

DOD—STD—2000—1B

1987. 1. 5

代替

DOD—STD—2000—1A

1985. 3. 29

美国军用(MIL)标准

高质量、高可靠焊接技术

SOLDERING TECHNOLOGY
HIGH QUALITY/HIGH RELIABILITY

中国航天工业总公司第七〇八研究所

前 言

1. 军用电气和电子组件正在趋向更加多样、复杂和精密,而在内部封装方面却趋于更小、更轻和更密集,对环境的适应能力更强,在功能和使用期内具有更高的可靠性。技术的发展和变化要求对军用电气和电子设备的焊接技术进行规范。

2. 本标准在设计人员、生产人员和检验人员之间提供沟通。有关焊接材料和工艺适用于手工或自动化过程。本标准供参与军用电子设备制造的任一机构使用。本标准并不针对最终产品本身,而是针对零部件和元器件焊接,并结合其他文件一同执行。

3. 本标准写出了通常定义在标准或手册中的那些焊接连接,并提供由国防部制造或为国防部制造的设备中的电气连接和布线提供基本的技术准则。对于薄膜或厚膜微电子组件的微型焊接没有特别定义,而是通过引用 MIL-M-38510 予以确认。

4. 可以预见,以后会有或者可能出现本标准中未曾涉及到的焊接工艺,但本标准的各项要求只要适用,就可在这类未包含在内的工艺中推广使用。

5. DOD-STD-2000-1、DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3 都是有关高质量、高可靠电气和电子焊接连接所需要的标准。它们只在这一“质量”级上被引用。这三份文件是作为一套来使用的,每份文件中的要求互为参考和补充。

6. 这三份文件不要和 DOD-STD-2000-4(电气和电子组装件通用焊接要求)相混淆。DOD-STD-2000-4 仅针对于通用焊接,并在不被 DOD-STD-2000-1、DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3 涵盖的焊接等级的情况下被单独引用。

目 录

1 范围	(1)
1.1 适用性	(1)
1.2 分类	(1)
2 引用文件	(1)
2.1 政府文件	(1)
2.1.1 技术规范、标准及手册	(1)
2.2 其他出版物	(2)
3 定义	(2)
3.1 术语和定义	(2)
4 一般要求	(3)
4.1 冲突	(3)
4.2 贯彻要求	(3)
4.2.1 现有设计	(3)
4.3 图形辅助	(3)
4.4 外观检查	(3)
4.5 混合型微电子模件和组装件	(3)
4.6 专门技术	(3)
4.7 导线束和电缆组件	(3)
4.8 静电放电	(3)
4.9 非导电用焊接	(3)
4.10 废气控制	(3)
4.11 设施、工具与设备	(3)
4.11.1 焊接设施	(4)
4.11.1.1 环境控制	(4)
4.11.1.2 温度与湿度	(4)
4.11.1.3 清洁度	(4)
4.11.1.4 照明	(4)
4.11.2 焊接与有关工具	(4)
4.11.2.1 热剥线器	(4)
4.11.2.1.1 热焊料剥线	(4)
4.11.2.2 机械剥线器	(4)
4.11.2.3 化学剥线	(5)
4.11.2.4 导线和引线的剪切工具	(5)
4.11.2.5 夹持装置	(5)
4.11.2.6 打弯工具	(5)
4.11.2.7 反渗锡工具	(5)
4.11.2.8 弯曲工具	(5)

4.11.2.9	热源	(5)
4.11.2.10	储存容器	(5)
4.11.2.11	擦垫	(5)
4.11.3	焊接设备	(5)
4.11.3.1	电烙铁	(5)
4.11.3.2	烙铁头	(6)
4.11.3.3	电烙铁把手	(6)
4.11.3.4	焊料锅	(6)
4.11.3.5	放大器具与照明	(6)
4.11.3.6	势分流器	(6)
4.12	机器焊接系统	(6)
4.13	输送装置	(7)
4.14	表面安装元件再流焊的焊接设备	(7)
4.15	汽相再流焊系统	(7)
4.16	材料	(7)
4.16.1	焊料	(7)
4.16.2	焊剂	(7)
4.16.3	焊料膏和焊料条	(7)
4.16.4	溶剂和清洗剂	(7)
4.16.5	套管	(8)
4.16.6	热收缩套管	(8)
4.16.7	挤压乙稀塑料管	(8)
4.16.8	刚性印制线路板	(8)
4.16.8.1	镀铜	(9)
4.16.8.2	光亮镀锡	(9)
4.16.8.3	表面涂层(涂复)	(9)
4.16.9	挠性和半刚性印制线路板	(9)
4.16.9.1	镀铜	(9)
4.16.9.2	光亮镀锡	(9)
4.16.9.3	表面涂层(涂复)	(9)
4.16.10	焊料掩膜与局部保护层	(9)
4.17	可焊性	(10)
4.17.1	引线 and 端子的可焊性	(10)
4.17.2	印制电路板的可焊性	(10)
4.17.3	阻隔层	(10)
4.18	焊接前的准备	(10)
4.18.1	去除绝缘	(10)
4.18.1.1	热剥线	(10)
4.18.1.2	机械剥线	(10)

4.18.1.3	化学剥线	(10)
4.18.1.4	热焊料浸除	(10)
4.18.2	镀金部位的处理	(11)
4.18.2.1	杯型端子搪锡	(11)
4.18.2.2	除金后的处理	(12)
4.18.3	自动引线成形装置	(12)
4.18.4	引线弯曲	(12)
4.18.5	应力消除	(12)
4.18.5.1	引线弯曲半径处的焊料	(12)
4.18.6	引线剪切	(13)
4.18.7	多股导线搪锡	(13)
4.18.8	予清洗	(13)
4.18.9	零件的处置与储存	(13)
4.18.10	印制电路板状态	(13)
4.18.11	元器件安装	(14)
4.18.12	绝缘间距	(14)
4.19	面间和层间连接	(14)
4.19.1	金属化孔	(14)
4.19.2	钩弯导线的面间连接	(15)
4.20	翘曲和扭曲	(15)
5	详细要求	(16)
5.1	手工焊接(1类)	(16)
5.1.1	烙铁准备	(16)
5.1.2	焊料锅的应用	(16)
5.1.3	热分流器的应用	(16)
5.1.4	焊剂应用	(16)
5.1.5	加热方法	(16)
5.1.6	焊料应用	(16)
5.1.7	冷却	(18)
5.1.8	杯形和管形端子	(18)
5.1.9	屏蔽线的准备	(18)
5.1.9.1	同轴电连接器	(18)
5.1.9.2	半刚性同轴电缆(硬线)	(18)
5.1.9.3	带编织屏蔽的终端	(20)
5.1.10	导体、元件引线和端子的连接	(20)
5.1.10.1	绝缘套管的应用	(20)
5.1.10.2	屏蔽线焊套的采用	(20)
5.1.11	电磁线的端头	(20)
5.1.11.1	电磁线与引出线的连接	(20)

5.1.11.2	电磁线与电磁线的连接(对绕绞接)	(20)
5.1.11.3	小直径电磁线的绞接	(20)
5.1.11.3.1	绞接后的焊接	(20)
5.1.11.3.2	涂敷绝缘层	(20)
5.1.11.3.3	固定引出线	(21)
5.2	自动机器焊接(2类)	(21)
5.2.1	一般要求	(21)
5.2.1.1	设备维护	(21)
5.2.1.2	设备控制	(21)
5.2.1.3	固定夹具和材料	(21)
5.2.1.4	传送机构	(21)
5.2.1.5	阻焊膜	(21)
5.2.1.6	加焊剂	(21)
5.2.1.7	冷却	(21)
5.2.2	波峰焊接	(21)
5.2.2.1	焊料锅	(22)
5.2.2.2	焊料纯度保持	(22)
5.2.2.3	传送	(22)
5.2.2.4	引线剪切	(22)
5.2.2.5	予热	(22)
5.2.2.6	焊料应用	(22)
5.2.3	再流焊接	(22)
5.2.3.1	焊料应用	(23)
5.2.3.2	元器件定位	(23)
5.2.3.3	焊剂应用	(23)
5.2.3.4	焊料厚度	(23)
5.2.3.5	加热方法	(23)
5.2.4	汽相再流焊接	(23)
5.3	焊接后处理	(23)
5.3.1	清洗	(23)
5.3.1.1	清洗槽	(24)
5.3.1.2	蒸气去油	(24)
5.3.1.3	洗涤剂清洗	(24)
5.3.1.4	超声清洗	(24)
5.3.2	处理	(24)
5.3.3	清洁度测试	(24)
5.3.3.1	溶剂萃取电阻率	(25)
5.3.3.2	氯化钠盐当量离子杂质试验	(25)
5.3.4	检验	(25)

5.3.5	焊点缺陷返工	(25)
5.3.5.1	手工焊接的返工方法	(25)
5.3.5.1.1	返工件加热方法	(25)
5.3.5.1.2	返工件的重新焊接方法	(26)
5.3.5.2	机器焊接的返工方法	(26)
5.3.6	工后的清洗	(26)
5.3.7	清洗后的处理和储存	(26)
5.3.8	返工缺陷的外观检查	(26)
5.3.9	敷形涂复或灌封前的清洁度测试	(26)
5.3.10	敷形涂复前的准备	(26)
5.3.11	敷形涂复	(26)
5.3.11.1	敷形涂复的应用	(26)
5.3.11.2	可调元器件的敷形涂复	(27)
5.3.11.3	电连接器的敷形涂复	(27)
5.3.11.4	固定座的敷形涂复	(27)
5.3.11.5	敷形涂复厚度	(27)
5.3.11.6	软引线的敷形涂覆	(27)
5.3.11.7	周边涂层	(27)
5.3.11.8	边缘涂层	(27)
5.3.12	可调元器件	(27)
5.3.12.1	调整	(27)
5.3.12.2	可调元件的固定	(27)
5.3.13	敷形涂复后的返修	(27)
5.4	检验	(27)
5.4.1	监督	(28)
5.4.2	工具和设备的检查	(28)
5.4.2.1	热源测试	(28)
5.4.2.2	电烙铁	(28)
5.4.2.2.1	操作者的每日检查	(28)
5.4.2.2.2	季度检查	(28)
5.4.2.2.3	半年测试	(28)
5.4.2.3	焊料锅测试	(29)
5.4.2.4	工艺设备	(29)
5.4.3	材料检验	(29)
5.4.3.1	印制板的检验	(29)
5.4.3.2	检验记录	(29)
5.4.4	焊点和组装件的检验	(29)
5.4.4.1	缺陷和缺陷率	(29)
5.4.4.1.1	可返工的缺陷	(30)

5.4.4.1.2 不能返工的缺陷	(30)
5.4.4.1.3 MRB 仲裁	(30)
5.4.4.1.4 缺陷率计算	(30)
5.4.4.2 缺陷的处置	(30)
5.4.4.2.1 组装件缺陷(非焊点缺陷)的处置	(31)
5.4.4.2.2 手工焊接缺陷的处置	(31)
5.4.4.2.3 机器焊接缺陷处置	(31)
5.5 人员取证	(34)
5.5.1 证书	(34)
5.5.2 视力	(34)
5.5.3 证书类别	(34)
5.5.3.1 A 类政府高级检查员	(34)
5.5.3.1.1 A 类权力	(34)
5.5.3.2 B 类政府指导检查员(M 类除外)	(34)
5.5.3.2.1 B 类权力	(34)
5.5.3.3 C 类承包方指导检查员	(35)
5.5.3.3.1 C 类承包方人员	(35)
5.5.3.3.2 C 类权力	(35)
5.5.3.4 D 类检查员	(35)
5.5.3.4.1 D 类承包方人员	(35)
5.5.3.4.2 D 类权力	(35)
5.5.3.5 E 类操作员	(35)
5.5.3.5.1 E 类承包方人员	(35)
5.5.3.5.2 E 类权力	(35)
5.5.3.6 F 类政府检验员(N 类除外)	(35)
5.5.3.6.1 F 类权力	(35)
5.5.3.7 G 类政府操作者	(35)
5.5.3.7.1 G 类权力	(35)
5.5.3.8 H 类过程检查员	(35)
5.5.3.8.1 H 类人员	(35)
5.5.3.8.2 H 类权力	(36)
5.5.3.9 M 类 GCAO 指导检查员	(36)
5.5.3.9.1 M 类权力	(36)
5.5.3.9.2 M 类培训权力	(36)
5.5.3.10 N 类 GCAO 质量保证代表(QAR)	(36)
5.5.3.10.1 N 类权力	(36)
5.5.3.11 R 类有限范围操作者和检验员	(36)
5.5.3.11.1 R 类承包人员	(36)
5.5.4 证书状态的取得	(36)

5.5.5 培训程序..... (36)

5.5.5.1 承包方培训程序..... (36)

5.5.5.1.1 综述..... (36)

5.5.5.1.2 培训记录..... (36)

5.5.5.1.3 程序评价..... (37)

5.5.5.2 政府培训程序..... (37)

5.5.6 取证状态的保持..... (37)

5.5.6.1 综述..... (37)

5.5.6.2 连续操作的评价..... (37)

5.5.7 重新取证..... (37)

5.5.7.1 要求..... (37)

5.5.7.2 过程..... (37)

5.5.7.3 取消证书状态..... (37)

5.5.7.4 取证手段..... (38)

6 说明..... (38)

6.1 替代说明..... (38)

6.2 与以前版本的差别..... (39)

6.3 主题词..... (39)

6.4 公制单位的采用..... (39)

示 图

1 手工机械剥线器 (4)

2 引线弯曲半径处的焊料..... (12)

3 多股导线搪锡工艺步骤..... (13)

4 金属化孔面间和层间连接..... (15)

5 钩弯导线面间连接..... (15)

6 热分流器(吸热器)..... (16)

7 焊料应用和导热桥..... (17)

8 杯型端子..... (18)

9 管型端子予填充..... (19)

10 管型端子的焊接 (19)

11 带状引线的引线浸锡 (23)

表 格

I 溶剂..... (8)

II 清洗剂..... (8)

Ⅲ	焊料浸池污染程度	(11)
Ⅳ	纯净度试验值	(25)
Ⅴ	缺陷	(32)

附 录

A	测量烙铁头 2mV 电压的步骤	(41)
B	斯托达德石油蒸馏溶剂	(45)
C	缺陷处置流程图	(47)

1 范围

1.1 适用性

本标准适用于导弹、飞机、航空电子系统、通讯设备、卫星、舰载武器系统、军火及武器系统、地面车辆设备和关键地面支援设备的高质量、高可靠电气、电子连接的软钎焊(通称焊接)工艺。

1.2 分类

这里所指的焊接工艺分为以下类别:

第1类:手工焊接(5.1)

第2类:自动焊接(5.2)

2 引用文件

2.1 政府文件

2.1.1 规范、标准及手册

除非另有规定,下列由国防部规范及标准索引中颁布的规范、标准及手册在本标准规定范围内,构成本标准的一部分。

规范

联邦规范

0-E-760	乙醇、变性酒精、专用溶剂和工业用特殊溶剂
0-M-232	甲醇(木精)
QQ-S-571	锡合金、铅锡合金和铅合金焊料
TT-B-848	二代丁醇,(用于有机涂敷)
TT-I-735	异丙醇

军用规范

MIL-I-7444	挠性绝缘套管
MIL-F-14256	软钎焊用液态焊剂(松香基)
MIL-I-22076	甚低温级、非刚性、乙烯基绝缘套管
MIL-E-22118	电气绝缘瓷漆
MIL-I-23053	热收缩绝缘套管的一般技术要求
MIL-M-38510	微型电路通用规范
MIL-C-45224	导弹系统电缆、导线束组装件的一般技术要求
MIL-I-46058	印制电路组件涂复用电绝缘化合物
MIL-P-50884	挠性和刚挠结合印制电路
MIL-P-55110	印制线路板
MIL-C-81302	三氯三氟乙烷清洗用化合物溶剂
MIL-T-81533	1,1,1 三氯乙烷(甲基三氯甲烷)防腐蒸气去油
MIL-S-83519	抗环境热缩绝缘屏蔽终端焊接接头通用规范
MIL-C-85447	电气电子元件清洗用化合物

标准

军用标准

MIL-STD-105	抽样检查方法和根据外观特征进行检验的参考表
MIL-STD-202	电气、电子元器件的测试方法
MIL-STD-275	电子设备用印制电路
MIL-STD-454	电子设备标准通用要求
MIL-STD-1389	标准电子模件的设计要求
DOD-STD-1686	电气及电子零件、组件和设备(电子点火引爆装置除外)的静电放电 保护控制程序。(公制)
DOD-STD-1866	通用焊接工艺(非电气用)(公制)
DOD-STD-2000-2	高质量、高可靠性电气、电子焊接组装件的零件和元件的安装
DOD-STD-2000-3	高质量、高可靠焊接技术的评定准则
MIL-STD-2118	电子设备挠性和刚挠结合印制线路的设计要求

联邦标准

FED-STD-376	联邦政府部门常用的优选公制单位
-------------	-----------------

手册

军用手册

MIL-HDBK-141	光学设计
DOD-HDBK-263	电气电子零件、组件和设备(电子点火引爆装置除外)静电放电保护 控制手册。(公制)

2.2 其他出版物

下列文件在本文规定的范围内,构成本标准的一部分。如果合适,这些指明作为 DOD 被采纳的文件应发表于(DODISS)及有关附录中。

ANSI/IPC-T-50	电子电路连接和包装的术语及定义
IPC-SM-840	印制板永久聚合物涂层(焊料掩膜层)的性能和评定

美国测试与材料协会(ASTM)

ASTM D 1193	试剂水
ASTM D 3295	聚四氟乙烯套管
ASTM E 8	金属材料的拉伸试验
ASTM E 345	金属箔的抗拉伸试验方法
ASTM E 53	铜的化学分析(电解测定)方法
CFR 第 29 篇	
第 1900 部至 1919 部 X V I	劳动部职业安全与健康管理局联邦规章条例
工业通风推荐实施手册	

3 定义

3.1 术语和定义

应用于本标准的定义应符合 ANSI/IPC-T-50。

4 一般要求

4.1 冲突

当本标准的要求与有关装配图发生冲突时,其不同点应提交政府承包官员或由他指定的技术机构,并提出更改要求及支持数据,以便在执行前获得批准。获得批准后,更改条款应正式记录于装配图中(用更改通知或类似方法),并以装配图为准。

4.2 贯彻要求

每个承包商都应在对有关分承包商的要求中和定货单中列入 DOD-STD-2000 系列标准的要求。除了在主承包合同中政府承包官员允许的变动外,承包商不应允许在分承包方和订货单中对此标准有任何的变动。

4.2.1 现有设计

1987 年 1 月 1 日之前已批准的设计,不应只因为本标准的要求而重新设计。但是,当现有设计因为某种原因进行修改时,应在实用上最大限度符合标准原则下,进行评价和更改。

