

AMS 2750E 高温测定法

5 年一次的更新，复查并重审了该规范以提高其使用量，技术革新导致了使用的变化。变化范围较大并且没有做标记。

目录

1.范围.....	3
2.引用文件.....	3
2.1 ASTM 出版物.....	3
2.2 定义.....	3
3.技术要求.....	8
3.1 温度传感器	8
3.2 仪表 (见 表 3,4, 和表 5).....	12
3.3 热处理设备:.....	16
3.4 系统精度测试 (SATs)	18
3.5 炉温均匀性测试 (TUS).....	23
3.6 实验室炉子.....	33
3.7 记录.....	33
3.8 取舍.....	33
4. 质量保证条款.....	33
4.1 检验职责.....	33
5. 交货准备.....	42
6. 接收.....	42
7. 拒收	42
8. 注释.....	43
图 1 负载传感器的使用和重新校检.....	13
图 2 不同类型炉子的炉温均匀性范围	16
图 3 仪表类型要求.....	17
图 4 每个区域最少传感器支数.....	18
图 5 固定的 SAT 传感器与在 500°F (260°C)以上温度测试的传感器的允许组合.....	19
图 6 系统精度测试 (SAT) 计算的实例.....	21
表 1 传感器和传感器校检.....	34
表 2 热电偶和补偿导线	35
表 3 使用仪器及校准	36
表 4 炉子记录图表的确定要求.....	38
表 5 记录器打印图表及速度	38
表 6 零件所用炉子分类、仪表类型以及 SAT 校验周期.....	39
表 7 原材料炉所用炉子分类、仪表类型以及 SAT 校验周期.....	40
表 8 零件所用炉子分类、仪表类型以及和 TUS 校验周期	41
表 9 原材料炉所用炉子分类、仪表类型和 TUS 校验周期	41
表 10 校验或试验间隔延长的容许值.....	42
表 11 TUS 传感器数量要求.....	42
附录 A:E 版与 D 版变更内容说明.....	42

1.范围

1.1 本规范涵盖了热处理过程中用到的热处理设备的高温测量要求，包括温度传感器，仪器仪表，热处理设备，系统精度测试和温度均匀性测量。这些对于确保零部件或原材料的热处理符合适用规范要求是很有必要的。

1.2 本规范不适用于加热或中间热处理，除非在材料或工程规范中具体引用了该标准。

1.3 本规范适用于在 3.6 条定义范围的实验室炉子。

2. 适用文件

下列对采购订单的日期有影响的文件在一定范围内成为了本规范的一部分的,除非引用文件注明了发布日期，否则供应商可以参照引用文件随后的修订版本，文件的最新版本适用于本规范。

2.1 ASTM 出版物

可以从 ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959 处获得，电话：610-832-9585，网址：www.astm.org.

ASTM E 29 用实验数据中的有效数字来确认是否符合规范的规程

ASTM E 207 利用与相似电动势—温度特性的参考热电偶对比的结果，对单支热电偶材料进行热电动势的测试

ASTM E 220 利用比较技术对热电偶进行校准

ASTM E 230 标准化热电偶的标准规范和温度-电动势（EF）对照表

ASTM E 608 金属皮绝缘，廉金属热电偶标准规格

ASTM E 1129 热电偶连接器标准规范

ASTM MNL 7 数据的表示和解析质量评估图

ASTM MNL 12 温度测量中热电偶的使用

2.2 定义

AMS 中使用的术语在 ARP1917 标准及下文中定义：

2.2.1 “精确度”：测量过程中测试仪表读数经标准修正后的最大偏差。

2.2.2 “廉金属热电偶”：主要由廉金属和他们的合金构成的热电偶，廉金属热电偶包括 E、J、K、N 和 T 型热电偶。

2.2.3 “双月检”：在本文件的上下文中表示平均每两个月进行一次检定。

2.2.4 “双周检”：在本文件的上下文中表示平均每两周进行一次检定。

2.2.5 “校准”：指进行调准仪表或对实测值进行相关修正值记录的过程。

2.2.6 “连续加热炉”：包含产品从装料区到卸料区一整个连续传输过程的加热炉。

2.2.7 “控制仪表”：将仪表与传感器连接，用于控制温度过程的一种仪器（包括淬火槽和冷却装置）。仪表可以进行/也可以不进行温度记录。

2.2.8 “控制传感器”连接在加热炉上需要或无需记录温度的温度控制传感器。

2.2.9 “控制区域或加热炉控制区域”将热处理设备的工作区域分成若干个区，每个区域采用单独的传感器/仪表来控制温度的输入或温度的输出，加热炉的每个控制区都可独立控制。

2.2.10 “液体浴槽温度控制器”用于液体加热炉的温度控制器，指正常情况下液面以下的温度。

2.2.11 “修正系数”依据最新的计量标准，增加或扣除于传感器、仪表或一定的组合系统显示的温度读数以获取真实温度的一个数值，但使用组合系统时，传感器和仪表的修正系数通常被单独保存，并根据代数法进行相加。

2.2.12 “数据采集系统”类似电子记录的自动收集和存储数据过程的仪表组。

2.2.13 “不灵敏区”温度变化时仪表不能显示温度变大和变小的区域。

2.2.14 “偏差”记录过程中实际测量温度与真实温度的差值。

2.2.15 “数字仪器”测量过程中采用数字显示的仪表，典型事例有，数字显示的机械记录仪，数字指示仪，

数显控制器等。

2.2.16 “电子记录”可在计算机上用数字显示其生成、改进、为此、历史记录、检索记录或分布状况等的测试过程中的图形、数据、频率、报表或其他资料的任何组合。

2.2.17 经过使用时间:从传感器首次使用算起的使用天数(不计循环使用次数)

2.2.18 “一次性热电偶”指由有织物或塑料包裹的线材制成的热电偶。线材的供货是以卷状或者在绕在工字轮上。绝缘层通常是在每个导体上覆盖玻璃布、石棉或者陶瓷纤维布

2.2.19 “热电偶失效”:明显失效是指热电偶示值高于最大量程,低于最小量程,和/或热电偶示值不稳定。

2.2.20 “现场校验仪表”满足表 3 要求的用于跟踪测试和校验或改善次级现场热处理设备的便携式仪表。

2.2.21 “流化态炉”指加热介质在常压下变成悬浮或流化介质或者燃烧产物直接通向加热介质的加热炉,被加热物品正常情况下浸没在流化介质中。

2.2.22 “加热炉”用于原材料和零件保温过程,加热炉包含烘箱。

2.2.23 “接地接口”指安放端点采用熔融或焊接闭合的装有护套的热电偶的测温孔(测量接口)。

2.2.24 “加热槽”在热处理过程中等效于热交换的一种薄型块状物。加热槽可用于“TUS”测试(详见 3.5.10.1)和生产(见 3.3.5)。

2.2.25 间隔:两次测试或校检之间的时间。比如包括:周或每周要求的到期日期是下一周的同一天-一个跨度为 7 天;月或每月表明下次测试日期为下个月的一天;如果每月的测试是在一个月第三十一天和下个月只有 30 天,到期日是下个月的最后一天(和 29-31 测试日期一样-到期日试验下个月的最后一天。该定义适用于双周,季度,半年和年度的时间间隔时间的测试。)

2.2.26 .试验炉:一种仅仅用于确定当按照规范要求热处理时材料反应炉子。

2.2.27 “负载传感器”附着在产品或能代表产品的材料上,提供产品材料整个过程温度数据的连接仪表的传感器。

2.2.28 “最大允许偏差”以温度的电子反应程度或部分绿宝石的公差范围,多种类型的热电偶最大允许偏差应符合热电偶规范中的参考表。

2.2.29 “材料供应商”参照热处理技术要求生产符合材料技术条件要求产品的制造商,材料供应商须经铸件、挤压件和锻件厂家和他们的买主批准。仓储业、经销商或者类似的组织机构不应看作材料供应商。

2.2.30 “检测接口”供测温用热电偶进入,进行检测的区域,也称为测温孔。

2.2.31 “监控仪表”对整个过程温度情况进行监控所连接的仪表或记录传感器,如:指示装置,图案记录仪、电子数据记录器或数据采集系统。

2.2.32 “监控传感器”连接在监控仪表上的传感器。

2.2.33 “贵金属热电偶”主要由贵金属(如:铂/铂-铑)和他们的合金组成的热电偶。贵金属热电偶包括 R、S 和 B 型热电偶。

2.2.34 “非一次性热电偶”指没有包覆编织物或者塑料绝缘层的热电偶。第一类非一次性热电偶是在裸露的热电偶线材上包覆陶瓷绝缘材料,有时为了稳定和其保护作用而插在管子里。第二类非一次性热电偶是将热电偶线材、矿质绝缘层和保护性金属鞘并压缩成直径很小的组合体。非一次性热电偶柔韧性好,收到良好的保护,在鞘体材料允许使用的温度限值内可多次重复使用而不损伤其绝缘层。这种热电偶符合 SATM E 608 的规定,有多种品牌可供选用。

2.2.35 “仪表温度上限”用于实时监控可能出现和产生温度上限而安装在加热炉上的组合传感器/仪表,通过报警和/或缩短或停止加热达到控制温度上限的目的,保护材料和/或加热炉发生过热。

2.2.36 “零件热处理”零件热处理较原材料生产要复杂,零件热处理应与合同要求的热处理规范或合同允许的其他规范相一致。

2.2.37 “预防性维护计划(日常维护计划)或 PM 计划”依据技术文件的规定为消除对炉温均匀性潜在的不良影响所作的调整进行评价的计划。PM 检查频率在确保日常维护期间不发生重大问题的基础上,凭经验而定。

2.2.38 “一级测试传感器”直接用基准标准校验的传感器。通常用于校验二级测试传感器。

- 2.2.39 “图表记录器” 见记录仪表分辨率。
- 2.2.40 “一级测试仪表” 用 NIST 或等效国家标准直接校验的仪表。通常用于校验二级测试仪表。
- 2.2.41 “有效使用温度范围” 测试温度一致并且符合 3.3 条规定的允许误差的热处理设备的使用温度范围
- 2.2.42 “有效工作区” 指限定的加热炉内温度变化与允许偏差一致的部分容积区域。
- 2.2.43 质量部门批准：对接受/拒收报告的评审文件程序，还定义了任何授权批准/拒绝接受这一文件的代表。
- 2.2.44 “淬火系统” 便于快速降温系统，通常使用油、水、水/聚合物混合液或者气态介质来达到淬火目的。淬火介质通常采用浸没，喷射或雾的形式进行。
- 2.2.45 “原材料热处理（如：薄片、板材、棒材、挤压件、锻件、铸件）” 根据材料规范由原材料制造商自行进行热处理。
- 2.2.46 “原材料加热炉” 参考与材料制造商（或经材料制造商批准的供应商）达成一致的材料技术条件和相关热处理规范允许原材料使用的加热炉。
- 2.2.47 “记录仪表” 记录设备在整个过程中产生的固定数据的连接控制器、监视器、负载或记录传感器的仪表。如：图案记录仪、电子数据记录器或数据采集系统。
- 2.2.48 “记录传感器” 连接记录仪的传感器。
- 2.2.49 “温度再现模型” 循环控制加热炉温度。
- 2.2.50 “基准热电偶（贵金属）” 符合表 1 的按照相关国家标准要求用于校验的标准热电偶。
- 2.2.51 “固定 SAT 传感器”，在系统校验时，检测位置固定不变的测试传感器。
- 2.2.52 “马弗炉” 指干馏罐或在保护气氛下进行产品热处理时所采用的马弗炉，通常指干馏窖炉。
- 2.2.53 “RTD”：热电阻温度计
- 2.2.54 “盐浴炉” 通过用熔盐加热来达到预定热处理温度的加热炉。待加热物品须浸没在熔盐液面下。
- 2.2.55 “二级测试仪表” 直接用原始标准或基准仪表校准的仪表。
- 2.2.56 “二级测试传感器” 直接用一级测试传感器校验的传感器。通常使用标准测试传感器。
- 2.2.57 “半连续式加热炉” 被加热产品可自动按一定时间间隔自装料区运送到出料区的加热炉。
- 2.2.58 “灵敏度” 指在输入温度改变时允许的温度波动或者在仪表上出现信号放大或缩小的程度，灵敏度通常为不灵敏区数值的一半，类似：不灵敏区为 2°F（1.1°C）的灵敏度为 1°F（0.6°C）。
- 2.2.59 “传感器” 在本文的上下文中出现的，用于检测或测温的器械（如热电偶、RTD 等），本文主要指“热电偶”。
- 2.2.60 “铠装电偶” 削减到一定长度的热电偶一头装入带有电子隔离层的一端封闭的保护套中的热电偶，该保护套的基准端采用防水处理，铠装电偶包含热电偶接线但不含参考接点和连接热电偶的补偿导线。
- 2.2.61 “稳定（相当于平衡，均衡、稳恒态或浸没状态）”：加热炉在 TUS 中所有控制热电偶测定温度均在公差允许范围内，而且每个区控制器在重复测试和/或日常维护达到预期温度时也在公差允许范围内。
- 2.2.62 “系统精确度校验或抽检” 对现场加热炉的记录或评价，诸如校准测试中使用仪表/leadwire/传感器等进行记录和评价，如果测量温度偏差在合同允许的范围内，可以判定该加热炉在每个控制区的控制和记录系统可靠准确。
- 2.2.63 “系统精确度校验（SAT）” 在系统精确度校验中使用的跟踪和测量偏差的标准和基准热电偶。
- 2.2.64 “温度控制器” 控制加热炉内温度用的仪表或 PLC（可编程逻辑控制器）。
- 2.2.65 “超温” 在加热炉工作区达到加热炉首次选点温度后上升的温度超过了 TUS 允差。
- 2.2.66 “温度均匀性” 在有效加热区调节临界温度产生的温度变化（通常用±读来表示。对于使用控温传感器的马弗炉，温度均匀性指马弗炉上的传感器和可调温加热炉的温度变化。
- 2.2.67 “温度均匀性校验（TUS）” 在温度均匀性校验中使用的跟踪和测量偏差的标准和基准热电偶。
- 2.2.68 “TUS” 用校准测试仪表和传感器测量现场加热炉有效加热区热平衡前后温度变化的试验或一系列测试。

