热环境的要求

设备预期工作的热环境包括:

- a) 环境温度和压力(或高度)的极限值;
- b) 环境温度和压力(或高度)的变化率;
- c) 太阳或周围其他物体的辐射热载荷;
- d) 可利用的热沉状况(包括:种类、温度、压力和湿度等);
- e) 冷却剂的种类、温度、压力和允许的压降(对于由其他系统或设备提供冷却剂进行冷却的设备而言)。

3.29.1.3 冷却系统的要求

对冷却系统的限制要求,包括:

- a) 对供冷却系统使用的电源的限制(交流或直流及功率);
- b) 对强迫冷却设备的振动和噪音的限制;
- c) 对强迫空气冷却设备的空气出口温度的限制;
- d) 对冷却系统的结构限制(包括安装条件、密封、体积和重量等)。

3.29.2 热设计应考虑的问题

3.29.2.1 应对可供选择的冷却方法进行权衡分析,使设备的寿命周期费用降至最低,而可用性最高。

3.29.2.2 热设计必须与维修性设计相结合,提高设备的维修性,包括:

- a) 在设备维修或试验期间,应具有良好的冷却措施;
- b) 对冷却系统进行维修时,应具有良好的安全性和可达性;
- c) 空气或其他冷却剂的过滤器的安装位置应设置在便于维修与更换的地方;
- d) 舰船用的淡水—空气换热器必须易于拆卸与清洗;
- e) 液体冷却系统的管路连接,应采用快速自动密封接头装置,以免冷却剂溢出。

3.29.2.3 热设计应保证设备在紧急或战斗情况下,具有最起码的冷却措施。设备或关键部件,即使在冷却系统某些部分遭到破坏或不工作的情况下,应具有继续工作的能力。

还应考虑在战斗环境下,短时间内,供给设备的冷却剂量可能比规定值少得多的情况,以免设备出现过热。舰船或地面设备,在某种战斗环境下要求中断空调和通风系统;机载设备在飞机高速俯冲减少从喷气发动机引出的冷却空气量等情况。

3.29.2.4 对于强迫空气冷却,冷却空气的入口应远离其他设备热空气的出口,以免过热。不能二次利用冷却空气进行冷却。装有大量空气冷却设备的空间还应有适当的通风或空调。

3.29.2.5 对于舰船用设备,应避免在空气的露点温度以下工作,以免水气冷凝造成电气短路、电化学腐蚀等。

对于机载设备,由于飞行高度、温度及湿度变化很大,采用直接强迫空气冷却的设备易被潮气所堵塞,因此,应把设备与冷却空气隔离开,或采用间接冷却。

3.29.2.6 应考虑太阳辐射给设备、保护罩、运输车及飞机带来的严重热问题,应有相应的防护措施。

3.29.2.7 应具有防老化和防止诸如燃料油、灰尘、纤维微粒等沉积物的措施,以免增大设备的有效热阻,降低冷却效果。

3.29.2.8 应尽量防止由于工作周期、功率变化、热环境变化以及冷却剂温度变化引起的热瞬变,使元、器件的温度波动减少到最低程度,以免影响设备的可靠性。

3.29.2.9 在选择冷却剂时,冷却剂对操作人员的健康应无影响;用于直接液体冷却的冷却剂应与元、器件及相接触的表面相容,不产生腐蚀和其他化学反应。

3.29.3 散热方式的选择

设备的散热方式是多种多样的,散热的目的是控制设备内部所有电子元、器件的温度,使其在设备所处的工作环境条件下不超过规定的最高允许温度。最高允许温度的计算应以元、器件的应力分析为基础,并且与设备可靠性的要求以及分配给每一个元、器件的失效率相一致。散热方法的设计参见 GJB/Z 27 的第 5 章。

3.29.3.1 应根据设备的热功率密度合理选择散热方式。所选用的散热方式应简单,应能有效地排除发热电路产生的热量。

3.29.3.2 优先采用自然冷却方式。只有当自然冷却方式不能满足散热要求时,方可采用强迫风冷、液冷或其他冷却方式。设备一般不采用蒸发冷却和蒸发循环冷却方式。

3.29.4 结构与装置

3.29.4.1 设备的结构应有利于散热和防热。发热量大的元、器件应置于有利散热的位置,并尽量减少热途径的热阻。敏感零件应远离热源,必要时可采取单独放置、加装散热器、采用热绝缘技术或屏蔽结构等措施。

3.29.4.2 一切冷却装置,其结构要便于维修、清洗和更换,安装位置要合理,安全可靠,不影响对设备的正常操作使用。

3.29.4.3 设有排气孔、排气管、风孔和百叶窗时,应对易受砂尘、昆虫和鼠类影响的部位和机内零件、部件、整件及元件采取必要的防护措施。

3.29.4.4 应根据需要和可能,设置热测量装置及听觉、视觉的温度自动报警装置和保护设备的自动关闭装置。采取强迫风冷或液冷的设备,应设置必要的温度、压力和流量等指示器和控制装置。这些装置都必须灵敏可靠。

3.29.5 设备的热性能评价

应对设备的热设计与冷却系统的合理性与有效性进行评价,热性能评价的内容与方法见 GJB/Z 27 中第 15 章。

3.30 设备结构

3.30.1 基本要求

3.30.1.1 设备的结构应具有良好的工艺性、继承性,并应保证具有足够的机械强度、牢固、安全可靠,应保证设备在使用期内,在设备特定的环境条件下正常工作。

- 3.30.1.2 结构设计应考虑到操作和维修的方便,并确保对操作和维修人员的安全。
- 3.30.1.3 结构设计应尽量采用标准件、通用件,可更换单元和组件,尽量采用具有单元组合式结构和各组合单元内的模块式结构,应能适应或兼顾不同的使用要求。
- 3.30.1.4 设备的结构应尽量提高标准化程度,使其便于生产。应力求使设备尺寸小、重量轻、成本低、容易安装使用。
- 3.30.1.5 设备可采用铸造结构或装配式结构。只有铝合金外壳才可以使用压铸法。在需要较高强度和刚度的地方,铸件应有加强筋,否则应加厚。
- 3.30.1.6 设备的外形应造型新颖、美观大方、装璜朴实精良。

3.30.2 模块式结构

设备各单元一般应采用模块式结构设计,模块式结构应和维修性概念相一致,模块应设计成可维修更换的模块。模块式结构设计应贯彻下列原则:

- 3.30.2.1 设备被划分的模块数量在电和机械上应切实可行,应能使空间获得有效利用,使整个设备工作可靠。
- 3.30.2.2 应使用一体化的设计方法,同时考虑各种零件、材料、电路的设计以及模块概念的应用等问题。
- 3.30.2.3 模块的设计应使得模块在正常的安装位置上或从设备上卸下时都能较方便地对其进行工作状态测试。
- 3.30.2.4 模块所含的零件、子模块对某一特定功能应力求最佳,而不是提供多重、分散的功能。
- 3.30.2.5 模块在物理结构上的划分应和设备的功能设计相匹配,以便使模块的功能独立性最大而模块之间的相互作用最小。
- 3.30.2.6 模块的设计应尽量使得其内各个零件和子模块可单独卸下而不用移开其他的零件和子模块。
- 3.30.2.7 模块重量应尽可能轻(宜在 15kg 以下),以便能够单人手持。在重量超过 4.5kg 的模块上应提供适当的把手。
- 3.30.2.8 印制电路应尽可能采用插入式结构。
- 3.30.2.9 应给模块提供导向装置和定位销,使模块在安装时能很快地被对准。
- 3.30.2.10 固定模块用的紧固件应容易拆卸,必要时应使用不脱出组合螺钉,以防止将这些小的紧固件掉入设备中。
- 3.30.2.11 模块上应使用快速分离式连接器,分离时应不需要使用工具(或只需一般手工工具)。

3.31 设备外壳

3.31.1 外壳的防护等级

按 GJB 1440 的规定,设备外壳按照防护对象、防护程度分为三类,13 个级别:

- a) I 类—防水类(防护对象为水、水雾),分防滴型、防溅型、防淋型、溅密型、防喷型、浸水型共 6 个级别;
- b) II 类—防尘类(防护对象为砂尘),分防尘型、尘密型、防灰尘起火型共 3 个级别;
- c) III 类—气密类(防护对象为空气,包括其他气体),分呼吸器型、密封型、气密防爆型、气密型共 4 个级别。

舰船电子设备的外壳防护等级见 GJB 747 的规定。

3.31.2 结构尺寸

除另有规定外,机柜、机箱的主要尺寸应符合以下规定:

- a) 设备机柜主要结构尺寸应符合 GJB 100 的规定;
- b) 插箱、插件的基本尺寸应符合 GJB/Z 28 的规定;
- c) 设备台式机箱的基本尺寸应符合 GB/T 3047.6 的规定;
- d) 机载电子设备的机箱、安装架及附件的基本尺寸应符合 GJB 441 和 GJB 780 的规定;

e) 控制台可参照 GB 7269 所推荐的形式和基本尺寸进行设计。

3.31.3 外壳材料

外壳应使用防腐蚀材料或使用经防腐蚀处理的材料来制造。外壳所用的材料应尽可能轻,并具有结实、耐用和安全所要求的强度。

3.31.4 强度

宽的薄金属板表面应具有沿对角线的槽或设置加强筋,以提高薄金属板的刚性。

3.31.5 耐腐蚀性

外壳应具有耐潮、耐霉和耐盐雾的能力。

3.31.6 防水

露天使用的设备根据防护等级,应满足防水要求:外壳不应有敞露的开口;外壳上的门、盖和分离面均应设有密封圈垫;外壳材料不应有泡胀、起层、变形等损坏;外壳表面保护层(涂覆)不应起泡、开裂、脱落。

3.31.7 湿气处理

当设备在正常位置时,在可能的情况下,应避免能聚集水或冷凝液的阱。当湿气阱不可避免时,应采取排水措施。在湿气阱内,不应使用干燥剂或吸湿材料。在密封设备中,应考虑使用干燥剂或其他除湿方法(如气体清除法)。

3.31.8 拐角和边缘

外壳的所有拐角和边缘应是圆弧形的,以避免对人员造成伤害或对其他东西造成损坏。所有拐角应当加强强度,以保护设备不受损坏。

3.31.9 接地

外壳应符合接地要求。一般情况下,其接地引出线处的直流搭接电阻应不大于 0.01Ω 。

3.31.10 防外部光透射

除非另有规定,外壳应设计成能防止外部光透射。

3.31.11 起重环和把手

重量大于 68kg 的设备或部件应装有起重环。起重环既可以和设备结合成一个整体,也可以是可拆卸形式。当使用可拆卸的起重环时,设备内应有起重环拆下后存放起重环的装置。

为从外壳内拉出设备单元或底座应提供把手。把手应安装在设备的前面板上,以便在设备单元或底座抽出时,或前面板向下放置时,能保护前面板上的仪表和控制装置。

3.31.12 易开启性

机柜的门装配后,其间隙应均匀一致,开启应灵活。门锁、快锁、铰链、活动导轨等部件装配后,应启动灵活、推拉方便、牢固可靠。

3.31.13 保护罩

所有外部安装的非连续使用的连接器插座,均应装有保护罩,以防在未插入配合连接器时损坏连接器插座。保护罩应固定在连接器插座附近。

3.31.14 外壳其他要求

3.31.14.1 外壳不应因表面安装任何零件、附件和装置以及由此伴随的机械加工而使外壳的原有防护型式受到影响。

3.31.14.2 当产品有减震要求时,设备外壳应装上减震器。

3.31.14.3 外壳的机械不连续性(例如盖子、检查窗口、接头等)应尽可能少。

3.31.14.4 外壳用螺钉末端伸出螺母的长度,一般不应大于螺钉直径,并且不应小于两个螺距。

3.31.14.5 外壳上所有零、部件的机械连接均应牢固可靠,在环境试验后,不允许有裂纹、松脱、移位和锈蚀,可拆卸连接均应装拆方便。

3.31.14.6 除非另有规定,与外部其他单元、设备的连接应使用符合有关标准的连接器。当设备规范中

有规定时,可使用符合有关标准的接线板或填料函。除设备规范中另有规定外,与外部设备接口的全部互连电缆应位于机柜的背部或顶部。舰船通信设备的外部连线参见 GJB 2532 中 3.7.3.2.2.7 条规定。

3.32 安装特性

设备的安装特性应符合产品规范的规定,并应符合本规范所规定的一种或几种安装方法。

3.32.1 一般要求

设备的安装应考虑下列一般要求:

- a) 设备各单元应合理配置,以保证设备各项性能指标不因安装不当受到不利影响;
- b) 设备的安装环境应和规定的环境要求相一致,避免设备间的相互干扰;
- c) 安装设备时应考虑设备周围工作空间、危害与安全等有关人一机—环境工程方面的要求;
- d) 应按要求安装设备的接地系统,设备的接地设计和实施参见 GJB/Z 25 和 GJB 1210;
- e) 设备的安装应牢固、可靠。

3.32.2 固定安装

固定安装的设备应留出适当的空间。从机柜正面到和它相对的最近表面或障碍物的最小间隔应比最深的抽屉或最宽的门宽度大 200mm。在安装带有减震器的设备时应使得它和相邻墙壁或障碍物的距离不小于 50mm。

3.32.3 台面或桌面安装

台面或桌面安装的设备,应具有允许将双头螺栓垂直地安装在安装表面上的安装特性,以及在稳定性需要时,为设备外壳背面上方供给安装斜臂的附加特性。

3.32.4 壁挂安装

壁挂安装的设备(除配电盘外),在外壳的后表面上应有安装衬垫。至少两个衬垫应在封闭设备的重心之上,并安置附加衬垫,以将负荷传递到支架结构上。通常重量超过 40kg 的设备不应使用壁挂安装。

3.32.5 面板安装

前面板安装的设备,应插入有嵌边的外壳,并把前面板固定在垂直于外壳水平的位置上。前面板嵌入外壳的深度不应大于 38mm(不包括操作把手)。

3.32.6 架空安装

架空安装的设备应是重量较轻的,并具有能悬挂设备的外壳,以便将设备负荷置于架空结构的安装机构上。

3.32.7 安装用螺栓

除非另有规定,贯穿安装用螺纹或贯穿安装用螺栓不应穿透防水外壳。在铸造外壳上应提供凸台,以阻断螺栓或螺纹。在薄钢板外壳中应使用具有攻出螺纹的盲孔式连续焊接的凸台。

应根据 GJB 123、GJB 124 中规定的 2 类碳钢及合金钢的最小的耐弹性负荷,计算台面和壁挂连接螺栓的最小直径。

3.33 隔振装置

3.33.1 常用隔振器的分类

设备常用隔振器的分类见表 10。

表 10 隔振器分类

类 型	特 性	应 用
橡胶隔振器	承载能力低,刚度大,阻尼大(阻尼系数为 0.15~0.3),有蠕变效应。可作成各种形式,能自由地选取三个方向的刚度。	用于静变形较小的系统积极隔振,载荷较大时做成承压式,载荷较小时做成承剪式,与金属弹簧配合使用对高频振动隔离效果好。
金属弹簧隔振器	承载能力高,变形量大,刚度小(阻尼系数为 0.01),水平刚度较竖直刚度小,易晃动。	用于消极隔振和大激振力的积极隔振,由于易晃动,对精密设备不宜采用。

表 10(续)

类 型	特 性	应 用
空气弹簧隔振器	刚度由压缩空气的内能决定。阻尼系数在 0.15~0.3 范围内。	用于有特殊要求的精密仪器和设备的消极隔振。
泡沫橡胶和泡沫塑料	富有弹性,刚度小,阻尼系数为 0.1~0.15,固有频率可设计得很低,承载能力低,性能不稳定,易老化。	用于小型仪器仪表的消极隔离。

3.33.2 安全保护措施

机载、舰载、车载设备,通常应有完整的防振缓冲系统。安装隔振装置后应有可靠的保护地线。

3.33.3 限制器

隔振装置应牢固可靠,拆装方便,必要时应有限制设备移动的限制器,以便在隔振器损坏时保护设备。

3.33.4 设备侧面、后面的隔振装置

安装在运载体上的设备,当其高度超过长、宽很多,或重心过高时,除底座外,侧面或(和)后面应有隔振装置。

3.34 尺寸

除非另有规定,设备的最大尺寸应满足以下要求:

3.34.1 地面设备的最大尺寸

3.34.1.1 背负式设备

- 最大高度:不大于 500mm;
- 最大宽度:不大于 360mm;
- 最大深度:不大于产品规范规定值。

3.34.1.2 机柜式设备

- 最大高度:不大于 2 000mm;
- 最大宽度:不大于 1 000mm;
- 最大深度:不大于 600mm。

3.34.1.3 机架式设备

- 最大高度:不大于 2 600mm;
- 最大宽度:不大于 1 000mm;
- 最大深度:不大于 600mm。

3.34.1.4 控制台式设备

- 台面离地高度:750~850mm;
- 台面宽度:一般不大于 1 200mm;
- 台面下方放腿空间:高度不小于 600mm;
宽度不小于 500mm;
深度不小于 450mm;
- 设备最大高度:一般不大于 1 300mm。

3.34.2 舰载设备的最大尺寸

3.34.2.1 水面舰船设备

- 安装在舰船舱室内的设备,其总高度(包括其上堆迭单元和隔振器)不应超过 1 600mm。
- 安装在水面舰船内部空间的设备,主甲板上的应通过(考虑圆角半径在内)600mm×1 300mm 的舱门

和 600mm×600mm 的舱口;主甲板下的应能通过(考虑圆角半径在内)600mm×1 100mm 的舱门和 600mm×600mm 的舱口。机柜进舱时,应允许倒下搬运。

3.34.2.2 潜艇设备

安装在潜艇内部空间中的设备,其高度应小于 1 700mm(包括机座),且能通过(考虑圆角半径在内)直径为 580mm 的舱口。

3.34.2.3 设备的分解

当尺寸无法满足上述要求时,设备应能分解成满足要求的部分。

3.34.3 机载设备的最大尺寸

机载设备的最大尺寸应符合 GJB 441 和 GJB 780 的规定。

3.35 重量

3.35.1 重量应符合产品规范的规定,在不影响设备性能的前提下,应尽可能减轻设备的重量。背负式设备的总重量应不大于 20kg。

3.35.2 大型设备应可拆卸,其重量应考虑运输、安装等实际使用的限制。

3.35.3 应尽可能降低机柜和控制台的重心。

3.36 颜色

3.36.1 保护色

各种设备的涂料颜色一般应符合 GB/T 3181 的规定。除非另有规定,外表颜色应按如下规定:

- a) 海灰色或淡灰色(半光泽):用于室内、舰船、装甲车辆和汽车通信设备的面板、控制台、机柜及机壳上;
- b) 黑色(无光泽):用于飞机舱内设备的各部分及变压器密封壳的外表面上;
- c) 草绿色(无光泽):用于地面露天设备的各部分和便携式设备的外露部分。

3.36.2 识别色

各种颜色的意义规定如下:

红色——禁止和紧急信号。表示工作不正常、过荷、过热、故障、操作错误、高压接通、高压正极,以及用于电表盘上作扇形标志等。

白色——注意信号。用于电表盘的底色等。

绿色——安全和允许信号。表示设备工作正常,可以进行操作。

黄色——当几个白色信号需要区分时,代替白色。

蓝色——几个绿色信号需要区分时,代替绿色,还可以表示负极性。

3.36.3 指示灯颜色

指示灯颜色应符合 GB/T 2682 的规定。指示灯的颜色及其含义见表 11。

表 11 指示灯的颜色及其含义

颜 色	含 义	说 明
红	危险或告急	有危险或须立即采取行动。
黄	注意	情况有变化,或即将发生变化。
绿	安全	正常或允许进行。
蓝	按需要指定用意	除红、黄、绿三色之外的任何指定用意。
白	无特定用意	任何用意。例如:不能确切地用红、黄、绿时,以及用作“执行”时。

3.36.4 导线颜色

通信设备电气装配使用的导线或小型塑料套管的推荐颜色见表 12 和表 13。

表 12 导线颜色

导线颜色	含 义
红色	高压、正电压、交流三相电路的 C 相、电子管板极、帘栅极。
黄色	信号线、交流三相电路的 A 相、电子管栅极。
绿色	交流三相电路的 B 相、电子管灯丝。
蓝色	负电压、电子管阴极。
白色	无指定用色的半导体电路。
黄绿双色(或黑色)	地线、零位线。

表 13 塑料套管颜色

半导体三极管					场效应晶体管			二极管、有极 性电容器		双基极管		
颜色	红	黄	蓝(或绿)	黄绿(或黑)	红	黄	蓝(或绿)	红	蓝(或绿)	黄	白	蓝(或绿)
含义	集 电 极 c	基 极 b	发 射 极 e	屏 蔽 极	漏 极 D	栅 极 G	源 极 S	正	负	第 一 基 极 b ₁	第 二 基 极 b ₂	发 射 极 e
注 1: 当有几组高压时,可随电压升高,导线颜色由浅到深加以区别。 注 2: 隔离线、多芯电缆线、裸线识别颜色可不受表 12 的限制。 注 3: 晶体管用安装座安装时,不受表 13 的限制。												

3.37 标志

3.37.1 一般要求

- 3.37.1.1 凡有必要让人员识别产品、遵守规程或避免危害时应提供适当的标志。
- 3.37.1.2 标志应制在标牌上,再将标牌牢固地固定到产品上去;或者通过金属冲压、电化浸蚀、雕刻、模制、锻、铸等方法直接将标志加到产品表面。当这些方法不可行时,可用型板印制、丝网印制、移图印花法或其他适用的方法将标志直接加到产品上。不应使用能产生有害影响的标志材料。
- 3.37.1.3 标志位置的确定应使得标志便于观察,在维修时不应受到损坏。
- 3.37.1.4 产品上标志的耐久性应和产品的预期寿命相当,标志应承受为产品规定的环境试验和清洗过程。标志应清晰易读,标志应和标志背景有一定的对比度。
- 3.37.1.5 标志的制作不应产品的寿命和使用产生不利影响。

3.37.2 设备标志

- 3.37.2.1 设备应在适当位置装有清晰、耐久的铭牌,并在其上注明:
- a) 产品型号和名称;
 - b) 制造厂名称或代号;
 - c) 制造编号(或出厂日期)或生产批号。
- 不得使用不干胶作为设备铭牌。
- 3.37.2.2 分机也应有标志牌(或直接印在外壳上),标有该分机的通用名称,如“1 单元”或“分频器”等。必要时应标出设备的主要技术性能(如使用电源的额定电压、电流、功率等)。

3.37.3 元、器件标志

设备上的所有元、器件应按电路图上的代号标在附近的底板、盖板或印制线路板上。若在元、器件上难于标记时,应将元、器件位号标在装配图上。并在随机文件中加以反映。

3.37.4 零、部件标志

- 3.37.4.1 熔断器座附近,应标有熔断器额定电流值。
- 3.37.4.2 所有接线柱、接线板、插头座、接插件、线缆的代号及它们的接点、端头编号应与电路图一致,并加以标记。
- 3.37.4.3 所有控制装置和检测装置近旁,应有表示用途及作用(如“接通”、“断开”等)的清晰标记或图形符号,其图形符号应符合 GB/T 5465.1 和 GB/T 5465.2 的规定。
- 3.37.4.4 带有绕组的线路元件,如变压器、继电器、电机等,在其外表不受磨损的部位,应有线路示意图或线路标签。小型线路元件可以不加标记。
- 3.37.4.5 使用电池工作的设备,应在电池盒(箱)或附近标明正、负极性。
- 3.37.4.6 用插拔方式进行更换的元、器件(电子管、石英谐振器等),应在其底座或近旁标出名称或型号。

3.37.5 内部导线标志

3.37.5.1 标志方法

内部导线可采用下述方法之一进行标识:

- a) 沿整个导线长度每隔一定距离将导线标志印在导线上;
- b) 沿整个导线(彩色编织带)长度进行颜色编码;
- c) 在导线两端采用本色塑料套管印上适当的标志,或在导线上直接印上标志;
- d) 在导线两端采用外套彩色塑料套管(色环)作为标志。

3.37.5.2 导线颜色标志的代号

GB/T 13534 规定了电气颜色标志的代号。常用导线颜色标志的代号见表 14。

表 14 导线颜色标志代号

颜 色 名 称	字 母 代 号
棕色	BN
红色	RD
橙色	OG
黄色	YE
绿色	GN
蓝色	BU
紫色	VT
灰色	GY
白色	WH
黑色	BK

3.37.6 安全标志

安全标志要求见 3.13.4.10 条。

3.38 电气装配

3.38.1 一般要求

- 3.38.1.1 设计时应使整机布局、元、器件安装位置、线缆布置等合理,应便于装配、检查、调整和维修。
- 3.38.1.2 只有经检验合格的零件、部件和整件才能用来装配产品。在装配过程中,一般不允许进行机械加工。特殊情况需要加工时,应保证不损伤已装配好了的元、器件和零、部件。
- 3.38.1.3 在装配中,不得对任何零件、部件、整件及导线造成损伤和降低其性能。

3.38.1.4 导线、端头、元、器件和零件引线等,在焊接前应进行清洁处理和热浸锡。

3.38.1.5 若产品规范有要求,装配调试好的设备应进行“三防”(防潮、防霉和防盐雾)处理,并不应降低整机性能。

3.38.1.6 焊接时不允许将元件、导线、塑料套管、密封柱等烫伤。

3.38.2 电气整件的安装

设备内部电气整件的安装应遵循下列原则:

- a) 笨重整件安装在机座下部;
- b) 发热量大的整件安装在机座后部、两侧或上方;
- c) 怕热零件应远离热源或安装在下方;
- d) 电感器、变压器和易受磁场、电场干扰的整件,其位置应相互垂直,电磁场干扰敏感的整件应拉开距离互不平行。

3.38.3 元、器件的安装

3.38.3.1 元件的安排应根据不同的电位留有适当的间距,其距离应保证防止电击穿或电晕放电。若不能留出足够距离,应给其中一个元件套上套管。

3.38.3.2 元、器件和零件的安装应使得它们的识别标志和标称值易于观察。

3.38.3.3 可调元、器件和检验孔必须置于方便使用处。

3.38.3.4 外壳的机械不连续性(例如盖子、检查窗口、接头等)应尽可能少。

3.38.4 静电敏感器件的装配

电子产品的防静电放电控制要求见 GJB/Z 105。

3.38.4.1 静电放电敏感电子元、器件的分类

SJ/T 10630 的附录 B 给出了静电放电敏感电子元、器件分类,分 I 级静电敏感度的器件(1V~1 999V)和 II 级静电敏感度的器件(2 000V~3 999V)两类。

3.38.4.2 静电防护的基本原则

静电防护的基本原则是:抑制静电荷的积聚;迅速、安全、有效地消除已经产生的静电荷。

3.38.4.3 防静电工作区场地

防静电工作区场地的地面材料、接地、天花板材料、墙壁面料等方面的配置应符合 GJB 3007 的规定。

3.38.4.4 防静电设施和防静电器材的基本配置

静电安全工作台、防静电手腕带、防静电容器、防静电工作服、防静电工作鞋等防静电设施,以及防静电器材的基本配置见 SJ/T 10533 的规定。

3.38.4.5 静电防护操作规程

3.38.4.5.1 静电防护操作的基本原则

- a) 所有静电敏感器件(SSD)及其部件的操作都必须在静电安全工作台上进行;
- b) 进入防静电工作区的所有电子元、器件都应视为 SSD 来对待;
- c) 贮存、运输静电敏感器件及其部件时,应妥善进行防静电包装。

3.38.4.5.2 拒绝接收未包装在静电防护容器里的静电敏感器件。

3.38.4.5.3 当需要把静电敏感器件及其部件从静电防护容器中取出时,必须在静电安全工作台上进行,并做到:

- a) 操作人员必须穿防静电工作服;
- b) 戴上防静电手腕带,手腕带必须与皮肤有良好的接触并将手腕带接入可靠的防静电接地系统中。

3.38.4.5.4 在装配未采用防静电包装的零、部件时,应消除静电后再进入防静电工作区。

3.38.4.5.5 手拿静电敏感器件时,应避免接触其引线和接线片。

3.38.4.5.6 服装、图纸资料等物品不得接触静电敏感器件。

3.38.4.5.7 清洗静电敏感器件及其部件时,不得使用塑料刷。

3.38.4.5.8 不具备防静电功能的必备工具、用具,应放在防静电桌垫上,并置于离子风静电消除器的作用范围内。

3.38.4.5.9 操作时应尽量减少对静电敏感器件及其部件的接触次数。

3.38.4.5.10 装联电子设备时,应使用有接地线的低压直流电动起子。

3.38.4.5.11 禁止重复使用器件包装管包装静电敏感器件。

3.38.4.5.12 在手工焊接时,应采用防静电低压恒温烙铁。对Ⅰ级静电敏感器件的焊接还应在拔掉烙铁电源插头后进行。

3.38.4.5.13 在任何场合均不允许未采取防静电措施的人员接触静电敏感器件及其零、部件。

3.38.4.5.14 生产过程中使用的设备(插件机、波峰焊机、贴片机、清洗机等),必须采取降静电措施。

3.38.5 内部导线和电缆的布置

3.38.5.1 支撑

用金属固定夹来固定底座或框架上的导线和电缆时,围绕导体不应构成完整的回路。

3.38.5.2 连接

线缆的连接应尽可能为双连接器型。可能时,两个连接器还应有相同的接触件数,并按一定的对应关系布线。

3.38.5.3 保护

有电线或电缆通过的金属孔应装上以下保护装置:

- a) 当金属厚度等于或小于 3.2mm 时,应装绝缘护圈;
- b) 当金属厚度大于 3.2mm 时,应装绝缘护圈或半径为金属厚度 1/2 的圆镶边;
- c) 对于传输射频电流的导线或电缆,要装瓷的或塑料绝缘护圈,只有带保护外壳的电缆才可使用橡胶或氯丁橡胶索眼。

3.38.5.4 线缆装配的操作

线缆装配的操作应做到:

- a) 线缆的布置应尽可能短,但应有足够的松弛,以确保线缆和端头上无过度应力;
- b) 线缆与发热元、器件和零件之间应有适当间隙。导线和线扎的安装应使得电感和电容效应为最小;
- c) 线扎从固定部分过渡到可转动部分时,在过渡区,线扎应弯成“U”形。“U”形弯曲部分不应绑扎,但要防止磨损;
- d) 插箱从机柜(箱)导轨上完全拉出来而不用断开连接。当插箱从导轨上拉出并转动时,电缆的弯曲半径不应小于电缆组件直径的三倍。当使用扁平模制电缆组件时,弯曲半径不应小于电缆组件厚度的 10 倍;
- e) 线扎和电缆的始末端、转弯处及每间隔一段距离,应用线扎固定夹固定于底板或机架上;
- f) 凡有短路可能的屏蔽线、裸线及多接点元件等的有关部位,都应加绝缘套管。在机内的屏蔽走线的适当位置可加接地点(或压牢),以防止相碰或短路,并与机壳或地之间有很好的电接触。隔离线剥头后应进行处理,不得露出毛刺;
- g) 两导线相互连接时,应用接线柱、接线板等作转接点。直径大于 2mm~3mm 的导线与接线柱相连接时,应用焊片作接点。每个螺钉最多允许紧固三个焊片;
- h) 在维修时能够拆卸和方便地更换故障件;
- i) 现场修理破线和断线的方便性;
- j) 门式机柜的线缆应能保证门能完全打开。

3.38.6 印制线路板的装配

3.38.6.1 印制线路板的设计和装配应使得所有器件排列整齐、美观、紧凑、引线短、交叉最少、相互间无

影响、便于修理。双面印制板上的元、器件应尽量排列在一面。元、器件与印制板间一般应留有 1mm~2mm 的间隙。同一规格的元、器件安装孔距应统一。

3.38.6.2 为了防止印制板受力变形,尽量使元、器件布置得对称,较重的元、器件尽量安装在靠近印制板的固定部位,降低重心,并应采取固定措施紧固。

3.38.6.3 需要进行调整的元件,必须装在便于调整的地方。

3.38.6.4 热敏感元、器件应远离高温区,或采用热屏蔽结构。

3.38.6.5 发热元、器件应置于有利散热的位置或单独放置。

3.38.6.6 印制线路板的测试点,应设在印制线路板易于接近的边缘上,以便于测试。

3.38.6.7 印制线路板上每个安装孔只允许焊接一根导线。

3.38.7 屏蔽

设备的屏蔽设计见 GJB/Z 25,屏蔽的实施见 GJB 1210。

3.38.7.1 屏蔽的分类

设备的屏蔽通常采用电磁屏蔽。按干扰场的性质,可将屏蔽分为:电屏蔽、磁屏蔽和电磁屏蔽三类。

电屏蔽采用良导体制作,隔离经电容性耦合传递的干扰。电屏蔽必须很好接地,接地电阻越小,屏蔽效果越好。

磁屏蔽的材料与干扰源频率及屏蔽对象有关。低频时,常采用磁导率高、磁阻低的铁磁性材料;高频时,铁磁性材料本身磁导降低,屏蔽效果变差,当屏蔽体距电路较近时,还会降低线圈 Q 值,增大损耗,通常改用良导体材料。

电磁屏蔽主要用于高频,利用金属界面上的反射和金属层内的吸收来抑制电磁辐射干扰。屏蔽体通常用良导体制作。

3.38.7.2 电屏蔽

电屏蔽通常采用:

- 减小盖与盒接触阻抗的结构、层门盖结构、屏蔽盒的共盖与分盖结构;
- 扁平电缆采用任一导电条接地,分组导电条接地,以形成电屏蔽;
- 印制板采用印制导线的公共地线尽量布置在印制板的边缘部分;多层印制板采用其中若干层作屏蔽层;
- 变压器采用带状、双重、外折、封闭式等电屏蔽。

3.38.7.3 磁屏蔽

磁屏蔽通常采用:

- 合理布置接缝与磁场的相对方位;
- 正确布置通风孔;
- 减小接缝的磁阻;
- 双层磁屏蔽;
- 采用漏磁短路环、变压器铁芯外侧包薄钢板的变压器磁屏蔽。

3.38.7.4 电磁屏蔽

电磁屏蔽通常用于:

- 对缝隙泄漏进行屏蔽;
- 对通风孔洞进行屏蔽;
- 对测试孔与控制轴孔进行屏蔽;
- 对波导接头进行屏蔽。

3.38.8 接地

应按安全和电磁兼容性要求建立设备的接地系统。

3.38.8.1 除另有规定外,设备的安全地和信号地一般应分开设置,设备外壳上应有安全地和信号地的

连接端子。

3.38.8.2 供电电源中的地线应和设备外壳上的安全地相连。

3.38.8.3 设备外壳上的所有必要的机械不连续处在不连续性界面的两边之间在电气上应是连续的,以提供低阻电流通路。

3.38.8.4 舰船通信设备的接地要求应符合 GJB 1046 中第 5 章的规定。

3.39 机械连接

3.39.1 一般要求

3.39.1.1 机械连接应在规定的状态下进行,不允许产生影响设备机械、电气性能的破坏性损伤,以便满意地达到预定的用途。

3.39.1.2 零件、部件和整件的连接,应坚固可靠。对可拆卸的零件、部件都应拆卸方便,便于维修。

3.39.2 紧固连接

3.39.2.1 紧固件的选用应合理,并应符合我国有关的国家标准或行业标准的要求。使用紧固件的品种和数量应尽量少。当对设备有特殊要求时,允许安装专用螺钉,并配备专用工具。

3.39.2.2 螺钉、螺母、螺栓和其他紧固件应使用耐腐蚀金属制成或作防腐蚀处理。

3.39.2.3 除用一个紧固件固定的零件外,所有零件的固定方式应使得整个零件在单个固定件失效时而不致发生松动。

3.39.2.4 合成树脂材料、瓷料制成的零件,用螺钉紧固时,应加垫圈进行保护。

3.39.2.5 为保证电气接触良好,尽量不用螺钉紧固来实现电气连接。

3.39.2.6 经常拆卸的部位,应采用能快速拆卸的不脱出紧固螺钉。

3.39.2.7 弹性零件(如弹簧、簧片、卡圈等)装配中不允许造成永久性变形。

3.39.2.8 各种橡胶、毛毡及其他非金属材料的衬垫,均应紧贴安装部位,不允许有裂纹或皱折等。

3.39.2.9 M6 以下的螺钉、螺栓紧固后,尾端露出的螺纹长度不应少于 2 扣;M6 以上的应不少于 3 扣。螺钉、螺栓连接有效长度一般不得少于 3 扣。

3.39.2.10 装配后的螺钉、螺栓、销、柱等应在其末端涂以抗氧化紧固漆,防止松动和任意拆卸,以示设备属于原装。

3.39.2.11 铰链、搭扣、手柄或按钮等在装配中应避免损坏配件或安装表面。

3.39.3 绕接

绕接是将单股圆形截面铜导线在一定的张力条件下绕在具有棱角的接线柱上,导线匝与接线柱棱角之间在缠绕时产生高压力点,相互刻痕、接触点形成气密区,并使导线紧箍在接线柱的棱角上,从而达到稳定可靠的电气连接。

3.39.3.1 绕接所用导线

对绕接用的导线要求如下:

- 绕接所用的导线应当是单股、圆形截面的,线径通常为 $0.25\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$;
- 绕接所用的导线材料为退火软化的铜线,其延伸率通常为: $\geq 15\%$ (线径 $\leq 0.5\text{mm}$); $\geq 20\%$ (线径 $> 0.5\text{mm}$);
- 无镀层的裸线或表面是镀锡、镀锡铅合金、镀银的导线;
- 绝缘外皮应能从导线上容易地剥离,而不改变导线的物理特征。

3.39.3.2 接线柱

对接线柱要求如下:

- 接线柱的材料通常采用黄铜、锡磷青铜、锌白铜、镍铜、铍青铜等;
- 对于直径小于 0.4mm 的导线,接线柱矩形截面的长短边之比应不大于 $2:1$,对直径等于和大于 0.4mm 的导线,矩形长短边之比应不大于 $3:1$;
- 接线柱的截面积至少应为导线截面积的 150% ,且接线柱截面的窄边长度应不小于导线的直径;

- d) 若接线柱材料厚度不能达到导线直径时,可采用有凸筋的截面或 V 形截面;
- e) 接线柱表面可不加任何涂覆,需要时可采用适当的镀层,如锡、锡铅合金、金等,接线柱表面硬度为 120HV~220HV。

3.39.3.3 绕接点要求

对绕接点的要求如下:

- a) 绕接点的匝数通常为 4 匝~7 匝,导线直径越小,除去绝缘外皮铜线的最少匝数则越多;
- b) 同一绕接点内的线匝应为紧密的螺旋线排列,两相邻线匝的间隔应不超过导线的半径,除去第一和最后一匝外,间隔的总和应不超过导线的直径;
- c) 同一绕接点内的线匝不得相互叠绕;
- d) 同一接线柱上的二个绕接点允许相互并列接触,但应不相互重叠,对防振型的绕接点,允许带绝缘外皮的导线第一匝在相邻绕接点的最后一匝上;
- e) 所有绕接点都应完整地绕在接线柱的有效绕接长度内;
- f) 从接线柱上退下的已绕过的导线段不得再用于绕接,已退绕过的接线柱可重新用于绕接。

3.39.4 压接

压接是使用压接工具或设备对两个特定的金属表面施加一定的压力,使金属接合部分产生恰当的塑性变形而形成可靠的电气联接的方法。

3.39.4.1 压接的使用场合

通常压接使用于:

- a) 扁形连接器的压接;
- b) 螺钉固定的裸压接;
- c) 螺钉固定的带绝缘端子的压接;
- d) 插头座用端子(插针)的压接;
- e) 带状电缆的穿刺压接;
- f) 其他。

3.39.4.2 压接工具

压接工具应具备:

- a) 无论是手动式、油压式、气动式和电动式压接工具,应根据使用导线的截面积、压接截面形状、压接端子的规格和接头的要求,正确选择和使用压接工具;
- b) 各种压接工具应附有可更换的压接模口,以适应不同需要的压接接头。

3.39.4.3 压接材料

压接材料应具有:

- a) 压接端子与导线材料应具有较大的塑性。在常温下塑性较大的金属均适合压接。允许使用不同种类金属进行压接,例如铜与铝的压接;
- b) 压接材料表面镀层应适合相应的工作环境;
- c) 压接端子的机械强度必须大于导线的机械强度;
- d) 用于高电压的导线要消除被压表面区域的氧化膜,并且应立即进行压接。

3.39.4.4 压接接头的截面

压接接头的截面形状通常有:

- a) “W”形截面压接,常用于封口型接头;
- b) “C”形截面压接,常用于带绝缘端子的压接;
- c) 扁形截面压接,常用于开口型压接端片;
- d) “V”形截面压接,常用于压接插针、插孔和接点大于 17 个/cm² 的高密度接插件中。

3.39.4.5 压接接头的外观质量检查

通常用五倍放大镜或肉眼检查接头的质量:

- a) 良好的压接接头,其压痕必须清晰可见,并且在端子的轴心线上(或与轴心线完全对称)压接端子尾端距离导线绝缘层 $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 作为过渡间隔;导线必须伸出压接端子套管 $0.5\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 长度;
- b) 对于带绝缘层的压接端子,良好的压接接头导线的绝缘层要插套在端子中,在压接端子尾端与导线的绝缘层之间不得露出导线;在压接端子套管外必需能看到导线伸出 $0.5\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 的长度;压接痕迹应清晰可见,并且在套管的轴心线上或者与轴心线对称。

3.39.5 搭接

搭接是将设备、组件、元件的金属外壳或构架用机械手段连接在一起,形成一个电气上的连续整体,这样可以避免在不同金属外壳或构架之间出现的电位差,而该电位差往往是产生电磁干扰的原因之一。