4.3 图形辅助

无论本标准 DOD-STD-2000-2 还是 DOD-STD-2000-3 中的外形图,实例图和照片,以及政府承包官员同意的所有附加条款,均作为本标准文字要求的辅助参照,文字要求应优先考虑。

4.4 外观检查

所有焊点和组装件应使用 4.11.3.5 条中的辅助放大手段进行百分之百的外观检查。焊点及组装件应符合本标准、DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3 的要求。

4.5 混合型微电子模件和组装件

混合型微电子处理器、模件和组装件应符合 MIL-M-38510 的要求。

4.6 专门技术

本标准没有规定的专门技术(如多终端模件)的安装和焊接要求,应做特殊考虑,且必须在图纸上指明,并按政府承包官员评价和批准的工艺完成。

4.7 导线束和电缆组件

除焊接工艺和验收准则在本标准指明外,导线束和电缆组装件应符合 MIL-C-45224 的要求。浸腊束带只用于紧带后不用溶剂清洗的导线束。

4.8 静电放电

电气和电子零件、元器件、组件和设备的静电放电控制,应符合 DOD-STD-1686 的规定。DOD-HDBK-263 中定义的 II 组静电敏感装置应根据 DOD-STD-1686 的 I 级装置的要求进行防损坏保护。

4.9 非电气用焊接

非电气用途表面连接的焊接应根据 DOD-STD-1866 进行。

4.10 废气控制

零件清洗和产生有毒或易挥发蒸气的场合,应配备局部废气排出系统,排除空气污染。采用排气装置至少应符合“工业通风推荐实施手册”和有关 CFR,第 29 篇,1900 至 1919 部分的推荐方法和指导原则,符合“职业安全与健康管理局”(OSHA)第 XV 章的要求。

4.11 设施、工具与设备

4.11.1 焊接设施

4.11.1.1 环境控制

如果焊接场地设有空调,则焊接设备要求封闭,并保持其在稍许正大气压力的环境下工作。

4.11.1.2 温度与湿度

温度应保持在 $75^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ ($24^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$),相对湿度不应超过 65%,相对湿度降至 30%或更低时,只有当政府签约官员事先批准的包括接地在内的静电敏感器件特殊保护的控制付诸实现后,方可对静电放电敏感器件及组件进行处理(也可参阅 4.8 条)。本条要求同样适用于待焊接元件或印制电路板组装件存储的场合。

4.11.1.3 清洁度

工作现场应保持清洁、整齐。所有污垢、油脂、焊剂、焊料飞溅、碎屑和其他污染异物应立即清除。不允许在工作场地吃东西、抽烟和喝饮料。

4.11.1.4 照明

焊接岗位的工作表面的照明至少应为 100 英寸-烛光($1077\text{Lm}/\text{m}^2$)。

4.11.2 焊接与有关工具

4.11.2.1 热剥线器

热剥线器用于将多股或实心导线的绝缘层去除,热剥线器的温度可调,能提供所需要的温度,且控制有效,以防止导线的损坏或剥不掉绝缘层的情况。

4.11.2.1.1 热焊料剥线

在适当的场合,对具有聚亚胺脂或类似材料的电磁线可按导线制造商推荐的热焊料进行剥线。

4.11.2.2 机械剥线器

机械剥线器有手工操作和自动大容量机器型两种,用于机械去除多股实心导线的绝缘。手工剥线器具有固定的模具结构(见图 1)。自动大容量机器剥线器分为带固定模、带校准档块的可调模、带校准档块的辊或切头三种类型。无论对固定模还是可调模都应予以适当维护,经常保证刀口锋利,切割均匀,不会造成损坏导线或剥不掉绝缘层的现象。

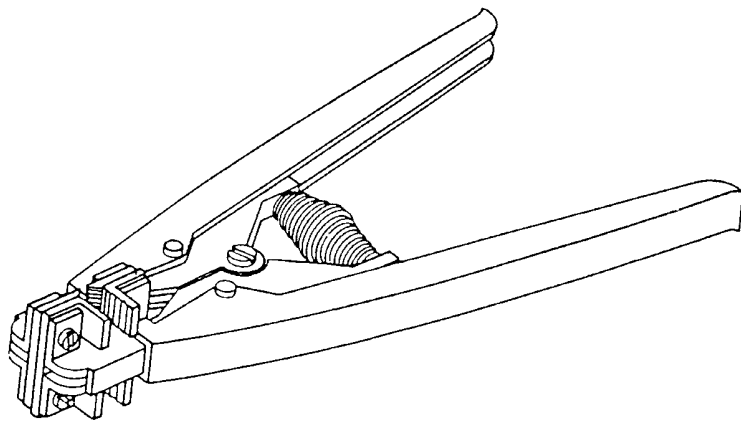


图 1 手工机械剥线器(见 4.11.2.2)

4.1.2.3 化学剥线

用于去除条形联结器和电磁线上绝缘层的化学溶剂、膏剂和乳剂应适合被剥绝缘材料,并有以下限制:

- a. 不应造成导线金属母材的降级。
- b. 应中和并清除导线或导电体上的离子和非离子污染。

4.11.2.4 导线和引线的剪切工具

剪切刀具有全平口型和旋转刀片型,其设计应使剪切整齐,不留毛刺,也不产生过分中心隆起和锐点。

4.11.2.5 夹持装置

用于夹持或约束导线和元器件的工具、夹具和材料不应损伤导线、引线、导线绝缘或元器件,也不得引起它们的变形。如果采用带齿夹具,夹嘴应用塑料包住。

4.11.2.6 打弯工具

打弯工具或打弯装置的设计和材料选用应不引起印制线路板、印制电路和安装在上面的元器件引线或元器件的损伤。

4.11.2.7 反渗锡工具

反渗锡工具设计只适于一种导线或引线线径的公称尺寸,工具上应标志出此导线或引线线径的公称尺寸。

4.11.2.8 弯曲工具

用于导线或引线的弯曲工具可以是自动或手工器械,其材料不可造成实心或多股导线、引线、绝缘层和弯曲操作前附加绝缘体的划伤、刻痕或其他损伤。弯曲工具不应在元件本体或密封处造成应力。

4.11.2.9 热源

用于热缩套管收缩的热源应具有温度控制,以防止元器件、导线或印制板的损伤。

4.11.2.10 储存容器

容器的材料应不产生对印制电路板及其元器件的可焊性有害的气体 and 化学物质。包装袋和容器不得用硅、硫化合物、聚硫化合物制造,也不得用这些物质或其他有害化合物进行处理。静电敏感元器件和组件的包装袋和容器应符合 DOD-STD-1686 的要求。

4.11.2.11 擦垫

用于擦净烙铁头部的海棉状擦垫应为不含硫的精良纺织品。

4.11.3 焊接设备

电烙铁、焊接机及其系统、以及相关工艺设备(包括焊剂喷涂装置、预热器、焊料锅、清洗系统和清洁度测试设备)不应在被焊或清洗的元器件或组装件上产生漏电,以至损害它们的功能。被加工件与大地的电阻应不大于 20 欧姆,其测量点为烙铁头部或焊接、清洗设备的液面。电烙铁、焊接机和清洗、清洁度试验设备的静电放电保护应符合 DOD-STD-1686 的要求。大地与用机器焊接或清洗的工件的电位差及大地与烙铁头部的电位差不得大于 2mV(有效值),可按附录 A 或其它等效方法进行测量。电烙铁、焊接机以及相关工艺设备的磁场,在元器件或零件的任意表面上测量不应大于 2 高斯。

4.11.3.1 电烙铁

除非能够证明在其一特定应用中必须采用非温控电烙铁外,一般应采用温度自动控制电

烙铁,控制精度为 $\pm 11^{\circ}\text{F}$ ($\pm 6^{\circ}\text{C}$)。电烙铁及其头部的尺寸和形状应最大限度易于操作和控制,而不引起相邻连接处的损坏。电烙铁或电阻加热元件应迅速将焊接处加热,并在整个焊接过程中保持适当的焊接温度。当焊接静电敏感器件时,应采用三线电源线和烙铁头接地方法,防止头部的电位超过 2 毫伏。电烙铁的设计应提供零电压转换,不应采用变压器型的电烙铁。

4.11.3.2 烙铁头

应根据所进行的操作选择烙铁头和电阻加热元件的尺寸。烙铁头应由商业用纯铜、或碲铜、铅铜制造,并应镀上一层其他金属,以防止头部被融溶焊料侵蚀。

4.11.3.3 电烙铁把手

电烙铁把手应适合所用的电烙铁。把手不应与加热元件和烙铁头直接接触,不应施加额外应力,也不应吸热和烫伤操作人员。

4.11.3.4 焊料锅

焊料锅应能将焊料保持在 5.1.2 规定的预选温度 $\pm 11^{\circ}\text{F}$ ($\pm 6^{\circ}\text{C}$)的范围内。焊料锅应接地。

4.11.3.5 放大器具与照明

装配和检验用放大器具和照明应与加工件相称,并应符合以下几点:

a. 2X 至 4X 放大镜用做除焊点外的其他装配和检验。

b. 4X 至 10X 放大镜用做焊点检验,但不用做小型焊点(MIL-STD-1389)或微型焊点(MIL-M-38510)的检验。用于小型和微型焊点检验的放大镜至少应分别为 30X 和 70X。双筒放大镜用于印制线路板上焊点的检验。

c. 光源应提供观察部位的无影照明。采用清晰的日光灯(工作在 3000 至 4000 开耳芬(K)条件下)检查未搪焊的铜线。

d. 所用的光学系统应提供合适的观察视野,应能够检查每个完整的焊点。但在任何情况下,用 MIL-HDBK-141 定义的中心影像测量,观察角的视野不应小于 10 度。

e. 所用的光学器具不仅应反应真实颜色和成比例的尺寸,而且应具有使观察者在 10 倍放大时所清楚辨别每毫米 68 线对(11p/mm)的分辨特性。

f. 除非为了满足以上 a、b 和 d 的要求必须采用单筒型放大器,并取得政府采办官员同意,一般应采用双眼同时观察的放大器具。

g. 在允许采用定倍数单眼放大装置时,眼到物体的距离不应小于 2.25 英寸(57.5mm),物体到透镜的工作距离不应小于放大器焦距的 55%。

h. 光学放大器的放大倍数(MP)应根据 MIL-HDBK-141,用公式 $MP = \frac{V}{f}$ 确定。眼到物体的距离(V)为 10 英寸(254mm),放大装置的有效焦距长度(f)应以英寸计量。

4.11.3.6 热分流器

热分流器的材料、尺寸、形状和设计应能使其快速的应用和拆卸,在对焊接过程影响最小的同时,达到焊接处的迅速散热。

4.12 机器焊接系统

机器焊接系统应自动化,其设计应提供:

a. 在与融溶焊料接触前,将印制电路板组装件予热到 212°F (118°C)以内的能力。

b. 应具有将印制电路板组装件在整个连续焊接过程中,焊料锅焊接温度的控制精度维持

在 $\pm 10^{\circ}\text{F}$ ($\pm 5.5^{\circ}\text{C}$)的能力。

c. 具有整体或分置的排气系统,以保持完全符合SHA的有关健康和安全的(见4.10)

d. 这里没有规定的浸焊以及其他焊接设备应在使用前取得政府采办官员的同意。

4.13 输送装置

将印制电路板组装件送到予热、焊接和冷却各阶段的装置所采用的材料、设计和结构不应使印制电路板有损伤、污染和破坏。不应将传送链或其他类似机构的振动和冲击应力传到印制电路板、零件或元器件上。同时设计上应防止静电放电损坏元器件。

4.14 表面安装元件再流焊的焊接设备

焊接装置的设计应可以将焊接表面迅速加热,并能在连续焊接操作时,迅速加热到预定温度的 $\pm 11^{\circ}\text{F}$ ($\pm 6^{\circ}\text{C}$)范围内。加热源不应引起印制电路板或元器件的损坏,也不应在加热源与被焊金属直接接触时污染焊料。再流焊设备(包括采用平行等距电阻加热、短路棒电阻加热、热风加热、红外线加热、激光加热装置或非电烙铁传导焊接的设备)应在使用前征得政府采办官员的同意。

4.15 汽相再流焊系统

汽相再流焊系统应具有平稳的机械传输,并从设计上应防止静电放电损坏元器件。为产生坚固的高质量的合金结合的焊接温度,采用非可燃、惰性的、化学和热稳定良好的液体产生的蒸汽,并予以保持。对设备内的蒸汽量应进行控制,保证工件和焊料达到所需的温度,并在形成良好合金结合的同时,使工件的停留时间最少。在采用汽相再流焊系统前应得到政府采办官员的同意。

4.16 材料

本标准规定的焊接工艺所用材料应符合此条规定。材料和所规定的工艺过程有时可能不相容,但制造商有责任选择材料和工艺过程,以期得到高质量、高可靠的产品。

4.16.1 焊料

应采用符合 QQ-S-571 规定的 Sn60、Sn62 或 Sn63 的各种形状的焊料。Sn5、Sn10 或 Sn96,在政府批准的装配图中予以规定的情况下,可以用于高温焊接。焊剂芯焊料的类型应为 R 型或 RMA 型,焊剂芯的状态和焊剂比例可以任选。采用 BS 型焊料时,含磷量不可超出 0.01%,含硫量不可超出 0.001%。

4.16.2 焊剂

进行焊接时应采用符合 MIL-F-14256 的 R 型或 RMA 型的松香基焊剂。其他类型的焊剂使用前在征得政府采办官员同意的情况下,可以用于元器件引线的搪锡。

4.16.3 焊料膏和焊料条

焊料膏和焊料条应满足 4.16.1 和 4.16.2 的要求。焊料膏中采用的焊剂不应使工件或焊点造成损害,并应在焊后容易清除。

4.16.4 溶剂和清洗剂

用于清除油脂、污垢、焊剂和其他异物的溶剂或水质清洗剂应选择具有消除离子和非离子污染双重功能。采用的溶剂或清洗剂不应使材料或清洗部位降级。表 I 和表 II 所示为同意使用的溶剂和清洗剂。其他溶剂和清洗剂应在使用前得到政府采办官员的同意。

表 I 溶剂

溶剂(见 4.16.4.1 和 4.16.4.2)	规格
乙醇	0-F-760, I、IV、V 型
异丙醇	TT-I-735
甲醇(见 4.16.4.5)	0-M-232 A 级
二代丁醇(用于有机涂层)(见 4.16.4.5)	TT-B-848
1,1,1-三氯乙烷(见说明)	MIL-T-81533
三氯三氟乙烷(见 4.16.4.3 和 4.16.4.4)	MIL-C-81302
三氯三氟乙烷(见 4.16.4.3 和 4.16.4.4)	MIL-C-85447, I 型
(斯托达)石油蒸馏溶剂(见 4.16.4.6)	采用附录 B

表 I 清洗剂

清洗剂	规格/说明
试剂水(I 型)	ASTMD 1193
洗涤清洗剂和皂化剂	使用前取得政府采办官员认可

说明:1,1,1 三氯乙烷对电子组件常用的塑料(包括丙烯酸类和聚碳化物)可能有侵蚀作用,同时对氯丁橡胶、硅橡胶也可能有侵蚀作用,因此对其应用应予限制或控制(决不要与水混合)。

4.16.4.1 可以使用已认可的几种溶剂的混合液。所用的溶剂应根据其与被清洗材料的兼容性及消除离子和非离子两种污染的能力进行选择。

4.16.4.2 为防止零件污染及对人员提供安全,零件清洗区和有毒挥发气体产生区应配备排气系统,做到随时产生,随时排除。

4.16.4.3 倘若混合剂是由供应商预先混合,硝基甲烷稳定剂与符合 MIL-C-81302 或 MIL-C-85447(I 型)的三氯三氟乙烷混合的溶剂也是可以接受的。

4.16.4.4 三氯三氟乙烷与 MIL-C-81302 或 MIL-C-85447(I 型)定义的氯氟碳以外的酮或卤碳混合是不允许的。不得使用三氯三氟乙烷与水的混合液。

4.16.4.5 甲醇和二代丁醇只用于购置时已混合一个组合溶剂的情况。纯甲醇或纯二代丁醇不应单独作为溶剂使用。

4.16.6.6 参照附件 B 提供的溶剂只用于已混合为一个组分溶剂的情况。不混合的纯溶剂不可使用。混合溶剂不可用于最后清洗。

4.16.5 套管

聚四氟乙烯套管应符合 ASTH-D-3295。

4.16.6 热收缩套管

热收缩套管应符合 MIL-I-23053,但禁止使用聚氯乙烯套管。

4.16.7 挤压乙烯塑料管

挤压乙烯塑料管应符合 MIL-I-7444 I 型或 MIL-I-22076。

4.16.8 刚性印制电路板

刚性印制电路板(PWB)的设计应符合 MIL-STD-275,其生产除 DOD-STD-2000-1、DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3(见 4.18.10)修改部分外,应符合 MIL-P

—55110。

4.16.8.1 镀铜

金属化孔的镀铜应用溶液完成,其质量应不受再流焊和波峰焊全过程中温度的影响。镀铜工艺过程应满足以下要求:

- a. 纯度: 最少 99.8(铜硫酸盐型镀槽)
最少 99.5(磷酸盐型镀槽)
- b. 伸长率: 最小 6%
- c. 拉伸强度: 最小 36000 磅/英寸²(psi)(250MPa)

4.16.8.2 光亮镀锡

浸锡或非电解镀锡不应作为光亮镀锡使用。浸锡和非电解镀锡可以在事先得到政府采办官员同意后,用于特殊 R. F 电路的涂覆。

4.16.8.3 表面涂层(涂覆)

熔融锡铅合金或焊料涂覆层应为连续的。金属化孔内或印制导线和焊盘表面,不应有半润湿和金属基材暴露的情况。

4.16.9 挠性和刚挠结合印制线路板

挠性和刚挠结合印制电路板的设计应按 MIL—STD—2118,其生产除(DOD—STD—2000—1、DOD—STD—2000—2 和 DOD—STD—2000—3)的规定外(见 4.18.10),应符合 MIL—P—50884。

4.16.9.1 镀铜

金属化孔的镀铜应用溶液完成,其质量应不受再流焊和波峰焊全过程中温度的影响。镀铜应满足以下要求:

- a. 纯度: 最少 99.8(铜硫酸盐型镀槽)
最少 99.5(磷酸盐型镀槽)
- b. 伸长率: 最小 6%
- c. 拉伸强度: 最小 36000 磅/英寸²(psi)(250MPa)

4.16.9.2 光亮镀锡

浸锡或非电解镀锡不应作为光亮镀锡使用。一个例外是,在事先得到政府采办官员同意后,非电解镀锡用于专用 R. F 电路的涂覆。

4.16.9.3 表面涂层(涂覆)