2.2.69 “测试仪表”在实际生产中用于系统准确度测试、温度均匀性测量或校验的控制器、数据采集仪表或监控仪表。

2.2.70 “测试用传感器”在实际生产中与测试仪表连接的用于系统准确度测试、温度均匀性测量的传感器。

2.2.71 “热处理”指为了改变材料或零件的组织性能、性质或状态，让金属承受受控的加热、浸泡或者冷却的一个过程。此术语不适用于预热、锻造、烘干和热成形的加热过程。

2.2.72 “热处理设备”用于控制材料温度过程的设备（如：箱式炉，烘箱、致冷器等），此术语仅供参考。

2.2.73 “热电偶”由两个不同导电特征电极连接在一起形成回路，产生温差回路的一种传感器。

2.2.74 “热电偶校验”在生产过程中，按国家标准机构规定对热电偶通过电动势测定进行温度试验。

2.2.75 “可追溯性”在 NIST 标准或等效美国外的代理国家标准范围内，可追溯涉及到的测量结果。

2.2.76 “水平度”指在连续式或半连续式加热炉中转运产品过程中的水平度。

2.2.77 使用（热电偶 - 如 3.1.3.3 和 3.1.5.2 到 3.1.5.3):一支热电偶的一个加热和冷却循环。

2.2.78 真空炉: 一种可以在任何低于大气压力（760 毫米汞柱）的气压下操作的炉子 A furnace capable of

2.2.79 区域炉: 有单独的控温区域的炉子。

3. 技术要求

3.1.3.1 温度传感器

所有温度传感器必须满足表 1 及以下要求，在后面的章节中列出的用于特殊用途的除外。

3.1.1 通用温度传感器的信息机要求

3.1.1.1 温度应该由表 2 所列的热电偶或其他热电偶、或与之等效的或精度(允许的最大误差)更好的温度传感器来测量。热电偶可能由裸线或涂丝或 MIMS（矿物绝缘金属铠装电缆）制造而成。除非特别注明，要求适用于所有的温度传感器材料，本规范中所用的“传感器”等效于“温度传感器”。

3.1.1.2 从毫伏到度数或从度数到毫伏之间的转换应符合 ASTM E 230 或其他国家标准。

3.1.1.3 从初始或随后校检中导出的传感器的修正系数可以用来提高测试温度的精度，当本规范要求时应该使用修正系数。

3.1.1.4 热电偶的使用

热电偶应该在 ASTM MNL 12 的表 3.1（建议设置温度上限保护热电偶）或表 3.5（建议设置温度上限保护热电偶）、ASTM E 230 的表 6（建议设置温度上限保护热电偶）或规范 ASTM E 608 的表 1（建议为铠装热电偶设置上限温度）规定的所列范围内使用。

3.1.1.4.1 热电偶不均匀性推荐值的使用应在本文件表 1 中所要求的校正和重复校正区间基础之上。

3.1.1.5 2006 年 9 月 1 日以后设备的延长导线应符合 ASTM E230 或等效的国家标准，延长导线不得重叠链接，补偿导线不应重叠连接。插座、插头、插孔以及接线条如果型号兼容则允许，即热电性能与对应的热电偶型号相一致——ASTM E1129 为圆孔插座使用指南。热电偶结构及补偿导线要求见表 2。

3.1.1.5.1 无线发射器可以用来代替补偿导线。

3.1.2 传感器的校检

3.1.2.1 传感器及其校检等级应符合表 1。

3.1.2.2 校准技术应符合 ASTM E 220，ASTM E 207，或其他国家标准。传感器必须有合格证标识。

3.1.2.2.1 校检日期

3.1.2.2.2 校检数据来源

3.1.2.2.3 名义测试温度

3.1.2.2.4 实际测试温度

3.1.2.2.5 校检技术

3.1.2.2.6 合格证书应明确其是否标明了每一校检温度的偏差以及 NIST 或其它认可的国家标准可追溯的每一校正温度的修正系数。

3.1.2.3 表 1 规定的热电偶校准间隔，无论是基于时间，使用次数，或温度都是最大的允许。符合这些间隔不能免除用户确保过度的漂移不在暴露的特定条件下发生的责任。

3.1.2.4 用户应该有数据支持，比如但不限于 SAT,TUS,重新校检数据和温度传感器替代的书面控制程序，

包括最大寿命和/或使用次数，若使用。

3.1.2.5 温度传感器应在其使用的名义温度内进行校检。

3.1.2.5.1 所有热电偶校检温度间隔不得超过 250°F(140°C)，除了那些校准状态在固定点(依照 ASTM MNL 12, 第 8.2 节, 或其他国家标准规定固定点校准)

3.1.2.5.2 除非 NIST 或其他国家标准的校检机构, 其他任何校检机构禁止使用高于最高校检温度和低于最低校检温度的外推校正因子。

3.1.2.6 用本段要求的电缆所制造的校准热电偶(易耗型或非易耗型), 可以用来代替单独校准的热电偶。

3.1.2.6.1 成卷的电线或电缆在校检时的最大数量应满足以下条件:

- a. 原标准传感器: 200 英尺(60 米)
- b. 其他贵金属传感器: 2000 英尺(610 米)
- c. 贱金属二级标准传感器: 2000 英尺(610 米)
- d. 所有其他贱金属传感器: 5000 英尺(1525 米)

3.1.2.6.2 成卷的线缆的校检应从始末两端取样, 如果始末两端单独的修正系数在表 1 规定范围内就使用始末两端的平均修正系数。

3.1.2.6.3 如果样品热电偶在任何温度下测试的最大和最小校检读数超出下面要求, 那么该方法不适用。

3.1.2.6.3.1 一级和二级标准电偶要求值 1°F (0.6°C)

3.1.2.6.3.2 系统精度测试、温度均匀性测试、控制, 监测, 记录, 和负载的热电偶要求值 2°F (1.1°C)。3.1.2.6.4 不满足 3.1.2.6.3 要求的成卷偶丝。

3.1.2.6.4.1 允许将偶丝分割成更短的小段使其一端到一端公差差异满足 3.1.2.6.3 的要求。

3.1.2.6.4.2 可以把一卷偶丝制作成一个一个的热电偶, 校准符合表 1 要求后可以使用。

3.1.3 热电偶的使用(见图 1)

3.1.3.1 如果把有问题的部分(K型和E型偶暴露在 500°F (260°C) 上的部分)剪掉, 热端重新焊接, 并且重新校准, 修理后也可以再使用。

3.1.3.1.1 如果修理后的热电偶是由已经校准的成卷偶丝制成的, 则这卷偶丝以前的校准仍然有效。

3.1.3.1.2 再使用热电偶的总次数里首先包括修理前的热电偶使用次数。(见 3.1.3.3)

3.1.3.2 禁止任何热电偶重用除非绝缘仍然是完整的和电线包括热结不被损坏。

3.1.3.3 只要下列公式中的 U 不超过 30, 则可允许重新使用。热电偶使用一次定义为从加热到冷却的一个循环。 $U = \text{低于 } 1200^{\circ}\text{F} (650^{\circ}\text{C}) \text{ 使用次数} + 2 \times [\text{1200}^{\circ}\text{F} (650^{\circ}\text{C}) \text{ 和 } 1800^{\circ}\text{F} (980^{\circ}\text{C}) \text{ 之间的使用次数}]$ 。超过 1800°F (980°C), 易耗型廉金属测温偶只允许使用一次。

3.1.3.4 温度均匀性测试用消耗性廉金属热电偶有如下要求: (1)专门使用在 1200°F (650°C) 以下; (2)明确标识; (3)无论是在测温架子上还是测温后都要注意保护, 不要有任何损坏(如: 扭折、过度潮湿、腐蚀等。)只有符合 3.1.3.1 和 3.1.3.2 限制的才可重复使用。温度均匀测试用非消耗性廉金属热电偶使用时绑在测温架子上, 且只使用 1200°F (650°C) 以下, 使用次数不超过 90 次或 3 年, 次数和时间以先达到为准。

3.1.3.5 温度均匀测试用非消耗性廉金属热电偶使用时固定在测温架子上, 且只使用 1200°F (650°C) 以下, 使用次数不超过 90 次或 3 年, 次数和时间以先达到为准。

3.1.4 控制, 监控和记录传感器

3.1.4.1 控制, 监控和记录传感器应安装在热加工设备的内部, 或尽可能接近到工作区。

3.1.4.2 当负载传感器用作控制传感器时。

3.1.4.2.1 易耗性热电偶作为控制传感器使用时只可以使用一次。

3.1.4.2.2 非易耗性负载热电偶可以用于控制温度, 遵从 3.1.8 中要求。

3.1.5 负载传感器(2.2.27)

3.1.5.1 符合 3.1.4.2 节的要求, 负载传感器亦可用作控制传感器。当负载传感器用作控制传感器时, 控制、报警和记录传感器都不能超过热处理工艺最大允许温度。

3.1.5.2 按照 3.1.3 中要求, 易耗性廉金属负载热电偶从第一次使用算起可能使用到 90 天, 在 1200°F (650°C)

或以下可以使用 30 次，超过 1200°F（650°C）后只能使用一次。

3.1.5.3 易耗性廉金属负载热电偶的使用寿命受最大使用温度和使用天数的限制。应累计记录其从首次使用算起的天数及使用次数，以先到的为准。且应满足以下限制要求：

2300 ° F (1260 ° C) 及以上限使用一次

2200 ° F (1205 ° C) 到 2299 ° F (1260 ° C) 限使用 3 个月或 10 次

1801 ° F (980 ° C) 到 2199 ° F (1205 ° C) 限使用 3 个月或 90 次

1200 ° F (650 ° C) 到 1800 ° F (980 ° C) 限使用 3 个月或 180 次

低于 1200 ° F (650 ° C) 限使用 3 个月或 270 次

如果使用在多个温度范围，则选择最短的有效期。负载热电偶的替换早于 SAT 周期，同时满足 SAT 对负载传感器的要求。

例 1：

- 传感器在温度 2250°F 使用了 9 次，在 2200~2299°F 之间或以下范围只允许使用一次。
- 在温度 2300°F 及以上不允许使用。

例 2：

- 这只传感器在 1400~1600°F 之间使用 50 次后，再 1820°F 使用，则用满 90 次或 30 天为止。
- 这只传感器使用次数超过 2199°F 以上使用次数的极限。
- 因这只传感器在高一档温度范围使用，则以使用次数 90 次作为这只偶的使用极限。