3.39.5.1 搭接设计应考虑频率、电流强度、振动、温度和湿度等因素。

3.39.5.2 搭接件及所用紧固件的材料和涂覆均应根据使用环境条件选择允许的电化学偶。应尽可能采用同一种金属材料 and 涂覆。

3.39.5.3 对射频或高频干扰抑制无专门要求时,搭接质量可用搭接处直流电阻来衡量。除另有规定外,搭接直流电阻一般应小于 0.002Ω 。

3.39.5.4 对射频或高频干扰抑制有专门要求时,搭接质量除有 3.39.5.3 条的要求外,还应用搭接阻抗或电磁泄漏来衡量。搭接阻抗和电磁泄漏要求及测试方法应在产品规范中作出规定。

3.39.5.5 屏蔽构件壳体的搭接应采用硬钎焊或熔焊方法,不应采用软钎焊方法。若采用紧固件搭接,应在金属构件间加弹性导电衬垫。

3.39.5.6 搭接条(片)若用螺钉固定,在紧固件与被搭件之间需加弹簧垫圈。搭接面应干燥,并应清除涂料、阳极氧化膜等氧化物。应保证搭接电阻小于 0.002Ω ,或符合设计文件要求。环境条件恶劣时应对接接处的周围做密封处理。

3.39.5.7 搭接条(片)若有高频电流通过,应选用实心扁平金属导体,应尽可能短而厚,使电阻及 $L \times C$ 乘积尽可能小(L 和 C 分别为搭接条的自感量和被搭接两构件之间的分布电容量)。

3.39.5.8 对装有隔振器的设备,应使用扁平的实心金属片或带状编织线。设备和安装平台间应形成良好搭接,在整个干扰频率范围内搭接件应呈现低阻抗特性,并且不应影响隔振器的隔振效果。在甚高频以上工作的设备应有两个以上搭接片。

3.39.6 铆接

铆接是用铆接或起铆接作用的轴颈,将零、部件连接在一起的过程。铆接属不可拆卸的装配。常用的铆装形式有:空心铆、冲胀铆、扩铆、翻边铆、成型铆和衬套铆等。

铆接质量反映在铆钉头铆接成型的好坏,它取决于铆装通孔直径、铆头尺寸、铆钉头长度的选择和留铆余量等。

铆接质量应符合以下要求:

- a) 铆钉的表面,如铆头应无裂纹、大小一致、无歪斜,板面不因铆接而出现任何缺陷;
- b) 铆钉头铆粗应一致;
- c) 铆接应紧固,当用小锤敲打铆钉铆头时,应无松动现象;
- d) 板缝和铆钉缝应紧密,当用水压试验检查时,应无渗漏情况。

3.39.7 焊接

在金属与金属之间的硬焊接中,通常应采用电弧焊(包括常用的手工电弧焊、熔化极和非熔化极惰性气体保护焊、 CO_2 气体保护焊、微束等离子弧焊以及某些气体保护焊等)、气焊、钎焊、压焊、高能焊接(包括电子束焊接、激光焊接、光束焊接)等焊接方法。

3.39.7.1 金属焊接的材料、焊接质量应符合我国有关的国家标准或行业标准的要求。焊缝应连续、均匀、平滑、无漏焊、无有害气孔、无夹渣、无材料烧穿和变形等。若存在夹渣、气孔等缺陷时,允许补焊。焊

接引起的有害应力应消除。

3.39.7.2 处于低应力下的零件或部件可用点焊或断续焊,但焊点数目应对可能承受的应力提供足够的强度。

3.40 焊接

3.40.1 一般要求

3.40.1.1 焊料应符合 GB/T 3131 的规定,并采用中性焊剂。

3.40.1.2 焊接时,不允许将焊料、焊剂溅(粘)在元、器件、印制板上,或渗透到插座、开关件内;不允许烫伤元、器件、导线的绝缘层、套管和印制板的铜箔。焊接表面应无残留焊剂。

3.40.1.3 焊点应尽量一次焊成。晶体管、集成电路及其他受热易损的元件焊接时间不应超过 2s,必要时应采取散热措施。焊点重焊应待被焊件冷却以后进行。

3.40.1.4 焊点修复不允许降低质量。

3.40.2 手工焊接

3.40.2.1 在一个焊点上焊接的导线和引线,(包括元、器件端点)不得超过三根,一个螺钉上最多允许紧固三个焊片,超过者应采取转接的办法。

3.40.2.2 焊接应牢固,无错焊、漏焊和虚焊。焊点表面应光洁、平滑、轮廓清晰,无气孔、针孔、桥接、溅锡等缺陷。合格焊点的剖面应是凹锥状。润湿角 θ 应小于 30° 。

3.40.2.3 焊接在印制板上的元、器件,其引线必须伸出板面 $1\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$,焊接高度不应小于 0.7mm ,引线及焊料应清晰可见。

3.40.2.4 焊接波段开关、管座、插座等元、器件上的短接线时,不应折弯或拨动焊脚,不应改变原焊脚的相对位置。

3.40.2.5 在玻璃绝缘子和瓷绝缘子上焊接时,不应破坏绝缘子上的绝缘漆。不允许将绝缘子烫裂。不允许焊料滴溅到绝缘子上的非焊接处。不允许熔化绝缘子上非焊接处的焊料。

3.40.2.6 微波器件上的焊点、微带线上的焊点都应尽可能小而圆滑,以减少分布电容。

3.40.3 波峰焊

波峰焊接技术要求应符合 SJ/T 10534 的规定。

波峰焊焊点的质量要求为:

- 焊点应外形光滑,焊料适量,最多不得超出焊盘外缘,最少不应少于焊盘面积的 80%,金属化孔的焊点焊料最少时其透锡面凹进量不允许大于板厚的 25%。引线末端清楚可见;
- 焊点表面光洁,结晶细密,无针孔、麻点、焊料瘤;
- 焊料边缘与焊件表面形成的润湿角应小于 30° ;
- 焊点引线露出高度为 $0.5\text{mm}\sim 1\text{mm}$;
- 焊点不允许出现拉尖、桥接、引线(或焊盘)与焊料脱开或焊盘翘起以及虚焊、漏焊现象;
- 波峰焊后允许存在少量疵点(如漏焊、连焊、虚焊),但疵点率单块板不应超过 2%。如超过应采取的措施,对检查出的疵点要返修;
- 锡焊点经振动试验和高低温试验后,机、电性能仍应符合产品规范要求。

3.40.4 表面组装技术(SMT)

表面组装通用技术要求应符合 SJ/T 10670 的规定,表面组装组件的焊点质量应符合 SJ/T 10666 的规定。

3.41 涂镀

3.41.1 一般要求

3.41.1.1 零、部件易受腐蚀的表面,一般均应进行涂镀和化学处理。

3.41.1.2 精密配合面、摩擦面和与润滑油接触的表面,允许不经涂镀和化学处理。

3.41.1.3 选择表面涂镀和化学处理时,根据环境条件和使用情况,从以下三方面考虑:

- a) 提高表面的抗腐蚀能力;
- b) 满足设备造型、装饰、色彩或伪装的要求;
- c) 提高表面的机械、电气性能。

3.41.2 金属镀覆和化学处理

3.41.2.1 金属镀覆层和化学覆盖层的选择原则与厚度系列应符合 GB/T 594 的规定。

3.41.2.2 镀覆和化学处理层的分类、特性和应用范围按 SJ42 及附录的规定执行。镀覆和化学处理的表示方法应符合 GB/T 13911 的规定。

3.41.2.3 对于铆接件和点焊件,应先镀覆或化学处理后再点焊或铆接。镀层及化学处理层被点焊及铆接所破坏的部位,应用清漆或其他涂料进行涂覆处理。

3.41.2.4 弹性零件镀锌、镀镍以及镀硬铬后,必须进行去氢处理,以免镀层发脆脱落。

3.41.2.5 钢件的防护处理推荐镀锌后钝化成彩虹色。铝件推荐优选化学氧化和导电氧化处理。

3.41.2.6 铸件表面一般不允许采用镀覆或化学处理进行防护。

3.41.2.7 铆接钢制铆钉时,若引起镀层破坏,允许经过清洗后涂以硝基漆或采取其他补救措施。

3.41.3 涂料涂覆

3.41.3.1 涂料的分类、选择按 GB/T 2705 的规定。

3.41.3.2 涂料涂覆的标记方法按 GB/T 4054 的规定。

3.41.3.3 油漆涂料的颜色及代号按 GB/T 3181 的规定。

3.41.3.4 非涂漆表面,在涂漆施工时应采取适当措施,不得涂上漆层。

3.41.3.5 设备外壳的外表面,通常涂半光泽烤漆,野外使用的设备应涂无光泽烤漆。设备一般不使用皱纹漆,野外使用的设备不允许使用皱纹漆。

3.41.3.6 不同制造批次或不同制造单位生产的同一型号的设备(包括主机和辅机),其外壳的外表面涂漆种类应相同,颜色力求一致。

3.41.3.7 对装配中损坏的涂漆表面应进行修复,且涂层与原表面颜色尽量一致。

3.41.3.8 经氧化或氮化处理的钢制作,应涂以防锈剂。

3.41.3.9 焊件的涂镀应在焊接表面清洁处理后进行。

3.42 密封、灌封和浸渍

3.42.1 密封

要求防止潮气和其他腐蚀性介质长期影响的各种元、器件、零、部件和整机,应采取密封措施。设备采用的密封结构分为可拆卸密封和不可拆卸密封。

3.42.1.1 可拆卸的完全密封一般在箱壳的接合面上用成型橡皮或毛毡等作为填料,通过箱壳接合面四周铸成的凸缘和在凸缘中间开设的凹槽,用机械方法压紧填料使其变形而达到密封效果。

3.42.1.2 用橡皮作密封垫圈的密封箱壳,应保证外力使橡皮产生适当的相对变形。

3.42.1.3 设备机箱、前面板、后面板上安装的开关、控制旋钮、电位器、天线插座、连接器等应采用防水措施。

3.42.1.4 不可拆卸的完全密封应确保灌封或焊缝的表面应光洁、平滑、轮廓清晰,无气孔、针孔、桥接、溅锡等缺陷。

3.42.2 灌封

应将灌封剂(通常是有机树脂)渗透到所有要求灌封的电气或电子电路系统、元件或部件的所有空隙,并将密封保护材料加在从某个插件或部件露出的导线周围使之成为完整的埋封,形成一个与外界完全隔绝的独立整体,以达到机械支承、抗磨损、电气绝缘、隔热、导热、以及环境隔离的目的。灌封材料应具有优异的粘附力,很小的透湿性,较高的软化点和优良的向物体缝隙的渗透能力。

所有封闭式线圈和变压器绕组均被灌封(电性能会受到不利影响的情况除外),以保证位置上的稳定性。在灌封以前,应对线圈进行除去潮气和杂质的处理。灌封的保护层材料厚度一般应超过 2.5mm。

灌封件表面应做到:

- a) 灌封成品件应清洁、无残留物、无遮盖材料和溢料;
- b) 灌封件上灌封剂外露的表面粗糙度应符合有关要求;
- c) 灌封件不允许有延伸到表面的坑点,表面气泡或收缩裂缝。这些表面缺陷一旦出现可加以修复;
- d) 灌封件不允许出现延伸到插孔或安装销子的内外裂缝;
- e) 灌封剂不应有混合不良的迹象;
- f) 灌封剂表面不应露出底涂层或“凝固涂层”;
- g) 灌封零件表面不应看到没有覆盖的内层零件或导体。

3.42.3 浸渍

在需要防潮的构件、绝缘材料、线圈绕组和变压器等电器元件表面应涂覆防潮绝缘漆。除应能获得满意的防潮效果外,还应能提高纤维性绝缘材料的介电强度、热稳定性,提高电器元件的机械强度和改善传热性能。

除了被灌封或位于密封盒中的线圈或绕组之外,所有线圈和绕组均应给予干燥处理,并用绝缘漆加以浸渍。绝缘漆应完全覆盖导线、包裹材料和线圈骨架,以形成连续的保护膜。

3.43 表面状况

3.43.1 零件表面

3.43.1.1 金属零件的外表应按图样所要求的光洁度进行加工,进行耐腐蚀处理。必要时应对零件进行抛光、喷砂,以提高零件表面的质量。

3.43.1.2 当金属零件的清洗工作未作详细规定时,则清洗工作应与工业上的标准做法一致。清洗不应造成以后的破坏性腐蚀。

3.43.1.3 经锉、砂加工的表面纹理应一致。

3.43.2 外壳表面

3.43.2.1 涂覆层应平整、光洁,色泽一致,不应有气泡等缺陷。

3.43.2.2 涂料颜色一般应符合 GB/T 3181 的规定,涂料型号应符合有关标准的规定。涂覆标志应符合 GB/T 4054 的规定。

3.43.2.3 所有内表面都不应带毛刺和粗糙不平。

3.43.2.4 内表面的防氧化处理不应影响外壳的电气接地性能。

3.43.2.5 对在使用设备时可看得见的任何内表面也应作像外表面那样的处理。

3.43.3 紧固件和装配螺钉表面

3.43.3.1 在正常的维修和安装设备的过程中被操作、松开或拆卸的外部紧固件和装配螺钉的暴露表面应与其所在表面的颜色有一定的反差,以便于鉴别。

3.43.3.2 用于将内部零件紧固到底座上的外部紧固件和装配螺钉应和其所在表面的颜色类似。

3.43.3.3 紧固件和装配螺钉被安装以后,其上的漆膜或安装表面上的漆膜的任何损坏都应加以修复,以达到连续的保护涂层。

3.44 清洁处理

3.44.1 清洁处理工艺和清洗溶剂不应対材料、元、器件、零件、焊点和连接点、涂层、印制电路板、设备性能及人员产生有害影响。应推广使用活性水清洗、气相清洗。含晶体管的电路,应避免使用超声波清洗法。应限制使用氟利昂清洗。

3.44.2 设备的部件、单元电路及分机装配完毕后,应进行清洁处理,不应存在污垢、油渍、指印、灰尘、焊剂等有害物质和锈蚀。传动零件清洗后应重新润滑。设备内部不得积存任何锡渣、金属屑和其他有害杂物。

3.45 外观质量

设备的外观应整洁、表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀涂层剥落及明显的划痕、毛刺；塑料件应无起泡、开裂、变形；文字、符号、标志和各种显示应清晰；结构件与控制元件应完整、无机械损伤。

3.46 元、器件

3.46.1 一般要求

3.46.1.1 所选用的元、器件应能保证设备满足本规范及产品规范的要求，并经过鉴定，具有合格证和清晰的标志，应是不易燃、不易爆的（电真空管除外）。在选用时应尽量减少品种、规格。

3.46.1.2 所选用的元、器件应有可靠性指标，并经过筛选。

3.46.1.3 元、器件的代用一般应经过试验，以证明能确保整机性能后方可代用。重要元、器件的代用必须取得订购方的同意。

3.46.1.4 元、器件不得超负荷使用，应按有关规范要求适当降额使用。不得使用用过的、超过有效期限的和不符合要求的元、器件。

3.46.1.5 应按以下优先顺序选用元、器件：

- a) 符合国家军用标准的产品；
- b) 符合国家标准的产品；
- c) 符合行业军用标准的产品；
- d) 符合行业标准的产品；
- e) 符合企业标准的产品。

3.46.1.6 除样机和少量装备的设备外，所用的元、器件应是生产定型的或转厂鉴定合格的成批生产的产品。

3.46.2 电真空器件

设备中应尽量不采用电真空器件（电子管）。若必须采用时，电子管应符合 GJB 922 的规定，应使其管座有可靠的电接触，并配有安装的锁紧装置。在不可修复部件中必须使用电子管时，应采用超小型管，并直接焊在电路上。除阴极射线管以外，所有电子管屏蔽罩均应是非磁性材料；所有小型或超小型电子管应使用热耗散屏蔽罩。

3.46.3 半导体器件

3.46.3.1 半导体器件应符合 GJB 33A 的规定。

3.46.3.2 二极管、三极管等分立器件应优先选用金属封装产品。

3.46.3.3 二极管、三极管等应根据性能指标（如工作频率、用于低噪声或高功率等要求），优先选用硅、砷化镓、磷化铟、锗等材料制成的管子。

3.46.3.4 在舰船舱内或阳光可以直射到的设备中，一般不应采用发光二极管显示。

3.46.4 集成电路（微电路）

3.46.4.1 集成电路（微电路）应符合 GJB 597A 的规定，混合微电路应符合 GJB 2438 的规定。

3.46.4.2 按下列优先顺序选择使用集成电路和微电路；

- a) 大规模集成电路；
- b) 中规模集成电路；
- c) 小规模集成电路；
- d) 混合集成电路或单片集成电路。

3.46.4.3 在贮存、运输、使用 CMOS 器件时，应采取有效的防静电措施。

3.46.5 电阻器和电位器

3.46.5.1 电阻器和电位器除按额定功率选用外，还应注意额定工作电压，尤其是高阻值的电阻器。

3.46.5.2 金属膜固定电阻器应符合 GJB 244 的规定，膜式高压固定电阻器应符合 GJB 3017 的规定，高稳定薄膜固定电阻器应符合 GJB 1929 的规定，片式膜固定电阻器应符合 GJB 1432A 的规定，精密固定电阻器应符合 GJB 1862 的规定，热敏电阻器应符合 GJB 601A 的规定，压敏电阻器应符合 GJB 1782 的规

定,合成电位器应符合 GJB 265 的规定,线绕预调电位器应符合 GJB 917 的规定,非线绕预调电位器应符合 GJB 918、GJB 3015 的规定,线绕精密电位器应符合 GJB 1523 的规定,非线绕精密电位器应符合 GJB 1865 的规定。

3.46.5.3 应选用电阻温度系数小、稳定性好的电阻器和电位器。应优先选用金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、具有防护涂层的线绕电阻器。选用电阻器和电位器时,应充分考虑使用功率与环境温度的关系、抑制噪声的措施。对于电位器还应考虑阻值变化的函数特性。

3.46.5.4 尽量少用可变电阻器、电位器。抽头电阻器应被认为是非标准零件。

3.46.6 电容器

电容器必须在规定的频率范围内使用:选用电容器时,其工作电流、直流工作电压和交流电压均不得超过其额定值。

3.46.6.1 优先选用瓷介电容器、钽电容器。云母电容器应符合 GJB 191A 的规定,瓷介质电容器应符合 GJB 468 的规定和有关标准规定,单层片式瓷介电容器应符合 GJB 2442 的规定,多层片状瓷介电容器应符合 GJB 192A 的规定,高压多层瓷介固定电容器应符合 GJB 1940 的规定,精密聚苯乙烯直流固定电容器应符合 GJB 62 的规定,固体电解质钽电容器应符合 GJB 63A 的规定,非固体电解质固定钽电容器应符合 GJB 733A 的规定,片式固体电解质钽电容器应符合 GJB 2283 的规定,玻璃介质微调可变电容器应符合 GJB 728 的规定,塑料膜介质固定电容器应符合 GJB 732、GJB 972 的规定,能降低射频干扰金属壳密封的交流 and 直流穿心电容器应符合 GJB 1522 的规定。

3.46.6.2 应选用电容温度系数小、稳定性好、损耗小、固有频率高的电容器。在低频电路中当要求电容量大时,应采用电解电容器;在高频电路中,应采用低电感电容器(如云母、瓷介、聚苯乙烯和穿心电容器);在从音频到射频频率范围的滤波电路中,应采用电解电容器与低电感电容器并联的形式;在耦合电路中,应采用直流漏电特别小且绝缘性能好的电容器。

3.46.6.3 不应采用纸介电容器、金属化纸介电容器。

3.46.6.4 使用可变电容器时,应使动片接低电位,并有适当的保护和防尘措施。

3.46.6.5 一般不应采用液体钽电容器、铝电解电容器。

3.46.7 变压器、电感器和线圈

3.46.7.1 变压器和电感器应能可靠而安全地承受所需要的功率和峰值电压,而不降低它们的性能或其所在设备的性能。

3.46.7.2 在满足性能和寿命的条件下,变压器和电感器的尺寸和重量应尽可能小。

3.46.7.3 变压器的结构应力求使交流声尽可能低,漏磁尽可能小。

3.46.7.4 所有电源变压器和音频输入变压器应有静电屏蔽。

3.46.7.5 音频功率变压器和大功率脉冲变压器和电感器、射频线圈应符合有关标准的规定。中频、射频和鉴频变压器应符合 GJB 1661 的规定,开关电源变压器应符合 GJB 1435 的规定,小功率脉冲变压器应符合 GJB 1521 的规定,舰用 50Hz 和 60Hz 电力变压器应符合 GJB 621A 的规定,模制射频固定电感器应符合 GJB 675 的规定,射频固定和可变片式电感器应符合 GJB 1864 的规定。

3.47 零、部件

3.47.1 一般要求

3.47.1.1 应选用能满足设备性能要求的具有最宽特性范围或最大允许公差为零、部件。

3.47.1.2 在满足设备性能要求的前提下,应尽量减少所用零、部件的品种和规格。

3.47.1.3 应按以下优先顺序选用零、部件:

- a) 符合国家军用标准的零、部件;
- b) 符合国家标准零、部件;
- c) 符合行业军用标准的零、部件;
- d) 符合行业标准的零、部件;

e) 符合企业标准的零、部件。

3.47.1.4 在要交付的设备中不应使用用过的或损坏的零、部件,超过存贮期的零、部件须经复试合格后方可使用。

3.47.1.5 设备中所用的零、部件应有正常供货货源。

3.47.2 连接器

3.47.2.1 圆形连接器应符合 GJB 101A、GJB 143、GJB 598A、GJB 599A 和 GJB 600 的规定,矩形电连接器应符合 GJB 142A、GJB 176A、GJB 177A 和 GJB 2446 的规定,耐振音频电连接器应符合 GJB 2447 的规定,防水重负荷电连接器应符合 GJB 970 的规定,同轴、带状或微带传输线用的射频同轴连接器应符合 GJB 976、GJB 1920 和 GJB 2281 的规定,中性圆形光纤光缆连接器应符合 GJB 1919 的规定,印制电路连接器应符合 GJB 1438、GJB 1438/1、GJB 1438/2 和 GJB 1438/140~143 的规定,通用印制电路板电连接器应符合 GJB 1717 的规定,单列、双列插入式电子元、器件插座应符合 GJB 978A 的规定。

3.47.2.2 应尽量选用快速分离电连接器。应避免在相邻位置上安装相同的连接器;当无法避免时,应采取防插错措施。

3.47.2.3 对于和外部电路连接的多个接触件的电连接器,应留有备份的接触件,备份接触件留在电连接器的边缘,但不得用一个完整的电连接器作为备份使用。

3.47.2.4 采用压接接触密封电连接器时,所有未用的孔应填入封线塞。

3.47.2.5 采用灌封连接器时,对于不使用的接触件,应焊有一定长度、相应最大截面积的导线,在导线上应印有相应接触件的序号,导线末端应涂上防潮涂料。

3.47.2.6 所有未配合的连接器应盖上带有保险连接的金属盖或塑料盖。

3.47.2.7 带有不可拆卸的软线或电缆的连接器,其保护接地应靠近电网电源端子。

3.47.2.8 不应使用香蕉插头。

3.47.3 开关

3.47.3.1 选用开关时应考虑的主要因素是:结构、启动方式、触点特性、环境适应性、绝缘性能、寿命等。一般应选用触点额定值适应负载要求、接触电阻小、具有准确的跳步和定位、接触良好、手动时通断感良好和寿命长的开关。

3.47.3.2 旋转式开关应有可靠的机械定位机构,以便定出每一个触点的位置。在正常操作时,定位机构应能防止可动部分停止在触点位置之间。

3.47.3.3 拨动式开关的安装应使得开关柄在垂直面板上为上下操作方式,在水平面板上的操作方向为离开和朝向操作员。除三位开关应使用中间位置作为断开位置外,断开位置都应在底部或朝向操作员的位置。如果开关柄的左右操作会导致控制功能清晰或操作上的方便,这时拨动开关可以以左右操作方式安装。

3.47.3.4 对于能引起大起动冲击电流的开关(继电器),必要时应加以屏蔽,以避免干扰。

3.47.3.5 小功率交流或直流旋转开关应符合 GJB 734 的规定,密封钮子开关应符合 GJB 735 的规定,非密封钮子开关应符合 GJB 2450 的规定,可靠断路钮子开关应符合 GJB 1315 的规定,按钮开关应符合 GJB 1512 的规定,多单元按钮开关应符合 GJB 974 的规定,微动开关应符合 GJB 809A 的规定,双列直插式开关应符合 GJB 1519 的规定,功率型旋转开关应符合 GJB 1658 的规定,微波铁氧体开关应符合 GJB 1933 的规定,舰艇用交流或直流电气按钮应符合 GJB 649A 的规定。

3.47.3.6 一般不使用滑动开关。

3.47.4 熔断器

3.47.4.1 选用熔断器时应考虑以下因素:熔断器的形式、电路中断形式、中断指示要求、电气数据、端接形式、冲击和振动等环境承受能力、机械数据和安全特性、面板布局、经济性等。

3.47.4.2 熔断器应与所保护的零件和导线的额定值相当,并兼顾到启动电流及工作电流的大小。通过熔断器的电流超过规定值时,应能断开电路。

3.47.4.3 所有熔断器都应容易更换。

3.47.4.4 熔断元件应封装在熔断器中,熔断器的额定值应标在其固定部件上或标在熔断器件附近。

3.47.5 继电器

3.47.5.1 设备中应尽量少用继电器。使用时,应优先采用 GJB 678 中的推荐品种系列,并根据技术要求与性能参数,选用触点接触电阻小,吸合和释放电压以及动作和释放时间、触点额定电流等均能满足设备设计要求的密封型继电器和光继电器。一般不应采用舌簧继电器。

3.47.5.2 电磁继电器应符合 GJB 65B 和 GJB 678 的规定,真空继电器应符合 GJB 1434 的规定,混合和固体延时继电器应符合 GJB 1513 的规定,固体继电器应符合 GJB 1515 的规定,恒温继电器应符合 GJB 1517 的规定。

3.47.6 滤波器

3.47.6.1 高通、低通、带通、带阻等滤波器应符合 GJB 1046 中 7.1 条的要求,机械滤波器应符合 GJB 264 的规定,石英晶体滤波器应符合 GJB 1508 的规定,压电陶瓷滤波器应符合 GJB 1511 的规定,射频干扰滤波器应符合 GJB 1518 的规定。

3.47.6.2 为抑制配电系统的干扰,一般采用低通滤波器;主配电盘和分配电盘安装电容器滤波器,其总电容量应满足电网对地电流的要求,而电容器的耐压性能应满足相应国家标准的要求,选择与使用应符合 GJB 1046 中 7.2 条的要求。

3.47.6.3 进入敏感舱室的电源,一般采用 LC 滤波器,其选择与使用应符合 GJB 1046 中 7.4 条的要求。

3.47.6.4 在串联电路中消除射频干扰,一般采用电抗器滤波器;当滤波器不能与电源阻抗或负载阻抗匹配,且工作在 10MHz 频率以上时,一般选用吸收式滤波器。

3.47.6.5 滤波器应在要求的频段内对有用信号呈现低阻抗,对干扰有足够的衰减量,能够经受输入瞬变电压的冲击,尽可能在主要工作频率范围内保证阻抗匹配,并且有结构简单牢固、体小量轻、安装方便、安全可靠等性能。

3.47.7 旋转伺服装置

除非另有规定,伺服电动机、自整角机、旋转变压器、转速表发生器、自整角解算器及编码器的选择和应应用应符合产品规范的要求。

3.47.8 石英谐振器和石英晶体振荡器

应选择温度稳定性好和频率稳定度高、符合 GJB/Z 45.1 和 GJB/Z 45.2 要求的石英谐振器和石英振荡器。石英晶体元件应符合 GJB 2138 的规定,晶体振荡器应符合 GJB 1648 的规定。

3.47.9 电池

3.47.9.1 通信电池品种规格与型号命名应符合 GJB 319A 的规定。各种干电池和蓄电池应符合相应标准(例如 GJB 141A, GJB 885, GJB 449A, GJB 517A, GJB 606, GJB 916, GJB 919A, GJB 2912, GJB 2278, GJB 3072, GJB 3251 和 GJB 3156 等)的要求。

3.47.9.2 应合理选择电池的安裝位置,以便在不拆卸设备的情况下就能方便地安装和取出电池。

3.47.9.3 电池应装在离开热源的地方,应采取保护措施,以确保在最高和最低工作温度范围内有正常的功能。

3.47.9.4 电池应固定牢固,应能经受冲击和振动。

3.47.9.5 电池应位于通风良好的地方,必要时应有防冻装置。

3.47.9.6 电池不应在通风不良处充电,以防止产生爆炸性混合气体。

3.47.9.7 电池引线上应提供快速分离式的连接装置。

3.47.9.8 电池的电压、极性、充电方法(充电速率、充电时间)等标志应清晰、牢固。

3.47.9.9 电池充电系统应有内保护装置,以防止因过量充电或热失控而损坏电池。

3.47.10 射频同轴开关和波导开关

选用射频同轴开关和波导开关时应考虑的重要特性是带宽、电压驻波比、插入损耗、射频泄漏、交叉

耦合衰减、功率承受能力,以及体积、重量、估计寿命、遥控时的动作速度等。

同轴开关一般只用于断续开关的场合,其工作程序一般应是先断后接。

3.47.11 射频衰减器

3.47.11.1 选用时应考虑的主要特征和参数是:形式、频率范围、衰减量及其精度与稳定性、功率承受能力、插入损耗、电压驻波比、体积和重量等。

3.47.11.2 同轴和波导可变衰减器应符合 GJB 677 的规定。

3.47.12 波导

3.47.12.1 应选用工作频率范围、电压驻波比、插入损耗、气密性等主要性能参数都满足设备性能要求的波导。

3.47.12.2 矩形波导元件尺寸选择的原则应符合 SJ/Z 2113 的规定,波导管应符合 GJB 679 的规定,波导组件应符合 SJ 2337 的规定,矩形波导的终端负载应符合 SJ 2346 的规定。

3.47.12.3 不应选用手动式波导开关。贮存期间,波导开关的连接器的端口应加上防护盖,转换器的波导法兰盘和射频连接器端部应盖上推压式塑料盖。

3.47.13 射频定向耦合器、环行器、隔离器、转换器和连接器

3.47.13.1 选用定向耦合器时应考虑的主要特征和参数是:耦合值、方向性、插入损耗、带宽、功率承受能力,以及输入/输出结构形式等。所选同轴和波导定向耦合器应符合有关规范规定,射频同轴连接器应符合 GJB 681 的规定,转换器应符合 GJB 680 的规定。

3.47.13.2 射频环行器应符合 GJB 676 的规定,射频隔离器应符合 GJB 1065 的规定。

3.47.14 风机

3.47.14.1 所选风机的尺寸应满足设备冷却要求所必需的空气量。

3.47.14.2 风机不应由于噪声、电磁干扰或振动而影响设备的正常工作。

3.47.14.3 应采用无刷电动机或具有屏蔽的直流电动机来驱动。

3.47.14.4 风机的温度不应超过所规定的设备内部零件的温升值。

3.47.14.5 小型交流风机应符合 GB/T 2658 的规定。

3.47.15 电指示器

3.47.15.1 对于指针式电指示器,一般应使指示正常工作量的指针偏转范围在满刻度的 1/3 和 3/4 之间。

3.47.15.2 所有面板指示仪表均应有外部零调整装置。

3.47.15.3 除了设计要求使用简单指示灯地方外,应优先使用图标指示灯。

3.47.15.4 所选用的时间累计表应是非复位型的,应有 9 999h 或 9 999.9h 的最大计时读数。在环境温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 时,应在 30s 内与被计时设备同步起止;在 $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 时,应在 5s 内与被计时设备同步起止。

3.47.16 光指示器

3.47.16.1 选用指示器时应考虑的主要特性和参数是电压、电流、光强、透镜颜色及其透光性、尺寸等。

3.47.16.2 舰艇用指示灯应符合 GJB 650A 的规定,发光二极管应符合 GJB 33A 和有关标准的规定。

3.47.17 隔振器

3.47.17.1 当独立安装单元的固有频率(三个方向)不符合安装设备的振动环境条件要求时,应采取防振、减振措施。

3.47.17.2 合理选用和安装隔振器,所选用的隔振器必须符合设备环境条件要求,隔振器的负荷应在额定负荷内。较高的设备,除底部装隔振器外,其背部或侧面也应配置隔振装置。

3.47.18 轴承

3.47.18.1 所选用的轴承在装配后应使轴或轴承转动灵活,无卡滞现象,轴向间隙应符合产品规范规定,并最易满足物理、功能、环境和使用寿命的综合要求。

3.47.18.2 滚动轴承在正常工作情况下,其表面温度一般不大于 40℃,最高温度不大于 80℃。

3.47.19 紧固件

3.47.19.1 紧固件的型式和尺寸应满足以下要求:

- a) 系统和设备中所用紧固件的型式和尺寸数目应尽可能少;
- b) 对于某种应用,应使用同一种型式和尺寸的紧固件;
- c) 应避免使用特殊紧固件和高精度紧固件;
- d) 应尽可能选用快速拆卸型的紧固件和系留式紧固件。

3.47.19.2 操作紧固件所用的工具应满足以下要求:

- a) 所用工具型式和尺寸的数目应尽可能少;
- b) 选择用一般手工用具操作的紧固件,尽量避免使用专用工具。

3.47.19.3 紧固件材料一般应满足以下要求:

- a) 紧固件应能耐腐蚀,强度应符合使用要求;
- b) 应避免在铝或铝合金中使用螺纹,必须使用时应将合适金属的镶嵌件铸入或压入铝或铝合金中;
- c) 应避免在塑料中使用螺纹,在塑料中要求有螺纹时应使用金属镶嵌件;
- d) 不要使用会引起电蚀的紧固件。可能时,紧固件应与被紧固的材料相同。

3.47.19.4 当普通螺纹制成的紧固件不能满足连接强度要求时,应采用 MJ 螺纹制成的紧固件。MJ 螺纹应符合 GJB 3.1~GJB 3.5 和 GJB 52 的规定。

3.47.20 电线

3.47.20.1 电连接线一般应采用绞合芯的电线,只有在需要缠绕或引线长度小于 150mm,并且连接端相互不运动的场合,才允许使用实芯电线。当用多根电线制作电缆时,只能采用绞合芯线的电线。

3.47.20.2 电线标称截面积与载流量的选配应符合 SJ 2267 的要求。其截面积一般不应小于 0.35mm²。但当不影响设备性能,特别是当电线捆扎成束并有足够的防振固定时,允许采用较小截面积的电线。

3.47.20.3 除电路特性需要或电线跨度太短而只能使用裸电线外,不应使用裸电线。

3.47.21 电缆

3.47.21.1 设备所用电缆(包括互连电缆、射频电缆、电气电缆等)应根据传输信号电平、波型和频带宽度、电磁环境、阻抗特性、隔离可能性等条件综合选择。

3.47.21.2 所选电缆应使电缆载体带来的干扰小,且安装方便、费用少、重量轻。

3.47.21.3 舰船上电缆的分类应符合 GJB 1046 的规定,其选用推荐表见 GJB 2532 的附录 A。

3.47.21.4 允许采用扁平电缆和多芯电缆。

3.47.21.5 在 300MHz 以上的电路中和要求高性能的射频电路中,当选用射频电缆时,除了应考虑特性(如衰减、电容、反射损耗等)满足设备性能要求外,还应考虑其他因素(如环境要求、短引线及接地等)。

3.47.22 印制线路板

3.47.22.1 印制线路板的外形尺寸一般应符合 GB/T 9315 的规定。

3.47.22.2 印制线路板的设计应符合 GB 4588.3 的规定。

3.47.22.3 所有印制线路板应符合 GJB 362A 和 GJB 2142 的规定。

3.47.22.4 印制线路板一般应采用外接的印制线路板连接器。印制线路板连接器应有定位机构,以防错误插接。

3.47.22.5 印制线路板要求涂覆时,印制线路组件板应使用符合有关标准的涂料进行涂覆。

3.48 材料

3.48.1 一般要求

3.48.1.1 一般应选择符合以下标准的材料:

- a) 符合国家军用标准的材料;

- b) 符合国家标准材料;
- c) 符合行业标准材料。

3.48.1.2 一般不应使用非标准材料。

3.48.1.3 在要交付的设备中不应使用用过的或损坏的材料,超过存贮期的材料经复试合格后才可使用。

3.48.1.4 应选用能满足设备性能要求的具有最宽特性范围或最大允许公差的材料。

3.48.1.5 在满足设备性能要求前提下,应尽量减少所用材料的品种和规格。

3.48.1.6 设备中所用材料应按有关规范要求适当降额使用。

3.48.1.7 设备中所用材料应有正常货源。

3.48.2 材料的分类

材料的分类见附录 G(参考件)。

3.48.3 材料的选用

3.48.3.1 耐霉性

应采用固有耐霉材料。如必须采用易霉材料时,应预先进行防霉处理(不包括密封容器内部的材料)。

3.48.3.2 耐燃性

不应选用易燃或助燃材料(用于密封耐火容器除外)。添加剂不应使基体材料的耐燃性产生有害影响,也不允许用非永久性添加剂来提高基体材料的耐燃性。

3.48.3.3 抗电弧性

在容易产生电弧的电路中,应采用抗电弧性能好的绝缘材料。

3.48.3.4 低毒性和耐腐蚀性

用于通信设备的非金属材料,应是耐腐蚀性的和化学稳定性好的材料,并在与空气接触后不应与大气化合成酸性或碱性的气体,也不应释放易爆气体及可能危害设备性能或人员健康的有害气体。

3.48.3.5 耐振性和耐冲击性

在直接经受振动和冲击的地方使用的材料,应充分考虑机械强度和疲劳强度。

3.48.3.6 金属材料的耐腐蚀性

金属材料应选用耐腐蚀性或经过耐腐蚀处理的材料,还应避免化学电位相差大的两种不同金属的紧密接触,以防形成电化偶产生电化学腐蚀,否则应采取防护措施。防护措施可参照我国有关的国家标准、军用标准或行业标准的规定进行(例如采用 GJB 1300 规定的保护剂并按 GJB 1385 规定工艺进行涂敷等)。不同金属相容电化偶的选择可参见附录 H(参考件)。

3.48.3.7 绝缘材料

选用绝缘材料的一般考虑:

- a) 绝缘强度;
- b) 介电常数;
- c) 损耗系数;
- d) 机械强度;
- e) 耐热性;
- f) 吸水性和透湿性;
- g) 防霉性;
- h) 防臭氧。

高频电路中不得使用吸水性绝缘材料。亲水材料应进行憎水处理。

棉、麻织品不应作为绝缘材料的填料。

3.48.3.8 有机纤维材料

使用有机纤维材料,应考虑霉菌防护和缩水的影响。在成品浸水蒸气 24h 并干燥处理后,应符合规定要求。对于重负荷应用,应满足规定的网纹要求。

用作背负和防护设备、附件、外壳的纤维织品应为草绿颜色。

3.48.3.9 易碎和脆性材料

除标准件和另有协议外,不应使用铸铁、硬橡胶(硬硫化橡胶)、石棉及其他类似材料。

3.48.3.10 玻璃和陶瓷

用来保护测量仪器、仪表、指示器、度盘窗、阴极射线管面的玻璃,应透明平整、无气泡,并根据需要采用防闪光玻璃。

处于电应力下的陶瓷零件全部表面应上釉或作表面处理。

3.48.3.11 发光化合物

选用的发光化合物的亮度、寿命和对人体的危害均应符合设备规范的要求和有关标准的规定。

3.48.3.12 浸渍和填充材料

浸渍的填充材料在规定的寿命期限内不应老化失效,对相邻的零件和材料不应产生腐蚀等有害影响。在规定的环境温度范围内不应有裂纹和溢出。

3.48.3.13 粘合剂

所用粘合剂应防水,在规定的环境条件下,粘合牢固,并具有一定的耐久性。

3.48.3.14 润滑剂

应选用低挥发性的润滑剂,并不应对所接触材料产生腐蚀。不应使用硅化合物和石墨基料润滑剂。所用润滑剂应保证在规定的工作环境温度下具有润滑作用。

3.48.4 限制使用的材料

设计、制造设备时应尽量不采用的材料(包装材料不受此限制)为:

毛毡、羊毛、黄麻、皮革、亚麻布、纸、木材、软木、塑料(用棉、亚麻为填料)、有机纤维板、石棉电绝缘纤维板、醋酸盐纤维素、再生纤维素、硝酸盐纤维素、锌合金、镁或镁合金(电池除外)。

3.48.5 禁止使用的材料

水银和放射性材料,除某些特殊电子管和电子元件内部使用外,不得以任何形式使用。

3.49 备、附件和修理件

3.49.1 承制方应按产品规范或合同规定的备、附件名称、规格、型号、数量提供随机备、附件。

3.49.2 备件一般应是设备的易损件、短寿命件、关键件、主要专用件(包括专用工具)和合同规定的其他备件。

3.49.3 承制方除应能为订购方提供在线生产产品所需的修理件外,在产品停产后,仍应能在合同规定的维修保障期限内为订购方提供所需的修理件。

3.49.4 订购方应根据设备复杂程度、元、器件数量及失效率、使用条件、设备使用寿命期限、维修能力和维修费用等,并参考同类产品器材消耗情况,制定该设备的器材消耗定额,从而为制定维修保障计划和供应的修理件数量提供依据。

3.49.5 电、声设备等附件应符合 GJB/Z 61 的规定。

3.50 技术资料

3.50.1 技术资料组成

承制方应提供的技术资料主要包括:

