



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 6100

GJB/Z 227—2024

## 军用电子元器件禁限用工艺、材料 和结构指南

Guideline for prohibited or restricted technologies, materials and structures of  
military components

2025—01—07 发布

2025—03—01 实施



中央军委装备发展部 颁布



## 前 言

本指导性技术文件由中央军委装备发展部综合计划局提出。

本指导性技术文件起草单位：工业和信息化部电子第四研究院、中航光电科技股份有限公司、中国航天科技集团有限公司第一研究院、中国航天科技集团有限公司第五研究院西安分院、贵州航天电器股份有限公司、中国航天科技集团有限公司第九研究院第七七一研究所、中国航天科技集团有限公司第九研究院第七七二研究所、桂林航天电子有限公司、中国航天科工集团第十研究院贵州航天林泉电机有限公司、杭州航天电子技术有限公司、济南市半导体元件实验所、中国电子科技集团公司第十八研究所、中国电子科技集团公司第二十三研究所、中国电子科技集团公司第二十四研究所、中国电子科技集团公司第四十三研究所、中国电子科技集团公司第五十五研究所、中国电子科技集团公司第五十八研究所、中航富士达科技股份有限公司、陕西华达科技股份有限公司、中国振华集团云科电子有限公司、中国振华(集团)新云电子元器件有限责任公司、深圳市振华微电子有限公司、深圳振华富电子有限公司、贵州振华华联电子有限公司、贵州振华群英电器有限公司、成都宏科电子科技有限公司、北京七一八友晟电子有限公司、成都亚光电子股份有限公司、石家庄天林石无二电子有限公司、北京七星飞行电子有限公司、中国电子科技集团公司第二十六研究所、中国电子科技集团公司第四十八研究所、中国电子科技集团公司第四十九研究所、中国电子科技集团公司第十二研究所、中国科学院空天信息创新研究院、中国电子科技集团公司第二十一研究所、西安微电机研究所、中国航天科工集团有限公司第十研究院国营三四〇一厂、北京市科通电子继电器总厂有限公司、中国电子科技集团公司第八研究所、中国电子科技集团公司第四十四研究所、北京瑞普北光电子有限公司、天津六〇九电缆有限公司、南京全信传输科技股份有限公司、合肥正阳光电科技有限责任公司、中国电子科技集团公司第十三研究所。

本指导性技术文件主要起草人：曹锦珠、张玉芹、王宝友、张磊、彭伟、王珏、朱茗、孙传灏、张朋、崔莹、周俊、李锬、张秋、王琪、罗晓羽、曹易、张戈、刘秀娟、成慧、安琪、刘学孔、曹赞、田欣、田晨燕、杨帆、闫美存、汤朔、周必海、赵纪正、王会生、黎世山、陈杰、肖玲、肖汉武、赵玉玲、卞岩、叶育红、张青、李扬兴、徐鹏飞、李强、徐琴、张波、王建雄、葛雄浩、加春雷、韩宝妮、蒋天诗、邓星权、王伟、武婷、应沈炜、高杨涛、冯玲玲、王勇、张瑶、王晓卫、何猛、皇甫蓬勃、李钰、林鹏荣、刘学明、赵丽颖、肖倩、谢佳维、梁田、曾扬、周国方、于建楠、赵世柯、薛静、崔晓东、郑文鹏、陈峰、卢崇庆、赖耀康、胡治国、周海峰、屈小艳、王四新、韦玮、李峰、徐造伏、郭嫵、魏爱新、崔波、李东强。



# 军用电子元器件禁限用工艺、材料和结构指南

## 1 范围

本指导性技术文件规定了军用电子元器件禁限用工艺、材料和结构(禁限用工艺、材料和结构以下简称“禁限用”)的一般要求、各类元器件详细要求。

本指导性技术文件适用于军用电子元器件,包括电阻器、电容器、微波器件、半导体分立器件、混合集成电路、半导体集成电路、电连接器、磁性元器件、开关、微特电机、传感器、电池、继电器、真空电子器件、纤维光学产品、光电器件、电线电缆。其他专业电子元器件可参照执行。

## 2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本指导性技术文件的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本指导性技术文件,但提倡使用本指导性技术文件的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本指导性技术文件。

- GB/T 4796—2017 环境条件分类 环境参数及其严酷程度
- GB/T 4798.10—2006 电子电工产品应用环境条件 引言
- GB 6514—2008 涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化
- GB 7692—2012 涂装作业安全规程涂漆前处理工艺安全及其通风净化
- GB/T 9491—2002 锡焊用液态焊剂(松香基)
- GB/T 11373—2017 热喷涂 金属零部件表面的预处理
- GB/T 12611—2008 金属零(部)件镀覆前质量控制技术要求
- GB/T 16923—2008 钢件的正火与退火
- GB/T 18177—2008 钢件的气体渗氮
- GJB 33B—2021 半导体分立器件总规范
- GJB 65B—1999 有可靠性指标的电磁继电器总规范
- GJB 191B—2009 含宇航级云母固定电容器通用规范
- GJB 192B—2011 有失效率等级的无包封多层片式瓷介电容器通用规范
- GJB 468A—2011 1类瓷介固定电容器通用规范
- GJB 481—1988 焊接质量控制要求
- GJB 509B—2008 热处理工艺质量控制
- GJB 597B—2012 半导体集成电路通用规范
- GJB 603A—2011 有失效率等级的铝电解电容器通用规范
- GJB 681A—2002 射频同轴连接器通用规范
- GJB 773B—2015 航空航天用含氟聚合物绝缘电线电缆通用规范
- GJB 924A—2012 2类瓷介固定电容器通用规范
- GJB 972B—2018 塑料膜介质非金属壳交直流电容器通用规范
- GJB 1150A—2017 电子对抗设备电气装配通用要求
- GJB 1214A—2009 含宇航级金属化塑料膜介质密封固定电容器通用规范
- GJB 1427B—2013 光纤通用规范

- GJB 1431A—2014 空间单晶硅太阳能电池通用规范
- GJB 1432B—2009 片式固定电阻器通用规范
- GJB 1659A—2009 光纤光缆接头通用规范
- GJB 1864A—2011 射频固定和可变片式电感器通用规范
- GJB 1919A—2009 耐环境中性圆形光纤光缆连接器通用规范
- GJB 1936A—2009 纤维光学无源耦合器通用规范
- GJB 1940A—2012 高压多层瓷介固定电容器通用规范
- GJB 2283A—2014 片式固体电解质钽固定电容器通用规范
- GJB 2438B—2017 混合集成电路通用规范
- GJB 2601A—2011 纤维光学衰减器通用规范
- GJB 3016A—2011 单芯光纤光缆连接器通用规范
- GJB 3763A—2004 钛及钛合金热处理
- GJB 3931—2000 光纤光缆旋转接头总规范
- GJB 4041—2000 航天用电子元器件质量控制要求
- GJB 4157A—2011 高可靠瓷介固定电容器通用规范
- GJB 4412—2002 纤维光学开关通用规范
- GJB 5020—2001 压连接技术要求
- GJB 5021A—2011 高可靠射频同轴连接器通用规范
- GJB 5249—2004 纤维光学波分复用器/解复用器通用规范
- GJB 6790—2009 圆形插头插座式多芯光缆连接器通用规范
- GJB 7392—2011 空间用三结砷化镓太阳能电池通用规范
- GJB 7400—2011 合格制造厂认证用半导体集成电路通用规范
- GJB/Z 112—1998 宇航用电子元器件选用指南 电容器
- GJB/Z 299C—2006 电子设备可靠性预计手册
- GJB/Z 457—2006 机载电子设备通用指南
- GJB/Z 594A—2000 金属镀覆层和化学覆盖层选择原则与厚度系列
- JB/T 4215—2008 渗硼
- JB/T 7712—2007 高温合金热处理
- JB/T 9197—2008 不锈钢和耐热钢热处理
- SJ 20632—1997 印制板组装件总规范
- SJ 20882—2003 印制电路组件装焊工艺要求
- QJ/Z 127—1984 变形铝合金的热处理
- QJ/Z 147—1985 电子元器件搪锡工艺细则
- QJ 165B—2014 航天电子电气产品安装通用技术要求
- QJ 175—1993 超高强度钢熔焊通用技术条件
- QJ 450B—2005 金属镀覆层厚度系列与选择原则
- QJ 452—1988 锌镀层技术条件
- QJ 454—1988 铜锌层技术条件
- QJ 456—1988 硬铬镀层技术条件
- QJ 457—1988 锡镀层技术条件
- QJ 458—1988 银镀层技术条件

- QJ 477—1988 锌盐磷化膜层技术条件
- QJ 1182A—2005 铸造铝合金熔炼规范
- QJ 1289—1995 结构钢、不锈钢电阻点、缝焊技术条件
- QJ 1666A—2011 钛及钛合金熔焊技术要求
- QJ 1788—1989 钛及钛合金熔焊工艺
- QJ 1842A—2011 结构钢、不锈钢熔焊技术要求
- QJ 1843A—1996 结构钢、不锈钢熔焊工艺规范
- QJ 2048—1991 电火花数控线切割通用工艺规范
- QJ 2205—1995 铝合金电阻点、缝焊技术条件
- QJ 2206—1991 铝合金电阻点、缝焊焊接工艺
- QJ 2255—1992 铍青铜的热处理
- QJ 2538A—2016 结构钢的热处理
- QJ 2695—1995 钛及钛合金电阻点、缝焊技术条件
- QJ 2697—1995 镁合金熔焊技术条件
- QJ 2698A—2011 铝及铝合金熔焊技术要求
- QJ 2711A—2014 静电放电敏感器件安装工艺技术要求
- QJ 2727A—2014 碳纤维/酚醛—高硅氧纤维/酚醛复合模压制品规范
- QJ 2754—1995 卫星结构件防护性镀覆和涂敷通用规范
- QJ 2864B—2018 铝及铝合金熔焊工艺规范
- QJ 2865A—2014 导管焊接技术要求
- QJ 2908—1997 铝合金胶接前磷酸阳极化膜层工艺规范
- QJ 2921—1997 锌镀层、镉镀层抗腐蚀性技术要求
- QJ 2964—1997 液压系统 流量和压力控制阀试验方法
- QJ 3011—1998 航天电子电气产品焊接通用技术要求
- QJ 3012—1998 航天电子电气产品元器件通孔安装技术要求
- QJ 3099—1999 航天产品焊接质量控制通用要求
- QJ 3117A—2011 航天电子电气产品手工焊接工艺技术要求
- QJ 3130A—2016 航天电子电气产品焊接通用技术要求
- QJ 3171—2003 航天电子电气产品元器件成形技术要求
- QJ 3267—2006 电气元器件搪锡工艺技术要求
- QJ 3268—2006 导线端头处理工艺技术要求
- Q/QJA 20084A—2017 宇航用半导体集成电路通用规范
- Q/RJ 557—2017 航天型号产品禁(限)用工艺目录
- Q/W 1036B—2016 航天器电子电气产品紧固件安装工艺规范
- ECSS-Q-70-18A:2001 射频同轴电缆的制备、组装和安装(Preparation, assembly and mounting of RF coaxial cables)
- EEE-INST-002:2003 电子电气部件选择、筛选、鉴定和降额说明(Instructions for EEE Parts Selection, Screening, Qualification, and Derating)
- J-STD-001F:2014+S1-2015CN 焊接的电气和电子组件要求
- IPCJ-STD-001DCN 焊接的电气和电子组件要求
- SD 18 军用电子元器件要求和应用指南(Parts Requirements and Application Guide)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指导性技术文件。

#### 3.1 禁用工艺

在电子元器件设计、生产、检测、安装及使用等过程中，不能保证产品质量或易引起质量问题，严重污染环境、危害生产和人身安全，明令禁止、明确淘汰的工艺。

#### 3.2 禁用材料

在电子元器件设计、生产、检测、安装及使用等过程中，不能保证产品质量或易引起质量问题、技术上难以检测或不能经济检测，或严重污染环境、危害生产和人身安全，明令禁止、明确淘汰的材料。

#### 3.3 禁用结构

在电子元器件设计、生产、检测、安装及使用等过程中，不能保证产品质量或易引起质量问题、危害生产和人身安全，明令禁止、明确淘汰的结构。

#### 3.4 限用工艺

在电子元器件设计、生产、检测、安装及使用等过程中，质量保证难度较大或对环境保护有影响，且尚无成熟替代工艺，在一定条件下(如采取补偿等措施或经过试验验证)可以满足产品质量或使用要求，长远应逐步淘汰的工艺。

#### 3.5 限用材料

在电子元器件设计、生产、检测、安装及使用等过程中，质量、生产和人身安全保证难度较大或对环境保护有影响，且尚无成熟替代材料，在一定条件下(如采取补偿等措施或经过试验验证)可以满足产品质量或使用要求，长远应逐步淘汰的材料。

#### 3.6 限用结构

在电子元器件设计、生产、安装及使用等过程中，质量保证难度较大，且尚无成熟替代结构，在一定条件下(如采取补偿等措施或经过试验验证)可以满足产品质量或使用要求，长远应逐步淘汰的结构。

### 4 一般要求

#### 4.1 贯彻原则

军用电子元器件禁限用工艺、材料和结构要求应按以下原则贯彻执行：

- a) 元器件在设计、研制、生产和检测阶段，应禁止选择和使用影响产品质量和可靠性或导致产品失效、性能降低的工艺、材料和结构，从源头上进行管控；
- b) 用户单位研制型号产品应禁止选择和使用禁用工艺、材料和结构的元器件，不应将其列入选用清单；
- c) 行业内共性禁限用要求，各类元器件适用时应参照执行；
- d) 已使用了禁用工艺、材料和结构的元器件，用户单位应编制分析报告，应制定有效的质量控制方案、限期淘汰计划及替代措施；尚未采取有效质量控制的产品，应尽快补充评估、验证或采取补救措施，确保产品质量和使用需求；暂不具备实施条件的，应提出解决方案，并通过更改整机产品设计、工艺技术等途径加以解决；
- e) 整机型号产品应尽量避免选择和使用限用工艺、材料和结构的元器件，确需选用或已使用了限用工艺、材料和结构的元器件，各单位应制定明确的针对限用原因的控制措施，充分验证并形成分析报告，必要时，应经过评审、审批、备案后方可使用；
- f) 应定期组织各单位筛查、分析已使用的禁限用工艺、材料和结构的元器件，通过更改设计、技术攻关、寻找成熟的替代方法等途径，逐步减少禁限用工艺、材料和结构的使用；
- g) 提倡各单位共享电子元器件禁限用工艺、材料和结构的相关数据信息，定期开展交流、宣贯、

培训，持续推动禁限用要求的贯彻与实施。

#### 4.2 应用环境分类

本指导性技术文件中涉及的应用环境种类如下：

- a) 航天：航天器在助推、运载火箭级间分离、运载火箭与上面级分离、上面级助推、上面级与航天器分离等过程中经历的振动、冲击、噪声、气压变化、温度变化、加速度等环境以及在轨运行过程中遇到的高真空、冷黑环境、太阳电磁辐射、带电粒子辐射、空间碎片与微流星体、等离子体、振动、冲击、微重力、人工辐射、真空释气、霉菌、水汽、气压变化等自然环境和人工环境；
- b) 航空：战斗机座舱、战斗机无人舱、运输机座舱、运输机无人舱、直升机内外在工作过程中遇到的环境；包括无太高的温度、压力和过于强烈的战斗机飞行员座舱冲击和振动环境，有高温、高压、强烈的战斗机无人舱机身、机尾、机翼等设备舱、炸弹舱冲击与振动等恶劣环境，运输机空勤人员的运输机座舱环境，运输机上无环境条件控制的非载人区域环境在带螺旋翼直升机机内或机外安装的环境；
- c) 通用：包括航天、航空、地面、舰船、导弹、空间、宇航等通用应用类型的环境。

注：环境分类参照 GB/T 4796—2017、GB/T 4798.10—2006、GJB/Z 299C—2006 中环境分类，并结合本指导性技术文件中各类元器件应用环境实际情况确定。

#### 4.3 安全影响因素及禁限用要求

本指导性技术文件中涉及的安全影响因素及禁限用要求如下：

- a) 电气：易导致短路、漏电等安全风险的材料、结构和工艺，应禁用或限用，如无重力、真空等环境下易生长晶须并导致短路失效的纯银、纯锡等材料；
- b) 能量：易导致燃烧、爆炸、辐射等安全风险的材料、结构和工艺，应禁用或限用，如禁止硝酸盐中混入木炭、木屑、镁屑、油和其他物质，禁止脱漆处理时使用易产生火花的钢制刷、铲、刀，禁止穿着因不防静电易引起火花的化纤工作服和钉靴鞋等；
- c) 化学：易产生有毒、危害人身安全、环境污染的材料，应禁用或限用，如氮、磷、硫等氧化物，汞、铍等金属及其化合物，甲苯、二甲苯、过氧化甲乙酮等有机物。

### 5 详细要求

#### 5.1 指南使用方法

正确使用、执行军用电子元器件禁限用工艺、材料和结构相关规定和要求是装备成功研制、生产顺利进行和产品质量不断提高的重要保障。使用者应充分明确禁限用工艺、材料和结构的范围，理解禁限用工艺、材料和结构的内涵、原因和失效机理及危害，确保禁限用工艺、材料和结构的具体要求得以贯彻执行，降低错误选用造成的风险。

为方便使用本指南，使用者宜遵循以下使用方法：

- a) 根据元器件类别、应用环境和禁限用名称，在各类元器件禁限用要求表中查询禁限用内容、原因、失效模式机理、替代方法；
- b) 将查询到的禁限用具体内容和要求落实到本单位研制、生产和使用中，并按照“4.1 贯彻原则”，对设计、生产、检测、安装及使用各阶段的禁限用要求加以执行；
- c) 定期对相关人员开展宣贯、培训，确保禁限用要求的贯彻与实施。