例 3：

- 一只传感器在 1400~1600°F 之间使用 50 次后，然后在 1015°F 使用。
- 这只传感器使用次数超过了 2199°F 以上使用次数的极限。
- 这只传感器如在 1200~1800°F 温度范围使用，则以使用次数 180 次作为这只传感器的使用极限。

3.2 仪表（见表 3、4 和 5）

传感器输出信号通过与之相连接的仪表转换成温度读数，仪表的精度符合本规范或更

高。仪表的校准按照 NIST 或与之相当的其他国家标准，也可按照可以追溯到 NIST 或与之相当的其他国家标准校准。详见表 3。

3.2.1 使用者应特别注意 AMS 2750E 规范对仪表的要求，不是所有按 AMS 2750C 要求使用的仪器仪表都满足 本版本和 AMS 2750D 的要求的。

3.2.1.1 以下要求（3.2.1.1.1 和 3.2.2.2）适用于控制，监视或者记录那些在 AMS 2750D 出版后购买了一年的仪器。在 AMS 2750D 出版后一年之前购买的控制，监视或者记录仪器应满足 AMS 2750C 的要求直到 AMS 2750E 出版后 3 年。（增加发布日期）

3.2.1.1.1 电炉图表记录器的温度分辨力要求应符合表 4 的要求。

3.2.1.1.2 工艺记录仪的打印和图表记录速度应符合表 5 的要求。

3.2.2 测试仪器

测试仪器应是数字式的，并且有一个 1°F 或 1°C 的最小可读度。

3.2.3 控制，监控或记录仪

3.2.3.1 至少每个区域一个记录仪器和/或控制仪都应有一个最小可读度，为 1°F 或 1°C。

3.2.3.2 控制，监视或记录仪器的安装应遵照制造商的建议。

3.2.3.3 控制，监测和记录仪器应除应接收到从模拟到数字或从数字到模拟的转换，还应接收传感器发出的未经修改的信号、或数字处理、等效于直接测量数据的错误检查。

3.2.4 补偿：

如果使用了补偿，则应有一个书面的程序描述何时及如何执行手动和电子补

偿以及补偿时间。程序标识了如何说明和再提出任何的意向补偿。在再提出任何的意向补

偿之前，应考虑仪器校准中发现的任何误差。如果调节补偿值大于表 6 和表 7 所示的那些调整（补偿）值则不应使用。

3.2.4.1 如果所作的随后的内部仪器调整或补偿能达到 TUS 的要求，那么在随后的系统精度测试（SAT）中必须按照 3.4.5.3.1 要求使用这些内部调整或补偿。另外，如果所作的随后的内部调整或补偿能达到 SAT 的要求，那么在 TUS 范围或分布上的影响将被认为是为了响应内部调整或补偿，TUS 范围可作向下或向上的移动。

传感器的使用	传感器类型	型号	再次校检	重新使用
传感器测试 TUS	廉金属传感器	消耗型	消耗型廉金属热电偶不允许重新校检	见 3.1.3.3（U 公式）和 3.1.3.4（1200°F 以下使用保护）
		非消耗型	J 和 N:3 个月-见表 1 E 和 K:3 个月-在 500°F（260℃）以下温度使用允许重新校检，500°F（260℃）以上不允许重新校检。	见 3.1.3.4 和 3.1.3.5
	贵金属传感器	消耗型	每 6 个月-见表 1	没有其他限制
		非消耗型		
测试电偶不定期的系统精度测试 SAT	廉金属传感器	消耗型	消耗型廉金属热电偶不允许重新校检	见 3.1.3.3（U 公式）
		非消耗型	J 和 N:3 个月-见表 1 E 和 K:3 个月-在 500°F（260℃）以下温度使用允许重新校检，500°F（260℃）以上不允许重新校检。	没有其他限制
	贵金属传感器	消耗型	每 6 个月-见表 1	没有其他限制
		非消耗型		
测试电偶定期的系统精度测试 SAT	廉金属传感器	消耗型	消耗型廉金属热电偶不允许重新校检	N: 仅能在 1000°F（538℃）以下使用。 E、J、K、T: 仅能在 500°F（260℃）以下使用。（3.4.5.2.1.1）
		非消耗型	3 个月-见表 1 的限制	E、J、K、T: 仅能在 500°F（260℃）以下使用。（3.4.5.2.1.1） N:没有其他限制
	贵金属传感器	消耗型	每 6 个月-见表 1	消耗型的仅能在 1000°F（538℃）以下使用。非消耗型的没有其他限制
		非消耗型		
负载电偶	廉金属传感器	消耗型	不允许重新校检	受使用次数、使用温度、使用时间的限制-3.1.5.2
		非消耗型	不允许重新校检	受使用次数、使用温度、使用时间的限制-见 3.1.5.3 的限制条件
	贵金属传感器	消耗型	每 6 个月-见表 1	没有其他限制
		非消耗型		

- (1) 任何类型的 K 型和 N 型传感器在高于 500°F（260℃）温度再次使用时，插入深度应等于或高于以前插入深度。
- (2) 一般再次使用的限制见 3.1.3.1 和 3.1.3.2。
- (3) 禁止任何类型的 E 型和 K 型传感器再次校检后在高于 500°F（260℃）温度使用。

图 1-负载传感器的使用和重新校检.

3.2.5 仪器的校检

3.2.5.1 仪器的校检应按表 3 所定义的仪器类型来进行。不管运用什么校检程序，都必须满足表 3 的要求，在此之前的任何修改或校准，都要对仪表情况进行记录作为已知条件。

3.2.5.2 校检精度和间隔应该满足表 3 的要求。

3.2.5.3 在校检时应该检查灵敏度，见表 3 脚注 4。

3.2.5.4 二级标准仪器和现场测试仪器的校检应该遵循制造商的说明。这些仪器的测试最少有 6 支模拟传感器的输入。这包括测试和校检操作最大和最小温度范围，并在正常操作任一或整个的区间内大致相等的间隔之间最小取 4 个点进行测试或校检。

3.2.5.4.1 应对仪表的使用类型输入型或输出型进行校检（比如每一种电偶的使用类型有 MV、MA 等。如果仪表适用于这些方法）

3.2.5.4.2 校准应在每个可以改变或调整使用通道上进行，或可以改变或调整为一组通道进行。建议赌赛或标签标识不使用的通道防止无意使用。

3.2.5.5 控制，监测和记录仪器的校准

3.2.5.5.1 作为检查发现的条件最低为能够代表最小、最大值的 3 模拟的传感器输入，或在炉中合格的工作温度范围的中间三分之一取至少一个点。如果需要的话，按照制造商的说明校准仪器。

3.2.5.5.1.1 以下任何调整测试仪器最少有能代表最大、最小值得 3 组模拟传感器输入和在炉中合格的工作温度范围的中间三分之一取至少一个点记录作为附加条件。

3.2.5.5.2 校准应在每个可以改变或调整使用通道上进行，或可以改变或调整为一组通道进行。建议赌赛或标签标识不使用的通道防止无意使用。

3.2.5.5.3 图表记录仪（园图记录仪和直图记录仪）走纸速度应每年检验一次，确保精确度在 $\pm 3\text{min/h}$ 之内。图表记录仪走纸速度测量应该做记录。

3.2.5.5.4 控制，监视或记录仪器的校准应按照制造商的说明进行，如果不能使用制造商的说明，那么可在电炉合格操作温度范围的低，中和高三点，使用三个模拟传感器。

如果炉温仍在可处理的限度之内并且炉温记录已记录了所作的校准，包括校准时间和日期，那么可在有负载的情况下对控制，监视或记录仪表进行校准（对于单一的温度范围）控制，监测或记录仪器的校准可以在加载的情况（对于一个单一的温度范围内）下进行，如果炉内温度保持在加工公差内并且炉内温度记录能适当显示校准的发生，包括时间和日期。

3.2.5.5.5 对于在单一温度使用的炉子，控制，监视或记录仪器的校准或按照制造商的说明在使用温度进行或者在使用温度至少取 3 点，2 点（或更多）使用温度周围的点。

3.2.5.6 在炉子内允许用无线设备将模拟转换成数字信号传送至记录仪。但是在校检过程中要求使用完整的无线系统（无线传感器，无线接收器和相关的控制，监测和记录仪器）（见 3.1.1.5.1）

3.2.6 测量结果及记录

3.2.6.1 在仪表或接近仪表的位置贴标签标明最近一次合格的。作为最低要求，标签应包括：

- 执行校准的日期
- 下次校准的日期
- 校准人员
- 标签应注明校准的限制

3.2.6.2 校准的结果应有证明文件。报告至少应包括：

- 仪器编号或炉号
- 校准仪器的制造商和型号
- 校准时所使用的标准
- 校准方法（制造商的说明，3 点，）
- 要求的精确度
- 在每个校准点创建和留下的数据
- 发现和遗留的补偿量（和要求的一样）

- 其它有意的补偿量
- 灵敏度（通过/失败，灵敏度测试发现，按照表 3，注释 4 的要求）
- 接受或拒绝的声明
- 校准的任何约束或限制
- 执行校准的日期
- 下次校准的日期
- 执行校准的技术人员
- 校准的公司（如果不是在公司内部所作的校准）
- 校准公司代表的签名（如果不是在公司内部所作的校准）
- 质量机构的认证。

3.2.7 电子记录

3.2.7.1 “电子记录”是文本，图形，数据，音频，图画的中的任意组合或是可以通过电脑系统创建，修改，维护，归档，检索的其他数字形式的信息表达。当使用一个创建电子记录的系统（炉子控制，记录，监控和数据采集），且系统在 2006 年 9 月以后购买或电子记录是在 2015 年（本次版本修订以后 3 年）创建的，则应符合下列要求：

- 3.2.7.1.1 该系统必须创建未检测就不能改变的电子记录。
- 3.2.7.1.2 系统软件和播放工具提供了一种检查和编译记录数据的方式，但是不能提供任何改变原数据的方式。
- 3.2.7.1.3 系统应提供生成的记录准确，系统应有准确生成可读的，电子形式的，适合检查、总结和复制人完整的副本的能力。
- 3.2.7.1.3.1 该系统应有提供记录被审查过的证据的能力-如通过记录电子审核，或用打印物理标记表明记录被审查过的方法。
- 3.2.7.1.4 该系统应该支持在整个记录保存期数据能被保护、保留和精确检索记录。确保硬件和软件在 3.7 规定的记录保存期内正常运行。
- 3.2.7.1.5 该系统应该提供方法（如：密码）来限制个人授权文件的访问。

3.3 热处理设备

3.3.1 在图 1 中定义的炉子分类是基于指定炉子类型，或者当没有指定具体炉型时，炉子的类型应满足被处理材料的材料规范中建立的温度均匀性要求。 仪器类型由仪表所用的热处理装置的控制，记录或表明所要求的温度的水平定义。系统精度测试、炉温均匀性测试的间隔，控制、监视和记录仪器的校检都基于炉子的组合类型和仪表类型。（见表 3,6,, 7,8,或 9）

炉子类型	炉温均匀性范围 (°F) (1)	炉温均匀性范围 (°C) (1)
1	±5	±3
2	±10	±6
3	±15	±8
4	±20	±10
5	±25	±14
6	±50	±28

(1) 均匀度范围要求是由正在处理材料的规范确定。

图 2-炉子类型均匀性范围

3.3.2 炉子仪器配置分类要求如图 3 所列

		仪 器		
类型				
传感器（S）的仪器类型要求		A	B	C
D	E			

每个区域至少一个控制传感器控制和显示温度
每个控制区应有一个记录仪表记录控制偶温度。另外，记录仪器要与同控制传感器有相同护套和支架的二级传感器相连。且距离控制传感器不超过 0.38 英寸（10mm）。
至少要在每个控制区域安置两台附加的记录传感器，以便能最佳地显示最近温度均匀性检测产生的最冷和最热的温度。尽管大家都知道某些电炉的设计/负载配置可能会阻止这些传感器精确地安置在最冷和最热的位置，但是应尽可能地按实际情况安置这些传感器。这些记录位置时间长了可能会发生改变。可参照 3.5.18 要求重新安置。
多区域炉子的每个装载区至少一个记录负载传感器，空载区（即没有材料放置和侵入的地方）不需要负载传感器，然而，必须在炉子的装载记录上做标记标出该区域为完全空载。

