

IPC J-STD-001G CN
2017年10月
取代IPC J-STD-001F附修订本1
2016年2月

联合工业标准

焊接的电气和
电子组件要求



participants from
18 countries
contributed to this standard 

标准化的原则

1995年5月，IPC技术行动执行委员会(TAEC)采用了该“标准化的原则”作为IPC致力标准化的指引原则。

标准应该

- 表达可制造性设计(DFM)与为环境设计(DFE)的关系
- 最小化上市时间
- 使用简单的(简化的)语言
- 只涉及技术规范
- 聚焦于最终产品的性能
- 提供有关应用和问题的反馈系统以利将来改进

标准不应该

- 抑制创新
- 增加上市时间
- 拒人于门外
- 增加周期时间
- 告诉你如何作某件事
- 包含任何禁不住推敲的数据

特别说明

IPC标准和出版物，通过消除制造商与客户之间的误解，推动产品的可交换性和产品的改进，协助买家进行选择并以最短的延迟时间获得满足其特殊需要的适当的产品，以实现为公众利益服务的宗旨。这些标准和出版物的存在，即不应当有任何考虑排斥IPC会员或非会员制造或销售不符合这些标准和出版物要求的产品，也不应当排斥那些IPC会员以外无论是国内还是国际的公众自愿采用。

IPC提供的标准和出版物是推荐性的，不考虑其采用是否涉及有关文献、材料或工艺的专利。IPC既不会对任何专利所有者承担任何义务，也不会对任何采用这些推荐性标准和出版物的团体承担任何义务。使用者对于一切专利侵权的指控承担全部辩护的责任。

IPC关于规范修订变更的立场声明

使用和执行IPC的出版物完全出于自愿并且成为用户与供应商关系的一部分，这是IPC技术行动执行委员会的立场。当某个IPC出版物升级以及修订版面世时，TAEC的意见是，除非由合同要求，这种新的修订版作为现行版的一部分来使用的关系不是自动产生的。TAEC推荐使用最新版本。
1998年10月6日起执行

为什么要付费购买本文件？

您购买本标准是在为今后的新标准开发和行业标准升级作贡献。标准让制造商、用户、供应商更好地相互理解。标准会帮助制造商建立满足行业规范的工艺，获得更高的效率，向用户提供更低的成本。

IPC每年投入数十万美元支持IPC的志愿者在标准和出版物上的开发。草案稿需要多遍审查，委员会的专家们要花费数百小时进行评审和开发。IPC员工要出席和参加委员会的活动，打印排版，以及完成所有必要的手续以达到ANSI(美国国家标准学会)认证要求。

IPC的会费一直保持在低位以使尽可能多的公司加入。因此，有必要用标准和出版物的收入补偿会费收入。IPC会员可以得到50%的折扣价格。如果贵公司需要购买IPC标准和出版物，为什么不加入会员得到这个实惠，并同时享有IPC会员的其他好处呢？有关IPC会员的其他信息，请浏览www.ipc.org，或致电001-847-597-2872。

感谢您的继续支持。



IPC J-STD-001G CN

焊接的电气和电子组件要求

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

本文件的英文版本与翻译版本如存在冲突，以英文版本为优先。

由IPC组装与连接工艺委员会（5-20）
焊接分委员会（5-22）
J-STD-001任务组（5-22a）开发。

取代：

J-STD-001F WAM1 - 2016年2月
J-STD-001F - 2014年7月
J-STD-001E - 2010年4月
J-STD-001D - 2005年2月
J-STD-001C - 2000年3月
J-STD-001B - 1996年10月
J-STD-001A - 1992年4月

鼓励本标准的使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

IPC
3000 Lakeside Drive
Suite 105N
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

IPC 中国
电话：400-621-8610
邮箱：BDACHina@ipc.org
网址：www.ipc.org.cn
青岛 上海 深圳 北京 苏州 成都

ADOPTION NOTICE

J-STD-001, "Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies", was adopted on 19-JUL-01 for use by the Department of Defense (DoD). Proposed changes by DoD activities must be submitted to the DoD Adopting Activity: Commander, US Army Tank-Automotive and Armaments Command, ATTN: AMSTA-TR-E/IE, Warren, MI 48397-5000. Copies of this document may be purchased from the The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits, 2215 Sanders Road, Northbrook, IL 60062-6135. <http://www.ipc.org/>

Custodians:

Army - AT
Navy - AS

Adopting Activity:

Army - AT
(Project SOLD-0059)

Reviewer Activities:

Army - AV, MI

AREA SOLD

DISTRIBUTION STATEMENT A: Approved for public release; distribution is unlimited.

鸣谢

任何包含复杂技术的标准都要有大量的资料来源。我们不可能罗列所有参与和支持本标准开发的个人和单位，下面仅仅列出了IPC组装与连接工艺委员会（5-20）焊接分委员会（5-22）J-STD-001任务组（5-22a）的主要成员。谢谢他们为此做出的无私奉献。

组装与连接工艺委员会

主席
Daniel Foster
Missile Defense Agency

副主席
Karen Tellefsen
Alpha Assembly Solutions

焊接分委员会

主席
Daniel Foster
Missile Defense Agency

副主席
Kathy L. Johnson
Raytheon Missile Systems

J-STD-001任务组

联合主席
Daniel Foster
Missile Defense Agency

联合主席
Kathy L. Johnston
Raytheon Missile Systems

IPC 董事会技术联络员

Bob Neves
Microtek (Changzhou) Laboratories

做贡献的J-STD-001任务组成员

Gaston Hidalgo
Christina Elliott
Sukhraj Takhar
Ted Faulkner
Mel Parrish
Arye Grushka, A. A. Training
Consulting and Trade A.G. Ltd.
Douglas Schueller, AbelConn, LLC
Neil Wolford, AbelConn, LLC
Ross Dillman, ACI Technologies, Inc.
Constantino Gonzalez, ACME
Training & Consulting
John Vickers, Advanced Rework
Technology-A.R.T.
Debbie Wade, Advanced Rework
Technology-A.R.T.
Michael Wierleski, Aerojet
Rocketdyne
Steven Bowles, ALL Flex LLC
Jason Fullerton, Alpha Assembly
Solutions
Karen Tellefsen, Alpha Assembly
Solutions
Claus Molgaard, ALPHA-elektronik
A/S
Chris Stuber, American Hakko
Products Inc.
Sean Keating, Amphenol Limited
(UK)

Bruce Hughes, AMRDEC MS&T
EPPT
Robert Potysman, AssembleTronics
LLC
Bill Strachan, ASTA - Portsmouth
University
Erik Bjerke, BAE Systems
Tim Gallagher, BAE Systems
Joseph Kane, BAE Systems
Agnieszka Ozarowski, BAE Systems
Greg Posco, BAE Systems
Darrell Sensing, BAE Systems
Richard Bandy, Ball Aerospace &
Technologies Corp.
Gary Morgan, Ball Aerospace &
Technologies Corp.
Jonathon Vermillion, Ball Aerospace
& Technologies Corp.
Andre Baune, Bautech Inc.
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant
Machinery, Inc.
James Barnhart, BEST Inc.
Norman Mier, BEST Inc.
Dorothy Cornell, Blackfox Training
Institute
Vincent Price, Blackfox Training
Institute
Thomas Carroll, Boeing Company
Jay Messner, Boeing Company

Karl Mueller, Boeing Company
Matthew Nelson, Carlisle Interconnect
Technologies
Brandy Tharp, Carlisle Interconnect
Technologies
Zenaida Valianu, Celestica
Steven Perng, Cisco Systems Inc.
Greg Vorhis, Coastal Technical
Services, LLC
Marilyn Lawrence, Conformance
Technologies, Inc.
Stanton Rak, Continental Automotive
Systems
Indira Vazquez, Continental
Automotive Systems
Miguel Dominguez, Continental
Temic SA de CV
Jose Servin Olivares, Continental
Temic SA de CV
Donald Tyler, Corfin Industries LLC
Mary Muller, Crane Aerospace &
Electronics
Jacqueline Topple, Custom
Interconnect Ltd
Symon Franklin, Custom Interconnect
Ltd
Michael Sosnowski, Dell EMC
Wallace Ables, Dell Inc.
Dan Stein, Dell Inc.

Vicki Hagen, Delta Group Electronics, Inc.	Reza Ghaffarian, Jet Propulsion Laboratory	Keith Walker, Lockheed Martin Mission Systems & Training
Irene Romero, Delta Group Electronics Inc.	Alan Young, Jet Propulsion Laboratory	Jamie Albin, Lockheed Martin Space Systems Company
Timothy McFadden, EEI Manufacturing Services	Paul Jarski, John Deere Electronic Solutions	Mark Duncan, Lockheed Martin Space Systems Company
Leo Lambert, EPTAC Corporation	Akikazu Shibata, JPCA-Japan Electronics Packaging and Circuits Association	Linda Woody, LWC Consulting
Helena Pasquito, EPTAC Corporation	Craig Pfefferman, JRI, Inc.	Dominic Boudreau, MacDonald Dettwiler & Associates Corp.
Ramon Essers, ETECH-training	Kevin Boblits, K&M Manufacturing Solutions, LLC	Younes Jellali, MacDonald Dettwiler & Associates Corp.
Ramon Koch, ETECH-training	Gerald Adams, KBRwyle	Michael Durkan, Mentor Graphics Corporation
Omar Karin Hernandez, Flextronics Manufacturing Mex, SA de CV	Sue Powers-Hartman, Killdeer Mountain Manufacturing, Inc.	Gregg Owens, Millennium Space Systems
Eric Camden, Foresite, Inc.	Nancy Bullock-Ludwig, Kimball Electronics	Daniel Foster, Missile Defense Agency
Francisco Fourcade, Fourcad, Inc	Kevin Schuld, Kontron America	Bill Kasprzak, Moog Inc.
Stephen Fribbins, Fribbins Training Services	David Lober, Kyzen Corporation	Edward Rios, Motorola Solutions
Kenneth Schmid, GE Aviation	Augustin Stan, L&G Advice Serv SRL	Alvin Boutte, NASA Goddard Space Flight Center
Graham Naisbitt, Gen3 Systems Limited	Robert Fornefeld, L-3 Technologies	Gerd Fischer, NASA Goddard Space Flight Center
Richard Stadem, General Dynamics Mission Systems	Shelley Holt, L-3 Technologies	Chris Fitzgerald, NASA Goddard Space Flight Center
Beverley Christian, HDP User Group	Victor Powell, L-3 Communications Aviation Recorders	Jeannette Plante, NASA Goddard Space Flight Center
Torsten Schmidt, Hella KGaA Hueck & Co.	Daniel Lipps, L-3 Fuzing and Ordnance Systems, Cincinnati	Bhanu Sood, NASA Goddard Space Flight Center
Milea Kammer, Honeywell Aerospace	Keld Maaloe, LEGO Systems A/S	Robert Cooke, NASA Johnson Space Center
John Mastorides, Honeywell Aerospace	William Fox, Lockheed Martin Missile & Fire Control	James Blanche, NASA Marshall Space Flight Center
Richard Rumas, Honeywell Canada	Josh Goolsby, Lockheed Martin Missiles & Fire Control	Charles Gamble, NASA Marshall Space Flight Center
Elizabeth Benedetto, HP Inc.	Ben Gumpert, Lockheed Martin Missile & Fire Control	Adam Gowan, NASA Marshall Space Flight Center
Kristen Troxel, HP Inc.	Sharissa Johns, Lockheed Martin Missiles & Fire Control	Garry McGuire, NASA Marshall Space Flight Center
Jennie Hwang, H-Technologies Group	Vijay Kumar, Lockheed Martin Missile & Fire Control	Zackary Fava, NAVAIR
Poul Juul, HYTEK	Christopher LaVine, Lockheed Martin Missiles & Fire Control	Jennie Smith, Naval Air Warfare Center Weapons Division
Joshua Su, HzO, Inc.	Ekaterina Stees, Lockheed Martin Missile & Fire Control	Wayne Thomas, Nexteer Automotive
Linda Tucker-Evoniuk, Independent Training and Consultation	Ann Marie Tully, Lockheed Martin Missile & Fire Control	Joseph Smetana, Nokia
Ana, Ferrari Felippi, Instituto de Pesquisas Eldorado	David Mitchell, Lockheed Martin Mission Systems & Training	Mahendra Gandhi, Northrop Grumman Aerospace Systems
Jagadeesh Radhakrishnan, Intel Corporation	Pamela Petcosky, Lockheed Martin Mission Systems & Training	Rene Martinez, Northrop Grumman Aerospace Systems
Ife Hsu, Intel Corporation	Kimberly Shields, Lockheed Martin Mission Systems & Training	Randy McNutt, Northrop Grumman Aerospace Systems
Jose Luis Gonella, INVAP S.E.		
Jeffrey Lee, iST - Integrated Service Technology		
Jon Roberts, J.F. Drake State Technical College		
Yusaku Kono, Japan Unix Co., Ltd.		
Toshiyasu Takei, Japan Unix Co., Ltd.		
David Barastegui, JBC Soldering, S.L.		
David Reyes, JBC Tools, USA		

Cathy Cross, Northrop Grumman Corp. (WRRSC)	Giuseppe Favazza, Raytheon Company	Lamar Young, Specialty Coating Systems Inc.
Adi Lang, Northrop Grumman Corporation	Charles Gibbons, Raytheon Company	Finn Skaanning, SQC DENMARK (Skaanning Quality & Certification)
Doris McGee, Northrop Grumman Corporation	Lisa Maciolek, Raytheon Company	Paul Pidgeon, STEM Training
Tana Soffa, Northrop Grumman Corporation	David Magee, Raytheon Company	Patricia Scott, STI Electronics, Inc.
Callie Olague, Northrop Grumman Systems Corporation	David Nelson, Raytheon Company	Rainer Taube, Taube Electronic GmbH
Donald McFarland, NSF ISR, Ltd.	William Ortloff, Raytheon Company	Christopher Dawson-Bishop, Thales UK
Kim Mason, NSWC Crane	James Saunders, Raytheon Company	James Parke, The Aerospace Corporation
William May, NSWC Crane	Fonda Wu, Raytheon Company	Heriberto Alanis, The Chamberlain Group, Inc.
Joseph Sherfick, NSWC Crane	Lance Brack, Raytheon Missile Systems	Gildardo Jimenez-Mungia, The Chamberlain Group, Inc.
Angela Pennington, NuWaves Engineering	Kathy Johnston, Raytheon Missile Systems	Kevin Motson, TTM Technologies, Inc.
Ken Moore, Omni Training Corp. ¹	George Millman, Raytheon Missile Systems	Tapas Yagnik, TTM Technologies, Inc.
Toshiyuki Sugiyama, Omron Corporation-Inspection Systems Business Division	Martin Scionti, Raytheon Missile Systems	David Carlton, U.S. Army Aviation & Missile Command
Daniel Morin, Orbital ATK	Patrick Kane, Raytheon System Technology	Sharon Ventress, U.S. Army Aviation & Missile Command
Mark Shireman, Orbital ATK	Pierre Eckold, Robert Bosch GmbH	Paul Zutter, U.S. Army Aviation & Missile Command
Gustavo Arredondo, Para Tech Coating Inc.	Lothar Henneken, Robert Bosch GmbH	Irving Lee, UL LLC
Matt Garrett, Phonon Corporation	Udo Welzel, Robert Bosch GmbH	Alan Christmas, Ultra Electronics Communication & Integrated Systems
Ron Fonsaer, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV	David Adams, Rockwell Collins	Barrie Dunn, University of Portsmouth
Rob Walls, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV	Caroline Ehlinger, Rockwell Collins	William Cardinal, UTC Aerospace Systems
Daniel Crouse, Plexus Corporation	David Hillman, Rockwell Collins	Scott Meyer, UTC Aerospace Systems
Edgar Kopp, Plexus Corporation	Douglas Pauls, Rockwell Collins	Constantin Hudon, Varitron Technologies Inc.
Kirk Van Dreel, Plexus Corporation	Amy Taylor, Rockwell Collins	Dave Harrell, ViaSat Inc.
Catherine Hanlin, Precision Manufacturing Company, Inc.	Debie Vorwald, Rockwell Collins	Tim Romley, ViaSat Inc.
Gabriel Rosin, QGR	Casimir Budzinski, Safari Circuits Inc.	Gerjan Diepstraten, Vitronics Soltec
Bradley Torres, Qualitel Corporation	Alisha Asbell, SAIC	Jeffrey Black, Westinghouse Electric Co., LLC
Steven Corkery, Raytheon Company	Gary Latta, SAIC	
James Daggett, Raytheon Company	Henry Rekers, Schneider Electric	
	Robert Jackson, Semi-Kinetics	
	Kevin Syverson, Silicon Forest Electronics, Inc.	
	Vern Solberg, Solberg Technical Consulting	
	Gerard O'Brien, Solderability Testing & Solutions, Inc.	