#### 5.2 各类元器件禁限用要求

##### 5.2.1 电阻器

电阻器禁限用要求见表 1。

5.2.2 电容器

电容器禁限用要求见表 2。

5.2.3 微波器件

微波器件禁限用要求见表 3。

5.2.4 半导体分立器件

半导体分立器件禁限用要求见表 4。

5.2.5 混合集成电路

混合集成电路禁限用要求见表 5。

5.2.6 半导体集成电路

半导体集成电路禁限用要求见表 6。

5.2.7 电连接器

电连接器禁限用要求见表 7。

5.2.8 磁性元器件

磁性元器件禁限用要求见表 8。

5.2.9 开关

开关禁限用要求见表 9。

5.2.10 微特电机

微特电机禁限用要求见表 10。

5.2.11 传感器

传感器禁限用要求见表 11。

5.2.12 电池

电池禁限用要求见表 12。

5.2.13 继电器

继电器禁限用要求见表 13。

5.2.14 真空电子器件

真空电子器件禁限用要求见表 14。

5.2.15 纤维光学产品

纤维光学禁限用要求见表 15。

5.2.16 光电器件

光电器件禁限用要求见表 16。

5.2.17 电线电缆

电线电缆禁限用要求见表 17。

6 说明

写入本文件的内容，各方均已达成共识；不确定、有争议或尚未达成共识的内容暂未列入本文件。

表 1 电阻器禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	电阻器	航天	引出端镀层材料	禁用材料：禁止采用锡镀层作为引出端的底层和外层表面	镀锡层可导致锡晶须增长	短路	采用锡铅合金，铅含量至少应为 3%	GJB 1432B—2009
2	电阻器	航天	引出端材料	禁用材料：禁止使用纯银作为引出端的底层	纯银可导致银离子迁移	短路	采用银钎、银铂材料	工程应用实践总结
3	电阻器	航天	端头处理工艺	禁用工艺：端头处理工艺中禁止使用刮刀等尖锐工具消除元器件引线表面氧化物	易损伤元器件	开路	可用绘图橡皮等轻擦，或必要时用 W14—W28 金相砂纸单向轻砂引线表面	质量事故总结
4	电阻器	航天	电阻膜厚度工艺	禁用工艺：对于片式电阻器，电阻膜厚度禁止小于 35nm	膜层厚度不够，电阻膜的负荷能力不足	开路	—	CAST 规范
5	电阻器	航天	锡焊工艺	禁用工艺：功率线绕内部连接禁止使用锡焊工艺	焊锡熔点低	开路	采用烙焊工艺	工程应用实践总结
6	电阻器	航天	安装工艺	禁用工艺：禁止镀金的导线、引出端等焊接部位，未经除金处理，直接焊接	容易产生脆性合金，造成焊点开裂失效	开裂失效	凡是在镀金层上进行焊接，焊接前应通过搪锡操作进行去金处理	工程应用实践总结
7	电阻器	航天	封装工艺	禁用工艺：禁止使用熔点小于 280℃ 的焊料进行锡焊密封	熔点低导致焊接安装时密封失效	参数漂移	—	工程应用实践总结
8	电阻器	航天	膜层预处理工艺	禁用工艺：禁止使用无抗腐蚀层的薄膜金属化非密封电阻器，应对金属膜层进行预处理	未预处理的金属膜容易被氧化、腐蚀	开路	对金属膜进行钝化处理或热处理	工程应用实践总结

表 1 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
9	电阻器	航天	引线成型工艺	禁用工艺：元器件引线成型工艺中禁止采用镊子等普通工具成型；禁止表面安装器件引线采用无工装成型工艺	易损伤元器件或引线共面性超差,影响组装和焊接质量	开路	应用专用工具、工装或设备成型；手工成型时,应将成形工具夹持在元器件本体封装处到弯曲点之间的某一点上,固定不动,然后对引线逐渐弯曲成形	工程应用实践总结
10	电阻器	通用	空心结构	禁用结构：薄膜电阻器禁止采用非密封空心结构	空心结构机械强度差	参数漂移	采用实心瓷体	工程应用实践总结
11	电阻器	航天	端电极结构	禁用结构：对于 B 型引出端的片式电阻器,端电极禁止采用金属化底层和焊料外层的两层结构	没有金属阻挡层,金属化底层与焊料外层在高温下互熔,形成合金	开路	端电极采用金属化底层、金属化阻挡层和焊料外层的三层结构	工程应用实践总结
12	电阻器	通用	芯片结构	禁用结构：禁止使用粘合剂粘合在一起的片式电阻堆	电阻器芯片界面上的粘合剂与电阻器中的活性材料发生化学反应	参数漂移	建议采用电阻网络产品或大功率产品	GJB 1432B—2009
13	电阻器	通用	有机/聚合材料	禁用材料：密封元器件内部限制使用有机/聚合材料,如使用,应提交相应资料作为认可依据(如使用应进行验证)	降解产生有害气体、应力释放,影响器件可靠性	退化	采用熔焊、钎焊、烧结等工艺	工程应用实践总结
14	电阻器	航天	电阻丝选择工艺	禁用工艺：功率线绕电阻丝线径小于 25.4 $\mu\text{m}$	电阻丝过细,易断裂	开路	采用较粗的电阻丝	工程应用实践总结
15	电阻器	航天	超声清洗工艺	禁用工艺：限用超声清洗工艺,所选功率、时间等工艺参数/应充分论证和试验验证	诱发或扩大清洗部件的微小缺陷	退化	—	工程应用实践总结
16	电阻器	通用	引出端结构	禁用结构：对于 B 型引出端(金属化底层、金属阻挡层、焊料外层),其金属阻挡层应为镍,该层金属的厚度至少应为 1.3 $\mu\text{m}$	镍层厚度过薄,金属化底层与焊料外层在高温下容易发生互熔,形成合金	开路	镍层厚度至少应为 1.3 $\mu\text{m}$	GJB 1432B—2009

表 2 电容器禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	电容器	通用	引线镀层材料	禁用材料：除刚性引线外禁用化学镀镍	化学镀镍是脆性镀层，引线弯曲时易发生断裂	腐蚀、开路	可采用电镀镍	工程应用实践总结
2	电容器	通用	浸渍剂材料	禁用材料：电容器用的浸渍剂禁止采用对电容器芯组及外壳起化学作用的材料，浸渍剂无论处于原始状态或经老化后都不应对电容器性能产生有害影响；对于液体浸渍的电容器，使用的浸渍剂应与填充料相同	—	退化	—	GJB 972B—2018
3	电容器	通用	清洗溶剂材料	禁用材料：禁止使用氯化碳氢化合物溶剂或氟化碳氢化合物溶剂	腐蚀风险	退化	—	GJB 603A—2011
4	电容器	航空、航天	引出端、镀层材料	禁用材料：禁止引出端最外层材料使用纯银；禁止采用纯锡镀层	纯银易氧化；纯锡易生长晶须	短路	使用锡铅合金时，铅含量应大于 3%	GJB 192B—2011
5	电容器	通用	绝缘外套材料	禁用材料：绝缘外套在任何试验温度下禁止出现软化、开裂、蠕变或收缩，致使圆柱外壳有裸露；禁止使用纸板来作绝缘外套	不正常电气连接	击穿	—	GJB 603A—2011
6	电容器	航天	密封元器件内部材料	禁用材料：密封元器件内部禁止使用有机/聚合物材料用于粘接、导热等用途	降解产生有害气体、应力释放，影响器件可靠性	退化	采用熔焊、钎焊、烧结等工艺	工程应用实践总结
7	电容器	通用	金属材料	禁用材料：所用金属应为抗腐蚀的或电镀处理后抗腐蚀的金属，电容器的任何外表面部分禁止镀银；当不同的金属相互直接接触使用时，应具有防止电偶和腐蚀的保护措施；能导致活性电偶腐蚀的不同金属禁止接触使用(特别是紫铜、黄铜或钢与铝和铝合金的接触使用)	腐蚀、氧化	退化	允许对不同的基体金属电镀或金属喷涂，以提供相同的或合适的接触表面，例如将铜喷到铝表面进行料接则是允许的，也允许采用合适的隔离材料将不同金属隔离使用	GJB 1214A—2009
8	电容器	通用	金属材料	禁用材料：无包封或无灌封电容器内表面禁止使用纯银材料	银迁移导致短路失效	短路	—	工程应用实践总结

表 2 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
9	电容器	通用	引出端材料	禁用材料：引出端禁止采用非实心导线	引出端强度不足	退化	—	GJB 191B—2009
10	电容器	通用	涂覆工艺	禁用工艺：对微调电容器禁止进行表面敷形涂覆	—	参数漂移	涂覆前应进行有效隔离保护	工程应用实践总结
11	电容器	通用	安装工艺	禁用工艺：禁止镀金的导线、引出端等焊接部位，未经除金处理，直接焊接	容易产生脆性合金，造成焊点开裂失效	开裂失效	凡是在镀金层上进行焊接，焊接前应通过搪锡操作进行去金处理	工程应用实践总结
12	电容器	航天	安装工艺	禁用工艺：禁止使用蜡浸或其他挥发性物质作为灌封材料；如果电容器用硬性材料灌封，禁止无弹性材料作缓冲层；大尺寸外壳的电容器，为避免因引线疲劳而失效，无加固措施的禁止使用	污染；开裂；引线断裂；容量参数偏移	短路、开裂；引线断裂；容量参数偏移	—	GJB/Z 112—1998
13	电容器	航天	封装工艺	禁用工艺：禁止使用熔点小于 280℃ 的焊料进行锡焊密封	熔点低导致焊接安装时密封失效	漏液	—	工程应用实践总结
14	电容器	通用	安装工艺	禁用工艺：钽电容器等有熔焊点的引线，禁止在熔接点和元器件终端封接处之间弯曲；从熔接点到弯曲起点之间的最小距离为引线直径的 2 倍(但不应小于 0.75mm)	距离近引起熔焊点断开	引线断裂	—	QJ 3012—1998
15	电容器	通用	连接结构	禁用结构：电气连接禁止依靠于引线、接线柱和接线片等金属件和绝缘材料之间夹紧	接触不良	开路	应在金属件之间进行焊接或压接	GJB 468A—2011、GJB 924A—2012、GJB 191B—2009
16	电容器	通用	接触结构	禁用结构：禁用金与铝、金与锡不同金属材料直接接触与键合结构	金属	断路	通过搪锡操作进行去金处理	工程应用实践总结
17	电容器	航天	电容器结构	禁用结构：禁止使用非密封型非固体电解钽钽电容器和铝电解电容器	贮存后易漏液	漏液	可用气密封非固体电解钽电容器替代	工程应用实践总结

表 2 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
18	电容器	航天、航空	焊料	限用材料：带引线的电容器应采用高温焊料把引线焊接到瓷片体上，使用焊料有限制条件：应使用最低焊接温度不低于 260℃ 的高温焊料	焊锡熔点低	短路	—	GJB 4157A—2011
19	电容器	通用	安装焊接工艺	限用工艺：3.2mm×1.6mm 及更大尺寸的贴片式瓷介电容器限制采用波峰焊	采用具有最高转换率的液体金属的波峰焊是严酷的焊接方法，在大尺寸电容器上易产生表面裂纹	短路	—	GJB 192B—2011、 GJB 1940A—2012
20	电容器	航天	超声清洗工艺	限用工艺：限用超声清洗工艺	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	退化	—	工程应用实践总结
21	电容器	航天	瓷介电容器介质厚度和介电常数的结构设计	限用结构：额定电压小于等于 25V，电介厚度小于 7μm；额定电压 50V，电介厚度小于 10μm；额定电压 100V 及以上，电介厚度小于 15μm 的瓷介电容器限制使用	—	退化	—	工程应用实践总结
22	电容器	航空	电容器结构	限用结构：非密封非固体电解质钽电容器、铝电解电容器限制用于机载系统	贮存后易漏液	漏液	可用气密封非固体电解质电容器替代	SD 18
23	电容器	航天	电容器结构	限用结构：在可靠性要求较高的场合不宜选用银壳的非固体电解质钽电容器	银离子迁移	短路	优先采用全钽结构的非固体电解质电容器	GJB 4041—2000
24	电容器	航天	电容器结构	限用结构：限制使用长宽比大于 2:1 且尺寸大于 1206 的细长型陶瓷电容器	细长型陶瓷电容器，结构强度较低，容易断裂	断裂	—	GJB 4041—2000
25	电容器	航天	电容器结构	限用结构：限制使用直流额定电压小于 50V 的塑料或金属化塑料膜介电直流或交流非金属壳固定电容器	承受电应力能力弱	击穿	—	GJB 4041—2000

表 3 微波器件禁限用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	微波器件	航天	镀层材料	禁用材料：禁止采用纯镉、锌作为引线 and 外表面镀层	镉、锌材料在真空下存在升华问题，材料的升华容易造成污染和不同电位之间的绝缘降低问题	绝缘电阻下降	—	工程应用实践总结
2	微波器件	航天	镀层材料	禁用材料：禁止采用纯锡作为引线镀层，禁止采用纯锡作为表面镀层的元器件直接在电路板上安装	纯锡镀层会生长锡须，锡须会导致金属多余物短路和真空中的等离子体导电等问题，可致微波模块与组件产生致命缺陷	锡须短路	使用前需对纯锡引线和外表做有铅化处理	工程应用实践总结
3	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：多层陶瓷电容等多层结构的陶瓷元件，手工焊接时，禁止不预热直接焊接	陶瓷元件受热冲击后，易产生微裂纹	元器件损伤	焊接这类元件时应采取热台辅助加热，烙铁焊接温度不超过 280℃，通过加热焊盘的方式，利用助焊剂桥连传热实现良好焊接	工程应用实践总结
4	微波器件	通用	封装工艺	禁用工艺：含有氧化铍的封装禁止研磨、喷砂，切削或进行其他产生氧化铍或铍粉尘的操作；禁止将氧化铍封装放入酸类液体中，以防产生蒸汽	粉尘有剧毒	—	—	GJB 7400—2011
5	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止插装元器件焊接中采用双面焊	助焊剂残留腐蚀、易在金属化孔中形成空洞，有可能造成元器件的热损伤	开路	焊料应从印制板一侧(焊接面一侧)连续流到另一侧(主面一侧器件安装面)	工程应用实践总结
6	微波器件	通用	布线工艺	禁用工艺：禁止粗线束(大于Φ8mm)仅用硅橡胶粘固方式固定	易造成开胶脱落，固定失效，致使焊点受力破坏，引起电气连接失效	松动、开路	印制板与机箱结构设计中应留有走线位置，采用线卡或绑扎的机械固定，导线束的固定要有应力释放措施；直径大于 8mm 的粗线束，可采用线卡或绑扎等机械固定与硅橡胶粘固相结合的方式加固；导线和线束固定时，应注意每根导线的尾部线段应自然弯曲，不能拉直、不能硬折弯	工程应用实践总结

表 3 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
7	微波器件	通用	紧固工艺	禁用工艺：禁止带紧固装置的元器件先焊接后紧固，禁止带紧固装置的元器件焊接后更换紧固件；禁止在插孔焊接元器件焊接后对其紧固情况采用测量工具拧紧的方法检验	先焊接后紧固会造成元器件引脚根部以及焊点受力损伤	开路	器件应在焊接前固定；继电器、电连接器等需要固定在印制板上安装时，应先用紧固件将其固定在印制板上，然后再进行焊接	工程应用实践总结
8	微波器件	通用	绝缘工艺	禁用工艺：禁止导线束绝缘层与金属零件内棱边、凸起(包括倒角、导圆)、金属壳体器件、焊点直接接触；禁止高电压(100V 及以上)导线绝缘层直接与金属零件接触；禁止元器件金属壳体与其他紧固件、金属零件直接接触(有直接接地要求的除外)	在振动及高低温交变环境下，绝缘层经碰撞、摩擦破损易形成短路	短路	在设计中要留有安全距离、产品设计、工艺文件要提出明确的绝缘材料及绝缘操作方法；两个金属面之间有绝缘要求的，要有足够的绝缘厚度以防止金属接触表面凸起造成的绝缘破坏；绝缘层与金属棱边、凸起(包括倒角、导圆)直接接触的导线束，应进行二次绝缘处理后再进行粘固；导线或线束不能直接紧贴有棱角的金属件跨接，应对该部位的线束缠绕热缩带或黄蜡绸保护	QJ 3012—1998
9	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止对手工焊接点采用嘴吹或用其他强制冷却方法	容易导致脆性焊点	焊点退化	手工焊接时，焊点应在室温下自然冷却	工程应用实践总结
10	微波器件	通用	紧固工艺	禁用工艺：禁止对有接触电阻要求的螺纹紧固安装中采取螺纹涂敷胶的螺纹防松动方式	防松胶易流入接触面，造成接触电阻变化	接触电阻增大	可在螺纹紧固后，在外部涂敷胶	工程应用实践总结
11	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止非贴板安装的有引线元器件插装金属化孔单面焊盘(非支撑孔安装)	抗力学环境性能差，机械强度不满足要求	脱落	应采用金属化孔双而焊盘(支撑孔)插装	工程应用实践总结
12	微波器件	航天、航空	绝缘工艺	禁用工艺：禁止将阻焊膜作为绝缘层使用(PCB)	将阻焊膜作为绝缘层，其绝缘性能不可靠	短路	应在阻焊膜上增加可靠的绝缘介质层如高强度绝缘胶带、绝缘胶垫等	工程应用实践总结