- a) 技术说明书;
- b) 使用说明书;
- c) 设备履历书;
- d) 维修手册;
- e) 其他。

其中 b)、c)项应为随机交付的技术资料(即随机文件)。a)、d)项可根据设备复杂程度和配发级别,是否作为随机文件可由合同规定。

上述技术资料可根据设备具体情况,将 b)、d)项单独编写或合并编写。

3.50.2 技术说明书

技术说明书是对设备用途、组成、性能、工作原理、使用维修方法等所作的技术说明,供分析、研究、使用 and 维修该设备之用。

技术说明书侧重叙述技术原理、结构特征、工作过程等。对安装、使用和维修则作一般性叙述。上述内容可根据设备大小、复杂程度、采用新技术多少等情况适当增减或合并。

技术说明书的主要内容包括:

- a) 概述(包括设备名称、用途及组成等部分);
- b) 战术技术性能(包括参数和指标);
- c) 工作原理(包括原理分析、方框图、信号流程图、电路图 etc);
- d) 结构特征;
- e) 设备的成套;
- f) 安装、调试(包括安装图);
- g) 使用和维修;
- h) 其他。

3.50.3 使用说明书

使用说明书是对设备用途、性能、工作原理、结构特征等的一般叙述,而侧重于设备的安装、架设、使用方法的说明。主要供使用该设备之用。

使用说明书的主要内容包括:

- a) 概述(包括设备名称、用途、组成、功能、特征和特点等);
- b) 主要技术参数和指标;
- c) 基本工作原理;
- d) 面板简介(包括开关、旋钮、显示或指示装置功能等);
- e) 安装、架设和调整方法(包括外部连接和方法、安装步骤、使用工具、检查方法、调试步骤等);
- f) 操作程序、步骤和方法;
- g) 正常维护项目和方法;
- h) 附件或辅助装置的配备和使用方法;
- i) 装运和短期贮存要求和方法;
- j) 有关图表(包括原理框图、安装架设图等);
- k) 注意事项;
- l) 其他。

3.50.4 设备履历书

设备履历书是设备出厂后保管、使用和维修的记录文件。可以包括设备合格证明的内容。

设备履历书的主要内容包括:

- a) 检验与验收合格证;
- b) 概述(包括产品简介、履历书的使用与填写要求和说明等);
- c) 电气性能测试记录表;
- d) 工作时间记录表;
- e) 技术检查记录表;
- f) 交接登记表;
- g) 小修、中修、大修与翻修记录表;

- h) 备份件(器材)消耗登记表;
- i) 故障发生时间、原因和排除情况记录表;
- j) 其他。

注 1:大、中型设备应有产品出厂时主要性能的测试数据。

注 2:机载设备履历书按 GJB 2489 的规定执行。

3.50.5 维修手册

维修手册是对设备性能指标、工作原理、结构特征、故障现象、故障分析(诊断)和排除方法、测试方法等的说明。供维护修理该设备之用。

维修手册的主要内容:

- a) 概述(包括设备名称、用途和组成等部分);
- b) 技术参数和指标;
- c) 结构特征;
- d) 工作原理(包括原理分析和原理框图、信号流程图、线路图、接线图、元件位置图、元件一览表等);
- e) 维修工作程序;
- f) 故障排除(包括故障现象、故障分析、排除方法;更换元、器件时应进行的调整和主要性能指标的测试方法;元、器件的选用范围;关键零、部、组件的检修方法;各级正常工作时的正常工作电压、电流、电阻数值等);
- g) 注意事项;
- h) 其他。

3.50.6 有关技术资料的几点规定

3.50.6.1 技术资料应采用印刷。文字、符号、图形(包括电气制图、机械制图、电工系统图图形符号等)均应符合国家标准规定。采用 787mm×1092mm 规格纸张的 16 或 32 开幅面,或采用 A4 或 B5 幅面。封面质地、颜色和装帧要求等在产品规范或合同中规定。

3.50.6.2 样机、试生产的和少量装备的设备,其有关资料可以采用打印或复印。

3.50.6.3 软件技术资料的组成、内容和要求,可在产品规范中规定。

3.50.6.4 保密机等特殊设备的技术资料,应有保密规定条款,并按规定要求发放和管理。

3.50.6.5 通信车及大型成套设备,应根据需要配有文件包(袋)或文件箱。

3.50.6.6 根据需要,承制方应提供有关技术资料的电子文本。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除合同或订单另有规定外,承制方有责任完成本规范规定的所有检验。必要时,订购方或上级鉴定机构有权对本规范所述的任何检验项目进行检查。

4.1.1 合格责任

所有产品必须符合本规范第 3 章和第 5 章的所有要求,本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量大纲的一个组成部分。若合同中包括本规范未规定的检验要求,承制方还应保证提交验收的产品符合合同要求。质量一致性检验不允许提交明知有缺陷的产品,也不能要求订购方接收有缺陷的产品。

4.1.2 承制方责任

承制方应对产品质量全面负责,对产品的生产过程进行质量控制,并配合订购方做好产品检验验收工作。

4.1.3 订购方责任

由承制方执行的所有质量控制工作,应接受订购方的检查,其内容包括:

- a) 监督承制方质量控制工作的实施,以确定其是否符合质量保证规定的要求;
- b) 对生产过程中的产品进行检验,以便了解产品质量情况;
- c) 订购方接到承制方的产品提交通知书后,如果满足 4.4.5 条的条件,应对提交的产品按产品规范或(和)合同的要求进行验收,以确定其是否符合规定的各项要求。

若因故不能按时验收,则应与承制方协商。

4.2 检验验收依据

验收产品应以下列文件为依据:

- a) 订货合同或科研合同;
- b) 订购方与承制方商定的协议以及产品的样机、样件;
- c) 经军工产品定型机构批准的技术文件;
- d) 国家军用标准、国家标准以及订购方与承制方同意的专业标准。

若以上四种文件的内容发生矛盾时,作为依据优先选用的顺序为 a)、b)、c) 和 d)。在 d) 点中应优先选用国家军用标准。

4.3 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a) 鉴定检验;
- b) 质量一致性检验。

4.4 检验条件

4.4.1 环境

4.4.1.1 若无其他的规定,本规范规定的各项检验应在如下正常大气条件下进行:

环境温度:15℃~35℃;

相对湿度:20%~80%;

气压:测试现场的大气压力。

4.4.1.2 当测量的性能参数与温度、湿度和大气压力直接有关,而且它们之间的依从关系又难以准确判定而必须严格控制环境条件时,可在如下标准大气条件下进行:

环境温度:23℃±2℃;

相对湿度:45%~55%;

大气压力:86kPa~106kPa。

4.4.2 场地

检验场地应清洁,不应存在有害于人员和设备的气体 and 强烈的日光辐射,应有隔离工业干扰、火花干扰和天电干扰的措施。应无高声级噪声、明显的机械振动和冲击的影响。应有安全接地措施。电性能指标(尤其与场强有关的性能指标)测试一般应在电磁屏蔽室内进行。天线性能测试应在无障碍物、电磁干扰和电磁波反射小的开阔场地进行。测试场的最大电磁干扰场强至少应低于被测参数值 6dB。检验场地应经订购方认可。

4.4.3 仪表和设备

承制方应向订购方提供验收所必需的符合有关标准和产品规范要求的仪器、仪表、工具、量具和试验设备(供环境试验的设备应能提供要求的各种环境条件)。所用测试仪表、设备(包括控制或监视试验参数的试验设备和仪器)应按国家有关计量检定规程或有关标准经检定或计量合格,并在有效期内。所用测试仪表、设备应具有足够的精度和稳定度,其精度应高于被测指标精度一个数量级或误差小于被测参数容许误差的三分之一。

由订购方提供的试验设备、仪表和材料等,应在合同中规定,并在试验大纲中说明。

4.4.4 资料

检验前,根据需要,承制方应能提供下列技术资料;

- a) 本规范规定承制方在研制各阶段应制定的各种工作计划和大纲等文件(如质量保证大纲、产品标准化大纲、可靠性大纲、维修性大纲、测试性工作计划、安全性大纲、人一机—环境工程大纲、生产性大纲等等);
- b) 合同副本;
- c) 产品规范;
- d) 技术说明书;
- e) 使用说明书;
- f) 设备履历书;
- g) 维修手册;
- h) 产品全套图样和软件文件(含程序、框图、说明和文档等);
- i) 关键零、部件,重要元、器件,易损件项目明细表;
- j) 外购件目录及重要外购元、器件合格证明或进厂检验合格证明;
- k) 产品和关键部件的环境试验报告和(或)环境适应性分析、设计报告;
- l) 环境应力筛选试验报告;
- m) 可靠性增长试验报告;
- n) 可靠性设计报告和(或)试验报告;
- o) 维修性设计报告和(或)试验报告;
- p) 电磁兼容性设计报告或试验报告;
- q) 安全性设计报告;
- r) 各种检验及测试记录;
- s) 技术状态发生更改的有关文件和报告;
- t) 检验所需的各种试验记录表;
- u) 研制总结报告、经济性分析报告、重大技术问题技术攻关报告;
- v) 其他。

4.4.5 产品提交

4.4.5.1 提交检验的产品须经承制方检验部门检验合格,并附有完整的检验记录。

4.4.5.2 质量一致性检验的产品应按批提交,提交批的批量在订货合同或其他双方商定的协议中规定。

4.4.5.3 产品必须配套齐全。由外厂配套的产品,应具有出厂合格证,而且承制方应同时提供该配套产品入厂时的检验数据。主要配套产品应是经军工产品定型机构鉴定合格或订购方认可的产品。

4.4.5.4 承制方在提交产品时,应向订购方提供由承制方负责人及其检验部门负责人签署的产品提交通知书一式两份。通知书内容包括本批提交产品的名称、型号、合同号码、数量、序号和产品的质量情况等。

4.4.5.5 承制方应按合同交货进度要求给订购方留出进行产品检验所需要的时间。

4.5 鉴定检验

4.5.1 目的

根据对样品的鉴定检验结果,确定设备是否合格、能否定型,以及承制方是否具有生产该设备的合格资格。

4.5.2 检验时机

对已装备部队、拟装备部队或列入通信装备体制的各种设备,符合下列情况之一者,应进行鉴定检验:

- a) 新研制产品(或按引进图样、资料或实物仿制的产品)的设计定型;
- b) 已设计定型并经小批量试产试用后的生产定型;

- c) 改变已定型产品的基本战术技术性能和结构的改型产品鉴定;
- d) 已定型产品转厂生产的转厂产品鉴定;
- e) 停产2年以上(含2年)又恢复生产的产品鉴定;
- f) 设计、工艺、材料等有重大更改时的产品鉴定;
- g) 一次性研制生产的产品鉴定;
- h) 技术简单的、单件生产的或生产数量很少不需定型的产品鉴定。

4.5.3 样品数量

鉴定检验的样品数量应在产品规范或合同中规定,或由订购方和承制方协商确定。一般应不少于2台(大型设备不足3台时可用1台)。

4.5.4 检验项目和顺序

鉴定检验的项目和顺序可参照表15的规定执行。具体的检验项目和顺序则应由产品规范或合同规定。

注:本规范未包括鉴定检验的部队试验和试用项目。部队试验项目和试验方法参见GJB 1145和GJB 2763。

4.5.5 检验方案

采用全数检验。

4.5.6 合格判据

当任一被检验样品的所有检验项目均满足第3章和第5章的要求时,则判该检验样品为合格,否则为不合格。

4.5.7 检验结果的评定

根据检验结果,对照产品规范或合同规定,作出鉴定合格与否的评定。当检验样品均合格时应判定鉴定检验为合格,否则应判定鉴定检验为不合格。

订购方和承制方应共同对检验结果写出检验报告,共同向上级鉴定机构报送。

4.5.8 不合格的处理

鉴定检验结果被判为不合格时,承制方应对存在问题进行分析、找出原因并采取有效措施加以解决,解决后,按规定程序重新进行鉴定检验。

4.5.9 合格资格的保持

除设计定型和生产定型的鉴定检验外,为了保持鉴定的合格资格的有效性,承制方应按订购方或上级鉴定机构的要求,定期向其提供产品的试验资料(如质量一致性检验资料、例行检验资料)或合格认证资料。

4.6 质量一致性检验

4.6.1 目的

根据对提交产品的验收检验结果,确定该批产品应当接收或拒收。

4.6.2 检验分组

质量一致性检验一般应分为以下四组:

- a) A组检验;
- b) B组检验;
- c) C组检验;
- d) D组检验。

4.6.3 检验批的构成

检验批的构成应符合GJB 179A中5.4.6条的规定。

4.6.4 检验项目和顺序

质量一致性检验的项目和顺序可参照表15的规定执行。具体的检验分组、项目和顺序应由产品规范或合同规定。

表 15 检验项目表

序号	检验项目		要求的章条号	检验方法的章条号	鉴定检验	质量一致性检验			
						A组	B组	C组	D组
1	资料检查		3.50	4.7.1	○	△	—	—	—
2	成套性		3.3	4.7.2	○	○	—	—	—
3	外观检查	颜色	3.36	4.7.3	○	○	—	—	—
4		标记	3.37						
5		涂镀	3.41						
6		表面状况	3.43						
7		外观质量	3.45						
8	尺寸		3.34	4.7.4	○	—	△	—	—
9	重量		3.35	4.7.5	○	—	△	—	—
10	安全性		3.13	4.7.6	○	○	—	—	—
11	互换性		3.7	4.7.7	○	—	○	—	—
12	标准化		3.21	4.7.8	○	○	—	—	—
13	接口		3.24	4.7.9	○	—	△	—	—
14	性能特性		3.4	4.7.10	○	○	○	—	—
15	电源适应性		3.26	4.7.11	○	—	○	—	—
16	设备功耗		3.27	4.7.12	○	—	○	—	—
17	连续工作时间		3.23	4.7.13	○	—	○	—	—
18	机械性能		3.30~3.32	4.7.14	○	—	○	○	—
19	工艺		3.39~3.42、3.45	4.7.15	○	—	△	—	—
20	维修性		3.6	4.7.16	○	—	△	—	—
21	测试性		3.8	4.7.17	○	—	—	—	—
22	保障性		3.9	4.7.18	○	—	—	—	—
23	电磁兼容性		3.11	4.7.19	○	—	△	—	—
24	抗干扰性		3.12	4.7.20	○	—	△	—	—
25	保密性		3.14	4.7.21	○	—	△	—	—
26	人一机—环境工程		3.17	4.7.22	○	—	△	—	—
27	使用性		3.18	4.7.23	○	—	—	—	—
28	运输性		3.19	4.7.24	○	—	—	—	—
29	生产性		3.20	4.7.25	○	—	—	—	—
30	软件测试		3.25.2	4.7.26	○	—	○	—	—

表 15(续)

序号	检验项目		要求的章条号	检验方法的章条号	鉴定检验	质量一致性检验			
						A组	B组	C组	D组
31	环 境 试 验	低温	3.10.2.1	4.7.27	○	—	—	○	—
32		高温	3.10.2.1	4.7.28	○	—	—	○	—
33		湿热	3.10.2.5	4.7.29	○	—	—	○	—
34		低气压	3.10.2.3	4.7.30	○	—	—	△	—
35		温度冲击	3.10.2.4	4.7.31	○	—	—	△	—
36		淋雨	3.10.2.7	4.7.32	○	—	—	○	—
37		浸渍	3.10.12.2	4.7.33	○	—	—	○	—
38		风、雪	3.10.2.6、3.10.2.8	4.7.34	○	—	—	—	—
39		雾凇和雨凇	3.10.2.9	4.7.35	○	—	—	—	—
40		冰、冰雹	3.10.2.10	4.7.36	○	—	—	△	—
41		雷电	3.10.2.11	4.7.37	○	—	—	—	—
42		振动	3.10.3.1	4.7.38	○	—	—	○	—
43		冲击	3.10.3.2	4.7.39	○	—	—	○	—
44		跌落	3.10.3.3	4.7.40	○	—	—	○	—
45		倾斜和摇摆	3.10.3.4	4.7.41	○	—	—	○	—
46		颠簸	3.10.3.5	4.7.42	○	—	—	○	—
47		噪声	3.10.8	4.7.43	○	—	—	△	—
48		太阳辐射	3.10.2.12	4.7.44	○	—	—	△	—
49		砂尘	3.10.2.13	4.7.45	○	—	—	△	—
50		霉菌	3.10.6	4.7.46	○	—	—	△	—
51		盐雾	3.10.2.14	4.7.47	○	—	—	△	—
52	包 装 检 验	涉(潜)水	3.10.12.1	4.7.48	○	—	—	—	—
53		炮击振动	3.10.12.4	4.7.49	○	—	—	△	—
54		爆炸性大气	3.10.12.3	4.7.50	○	—	—	△	—
55		可靠性	3.5	4.7.51	○	—	—	—	○
56		外观检查	5.5	4.7.52	○	○	—	—	—
57		堆码	5.8.2.1	4.7.53	○	—	○	—	—
58		振动	5.8.2.2	4.7.54	○	—	○	—	—
59	包 装 检 验	自由跌落	5.8.2.3	4.7.55	○	—	○	—	—
60		棱向跌落	5.8.2.4	4.7.56	○	—	○	—	—
61		角向跌落	5.8.2.5	4.7.57	○	—	○	—	—
62		滚动	5.8.2.6	4.7.58	○	—	○	—	—

表 15(续)

序号	检验项目		要求的章条号	检验方法的章条号	鉴定检验	质量一致性检验			
						A组	B组	C组	D组
63	包装检验	斜面冲击	5.8.2.7	4.7.59	○	—	○	—	—
64		吊摆冲击	5.8.2.8	4.7.60	○	—	○	—	—
65		起吊	5.8.2.9	4.7.61	○	—	○	—	—
注 1: “○”表示要进行的检验项目; 注 2: “△”表示在设计、结构、工艺、材料和关键零件有重大更改时才进行的检验项目; 注 3: “—”表示不进行的检验项目; 注 4: 性能特性和机械性能具体项目的分组在产品规范中规定,相应进行 A 组或 B 组、B 组或 C 组检验; 注 5: 软件测试在 B 组检验时,只进行软件质量检查,项目包括软件版本、软件齐套性、病毒检查等。									

4.6.5 A 组检验

4.6.5.1 检验目的和适用范围

A 组检验是为证实产品是否符合规范要求而对一个检验批中的样品或生产的全部产品所进行的非破坏性试验。A 组检验是用来检查那些易受生产工艺或生产技能变化影响的特性,以及对于达到预定要求至关重要的性能。

4.6.5.2 检验项目

A 组检验项目见表 15。

4.6.5.3 检验方案

对提交批产品进行全数检验。

4.6.5.4 可接收质量水平

A 组检验的可接收质量水平用百分不合格品率或每百单位产品缺陷数表示。

百分不合格品率 = (不合格品数 / 被检验单位产品总数) × 100 (2)

每百单位产品缺陷数 = (缺陷总数 / 被检验单位产品总数) × 100 (3)

百分不合格品率和每百单位产品缺陷数可按缺陷的轻重分为百分严重不合格品率、百分轻不合格品率和每百单位产品严重缺陷数、每百单位产品轻缺陷数。

可以接收的批百分不合格品率或每百单位产品缺陷数根据产品使用要求,并参照历史资料,在产品规范或合同中规定,或由订购方和承制方协商。若无历史资料,建议选用表 16 或表 17 中的数值。

表 16 A 组检验百分不合格品率

严重不合格品率	2.5	4.0	6.5
轻不合格品率	4.0	6.5	10

表 17 A 组检验每百单位产品缺陷数

严重缺陷数	10	15	25
轻缺陷数	40	65	100

4.6.5.5 合格判据

根据检验结果,应对 A 组检验作出如下判定:

- a) 当发现致命缺陷或致命不合格品时,应判该提交批检验不合格;
- b) 若百分严重不合格品率和百分轻不合格品率均小于或等于规定值,则判该批 A 组检验合格,否

则判该提交批检验不合格；

- c) 若每百单位产品严重缺陷数和每百单位产品轻缺陷数均小于或等于规定值,则判该批 A 组检验合格,否则判该提交批检验不合格。

4.6.5.6 A 组检验样品的处理

经 A 组检验合格的批中,对有缺陷的产品,承制方应负责修理,并应达到产品规范规定的要求。

4.6.6 B 组检验

4.6.6.1 检验目的和适用范围

B 组检验一般是比 A 组检验更复杂或需要更多试验时间的一种非破坏性试验。B 组检验用来检查那些更多地受零、部件或设备质量影响,而较少地受生产工艺或生产技能变化影响的特性,以及那些要求特殊工装或特殊环境的性能。

B 组检验为逐批抽样检验。

4.6.6.2 检验项目

B 组检验项目见表 15。

4.6.6.3 抽样方案

B 组检验的受试样应应从 A 组检验合格的批中随机抽取,抽样方案按 GJB 179A 的有关规定执行:

- a) 抽样方案类型:采用一次(或二次)正常抽样;
b) 检验水平:采用一般检验水平 II。

具体抽样方案可在产品规范中规定。

注:根据连续提交批 B 组检验产品质量情况,可按 GJB 179A 转移规定进行加严或放宽检验,具体要求和方案可在产品规范或合同中规定。

4.6.6.4 可接收质量水平

根据产品使用要求,结合过程平均质量水平,订购方与承制方应协商确定可接收质量水平。

- a) 连续批

连续批的产品质量用每百单位产品缺陷数表示。若无其他规定,可接收质量水平 AQL 值可选用表 18 中的数值。

表 18 B 组检验可接收质量水平 (AQL 值)

严重缺陷	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10
轻缺陷	2.5	4.0	6.5	10	15	25	65

- b) 孤立批

孤立批的产品质量用极限质量水平表示。当 $P_a = 10\%$ 时,严重缺陷 LQ 值和轻缺陷 LQ 值的规定,应保证与同样批量大小的连续批的产品质量水平基本相同。若无其他规定,可接收的质量水平 LQ 值可选用表 19 中的数值。

表 19 B 组检验极限质量 LQ 值($P_a = 10\%$)

严重缺陷	1.5	2.5	4.0	6.5	10
轻缺陷	6.5	10	15	25	40

4.6.6.5 合格判据

根据检验结果,应对 B 组检验作出如下判定:

- a) 当发现致命缺陷时,应判该提交批检验不合格;
b) 若每百单位产品严重缺陷数和轻缺陷数均小于或等于合格判定数,则判该批 B 组检验合格,否则判该提交批检验不合格。

4.6.6.6 B组检验样品的处理

经B组检验合格的批中,对有缺陷的产品,承制方应负责修理,并应达到产品规范规定的要求后,可按合同或订单整批交付,或进行C组检验(见4.6.7.2条)。

4.6.7 C组检验

4.6.7.1 检验目的和适用范围

C组检验一般是周期性的破坏性试验,用来定期检查那些与产品设计及材料有关的性能特性。C组检验比A、B组检验更复杂,通常要求模拟工作环境,并通常受到破坏或试验后需作较大整修。受试样品数量比A、B组检验的少,而且与生产数量或生产周期有关。

4.6.7.2 检验时机

出现下列情况之一的提交批必须进行C组检验:

- a) 提交批为孤立批;
- b) 在提交批为连续批时,该连续批的每一投产批的首次提交批和以后每隔三至四个月的提交批;
- c) 产品的设计、结构、工艺、材料和关键零件进行重大更改后的提交批;
- d) 停产2年以上(含2年)又恢复生产的首次提交批;
- e) 上级质量监督部门、合同或订单提出要求检验的提交批。

4.6.7.3 检验项目

C组检验项目见表15。

4.6.7.4 抽样方案

C组检验的受试样品应从A、B组检验合格的批中随机抽取。抽样方案按GJB 179A的有关规定执行:

- a) 抽样方案类型:采用一次正常抽样;
- b) 检验水平:采用特殊检验水平S-2或S-1。

具体的抽样方案可在产品规范中规定。

注:根据连续提交批C组检验产品质量情况,可按GJB 179A转移规定进行加严或放宽检验,具体要求和方案可在产品规范或合同中规定。

4.6.7.5 可接收质量水平

根据产品使用要求,结合过程平均质量水平,订购方与承制方应协商确定可接收质量水平。若无其他规定,建议选用表20中的数值。

表 20 C组检验可接收质量水平 (AQL值)

严重缺陷	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65
轻缺陷	10	15	25	40	65	100	150	250

4.6.7.6 合格判据

根据检验结果,应对C组检验作出如下判定:

- a) 当发现致命缺陷时,应判该提交批检验不合格;
- b) 若每百单位产品严重缺陷数和轻缺陷数均小于或等于合格判定数,则判该批C组检验合格,否则判该提交批检验不合格。

4.6.7.7 C组检验样品的处理

经过C组检验的样品,承制方应对试验样品和所发现的或潜在的所有缺陷和损伤进行修复,再经过A组、B组检验合格后,方可进行D组检验或按合同整批交付。

4.6.8 D组检验

4.6.8.1 检验目的和适用范围

D组检验是一种破坏性试验,或需消耗全部或相当大一部分设计使用寿命的长时间试验,用来检查产品的可靠性水平是否满足规定要求。D组检验只能在少数样品上进行。检验样品数量与生产量或生产周期有关。

4.6.8.2 检验时机

同4.6.7.2条的a)、c)、d)、e)项规定和在连续批每年的首次提交批(若年生产量不足20台,应在累计生产满20台时)进行。

4.6.8.3 检验项目

D组检验项目见表15。

4.6.8.4 抽样方案

D组检验的受试样品应从经过A、B、C组检验合格的批中随机抽取。若无其他规定,样品数量至少为三台。推荐的样品数量为每批产品的10%,一般不超过20台。

4.6.8.5 合格判据

根据检验结果,应对D组检验作出如下判定:

- a) 当发现致命故障时,应判定提交批检验不合格。
- b) 当采用定时截尾试验方案,试验累计时间已到规定的截止时间,而发生的责任故障总数小于或等于试验方案中判决标准规定的接收允许故障数时,则判该提交批检验合格;当大于或等于规定的拒收故障数时,则判该提交批检验不合格。若试验虽未到规定截止时间,而发生的责任故障数已大于或等于判决标准拒收故障数时,也应判该提交批检验不合格。
- c) 当采用序贯试验方案,应根据试验方案中的判决图进行判决。在判决图上按故障顺序绘出反映试验过程的故障数与试验时间(或试验次数)的阶梯曲线。当曲线穿过接收或拒收线时,可相应地作出D组检验合格或不合格的判定。
- d) 当采用全数可靠性试验方案,每台受试设备按规定的时间进行试验后,若性能正常或绘制在判决图上的阶梯状曲线没有超过拒收线时,则判该批D组检验合格;若达到或超过拒收线时,则判该提交批检验不合格。

4.6.8.6 D组检验样品的处理

经过D组检验的样品,一般不得作为产品交付。如果合同或订单另有规定可以交付时,承制方应负责对试验样品和所发现的或潜在的所有缺陷和损伤进行修复,更换已消耗全部或大部分设计使用寿命的零、部件,并经过A组、B组检验合格后,方可按合同或订单交付。

4.6.9 检验结果的处理

4.6.9.1 合格批的处理

经过检验判为合格的提交批,在承制方对已检查出的缺陷采取了纠正措施后应予以接收。订购方在产品出厂合格证上签字盖章,并在产品提交通知书上签署意见,一份自留,一份交承制方。

4.6.9.2 不合格批的处理

经过检验判为不合格的提交批应整批拒收。订购方在产品提交通知书上写明拒收原因并签字盖章,一份自留,一份随同提交批一起退给承制方。

若造成不合格批的原因是可靠性验收试验不合格或在检验中发现致命缺陷,承制方还应对订购方已接收、但可能存在相同缺陷的各批产品采取补救措施。

4.6.9.3 产品的再提交

承制方对不合格批的质量问题应查明原因,并采取措施加以消除,经必要的检查,证明问题确实得以解决后方可再次提交。提交时仍应向订购方提供产品提交通知书一式二份,并应附加产品质量问题解决情况分析报告。

订购方对再次提交的产品按原方法重新从A组开始检验,也可根据具体情况从不合格的组开始检验,或对某些项目放宽检验或免检。若仍不合格,则整批拒收,并报请上级主管部门处理。

4.6.9.4 分歧意见的处理

订购方与承制方对产品质量问题的处理持有异议时,应通过调查研究和科学验证协商解决,若不能达成协议,则双方应将问题和分歧意见分别向各自上级主管部门报告,在问题未得到解决前,产品暂不出厂。

4.6.10 产品的交付

产品检验合格后应及时交付,并按 5.9 条要求进行发运。发运前承制方应按产品贮存条件负责保管待运产品。所有包装不得启封。

4.7 试验方法

4.7.1 资料检查

由专业技术人员、标准化人员和质量管理人員组成审查小组,采用目视方法,检查技术资料和文件的完整性、正确性、准确性和规范性等。

4.7.2 成套性

采用目视方法,检查产品的成套性。

4.7.3 外观检查

采用目视、手感方法,对照 GB/T 3181 颜色标准和有关要求条款进行检查。

4.7.4 尺寸

采用相应精度的量具对设备进行测量。

4.7.5 重量

采用相应准确度的衡器对设备进行称重。

4.7.6 安全性

4.7.6.1 绝缘电阻

用摇表施加 500V 直流试验电压于测试点和机壳之间,稳定 5s 后读取绝缘电阻测量值。

4.7.6.2 介电强度

- 根据载流电路的工作电压,按表 9 选取与工作电压相应的直流或交流试验电压,施加在规定测试点和机壳之间。
- 试验电压从 0 或高于工作电压的数值开始增加,在 5s~10s 内平稳地或等速阶跃地增加至规定试验电压值。
- 试验电压施加时间为 $60s \pm 5s$ (鉴定检验)或 5s (质量一致性检验)。
- 试验后,将试验电压均匀地下降或等速阶跃地降至零或接近工作电压,然后切断电源。

4.7.6.3 泄漏电流

用一个串接 1 500 Ω 电阻的电流表与设备接地导体串连,测量设备的泄漏电流。

4.7.6.4 噪声限制

用声级计在设备水平面四个方向上,在离地高度 1.2m,距离设备 1m 处进行测量。声级计用 A 声级、慢速档。然后计算平均值。

4.7.6.5 电磁波辐射

用微波漏能仪或场强仪在规定测试距离测量微波辐射或射频辐射。

4.7.6.6 激光与 X-射线

激光照射按产品规范规定方法测量。X-射线用 X-射线探测仪进行测量或按产品规范规定方法测量。

4.7.6.7 污染物

按产品规范规定方法检查测量。

4.7.6.8 其他

用目视、手感和听辨方法,检查设备的安全标志、颜色、机械安全性(尖角、毛刺、利刃,旋转机构等),

报警装置等。

4.7.7 互换性

用替换方法,将有互换性要求的模块、零、部件和元、器件进行互换,检查工作状况是否正常。

4.7.8 标准化

按 GJB/Z 113 规定的时机、内容和程序进行检查。

4.7.9 接口

一般用目视方法检查设备机械接口(物理接口);用仪表测量设备电气接口(或光接口)。具体设备的接口可按产品规范规定方法检验。

4.7.10 性能特性

按产品规范规定方法进行检验。

4.7.11 电源适应性

按 3.26 条规定的电源变化范围进行试验。在输入电压为上、下限值时,测量设备性能特性。此项试验可与 4.7.10 条结合进行。

4.7.12 设备功耗

用功率计(交流电源时)或用电流表、电压表(直流电源时)在设备电源输入端测量输入功率。

4.7.13 连续工作时间

按 3.23 条要求,连续开机工作至规定时间。连续工作前、后应进行主要性能指标测试。具体项目由产品规范规定。

4.7.14 机械性能

可用目视、手感方法,或通过机械环境试验及专门试验方法进行检验。具体方法由产品规范规定。

4.7.15 工艺

可用目视、手感方法进行检查。

4.7.16 维修性

检验样品数量、作业样本的选择与确定、维修性参数的选择与确定、试验数据的处理等,可按照 GJB 2072 中的附录 A 和附录 B 规定实施。具体方法由产品规范规定。

4.7.17 测试性

按产品规范规定方法进行检验。

4.7.18 保障性

保障性试验与评审的内容和项目,按 3.9.3 条规定进行。具体试验与评审方法可按 GJB 3872 中 5.5 条规定方法或按产品规范规定执行。

4.7.19 电磁兼容性

按 GJB 152A 及产品规范规定的有关方法进行试验。

4.7.20 抗干扰性

抗干扰性试验与评估方法,按产品规范规定执行。

4.7.21 保密性

保密性试验检查内容、项目和方法,按产品规范规定执行。

4.7.22 人一机—环境工程

主要通过设计评审、图样审核进行检查,通过实践使用和检测进行验证,必要时可作专门的模拟试验。

4.7.23 使用性

通过操作人员的实践使用,对使用性进行评价。

4.7.24 运输性

运输试验按产品规范规定方法进行试验。

4.7.25 生产性

可按附录 E 中分析检查项目进行生产性评定。

4.7.26 软件测试

按 3.25.2.4 条和 3.25.2.5 条要求及产品规范规定方法进行试验(或检查)。

4.7.27 低温试验

按附录 A(补充件)中 A.1 条和“A01 低温试验”规定方法进行试验。

4.7.28 高温试验

按附录 A 中 A.1 条和“A02 高温试验”规定方法进行试验。

4.7.29 湿热

按附录 A 中 A.1 条和“A07 湿热试验”规定方法进行试验。

4.7.30 低气压

按 GJB 150.2 规定方法进行试验。

4.7.31 温度冲击

按 GJB 150.5 规定方法进行试验。

4.7.32 淋雨

按附录 A 中 A.1 条和“A06 淋雨试验”规定方法进行试验。

4.7.33 浸渍

按附录 A 中 A.1 条和“A03 浸渍试验”规定方法进行试验。

4.7.34 风、雪

4.7.34.1 风

4.7.34.1.1 试验方法

按 GJB 150.21 规定方法进行试验。

4.7.34.1.2 评审法

当受试验条件限制不能进行风压试验时,可采用评审方法对设备抗风强度进行评审。可根据抗风强度设计资料、选用材料、结构工艺等进行审查,评定设备抗风能力。

4.7.34.2 雪

可采用评审方法,通过对设计、材料的评审评定设备雪负荷能力。

4.7.35 雾凇和雨凇

可采用评审法,通过对设计、材料的评审评定设备在雾凇或雨凇环境条件下的工作能力和负荷能力。

4.7.36 冰、冰雹

4.7.36.1 冰

按 GJB 150.22 规定方法进行试验。

4.7.36.2 冰雹

采用评审法,通过对设计、材料的评审评定设备承受冰雹打击的能力。

4.7.37 雷电

按产品规范规定方法进行试验。

4.7.38 振动

按附录 A 中 A.1 条和“A05 振动试验”规定方法进行试验。

4.7.39 冲击

按附录 A 中 A.1 条和“A04 冲击试验”规定方法进行试验,铁路车辆撞击试验按 GJB 150.18 方法 3 进行试验。

4.7.40 跌落

按 GJB 150.18 方法 1 进行试验。

4.7.41 倾斜和摇摆

按 GJB 150.23 规定方法进行试验。

4.7.42 颠震

按附录 A 中 A.1 条和“A04 冲击试验”的方法 6 进行试验。

4.7.43 噪声

按 GJB 150.17 规定方法进行试验。

4.7.44 太阳辐射

按 GJB 150.7 规定方法进行试验。

4.7.45 砂尘

按 GJB 150.12 规定方法进行试验。

4.7.46 霉菌

按 GJB 150.10 规定方法进行试验。

4.7.47 盐雾

按 GJB 150.11 规定方法进行试验。

4.7.48 涉(潜)水

按产品规范规定方法进行试验。

4.7.49 炮击振动

按附录 A 中 A.1 条和“A04 冲击试验”的方法 3 进行试验。

4.7.50 爆炸性大气

按 GJB 150.13 规定方法进行试验。

4.7.51 可靠性

寿命特征服从指数分布或合理地认为服从指数分布的设备,按附录 B 规定方法进行试验。

寿命特征属非指数分布或合理地认为属非指数分布的设备,按产品规范规定方法进行试验。

4.7.52 包装外观检查

按附录 C 中 C.1 条规定方法进行检查。

4.7.53 堆码试验

按附录 C 中 C.2.1 条规定方法进行试验。

4.7.54 正弦变频振动试验

按附录 C 中 C.2.2 条规定方法进行试验。

4.7.55 自由跌落试验

按附录 C 中 C.2.3 条规定方法进行试验。

4.7.56 棱向跌落试验

按附录 C 中 C.2.4 规定方法进行试验。

4.7.57 角向跌落试验

按附录 C 中 C.2.5 条规定方法进行试验。

4.7.58 滚动试验

按附录 C 中 C.2.6 条规定方法进行试验。

4.7.59 斜面冲击试验

按附录 C 中 C.2.7 条规定方法进行试验。

4.7.60 吊摆冲击试验

按附录 C 中 C.2.8 条规定方法进行试验。

4.7.61 起吊试验

按附录 C 中 C.2.9 条规定方法进行试验。

4.8 缺陷分类

产品的缺陷分类按 GJB 179A 分为致命缺陷、严重缺陷和轻缺陷三类。设备的可视缺陷和机械缺陷，可参照 GJB 2082 规定执行。具体缺陷内容、分类由产品规范规定。

5 交货准备

5.1 包装的一般要求

5.1.1 包装设计原则

应根据设备的战术技术要求和运输贮运条件，在满足所希望的保护要求的前提下，尽可能地以经济的统一的有效的的方式获得必需的包装防护等级。

5.1.2 包装材料

所选用的包装容器和包装材料应符合有关标准的要求，并具有防霉、防蛀的特性。材料应清洁干燥，不允许选用会导致设备锈蚀及产生有害气体的材料(如石棉及石棉制品)。缓冲和裹包材料应有阻燃特性。对新研制的包装材料在通过有关部门鉴定合格并经订购方批准方可使用。

5.1.3 首件

如订购方需要进行首件检验时，首件样品应经受首件检验。

当合同或订单规定需要进行运输试验时，可以用真实设备进行试验，也可以用模拟设备或模拟装置代替真实设备进行试验。

5.1.4 装箱技术文件

按合同或订单要求，承制方应提供下列资料：

- a) 开箱说明书及装箱明细表各一份(置于 1# 包装箱标志牌内)，见附录 I(参考件)；
- b) 装箱单一份(置于每个包装箱标志牌内)，见附录 J(参考件)；
- c) 备、附件装箱清单(置于备件、附件包装箱内)，见附录 K(参考件)；
- d) 元件、器件装放位置示意图(置于备件、附件包装箱内)；
- e) 防护方法、防护等级和装箱等级说明(置于 1# 箱内)。

5.1.5 随机文件

随机文件应装入文件袋内，若整套设备分为若干个箱装箱，则随机文件通常应装在附件箱内。

5.1.6 包装室

包装室应清洁整齐，无酸、碱性或其他有害气体的影响。一般不允许在露天场所进行包装。

5.1.7 不规则设备的包装

凡形状不规则或有锐角的设备，在装箱时，应采取保护措施，将可活动部分调至最小范围并加以固定。对重心较高的设备，应采取防倾倒的措施。

5.1.8 拆卸

凡适宜拆卸分解的设备，经承制方和订购方协商同意，可分开包装，拆卸下的部件或零件应加标签标志，其标签标志及文字、符号应牢固、清晰、耐水、耐油及不褪色。

5.1.9 装箱步骤

装箱应按装箱明细表的规定进行。

5.1.10 满包装

包装箱必须满包装。包装设计应避免不必要的重量和空间，以提高包装效率和降低成本。

5.1.11 橡胶件

对橡胶件需抹滑石粉。

5.1.12 对镀层的保护

设备不应直接与对镀(涂)层有影响的材料(如橡胶、海绵、聚氯乙烯等)接触。

5.1.13 铅封

永久性装放箱必需铅封。

5.2 防护包装

订购方和承制方应根据设备的战术技术要求及流通条件,按 GJB 1182 的规定,在合同或订单中规定必要的防护包装等级。

5.2.1 A 级防护包装

当设备(含相应的备件和附件)按 GJB 1182 中的 5.1 条规定选择 A 级防护包装时,承制方应按 GJB 1653 中的附录 A、附录 B 和下面的规定,对设备进行防护包装。

5.2.1.1 包装室的温度应保持在 $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 以下,相对湿度应保持在 60% 以下(但不能低于 30%)。

5.2.1.2 待包装的设备、防潮密封袋、内包装密封器及有关材料必须置于包装室内,待其与包装室的温度、湿度平衡时,方可进行密封包装。

5.2.1.3 设备的清洁处理、施放干燥剂、密封等一系列工序应一次完成,不得中断,若需要中断时,除继续保持包装室的温湿度外,还需要取出已放入待封容器中的干燥剂,并对已处理过的设备加以临时保护。

5.2.1.4 应根据设备的具体特性,使用衬垫缓冲材料或缓冲装置,以减缓内装设备在运输装卸和贮存过程中所受到的机械冲击与振动,并防止单元包装的防水防潮阻隔材料被戳破。

5.2.1.5 密封包装所用的纸必须符合有关标准的规定。防潮密封袋所用材料的技术性能应符合 GJB 2493 的规定。

5.2.1.6 防潮密封袋所用的干燥剂应满足下列要求:

- a) 干燥剂应用透气性良好、不易撒落的袋装好,放在设备内部或周围,不允许干燥剂直接接触设备;
- b) 放入干燥剂后应迅速密封,以免吸收潮气而影响预期效果;
- c) 干燥剂用量可根据密封和贮存条件进行计算求得,其计算方法见附录 L(参考件);
- d) 在放入干燥剂的同时,应加入适量的指示剂或指示纸。