1. Figure 5-9 is © Omni Training, used by permission.

此页留作空白

目录

1 总则	1	2.6 国际电工委员会 (IEC)	7
1.1 范围	1	2.7 国际汽车工程师学会	7
1.2 目的	1	2.8 军用标准	7
1.3 分级	1	3 材料、元器件和设备要求	
1.4 测量单位及应用	1	3.1 材料	8
1.4.1 尺寸的验证	1	3.2 焊料	8
1.5 对要求的说明	1	3.2.1 无铅焊料	8
1.5.1 部件缺陷和制程警示	2	3.2.2 焊料纯度的维持	8
1.5.2 材料和工艺不符合	2	3.3 助焊剂	9
1.6 一般要求	2	3.3.1 助焊剂涂覆	9
1.7 优先顺序	3	3.4 焊膏	9
1.7.1 冲突	3	3.5 预成形焊料	9
1.7.2 引用条款	3	3.6 粘合剂	9
1.7.3 附录	3	3.7 化学剥除剂	9
1.8 术语和定义	3	3.8 元器件	9
1.8.1 直径	3	3.8.1 元器件和密封损伤	9
1.8.2 处置	3	3.8.2 弯月面涂层	10
1.8.3 电气间隙	3	3.9 工具和设备	10
1.8.4 FOD (外来物)	3	4 焊接和组装通用要求	10
1.8.5 高电压	3	4.1 静电放电 (ESD)	10
1.8.6 制造商 (组装厂)	3	4.2 设施	10
1.8.7 客观证据	4	4.2.1 环境控制	10
1.8.8 过程控制	4	4.2.2 温度和湿度	10
1.8.9 熟练程度	4	4.2.3 照明	10
1.8.10 焊接终止面	4	4.2.4 现场装配作业	10
1.8.11 焊接起始面	4	4.3 可焊性	11
1.8.12 供应商	4	4.4 可焊性维护	11
1.8.13 用户	4	4.5 元器件表面涂层的去除	11
1.8.14 导线过缠绕	4	4.5.1 除金	11
1.8.15 导线重叠	4	4.5.2 其它金属表面涂层的去除	11
1.9 要求下传	4	4.6 热保护	11
1.10 员工熟练程度	5	4.7 不可焊元器件的返工	11
1.11 验收要求	5	4.8 组装前清洁度要求	11
1.12 通用组装要求	5	4.9 元器件安装通用要求	11
1.13 其它要求	5	4.9.1 通用要求	12
1.13.1 健康和安全	5	4.9.2 引线变形限度	12
1.13.2 专用技术程序	5	4.10 孔阻塞	12
2 适用文件	6	4.11 金属外壳元器件的隔离	12
2.1 IPC	6	4.12 粘合剂的覆盖范围	12
2.2 JEDEC	7	4.13 部件上安装部件 (元器件叠装)	12
2.3 联合工业标准	7	4.14 连接器和接触区	12
2.4 ASTM	7	4.15 元器件的操作	12
2.5 静电放电协会	7	4.15.1 预热	12

4.15.2	冷却控制	12	6 通孔安装和收尾	24
4.15.3	烘干/排气	12	6.1 通孔收尾 – 通用要求	24
4.15.4	元件和材料的持拿	12	6.1.1 引线成形	25
4.16	机器（非再流）焊接	13	6.1.2 收尾要求	25
4.16.1	机器控制	13	6.1.3 引线修整	26
4.16.2	焊料槽	13	6.1.4 层间连接	26
4.17	再流焊接	13	6.1.5 焊料中的弯月面涂层	26
4.17.1	通孔再流焊（孔内焊膏）	13	6.2 支撑孔	27
4.18	焊接连接	13	6.2.1 焊料的施加	27
4.18.1	暴露的表面	14	6.2.2 通孔元件引线焊接	27
4.18.2	焊接连接异常	14	6.3 非支撑孔	27
4.18.3	部分可见或隐藏的焊接连接	14	6.3.1 非支撑孔中引线收尾要求	27
4.19	可热收缩的焊接器件	14	7 元件的表面贴装	28
5 导线和端子的连接	15	7.1 表面贴装器件引线	28	
5.1 导线和线缆的准备	15	7.1.1 塑封元件	28	
5.1.1 绝缘皮损伤	15	7.1.2 成形	28	
5.1.2 股线损伤	15	7.1.3 非故意弯曲	29	
5.1.3 多股导线上锡 – 成形	16	7.1.4 扁平封装平行度	29	
5.2 焊接端子	16	7.1.5 表面贴装器件引线的弯曲	29	
5.3 叉形、塔形和槽形接线柱的安装	16	7.1.6 扁平引线	29	
5.3.1 铆杆损伤	16	7.1.7 非表面贴装结构元件	29	
5.3.2 翻边损伤	16	7.2 有引线元件本体的间隙	29	
5.3.3 喇叭口形翻边角度	16	7.2.1 轴向引线元件	29	
5.3.4 接线柱的安装 – 机械	17	7.3 垛形/I形引线贴装结构元件	29	
5.3.5 接线柱安装 – 电气	17	7.4 表面贴装元件的安装	29	
5.3.6 接线柱安装 – 焊接	17	7.5 焊接要求	29	
5.4 安装到接线柱	17	7.5.1 元件偏出	30	
5.4.1 通用要求	17	7.5.2 未规定及特殊要求	30	
5.4.2 直针形和塔形接线柱	19	7.5.3 仅有底部端子片式元件	31	
5.4.3 双叉接线柱	19	7.5.4 矩形或方形端片式元件 – 1、2、3 或5面端子	32	
5.4.4 槽形端子	21	7.5.5 圆柱体帽形端子	33	
5.4.5 钩形端子	21	7.5.6 城堡形端子	34	
5.4.6 穿孔端子	21	7.5.7 扁平鸥翼形引线	35	
5.4.7 锡杯和空心圆柱形端子 – 放置	22	7.5.8 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线	36	
5.5 端子的焊接	22	7.5.9 J形引线端子	37	
5.5.1 双叉形接线柱	22	7.5.10 垛形 / I形端子	38	
5.5.2 槽形端子	22	7.5.11 扁平焊片引线和扁平未成形引线	40	
5.5.3 锡杯和空心圆柱形端子 – 焊接	22	7.5.12 仅有底部端子的高外形元件	42	
5.6 跳线	22	7.5.13 内弯L形带状引线	43	
5.6.1 绝缘皮	23	7.5.14 表面贴装面阵列封装	44	
5.6.2 布线	23	7.5.15 底部端子元件（BTC）	47	
5.6.3 跳线的固定	23	7.5.16 具有底部散热面端子的元件（D-Pak）	48	
5.6.4 未填充连接盘或过孔 – 搭接焊接	23	7.5.17 平头柱连接	49	
5.6.5 支撑孔	23	7.5.18 P型端子	50	
5.6.6 SMT	23	7.6 特殊的SMT端子	50	

8 清洗工艺要求	51	10.4.4 灌封检查	56
8.1 免除清洗	51	10.5 固定	56
8.2 超声波清洗	51	10.5.1 固定 – 应用	56
8.3 焊后清洁度	51	10.5.2 加固 – 粘合剂	58
8.3.1 外来物(FOD)	51	10.5.3 加固(检查)	58
8.3.2 助焊剂残留物和其它离子或有机污染物	51	11 证据(扭矩识别/防篡改) 条纹	58
8.3.3 焊后清洗标志	51	12 产品保证	59
8.3.4 清洗选项	51	12.1 检验方法	59
8.3.5 清洁度测试	51	12.1.1 工艺验证检验	59
8.3.6 测试	52	12.1.2 目检	59
9 PCB要求	53	12.2 过程控制要求	60
9.1 印制电路板损伤	53	12.2.1 机会数的确定	60
9.1.1 起泡/分层	53	12.3 统计过程控制	60
9.1.2 露织物/切纤维	53	13 返工和维修	61
9.1.3 晕圈	53	13.1 返工	61
9.1.4 边缘分层	53	13.2 维修	61
9.1.5 连接盘/导体分离	53	13.3 返工/维修后的清洗	61
9.1.6 连接盘/导体尺寸的减小	53	附录A 焊接工具和设备指南	62
9.1.7 挠性电路的分层	53	附录B 最小电气间隙 – 导体间距	64
9.1.8 挠性电路的损伤	53	附录C J-STD-001有关材料兼容性客观证据指南	66
9.1.9 烧焦	53		
9.1.10 非焊接连接的板边缘连接片	53		
9.1.11 白斑	53		
9.1.12 微裂纹	54		
9.2 标记	54		
9.3 弓曲和扭曲(翘曲)	54		
9.4 拼板分割	54		
10 涂覆、灌封和加固(粘合剂)	54		
10.1 敷形涂覆 – 材料	54		
10.2 敷形涂覆 – 遮蔽	54		
10.3 敷形涂覆 – 应用	54		
10.3.1 元器件上的敷形涂覆	55		
10.3.2 厚度	55		
10.3.3 均匀性	55		
10.3.4 透明度	55		
10.3.5 气泡及空洞	55		
10.3.6 分层	55		
10.3.7 外来物	55		
10.3.8 其它的可视情况	55		
10.3.9 检查	56		
10.3.10 敷形涂覆层的返工或修补	56		
10.4 灌封	56		
10.4.1 应用	56		
10.4.2 性能要求	56		
10.4.3 灌封材料的返工	56		
		图	
		图1-1 过缠绕	4
		图1-2 重叠	4
		图4-1 孔阻塞	12
		图4-2 可接受的润湿角	12
		图5-1 绝缘厚度	15
		图5-2 翻边损伤	16
		图5-3 喇叭口形翻边角度	16
		图5-4 接线柱的安装 – 机械	17
		图5-5 接线柱安装 – 电气	17
		图5-6 绝缘间隙测量	17
		图5-7 导线布线维修环	18
		图5-8 应力释放示例	18
		图5-9 导线在中间的塔形接线柱	18
		图5-10 导线和引线定位	19
		图5-11 双叉接线柱侧面进线的缠绕放置	19
		图5-12 双叉接线柱的侧面进线 – 直接穿过柱干和固定	20
		图5-13 双叉接线柱顶部和底部进线连接	20


图5-14	槽形端子	21	表5-5	双叉接线柱导线的放置 – 侧面进线	20
图5-15	钩形端子导线放置	21	表5-6	双叉接线柱的侧面进线直接穿过柱干的加固要求	20
图5-16	导线在穿孔端子上的可接受放置	22	表5-7	双叉接线柱导线的放置 – 底部进线	20
图5-17	焊料凹陷	22	表5-8	钩形端子导线的放置	21
图5-18	锡杯和空心圆柱形端子 – 焊料垂直填充	22	表5-9	导线在穿孔端子上的放置	21
图6-1	元器件引线应力释放示例	24	表5-10	引线/导线与柱干之间的焊料要求	22
图6-2	引线弯曲	25	表6-1	元器件与连接盘之间的间隙	24
图6-3	引线修整	26	表6-2	使用垫片的元器件	24
图6-4	垂直填充示例	26	表6-3	引线弯曲半径	25
图7-1	表面贴装元件引线成形	28	表6-4	引线在支撑孔中的伸出	25
图7-2	表面贴装元件引线成形	28	表6-5	引线在非支撑孔中的伸出	25
图7-3	仅有底部端子	31	表6-6	有元器件引线的支撑孔，最低可接受条件	26
图7-4	矩形和方形端片式元器件	32	表6-7	有元器件引线的非支撑孔，最低可接受条件	27
图7-5	圆柱体帽形端子	33	表7-1	SMT引线成形后的最小引线长度	28
图7-6	城堡形端子	34	表7-2	表面贴装元器件	30
图7-7	扁平鸥翼形引线	35	表7-3	尺寸要求 – 仅有底部端子片式元器件	31
图7-8	圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线	36	表7-4	尺寸要求 – 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子	32
图7-9	J形引线	37	表7-5	尺寸要求 – 圆柱体帽形端子	33
图7-10	修整后的通孔引线的垛形 / I形端子	38	表7-6	尺寸要求 – 城堡形端子	34
图7-11	预置焊料引线的垛形 / I形端子	39	表7-7	尺寸要求 – 扁平鸥翼形引线	35
图7-12A	扁平焊片引线	41	表7-8	尺寸要求 – 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线	36
图7-12B	扁平未成形引线	41	表7-9	尺寸要求 – J形引线	37
图7-13	仅有底部端子的高外形元器件	42	表7-10	尺寸要求 – 垛形 / I形连接	38
图7-14	内弯L形带状引线	43	表7-11	尺寸标准 – 垛形 / I形端子 – 预置焊料端子	39
图7-15	BGA焊料球间隙	45	表7-12A	尺寸要求 – 功率耗散扁平焊片引线	40
图7-16	底部端子元器件	47	表7-12B	尺寸要求 – 扁平未成形引线 ⁵ ，例如，挠性电路端子	40
图7-17	具有底部散热面端子的元器件	48	表7-13	尺寸要求 – 仅有底部端子的高外形元器件 ..	42
图7-18	平头柱端子	49	表7-14	尺寸要求 – 内弯L形带状引线	43
图7-19	P型端子	50	表7-15	尺寸要求 – 有可塌落焊料球的球栅阵列元器件	45
图10-1	高度大于或等于其本体高度或直径的径向引线元器件 – 单个矩形元器件	57	表7-16	有非塌落焊料球的球栅阵列元器件	46
图10-2	高度大于或等于其本体高度或直径的径向引线元器件 – 单个圆柱形元器件	57	表7-17	柱栅阵列元器件	46
表格					
表1-1	设计、制造和可接受规范	3	表7-18	尺寸要求 – BTC	47
表3-1	焊料槽中杂质的最大限值	8	表7-19	尺寸要求 – 底部散热面端子	48
表4-1	焊接异常	14	表7-20	尺寸要求 – 平头柱连接	49
表5-1	允许的受损股线数	15	表7-21	尺寸要求 – P型端子	50
表5-2	接线柱安装的最低焊接要求	17			
表5-3	导线在塔形和直针形接线柱上的放置	19			
表5-4	AWG 30及更细导线的缠绕要求	19			


表8-1	需清洗表面的标志	51
表8-2	清洁度测试标志	51
表10-1	涂覆层厚度	55
表12-1	检查焊接连接所用放大辅助应用	59
表12-2	检查导线和导线连接的放大辅助应用	59
表12-3	放大辅助装置的应用 – 其它氧基树脂玻璃 纤维系统，其它的系统可能有不同的值	60

此页留作空白

焊接的电气和电子组件要求

1 总则

 **1.1 范围** 本标准描述了焊接的电气和电子组件所用的材料、方法和验收要求。本标准的目的是通过制程控制方法来确保产品质量在生产期间的一致性。本标准无意排斥任何元器件安装过程，也无意排斥任何应用助焊剂和焊料实现电气连接的过程。

 **1.2 目的** 本标准规定了焊接的电气和电子组件的制造方法和要求。过去的电子组装焊接标准提供了较全面的规则和技术。为了更全面地理解本标准的推荐性规定和要求，可将本标准与IPC-HDBK-001、IPC-AJ-820和IPC-A-610一起使用。标准可能随时更新，包括使用修订本。修订本或新的版本不要求自动使用。

1.3 分级 本标准认可电气和电子组件按最终产品的用途分类。最终产品通常被分为三级，以反映在可制造性、复杂性、功能要求以及验证（检验/测试）频率等方面的不同。应该认识到各级产品之间可能是有重叠的。

用户（见1.8.13节）负责规定产品的级别。产品的级别应该在采购文件中说明。

1级 普通类电子产品

包括那些以成品组件功能性为主要要求的产品。

2级 专用服务类电子产品

包括那些要求持续运行和较长使用寿命的产品，最好能保持不间断工作，但该要求不严格。一般情况下不会因使用环境而导致故障。

3级 高性能/用于恶劣环境电子产品

包括以持续性优良性能或严格按指令运行为关键的产品。这类产品的服务间断是不可接受的，最终产品使用环境异常恶劣；并且当有需要时，设备必须正常运转，如救生设备或其它关键系统。

1.4 测量单位及应用 本标准按照ASTM SI10、IEEE/ASTM SI 10，第3章节使用国际单位制（SI）[为了便于理解在括号内标注英制单位]。在本标准中的国际单位，尺寸及尺寸公差使用毫米（mm）[in]，温度及温度公差使用摄氏度（°C）[°F]，重量使用克（g）[oz]，照度使用流明（lm）[英尺烛光]。

注：本标准使用其它的国际单位（ASTM SI10第3.2节）来消除有效数字前的零（例如，0.0012 mm写为1.2 μm）或者替代10的乘方（ 3.6×10^3 mm写为3.6 m）。

1.4.1 尺寸的验证 除非仲裁需要，不要求实际测量具体部件的安装尺寸和焊缝的尺寸及确定百分比。为保证本标准内技术规范的一致性，依照ASTM E29的舍入法，对所有观察值或计算值“四舍五入”至规格界限的最右位数。例如：最大2.5mm，最大2.50mm，或最大2.500mm，分别将测量值四舍五入到最近的0.1mm、0.01mm或0.001mm，然后将这些值与所引用规范的数值进行比较。

1.5 对要求的说明 本标准中的“应当”或“不应当”用于对材料、准备、焊接连接的过程控制或验收有要求的任何地方。

本标准中使用“应当”一词的地方，在“应当”要求后面的方括号中列出了对每级产品的要求。

N = 对该级别产品尚未建立要求

A = 可接受

P = 制程警示

D = 缺陷

例：

[A1P2D3] 是1级可接受，2级制程警示，3级缺陷。

[N1D2D3]是1级未建立要求，2级和3级均为缺陷。

[A1A2D3]是1级和2级均可接受，3级缺陷。

[D1D2D3]是对所有级别都是缺陷。

“应该”一词反映了推荐性规定，用于反映仅作为指南的业界普遍采用的惯例和程序。

示意图和插图用于帮助解释本标准所述的文字要求。文字总是优先于图表。

IPC-HDBK-001是本标准的配套文件，它由IPC技术委员会汇编，包含了与本标准有关的说明和指导性信息，尽管这份手册不是本标准的一部分，但认为本标准不够明确时，读者可将这份手册作为辅助资料查阅。

当段落旁边有国际空间站符号表明J-STD-001GS《J-STD-001G的航天应用电子部件补充标准》包含一些与本文档不同的要求。除非采购文件有明确要求使用补充标准，否则J-STD-001GS中的条款不适用。

注：因为航天应用补充标准是在基础文档完成所有变更后才能最后确定，所以基础文档先于航天应用补充标准发布是必然的，并且在基础文档发布后，航天应用补充标准可能还会变更。因此，国际空间站符号可能不能够准确地反映航天应用补充标准所变更的每个条款。当应用航天应用补充标准时，基础文档的读者有责任验证航天应用补充标准条款的适用性。