熔融锡铅合金或焊料涂覆层应为连续的。金属化孔内或印制导线和焊盘表面不应有半润湿或金属基材暴露。

4.16.10 焊料掩膜与局部保护层

聚合物掩盖涂层应符合 IPC—SM—840 3 级,并应涂于不涂锡铅合金或在以后的装联过程中将变成液态或半液态的其它物质的印制电路板表面。干膜聚合物掩膜层应采用真空分层工艺施加。聚合物掩膜层和局部保护层的材料应满足以下要求:

- a. 不使基材或印制电路降级;
- b. 阻止焊料流入被掩盖处;
- c. 如果掩膜层将保留,则应与印制电路板、母材、焊料、印制线路以及以后将加的敷形涂覆层相容;

d. 如果必须去除掩盖层,应能容易去除,且不得留下对印制板性能有损害的残余污染物。

4.17 可焊性

4.17.1 引线 and 端子的可焊性

收货 30 天内,被焊接的元件引线、端子和端盖应进行测试,并应符合 MIL-STD-105 方法 208 规定的可焊性试验,取样方案按 MIL-STD-105,检验级别 S-2,验收质量级别(AQL)为 1.0%失效。如果使用前放置 120 天以上,工件应重新进行测试,并应符合 MIL-STD-202 方法 208,或进行搪锡处理,使表面镀层厚度至少为 0.0001 英寸(0.0025mm)。在搪锡后进行的可焊性测试,其抽样方法与上述相同,且应经过短时间的蒸气老炼处理。当工件满足这种可焊性要求时,可以立即应用;如果生产上保证工件发放采用先进先出(FIFO)原则,也可以储存一年不需进一步测试,如果上述工件搪焊后储存期超过一年,使用前应进行包括蒸气老炼在内的可焊性测试,检验级别和 AQL 应与前述的要求相同。

4.17.2 印制电路的可焊性

刚性印制线路板的可焊性应符合 MIL-P-55110 的要求;挠性和刚挠结合印制线路板则应符合 MIL-P-50884 的要求。储存超过一年的印制电路板应在使用前按 MIL-STD-105 检验级别 S-2,AQL1.0%失效的同样方法,对其可焊性进行重新验证。

4.17.3 阻隔层

具有金属陶瓷烧结端子的元件,只有当熔敷烧结的贵金属与最终表层之间加入符合 QQ-N-290 2 级的电解熔敷镍的扩散阻隔层时,才可用于印制电路组件。镍阻隔层厚度至少应为 50 微英寸,最终层应为 50~100 微英寸的镀金层,或为符合 QQ-S-571 的 Sn63 的熔融锡铅合金层,厚度至少为 300 微英寸。

4.18 焊接的准备

4.18.1 去除绝缘

采用以下方法和 4.11.2 规定的工具去除导线绝缘层。绝缘层去除后,绝缘层变形不应超出其厚度的 20%;同时不应有豁口、边缘撕裂或松脱、磨损;由于热剥造成的轻微绝缘层变色是允许的。在去除绝缘层过程中,由于采用溶剂或化学方法造成绝缘层的降级都是不能接受的。导线和多股线不应有裂痕、切断;在 4X 放大镜下观察,不得出现明显的凹痕、切口、擦伤和其他可见的超出导线直径 5% 的损伤。多股导线不应有笼状缺陷,母材金属不能暴露。导线和多股线由于过热而改变颜色时应不予通过。

4.18.1.1 热剥线

当采用热剥工具去除挤压成型的绝缘层时,如导线的绞扭松散开,应予以恢复,但不可用裸手接触。绝缘层的热剥法对美国线规尺寸 20 号和 20 号以下的导线较为适合。

4.18.1.2 机械剥线

当采用机械剥除工具剥除挤压成型的绝缘层时,如导线的绞扭散开,应予以恢复,但不可用裸手接触。对于电磁线可用具有玻璃纤维剥线轮的装置进行剥除。

4.18.1.3 化学剥线

电磁线绝缘层去除应采用制造商推荐的化学剥除剂完成。在焊接前,应将化学剥除剂中和或去除。

4.18.1.4 热焊料浸除

聚乙烯或类似的绝缘层可在制造商推荐的温度下,用浸入焊料锅并达到要求的深度的方

法去除。线圈和绕组终端电磁线为上述绝缘层(聚乙烯或类似绝缘)时,其剥除可根据导线制造商的推荐,用热焊料浸入法进行。

4.18.2 镀金部位的处理

连接器和元件引线的镀金层厚度超过 0.000050 英寸(0.00127mm)时才能使用。在镀金连接器和元件引线的焊接部位,如镀层厚度在 0.000050 至 0.000100 英寸(0.00127 至 0.00254mm)范围圈内时,应进行一次搪锡。镀层厚度超过 0.000100 英寸(0.00254mm)的焊接部位应按以下两种方法之一进行焊接前的准备工作:

方法 1 静止浸锡

将已涂焊剂的镀金引线在需焊接的部分在 1 号焊料槽中浸 2~5 秒。1 号焊料槽的金污染程度应小于 4%。然后再将引线浸入 2 号焊料槽中 2~5 秒。2 号焊料槽污染程度不应超出表 III 规定的限值。

方法 2 流动浸锡

将已涂焊剂的镀金引线在需焊接的部分浸入流动的焊料中 2~5 秒。焊料槽中的污染程度不应超出表 III 第一列(予处理)的限值。

表 III 焊料槽污染程度

污染物	每槽浸锡操作允许的污染最大百分比		测试频率 8 小时操作日 5 *		
	予处理(引线或导线)搪锡 1 *	机器焊 1 * 2 *	列		
			A	B	C
铜	0.75	0.30	15	30	30
金	0.50	0.20	15	30	30
镉	0.01	0.005	15	30	60
锌	0.008	0.005	15	30	60
铅	0.008	0.006	15	30	60
铈 3 *	0.20 至 0.50	0.20 至 0.50	15	60	120
铁	0.02	0.02	15	60	120
砷	0.03	0.03	15	60	120
铋	0.25	0.25	15	60	120
银 4 *	0.75	0.10	15	60	120
镍	0.025	0.01	15	60	120

- * 1 焊料中锡含量为 59.5% 至 63.5%。应按铜或金的污染测试频率进行测试。焊料的其余部分为铅以及一种或多种所列的金属杂质。
- * 2 机器焊接时,铜、金、镉、锌和铅的污染物总和不应超过 0.4%。
- * 3 对于第一列或第二列的测试频率,焊料中铈的最少含量为 0.20%。
- * 4 不适用 Sn62 焊料,其限值为 1.75 至 2.25(两种操作)。
- * 5 每个工作日为 8 小时,即把焊料溶融并应用的任意一段时间。

4.18.2.1 杯形端子搪锡

杯型端子的内部应按如下 a 或 b 搪锡

a. 如果焊杯没有镀金或镀金层厚度在 0.000050 和 0.000100 英寸(0.00127 和 0.00254mm)之间,则按步骤 1 至 6 进行搪锡。

b. 如果焊杯镀金厚度超过 0.000100 英寸(0.00254mm)按步骤 1 至 7 进行搪锡。

第一步:4.16.4 规定的溶剂或清洗剂清洗焊杯。

第二步:在焊杯内填满足够的焊料,使其熔化后可以到达端口处。

第三步:在焊杯上加以足够的热量,使焊料熔化,并使所有气体和焊剂溢出(焊杯应近似成

40°倾角,以防止截留气体和焊剂)。

第四步:用吸锡绳或吸锡装置去除焊料。

第五条:检查焊杯内侧,确保焊杯完全浸锡。

第六步:在焊杯内加入足够的焊料,使导线插入后有适当的焊接轮廓。

第七步:将第三步至第六步重复一次。

4.18.2.2 除金后的处理

除金工艺结束后,元件的搪锡部分应符合 MIL-STD-202 验收标准,第 208 法。如果元件除金后一年仍没有焊入组装件,应对其进行测试,并应满足 4.17.1 条的可焊性要求。

4.18.3 自动引线成形装置

自动引线成形装置是允许使用的。不应因弯曲工具的夹持力导致的平滑印记(母材没有暴露)而不予通过。

4.18.4 引线弯曲

元件本体或熔接点与引线的弯曲部分的距离应按照 DOD-STD-2000-2 的安装要求。

4.18.5 应力消除

用导线或引线连接于焊点的元器件应按 DOD-STD-2000-2 安装,确保元件不受应力。

4.18.5.1 引线弯曲半径处的焊料

除元器件轴向引线的本体直径为 0.125 英寸(3.18mm)或更小,且引线为 90 度弯曲(见图 2A 和 2B)的情况外,焊料轮廓线不应延伸到任何引线弯曲形状的弯曲半径处。直径为 0.125 英寸(3.18mm)或更小的元件,引线如图 2A 和 2B 所示时,只能有一端焊料可延伸到引线弯曲半径处,但焊料不可接触到元器件本体或端封处。

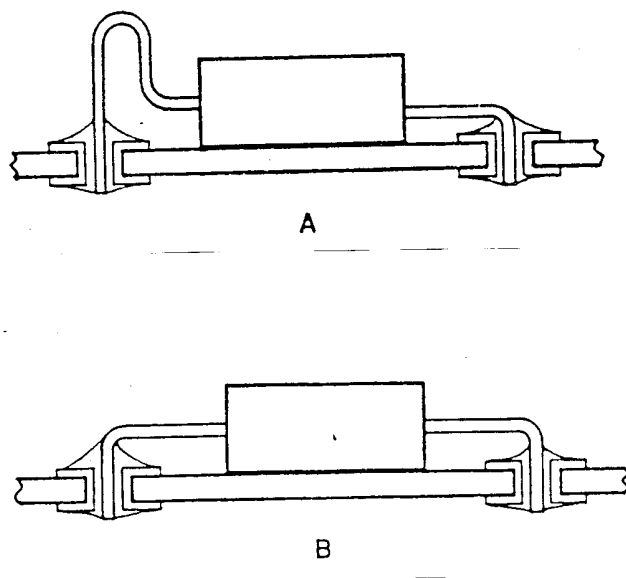


图 2 引线弯曲半径处的焊料

4.18.6 引线剪切

焊接前应将导线和引线剪切到合适的长度。当引线插入印制电路板后再剪切时,不应损坏印制板或板上安装的元器件。当进行自动剪切时,应完成一道维护程序,以确保对剪切刀具磨损的监视,同时对进刀系统应进行校正,使其与被切导线材料和密度的要求相匹配。剪切不应造成引线弯曲或在引线端头留下尖刺。

4.18.7 多股导线搪锡

焊接操作前,对多股导线的焊接部分表面进行搪锡(见图3),焊料应渗入导线多股线内。多股导线搪锡时,外面每根股线的轮廓不应模糊不清,且在整个剥去绝缘部分上,搪锡至距绝缘端部 $1/6 \pm 1/32$ 英寸($1.6 \pm 0.8\text{mm}$)处。

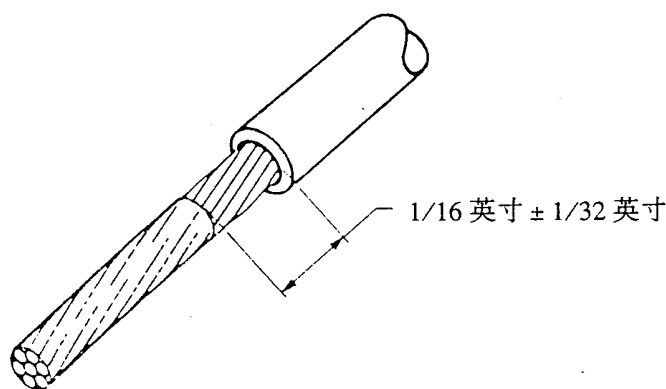


图3 多股导线搪锡的工艺步骤(见4.18.7)

4.18.8 予清洗

工件在焊接或粘接之前应采用4.16.4规定的溶剂进行清洗。

4.18.9 零件的处置与储存

元器件引线、导线端头和印制电路板表面不应应用裸手触摸。如在处置时不得不接触焊接表面,则应采用诸如戴尼龙或棉质手套,手指套和其他特殊工具等保护装置。

注意:手指套和尼龙套等不应使DOD-STD-1686定义的静电放电保护降级。

说明:焊接前,印制电路板应烘干,以防止如白斑、微裂纹和脱层等缺陷。

4.18.10 印刷电路板状态

元器件或端子在印制电路板上安装前,应检查电路板是否符合4.16.8、4.16.9和4.17.2的要求,并不应有如下的缺陷:

- a. 暴露金属母材的擦伤。
- b. 导电图形(包括焊盘)与层压基材分离。
- c. 起泡。
- d. 白斑或微裂纹。
- e. 基材分层。
- f. 导电图形起皱。

g. 印制电路板表面污浊、油脂或其他异物。

h. 麻点或夹杂。

4.18.11 元器件安装

元器件应按 DOD-STD-2000-2 进行安装。

4.18.12 绝缘间距

焊点与导线绝缘层端部的间距如下：

a. 最小间距 导线绝缘层与焊点之间应有可见间距。绝缘层不应与焊点紧靠，也不应被焊料所埋没或包围。绝缘层不应被熔化、烤焦、切断或使其直径缩小。

b. 最大间距 间距应小于二倍导线直径(包括绝缘层)或 1/16 英寸(1.58mm)，以较大值为准，但不得造成相邻导电体的短路。

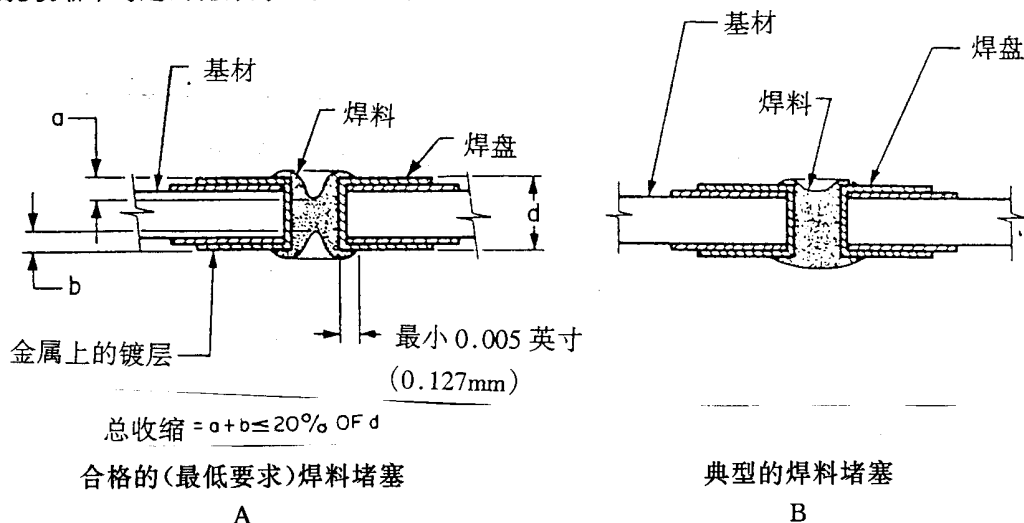
c. 高压间距 高压导线(厚壁绝缘)的绝缘间距，除装配图上另有规定外，应为 $1/8 \pm 1/16$ 英寸($3.18 \pm 1.58\text{mm}$)。

4.19 面间和层间连接

双面印制电路板组装件电路间的连接有两种结构：4.19.1 条的金属化孔和 4.19.2 条的钩弯导线。多层印制电路板组装件的面间和层间电路连接为金属化孔结构。支座端子、孔眼、铆钉和滑配合销不应用于面间或层间的连接，也不可安装于任何金属化孔中，作为面间连接或层间连接。准面间连接应符合所有面间连接的有关要求。没有事先得到政府采办机构同意的盲孔和埋入孔均不可采用。

4.19.1 金属化孔

不装引线或导线的金属化孔内结晶焊料从印制电路板的一侧到另一侧不仅应保持连续，而且应从孔伸出焊盘表面至少 0.005 英寸(0.127mm)。焊料可以在印制电路板两侧收缩，但最大收缩量从焊盘表面测量不应超过孔深的百分之二十(见图 4A 和 4B)。插装引线或导线的金属化孔内的焊料从印制电路板组装件的一侧到另一侧不仅应保持连续，而且应伸出并盖住印制板组装件每侧焊盘表面(见图 4C)。如果引线和焊盘部位的润湿良好，则焊料可以在元器件面有所收缩。无论引线和焊盘部位的润湿程度如何，从焊盘表面测量，插入元件引线的金属化孔收缩不可超出孔深的 10%。(见图 4D)。



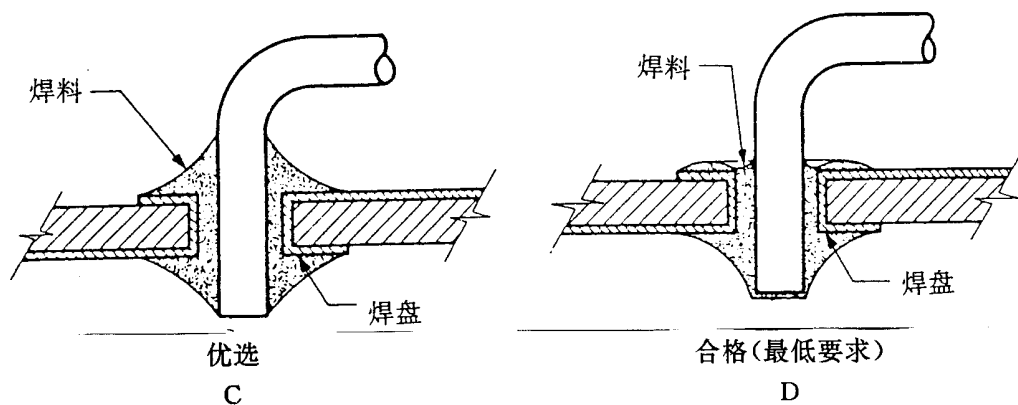


图4 金属化孔面间和层间连接(见 4.19.1)

4.19.2 钩弯导线的面间连接

没有采用金属化孔的双面印制电路板组装件,电路的面间连接可采用钩弯导线与两面接触(见图5)。连接两面的导线是剥去绝缘层的实芯浸锡铜线,并焊在印制板组装件两面焊盘表面。钩弯线至少与印制电路板一面的焊盘表面接触,与另一面近似接触(允许导线正常回弹,回弹量为导线直径的一半)。导线折弯部分应满足 DOD-STD-2000-2 规定的对折弯引线的要求。除非两个折弯部分同时焊接,同时冷却,否则两个接点应采取分步焊接。