表 3 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
13	微波器件	通用	紧固工艺	禁用工艺：禁止紧固器件做电气连接导通使用(接地桩除外)	通过紧固螺栓、弹垫、平垫等过多数量的接触面，一旦紧固预紧力下降，接触电阻增加，影响电气连接的可靠性	接触电阻增大	应采取直接接触的电气连接方式；如 F 型封装外壳作为电极时，采用焊片与壳体之间直接用紧固件压紧的电气连接方式	工程应用实践总结
14	微波器件	通用	元器件安装工艺	禁用工艺：禁止径向引脚、金属外壳等单面引线插装元器件(如 TO 封装三极管、金属封装插装继电器、滤波器、晶振等)未作绝缘隔离设计的贴板面插孔安装	影响电装焊接操作及焊接质量、易形成短路	短路	元器件的安装应做到不妨碍焊料流向支撑孔顶侧的焊盘；单面伸出的非轴向引线元器件的安装：元器件底部与印制电路板表面之间的最小值为 0.75mm，最大值为 3.2mm	QJ 3012—1998
15	微波器件	通用	电路板工艺	禁用工艺：禁止任意元器件之间采用共用焊盘的设计(高频电路有特殊技术要求的除外)	影响电装焊接操作及焊点质量，增加焊端热应力和不对称，微波元器件应采用一次焊接形成焊点，避免出现焊点二次熔融	元器件损伤	1、相邻焊盘应有阻焊隔离设计； 2、导线与焊盘的连接处应减少热传导面积、降低热损伤热应力对元器件的损伤，使热量集中在焊盘上以提高焊接的可靠性； 3、对表面安装焊盘与导线的连接处应从焊盘中心线连接，在同一焊盘上引出的导线宽度应尽量一致，引出导线的宽度不小于焊盘宽度时，在焊盘与较宽导线的连接处应采用局部长度不小于 0.64mm、宽度不小于 0.13mm 的较细线连接(缩颈)； 4、如果微波性能要求共用焊盘，应保证相邻焊点间焊料中间有明显下凹，低于附近焊料高度一半以上	QJ 3130A—2016
16	微波器件	通用	镀覆工艺	禁用工艺：禁止外壳未做去氢处理直接用于对氢气敏感的元器件(如 GaAs 裸芯片)的气密性封装	外壳制造过程中吸附氢气，在密闭环境中会易导致砷化镓芯片中毒	退化	根据实际选用材料，制定相关去氢工艺	工程应用实践总结

表 3 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
17	微波器件	通用	元器件安装工艺	禁用工艺：禁止未作引线成形的 TO 封装器件采用管座支撑直接焊接在印制板上。	TO 封装器件管座材料与引线材料热膨胀系数的不一致，易产生过大应力	开路	引线成形后安装	QJ 3012—1998
18	微波器件	通用	紧固	禁用工艺：禁止信号通单孔作为紧固件的安装孔使用(双孔、多孔除外)	信号通单孔易被压溃而致电气连接失效	开路	应采取独立的紧固件安装孔设计	工程应用实践总结
19	微波器件	通用	元器件安装工艺	禁用工艺：禁止引线直径大于等于 1.3mm 的 F 型封装的功率管采用硬安装(通孔焊接)	贴板硬安装，焊孔内空气无法排除，影响焊料向元件流动，难以焊透；或者焊料流向元件表面时，过多焊料导致元件面发生短路；同时，硬安装焊点无有效的应力释放渠道，焊点易发生疲劳失效	焊点疲劳、开路	器件引线采用导线引出连接形式(用跨接导线过渡连接)	QJ 3012—1998
20	微波器件	航天	键合工艺	禁用工艺：禁止用导电胶加固键合点	由于热膨胀系数差异，容易发生键合点断开，接触电阻增大或者键合丝断开	开路	—	GJB 2438B—2017
21	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止元器件引脚与金属化孔的间距超出 0.2mm~0.4mm 范围的设计，禁止采用扩孔或缩小引脚尺寸的方法以达到间隙符合要求	扩孔破坏了金属化孔壁金属涂层，造成电学连接不良、造成无法过锡等缺陷；同样缩小引脚尺寸去除了金属涂层露出母材金属使强度降低、表面易氧化	开路	印制板金属化孔与元器件引线之间在设计阶段应留有 0.2mm~0.4mm 的间隙	QJ 3012—1998

表 3 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
22	微波器件	通用	过孔设计工艺	禁用工艺：禁止在表面贴元器件焊盘上采用过孔设计(金属化通孔)	焊点机械强度低，焊点焊料易流失，影响电装焊接质量与可靠性	开路	过孔和焊盘之间应用阻焊幅高或采用填充孔设计	QJ 3130A—2016
23	微波器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止在镀金层上去金，直接用铅锡焊料进行焊接(高频电路板例外时应评审)	容易产生金脆现象，致使焊点开裂失效	开路	凡是在镀金层上进行焊接，焊接前应通过带锡操作进行去金处理	工程应用实践总结
24	微波器件	通用	紧固工艺	禁用工艺：禁止在印制电路板组件(PCBA)紧固安装中，不使用金属垫片直接安装螺钉、螺母	存在螺纹紧固安全隐患，造成PCBA安装部位损伤、紧固安全风险，并导致报废	印制板变形、损伤	应在PCBA紧固安装中加装金属垫片，若采用PCBA金属化代替垫片，应通过评审	工程应用实践总结
25	微波器件	通用	紧固工艺	禁用工艺：禁止在有接触电阻要求的接触面上涂敷导热硅脂等绝缘材料	易造成接触电阻变化	接触电阻增大	采用额外导电通道保证接触电阻或采用导电的导热材料	工程应用实践总结
26	微波器件	通用	电路板结构	禁用结构：陶瓷基板外形设计时，禁止出现内直角结构	在加工后应力集中，在装配应力作用下容易产生开裂或撕裂情况	开路	内直角改为圆角等	工程应用实践总结

表 4 半导体分立器件禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	半导体分立器件	通用	纯锡、纯铟、纯铊、纯铋材料	禁用材料：禁用纯锡、纯铟、纯铊、纯铋等材料	在使用过程中纯锡、纯铟、纯铊、纯铋等材料易生长晶须(尤其是在无重力、真空环境下尤为显著)而形成短路失效;另外,纯锡、纯铟、纯铊、纯铋材料具有显著的升华物理特征,从而形成金属膜,导致并联电阻;影响光学元件透光率	短路	—	GJB 33B—2021
2	半导体分立器件	通用	键合材料	禁用材料：禁用铜键合丝	铜容易氧化,由于铜的硬度、强度等较高,键合时需要施加更大的超声能量和键合压力,容易对硅芯片造成损伤甚至破坏(出现弹坑现象),造成产品质量隐患或品质异常	漏电、短路等功能失效	—	工程应用实践总结
3	半导体分立器件	航天	干燥剂材料	禁用材料：禁止分立器件内部使用干燥剂材料(采用吸气剂的特殊结构除外)	分解后会产生水汽,造成芯片腐蚀,进而出现短路、漏电流增大等现象	腐蚀、漏电流增大、短路	—	GJB 33B—2021
4	半导体分立器件	航天	密封材料	禁用材料：禁止使用有机材料或聚合物材料用作管壳的密封	老化	漏气	用玻璃、金属或陶瓷(或这些材料的组合物)密封管壳	GJB 33B—2021
5	半导体分立器件	航天	密封工艺	禁用工艺：除另有规定,禁止使用锡焊密封工艺	退化	退化	—	GJB 33B—2021
6	半导体分立器件	通用	封装工艺	禁用工艺：含有氧化物的封装禁止研磨,喷砂,切削或进行其他产生氧化物的操作;禁止将氧化剂放入酸类液体中,以防产生蒸汽	粉尘有剧毒	—	—	GJB 7400—2011

表 4 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
7	半导体分立器件	航天	芯片选择	禁用工艺：禁用无钝化层的有源芯片	吸附有害物质，影响电参数稳定性	退化	—	工程应用实践总结
8	半导体分立器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止插装元器件焊接中采用双面焊	助焊剂残留腐蚀、易在金属化孔中形成空洞，有可能造成元器件的热损伤	开路	焊料应从印制板一侧(焊接面—辅面)连续流到另一侧(主面—元器件安装面)	工程应用实践总结
9	半导体分立器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止镀金的导线、元器件引线、各种接线端子等焊接部位，未经除金处理直接焊接	容易产生脆性合金，造成焊点开裂失效	开路	—	工程应用实践总结
10	半导体分立器件	航天	封装工艺	禁用工艺：禁止在密封元器件使用真空封装	长期压差条件更容易导致密封可靠性降低	漏气	充惰性气体封装	GJB 33B—2021
11	半导体分立器件	航天	电镀工艺	禁用工艺：密封后禁止采用电镀工艺(或封二极管除外)	破坏密封	密封失效	—	工程应用实践总结
12	半导体分立器件	航天	芯片粘接结构	禁用结构：禁用采用压接芯片连接方式	该要求针对二极管，在剧烈振动过程中会出现短暂的开路	开路	芯片采用焊接的方式	工程应用实践总结
13	半导体分立器件	通用	引线键合结构	禁用结构：使用铝引线时禁止使用热压键合	容易造成脱键	开路	—	GJB 33B—2021
14	半导体分立器件	通用	有机/聚合材料	禁用材料：密封元器件内部限制使用有机/聚合材料，如使用，应提交相应资料作为认可依据	有机材料易释放气体、键合丝断裂	参数漂移	—	GJB 33B—2021

表 4 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
15	半导体分立器件	航天	超声清洗工艺	禁用工艺：限用超声清洗工艺	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	退化	—	工程应用实践总结
16	半导体分立器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：限制使用元器件引线先焊后剪的工艺	焊点受力，影响焊接质量与可靠性	开路	安装与焊接应先剪后焊，剪切口应清洁、光滑并被焊料覆盖	QJ 165B—2014
17	半导体分立器件	航天	键合工艺	禁用工艺：限制在芯片键合区采用不同金属材料键合工艺；如果在芯片用不同金属材料的键合工艺，应通过专门的工艺鉴定，工艺鉴定试验应至少包括高温贮存、SEM 检查和引线键合强度；高温贮存试验样品应为密封合格样品，试验条件为 300℃、1h；SEM 检查主要观察开帽后键合点形貌，要求金—铝扩散区域不应波及有源区（通过元素面分布情况确定）；高温贮存后引线键合强度应满足标准要求	产生脆性金属间化合物、电迁移等导致的键合失效	开路	—	GJB 2438B—2017、Q/QJA 20084A—2017
18	半导体分立器件	航天	芯片粘接结构	禁用结构：限用树脂银浆进行芯片粘接	造成剪切强度、导电性能下降	降压增大、开路	采用金属焊料烧	工程应用实践总结

表 5 混合集成电路禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	混合集成电路	通用	纯锡、纯铟、纯铬材料	禁用材料：禁用纯锡、纯铟、纯铬等材料	在使用过程中纯锡、纯铟、纯铬等材料易生长晶须(尤其是在无重力、真空环境下尤为显著)而形成短路失效；另外，纯锡、纯铟、纯铬材料具有显著的升华物理特征，从而形成金属膜，导致并联电阻；影响光学元件透光率	短路	使用合金材料	工程应用实践总结
2	混合集成电路	通用	焊剂材料	禁用材料：禁止采用 RA 型助焊剂	影响元器件安装可靠性	退化	采用符合 GB/T 9491—2002 的 R 型或 RMA 型焊剂	QJ 165B—2014
3	混合集成电路	通用	干燥剂材料	禁用材料：禁止电路内部使用干燥剂材料(采用吸气剂的特殊结构除外)	分解后会产生水汽，造成芯片腐蚀，进而出现短路、漏电流增大等现象	腐蚀、漏电流增大、短路	—	GJB 33B—2021
4	混合集成电路	航天	金属材料	禁用材料：禁止使用未经镀涂保护而裸露的易产生晶须或具有升华特性的纯金属材料(如锡、银、铟、铍、铪、铪等)	产生晶须或升华导致短路失效	短路	—	GJB 2438B—2017
5	混合集成电路	航天	焊接工艺	禁用工艺：印制板设计，禁止采用焊接工艺的任意元器件之间使用共焊盘设计(微波、高频电路有特殊要求的除外)	温度应力下产生元器件间的挤压，造成元器件或焊点失效	开路	相邻焊盘进行隔离设计	工程应用实践总结
6	混合集成电路	通用	有源芯片	禁用工艺：除非有充足数据证明芯片结构不适用于钝化层，且不影响可靠性，否则，禁止使用无钝化层的有源芯片	吸附有害物质，影响电参数稳定性	退化	—	工程应用实践总结

表 5 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
7	混合集成电路	通用	封装工艺	禁用工艺：除特殊要求外，禁止对密封元器件使用真空封装	长期压差条件更容易导致密封可靠性降低	漏气	充惰性气体封装	GJB 33B—2021
8	混合集成电路	通用	元件返工工艺	禁用工艺：电路的同一位置上，聚合物粘接的元件更换禁止超过两次；在同一位置上，用聚合物的粘接到除基片金属化层以外的金属(如底座、侧壁、框架等)上的元件更换不应超过四次；用聚合物粘接的调谐元件更换次数应在承制方基线文件中规定，并经鉴定机构批准	影响粘接可靠性	开路	—	GJB 2438B—2017
9	混合集成电路	通用	封装工艺	禁用工艺：含有氧化铍的封装禁止研磨、喷砂、切削或进行其他产生氧化铍或铍粉尘的操作；禁止将氧化铍封装放入酸类液体中，以防产生蒸汽	粉尘有毒	—	—	GJB 7400—2011
10	混合集成电路	通用	焊接返工工艺	禁用工艺：禁止单个焊点的返工次数超过三次	焊接部位损伤	开路	—	QJ 3117A—2011
11	混合集成电路	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止镀金的导线、元器件引线、各种接线端子等焊接部位，未经除金处理，直接焊接	容易产生脆性合金，造成焊点开裂失效	开路	—	工程应用实践总结
12	混合集成电路	通用	密封工艺	禁用工艺：禁止对电路进行聚合物浸渍或第二次密封(如回填、镀涂或使用有机材料、聚合材料以实现、改进或返工、返修密封性能)	影响长期气密性	退化	—	GJB 2438B—2017

表 5 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
13	混合集成电路	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止对手工焊接点采用嘴吹或用其他强制冷却方法	容易导致脆性焊点	焊点退化	手工焊接时，焊点应在室温下自然冷却	工程应用实践总结
14	混合集成电路	航天	安装工艺	禁用工艺：禁止使用不可评价的表而安装器件	不能有效保证器件可靠性	—	—	GJB 2438B—2017
15	混合集成电路	航天	焊接工艺	禁用工艺：禁止使用非温控电烙铁或难以准确调温的电路铁进行手工焊接的工艺	由于温度不能准确设定和控制，温度过高造成元器件损伤，温度过低影响焊点质量	开路	—	GJB 2438B—2017
16	混合集成电路	航天	键合工艺	禁用工艺：功率芯片禁止使用金—铝键合工艺	形成脆性金铝化合物导致键合失效	开路	—	GJB 2438B—2017
17	混合集成电路	通用	预处理工艺	禁用工艺：禁止使用刮刀等尖锐工具清除元器件引线、端头表面氧化物	易损伤元器件	退化	用绘图橡皮轻擦	工程应用实践总结
18	混合集成电路	航天	键合工艺	禁用工艺：禁止使用硅铝热压键合工艺	影响键合可靠性	开路	—	GJB 2438B—2017
19	混合集成电路	航天	密封工艺	禁用工艺：禁止使用锡焊密封胶工艺	退化	退化	—	GJB 2438B—2017
20	混合集成电路	通用	焊接工艺	禁用工艺：元器件引线禁止使用先焊后剪的工艺	焊点受力，影响焊接质量与可靠性	开路	安装与焊接应先剪后焊，剪切口应清洁、光滑并被焊料覆盖	QJ 165B—2014
21	混合集成电路	通用	键合工艺	禁用工艺：禁止用导电胶加固键合点	由于热膨胀系数差异，容易发生键合点断开，接触电阻增大或者键合点丝断开	开路	—	GJB 2438B—2017
22	混合集成电路	通用	电镀工艺	禁用工艺：密封后禁止电镀	破坏密封	密封失效	—	工程应用实践总结

表 5 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
23	混合集成电路	通用	元件返工工艺	禁用工艺：在同一位置上，用金属焊接的元件更换禁止超过一次	影响焊接可靠性	开路	—	GJB 2438B—2017
24	混合集成电路	航天	梁式引线结构	禁用结构：禁止使用梁式引线结构的半导体芯片	不能有效保证器件可靠性	—	—	GJB 2438B—2017
25	混合集成电路	航天	烧结工艺	限用工艺：限制使用玻璃烧结芯片工艺，如应使用，应进行工艺鉴定	不能有效保证器件可靠性	—	—	GJB 2438B—2017
26	混合集成电路	航天	封装材料	限用材料：限制使用塑封元件，如应使用，应进行工艺鉴定	不能有效保证器件可靠性	—	—	GJB 2438B—2017
27	混合集成电路	通用	清洗剂选择工艺	限用工艺：气相清洗限制采用氟里昂 (F113) 作为清洗剂	污染环境	—	采用国家允许的环保型清洗剂	工程应用实践总结
28	混合集成电路	通用	超声清洗工艺	限用工艺：限用超声清洗工艺	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	退化	—	工程应用实践总结
29	混合集成电路	航天	键合工艺	限用工艺：限制使用与芯片键合区金属材料不同的引线进行键合，如应使用，应进行工艺鉴定	产生脆性金属间化合物、电迁移等导致的键合失效	开路	—	GJB 2438B—2017
30	混合集成电路	通用	密封工艺	限用工艺：焊料密封工艺限制使用助焊剂(宇航：最后密封工艺禁用助焊剂)	影响内部气氛，容易产生多余物，影响可靠性	退化	—	工程应用实践总结
31	混合集成电路	通用	刚性结构	限用结构：刚性构件限用电连接压接结构	温度对压接结构面的接触电阻有较大影响	开路	—	工程应用实践总结
32	混合集成电路	航天	长宽比大于等于 2:1 的多层瓷介电容器	限用结构：混合集成电路限制使用 1206 及以上且长宽比大于等于 2:1 的多层瓷介电容器(长宽比等于 2:1、容量大于 1000pF 的瓷介电容器除外)	长宽比过大导致强度降低、容易断裂	开裂	—	工程应用实践总结