图 3-仪器配置要求

3.3.3 冷却设备和制冷系统

3.3.3.1 冷却设备应有一个温度控制器，这个温度控制器要求不适用于液态氮、干冰和干冰与水混合物，所有的冷却设备当有时间-温度（最小或最大）要求时，需要有一个温度记录仪器。以上要求不适用于材料在环境温度中的运输过程。

3.3.3.2 用于热处理淬火系统，包括淬火介质温度要求（最小，最大或两者）应配备一个记录仪器。现有的于2005年9月以前安装的不要求记录仪，直到本版本修订发布后3年。

3.3.4 附加传感器

在任何控制区，对附加的记录或负载电偶没有限制，但是他们的使用必须有控制操作说明书。

3.3.5 在需要的时候（仪器类型 A 和 C - 见图3），高温和低温传感器，可以插入在散热片（见2.2.24），当 TUS 用到类似配置的散热片时，位于控制区域的高温 and 低温位置是根据最新的 TUS 测试。

3.3.6

在小于或等于 225 立方英尺（6.4 平方米）的多区域真空炉的真空有效区内有 A 型、B 型或 C 型的仪表监控，

.不管真空炉内控制偶和其他仪器的数量，为确定高温和低温记录偶位置及负载偶的数量，将炉子工作的真空区域当做一个单独的区域是被允许的。最低的传感器要求见图 4 所示，每个炉子有效区必须有超温保护装置。

3.3.6.1 大于 225 立方英尺（6.4 平方米）的真空炉可以以同样的方式将炉子分割成不大于 225 立方英尺（6.4 平方米）的有效区，每个这种有效区应包括表 4 所列的每个单独区域要求的所有的传感器。

最低数量要求

仪表类型	高温 T/C	低温 T/C	负载 T/C
A	1	1	1
B	N/A	N/A	1
C	1	1	N/A

图 4-每个区域最少传感器要求

3.4 系统精度测试 (SATs)

SAT（2.2.62）是用仪器/导线/传感器的现场读数值与校准测试仪器/导线/传感器的读数值来确定测量温度偏差是否符合要求，执行 SAT 是为了确保每个控制区的炉子控制和记录系统的精度。

3.4.1 SATs 应在对产品进行热处理的热处理设备的每个控制区的温度控制和记录系统中进行测试，系统精度测试 (SATs)也可在符合 A、B、C 型仪表配置的附加系统中进行。

3.4.1.1 系统精度测试 (SATs)现场测试仪器应满足表 3 的要求，测试传感器应满足表 1 的要求。

3.4.2 系统精度测试 (SATs)的首次测试和周期性测试应满足表 6、表 7 和 3.4.5

3.4.2.1 在任何可能影响系统精度的维护后均需要进行系统精度测试，比如更换传感器，更换控制、模拟和记录仪器，或做过任何调整后的控制、模拟、记录仪器的重新校检。质量保证部门应裁决在特定维修之后是否需要进行新的 SAT。

3.4.2.2 An SAT 不需要仅有超温保护功能的温度传感器，如果超温保护传感器用于 SAT 间隔延长的附加模拟传感器，或 A、C（图 3）型的高温传感器，要求进行系统精度测试。

3.4.2.3 不用于产品热处理验收部分的传感器不需要 SAT 测试。

3.4.2.4 如果不在表 6、7 要求的间隔期内进行系统精度测试 (SATs)，该设备应该移除不在使用，炉子第一次使用或重新使用均需要进行系统精度测试 (SATs)。

3.4.3 系统精度测试 (SATs)间隔由设备类型和仪器配置决定，SAT 执行的频率基于设备类别和仪器类型。如果预防性保养计划（见 8.2.35）是有效的，那么执行的频率可以可以按照表 6、7 的最大允许要求执行（例如每周改成双周，双周改成每月等），在任一以下条件下表 6 或表 7 是允许的：

3.4.3.1 每个控制区的 2 支传感器类型是 B,N,R 或 S 型。

3.4.3.2 每周的读数显示了在每个控制区域，控制传感器和另外一个附加监视或记录传感器之间的关系。在最后一次温度均匀性检测的时候，该读数仍旧在他们关系的 2°F（1°C）之内。

万一读数超出了该范围，SAT 的测试间隔应恢复到正常测试间隔（不在是最大允许间隔），直到下次炉温均匀性测试。

3.4.4 对 SAT 可以使用 3 种方法的任何一种来完成

3.4.4.1 按照 3.4.5 的要求执行系统精度测试 (SATs)

3.4.4.2 系统精度测试 (SATs)的替代程序定义在 3.4.6 中。

3.4.4.3 系统精度测试 (SATs)豁免程序，如 3.4.7 中所述

3.4.5 系统精度测试 (SATs)程序

3.4.5.1 在生产中，指示和/或记录传感器测试显示的测试温度，带有的补偿或校正因子，在任何工作温度，应与校正温度指示该测试传感器在相比。应与测试仪器上显示的传感器温度进行对比。3.4.5.2 SAT 传感器的端头（测量端）应尽可能接近控制、监视和记录传感器的端头的实际端头（测量端），两端头的距离不应超过3英寸（76mm）。随后的 SAT 测试所用的测试电偶，应与初次测试时插在相同的位置和深度，SAT 传感器可能是临时插入进行测试或可能是一个常驻测试传感器，根据局限性3. 4. 5. 2. 1

3.4.5.2.1 常驻热电偶的使用受以下条件限制。

3.4.5.2.1.1 固定 SAT 热电偶仅限于在温度超过 500°F（260°C）时的 N,R 或 S 型电偶，并且当暴露在温度高于 1000 °F（538°C）时应为非消耗型的。

3.4.5.2.1.2 常驻的 SAT 传感器类型应是不同于测试电偶，附加的限制适用于各类 R 和 S（图 5）。

炉内控制监视或记录传感器					
常驻 SAT 传感器	B	R	S	N	其他所有传感器类型
B	No	Yes	Yes	Yes	Yes
R	Yes	No	No	Yes	Yes
S	Yes	No	No	Yes	Yes
N	Yes	Yes	Yes	No	Yes

图 5 - 在温度高于 500 ° F (260 ° C)时常驻 SAT 传感器和测试传感器的允许组合

3.4.5.3 系统精度测试误差

测试炉子的传感器读数（传感器、引线和仪器）与测试系统的正确读数（使用了测试电偶和测试仪器的修正系数以后）之间的差异应被记录为系统精度测试差异。应使用适用的修正系数。

3.4.5.3.1 在日常的热处理生产中，炉子的仪器、传感器温度应与 SAT 测试的仪器、传感器温度进行比较并做记录。一定的修正系数，如果在生产过程中热处理贯彻应用按照文件的程序，可代数应用到系统中进行测试。

在常规的热处理生产中，可以结合使用修正因子的例子（图 6）

包括：

无论在初始校准报告中，或者重新校准报告中（不论是在实验室或现场进行校准）列出传感器校正因子。只有最近的传感器校正因子可能被应用。

控制或记录仪器的修正系数应在最近的校检报告中列出。

控制或记录仪的内部偏移完全纠正偏斜使温度均匀分布。

先前记录指定了控制仪器偏移，以纠正 SAT 的偏差，如果这个偏移是在故意手动控制设定值（例如偏移的形式，如果所需的设定点为 1000° F 时，设置控制仪集点在 1003° F）。这不应被纳入修正因素包括：

.对控制或记录仪应用以前的内部调整或偏移值以纠正 SAT 差异。

这些内部调整或偏移值已经反映在显示或记录温度上，不得使用两次

手动施加偏移到已完全纠正偏移温度的指定的生产热处理控制仪表。这些手动偏移对一个 SAT 的进行或 SAT 差异的计算没有影响。

示例：

例 1：在最后的 TUS 或 SAT 测试中没有用偏移值和对使用仪器或传感器没有使用校正因子。

例 2:在最后 TUS 和 SAT 测试中没有用偏移值，在生产过程中，仪器和传感器校检的修正系数由操作人员手动添加。

例 3：TUS 和先前 SAT 测试没有用到偏移值，仪器和传感器校检的修正系数要编程到控制或记录仪器-“修正”读数应用于产品生产。

例 4：先前的 SAT 测试没有偏移值，但是仪器、传感器的修正系数和最后一次 TUS 测试的偏移值编程到控制和记录仪器。-该修正读数用于生产中。在这个例子中，最后的 TUS 测试显示炉温与控制偶相比为+ 2 度（暖），所以+2 度的偏移被编程到控制仪表使得控制器显示工作区的温度。

例 5：在先前的 SAT 测试有-1.5 的偏移值，并编程到仪器，仪器和先前传感器校检没有用到偏移值，仪器和传感器校检的修正系数要编程到控制或记录仪器-该修正读数用于生产中。在这个例子中，最后的 TUS 测试显示炉温与控制偶相比为+ 4 度（暖），所以+4 度的偏移被编程到控制仪表使得控制器显示工作区的温度。请注意，所得的计算显示与 SAT 有一个-5 度的差异。

确定先前是否将内部控制或记录和传感器在操作中进行手动调节，或者编程到被测试的控制或记录仪器。					
实例	1	2	3	4	5
实例状态					
用于最后一次 TUS 测试的补偿	无	无	无	编入+2° 补偿量	编入+4° 补偿量
用于最后一次 SAT 测试的补偿	无	无	无	无	编入仪器-1.5
生产中应到的仪器修正因子 (Binst)	无	手动	(Binst) 编入仪器	(Binst) 编入仪器	(Binst) 编入仪器
生产中应到的传感器修正因子 (Btc)	无	手动	(Btc) 编入仪器	(Btc) 编入仪器	(Btc) 编入仪器
显示仪器 (A)	1500°	1011°	2225°	1502°	2104°
仪器校检的手动修正因子 (Binst)		+3°	N/A	N/A	N/A
热电偶的手动修正系数 (Btc)		-1°	N/A	N/A	N/A

源于控制或记录仪器 TUS 补偿的修正系数 (Btus)				-2°	-4°
A+Binst+Btc+Btus=控制或记录仪器的修正温度	1500°	1013°	2225°	1500°	2100°
测试仪器读数 (未经修正的) (D)	1505.0°	1013.3°	2220.0°	1505.0°	2106°
测试热电偶的修正系数 (E)	-1.0°	-1.0°	-1.0°	-1.0°	-1.4°
测试仪器的修正系数 (F)	+0.2°	+0.2°	+0.2°	+0.2°	+0.4°
(D) + (E) + (F) =真正的测试温度 (G)	1504.2°	1012.5°	2219.2°	1504.2°	2105.0°
SAT 差异 =(C)-(G)	-4.2°	-0.5°	+5.8°	-4.2°	-5.0°

图 6-SAT 校检实例

3.4.5.4 如果 SAT 的差异（包括控制或记录仪在表 6 或 7 允许任何的调整之前）超过表 6 或 7 对炉子级别和被测试仪器仪表类规定的允许差。在额外的热加工前，应对故障进行记录，对引起故障的进行原因分析，及采取纠正措施。第 4.2 段应适用

3.4.5.5 如果 SAT 测试差异超过表 6 或 7（如适用）的限制，应采取纠正措施，纠正措施可能包括，但不限于以下任何一项：

3.4.5.5.1 更换超差的传感器和/或引线。

3.4.5.5.2 重新校准超差的仪器。

3.4.5.5.3 如果原因是，全部或部分，是由于被检测传感器的记录位置移动的结果，传感器应返回到它的记录位置和重新进行 SAT 测试。

3.4.5.6 控制或记录仪器校准调节是在表 6 或 7 的允许最大调整限制范围进行。这种调整在整个工作温度范围内的效果进行评价。第 4.2 段应适用。

3.4.5.7 完成纠正措施以后，在任何热加工处理之前，需要按照 3.4.5 的要求重新进行 SAT 测试。

3.4.6 备用的 SAT 流程

对于仅使用一次（一次使用）或多次使用的传感器在短于适用 SAT 间隔的间隔时间内更换，定义的一个操作程序其中：

3.4.6.1 从传感器的连接点（这包括连接器、引线和仪器的校检）开始，满足表 3 要求的控制、记录和监视仪器的常规校检应符合 3.2.5 的要求，并且：

3.4.6.1.1 为传感器建立适当的校检范围，传感器与仪器/引线和连接器的校检相结合，若适用，要满足表 6、7 的 SAT 测试要求，或者

3.4.6.1.2 使用手动或通过编程应用适当的校正因子，所允许的表 1 中的校准限制，适当的。使用表 1 校检范围允许的、适于手动或通过编程的合适的校正因子，以便使记录，监控或控制仪器中使用的数据满足表 6 或 7 的 SAT 的要求，若适用。