说明:钩弯导线可以与金属化孔结合使用,获得更高的可靠性。这种情况下,连接点的分点焊接既不重要也不需要,因为两个焊点将作为一体冷却。

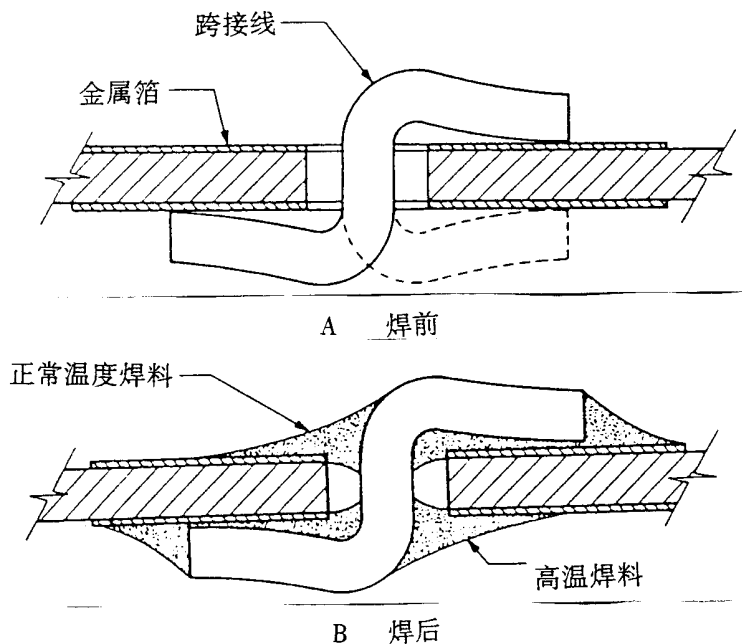


图5 钩弯导线面间连接(见 4.19.2)

4.20 翘曲的扭曲

印制电路板组装件的翘曲和扭曲不应超过 0.015 英寸/英寸(0.015mm/mm)。在装配图有更为严格要求的地方,以装配图为准。

5 详细要求

5.1 手工焊接(I类)

手工焊接应用符合 4.11 和 4.16 规定的设施、工具和材料完成。焊接中采用的工具在使用前应清除污垢、油脂、焊剂残留物和其他异物,并在使用时保持清洁。

5.1.1 电烙铁准备

烙铁头应完全插入加热元件内,加热部分与手柄应牢固固定。将电烙铁加热至可以熔化焊料的温度,在头部浸上一层薄焊料,并用清洁潮湿的擦垫(见 4.11.2.11)擦净。烙铁头表面一层薄而明亮的焊料,可保证设定的热量传导到被焊接点。在烙铁头上以及烙铁头与加热元件之间不允许有氧化物积累。

5.1.2 焊料锅的应用

用于被焊表面搪锡的焊料锅应具有温度控制,除特别规定外应予选在 500F 至 525F (260℃至 270℃)的温度范围内。焊料的纯度应按 4.11.3.4 进行控制。焊接表面在焊料锅内每次搪锡周期不超过 5 秒。

5.1.3 热分流器的应用

热分流器(吸热器)用于保护半导体、晶体管、陶瓷电容、晶体和绝缘材料等热敏元件在焊接时不被损坏(见图 6)。热分流器夹持不应损伤被焊元件。

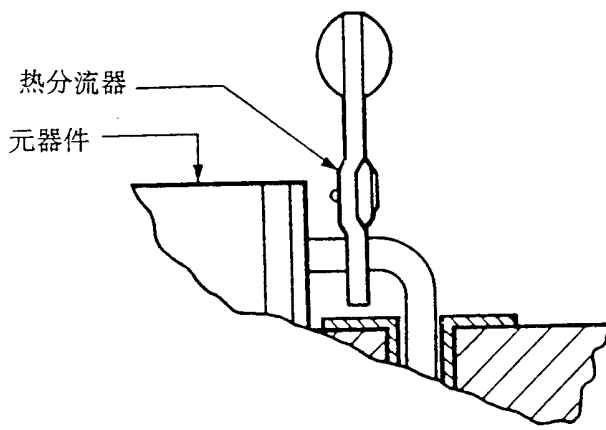


图 6 热分流器(吸热器)(见 5.1.3)

5.1.4 焊剂应用

4.16.2 规定的焊剂用于所有的焊接连接。采用液态焊剂时,在加热之前只限薄而均匀的涂于焊接部位表面,并避免使用过多的焊剂。当采用焊剂芯焊料时,应将其置于合适的位置,使焊料溶化时,焊剂能够流出,并复盖所有连接点表面。

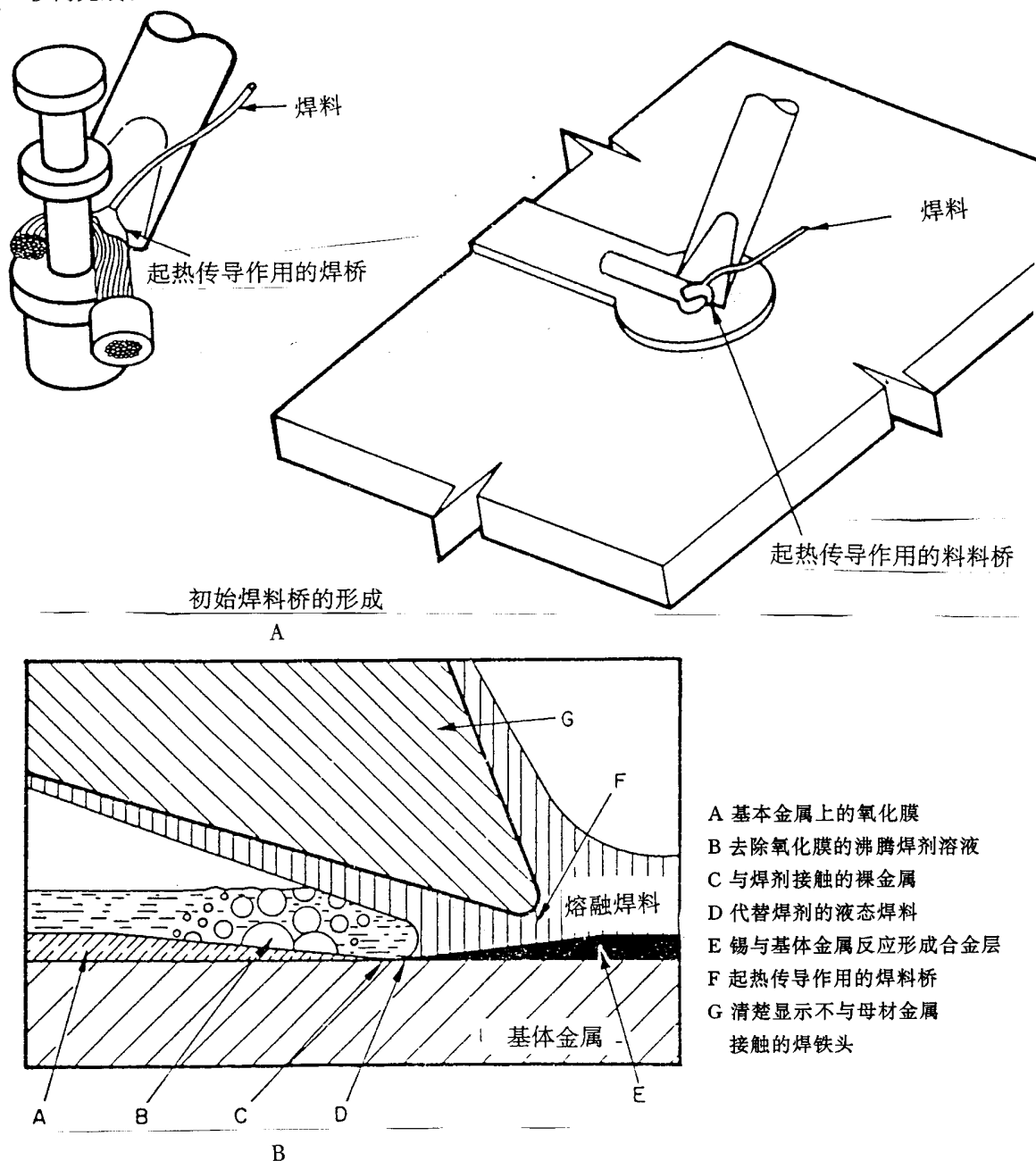
5.1.5 加热方法

焊接件应充分加热,使焊料熔化,润湿焊接表面。应避免过长的加热时间、过高的压力和温度而造成不可靠接点或损伤元件、印制电路和绝缘基材。

5.1.6 焊料应用

应首先对焊接表面进行设定温度的加热,然后将符合 4.16.1 的焊料施加在烙铁头与零件

或元件的结合部位(见图7)。当焊接带有金属化孔的印制电路板组装件时,焊料只应从印制电路板的焊接面流过。作为特例,采用转移焊技术时,事前应得到政府采办机构的同意。在焊接过程中应采取措施,防止焊料完全凝固前,焊点内导线或引线的位置发生任何变动。在整个焊接工艺中,应保持作为热传导的焊料桥的存在。通过采用反渗锡工具、热分流器或其他适当的方法和技术,尽量减少绝缘层内多股导线的渗锡现象。作为指导性建议,焊接操作应在2至5秒内完成。



5.1.7 冷却

熔化的焊料应在室温下自然冷却,不应采用强迫风冷或液体加速固化。

5.1.8 杯形和管形端子

杯形端子在插入导线前应进行清洗、予浸锡和予填充。当导线插入后,在杯内或插孔内应填入足够的焊料,并施加足够的热量,以保证所有焊剂泄放,而不被夹杂在杯底。端子中插入的导线不应超过 3 根,在任何情况下,不允许导线股散开,也不允许用去除导线股数来增加插入导线数量。焊料填充后,应将导线沿杯孔内壁直插,进入腔内,直到孔底(见图 8)。在焊接操作的过程中,应保持对电烙铁的连续控制。焊料应慢慢浮向杯的上部,并沿杯入口槽的轮廓分布。焊接后导线绝缘层端部的轮廓应清晰整齐;焊件不应溢出并粘在端子的侧面。溢出和排料孔排出的多余焊料应予以清除,使杯型端子表面存在一层薄膜形式的焊料。

杯型、管型端子的予填充和焊接过程如图 8、9 和 10 所示。

说明:倘若焊料填入过快,将会造成空气层和焊剂截留。由于杯内没有足够的焊料,将产生虚填现象。此状态可用在端子底部加热使焊料流动,并在杯内注入新焊料的方法纠正。

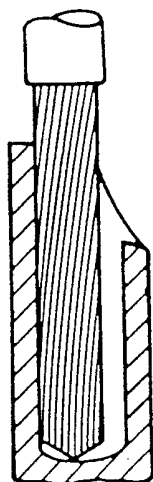
5.1.9 屏蔽线的准备

5.1.9.1 同轴电连接器

同轴电连接器的装配应按制造商推荐程序并得到合同认可的工作细则进行。如果电连接器装配中推荐的焊料或焊剂不符合 4.16.1、4.16.2 和 4.16.3 规定,则事前必须获得政府采办机构对此应用场合的特别许可,方能使用。

5.1.9.2 半刚性同轴电缆(硬线)

半刚性同轴电缆应按政府采办机构同意的承包商工作细则进行装配。



单线填充



多线填充

图 8 杯型端子(见 5.1.8)

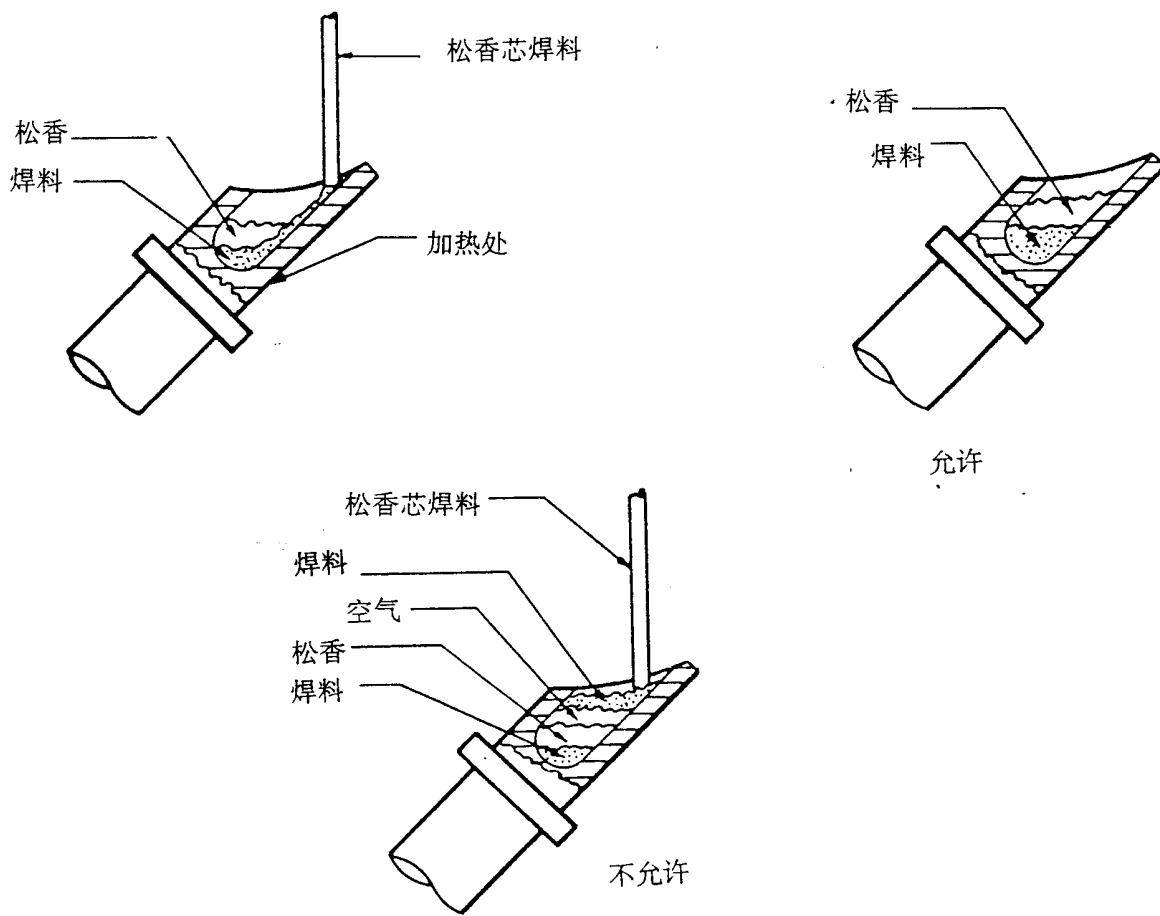


图 9 管型端子预填充(见 5.1.8)

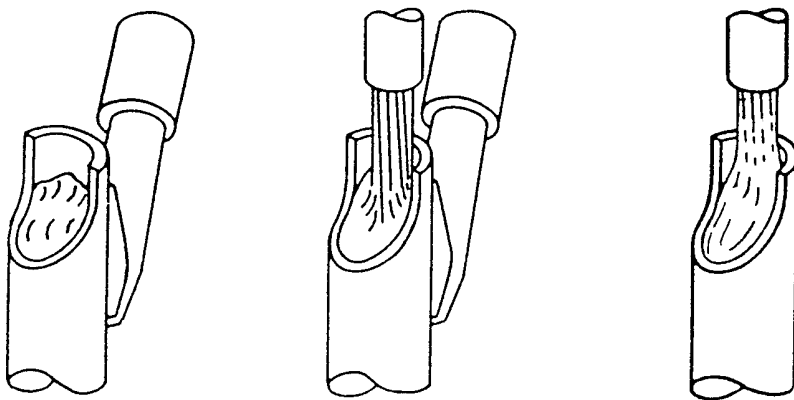


图 10 管型端子的焊接(见 5.1.8)

5.1.9.3 带编织屏蔽的终端

焊套应按 MIL-S-83519 安装。其他编织屏蔽终端应按照由政府采办机构批准的承包商工作细则或政府批准的装配图安装。

5.1.10 导线、元件引线和端子的连接

5.1.10.1 绝缘套管的应用

必要时,可采用符合 4.16.5,4.16.6 和 4.16.7 要求的绝缘套管,并按如下要求进行安装:

a. 绝缘套管应在装配前套在导线或引线上。

b. 绝缘套管应与焊点有足够的距离,从而不妨碍导线的固定和焊接操作也不会使它受到损伤。

c. 焊点冷却、清理、检验后,应将套管滑移并且套住接头。如采用的热缩套管,应进行热缩处理。安装后,套管应套住导体的剥皮部位,其复盖长度应大于两倍热缩套管直径。

5.1.10.2 屏蔽线焊套的采用

采用焊套的屏蔽线的准备程序和焊套的安装应符合 MIL-S-83519。本要求适用于最低额定工作温度为 302°F (150°C) 的绝缘导线。

5.1.11 电磁线的端头

导线端头处的绝缘层应至少剥去 1/2 英寸(12.7mm),然后浸锡。聚乙烯层应按 4.18.1.4 剥除。当采用化学剥除时,化学溶剂残留物应予以中和,导线应进行清洗。转接引出线的绝缘层同样应至少剥去 1/2 英寸(12.7mm)。剥线应按照 4.18.1.3 完成。对绝缘层和导线的损伤应限制在 DOD-STD-2000-3 规定的范围内。引出线的尺寸由电磁线的尺寸决定,如下所示:

电磁线尺寸(美国线规)

40~50(超细电磁线)

34~40

34

引出线尺寸(美国线规)

要求引出线转接一次电磁线与 35 规格导线相连,后者又与 26 多股绞合引出线相连

28~32(多股绞合)

电磁线直接与端子相连

5.1.11.1 电磁线与引出线的连接

从绝缘层的 1/8 英寸(3.18mm)处开始,电磁线应绕引出线至少牢固地缠绕三圈,多余的长度应切掉。

5.1.11.2 电磁线与电磁线的连接((对绕绞接))

连接导线的端头相互平行放置,并至少扭结三圈。

5.1.11.3 小直径电磁线绞接

小直径电磁线(美国线规 34 至 59 规格)可能与大直径导线(引出线)绞接,然后大直径导线可与端子(引出端)连接。当设计需要时,可把各单个绕组的引线绞接在一起。5.1.11.3.1, 5.1.11.3.2 和 5.1.11.3.3 的要求只适用于变压器、电感器和线圈的制造。

5.1.11.3.1 绞接后的焊接

绞接应按 5.1.6 的规定进行焊接,注意焊料距绝缘层不得小于 1/16 英寸(1.58mm)。焊点应光滑,无拉尖。

5.1.11.3.2 涂敷绝缘层

经清理和检验的绞接部分应向较粗导线方向往回弯。所涂敷的绝缘层应相当于或优于原

绝缘层或规定的绝缘要求,并至少应盖住导线的绝缘层 5/8 英寸(15.88mm)。

5.1.11.3.3 固定引出线

除在有关图纸上另有规定外,在涂敷绝缘层之后,应将引出线用胶带捆牢或用无活性的粘结剂在至少 1/2 英寸(12.7mm)长度上与线圈绕组粘牢。

5.2 自动机器焊接(2类)