5.2.2 B 级防护包装

根据设备(含相应的备件和附件)的战术技术要求及流通和贮存条件,若订购方按 GJB 1182 中的 5.1 条规定选择 B 级防护包装方法保护设备时,应按 GJB 1653 附录 A 和附录 B 的规定进行防护包装。

5.2.3 C 级防护包装

C 级防护应能保证设备从承制方到第一个接收单位的运输过程中受到保护,不产生锈蚀变质和损坏。

5.3 对敏感电子产品的防护

5.3.1 有引线 and 端子的产品防护

为保持产品原有位置,使引线和端子保持制成时的形状,可利用无腐蚀性的、防静电的托架、包装容器、支撑架进行防护,而不产生使产品损害的应力。这些防护材料应保证取出产品和替换产品时对产品不会造成损坏。

如果对小型敏感电子产品采用托架防护,则托架应能防止由谐振、冲击和静电对敏感电子产品产生的损坏。禁止用胶带或粘合剂把产品、引线和端子固定在托架上。在装卸、运输、贮存和试验过程中,托架应使各种产品、引线和端子保持实际间隔和制成时的形状。托架应能保证安全运输、易于取出检查和替换产品。托架应没有尖凸,以防止损坏产品和包装材料。

5.3.2 缓冲和裹包材料

当要求附加防护时,裹包材料应是无腐蚀性的,并且不易破碎、剥落、粉化和脱落,在与静电敏感产品直接接触时,裹包和缓冲材料应符合静电防护要求。缓冲包装可参见 GJB/Z 85。

5.3.3 单元防护

对受静电、电磁作用或两者同时作用易于损坏的敏感器件,除满足 5.3.4~5.3.7 条要求外,还应满足 GJB 145A 的方法 II A 的规定。

5.3.4 静电防护

对易受静电场作用而损坏的产品,应采用能防护静电的材料进行裹包和缓冲,然后封装在符合 GJB 2605 规定的能防护静电作用的袋中。用防腐的导电材料连接所有暴露的引线和连接插头,以保持一个公共地位,避免设备在运输过程中受到静电荷的影响。防静电包装可参见 GJB/Z 86。

5.3.5 电磁防护

对易受电磁作用而损坏的产品,应使用具有抗电磁干扰的铝箔复合材料制成密封袋容器进行封装。

5.3.6 电磁和静电防护

当产品同时要求电磁和静电防护时,单元包装应符合 5.3.5 条和 5.3.4 条的规定。

5.3.7 磁防护

当订购方规定需要对磁场防护时,受单一磁场作用易损坏的敏感电子产品应完全密封在有足够厚度的黑色金属容器内或铁氧体混合物制成的容器内。

5.3.8 放射性防护

如有要求需对易受放射性影响的电子产品进行防护时,应将电子产品完全密封在有足够厚度的铅或铅合金制成的容器内,以达到所要求的防护等级。

5.3.9 除了本规范规定的防护和装箱要求外,放射性材料的包装和屏蔽应符合有关规范的规定。

5.4 装箱

按 GJB 1182 的规定,装箱分为 A、B、C 三个等级。订购方应根据设备的技术战术要求及流通贮存条件,在合同或订单中明确规定装箱等级。承制方按订购方的要求进行装箱。如订购方无规定时,可按表 22 推荐的方案进行装箱。

5.4.1 A 级装箱

若选择 A 级装箱,应按 5.2 条规定将包装好的包装件装入表 22 相对应的外包装容器中。

5.4.2 B 级装箱

若选择 B 级装箱,应按 5.2 条规定将包装好的包装件装入表 22 相对应的外包装容器中。

5.4.3 C 级装箱

若选择 C 级装箱,应按 5.2 条规定将包装好的包装件装入表 22 相对应的外包装容器中。

5.4.4 托盘包装

当按 5.2 条规定包装好的包装件不需要使用垫木时;或运往同一目的地的包装件总重量超过 115kg (不含托盘重量);或总体积超过 0.65m³;或包装件的尺寸可以使用 GB/T 2934 规定的任一种托盘时,则需要使用托盘包装,并采用钢带或热收缩薄膜将包装件固定在托盘上。

5.4.5 封箱

当外包装箱使用瓦楞纸箱装箱时,应使用透明胶粘带或双向拉伸聚丙烯胶粘带粘贴接合处。

当外包装箱使用木箱装箱时,封箱应符合相应包装容器规范要求,所用的金属捆扎带应符合要求,当包装容器为耐水防潮的木箱时,不必要求再封箱。

5.4.6 外包装容器

外包装容器分为瓦楞纸箱和木箱两种,表 22 为外包装容器与装箱等级一览表,该表根据内装设备的重量及装箱等级列出了相应的外包装容器有关参数。订购方可以根据有关要求,选择外包装容器。

5.4.6.1 瓦楞纸箱

当选择瓦楞纸箱作为外包装容器时,瓦楞纸箱应符合 GJB 1109A 或 GJB 2555 的规定。

5.4.6.2 永久性装放箱

当外包装容器作为永久性装放箱时,它应符合 GJB 1764 的榫接木箱的规定。

5.4.6.3 胶合板箱

当选择胶合板箱作为外包装容器时,它应符合 GJB 1764 表 1 的 5 型 C 类木箱的有关规定。

5.4.6.4 滑木箱

当设备的重量大于 200kg 时,应选用滑木箱作为外包装容器。所用的滑木箱应符合 GJB 1764 中 3.7 条的规定。

5.4.7 集装箱

若采用集装箱运输时,其包装容器的外形尺寸应符合 GB/T 1413 的规定。

5.5 包装标志

5.5.1 标志牌

运输箱的标志或标志牌应符合 GJB 1765 的有关规定。

5.5.2 贮运标志

贮运图标志应符合 GJB 1765 的附录 B 的规定。

5.5.3 军用危险物资的图示标志

军用危险物资的图示标志应符合 GJB 1765 的附录 A 规定。

表 22 外包装箱与装箱等级一览表

包装箱类型	内装设备重量(kg)	装箱等级	对应标准
单瓦楞纸箱	10~40	C	GJB 1109A、 GJB 2555
双瓦楞纸箱	20~50	B、C	
一级单瓦楞纸箱	5~40	C	GJB 1109A
一级双瓦楞纸箱	10~55	A、B	
二级单瓦楞纸箱	5~40	C	
二级双瓦楞纸箱	1~55	B、C	
木框架双瓦楞纸箱	35~135	B、C	GJB 2555
木框架三瓦楞纸箱	35~135	A、B、C	
钉接木箱			GJB 1764
1 型	<20	A、B、C	
2~4 型	<150	A、B、C	
5 型			
A、B 类	<200	A、B、C	
C 类	<150	A、B、C	
榫接木箱			
6~7 型	<200	A、B、C	
滑木箱			
1 型	200~1 500	A、B、C	
2 型	200~1 500	A、B、C	

5.5.4 特殊标志

必要时,加特殊说明和特殊标志。

- 当设备包装件提供开箱说明时,在运输箱上应标打上“见开箱说明书”的字样。
- 敏感电子产品防静电的标志应符合 GJB 1649 的规定。

5.5.5 开箱标志

重量大于 200kg 的包装件,应在包装箱的有关部位用箭头标明开箱标志,写上“由此开箱”的字样。

5.6 开箱说明书

对复杂设备的包装应提供开箱说明书,说明书至少写明“开箱时,首先拆除包装箱的顶板和侧板,然后卸下箱底板上固定设备的螺栓,使设备与箱底板分离”。

开箱时,为防止损坏设备,应注意下列规定:

- 注意 5.5.5 条在包装箱上标明的箭头。箭头指向最容易拆开的位置;

- b) 只允许用拔钉器拔出圆钉;
- c) 只允许用螺丝刀卸下螺钉;
- d) 不允许猛击或锤打包装箱;
- e) 各种手柄、撬棍不得接触到设备。

5.7 包装箱质量要求

包装箱制造质量应能保证设备在装卸、运输、贮存过程中,不致锈蚀、变形和损坏,并经 5.8 规定试验项目试验合格。

5.8 包装试验

包装试验分为外观检查和性能试验。试验后应根据有关规定对设备进行检验,以确定设备是否合格。

5.8.1 外观检查

应对一个完整的运输包装件进行外观检查,以确定包装件的清洁、干燥、防护、装箱和标志是否符合第 5 章和产品规范的有关要求。

5.8.2 性能试验

合同或订单中若有规定,按 A 级和 B 级防护包装的运输包装件应能承受下列试验:

- 5.8.2.1 包装箱在运输和贮存时应具较强的承压能力,当按 4.7.53 条规定方法进行堆码试验后,不应出现损坏。
- 5.8.2.2 运输包装件应具有抗振能力,在经受正弦变频振动试验后,不应发生损坏、变形或松动。
- 5.8.2.3 包装箱应能经受自由跌落试验,试验后应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.4 包装箱在经受棱向跌落试验后,应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.5 包装箱在经受角向跌落试验后,应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.6 包装件重量小于 100kg 的包装箱,遇到滚动危害时对箱内设备应起保护作用。当按 4.7.58 条规定方法进行滚动试验后,应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.7 包装箱应能经受斜面冲击试验,试验后应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.8 包装箱应能经受吊摆冲击试验,试验后应符合产品规范的规定。
- 5.8.2.9 包装件重量大于 500kg 的包装箱,应有起吊装置。在起吊装卸过程中应具有较强的抗侧压力能力。经起吊试验后,应符合产品规范的规定。

对有防潮密封要求的包装件应在进行 4.7.53 条~4.7.61 条的试验后,按 GJB 145A 的规定进行泄漏试验,若有规定,还要按 GJB 145A 的要求进行周期暴露试验。

5.8.3 免试条件

在下列情况下不要求做性能试验:

- a) C 级包装的包装件;
- b) 承制方提供了详细的包装资料,并得到订购方的认可;
- c) 预先提交了鉴定检验资料。

5.9 运输要求

5.9.1 应严格按照包装箱上的贮运标志进行作业。

5.9.2 装载时应注意重箱、大箱在下,重心高度不得超过 2m,堆放应整齐牢靠,载重量不得超过货车的载重定额。

5.9.3 装车时应符合有关超高、超宽的规定,包装件应放置平衡,不允许偏一侧。

5.9.4 用汽车运输时,应根据道路情况控制车速,防止损坏设备。

5.9.5 不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车装运。

5.9.6 铁路运输时,除高度超过 2m 的大型设备外,应装在蓬车或车厢内进行运输。

5.9.7 设备在运输过程中应有防雨、防尘、防日晒,防撞冲的措施,用敞车装运时要加盖蓬布。

5.9.8 通信车、装有通信设备的拖车以及其他车辆可装在敞车上进行铁路运输。

5.9.9 设备装车和发送应在订购方代表监督下进行。

5.9.10 在运输过程中,若发现设备被损坏,应及时通知有关部门处理。

5.10 贮存要求

5.10.1 长期贮存

设备贮存时间自包装之日起超过六个月者为长期贮存。

5.10.2 贮存期

若无其他规定,设备的有效贮存期为3年,在规定的贮存期内和贮存条件下,设备技术性能应符合有关标准或产品规范的要求,并无锈蚀和发霉现象。软件记录介质(光盘、磁盘和芯片等载体)不应变质、损坏和失效。

5.10.3 贮存前的检查

5.10.3.1 从包装箱的标志牌内取出装箱明细表和开箱说明,对照收货通知单,检查设备数量及齐套性。

5.10.3.2 检查包装箱有无损坏及损坏程度,铅封是否完好。

5.10.3.3 按开箱说明书的说明,使用专用工具,运用正确方法,按开箱标志拆箱。

5.10.3.4 抽查设备的机械、电气性能,发现问题及时报告处理。

5.10.3.5 检查完毕后,按装箱要求恢复包装。

5.10.4 贮存规则

5.10.4.1 不同型号规格设备应分别放置,堆放整齐,不许倒置。

5.10.4.2 对有腐蚀性、易燃、易爆物品应隔离存放。

5.10.4.3 小型和精密设备应存放在器材架上。

5.10.4.4 包装件应堆放在高于地面30cm的枕木上。堆放高度不应超过4.5m,距离墙壁1m以上,以保持空气流通。

5.10.4.5 简易包装的大型铁塔、抛物面天线等设备不允许露天存放。

5.10.5 对仓库要求

5.10.5.1 仓库库房应符合下列大气条件:

温度:5℃~30℃

相对湿度:50%~70%。

5.10.5.2 库房应有平整的水泥地面,并高出室外地面40cm以上。

5.10.5.3 库房应防止各种有害气体及腐蚀性化学物品对包装件造成损害。

5.10.5.4 库房应有良好的通风防尘措施并保持清洁。

5.10.5.5 库房及周围应无强烈的机械振动和强电、磁场。

6 说明事项

6.1 替代标准

本规范替代下列标准:

- a) GJB 367.1—87 军用通信设备通用技术条件 设计制造要求;
- b) GJB 367.2—87 军用通信设备通用技术条件 环境试验方法;
- c) GJB 367.3—87 军用通信设备通用技术条件 可靠性鉴定试验和验收试验方法;
- d) GJB 367.4—87 军用通信设备通用技术条件 验收规则;
- e) GJB 367.5—87 军用通信设备通用技术条件 包装、运输和贮存要求。

6.2 预定用途

本规范规定的设备是指包括信息设备、终端设备和末端设备在内的各类有线、无线和光通信设备和配套设备(或装置)及其备件、附件(包括地面导航设备),预定装备于陆、海、空军,主要用于执行作战、训

练和执勤等通信保障任务。

6.3 订货文件内容

合同或订单中应载明下列内容：

- a) 本规范和产品规范名称和编号；
- b) 设备型号和装载型式；
- c) 设备数量(台、部、套、件)、价格、交货方式和日期；
- d) 检验的特殊要求(包括订货批、检验批合格质量指标、试验方案、判决风险、故障(缺陷)分类,试验应力等)；
- e) 封存、包装和装箱级别；
- f) 本规范条文中载明由合同规定的内容；
- g) 其他。

附 录 A
(补充件)
常用的一般环境试验方法

本附录给出了常用的一般环境试验方法,以方便检验、验收时使用。其他环境试验方法见 GJB 150 有关分标准。

A.1 基本要求

A.1.1 试验条件

A.1.1.1 正常试验大气条件

如设备有关标准或产品规范无其他规定,测量和试验应在正常试验大气条件下进行。正常的试验大气条件按 4.4.1.1 条的规定执行。

A.1.1.2 测试仪表、设备条件

A.1.1.2.1 基本要求

见 4.4.3 条。

A.1.1.2.2 试验箱(室)

A.1.1.2.2.1 试验箱(室)容积。试验箱(室)的容积应保证在试验时,试验样品不干扰试验条件的产生和保持。试验箱(室)的尺寸要足够大,一般以试验样品占试验箱(室)有效容积的 20% 为宜,以保证试验样品所有部位都处于均匀的试验条件中。

A.1.1.2.2.2 热源。除热辐射为试验条件之一外,试验设备中的热源的辐射热不应直接落在试验样品上。

A.1.1.2.2.3 温度传感器的位置。若无其他规定,用于测量或控制试验箱(室)温度的温度传感器应尽量位于箱中心。试验时,无论采用进风或回风来控制箱(室)内规定的试验条件,对温度传感器都应加以遮盖或保护。

A.1.1.2.2.4 箱(室)内空气循环。受控制的空气流应适当加以遮挡,以使绕过试验样品的气流均匀。如进行多层试验样品试验时,则需在试验样品之间留有间隔,以便使试验样品与箱(室)壁之间有空气能自由循环。

A.1.1.3 试验条件的容许误差

若无其他规定,环境试验时试验条件的容差规定如下:

- a) 温度:试验箱(室)有效工作空间的温度应在试验温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之内。任意方向上穿过试验样品所占空间的温度梯度不应超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$,但总的温差不应超过 2.2°C ;
- b) 气压:当使用流体压力计测量时,容差为 $\pm 5\%$ 或 0.2kPa ,两者取误差小的为准;
- c) 相对湿度: $\pm 5\%$;
- d) 振动幅度:正弦波 $\pm 10\%$;
- e) 振动频率: $\pm 2\%$, 低于 25Hz 为 $\pm 0.5\text{Hz}$;
- f) 加速度: $\pm 10\%$ 。

A.1.1.4 试验温度的稳定

A.1.1.4.1 工作状态。若无其他规定,当试验样品中热容量最大的部件每小时的温度变化不大于 2°C 时,则认为该试验样品达到了温度稳定(大试验样品除外)。

A.1.1.4.2 不工作状态。若无其他规定,当试验样品中热容量最大的部件的温度与试验箱设置的温度相差在 2°C 以内时,则认为该试验样品达到了温度稳定(大型试验样品除外)。为缩短达到温度稳定的时间,允许将试验箱(室)内的空气温度在一小时内调到超过试验规定的终点温度 5°C ,但不能因箱(室)温

超过而使试验样品出现故障。

A.1.2 试验样品的安装

若无其他规定,试验样品在试验设备内的安装应模拟实际使用状态进行连接。实际工作中使用而在试验中不用的插头、外罩及检测板等应保持原状。实际工作中加以保护的而在试验中不用的机械或电气连接处应加以适当的覆盖。对于那些要求控制温度的试验,试验样品应在正常的试验大气条件下进行安装。试验样品应尽可能安装在试验设备中央。

试验样品安装完后应工作并进行检查,不应因安装不当而造成故障。如果规定试验样品在试验过程中需要工作,则安装时应给予必要的考虑。

要求安装的试验样品彼此之间和离箱壁、天花板及地至少 15cm。

A.1.3 试验检测

A.1.3.1 初始检测

在进行任何环境试验以前,试验样品应在正常的试验大气条件下,按设备有关标准或产品规范规定,对其电性能、机械性能及外观进行检测,并将检测数据记录下来。这些数据应作为试验其间或试验结束后进行比较判别的依据。具体测试项目由产品规范规定。

A.1.3.2 中间检测

试验期间要求试验样品工作时,应进行检测,以便与试前数据比较,确定其性能是否发生了变化。进行中间检测时,除试验样品本身特性所限外,不允许将试验样品从试验设备中取出。具体测试项目由产品规范规定。但中间检测项目一般应是初始检测项目中最主要的项目。

A.1.3.3 最后检测

在每个试验完成后,若无其他规定,则在正常的试验大气条件下进行恢复。恢复时间由设备有关标准或产品规范规定。恢复期结束后,应按设备有关标准或产品规范规定对试验样品进行外观、电气和机械性能检测(测试项目同初始检测项目),并与初始检测数据进行比较,获得试验结果。

A.1.4 试验记录

试验记录应包括:

- a) 试验设备、测试仪器的名称及检定记录;
- b) 测试环境;
- c) 试验顺序;
- d) 试验样品电性能、机械性能及外观检测数据;
- e) 试验人员签字;
- f) 其他。

A.1.5 故障判据

A.1.5.1 当试验样品发生下列任何一种情况时,则认为试验样品出现故障;

- a) 检测的性能参数超出设备有关标准或产品规范中规定的容差;
- b) 破坏性的或结构上的故障;
- c) 机械卡死、零件松动或脱落(包括螺钉、夹具、螺栓、螺母)造成部件出现故障或不安全情况;
- d) 失灵;
- e) 试验样品出现某些变化,使设备不能满足维修要求(例如用专用工具也无法进行)。

A.1.5.2 在设备有关标准或产品规范中规定的其他故障判据。

A.1.6 试验中断处理

A.1.6.1 容差范围内的中断:当中断期间试验条件未超出容差范围时,中断时间应作为总试验持续时间的一部分。

A.1.6.2 欠试验条件的中断:当试验条件低于容差范围的下限时,应从低于试验条件的点重新达到规定的试验条件后恢复试验,一直进行到完成预定的试验周期。

A.1.6.3 过试验条件的中断:当试验条件超过容差范围的上限时,应停止试验,并用新样品重做。若过试验条件不会直接造成样品损坏或此样品可修复,则应从高于试验条件的点重新降到规定的试验条件后恢复试验,一直进行到完成预定的试验周期。如果以后试验中样品出现故障,则应认为该试验结果无效。

A.2 试验顺序

当对同一试验样品依次进行两个或两个以上的试验时,必须注意合理地安排试验顺序。安排试验顺序时应考虑的问题如下:

- a) 前一试验的试验结果对后一试验的影响。安排试验顺序时,必须使前一试验对试验样品产生的不良影响在后一试验中能起到积累作用,而不互相抵消;
- b) 考虑实际所遇到的环境因素顺序;
- c) 为了得到试验样品的损坏趋势,试验顺序往往从最严酷的试验项目开始,但若试验导致试验样品不能继续经受试验时,则应把这种试验放在试验顺序的末尾。一般适用于样机;
- d) 为了在试验样品损坏前得到更多的信息,则试验顺序应从最不严酷的试验项目开始,例如非破坏性试验。一般适用于数量有限的样机。

推荐的试验顺序见表 A.1。

表 A.1 试验顺序表

试验项目	地面设备试验顺序	舰载设备试验顺序
低 温	1	1
高 温	2	2
低气压	3	-
太阳辐射	4	3
温度冲击	5	-
浸 渍	6	4
爆炸性大气	7	5
冲 击	8	6
炮击振动	-	9
振 动	9	10
跌 落	10	11
淋 雨	11	12
湿 热	12	13
霉 菌	13	14
盐 雾	14	15
砂 尘	15	-
颠 震	-	7
倾斜和摇摆	-	8

A.1.3 试验方法

常用的一般环境试验方法见 A01~A07。

A01 低温试验

1 目的

确定设备在低温环境条件下存放和工作的适应性。

2 对试验设备的要求

- 2.1 试验箱(室)的工作空间应能提供 3.10.2.1 条表 1 所规定的温度,可以采用强迫空气循环来保持温度的均衡性。
- 2.2 为了限制试验样品与试验箱(室)壁之间的辐射热交换,在试验条件达到之后,箱(室)壁的温度偏离规定的试验环境温度不应超过 8%(按绝对温度计算),这一要求适用于全部箱(室)壁,试验样品不应受到不符合该要求的任何发热和冷却元件的辐射影响。
- 2.3 试验箱(室)应有良好的接地装置、测试引线装置、照明装置及观察孔和操作孔,以便对试验样品进行观察和电性能测试。

3 严酷等级

按 3.10.2.1 的表 1 执行。

4 试验程序

试验按图 A.1 进行。

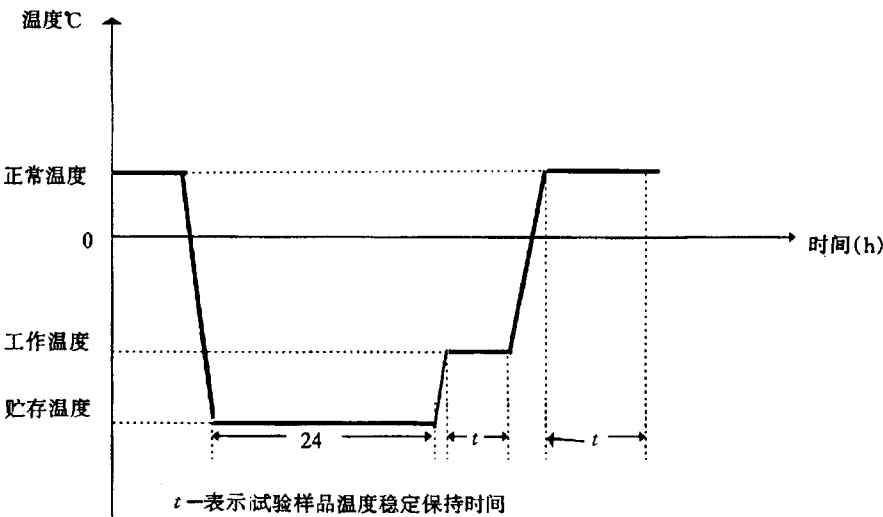


图 A.1

- 4.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。
- 4.2 试验样品按正常工作位置放入实验箱(室)内。将箱内温度降低到贮存温度,并在试验样品温度稳定后,保持 24h,或者按设备有关标准或产品规范规定的时间执行。
- 4.3 调节箱(室)内温度到试验样品的工作温度,直至试验样品达到温度稳定。
- 4.4 在工作温度下试验样品通电工作,直至试验样品工作稳定,或按设备有关标准或产品规范工作。并

按 A.1.3.2 条的规定进行中间检测。

4.5 试验样品断电,箱(室)内恢复到正常的试验大气条件,直至试验样品达到温度稳定。

4.6 试验样品工作,按 A.1.3.3 条的规定进行最后检测。

注:第 4.2、4.3、4.5 条中温度变化速率可以按箱(室)所能达到的最大速率,但不得超过每分钟 10℃。

5 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 初始检测的项目和要求;
- b) 不同于本标准规定的严酷等级;
- c) 若试验中试验样品表面热交换速率很重要时,则要规定箱(室)内空气速率;
- d) 中间检测的项目和要求;
- e) 工作稳定所需时间;
- f) 试验样品所需工作和测量时间;
- g) 最后检测的项目和要求;
- h) 失效判据。

A02 高温试验

1 目的

确定设备在高温环境条件下存放和工作的适应性。

2 对试验设备的要求

2.1 试验箱(室)的有效工作空间应能提供 3.10.2.1 条表 1 所规定的温度,可以采用强迫空气循环来保持温度的均衡性,但试验样品周围的空气速度不应超过 1.7m/s。

2.2 为了限制试验样品与试验箱(室)壁之间的辐射热交换,在试验条件满足之后,箱(室)壁的温度偏离规定的试验环境温度不应超过 3%(按绝对温度计算),这一要求适用于全部箱(室)壁,试验样品不应受到不符合该要求的任何发热和冷却元件的辐射影响。

2.3 试验箱(室)必须有较好的密封,箱(室)内每立方米空气中的水蒸气不得超过 20g(相对于温度 35℃、相对湿度 35%)。

2.4 试验箱(室)应有良好的接地装置、测试引线装置、照明装置及观察孔和操作孔,以便对试验样品进行观察和电性能测试。

3 严酷等级

按照 3.10.2.1 条表 1 执行。

4 试验程序

试验按图 A.2 进行。

4.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

4.2 试验样品按正常工作位置放入试验箱(室)内。将箱内温度升高到贮存温度,并在试验样品温度稳定后,保持 48h,或者按设备有关标准或产品规范规定的时间执行。箱(室)内相对湿度不得超过 15%。

4.3 调节箱(室)内温度到试验样品的工作温度,直至试验样品达到温度稳定。

4.4 在工作温度下试验样品通电工作,直至试验样品工作稳定,或按设备有关标准或产品规范规定工作。并按 A.1.3.2 条的规定进行中间检测。

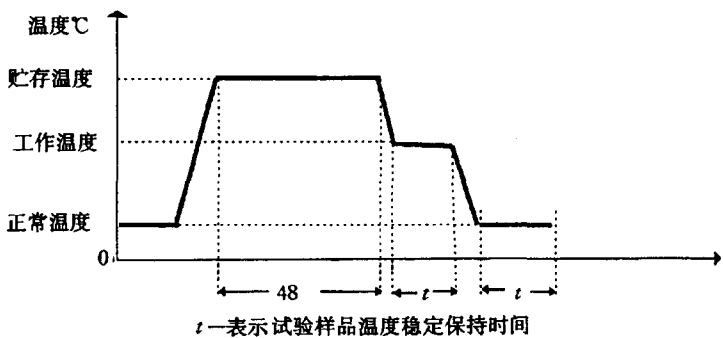


图 A.2

4.5 试验样品断电,箱(室)内恢复到正常的试验大气条件,直至试验样品达到温度稳定。

4.6 试验样品工作,按 A.1.3.3 条的规定进行最后检测。

注:第 4.2、4.3、4.5 条中温度变化速率可以按箱(室)所能达到的最大速率,但不得超过每分钟 10℃

5 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 初始检测的项目和要求;
- b) 不同于本标准规定的严酷等级;
- c) 若试验中试验样品表面热交换速率很重要时,则要规定箱(室)内空气速率;
- d) 中间检测的项目和要求;
- e) 工作稳定所需时间;
- f) 试验样品所需工作和测量时间;
- g) 最后检测的项目和要求;
- h) 失效判据。

A03 浸渍试验

1 目的

确定设备浸渍在水中时防止水渗入壳体内部的能力。

2 对试验设备的要求

- 2.1 能满足试验方法中规定水深的水箱或高压水箱均可。
- 2.2 用于试验的水中可加入一些溶于水的染料,如荧光素,以便分析和确定漏水位置。
- 2.3 水箱应有足够的容积放置试验样品,并能保持和控制水的温度。

3 试验条件

- 3.1 水温应为 $(18 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- 3.2 试验样品温度应为 $(45 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。
- 3.3 在整个试验期间水温的变化应不大于 3℃。

4 试验程序

- 4.1 按本规范 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

将试验样品在正常使用状态下可能处于打开状态的门、盖开、关三次,以证明其工作正常。

4.2 测量和调节水温 and 试验样品温度。

4.3 将试验样品按正常工作状态浸入水箱中,试验样品最上面的点距水面 1m,或按设备有关标准或产品规范规定的浸水深度(可按各种深度下的水压差来调节水压,各深度与压差见表 A.2)。

表 A.2

浸水深度 m	压 差 kPa	浸水深度 m	压 差 kPa	浸水深度 m	压 差 kPa
0.91	8.92	4.00	39.23	15.00	147.10
1.00	9.81	6.00	58.84	50.00	490.33
1.50	14.71	10.00	98.07		

注:海水的浸渍深度是在产生同样压差条件下淡水浸渍深度的 0.975 倍。

4.4 试验样品浸入后每隔 30 分钟测量一次水温,持续浸渍(120±5)min。

4.5 试验结束后,从水中取出试验样品,擦干外表的水,打开试验样品,检查内部渗漏情况。

4.6 若设备有关标准或产品规范有规定,则试验样品工作,按 A.1.3.3 条的规定进行最后检测。

5 故障判据

按设备有关标准或产品规范规定的试验样品的防水性能要求,可用下列故障判据:

- a) 渗水
 - (1)不允许渗水
试验后发现试验样品有渗水即判为故障。
 - (2)允许渗水
允许每 28 000cm³ 试验样品壳体内的渗水量不超过 4cm³,但这些渗水对于试验样品的性能不应产生影响。
- b) 工作故障
试验后试验样品不能满足工作要求,即判为故障。
- c) 安全
浸水试验后,试验样品必须安全工作。

6 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 初始检测的项目和要求;
- b) 浸水深度;
- c) 试验期间试验样品的状态;
- d) 最后检测的项目和要求;
- e) 失效判据。

A04 冲击试验

1 目的

确定设备在冲击或颠簸环境下保持性能和结构完好的能力。

2 对试验设备的要求

2.1 实施本试验方法必须使用规定的并经过检验的冲击试验台(以下简称冲击台)。试验样品、报废件

或模拟件都可用来校准冲击台。冲击台可以是自由落体式的、弹性回跳的、非弹性的、液压的、压缩空气或其他各种类型的。冲击台应能产生半正弦冲击脉冲(见图 A.3)或后峰锯齿形冲击脉冲(见图 A.4)。对于舰载设备,使用 CS-200 型专用冲击台。进行颠簸试验时使用多次连续冲击台,它应能产生半正弦形冲击脉冲。

2.2 测量系统(从传感器到读出式仪表)的频率特性应符合图 A.5 的要求。当采用压电加速度计作为传感器时,固有频率应大于 14kHz。

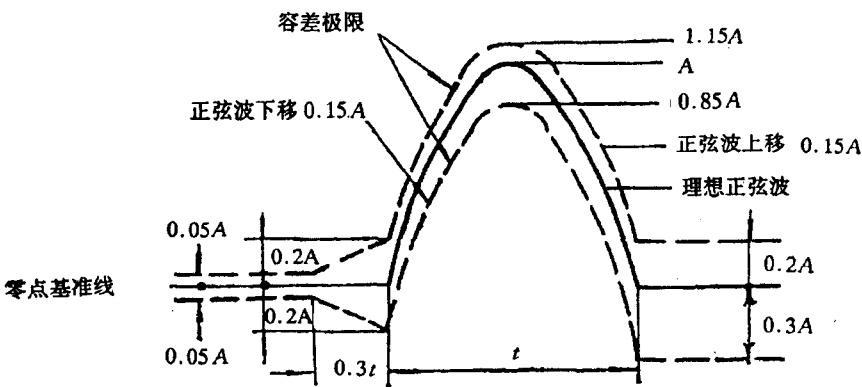


图 A.3

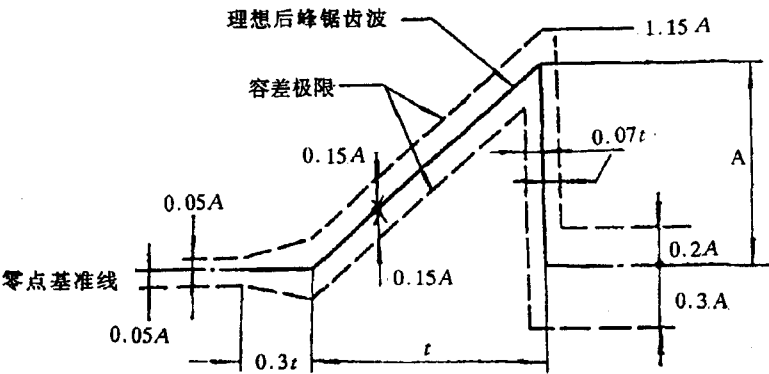


图 A.4

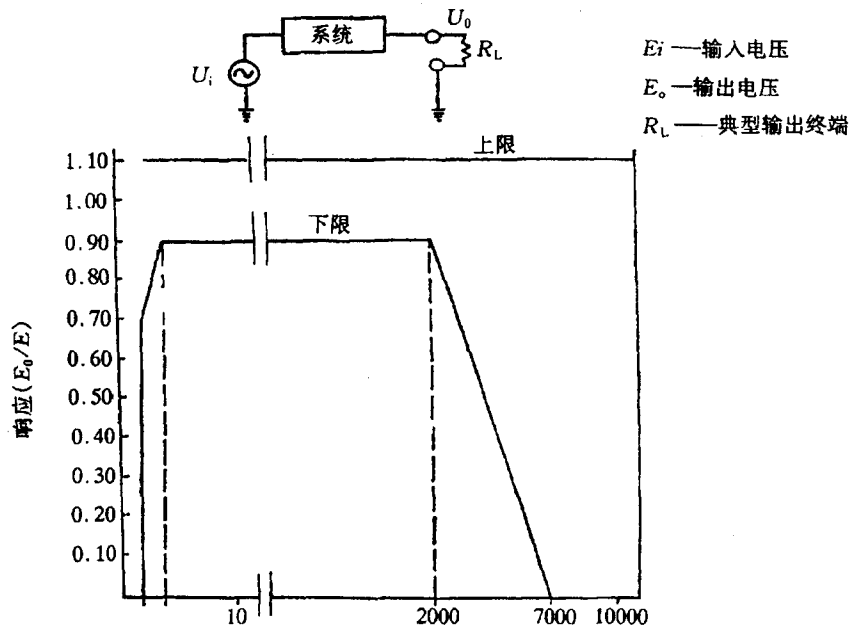


图 A.5

2.3 由冲击脉冲决定的速度变化值应在标称值的 $\pm 10\%$ 范围之内。速度变化标称值对于半正弦冲击脉冲为 $2AD/\pi$, 对于后峰锯齿形冲击脉冲为 $AD/2$, 其中 A 为标称脉冲峰值, D 为标称脉冲宽度。

3 试验样品的安装

3.1 试验样品可直接或借助安装夹具刚性地固定在冲击台面上。与试验样品连接的电缆和导管等附加物应与实际时相类似, 而且不应妨碍试验样品的自由弹跳。试验样品与附加物的负荷应均匀分布, 避免应力集中与重心偏移。

3.2 试验样品在实际使用时若具有隔振器, 则试验时应连同隔振器一道进行试验。

3.3 当试验样品由若干独立的部分组成时, 允许将各个独立部分单独进行试验, 各部分的安装要求均相同。

3.4 当试验样品在实际使用中有若干种安装状态时, 为了对这些状态分别进行试验, 应根据该样品的特点, 制作合适的夹具, 以便在冲击台上安装。

3.5 若使用刚性的模拟件进行试验, 则该模拟件应和试验样品具有相同的重心、重量以及相类似的安装方式。

4 严酷等级

4.1 地面设备试验严酷等级见表 A.3。

表 A.3

试 验 项 目	脉 冲 波 形			
	半正弦形脉冲		后峰锯齿形脉冲	
	参 数			
	峰值加速度 A m/s ²	脉冲宽度 D ms	峰值加速度 A m/s ²	脉冲宽度 D ms
基本设计试验	300	11	400	11
坠撞安全试验	600	6	750	6
高强度试验	1 000	6	1 000	11
注 1: 若设备只安装在卡车或拖车上,则在进行基本设计试验时,峰值加速度 A 值采用 200m/s ² 。 注 2: 表 A.3 不适用于室内使用的固定式设备。 注 3: 安装在坦克、装甲车及自行火炮上的设备,使用高强度试验严酷等级。				

4.2 机载设备试验严酷等级见表 A.4。

表 A.4

试 验 项 目	脉 冲 波 形			
	半正弦形脉冲		后峰锯齿形脉冲	
	参 数			
	峰值加速度 A m/s ²	脉冲宽度 D ms	峰值加速度 A m/s ²	脉冲宽度 D ms
基本设计试验	150	11	200	11
坠撞安全试验	300	11	400	11
高强度试验	1 000	6	1 000	6
注 1: 当采用半正弦形冲击脉冲时,表中试验参数推荐用于有隔振器的或重量大于 135kg 的设备。 注 2: 当采用后峰锯齿形冲击脉冲时,表中试验参数推荐用于无隔振器的或重量小于 135kg 的设备。				

4.3 舰载设备试验严酷等级见表 A.5。

表 A.5

落锤高度 m		0.3	0.9	1.5
摆锤角度		37°	66°	90°
冲 击 次 数				
冲击方向	垂 直	1	1	1
	前 后	1	1	1
	左 右	1	1	1

4.4 颠簸试验严酷等级见表 A.6。

表 A.6

舰船类型	峰值加速度 A m/s ²	脉冲宽度 ms	脉冲重复频率 n/min	冲击次数
I	70	100	80	3 000
II	100	250	80	5 000

注：I类舰船系指螺旋桨推进器的转速在1 000 转/分以下的大中型舰船。II类舰船系指螺旋桨推进器转速在1 000转/分以上的小型舰船。

5 试验程序

5.1 方法 1 基本设计试验

用于确定地面和机载设备在实际使用的冲击环境中保持性能稳定的能力。

5.1.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.1.2 按 A.1.2 条和本方法第 3 条的要求,将试验样品安装在冲击台上。

5.1.3 根据冲击台的具体情况选用一种冲击脉冲,从表 A.3 或表 A.4 中选择相应的试验参数,对试验样品的三个互相垂直轴向的正反两个方向各进行三次冲击,总共进行 18 次冲击。若设备有关标准或产品规范有规定,则试验过程中试验样品应工作。

对于在结构上完全对称的试验样品,在对称的轴向上试验时可免做一个方向,具体处理由设备有关标准或产品规范规定。

5.1.4 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5.2 方法 2 坠撞安全试验

用于确定地面和机载设备及其安装支架在实际使用的冲击环境中保持结构完好的能力。

5.2.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.2.2 按 A.1.2 条和本方法 3 条的要求,将试验样品(或模拟件)安装在冲击台上。

5.2.3 根据冲击台的具体情况选用一种冲击脉冲,从表 A.3 或表 A.4 中选用相应的试验参数,对试验样品的三个互相垂直轴向的正反两个方向各进行二次冲击,共进行 12 次冲击。试验过程中试验样品不工作。

对于在结构上完全对称的试验样品,在对称的轴向上试验时可免做一个方向,具体处理由设备有关标准或产品规范规定。

5.2.4 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5.3 方法 3 高强度试验

用于确定设备在高性能武器系统点火发射时所形成的强烈冲击环境中保持性能正常和结构完好的能力。

5.3.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.3.2 按 A.1.2 条和本方法第 3 条的要求,将试验样品安装在冲击台上。

5.3.3 根据冲击台的具体情况选用一种冲击脉冲,从表 A.3 或表 A.4 中选用相应的试验参数,对试验样品三个互相垂直轴向的正反两个方向各进行二次冲击,总共进行 12 次冲击。如果设备有关标准或产品规范有规定,则试验样品在试验时应工作。

对于在结构上完全对称的试验样品,在对称的轴向上试验时可免做一个方向,具体处理由设备有关标准或产品规范规定。

5.3.4 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5.4 方法 4 工作台上的倾跌试验

用于确定设备在操作及维修中所形成的敲击、倾跌等环境的适应能力。

5.4.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.4.2 将机架及前面板组件像维修时那样从机壳中取出,并放在厚度不小于 4cm 的坚固的木质水平试验台的合适位置,试验样品在试验时不工作。

5.4.3 以底面的一个边为轴,提起与之相对的另一个边,直至出现下列状态之一(采用最先出现的那种状态);

- a) 底面与水平试验台面成 45° 夹角;
- b) 底面被提起的那个边距离水平试验台面 100mm;
- c) 整个试验样品处于刚刚低于理想平衡点的状态。

5.4.4 释放被提起的那个边,使试验样品自由下落到水平试验台面上。

5.4.5 以底面的其余各边轮流为轴,分别进行本方法第 5.4.3 条及 5.4.4 条的内容。

5.4.6 重复本方法第 5.4.3 条和 5.4.4 条的内容,直至试验样品在使用期间可能放置的其他面上都跌落 4 次。

5.4.7 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5.5 方法 5 舰载设备冲击试验

用于确定舰载设备对于作战中的水下爆炸、空中核爆炸冲击波以及舰载武器发射所形成的强烈冲击环境的适应能力。

5.5.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.5.2 按 A.1.2 条和本方法第 3 条的要求,将试验样品安装在 CS-200 型冲击台面上,试验样品工作,并用仪表监视,但不进行中间检测。