表 6 半导体集成电路禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	半导体集成电路	通用	电镀添加剂材料	禁用材料：对于电镀液、化学镀银，禁止在镀槽中引入有机添加剂	—	参数退化	—	GJB 7400—2011
2	半导体集成电路	通用	纯锡、纯锌、纯铬材料	禁用材料：禁用纯锡、纯锌、纯铬等材料	在使用过程中纯锡、纯锌、纯铬等材料易生长晶须(尤其是在无重力、真空环境下尤为显著)而形成短路失效；另外，纯锡、纯锌、纯铬材料具有显著的升华物理特征，从而形成金属膜，导致并联电阻，影响光学元件透光率	短路	—	GJB 7400—2011
3	半导体集成电路	通用	安装材料	禁用材料：禁止采用纯玻璃进行芯片的安装	玻璃很脆，抗热和机械应力性能差	功能失效	经鉴定机构批准，可采用金属玻璃进行芯片安装	GJB 597B—2012
4	半导体集成电路	通用	干燥剂材料	禁用材料：器件禁止使用干燥剂(采用吸气剂的特殊结构除外)	有释气和腐蚀的可能性，在长期的恶劣环境下会失效	参数漂移	特殊结构可采用，需审批	GJB 597B—2012
5	半导体集成电路	通用	划片工艺	禁用工艺：S级、BG级器件禁止使用除隐形激光划片技术之外的激光划片技术来分割芯片，但对蓝宝石上硅(SOS)晶圆从背面划片时可采用激光划片方法，允许采用激光进行辅助开槽	非隐形激光划片片时存在热效应，易造成芯片表面损伤，同时易产生多余物；产生的飞沫容易污染芯片表面	芯片损伤、污染	—	工程应用实践总结

表 6 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
6	半导体集成 电路	通用	返工艺	禁用工艺：对任一等级的器件晶圆，除了为纠正与规范要求不符而进行的附加腐蚀、光刻胶去除后的重新涂覆、专门用于掩蔽作用的层次(如氧化硅、氮化物玻璃层)的去除和重新淀积外，禁止金属化的去除和重新淀积，禁止进行其他层次的去除和重新淀积，也禁止为纠正与规范要求不符进行的附加工艺处理	除规定的返工外，被认为会对电路的可靠性造成影响	功能失效	—	GJB 597B—2012
7	半导体集成 电路	通用	封装工艺	禁用工艺：含有氧化铍的封装禁止研磨，喷砂，切削或进行其他产生氧化铍或铍粉尘的操作；禁止将氧化铍封装放入酸类液体中，以防产生蒸汽	粉尘有剧毒	—	—	GJB 7400—2011
8	半导体集成 电路	通用	引线镀涂工艺	禁用工艺：化学镀镍不应用于易弯曲或半易弯曲引线，而只能用于刚性引线或除引线外的其他封装零件	化学镀镍是脆性镀层，引线弯曲时易发生破裂	腐蚀、开路	—	GJB 7400—2011
9	半导体集成 电路	通用	密封工艺	禁用工艺：禁止对电路进行聚合物浸渍或第二次密封(如回填、镀涂或使用有机材料、聚合材料以实现、改进或返工、返修密封性能)	影响长期气密性	退化	—	GJB 597B—2012
10	半导体集成 电路	航天	键合工艺	禁用工艺：禁止使用硅铝丝热压键合工艺	影响键合可靠性	开路	—	工程应用实践总结
11	半导体集成 电路	航天	密封工艺	禁用工艺：禁止使用锡焊密封工艺	退化	退化	—	工程应用实践总结

表 6 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
12	半导体集成电路	航天	键合工艺	禁用工艺：禁止用导电胶加固键合点	由于热膨胀系数差异，容易发生键合点断开，接触电阻增大或者键合丝断开	开路	—	工程应用实践总结
13	半导体集成电路	通用	芯片的镀覆和安装工艺	禁用工艺：禁止在芯片的背面电镀金和化学镀金(GaAs 芯片除外，但需要鉴定机构批准、备案)	电镀和化学镀过程中的化学溶液易对芯片造成腐蚀、损伤	参数漂移	采用蒸发或溅射工艺	GJB 597B—2012
14	半导体集成电路	航天	电镀工艺	禁用工艺：密封后禁止电镀	破坏密封	密封失效	—	工程应用实践总结
15	半导体集成电路	通用	封装工艺	禁用工艺：用于实现或改进标志附着性的聚合物涂层禁止加至外壳密封区(包括帽/盖封接区、密封环钎焊区、玻璃绝缘子结合处等区域)	聚合物材料可能进入到器件内部	封接失效	—	GJB 597B—2012
16	半导体集成电路	通用	密封工艺	禁用工艺：最后密封工艺不应使用焊剂	影响内部气氛，容易产生多余物，影响可靠性	退化	—	工程应用实践总结
17	半导体集成电路	航天	梁式引线结构	禁用结构：禁止使用梁式引线结构	梁式引线结构的抗机械应力性能差	开路	—	工程应用实践总结
18	半导体集成电路	通用	有机或聚合物材料	禁用材料：密封元器件内部限制使用有机/聚合物材料，如使用，应提交相应资料作为认可依据	降解产生有害气体、应力释放，影响器件可靠性	退化	—	GJB 33B—2021

表 6 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
19	半导体集成 电路	航天	超声清洗工艺	禁用工艺：禁用超声清洗工艺	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	退化	—	工程应用实践总结
20	半导体集成 电路	航天	键合工艺	禁用工艺：限制在芯片键合区采用不同金属材料键合工艺；如果在芯片用到不同金属材料键合工艺，应通过专门的工艺鉴定，工艺鉴定试验应至少包括高温贮存、SEM 检查和引线键合强度；高温贮存试验样品应为密封合格样品，试验条件为 300℃、1h；SEM 检查主要观察开帽后键合点形貌，要求金—铝扩散区域不应波及有源区（通过元素面分布情况确定）；高温贮存后引线键合强度应满足标准要求	产生脆性金属间化合物、电迁移等导致的键合失效	开路	—	GJB 2438B—2017、 Q/QJA 20084A— 2017

表 7 电连接器禁限用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	电连接器	通用	接触材料	禁用材料：彼此之间可能产生电动势耦合（电动势差大于 0.25V）的不相容金属禁止相互接触配置	电化学腐蚀	电化学腐蚀	—	GJB 681A—2002、 GJB/Z 594A—2000
2	电连接器	通用	表面处理用材料	禁用材料：表面处理禁止采用银底层	会扩散而形成表面非导电膜、易腐蚀	电化学腐蚀、银穿透、短路	可采用电镀锌或化学镀镍做底层	GJB 5021A—2011、 GJB 681A—2002
3	电连接器	通用	镀层、壳体材料	禁用材料：对无源互调有要求的场合，射频连接器禁止使用镀锌、黄铜或镀铜壳体连接器（如连接螺母等）禁止采用亚铁合金或镍合金	引发无源互调（PIM）问题	干扰	—	GJB 681A—2002
4	电连接器	空间	镀层材料	禁用材料：针对金属外壳的连接器、接触件、接端和接线片，禁止使用铜、锌、化学镀镍或锌或银作为连接器、接触件的镀层；禁止使用银作为镀层和表面镀层（在低轨道运行中原子氧起氧化作用），禁止使用纯锡作为镀层（锡碎屑具有形成短路的危险）	铜、锌、化学镀镍或锌有毒；银易氧化；纯锡易产生晶须	短路	—	EEE-INST-002: 2003
5	电连接器	通用	连接器通用材料	禁用材料：禁止射频连接器使用聚氯乙稀、铍氧化物、热传导润滑油、铜、锌、锡（锡纯度 97% 或更高）	有毒，有害，氧化产生多余物，锡须	有害，有毒，氧化，短路	—	GJB 5021A—2011
6	电连接器	通用	连接器通用材料	禁用材料：禁止使用苯、镉及其化合物、四氯化碳、三氯甲烷、铬、氧化铬及其复合物、二氯甲烷、铅及其化合物、汞及其化合物、过氧化甲乙酮、甲基丙酮、镍及其化合物、四氯乙炔、甲苯、1,1,1-三氯乙烯、三氯乙烯、二甲苯	有毒，有害	—	—	GJB 5021A—2011

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
7	电连接器	通用	通用材料	禁用材料：射频连接器中的两处焊接部位（不包含接电缆时）应分别采用耐高温焊料和较低温度焊料，焊接电缆时禁止焊接时间过长，最长焊接时间应符合相关规定，时间过长易引起电缆永久变形及氧化	影响连接器连接的可靠性	脱焊	—	工程应用实践总结
8	电连接器	通用	通用材料	禁用材料：手工焊接材料禁止使用已污染、变质的溶剂禁止使用活性焊剂，但可用于除金和预镀锡工艺；禁止使用纯锡和纯锡镀层	有毒或影响焊接质量	短路	—	ECSS-Q-70-18A
9	电连接器	通用	通用材料	禁用材料：吸水率高的材料禁止应用于舰船、江河及海洋环境	降低绝缘性能	绝缘性能降低	—	工程应用实践总结
10	电连接器	通用	手工焊接材料	禁用材料：一般情况下，禁止在金镀层上直接进行焊接（镀金厚度小于 1.27 $\mu\text{m}$ 可直接焊接，镀金厚度大于 1.27 $\mu\text{m}$ 时应进行一次搪锡后焊接，镀金厚度大于 2.54 $\mu\text{m}$ 时，应进行两次搪锡后焊接）；禁止使用会产生醋酸、氨气、氮氧化物和盐酸的化合物；禁止使用已暴露基底材料的损坏导线；绝缘层禁止被嵌入焊接点内；在任何情况下，禁止在金镀层上直接进行钎焊；禁止在已用于去除金镀层的焊料中进行预镀锡	有毒或影响焊接质量	金脆	—	ECSS-Q-70-08A

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
11	电连接器	通用	焊剂	禁用材料：装配过程中禁止使用焊锡膏等腐蚀性焊剂	腐蚀	腐蚀	—	SJ 20882—2003
12	电连接器	通用	O 型橡胶密封圈	禁用工艺：O 型橡胶密封圈在制造、使用过程中禁止与油类、酸、碱、有机溶剂等影响橡胶性能的物质接触	易产生腐蚀/溶胀使橡胶密封圈丧失弹性，影响产品质量	腐蚀	—	工程应用实践总结
13	电连接器	通用	热处理	禁用工艺：变形铝合金热处理时：淬火加热禁止采用超过淬火温度上限的所谓高温入炉，通常采用淬火温度或低于淬火温度入炉；为保证装炉时炉温不致下降太多，应限制装炉量；重复淬火零件，应进行过烧检查；用硝酸盐进行热处理时，硝酸盐槽的使用温度禁止超过 550℃；硝酸盐中禁止混入木炭、木屑、镁屑、油和其他物质	防止扩散导致的性能变化；防止加热速度过快导致的缺陷；易引起爆炸	性能降低；安全隐患	—	QJ/Z 127—1984
14	电连接器	通用	检测工艺	禁用工艺：禁止采用大头针或其他尖锐的零件或物件与连接器插孔插合进行测试	影响电气连接	插孔弹性失效	采用配对连接器或专用工装	工程应用实践总结
15	电连接器	通用	电火花、线切割	禁用工艺：成型电火花、线切割加工介质禁止使用航空煤油	易发生火灾	安全隐患	采用加入阻燃剂的煤油或其他安全介质	QJ 2048—1991
16	电连接器	通用	铝合金胶接前磷酸阳极化膜层	禁用工艺：从夹具上卸下零件禁止赤手触摸零件；禁止零件与阴极接触，以免烧伤	影响产品质量，存在烧伤安全隐患	粘接不牢	—	QJ 2908—1997

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式 或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
17	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺：大面积除油和清除旧漆作业中，禁止使用甲苯、二甲苯和汽油	有毒、有害人体、环境污染，不安全	—	—	GB 7692—2012
18	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺：带有涂料等易燃物质的棉纱、抹布等物禁止乱抛	不安全	—	—	GB 6514—2008
19	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：弹性件或抗拉强度大于1050MPa的钢制件，禁止镀覆前用酸洗的方法去除氧化物	易产生氢脆	氢脆影响机械强度	采用无氧化热处理工艺或采用打磨、吹砂、喷丸、碱洗等无析氢的方法去除氧化物	QJ 452—1988、 QJ 454—1988、 QJ 456—1988、 QJ 458—1988、 QJ 477—1988、 QJ 2754—1995
20	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：当连接器中存在 QJ 2921—1997 表 A.1 所列可产生严重腐蚀镀锌层、镀镉层的有机气氛的物品时，禁用镀锌、镀镉工艺	有机氛易造成锌、镉层严重腐蚀	腐蚀	按 QJ 2921—1997 选用合适的材料	QJ 2921—1997
21	电连接器	通用	焊接	禁用工艺：导线、电缆的焊接禁止使用 RA 型焊剂	焊接时，RA 型焊剂会渗透到导线、电缆绝缘层内，造成芯线腐蚀，影响焊接可靠性	腐蚀	采用焊剂芯或液态焊剂时，应采用符合 GB/T 9491—2002 的 R 型或 RMA 焊剂	QJ 165B—2014、 GB 9491—2002
22	电连接器	通用	电缆成型	禁用工艺：导线及电缆成型的弯曲半径不应小于规定值	造成导线电缆损伤	损伤	—	工程应用实践总结
23	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：低于-13℃的环境使用的零件禁止镀锡	易产生“锡疫”现象	焊接失效	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
24	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺：地面残留的脱漆剂残液禁止用木屑和化纤织物揩擦清除残留的有机溶剂、漆料和溶剂型脱漆剂残液	存在安全隐患	—	—	GB 7692—2012
25	电连接器	通用	清洗	禁用工艺：电连接器成品禁止使用水清洗和超声波清洗	为防止元器件损伤	损伤	—	QJ 165B—2014、 SJ 20632—1997
26	电连接器	通用	防静电	禁用工艺：电袋中禁止不带防静电手环、腕带等工具接触、焊接 CMOS 等易受静电损伤的元器件，在电气测量后应进行放电处理	为防止损坏静电敏感元器件损伤	静电损伤	操作静电敏感元器件应在防静电环境下进行	QJ 3012—1998、 QJ 2711A—2014
27	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：电子器件及电路板禁止镀纯锡	存放过程中易产生“锡须”，造成短路	短路	锡合金	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
28	电连接器	通用	元器件安装	禁用工艺：对非金属材料制成的零部件装配时禁止直接安装弹簧垫圈	非金属材料制成的零部件容易受损	表面损伤	—	QJ 165B—2014
29	电连接器	通用	焊接	禁用工艺：对有缺陷的焊点允许返工，每个焊点的返工次数不应超过三次	为防止焊接部位损伤	损伤	严格控制焊接温度和时间	QJ 3117A—2011
30	电连接器	通用	熔焊	禁用工艺：多层焊时相邻层处起弧、收弧，位置禁止重叠	影响焊缝质量	焊接缺陷	多层或多道焊时起弧和收弧位置应错开	QJ 2864B—2018、 QJ 1843A—1996
31	电连接器	通用	元器件引线成形	禁用工艺：多引线的元器件如扁平封装器件，禁止手工成型或剪切引线	损伤引线	损伤	引线的成型应使用专用成形工具	QJ 3171—2003
32	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：凡厚度小于 1mm 和抗拉强度大于 1450MPa 的钢制件，禁止采用电化学阴极除油和阳极、阳极交替除油	易产生氢脆	氢脆影响机械强度	采用阳极化除油、超声波除油、化学除油等无析氢除油方法	QJ 452—1988、 QJ 457—1988、 QJ 458—1988、 QJ 477—1988、 QJ 2754—1995

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
33	电连接器	通用	热处理	禁用工艺: 高温合金热处理时, 禁止使用还原气氛	防止产生氢脆	氢脆	采用真空炉或惰性保护气氛; 加热温度不超过 1000℃ 时, 可用放热式气氛或氢气气氛	JB/T 7712—2007
34	电连接器	通用	熔焊	禁用工艺: 焊接内腔封闭焊缝时不开排气孔 禁止施焊	内部气体受热后产生正压, 易导致焊缝熔合不良	焊接失效	产品或工装应增加排气孔以确保内腔排气通道畅通	QJ 175—1993、 QJ 1666A—2011、 QJ 1842A—2011、 QJ 2698A—2011、 QJ 2697—1995
35	电连接器	通用	导线处理	禁用工艺: 焊料禁止延伸到导线需要保持挠性的部位; 禁止用于压接连接的多股导线不进行搪锡处理; 禁止用于螺纹紧固件连接的多股导线不进行搪锡处理; 禁止用于网状连接的多股导线不进行搪锡处理; 禁止用于热缩焊接装置的多股导线不进行搪锡处理	变硬、压接失效	变硬、断裂	—	J-STD-001F:2014 +SI-2015CN
36	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺: 加热涂料等易燃物质时, 禁止使用火炉、电炉、煤气炉及其他明火, 应使用热水蒸汽等热源	不安全	—	—	GB 6514—2008
37	电连接器	通用	切削加工	禁用工艺: 胶木、5—II、环氧、酚醛层压板(棒)、高硅氧非金属零件机械加工时, 禁止使用冷却液	易吸收冷却液会造成零件变形, 也会降低绝缘性能	变形、绝缘失效	采用干式切削	航天精加工典型工艺
38	电连接器	通用	抗腐蚀材料	禁用工艺: 接触腐蚀等级为 2 级的接触偶须禁止使用, 射频连接器接触偶禁止使用	易产生严重的接触腐蚀	电化学腐蚀	—	GJB/Z 594A—2000