自动焊接由一套完整的系统完成,具体组成为:

- a. 温控予热及焊接(见 5.2.2.5 和 5.2.2.6)
- b. 自动喷涂焊剂(见 5.2.1.6)
- c. 冷却(见 5.2.1.7)
- d. 速度受控输送(见 5.2.2.3)。

元件的约束应符合 5.2.1.3 的要求。本标准没有规定的拖焊和其他焊接系统,使用前应得到政府采办机构同意。

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 设备维护

自动焊接工艺中使用的设备应进行维护,以保证其能力和效率符合设备制造商所确定的设计参数。

5.2.1.2 设备控制

承包商应建立说明自动焊接工艺和焊接机及有关设备合理操作方法的程序。该程序至少应规定予热温度、焊料温度、传递速度、温度校正测量的频率和焊料分析频率。如果上述参数对不同印制电路板组装件必须调整,则操作程序应对印制电路板组装件、图号和其他有效辨别方法加以区别。

5.2.1.3 固定夹具和材料

在予热,加焊剂、焊接和冷却阶段用于约束零件、元器件的装置、材料或方法不应污染,损伤或损坏印制电路板、零件或元器件,或使其降级。这些装置,材料或方法不仅应足以保持元器件的位置,还应使焊料流入金属化孔并完全复盖印制板元件面上的焊盘。如果表面用了薄膜覆盖应将其去除,以使焊料充填金属化孔并复盖焊盘表面,表面覆盖薄膜如果对元器件会导致静电放电损坏或降级,则不可使用。

5.2.1.4 传送机构

在予热、加焊剂、焊接或冷却过程中,用于传送印制电路板组装件的装置应符合 4.13 的要求。

5.2.1.5 阻焊膜

印制电路板上不焊接的部分(包括后工序插入和焊接的导线或引线用金属化孔)应在加焊剂之前予以掩盖。掩膜材料应不会引燃或自燃,也不会对健康产生不利影响(见 4.16.10)。

5.2.1.6 加焊剂

用泡沫式或喷射式等方法在印制电路板焊接面上喷涂一层均匀的焊剂,并将孔布满。焊剂中的固体含量应用焊剂制造商推荐的非氯化物溶剂或政府采办机构同意的替代品予以保持。

5.2.1.7 冷却

印制电路板组装件应停留在传送机构上直到焊料完全固化。不得使用强迫冷却。

5.2.2 波峰焊接

5.2.2.1 焊料锅

焊料锅温度应预先设置在 480 F 至 528 F (249℃ 至 271℃)。温度测量(不要求实际测量,只做参考)在熔融焊料波峰顶下 1/16 至 1/8 英寸(1.58 至 3.17mm)处进行。印制电路板组装件与焊料之间的焊接温度和接触时间取决于预热温度、板厚、焊接点或导电体数量,以及元件类型等因素。印制电路板组装件在焊料锅内的接触时间的长短应受到一定限制,以不引起板以及其安装的元件的损坏。焊料应定期分析,以保证其污染水平不超出表 IV 规定的限制。

5.2.2.2 焊料纯度保持

为了保持合适的焊料纯度,印制电路板组装件的机器焊应坚持以下程序。

5.2.2.2.1 焊接操作前,应消除焊料表面的浮渣。焊接操作中应定期清除焊料锅表面的浮渣,保证熔渣不与焊接物件接触。自动或手工法除浮渣均可采用。

5.2.2.2.2 焊料锅中的焊料应按表 III B 栏规定的测试频率进行化学或光谱分析和更换。当分析结果可以确认延长测试间隔不会对焊料纯度产生不利影响时,可以把测试间隔延长到表 III C 栏规定的 8 小时操作日数。如果污染超出表 III 的限制,分析与更新的间隔可以缩短到 A 栏或更低的 8 小时操作日数,直到分析可以保证纯度为止。应能提供所有分析和焊料锅使用记录,以备政府采办机构检查。

5.2.2.3 传送

予放置的经过予清洗的印制电路板组装件,应以予设的速度从焊剂加入装置和予加热器输送到焊料锅,而后输送到冷却段,该过程应确保符合 5.2.2.6 的要求。速度变化不应超过每分钟 1 英寸(25.4mm)。

5.2.2.4 引线剪切

引线剪切时,剪切力不应使元器件有机械冲击,切口与引线轴线的垂直度应在 10 度之内(实际不需测量,只作参考),并应无尾翘、尖锋和拉毛。当剪切在焊接后进行时,应重新通过焊料锅一次,以复盖剪切端部,使焊料再流,防止由于侧向力引起的金相扰动。如果剪切引线的数量少,可采用手工焊接方法进行焊料再流和引线端的复盖。

5.2.2.5 预热

印制电路板的焊接表面应进行 160 F ~ 220 F (71℃ ~ 105℃)预热,温度测量应在印制电路板元件面的非金属表面进行。每种板型所有温度测量应在予选点上进行。每种类型的印制板(以印制板装配零件号标识区别)应根据板厚和装配密度确定预热温度,其中包括印制板加热到要求温度的调整方法。试样测量的预热温度与板(同类型)予选温度应保持在 10 F (5.5℃)之内,但不可超出规定限制。印制电路板组装件的预热温度应与焊剂、传送速度、焊料温度和板与焊料接触时间相匹配。

5.2.2.6 焊料应用

焊料的施加通过印制电路板组装件与焊料波峰的接触进行。如无政府采办官员的特别批准,印制电路板组装件上任意一点与焊料波峰的接触时间不可超过 5 秒,并应根据预热温度、板厚、印制导线和接点数量以及元器件的类型进行予选。焊料的温度应在波峰顶以下 1/16 ~ 1/18 英寸(1.58 ~ 3.17mm)处测量(实际测量不要求,只作为参考),其值应为予选温度 ± 10 F (± 5.5℃)(见 5.2.2.1)。波峰高度和压锡深度应保证有效的接触和足够的焊料压力,使孔可以填满,并流到印制电路板组装件元件面焊盘上。

5.2.3 再流焊接

5.2.3.1 焊料应用

元器件安装前,应在焊接的金属表面附着或涂上焊料。

5.2.3.2 元器件定位

元器件的安装应按照 DOD-STD-2000-2 进行。

5.2.3.3 焊剂应用

焊前应将一层均匀的焊剂、焊料膏涂于元件引线焊接部分或焊盘表面。

5.2.3.4 焊料厚度

元件引线或带状导电体上焊料层厚度与焊盘上焊料厚度的总和应为 0.0025 ± 0.0010 英寸 ($0.064 \pm 0.025\text{mm}$)。片状引线的焊料层可以从其端部延伸至包括“跟部”弯角,但不应超出“膝部”弯角(见图 11)。

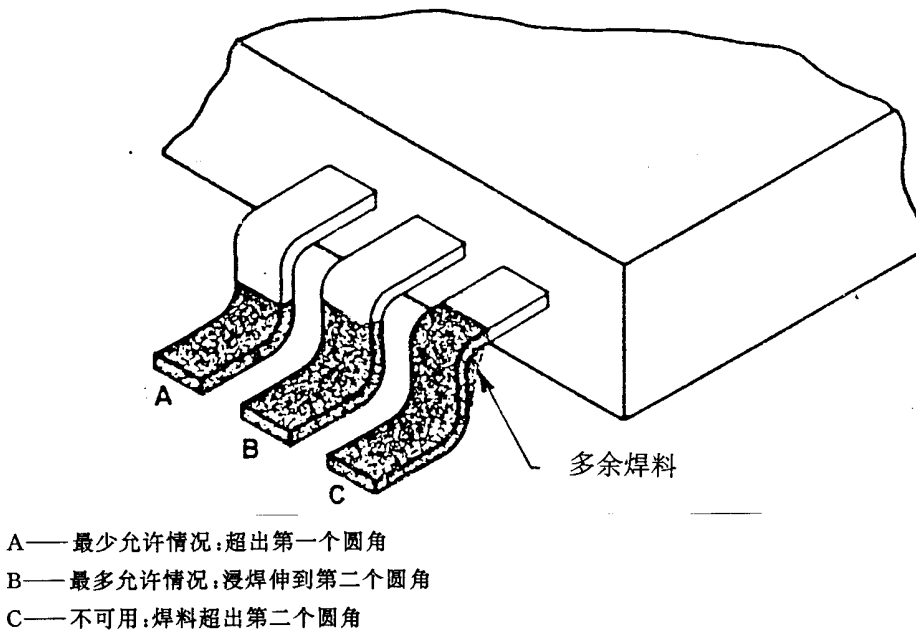


图 11 带状引线的浸锡(见 5.2.3.4)

5.2.3.5 加热方法

应将元件的焊接点加热到焊料的液流温度。在焊接操作中,应对加热温度进行控制,以防止组件(如母材、相邻连接、电器元件)的损坏。焊接表面在焊料固化时不得挪动,防止焊点处有相对运动。没有与焊盘表面接触或没有入位的引线,不得强压入位,以免焊后在引线中产生残余应力。

5.2.4 汽相再流焊接

汽相再流焊接方法一般用于互联装置和电连接器的再流焊。采用此法进行元件焊接前应首先向政府采办机构提交元件不会损坏的论证材料。汽相再流焊系统应采用机械化实现工件的平稳传送和温度、蒸气量以及停留时间的控制。焊接完成后,应平稳地传送出汽相区,以免焊点在固化前移位。

5.3 焊接后处理

5.3.1 清洗

端子、底板元件和印制电路板组装件上的焊接处应用溶剂、清洗剂或混合溶剂进行清洗(见 4.16.4),一次消除所有污垢和残留焊剂。从焊接完成到组装件清洗不应超过 30 分钟,但手工焊清洗以及生产装配中或返工、修复操作中的中间清洗可以例外。在这种情况下,焊剂残留物的去除也许要在焊接完成后一个小时以上才能进行,但所用的清洗工艺必须保证最终产品上的残留焊剂和污垢得以全部去除。已安装元件的印制电路板组装件,接线板和电气电子模件的清洗方法的选择应防止组件、模件及其表面和内部的元件遭受热冲击,还应防止潮气进入没有完全密封的元件。清洗应按照 5.3.1.1、5.3.1.2、5.3.1.3、5.3.1.4 规定进行或这几条的组合方式完成。

5.3.1.1 清洗槽

印制线路组件、接线板和电气电子模件应进行三道独立清洗。每道清洗采用一种溶剂或混合溶剂,成份与另二道类似。槽中的溶剂应根据如下的详细安排进行更换,或对第三槽溶剂的成分每 8 小时工作班测试一次,当固体成分达到 10ppm 或可以判定下次试测之前固体含量明显会超过 10ppm 时予以更换。在各槽中浸泡时间限制在 60 秒。更换溶剂时,第一槽中的溶液应废弃,第二槽的溶剂可放入第一槽;第三槽的溶剂可以放入第二槽,新溶剂加入第三槽。

a. 清洗顺序

溶剂更换

第一槽:

每夸脱(0.95 升)溶剂清洗 2,500

第一次清洗:

平方英寸(1.6 平方米)板表面以后。

第二槽

每夸脱(0.95 升)溶剂清洗 2,500

第二次清洗

平方英寸(1.6 平方米)板表面以后。

第三槽

每夸脱(0.95 升)溶剂清洗 2,500

第三次清洗

平方英寸(1.6 平方米)板表面以后。

b. 允许使用清洗毛刷。

c. 清洗后的印制线路组装件应在大气或压缩空气中进行干燥,但气体必须不含油,且室温下测得的湿气含量不得大于 2500ppm。如不会造成组件损坏,可以采用直至 40 磅/平方英寸(psia)(276Kpa)的压缩空气。

5.3.1.2 蒸气去油

如果溶剂符合 4.16.4 的要求并与用于清洗的特殊蒸气去油剂相容,则允许使用蒸气去油法进行印制电路板组装件、接线板、焊接底板元件和电子模件的清洗。

5.3.1.3 洗涤剂清洗

只有当政府采办机构事先同意将洗涤剂、皂化剂用于清洗过程时,才可以用洗涤剂或皂化剂清洗系统清洗印制电路板组装件、接线板、焊接底板元件和电子模件。

5.3.1.4 超声清洗

禁止采用超声清洗装置清洗元器件和印制电路板组装件,此方法只能用于只含接线柱和电连接器且没有内部电子元器件的组件。超声清洗可用于印制电路板光板的清洗。

5.3.2 处理

经过清洗的印制电路板组装件应按 5.3.7 处理。

5.3.3 清洁度测试

按照 5.3.1 清洗过的印制电路板组装件、接线板和电气、电子模件应在本班生产结束之前进行清洁度测试。采用溶剂萃取液的电阻率测试、氯化钠(NaCl)盐当量离子杂质测试或政府采

办机构批准的测试方法检查离子的洁净度。溶剂萃取液测试的电阻率应有大于 $2\text{M}\Omega\text{-cm}$ 的最终值。氯化钠盐当量离子杂质测试应有小于每平方英寸印制板表面 $10\mu\text{g}$ 的最终值。每一生产班次，每一类型的印制电路板组装件，应有一块具有代表性的试样进行清洁度测试。所谓同一类型的印制电路板组装件是指组装件有相同数目的元器件或元器件数目虽不相同但组装件尺寸大小或结构一样，且使用相同体积的电阻率测试溶剂。如果试样的清洁度测试不合要求，应根据 MIL-STD-105 的 S-2 检验级别和 AQL 1.0% 缺陷进行测试。

5.3.3.1 溶剂萃取电阻率试验

溶剂萃取电阻率应按以下步骤测定(见表 IV)：

- a. 准备 75% 体积 ACS(美国化学协会)试剂级异丙醇和 25% 体积去离子水组成的测试溶液。将溶液通过混合或分层去离子滤筒。通过滤筒后，溶液电阻率应大于 $6\times 10^6\Omega\text{-cm}$ (导电率小于 $0.166\mu\text{S/cm}$)。
- b. 用部分测试溶液清洗漏斗、瓶和容器。按每平方英寸组装件面积用 10 毫升清洁的溶液灌入清洗瓶。组装件面积包括板的两侧的面积。
- c. 缓慢地将测试溶液以涓流形式冲组装件的两个侧表面，直到溶液用完。

5.3.3.2 氯化钠盐当量离子杂质试验

氯化钠盐当量离子杂质应按以下步骤测定：

- a. 氯化钠盐当量离子杂质测试，应采用 75% 异丙醇和 25% 去离子水组成的溶液。该溶液一经使用，每隔四小时应对溶液组成的正确性进行验证一次；
- b. 试验设备必须经过确认。方法是在相同的工艺流程上，将已知的氯化钠标准量，作百分比成份的验证；
- c. 在每次试样测试前，溶液的初始纯度或基准纯度应大于 $20\times 10^6\Omega\text{-cm}$ ($0.05\mu\text{S/cm}$)。

表 IV 洁净度试验值

试验方法	初始电阻率	终止值
溶剂萃取电阻率	$6\times 10^6\Omega\text{-cm}$	应大于 $2\times 10^6\Omega\text{-cm}$
氯化钠盐当量离子杂质	$20\times 10^6\Omega\text{-cm}$	应小于 $10.0\mu\text{g/平方英寸}$

5.3.4 检验

焊接和清洗后，每个工件都应按照 5.4.4 检验。

5.3.5 焊点缺陷的返工

返工操作只能由按 5.5.1 取证的装配人员(操作者)来进行，不允许检验人员进行焊接和返工。返工必须在检验人员已将不良焊点记录后，方可进行。记录的数据提供了可能的原因和为减少以后返修应采取的正确措施的依据。当焊点不满足验收规定时，焊接缺陷的处置应遵照 5.4.4.2 的要求。

5.3.5.1 手工焊接的返工方法

5.3.5.1.1 返工件加热方法

当需要返工时，以下类型的缺陷可以对焊点直接加热，必要时加焊剂和焊料的方法解决。

- a. 漏焊点
- b. 冷焊点
- c. 裂焊点或位移焊点

- d. 焊料不足
- e. 润湿不良
- f. 连接处麻点、孔或空洞
- g. 焊点处母材暴露
- h. 焊料斑点,拉尖和锡柱

5.3.5.1.2 返工件的重新焊接方法

返工时,如按 5.3.1.1.1 不能纠正的焊点缺陷,应采用真空吸锡装置或吸锡绳吸除焊料的方法进行返工。去除焊料后,应对连接部位进行清洗并纠正其缺陷。重新焊接处应冷却到室温后,才可再加热。重新焊接应按 5.1.6 进行,并且只能重焊一次。如果表 V (见 5.4.4)所示的 A 级缺陷依然存在,应按 5.4.4.1.2 加工。

注意:从金属化孔中吸除焊料时应非常仔细。

5.3.5.2 机器焊接的返工方法

印制电路板组装件最多可按 5.2 进行一次机器重新焊接。已经用过机器重新焊接的印制电路板组装件不可再用机器重焊。按 5.2.2 或 5.2.3 焊接而存在焊点缺陷的组装件,可在工艺控制改进后,让组装件通过相同机器焊接工艺进行返工,在重焊过程中仍按 5.2.2 或 5.2.3 的要求。只有当机器焊接缺陷符合 5.4.4.2.3 规定时,才采用此方法。

5.3.6 返工后的清洗

返工后,印制电路板组装件应根据 5.3.1 进行清洗,并应根据 5.3.3 进行测试。

5.3.7 清洗后的处理和储存

清洗后,敷形涂覆或灌封之前,拿放半成品印制电路组件时不可用裸手或会造成明显污染的工具接触待敷形涂覆或灌封的表面。组装件应在受控环境(见 4.11.1.2)下储存和加工。

5.3.8 返工缺陷的外观检查

应对每个重焊或重新加热的焊点依 5.4.4 进行复查,并应符合 DOD—STD—2000—3 的验收规则。已经按 5.3.5.2 返修的组装件应按 5.4.4 和 DOD—STD—2000—3 对其缺陷全部进行复查。缺陷的处置应遵守 5.4.4.2.3 的规定。

5.3.9 敷形涂覆或灌封前的清洁度测试

在敷形涂覆或灌封前,每生产班生产的印制电路板组装件中,每种类型选一块有代表性的试样进行清洁度检查测试。所谓同一类型的印制电路板组装件是指有相同元器件数目的组装件,或元器件数目虽不同但尺寸或结构相同的组装件,它们可使用相同体积的电阻率测试溶液。倘若清洁度测试不合格,整个批次应重新清洗,抽样方法应根据 MIL—STD—105 中 S—2 检验级别,AQL 1.0%缺陷的要求进行,并在敷形涂覆前,根据 5.3.3 进行复测。