5.5.3 按表 A.5 规定的试验严酷等级,对试验样品三个互相垂直轴向各冲击三次,总共冲击 9 次。

5.5.4 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5.6 方法 6 颠簸试验

用于确定舰载设备对于海洋波浪涌撞及舰载武器发射形成的重复性低强度冲击环境的适应能力。

5.6.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

5.6.2 按 A.1.2 条和本方法第 3 条的要求,将试验样品安装在颠簸台上。若试验样品在实际使用中有多重安装状态时,应选择对其最为不利的状态进行安装,但不得倒置。

5.6.3 试验样品工作,并用仪表监视,但不进行中间检测。

5.6.4 根据实际安装的舰船类型,按表 A.6 规定的严酷等级,在垂直轴向上进行试验。

5.6.5 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

6 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 试验样品的特殊安装要求;
- b) 初始检测的项目和要求;
- c) 根据冲击台选择的冲击脉冲;
- d) 试验过程中试验样品是否工作;
- e) 对称性结构的试验样品的冲击轴向;
- f) 最后检测的项目和要求;
- g) 故障判据。

A05 振动试验

1 目的

确定设备是否能承受预期的振动应力以及保证在实际使用振动环境下保持性能和结构完好的能力。

2 对试验设备的要求

实施本试验使用正弦振动试验台或随机振动试验台。

本方法采用正弦振动试验台,使用随机振动试验台时,试验方法参照 GJB 150.16 的有关规定。

- 2.1 正弦振动台(以下简称振动台)台面的基本运动方式应为时间的正弦函数。
- 2.2 振动台应能进行连续的对数式频率扫描。
- 2.3 振动台在规定的试验频率范围内,应能实现等位移和等加速度的自动转换,并能产生二个以上的交越频率点。
- 2.4 在控制点上的加速度波形失真不应超过 10%;失真测量的频率范围应达到 5 000Hz 或驱动频率的五倍,采用其中的较大者。
- 2.5 振动台台面的运动应保证试验样品的所有固定点作同相平行的直线运动。
- 2.6 垂直于振动方向的任何轴向的检测点上的最大位移不应超过振动方向上规定位移的 10%。

3 试验样品的安装

- 3.1 试验样品可直接或借助安装夹具刚性地固定在振动台上。
- 3.2 为便于中间检测以及使试验样品能正常工作所必需的连接线应按实际使用状态进行连接,这些连接线不应妨碍试验样品的自由弹跳。
- 3.3 若试验样品实际使用时有隔振器,应连同隔振器一道进行试验。若不能使用原有隔振器进行试验时,设备有关标准或产品规范应做出规定。
- 3.4 若试验样品由若干个结构上互相独立的部分组成,允许将各独立部分单独进行试验,安装要求均相同。
- 3.5 安装试验样品在确定机构分离面时,应注意使引进的附加响应在振动台上减到最低程度。
- 3.6 安装试验样品及其外接件应使振动台面上的载荷均匀分布,避免台面应力集中或重心偏移。
- 3.7 输入控制指示器应刚性地安装在振动台上。若使用夹具,应尽可能靠近试验样品的连接点。测振传感器应安装在试验样品上,用以测量共振频率和放大因子,其位置的选择应包括主要结构、印制电路板、大型组件和微型组件。

4 严酷等级

地面设备按 3.10.3 条的表 2 执行。舰载和机载设备按 GJB 150.16 规定的振动应力条件进行试验。

5 试验程序

- 5.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。
- 5.2 按 A.1.2 条和本方法第 3 条要求,将试验样品安装在振动台上。
- 5.3 使试验样品工作,并用仪表监视,不进行中间检测。
- 5.4 沿试验样品的三个互相垂直轴向中的每一个轴向,逐一进行对数扫频振动试验。
- 5.5 试验结束,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

6 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 初始检测的项目和要求;
- b) 当不能使用原有减震器进行试验时的措施;
- c) 根据试验样品重量对减小振动加速度的规定;
- d) 最后检测的项目和要求;

e) 故障判据。

A06 淋雨试验

1 目的

确定设备在淋雨期间或淋雨之后是否满足防水性能要求的能力。
本试验适用于在使用过程中受到雨淋或受到海水侵袭的设备。

2 对试验设备的要求

2.1 有风源的淋雨试验设备

- 2.1.1 淋雨箱(室)应具有足够的降雨能力,在整个试验期间,降雨速度可以调节,并有产生一定风速的能力。
- 2.1.2 风源相对于试验样品的位置,应能使雨直接均匀地落在试验样品上,并能从水平到 45°角范围内变化。
- 2.1.3 雨由喷头产生,喷头设计成能使水成滴状,雨滴直径在(0.5~4.5)mm 之间。试验水中可以加入一些溶于水的染料,如荧光素,以便分析和确定漏水位置。

2.2 滴雨试验设备

- 2.2.1 试验设备应能提供 $280^{+30}_{-0} L/m^2 \cdot h$ 的滴水量。
- 2.2.2 水从分配器中滴出,分配器的设计应能使水均匀地降落(见图 A.6),试验设备的排列应能使试验样品所有向上的表面在试验期间同时经受到水滴。

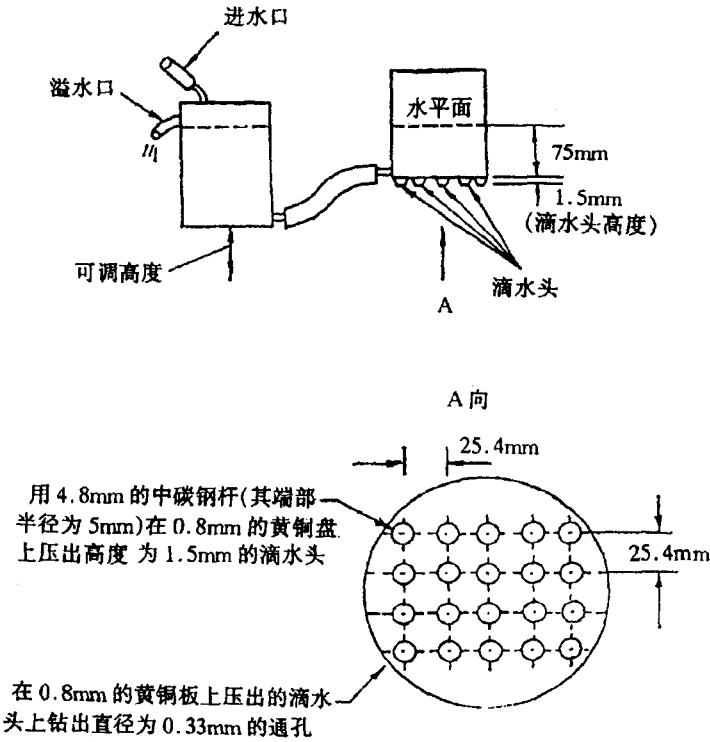


图 A.6

2.3 防水式试验设备

防水式试验设备要求见图 A.7。

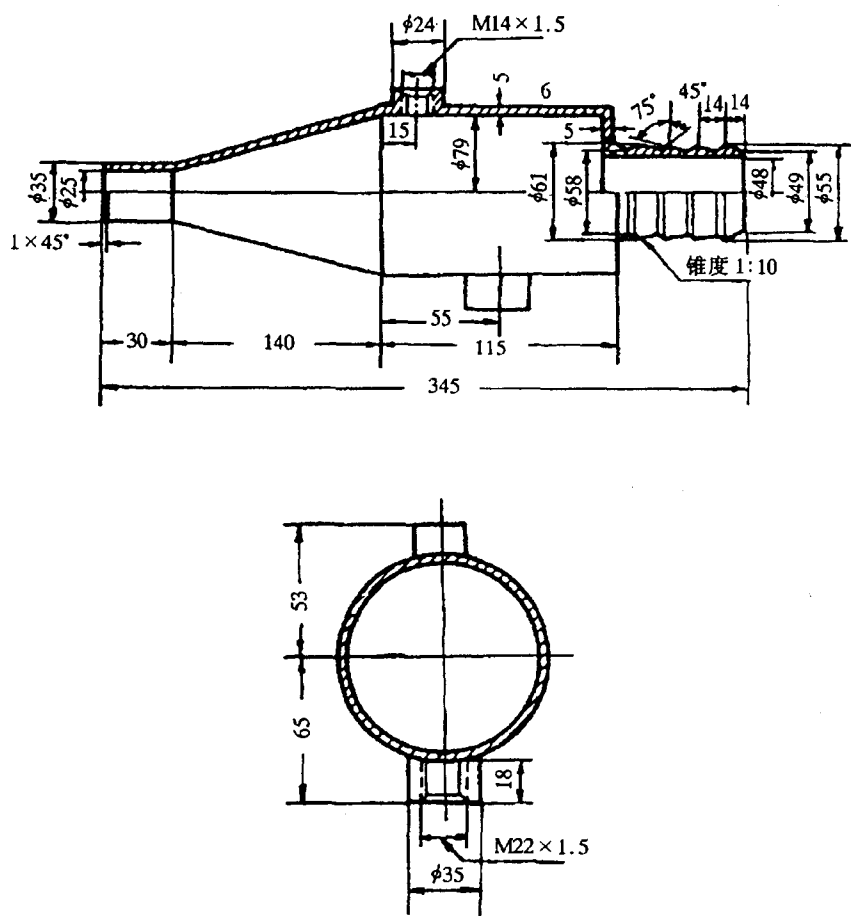


图 A.7

3 试验条件

3.1 降雨速度为 10cm/h。

3.2 雨滴直径为(0.5~4.5)mm。

3.3 风源应能产生水平风速为 18m/s 的风。风速应在安装试验样品前在试验样品安装位置上测量。

3.4 试验样品在试验开始前,温度至少比雨水温度高 10℃。若无其他规定,一般使用当地水源为试验用水。

4 试验程序

4.1 方法 1 有风源的淋雨试验

适用于室外使用的设备。

4.1.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

4.1.2 按 A.1.2 条的规定,试验样品距喷头 1m,按正常工作位置安装。并按本方法第 3.4 条的规定,加热试验样品,使其温度比雨水温度高 10℃。

4.1.3 调节降雨速度为 10cm/h。

4.1.4 电源工作,调整水平风速为 18m/s。

4.1.5 旋转试验样品,使试验样品在使用期间经受雨淋的面都暴露在雨水中,每面持续时间为 30min,总试验时间不少于 2h。

4.1.6 若设备有关标准或产品规范有规定,试验样品需中间检测时,可在 30min 淋雨的最后 10min 进行。

4.1.7 试验结束后,如有可能,则在试验箱(室)内检查,否则取出试验样品进行检查。如有可能应打开外壳或保护罩,检查试验样品。若渗水较多,必须在开机工作前作出评价,然后将水排出。试验样品工作,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

4.2 方法 2 滴雨试验

适用于由冷凝水引起滴雨的舱(室)或类似场所使用的设备。

4.2.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

4.2.2 按 A.1.2 条的规定,试验样品距喷头 1m,按正常工作位置安装(密封试验样品按本方法第 3.4 条规定加热)。如试验样品带有玻璃罩的刻度盘,应把刻度盘朝上,倾斜 45°。

4.2.3 试验样品工作,使其受到从 1m 高处并以均匀速度落下的雨淋(分配器中水位高为 75mm,水量为 $280\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)15min。

4.2.4 试验结束后,取出试验样品,并卸下面板或覆盖物,进行内部检查。

4.2.5 按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

4.3 方法 3 防水式试验

适用于舰载露天使用的设备。

4.3.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。

4.3.2 试验样品按正常工作位置安装在距口径为 25mm 的喷嘴(见图 A.7)5m 处,以出口压力 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 的水,向试验样品各个方向(除安装面外)喷水,每个方向喷 5min,喷水总时间不少于 20min。

注:试验样品可安装在 2 转/分的旋转台上

4.3.3 试验结束后,用海绵轻轻擦掉试验样品外表面的水,使试验样品工作,按 A.1.3.3 条的规定,进行最后检测。

5 故障判据

按设备有关标准或产品规范规定的试验样品的防水性能要求,可用下列故障判据:

a) 渗水

1) 不允许渗水

试验后发现试验样品有一点渗水即判为故障。

2) 允许渗水

试验样品允许每 $28\,000\text{cm}^3$ 外壳的渗水量不超过 4cm^3 ,但不能立即影响试验样品的工作。

b) 工作故障

试验中,试验样品不能满足工作要求,即判为故障。

6 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定:

- a) 方法号;
- b) 初始检测的项目和要求;
- c) 试验用水规定;
- d) 试验期间试验样品是否要工作(方法 1);
- e) 最后检测的项目和要求;
- f) 故障判据。

A07 湿热试验

1 目的

确定设备在湿热环境条件下的适应性。

2 对试验设备的要求

- 2.1 试验箱(室)的工作空间内应装有温度、湿度传感器,以监控试验条件。
- 2.2 试验箱(室)内壁和顶部的冷凝水不允许滴落到试验样品上,冷凝水要不断从箱(室)内排出,未经纯化处理不能再使用。试验箱(室)应留有气孔,以免使箱内气压升高。
- 2.3 试验箱(室)应保持空气流通,工作空间的风速应保持在(0.5~2)m/s之间。
- 2.4 试验箱(室)采用蒸汽或喷雾方法来达到高湿条件,其加湿用水应为蒸馏水(或去离子水),电阻率不小于 $500\Omega\cdot\text{m}$ 。并应定期(不应超过 15d)检验其质量。
- 2.5 试验箱(室)应有良好绝缘的接线柱或提供电缆出入的装置,以便对试验样品进行检测。
- 2.6 试验箱(室)应能提供本方法第 3 条所规定的条件。

3 严酷等级

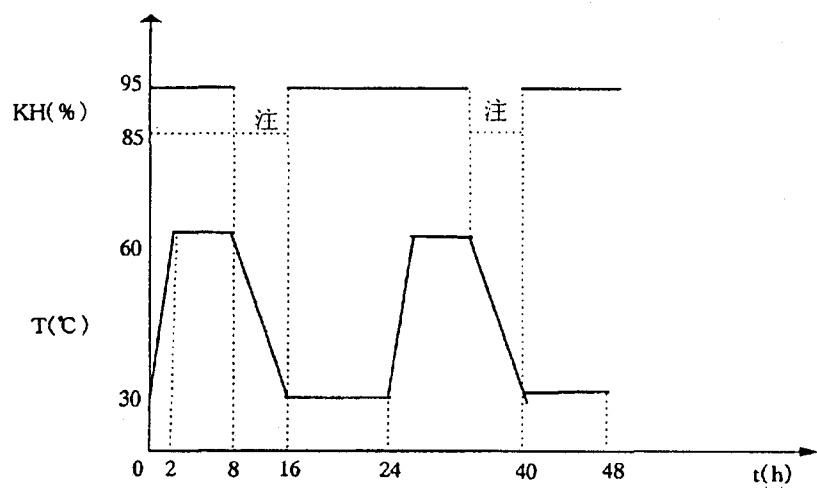
严酷等级见表 A.7。

表 A.7 湿热严酷等级

类 别	温 度 ℃	相对湿度 %	试验周期 24h
地面和机载设备	30~60	95	10
舰载设备	$(30\sim60)\pm5$	95	5

4 试验程序

- 4.1 方法 1 地面及机载设备湿热试验
 - 4.1.1 按 A.1.3.1 条的规定,对试验样品进行初始检测。
 - 4.1.2 试验样品按 A.1.2 条的规定进行安装。
 - 4.1.3 按图 A.8 进行试验。将试验箱(室)内温度调整到 30℃,在 2h 内,将试验箱(室)内温度由 30℃升高到 60℃,相对湿度升高到 95%。温湿度的控制应能保证试验样品表面凝露。
 - 4.1.4 在 60℃及相对湿度 95%的条件下至少保持 6h。
 - 4.1.5 在 8h 内,将试验箱(室)内温度由 60℃降到 30℃,此间相对湿度应大于 85%。
 - 4.1.6 试验箱(室)内温度保持在 30℃,相对湿度保持在 95%,持续 8h。
 - 4.1.7 重复本方法第 4.1.3 条至本方法第 4.1.6 条,循环 10 次。
 - 4.1.8 在第 5 和第 10 次循环接近结束前,温度在 30℃,相对湿度在 95%时,试验样品通电工作,按 A.1.3.2 条的规定对试验样品进行中间检测。
 - 4.1.9 试验结束后。试验样品断电,按设备有关标准或产品规范规定,在正常的试验大气条件下恢复。
 - 4.1.10 恢复完毕,按 A.1.3.3 条的规定进行最后检测。



注:在温度下降阶段保持相对湿度为 85 % 以上。

图 A.8

4.2 方法 2 舰载设备湿热试验

4.2.1 试验样品在温度为(40~50)℃的条件下干燥不少于 2h。

4.2.2 试验样品在(25±5)℃,相对湿度为 50%的条件下处理 24h。

4.2.3 在本方法第 4.2.2 条的条件下,根据设备有关标准或产品规范规定,按 A.1.3.1 条规定,对试验样品进行初始检测。

4.2.4 试验样品按 A.1.2 条规定进行安装。

4.2.5 按图 A.9 规定进行 5 次 24h 的周期试验。24h 的试验周期是由 16h,(60±5)℃和 8h,(30±5)℃组成(包括转换时间)。在这两个温度条件下湿度应保持 95%或稍大。在(30±5)℃和(60±5)℃两者间的转换时间均不超过 1.5h,在每个温度转换时间内,相对湿度不需要控制。在第一或第二周期的高温 and 低温部分温度稳定约 2h 后要测量试验箱(室)内的大气情况。温度和相对湿度在箱(室)内应是均匀的。

若设备有关标准或产品规范有规定,可以在第二周期的(60±5)℃降到(30±5)℃之前进行中间测量。

试验样品只在设备有关标准或产品规范规定需要测量时才通电。

注:在试验期间内,除试验样品外部比较简易的手控部分可以调整外,不允许再进行其他的调整 and 校准。如进行了零件的修理 and 更换,则全部 5 次 24 小时的试验周期都应重新进行。

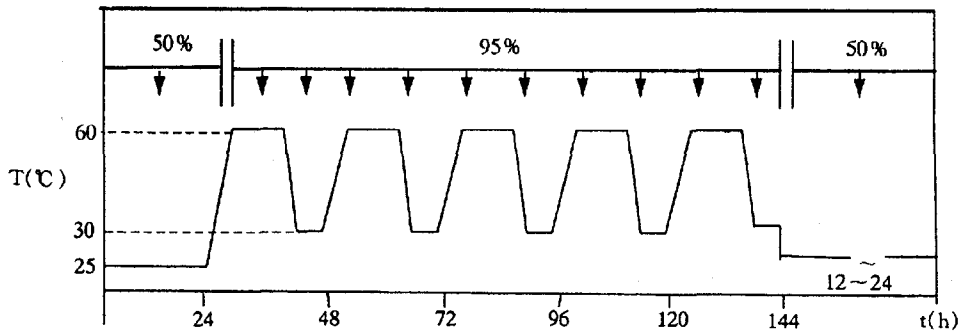


图 A.9

5 采用本试验应给出的细则

下列细则在设备有关标准或产品规范中规定：

- a) 初始检测的项目和要求；
- b) 进行测量的周期；
- c) 最后检测的项目和要求；
- d) 失效判据。

附 录 B

(补充件)

可靠性试验方法

本附录给出了验证寿命为指数分布或合理地认为服从指数分布的以 MTBF 为指标的设备的可靠性试验方法,供设备鉴定和验收时使用。

B.1 可靠性统计试验方案

B.1.1 统计试验方案的分类与选择

可靠性统计试验方案分为:概率比序贯试验方案(以下简称序贯试验方案),定时截尾试验方案和全数试验方案。

B.1.1.1 序贯试验方案

序贯试验方案见表 B.1,分为标准型和短时高风险型两种。

若事先未规定试验时间,仅希望以预定的决策风险率对 MTBF 尽早作出接收或拒收的判决时,可选用序贯试验方案。通常验收试验可选用此方案。

B.1.1.2 定时截尾试验方案

定时截尾试验方案见表 B.2,分为标准型和短时高风险型两种。

若产品规范或合同要求进行可靠性鉴定试验,或事先知道准确的试验时间和费用,并要求以规定的置信度对 MTBF 的真值作出估计时,必须选用定时截尾试验方案。通常设计定型、生产定型等鉴定试验时应选用此方案。

供选用的备用定时截尾试验方案见表 B.3、表 B.4 和表 B.5。

B.1.1.3 全数试验方案

若订购方要求对批产品的每一台设备都进行可靠性验收试验时,则采用全数试验方案。全数试验方案见 GJB 899 附录 A 的图 A.27,备用的全数试验方案见图 A.28~图 A.35。

全数试验每台设备的试验时间应在合同中规定,但最长试验时间 50h,最短试验时间 20h。当每台设备完成规定试验时间后,若累计试验时间与累计故障数绘制在判决图上的阶梯曲线未超出拒收线时,应作接收判决,反之应作拒收判决。

B.1.2 选择试验方案应考虑的因素

具体设备选择试验方案时,应综合考虑如下因素:

- a) 设备重要性、成熟程度及预期寿命;
- b) 计划的试验费用;
- c) 交货时间和能用于试验的时间;
- d) 所希望的风险率和鉴别比;
- e) 相似设备的经验。

B.1.3 试验方案参数的选择

B.1.3.1 样品数量

可靠性鉴定试验的样品数量见 4.5.3 条。

可靠性验收试验的样品数量见 4.6.8.4 条。

B.1.3.2 试验时间

B.1.3.2.1 序贯试验的持续时间应按表 B1 中可能最长的试验时间(作出结论所需的时间)来设计。试验应进行到总试验时间(台时)或责任故障数达到试验方案可作出接收或拒收判决时为止。

B.1.3.2.2 定时截尾试验的持续时间应进行到按产品规范或合同选定的试验方案规定的总试验时间

(台时)为止。

B.1.3.2.3 全数试验的持续时间应进行到可以作出拒收判决或合同要求的所有设备都进行到要求的试验时间为止。

B.1.3.2.4 每台受试设备的试验时间至少应等于所有受试设备平均试验时间的一半,否则这台设备的试验时间不计入总台时数。

B.1.3.3 决策风险和鉴别比

使用方风险 β 、生产方风险 α 和鉴别比 $d(d = \theta_0/\theta_1)$ 由产品规范或合同规定。

B.1.3.4 检验下限值 θ_l

可靠性试验 MTBF 的检验下限值 θ_l 应等于设备最低可接收的 MTBF 值。

B.2 MTBF 的验证值

B.2.1 采用序贯试验方案估计 MTBF 的验证值

规定 MTBF 的置信区间或验证区间的置信度为 C , 则 MTBF 置信下限和置信上限的置信度为 $C' = (1 + C)/2$, C' 为单边置信限的置信度。

B.2.1.1 在接收时估计 MTBF 的验证值

这种估计是在接收判决时进行的。它只能在几个接收时间点上作出,只要在规定的接收时间内发生的责任故障数不大于允许数便可判为接收。

根据故障数 r 和置信度 C' 从表 B.6 相应方案中查得接收时的下、上置信限系数 $\theta_L(C', t_r)$ 和 $\theta_U(C', t_r)$, 按公式(B.1)、(B.2)计算出置信下限 θ_L 、置信上限 θ_U :

$$\theta_L = \theta_L(C', t_r) \cdot \theta_l \quad \text{..... (B.1)}$$

$$\theta_U = \theta_U(C', t_r) \cdot \theta_1 \quad \text{..... (B.2)}$$

则可得 MTBF 的置信区间或验证区间为:

(θ_L, θ_U) , (置信度 C)。

B.2.1.2 在拒收时估计 MTBF 的验证值

若在出现 r 个责任故障时的总试验时间 T 发生拒收判决,则标准化总试验时间 $T = t \cdot \theta_1$ 。各方案对应的拒收时的下、上置信限系数 $\theta_L(C', t_r)$ 、 $\theta_U(C', t_r)$ 可从表 B.7 查得。

因为这种估计是在拒收判决时进行的,达到拒收判决的故障数 r 可在任意时刻 t 发生,所以 t 值有可能不是表 B.7 中列出的标准化判决时间 t_r ,而只列出了有限 t 值的置信限系数,其余的可用线性内插法求出。公式(B.3)、(B.4)用以求取下、上置信限系数:

$$\theta_L(C', t) = \theta_L(C', t_r) + [\theta_L(C', t_{r+1}) - \theta_L(C', t_r)][(t - t_r)/(t_{r+1} - t_r)] \quad \text{..... (B.3)}$$

$$\theta_U(C', t) = \theta_U(C', t_r) + [\theta_U(C', t_{r+1}) - \theta_U(C', t_r)][(t - t_r)/(t_{r+1} - t_r)] \quad \text{..... (B.4)}$$

式中:

t ——拒收时间;

t_r, t_{r+1} ——最靠近 t 的两个标准化判决时间,且 $t_r < t < t_{r+1}$ 。

如果 r 值比表 B.7 中所列最小值还小,则下、上置信限系数可按公式(B.5)、(B.6)计算:

$$\theta_L(C', t) = \frac{2t}{\chi^2_{1-\alpha/2}(2r)} \quad \text{..... (B.5)}$$

$$\theta_U(C', t) = \frac{2t}{\chi^2_{(1+\alpha)/2}(2r)} \quad \text{..... (B.6)}$$

式中:

t ——拒收时间;

r ——责任故障数;

c ——置信度; $c'(1+c)/2$;
 $\chi^2_{(1+c)/2}(2r)$ ——自由度为 $2r$ 的 χ^2 -分布的 $(1+c)/2$ 的上侧分位点;
 $\chi^2_{(1-c)/2}(2r)$ ——自由度为 $2r$ 的 χ^2 -分布的 $(1-c)/2$ 的上侧分位点;
拒收时的 θ_L, θ_U 按公式(B.1)、(B.2)计算。当进行到 $t(\theta_1$ 的倍数)(台时)时,拒收时置信度为 C 的 MTBF 的置信区间或验证区间为:
 (θ_L, θ_U) , (置信度 C)。
注: χ^2 -分布见 GB 4086.2。

B.2.1.3 提前作出评定时估计 MTBF 的验证值

在进度和费用紧迫的情况下,若试验明显有提前接收的趋势且使用方风险又没有严重增加时,订购方可提前作出评定而结束试验。若试验明显有提前拒收的趋势,则不允许提前评定终止试验。

试验进行到任一总试验时间 T 准备提前评定而终止试验时的接收概率比为:
$$P(r) = (\theta_0/\theta_1)^r \cdot \exp[-(\theta_1^{-1} - \theta_0^{-1})T]$$
$$= d^r \cdot \exp[-(1 - d^{-1})T/\theta_1] \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:
 θ_0 ——MTBF 的检验上限值;
 θ_1 ——MTBF 的检验下限值;
 d ——鉴别比;
 r ——试验中出现的责任故障数。
此时,使用方的风险 β' 为:
$$\beta' = (1 - \alpha)p(r) \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:
 α ——所选方案的生产方风险;
 β' ——任一总试验时间 T 发生 r 个责任故障使用方的风险。
如果对给定的 β' ,也可用公式(B.9)求出提前评定的总试验时间 $T(\theta_1$ 的倍数):
$$T = \ln[(1 - \alpha)d^r/\beta']/(1 - d^{-1}) \dots\dots\dots (B.9)$$

B.2.2 采用定时截尾试验方案估计 MTBF 的验证值

如果使用方风险为 β ,则规定 MTBF 的验证区间或置信区间(θ_L, θ_U)的置信度为

$$C = (1 - 2\beta) \times 100\%, \text{上、下限的置信度为 } C' = (1 + C)/2。$$

B.2.2.1 在接收时估计 MTBF 的验证值

这种估计是在试验达到规定的总试验时间并作出接收判决时进行的。估计方法如下:

a) 求 MTBF 的观测值(点估计值) $\hat{\theta}$:
$$\hat{\theta} = \frac{T}{r} \dots\dots\dots (B.10)$$
$$T = \sum_{j=1}^n t_j \dots\dots\dots (B.11)$$

式中:
 T ——受试设备累计试验时间(台时);
 r ——责任故障数;
 n ——受试设备数量;
 t_j ——第 j 台设备试验时间。
b) 根据 r, c 查表 B.8 可得接收时的下、上置信限系数 $\theta_L(C', r), \theta_U(C', r)$ 。
c) 按公式(B.12)、(B.13)计算 MTBF 的置信下限 θ_L 和上限 θ_U :

$$\theta_L = \theta_L(C', r) \cdot \hat{\theta} \dots\dots\dots (B.12)$$

$$\theta_U = \theta_U(C', r) \cdot \hat{\theta} \dots\dots\dots (B.13)$$

d) 置信度为 C 的 MTBF 的置信区间或验证区间为：
(θ_L, θ_U), (置信度 C)。

e) 表 B.8 中未列出的系数可按公式(B.14)、(B.15)计算：

$$\theta_L(C', r) = \frac{2r}{\chi^2_{(1-c)/2}(2r+2)} \dots\dots\dots (B.14)$$

$$\theta_U(C', r) = \frac{2r}{\chi^2_{(1+c)/2}(2r)} \dots\dots\dots (B.15)$$

式中：

r ——责任故障数；

c ——置信度, $C' = (1 + C)/2$ ；

$\chi^2_{(1-c)/2}(2r+2)$ ——自由度为 $2r+2$ 的 χ^2 —分布的 $(1 - C)/2$ 的上侧分位点；

$\chi^2_{(1+c)/2}(2r)$ ——自由度为 $2r$ 的 χ^2 —分布的 $(1 + C)/2$ 的上侧分位点。

B.2.2.2 在拒收时估计 MTBF 的验证值

这种估计是在试验进行过程中或试验结束并作出拒收判决时进行的。估计方法如下：

- a) 用最近一个责任故障发生时受试设备的累计试验时间 T 除以累计责任故障数 r , 得出: $\hat{\theta} = \frac{T}{r}$
- b) 根据 r, c 查表 B.9 可得到对应的置信限系数 $\theta_L(C', r)$ 和 $\theta_U(C', r)$ 。
- c) 按公式(B.12)、(B.13)可计算出 θ_L, θ_U 。
- d) 置信度为 C 的 MTBF 的置信区间或验证区间为: (θ_L, θ_U), (置信度 C)。
- e) 表 B.9 中未列出的系数可按公式(B.16)、(B.17)计算：

$$\theta_L(C', r) = \frac{2r}{\chi^2_{(1-C)/2}(2r)} \dots\dots\dots (B.16)$$

$$\theta_U(C', r) = \frac{2r}{\chi^2_{(1+C)/2}(2r)} \dots\dots\dots (B.17)$$

式中符号意义同 B.2.2.1 条。

B.2.2.3 提前作出评定时估计 MTBF 的验证值

如果试验费用昂贵或试验已接近方案规定的截尾时间, 提前接收判决也能让订购方满意, 经订购方同意也可提前评定 MTBF 的验证值。

提前作出评定的接收时间 t_r 见表 B.10。

B.2.2.3.1 提前作出接收时的 MTBF 验证值

按公式(B.18)估计观测值：

$$\hat{\theta} = \frac{t_r}{r} \cdot \theta_1 \dots\dots\dots (B.18)$$

式中：

t_r ——设备在第 r 个责任故障接收时的总试验时间；

r ——接收时的责任故障数；

θ_1 ——MTBF 的检验下限值。

根据采用的定时截尾试验方案和作出提前接收时的责任故障数 r , 查表 B.11 可得到单边置信度为 C' [$C' = (1 + C)/2$] 接收时的下、上置信限系数 $\theta_L(C', t_r)$ 、 $\theta_U(C', t_r)$, 按公式(B.19)、(B.20)可计算出 MTBF 的置信下限 θ_L 和上限 θ_U ：

$$\theta_L = \theta_L(C', t_r) \cdot \theta_1 \dots\dots\dots (B.19)$$

$$\theta_U = \theta_U(C', t_r) \cdot \theta_1 \cdots \cdots \cdots (B.20)$$

则置信度为 C 的 MTBF 的置信区间或验证区间为:

(θ_L, θ_U) , (置信度 C)。

B.2.2.3.2 提前作出拒收时的 MTBF 验证值

当采用表 B.10 中的方案进行验收并被拒收时,此时 MTBF 的观测值 $\hat{\theta}$ 按公式(B.21)估计:

$$\hat{\theta} = \frac{T}{r} \cdot \theta_1 \cdots \cdots \cdots (B.21)$$

式中:

T ——设备在 r 时的总试验时间;

r ——拒收时的责任故障数;

θ_1 ——MTBF 的检验下限值。

根据采用的试验方案、置信度 C' 和拒收时的总试验时间 T ,查表 B.12 可得到拒收时的下、上置信限系数 $\theta_L(C', t_r)$ 、 $\theta_U(C', t_r)$,按公式(B.22)、(B.23)可计算出 MTBF 的置信下限 θ_L 和上限 θ_U :

$$\theta_L = \theta_L(C', t_r) \cdot \theta_1 \cdots \cdots \cdots (B.22)$$

$$\theta_U = \theta_U(C', t_r) \cdot \theta_1 \cdots \cdots \cdots (B.23)$$

则置信度为 C 的 MTBF 的置信区间或验证区间为:

(θ_L, θ_U) , (置信度 C)。

因拒收判决可以在 $(0, t_k)$ 中任何时间发生,当不在表 B.12 的时间点时,可用线性内插法计算出下、上置信限系数。先从 B.12 中查出相应的置信限系数(这里 $t_r \leq T < t_{r+1}$):

$\theta_L(C', t_r), \theta_L(C', t_{r+1})$;

$\theta_U(C', t_r), \theta_U(C', t_{r+1})$

按公式(B.3)、(B.4)计算出 $\theta_L(C', T)$ 、 $\theta_U(C', T)$,再按公式(B.22)、(B.23)可得 θ_L 、 θ_U ,进而可得 MTBF 的置信区间或验证区间 (θ_L, θ_U) 。

B.2.3 采用全数试验方案估计 MTBF 的验证值

估计方法见 GJB 899 附录 A 的 A.6 条。

B.3 综合环境条件和试验周期设计

B.3.1 试验应力类型

按 3.5.2.6.3.3 条规定的试验应力确定原则和要求,可靠性试验应采用综合环境应力条件。试验应力条件应按产品规范规定的工作与非工作条件确定,但不得超过设备使用可能遇到的最恶劣的条件或产品规范规定的极限。

试验应力类型通常应施加电应力、环境应力(主要有温度、湿热和振动)等基本应力。应将这些应力综合于同一试验箱内,并同时施加于受试设备之上。

B.3.1.1 电应力

B.3.1.1.1 电应力应包括设备的通、断电循环,收、收工作循环及电源电压的变动。若无其他规定,地面固定式设备输入电压一般按额定值的 $\pm 10\%$ 变动,车载式和便携式设备输入电压一般按额定值的 $\pm 10\%$ 或 $+10\%$ 、 -15% 变动。舰载和机载设备按产品规范规定。

施加额定电压占通电时间的 50%;施加上、下限电压各占通电时间的 25%,并分别安排在高、低温工作环境。

B.3.1.1.2 工作循环时间应为受试设备执行一次典型任务所需时间或一倍至几倍时间。通常定为每天 4h、8h、16h 或 24h。24h 连续工作时,可按情况留出预防性维护时间。设备通电工作状况应占试验时间的 90%。断电时间段应随机选择。

B.3.1.2 环境应力

B.3.1.2.1 温度应力

温度应力剖面应能反映设备使用中经历的实际环境。确定温度应力时,应考虑起始温度(冷浸、热浸)和接通电源(预热)时间、工作温度范围和变化速率、每一任务剖面中的温度循环次数、冷却方式和热惯性及产品自身发热情况(尤其大型设备)。

B.3.1.2.2 振动应力

在确定振动应力时,应考虑振动类型(随机或正弦扫描)、频率范围、振幅、振动施加方式和轴向。

B.3.1.2.3 湿热应力

试验循环期间对湿度一般不加控制,只有预计使用中会出现冷凝和结霜或结冰时才在试验循环的适当阶段喷入水蒸汽,以产生所需要的结果。

B.3.2 试验周期设计

每一试验周期的持续时间不能太长,以至重复次数太少,使试验结果产生实质性影响;但也不能太短,以至规定的试验条件得不到稳定。因此规定:

- 每一周期中累计试验时间不得短于各项规定应力达到稳定后的持续时间之和,一般按 24h 或 24h 的可约小时数设计;
- 试验周期数:大型设备一般不少于 3 个,机载设备一般不少于 8 个,其余设备一般不少于 5 个。

B.3.3 地面固定设备

B.3.3.1 试验剖面

地面固定设备不进行循环试验。但在试验开始前每台设备应在不通电状态下进行一次振动试验。试验中,应使用产品规范或合同中规定的工作条件和环境。若无其他规定,可以 B.3.3.2 条~B.3.3.5 条为依据。

试验剖面见图 B1。

B.3.3.2 电应力

同 B.3.1.1 条。

B.3.3.3 温度应力

应按 3.10.2.1 条或产品规范规定的工作环境条件确定温度应力。若无其他规定,应采用以下条件:

- 冷浸温度: -55°C ;
- 热浸温度: 70°C ;
- 安装在有空调或热自动控制房间内的设备,工作循环温度为 25°C ;
- 安装在无空调且地处亚热带或热带房间内的设备,50% 试验时间用 60°C , 25% 试验时间用 40°C , 25% 试验时间用 25°C ;
- 安装在无空调且夏季温度很高的房间内的设备,工作循环温度为 40°C 。

B.3.3.4 振动应力

试验中通常不加振动应力,只在试验前进行 20min 的单一频率正弦振动,振动加速度为 22m/s^2 ,频率可从 20Hz~60Hz 内任选一非共振频率。

B.3.3.5 湿热应力

若无其他规定,一般不进行湿度试验。

B.3.4 地面移动设备

B.3.4.1 试验剖面

地面移动设备包括车载式设备和便携式设备。试验环境条件反映实际使用情况。试验剖面见图 B2。

B.3.4.2 电应力

同 B.3.1.1 条。

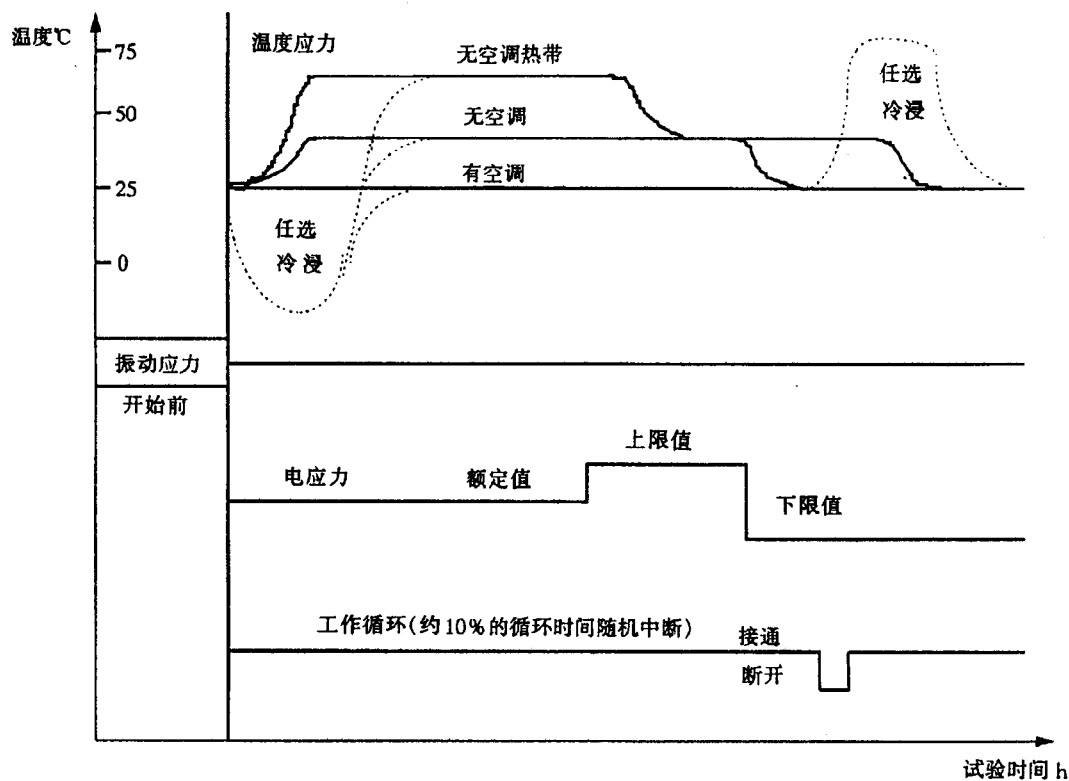


图 B.1 地面固定设备的综合环境试验剖面

B.3.4.3 温度应力

应根据设备工作环境条件确定温度应力。若无其他规定,采用下列温度:

- a) 冷浸温度: -55°C (正常循环开始时做);
- b) 热浸温度: 70°C (每隔 4 个循环做一次);
- c) 工作温度范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