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
39	电连接器	通用	热处理	禁用工艺：结构钢零件，在进行等温淬火后禁止采用回火的方式改变硬度	影响零件的组织均匀性	机械性能降低	采用水油分级淬火	QJ 2538A—2016
40	电连接器	通用	切削加工	禁用工艺：金属零件加工 M3 及 M3 以下螺纹 (攻丝) 时，禁止采用油酸润滑	易造成螺纹内部锈蚀	腐蚀	钢制零件一般采用豆油与机油的混合液润滑，铝制零件采用煤油等不会锈蚀的润滑油剂	航天精加工典型工艺
41	电连接器	通用	点焊与缝焊	禁用工艺：禁用气焊返修点焊、缝焊缺陷	易导致焊缝金属氧化等缺陷	焊接缺陷	缺陷修补时可采用氩弧焊、点焊等方法	QJ 1289—1995、 QJ 2205—1995、 QJ 2695—1995
42	电连接器	通用	电弧焊熔焊	禁用工艺：禁用未烘干焊条施焊	易产生焊接缺陷	焊接失效	焊条使用前应按规定进行烘干，酸性焊条一般在 150℃~200℃、1h~2h 烘干；碱性焊条一般在 300℃~400℃、1h~2h 烘干	QJ 1843A—1996
43	电连接器	通用	导线压接	禁用工艺：禁止采用将一些线芯留在压线筒外或用修剪线芯的方法来减少导线截面积，以适应尺寸较小的压线筒	多余物、影响电性能	短路或电性能下降	—	GJB 5020—2001
44	电连接器	通用	导线压接	禁用工艺：禁止采用折叠导线线芯的方法来增加导线截面积，以适应尺寸较大的压线筒	导线断裂	断裂	中间增加压接套筒或同规格并线	GJB 5020—2001
45	电连接器	通用	装配	禁用工艺：禁止具有六角连接螺套的螺线连接器不使用力矩扳手，禁止不按照连接器标准规定的力矩值进行插头与插座的啮合	力矩大损害连接机构，力矩小易导致连接器对松脱	连接器损害或连接器对易松脱	使用合适的力矩扳手及连接力矩值	GJB 681A—2002

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
46	电连接器	通用	元器件引线搪锡	禁用工艺：禁止使用超声波搪锡	损害元器件	损伤、松动	—	QJ/Z 147—1985
47	电连接器	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止使用画笔、毛笔、毛刷等对接触件焊杯涂助焊剂	因助焊剂量大，焊接时焊接温度导致其爬到焊接针插合端	接触件对接端不导电	免涂助焊剂的焊锡丝或专用工装	工程应用实践总结
48	电连接器	通用	装配	禁用工艺：禁止同轴连接器插头与插座啮合前及分离时，不处于同一轴线上	无防斜插功能同轴连接器斜插会损坏中心插孔	中心插孔口部涨大损坏	—	国内、外产品使用说明
49	电连接器	通用	灌封和粘接、粘固	禁用工艺：禁止用紧固件固定不带焊片的导线	松脱	松脱	—	GJB 1150A—2017
50	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：禁止用重熔的方法去除铝合金表面不符合要求的氧化膜	易造成铝合金接头力学性能下降	多余物造成强度降低	采用机械方法去除表面氧化色	QJ 1666A—2011、 QJ 2865A—2014、 QJ 1788—1989
51	电连接器	通用	碳纤维、芳纶纤维、碳/碳等复合材料制品加工、转运、贮存	禁用工艺：禁止与油类、酸、碱等接触，应避免在光照、高温及高湿环境下贮存	降低复合材料制品的性能	污染、腐蚀	加工过程中采用干式切削工艺；转运、贮存时采用合理的防护措施	QJ 2727A—2014
52	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：禁止在阳极化膜未去除前焊接	易产生氧化膜类杂质焊接缺陷	多余物	采用化学或机械清除焊接部位阳极化膜后焊接	QJ 2864B—2018
53	电连接器	通用	元器件引线成形	禁用工艺：禁止在引线根部弯曲，弯曲半径符合相关规定	损伤	损伤	—	QJ 3171—2003
54	电连接器	通用	熔焊	禁用工艺：禁止在雨雪天气下进行露天熔焊	易产生焊接气孔、裂纹等缺陷	焊接缺陷	采取整体或局部防护措施	GJB 481—1988、 QJ 3099—1999
55	电连接器	通用	元器件安装	禁用工艺：空心铆钉禁止用于电气连接	防止电气连接不可靠	开路	—	QJ 3012—1998

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
56	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：连接裸铝及裸铝合金的连接件禁止磷化	易腐蚀，磷化增加表面粗糙度，影响尺寸精度	腐蚀	可采用镀锌等其他防护方法	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
57	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：铝合金多层焊时，禁止层间温度高于 150℃	易导致接头晶粒长大，力学性能下降	力学性能下降	严格控制层间温度，下层焊道的温度冷却到 150℃ 以下后，方可焊接第二层	QJ 2864B—2018
58	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：铝及铝合金熔焊接头氧化膜超标后，禁止直接补焊	保证焊缝质量	多余物造成强度降低	应去除氧化膜后可补焊	QJ 1666A—2011、 QJ 2865A—2014、 QJ 1788—1989
59	电连接器	通用	滤波产品装配	禁用工艺：滤波产品 ND704 禁止加湿加速固化	防止电容吸潮损坏	电容损坏	—	工程应用实践总结
60	电连接器	通用	滤波产品装配	禁用工艺：滤波产品焊接后禁止从烘箱直接取出空冷	降温速率过快产生应力影响焊接质量	焊接失效	随烘箱自然冷却	工程应用实践总结
61	电连接器	通用	热处理	禁用工艺：敏青铜禁止在盐浴炉内进行固溶处理	盐浴引起晶间腐蚀并导致脱胶	腐蚀	用辐射式热处理炉或气体保护炉	QJ 2255—1992
62	电连接器	通用	切削加工	禁用工艺：清洗聚砜材料零件禁止使用丙酮、酒精等清洗用有机溶剂及 DJB—823 保护剂等	易造成萌裂	裂纹	采用汽油清洗	航天精加工典型工 艺
63	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：热处理强化铝合金焊接预热温度禁止超过 150℃	易导致过时效，抗拉强度下降	强度降低	热处理强化铝合金预热温度应低于时效温度，一般为 60℃~150℃	QJ 2864B—2018

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
64	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺：手工非熔化极惰性气体保护电弧焊时禁止采用拉高电弧的方法收弧	易产生弧坑、裂纹等缺陷	外观或机械损伤	采用堆高收弧法或电流衰减法，也可加引出板收弧	QJ 2864B—2018
65	电连接器	通用	焊接	禁用工艺：手工焊接时，禁止用嘴吹或用其他强制冷却方法，且凝固前禁止晃动	防止虚焊	开路	手工焊接时，焊点应在室温下自然冷却	QJ 3117A—2011
66	电连接器	通用	热处理	禁用工艺：钛及钛合金禁用盐浴加热，禁用吸热式或放热式气氛、氢气气氛以及氮裂解后形成的气氛	防止氮、氢污染	污染	—	GJB 3763A—2004
67	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺：涂漆前处理作业中禁止使用苯及苯系物	有毒、有害人体	—	—	GB 7692—2012
68	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：下列情况禁止镀镍：在浓过氧化氢中工作的零件；在以硝酸为基的氧化剂作用下工作的零件；在矿物油类中工作的零件	易产生腐蚀	腐蚀	采用其他防护方案或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
69	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：以硝酸为基的氧化剂及其蒸汽中工作的零件禁止镀锌；直径大于或等于 10mm（强度大于或等于 1050MPa）的螺栓禁止镀锌；抗拉强度大于或等于 1300MPa 或经等温淬火后抗拉强度大于或等于 1500MPa 的钢制件禁止电镀锌；焊接及有不易清洗的狭小缝隙零件禁止镀锌；厚度小于 0.5mm 的钢制薄片和钢制弹性件禁止电镀锌；表面受摩擦的零件；工作温度超过 250℃ 的钢制件禁止镀锌	易产生腐蚀、氢脆、锌脆	腐蚀、氢脆、锌脆	采用其他防护方案或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
70	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：与浓过氧化氢接触的零件禁止镀银；在以硝酸为基的氧化剂中工作的零件(含接触)禁止镀银；工作温度超过 288℃的钛、钛合金零件禁止镀银 禁用工艺：下列情况禁止化学氧化(发蓝)：在禁油环境下使用的钢制零件；与有色金属(铝、锡、锌等)接触及与非金属材料(如橡胶、塑料、皮革等)接触的零件；受摩擦的钢铁、铝、铜零件；30CrMnSiMoV、40CrMnSiMoV 钢制件；存在不易清洗的缝隙的零件；用锡、锡铅、铜等有色金属焊料钎焊的钢制组合件	易腐蚀	腐蚀	采用其他防护方案或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
71	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：在以硝酸为基的氧化剂及其蒸汽中工作的零件禁止镀铜；与钛合金或液压油、燃油接触的零件禁止镀铜；抗拉强度大于或等于 1300MPa 的钢制件(不含弹性件)禁止镀铜；要求焊接的零件；工作温度超过 230℃的钢制件禁止镀铜 禁用工艺：需陶瓷阳极化的铝合金零件精加工(表面粗糙度值小于 Rc0.4)时，禁止采用乳化液冷却 禁用工艺：压接同轴电缆时，禁止在同一部位进行多次压接	化学氧化膜耐腐蚀性差，膜层附着力差，易磨损	腐蚀	采用其他防护方案(如化学镀保工艺等)或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
72	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺：在以硝酸为基的氧化剂及其蒸汽中工作的零件禁止镀铜；与钛合金或液压油、燃油接触的零件禁止镀铜；抗拉强度大于或等于 1300MPa 的钢制件(不含弹性件)禁止镀铜；要求焊接的零件；工作温度超过 230℃的钢制件禁止镀铜 禁用工艺：需陶瓷阳极化的铝合金零件精加工(表面粗糙度值小于 Rc0.4)时，禁止采用乳化液冷却 禁用工艺：压接同轴电缆时，禁止在同一部位进行多次压接	易产生氢脆	腐蚀、氢脆、铜脆，影响耐温等级	采用其他防护方案或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
73	电连接器	通用	切削加工	禁用工艺：需陶瓷阳极化的铝合金零件精加工(表面粗糙度值小于 Rc0.4)时，禁止采用乳化液冷却 禁用工艺：压接同轴电缆时，禁止在同一部位进行多次压接	在瓷质阳极氧化后易造成表面起花(腐蚀)	腐蚀	采用煤油等冷却	航天精加工典型工艺
74	电连接器	通用	压接工艺	禁用工艺：压接同轴电缆时，禁止在同一部位进行多次压接	再次压接影响前次压接效果	降低电缆保持力	—	生产经验、工程应用 实践总结

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
75	电连接器	通用	导线压接	禁用工艺：禁止对因压接而弯曲变形的压接连接件进行矫正	松脱	影响可靠性	—	GJB 5020—2001
76	电连接器	通用	元器件引线成形	禁用工艺：禁止使用带齿尖钳或医用镊子校正引线	为防止损伤引线	损伤引线	采用无齿平口钳校正引线	QJ 3267—2006
77	电连接器	通用	熔焊	禁用工艺：禁止在焊缝交叉处起弧、收弧	易导致焊接接头局部焊接残余应力	焊接缺陷	起弧和收弧应避免免焊缝交叉处	QJ 2864B—2018、 QJ 1843A—1996
78	电连接器	通用	焊接	禁用工艺：一个焊杯焊接两根导线时，其芯线直径之和禁止大于焊杯内径的 90%；一个焊杯焊接三根导线时，导线芯线截面外接圆直径禁止大于焊杯内径的 90%；禁止没有将导线芯线插到焊杯底部的焊接；禁止多根导线绞合后的焊接	多根导线绞合后，很难正确地焊接到插头的焊杯内，即使搭接上，仍有可能对导线芯线产生较大的应力，同时存在断路隐患	断路	每个焊杯内，导线芯线的数量应限制在能与焊杯内壁的整个高度都相接触为宜，一般不超过三根	QJ 3117A—2011
79	电连接器	航天	导线、引线端头处理	禁用工艺：禁止以下情况应当进行除金处理：穿孔元件引线至少 95%待焊表面有厚度不小于 2.54 $\mu\text{m}$ 的金层；表面贴装元件 95%待焊表面有金（无论金层有多厚）；金镀层厚度达到 2.54 $\mu\text{m}$ 或更厚的焊接接线柱	金脆，影响焊接强度	金脆，影响焊接强度	双上锡工艺或动态焊料液可用于除金；PCB 上的化学镀浸金涂层可免除除金要求	IPCJ-STD-001DCN
80	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺：用脱漆剂及有机溶剂除旧漆的工作场地，操作人员不应穿着防静电的化纤工作服和鞋靴	不安全	—	—	GB 7692—2012

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
81	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺: 用有机溶剂或脱漆剂清除旧漆, 不应同时使用钢制的刷、铲刀等易产生火花的工具	不安全	—	—	GB 7692—2012
82	电连接器	通用	铝及铝合金熔焊	禁用工艺: 有密封及耐腐蚀要求的铝合金构件禁止在正反面无有效保护的情况下下焊接	易产生接头氧化缺陷	影响密封性及耐腐蚀性	应在真空、充氮箱或正反面都充氮保护条件下焊接	QJ 1666A—2011、 QJ 2865A—2014、 QJ 1788—1989
83	电连接器	通用	元器件引线成形	禁用工艺: 元器件引线成型前后, 禁止用裸手触摸元器件引线	污染、腐蚀、防止产品带有静电	污染、腐蚀、静电	戴指套	QJ 3171—2003
84	电连接器	通用	元器件引线成形	禁用工艺: 元器件引线禁止使用刮刀清除氧化物	易损伤元器件	损伤	应使用绘图橡皮轻擦, 必要时用W14—W18 金相砂纸单方向轻砂引线表面	QJ 3267—2006
85	电连接器	通用	涂装工艺	禁用工艺: 在通风不良的场所, 非防火区及非禁烟区进行涂装施工, 禁止吸烟和引入火种	不安全	—	—	GB 7692—2012
86	电连接器	通用	热处理	禁用工艺: 真空热处理时禁止使用带有镀层的金属器具接触工件	避免粘连和表面金属元素贫化	贫化	采用无镀层的金属器具	GJB 509B—2008
87	电连接器	通用	电缆加工	禁用结构: 禁止连接器配接的非承力同轴电缆在使用时承受自重以外的拉力, 电缆弯曲半径禁止小于规定值	电缆变形, 弯曲处电缆损伤	长期使用电缆会拉长, 弯曲处结构损坏, 性能劣化	—	生产经验、工程应用 实践总结

表 7(续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
88	电连接器	通用	通用结构	禁用结构：射频连接器禁止依靠整机结构对连接器零件进行固定；连接器安装不应印制板造成额外应力；卡口式连接器、插入式连接器不应配用重型铠装电缆，也不应用在悬垂力矩过大的场合；禁止两个同轴电缆直接连接传输射频信号；禁止在截止频率以上使用射频同轴连接器	易损坏连接器，影响连接器的可靠性	可靠性降低	—	工程应用实践总结
89	电连接器	通用	接线结构	禁用结构：射频连接器稳相用途的稳相电缆端禁止采用压接及其他非焊接方式	影响连接器连接的电气性能	电气性能、机械强度	—	工程应用实践总结
90	电连接器	通用	助焊剂	限用材料：不宜使用免清洗助焊剂(若确需使用，要确保残留物符合标准要求)	使用时，在常规清洗时，易留残留物，影响可靠性	残留物	—	QJ 165B—2014
91	电连接器	通用	焊剂	限用材料：连接器焊接不宜使用非锡铅共晶焊料	影响焊点可靠性和连接强度	连接强度降低	采用锡铅共晶料或试验验证所用焊剂的可靠性	QJ 3117A—2011
92	电连接器	通用	阳极化材料	限用材料：下列情况不宜硫酸阳极化：搭接点焊或铆接组合件；由不同铝合金构成的组合件及铝件与非铝件构成的组合件；厚度小于或等于 1mm 的零件；螺纹孔直径小于 6mm 的盲孔；对疲劳性能要求高的零件；硬度低的材料	易腐蚀	腐蚀	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
93	电连接器	通用	复合材料	限用材料：在复合材料成型过程中，对后续工序有粘连界面的制品，不宜使用有迁移性脱模材料	影响制品的界面粘接性能	影响粘接强度	可在移入下道工序时，或粘接前，对粘接面进行打磨或吹砂处理	工程应用实践总结

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
94	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺: 2A11、2A12 和厚度不大于 0.6mm 的铝合金板材不宜进行绝缘阳极化(注: 不包括带包铝层的)	材料含铜量高导致氧化膜不连续, 阳极化会损失有效厚度	腐蚀, 影响强度	—	GJB/Z 594A—2000、QJ 450B—2005
95	电连接器	通用	热处理	禁用工艺: 保护气氛或化学热处理气氛进入加热炉时, 不宜直接冲刷制件	造成零件温度不均匀, 影响热处理效果	—	—	GJB 509B—2008
96	电连接器	通用	热处理	禁用工艺: 变形铝合金热处理时: 硝盐槽加热时, 零件与槽壁、槽底及液面应不小于 100mm; 焊接件不宜在硝盐中加热	强度不均匀, 介质残留, 易引起腐蚀	强度降低、腐蚀	根据硝盐槽有效加热区设置专用工装, 保证不小于 100mm, 应采取工艺与检验措施, 及时清除工件上沾附的介质	QJ/Z 127—1984
97	电连接器	通用	热喷涂	禁用工艺: 表面沾有油、脂的零件不宜直接吹砂粗化(应先脱油、脂, 后吹砂)	可能污染零件和沙粒附着, 影响涂层结合强度	污染, 影响涂层结合强度	—	GB/T 11373—2017
98	电连接器	通用	射频电缆连接	禁用工艺: 不宜把直接压接电缆护套套作为电缆保持力的主要方法	电缆保持力不合格	连接失效	—	GJB 5021A—2011
99	电连接器	通用	含氰电镀	禁用工艺: 不宜采用氰化物电镀工艺(在取得公安、环保部门认可的情况下可限制使用)	污染环境, 危害人体健康	—	—	国家发改委 21 号令《产业结构调整指导目录》(2011 年本)(修正)
100	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺: 不宜磷化的零件: 要求保持零件磷化前的表面粗糙度或尺寸精度的零件; 钎焊和受摩擦的零件; 不锈钢零件; 薄或细的弹性零件	易腐蚀, 磷化增加表面粗糙度, 影响尺寸精度	腐蚀	—	GJB/Z 594A—2000、QJ 450B—2005