5.3.10 敷形涂覆前准备

为便于有缺陷元器件拆除,在敷形涂覆或灌封前,应对印制电路板组装件进行功能测试。

5.3.11 敷形涂覆

除非在政府批准的装配图中有特别说明不采用敷形涂覆外,印制电路板组装件都应根据 5.3.11.1 至 5.3.11.8 要求,进行敷形涂覆,所使用材料应符合 MIL—I—4605 的规定,在印制电路板两面都可采用刷、浸、喷涂或真空淀积等某一适于某一组装件的方法之一进行敷形涂覆。

5.3.11.1 敷形涂覆的应用

敷形涂覆材料应遵守政府批准的装配图中的规定,符合材料的技术要求和制造厂商的说明,并在规定期限(储存期和适用期)内使用。涂层厚度应尽量薄(见 5.3.11.5),轮廓应与元器件的尺寸,重量和装配规定一致。应根据不同的印制电路板组装件,以及 5.3.11.2 到 5.3.11.8 的规定用刷、浸、喷涂或真空淀积的方法在组装件双面进行连续涂复。涂覆层不应出现鼓包、气泡或裂纹,及可能会影响印制板组装件的工作特性或敷形涂覆的密封性能。

5.3.11.2 可调元器件的敷形涂覆

带有可调元件的组装件,其调节部分不应复盖涂层。可调元件轴的调节和密封应按 5.3.12.2 执行。

5.3.11.3 电连接器的敷形涂覆

印制电路板组装件的电连接器的配合面不应敷形涂敷。但电连接器与板之间以及电连接器的安装部件周围应敷形涂覆。

5.3.11.4 固定座的敷形涂覆

印制电路板组装件的固定座或其他安装部件的插装表面不应涂敷形涂层。但他们与板以及固定构件间的连结应涂复。

5.3.11.5 敷形涂覆层厚度

当政府批准的装配图或材料说明,工艺说明中没有规定时,敷形涂覆层的厚度,根据 MIL-I-4605-8 规定,对于 AR、ER 和 UR 型应为 0.002 ± 0.001 英寸(0.05 ± 0.025 mm)。SR 型涂覆层厚度应为 0.005 ± 0.003 英寸(0.127 ± 0.076 mm)。当批准的装配图要求 XY 型时,涂层的厚度应为 0.0005 至 0.0012 英寸(0.013 至 0.03 mm)。所有厚度应在无妨碍平面上测量。

5.3.11.6 软引线的敷形涂覆

至少应在元器件软引线与印制电路板组装件的连接部位进行涂复。

5.3.11.7 周边涂层

除非在政府批准的装配图上另有规定,印制电路板组装件的周边敷形涂覆后总厚度增加不应超出 0.040 英寸(1.02 mm)。“周边”的定义为从印制板每面边缘向内 $1/4$ 英寸(6.35 mm)距离的区域。

5.3.11.8 边缘涂层

除非在政府批准的装配图上另有规定,印制电路板组装件在长度和宽度方向上由于敷形涂覆增加的长度不应超出 0.030 英寸(0.762 mm),总增长不超出 0.060 英寸(1.524 mm)。

5.3.12 可调元器件

5.3.12.1 调整

具有调整锁紧机构的可调元件,应在敷形涂覆前调整并锁紧。其他可调元件应在组装件敷形涂覆后调整和固定。

5.3.12.2 可调元件的固定

经过灌封后的调整,不具有锁紧机构的可调元器件的外轴应机械固定,并应根据 MIL-E-22118 用烷基树脂瓷漆密封。密封剂不应稀释,同时应涂足够的密封材料。

5.3.13 敷形涂覆后的返修

所有需去除敷形涂覆或灌封层的工艺应按返修操作进行分类。

5.4 检验

承包商应遵守 DOD-STD-2000 系列标准规定的生产工艺要求,并负责直接或通过分

承包商执行 DOD—STD—2000 系列标准的所有要求的过程和产品的检验及试验。承包商可以使用自己的设施或使用其他政府不反对而又适于完成本标准规定的检验要求的设施。为确保供应和服务符合预定的要求,当认为有必要进行审查时,政府保留对 DOD—STD—2000 系列标准的任何要求进行审查和测定的权利。承包商对系列标准要求的所有工艺、检验和试验应制订并执行过程控制程序。这些程序应详细,使具有一定技术水平的人员可以完成。程序还应包括接收或拒收的准则以及特殊的检验要求。

5.4.1 监督

实施监督程序,以确定 DOD—STD—2000—1、DOD—STD—2000—2 和 DOD—STD—2000—3 系列标准的执行程度,并对不合格器材的处理和控制进行监视,其中包括对工作场地、工具、材料、过程和工艺的定期检查。

5.4.2 工具和设备的检查

应检查工具和设备是否符合 4.10、4.11、4.12、4.13、4.14 和 4.15 的要求。除此之外,还应分别根据 5.4.2.1、5.4.2.2、5.4.2.3 和 5.4.2.4 的要求对热源(见 4.11.2.9)、电烙铁(见 4.11.3.1)、焊料锅(见 4.11.3.4)和焊接设备(见 4.11.3)进行测试。操作者应每天对工具的可使用性及清洁状况进行检查。

5.4.2.1 热源测试

操作者每天应对热源进行可使用性,加热范围及全面维护进行检查。加热范围可以用其特性来检查,而无须实际进行温度测量。喷嘴、空气分流器,适配器及电源输入线,插头等均应进行检查,以保证不会使待装配的工件受到损伤的状况出现。(见 4.11.3)。

5.4.2.2 电烙铁

电烙铁购置后,应在焊接操作前进行测试,并应符合 4.11.3 和 4.11.3.1 的物理和功能特性。在用的电烙铁应按照 5.4.2.2.2 和 5.4.2.2.3 规定的周期进行测试。每把没有库存的电烙铁,应在使用期内,每天使用前,根据 5.4.2.2.1 进行检查。修理或修整后的电烙铁应在生产前重新测试,并应符合 4.11.3 和 4.11.3.1 的所有要求。

5.4.2.2.1 操作者的每日检查

以下项目应由操作者每日进行检查:电烙铁加热前,对手柄、输入电源线、电源插头和其他元件进行外观检查,消除焊接缺陷、元器件损坏和其他被焊件损坏的因素;烙铁头和加热元件应进行检查,不应有氧化、腐蚀和异物限制或妨碍烙铁头与加热元件或加热元件与电烙铁的热配合,检查电烙铁和烙铁头是否与焊接操作相匹配,其尺寸和形状应符合 4.11.3.1 规定。操作者应确保电烙铁的正确操作(见 5.1.6)。

5.4.2.2.2 季度检查

以下测试应按季度进行。根据过去定期测试结果的情况,为确保电烙铁连续符合规定要求的,测试间隔可以缩短,只有过去的定期测试结果明确表明延长测试间隔不会导致使用不合格电烙铁时,才可延长测试间隔。烙铁头对地电阻应进行测量,并应符合 4.11.3 和 4.11.3.1 要求。非可调温烙铁头头部温度应进行测量,并符合规定温度(见 4.11.3.1)的 $\pm 10^{\circ}\text{F}$ ($\pm 5.5^{\circ}\text{C}$)之范围内。对于可调温控电烙铁的头部的温度,至少应在电烙铁可调范围内,对低温、中温和高温三个不同的烙铁头预选温度进行测量。烙铁头在三个预选温度的任一温度下变化范围为 $\pm 10^{\circ}\text{F}$ ($\pm 5.5^{\circ}\text{C}$)。

5.4.2.2.3 半年测试

以下测试应按每半年进行。根据过去定期测试结果的情况,为确保电烙铁连续符合规定要求,测试间隔可以缩短,只有当过去定期测试结果明确表明延长测试间隔不会导致不合格电烙铁的使用时,才可延长测试间隔。应对烙铁头的对地电位差进行测量,当按 4.11.3 方法测量时,其差值不应大于 4.11.3.1 规定的数值。

5.4.2.3 焊料锅测试

单独的焊料锅和机器焊接系统的焊料锅在焊料锅和机器到货后,第一次焊接操作前(包括应用于搪锡或可焊性测试),并符合 4.11.3 和 4.11.3.4 的要求。每 6 个月的应对独立的焊料锅和机器焊接系统焊料锅内焊料对地电阻(见 4.11.3)、焊料温度(见 4.11.3.4)和锅内焊料对地电位差(见 4.11.3)进行测试。根据以前测试结果的情况,为确保连续符合规定要求,6 个月的间隔可以缩短。只有当过去的测试结果确表明延长测试间隔不会导致使用不合格的焊料锅时,才可延长此测试间隔。同时每日应对焊料锅的所有维护部位进行检查,如焊料锅的电源输入线,电源插头,终端连接和其他性能进行检查,消除焊接中会引起工件损伤的隐患。

5.4.2.4 工艺设备

工艺设备应在到货后,首次应用前进行测试,并符合 4.11.3 的要求。除焊料锅(见 5.4.2.3)外,每年应对工艺设备进行测试,并确保所有工件对地的电阻不大于规定值。静电放电保护符合 4.11.3 规定,工件与地电位差不大于 4.1.3 的规定值。根据过去定期试验结果的情况,为保证连续符合规定要求,测试间隔可由一年缩短为更短的时间。只有当过去定期测试结果明确表明延长测试间隔不会导致使用不合格设备时,才允许加长测试周期。

5.4.3 材料检验

4.16 所列的所有材料都应进行检查,并应符合 4.16.1 至 4.16.10 的要求。材料应实行控制,保证只有合格的材料,工具和设备才会得到应用。不合格的或操作不需要的材料、工具和设备应撤离工作场地。

5.4.3.1 印制板的检验

检查和测试印制电路板是否符合 4.16.8 或 4.16.10 的规定以及 4.16.9 的补充要求。样品检验应分别按 MIL-P-55110 或 MIL-P-50884 的规定进行,不同的是 4.16.8.1 和 4.16.9.1 镀铜工艺验证试验应按以下试验方法,每周至少进行一次:

- a. 按 ASTM 53 测铜纯度
- b. 按 ASTM E 8 或 ASTM E 345 测(垂直和水平)拉伸强度。
- c. 按 ASTM E 8 或 ASTM E 345 测(垂直和水平)延伸率。

5.4.3.2 检验记录

检验应进行准确记录,并作为合格零件表(QPL)上所列材料和工具提供合格证据,也可证明已经进行了充分试验,并满足材料技术条件和本标准规定的附加要求。

5.4.4 焊点和组装件的检验

每个组装件和每个焊点都应进行百分之百的外观检验(见 4.4),以评价其是否符合本标准和 DOD-STD-2000-2、DOD-STD-2000-3 以及有关装配图的要求。

5.4.4.1 缺陷和缺陷率

任何不符合 DOD-STD-2000-1、DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3 系列标准或有关图纸要求的差异即为可记录在案的缺陷。经返工可以得到完全合格状态,但可以通过比返工更为广泛的工作,使其达到可用或可以接受状态的缺陷为可修复缺陷;还有的缺陷

不管是返工还是修复仍不能返回到可用的和可接受状态。包括表 V 所列的所有缺陷,在进行任何返工或修复工作(见 5.3.5)之前,应予以记录并上报评判委员会仲裁(见 5.4.4.1.3)。组件缺陷率和焊点缺陷率应按 5.4.4.1.4 的规定对所有印制电路板及接线板组装件进行计算,而其他类型的组装件的缺陷率可以有选择的计算。如选择某一种组装件不计算缺陷率时,那么本合同所有同类组装件都不再计算缺陷率。不计算缺陷率时,所有缺陷应视为表 V 的 A 级缺陷。所有没有列入表 V 的缺陷同样被认为 A 级缺陷。

5.4.4.1.1 可返工的缺陷

经过检验和记录后,可返工缺陷应返回到合适地方进行返工,根据需要进行测试,并应重新检验(见 5.4.4.2.2c 和 5.4.4.2.3c)。

5.4.4.1.2 不能返工的缺陷

不能返工的缺陷应上交到由合同指定的由适当人员组成的评判委员会(MRB)。该委员会中至少应有一名符合 C 类要求(见 5.5.3.3)或 H 类要求(见 4.5.5.3.8)的承包商代表,当需要时还应有一名符合 B 类要求(见 5.5.3.2)或 H 类要求的政府成员。

5.4.4.1.3 MRB 仲裁

MRB 仲裁限于报废、修复和留用三种。留用处置需得到政府同意,留用理由应全部形成文件。修复处置按以下进行:

a. 按事先已形成文件且得到政府批准的修复程序进行修复。

b. 政府批准的特殊修复(事先没有文件)。这种修复的程序应逐步文件化,并应包括接受和拒收的标准。

如果对焊点进行一次再加热,但 A 级缺陷仍然存在,则不允许继续返工。这种情况应视为不能返工,并只可以采用政府批准的修复程序进行修复处置,此种处置应得到政府同意、且应将使用理由完全记入文件。修复的地方应重新检验,并应符合本标准、DOD-STD-2000-2、DOD-STD-2000-3 和装配图的要求。

5.4.4.1.4 缺陷率计算

缺陷率(5.4.4.1)为观察到的缺陷数与标称数的比值。根据 5.4.4 或 5.3.8 要求完成每次检验后,应对组装件的缺陷率和焊点缺陷率进行计算,并记入文件。组装件缺陷率和焊点缺陷率分别按下列方法进行计算:

a. 组装件缺陷率计算为观察到的组装件缺陷(包括表 V 所示缺陷)与标称数的比值。组装件缺陷的标称数为元器件,元器件引线,端子和组装件上导线的数目总和再加 1(印制板数)。

b. 焊点缺陷计算为观察到的焊点缺陷(包括表 V 所示缺陷)与标称数的比值。焊点缺陷的标称数应为组装件上所有端子与所有焊点的总和(对于印制线路板的金属化孔顶面和底面为一个完整的连接)。计算手工焊接缺陷率时,只考虑手工焊点;计算机器焊接缺陷时,只考虑机器焊接的焊点,焊点不可重复计入。

c. 对于每个组装件都应计算组装件和焊点的缺陷率,并应进行记录。除此之外,每个工作日检验的所有组装件的每种缺陷率总和应进行计算并进行记录。缺陷率的记录文件和数据应提交政府。

说明:为了易于了解缺陷率的计算和处置方法,附件 C 提供了判定流程图和计算示例。

5.4.4.2 缺陷的处置

表 V 所列和没有列入的缺陷处置方法如下:

a. 对于手工焊接组装件,缺陷的处置应按照 5.4.4.2.1 和 5.4.4.2.2。

b. 对于机器焊接组装件,缺陷的处置应按照 5.4.4.2.1 和 5.4.4.2.3。

5.4.4.2.1 组装件缺陷(非焊点缺陷)的处置

本步骤适用于所有手工焊接和机器焊接组装件。组装件缺陷的处置方法如下:

a. 表 V 中 A 级缺陷 A180 至 196 以及 A198 的处置应遵照 5.4.4.1.2。

b. 表 V 中 A 级缺陷 A130 至 A160、A196 和 A197 应不予通过,应按照 5.3.5.1 进行返工或按照 5.4.4.1.2 要求办理。

c. B 级缺陷一般不需返工,但当组装件缺陷率超过百分之三时,应按 5.3.5.1 进行返工,并应采取工艺措施进行控制。若缺陷率小于百分之三,只有 A 级缺陷才进行返工。

5.4.4.2.2 手工焊接缺陷的处置

本程序适用于所有手工焊接。缺陷的处置方法如下:

a. 表 V 所列 A 级缺陷应不予通过,应根据 5.3.5.1 进行返工,或按照 5.4.4.1.2 规定办理。

b. B 级缺陷一般不需返工,但当焊点缺陷率超过百分之三时,应根据 5.3.5.1 进行返工,并采取工艺措施进行控制,防止再生产时,缺陷重复出现。倘若缺陷率小于百分之三,只有 A 级缺陷才进行返工。

c. 当按 5.3.5.1 的步骤进行过一次返工后,仍存在缺陷的组装件不应予以通过。如有下列情况之一,可根据 5.4.4.1.2 的要求处理:

(1) 表 V 所列 A 级缺陷;

(2) 组装件缺陷率大于百分之三;

(3) 焊点缺陷率大于百分之三。

5.4.4.2.3 机器焊接缺陷处置

本程序适用于所有机器焊接组装件。缺陷处置方法如下:

a. 具有百分之三或更低的焊点缺陷率,且缺陷包括表 V 所列 A 级缺陷,或者 200 个或少于 200 个而缺陷最多为 10 个的机器焊接组装件,应用如下方法进行返工:

方法 1

根据 5.3.5.1,返工 A 级缺陷。

方法 2

根据 5.3.5.2 返工。

方法 3

根据 5.4.4.1.2 要求处理。

b. 具有百分之三以上焊点缺陷率的机器焊接组装件,应根据 5.3.5.2 进行返工,或根据 5.4.4.1.2 进行处理。并应采取工艺措施进行控制,以防止再生产时缺陷重复出现。

c. 按 5.3.5.2 进行过一次返工的组装件,如仍存在缺陷,则不予通过,并且存在以下情况之一,则应按 5.4.4.1.2 处理:

(1) 表 V 所列 A 级缺陷;

(2) 大于百分之三的组装件缺陷率;

(3) 大于百分之三的焊点缺陷率。

d. 按 5.3.5.2 重新焊接前,应按照 5.4.4.2.1 的要求处理组装件缺陷。

表 V 缺陷

编 号	A 级焊接缺陷
A101	无焊料接点
A102	桥接
A103	松香焊点
A104	冷焊点
A105	裂纹或移位
A106	焊料不足
A107	焊料过多, 盖住引线
A108	润湿面积小
A109	焊料飞溅
A110	麻点、针眼、孔或空洞
A111	印制线路板导电通路半润湿(非焊点处)
A112	焊接处半润湿
A113	焊料不平滑光亮
A114	焊料斑点、尖峰或毛刺
A115	组件上焊剂遗留物、油、脂
A116	多股导线浸锡不当
A117	焊料过热
A118	金属化孔没有填满
A119	焊点污染
A120	元件两侧弯曲半径处有焊料
A121	所有其他没有列入 B 组的焊点缺陷
编 号	A 级组装件缺陷
A130	引线和导线应力疏导不当(应力消除不当)
A131	金属外壳元件安装在导电线路上(不绝缘)
A132	不绝缘导线或元件引线安排在有可能引起短路的导电线路上方
A133	绝缘烧黑、烧坏或损坏(影响电性能)
A134	笼状线
A135	导线和引线刻痕或刮伤
A136	引线或导线脱皮, 金属暴露或划伤
A137	钩弯引线超出允许限制(电气间隙不足)
A138	引线过长(电气间隙不足)
A139	引线过短
A140	浸锡过多
A141	绝缘间隙不当
A142	端子填充过多
A143	引线弯曲半径不当
A144	引线弯曲空间不当
A145	需钩弯元件没有钩弯
A146	与相邻元件的间距不当
A147	元件与印制板间距不当
A148	元件无足够的支撑
A149	采用环氧敷形涂覆时, 玻璃外壳元件无缓冲材料保护