B.3.4.4 振动应力

应采用随机振动。当受试验设备限制时,可采用正弦扫描振动。

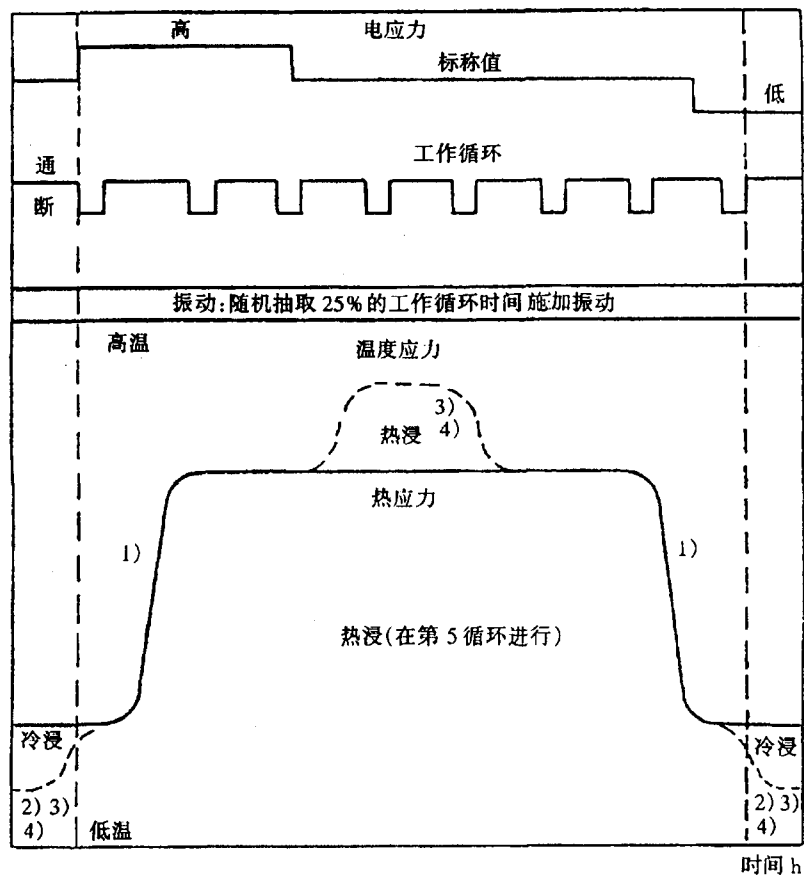
- a) 一般轮式车载设备:对三个轴向分别扫描,频率为 $5 - 200 - 5\text{Hz}$,加速度为 35m/s^2 ,每次振动 12min,每个轴向累计振动时间按每行驶 1 600km 试验时间为 30min 计算,但最长为 5.5h。
- b) 履带式车载设备:对三个轴向分别扫描,频率为 $5 - 500 - 5\text{Hz}$,加速度为 42m/s^2 ,每次振动 15min,每个轴向累计振动时间按每行驶 1 600km 试验时间为 30min 计算,但最长为 3.0h。
- c) 便携式设备:同本条的 b。

B.3.4.5 湿热应力

同 B.3.1.2.3 条。

B.3.5 舰载和机载设备

由产品规范规定或按 GJB 899 中附录 B 的 B.3.3~B.3.5 条规定。



注:1)除另有规定外,试验箱温度变化速率至少应为 5℃/min;
2)湿度应能足以引起明显的冷凝、结霜和结冰;
3)热浸和冷浸均可任选;
4)不施加振动、电应力和工作循环。

图 B.2 地面移动设备的综合环境试验剖面

B.4 受试设备与性能检测

B.4.1 对受试设备的要求

B.4.1.1 可靠性鉴定试验之前,应按 GJB/Z 299B 规定进行可靠性预计,预计值 θ_p 大于或等于 θ_0 方可进行试验。

可靠性验收试验之前,应进行与成批设备相同的老炼预处理,以剔除早期失效,但不得进行特别的预处理。

B.4.1.2 受试设备应按现场使用安装方式或产品规范的要求,正确安装在试验设备中(上),保证安全。

B.4.2 受试设备的性能检测

B.4.2.1 检测项目和检测方法

B.4.2.1.1 检测项目

检测项目按产品规范或合同规定。但检测项目至少应满足如下要求:

a) 能表征设备功能是否丧失,提供一级故障判据;

b) 能表征设备性能是否退化,提供二级故障判据。

B.4.2.1.2 检测方法

检测方法可以是自动的,也可以是手动的。可利用机内自检装置,也可以外接测量仪表,但检测时受试设备仍应在试验箱(室)内。从外部接入仪表时,应不得造成试验中断,并应考虑接入仪表的影响。若一定要从试验箱中取出受试设备方能检测时,则应规定最长的允许检测时间和各参数的测试程序。

B.4.2.2 初始检测

受试设备装入试验设备后,在正式试验前,在正常大气条件下按规定项目和方法进行初始检测,其性能应符合产品规范要求,并进行记录,作为中间、最后检测结果的比较基准。

B.4.2.3 中间检测

受试设备在各种应力作用下试验时,应对规定检测项目进行连续检测。若不连续检测,应按如下要求:

- a) 每连续工作 $0.2 \theta_1$, 应检测一次;
- b) 每次应力转换时,应检测一次;
- c) 每一循环期间,应检测一次。

在不连续检测中发现受试设备出现故障而又不能确定故障的具体时间,则应算上一次检测记录时刻发生的。

B.4.2.4 最后检测

试验结束后,应在正常大气条件下进行检测和记录,并与初始检测进行比较,确定性能变化的趋势。

B.5 故障处理

B.5.1 故障分类

所有故障都应分为关联故障和非关联故障。关联故障再分为责任故障和非责任故障。责任故障是判决受试设备合格与否的依据。

故障分类流程图见图 B.3。

B.5.1.1 责任故障

以下故障属责任故障:

- a) 设计不当造成的故障;
- b) 制造不当造成的故障;
- c) 未证实的故障(指不能重现或未查清原因的故障);
- d) 由承制方提供的操作、维修程序不当造成的故障;
- e) 软件故障。

B.5.1.2 非责任故障

以下故障属非责任故障:

- a) 非关联故障;
- b) 非独立故障引起的从属故障;
- c) 由订购方提供的试验设备和操作、维修程序不当引起的故障;
- d) 已超过预防更换期的元、器件的故障;
- e) 人为差错造成的故障;
- f) 不参加考核的配套设备的故障。

B.5.2 故障处理

故障处理应按试验程序进行,一般是:

- a) 发生故障时应予记录;

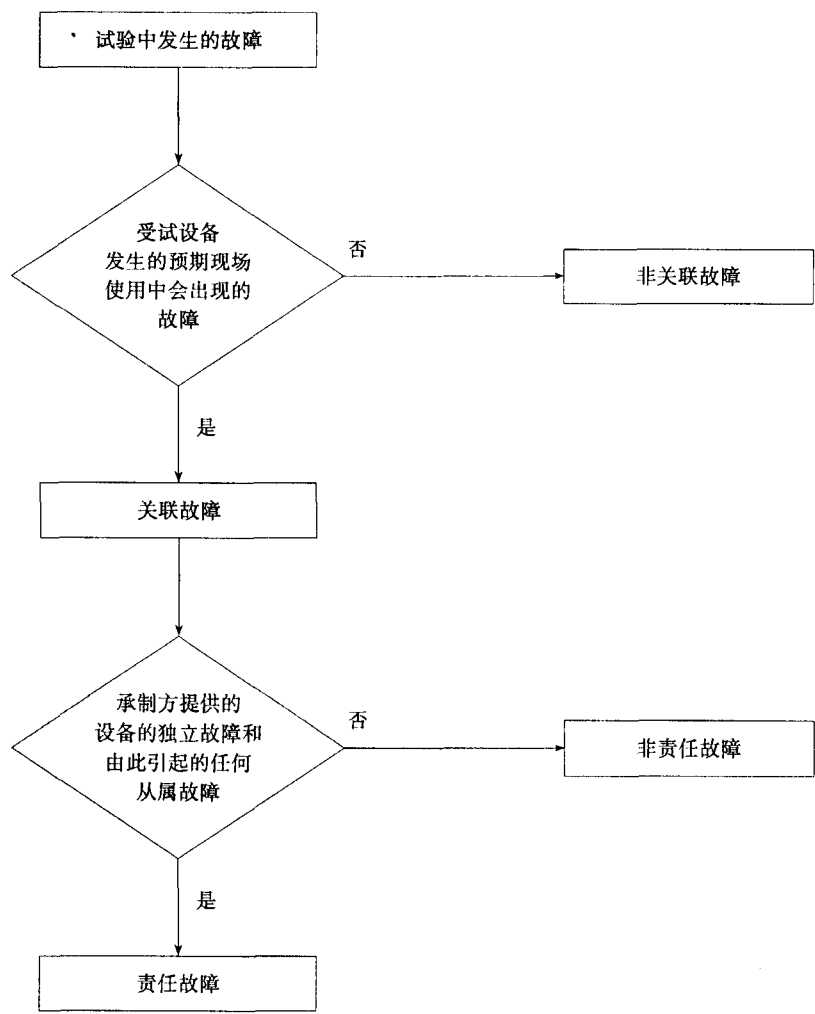


图 B.3 故障分类流程图

- b) 以尽量不影响其他受试设备继续试验的方式撤出有故障的设备进行修理;
- c) 更换所有有故障的零、部件,其中包括受其他零、部件故障而引起应力超过额定值的零、部件,但不得更换性能虽已恶化但未超出允许容限的零、部件;
- d) 将修理恢复到可工作状态的受试设备,并证实其修理有效后,以尽量不影响其他受试设备试验的方式重新投入试验;
- e) 取出修理受试设备期间,其他受试设备的试验数据仍应连续记录;
- f) 除非关联故障外的故障,若不能确定是由原有故障引起的,应进行分类和记录,并作为与原有故障同时发生的多重关联故障处理;
- g) 未经订购方批准,不得更换未出故障的模块或部件;
- h) 在故障检测和修理期间,为保证试验的连续性,经订购方批准,可临时更换插件;
- i) 若质量保证和工艺实践证明,修理过程中拆下的零、部件可能会降低设备的可靠性时,则不应将它再装入受试设备;
- j) 经采取有效改进措施,证明已将反复故障消除,并对该批产品均采取了相同改进措施,则反复故障可不计入关联故障;
- k) 若试验中发生致命(灾难性)故障,立即停止试验,并以不合格处理。

B.5.3 预防性维修

试验期间,只进行设备使用期间规定的和已列入批准的试验程序中的预防性维修措施。未经订购方批准,试验期间修理过程中不应采取任何其他的预防性维修措施。

B.5.4 受试设备的整修

可靠性试验结束后,承制方应对受试设备进行整修,更换有故障的零、部件以及性能虽未超出规定容限但已退化的零、部件,直至恢复到规定的技术状态。

B.6 试验程序

B.6.1 试验计划

试验前承制方应根据设备类型、特点等制订试验计划并经订购方同意。计划主要内容如下:

- a) 受试设备型号和用途;
- b) 试验类型和目的;
- c) 可靠性指标和选用的试验方案;
- d) 试验样品的确定;
- e) 需老炼预处理时间;
- f) 试验场地、试验设备和测量仪表;
- g) 应力类型、应力量值和试验剖面;
- h) 受试设备功能定义、功能监视和性能参数检测项目、测试间隔;
- i) 故障分类和判据;
- j) 数据处理方法;
- k) 合格与否的判据;
- l) 预防性维修周期和内容;
- m) 故障修理规定及修理时允许更换的最大单元;
- n) 受试设备的整修恢复规定;
- o) 测量仪表、工具清单并注明计量检定单位;
- p) 试验小组成员名单及职责分工;
- q) 试验日程安排(进度表和程序);
- r) 试验的检查与监督;
- s) 试验的中断处理规定;
- t) 经费预算;
- u) 安全注意事项。

B.6.2 试验准备

按试验计划进行试验前的准备,包括选择试验方案、确定参数、绘制试验剖面、受试设备的预防处理、安装、初始检测等。

B.6.3 试验实施

按试验剖面规定应力和顺序施加应力,进行循环试验,并按规定进行中间检测。试验直至进行到规定截止时间或作出接收或拒收判决时为止。试验结束后进行最后检测,并按规定进行整修恢复。

B.6.4 试验报告

试验结束后,承制方应提出可靠性试验报告,报告中应列出全部试验数据和判决结果,并进行可靠性分析。

试验报告主要内容目录有:

- a) 试验计划摘要;
- b) 试验结论(包括判决结果、MTBF 的验证值和试验中暴露的问题);
- c) 试验数据汇集(试验的判决表或图、试验记录);

- d) 故障分析(故障统计分析、模式及危害性分析、故障分类);
- e) 可靠性预计实现情况分析;
- f) 设计缺陷分析及提高可靠性的措施;
- g) 其他需要说明的问题。

表 B.1 序贯试验方案

方 案 号	决策风险 %				鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$	作结论所需的时间 (θ_1 的倍数)		
	标称值		实际值			最小值	期望值	最大值
	α	β	α'	β'				
1	10	10	11.1	12.0	1.5	6.95	25.93	49.50
2	20	20	22.7	23.2	1.5	4.19	11.35	21.90
3	10	10	12.8	12.8	2.0	4.40	10.24	20.60
4	20	20	22.3	22.5	2.0	2.80	4.82	9.74
5	10	10	11.1	10.9	3.0	3.75	6.13	10.35
6	20	20	18.2	19.2	3.0	2.67	3.43	4.50
7	30	30	31.9	32.2	1.5	3.15	5.08	6.80
8	30	30	29.3	29.9	2.0	1.72	2.53	4.50
注 1: 期望值指 MTBF 的真值等于 θ_0 时作结论所需的平均时间;								
注 2: 判决标准和工作特性曲线见 GJB 899 附录 A(补充件);								
注 3: 方案 1~方案 6 是标准型序贯试验方案,方案 7 和方案 8 是短时高风险序贯试验方案。								

表 B.2 定时截尾试验方案

方 案 号	决策风险 %				鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$	截尾时间 (θ_1 的倍数)	允许故障 $\leq$
	标称值		实际值				
	α	β	α'	β'			
9	10	10	12.0	9.9	1.5	45.0	36
10	10	20	10.9	21.4	1.5	29.9	25
11	20	20	19.7	19.6	1.5	21.5	17
12	10	10	9.6	10.6	2.0	18.8	13
13	10	20	9.8	20.9	2.0	12.4	9
14	20	20	19.9	21.0	2.0	7.8	5
15	10	10	9.4	9.9	3.0	9.3	5
16	10	20	10.9	21.3	3.0	5.4	3
17	20	20	17.5	19.7	3.0	4.3	2
18	30	30	29.8	30.1	1.5	8.1	6
19	30	30	28.3	28.5	2.0	3.7	2
20	30	30	30.7	33.3	3.0	1.1	0
注 1: 接收概率曲线图见 GJB 899 附录 A(补充件);							
注 2: 方案 9~方案 17 是标准型定时截尾试验方案,方案 18~方案 20 是短时高风险定时截尾试验方案。							

表 B.3 $\beta = 10\%$ 的备用定时截尾试验方案

方案号	判决故障数		总试验时间(θ_1 的倍数)	MTBF 的观测值 $\hat{\theta}(\theta_1 \text{ 的倍数})$	不同 d 的鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$		
	接收	拒收			$\alpha = 30\%$	$\alpha = 20\%$	$\alpha = 10\%$
10-1	0	1	2.30	2.31	6.46	10.32	21.85
10-2	1	2	3.89	1.95	3.54	4.72	7.32
10-3	2	3	5.32	1.78	2.78	3.74	4.83
10-4	3	4	6.68	1.68	2.42	2.91	3.83
10-5	4	5	7.99	1.60	2.20	2.59	3.29
10-6	5	6	9.27	1.56	2.05	2.38	2.94
10-7	6	7	10.53	1.51	1.95	2.22	2.70
10-8	7	8	11.77	1.48	1.86	2.11	2.53
10-9	8	9	12.99	1.44	1.80	2.02	2.39
10-10	9	10	14.21	1.43	1.75	1.95	2.28
10-11	10	11	15.41	1.41	1.70	1.89	2.19
10-12	11	12	16.60	1.39	1.66	1.84	2.12
10-13	12	13	17.78	1.38	1.63	1.79	2.06
10-14	13	14	18.96	1.36	1.60	1.75	2.00
10-15	14	15	20.13	1.35	1.58	1.72	1.95
10-16	15	16	21.29	1.34	1.56	1.69	1.91
10-17	16	17	22.45	1.33	1.54	1.67	1.87
10-18	17	18	23.61	1.32	1.52	1.62	1.84
10-19	18	19	24.75	1.31	1.50	1.62	1.81
10-20	19	20	25.90	1.30	1.48	1.60	1.78
10-21	26	27	33.84	1.26	-	1.50	-
10-22	39	40	48.29	1.21	-	-	1.50
10-23	62	63	73.36	1.17	1.25	-	-
10-24	89	90	102.35	1.14	-	1.25	-
10-25	131	132	146.92	1.12	-	-	1.25

表 B.4 $\beta = 20\%$ 的备用定时截尾试验方案

方案号	判决故障数		总试验时间(θ_1 的倍数)	MTBF 的观测值 $\hat{\theta}(\theta_1 \text{ 的倍数})$	不同 α 的鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$		
	接收	拒收			$\alpha = 30\%$	$\alpha = 20\%$	$\alpha = 10\%$
20-1	0	1	1.61	1.62	4.51	7.22	15.26
20-2	1	2	2.99	1.51	2.73	3.63	5.63
20-3	2	3	4.28	1.44	2.24	2.79	3.88
20-4	3	4	5.51	1.39	1.99	2.40	3.16
20-5	4	5	6.72	1.35	1.85	2.17	2.76
20-6	5	6	7.91	1.33	1.75	2.03	2.51
20-7	6	7	9.08	1.31	1.68	1.92	2.33
20-8	7	8	10.23	1.29	1.62	1.83	2.20
20-9	8	9	11.38	1.27	1.57	1.77	2.09
20-10	9	10	12.52	1.26	1.54	1.72	2.01
20-11	10	11	13.65	1.25	1.51	1.67	1.94
20-12	11	12	14.78	1.24	1.48	1.64	1.89
20-13	12	13	15.90	1.23	1.46	1.60	1.84
20-14	13	14	17.01	1.22	1.44	1.58	1.80

表 B.4(续)

方 案 号	判决故障数		总试验时 间(θ_1 的 倍数)	MTBF 的观测值 $\hat{\theta}(\theta_1 \text{ 的倍数})$	不同 α 的鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$		
	接收	拒收			$\alpha = 30\%$	$\alpha = 20\%$	$\alpha = 10\%$
20-15	14	15	18.12	1.21	1.42	1.55	1.76
20-16	15	16	19.23	1.21	1.40	1.53	1.73
20-17	16	17	20.34	1.20	1.39	1.51	1.70
20-18	17	18	21.44	1.20	1.38	1.49	1.67
20-19	18	19	22.54	1.19	1.37	1.48	1.65
20-20	19	20	23.63	1.19	1.35	1.46	1.63
20-21	27	28	33.41	1.19	—	—	1.50
20-22	36	37	41.99	1.14	1.25	—	—
20-23	56	57	63.23	1.11	—	1.25	—
20-24	91	92	99.96	1.09	—	—	1.25

表 B.5 $\beta = 30\%$ 的备用定时截尾试验方案

方 案 号	判决故障数		总试验时 间(θ_1 的 倍数)	MTBF 的观测值 $\hat{\theta}(\theta_1 \text{ 的倍数})$	不同 α 的鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$		
	接收	拒收			$\alpha = 30\%$	$\alpha = 20\%$	$\alpha = 10\%$
30-1	0	1	1.20	1.21	3.37	5.39	11.43
30-2	1	2	2.44	1.23	2.22	2.96	4.59
30-3	2	3	3.62	1.21	1.89	2.35	3.28
30-4	3	4	4.76	1.20	1.72	2.07	2.73
30-5	4	5	5.89	1.19	1.62	1.91	2.43
30-6	5	6	7.00	1.18	1.55	1.79	2.22
30-7	6	7	8.11	1.17	1.50	1.71	2.08
30-8	7	8	9.21	1.16	1.46	1.65	1.98
30-9	8	9	10.30	1.15	1.43	1.60	1.90
30-10	9	10	11.39	1.15	1.40	1.56	1.83
30-11	10	11	12.47	1.14	1.38	1.53	1.78
30-12	11	12	13.55	1.14	1.36	1.50	1.73
30-13	12	13	14.62	1.13	1.34	1.48	1.69
30-14	13	14	15.69	1.13	1.33	1.45	1.66
30-15	14	15	16.76	1.13	1.31	1.43	1.63
30-16	15	16	17.83	1.12	1.30	1.42	1.60
30-17	16	17	18.90	1.12	1.29	1.40	1.58
30-18	17	18	19.96	1.11	1.28	1.39	1.56
30-19	18	19	21.02	1.11	1.27	1.38	1.54
30-20	19	20	22.08	1.11	1.27	1.36	1.52
30-21	20	21	23.14	1.10	—	—	1.50
30-22	21	22	24.20	1.10	1.25	—	—
30-23	37	38	40.98	1.08	—	1.25	—
30-24	67	68	72.07	1.06	—	—	1.25

表 B.6 序贯试验接收时 MTBF 验证区间的置信限系数 $\theta(C', r)$

方案 1, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	6.95	5.7719	—	4.3187	—	3.0188	—
1	8.17	3.3078	19.4875	2.6937	31.1501	2.0719	65.8996
2	9.38	2.5383	7.3562	2.1430	9.7938	1.7211	15.1875
3	10.60	2.1610	4.8031	1.8641	4.9906	1.5360	8.3500
4	11.80	1.9342	3.7328	1.6930	4.4937	1.4203	5.9187
5	13.03	1.7859	3.1461	1.5797	3.7031	1.3430	4.7062
6	14.25	1.6801	2.7813	1.4984	3.2211	1.2871	3.9937
7	15.46	1.6004	2.5305	1.4371	2.8953	1.2445	3.5234
8	16.69	1.5391	2.3477	1.3896	2.6609	1.2117	3.1906
9	17.90	1.4898	2.2094	1.3516	2.4844	1.1855	2.9453
10	19.11	1.4496	2.1000	1.3201	2.3465	1.1641	2.7547
11	20.33	1.4162	2.0115	1.2943	2.2355	1.1461	2.6023
12	21.54	1.3879	1.9391	1.2725	2.1445	1.1313	2.4790
13	22.76	1.3639	1.8781	1.2539	2.0688	1.1184	2.3766
14	23.98	1.3434	1.8262	1.2379	2.0043	1.1076	2.2898
15	25.19	1.3253	1.7818	1.2238	1.9492	1.0980	2.2164
16	26.41	1.3093	1.7430	1.2115	1.9012	1.0898	2.1523
17	27.62	1.2951	1.7092	1.2008	1.8594	1.0826	2.0964
18	28.84	1.2826	1.6789	1.1910	1.8222	1.0762	2.0477
19	30.06	1.2715	1.6521	1.1827	1.7893	1.0707	2.0039
20	31.27	1.2613	1.6283	1.1748	1.7598	1.0654	1.9652
21	32.49	1.2523	1.6066	1.1679	1.7332	1.0609	1.9305
22	33.70	1.2439	1.5871	1.1615	1.7092	1.0568	1.8988
23	34.92	1.2364	1.5691	1.1559	1.6873	1.0531	1.8699
24	36.13	1.2295	1.5529	1.1506	1.6674	1.0498	1.8438
25	37.35	1.2232	1.5380	1.1458	1.6490	1.0467	1.8199
26	38.57	1.2174	1.5244	1.1414	1.6324	1.0440	1.7984
27	39.78	1.2121	1.5117	1.1375	1.6168	1.0414	1.7781
28	41.00	1.2071	1.5000	1.1338	1.6025	1.0391	1.7594
29	42.22	1.2025	1.4893	1.1303	1.5895	1.0369	1.7426
30	43.43	1.1982	1.4793	1.1271	1.5771	1.0350	1.7266
31	44.65	1.1943	1.4699	1.1242	1.5656	1.0332	1.7117
32	45.86	1.1906	1.4611	1.1215	1.5551	1.0316	1.6980
33	47.08	1.1872	1.4531	1.1190	1.5451	1.0301	1.6852
34	48.30	1.1840	1.4455	1.1166	1.5359	1.0285	1.6730
35	49.50	1.1811	1.4383	1.1145	1.5271	1.0273	1.6621
36	49.50	1.1732	1.4316	1.1084	1.5189	1.0234	1.6514
37	49.50	1.1612	1.4168	1.0986	1.5018	1.0166	1.6305
38	49.50	1.1463	1.3967	1.0859	1.4787	1.0070	1.6035
39	49.50	1.1296	1.3734	1.0715	1.4530	0.9957	1.5742
40	49.50	1.1122	1.3494	1.0561	1.4268	0.9830	1.5449

表 B.6(续)

方案 2, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	4.19	3.4801	∞	2.6034	∞	1.8197	∞
1	5.40	2.1477	11.7474	1.7475	18.7771	1.3425	39.7682
2	6.62	1.7401	4.7865	1.4669	6.3746	1.1746	9.8867
3	7.83	1.5412	3.3054	1.3264	4.1254	1.0887	5.7531
4	9.05	1.4246	2.6766	1.2432	3.2260	1.0376	4.2544
5	10.26	1.3478	2.3329	1.1882	2.7497	1.0039	3.5009
6	11.49	1.2946	2.1162	1.1501	2.4553	0.9808	3.0507
7	12.71	1.2555	1.9693	1.1222	2.2585	0.9641	2.7563
8	13.92	1.2256	1.8630	1.1009	2.1175	0.9515	2.5491
9	15.14	1.2024	1.7827	1.0844	2.0117	0.9419	2.3961
10	16.35	1.1839	1.7207	1.0714	1.9307	0.9344	2.2801
11	17.57	1.1691	1.6713	1.0610	1.8666	0.9286	2.1895
12	18.78	1.1568	1.6317	1.0525	1.8153	0.9239	2.1179
13	19.99	1.1467	1.5992	1.0455	1.7735	0.9201	2.0599
14	21.21	1.1384	1.5722	1.0398	1.7389	0.9170	2.0127
15	21.90	1.1273	1.5498	1.0320	1.7103	0.9127	1.9739
16	21.90	1.1059	1.5233	1.0155	1.6776	0.9023	1.9316
17	21.90	1.0799	1.4819	0.9943	1.6293	0.8874	1.8743
18	21.90	1.0546	1.4391	0.9727	1.5818	0.8709	1.8219

表 B.6(续)

方案 3, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 2$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	4.40	3.6546	∞	2.7339	∞	1.9109	∞
1	5.79	2.2913	12.3362	1.8638	19.7182	1.4311	41.7613
2	7.18	1.8741	5.1098	1.5790	6.9060	1.2633	10.5571
3	8.56	1.6712	3.5638	1.4372	4.4489	1.1783	6.2057
4	9.94	1.5521	2.9069	1.3532	3.5047	1.1278	4.6238
5	11.34	1.4754	2.5470	1.2992	3.0036	1.0956	3.8270
6	12.72	1.4218	2.3236	1.2614	2.9683	1.0734	3.3570
7	14.10	1.3827	2.1710	1.2339	2.4928	1.0575	3.0484
8	15.49	1.3535	2.0615	1.2135	2.3469	1.0459	2.8333
9	16.88	1.3311	1.9802	1.1980	2.2395	1.0372	2.6775
10	18.26	1.3135	1.9181	1.1858	2.1579	1.0305	2.5608
11	19.65	1.2995	1.8692	1.1763	2.0941	1.0254	2.4709
12	20.60	1.2839	1.8303	1.1654	2.0438	1.0194	2.4009
13	20.60	1.2530	1.7905	1.1418	1.9936	1.0045	2.3339
14	20.60	1.2163	1.7287	1.1120	1.9206	0.9835	2.2453
15	20.60	1.1825	1.6671	1.0830	1.8515	0.9613	2.1682

表 B.6(续)

方案 4, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 2$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	2.80	2.3256	∞	1.7397	∞	1.2160	∞
1	4.18	1.5933	7.8503	1.2927	12.5480	0.9880	26.5754
2	5.58	1.3822	3.5732	1.1581	4.7640	0.9181	7.3975
3	6.96	1.2865	2.6681	1.0968	3.3453	0.8869	4.6985
4	8.34	1.2351	2.2978	1.0643	2.7963	0.8710	3.7496
5	9.74	1.2054	2.1073	1.0459	2.5225	0.8626	3.3033
6	9.74	1.1502	1.9983	1.0066	2.3693	0.8403	3.0652
7	9.74	1.0986	1.8613	0.9662	2.1971	0.8133	2.8387

表 B.6(续)

方案 5, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 3$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	3.75	3.1147	∞	2.3300	∞	1.6286	∞
1	5.40	2.0831	10.5138	1.6915	16.8053	1.2950	35.5920
2	7.05	1.7755	4.6625	1.4909	6.2143	1.1861	9.6459
3	8.70	1.6333	3.4052	1.3972	4.2604	1.1357	5.9625
4	10.35	1.5547	2.8849	1.3457	3.4956	1.1087	4.6508
5	10.35	1.4266	2.6113	1.2504	3.1057	1.0841	4.0178
6	10.35	1.3112	2.3001	1.1575	2.7039	0.9811	3.4489

表 B.6(续)

方案 6, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 3$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	2.67	2.2177	∞	1.6590	∞	1.1596	∞
1	4.32	1.5980	7.4858	1.2932	11.9654	0.9842	25.3415
2	4.50	1.2039	3.6027	1.0142	4.8080	0.8111	7.4730

表 B.6(续)

方案 7, $\alpha = \beta = 30\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	3.15	2.6163	∞	1.9572	∞	1.3680	∞
1	4.37	1.7049	8.8316	1.3856	14.1165	1.0622	29.8973
2	5.58	1.4273	3.8096	1.2007	5.0760	0.9580	7.8765
3	6.80	1.2959	2.7236	1.1118	3.4022	0.9077	4.7491
4	6.80	1.1207	2.2673	0.9784	2.7375	0.8175	3.6186
5	6.80	0.9756	1.8373	0.8611	2.1686	0.7302	2.7706

表 B.6(续)

方案 8, $\alpha = \beta = 30\%$, $d = 2$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
0	1.72	1.4286	∞	1.0687	∞	0.7470	∞
1	3.10	1.0939	4.8223	0.8814	7.7080	0.6656	16.3249
2	4.50	1.0011	2.4894	0.8298	3.3277	0.6451	5.1811

表 B.7 序贯试验拒收时 MTBF 验证区间的置信限系数 $\theta(C', r)$

方案 1, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
6	0.34	0.0481	0.0742	0.0427	0.0857	0.0364	0.1056
7	1.56	0.1923	0.2883	0.1719	0.3295	0.1481	0.4005
8	2.78	0.3025	0.4416	0.2722	0.5001	0.2365	0.5993
9	3.99	0.3896	0.5573	0.3525	0.6265	0.3085	0.7427
10	5.20	0.4613	0.6486	0.4192	0.7249	0.3690	0.8517
11	6.42	0.5221	0.7234	0.4763	0.8044	0.4214	0.9381
12	7.64	0.5740	0.7851	0.5254	0.8693	0.4667	1.0074
13	8.86	0.6187	0.8370	0.5681	0.9232	0.5058	1.0639
14	10.07	0.6572	0.8804	0.6050	0.9679	0.5417	1.1101
15	11.29	0.6915	0.9181	0.6382	1.0064	0.5732	1.1492
16	12.50	0.7217	0.9505	0.6675	1.0392	0.6012	1.1820
17	13.72	0.7489	0.9792	0.6941	1.0679	0.6268	1.2105
18	14.94	0.7735	1.0045	0.7182	1.0931	0.6501	1.2351
19	16.15	0.7954	1.0267	0.7398	1.1150	0.6712	1.2563
20	17.37	0.8156	1.0467	0.7598	1.1347	0.6907	1.2751
21	18.58	0.8338	1.0645	0.7778	1.1520	0.7086	1.2914
22	19.80	0.8507	1.0808	0.7947	1.1677	0.7252	1.3060
23	21.02	0.8663	1.0955	0.8103	1.1819	0.7407	1.3191
24	22.23	0.8805	1.1087	0.8246	1.1946	0.7550	1.3307
25	23.45	0.8938	1.1210	0.8380	1.2062	0.7684	1.3412
26	24.66	0.9059	1.1320	0.8503	1.2166	0.7808	1.3505
27	25.88	0.9174	1.1423	0.8619	1.2263	0.7926	1.3591
28	27.07	0.9277	1.1513	0.8724	1.2347	0.8031	1.3665
29	28.31	0.9379	1.1603	0.8828	1.2430	0.8137	1.3737
30	29.53	0.9474	1.1684	0.8925	1.2506	0.8235	1.3802
31	30.74	0.9561	1.1758	0.9014	1.2574	0.8326	1.3860
32	31.96	0.9643	1.1828	0.9099	1.2638	0.8413	1.3915
33	33.18	0.9721	1.1893	0.9179	1.2697	0.8495	1.3964
34	34.39	0.9793	1.1953	0.9253	1.2751	0.8572	1.4009
35	35.61	0.9862	1.2009	0.9325	1.2802	0.8645	1.4051
36	36.82	0.9927	1.2061	0.9391	1.2849	0.8714	1.4090
37	38.04	0.9988	1.2111	0.9455	1.2893	0.8780	1.4125
38	39.26	1.0046	1.2157	0.9515	1.2934	0.8842	1.4159

表 B.7(续)

方案 1, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
39	40.47	1.0101	1.2200	0.9572	1.2974	0.8901	1.4189
40	41.69	1.0153	1.2241	0.9626	1.3008	0.8957	1.4217
41	42.22	1.0163	1.2248	0.9637	1.3015	0.8969	1.4222
41	43.43	1.0247	1.2317	0.9723	1.3077	0.9056	1.4272
41	44.65	1.0388	1.2448	0.9864	1.3199	0.9193	1.4378
41	45.86	1.0559	1.2621	1.0030	1.3367	0.9351	1.4531
41	47.08	1.0747	1.2828	1.0210	1.3567	0.9517	1.4724
41	48.30	1.0939	1.3040	1.0390	1.3788	0.9681	1.4944
41	49.50	1.1129	1.3258	1.0561	1.4013	0.9830	1.5173

表 B.7(续)

方案 2, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 1.5$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
3	0.24	0.0664	0.1254	0.0561	0.1563	0.0451	0.2178
4	1.46	0.3069	0.5291	0.2649	0.6369	0.2187	0.8389
5	2.67	0.4605	0.7537	0.4028	0.8902	0.3380	1.1394
6	3.90	0.5733	0.9040	0.5063	1.0538	0.4299	1.3224
7	5.12	0.6577	1.0081	0.5851	1.1638	0.5015	1.7395
8	6.33	0.7231	1.0837	0.6472	1.2415	0.5590	1.5186
9	7.55	0.7765	1.1420	0.6985	1.3000	0.6073	1.5758
10	8.76	0.8198	1.1869	0.7406	1.3442	0.6474	1.6174
11	9.98	0.8564	1.2232	0.7765	1.3792	0.6821	1.6492
12	11.19	0.8869	1.2522	0.8067	1.4066	0.7114	1.6732
13	12.41	0.9131	1.2762	0.8328	1.4289	0.7370	1.6922
14	13.62	0.9352	1.2958	0.8549	1.4468	0.7588	1.7070
15	14.84	0.9544	1.3123	0.8743	1.4617	0.7780	1.7188
16	16.05	0.9708	1.3260	0.8909	1.4738	0.7944	1.7282
17	17.28	0.9854	1.3379	0.9056	1.4842	0.8090	1.7360
18	18.50	0.9980	1.3479	0.9184	1.4928	0.8216	1.7422
19	18.78	0.9986	1.3483	0.9191	1.4932	0.8233	1.7425
19	19.99	1.0135	1.3604	0.9340	1.5035	0.8368	1.7499
19	21.21	1.0389	1.3854	0.9582	1.5266	0.8586	1.7686
19	21.90	1.0546	1.4029	0.9727	1.5436	0.8709	1.7833

表 B.7(续)

方案 3, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 2$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
3	0.70	0.1936	0.3658	0.1636	0.4560	0.1315	0.6352
4	2.08	0.4403	0.7631	0.3798	0.9208	0.3131	1.2184
5	3.48	0.6062	0.9986	0.5296	1.1831	0.4437	1.5226
6	4.40	0.6700	1.0760	0.5894	1.2643	0.4983	1.6079
6	4.86	0.7232	1.1491	0.6377	1.3444	0.5405	1.6982
7	5.79	0.7708	1.2023	0.6832	1.3984	0.5830	1.7519
7	6.24	0.8117	1.2542	0.7210	1.4535	0.6169	1.8016
8	7.18	0.8488	1.2931	0.7570	1.4918	0.6512	1.8469
8	7.63	0.8818	1.3322	0.7880	1.5321	0.6795	1.8878
9	8.56	0.9107	1.3606	0.8164	1.5594	0.7069	1.9125
9	9.02	0.9382	1.3913	0.8425	1.5902	0.7312	1.9423
10	9.94	0.9610	1.4125	0.8652	1.6102	0.7534	1.9597
10	10.40	0.9836	1.4364	0.8870	1.6336	0.7738	1.9814
11	11.34	1.0029	1.4536	0.9063	1.6495	0.7930	1.9946
11	11.79	1.0214	1.4724	0.9244	1.6674	0.8100	2.0106
12	12.72	1.0371	1.4857	0.9402	1.6795	0.8258	2.0203
12	13.18	1.0530	1.5011	0.9557	1.6939	0.8406	2.0326
13	14.10	1.0657	1.5116	0.9687	1.7032	0.8536	2.0398
13	14.56	1.0790	1.5239	0.9818	1.7146	0.8661	2.0491
14	15.49	1.0899	1.5326	0.9929	1.7221	0.8772	2.0547
14	15.94	1.1009	1.5425	1.0038	1.7310	0.8877	2.0617
15	16.88	1.1102	1.5497	1.0133	1.7371	0.8973	2.0661
15	17.34	1.1199	1.5581	1.0229	1.7445	0.9064	2.0718
16	18.26	1.1275	1.5638	1.0307	1.7493	0.9142	2.0751
16	19.65	1.1572	1.5911	1.0595	1.7739	0.9409	2.0940
16	20.60	1.1825	1.6184	1.0830	1.7999	0.9613	2.1161

表 B.7(续)

方案 4, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 2$, $C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
2	0.70	0.2870	0.6379	0.2338	0.8491	0.1800	1.3163
3	2.08	0.5944	1.1549	0.4997	1.4606	0.3996	2.0916
4	2.80	0.6843	1.2418	0.5646	1.5517	0.4578	2.1863
4	3.46	0.7767	1.4084	0.6644	1.7379	0.5428	2.3998
5	4.18	0.8193	1.4541	0.7052	1.7830	0.5809	2.4418
5	4.86	0.8977	1.5551	0.7768	1.8891	0.6438	2.5506
6	5.58	0.9251	1.5816	0.8036	1.9139	0.6693	2.5716
6	6.24	0.9767	1.6413	0.8515	1.9733	0.7120	2.6267
7	6.96	0.9948	1.6573	0.8694	1.9876	0.7291	2.6377
7	7.62	1.0301	1.6948	0.9026	2.0232	0.7586	2.6677
8	8.34	1.0423	1.7049	0.9146	2.0318	0.7700	2.6737
8	9.74	1.0986	1.7664	0.9662	2.0895	0.8133	2.7203

表 B.7(续)

方案 5, $\alpha = \beta = 10\%$, $d = 3, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
2	0.57	0.2337	0.5194	0.9104	0.6914	0.1465	1.0718
3	2.22	0.6256	1.2013	0.5271	1.5104	0.4225	2.1387
4	3.75	0.8334	1.4966	0.7141	1.8373	0.5845	2.5110
4	3.87	0.8559	1.5322	0.7338	1.8783	0.6016	2.5609
5	5.40	0.9932	1.7020	0.8613	2.0557	0.7156	2.7434
5	5.52	1.0094	1.7245	0.8758	2.0802	0.7282	2.7703
6	7.05	1.1049	1.8304	0.9664	2.1855	0.8118	2.8695
6	7.17	1.1166	1.8451	0.9772	2.2009	0.8213	2.8850
7	8.70	1.1845	1.9142	1.0427	2.2666	0.8825	2.9421
7	10.35	1.3112	2.0766	1.1575	2.4382	0.9811	3.1097

表 B.7(续)

方案 6, $\alpha = \beta = 20\%$, $d = 2, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
2	0.36	0.1476	0.3281	0.1202	0.4367	0.0926	0.6769
3	2.67	0.7422	1.4085	0.6266	1.7602	0.5034	2.4631
3	4.32	1.1644	2.2143	0.9819	2.7655	0.7862	3.8626
3	4.50	1.2039	2.2915	1.0142	2.8625	0.8111	3.9987

表 B.7(续)

方案 7, $\alpha = \beta = 30\%$, $d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
3	1.22	0.3374	0.6375	0.8251	0.7948	0.2292	1.1070
4	2.43	0.5245	0.9211	0.4510	1.1183	0.3710	1.4961
5	3.15	0.5824	0.9921	0.5052	1.1927	0.4199	1.5743
5	3.65	0.6511	1.0898	0.5671	1.3009	0.4735	1.6974
6	4.37	0.6908	1.1335	0.6050	1.3448	0.5089	1.7402
6	5.58	0.8263	1.3164	0.7283	1.5430	0.6172	1.9578
6	6.80	0.9756	1.5387	0.8611	1.7939	0.7302	2.2533

表 B.7(续)

方案 8, $\alpha = \beta = 30\%$, $d = 2, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	试验时间 $t_r(\theta_1 \text{ 的倍数})$	下限 $\theta_L(C', t_r)$, 上限 $\theta_U(C', t_r)$					
		$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
3	1.72	0.4757	0.8987	0.4020	1.1205	0.3232	1.5607
3	3.10	0.8183	1.5594	0.6885	1.9473	0.5494	2.7171
3	4.50	1.0011	1.9710	0.8298	2.4763	0.6451	3.4779