1.5.1 部件缺陷和制程警示 部件特性或状况不符合本标准要求时，可将其分类为部件缺陷或部件制程警示。

缺陷是可能会影响产品在最终使用环境下的外形、装配或功能的状况，或由制造商规定的其它风险因素，见1.8.6节。缺陷**应当[D1D2D3]**由制造商在设计、服务和用户要求的基础上鉴定、文档化和处置。

制程警示是材料、设备操作、工艺要求或制程发生变化而导致的一种状况（不是缺陷），但不影响外形、装配或产品的功能。本标准未列出所有的制程警示。应该监控部件的制程警示数据，但部件无需处置。

用户有责任定义适用于产品的其它缺陷或特有缺陷，而制造商有责任鉴别其组装过程中特有的缺陷和制程警示，见1.13.2节。

1.5.2 材料和工艺不符合 材料和工艺不符合，不同于部件缺陷或部件制程警示，材料/工艺不符合通常不会导致部件外观明显变化，但会影响部件的性能，例如焊料污染、焊料合金成分不正确（根据图纸或文件）等。

如果发现部件生产中所采用材料或工艺不符合本标准要求，**应当[D1D2D3]**将其归结为缺陷并进行处置。这种处置**应当[D1D2D3]**注意对部件功能的潜在影响，如可靠性和设计寿命（使用寿命）等。

1.6 一般要求 使用本标准时，要求协商确定产品所属的等级。如果用户和制造商未协商确定且文档化验收等级时，制造商可以确定产品等级。

本标准所述焊接操作、设备和状况的前提是电气/电子电路已按表1-1所列规范进行设计和生产。

表1-1 设计、制造和可接受规范

印制板类型	设计规范	制造/可接受规范
通用要求	IPC-2221	IPC-6011
刚性印制板	IPC-2222	IPC-6012 IPC-A-600
挠性印制板	IPC-2223	IPC-6013
刚挠性印制板	IPC-2223	IPC-6013

1.7 优先顺序 合同应当[D1D2D3]优先于本标准、引用标准和图纸。

1.7.1 冲突 如果本标准的要求与适用的组装图/文件之间发生冲突，以用户批准的适用组装图/文件为准。一些文件的示例包含合同、采购订单、技术数据包、工程规范或性能规范。如果本标准内容与本标准引用文件不一致，以本标准为准。如果本标准的要求与用户尚未批准的组装图或文件相冲突，以本标准为准。

当合同引用或要求采用IPC J-STD-001时，如果没有特别要求，不采用IPC-A-610的要求。当IPC-A-610或其它相关文件与IPC J-STD-001一起被引用时，应当[D1D2D3]在采购文件中规定采用的优先顺序。

注：当IPC-A-610作为J-STD-001的配套文件使用时，J-STD-001和IPC-A-610的修订版本应该一致，如J-STD-001G和IPC-A-610G。同时使用不同修订版本的两份标准时，要求可能会不对应。

1.7.2 引用条款 当本标准中的某条款被引用时，其子条款也适用。

1.7.3 附录 本标准中的附录不作为本标准的要求，除非适用的合同、组装图纸、文件或采购订单有具体明确的要求。

1.8 术语和定义 除了下列术语之外，本标准所用其它术语的定义均与IPC-T-50一致。

1.8.1 直径

1.8.1.1 导体直径 导体直径是导线的外直径，包括股线或单芯的总直径，不含绝缘皮。

1.8.1.2 导线直径 导线直径是导线的外直径，包括股线或单芯及绝缘皮（如果有）的总直径。

1.8.2 处置 应该如何处理缺陷的决定。处置包括但不限于返工、照常使用、报废或维修。

1.8.3 电气间隙 在本标准中，未绝缘非公共导体（如导电图形、材料、部件或残留物）间的最小间距称为“最小电气间隙”。此要求在适用的设计标准或批准文件或受控文件中规定。绝缘材料需要提供足够的电气隔离。在缺少已知设计标准情况下，可采用附录B（引自IPC-2221）。

1.8.4 FOD（外来物） 组件或系统之外的物体、碎片、颗粒物或外来物的通称。

1.8.5 高电压 术语“高电压”随设计和应用场合不同而不同，本文件中的高电压要求只在图纸或采购文件有特别要求时才适用。

1.8.6 制造商（组装厂） 为确保组件完全符合本标准要求，负责制定组装工艺和必要验证操作的个人、组织或公司。

1.8.7 客观证据 表明满足本标准要求的以硬拷贝、电脑数据、视频或其它媒介形式存在的文件（例如，见附录C）。这些证据包括但不限于：

- a. 作业指导书。
- b. 质量管理体系要求的程序和记录。
- c. 化学和物理测试数据。
- d. 基于公认行业可靠性标准的可靠性计算。
- e. 制造商数据表/报告，所选定供应商了解的可接受性能记录。
- f. 外部和/或内部审计报告。
- g. 包括实际测量值的测试/检验报告。
- h. 培训记录。
- i. 实时焊接温度曲线。
- j. 材料和/或方法的技术状态变更（见附录C的例子）。
- k. 历史数据。
- l. 资质体系（能力清单）。

1.8.8 过程控制 为了满足或超过质量和性能目标，而不断地采取措施控制作业，以减少过程或产品异常波动的体系或方法。

1.8.9 熟练程度 依照本标准详细规定的要求和验证工艺程序完成任务的能力。

1.8.10 焊接终止面 焊料经过镀覆孔流向的印制电路板（PCB）面。

1.8.11 焊接起始面 在其上施加焊料的印制电路板（PCB）面。

1.8.12 供应商 为制造商（组装厂）提供部件（电子产品、机电产品、机械产品、印制板等）和/或材料（焊料、助焊剂、清洗剂等）的个人、组织或公司。

1.8.13 用户 负责采购或设计电子/电气部件的个人、组织、公司、合约指定的权力机构或代理机构，其有权定义产品等级、更改或限制本标准要求（即，制定详细需求合同的发起人/管理者）

1.8.14 导线过缠绕 导线或引线缠绕接线柱柱干超过360°后，仍接触接线柱柱干，称之为导线过缠绕，见图1-1。

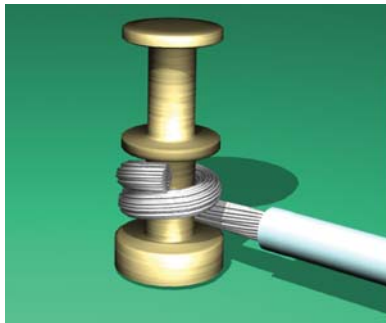


图1-1 过缠绕

1.8.15 导线重叠 导线或引线缠绕接线柱柱干超过360°后，与自身重叠，即未继续保持与接线柱柱干接触，称之为导线重叠，见图1-2。

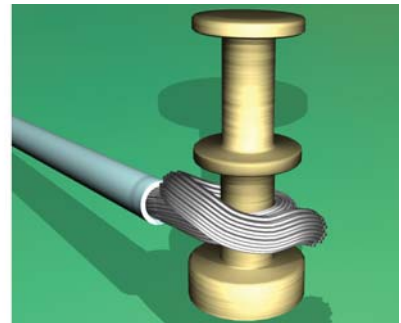



图1-2 重叠


1.9 要求下传 当合同要求采用本标准时，本标准的相应要求（包括产品分级，见1.3节）应当[D1D2 D3]强制用于所有适用的子合同、组装图、文件和采购订单。除非另有规定，本标准对现货供应（COTS或目录）的组件或子组件的采购不作强制要求。

当一个零部件已由其它某规范充分规定时，只有在必须符合最终产品要求的情况下，本标准才强制用于对该零部件的生产制造。若不清楚标准下传到何处应该停止，制造商有责任与用户一起协议确定。

如组件（例如子板）通过采购获得，组件应该满足本标准的要求。采购的组件与制造组件的连接**应当[D1D2D3]**满足本标准的要求。如果组件是由同一制造商生产，焊接要求要符合总组件合同规定。

COTS项目的设计和工艺的评估和修订应该按要求来进行，以确保最终成品满足约定的性能要求。修订**应当[D1D2D3]**满足本标准的应用要求。

 **1.10 员工熟练程度** 所有讲师、操作和检验人员**应当[D1D2D3]**熟练完成其本职工作。**应当[D1D2D3]**保存员工熟练程度的客观证据（例如：岗位职能培训记录、工作经历、针对本标准要求的测试记录或对熟练程度定期考核的结果记录），以备审核。对上岗培训进行监督是可接受的，直至员工的熟练程度得到证明。

 **1.11 验收要求** 所有产品**应当[D1D2D3]**符合组装图纸/文件，以及此处规定的产品级别的适用要求。

制造商**应当[N1D2D3]**进行100%检验，除非抽样检验被确定为制程控制计划文件的一部分，见12.3节。用户有责任确定验收准则。如果没有规定的、必须的或引用的标准，则采用最佳制造业实践。

1.12 通用组装要求 经过生产和组装（如搬运、烘烤、助焊剂涂覆、焊接与清洗）后的元器件与组件**应当[D1D2D3]**保持其电气与机械的完整性。

1.13 其它要求


1.13.1 健康和安全 使用本标准所涉及到的某些材料可能是有害的。为了保障人身安全，要遵循所适用的地方及国家的职业、安全及健康法律条例的规定。


1.13.2 专用技术程序 作为一份业界一致公认的标准，本文件无法涵盖所有可能的元器件和产品设计组合情况，例如磁性线圈、高频、高电压等等。当采用非通用或特殊技术时，可能有必要开发专用的工艺和/或验收标准。通常，在考虑产品性能标准时，特殊定义对考虑具体特性是必要的。

特殊标准的开发应该有用户的参与。对于此处未规定的专用工艺和/或技术的组装和焊接要求，**应当[N1D2D3]**按文档化的程序完成，保留文档化的程序，以备审核。

只要有可能，应该向IPC技术委员会提交这些标准，以考虑将其纳入本标准的更新版本。

1.13.2.1 含有磁性线圈器件的加工 对于如变压器、电动机等内部有电子零件及互连焊接的部件，本标准的适用性有限。除非用户对本标准所实现的控制有具体需求，否则，本标准对这些器件的内部电子要素的制造没有强制性要求。但外部互连点（如端子、插针等）**应当[D1D2D3]**符合4.3节的可焊性要求。

 **1.13.2.2 高频应用** 高频应用（即无线电波和微波）对器件间距、安装系统和组装设计的要求可能会与本标准规定的要求不同。

 **1.13.2.3 高压应用** 高压应用对器件间距、安装系统和组装设计的要求可能会与本标准规定的要求不同。

在6kV或更高电压下所使用的导线**应当[D1D2D3]**没有断裂的股线。

2 适用文件

下订单时，下列文件的有效版本构成了本规范在此限定范围内的组成部分。

2.1 IPC¹

IPC-HDBK-001 Requirements for Soldered Electrical Electronic Assemblies Handbook

IPC-T-50 电子电路互连与封装术语及定义

IPC-D-279 Design Guidelines for Reliable Surface Mount Technology Printed Board Assemblies

IPC-A-600 印制板的可接受性

IPC-A-610 电子组件的可接受性

IPC-OI-645 Standard for Visual Optical Inspection Aids

IPC-SM-785 表面贴装焊接连接加速可靠性测试指南

IPC-TM-650 测试方法手册²

2.3.25 Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants

2.3.27 Cleanliness Test Residual Rosin

2.3.39 Surface Organic Contamination Identification Test (Infrared Analytical Method)

2.4.22 Bow and Twist

2.6.9.1 Test to Determine Sensitivity of Electronic Assemblies to Ultrasonic Energy and Test Method

2.6.9.2 Test to Determine Sensitivity of Electronic Components to Ultrasonic Energy

2.6.25 耐CAF（导电阳极丝）测试：X-Y轴

IPC-SM-817 表面贴装用绝缘粘合剂通用规范

IPC-AJ-820 Assembly and Joining Handbook

IPC-CC-830 印制板组件电气绝缘化合物的鉴定和性能

IPC-2221 Generic Standard on PWB Design

IPC-2222 刚性有机印制板设计分标准

IPC-2223 挠性印制板设计分标准

IPC-6011 印制板通用性能规范

IPC-6012 刚性印制板的鉴定及性能规范

IPC-6013 挠性印制板的鉴定及性能规范

IPC-7093 底部端子元器件（BTC）设计和组装工艺的实施

IPC-7095 BGA设计与组装工艺的实施

IPC-7530 群焊工艺温度曲线指南（再流焊和波峰焊）

IPC-9191 General Guidelines for Implementation of Statistical Process Control (SPC)

IPC-7711/7721 电子组件的返工、修改和维修

IPC-9201 Surface Insulation Resistance Handbook

IPC-9202 Material and Process Characterization/Qualification Test Protocol for Assessing Electrochemical Performance

1. www.ipc.org

2. www.ipc.org/test-methods.aspx

IPC-9203 Users Guide to IPC-9202 and the IPC-B-52 Standard Test Vehicle

IPC-9261 In-Process DPMO and Estimated Yield for PWAs

IPC-9691 IPC-TM-650 测试方法2.6.25 耐导电阳极丝 (CAF) 测试(电化学迁移测试)用户指南

IPC-9701 表面贴装焊接连接的性能测试方法及鉴定要求

2.2 JEDEC³

JESD557 Statistical Process Control Systems

2.3 联合工业标准⁴

J-STD-002 元器件引线、端子、焊片、接线柱和导线的可焊性测试

J-STD-003 印制板可焊性测试

J-STD-004 助焊剂要求

J-STD-005 焊膏要求

J-STD-006 电子焊接领域电子级焊料合金及含有助焊剂与不含助焊剂的固体焊料的要求

IPC/JEDEC J-STD-020 非气密固态表面贴装器件潮湿/再流焊敏感度分级

IPC/JEDEC J-STD-033 湿度/再流焊敏感表面贴装器件的操作、包装、运输及使用

ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 组装工艺中非IC电子元器件的分级

2.4 ASTM⁵

ASTM E29 Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

ASTM SI10, IEEE/ASTM SI 10 American National Standard for Metric Practice

2.5 静电放电协会⁶

ANSI/ESD-S20.20 Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment

2.6 国际电工委员会 (IEC)⁷

IEC 61340-5-1 Protection of Electronic Devices from Electrostatic Phenomena - General Requirements

2.7 国际汽车工程师学会⁸

GEIA-STD-0005-1 Performance Standard for Aerospace and High Performance Electronic Systems Containing Lead-free Solder

GEIA-STD-0005-2 Standard for Mitigating the Effects of Tin Whiskers in Aerospace and High Performance Electronic Systems

2.8 军用标准⁹

MIL-STD-1686 Electrostatic Discharge Control Program For Protection Of Electrical And Electronic Parts, Assemblies And Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)

3. www.jedec.org

4. www.ipc.org

5. www.astm.org

6. esda.org

7. www.iec.ch

8. sae.org

9. quicksearch.dla.mil/qsSearch.aspx

3 材料、元器件和设备要求

3.1 材料 用于组装或制造电子组件的材料和工艺**应当[D1D2D3]**是经过选择的，以使这些材料和工艺的组合可生产出本标准可接受的产品。

当已验证工艺的主要要素（如助焊剂、焊膏、清洗剂或清洗系统、焊料合金或焊接系统）发生变化时，**应当[N1N2D3]**验证这些变化的可接受性，并形成文件，见附录C。这种要求也适用于裸板、阻焊膜或金属层发生变化的情况。

当指定制造商时，**应当[N1N2D3]**有无铅控制计划（LFCP），并且**应当[N1N2D3]**由制造商与客户协商确定。

注：GEIA-STD-0005-1和GEIA-STD-0005-2是针对于航天和高可靠性电子系统执行无铅控制计划或减缓锡须的案例。

3.2 焊料 焊料合金**应当[D1D2D3]**符合J-STD-006或等效标准的要求。除Sn60Pb40、Sn62Pb36Ag2和Sn63Pb37之外，如焊料合金能提供所要求的电气和机械属性，且满足本标准所有其它条件，并在审核时能提供符合本标准的客观证据，均可使用。含助焊剂芯焊料丝中的助焊剂**应当[D1D2D3]**符合3.3节的要求，助焊剂的百分比含量可任意选定。

3.2.1 无铅焊料 当制造商和用户之间有协议时，可使用未列入J-STD-006的铅质量百分比含量少于0.1%的焊料合金。

3.2.2 焊料纯度的维持 预处理、除金、部件上锡和机器焊接所用焊料**应当[N1D2D3]**以一定频次进行分析、替换或补充，以确保焊料合金含量符合表3-1规定的限值。

表3-1 焊料槽中杂质的最大限值

杂质	预处理用锡铅合金 杂质最大质量百分比限值	组装用锡铅合金 杂质最大质量百分比限值	预处理和组装用SAC305无铅合金 杂质最大质量百分比限值
铜	0.75	0.3	1.1, 注2
金	0.5	0.2	0.2
镉	0.01	0.005	0.005
锌	0.008	0.005	0.005
铝	0.008	0.006	0.006
铈	0.5	0.5	0.2
铁	0.02	0.02	0.02
砷	0.03	0.03	0.03
铋	0.25	0.25	0.25
银, 注1	0.75	0.1	4.0
镍	0.025	0.01	0.05
铅	N/A	N/A	0.1
铜、金、镉、 锌、铝 杂质合计	N/A	0.4	N/A