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
101	电连接器	通用	焊接	限用工艺：插装元器件焊接不宜使用先焊后剪工艺	剪切应力易影响焊点可靠性	开路	安装与焊接应先剪后焊，剪切口应清洁、光滑并被焊料覆盖	QJ 3117A—2011、 QJ 3011—1998
102	电连接器	通用	压接连接	限用工艺：穿过环境密封电连接器护套孔环的导线应为 1 根	开路	开路	—	GJB/Z 457—2006
103	电连接器	通用	热喷涂	限用工艺：吹砂粗化后的零件放置时间：晴天不宜超过 12h，雨天或潮湿天气不宜超过 2h	吹砂表面可能再次氧化，影响涂层结合强度	氧化，影响涂层结合强度	—	GB/T 11373—2017
104	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：带有复杂内腔或形成气囊不易排除的零件不宜镀覆	膜层不连续，易产生腐蚀	腐蚀、局部镀层不完整	设计部门应先于工艺部门商定，并制定双方同意的技术验收规范或在不同的影响产品使用的部位留有便于液、气体排出的工艺孔	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
105	电连接器	通用	导线电缆的转接	限用工艺：导线电缆的转接只允许用于在导线根数、导线规格需要变化时	连接不可靠	瞬断	—	工程应用实践总结
106	电连接器	通用	导线、引线端头处理	限用工艺：导线绝缘层的剥除限制使用机械冷剥	防止导线芯线断裂	断裂、损伤	采用温控剥线或激光剥线；机械剥线应采用不可调钳口的精密剥线钳，并做到钳口与导线规格选择的唯一性（使用进口精密剥线钳进口标准导线），对于带金属屏蔽层的多股导线，外绝缘层去除可以采用机械冷剥，但应保证不应损伤屏蔽层及芯线	QJ 3268—2006

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
107	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺: 对几何形状较复杂及要求耐磨的零件及不易装挂的零件, 不宜采用镀黑铬	均匀镀能力差	镀层厚度不宜保证、外观不均匀	镀镍并进行黑化处理	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
108	电连接器	通用	热处理	禁用工艺: 对直径 7mm~15mm 的中碳钢, 为避免开裂, 不宜水中淬火	因残余应力易造成开裂	开裂	采用水油分级淬火或具有防裂效果的淬火剂	QJ 2538A—2016
109	电连接器	通用	焊接	禁用工艺: 多焊点施焊, 不应沿一个方向连续逐点施焊	形成热应力, 影响焊接质量	影响可靠性	—	工程应用实践总结
110	电连接器	通用	电装	禁用工艺: 防波套、接地用导线不宜直接接在连接器尾夹紧固螺钉上	影响可靠性、维修性	—	—	工程应用实践总结
111	电连接器	通用	渗硼	禁用工艺: 工件渗硼后不宜加工	易引起脆断	脆断	采用绿色碳化硅砂轮精磨或立方氮化硅、金刚石磨料进行研磨	JB/T 4215—2008
112	电连接器	通用	镀覆	禁用工艺: 焊接部件如有缝隙、虚焊或气孔, 不宜镀覆	镀后残存溶液清洗不净影响电镀效果易产生腐蚀	降低镀覆质量和部件连接强度	排除缝隙、虚焊或气孔后再镀覆或尽量采用整体结构	GB/T 12611—2008
113	电连接器	通用	熔焊	禁用工艺: 焊接的适宜环境温度: 超高强度钢熔焊低于 18℃; 钛及钛合金熔焊低于 15℃; 结构钢、不锈钢、铝及铝合金熔焊低于 10℃, 其余易产生裂纹的材料熔焊低于 15℃; 焊接环境相对湿度高于 75%	温度过高, 湿度过高易产生裂纹、气孔等焊接缺陷	接触失效	生产现场应建立保证焊接质量所必需的环境条件	QJ 175—1993、 QJ 1666A—2011、 QJ 2698A—2011、 QJ 2697—1995

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
114	电连接器	通用	导线、引线端头 处理	限用工艺: 剪切多余导线或引线不宜使用 普通剪线钳	为防止产生多余物	多余物	使用磨屑钳	QJ 3117A—2011
115	电连接器	通用	镀覆	限用工艺: 抗拉强度大于或等于 1650MPa 的高强度钢, 未经去除残余应力处理时不 宜化学氧化, 易碱脆; 中空和密封的零件 不宜化学氧化(易发生爆炸危险)	碱脆、爆炸	开裂	成型后回火处理 或去除残余应力 后进行化学氧化	QJ 450B—2005、 GJB/Z 594A—2000
116	电连接器	通用	压接连接	限用工艺: 坑压式压接连接一个压线筒内 最多允许压接 2 根导线	—	开路	—	GJB 5020—2001
117	电连接器	通用	热处理	限用工艺: 铝合金铸造、熔炼过程中, 合 金最高温度不宜超过 780℃, 合金液在炉 中停留的时间不宜过长	易引起烧损, 导致成分变 化	成分变化	可严格控制熔炼 温度, 每一炉的合 金从开始融化至 浇注完毕的时间, 砂型铸造不应超 过 6h, 金属型铸 造不应超过 7h, 压铸不应超过 9h	QJ 1182A—2005
118	电连接器	通用	镀覆	限用工艺: 铝铜合金含铜量大于 5%, 铜、 硅含量大于 7.5%的零件不宜进行铬酸阳 极化	形成不了连续阳极化膜, 易腐蚀	腐蚀	—	QJ 450B—2005、 GJB/Z 594A—2000
119	电连接器	通用	不锈钢和耐热钢 热处理	限用工艺: 马氏体不锈钢和耐热钢工件淬 火后应及时回火, 时间间隔不宜过长	易产生开裂和变形	开裂、变形	淬火后应及时回 火, 时间间隔不超 过 4h, 含碳量较 低、形状简单的工 件, 不超过 16h	JB/T 9197—2008
120	电连接器	通用	导线安装	限用工艺: 每个接线端子上焊接不宜超过 3 根导线(超过 3 根采取经验证的可靠保 焊接可靠性的措施)	焊接部位易产生缺陷	虚焊等焊接缺陷	—	QJ 3117A—2011

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
121	电连接器	通用	压接连接	限用工艺：模压式压接连接一个压线筒内最多允许压接 3 根导线	开路	开路	—	GJB 5020—2001
122	电连接器	通用	热处理	限用工艺：气体渗氮件不宜校正	校正后产生残余应力、脆性断裂	断裂	如进行校正后，应立即进行去应力退火及探伤	GB/T 18177—2008
123	电连接器	通用	涂装工艺	限用工艺：清除旧漆限制使用火焰法	不安全	—	—	工程应用实践总结
124	电连接器	通用	引线与导线连接	限用工艺：任何导线限制直接焊接使用	连接不可靠	瞬断	接线端子或连接器续接	GJB 1150A—2017
125	电连接器	通用	热处理及锻造加工	限用工艺：若加热介质对工件有腐蚀及其他有害影响，不宜采用热浴加热方式	介质残留，易产生腐蚀	腐蚀	及时清除工件上沾附的介质或采用辐射式热处理炉	GB/T 16923—2008
126	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：铜含量大于 2.5% 以上的裸铝合金及铸造铝合金不宜导电氧化	形成不连续的氧化膜，耐蚀性差	腐蚀、接触电阻增大	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
127	电连接器	通用	元器件安装	限用工艺：为了方便维修，在印制板上采用压装的电连接器，压装后限制使用焊接加固	造成维修困难	—	—	工程应用实践总结
128	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：在工作中受摩擦的零件不宜镀锌；具有渗碳表面的零件不宜镀锌	易产生腐蚀、磨损、氢脆、锌脆，除氢处理后可能降低零件表面硬度	腐蚀、磨损、氢脆、锌脆	采用其他防护方案或采用不锈钢不需镀覆的材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
129	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：下列情况不宜镀锡；大气条件下工作的黑色金属防护层；受摩擦零件；在浓过氧化氢中工作的零件	易腐蚀、易磨损	腐蚀	—	QJ 450B—2005
130	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：下列情况不宜进行硬质阳极氧化：对疲劳性能要求高的零件；承受冲击载荷的零件；搭接点焊或铆接组合件；有不同铝合金组合成的组合件及铝件与非铝件构成的组合件；厚度不大于 1mm 的零件；螺纹孔径小于 6mm 的盲孔零件的螺纹部位	硬质阳极氧化膜厚、脆不同材料的铝合金由于电位差异，会造成腐蚀、崩落	腐蚀、崩落	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
131	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：下列情况下不宜镀银：大气条件下工作的黑色金属防护层；受摩擦零件；与含硫的非金属材料相接触的零件；热真空、低重力环境下工作的宇航级元器件	易腐蚀、易磨损	腐蚀	—	工程应用实践总结
132	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：下列情况下不宜镀硬铬：长期处于以硝酸为基的氧化剂及其蒸汽条件下工作的零件；长期与过氧化氢接触的零件；形状复杂的零件；要求高导电性的零件；零件需要焊接的部位；在海洋大气或海水条件下工作的零件；螺纹零件的螺纹部位；受冲击载荷的零件；高硬度的淬火零件	易腐蚀、镀层不均匀、导电性不好、镀层内应力大	腐蚀、镀层开裂	耐腐蚀或其他替代材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
133	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：下列情况下不宜镀镍：在含硫化物的气氛中工作的零件；表面受摩擦的零件；具有渗碳表面的零件；直径大于或等于 10mm 的 30CrMnSiA 螺栓；厚度小于 0.5mm 的钢制薄片零件；“抗拉强度为 1450MPa~2000MPa”的钢制零件；钢制弹性零件	易产生腐蚀、镀层不耐磨易产生氢脆，除氢处理可能降低渗碳零件的表面硬度	腐蚀、氢脆、脆	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005

表 7 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
134	电连接器	通用	硫化腐蚀	限用工艺：限制使用硫化橡胶、硫化电缆	硫元素释放出来对电子元器件造成硫化腐蚀	腐蚀	选用抗硫化腐蚀电子元器件，并对元器件涂三防漆处理	工程应用实践总结
135	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：用作导电、导磁的零件，镀锌、镀镉层不宜直接钝化处理（设计部门应根据零件使用环境严格控制选用；若选用，应对产品进行电磁性能测试，确保满足性能要求）	钝化膜影响导电、导磁性能	导电、导磁性能下降	—	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
136	电连接器	通用	压接连接	限用工艺：一个压线筒内压接 2 根以上不同截面积导线时，较小截面积导线的线截面积应不小于较大截面积的 60%	开路	开路	—	GJB 5020—2001
137	电连接器	通用	镀覆	限用工艺：以螺纹、压合、点焊、搭接、铆接、单面焊接的组部件，不宜镀覆	缝隙难于清洗干净，易产生腐蚀，影响连接强度及镀覆效果	腐蚀影响原有配合关系导致连接强度降低	设计部门应先在工艺部门商定，并制定双方同意的技术验收规范；尽可能在连接之前，以零件状态镀覆；工艺应制定清洗或局部保护控制措施；装配前进行外观检查，防止已腐蚀的组部件装入产品	GB/T 12611—2008
138	电连接器	通用	不锈钢和耐热钢热处理	限用工艺：有凹槽、盲孔的工件，铸件和焊接件以及加工成型的不锈钢工件不宜在盐浴炉中加热	易产生多余物和腐蚀	多余物、腐蚀	应及时清除凹槽、盲孔及零件表面的残留介质，避免腐蚀和多余物	JB/T 9197—2008
139	电连接器	通用	电缆加工	限用结构：限用较大规格同轴连接器配接外径较细同轴电缆，限用较小规格同轴连接器配接外径较粗同轴电缆	大连接器配细电缆时，端接电缆时电缆易损坏，粗电缆易使小规格连接器连接机构损坏；连接器长期受弯曲应力导致产品性能、可靠性降低	—	—	生产经验、工程应用实践总结

表 8 磁性元器件禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	磁性元器件	通用	锡镀层	禁用材料：禁止采用纯锡镀层作为引出端的底层和外层表面	在使用过程中纯锡材料易生长晶须而形成短路失效	短路	采用锡合金，但锡含量不应超过 97%	GJB 1864A—2011
2	磁性元器件	通用	灌封、填充、封装材料	禁用材料：禁止采用在高温下易流出的灌封、填充及封装材料	材料从变压器和电器壳内流出引起变压器、电器变形	失效	—	工程应用实践总结
3	磁性元器件	通用	引出端	禁用材料：器件引出端禁止涂镀纯锡层	会造成锡须生长	短路	可采用锡铅合金(Sn—Pb)，且锡含量不应超过 97%(按质量计)，铅的含量不应低于 3%(按质量计)	GJB 2283A—2014
4	磁性元器件	通用	多余物	禁用工艺：禁止出现可见的多余物、松动或过量的焊料	多余物易造成电路损伤	可靠性降低	—	工程应用实践总结
5	磁性元器件	通用	粘固工艺	禁用工艺：禁止带有磁心的线圈(重量 3.5 克以上)、变压器及其他非支撑引线的器件等仅用硅橡胶粘固	一旦硅橡胶失效，会使线圈焊点受力	开路	应采用机械辅助固定的方式(如绑线、采取紧固件固定等方式)	Q/RJ 557—2017
6	磁性元器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止焊点返工超过三次	易造成焊接部位损伤	焊盘脱落	严格控制焊接温度和时间	工程应用实践总结
7	磁性元器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止印制电路板金属化孔双面焊接	易造成焊接缺陷	开路	采用单面焊，焊料应从印制板的一侧连续流到另一侧	工程应用实践总结
8	磁性元器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：手工焊接时，禁止对焊点强制冷却	易发生焊点虚焊	开路	应在室温下自然冷却	工程应用实践总结

表 8 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
9	磁性元器件	通用	连接结构	禁用结构：内部连接应牢固，绕组引出禁止使用纯锡搭接结构	产品后续使用焊接时，易造成内部脱焊	开路	采用机械固定后锡铅焊接，或采用熔压焊、熔焊或键合工艺	工程应用实践总结
10	磁性元器件	通用	绕组导线	限用工艺：绕组导线线径不宜小于 25.4 $\mu\text{m}$	绕线线径过小，易断	开路	采用加大线径的导线进行绕制	工程应用实践总结
11	磁性元器件	通用	拼接、修整结构	限用结构：未经许可，不应对接断裂导线或端接点的拼接或修整	连接处容易断开	开路	—	工程应用实践总结
12	磁性元器件	航天	贴片电感器结构	限用结构：不宜采用长宽比大于 2:1 且尺寸大于 1206 的细长型贴片电感器	细长型贴片电感器，结构强度较低，容易断裂	断裂	—	工程应用实践总结

表 9 开关禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
1	开关	通用	黑色金属材料	禁用材料：针对按钮开关、钮子开关、旋转开关、指示轮编码开关、微动开关、薄膜键盘开关，黑色金属材料禁止用作载流零件(对按钮开关，额定负载类型为逻辑电平电路、中等电流及低电平的开关除外；对旁路开关，用于玻璃封装的引出端材料除外)	导电率低，产品内阻大	热失效；短路；造成产品发热，长期使用易产生电火花，存在安全隐患	—	工程应用实践总结
2	开关	通用	镀层材料	禁用材料：针对按钮开关、钮子开关、旋转开关、指示轮编码开关、微动开关、双列直插式开关、薄膜键盘开关、机械加速度过载开关，禁止采用纯锡作为产品内部和外部的表面镀层和底镀层	有外界应力时产生锡须生长	短路	可以采用锡铅合金(Sn-Pb)，但铅的含量不高于 3%(按质量计)；其他锡合金的使用应经鉴定机构批准	工程应用实践总结
3	开关	通用	镀层材料	禁用材料：机械式加速度过载开关，禁止采用纯锌镀层	易产生脆断	基底金属裸露	—	工程应用实践总结
4	开关	通用	合金材料	禁用材料：机械式加速度过载开关，禁止使用镁或铁合金(触点例外)	燃点低，易燃	造成电路着火，出于安全考虑	—	工程应用实践总结
5	开关	通用	镀层材料	禁用材料：机械式加速度过载开关，禁止采用纯镉镀层	有毒	长期接触危害生命	—	工程应用实践总结
6	开关	通用	镀层材料	禁用材料：禁止按钮开关接线端间距小于 0.4mm 的表面使用银镀层	潮湿大气中易产生“银须”	短路	—	工程应用实践总结
7	开关	通用	镀层材料	禁用材料：针对钮子开关、旋转开关、指示轮编码开关、微动开关、双列直插式开关、机械加速度过载开关、薄膜键盘开关、旁路开关，禁止采用银镀层作为表面镀层和金镀层的底镀层	潮湿大气中易产生“银须”	造成电路短路；导致镀层的可焊性、导电性变差	—	工程应用实践总结

表 9 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
8	开关	通用	焊接材料	禁用材料：使用焊接的地方，禁止使用腐蚀性的焊剂	非密封开关可能腐蚀触点和弹簧片	造成接触电阻变大，降低开关寿命	—	工程应用实践总结
9	开关	通用	金属防腐材料	禁用材料：双列直插式开关，禁止将油漆用于防腐	长期使用造成油漆脱落，金属裸露	腐蚀金属表面	—	工程应用实践总结
10	开关	通用	复合材料	禁用材料：无论任何用途均禁止使用硅酮或硅酮化合物	易挥发	腐蚀零件	—	工程应用实践总结
11	开关	通用	填充材料	禁用材料：针对指示轮编码开关、机械式加速度过载开关，禁止使用棉纤维、化纤或木粉作为填充材料	材料为易燃物	造成电路着火，存在安全隐患	使用非棉基的塑料层压板	工程应用实践总结
12	开关	通用	焊接工艺	禁用工艺：焊接线端的开关，其内部与焊接接线的连接方式禁止使用锡焊焊接	内部焊剂瘿化	造成开关内部接线端位置发生变化，进而影响开关性能	—	工程应用实践总结
13	开关	通用	设计结构	禁用结构：针对钮子开关、旋转开关、指示轮编码开关、微动开关、双列直插式开关、机械加速度过载开关、薄膜键盘开关、旁路开关，禁止在非金属零件上加工螺纹	造成非金属材料损伤和变形	造成非金属材料损伤和变形	—	工程应用实践总结