3.4.7 SAT 的豁免

当满足 3.4.7.1 到 3.4.7.6 的所有要求时，对 SAT 的要求可以免除。

3.4.7.1 除了所需的 A 到 D 的仪器，通常每个控制区至少两个记录负荷传感器，一个监测和一个控制。

3.4.7.1.1 在仪器类型 A 和 B 的情况下，将有一个额外的负荷传感器。

3.4.7.1.2 对控制器的设定点进行手动调整，根据观察到的负载传感器的读数提供可接受的控制。控制负载传感器，在这种情况下，不需要物理连接到加热炉控制器。

3.4.7.2 用于控制的负载传感器需满足 3.1.4.2，用于监视的负载传感器需满足 3.1.5。

3.4.7.3 所有的贵金属负载热电偶应为非易耗型，在使用时可以被替换或季度性的重新校检。

3.4.7.4 所有的廉金属控制和记录热电偶使用时应每年进行替换。

3.4.7.5 所有的廉金属控制和记录热电偶使用时应每 2 年进行替换。

3.4.7.6 负载传感器任何时候的重新校检和替换至少每周进行一次观察，和记录，揭示他们的读数与控制、监视和记录传感器之间的不可解释的差异。

每周读数还必须证明控制传感器和一个额外的监测传感器之间的关系，在最近的一次温度均匀性测量关系保持在 2 ° F (1°C) 之内，

3.4.8 记录

3.4.8.1 每支传感器的系统精度测试报告应包括：

a. Identification of the sensor being tested 被测试传感器的编号

b. Identification of the test sensor 测试传感器编号

c. Identification of the test instrument 测试仪器编号

d. Date and time of day of the test 测试日期及时间

e. Set point of the furnace during test 测试时炉子的设定点温度

f. Observed furnace instrument reading 观察到的炉子仪表读数

g. Observed test instrument reading 观察到测试仪表读数

h. Test sensor and test instrument correction factors 测试传感器和测试仪表的修正系数

i. Corrected test instrument reading 修正的测试仪表读数

j. Calculated system accuracy difference 计算系统精度差异

k. Indication of test acceptance or failure 测试成功或失败的指示

l. Identification of technician performing the test 执行测试的技术编号

m. SAT company (if not performed in-house) 测试单位（如果不是自家测试的）

n. Signature of the calibration company (if not performed in-house) 测试公司的签名（如果不是自家测试的）

o. Quality Organization approval. 质量部门的批准

3.5 炉温均匀性测试 (TUS)

3.5.1 应进行一个初始的 TUS 测试来测量温度均匀性和建立可接受的工作区和合格的操作温度范围(的)。周期性的 TUS 应按照表 8 或表 9 所示的间隔进行。

3.5.2 多个合格的操作温度范围

一台炉子可能有多个合格的操作温度范围。比如，一台炉子可能在 $\pm 10^{\circ}\text{F}$ 从 600 到 1000 ° F ($\pm 6^{\circ}\text{C}$ 从 315 到 540 ° C) 和 $\pm 25^{\circ}\text{F}$ 从 1000 到 1800 ° F ($\pm 14^{\circ}\text{C}$ from 540 到 980 ° C) 温度段使用。这台炉子包括了 2 个独立的合格操作温度范围。一台炉子在 1000 ° F 满足 $\pm 10^{\circ}\text{F}$ 自然在 1000 ° F 也能满足 $\pm 25^{\circ}\text{F}$ ，因此不需要该温度下进行重复测试。

3.5.3 炉子的改造

在炉子进行过任何可能影响炉温均匀性的改造或调整后，需要进行一次原始的 TUS 测试，如原始的 TUS 测试包括，但不局限于以下内容：

a. 提高最大的合格操作温度或降低最低合格操作温度。

b. 燃烧器尺寸，数量，类型和位置变化

c. 加热元件的数量，类型和位置变化

d. 气流模式/速度的变化（挡板的位置，风扇转速，风扇数量，等）

e. 耐火材料厚度的变化

f. 具有不同的热性能的新型耐火材料

- g.真空炉加热区设计或材料的变化
- h.控制传感器位置的变化
- i. 燃烧压力设置与原来的设置相比的改变。
- j. 炉膛压力设定变化（阻尼器系统）与原来的设置相比。

k. 温度控制仪/程序的变化

- 1.比例高低/开关
- 2. 控制器型号或类型的变化
- 3. PLC 程序的变化对加热炉控制方案
- 4. 调谐常数、参数、变阻器的调整

l. 工作区体积增大覆盖了以前没有测试的区域

m. 工作区位置的改变覆盖了以前没有测试的区域。

所有炉子的改造应该被记录，质量保证部门应裁决在炉子重新使用之前，是否需要根据炉子的改造和特定的炉体结构进行一次原始的 TUS 测试。

3.5.4 炉子的维修

小修理或更换损坏或发生故障的组件或预防性维修计划，还原炉到其原来的状态，而不应该影响炉内温度均匀性的特点，不需要重复 TUS。例子包括，但不限于以下内容：

- a.燃烧器/瓦斯的更换
- b.用相同热性能的耐火材料来修补原耐火材料
- c.原纪录位置控制或监视传感器的替换
- d. 更换加热系统组件（例如，气体调节器，阀门，计量装置，加热元件，等）
- e. 恢复原有的燃烧压力的设置和调整常数
- f.用具有相同的调谐常数相同的控制器更换原控制器

g.系统精度测试失效

h.炉膛压力控制问题的纠正

i.炉门密封的修复

所有炉子的改造应该被记录，质量保证部门应裁决在炉子重新使用之前，是否需要根据炉子的改造和特定的炉体结构进行一次附加的 TUS 测试。

3.5.5 初始的 TUS 温度

3.5.5.1 初始测试温度为合格操作温度范围的最低和最高温度。

3.5.5.2 额外的温度可根据需要添加应保证没有两个相邻的测量温度大于 600°F（335℃）。

例如，一台炉子在 800 到 1800 ° F (425 到 980 ° C)之间使用，该炉子应在 800 ° F (425 ° C), 1800 ° F (980 ° C)温度进行测试，一个满足 600°F（335℃）范围的要求的中间温度。从 1200° F (650 ° C)到 1400 ° F (760 ° C)任何温度的测试需要满足 600°F（335℃）范围要求。

3.5.6 周期性的 TUS 测试温度应为每一个合格的操作范围的任何温度。

3.5.6.1 对于单操作范围大于 600°F（335℃），在每个周期的试验温度应选择一个温度在 300°F（170℃）的最大值和另一个温度在 300°F（170℃）的合格的操作范围的最小和有不超过 600°F（335℃）之间的增量

此外，至少每年进行一次周期性测试，每一合格操作温度范围最低、最高温度至少测试一次。

例如，如果操作温度范围是 200 到 1200 ° F ±10 (93 t到 649 ° C ± 6)，应在 200 到 500 ° F (93 到 260 ° C)之间选择一个温度，在 900 到 1200 ° F (482 到 649 ° C);之间选择另一个温度点，并且这两个温度间隔不超过 600 ° F (335 ° C)，因此，在 350 ° F (177 ° C) 和 950 ° F (510 ° C)温度点测试时可以接受的，但是在 250 ° F (121 ° C)和 1000 ° F (538 ° C)测试超过了 600 ° F (335 ° C)的范围。

3.5.6.2 对于多区域合格操作范围，需要在每测试周期每个操作范围进行 TUS 测试，每个操作范围的最高和最低温度测试至少每年进行一次。

例如如果一台炉子要求：

- 从 800 到 1025 ° F (425 到 551 ° C)要求±10 ° F (±6 ° C) 的均匀性
- 从 1026 到 1400 ° F (552 到 760 ° C) 要求±15 ° F (±8 ° C) 的均匀性，和

- 从 1401 to 1600 ° F (761 to 870 ° C),要求±25 ° F (±14 ° C)的均匀性

每年一次，该炉子应被测试在：

- 800 ° F (425 ° C) 和 1025 ° F (550 ° C)两温度点，并满足 10 ° F (±6 ° C)的均匀性。

- 1400 ° F (760 ° C) 并满足 15 ° F (±8 ° C) 均匀性要求和

- 1600 ° F (870 ° C) 并满足 25 ° F (±14 ° C)均匀性要求.

今年进行的其测试只需要在这三个均匀性范围的一个温度下进行。

3.5.7 测试间隔应满足表 8 或表 9 的要求。

3.5.7.1 扩展的 TUS 测试间隔都是基于仪器类型和要求的连续成功测试次数。另外，一个文件性的预防性维护计划，定义在 2.2.37，应该即可生效。正如 3.5.3，如果对炉子进行了改造，一个原始的 TUS 是需要的，且 TUS 间隔恢复到原始间隔直到达到要求的连续成功的测试次数。

3.5.8 TUS 测试的炉子参数

在每一次测试中，除了在 3.5.9、3.5.10、3.5.11 和 3.5.12 中列出的，所有参数应反映出生产设备的正常运行。（例如：如果连续炉的炉门在生产时是开着的，那它应开着进行 TUS 测试；如果缓慢的加热速率和稳定温度在生产中没有用到，那么它们在 TUS 测试时也不应用到；如果过量燃烧空气在生产中运用，那么在 TUS 测试时也应用到；如果生产中用到了风扇，在 TUS 测试中也应用到，等）

3.5.9 传感器插入时的炉子温度

如果设备在正常的生产过程中，是往加热炉里装载材料，那么在炉子冷的时候插入 TUS 传感器或在炉温稳定在低于测试温度时插入 TUS 传感器都是可接受的。

如果设备在正常的生产过程中，是在冷炉子中装入材料，TUS 测试时预热炉子是被禁止的。

3.5.10 装载状态

.可能在实际的生产装载、模拟生产负载、支架、空载的情况下进行 TUS 测试，一旦在炉子初始的 TU 上测试中建立了一种方法，随后的测试应执行相同的方法，如果改变了已经建立的方法，需要进行一次原始的 TUS 来验证修改过的方法。

3.5.10.1 如果 TUS 操作时空载或支架，和如果 TUS 传感器连接或插入散热片，两边热层的厚度或直径不超过 0.5 英寸（13mm）和不能超过炉子中处理材料的最薄厚度，散热片材料应为最高室温热导率和炉内处理的主导材料一致的材料。

3.5.10.2 当在加载时进行 TUS 测试，和 TUS 传感器连接到模拟产品或部件，该负载应能代表正常处理材料的厚度。

3.5.11 炉内气氛在 TUS 测试时应同于生产时的正常的气氛。炉子进行所要求的气氛可能污染测试传感器的过程时（即，渗碳，渗氮，吸热，放热）或气氛可能存在安全隐患（即，氢或氨化合物）可用与空气或惰性气体进行测试。

3.5.12 炉子 TUS 测试时的真空水平应运行在生产时的最低真空度水平，但不小于 1 微米汞（ 1×10^{-3} torr，或 1.3×10^{-3} millibar）。

3.5.13 间歇式炉，盐浴，控制温度的液体浴和流化床炉（不适用于控制温淬火槽）

3.5.13.1 TUS 传感器的数量

TUS 传感器的数量应符合表 11 的要求。

3.5.13.2 TUS 传感器的位置

3.5.13.2.1 对于工作区体积小于 3 立方英尺（0.085m³）的炉子，4 支 TUS 传感器应放置在炉子角落和一支位于中间。如果炉子工作区圆形的，4 支传感器应在周围垂直 90° 放置，一支位于中间，在这两个例子中，