注1：不适用于Sn62Pb36Ag2；银含量限值的范围为1.75%至2.25%。

注2：用户和制造商可协商确定最大铜限值为1.0%。由于铜对焊料流动特性的影响，比较厚且热容比较大的印制电路组件可能存在潜在的镀覆孔填充缺陷和/或焊点缺陷。

除Sn60Pb40、Sn62Pb36Ag2或Sn63Pb37之外的锡铅焊料合金**应当[N1D2D3]**符合等效文件的含量限值。


如果杂质超过规定的限值，**应当[N1D2D3]**缩短焊料分析、替换和补充的时间间隔。应该根据历史资料确定分析的频次，或每月分析一次。每个工艺/系统的分析结果记录和焊料槽使用情况记录（例如使用总时间、焊料的替换量或面积产量）至少**应当[N1D2D3]**保留一年。

对于用于预处理或组装的锡铅合金，其锡含量**应当[N1D2D3]**维持在所用合金标称值的±1.5%以内。锡铅合金中锡含量的测试频次**应当[N1D2D3]**与铜/金污染的测试频次相同。锡铅焊料槽中剩余成分**应当[N1D2D3]**为铅和/或表3-1列出的金属。

对于用于预处理或组装的无铅合金，其锡含量**应当[N1D2D3]**维持在所用合金标称值的±1%以内。无铅合金中锡含量的测试频次**应当[N1D2D3]**与铜/银污染的测试频次相同。SAC305无铅焊料槽中剩余的成分**应当[N1D2D3]**为表3-1列出的金属。其它无铅合金的杂质限制，**应当[N1D2D3]**由制造商和用户协商确定。

3.2.2.1 锡锅焊料的纯度和维持 锡渣**应当[N1D2D3]**从焊料表面移除，以确保锡渣不接触被上锡组件的表面。

 **3.3 助焊剂** 助焊剂**应当[D1D2D3]**符合J-STD-004或等效标准的要求。

 助焊剂的活性等级**应当[N1D2D3]**符合松香（RO）、树脂（RE）或有机（OR）助焊剂材料的L0级和L1级要求。但ORL1助焊剂**不应当[N1D2D3]**用于免清洗焊接。

当使用其它活性等级或其它助焊剂材料时，**应当[N1D2D3]**提供证明兼容性的测试数据以备审核，见3.1节和附录C。

注：此前按其它规范在焊接过程中经测试或鉴定合格的助焊剂或焊膏焊接工艺组合，不要求进行另外的测试。

H型或M型助焊剂**不应当[D1D2D3]**用于多股导线的上锡。

3.3.1 助焊剂涂覆 当外涂的助焊剂与含助焊剂芯的焊料一起使用时，从清洗工艺和化学的角度来看，两种助焊剂**应当[D1D2D3]**相互兼容。**应当[N1D2D3]**获得兼容性的客观证据以备审查，例如通过表面绝缘电阻测试和离子色谱测试得到证据。参见1.8.7节和附录C。IPC-9202和IPC-9203是鉴定测试方法的示例。

3.4 焊膏 焊膏**应当[D1D2D3]**符合J-STD-005或等效标准的要求，还**应当[D1D2D3]**满足3.2节和3.3节的要求。


3.5 预成形焊料 预成形焊料**应当[D1D2D3]**符合3.2节和3.3节的要求。

3.6 粘合剂 用于粘接元器件的非导电粘合剂材料，应该符合可接受文件或标准的要求，如IPC-SM-817，或其它规定。选用的粘合剂**不应当[D1D2D3]**有损于其所粘接的元器件及组件。粘合剂材料**应当[D1D2D3]**固化。聚合物的附加评判标准和证据（扭矩识别/防篡改条纹）见第10章和11章。

3.7 化学剥除剂 化学溶剂、膏剂和霜剂**不应当[D1D2D3]**引起损伤或品质下降。

3.8 元器件 组装所选用的元器件（如电子器件、机械部件、印制板）**应当[D1D2D3]**与用于制造组件/产品的所有材料和工艺相兼容，例如额定温度等。

潮湿敏感元器件或工艺敏感元器件（按IPC/JEDEC J-STD-020，ECA/IPC/JEDEC J-STD-075或其它文档化分级程序分级）**应当[D1D2D3]**按照符合IPC/EDEC J-STD-033或其它文档化程序的方式进行操作。

 **3.8.1 元器件和密封损伤** 元器件本体上较小的表面瑕疵、变色、弯月面涂层裂纹或缺口是可接受的。但这些缺陷**不应当[D1D2D3]**暴露元器件基板或功能材质，也不影响结构完整性。元器件**不应当[D1D2D3]**被烧焦。众多小型表面瑕疵的元器件损伤**不应当[D1D2D3]**使元器件性能降至低于其规格要求的等级，或者其它要求，以满足外形、装配、功能以及预期寿命。可以通过已有文件分析判定。

注：某些种类元器件的较小表面瑕疵的目视界定要求，可在IPC-A-610中查找。

引线密封**不应当**[D1D2D3]退化至低于部件规范要求。

过程导致的金属镀层缺失**不应当**[D1D2D3]:

- a. 暴露末端面的陶瓷。
- b. 大于任一端面（非末端）宽度或厚度的25%。
- c. 有5或3个端面的元器件，顶部镀层的缺失超过50%。

3.8.2 弯月面涂层 元器件的弯月面涂层**不应当**[N1D2D3]被修整。

3.9 工具和设备 选择、使用和维护工具与设备时，**应当**[D1D2D3]确保不会因其使用而损伤所设计的零部件或组件功能，或导致零部件或组件品质下降。选择和使用焊接用的烙铁、设备和系统时，**应当**[D1D2D3]采用能够实现控制温度、隔离电气过载或ESD的工具、设备，见4.1节。工具的选择及维护的指南的见附录A。

用来剪断引线的工具，**不应当**[D1D2D3]产生损伤元器件引线封装和内部连接的震动。

4 焊接和组装通用要求

4.1 静电放电 (ESD) 如果有任何包含ESD敏感元器件或部件的组件，制造商**应当**[D1D2D3]按照ANSI/ESD S20.20、IEC 61340-5-1、MIL-STD-1686或用户与供应商之间的协议，执行ESD控制程序。**应当**[D1D2D3]保留必要的有效程序文件，以备审核。

4.2 设施 **应当**[D1D2D3]保持工作区的清洁度和周边环境整洁，以防止工具、材料和被焊接或敷形涂覆表面受污染或退化。**应当**[D1D2D3]禁止在工作区饮食及吸烟，包括电子烟。


4.2.1 环境控制 应该将焊接设施封闭起来，并控制温度和湿度，保持正压。

4.2.2 温度和湿度 当湿度降到30%或更低时，制造商**应当**[N1D2D3]确认ESD控制仍足以起作用。对于过程控制，所要求的温度和湿度限定可能会更严格。

4.2.2.1 温度 为了保证操作人员的舒适及维持可焊性，温度应该保持在18°C [64.4°F]至30°C [86°F]之间。

4.2.2.2 湿度 组装区域的湿度范围（上限和下限）**应当**[N1D2D3]足以保证焊接（包括可焊性的维护）和组装材料（例如敷形涂覆）在制程中能按照供应商推荐的或文档化的工艺性能客观证据正常发挥作用。为了保证操作人员的舒适，相对湿度不应该超过70%。

潮湿敏感器件/组件的湿度控制要求见3.8节。

 **4.2.3 照明** 工作台表面的照明至少应该达到1000lm/m²（约93英尺烛光），补充光源对辅助目检工作可能是必要的。

除非是被检件本身造成的阴影，一般情况下应该选择能够避免在被检件上产生阴影的光源。

注：选择光源时，光源的色温是一个需要考虑的重要因素。色温在3000-5000K范围的光线可提高清晰度，确保使用者能鉴别出各类印制电路组件特征和污染物。

4.2.4 现场装配作业 现场装配作业环境无法达到本标准3级产品要求的环境条件时，**应当**[N1N2D3]采取措施，最大限度地保证焊接连接的质量，并将环境不受控因素对在硬件上实施的操作所产生的影响降至最低。

4.3 可焊性 焊接操作前，待焊接的元器件和导线**应当[D1D2D3]**满足J-STD-002或等效文件的可焊性要求，印制板**应当[D1D2D3]**满足J-STD-003或等效文件的可焊性要求。在焊接前或焊接后，当按文档化的组装工艺进行可焊性检查操作时，这些操作可替代可焊性测试。

4.4 可焊性维护 制造商应该建立程序，将部件可焊性下降的可能性降至最低，见IPC-HDBK-001或IPC-AJ-820指南。

4.5 元器件表面涂层的去除 元器件端面或PCB连接盘的某些表面涂层可能会影响焊接连接的质量。

有下列情形之一者，PCB或部件可免去4.5.1节和4.5.2节声明的有关涂层去除的要求。

- 如果有备作审核的文档化客观证据证明，金没有导致与所采用焊接工艺相关的焊点变脆问题，或其它金属表面涂层焊点完整性问题，如Sn或SnBi，见IPC-HDBK-001或IPC-AJ-820指南。
- 对于化学镀镍浸金（ENIG）、镍-钯-金（NiPdAu）或化学镀镍镀钯浸金（ENEPIG）涂层。

4.5.1 除金 执行除金是为了降低焊点脆化失效风险。金脆是无法目测的。当分析确定所发现的状况为金脆时，金脆**应当[N1D2D3]**被视为缺陷，参见IPC-HDBK-001或IPC-AJ-820指南。


除上述情况，遇到下述情况**应当[N1D2D3]**进行除金处理：

- a. 通孔元器件引线至少95%待焊表面上有厚度大于 $2.54\mu\text{m}$ [100 μin]的金层；以及所有采用手工焊接的通孔引线，无论金层有多厚。
- b. 表面贴装元器件95%的待焊表面有金，而无论金层有多厚。
- c. 焊接端子的待焊表面有厚度大于 $2.54\mu\text{m}$ [100 μin]厚的金层和所有的锡杯端子，无论金层有多厚。

将元器件安装到组件之前，双上锡工艺或动态焊料波都可用于除金。

注：当焊料量少或焊接的过程停留时间不足以使金充分溶解到整个焊点中时，无论金层有多厚，都会产生金脆焊接连接。

4.5.2 其它金属表面涂层的去除 如果已确定焊点完整性会受到损害，**应当[N1P2D3]**从元器件95%的待焊表面上去除其它金属表面涂层。


 **4.6 热保护** 多层陶瓷片式电容（MLCCs）与包含这些部件的叠装电容**应当[N1D2D3]**被视为热冲击敏感器件。升温 and 降温斜率应该按照元器件制造商的推荐进行控制。

当手工焊接、上锡或返工已鉴定为热敏的元器件时，为使对元器件本身的加热最小化或防止热冲击，**应当[D1D2D3]**采取保护措施，例如：散热片、散热器、预热等。可通过受控的加热工艺实现保护。

4.7 不可焊元器件的返工 不符合4.3节可焊性要求的元器件引线、端面或印制板可在焊接前返工（如浸入热焊料中）。

返工后的元器件**应当[D1D2D3]**符合4.3节的可焊性要求，减少蒸汽调节。

4.8 组装前清洁度要求 组件上**应当[D1D2D3]**是清洁的，无任何妨碍组件满足本标准要求的物质。

 **4.9 元器件安装通用要求** 因为设计限制而选择了不能承受某种工艺焊接温度的元器件，**应当[D1D2D3]**将这类元器件单独装配焊接到组件上。

如果要求清洗，安装元器件时，元器件本体和PCB之间应该有足够的空隙，以确保充分清洗和进行清洁度测试。每次焊接完成后都应该清洗组件，以便随后的安装和焊接操作不受污染影响，见第8章。

安装零部件时，应该使元器件的标记和参考符号可见，见9.2节。

不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

当玻璃、陶瓷或密封元器件需要涂覆、密封或支撑时，如果需要套管保护，套管应当[D1D2D3]在元器件安装之前放置。

安装在裸露导体上方的非绝缘部件应当[N1N2D3]使其引线加工至满足元器件本体底部与裸露导体之间有最小0.25mm[0.01in]的间距。

4.9.1 通用要求 除非另有规定，安装要求适用于导线和元器件引线。

4.9.2 引线变形限度 引线的割伤或变形不应当[D1D2D3]超过其直径、宽度或厚度的10%，但扁平引线除外，见7.1.6节。

4.10 孔阻塞 零部件和元器件的安装不应当[A1P2D3]阻碍焊料流向要求焊接的镀覆孔（PTH）焊接终止面上的连接盘，见图4-1和4.18.3节。

4.11 金属外壳元器件的隔离 金属外壳元器件应当[D1D2D3]与邻近导电要素电气隔离，见1.8.3节。

4.12 粘合剂的覆盖范围 当使用粘合剂材料时，粘合剂材料不应当[D1D2D3]妨碍可接受焊点的形成。在端面区不应当[A1P2D3]看到有粘合剂材料从SMT元器件底部挤出来。用于固定和连接的粘合剂，不应当[D1D2D3]接触带护套玻璃体元器件的无护套部位，见10.5节。

4.13 部件上安装部件（元器件叠装） 当组装图或组装文件允许叠装元器件时，元器件不应当[D1D2D3]违反与其它零部件或元器件之间的最小电气间隙要求。

4.14 连接器和接触区 用于电气连接的连接器或接触区的配接表面，应当[D1D2D3]无污染物或外来物。

4.15 元器件的操作 操作元器件时，应当[D1D2D3]避免损伤引线末端，以避免需要后续进行引线拉直操作。一旦元器件安装在印制板上，未焊接前组件的移动、转运（如用手或传送带）和加工，应当[D1D2D3]不影响形成可接受的焊点。元器件贴放在焊膏上而未焊接时，处理组件时应该避免元器件的移动。焊接操作完成后，组件应当[D1D2D3]充分冷却，以便下一道工序操作前，焊料完全固化。

4.15.1 预热 除手工焊外，组件在暴露到熔融焊料之前应该预热，以使可挥发溶剂减至最少，减小热冲击对印制板和元器件的影响，并促进焊料流动，减少焊接停留时间。预热温度不应当[D1D2D3]降低印制板、元器件或焊接性能。

4.15.2 冷却控制 可采取受控冷却。受控冷却（加速或缓慢）方法应当[N1D2D3]按照文档化的程序进行。

4.15.3 烘干/排气 焊接前，可对组件进行烘干处理，以便去除不利的湿气和挥发物。

4.15.4 元器件和材料的持拿 用于夹持印制板或夹持零件、元器件到印制板上的设备、器件、材料和技术，在焊接的任何环节都不应当[D1D2D3]污染、损伤或降低印制板或元器件的性能或引起元器件本体或焊接连接中的残余应力。例如：在焊料凝固阶段没有限制引线/端子。这些设备、器件、材料或技术应该能保持元器件的定位，能允许焊料流入镀覆孔和/或端子区域。

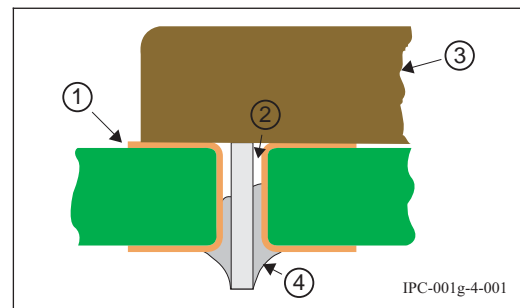


图4-1 孔阻塞

1. 元器件本体接触连接盘并阻碍焊料流动。
2. 空气
3. 元器件本体
4. 焊料

4.16 机器（非再流）焊接

4.16.1 机器控制 制造商应当[N1D2D3]维护焊接工艺作业程序及自动焊接设备及相关设备的正确操作程序。

对于焊接设备，操作程序应当[N1D2D3]规定适合的预热温度、助焊剂涂覆程序和覆盖范围、焊料温度、受控气氛（如果采用）、传送速度、温度验证测量频次以及焊料槽的分析频次。

如果要求针对不同的印制电路组件、图纸号、或其它有助于区分产品的资料，调整上述工艺参数，则应当[N1D2D3]标明所要采用的设置。

IPC-7530为开发波峰焊接与再流焊接的适当温度曲线提供了指南。

4.16.2 焊料槽 任何印制板在焊料槽上的暴露时间，应当[D1D2D3]限定于不会使印制板或板上安装的元器件品质下降。根据所用的焊料合金，焊料槽温度应当[N1D2D3]控制在设定值的 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ [$\pm 9^{\circ}\text{F}$] 范围内。

4.16.2.1 焊料槽的维护 机器焊接印制板组件时，应当[N1D2D3]按3.2.2节要求维护焊料槽的纯度。应当[N1D2D3]去除焊料槽中的焊渣，并确保去除焊渣时，焊渣不接触被焊物件。机器或人工方法去除焊渣均可接受。

4.17 再流焊接 制造商应当[N1D2D3]制定并维护再流焊接工艺操作程序和正确操作设备的程序。操作程序至少应当[N1D2D3]包括可再现的时间-温度范围，包括助焊剂和焊膏的涂覆程序和覆盖范围、烘干/排气操作（如有要求）、预热操作（如有要求）、受控气氛操作（若采用）、焊料再流操作和冷却操作，见4.15.2节。这些步骤可以是一个集成即在线系统的一部分，或通过一系列独立操作实现。IPC-7530提供了指导波峰焊与再流焊的成熟工艺曲线。

4.17.1 通孔再流焊（孔内焊膏） 6.2.2节标准要求适用于采用再流焊工艺形成镀覆孔连接（通孔再流焊）。

4.18 焊接连接 所有焊接连接应当[D1D2D3]在焊料与焊接表面接合处呈明显的润湿和附着。焊接连接应该有大致平滑的外观。焊料连接中的割伤或划伤，如探针印记，不应当[D1D2D3]降低连接的完整性。

焊料合金的成分、元器件引线和端子的表面涂层或印制板镀层及特殊的焊接工艺（如大质量印制板需要缓慢冷却）都可能导致焊点外观干枯粗糙、灰暗或呈颗粒状，对于材料或有关工艺而言属正常现象。这样的焊接连接是可接受的。