续表 V

编 号	A 级焊接缺陷
A150	元件距印制板边缘小于 1/16 英寸(1.6mm)引起干涉
A151	元件挡住终端或其他元件(除设计规定除外)
A152	元件外观损坏
A153	垂直安装元件间隙不当
A154	不当端子铆接
A155	最终焊接后引线切断
A156	采用错误零件
A157	有极性元件装错方向
A158	元件位置或空间不当
A159	导线或股线损坏
A160	所有其他没有列入 B 级的组装件缺陷。
编 号	A 级焊接、装配和印制电路板缺陷
A180	印制线路和印制电路板的焊接和组件缺陷
A181	导电图形脱层(焊后)
A182	印制板或零件有烧伤、烤伤
A183	过度卷曲、挠曲(焊后)
A184	斑点或微裂纹(焊后)
A185	基材分层
A186	导电图形分离
A186	所有其他没有列入 B 级的印制线路和印制电路板缺陷
A190	印制电路和印制电路板缺陷(焊前)
A191	过度卷曲或扭曲
A192	坑、划痕或夹杂
A193	导电图形起泡
A194	导电图形起皱
A195	孔尺寸不当
A196	斑点或微裂纹
A197	镀(涂)层不当
A198	电路裂碎
A198	所有其他没有列入 B 级的印制线路和印制电路板缺陷
编 号	B 级缺陷
B201	绝缘烧黑、烧损和损坏(不影响电气性能)
B202	多股导线散开(没有股线分离)
B203	引线或导线脱皮,没有母材金属暴露
B204	引线不充分或没有钩弯(非金属化孔)
B205	引线过长(电气间隙足够)
B206	端子处引线卷绕不当
B207	元件没有支腿、垫或凸出处放实
B208	元件安装正确,但标志不清
B209	元件没有垂直安装
B210	元件距印制板边缘小于 1/16 英寸(1.6mm),但对印制板安装没有引起妨碍
B211	元件相互间倾斜可能引起磨损
B212	引线倾斜不当
B213	引线头部焊料不足(不是由于焊后或处置后切掉)
B214	焊料过多,引线轮廓不清
B215	元件没有对中
B216	印制板划伤(没有暴露基材金属或纤维)

5.5 人员取证

5.5.1 证书

工作人员应持有满足 DOD-STD-2000-2 和 DOD-STD-2000-3 及本标准要求能力的证书,并应递交政府签约官员。应在工程或试验模件、初样模件完成或检验之前,或者在产品发货之前,根据本标准规定的要求对工作人员的资格作出鉴定。每个工作人员的证卡应佩戴在身上或放置在工作处明显的地方。

5.5.2 视力

所有各类取证候选人员至少应具备以下的视力要求:

- a. 远视:斯内伦视力表 20/40 或更好。
- b. 近视:0.5mm 字符在 14 英寸(35.56cm)时达到耶格 1 或更好。
- c. 颜色辨别:用标准色板(如 Dvorine 伪单色卡、Ishihara 卡或其他等效卡)。
- d. 深度辨别:用标准试验方法确定,精细、近距离双目视力正常。

所有按本标准取证的人员应由合格的眼测师进行视力测试,决定是否具有满足这些视觉要求的能力。对于 35 岁或 35 岁以上的人员,眼测试频率为每年一次,35 岁以下人员每两年 1 次,但个别人员可根据注册眼科医生建议提高测试频率。戴眼镜是允许的,但在证书应加注明,且在进行焊接和检验时应使用眼镜。在焊接和检验过程中采用具有单筒可调目镜的双筒显微镜时,可以不用眼镜。不能满足以上任何要求的候选人,没有资格参加培训和取证;此前已经取证的,应予以调消。

5.5.3 证书类别

证书的签发有以下十类:

- A. 政府高级检查员
- B. 政府指导检查员(除 M 类外)
- C. 承包商指导检查员
- D. 检验员(承包方)
- E. 操作者(承包方)
- F. 政府检验员(除 N 类外)
- G. 政府操作者
- H. 过程检验员
- M. 政府签约管理办公室(GCAO)指导检查员
- N. 政府签约管理办公室(GCAO)质量保证代表(QAR)
- R. 受限制范围的操作者或检验员

承包方 C 类人员由批准的学校发证;承包方 D、E 和 R 类人员由承包方发证。

5.5.3.1 A 类政府高级检查员

5.5.3.1.1 A 类权力

A 类人员有权对其他各类人员进行培训、发放证件要求他们取证或重新取证。A 类人员还有权监督、评价焊接工艺、劳动技能、培训程序和设施是否符合本标准。

5.5.3.2 B 类政府指导检查员(M 类除外)

5.5.3.2.1 B 类权力

B 类人员有权要求 C、D、E、R、F 和 G 类人员重新取证,有权监督承包方的焊接工艺和技

能是否符合本标准。有权在政府的设施上完成焊接操作和检验,验证其是否符合本标准。

5.5.3.3 C类承包方指导检查员

5.5.3.3.1 C类承包方人员

C类人员应是圆满完成80小时焊接课程(见5.5.7.4)的承包方人员。C类人员的证书及表现应每年进行考核。

5.5.3.3.2 C类权力

C类人员有权对D、E和R进行培训,要求他们重新取证,若他们受雇于:

- a. 同一公司;或
- b. 同一公司的分支机构;或
- c. 作为C类人员全天雇主的同一公司分承包商。

C类人员有权监督焊接工艺和操作是否符合本标准,有权进行检验,保证符合本标准,有权决定适合R类检验员或操作员的操作或程序。

5.5.3.4 D类检验员

5.5.3.4.1 D类承包方人员

D类人员应为:

- a. 按照5.5.3.5完成所有对E类操作者的要求;
- b. 圆满完成由C类指导检查员指导的最少20小时的附加检验员课程,并取得承包方发放的证书。

5.5.3.4.2 D类权力

D类人员有权按本标准要求完成检验,若此类人员受雇于:

- a. 同一公司;或
- b. 同一公司的分支机构;或
- c. 作为C类人员全天雇主的同一公司的分承包商。

5.5.3.5 E类操作者

5.5.3.5.1 E类承包方人员

E类人员在圆满完成由C类指导检查员指导的40小时焊接课程后,由承包方发放证书。

5.5.3.5.2 E类权力

E类人员有权根据本标准进行焊接操作,若此类人员受雇于:

- a. 同一公司;或
- b. 同一公司的分支机构;或
- c. 作为C类人员全天雇主的同一公司的分承包商。

5.5.3.6 F类政府检验员(N类除外)

5.5.3.6.1 F类权力

F类人员有权按本标准完成检验。

5.5.3.7 G类政府操作者

5.5.3.7.1 G类权力

G类人员有权根据本标准进行操作。

5.5.3.8 H类过程检查员

5.5.3.8.1 H类人员

H类人员在圆满完成重点为检验和机器焊接工艺的80小时课程后,由政府颁发证书。H类人员的证书和他们的表现应每年考核。当所有对H类人员的要求可以由C类人员完成时,则不要求承包方有H类人员。

5.5.3.8.2 H类权力

H类政府人员有权建议H类承包人员和C、D、E和R类人员重新取证,有权检查焊接工艺和操作是否符合本标准,有权进行质量保证活动,有权参与材料评判组委员会(MRB)的决定,H类承包方人员有权建议D、E和R类承包人员重新取证,有权检查承包方焊接工艺和操作是否符合本标准,有权进行质量保证活动,有权参与材料评判委员会的决定。

5.5.3.9 M类GCAO指导检查员

5.5.3.9.1 M类权力

M类人员有权要求C、D、E、R和N类人员重新取证,有权监督承包方的焊接工艺和操作是否符合本标准。

5.5.3.9.2 M类培训权力

M类人员有权对N类人员进行培训,以达到本标准。

5.5.3.10 N类GCAO质量保证代表(QAR)

5.5.3.10.1 N类权力

N类人员有权监督和验证C、E和R类承包方人员的证件状态,并在适当时候推荐重新取证。N类人员有权监督承包方的焊接工艺和操作,以验证承包方是否符合本标准。

5.5.3.11 R类有限范围操作者和检验员

5.5.3.11.1 R类承包方人员

R类人员应由承包方选用来完成有限数量的操作或步骤。培训项目应至少包括R类人员将要取证的那些操作和步骤。使用R类操作者或检验员在承包方的设施上完成一定功能或操作应事先得到A类政府高级检查员的同意。由分承包商进行的类似操作应得到主承包商同意,并且由A类或B类人员根据5.5.3.1.1和5.5.3.2.1进行审定。

5.5.4 证书状态的取得

C类取证人员应在政府批准的学校内,参加并圆满完成80小时的正式培训课程。D和E类取证人员应参加并圆满完成由C类指导检查员主持的40小时正式培训课程。

5.5.5 培训程序

5.5.5.1 承包方培训程序

5.5.5.1.1 综述

承包方应制定和保持有效的书面培训计划,对所有在完成已知政府部门合同中与本标准有关的操作人员进行资格、取证和重新取证的培训,并应包括分承包,厂间订货和外购订单的范围。应采用本标准描述的方法、设备和材料进行培训。当参加人员展示了熟练程度后,应颁发给承包方证书。承包方应准备和保存上述人员的培训记录及其表现记录。

5.5.5.1.2 培训记录

承包方的培训记录在合同期内应予以保存,对于每个培训人员,以下项目应在他的证书期内予以保存:

- a. 培训人员制造的显示圆满符合本标准的有关要求的试样;
- b. 记分的书面试卷;

- c. 受雇用的雇主、生产部门和工作所在地；
- d. 证书类别；
- e. 发证或续发证的日期；
- f. 最近时间内的视力检查记录。

5.5.5.1.3 程序评价

培训程序应由 A 类高级检查员进行评价,以保证该程序与本标准的适应性。A 类高级检查员保留在任何时候当本标准没有被满足的情况下,否定该培训程序的权力。

5.5.5.2 政府培训程序

政府负责其人员的取证。

5.5.6 取证状态的保持

5.5.6.1 综述

根据合格的视力、检验数据的评价或已制造的产品质量情况,可以要求有关的焊接人员演示自己的熟练程度,或将其保持在有关类别里予以取证。

5.5.6.2 连续操作评价

对 D 类和 E 类人员应按 5.5.7.2 规定进行连续操作评价。

5.5.7 重新取证

5.5.7.1 要求

在下列条件下,应要求重新取证:

- a. 没有达到标准要求的熟练程度；
- b. 新技术产生所需的新技能；
- c. 证书持有者更换雇主；
- d. 因为某种原因对能力和技能有怀疑
- e. 工作时间间断超过 90 天(C、D、E 和 R 类)；
- f. 取证 12 个月之后。

5.5.7.2 过程

重新取证过程如下:

a. C 类人员应每年参加一次由取证中心举办的至少 8 小时的提高课程,并向 A 类高级检查员或指定的 B 级代表演示自己的熟练程度。不能演示自己熟练掌握的 C 类人员将被要求在进一步操作之前,圆满完成取证课程。通过提高课程的人员的证书将延长一年的时间。首次获得证书的 C 类人员每四年应在取证中心参加一次至少 40 小时的重新取证课程(见 5.5.7.4)。参加取证课程者不再参加提高课程。在圆满完成 40 小时课程的基础上,C 类人员将重新获得证书,并可在该取证周期内继续有效。

b. 当遇到 5.7.7.1b 的情况时,C 类人员应参加重新取证课程,并演示掌握了新技术后,方可予以取证。

C、D、E 和 R 类人员应由 A、B 或 C 类人员根据 5.5.5.1.1 的要求,规定重新取证。所有重新取证课程均要求书面测试至少 80% 的正确率,测试应与原证书课程的测试相匹配。

5.5.7.3 取消证书状态

在以下情况下发放的证书应予以取消:

- a. 证书持有者没有达到重新取证要求；

- b. 承包方的培训课程没有满足本标准的目标；
- c. 证书持有者不再为原发证承包商所雇用；
- d. 证书持有者没有达到视力要求；
- e. A、B、C 和 M 类指导检查员认为工作质量变坏。

5.5.7.4 取证手段

批准的学校的地址和电话可以从以下部门得到：

Commander

Air Force wright Aeronautical Laboratory
(AFWAL/MLSE)

Wright—Patterson AFB, OH 45433—6503

Telephone; Commerical (513) 255—5128

AUTOVON 785—5128

Command

U. S. Army Missile Command
(AMSMI—SE—TD—ST)

Redstone Arsenal, AL 35898—5290

Telephone; Commercial (205) 876—9086

AUTOVON 746—9086

Commanding Officer

Naval Air Engineering Center
(Code 9313)

Lakehurst, NJ 08733—5100

Telephone; Commercial (201) 323—7475

AUTOVON 624—7475

6 说明

6.1 替代说明

本标准是高质量、高可靠焊接系列文件之一。该系列由 DOD—STD—2000—1 高质量、高可靠焊接技术；DOD—STD—2000—2 高质量、高可靠电气电子组装件的元器件部件的安装；DOD—STD—2000—3 高质量、高可靠焊接技术评定准则组成。该系列作为一套文件代替以下所列文件。所列文件在收到另行发出的废除说明之前，继续有效。

MIL—S—45743

高可靠性电气电子设备手工焊接

MIL—S—46844

印制电路组装件焊料浸焊

MIL—S—46860

金属带状引线材料与已涂焊料的导电导体的焊接。
(再流焊工艺)

MIL—S—50826(AR)

特种武器项目及其相关电子装置的焊接连接

MIL—S—50227(AR)

常规武器项目及其相关电子装置的焊接连接

MIL-STD-252(CR)	有线电子设备和其他电子装置设备外观和机械缺陷的分类
MIL-STD-1460(AR)	电气连接和印制电路板组装件的焊接和步骤
QWS-10.00B	电子设备中布线和焊点的验收准则
WS-4550	印制电路板组装件波峰焊接及自动机器焊接
WS-14146	电气连接的准备,焊接和检验

6.2 与以前版本的差别

本标准的空白部门以垂直线划开,用来标明在原发行版本上的变动(增加、修改、修正和删节)。这只作方便之用,政府没有任何责任保证这些注释的精确性。投标者和承包商应谨慎从事。根据整体内容,而不要根据空白处的注释和前期发行的关系去评价文件的要求。

6.3 主题词(关键词)

电连接器
脱脂剂
电子元器件组件
焊剂,焊接
电绝缘套管
印制电路板
挠性印制线路
印制线路板组装件
软钎焊料
电烙铁
斯托达德溶剂
线束

6.4 公制单位的采用

英制单位(英寸、磅、华氏)是美国工业在制造电子组件方面采用的主要单位。本文件中采用的测量单位是英制单位,其后有对应的公制单位值。英制与公制单位的换算根据 FED-STD-376。本文件中对应公制值换算到有意义的数值,不采用数学上正确,而不能反应合理程度的直接换算(例如 5.002mm 认为是不合理的,应换算到 5.0mm)。当发生冲突时,以英制测量单位优先。

管理单位:

空军-20 国家标准协会-NS

陆军-MI

海军-AS

审定单位:

空军-11、15、17、19、84、99

陆军-AR、CR、ER、MR

海军-EC、OS

DLA-ES、DH

使用单位:

陆军—AV

海军—MC

DLA—DH

制定单位

海军—AS

(项目号:SOLD—0022)

附录 A
测量烙铁头 2mV 电压的步骤
(见 4.11.3)

10 范围

本附录建立了测量烙铁头 2mV 电压的步骤。

20 参考文件

无

30 定义

无

40 一般要求

40.1 设备要求

设备的最低技术规格应是为完成测量所要求的主要参数,这里给出用来帮助在应用试验室中自行选择替代设备。电压表必须有最后检测时间的标志。

表 A—I 设备要求

项 目	最低使用技术要求	测量设备和装置(见 40.2)
TRMS 电压表	精度:±10%(在 2mV 有效值) 频率范围:50~500Hz 输入电阻:10 兆欧	惠普 3400A 型或 Keithly 132F 型
电 缆	类型:屏蔽 BNC(插头) 与鳄鱼夹相联	Pomona 电子 AL-B-BNC-36 型
地接线柱	类型:示波器探针与鳄鱼夹相联	Tektronix 零件号 175-0125-01 和 344-0046-00
薄垫片	材料:青铜或紫铜 厚度:0.008~0.002 英寸 (0.20~0.5mm) 尺寸:大约 1.5×0.75 英寸 (4.81×1.90cm)	
焊料	类型:松香芯	

40.2 本步骤和表 A—I 所列的仪器是从国防部已知现有的仪器中挑选,所列厂家和型号并不意味国防部批准或向其它机构推荐这些仪器。应该承认,其他制造厂生产的同类产品也可能

圆满完成本步骤,亦可以使用。

50 详细要求

50.1 预备操作

50.1.1 电导板准备

50.1.1.1 清除薄垫片表面的污垢和腐蚀物。如果在薄垫片上已有充分的焊料层,则按 50.1.2 步进行。

50.1.1.2 用试验的电烙铁(UUT)在薄垫片上粘着一小层焊料,如图 A-1 所示。

说明:将薄垫片加热到足够的温度,使垫片与焊料有一个润湿面较大的结合。

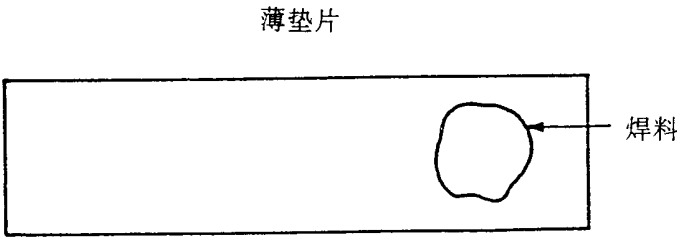


图 A-1 电导板的准备

50.1.2 试验设备的建立(见图 A-2)