所有的 TUS 传感器应放置在你最能代表炉子合格工作区域的地方。

3.5.13.2.2 对于工作区域大于 3 立方英尺 (0.085m³) 的炉子, 8 支 TUS 传感器应放置在炉子 4 个角和一支位于中间。如果炉子工作区圆形的, 3 支传感器应在周围边缘呈 120° 放置, 留下一支位于中间, 另外 2 支位于放置在你最能代表炉子合格工作区域的地方。对于工作区域大于 225 立方英尺 (6.4m³) 的炉子, 表 11 要求的附加传感器均匀地分布在最能代表炉子合格工作区域的地方。当从工作区的周围辐射的热量用来加热产品时, 附加的传感器应均匀分布在工作区的外围。

3.5.13.2.3 应进行工作区的容量测试以确保无材料热处理超出定义的工作区的边界。

3.5.13.3 TUS

3.5.13.3.1 测试数据收集

数据收集在炉子或 TUS 传感器首次达到测试温度下偏差时开始, 以便炉子或 TUS 传感器超出上温度均匀性偏差时能被清楚识别, 如果炉子是提前稳定的, 数据收集应在负载或支架装载时尽快开始。

3.5.13.3.2 一旦数据收集开始, 在整个持续的测试时间内, 温度数据应以至少每 2 分钟一组的频率进行记录。适用仪器类型 (见 3.3) 要求的炉子传感器的数据收集应做如下记录 (仅用于超温保护的炉子不需要记录) 如果在生产中温度数据的正常记录频率是 2 分钟或更少, 或像模拟的连续记录, 这时数据收集记录应在与正常生产模式相同的情况下进行记录。如果在生产中温度数据的正常记录频率超过 2 分钟, 在 TUS 时的频率间隔不超过 6 分钟。

3.5.13.3.3 在任何时候, 任何测试的控制和记录传感器不能超过上限温度均匀性公差。炉子应在测试温度进行保温直到所有测试传感器温度稳定, 稳定以后, 数据收集应继续保持 30 分钟。

At no time shall any test, control or recording sensor exceed the upper temperature uniformity tolerance. T

3.5.13.3.4 当使用曲颈瓶时, 曲颈瓶插入的炉子温度应该被控制以便具体的热处理温度保持在曲颈瓶内, TUS 应放在曲颈瓶内, 在曲颈瓶操作时, 至少一支 TUS 传感器应放置在记录温度传感器的 2 英寸 (50mm) 内。

3.5.13.4 熔盐, 控制温度的液体浴, 和流化床炉的替代探测方法 (不适用于控制的温度淬火槽)

3.5.13.4.1 通过移动一个包含有一个或多个测试电偶的测试探针到 3.5.13.2 描述的测试位置测试熔盐炉, 控制温度的液体浴炉, 和流化床炉是可接受的。

3.5.13.4.2 所有的参数应反映生产设备的正常运行。设备应稳定在试验温度。

3.5.13.4.3 首次测试位置应至少监视 15 分钟, 以便任何复发的温度模式可以被检测到。如果没有复发的温度模式被检测到, 随后位置读数间隔 2 分钟或更少读取一次, 每个测试位置至少记录 6 分钟。如果有复发的温度模式被检测到, 应有充足的时间对每个位置 5 个周期的复发极端温度进行记录。所有的测试时间不能炒股 30 分钟, 所有读数必须满足要求的温度均匀性偏差。

3.5.14 连续和半连续炉

连续或半连续炉子可以将 TUS 传感器布置容积或在一个平面上

容积法, TUS 传感器位于三个维度来表示的部分 (例如, 篮或盘) 或工作区的整个体积。使用平面法, TUS 传感器安置在垂直于炉子输送方向的平面上, 使得通过炉子的该平面要测试的整个工作区域体积能被测量到。无论是体积法或平面方法应测量到整个完整的工作区容积。区别就是 TUS 传感器的数量和布置, 当 TUS 传感器通过炉子遍布时, 随着测试工作区域的一部分增加, 整个体积被测量到, 不管是哪种方法, 工作区的整个容积要检测到, 多区域运行可能要求完成整个工作区体积的测量。

The difference is the arrangement and number of TUS sensors. When testing a portion of the work zone volume incrementally, the entire volume is measured as the TUS sensors traverse through the furnace. Regardless of which method is used, the full volume defined as the work zone shall be surveyed. Multiple runs may be required to accomplish measurement of the full work zone volume.

3.5.14.1 在连续或半连续炉子里 TUS 传感器的数量和位置-体积法

3.5.14.1.1 TUS 传感器的数量应满足表 11 要求并根据 TUS 夹具的量。

3.5.14.1.2 TUS 传感器的数量应满足 3.5.13.2.1, 3.5.13.2.2 和 3.5.13.2.3, 基于炉子体积。

3.5.14.2 在连续或半连续炉子里 TUS 传感器的数量-平面法

3.5.14.2.1 炉子工作区高度有 1 英尺（300 毫米）或更少，TUS 传感器的最小数目应为 3，宽度超过 8 英尺（2.4 米）时，每超过 2 英尺（610 毫米）增加 1 个额外的 TUS 传感器。

3.5.14.2.2 对于工作区的高度超过 1 英尺的（300 毫米）和工作区截面到达 8 平方英尺（0.75 米）的炉子，传感器的最小数量应为 5。

3.5.14.2.3 对于截面大于 8 平方英尺（0.75 米）而小于 16 英尺（1.5 m²）的炉子，TUS 传感器最小数量应为 7。

3.5.14.2.4 对于截面大于 16 平方英尺（1.5 米）的炉子，TUS 传感器最小数量应为 9。

3.5.14.3 TUS 传感器位置-平面法

3.5.14.3.1 对于工作区高度为 1 英尺（300 毫米）或更少，两 TUS 传感器应放置在 3 英寸（76 毫米）的相反侧角。一个 TUS 传感器的位置应在中心。附加的 TUS 传感器应均匀分布在垂直于输送方向的平面上。

3.5.14.2.2 对于工作区的高度超过 1 英尺的（300 毫米）和工作区截面到达 8 平方英尺（0.75 米）的炉子，传感器的最小数量应为 5。

3.5.14.2.3 对于截面大于 8 平方英尺（0.75 米）而小于 16 英尺（1.5 m²）的炉子，TUS 传感器最小数量应为 7。

3.5.14.2.4 对于截面大于 16 平方英尺（1.5 米）的炉子，TUS 传感器最小数量应为 9。

3.5.14.3.2 对于炉子工作区高度超过 1 英尺（300 毫米），工作区截面宽度达到 8 英尺（0.75 米）时，每超过 2 英尺（610 毫米）增加 1 个额外的 TUS 传感器。4 支 TUS 传感器应位于工作区角落 3 英寸（76 mm），其余的地位于中心和对称分布在垂直于传送方向的面上。

3.5.14.3.3 对于工作区截面大于 8 英尺（0.75 米），4 支 TUS 传感器应放置在工作区角落 3 英寸（76mm）内其余的地位于中心和对称分布在垂直于传送方向的面上

3.5.14.4 TUS 数据收集

3.5.14.4.1 所有参数应能反映生产设备的正常运行。

3.5.14.4.2 为每个测试位置 TUS 传感器应固定在机架或负荷和通过炉子。最初的调查应在在生产中使用的最高和最低的移动速度下执行。周期性试验可在在生产中使用的任何移动速度下进行。不需要所有的位置同时通过；几个通过可以调查所有位置。

3.5.14.4.3 每个调查区所有 TUS 传感器和控制或监测传感器（S）的温度读数应被记录。横动，可以重复多次，必须确保任何经常温图案是通过调查工作区（S）在所有测试的地点来确定。每个区域读数记录应至少每 2 分钟记三组。

3.5.14.4.4 开始 TUS 测试时炉温高于测试温度是被禁止的，除非仅用于初次测试或多区域炉的预热区域，或者是所有使用程序规范规定允许。所有的 TUS 传感器应满足要求的温度均匀性偏差。

3.5.15 连续或半连续或曲颈瓶炉或马佛炉的替代测试方法。

当 TUS 传感器不可能或不切实际通过连续或半连续炉，或者初次 TUS 传感器放入曲颈瓶炉或马佛炉，运用以下替代测试方法代替是可以接受的：

3.5.15.1 探测方法

代替 3.5.14.4.2，在 3.5.14.1.2 中确定的位置的 3 英寸（76 毫米）内通过侧壁，炉底或屋顶插入 TUS 传感器是可以接受的。如果用这种方法，TUS 传感器的数量应该满足表 11 的描述基于工作区域的体积，测试区域应该包括所有的浸泡区。一旦炉温稳定，所有 TUS 传感器读数应采取每 2 分钟读取一次和在每个调查区至少 1 个控制，监视或记录传感器应每 5 分钟一次至少记录 30 分钟。对于连续式加热炉，在测试过程中炉子一个负载是不是一个要求。

3.5.15.2 性能调查

这种方法要求初始测试材料和以后年检和月检有性能趋势。产品分析应该取随着热处理温度变化性能变化敏感和可能进行频繁热处理的产品。材料厚度应该正常处理尺寸范围，如果要求两步热处理，那么允许第二次的试样取自剩料（在试验炉内）

3.5.15.2.1 初始和年度性能调查应在最高和最低操作温度下进行的。

最初的或年度的性能调查应在操作的最高或最低温度进行。额外的测试温度应增加进来以保证没有两点的测试温度差值大于 300 ° F(165 ° C)。连续炉的通过速度应为正常操作时的速度。每个测试温度点至少进行 10 次测试。测试试样应取值负载的边缘或中心除了线圈，线圈试样应该取自线圈的两端。线圈试样应取自每个切断样的边缘和中心。

3.5.15.2.2 月性能调查

热处理材料的性能应采用统计技术进行分析如 ASTM MNL 7 定义的或其他供参考的统计过程控制程序。性能趋势应当至少每月检查。应定义控制界限。如果性能的趋势漂移到的上限或下限控制外，不要求进一步的处理直到漂移的原因是确定和校正。可以参照 4.2 条款。

3.5.16 传感器或记录仪温度均匀性测试失败 (2.2.19)

在工作区角落位置的 TUS 传感器或记录仪器不允许失效。有些临时状况，例如短路或连接松动，，在此正常温度的示值读数已经被恢复，不能认为是热电偶失效。在 TUS 测试期间，，TUS 传感器（角落位置除外）的突然故障并不是检测失败的原因，除非两个相邻的 TUS 传感器出现故障或发生故障的 TUS 的数量超出了以下值：

- 使用 3 到 9 个传感器检测 没有失效
- 使用 10 到 16 个传感器检测 1 个失效
- 使用 17 到 23 个传感器检测 2 个失效
- 使用 17 到 23 个传感器检测 2 个失效
- 使用 24 到 39 个传感器检测 3 个失效
- 使用 40 或更多的传感器检测 不超过 10%

对于测试温度大于等于 2000°F (1093°C)：

- 使用 3 到 5 个传感器检测 没有失效
- 使用 6 到 9 个传感器检测 1 个失效
- 使用 10 到 16 个传感器检测 2 个失效
- 使用 17 到 23 个传感器检测 3 个失效
- 使用 24 到 39 个传感器检测 4 个失效
- 使用 40 或更多的传感器检测 不超过 10%

3.5.16.1 对于失效的 TUS 传感器，必须记录失效原因，且采取校正措施（可能的话）以阻止或减少今后因相同原因产生的拒收。

3.5.17 温度均匀性合格/不合格的必要条件：

3.5.17.1 如果先前的要求都满足，且下面的条件也满足则认为测试合格。

- 任何时候，TUS 传感器、控制或检测传感器的读数不超过所用的温度允许公差。
- 在测试期间，所有 TUS 传感器、控制或监测传感器的读数都在表 8 和表 9 要求的温度容差内。符合 3.5.16 的除外。
- 获得恢复、稳定的或循环模式时间不超过所用的工艺规范中规定的时间。
- TUS 在最短要求时间内进行。

3.5.18 A 类或 C 类仪器记录仪器最热或最冷位置改变

当炉中最冷或最热温度的位置改变时（取决于最近一次温度均匀性检测最后的读数），则需要在炉内移动 A 或 C 类仪表的记录传感器的位置，以便能反映工作区内新的最冷和最热位置。对于目前的炉子类别，在所有检测的温度点，如果全部的温度均匀性没有超出最大温度均匀性容差的一半，或当前记录位置的测量温度和实际最热和最冷测量区域的差值小于目前的炉子类别的 SAT 容差，那么这些传感器不需要再定位。