润湿情况并非总是能根据表面外观判断。实际应用中种类繁多的焊料合金可能呈现典型的从很小或接近 0° 到几乎 90° 的接触角。焊接连接的润湿角度（焊料与元器件可焊端以及焊料到PCB的连接盘间）不应当[D1D2D3]超过 90° （见图4-2的A和B）。例外的情况是当焊料轮廓延伸至可焊端区域或阻焊膜边缘时，焊接连接与端面）的润湿角可以超过 90° （见图4-2的C和D）。

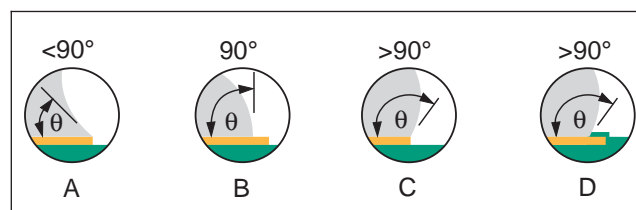



图4-2 可接受的润湿角

 **4.18.1 暴露的表面** 除了本标准特别注明的其他各处，以下要求适用于暴露的表面：

- 暴露的金属基材**不当**[D1D2D3]阻碍可接受的焊接连接形成。
- 暴露的有机可焊性保护层（OSP）**不当**[D1D2D3]阻碍可接受的焊接连接形成。



 **4.18.2 焊接连接异常** 焊接连接要求见表4-1。

表4-1 焊接异常

条件	1级	2级	3级
焊料开裂		缺陷	
焊料受扰		缺陷	
焊膏再流不完全		缺陷	
冷焊或松香焊接连接		缺陷	
退润湿导致焊点连接不满足填充要求		缺陷	
焊料没有润湿要求焊接的连接盘或端面		缺陷	
焊料违反最小电气间隙		缺陷	
焊料接触到元器件本体（其它节中注明的情况除外）		缺陷	
不符合4.18节的润湿标准		缺陷	
除设计要求连通之外的焊料桥连		缺陷	
满足其它所有要求的焊接连接的吹孔及针孔	可接受	制程警示	
焊料遮蔽了通孔元器件应力释放的弯曲处，注1	可接受	缺陷	

注1：如引线成形适当且顶部弯曲半径清晰可辨，则弯曲半径处上锡不作为拒收的理由。

 **4.18.3 部分可见或隐藏的焊接连接** 部分可见或隐藏的焊接连接**应当**[A1P2D3]满足下列要求：

- 设计没有限制焊料流向组件焊接终止面连接盘上的任何连接要素（如PTH元器件）；
- 在PTH焊接连接任一面，任何可见连接部分（或SMD连接的可见部分）是可接受的；
- 采取能确保工艺结果的可接受性及可重复性的措施来维持过程控制。

4.19 可热收缩的焊接器件 当采用可热收缩的焊接器件时，**应当**[D1D2D3]满足下列要求：

- 导线重叠至少达到3倍导体直径，且大致平行；
- 预成形焊料（环）位于衔接处的中心；
- 预成形焊料（环）已经熔融并形成了结合连接处的填充（预成形焊料轮廓不可辨识）。
- 导体轮廓可辨识。
- 套管覆盖衔接处两端的导线绝缘皮至少为导线直径的1倍。
- 无导体股线刺破套管。
- 套管未烧损或烧焦。
- 套管变色不妨碍内部品质的确认。
- 可熔融的密封环未妨碍所要求的焊接连接形成。
- 可熔融的密封环已密封了衔接处的两端。

采用可热收缩的焊接器件形成的端子可免除清洗要求。

5 导线和端子的连接

5.1 导线和线缆的准备

5.1.1 绝缘皮损伤 化学剥除绝缘皮材料的要求见3.7节。

除以下几种情形外，可以允许绝缘皮变形：

- 绝缘皮**不应当[D1D2D3]**有切口、断裂、裂口或裂缝。
- 绝缘皮**不应当[D1D2D3]**熔入导线的股线内。
- 绝缘皮厚度的减少**不应当[D1D2D3]**大于20%，见图5-1。
- 绝缘皮参差不齐或粗糙（磨损、拖尾以及突出）的部分**不应当[D1D2D3]**超过绝缘皮外径的50%或1mm[0.04in]，取两者中的较大者。
- 绝缘皮可以有因热剥除而导致的轻微变色，但**不应当[D1D2D3]**被烧焦。

化学绝缘皮剥除剂**应当[D1D2D3]**只用于单股导线。用于剥除单股导线绝缘皮的化学溶剂、膏剂或霜剂**应当[D1D2D3]**在焊接前被中和或清除。

注：为防止导线表面性能的持续下降，化学绝缘皮剥除剂残留物应该在化学剥除活动完成后的3个小时内清除。

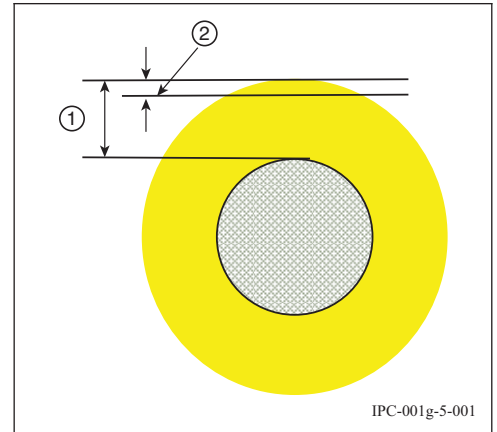


图5-1 绝缘厚度

- 绝缘厚度的100%
- 绝缘厚度减少20%

5.1.2 股线损伤 多股导线中损伤（割伤或切断）的股线**不应当[D1D2D3]**超过表5-1的规定范围。**不应当[N1P2D3]**有任何小于表5-1中规定的切断或股线损伤数。**应当[A1P2D3]**没有股线散开（呈鸟笼状）超过一倍股线。**应当[A1D2D3]**没有股线散开（呈鸟笼状）超过绝缘皮外径。用于高电压应用中的导线推荐性规定和要求见1.13.2.3节。

不应当[A1D2D3]为使导线适合于端子而改变或切割股线。

表5-1 允许的受损股线数^{1, 2, 3}

股线数	1, 2级允许的最多刮伤、割伤或切断的股线数	3级允许的最多刮伤、割伤或切断的股线数 (安装前不上锡)	3级允许的最多刮伤、割伤或切断的股线数 (安装前上锡)
1 (实芯导体)	损伤不超过导体直径的10%		
2-6	0	0	0
7-15	1	0	1
16-25	3	0	2
26-40	4	3	3
41-60	5	4	4
61-120	6	5	5
121或以上	6%	5%	5%

注1：对于工作在6千伏或更高电压下或另外指定高电压的导线不允许股线受损。

注2：对于有镀层的导线，未暴露金属基材的视觉异常不看作是股线损伤。

注3：如果刮伤或割伤超过股线直径的10%的视为股线损伤。

5.1.3 多股导线上锡 – 成形 当出现如下情况时，多股导线待焊接部位应当[N1D2D3]在安装前上锡：

- 为将导线连接到焊接端子上而使导线成形。
- 多股导线被成形至衔接（不包括散接）处。
- 采用可热收缩焊接器件时，可自行决定导线是否上锡。

当出现如下情况时，多股导线不应当[D1D2D3]上锡：

- 导线将用于压接端子。
- 导线将用于螺纹紧固件。
- 导线将用于形成散接。

5.1.3.1 多股导线上锡 – 芯吸 焊料芯吸不应当[D1D2D3]延伸至要求导线保持挠性的部分。

5.1.3.2 多股导线上锡 – 覆盖 焊料应当[N1D2D3]润湿导线上锡部分，并应该渗透导线内部的股线。针孔、空洞、退润湿/不润湿不应当[A1P2D3]超过要求上锡面积的5%。

5.1.3.3 多股导线上锡 – 焊料堆积 焊料在导线上锡区域内有堆积或拉尖不应当[D1D2D3]影响后续装配步骤。

5.2 焊接端子 不应当[A1D2D3]为适合过大尺寸导线而修改端子和锡杯。

5.3 叉形、塔形和槽形接线柱的安装

5.3.1 铆杆损伤 接线柱杆部不应当[D1D2D3]有环形的裂缝或裂口，不论其开裂程度如何。接线柱杆部不应当[D1D2D3]有穿孔、裂口、裂缝或其它导致印制电路板装配过程中所使用的油脂、助焊剂、油墨或其它液体截留在安装孔内的损伤。

5.3.2 翻边损伤 翻边的卷边区或喇叭区应当[D1D2D3]没有缺损部分、环形的裂口或裂缝。

翻边的卷边区或喇叭区的径向裂缝或裂口应当[D1D2D3]不多于3个，只要裂缝或裂口的相隔至少有90°，并且未延伸进入接线柱柱干内壁，见图5-2。

翻边不应当[D1D2D3]有开裂、裂缝或其它导致印制电路板装配过程中所使用的助焊剂、油脂、油墨或其它液体截留在安装孔内的损伤。

5.3.3 喇叭口形翻边角度 喇叭口形翻边应该形成35°至120°的夹角，且应该高出连接盘表面0.4mm [0.015in]至1.5mm [0.06in]。应当[D1D2D3]保证最小电气间隙，喇叭口直径不应该超出连接盘直径，见图5-3。

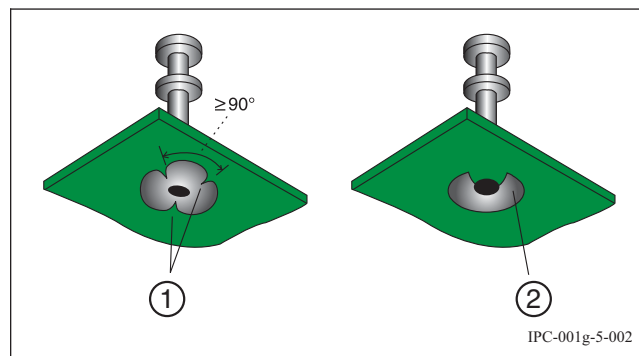


图5-2 翻边损伤

1. 径向裂口（最多3个）——可接受
2. 裂口延伸进入接线柱柱干内壁——拒收

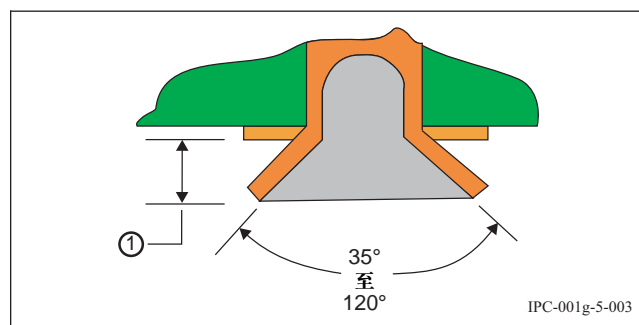


图5-3 喇叭口形翻边角度

1. 最小0.4mm[0.016in]，最大1.5mm[0.06in]

5.3.4 接线柱的安装 – 机械 未与印制电路或接地层连接的接线柱应当[N1D2D3]采用卷式翻边结构, 见图5-4。印制金属箔连接盘不应当[N1D2D3]作为卷式翻边的支撑面, 除非该连接盘是电气隔离的, 且未与有源印制电路或接地层相连。

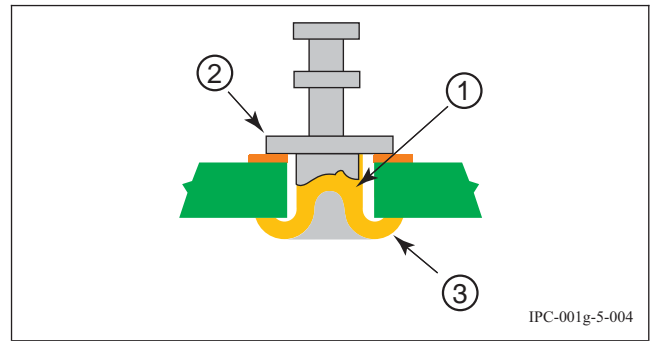


图5-4 接线柱的安装 – 机械

- 1. 杆部
- 2. 接线柱基座
- 3. 卷式翻边

5.3.5 接线柱安装 – 电气 如果接线柱的安装是与喇叭面上的连接盘或接地层连接, 如图5-5A所示, 应当[N1D2D3]用喇叭口形翻边将接线柱安装在镀覆孔中。接线柱不应当[N1D2D3]翻在印制板的基材上。

接线柱可安装在板主面上有有源电路的非支撑孔内, 在印制板的辅面(底面)采用卷式翻边铆接, 见图5-5B。

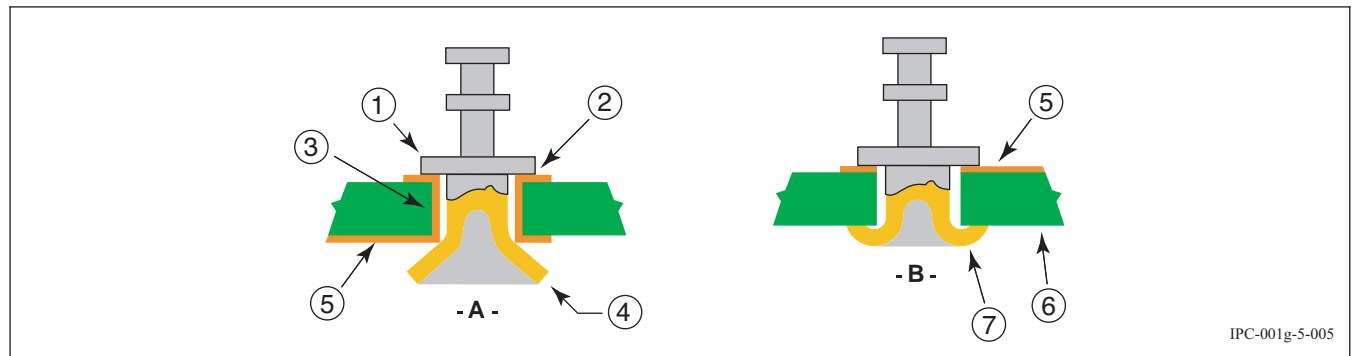


图5-5 接线柱安装 – 电气

- 1. 台肩
- 2. 孔环
- 3. 镀覆孔
- 4. 喇叭口形翻边
- 5. 功能电路
- 6. 印制板
- 7. 卷式翻边

5.3.6 接线柱安装 – 焊接 安装和焊接到印制板上的接线柱应当[D1D2D3]满足表5-2的要求。

表5-2 接线柱安装的最低焊接要求

条件	1级	2级	3级
A. 焊接起始面的环形填充及润湿	270°		330°
B. 焊接起始面上连接盘被润湿焊料覆盖的百分比	75%		

5.4 安装到接线柱

5.4.1 通用要求

5.4.1.1 绝缘间隙 (C) 绝缘皮末端与焊点之间的间隙 (C) (见图5-6) 不应当[D1D2D3]引起短路或违反非公共导体间的最小电气间隙。导线绝缘皮末端与焊点的间隙规定如下:

- a. 最小间隙: 绝缘皮不应当[A1D2D3]嵌入焊接连接中, 且不应当[D1D2D3]妨碍所要求的焊接连接的形成。靠近绝缘皮端部的导线轮廓不应该模糊不清。

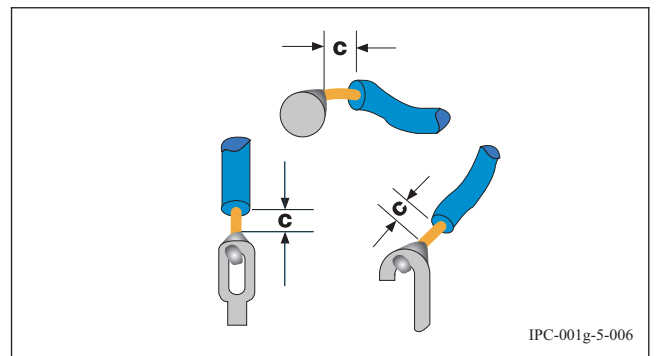


图5-6 绝缘间隙测量

b. 最大间隙：最大间隙应当[A1P2D3]为线径（包括绝缘皮）的2倍或1.5mm[0.06in]，取两者中的较大者。

5.4.1.2 维修环 当要求有维修环时，如图5-7所示，导线应当[D1D2D3]有足够的长度以允许至少进行一次现场维修。

注：当要求有维修环时，这些要求应该包含在组装图/程序文件中。

5.4.1.3 应力释放 对于没有采用夹固、粘接及其它加固方式加固的元器件，至少有一端引线应当[D1D2D3]有应力释放，见图5-8。当元器件采用了夹固、粘接或其它加固方式加固时，所有的引线应当[D1D2D3]有应力释放。连接到接线柱上的导线应当[D1D2D3]有应力释放。

5.4.1.4 引线或导线的缠绕方向 导线或引线连接到要求缠绕的接线柱上时，可以顺时针或逆时针缠绕（与潜在的应力施加方向一致）。引线或导线的曲率应当[A1P2D3]连续。缠绕的导线不应当[A1D2D3]从接线柱上直接穿过，或与自身重叠或相互交叉。

5.4.1.5 串联缠绕 如果有3个或以上双叉、塔形或穿孔端子要连接到一起，可以用一根连续的单股公共导线逐一从端子到端子连接。跳线的非缠绕部分导线应当[D1D2D3]内含弯曲，以释放环境负载张力。第一个和最后一个端子的连接都应当[D1D2D3]满足对单个端子的缠绕要求。

还应当[A1P2D3]满足以下要求：

- 对于中间的塔形接线柱，导线要缠绕360°或交叉缠绕每个接线柱，见图5-9。
- 对于中间的双叉接线柱，导线要穿过中间的槽，接触每个接线柱的底部，或接触之前已安装好的导线。
- 对于中间的穿孔端子，导线要至少接触每个中间端子的两个不相邻面。
- 对于中间的钩形端子，导线要缠绕每个端子360°。