表 10 微特电机禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	微特电机	通用	切削加工工艺	禁用工艺：电工钢叠片组合件加工禁止采用有腐蚀性的水基冷却液	易造成加工表面锈蚀和叠片开裂	绝缘失效	采用风冷或无腐蚀性的冷却液	工程应用实践总结
2	微特电机	通用	切削加工工艺	禁用工艺：金属零件加工 M3 及 M3 以下螺纹(攻丝)时，禁止采用油酸润滑油	易造成螺纹锈蚀	紧固强度失效	铜制零件一般采用豆油与机油的混合润滑油，铝制品零件采用煤油润滑	工程应用实践总结
3	微特电机	通用	切削加工工艺	禁用工艺：带有绕线的组合件机械加工时，禁止让导线的引线处于自由状态	零件旋转时易损伤导线、甩线易伤人	引线破损	应将导线与组合件绑扎固定，避免与组合件基体有相对运动	工程应用实践总结
4	微特电机	通用	镀覆工艺	禁用工艺：弹性件或抗拉强度大于 1050MPa 的钢制件，禁止镀覆前用酸洗的方法去除氧化皮	易产生氢脆	刚度失效	采用无氧化热处理工艺或采用打磨、吹砂、抛丸、碱洗等无析氢的方法去除氧化物	QJ 452—1988
5	微特电机	通用	镀覆前处理工艺	禁用工艺：厚度小于 1mm 或抗拉强度大于 1450MPa 的钢制件，禁止使用电化学阴极除油或阴极、阳极交替除油	易产生氢脆	刚度失效	采用阴极除油、超声波除油等无析氢除油方法	工程应用实践总结
6	微特电机	通用	镀覆工艺	禁用工艺：直径大于或等于 10mm 的高强度钢(强度大于或等于 1050MPa)螺栓禁止电镀，抗拉强度大于或等于 1300MPa 或经等温 1500MPa 的钢制件禁止电镀；厚度小于 0.5mm 的钢制薄片零件禁止电镀；钢制弹性件禁止电镀	易产生氢脆	刚度失效	采用达克罗涂层、机械镀锌等无氢脆镀覆工艺或低氢脆镀锌工艺	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005

表 10 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
7	微特电机	通用	镀覆工艺	禁用工艺: 与有色金属(铝、锡、锌等)接触及与非金属(如橡胶、塑料、皮革等)接触的钢制零件禁止化学氧化	易产生接触腐蚀	电化学腐蚀	采用其他防护方案(如化学镀镍工艺等)或更换材料	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
8	微特电机	通用	镀覆工艺	禁用工艺: 用锡、锡铝、铜等有色金属焊料焊接的钢制组合件禁止化学氧化	腐蚀焊料	电化学腐蚀	采用其他防护方案	GJB/Z 594A—2000、 QJ 450B—2005
9	微特电机	通用	镀覆工艺	禁用材料: 含有镀锌、镀铬零件的产品包装存储禁止使用和存在 QJ 2921—1997 表 A.1 所列可生产严重腐蚀镀锌层、镀铬层的有机气氛的材料	有机气氛造成镀锌、镀铬层严重腐蚀	电化学腐蚀	按 QJ 2921—1997 选用合适的材料	QJ 2921—1997
10	微特电机	通用	去除工艺	禁用材料: 涂漆前处理作业及大面积除油和清除旧漆作业中, 禁止使用苯及甲苯、二甲苯	剧毒、有害人体	—	采用其他无毒或低毒的除油剂、除漆剂	工程应用实践总结
11	微特电机	通用	清除工具	禁用工艺: 用有机物溶剂或溶剂型脱漆剂清除旧漆时, 禁止使用钢制的刷、铲、刀等易产生火花的工具	易造成火灾、爆炸事故	—	使用铝、铜或非金属材料质的工具	工程应用实践总结
12	微特电机	通用	涂装工艺	禁用工艺: 加热涂料等易燃物质时, 禁止使用火炉、电炉、煤气炉及其他明火	易造成火灾、爆炸事故	—	使用热水、蒸汽等热源	工程应用实践总结
13	微特电机	通用	热加工工艺	禁用工艺: 高温合金热处理时, 禁止使用还原气氛	易产生氢脆	刚度失效	高温合金热处理采取真空或惰性气体保护气氛; 加热温度不超过 1000°C 时, 也可以用放热式气氛或氮基气氛, 还可以采用涂层料保护	工程应用实践总结

表 10 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
14	微特电机	通用	热加工工艺	禁用工艺：真空热处理时禁止使用带有镀层的铁丝捆扎工件	易产生金属间扩散而发生粘连和工件表面的金属元素贫化	—	采用无镀层的金属丝进行捆绑	工程应用实践总结
15	微特电机	通用	切削加工工艺	限用工艺：绝缘或高精度结构用环氧或酚醛层压板(棒)零件机械加工时不宜使用冷却液	层压板(棒)吸收冷却液易造成零件变形, 降低绝缘性能	绝缘失效	采用干式切削	工程应用实践总结
16	微特电机	通用	元器件引线成形	禁用工艺：元器件引线禁止使用刮刀清除氧化物	易损伤元器件	损伤	应使用绘图橡皮轻擦, 或必要时用 W14—W18 金相砂纸单方向轻砂引线表面	QJ 3267—2006
17	微特电机	通用	端头处理工艺	禁用工艺：禁止镀金的导线、元器件引线、各种接线端子等焊接部位, 未经除金处理, 直接焊接	容易产生脆性合金, 造成焊点开裂失效	强度失效	引线表面金镀层厚度大于 2.5um, 需经过两次去金处理, 小于 2.5um 进行一次除金处理	QJ 165B—2014
18	微特电机	通用	镀覆工艺	限用工艺：要求导电、导磁的零件镀锌镀格层不宜钝化处理	钝化膜影响导电、导磁性能	—	设计部门应根据零件使用环境严格控制选用；若选用, 应对产品进行电磁性能测试, 确保满足性能要求	工程应用实践总结
19	微特电机	通用	不锈钢和耐热钢热处理工艺	限用工艺：在凹槽、盲孔的工件、铸件和焊接件以及加工成型的不锈钢工件不宜在盐炉中加热	易产生多余物和腐蚀	—	强度失效	工程应用实践总结
20	微特电机	通用	清洗工艺	禁用工艺：清洗聚酯材料零件禁止使用丙酮、酒精等清洗用有机溶剂及 DJB—823 保护剂等	易造成崩裂	裂纹	采用汽油清洗	航天精加工典型工艺

表 10 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
21	微特电机	通用	焊接材料工艺	禁用工艺：导线、电缆的焊接禁止使用 RA 型焊剂	焊接时, RA 型焊剂会渗透到导线、电缆绝缘层内, 造成芯线腐蚀, 影响焊接可靠性	腐蚀、降低焊接可靠性	采用焊剂芯或液态焊剂时, 应采用符合 GB/T 9491—2002 的 R 型或 RMA 焊剂	QJ 165B—2014、GB/T 9491—2002
22	微特电机	通用	焊接	禁用工艺：手工焊接时, 禁止用嘴吹或用其他强制冷却方法, 且凝固前禁止晃动	防止虚焊	开路	手工焊接时, 焊点应在室温下自然冷却	QJ 3117A—2011
23	微特电机	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止印制电路板金属化孔双面焊接	易造成焊接缺陷	开路、降低焊接可靠性	采用单面焊接, 焊料应从印制板的一侧连续流到另一侧	工程应用实践总结
24	微特电机	通用	静电防护工艺	禁用工艺：禁止不带防静电手环、腕带等工具接触、焊接 CMOS 等类易受静电损伤的元器件；禁止裸手拾取静电敏感元器件	易损伤静电敏感元器件	静电损伤	操作静电敏感元器件应在防静电环境下进行	QJ 3012—1998、QJ 2711A—2014
25	微特电机	通用	螺纹紧固与防松	禁用工艺：禁止没有力矩要求的螺纹紧固	存在螺纹紧固安全隐患	降低可靠性	应依据 Q/W 1036B—2016 执行, 给出螺钉紧固的力矩量化要求并规定用相应量程的力矩改锥进行紧固操作；强度低、脆性材料的螺纹紧固力矩值不能按此标准的要求执行	Q/W 1036B—2016
26	微特电机	通用	导线端头处理	禁用工艺：禁止导线(包括多股线)为适应焊盘孔径或焊杯内径而采取机械修锉或截断部分芯线减少股数的办法减小直径后焊接	导线采取机械修锉或截断部分芯线减少股数可能降低导线的疲劳强度	易疲劳断裂	应根据焊盘孔径或焊杯内径尺寸选择合适直径的导线	工程应用实践总结

表 10 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
27	微特电机	通用	印制板设计	禁用设计：禁止元器件引脚与金属化孔的间隙超出 0.2mm~0.4mm 范围的设计	易生成孔洞或过锡不好等缺陷	降低焊接质量与可靠性	金属化孔应与元器件引线之间留有 0.2mm~0.4mm 的间隙	QJ 3012—1998
28	微特电机	通用	镀覆工艺	限用工艺：2A11、2A12 材料不宜绝缘阳极化	含铜量高，氧化膜不连续或绝缘性能不佳	降低可靠性	增加封闭处理以保证绝缘性能要求，设计部门应对能否满足产品性能进行分析	QJ 450B—2005
29	微特电机	通用	镀覆工艺	限用工艺：厚度不大于 0.6mm 的铝合金板材不宜绝缘阳极化	阳极化会损失有效厚度	腐蚀	设计部门应对能否满足产品性能进行分析	GJB/Z 594A—2000
30	微特电机	通用	镀覆工艺	限用工艺：零件的螺纹部位不宜硬质阳极化；对疲劳性能要求高的零件不宜硬质阳极化；承受冲击载荷的零件不宜硬质阳极化	硬质阳极化膜厚、脆，易崩落	产生多余物	镀后加工	工程应用实践总结
31	微特电机	通用	镀覆工艺	限用工艺：厚度小于或等于 1mm 的零件不宜硬质阳极化	硬质阳极化会损失有效厚度	不符合设计值	设计部门应对能否满足产品性能进行分析	工程应用实践总结
32	微特电机	通用	导线(引线)端头处理工艺	限用工艺：导线绝缘层的剥除限制使用机械冷剥	防止导线芯线断裂	断裂、损伤	采用温控剥线或激光剥线；机械剥线应采用不可调钳口的精密剥线钳，并做到钳口与导线规格选择的唯一性(使用进口精密剥线钳剥进口标准导线)，对于带金属屏蔽层的多股导线，外绝缘层去除可以采用机械冷剥，但应保证不应损伤屏蔽层及芯线	QJ 3268—2006

表 10 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
33	微特电机	通用	印制板焊接工艺	限用工艺: 插装元器件焊接不宜使用光焊后剪工艺	剪切应力易影响焊点可靠性	开路	安装与料接应先剪后焊, 剪切口应清洁、光滑并被焊料覆盖	QJ 3117A—2011、 QJ 3011—1998
34	微特电机	通用	密封工艺	禁用工艺: 铝合金作为密封面, 禁止使用表面氧化处理	渗漏	表面疏松、密封失效	—	工程应用实践总结
35	微特电机	航天	密封工艺	禁用工艺: 铝合金制结构件的密封结构面禁止采用氧化处理	氧化膜为疏松结构, 不利于密封	密封失效	不做氧化处理并保证密封面的粗糙度	QJ 450B—2005
36	微特电机	航天	氧化工艺	限用工艺: 铝合金制工件氧化和着色处理后不宜直接暴露在日光下或 150℃ 以上环境使用	染色封闭膜层在日光照射下产生褪色; 超出膜层耐受温度产生开裂、脱落	外观产生色差; 膜层脱落、色差	氧化后做涂覆处理; 本色氧化或涂覆处理	工程应用实践总结
37	微特电机	航天	密封工艺	禁用工艺: 在有绝缘要求的产品、部件对焊接有导线的接线柱禁止直接使用硫化硅橡胶、密封胶直接进行涂胶密封	硫化硅橡胶在固化过程中需要空气中水汽参与, 会导致绝缘下降	绝缘失效	密封前采用三防漆封闭后再涂胶密封	工程应用实践总结
38	微特电机	航天	涂覆工艺	禁用工艺: 表面预涂 DJB—823 膜层工件禁止进行表面涂覆	涂覆附着力差, 脱落	涂覆曾脱落、多余物	不涂 DJB—823 或不涂覆	工程应用实践总结
39	微特电机	航天	电刷制造材料	限用材料: 限制使用 65Mn、70 钢丝制造电刷用弹簧	材料高温下不稳定, 弹力下降	电机失效	改用 1Cr18Ni9-B-YB(T) 等绕制	工程应用实践总结

表 11 传感器禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
1	传感器	通用	助焊剂	禁用材料：禁用含有卤酸盐成分的改性松香基助焊剂	卤酸盐对焊盘和电气引出端等金属材料有腐蚀	开路	—	工程应用实践总结
2	传感器	航天	干燥剂	禁用材料：禁止电路内部使用干燥剂材料(采用吸气剂的特殊结构除外)	分解后会产生水汽，造成芯片腐蚀，进而出现短路、漏电流增大等现象	腐蚀、漏电流增大、短路	—	工程应用实践总结
3	传感器	通用	纯金属材料	禁用材料：禁止使用未经破涂保护而裸露的易产生品须或具有升华特性的纯金属材料(如锡、银、锌、铬等)	产生品须或升华导致短路失效	短路	—	GJB 2438B—2017
4	传感器	航天	粘固	禁用工艺：变压器、阻流圈、继电器等大质量元器件禁止采用硅橡胶粘固	抗机械能力较差	失效	采用机械加固工艺, 辅助硅橡胶粘固	工程应用实践总结
5	传感器	宇航	器件选择	禁用工艺：禁用无钝化层的有源芯片	吸附有害物质，影响电参数稳定性	退化	—	工程应用实践总结
6	传感器	通用	密封工艺	禁用工艺：禁止对电路进行聚合物浸渍或第二次密封(如回填、镀涂或使用有机材料、聚合材料以实现、改进或返工、返修密封性能)，三防工艺除外	影响长期气密性	退化	—	GJB 597B—2012
7	传感器	宇航	手工焊接	禁用工艺：禁止使用非温控电烙铁或难以准确调温的电烙铁进行手工焊接的工艺	由于温度不能准确设定和控制，温度过高造成元器件损伤，温度过低影响焊点质量	开路	—	工程应用实践总结
8	传感器	航天	键合	禁用工艺：禁止使用功率芯片金—铝键合工艺	金脆	开路	—	GJB 2438B—2017
9	传感器	航天	键合	禁用工艺：禁止使用硅铝热压键合工艺	影响键合可靠性	开路	—	GJB 2438B—2017
10	传感器	航天	电镀	禁用工艺：禁止使用密封后电镀工艺	破坏密封	密封失效	—	工程应用实践总结

表 11 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
11	传感器	航天	密封	禁用工艺：禁止使用锡焊密封工艺，最后密封工艺不应使用焊剂	密封性能下降	漏气	—	工程应用实践总结
12	传感器	航天	焊接、剪切	禁用工艺：元器件引线禁止使用先焊后剪的工艺	焊点受力，影响焊接质量与可靠性	开路	安装与焊接应先剪后焊，剪切口应清洁、光滑并被焊料覆盖	QJ 165B—2014
13	传感器	航天	多余物	禁用工艺：禁止在成像器件装配后的封闭腔体内有螺纹通孔的设计；禁止在成像器件的结构和机构中，有产生不可清除的多余物设计	螺纹副或其他副摩擦发生相对转动会产生多余物，落到封闭腔体内的多余物无法清理	多余物	采用螺纹盲孔设计	工程应用实践总结
14	传感器	通用	温度	禁用工艺：最后密封完成后，电路禁止再承受高于内部聚合材料固化温度（多种时取最低）的受热环境	聚合材料失效	热失效	—	工程应用实践总结
15	传感器	航天	有机或聚合物材料	禁用材料：密封元器件内部限制使用有机/聚合物材料，如使用，应提交相应资料作为认可依据	降解产生有害气体、应力释放，影响器件可靠性	退化	—	GJB 33B—2021
16	传感器	航天	封装材料	禁用材料：限制使用塑封元器件，如需使用，应进行工艺鉴定	不能有效保证器件可靠性	—	—	GJB 2438B—2017
17	传感器	宇航	超声清洗工艺	禁用工艺：禁用超声清洗工艺	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	退化	—	工程应用实践总结
18	传感器	航天	加固	禁用工艺：限制使用导电胶加固键合点	由于热膨胀系数差异，容易发生键合点断开，接触电阻增大或者键合丝断开	开路	—	GJB 2438B—2017
19	传感器	航天	键合工艺	禁用工艺：限制使用与芯片键合区金属材料不同的引线进行键合；如确需使用，应进行工艺鉴定	产生脆性金属间化合物、电迁移等导致的键合失效	开路	—	GJB 2438B—2017

表 12 电池禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	电池	通用	不同金属直接接触	禁用结构：化学电源，除非已采取防止电解除和腐蚀保护措施，不同类金属限制直接接触	在有电解液的情况下会形成原电池结构，造成电解除腐蚀	电化学反应反应增加，电池性能下降	—	工程应用实践总结
2	电池	航天	材料	禁用材料：太阳能电池禁止使用紫外或红外照射后会发射可见光的材料	干扰电池正常的性能	影响转化效率	—	工程应用实践总结
3	电池	通用	材料热匹配	禁用材料：太阳能电池限制直接使用热膨胀特性不匹配材料	热匹配性不好的太阳能电池在使用过程中可能会因温度变化而导致失效	—	对热膨胀特性差异大的材料采取补偿措施	GJB 1431A—2014、 GJB 7392—2011
4	电池	通用	材料	禁用材料：太阳能电池材料限制直接使用易生长霉菌、易吸潮的材料	吸湿或长霉会导致太阳能电池性能下降甚至失效	—	使用防护措施	GJB 1431A—2014、 GJB 7392—2011
5	电池	通用	电连接工艺	禁用工艺：禁止使用纯螺旋纹面进行导电	电流分布不均匀、线路电阻不稳定	电池输出性能下降，局部过热烧损	使用导电端子、极柱等有可靠导电功能的结构	工程应用实践总结
6	电池	通用	装配工艺	禁用工艺：禁止对装入化学电源内部的极板、隔膜以及其他零部件进行裸手操作接触	容易引入水、有机物或盐类杂质	影响电池电化学反应性能，出现异常反应	穿戴洁净的无粉乳胶手套或细纱手套	电化学基本原理
7	电池	通用	装配工艺	禁用工艺：禁止使用空心铆钉作为电气连接	容易导致电气连接不可靠	连接失效	使用实心铆钉或端子连接	QJ 3012—1998
8	电池	通用	机加工	禁用工艺：禁止在电池单体成型后对极柱端子及外壳等进行机加工	容易破坏部件强度或内部结构	结构损坏或性能下降	确保单体电池成型前零部件满足装备要求	工程应用实践总结