表 B.8 定时截尾试验接收时 MTBF 验证区间的置信限系数 $\theta(C', r)$

故障数 r	下限 $\theta_L(C', r)$, 上限 $\theta_U(C', r)$					
	$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限
1	0.410	2.804	0.334	4.481	0.257	9.491
2	0.553	1.823	0.467	2.426	0.376	3.761
3	0.630	1.568	0.544	1.954	0.449	2.722
4	0.679	1.447	0.595	1.742	0.500	2.293
5	0.714	1.376	0.632	1.618	0.539	2.055
6	0.740	1.328	0.661	1.537	0.570	1.904
7	0.760	1.294	0.684	1.479	0.595	1.797
8	0.777	1.267	0.703	1.435	0.616	1.718
9	0.790	1.247	0.719	1.400	0.634	1.657
10	0.802	1.230	0.733	1.372	0.649	1.607
11	0.812	1.215	0.744	1.349	0.663	1.567
12	0.821	1.203	0.755	1.329	0.675	1.533
13	0.828	1.193	0.764	1.312	0.686	1.504
14	0.835	1.184	0.772	1.297	0.696	1.478
15	0.841	1.176	0.780	1.284	0.705	1.456
16	0.847	1.169	0.787	1.272	0.713	1.437
17	0.852	1.163	0.793	1.262	0.720	1.419
18	0.856	1.157	0.799	1.253	0.727	1.404
19	0.861	1.152	0.804	1.244	0.734	1.390
20	0.864	1.147	0.809	1.237	0.740	1.377
30	0.891	1.115	0.844	1.185	0.783	1.291

表 B.9 定时截尾试验拒收时 MTBF 验证区间的置信限系数 $\theta(C', r)$

故障数 r	下限 $\theta_L(C', r)$, 上限 $\theta_U(C', r)$					
	$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限
1	0.801	2.804	0.621	4.481	0.434	9.491
2	0.820	1.823	0.668	2.426	0.515	3.761
3	0.830	1.568	0.701	1.954	0.564	2.722
4	0.840	1.447	0.725	1.742	0.599	2.293
5	0.849	1.376	0.744	1.618	0.626	2.055
6	0.856	1.328	0.759	1.537	0.647	1.904
7	0.863	1.294	0.771	1.479	0.665	1.797
8	0.869	1.267	0.782	1.435	0.680	1.718
9	0.874	1.247	0.796	1.400	0.693	1.657
10	0.878	1.230	0.799	1.372	0.704	1.607
11	0.882	1.215	0.806	1.349	0.714	1.567
12	0.886	1.203	0.812	1.329	0.723	1.533
13	0.889	1.193	0.818	1.312	0.731	1.504
14	0.892	1.184	0.823	1.297	0.738	1.478
15	0.895	1.176	0.828	1.284	0.745	1.456
16	0.897	1.169	0.832	1.272	0.751	1.437
17	0.900	1.163	0.836	1.262	0.757	1.419
18	0.902	1.157	0.840	1.253	0.763	1.404

表 B.9(续)

故障数 r	下限 $\theta_L(C', r)$, 上限 $\theta_U(C', r)$					
	$C' = 0.7$		$C' = 0.8$		$C' = 0.9$	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限
19	0.904	1.152	0.843	1.244	0.767	1.390
20	0.906	1.147	0.846	1.237	0.772	1.377
30	0.920	1.115	0.870	1.185	0.806	1.291

表 B.10 定时截尾试验方案提前评定的接收时间 t_r

方案号	接 收 时 间 $t_r^{(1)}$				
9	$t_0 = 4.2$	$t_1 = 6.1$	$t_2 = 7.9$	$t_3 = 9.4$	$t_4 = 11.0$
	$t_5 = 12.4$	$t_6 = 13.9$	$t_7 = 15.3$	$t_8 = 16.6$	$t_9 = 18.0$
	$t_{10} = 19.3$	$t_{11} = 20.7$	$t_{12} = 22.0$	$t_{13} = 23.3$	$t_{14} = 24.5$
	$t_{15} = 25.8$	$t_{16} = 27.1$	$t_{17} = 28.3$	$t_{18} = 29.6$	$t_{19} = 30.8$
	$t_{20} = 32.1$	$t_{21} = 33.3$	$t_{22} = 34.5$	$t_{23} = 35.8$	$t_{24} = 37.0$
	$t_{25} = 38.2$	$t_{26} = 39.4$	$t_{27} = 40.6$	$t_{28} = 41.8$	$t_{29} = 43.0$
	$t_{30} = 44.2$	$t_{31} = 45.4$	$t_{32} = 46.6$	$t_{33} = 47.8$	$t_{34} = 49.0$
	$t_{35} = 50.1$	$t_{36} = 51.3$	$t_{37} = 52.5$	$t_{38} = 53.7$	$t_{39} = 54.8$
	$t_{40} = 56.0$	$t_{41} = 57.2$	$t_{42} = 58.3$	$t_{43} = 59.5$	$t_{44} = 60.7$
	$t_{45} = 61.8$	$t_{46} = 63.0$	$t_{47} = 64.1$	$t_{48} = 65.3$	$t_{49} = 66.5$
	$t_{50} = 67.6$	$t_{51} = 68.8$	$t_{52} = 69.9$	$t_{53} = 71.1$	$t_{54} = 72.2$
10	$t_0 = 3.2$	$t_1 = 5.0$	$t_2 = 6.6$	$t_3 = 8.1$	$t_4 = 9.5$
	$t_5 = 10.9$	$t_6 = 12.2$	$t_7 = 13.6$	$t_8 = 14.9$	$t_9 = 16.1$
	$t_{10} = 17.4$	$t_{11} = 18.7$	$t_{12} = 19.9$	$t_{13} = 21.2$	$t_{14} = 22.4$
	$t_{15} = 23.6$	$t_{16} = 24.8$	$t_{17} = 26.1$	$t_{18} = 27.3$	$t_{19} = 28.4$
	$t_{20} = 29.6$	$t_{21} = 30.8$	$t_{22} = 32.0$	$t_{23} = 33.2$	$t_{24} = 34.4$
	$t_{25} = 35.6$	$t_{26} = 36.7$	$t_{27} = 37.9$	$t_{28} = 39.1$	$t_{29} = 40.2$
	$t_{30} = 41.4$	$t_{31} = 42.5$	$t_{32} = 43.7$	$t_{33} = 44.8$	$t_{34} = 46.0$
	$t_{35} = 47.1$	$t_{36} = 48.3$	$t_{37} = 49.4$	$t_{38} = 50.6$	$t_{39} = 51.7$
11	$t_0 = 3.0$	$t_1 = 4.8$	$t_2 = 6.3$	$t_3 = 7.8$	$t_4 = 9.2$
	$t_5 = 10.5$	$t_6 = 11.9$	$t_7 = 13.2$	$t_8 = 14.4$	$t_9 = 15.7$
	$t_{10} = 17.0$	$t_{11} = 18.2$	$t_{12} = 19.5$	$t_{13} = 20.7$	$t_{14} = 21.9$
	$t_{15} = 23.1$	$t_{16} = 24.3$	$t_{17} = 25.5$	$t_{18} = 26.7$	$t_{19} = 27.9$
	$t_{20} = 29.1$	$t_{21} = 30.3$	$t_{22} = 31.4$	$t_{23} = 32.6$	
12	$t_0 = 3.7$	$t_1 = 5.6$	$t_2 = 7.2$	$t_3 = 8.8$	$t_4 = 10.3$
	$t_5 = 11.7$	$t_6 = 13.1$	$t_7 = 14.4$	$t_8 = 15.8$	$t_9 = 17.1$
	$t_{10} = 18.4$	$t_{11} = 19.7$	$t_{12} = 21.0$	$t_{13} = 22.3$	$t_{14} = 23.5$
	$t_{15} = 24.8$	$t_{16} = 26.0$			
13	$t_0 = 2.8$	$t_1 = 4.6$	$t_2 = 6.1$	$t_3 = 7.5$	$t_4 = 8.9$
	$t_5 = 10.3$	$t_6 = 11.6$	$t_7 = 12.9$	$t_8 = 14.1$	$t_9 = 15.4$
	$t_{10} = 16.6$	$t_{11} = 17.9$	$t_{12} = 19.1$		
14	$t_0 = 2.7$	$t_1 = 4.4$	$t_2 = 5.9$	$t_3 = 7.3$	$t_4 = 8.7$
	$t_5 = 10.0$	$t_6 = 11.3$	$t_7 = 12.6$		
15	$t_0 = 3.5$	$t_1 = 5.4$	$t_2 = 7.0$	$t_3 = 8.6$	$t_4 = 10.0$
	$t_5 = 11.4$	$t_6 = 12.8$			
16	$t_0 = 2.5$	$t_1 = 4.1$	$t_2 = 5.6$	$t_3 = 7.0$	$t_4 = 8.3$
17	$t_0 = 2.2$	$t_1 = 3.8$	$t_2 = 5.2$		

表 B. 10(续)

方案号	接 收 时 间 $t_r^{(1)}$				
18	$t_0 = 2.1$ $t_5 = 8.9$	$t_1 = 3.7$ $t_6 = 10.2$	$t_2 = 5.1$ $t_7 = 11.4$	$t_3 = 6.4$ $t_8 = 12.6$	$t_4 = 7.7$
19	$t_0 = 1.8$	$t_1 = 3.2$	$t_2 = 4.5$		
20	$t_0 = 1.1$				

注:1)若某时间前出现 r 个故障,则接收评定的时间在 t_r 。其中 t_r 为 θ_1 的倍数。

表 B. 11 定时截尾试验提前作出接收时的置信限系数 $\theta(C', t_r)$

方案 9, $\alpha = \beta = 0.10, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 4.2$	3.488	2.610	1.824	∞	∞	∞
1	$t_1 = 6.1$	2.347	1.905	1.458	11.775	18.822	39.863
2	$t_2 = 7.9$	1.991	1.673	1.331	5.255	7.004	10.873
3	$t_3 = 9.4$	1.795	1.539	1.256	3.810	4.763	6.652
4	$t_4 = 11.0$	1.680	1.461	1.212	3.139	3.789	5.003
5	$t_5 = 12.4$	1.596	1.403	1.178	2.771	3.271	4.170
6	$t_6 = 13.9$	1.538	1.362	1.155	2.521	2.928	3.641
7	$t_7 = 15.3$	1.491	1.330	1.137	2.350	2.697	3.292
8	$t_8 = 16.6$	1.452	1.302	1.121	2.220	2.523	3.036
9	$t_9 = 18.0$	1.421	1.280	1.109	2.114	2.384	2.834
10	$t_{10} = 19.3$	1.395	1.262	1.098	2.032	2.277	2.680
11	$t_{11} = 20.7$	1.374	1.247	1.089	1.963	2.187	2.553
12	$t_{12} = 22.0$	1.355	1.233	1.082	1.907	2.115	2.451
13	$t_{13} = 23.3$	1.338	1.222	1.075	1.858	2.052	2.363
14	$t_{14} = 24.5$	1.322	1.210	1.069	1.815	1.997	2.288
15	$t_{15} = 25.8$	1.309	1.201	1.064	1.776	1.947	2.220
16	$t_{16} = 27.1$	1.297	1.192	1.059	1.743	1.905	2.162
17	$t_{17} = 28.3$	1.286	1.184	1.055	1.713	1.868	2.111
18	$t_{18} = 29.6$	1.276	1.178	1.051	1.686	1.833	2.064
19	$t_{19} = 30.8$	1.267	1.171	1.047	1.662	1.803	2.024
20	$t_{20} = 32.1$	1.258	1.165	1.044	1.639	1.775	1.986
21	$t_{21} = 33.3$	1.251	1.160	1.041	1.620	1.751	1.953
22	$t_{22} = 34.5$	1.243	1.155	1.038	1.601	1.727	1.922
23	$t_{23} = 35.8$	1.237	1.150	1.036	1.584	1.705	1.893
24	$t_{24} = 37.0$	1.231	1.146	1.033	1.568	1.686	1.868
25	$t_{25} = 38.2$	1.225	1.142	1.031	1.554	1.668	1.844
26	$t_{26} = 39.4$	1.220	1.138	1.029	1.540	1.651	1.821
27	$t_{27} = 40.6$	1.215	1.134	1.027	1.527	1.635	1.800
28	$t_{28} = 41.8$	1.210	1.131	1.025	1.515	1.620	1.780
29	$t_{29} = 43.0$	1.205	1.128	1.024	1.504	1.606	1.762
30	$t_{30} = 44.2$	1.201	1.125	1.022	1.493	1.593	1.744
31	$t_{31} = 45.4$	1.197	1.122	1.021	1.483	1.580	1.728
32	$t_{32} = 46.6$	1.193	1.119	1.019	1.473	1.569	1.713
33	$t_{33} = 47.7$	1.189	1.117	1.018	1.464	1.558	1.699
34	$t_{34} = 49.0$	1.186	1.114	1.017	1.456	1.547	1.685
35	$t_{35} = 50.1$	1.183	1.112	1.015	1.448	1.538	1.672

表 B. 11(续)

方案 9, $\alpha = \beta = 0.10, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
36	$t_{36} = 51.3$	1.179	1.109	1.014	1.440	1.528	1.660
37	$t_{37} = 52.5$	1.176	1.107	1.013	1.432	1.519	1.648
38	$t_{38} = 53.7$	1.173	1.105	1.012	1.425	1.510	1.637
39	$t_{39} = 54.8$	1.171	1.103	1.011	1.419	1.502	1.626
40	$t_{40} = 56.0$	1.168	1.101	1.010	1.412	1.494	1.616
41	$t_{41} = 57.2$	1.165	1.100	1.009	1.406	1.486	1.606
42	$t_{42} = 58.3$	1.163	1.098	1.008	1.400	1.479	1.597
43	$t_{43} = 59.5$	1.160	1.096	1.007	1.394	1.472	1.587
44	$t_{44} = 60.7$	1.158	1.095	1.007	1.389	1.465	1.579
45	$t_{45} = 61.8$	1.156	1.093	1.006	1.384	1.459	1.571
46	$t_{46} = 63.0$	1.154	1.092	1.005	1.378	1.453	1.563
47	$t_{47} = 64.1$	1.152	1.090	1.004	1.374	1.447	1.555
48	$t_{48} = 65.3$	1.150	1.089	1.004	1.369	1.441	1.548
49	$t_{49} = 66.5$	1.148	1.087	1.003	1.364	1.435	1.541
50	$t_{50} = 67.6$	1.146	1.086	1.002	1.360	1.430	1.534
51	$t_{51} = 68.8$	1.144	1.085	1.002	1.356	1.425	1.527
52	$t_{52} = 69.9$	1.143	1.084	1.001	1.352	1.420	1.521
53	$t_{53} = 71.1$	1.141	1.083	1.001	1.348	1.415	1.515
54	$t_{54} = 72.2$	1.139	1.081	1.000	1.344	1.411	1.509

表 B. 11(续)

方案 10, $\alpha = 10, \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 3.2$	2.658	1.988	1.390	∞	∞	∞
1	$t_1 = 5.0$	1.875	1.519	1.158	8.972	14.341	30.372
2	$t_2 = 6.6$	1.622	1.359	1.076	4.216	5.624	8.738
3	$t_3 = 8.1$	1.492	1.275	1.033	3.121	3.904	5.459
4	$t_4 = 9.5$	1.410	1.221	1.005	2.630	3.179	4.205
5	$t_5 = 10.9$	1.354	1.185	0.987	2.343	2.770	3.537
6	$t_6 = 12.2$	1.311	1.156	0.972	2.158	2.510	3.128
7	$t_7 = 13.6$	1.281	1.136	0.962	2.022	2.324	2.842
8	$t_8 = 14.9$	1.256	1.120	0.954	1.925	2.192	2.642
9	$t_9 = 16.1$	1.234	1.105	0.947	1.848	2.087	2.487
10	$t_{10} = 17.4$	1.216	1.094	0.942	1.781	2.000	2.359
11	$t_{11} = 18.7$	1.201	1.084	0.937	1.729	1.930	2.258
12	$t_{12} = 19.9$	1.188	1.076	0.933	1.686	1.873	2.175
13	$t_{13} = 21.2$	1.177	1.069	0.930	1.647	1.822	2.103
14	$t_{14} = 22.4$	1.167	1.062	0.927	1.615	1.780	2.044
15	$t_{15} = 23.6$	1.158	1.057	0.924	1.586	1.743	1.990
16	$t_{16} = 24.8$	1.150	1.051	0.922	1.560	1.709	1.943
17	$t_{17} = 26.1$	1.144	1.047	0.920	1.537	1.679	1.901
18	$t_{18} = 27.3$	1.137	1.043	0.919	1.517	1.654	1.866
19	$t_{19} = 28.4$	1.131	1.039	0.917	1.499	1.630	1.834

表 B. 11(续)

方案 10, $\alpha = 10, \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
20	$t_{20} = 29.6$	1.126	1.036	0.915	1.482	1.607	1.802
21	$t_{21} = 30.8$	1.121	1.032	0.914	1.466	1.587	1.774
22	$t_{22} = 32.0$	1.116	1.029	0.913	1.451	1.569	1.749
23	$t_{23} = 33.2$	1.112	1.027	0.912	1.438	1.552	1.727
24	$t_{24} = 34.4$	1.108	1.024	0.911	1.426	1.537	1.706
25	$t_{25} = 35.6$	1.104	1.022	0.910	1.415	1.523	1.686
26	$t_{26} = 36.7$	1.101	1.020	0.909	1.405	1.510	1.669
27	$t_{27} = 37.9$	1.098	1.018	0.908	1.395	1.497	1.651
28	$t_{28} = 39.1$	1.095	1.016	0.907	1.386	1.485	1.635
29	$t_{29} = 40.2$	1.092	1.014	0.907	1.378	1.474	1.621
30	$t_{30} = 41.4$	1.089	1.013	0.906	1.369	1.464	1.607
31	$t_{31} = 42.5$	1.087	1.011	0.906	1.362	1.454	1.594
32	$t_{32} = 43.7$	1.084	1.010	0.905	1.354	1.445	1.581
33	$t_{33} = 44.8$	1.082	1.008	0.905	1.347	1.436	1.569
34	$t_{34} = 46.0$	1.080	1.007	0.904	1.341	1.428	1.558
35	$t_{35} = 47.1$	1.078	1.006	0.904	1.334	1.420	1.548
36	$t_{36} = 48.3$	1.076	1.004	0.903	1.328	1.412	1.537
37	$t_{37} = 49.4$	1.074	1.003	0.903	1.323	1.405	1.528
38	$t_{38} = 50.6$	1.072	1.002	0.902	1.317	1.398	1.519
39	$t_{39} = 51.7$	1.070	1.001	0.902	1.312	1.392	1.510

表 B. 11(续)

方案 11, $\alpha = \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 3.0$	2.492	1.864	1.303	∞	∞	∞
1	$t_1 = 4.8$	1.783	1.444	1.100	8.411	13.444	28.474
2	$t_2 = 6.3$	1.543	1.292	1.023	4.017	5.361	8.331
3	$t_3 = 7.8$	1.425	1.217	0.985	2.947	3.721	5.204
4	$t_4 = 9.2$	1.352	1.169	0.961	2.517	3.043	4.027
5	$t_5 = 10.5$	1.299	1.135	0.944	2.252	2.663	3.403
6	$t_6 = 11.9$	1.262	1.112	0.932	2.074	2.413	3.007
7	$t_7 = 13.2$	1.234	1.093	0.923	1.952	2.245	2.747
8	$t_8 = 14.4$	1.209	1.077	0.916	1.860	2.118	2.555
9	$t_9 = 15.7$	1.190	1.065	0.910	1.783	2.015	2.402
10	$t_{10} = 17.0$	1.175	1.055	0.906	1.724	1.936	2.284
11	$t_{11} = 18.2$	1.161	1.047	0.902	1.676	1.872	2.191
12	$t_{12} = 19.5$	1.150	1.040	0.899	1.634	1.816	2.111
13	$t_{13} = 20.7$	1.140	1.033	0.896	1.600	1.771	2.045
14	$t_{14} = 21.9$	1.131	1.018	0.894	1.569	1.731	1.988
15	$t_{15} = 23.1$	1.123	1.023	0.891	1.542	1.695	1.937
16	$t_{16} = 24.3$	1.116	1.028	0.890	1.518	1.663	1.893
17	$t_{17} = 25.5$	1.110	1.014	0.888	1.496	1.636	1.854
18	$t_{18} = 26.7$	1.104	1.011	0.887	1.477	1.611	1.819

表 B. 11(续)

方案 11, $\alpha = \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
19	$t_{19} = 27.9$	1.099	1.008	0.885	1.460	1.588	1.787
20	$t_{20} = 29.1$	1.094	1.005	0.884	1.444	1.568	1.759
21	$t_{21} = 30.3$	1.090	1.002	0.883	1.430	1.550	1.734
22	$t_{22} = 31.4$	1.086	1.000	0.882	1.417	1.533	1.710
23	$t_{23} = 32.6$	1.082	0.997	0.881	1.405	1.517	1.688

表 B. 11(续)

方案 12, $\alpha = \beta = 0.10, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 3.7$	3.073	2.299	1.607	∞	∞	∞
1	$t_1 = 5.6$	2.124	1.723	1.316	10.374	16.581	35.118
2	$t_2 = 7.2$	1.806	1.516	1.205	4.768	6.358	9.874
3	$t_3 = 8.8$	1.649	1.412	1.148	3.461	4.327	6.045
4	$t_4 = 10.3$	1.551	1.347	1.113	2.894	3.495	4.619
5	$t_5 = 11.7$	1.482	1.300	1.087	2.568	3.033	3.869
6	$t_6 = 13.1$	1.431	1.265	1.069	2.350	2.731	3.399
7	$t_7 = 14.4$	1.389	1.237	1.053	2.195	2.521	3.080
8	$t_8 = 15.8$	1.358	1.216	1.042	2.076	2.361	2.842
9	$t_9 = 17.1$	1.332	1.198	1.032	1.987	2.242	2.668
10	$t_{10} = 18.4$	1.310	1.183	1.024	1.913	2.145	2.527
11	$t_{11} = 19.7$	1.292	1.170	1.018	1.852	2.065	2.413
12	$t_{12} = 21.0$	1.276	1.159	1.012	1.801	1.998	2.318
13	$t_{13} = 22.3$	1.262	1.150	1.007	1.757	1.942	2.239
14	$t_{14} = 23.5$	1.249	1.141	1.003	1.720	1.894	2.172
15	$t_{15} = 24.8$	1.238	1.133	0.999	1.686	1.850	2.111
16	$t_{16} = 26.0$	1.228	1.127	0.995	1.657	1.813	2.059

表 B. 11(续)

方案 13, $\alpha = 0.10, \beta = 0.20, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 2.8$	2.326	1.740	1.216	∞	∞	∞
1	$t_1 = 4.6$	1.691	1.368	1.040	7.850	12.548	26.575
2	$t_2 = 6.1$	1.476	1.234	0.974	3.817	5.095	7.921
3	$t_3 = 7.5$	1.364	1.163	0.939	2.852	3.570	4.996
4	$t_4 = 8.9$	1.297	1.120	0.918	2.413	2.919	3.864
5	$t_5 = 10.3$	1.252	1.092	0.905	2.166	2.562	3.275
6	$t_6 = 11.6$	1.218	1.071	0.895	2.007	2.337	2.916
7	$t_7 = 12.9$	1.193	1.055	0.888	1.891	2.176	2.665
8	$t_8 = 14.1$	1.171	1.041	0.882	1.804	2.056	2.482
9	$t_9 = 15.4$	1.154	1.031	0.877	1.733	1.960	2.337
10	$t_{10} = 16.6$	1.139	1.021	0.873	1.678	1.885	2.226
11	$t_{11} = 17.9$	1.128	1.014	0.870	1.631	1.822	2.134
12	$t_{12} = 19.1$	1.117	1.008	0.867	1.593	1.772	2.060

表 B. 11(续)

方案 14, $\alpha = \beta = 0.20, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 2.7$	2.243	1.678	1.173	∞	∞	∞
1	$t_1 = 4.4$	1.623	1.313	0.999	7.570	12.100	25.626
2	$t_2 = 5.9$	1.422	1.189	0.938	3.661	4.886	7.595
3	$t_3 = 7.3$	1.319	1.124	0.906	2.748	3.442	4.818
4	$t_4 = 8.7$	1.257	1.085	0.888	2.336	2.826	3.743
5	$t_5 = 10.0$	1.213	1.058	0.875	2.104	2.489	3.183
6	$t_6 = 11.3$	1.182	1.038	0.866	1.947	2.268	2.830
7	$t_7 = 12.6$	1.158	1.023	0.860	1.837	2.114	2.589

表 B. 11(续)

方案 15, $\alpha = \beta = 0.10, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 3.5$	2.907	2.175	1.520	∞	∞	∞
1	$t_1 = 5.4$	2.034	1.649	1.258	9.813	15.685	33.219
2	$t_2 = 7.0$	1.741	1.460	1.159	4.571	6.097	9.471
3	$t_3 = 8.6$	1.597	1.366	1.109	3.343	4.181	5.843
4	$t_4 = 10.0$	1.502	1.303	1.075	2.809	3.393	4.487
5	$t_5 = 11.4$	1.436	1.259	1.052	2.490	2.941	3.753
6	$t_6 = 12.8$	1.389	1.227	1.035	2.281	2.652	3.302

表 B. 11(续)

方案 16, $\alpha = 0.10, \beta = 0.20, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 2.5$	2.076	1.553	1.086	∞	∞	∞
1	$t_1 = 4.1$	1.508	1.220	0.928	7.009	11.204	23.728
2	$t_2 = 5.6$	1.333	1.113	0.877	3.404	4.544	7.063
3	$t_3 = 7.0$	1.245	1.059	0.852	2.583	3.236	4.531
4	$t_4 = 8.3$	1.188	1.024	0.836	2.213	2.679	3.550

表 B. 11(续)

方案 17, $\alpha = \beta = 0.20, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 2.2$	1.827	1.367	0.955	∞	∞	∞
1	$t_1 = 3.8$	1.367	1.104	0.836	6.168	9.859	20.881
2	$t_2 = 5.2$	1.218	1.015	0.796	3.099	4.140	6.441

表 B. 11(续)

方案 18, $\alpha = \beta = 0.30, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 2.1$	1.744	1.305	0.912	∞	∞	∞
1	$t_1 = 3.7$	1.319	1.064	0.805	5.888	9.411	19.932
2	$t_2 = 5.1$	1.182	0.983	0.770	2.996	4.004	6.231
3	$t_3 = 6.4$	1.111	0.942	0.752	2.306	2.893	4.056
4	$t_4 = 7.7$	1.069	0.917	0.742	1.990	2.412	3.201
5	$t_5 = 8.9$	1.039	0.900	0.735	1.810	2.147	2.752
6	$t_6 = 10.2$	1.019	0.888	0.731	1.688	1.971	2.465
7	$t_7 = 11.4$	1.003	0.880	0.728	1.606	1.853	2.276
8	$t_8 = 12.6$	0.991	0.873	0.726	1.543	1.764	2.135

表 B. 11(续)

方案 19, $\alpha = \beta = 0.30, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 1.8$	1.495	1.118	0.782	∞	∞	∞
1	$t_1 = 3.2$	1.136	0.916	0.693	5.047	8.067	17.084
2	$t_2 = 4.5$	1.027	0.853	0.666	2.583	3.452	5.373

表 B. 11(续)

方案 20, $\alpha = \beta = 0.30, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
0	$t_0 = 1.1$	0.914	0.683	0.478	∞	∞	∞

表 B. 12 定时截尾试验提前作出拒收时的置信限系数 $\theta(C', t_r)$

方案 9, $\alpha = \beta = 0.10, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
55	$t_0 = 4.2$	0.072	0.069	0.065	0.083	0.086	0.092
55	$t_1 = 6.1$	0.104	0.100	0.094	0.120	0.125	0.133
55	$t_2 = 7.9$	0.135	0.129	0.122	0.155	0.162	0.173
55	$t_3 = 9.4$	0.160	0.154	0.145	0.185	0.193	0.206
55	$t_4 = 11.0$	0.188	0.180	0.170	0.216	0.226	0.241
55	$t_5 = 12.4$	0.211	0.203	0.192	0.244	0.255	0.271
55	$t_6 = 13.9$	0.237	0.227	0.215	0.273	0.286	0.304
55	$t_7 = 15.3$	0.261	0.250	0.237	0.301	0.314	0.335
55	$t_8 = 16.6$	0.283	0.272	0.257	0.326	0.341	0.363
55	$t_9 = 18.0$	0.307	0.294	0.278	0.354	0.370	0.394
55	$t_{10} = 19.3$	0.329	0.316	0.298	0.379	0.396	0.422
55	$t_{11} = 20.7$	0.353	0.339	0.320	0.407	0.425	0.453
55	$t_{12} = 22.0$	0.375	0.360	0.340	0.432	0.452	0.481
55	$t_{13} = 23.3$	0.397	0.381	0.360	0.458	0.479	0.509

表 B. 12(续)

方案 9, $\alpha = \beta = 0.10, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
55	$t_{14} = 24.5$	0.418	0.401	0.379	0.481	0.503	0.536
55	$t_{15} = 25.8$	0.440	0.422	0.399	0.507	0.530	0.564
55	$t_{16} = 27.1$	0.462	0.443	0.419	0.533	0.557	0.593
55	$t_{17} = 28.3$	0.483	0.463	0.437	0.556	0.581	0.619
55	$t_{18} = 29.6$	0.505	0.484	0.458	0.582	0.608	0.647
55	$t_{19} = 30.8$	0.525	0.504	0.476	0.605	0.633	0.673
55	$t_{20} = 32.1$	0.547	0.525	0.496	0.631	0.659	0.702
55	$t_{21} = 33.3$	0.568	0.545	0.515	0.654	0.684	0.728
55	$t_{22} = 34.5$	0.588	0.564	0.533	0.678	0.709	0.754
55	$t_{23} = 35.8$	0.610	0.586	0.553	0.704	0.735	0.783
55	$t_{24} = 37.0$	0.631	0.605	0.572	0.727	0.760	0.809
55	$t_{25} = 38.2$	0.651	0.625	0.590	0.751	0.785	0.835
55	$t_{26} = 39.4$	0.672	0.644	0.609	0.774	0.809	0.861
55	$t_{27} = 40.6$	0.692	0.664	0.627	0.798	0.834	0.888
55	$t_{28} = 41.8$	0.712	0.683	0.645	0.821	0.858	0.914
55	$t_{29} = 43.0$	0.733	0.703	0.664	0.845	0.883	0.940
55	$t_{30} = 44.2$	0.753	0.722	0.682	0.868	0.907	0.966
55	$t_{31} = 45.4$	0.773	0.742	0.700	0.892	0.932	0.992
55	$t_{32} = 46.6$	0.794	0.761	0.718	0.915	0.956	1.018
55	$t_{33} = 47.8$	0.814	0.780	0.737	0.938	0.981	1.044
55	$t_{34} = 49.0$	0.834	0.799	0.754	0.962	1.005	1.070
55	$t_{35} = 50.1$	0.852	0.817	0.771	0.983	1.028	1.094
55	$t_{36} = 51.3$	0.872	0.836	0.789	1.006	1.052	1.120
55	$t_{37} = 52.5$	0.892	0.855	0.806	1.029	1.076	1.146
55	$t_{38} = 53.7$	0.912	0.874	0.823	1.052	1.100	1.172
55	$t_{39} = 54.8$	0.930	0.891	0.839	1.074	1.122	1.195
55	$t_{40} = 56.0$	0.949	0.909	0.856	1.096	1.146	1.221
55	$t_{41} = 57.2$	0.968	0.927	0.872	1.119	1.170	1.246
55	$t_{42} = 58.3$	0.985	0.943	0.887	1.140	1.192	1.269
55	$t_{43} = 59.5$	1.004	0.961	0.903	1.162	1.215	1.294
55	$t_{44} = 60.7$	1.022	0.978	0.918	1.184	1.238	1.319
55	$t_{45} = 61.8$	1.038	0.993	0.931	1.204	1.259	1.342
55	$t_{46} = 63.0$	1.055	1.009	0.945	1.225	1.282	1.366
55	$t_{47} = 64.1$	1.070	1.022	0.956	1.243	1.301	1.387
55	$t_{48} = 65.3$	1.086	1.036	0.967	1.263	1.322	1.410
55	$t_{49} = 66.5$	1.100	1.049	0.977	1.282	1.342	1.432
55	$t_{50} = 67.6$	1.112	1.059	0.985	1.298	1.360	1.451
55	$t_{51} = 68.8$	1.123	1.068	0.992	1.313	1.376	1.469
55	$t_{52} = 69.9$	1.131	1.075	0.996	1.325	1.390	1.484
55	$t_{53} = 71.1$	1.137	1.079	0.999	1.335	1.400	1.496
55	$t_{54} = 72.2$	1.139	1.081	1.000	1.340	1.406	1.503

表 B. 12(续)

方案 10, $\alpha = 0.10, \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
40	$t_0 = 3.2$	0.074	0.071	0.066	0.088	0.092	0.100
40	$t_1 = 5.0$	0.116	0.111	0.104	0.137	0.144	0.156
40	$t_2 = 6.6$	0.153	0.146	0.137	0.181	0.191	0.205
40	$t_3 = 8.1$	0.188	0.179	0.168	0.222	0.234	0.252
40	$t_4 = 9.5$	0.221	0.210	0.197	0.261	0.275	0.296
40	$t_5 = 10.9$	0.253	0.241	0.226	0.299	0.315	0.339
40	$t_6 = 12.2$	0.283	0.270	0.253	0.335	0.353	0.380
40	$t_7 = 13.6$	0.316	0.301	0.282	0.373	0.393	0.423
40	$t_8 = 14.9$	0.346	0.330	0.309	0.409	0.431	0.464
40	$t_9 = 16.1$	0.374	0.356	0.333	0.442	0.465	0.501
40	$t_{10} = 17.4$	0.404	0.385	0.360	0.477	0.503	0.541
40	$t_{11} = 18.7$	0.434	0.414	0.387	0.513	0.540	0.582
40	$t_{12} = 19.9$	0.462	0.440	0.412	0.546	0.575	0.619
40	$t_{13} = 21.2$	0.492	0.469	0.439	0.581	0.613	0.660
40	$t_{14} = 22.4$	0.520	0.495	0.464	0.614	0.647	0.697
40	$t_{15} = 23.6$	0.548	0.522	0.488	0.647	0.682	0.734
40	$t_{16} = 24.8$	0.576	0.548	0.513	0.680	0.716	0.771
40	$t_{17} = 26.1$	0.605	0.577	0.539	0.715	0.754	0.812
40	$t_{18} = 27.3$	0.633	0.603	0.564	0.748	0.788	0.849
40	$t_{19} = 28.4$	0.658	0.627	0.586	0.778	0.820	0.883
40	$t_{20} = 29.6$	0.686	0.653	0.610	0.811	0.854	0.920
40	$t_{21} = 30.8$	0.713	0.679	0.634	0.843	0.889	0.957
40	$t_{22} = 32.0$	0.740	0.704	0.658	0.876	0.923	0.994
40	$t_{23} = 33.2$	0.767	0.730	0.681	0.908	0.957	1.031
40	$t_{24} = 34.4$	0.794	0.755	0.704	0.940	0.991	1.067
40	$t_{25} = 35.6$	0.820	0.780	0.727	0.972	1.024	1.104
40	$t_{26} = 36.7$	0.844	0.802	0.747	1.001	1.055	1.137
40	$t_{27} = 37.9$	0.870	0.826	0.768	1.032	1.088	1.173
40	$t_{28} = 39.1$	0.895	0.849	0.788	1.063	1.121	1.208
40	$t_{29} = 40.2$	0.917	0.870	0.806	1.091	1.151	1.241
40	$t_{30} = 41.4$	0.941	0.892	0.825	1.121	1.183	1.275
40	$t_{31} = 42.5$	0.962	0.911	0.840	1.148	1.212	1.307
40	$t_{32} = 43.7$	0.984	0.930	0.856	1.176	1.242	1.340
40	$t_{33} = 44.8$	1.002	0.947	0.868	1.202	1.269	1.370
40	$t_{34} = 46.0$	1.021	0.963	0.880	1.227	1.297	1.401
40	$t_{35} = 47.1$	1.036	0.975	0.888	1.249	1.321	1.427
40	$t_{36} = 48.3$	1.050	0.986	0.895	1.271	1.345	1.454
40	$t_{37} = 49.4$	1.060	0.994	0.899	1.288	1.363	1.475
40	$t_{38} = 50.6$	1.067	0.999	0.901	1.301	1.378	1.493
40	$t_{39} = 51.7$	1.070	1.001	0.902	1.307	1.386	1.502

表 B. 12(续)
方案 11, $\alpha = \beta = 0.20, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
24	$t_0 = 3.0$	0.114	0.107	0.099	0.141	0.151	0.167
24	$t_1 = 4.8$	0.182	0.171	0.158	0.226	0.242	0.267
24	$t_2 = 6.3$	0.239	0.225	0.207	0.297	0.318	0.350
24	$t_3 = 7.8$	0.296	0.279	0.256	0.368	0.394	0.434
24	$t_4 = 9.2$	0.350	0.329	0.302	0.434	0.464	0.512
24	$t_5 = 10.5$	0.399	0.375	0.345	0.495	0.530	0.584
24	$t_6 = 11.9$	0.452	0.425	0.391	0.561	0.601	0.662
24	$t_7 = 13.2$	0.502	0.471	0.433	0.622	0.666	0.734
24	$t_8 = 14.4$	0.547	0.514	0.472	0.679	0.727	0.801
24	$t_9 = 15.7$	0.596	0.560	0.514	0.740	0.792	0.873
24	$t_{10} = 17.0$	0.645	0.606	0.556	0.800	0.857	0.945
24	$t_{11} = 18.2$	0.689	0.647	0.594	0.856	0.917	1.011
24	$t_{12} = 19.5$	0.737	0.692	0.635	0.916	0.981	1.082
24	$t_{13} = 20.7$	0.781	0.732	0.671	0.971	1.040	1.147
24	$t_{14} = 21.9$	0.823	0.772	0.706	1.025	1.099	1.212
24	$t_{15} = 23.1$	0.865	0.810	0.740	1.079	1.156	1.276
24	$t_{16} = 24.3$	0.905	0.847	0.771	1.131	1.213	1.338
24	$t_{17} = 25.5$	0.943	0.881	0.800	1.182	1.268	1.400
24	$t_{18} = 26.7$	0.979	0.913	0.825	1.231	1.321	1.459
24	$t_{19} = 27.9$	1.011	0.941	0.846	1.276	1.370	1.515
24	$t_{20} = 29.1$	1.039	0.964	0.862	1.318	1.416	1.567
24	$t_{21} = 30.3$	1.061	0.982	0.873	1.353	1.456	1.613
24	$t_{22} = 31.4$	1.075	0.992	0.879	1.378	1.484	1.646
24	$t_{23} = 32.6$	1.082	0.997	0.881	1.393	1.502	1.668

表 B. 12(续)
方案 12, $\alpha = \beta = 0.10, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
17	$t_0 = 3.7$	0.196	0.182	0.165	0.253	0.275	0.309
17	$t_1 = 5.6$	0.296	0.275	0.249	0.383	0.416	0.468
17	$t_2 = 7.2$	0.381	0.354	0.321	0.492	0.535	0.601
17	$t_3 = 8.8$	0.466	0.433	0.392	0.602	0.653	0.735
17	$t_4 = 10.3$	0.545	0.506	0.459	0.704	0.765	0.860
17	$t_5 = 11.7$	0.619	0.575	0.521	0.800	0.868	0.977
17	$t_6 = 13.1$	0.693	0.644	0.583	0.895	0.972	1.093
17	$t_7 = 14.4$	0.761	0.707	0.640	0.984	1.068	1.201
17	$t_8 = 15.8$	0.833	0.774	0.700	1.078	1.171	1.317
17	$t_9 = 17.1$	0.900	0.835	0.755	1.165	1.265	1.423
17	$t_{10} = 18.4$	0.964	0.895	0.808	1.250	1.358	1.528
17	$t_{11} = 19.7$	1.027	0.952	0.857	1.334	1.449	1.631
17	$t_{12} = 21.0$	1.085	1.004	0.902	1.413	1.536	1.731
17	$t_{13} = 22.3$	1.138	1.051	0.941	1.488	1.619	1.824
17	$t_{14} = 23.5$	1.180	1.087	0.968	1.549	1.686	1.903
17	$t_{15} = 24.8$	1.213	1.114	0.988	1.602	1.746	1.972
17	$t_{16} = 26.0$	1.228	1.127	0.995	1.630	1.779	2.012

表 B. 12(续)

方案 13, $\alpha = 0.10, \beta = 0.20, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
13	$t_0 = 2.8$	0.191	0.176	0.157	0.257	0.283	0.324
13	$t_1 = 4.6$	0.315	0.289	0.259	0.422	0.464	0.532
13	$t_2 = 6.1$	0.417	0.384	0.343	0.560	0.616	0.706
13	$t_3 = 7.5$	0.513	0.472	0.422	0.688	0.757	0.867
13	$t_4 = 8.9$	0.608	0.559	0.499	0.816	0.897	1.028
13	$t_5 = 10.3$	0.701	0.644	0.575	0.942	1.036	1.188
13	$t_6 = 11.6$	0.786	0.722	0.643	1.058	1.164	1.335
13	$t_7 = 12.9$	0.867	0.795	0.706	1.170	1.288	1.478
13	$t_8 = 14.1$	0.937	0.858	0.759	1.270	1.398	1.606
13	$t_9 = 15.4$	1.006	0.918	0.807	1.370	1.511	1.736
13	$t_{10} = 16.6$	1.059	0.962	0.839	1.453	1.603	1.846
13	$t_{11} = 17.9$	1.099	0.994	0.860	1.523	1.684	1.942
13	$t_{12} = 19.1$	1.117	1.008	0.867	1.560	1.728	1.996