5.4.1.6 绝缘皮套管（焊接到穿孔、钩形和锡杯端子上的导线） 在焊接到穿孔、钩形和锡杯端子上的导线上安装绝缘皮套管时，套管应当[D1D2D3]没有如裂口、孔洞、裂缝或暴露导体等损伤。

套管应当[D1D2D3]紧套在导线绝缘皮上，且至少覆盖绝缘皮6.0mm[0.2in]或导线直径的两倍，取两者中的较大值，并要覆盖含焊接端在内的端子的其它部分。

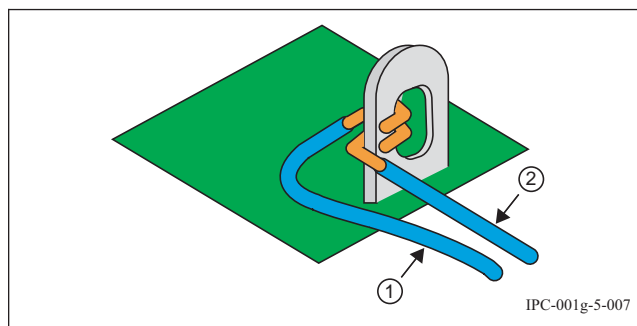


图5-7 导线布线维修环

1. 维修环
2. 无维修环

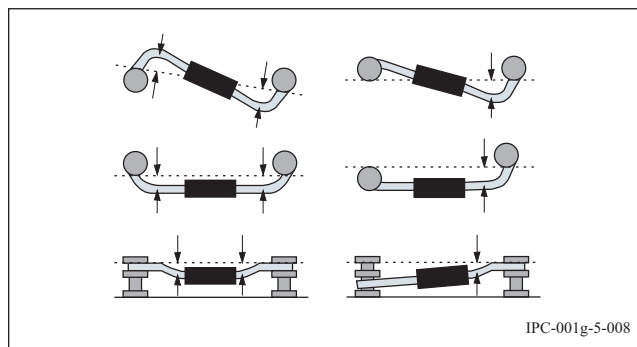


图5-8 应力释放示例

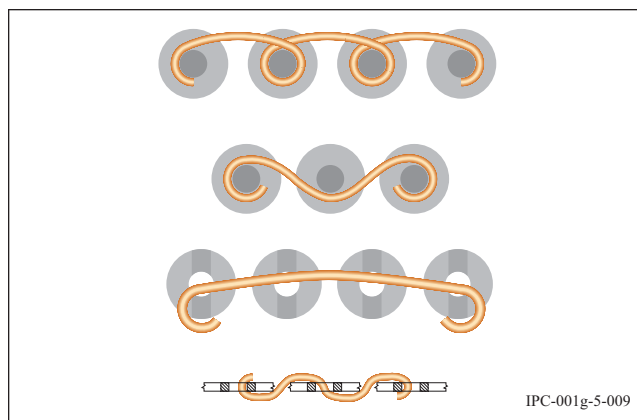


图5-9 导线在中间的塔形接线柱

5.4.1.7 引线和导线的末端伸出 引线和导线伸出端子的末端长度不应该大于导体直径的1倍。**应当[D1D2D3]**满足最小电气间隙要求。

5.4.1.8 接触端子底座 除非有特别要求，否则导线或引线应该接触到端子的底座或已连接的导线。

5.4.2 直针形和塔形接线柱

5.4.2.1 导线和引线缠绕 引线和导线**应当[D1D2D3]**满足表5-3的要求，并应该在焊接前以机械方式固定到接线柱上，见图5-10。机械固定应该防止被连接部件在焊接时发生移动。

对于直针形接线柱，接线柱顶部的导线**应当[A1P2D3]**至少低于接线柱顶部1倍的导体直径。

表5-3 导线在塔形和直针形接线柱上的放置

条件	1级	2级	3级
引线/导线与接线柱柱干的缠绕接触<90°	缺陷		
引线/导线与接线柱柱干的缠绕接触>90°且<180°	可接受	制程警示	缺陷
引线/导线与接线柱柱干的缠绕接触≥180°	可接受		
>360°导线及与自身重叠，注1	可接受	缺陷	
导线违反最小电气间隙	缺陷		

注1：见1.8.15节。

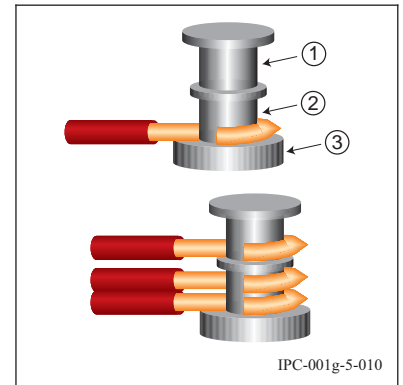


图5-10 导线和引线定位

1. 上绕线槽
2. 下绕线槽
3. 接线柱底座

5.4.2.2 小线规导线（美国线规AWG30或更细） 作为表5-3节要求的例外，AWG 30（美国线规30#）导线或更细的导线**应当[D1D2D3]**满足表5-4的缠绕要求。

表5-4 AWG 30及更细导线的缠绕要求

条件	1级	2级	3级
<90°	缺陷		
90°至<180°	可接受	缺陷	
180°至<360°	可接受	制程警示	缺陷
≥360°	可接受		

5.4.3 双叉接线柱

5.4.3.1 侧面进线连接 实际连接中，除总线外，应该将最粗的导线放于底部，从粗到细依序向上放置导线。只要能保证最小电气间隙，引线或导线末端可以伸出接线柱的基座。被安装的导线彼此之间或与板面应该平行，且间隔只有绝缘皮的厚度。

从接线柱侧面进线缠绕柱干时，**应当[D1D2D3]**梳理穿过槽口的导线或元器件引线，见图5-11。导线可缠绕到接线柱的任何一个柱干上。导线至少**应当[A1P2D3]**与柱干的一个棱角有效接触，并**应当[D1D2D3]**满足表5-5的要求。

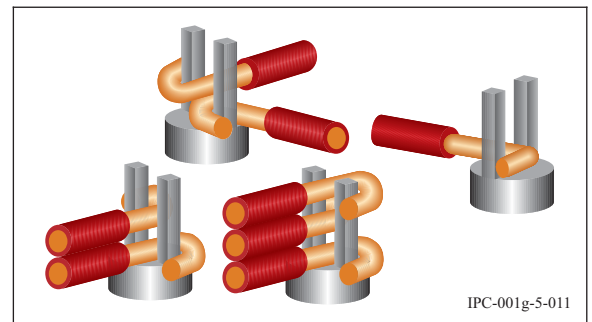


图5-11 双叉接线柱侧面进线的缠绕放置

表5-5 双叉接线柱导线的放置 – 侧面进线

条件	1级	2级	3级
缠绕<90°		缺陷	
缠绕≥90°		可接受	
导线与自身重叠, 注1	可接受		缺陷
违反最小电气间隙		缺陷	

注1: 见1.8.15节。

作为表5-5提供的缠绕标准的另一种选择, 当装配图/规范中按照表5-6的要求粘接/固定导线/引线时, 导线和/或元器件引线可以直接穿过接线端子。如果采用直通线路, 导线或引线应当[A1P2D3]伸出接线柱的柱干, 并接触接线柱的基座或之前已安装好的导线, 见图5-12。此外, 导线/引线应当[D1D2D3]满足表5-6的固定要求。

表5-6 双叉接线柱的侧面进线直接穿过柱干的加固要求

线径	1级	2级	3级
<0.75mm [0.03in], 注1	如果未加固, 则为缺陷		
≥0.75mm [0.03in], 注2	如果未加固, 可接受	如果未加固, 则为制程警示	如果未加固, 则为缺陷

注1: AWG-22和更细的线径

注2: AWG-20和更粗的线径

5.4.3.2 顶部和底部进线连接 底部进线的导线应当[D1D2D3]满足表5-7的要求, 见图5-13。导线的绝缘皮不应当[A1P2D3]进入接线柱柱干的基座区域或存在于柱干之间。当设计要求从顶部进线连接双叉接线柱时, 导线应当[A1P2D3]直接放入接线柱的柱干之间。柱干之间的剩余空间应当[A1P2D3]通过将线头对折或用另外的填充导线填满, 见图5-13。

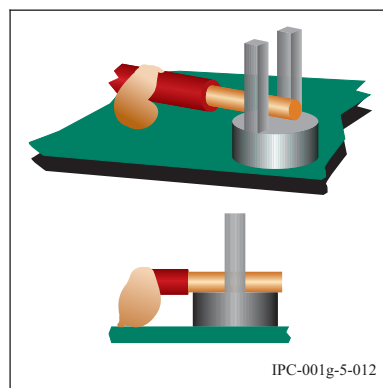


图5-12 双叉接线柱的侧面进线 – 直接穿过柱干和固定

表5-7 双叉接线柱导线的放置 – 底部进线

条件	1级	2级	3级
缠绕<90°	可接受	制程警示	缺陷
缠绕90°至180°		可接受	

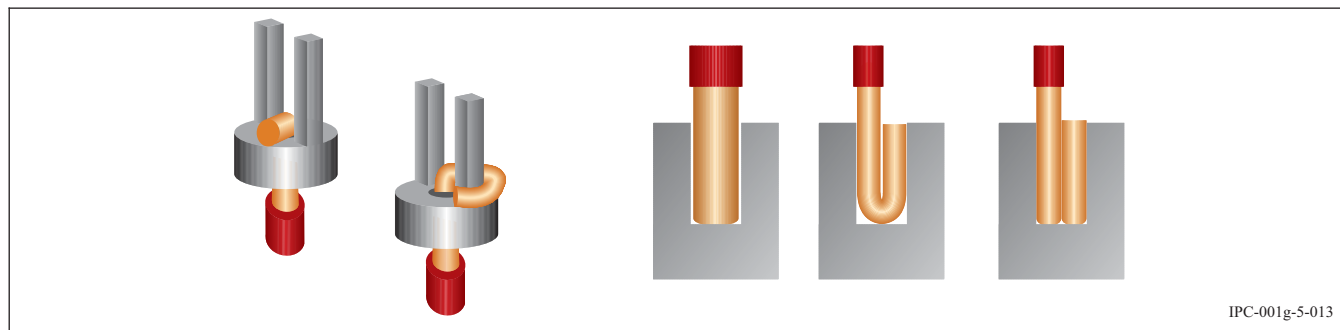


图5-13 双叉接线柱顶部和底部进线连接

5.4.4 槽形端子 引线/导线应当[A1P2D3]贯穿整个端子的槽口。导线**不应当**[A1P2D3]延伸出端子柱干的顶部。在端子槽出口处**应当**[D1D2D3]可辨识到引线/导线末端，但**不应当**[D1D2D3]违反最小电气间隙要求，见图5-14。

注：槽形端子不要求缠绕连接。

5.4.5 钩形端子 钩形端子的连接**应当**[D1D2D3]满足表5-8的要求，见图5-15。



图5-14 槽形端子

表5-8 钩形端子导线的放置

条件	1级	2级	3级
引线/导线与端子柱干的缠绕接触 $<90^\circ$		缺陷	
引线/导线与端子的缠绕接触 $\geq 90^\circ$ 且 $<180^\circ$	可接受	制程警示	缺陷
引线/导线和端子的缠绕接触 $\geq 180^\circ$	可接受		
导线与自身重叠，注1	可接受	缺陷	
钩的末端与最近导线的距离小于1倍导线直径	可接受	制程警示	缺陷
连接到钩弧外的导线与端子基座的间距小于两倍导线直径或1mm [0.04in]，取两者中的较大者。	可接受	制程警示	缺陷
导线违反最小电气间隙	缺陷		

注1： 见1.8.15节。

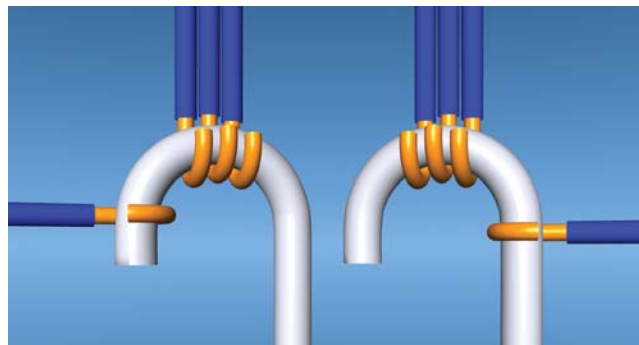


图5-15 钩形端子导线放置

5.4.6 穿孔端子 对于连接到单个端子的导线，**应当**[D1D2D3]满足表5-9的要求，见图5-16。

表5-9 导线在穿孔端子上的放置

条件	1级	2级	3级
导线与自身重叠，注1	可接受	缺陷	
导线未穿过端子的孔	可接受	缺陷	
导线未接触端子至少两个面	可接受	缺陷	
导线违反最小电气间隙	缺陷		

注1： 见1.8.15节。

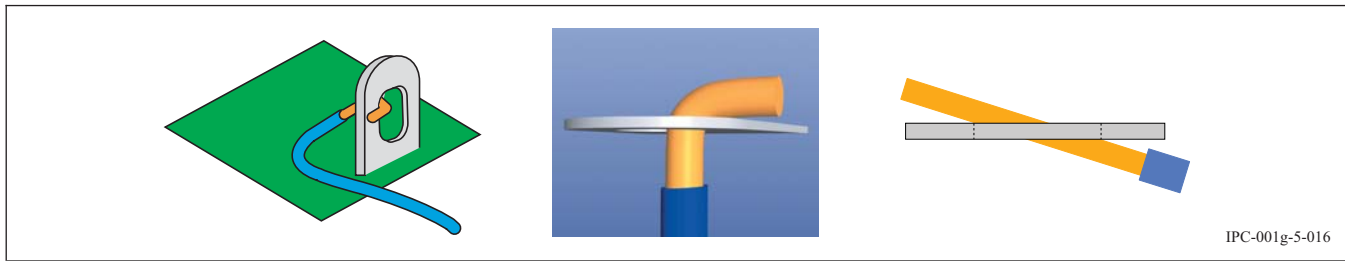


图5-16 导线在穿孔端子上的可接受放置

5.4.7 锡杯和空心圆柱形端子 – 放置 单根导线或多根导线应当 [N1P2D3]全深度插入端子。股线不应当[D1D2D3]伸出锡杯。

单根或多根导线应当[A1P2P3]接触锡杯的后壁或其它导线。

5.5 端子的焊接 焊料填充应当[D1D2D3]将引线/导线与端子连接在一起。引线/导线缠绕180°以上时，所要求的最小缠绕区域至少有75%应当[D1D2D3]呈现良好润湿。直接穿过的端子或缠绕不足180°的引线/导线，在引线/导线与端子之间的接触区域应当[D1D2D3]呈现100%的良好润湿。

引线/导线与端子接触区域内（见图5-17）的润湿焊料应当[D1D2D3]符合表5-10的要求。

5.5.1 双叉形接线柱 对于顶部进线的双叉接线柱，焊料至少应当[D1D2D3]润湿接线柱柱干高度的75%。

5.5.2 槽形端子 焊料至少应当[D1D2D3]100%润湿引线/导线与端子接触的部分，焊料可以完全填满接线槽。

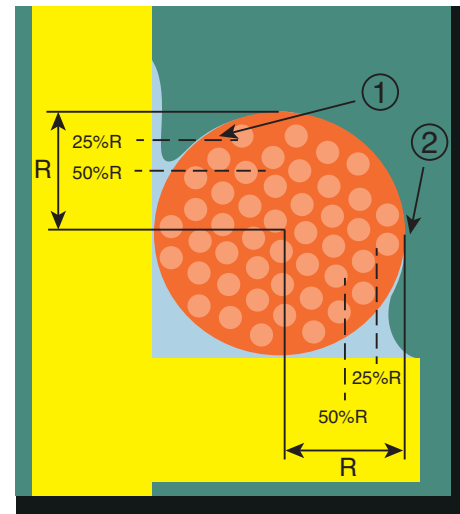


图5-17 焊料凹陷

1. 如图所示，焊料凹陷对于3级产品是缺陷。
2. 如图所示，焊料凹陷对于三个级别都是可接受的。

表5-10 引线/导线与柱干之间的焊料要求

	1级	2级	3级
柱干与引线/导线之间的焊料凹陷	≤50%的导线/引线半径 (r)		≤25%的导线/引线半径 (r)

5.5.3 锡杯和空心圆柱形端子 – 焊接 锡杯及空心圆形端子的要求：

- 应当[N1P2D3]沿着导线与端子之间的接触界面形成填充。
- 焊料应当[D1D2D3]填充锡杯的内部。
- 堆积在锡杯外表面的任何焊料不应当[D1D2D3]影响外形、装配或功能。
- 焊料应当[N1P2D3]润湿端子的整个内表面。
- 在检查孔中应当[D1D2D3]可见焊料（如果存在）。
- 从锡杯边缘到顶部的焊料垂直填充应当[D1D2D3]满足最小值为75%，见图5-18。

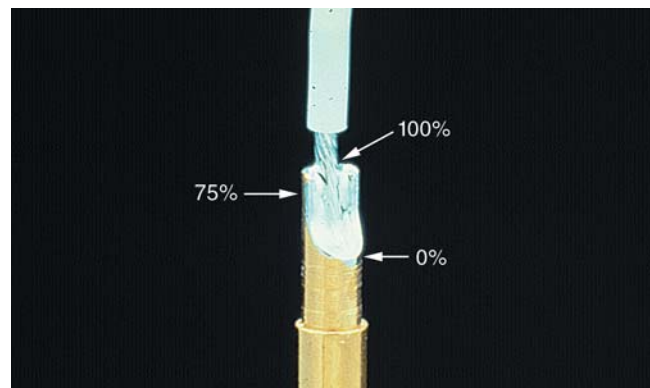



图5-18 锡杯和空心圆柱形端子 – 焊料垂直填充

5.6 跳线 跳线应当[N1D2D3]仅在图纸/工程文件或者其它合同性行为允许的情况下使用。当跳线的标准未在工程文件中规定时，5.6.1节到5.6.6.4节的要求应当[D1D2D3]适用。补充信息请参考IPC-7711/7721和IPC-A-610。