3.5.19 温度均匀性测试不合格：

3.5.19.1 如果温度均匀性不在表 8 和表 9 规定的容差范围内，应该找出偏差的原因并按 4.2 进行记录。问题没有改正和 TUS 没有合格之前该设备不能用于生产。

3.5.19.1.1 对于减少了测试周期的设备，一旦有温度均匀性测试不合格，则测试周期再恢

复到表 8 和表 9 中规定的最初的测试周期。直到连续测试合格的次数满足表 8 和表 9 中规定的次数才能再减少测试周期。

3.5.19.1.2 如果需要采取调整（偏置法）控制仪表，并且规定工作温度范围不超过 300°F（165°C），则不需再测试，但是调整量（偏置量）不能超出表 6 和表 7 中（见最大允许调整量或偏差量栏目）的极限值。该偏差是包含在 3.4.4.6 中规定的所有偏置以内。如果规定工作温度范围超过 300°F（165°C），必须在测试范围的温度极限加上偏置量，重新检查均匀性时。采用了偏置的测试温度间隔不超过 600°F（335°C）。任何调整量（偏置量）都应要求进行记录。在接下来的热处理中，必须保持这个偏置，见 3.4.5.6 与后续 TUS 的要求。

3.5.19.1.2.1 如果合格的工作温度范围超过 300° F（165° C），需要重新调查，其中均匀性在其中偏移的应用测试范围的极端温度检查。试验温度为地方偏移应用于每个范围不得超过 600° F（335° C）的距离。

3.5.19.1.2.2 任何调整（偏移）文档资料是一个要求。此外，任何补偿或调整，应在偏移所应用的温度范围内的所有后续热处理留在原地。这将设备恢复到 3.5.6 后续 TUSs 的要求。

3.5.20 温度均匀性测量仪器仪表

3.5.20.1 温度均匀性检验应使用校准的满足表 3 要求的独立测试仪器进行的测试，和独立的 TUS 传感器满足表 1 的要求。过程热处理的设备仪器不得用来记录 TUS 传感器数据。

3.5.20.2 测试设备已知的偏差补偿应通过电子方法或数学方法进行修正。

3.5.21 温度均匀性的调查报告

3.5.21.1 下列事项应当包括在温度均匀性的调查报告中：

- a. 炉子名称或编号
- b. 测试温度
- c. TUS 传感器和任何负载或架子位置包括识别细节图、具体描述或图片。
- d. 从所有记录的传感器的所有区域的测试炉仪表型所需的时间和温度数据（3.5.13.3.2）
(3.5.13.3.2)
- e. 每一测试温度下 TUS 传感器的修正系数
- f. 已知的附加 TUS 补偿（如果用于生产）
- g. 每一测试温度下 TUS 传感器的修正或未修正的读数，读数应该被标识是修正的或未修正的。
- h. 测试单位标识（如果不是自己内部测试的）
- i. 测试公司签名（如果不是自己内部测试的）
- j. 测试用的技术标准
- k. 测试开始时间及日期
- l. 测试结束时间及日期
- m. 测试仪器标识编号
- n. 测试成功或失败标识
- o. 当需要时，炉子测试传感器故障记录（见 3.5.16）
- p. 在每个测试温度稳定后，修正的加上和减去 TUS 读数的总结。
- q. 质量部门的批准

3.5.21.2 尽管不是均匀性的调查报告必须的部分，以下应当可以在现场：

- a. 控制仪器调谐参数
- b. TUS 传感器的校检报告
- c. 控制和记录传感器的校检报告
- d. 控制和记录传感器、负载和 TUS 传感器位置的三维图

3.5.22 本次修订前进行的测试，满足先前的 AMS2750 版本，可以认为等效于（对于符合条件的炉（1）免除初始温度均匀性测试或（2）延伸的周期性温度均匀性试验的间隔为目的）依据本次修订版本进行的测试。

3.5.23 辐射调查

对于所有的铝合金固溶热处理的空气炉，当热源（例如，电气元件或气体管）是在墙壁时，辐射测量应在炉内的最高工作温度下进行。该检验应进行初始和任何可能会影响侧壁板的辐射特性损坏或修理后进行。

3.5.23.1 辐射测试传感器（S），应加入到正常的测量的传感器，应锤击到或焊接到，6061 铝合金板中间，大约 12 英寸（305 毫米）的广场和不大于 0.125 英寸（3 毫米）公称厚度。该板应具有在空气中被加热到 970 至 1010° F（520 至 545° C）和第一次使用前进行风冷。

3.5.23.2 面板，一个用于热壁区域的每个 10 平方英尺（0.93 平方米），应被对称地分布，与面平行于所述加热壁，在工作区的外部界限。辐射测试面板（S）的任一侧可能面临的热源。

3.5.23.3 所有的辐射测试传感器读数应满足 3.5.17 的要求。

3.6 实验室炉子

3.6.1 实验室炉子用于使用负载传感器时根据材料规范反应热处理测试

3.6.1.1 要求每季度系统精度（SAT）测试

3.6.1.2 负载传感器应符合 3.1.5

3.6.1.3 炉温控制仪表应每季度进行校准

3.6.1.4 成功的初始温度均匀性测量（TUS）和两个附加季度 TUS 测试后，TUS 的测试间隔可以延长到半年。

3.6.2 如果不使用负载传感器实验室炉应为生产所需的设备进行测试。

3.6.3 实验室炉不能用于任何部分或生产原料的热处理生产，除非它符合本规范的所有要求。

3.7 记录

3.7.1 所有的校准和试验记录包括传感器，标准单元和仪器，系统精度测试，和温度均匀性的调查，包括任何测试或调查故障应可供检查和保持不少于 5 年。

3.7.2 传感器，标准单元和仪器的校检记录应包含可追溯到 NIST 或等效的国家标准。

3.8 舍入

舍入应按照 ASTM E 29 或其他国家标准。

4. 质量保证条款

4.1 检验责任

该过程将负责所有必需的性能测试是符合所规定的所有要求的。买方有权见证此处的任何规定的检测或校准，以确保该程序符合规定要求的，但是这样的见证，不得妨碍设施的经营权。

4.1.1 任何仪器、传感器、试验未能满足这些要求，或已超过其测试间隔包括任何适用的允许的延长期（见表 10），应停止服务。

4.1.1.1 纠正措施应形成文件，包括带仪器、传感器、测试执行的措施。

4.2 在任何测试失败或超出偏差条件下进行的事件，对可能影响产品不符合要求的自上次成功测试后进行相应的评估和记录。评估应根据建立的物质评审程序进行记录。应采取适当的纠正措施，记录和维护文件。当材料的加工条件偏离规范要求的影响（S）应通知买方。

4.2.1 作为适当的纠正措施的证据

表 1 -传感器和传感器校检

传感器	传感器配置	使用	校检		最大允许误差
			周期	反对??	
参考标准	R 和型贵金属电偶	初次标准校检	5 年	NIST 参考标准	无
一级标准	R 和型贵金属电偶	二级标准校检	3 年	参考标准	± 1.0 °F （ ± 0.6 °C ） 或 ± 0.1%
二级标准	廉金属或贵金属 R 和 S 型	传感器校检	首次使用前校检： R 或 S 型-2 年	一级标准	廉金属 ± 2 °F （ ± 1.1 °C ）

			廉金属-1 年		或±0.4% 贵金属 ± 1.0 °F (± 0.6℃) 或±0.1%
	B 型贵金属		B 型-2 年		B 型 - ± 1.0 °F (± 0.6℃) 或 ±0.5%
炉温均匀性 测试	廉金属或贵 金属 B、R 和 S 型	炉温均匀性 测试	首次使用前 校验: (7)(8)	I 类 或 II 类标准	± 4 °F (± 2.2 °C) 或 ± 0.75%
系统精度测 试	廉金属 或贵金属 B、R 和 S 型	系统精度测 试	B 、 R 或 S 型…6 个月 J 或 N 型…3 个 月 其他普通金 属…不定期	I 类 或 II 类 标准	廉金属 ± 2 °F (± 1.1℃) 或 ±0.4% 贵金属 ± 1.5 °F (± 1.0℃) 或 ±0.25%或 R、S 型 ± 0.25% (B 型 ±0.5%)
控制、记录和 监视传感器	廉金属或贵 金属 B、R、S 型	安装在设备 上	首次使用前	一 级 或 二 级标准	1 类或 2 类: ±2°F (± 1.1℃) 或 ±0.4% 3 类到 6 类: ±4°F (± 2.2℃) 或 ±0.75%
负载传感器	廉金属或贵 金属 B、R、S 型	直接与零件 相接触	首次使用前 校验: B、R 或 S 型…6 个月 其他普通金 属…不定期	一 级 或 二 级标准	± 4 °F (± 2.2 °C) 或 ± 0.75%

表 1 说明

- (1) 允许使用精度相同或者更高精度（在允许偏差范围内）的热电偶。
- (2) 读数百分比或温度修正系数任何时候均以大者为准。
- (3) 重新校检要求在表 1 中概述和支持 3.1.3 到 3.1.4
- (4) 参考标准的传感器可用于校准低级别的传感器。
- (5) 校验标准参照 NIST 或同等国家标准执行

(6)3.1.3.3 到 3.1.3.4 不适用本表

(7) 参考标准传感器与一个主要标准仪器一起应用于校准基准传感器

(8) 一个主要的标准传感器与一个主要标准仪器一起应用于校准传感器的二级标准

(9)使用应限于温度均匀性，标定系统的精度，控制，监测，记录，和负载传感器的校检。

(10) 一级或二级标准的传感器与一级或二级标准仪器应用于校准这些传感器

(11) 对于类型 E 和 K，在 500 ° F (260 ° C)温度下使用时允许重新校检，在 500 ° F (260 ° C)以上温度使用时不允许重新校检。

(12) 传感器类型在表 2 中未列出的 2400 以上的，用 °F (1316°C)，最大允许误差±1%。如果误差超过表 1 的最大允许误差，传感器校正系数应在每个应用程序中使用。对于未列在表 2 中的传感器类型，2400 ° F (1316 ° C)温度以上使用，最大允许偏差是±1%。如果偏差超过了表 1 的最大允许值传感器校正系数应在每个应用程序中使用。

表 2-热电偶和补偿导线

类型	热电偶			补偿导线	
	正极（成份 wt%）	负极（成份 wt%）	电极色标(1)	导线标志（正/负）	套管色标
J	Fe	55Cu/45Ni	白/红	JPX/JNX	黑色
E	90Ni/10Cr	55Cu/45Ni	紫/红	EPX/ENX	紫色
K	90Ni/10Cr	95Ni/5,Al+Si	黄/红	KPX/KNX	黄色
N	84.5Ni/14Cr/1.5 Si	95.4Ni/4.5Si/0.1 Mg	橙/红	NPX/NNX	橙色
R	87Pt/13Ph	Pt	黑/红	RPX/RNX SPX/SNX	or 绿色
B	70Pt/30Ph	94Pt/6Rh	灰/红	BPX/BNX	灰色
S	90Pt/10Ph	Pt	黑/红	RPX/RNX SPX/SNX	or 绿色
T	Cu	55Cu/45Ni	蓝/红	TPX/TNX	蓝色

(1) 所有的色标状态应符合 ASTM 230 的规定，满足其他国家标准的色标可以使用。

表 3-仪器和仪器校检

仪器	仪器类型	最大校检期（月）	标准	校检精度（1）	用途
基准仪器	奇纳电压	36	NIST	参照 NIST	限于一级标准的校验
主要标准	电位计 数字伏特计	36	参考标准	±0.1°F (±0.05°C) 或读数± 0.015%， 两者取大	限于二级标准和测试仪器和一级和二级标准传感器的实验室校检和
	4 个或更多韦斯顿电池组 或与 DC 标准等效的电池组	12（2）	基准仪器	电池额定毫安读数的 ± 0.005%，	限于仪表和二等标准电池和仪表标准的实验室校准