表 12 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
9	电池	通用	材料	禁用材料：限制有镀层的工具或工装接触电池极片	工具工装磨损，容易引入镀层多余物	增加电池微短路失效风险	使用无镀层的工具或工装	工程应用实践总结
10	电池	通用	材料	禁用材料：限制螺纹连接、压接、铆接、压合等部件使用镀涂工艺	镀涂层受力剥落，形成多余物	增加电池微短路失效风险	使用无镀涂层零部件；做好使用前的试装检验，确保无镀涂无脱落	工程应用实践总结
11	电池	航空航天	装联工艺	禁用工艺：禁止没有力矩要求和防松措施的螺纹紧固	存在螺纹紧固安全隐患	螺纹连接能力下降或失效	螺纹紧固与防松应依据 Q/W1036B—2016 执行，给出螺钉紧固的力矩量化要求并规定用相应量程的力矩改锥进行紧固操作；强度低、脆性材料的螺纹紧固力矩值不能按此标准的要求执行	Q/RJ 557—2017、Q/W 1036B—2016
12	电池	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止铝合金焊件清理后 72h 外施焊	影响焊接质量	铝合金件表面易形成氧化层	对焊件重新清理	QJ 2206—1991
13	电池	通用	装联工艺	禁用工艺：限制在整机装配中使用普通工具剪切导线或引线	容易产生多余物	—	使用留屑钳或专用工具	QJ 3117A—2011
14	电池	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止在缺少散热工装保护或冷却条件下对电池进行熔焊操作	焊接的热影响导致电池内部材料受损	破坏绝缘，异常导通，电池短路	使用适用焊接工装，严格控制热影响区	工程应用实践总结
15	电池	通用	检漏工艺	禁用工艺：禁止使用卤素检漏试验方法	卤素气体危害健康，破坏环境	—	采用氦质谱检其他无害检漏方法	工程应用实践总结
16	电池	通用	装联工艺	禁用工艺：限制使用未作绝缘防护的金属扳手、镊子或其他工具直接进行带电电池的组装操作	易造成电池意外搭接短路	—	使用非金属工具，或将金属工具除单侧工作部位以外均使用绝缘材料做好防护	工程应用实践总结
17	电池	通用	螺纹连接	禁用工艺：盲孔限制使用有折断槽的钢丝螺套	折断槽不易去除，折断后易形成多余物	—	使用没有折断槽的钢丝螺套	工程应用实践总结
18	电池	通用	电连接	禁用工艺：禁止在通电回路中直接插拔带电电池组的电连接器	容易造成产品损伤	—	插拔前应确认线路处于断电状态	工程应用实践总结

表 13 继电器禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	继电器	通用	填充材料	禁用材料：禁止使用棉纤维或木粉填充材料	会引起燃烧	造成电路着火，存在安全隐患	使用非棉基的塑料层压板	GJB 65B—1999
2	继电器	通用	结构、镀层材料	禁用材料：禁止使用汞或汞化合物；禁止使用镁或镁合金（触点例外）；继电器的内外部零件不应镀锌；继电器的内外部零件不应镀镉	有毒；易燃；易氧化	有毒；易燃；易氧化	—	GJB 65B—1999
3	继电器	通用	金属接触材料	禁用材料：能导致活性电解腐蚀（特别是黄铜、紫铜或钢与铝或铝合金的接触使用）的不同金属禁止接触使用	不同金属的接触会形成电偶，由于其原电池作用而加速腐蚀	金属腐蚀	正确选择金属材料 and 电镀材料	GJB 65B—1999
4	继电器	通用	外壳设计结构	禁用结构：禁止外壳与触点或线圈之间有电气连接	短路	短路	—	GJB 65B—1999
5	继电器	通用	外壳材料	禁用材料：外部材料不应长霉，应能自熄，不助燃，不应散发出达到有害程度的气体	防霉防燃防电气污染	长霉、易燃、散发有害气体	—	工程应用实践总结
6	继电器	通用	内部材料	禁用材料：内部使用的材料不应散发足以使密封外壳爆炸的大量气体，也不应释放使继电器的触点或其他零部件污染的大量气体	发生爆炸、触点或其他零部件被污染	密封继电器内部材料散发大量气体会导致产品爆炸，并会使触点、线圈等受到污染	—	GJB 65B—1999
7	继电器	通用	镀层材料	禁用材料：禁止使用纯锡镀层，锡含量应不大于 97%，若为锡铅合金，则铅含量应不小于 3%	纯锡材料易生长晶须（尤其是在无重力、真空环境下尤为显著）而形成短路失效；另外，纯锡材料具有显著的升华物理特征，从而形成金属膜，导致并联电阻	短路	只有铅的含量至少为 3% 时内外零部件表面才可使用锡—铅镀层	GJB 65B—1999

表 13 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
8	继电器	通用	密封材料	禁用材料：禁止器件采用聚合物材料对封装外壳浸渍处理（即用有机或聚合物材料进行填充、喷涂等来完成、改善或修复外壳的密封）	有机物或聚合物材料难以达到气密封要求	—	采用熔焊、低温钎焊或玻璃烧结密封，对熔焊、钎焊的密封修复应采用相同工艺处理	GJB 597B—2012
9	继电器	通用	焊接材料	禁用材料：有触点温升指标要求的产品，焊料最低软化点温度禁止低于环境温度与触点温升之和	焊料的最低软化点过低会导致在产品使用过程中出现开焊现象	开焊	—	GJB 65B—1999

表 14 真空电子器件禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	真空电子器件	通用	焊剂材料	禁用材料：禁止采用 RA 型助焊剂	影响元器件安装可靠性	退化	采用符合 GB/T 9491—2002 的 R 型或 RMA 型焊剂	QJ 165B—2014
2	真空电子器件	通用	内部材料	禁用材料：禁止真空电子器件内部使用含高蒸气压、低熔点的材料(如铍、钨、钼、铋、锡等)	造成真空电子器件内部污染、绝缘下降、阴极中毒	真空度下降、阴极中毒	—	工程应用实践总结
3	真空电子器件	通用	热处理工艺	禁用工艺：活性金属钛、钒、钨禁止在氢气气氛下热处理	金属与氢气发生反应造成零件失效	脆化	在真空中热处理	工程应用实践总结
4	真空电子器件	通用	焊接工艺	禁用工艺：禁止对未去除焊料的氩弧焊边直接进行氩弧焊	在氩弧焊过程中，焊缝附近的焊料会蒸发产生气孔，极易出现漏气	漏气	焊接前涂覆钎焊材料，后处理可采用机械的方式将焊料去除彻底	工程应用实践总结
5	真空电子器件	通用	端头处理工艺	禁用工艺：禁止使用刮刀等尖锐工具清除元器件引线、端头表面氧化物	易损伤元器件	退化	用绘图橡皮轻擦	工程应用实践总结
6	真空电子器件	通用	铝及铝合金熔焊工艺	禁用工艺：手工 TIG 焊时禁止采用拉高电弧的方法收弧	易产生弧坑、裂纹等缺陷	裂纹	采用堆高收弧法或电流衰减法，亦可加引出板收弧	QJ 2964—1997
7	真空电子器件	通用	导线、引线端头处理	禁用工艺：导线绝缘层的剥除限制使用机械剥	防止导线芯线断裂	断裂、损伤	采用温控剥线或激光剥线；机械剥线应采用不可调针口的精密剥线钳，并做到针口与导线规格选择的唯一性(使用进口精密剥线钳剥进口标准导线)，对于带金属屏蔽层的多股导线，外绝缘层去除可以采用机械剥线，但应保证不应损伤屏蔽层及芯线	QJ 3268—2006

表 14 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
8	真空电子器件	通用	陶瓷-金属封装结构	限用工艺：禁止无氧铜(或其他膨胀系数大的金属)未采取限制膨胀的措施直接与陶瓷封装(外套封结构)	由于膨胀系数差异过大,焊接后会出现漏气	漏气	采用钼丝或钼环限制无氧铜的膨胀	工程应用实践总结
9	真空电子器件	通用	钎焊工艺	限用工艺：限制纯银焊料焊接无氧铜零件(扩散焊除外)	对零件产生熔蚀	漏气	采用合金焊料	工程应用实践总结
10	真空电子器件	通用	焊接工艺	限用工艺：限制在电子枪热区采用难熔金属与高膨胀系数材料焊接的工艺,如钼与镍铜合金、钼与不锈钢等	热膨胀系数差异导致零件变形、焊点开裂	退化、流通率下降	采用膨胀系数匹配的金属或合金进行焊接	某次质量问题

表 15 纤维光学产品禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	纤维光学产品	通用	光纤及连接器通用材料	禁用材料：禁止采用对人体有危害、对霉菌有养分的材料，禁止采用暴露在高温或火焰中产生毒性或爆炸性气体的材料	危害人身财产安全，霉菌可使暴露的非金属材料加速老化，影响产品的机械强度	强度失效	—	GJB 1427B—2013、 GJB 1659A—2009、 GJB 1919A—2009、 GJB 3016A—2011、 GJB 6790—2009
2	纤维光学产品	通用	纤维光学无源耦合器、衰减器等无源器件	禁用材料：禁止有毒性的材料，禁止采用暴露在高温或火焰中产生毒性或爆炸性气体的材料，禁止采用有磁性材料(光隔离器、光环行器、光旋转接头除外)，禁止采用水银或石棉材料，不同金属相互直接接触时禁止电蚀	有毒性、易燃品均危害人身和财产安全，磁性材料易受干扰；电蚀腐蚀的接触材料影响产品机械强度	退化、强度失效	—	GJB 1936A—2009、 GJB 2601A—2011、 GJB 3931—2000、 GJB 5249—2004
3	纤维光学产品	通用	纤维光学开关用材料	禁用材料：禁止采用对人体有危害的材料，禁止采用暴露在高温或火焰中产生毒性或爆炸性烟雾的材料；禁止不同金属相互直接接触以发生电蚀	危害人身安全，电蚀腐蚀的接触材料影响产品机械强度	强度失效	—	GJB 4412—2002
4	纤维光学产品	通用	光纤数字收发模块等有源器件	禁用材料：禁止采用对人体有危害的材料，禁止采用产生毒性或爆炸性气体的材料	危害人身财产安全	爆炸	—	工程应用实践总结
5	纤维光学产品	航空、航天、舰载	涂覆层剥离工艺	禁用工艺：光纤涂覆层限制使用机械剥离工艺	冷剥离工艺可能造成光纤表面承受应力产生刮痕或微裂纹，从而影响产品的机械强度	强度失效	采用温控剥线或激光剥线	工程应用实践总结

表 15 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
6	纤维光学产品	航天	卡口式连接器结构	禁用结构：在强振动和高冲击条件下，禁止使用卡口式连接器	卡口结构尺寸精度低，在强振动和高冲击条件下可能损坏插针端面，进而影响光学性能	功能退化	三头螺纹结构	工程应用实践总结
7	纤维光学产品	通用	光纤光缆装配	禁用工艺：光纤光缆的弯曲半径不应小于规定值	损伤、衰减增加	损伤	—	工程应用实践总结
8	纤维光学产品	通用	光器件结构	限用结构：限制出现光纤不受保护、直接裸露的结构	损伤、串扰	损伤、串扰	加保护	工程应用实践总结
9	纤维光学产品	通用	光纤光缆材料	限用材料：限制使用易燃材料	易燃	易燃	选用阻燃材料	工程应用实践总结
10	纤维光学产品	通用	光纤光缆材料	限用材料：限制使用易生长霉菌材料	霉变	霉变	—	工程应用实践总结
11	纤维光学产品	舰载、机载、空间	光纤光缆材料	限用材料：限制采用燃烧后产生毒性指标(舰载、机载)、材料毒性释气(空间)超标的材料	有毒有害	有毒有害	—	工程应用实践总结

表 16 光电器件禁限用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	光电器件	航天	粘接工艺	限用工艺：功率芯片不宜选用胶粘工艺	高温条件下导电胶会分解，导致失效	参数性能下降	共晶焊或者其他焊接工艺	专项工程
2	光电器件	通用	超声波清洗工艺	禁用工艺：超声波清洗禁止用于内部有电气接点的元器件(航天禁用，其他限用)	诱发或扩大清洗部件的微缺陷	损伤元器件内部接点	采用其他适合的清洗方式清洗方式	QJ 165B—2014
3	光电器件	航天	倒装焊工艺	限用工艺：半导体光电子器件限制使用倒装焊工艺，如使用应说明，并提供工艺验证材料	焊接工艺复杂，技术上难以检测	断路	—	航天通用要求
4	光电器件	航天	键合工艺	限用工艺：限制功率半导体芯片上采用不同金属材料键合工艺	金、铝等不同金属之间会出现扩散，形成金属间化合物，键合丝脱落	断路	尽量采用同种金属	航天通用要求
5	光电器件	航天	镀层、密封材料	禁用材料：禁止使用纯银、纯锡、纯锌、纯铬金属镀层材料	在使用过程中纯锡、纯锌、纯铬等材料易生长晶须(尤其是无重力、真空环境下尤为显著)而形成短路失效；另外，纯锡、纯锌、纯铬材料具有显著的升华物理特征，从而形成金属膜，导致并联电阻，影响光学元件透光率	形成短路失效，影响光学元件透光率	铅锡焊料(包括铅锡银焊料)中铅含量应大于3%，确保不会长晶须	航天通用要求
6	光电器件	航天	电镀	禁用工艺：禁止使用密封后电镀工艺	破坏密封	密封失效	—	工程应用实践总结

表 16 (续)

序号	类别	应用环境	工艺/材料/ 结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效 模式或机理	替代工艺/材料/ 结构	出处或依据
7	光电器件	航天	电路板工艺	禁用工艺：禁止任意元器件之间采用共用焊盘的设计	影响电装焊接操作及焊点质量，增加焊端热应力和不对称	元器件损伤	1、相邻焊盘应有阻焊隔离设计；2、导线与焊盘的连接处应减少热传导面积、降低热损伤对元器件的损伤，使热量集中在焊盘上以提高焊接的可靠性；3、对表面安装焊盘与导线的连接处应从焊盘中心线连接，在同一组焊盘上引出的导线宽度应尽量一致，引出导线的宽度不小于焊盘宽度时，在焊盘与较宽导线的连接处应采用局部长度不小于0.64mm、宽度不小于0.13mm的较细线连接(缩颈)	QJ 3130A—2016

表 17 电线电缆禁用要求

序号	类别	应用环境	工艺/材料/结构名称	禁用内容	禁、限原因	可能的失效模式或机理	替代工艺/材料/结构	出处或依据
1	电线电缆	通用	镀层材料	禁用材料：禁止使用纯锡(纯度不小于97%)作为电裸层外屏蔽镀层材料	锡须生长会产生多余物，引发电路故障	多余物	—	GJB 773B—2015
2	电线电缆	航天、航空	活泼金属材料	禁用材料：禁止使用钽、镁等活泼金属	活泼金属易氧化，导致衰减增加	氧化、燃点降低	—	GJB 773B—2015
3	电线电缆	通用	有毒材料	禁用材料：限制使用铅等非环保材料	有毒有害	—	—	工程应用实践总结
4	电线电缆	航天	非金属材料	禁用材料：禁止使用真空下释放有害气体含量超标的非金属材料	真空条件下释放有害气体，会给人类和设备安全带来较大的危害	—	—	GJB 773B—2015
5	电线电缆	通用	锡焊焊接工艺	禁用工艺：镀锡导体限制直接使用锡焊焊接工艺	可焊性差	可焊性差	采用压接工艺	工程应用实践总结
6	电线电缆	通用	电线电缆选择	禁用工艺：在移动环境下限制使用单根导体的电线电缆	易断	断路	—	工程应用实践总结
7	电线电缆	航空、航天	镀层材料	禁用材料：禁止使用镉、锌作为产品导体的外镀层	有毒，锌易氧化产生多余物	有害，有毒，氧化，短路	—	CAST 线缆采购规范
8	电线电缆	通用	电线电缆装配	禁用工艺：电线电缆的弯曲半径不应小于规定值	损伤、衰减增加	损伤	—	工程应用实践总结
9	电线电缆	通用	隔热材料	禁用材料：限制使用石棉	有毒有害	有毒有害	—	工程应用实践总结
10	电线电缆	通用	电线电缆材料	禁用材料：电线电缆限制使用易燃材料	易燃	易燃	选用阻燃材料	工程应用实践总结
11	电线电缆	通用	电线电缆材料	禁用材料：电线电缆限制使用易生长霉菌的材料	霉变	霉变	—	工程应用实践总结
12	电线电缆	舰载、机载、空间	电线电缆材料	禁用材料：限制采用燃烧后产生毒性指标(舰载、机载)、材料毒性释气(空间)超标的材料	有毒有害	有毒有害	—	工程应用实践总结

中华人民共和国  
国家军用标准  
军用电子元器件禁限用工艺、材料和结构指南  
GJB/Z 227—2024

\*

国家军用标准出版发行部出版  
(北京东外京顺路7号)  
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷  
国家军用标准出版发行部发行  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 5 字数 156 千字  
2025年2月第1版 2025年2月第1次印刷

\*

军标出字第 16534 号