表 B. 12(续)

方案 14, $\alpha = \beta = 0.20, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
8	$t_0 = 2.7$	0.293	0.264	0.229	0.428	0.484	0.580
8	$t_1 = 4.4$	0.478	0.430	0.374	0.697	0.789	0.945
8	$t_2 = 5.9$	0.639	0.575	0.500	0.933	1.057	1.265
8	$t_3 = 7.3$	0.786	0.707	0.613	1.149	1.302	1.559
8	$t_4 = 8.7$	0.923	0.828	0.715	1.355	1.536	1.842
8	$t_5 = 10.0$	1.033	0.923	0.791	1.528	1.735	2.083
8	$t_6 = 11.3$	1.116	0.991	0.840	1.670	1.899	2.286
8	$t_7 = 12.6$	1.158	1.023	0.860	1.754	2.001	2.415

表 B. 12(续)

方案 15, $\alpha = \beta = 0.10, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
7	$t_0 = 3.5$	0.432	0.386	0.332	0.647	0.739	0.899
7	$t_1 = 5.4$	0.666	0.595	0.513	0.998	1.141	1.386
7	$t_2 = 7.0$	0.861	0.769	0.663	1.291	1.476	1.795
7	$t_3 = 8.6$	1.050	0.937	0.805	1.577	1.804	2.193
7	$t_4 = 10.0$	1.200	1.069	0.915	1.811	2.072	2.522
7	$t_5 = 11.4$	1.321	1.172	0.996	2.010	2.303	2.808
7	$t_6 = 12.8$	1.389	1.227	1.035	2.135	2.453	2.998

表 B. 12(续)

方案 16, $\alpha = 0.10, \beta = 0.20, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
5	$t_0 = 2.5$	0.424	0.372	0.313	0.688	0.809	1.028
5	$t_1 = 4.1$	0.694	0.608	0.511	1.126	1.324	1.682
5	$t_2 = 5.6$	0.928	0.812	0.679	1.513	1.781	2.265
5	$t_3 = 7.0$	1.101	0.957	0.791	1.817	2.144	2.733
5	$t_4 = 8.3$	1.188	1.024	0.836	1.995	2.362	3.022

表 B. 12(续)

方案 17, $\alpha = \beta = 0.20, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
3	$t_0 = 2.2$	0.608	0.514	0.413	1.150	1.433	1.996
3	$t_1 = 3.8$	1.011	0.852	0.681	1.924	2.402	3.350
3	$t_2 = 5.2$	1.218	1.015	0.796	2.371	2.972	4.165

表 B. 12(续)

方案 18, $\alpha = \beta = 0.30, d = 1.5, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
9	$t_0 = 2.1$	0.204	0.185	0.162	0.291	0.327	0.387
9	$t_1 = 3.7$	0.359	0.325	0.285	0.512	0.576	0.681
9	$t_2 = 5.1$	0.494	0.447	0.391	0.705	0.792	0.938
9	$t_3 = 6.4$	0.616	0.557	0.486	0.881	0.990	1.172
9	$t_4 = 7.7$	0.731	0.659	0.572	1.050	1.181	1.399
9	$t_5 = 8.9$	0.826	0.742	0.639	1.196	1.346	1.597
9	$t_6 = 10.2$	0.911	0.813	0.691	1.335	1.506	1.791
9	$t_7 = 11.4$	0.966	0.855	0.717	1.435	1.624	1.937
9	$t_8 = 12.6$	0.991	0.873	0.726	1.493	1.694	2.026

表 B. 12(续)

方案 19, $\alpha = \beta = 0.30, d = 2.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
3	$t_0 = 1.8$	0.498	0.421	0.338	0.941	1.173	1.633
3	$t_1 = 3.2$	0.847	0.713	0.569	1.613	2.014	2.810
3	$t_2 = 4.5$	1.027	0.853	0.666	2.011	2.523	3.540

表 B. 12(续)

方案 20, $\alpha = \beta = 0.30, d = 3.0, C' = (1 + C)/2$

故障数 r	判决时间 t_r	下限 $\theta_L(C', t_r)$			上限 $\theta_U(C', t_r)$		
		$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$	$C' = 0.7$	$C' = 0.8$	$C' = 0.9$
1	$t_0 = 1.1$	0.914	0.683	0.478	3.084	4.930	10.440

附录 C
(补充件)
包装试验方法

本附录给出了包装试验方法,供设备检验、验收时使用。

C.1 包装外观检查

采用目视、手感方法进行检查。

C.2 性能试验

C.2.1 堆码试验

考核包装箱在运输和贮存时承受压力的能力。

将试验样品置于平整的水泥地面上,地面倾斜度应不大于 0.5°。在试验样品顶部放置载荷平板,载荷平板应该平整,其四周伸出箱顶平面长度不小于 10cm,载荷平板在加载后应不变形。堆码时间不小于 7 天。

加载时,载重负荷应均匀地置于载荷平板上,载重重心落在试验样品顶部中心。

试验样品所加载荷按下式计算:

$$P = K \cdot \frac{H - h}{h} \cdot W \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- P —— 载荷, N;
- K —— 流通期间包装箱及内装设备劣变系数(取 K = 2);
- H —— 堆垛高度(一般取 4.5m);
- h —— 试验样品的高度, m;
- W —— 试验样品所受的重力, N。

C.2.2 正弦变频振动试验

运输包装件应按 GB/T 4857.10 的规定进行正弦变频振动试验。

C.2.3 自由跌落试验

将试验样品提升到表 C.1 规定的高度,当面跌落和棱跌落时,使其受试面或棱与冲击的水泥地面或钢板(厚度不小于 13mm)保持平行,其误差不超过 2°角。角跌落试验时,被跌落角与对顶角连线应与地面垂直,其误差不超过 5°角,保证初速度为零,突然释放。试验样品的一个底角和该角相邻的三条棱、三个面及对底角均跌落 1 次,共 8 次(包装箱表面位置编号见图 C.1)。

C.2.4 棱向跌落试验

C.2.4.1 试验设备

吊车或滑轮组、平整水泥地面或钢板。

C.2.4.2 试验方法

将试验样品放置在水泥地面或钢板(厚度不小于 13mm)上,把 3-6 棱垫高 15cm(见图 C.1),提起 3-5 棱至表 C.2 规定的高度,然后自由落下。当试验样品无法达到规定的高度时,可将试验样品提高到不致倾翻的最大高度。每条底棱跌落 2 次,共 8 次(包装箱表面位置编号见图 C.1)。

表 C.1 自由跌落高度

包装件重量 kg	装箱等级	
	A	B
	跌落高度 cm	
≤10	105	80
>10~25	95	60
>25~50	65	45
>50~75	50	35
>75~100	45	30

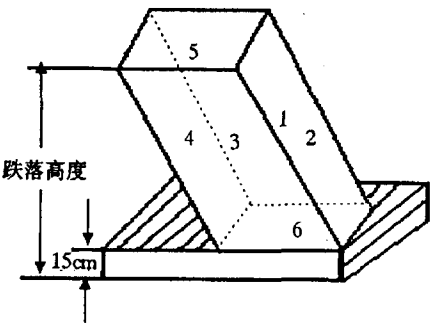


图 C.1

表 C.2 棱、角向跌落高度

包装件重量 kg	装箱等级	
	A	B
	跌落高度 cm	
>100~125	65	45
>125~250	55	40
>250~500	40	30
>500~1000	30	20

C.2.5 角向跌落试验

C.2.5.1 试验设备

吊车或滑轮组、平整水泥地面或钢板。

C.2.5.2 试验方法

将试验样品放置在水泥地面或钢板(厚度不小于 13mm)上,把 4-3-6 角垫高 15cm,2-3-6 角垫高 30cm,提起 5-3-4 角至表 C.2 规定的高度,然后自由落下(见图 C.2)。当试验样品无法达到规定高度时,可将试验样品提高到不致倾翻的最大高度。每个底角跌落 1 次,共 4 次(包装箱表面位置编号见图 C.1)。

C.2.6 滚动试验

考核包装件重量小于 100kg 的包装箱遇到滚动危害时对内装设备的保护能力。

将试验样品正常地置于平整水泥地面上,从正常位置开始,首先以 3-4 棱作为平衡边支在地面上,提起 2-3 棱,获得平衡,使试验样品不用手推就失去平衡,冲击 4 面,重复以上步骤,按表 C.3 顺序冲击各面,并按表 C.4 规定的装箱等级和滚动试验冲击面的次数进行。当箱体的最长边与最短边之比大于或

等于 2 时,其长边方向不做此项试验(包装箱表面位置编号见图 C.1)。

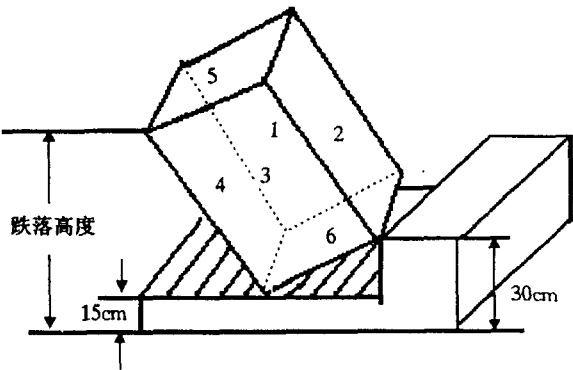


图 C.2

表 C.3 滚动冲击面

平衡边	3-4	4-1	1-2	2-3	3-6	6-1	1-5	5-3	3-6	6-2	2-5	5-4
冲击面	4	1	2	3	6	1	5	3	6	2	5	4

表 C.4 冲击次数

装箱等级	A	B
滚动试验冲击面的次数	3	2
注:如果一个表面的尺寸较小,有时会发生一次松手后连续出现两次上述的冲击现象,此时按两次冲击计算。		

C.2.7 斜面冲击试验

C.2.7.1 试验设备

斜面试验机的双轨钢轨道与水平线夹角为 10°,沿倾斜面以 50mm 的距离间隔划分刻度。冲击表面与轨道上滚轮车下滑方向垂直,能使车在挡板下面行进约 100mm,使试验样品在车停住之前先与挡板相撞。试验样品和滚轮车之间的摩擦力应使试验样品和滚轮车在运动过程中无相对运动,但在冲击时试验样品须能自由移动(见图 C.3)。

C.2.7.2 试验方法

将试验样品放在滚轮车上,试验样品与滚轮车的前缘对齐,且不能伸出车身的边缘。在斜面上把滚轮车提升到一定高度,此高度相应的冲击速度为 1.8m/s,然后释放。每个面冲击 2 次,共 8 次。

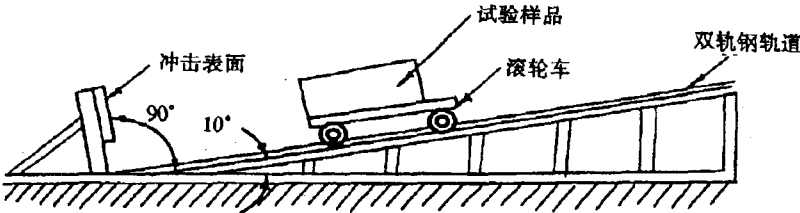


图 C.3

C.2.8 吊摆冲击试验

C.2.8.1 试验设备

矩形台板的四个角用钢绳悬挂,悬挂点到台板的距离不小于 5m(见图 C.4)。静止时,台板的前缘应与垂直的碰撞表面相接触。台板表面与垂直的碰撞表面成 90°角,其误差为 1°,垂直碰撞表面应坚硬而平整,在其表面任何 1cm² 面积的位置上承受 1 568N 的负荷时,不得有大于 0.25mm 的变形。

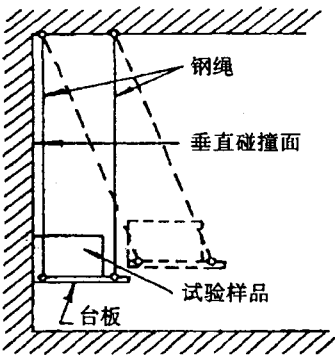


图 C.4

C.2.8.2 试验方法

将试验样品放在台板上,其碰撞面与台板前缘对齐或伸出台板前缘长度不大于 50mm。将台板拉至能使其产生预定水平冲击速度的高度后,自由释放,使试验样品碰撞面与垂直碰撞面冲击。冲击时,实际水平冲击速度的误差应不大于预定水平冲击速度的 5%,每个面冲击 2 次,共 8 次。冲击速度为 1.8m/s。

注 1:不考虑其他阻力,试验时,试验样品提起高度可用 $h = \frac{v^2}{2g}$ 公式计算,其中 v 为预定水平冲击速度, g 为重力加速度。

注 2:斜面冲击试验和吊摆冲击试验只做其中一种即可。

C.2.9 起吊试验

考核包装件重量大于 500kg 的包装箱在装卸过程中承受侧压力的能力和对内装设备的保护能力。

C.2.9.1 试验设备

吊车

C.2.9.2 试验方法

把试验样品置于起吊的位置上,以正常速度起吊。起吊时,吊绳与箱顶平面的夹角为 $45^\circ \sim 50^\circ$ (见图 C.5)。升至一定的高度后(不低于 1.5m),以紧急起动、制动、上、下、左、右运行 3~5 分钟后,平稳降落至地面,即为一次起吊循环。重复上述试验 3~5 次。

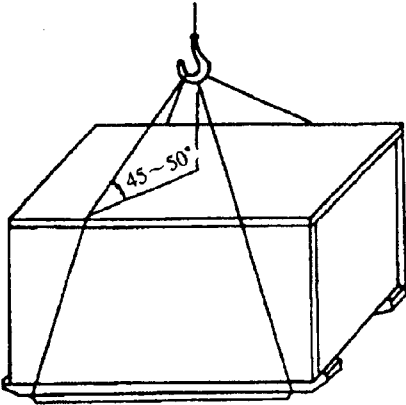


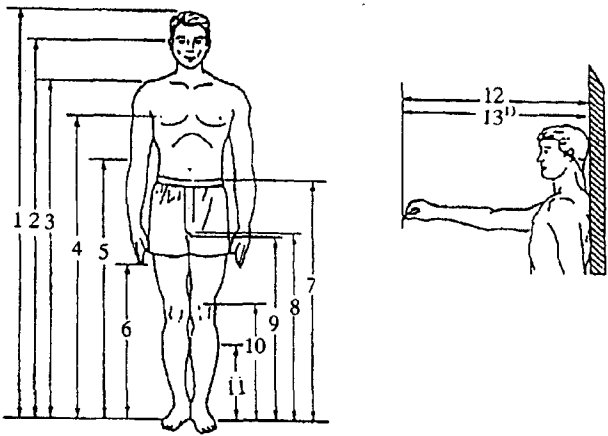
图 C.5

附录 D
(参考件)
中国人体测量数据

本附录列出了中国成年男、女人体测量数据,为通信设备的人-机-环境工程设计时参考。

D.1 人体测量项目及数据

男、女立姿、坐姿各项目及尺寸数据见图 D.1、图 D.2 和表 D.1。



注:1)、与项目 12 相同,但左肩背部紧靠墙壁,右臂尽量向前伸展。

图 D.1 立姿人体尺寸

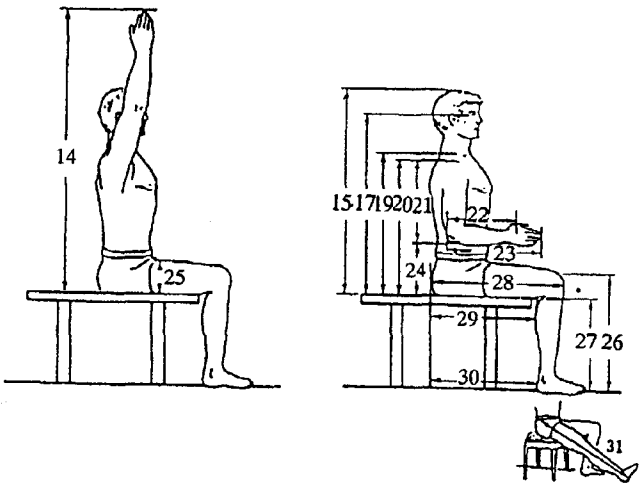


图 D.2 坐姿人体尺寸

表 D.1 人体测量数据 单位为毫米

项 目		性 别					
		男 子			女 子		
		数 据					
		P5	P50	P95	P5	P50	P95
立 姿	体重,kg	50	60	75	45	54	67
	1 身 高	1629	1692	1783	1583	1614	1682
	2 眼 高	1518	1581	1672	1463	1497	1564
	3 肩 高	1318	1379	1461	1272	1309	1371
	4 乳头点高 ¹⁾	1171	1220	1292	1121	1146	1201
	5 挠骨点高	1012	1063	1132	983	1017	1066
	6 中指指尖点高	595	645	699	582	618	657
	7 腰围高 ¹⁾	975	1017	1077	968	989	1035
	8 会阴高	750	798	860	721	760	807
	9 臀沟高 ²⁾	720	—	821	703	—	779
	10 胫骨点高	421	448	483	402	425	452
	11 腿肚高	—	—	—	—	—	—
	12 上肢功能前伸长	684	734	791	634	674	717
13 上肢功能最大前伸长 ²⁾	793	—	881	728	—	826	
坐 姿	14 上肢上举高(坐姿)	1279	1350	1431	1232	1286	1345
	15 坐高(挺直)	876	915	962	843	875	912
	16 坐高(松弛) ²⁾	855	—	941	827	—	900
	17 坐姿眼高(挺直)	766	805	851	727	757	795
	18 坐姿眼高(松弛) ²⁾	745	—	829	710	—	783
	19 坐姿颈椎点高	626	662	704	602	633	666
	20 坐姿肩高	567	603	643	537	568	602
	21 肩肘距	313	339	366	292	314	338
	22 前臂加手功能前伸长	317	347	378	289	314	338
	23 前臂加手前伸长	424	451	479	400	424	448
	24 坐姿肘高	230	264	300	220	255	287
	25 坐姿大腿厚	114	132	152	115	132	151
	26 坐姿膝高	469	499	534	451	473	501
	27 小腿加足高	391	418	451	373	391	411
	28 臀膝距	526	559	597	517	546	579
	29 坐深	431	461	496	419	446	477
	30 臀足跟距	—	—	—	—	—	—
	31 下肢功能长 ¹⁾	1021	1060	1117	—	—	—
	注:1)表示用回归的方式计算取得数据。 2)表示用比例的方式计算取得的数据。 表中数据是根据男子 18 岁~45 岁、身高 1620mm 以上的 8104 人及女子 18 岁~40 岁、身高 1580mm 以上的 4298 人的人体测量资料汇集而成。表中“—”表示目前尚无合适的数据,需逐步完善。						

D.2 数据应用

表中数据为裸体尺寸,当用作设计基准时,应考虑着装或携带物,均应增加适当裕量。

D.2.1 净空尺寸(裕度尺寸)

适合或允许人体或人体某些部分通过的净空尺寸(如通道和通路),应按表中的第 95 百分位数(P95)设计。

D.2.2 限制尺寸

限制身体延伸或由身体延伸所限制而约束的尺寸(如可达距离、控制运动、显示器、测试点、栏杆等),应按表中的第5百分位数(P5)设计。

D.2.3 可调尺寸

必须根据操作者舒适或工效要求进行调节的任何装置(如座椅、约束系统、安全装置、安全带、控制器等),应能在表中 P5~P95 范围内可调节。

附 录 E
(参考件)
生产性分析检查项目

本附录列出了生产性分析检查项目(但不限于这些项目),供设计、分析、检查和生产定型评价时参考。

E.1 一般设计问题

一般设计问题的检查项目:

- a) 是否考虑过多种备选设计方案并选用了其中最简单最易生产的方案?
- b) 设计是否超过了当前制造工艺的加工能力?
- c) 设计是否能导向应用较为经济的工艺?
- d) 产品是否有现成的设计?
- e) 重新设计时能否省略某些环节?
- f) 设计是否特别耗费能源?
- g) 设计可否简化?
- h) 可否使用更简单的工艺?
- i) 有轻微差别的零件可否被制成完全一样?
- j) 可否将多个零组件组合成一个?
- k) 可否用更便宜的零件或材料去执行同一项功能?
- l) 可否用现成的其他设备的零件?
- m) 重量可否再减轻?
- n) 有无与本设计相类似但费用较低的设计?
- o) 对设计而言产品的质量要求是否过严、过宽或不够明确?
- p) 产品的包装问题是否已充分考虑过?

E.2 标准化

标准化的检查项目:

- a) 设计的标准化程度是否可进一步提高?
- b) 可否使用更多的标准的加工工具?
- c) 有无标准件可代替自制件?
- d) 标准件的使用程度可否再提高?
- e) 使用标准测量仪器的程度可否再提高?
- f) 是否可以使用更多的库存件?
- g) 选用的标准或规范与产品要求的环境条件是否一致?

E.3 图样

图样的检查项目:

- a) 图样的尺寸标注是否正确、完整?
- b) 公差是否实用,可否通过加工实现且未严于功能的需要?
- c) 公差是否与多种制造工艺能力相一致?
- d) 表面粗糙度要求是否符合实际需要、工艺上可否实现?

- e) 成形、弯曲、圆角和边缘半径、配合面、孔尺寸、螺纹等等是否标准、一致？
- f) 布线间隙、工具间隙、部件空间、接排件连接间隙等要求是否合适？
- g) 粘合剂、封装剂、密封剂、底漆、树脂、涂料、润滑油、化合物、复合物、塑料、橡胶和管路等是否恰当、适用？
- h) 对电腐蚀、腐蚀性流体进入是否作了预防？
- i) 焊接是否最少且可行？符号是否正确？
- j) 可能导致氢脆、应力腐蚀或类似现象的设计问题是否得到避免？
- k) 污染控制措施是否恰当？
- l) 有限寿命材料是否有标识？它们能否方便地被替换？
- m) 最大负载压力、热应力、无行程项目、色码、电源等以及其他意外事项在图样上是否作了正确标识和标记？
- n) 对所有必要的规范是否都作了正确引证？图样上是否有制造人员难以理解的规范？
- o) 所有可能的备用设计布局是否都有说明？

E.4 加工工艺

加工工艺的检查项目：

- a) 设计中是否有不必要的加工要求？
- b) 设计规范中关于金属应力承受、平整度、倒角半径、铸造类型、法兰及其他设计标准的选用是否正确？
- c) 设计是否为锻造、铸造、机加工等加工工艺带来了不必要的困难？
- d) 设计规范是否无谓地将生产人员局限于某一种制造工艺？
- e) 零件可否不用专用设备或工装即能方便地拆卸或分解、重装或重新安装？
- f) 加工和装拆过程中对关键的或敏感的产品是否采用了专用设备或程序来加以保护？
- g) 是否存在有畸形孔和特型半径？
- h) 表面光饰要求是否美观经济并可实现？
- i) 可否省去某个加工面？
- j) 制造时是否需要使用昂贵的专用工装和设备？
- k) 对加工过程中的测量困难是否已考虑？
- l) 设计与正常加工车间流动线路是否一致？
- m) 采用的制造工艺是否为最经济的？
- n) 是否有更简单的制造工艺？
- o) 对特殊工艺是否规定了代用工艺？
- p) 代用工艺在设计范围内是否可行？
- q) 工艺是否适应生产数量的要求？

E.5 联接

联接的检查项目：

- a) 是否因空间不足或其他原因使组装和其他联接工序操作困难或难以进行？
- b) 联接时所有零件是否易于达到？
- c) 可否将两个或多个零件联接在一起？
- d) 组装硬件数量可否降至最低？
- e) 是否可以通过更改设计而改进零件的组装或分解？
- f) 有无自制的或不同的工、夹具进一步提高工作速度？

- g) 可否改进联接使维修更方便?
- h) 规定热联接工艺时是否考虑到受热影响的区域?

E.6 涂覆

涂覆的检查项目:

- a) 保护性光饰规定是否正确?
- b) 防腐问题是否已从材料、保护措施、制造和组装方法等方面作了充分考虑?
- c) 特殊保护性光饰要求是否已明确并规定了解决办法?
- d) 某种特殊涂覆或处理要求是否可以省去?
- e) 可否使用预涂覆材料?

E.7 热处理和清洗

热处理和清洗的检查项目:

- a) 涉及热处理及清洗工艺的所有制造问题及与其他制造问题的相互作用是否都已研究?
- b) 对热处理是否作了正确规定?
- c) 特定材料是否已经过机械加工?
- d) 机械加工工序是否规定在热处理之后进行?
- e) (热处理和清洗的)工艺流程是否与加工制造要求相符合?

E.8 检验和试验

检验和试验的检查项目:

- a) 检验和试验要求是否过分?
- b) 是否超出实际需要而规定了某些专用检验设备?
- c) 产品是否可用更实用的方法检验?
- d) 设计规范是否无谓的苛求妨碍采用新材料或代用材料?
- e) 设计是否规定有特殊形状而需要大量的机械加工作业或特殊加工技术?
- f) 规定的材料是否难于乃至不可能实现经济加工?
- g) 所用材料是否有充足的供应?
- h) 设计是否具有充分的灵活性,可以采用多种工艺和材料而不会降低产品质量?
- i) 可否减少所用材料的种类?
- j) 是否可以采用更便宜、更易加工的材料?
- k) 是否可以避免使用关键性(战略)材料?
- l) 凡可行之处是否均规定了代用的材料?
- m) 材料和代用材料是否与各种计划的制造工艺相符合?

附录 F
(参考件)
模块化的方法和程序

本附录给出了通信设备模块化的一般方法和程序,供建立模块系统和模块开发时参考。
通信设备模块化包括建立模块系统和组合形成新产品两个基本过程。

F.1 建立模块系统

模块是为满足某类设备的某一部分功能的需要而研制的。不同层次的模块,按其纵向和横向的内在联系而构成模块系统。

正确合理地划分特定功能和接口的模块,既是建立通信设备模块系统和研制部门内部模块系统的关键,也是今后拟制模块总体规划进行有效开发和应用的關鍵。因此模块的划分、设计、研制、生产和模块系统的建立,应是建立在对所有类似设备及组成部分充分了解的基础上,并对已有产品的改造和新产品的开发等等进行综合分析和综合,采用系统工程和标准化的原理及方法去处理,即根据作战使用需求从顶层向下按 GJB 2116 工作分解的方法将设备分解成不同等级的单元,同时从底层单元向上进行模块需求分析,按标准化原理对同类和相似产品进行对比、归类、简化、统一,合理划分模块,确定技术指标和质量要求,然后进行设计、研制和生产,从而建立起模块系统。

建立模块系统的一般过程见图 F.1。

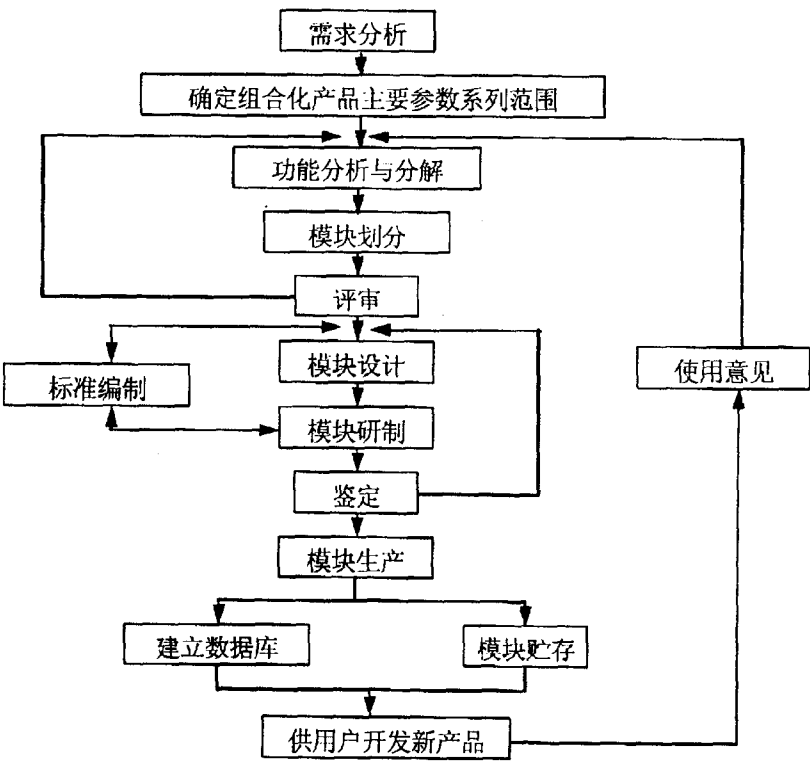


图 F.1 模块系统的建立过程

F.2 组合形成新产品

新研制产品应采用模块化设计方法,即要充分利用各种通用模块、专用模块和专用零、部件进行组合或派生出各种不同要求和用途的新产品。

根据研制任务书明确用户对新产品开发需求,对该产品进行功能分析和分解,确定应由哪些功能单元和使用哪些模块组成。除考虑需求之外,还应考虑模块系统中已有的功能模块,以便组合时尽量多用已有的模块而少用新研制的专用模块或(和)专用零、部件。

组合设计就是工程设计。组合设计的关键在于总体方案设计。这是一个多因素综合权衡的过程。组合设计的目的:

- a) 保证符合新产品的功能要求,既不欠缺,又不冗余;
- b) 尽可能多地采用已有模块(通用模块或标准模块),尽可能少地使用专用模块;
- c) 确定对专用模块或(和)专用零、部件的设计要求;
- d) 确定模块的布局 and 连接方式。模块有单向、双向和多向(3~6 向)连接方式,可以是刚性连接(直接装配、固定和活动连接等),也可为柔性连接(线缆、管路连接等);
- e) 确定需作局部修改方可采用的通用模块,并提出修改技术要求。

组合形成新产品的一般过程见图 F.2。

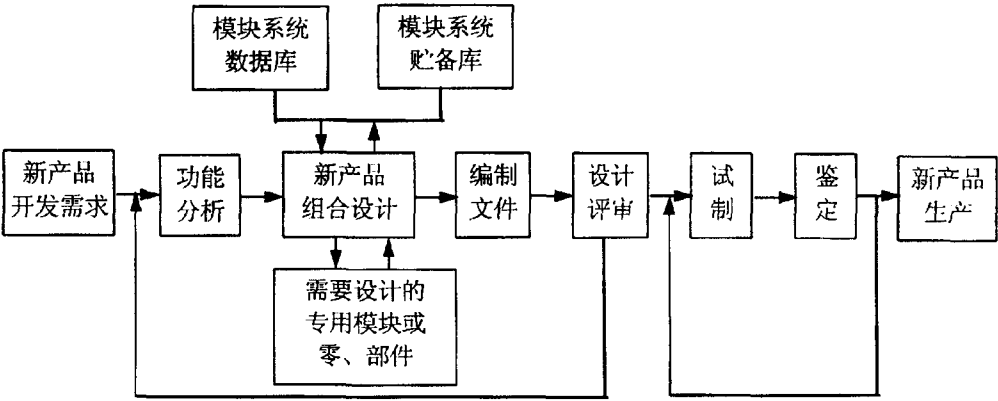


图 F.2 由模块等组合形成新产品的过程

附录 G

(参考件)

材料的分类

本附录按材料的使用性能来划分类别,并对每类列出了一些常用材料的名称,供设计通信设备选用材料时参考。

G.1 耐霉性

G.1.1 固有耐霉性材料

金属、玻璃、陶瓷、云母、石棉、聚砜、聚丙烯、聚酰胺、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚丙烯腈、聚酰亚胺、聚四氟乙烯、聚偏二氯乙烯、聚三氟氯乙烯、聚酯玻璃纤维薄片、聚乙烯对苯二甲酸盐、丙烯酸、丙烯腈丁、丙烯腈氯化乙烯共聚物、硅树酯、硅氧烷聚苯乙烯、硅氧烷聚烯烃共聚物、AS树酯、氟(B)树酯、二甲苯树酯、邻苯二甲酸二丙烯、高密度聚乙烯(比重高于0.940)、氧化乙丙烯共聚物、塑料薄片(硅玻璃纤维、酚醛尼龙纤维)、氯化聚醚等。

G.1.2 应经耐霉处理和试验的材料

环氧树脂、酚醛树酯、聚酯树酯、乙缩醛树酯、聚胺基甲酸酯、聚氯乙烯醋酸酯、醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素、密胺甲醛、苯酚甲醛、尿素甲醛、聚氯乙烯、聚氟乙烯、聚二氯苯乙烯、中密度和低密度聚乙烯(比重在0.940和0.940以下)、有机聚硫化物、环氧玻璃纤维薄片、有机玻璃、天然橡胶和合成橡胶、润滑剂、聚蓖麻油酸盐等。

G.1.3 易霉材料

布、纸、麻、木材、棉花、皮革、毛织品等。

G.2 抗电弧性

下列材料为抗电弧性能好的材料:

瓷料、模压热固性塑料、苯胺树酯、酚醛树酯、丙烯酸树酯、硅橡胶、层压塑料板(棒或管)、密胺树酯玻璃布、聚四氟乙烯树酯玻璃布、硅树酯玻璃布、聚亚酰胺板和带等。

G.3 耐腐蚀性

G.3.1 耐腐蚀性能好的金属

铂、金、银、镍、铬、铈、锡、钛合金、镍银合金、不锈钢(含铬量在12%以上)、锡铅合金等。

G.3.2 耐腐蚀性能较好的金属

高硅铸铁、耐蚀铝合金、铜及铜合金、高铬钢(含铬量在13%~15%的铁合金)等。

注:不经表面处理可以使用。

G.3.3 耐腐蚀性能较差的金属

锌、铝、铝合金(耐蚀铝合金除外)、镁合金等。

使用上述材料时应经过耐腐蚀处理。

附录 H
(参考件)
不同金属的电化偶

本附录列出了不同金属紧密接触时,不相容界面形成的电化偶,供设计通信设备时参考。

H.1 电化偶

不同金属在组装时要处于紧密接触,对不相容的界面接触会形成电化偶。电化偶通过原电池作用加速金属腐蚀。为了达到防腐蚀要求,界面金属电化偶应选择采用表 H.1 所允许的那些相容电化偶。

H.2 相同电化偶

表 H.1 列出了 18 组金属(或合金、镀层),每一组金属在室温的盐水中与盐水饱和氯化亚汞电极耦合时有相同的电动势(EMF,其误差在 0.05V 以内),因此同一组的金属相互之间认为是完全相容的。

在表 H.1 中,电位差最大不超过 0.25V 或“阳极指数”(以 0.01V 为单位的电动势差值)差最大不超过 25 的各组之间的电化偶规定为相容电化偶,相应各组的金属为相容金属;电位差大于 0.25V 或阳极指数大于 25 的各组之间的电化偶为不相容电化偶,相应各组的金属为不相容金属。

H.3 相容性图表

表 H.1 中,右边的图给出了允许的一系列电化偶。用线条连接的各组的金属能组成许可的相容的电化偶。“○”表示每一系列中最高的阴极金属,“●”表示为阳极金属,箭头表示为阳极方向。

H.4 相容电化偶的选择

在设备的设计中,应注意不同金属界面紧密接触时产生的电化偶。如果会产生表 H.1 中不容许的电化偶时,必须选用其他金属或采取镀层保护措施。应尽量选择能满足电气、机械性能、经济、具有相容电化偶的金属。

在电化偶中,具有较高阳极指数的金属相对于具有较低阳极指数的金属是阳极,当有电解质存在时容易产生腐蚀。若阳极部分的表面积比阴极部分的表面积小得多,则阳极部分的接触面上的腐蚀会加剧。因此,不同金属界面接触部分大小的选择,应是阳极金属部分大、阴极金属部分小。

金属电镀时,基体金属与镀层之间也会形成电化偶。同样也应选择具有相容电化偶的金属进行电镀。

表 H.1 相容电化偶

组号	金属分类	电动势 V	阳极指数 (0.01V)	相容电化偶
1	赤金和电镀金;金—铂合金;锻铂(大多数为阴极)	+0.15	0	○
2	在铜的镀银层上镀锌	+0.05	10	●○
3	纯银或电镀银;优质银合金	0	15	●●○
4	纯镍或电镀镍;蒙乃尔合金;优质镍—铜合金	-0.15	30	●●●○
5	纯铜或电镀铜;粗制黄铜或青铜;银焊料;德国银;优质铜—镍合金;镍—铬合金;奥氏体不锈钢	-0.20	35	●●●●○
6	商业用黄铜和青铜	-0.25	40	●●●●●○
7	优质黄铜和青铜;海军黄铜;孟兹合金	-0.30	45	●●●●●●○
8	18%铬不锈钢	-0.35	50	●●●●●●●○
9	电镀铬;电镀锡;12%铬不锈钢	-0.45	60	●●●●●●●●○
10	马口铁;镀铅铁板;锡—铅焊料	-0.50	65	●●●●●●●●●○
11	纯铅或电镀铅;优质铅合金	-0.55	70	●●●●●●●●●●○
12	硬铝型锻造合金铝	-0.60	75	●●●●●●●●●●●○
13	锻造灰口铁或可锻铸铁;普通碳素钢和低合金钢;工业用钝铁	-0.70	85	●●●●●●●●●●●●○
14	非硬铝型锻造合金铝;硅型铸铝合金	-0.75	90	●●●●●●●●●●●●●○
15	非硅型铸铝合金;电镀隔和铬酸盐化隔(钝化隔)	-0.80	95	●●●●●●●●●●●●●●○
16	热浸锌板;镀锌铁(白铁)	-1.05	120	●●●●●●●●●●●●●●●○
17	锻造锌;模铸锌合金;电镀锌	-1.10	125	●●●●●●●●●●●●●●●●○
18	铸造和锻造镁合金(大多数为阳极)	-1.60	175	●

注:1)相容电化偶——组间电位差最大为 0.25V 或阳极指数差最大为 25。

附录 I
(参考件)
装箱明细表

本附录给出了装箱明细表,供设备装箱时使用。

I.1 装箱明细表示例

装箱明细表示例如下:

装箱明细表				
箱 号	名 称	数 量	单 位	机号
××××-×××-1/N	主机箱或主机架	1	部	
××××-×××-2/N	附件箱	1	个	

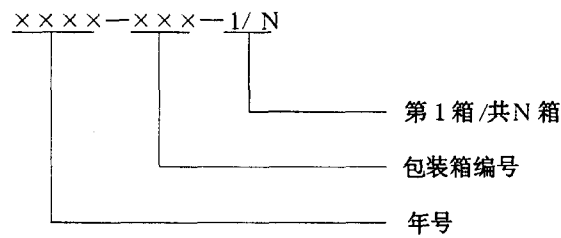
本设备全套共
装箱人

箱

实交_____箱,全部技术文件装于第_____箱
检验人

年 月 日

注:箱号的表示方法及含意如下:



附 录 J
(参考件)
装 箱 单

装 箱 单				
箱 号	名 称	数 量	单 位	机 号
装箱人		检验人		年 月 日

附 录 K
(参考件)
备、附件装箱清单

备、附件装箱清单					
盒号	件号	名称及规格	数量	单位	机号
1	1		1	部	
	2		1	个	
	3				
2	4				

包装人_____ 检验人_____

年 月 日

附 录 L
(参考件)
干燥剂(硅胶)用量计算公式

本附录给出的干燥剂用量计算公式,供设备包装时使用。

L.1 硅胶用量

L.1.1 硅胶在不同的相对湿度下,其吸潮量不同。用量计算公式如下:

$$W = \frac{ARM}{K} + \frac{D}{2} \dots\dots\dots (L.1)$$

式中:

- W ——硅胶用量,kg;
- A ——防潮密封包装容器的全面积 m²;
- R ——包装材料平均透湿率,g/m²·24h;
- M ——封存期限,月;
- D ——防潮包装内吸湿性包装材料(如衬垫、缓冲材料等)的重量,kg;
- K ——包装场地外界气候条件环境系数(见表 L.1)。

L.1.2 硅胶用量,可用经验计算公式:

$$W = K_1 \cdot A \cdot R \cdot M + K_2 \cdot D \dots\dots\dots (L.2)$$

式中:

- K₁ ——包装场地环境温湿度关系系数(见表 L.2);
- K₂ ——防潮包装缓冲材料种类关系系数(见表 L.3);
- W、A、R、M、D 的意义与公式 L.1 相同。

表 L.1 外界气候条件环境系数

包装时外界气候条件		K
平均温度 ℃	平均湿度 %	
35~40	≥90	12
30	90	20
25	80	30
20	≤80	60

表 L.2 温度、湿度关系系数

温 度 ℃	相 对 湿 度 %						
	90	85	80	75	70	65	60
	K ₁						
35	0.076	0.070	0.064	0.058	0.053	0.047	0.041
30	0.048	0.045	0.041	0.037	0.033	0.030	0.026
25	0.031	0.029	0.026	0.024	0.021	0.019	0.017
20	0.019	0.018	0.016	0.015	0.013	0.012	0.010
15	0.011	0.010	0.0096	0.0087	0.0079	0.0070	0.0061

表 L.3 缓冲材料各类关系系数

材 料 种 类	K_2
用橡胶固定的动物毛、合成纤维或植物纤维	0.48
玻璃纤维	0.16
橡 胶	0.04
纸或其他纤维料	0.64
注：当温度、湿度不为表 L.1 和表 L.2 给出的数值时，按最靠近表中的数值来取 K 和 K_1 值。	

附加说明：

本规范由总参通信部提出。

本规范由总参第六十一研究所归口。

本规范由总参第六十一研究所、国营第七一四厂、总参通信部驻武昌军事代表室 起草。

本规范主要起草人：郭福根、姜书田、唐维农、程卫兵、高瑞利、陈 影。

计划项目代号：7TX06。