二级标准仪器	电位计或数字电压计	12	一级标准或一级标准电池	$\pm 0.3^{\circ}\text{F}$ ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$) 或读数 $\pm 0.05\%$, 两者取大	限于现场测试仪表/SAT 传感器 / TUS 传感器 / 负载、控制、报警和记录传感器的实验室校准
二级标准电池	2 个或更多饱和或不饱和韦斯顿电池组或与 DC 标准等效的电池组	12	一级标准电池	电池额定毫安读数的 $\pm 0.005\%$,	限于二等标准仪表的实验室标准化和测试仪表的实验室校准
现场测试仪表	SAT/TUS 便携式电位计 (1)、数字伏特计、电子数据记录器或数据采集系统	3	一级或次级标准	$\pm 1^{\circ}\text{F}$ ($\pm 0.6^{\circ}\text{C}$) 或读数 $\pm 0.1\%$, 两者取大	限于控制、监测或记录仪表的校准。 进行 TUS 和 SAT (7)
控制、监视或记录仪器	数字仪表 (4)(5) (6)(8)	见附注 (5)	试验标准	$\pm 2^{\circ}\text{F}$ ($\pm 1.1^{\circ}\text{C}$) 或读数的 $\pm 2\%$, 两者取最大者	加热设备温度的测量, 记录和控制
	电子自动仪表	见附注 (5)	试验标准	$\pm 2^{\circ}\text{F}$ ($\pm 1.1^{\circ}\text{C}$) 或设备的最大测试温度 $\pm 0.3\%$, 两者取最大	
	机械或热元件	见附注 (5)	对比试验 (等同于 SAT)	$\pm 5^{\circ}\text{F}$ ($\pm 3^{\circ}\text{C}$)	用于测量制冷、淬火槽热处理设备

表 3 说明

- (1) 允许使用等效或更高精度的仪器仪表。
- (2) 每月须进行电池间对比检查。
- (3) 电池具有 $\pm 0.02^{\circ}\text{F}$ ($\pm 0.01^{\circ}\text{C}$) 的温度控制能力。
- (4) 一级和二级仪表的最小灵敏度 1°F (1°C), 3 到 6 级设备最小灵敏度 3°F (2°C)。
- (5) 控制、监测和记录仪表的校准周期要求应如下:

数字	模拟（电动机械式）
1 级炉子 --- 一个月	1 级炉子 --- 一个月
2 级炉子 --- 一季度	2 级炉子 --- 一个月
3 级炉子 --- 一季度	3 级炉子 --- 一季度
4 级炉子 --- 一季度	4 级炉子 --- 一季度
5 级炉子 --- 半年	5 级炉子 --- 一季度
6 级炉子 --- 半年	6 级炉子 --- 一季度

制冷和冷却介质的监测（数字或模拟）—每半年。例外：如果介质/冰箱传感器与炉子记录程序通道相连，仪器通道的校检周期应与设备其他通道校检周期一致。

(6)炉子的控制、记录、监测和数据采集仪表

(7)满足二级标准精度要求的现场测试仪表可用于校准 SAT 和 TUS 测试仪表。

(8)仅用作炉子超温报警的温度仪表不需校准。

(9) NIST 或等效的国家标准。

(10) 包括无线传输系统

(11) 仪器在受控环境中操作，不应用于车间。

表 4-加热炉所需记录纸的分辨率(模拟记录仪器)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

炉子类别	炉温均匀性		每英寸（厘米）记录纸最大量程		记录图表的最大增量	
	°F	°C	°F/英寸	°C/厘米	°F/行	°C/行
1	±5	±3	50	11	2	1
2	±10	±6	150	33	5	3
3	±15	±8	150	33	5	3
4	±20	±10	250	55	10	5
5	±25	±14	250	55	10	5
6	±50	±28	350	77	25	15
冷却	n/a	n/a	150	33	5	3
淬火	n/a	n/a	150	33	5	3

(1) 在 AMS2750D 发行一年后，加热炉所需记录纸需要满足以上要求，详见 3.2.1

(2) 数显仪表应精确到 1°F 或 1°C。

(3)打印记录时间的记录仪,每个信道追踪间隔不超过表 5 要求的被认为是数字记录仪,表 4 要求不适用。

表 5-记录打印过程和记录速度

记录仪类型	打印间隔 ⁽¹⁾⁽²⁾	记录速度 ⁽³⁾	
圆图记录仪	在每个温度以定时的打印间隔至少打印 6 次。打印间隔不超过 15 分钟	对于温度段的时间小于 1 小时=最大 8 小时/每转 1 周	对于温度段的时间≥ 1 小时=最大 24 小时/每转 1 周
长图记录仪		对于时间段小于 1 小时=最小 2 英寸/小时(或最小 50mm/h)	对于时间段≥1 小时=最小 1 英寸/小时(或最小 25mm/h)
数字显示仪		不适用	

(1) 在 AMS2750D 发行一年后，加热炉所需记录纸需要满足以上要求，详见 3.2.1 和 3.2.2，自本修订日期起 3 年后所有仪器需满足。

(2) 记录仪将记录产品在加热炉中的整段时间。

(3) “温度段”参考热处理时的循环温度。

(4) 为了符合最低冷却速率，打印最小间隔可能会被改变。

表 6-部分加热炉类别、仪表类型和 SAT 校验周期

炉子类型	炉温均匀性		最低仪表类型	正常的 SAT 间隔	允许的 SAT 最大间隔 [3.4.3]	最大 SAT 差异 ⁽²⁾			最大允许调整（补偿） ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾		
	°F	°C				°F	°C	读数%	°F	°C	最大合格操作温度%
1	±5	±3	D	每周	每周	±2	±1.1	0.2	±2.5	±1.5	-
			B,C	每周	每两周						
			A	每两周	每月						
2	±10	±6	D	每周	每周	±3	±1.7	0.3	±5	±3	-
			B,C	每两周	每月						
			A	每月	每季度						
3	±15	±8	D	每两周	每月	±4	±2.2	0.4	±8	±5	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
4	±20	±10	D	每两周	每月	±4	±2.2	0.4	±10	±6	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
5	±25	±14	D	每两周	每月	±5	±2.8	0.5	±13	±7	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
6	±50	±28	E	每半年	每半年	±10	±5.6	1.0	-	-	0.75
冷却和淬火				每半年	每半年	±5	±2.8	N/A	±10	±6	N/A
(1)最大允许调整(补偿)应与手动和电子方法一致											
(2)两者取大者(°F 或 °C,或读数的%)											
(3)SAT 和 TUS 的补偿是独立的, 每个的允许最大值。											

表 7-原材料加热炉类别, 仪表类型和 SAT 校验周期

炉子类型	炉温均匀性	最低	正常的	允许的 SAT 最	最大 SAT 差异 ⁽²⁾	最大允许调整（补偿） ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
------	-------	----	-----	-----------	--------------------------	---------------------------------

	°F	°C	仪表类型	SAT 隔	大间隔 [3.4.3]	°F	°C	读数%	°F	°C	最大合格操作温度%
1	±5	±3	D	每周	每周	±2	±1.1	0.2	±2.5	±1.5	-
			B,C	每周	每两周						
			A	每两周	每月						
2	±10	±6	D	每周	每周	±3	±1.7	0.3	±5	±3	-
			B,C	每两周	每月						
			A	每月	每季度						
3	±15	±8	D	每两周	每月	±4	±2.2	0.4	±8	±5	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
4	±20	±10	D	每两周	每月	±4	±2.2	0.4	±10	±6	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
5	±25	±14	D	每两周	每月	±5	±2.8	0.5	±13	±7	0.38
			B,C	每月	每季度						
			A	每季度	每半年						
6	±50	±28	E	每半年	每半年	±10	±5.6	1.0	-	-	0.75
冷却和淬火				每半年	每半年	±5	±2.8	N/A	±10	±6	N/A
(1)最大允许调整(补偿)应与手动和电子方法一致 (2)两者取大者(°F或°C,或读数的%) (3)SAT 和 TUS 的补偿是独立的, 每个的允许最大值。											

表 8-部分加热炉类别、仪表类型和 TUS 校验周期

炉子类型	炉温均匀性		最低仪表类型	TUS 初始测试间隔	连续的 TUS 成功次数 ⁽¹⁾	定期增加的 TUS 间隔
	°F	°C				
1	±5	±3	D	每月	8	每两月
			B,C	每月	4	每季度
			A	每月	2	每半年
2	±10	±6	D	每月	8	每两月
			B,C	每月	4	每季度
			A	每月	2	每半年

3	±15	±8	D	每季度	4	每半年
			B,C	每季度	3	每半年
			A	每季度	2	每年
4	±20	±10	D	每季度	4	每半年
			B,C	每季度	3	每半年
			A	每季度	2	每年
5	±25	±14	D	每季度	4	每半年
			B,C	每季度	3	每半年
			A	每季度	2	每年
6	±50	±28	E	每年	不适用	每年
冷却设备和淬火槽不需要 TUS 测试						

(1) 连续的成功测试次数要求在增加 TUS 测试间隔时间以前。

表 9-原材料加热炉类别，仪表类型和 TUS 校验周期

炉子 类型	炉温均匀性		最低仪 表类型	TUS 初始测 试间隔	连续的 TUS 成功次 数 ⁽¹⁾	定期增加的 TUS 间 隔
	°F	°C				
1	±5	±3	D	每月	8	每半年
			B,C	每季度	4	每半年
			A	每季度	2	每半年
2	±10	±6	D	每月	8	每半年
			B,C	每季度	4	每半年
			A	每季度	2	每半年
3	±15	±8	D	每季度	4	每半年
			B,C	每半年	3	每年
			A	每半年	2	每年
4	±20	±10	D	每季度	4	每半年
			B,C	每半年	3	每年
			A	每半年	2	每年
5	±25	±14	D	每季度	4	每半年
			B,C	每半年	3	每年
			A	每半年	2	每年
6	±50	±28	E	每年	不适用	每年
冷却设备和淬火槽不需要 TUS 测试						

表 10-校准/测试周期允许延长期限

校检/测试周期	到期后允许延迟的期限（天）
每周	1
每两周	2
每月	3
每季度	4
每半年	6
每年	12

表 11：箱式加热炉、盐浴槽、受控温度液体槽、流态化炉或连续式加热炉采用体积法进行 TUS 测试时所需传感器数量^{(1) (2)}

工作区域容积小于	3 立方英尺 (0.085 m ³)	225 立方英尺 (6.4m ³)	300 立方英尺 (85m ³)	400 立方英尺 (11m ³)	600 立方英尺 (17m ³)	800 立方英尺 (23m ³)	1000 立方英尺 (28m ³)	2000 立方英尺 (57m ³)	3000 立方英尺 (85 m ³)	4000 立方英尺 (1135 m ³)
一类和二类传感器数量 ⁽¹⁾	5	9	14	16	19	21	23	30	35	40
一类和二类传感器数量 ⁽¹⁾	5	9	12	13	14	15	16	20	23	25
每支一类和二类传感器覆盖区域	<1	25	21	25	32	38	43	67	86	100

每支一类和二类传感器覆盖区域	<1	25	25	31	43	53	63	100	130	160
----------------	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

- (1)对于盐浴槽 TUS 测试只采用单一热电偶，不使用上表的传感器数量。
- (2)对于容积大于 4000ft3（113m3）的加热炉允许使用下面的公式计算采用的传感器数量：
- 一类和二类炉： $9+1/2[\text{炉子容积(立方英尺)}-225 \text{ 立方英尺}]$ 或者 $9+1/2[35.3 \times \text{炉子容积(立方米)}-6.4 \text{ 立方米}]$
 - 3类和6类炉： $9+1/4[\text{炉子容积(立方英尺)}-225 \text{ 立方英尺}]$ 或者 $9+1/4[35.3 \times \text{炉子容积(立方米)}-6.4 \text{ 立方米}]$
- (3)对于容积小于 4000ft3（113m3）的加热炉允许使用上面的公式计算，也可直接套用表 11 所使用的传感器数量。

5. 发运准备
不适用
6. 接受
不适用
7. 拒收
不适用

8.说明

8.1 本标准首页左上角为方便用户查找的修订标识区，标明（I）的表示条款更改时未进行编辑改动，原版技术文件仍可沿用；标明（R）的表示一对技术文件进行全面校订，包括专门进行校订，更改内容已不适用于原版技术文件，编辑改动也同样不适用于原版技术文件。

8.2 在英寸/磅单位和华氏温度的尺寸和性能是主要的，在 SI 单位和摄氏温度的尺寸和性能都表现为基本单位的近似等价物，仅供参考。

由 AMEC 和 AMS 委员会 B 编制