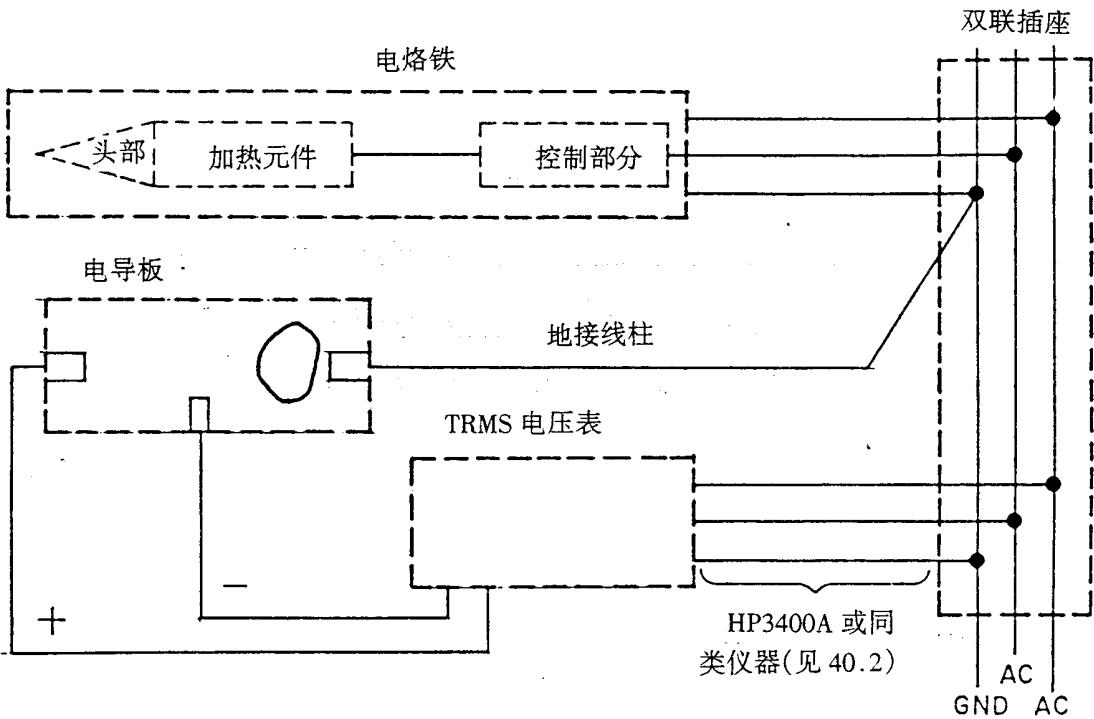


图 A-2 测试系统有效值电压电平的测量

50.1.2.1 将 BNC 电缆接头与 TRMS 电压表输入端相接(如采用 Keithley 132F 型,则需要一个附加香蕉接头(插头)与 BNC 座(插座)相连)。

50.1.2.2 将地线柱的探头与 UUT 输入接头的地线针相接。

50.1.2.3 选择 TRMS 电压表的合适量程和功能。

50.1.2.4 将 TRMS 电压表和 UUT 插入同一双联 AC 墙式插座(Keithley 123 型由电池操作不用插入)。

50.1.2.5 将红导线鳄鱼夹与电导板相联。

50.1.2.6 将黑导线鳄鱼夹与电导板相联。

50.1.2.7 将地线柱鳄鱼夹与电导板相联。

50.2 测量过程

50.2.1 测量试验系统的有效值电压电平

50.2.1.1 接通 TRMS 电压表和 UUT 的电源。对具有温度可控的 UUT,将其温度控制调至最高温度,进行 15 分钟预热。

50.2.1.2 记录 TRMS 电压表的读数 V_1 ,这就是试验系统的有效值电压电平。

50.3 测量 UUT 有效值电平(见图 A-3)

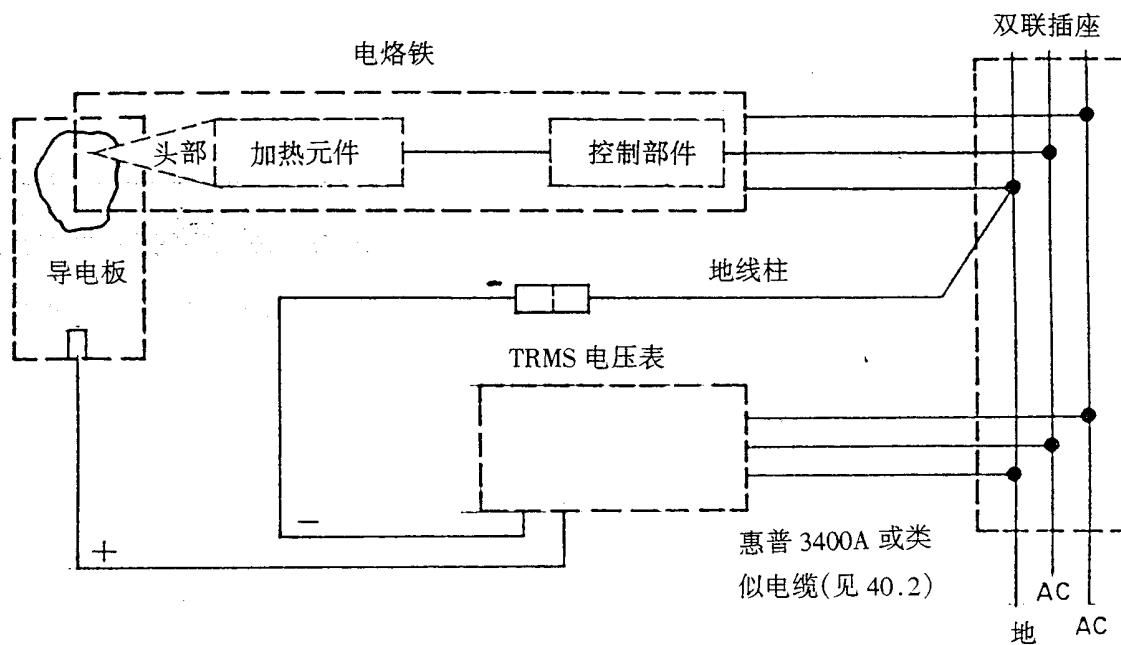


图 A-3 UUT 有效值电压电平的测量

50.3.1 将黑导线鳄鱼夹和地线鳄鱼夹从电导板上拆掉。

50.3.2 将黑导线鳄鱼夹与地线鳄鱼夹连接。

50.3.3 将电烙铁从烙铁架上抬起、紧紧地压在电导板上的焊料层上,延续约 30 秒,使电压稳定。

50.3.4 记录 TRMS 电压表的读数值 V_2 。

50.3.5 计算并记录 UUT 有效值电压电平 C_1 ,

$$C_1 = V_2 - V_1$$

50.4 测量报告

对于每个 UUT 应有书面报告,并至少应包括以下信息:

- a. UUT 描述(厂家、类型和辨别号)
- b. 试验系统有效值电压 V_1
- c. 有效值电平 V_2
- d. UUT 有效值电平 C_1

附录 B
斯托达德石油蒸馏溶剂
(见 4.16.4 和 4.16.4.6)

10 范围

本附录规定了一般称为“斯托达德溶剂”的石油蒸馏液的要求,该溶剂符合本标准和 ASTM D 235 I 型的要求。本附录的要求与 NANAIIRSYSCOM 图 200AS311 的要求相对应。

10.1 分类

材料应根据 ASTM D 235 I 型分类

20 参考文件

20.1 政府文件

以下文件构成本附件的一部分,作为对本标准的扩展。

联邦技术规范 TT-T-266 涂料和漆(硝酸纤维)稀释剂

(承包商需要的有关特定需求功能的技术规范、标准、手册、图纸和出版物应从承包机构获得或在政府承办官员指导下获得。)

20.2 其他出版物

以下文件构成本附件的一部分,作为本标准的扩展。

美国试验和材料学会(ASTM)

ASTM D 235 矿物酒精(汽油)(碳水化合物干洗溶剂)

ASTM E 168 红外定量分析一般技术的推荐操作规程

(索取付本应写信给美国试验与材料学会)

30 定义

30.1 石油蒸馏液

石油蒸馏液就是一种从石油中蒸发出的碳水化合物,它没有受到氧化物,卤化物或在石油中不存在的其他功能溶剂的污染。

40 一般要求

40.1 列表要求(见表 B-1)

表 B-1 列表要求

组 合	最大体积百分比
1. 非饱和烯烃或环烯烃化合物	5
2. 除乙基苯以外的 8 个或 8 个以上碳原子芳香族化合物	8
3. 芳香族化合物和烯烃总和	20
4. 氧化物溶剂	负结果

50 试验要求

- 50.1** 联邦技术条件 TT-T-266 4.3.13 条配合表格要求(见表 B-1)。
- 50.2** 溶剂必须满足所有 ASTM D 235 的要求。
- 50.3** 红外分析(见 ASTM E 168 配合 30.1)。
- 50.4** 溶剂的检验应由采办文件指定的供应商或用户完成。

附录 C 缺陷处理流程图

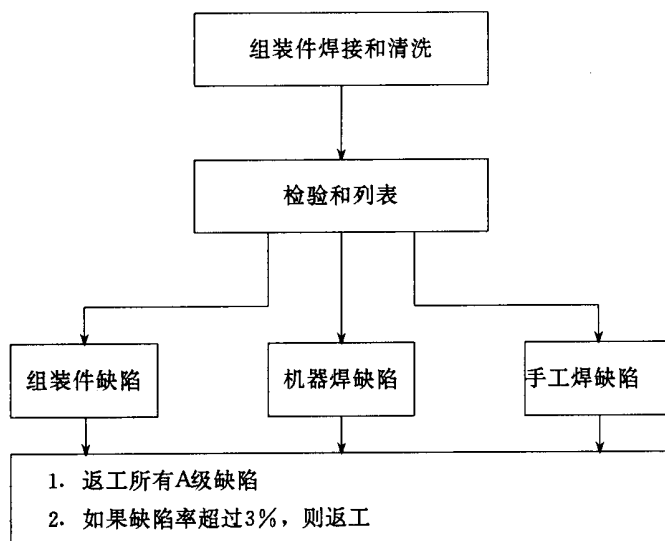
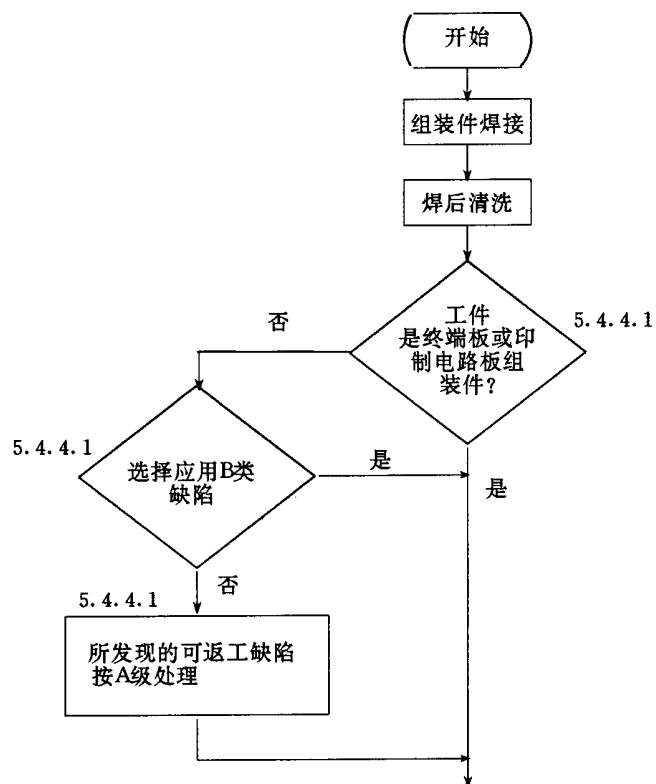


图 C—1 组装件焊接和清洗流程图



图C—2缺陷处理流程图(续)

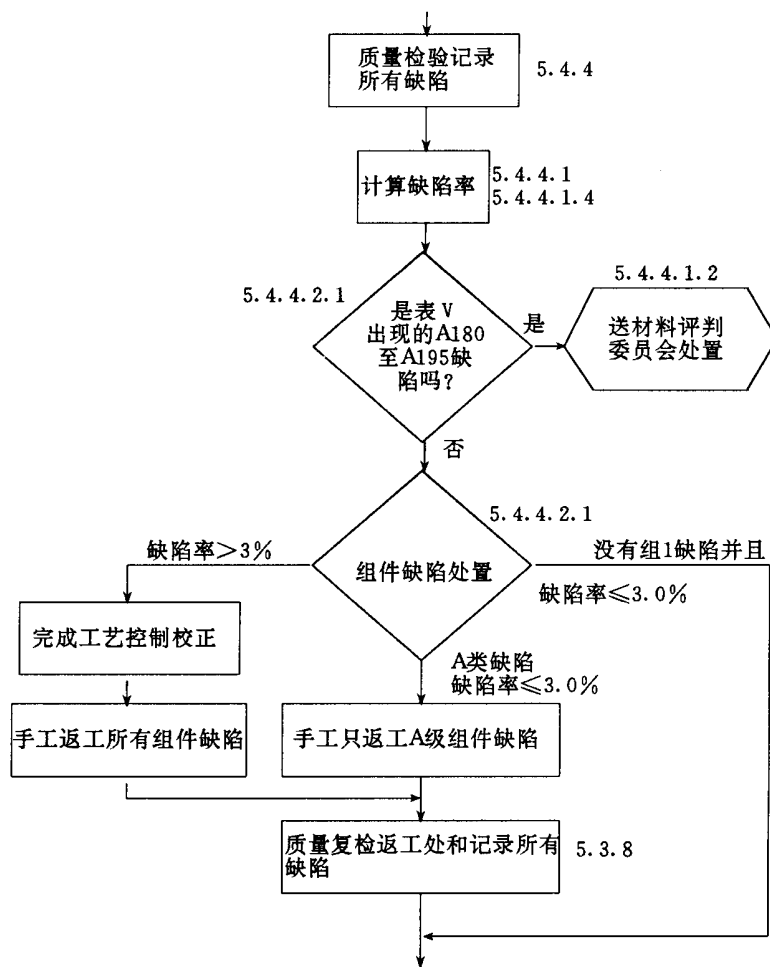


图 C-2 缺陷处理流程图(续)

图 C-3 组件缺陷的计算(见 5. 4. 4. 1. 4)

元件	6
元件引线	22
端子	3
导线	1
印制线路板	$\frac{+1}{33}$ = 标称数

$$\frac{\text{观察到的组件缺陷数}}{\text{标称数}} = \text{组件缺陷率}$$

例:如果有 3 个组件缺陷在下图的印制线路板上发现,则组件缺陷率为 $\frac{3}{33}=9.1\%$

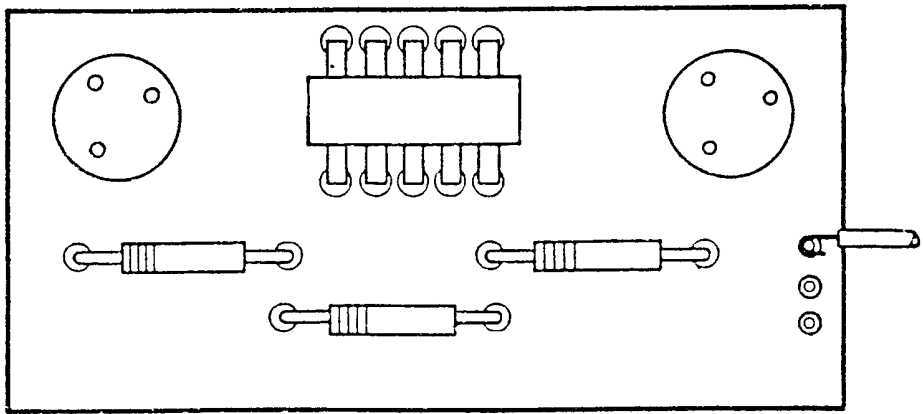
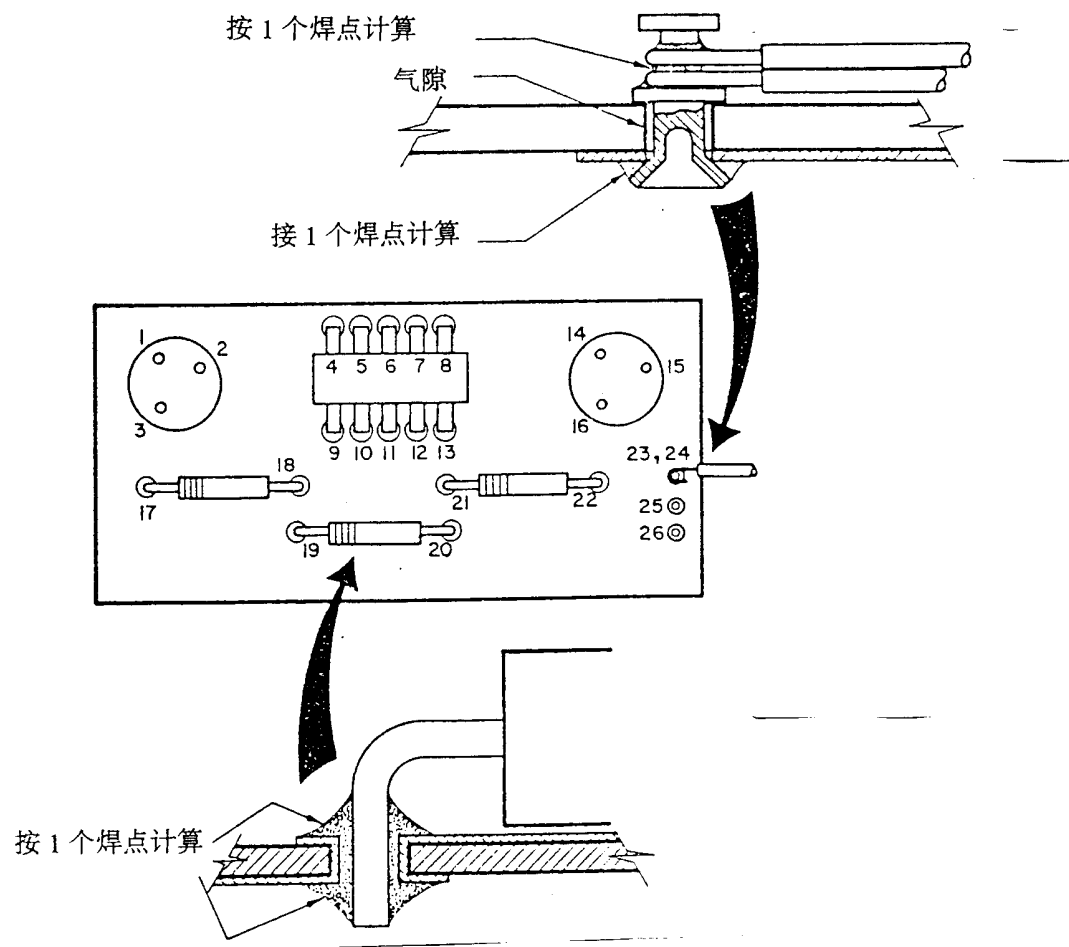


图 C-4 焊接缺陷的计算(见 5. 4. 4. 1. 4)

焊点 = 26 = 标称数

$$\frac{\text{观察到的焊点缺陷}}{\text{标称数}}$$

例:如果在如下印制电路板上发现 2 个焊点缺陷则焊点缺陷率为 $\frac{2}{26}=7.7\%$



翻译 吴 瑾
 校对 刘正川 华 苇
 审校 王建中 徐功杰