5.6.1 绝缘皮 跳线的绝缘皮不应当[D1D2D3]阻碍形成焊接连接。

5.6.2 布线 跳线不应当[A1D2D3]跨越元器件或从元器件底部穿过。跳线不应当[A1D2D3]悬空或绕过板边缘。

跳线不应当[A1D2D3]松到向上拉紧时，其延伸的高度超过毗邻元器件的高度。除非组装图/程序文件有限制，否则绝缘导线跨越或从其它导线底部穿过是可接受的。

 **5.6.3 跳线的固定** 跳线的固定点不应当[D1D2D3]允许接触任何可移动的部件。跳线的固定点应该确保足以固定跳线，而且没有溢出到元器件的引线上、毗邻的连接盘、元器件的本体或者末端密封的敏感部件（例如，玻璃、陶瓷）。跳线应该在每次拐弯的弯曲半径内加以固定。

固定材料不应当[A1D2D3]超过板边或违反边距要求。

当使用固定粘合剂时，粘合剂应当[D1D2D3]固化。

跳线应当[A1D2D3]按照组装图/文档的规定进行固定。

也可见第10章10.5.2节和10.5.3节。

5.6.4 未填充连接盘或过孔 – 搭接焊接 对于宽度为6mm[0.25in]或更大的连接盘，跳线与连接盘的接触界面和填充应当[D1D2D3]至少为2倍导体直径。

对于宽度小于6mm[0.25in]的连接盘，跳线与连接盘的接触界面和填充应当[D1D2D3]至少为50%连接盘宽度或2倍导体直径，取两者中的较大者。

5.6.5 支撑孔

5.6.5.1 有元器件引线的镀覆孔 导线不应当[A1A2D3]焊接到有元器件引线的镀覆孔内。

5.6.5.2 跳线对元器件引线的缠绕 导线应当[D1D2D3]在扁平引线上至少缠绕90°，或在圆形引线上至少缠绕180°。伸出元器件端子的跳线不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

5.6.6 SMT

5.6.6.1 片式和圆柱体帽形端子元器件 导线与连接盘的接触界面和焊料填充不应当[D1D2D3]小于50%的连接盘宽度或2倍导体直径，取两者中较大者。导线不应当[D1D2D3]焊接在片式元器件可焊端子的顶部。

注：某些元器件当焊接烙铁头直接接触末端端子时，会在元器件内部产生严重的损坏。

5.6.6.2 鸥翼形引线 导线长度和焊接润湿应当[D1D2D3]至少为从连接盘边缘到元器件引线膝弯处长度的75%。

导线末端不应当[D1D2D3]延伸超过元器件引线的膝弯处。

导线不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

5.6.6.3 J形引线 导线长度和焊接润湿应当[D1D2D3]至少为J形引线高度的75%。导线末端不应当[D1D2D3]延伸超过元器件引线的膝弯处。

导线不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

5.6.6.4 城堡形端子 导线长度和焊接润湿应当[D1D2D3]至少为连接盘顶部至城堡端子顶部的75%。

导线末端不应当[D1D2D3]延伸超过城堡端子的顶部。

导线不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

6 通孔安装和收尾

6.1 通孔收尾 – 通用要求 将轴向引线元器件水平安装到板表面时，应该将其大致放于两个安装孔的中间。整个元器件本体应该接触板表面。元器件本体与印制板之间的最大间隙不应当[N1N2P3]超过0.7mm[0.03in]。要求离开板面安装的元器件应当[D1D2D3]与板面至少相距1.5mm[0.06in]。安装于非支撑孔内和要求离开板面安装的元器件应当[D1D2D3]在靠近板面处提供引线成形或其它机械支撑。对于没有采用夹固、粘接及其它加固方式加固的轴向引线元器件，至少有一端引线应当[D1D2D3]有应力释放，见图6-1。当元器件采用了夹固、粘接或其它加固方式加固时，所有的轴向引线应当[D1D2D3]有应力释放。

垂直安装在非支撑孔中的轴向引线元器件，应当[D1D2D3]通过引线成形或其它机械支撑方式安装。

垂直安装在支撑孔的轴向引线元器件的安装高度应当[D1D2D3]符合设计要求。从板到元器件本体或熔接珠的间隙（C）应当[D1D2D3]满足表6-1的要求。

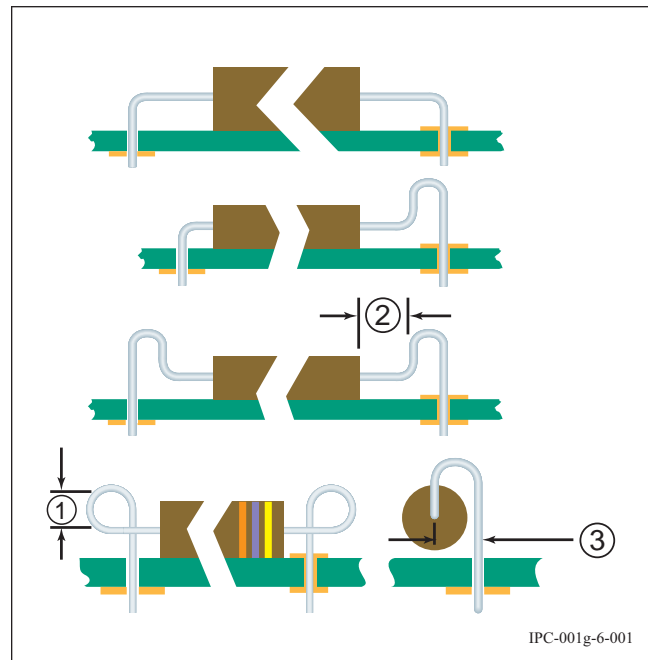


图6-1 元器件引线应力释放示例

1. 一般为4-8倍导线直径
2. 最小为1倍导线直径
3. 最小为2倍引线直径

表6-1 元器件与连接盘之间的间隙

	1级	2级	3级
C (最小)	0.1mm[0.004in]	0.4mm[0.016in]	0.8mm[0.03in]
C (最大)	6mm[0.24in]	3mm[0.12in]	1.5mm[0.06in]

无支撑物，如仅靠引线支撑的径向引线元器件，其安装间隙应当[A1P2P3]在0.3mm[0.01in]和2mm[0.08in]之间。元器件与PCB之间的间距不应当[D1D2D3]违反最小电气间隙。

当径向引线元器件使用垫片时，安装应当[D1D2D3]满足表6-2的要求。

表6-2 使用垫片的元器件

条件	1级	2级	3级
支撑孔上的垫片与板面和元器件完全接触	可接受	可接受	可接受
支撑孔上的垫片接触到板面及元器件但没有完全接触	可接受	可接受	制程警示
支撑孔上的垫片没有接触到板及元器件	可接受	制程警示	缺陷
非支撑孔上的垫片与板面及元器件完全接触	可接受	可接受	可接受
非支撑孔上的垫片没有完全接触	缺陷	缺陷	缺陷
垫片装反	无要求	缺陷	缺陷

6.1.1 引线成形 在组装或安装之前，零件和元器件引线应该按照最终的形状要求进行预成形，引线最终的弯折或定位弯折不包括在内。引线成形过程**不当**[D1D2D3]损伤元器件的引线密封、熔接处或元器件的内部连接，见4.9.2。

引线从元器件体或熔接部位至引线内弯半径开始处的延伸长度至少**应当**[A1P2D3]为引线直径或厚度的1倍，但不得小于0.8mm[0.03in]，见图6-2。

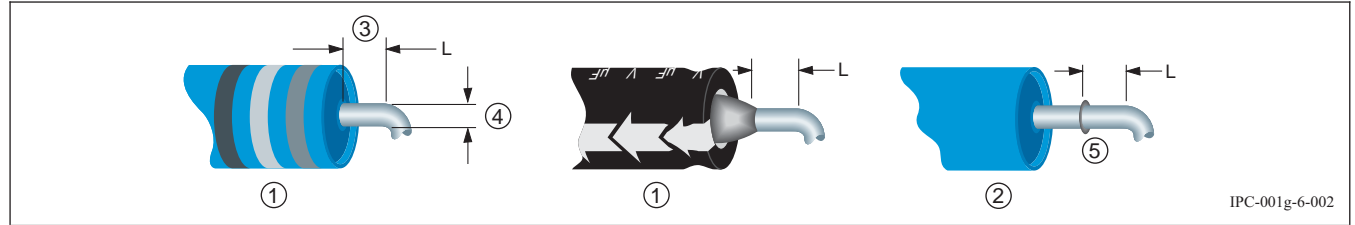


图6-2 引线弯曲

- 1. 标准弯曲
- 2. 熔接处弯曲
- 3. 直伸段长度为引线直径/厚度的1倍，但不小于0.8mm[0.03in]
- 4. 直径/厚度
- 5. 熔接处

引线内弯半径**应当**[A1P2D3]符合表6-3的规定。

注：从元器件的末端开始测量（元器件末端包括涂层、焊接密封处、焊接珠或熔接珠或任何其它从本体延伸出来的部分）。

表6-3 引线弯曲半径

引线直径或厚度	最小内弯半径 (R)
< 0.8mm [0.03in]	1倍直径或厚度
0.8mm至1.2mm [0.03in至0.05in]	1.5倍直径或厚度
> 1.2mm [0.05in]	2倍直径或厚度

6.1.2 收尾要求 支撑孔内的元器件引线的末端可以直插、部分弯折或完全弯折方式收尾。弯折应该足以在焊接过程中提供机械固定。可任意选择与任何导体相关的弯折方向。DIP引线应该至少有两个对角线上的引线向外部分弯曲。

非支撑孔中的引线至少**应当**[N1N2D3]弯折45°。

如果引线或导线已弯折，其弯折区域**应当**[N1N2D3]被润湿。焊接连接中的引线外形轮廓应该可辨识。

回火的引线**不当**[D1D2D3]以全弯折结构收尾。

引线的伸出**不当**[D1D2D3]违反最小电气间隙要求。引线的伸出**应当**[D1D2D3]符合表6-4支撑孔的要求或符合表6-5非支撑孔的要求。

表6-4 引线在支撑孔中的伸出

	1级	2级	3级
(L) 最小	引线末端在焊料中可辨识，注1		
(L) 最大	无短路危险	2.5mm [0.1in]	1.5mm [0.06in]

注1：对于已预先确定引线长度，且其小于板厚的元器件，元器件或引线台肩与板面齐平，在后续形成的焊接连接中不要求引线末端可见。

表6-5 引线在非支撑孔中的伸出

	1级	2级	3级
(L) 最小	引线末端在焊料中可辨识		
(L) 最大，注1	无短路危险		

注1：如果可能违反最小电气间隙，或在后续处理或操作环境中由于引线偏斜或刺穿静电防护包装而损伤焊点，则引线伸出长度不应该超过2.5mm [0.1in]。

如果不违反最小电气间隙,可免除对于连接器引线、继电器引线、回火引线和直径大于1.3mm [0.5in]的引线的最大伸出长度要求。

6.1.3 引线修整 只要剪切刀具不会因机械冲击损伤元器件或焊点,可以在焊接后修整引线。但回火后的引线**不应当**[N1D2D3]修整,除非图纸中有规定。

完成焊接后引线的修整,焊点**应当**[N1D2D3]再次再流,或者在10倍放大倍数下目检以确认原来的焊点没有被损伤(如破裂)或变形。修整引线时焊料填充部位被剪切的焊点**应当**[N1N2D3]再次再流,见图6-3。焊接连接的此次再流,可视为焊接过程的一个工序,而不视为返工。该要求不适用于设计上要求在焊接后要去掉部分引线的元器件(例如可掰离的联体条)。

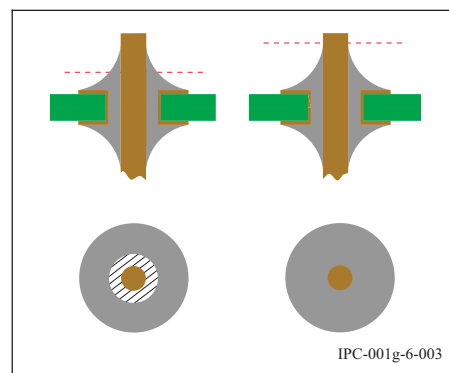


图6-3 引线修整

6.1.4 层间连接 用于层间连接的没有引线的PTH不需要用焊料填充。

6.1.5 焊料中的弯月面涂层 作为表6-6的例外,对于1级、2级产品在焊接终止面上的弯月面可被焊料覆盖;但在焊接起始面上**应当**[D1D2]看到360°的焊料润湿,并在焊料中看不到弯月面涂层。对于3级产品的弯月面**不应当**[D3]嵌入焊料中,焊接连接**应当**[N1N2D3]符合表6-6的要求。

表6-6 有元器件引线的支撑孔,最低可接受条件¹

条件		1级	2级	3级
A.	14根以下引线未接触到内部散热面的元器件焊料垂直填充,注2和图6-4。	未规定	75%	75%
	14根以下引线的元器件,每根接触内部散热面的引线的焊料垂直填充。注2和注3。		50%或1.2mm [0.05in],取较小值	
	14根或以上引线的元器件的焊料的垂直填充,注2。			
B.	焊接终止面引线和孔壁四周的润湿。	未规定	180°	270°
C.	焊接终止面的连接盘被润湿的焊料覆盖的百分比。	0%		
D.	焊接起始面引线和孔壁的填充和润湿。	270°		330°
E.	焊接起始面的连接盘被润湿的焊料覆盖的百分比。注1。	75%		

注1: 润湿的焊料指任何焊接过程包括通孔再流焊接所施加的焊料。对于通孔再流焊接,连接盘和引线之间可能没有外部填充。

注2: 未填充高度包括起始面和终止面的焊料下陷总和。

注3: 对于2级产品,50%或1.2mm [0.05in]的焊料垂直填充,取两者中的较小值,是允许的,只要在焊接起始面焊料360°润湿镀通孔引线及孔壁。

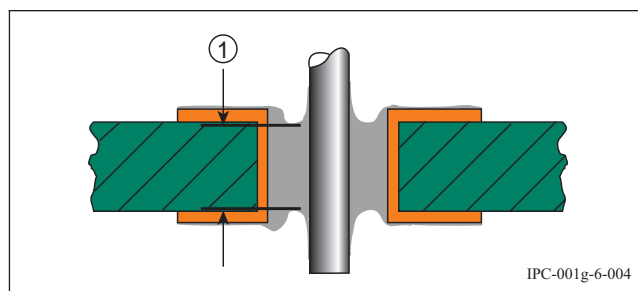


图6-4 垂直填充示例

1. 垂直填充

6.2 支撑孔

6.2.1 焊料的施加 除了通孔再流焊外，焊料**应当**[N1D2D3]只施加于PTH的一面，热可以同时施加到PTH的两个面。

 **6.2.2 通孔元器件引线焊接** 将元器件引线焊接到PTH内时，工艺目标是实现用焊料100%填充PTH，连接盘、引线、孔的主面和辅面都润湿良好。无论采用哪种焊接工艺，例如：手工焊接、波峰焊接、通孔再流焊接等，焊接连接都**应当**[D1D2D3]满足表6-6的要求。

某些应用中，如热冲击、电性能，低于100%的焊料填充可能不可接受。

6.3 非支撑孔


 **6.3.1 非支撑孔中引线收尾要求** 引线在非支撑孔中的伸出长度**应当**[D1D2D3]符合表6-5的要求。焊料**应当**[D1D2D3]符合表6-7的要求。

表6-7 有元器件引线的非支撑孔，最低可接受条件^{1, 4}

要求	1级	2级	3级
A. 引线到焊盘四周的焊料润湿和填充。	270°		330°，注2
B. 连接盘区域被润湿的焊料覆盖的百分比，注3	75%		

注1：双面都有功能连接盘的双面板的两面都需要遵循A和B的要求。

注2：对于3级产品，引线折弯区域被润湿。

注3：不要求焊料覆盖孔。

注4：润湿焊料指的是焊接过程中所施加的焊料。

7 元器件的表面贴装

在连接盘上设置导通孔的设计可能妨碍填充高度的标准。焊接验收标准应该由客户和制造商共同决定。

焊料填充可延伸至引线上方弯曲处，如适用。

焊料不应该延伸至其引线由42#合金或类似金属制成的表面贴装元器件本体底部。

7.1 表面贴装器件引线

7.1.1 塑封元器件 在下面标准中，所用塑封元器件取其广义，用于区别塑封元器件与其它材料封装的元器件，例如：陶瓷/铝或金属（通常为气密封）。

除非另有规定，焊料**不应当[D1D2D3]**接触到封装本体或末端密封处。当铜引线或焊端结构原因使焊料填充接触到塑封元器件的本体作为例外，例如：

- 塑封SOIC类（小外形封装例如SOT、SOD）。
- 引线顶部到底部的距离等于0.15mm[0.006in]或更小的塑封元器件。
- 要求焊料不能进入腔内的连接器。
- 无引线元器件的连接盘设计大于元器件端子区域。当制造商和用户之间有约定时。

7.1.2 成形 所使用的成形方法**应当[D1D2D3]**不会使引线与元器件本体密封处损伤或品质下降，见图7-1。组装中要求引线成形时，与连接盘接触的引线长度至少**应当[D1D2D3]**达到表7-1中的要求，见图7-2。

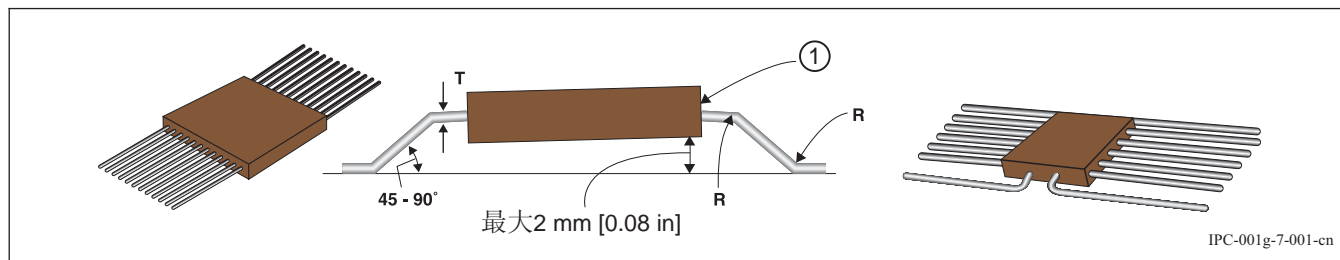


图7-1 表面贴装元件引线成形

1. 弯曲未进入引线密封处

表7-1 SMT引线成形后的最小引线长度

A. 对于扁平引线，为引线宽度的1倍
B. 对于扁圆引线，为引线宽度的2倍
C. 对于圆形引线，为引线直径的2倍

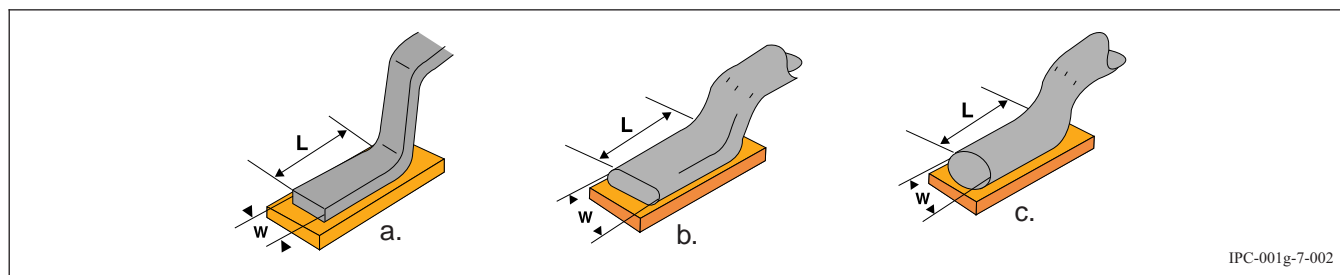



图7-2 表面贴装元件引线成形

表面贴装元器件的引线**应当[D1D2D3]**在焊接前按照最终的形状要求进行预成形。

注：当出现较为恶劣的负载条件时，例如热膨胀系数（CTE）不匹配或严酷的工作环境，对于引线与连接盘的最小接触长度应该给予额外考虑。

 **7.1.3 非故意弯曲** 如果满足下列条件，引线变形（非故意弯曲）是允许的：

- 应当[D1D2D3]**不存在明显的短路或潜在的短路可能性。
- 变形**不应当[D1D2D3]**损伤引线至本体的密封处或熔接处。
- 不应当[D1D2D3]**违反最小电气间隙；
- 引线的顶部不应该超出元器件本体的顶部，除非是预成形的应力释放环。
- 如果引线末端存在弯曲，趾部卷曲不应该超过引线厚度的两倍。

7.1.4 扁平封装平行度 引线排列于两个对边的表面安装扁平封装元器件的引线成形，应该使元器件的基本面与印制板板面（即元器件倾斜）之间的不平行最小。一定范围内的元器件倾斜是允许的，但是最终形状应该以空隙不超过2mm[0.08in]为限度，见图7-1。

7.1.5 表面贴装器件引线的弯曲 弯曲**不应当[D1D2D3]**延伸至密封处。

引线弯曲半径（R）**应当[A1P2D3]**大于或等于1T，其中，T=引线标称厚度/直径，见图7-1。成形时引线**应当[D1D2D3]**有支撑，以保护引线至本体的密封处。

7.1.6 扁平引线 表面贴装横截面为圆形的轴向引线元器件时，为更好地放置，可以将引线压扁（精压）。如果是这样，压扁后的引线厚度**不应当[N1N2D3]**小于原来直径的40%。引线压下去的部分可免除4.9.2节中10%的变形要求。

7.1.7 非表面贴装结构元器件 通孔结构的元器件（如双列直插封装、晶体管、金属封装功率管以及其它非轴向引线元器件）**不应当[D1D2D3]**进行表面贴装，除非成形后的引线满足表面贴装元器件的引线成形要求。回火引线的元器件**不应当[N1N2D3]**按此要求成形引线，见7.3节。

7.2 有引线元器件本体的间隙 有引线元器件本体底部与印制板表面的最大空隙应该为2mm[0.08in]，见图7-1。其表面与内部电路绝缘的元器件或表面未暴露出电路的元器件可以紧贴板面安装。

7.2.1 轴向引线元器件 表面贴装的轴向引线元器件本体与印制板表面的间隙不应该大于2mm[0.08in]，除非用粘合剂或其它机械方法将元器件固定在基板上。

7.3 堞形/I形引线贴装结构元器件 通孔元件，例如坚硬的双列直插封装引线（例如42#合金、镀铜或回火引线）可以被修整，但仅用于1级和2级产品，**不应当[N1N2D3]**用于3级产品，见7.5.10.1节。带有预置焊料端设计的堞形引线用于贴装，且所有级别均可接受，见7.5.10.2节。其它类型的堞形引线贴装的可接受标准**应当[N1D2D3]**由制造商与用户协商确定。

7.4 表面贴装元器件的安装 表面贴装器件的引线或元器件在焊接操作过程中或焊料凝固过程中**不应当[D1D2D3]**向PCB连接盘或其它配合表面下压。

注：机械加固装置，例如连接器固定卡或在焊接过程中一侧的固定不等同于元器件压向连接盘。

阻抗再流系统在再流焊接中**不应当[N1N2D3]**使元器件引线的位置偏离大于2倍引线厚度。

7.5 焊接要求 专为表面贴装而设计的元器件的焊接连接或收尾**应当[D1D2D3]**满足4.18节的通用要求，**不应当[D1D2D3]**有4.18.2节所描述的任何缺陷，并满足7.5.3节至7.5.18节规定的尺寸要求，见表7-2。

表7-2 表面贴装元器件

仅有底部端子	7.5.3
矩形或方形端元器件 – 1,2,3或5面端子	7.5.4
圆柱体帽形端子	7.5.5
城堡形端子	7.5.6
扁平鸥翼形引线	7.5.7
圆形或扁圆（精压）引线	7.5.8
J形引线端子	7.5.9
垛形 / I形端子	7.5.10
扁平焊片引线和扁平未成形引线	7.5.11
仅有底部端子的高外形元器件	7.5.12
内弯L形带状引线端子	7.5.13
表面贴装面阵列封装	7.5.14
底部端子元器件（BTC）	7.5.15
具有底部散热面端子的元器件（D-Pak）	7.5.16
平头柱连接端子	7.5.17
P类型端子	7.5.18

由于设计原因不可润湿的元器件表面和/或末端或侧面可以免除这些区域焊料润湿要求，焊料填充润湿到引线的侧面或末端不是必需的，除非特殊声明。

对于有多种形式端子结构的元器件，如D-Pak，每种端子形式**应当**[D1D2D3]满足相应的端子形式的要求。

7.5.1 元器件偏出 有些表面贴装元器件在再流焊期间具有自对准功能，允许有一定程度的偏出，但需要符合表7-3至表7-21规定的范围。并且，**不应当**[D1D2D3]违反最小设计电气间隙。

元器件的倾斜/抬高**不应当**[D1D2D3]违反最小电气间隙，超过最大元器件高度要求或影响外形、装配或功能。

7.5.2 未规定及特殊要求 某些尺寸，如焊料厚度，是不可检查的特征，由注解来指明其含义。

尺寸（G）是指从连接盘顶面到端子底部之间的焊料填充。尺寸（G）是决定无引线元器件连接可靠性的基本参数。（G）厚一些较为理想。

有关表面贴装连接可靠性的其它资料可参考IPC-D-279、IPC-SM-785和IPC-9701。

7.5.3 仅有底部端子片式元器件 仅在底部有金属端子的分立片式元器件应当[D1D2D3]满足表7-3相应尺寸和焊料填充的要求，见图7-3。元器件宽度和连接盘宽度分别用W和P表示，端子偏出描述的是其中较小者偏出较大者的情形（即W或P）。元器件端子长度用R表示，连接盘长度用S表示。

仅有底部端子的高外形元器件的标准在7.5.12节规定。

表7-3 尺寸要求 – 仅有底部端子片式元器件

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 50% (P)， 取两者中的较小者；注1， 5		25% (W) 或 25% (P)， 取两者中的较小者；注1， 5
末端偏出	B	不允许，注5		
最小末端连接宽度	C	50% (W) 或 50% (P)， 取两者中的较小者，注4		75% (W) 或 75% (P)， 取两者中的较小者，注4
最小侧面连接长度	D	注3		
最大填充高度	E	注3		
最小填充高度	F	注3		
焊料厚度	G	注3		
最小末端重叠	J	注3	50% (R)	75% (R)
连接盘宽度	P	注2		
端子长度	R	注2		
连接盘长度	S	注2		
端子宽度	W	注2		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的尺寸参数或变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: (C) 是在要求填充的最窄点测量。

注5: 基于元器件功能的设计，端子可能不会延伸至元器件边缘，且元器件本体可能偏出印制板连接盘。

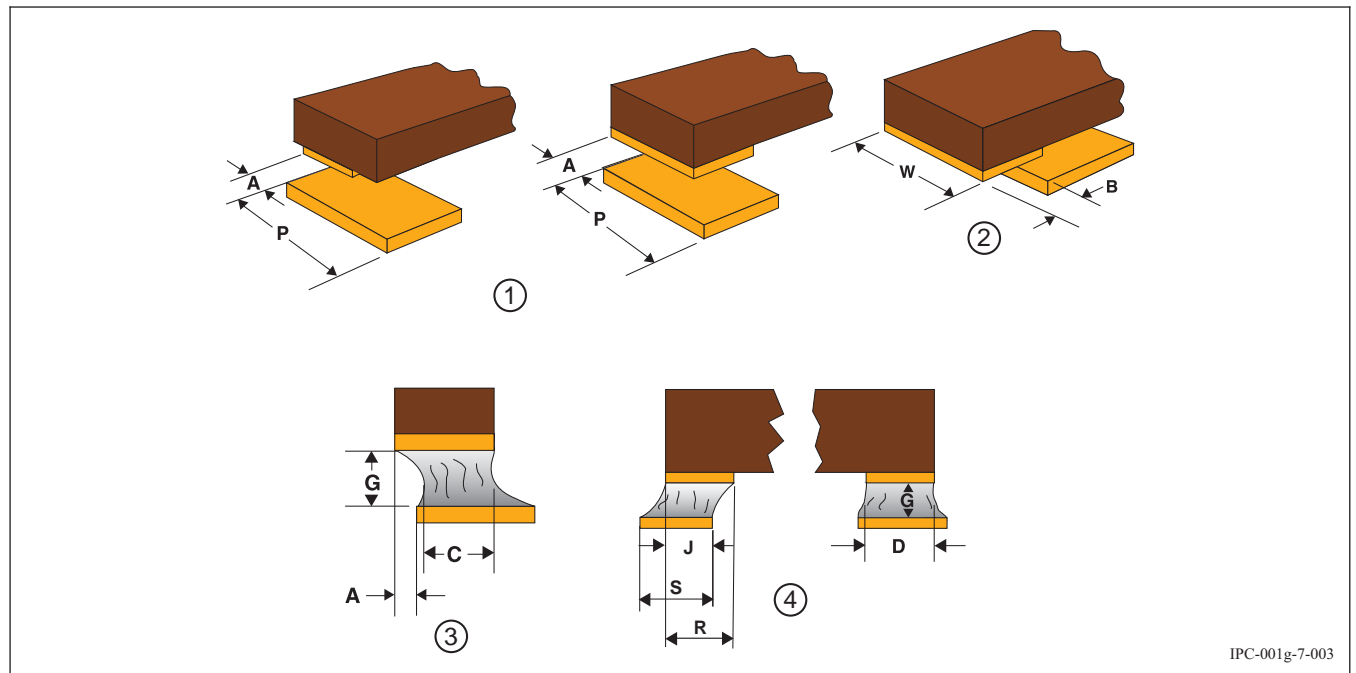


图7-3 仅有底部端子

1. 侧面偏出
2. 末端偏出
3. 末端连接宽度
4. 侧面连接长度，末端重叠

7.5.4 矩形或方形端片式元器件 – 1、2、3或5面端子 这些要求适用于片式电阻器、片式电容器、方形端子的MELF和网络被动器件（R-NET等）这一类元器件。具有方形或矩形端子元器件的连接应当**[D1D2D3]**满足表7-4的尺寸及焊料填充要求，见图7-4。对于1面端子，可焊面是元器件的垂直端面。

表面存在的电气要素应当**[A1P2P3]**远离板面安装。

表7-4 尺寸要求 – 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者; 注1		25% (W) 或 25% (P), 取两者中的较小者; 注1
末端偏出	B	不允许		
最小末端连接宽度	C	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者; 注5		75% (W) 或 75% (P), 取两者中的较小者; 注5
最小侧面连接长度	D	注3		
最大填充高度	E	注4		
最小填充高度	F	元器件端子垂直表面润湿明显		(G) + 25% (H) 或 (G) + 0.5mm [0.02in], 取两者中的较小者
焊料厚度	G	注3		
端子高度	H	注2		
最小末端重叠	J	要求		25% (R)
连接盘宽度	P	注2		
端子长度	R	注2		
端子宽度	W	注2		
侧面贴装/公告板; 注6, 7				
宽高比		不超过2:1		
端帽与连接盘的润湿		连接盘到金属镀层端子接触区有100%的润湿		
最小末端重叠	J	100%		
最大侧面偏出	A	不允许		
末端偏出	B	不允许		
最大元器件尺寸		无限制		1206, 注8

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的尺寸参数或变量, 由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 最大填充可偏出连接盘和/或延伸至端帽金属镀层的顶部或侧面; 但焊料不能接触到元器件的顶部或侧面。

注5: (C) 是在要求填充的最窄点测量。

注6: 这些要求是为组装过程中可能会翻转成窄边放置的片式元器件而制定, 且只适用于3面或5面端子的元器件。

注7: 对于某些高频或高振动应用, 这些要求可能是不可接受的。

注8: 对于宽高比小于1.25: 1及有5面端子的元器件可以大于1206。

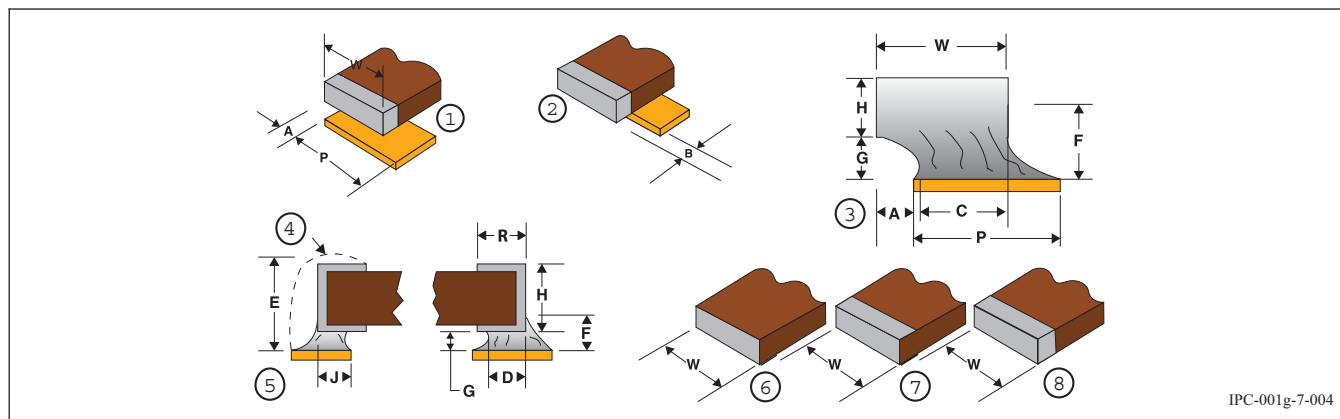


图7-4 矩形和方形端片式元器件

1. 侧面偏出

3. 末端连接宽度

5. 侧面连接长度, 末端重叠

7. 三面端子

2. 末端偏出

4. 见表7-4 的注4

6. 一面或两面端子

8. 五面端子

7.5.5 圆柱体帽形端子 这种元器件有时也称为MELF（金属电极无引线端面）。具有圆柱体帽形端子的元器件应当[D1D2D3]满足表7-5的尺寸及焊料填充要求，见图7-5。

表7-5 尺寸要求 – 圆柱体帽形端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	25%(W)或25%(P), 取两者中的较小者;注1		
末端偏出	B	不允许		
最小末端连接宽度,注2	C	注4	50%(W)或50%(P), 取两者中的较小者	
最小侧面连接长度	D	注4	50%(R)或50%(S), 取两者中的较小者;注6	75%(R)或75%(S), 取两者中的较小者;注6
最大填充高度	E	注5		
最小填充高度(末端与侧面)	F	元器件端子垂直表面上润湿明显;		(G) + 25%(W) 或 (G) + 1mm[0.04in], 取两者中的较小者。
焊料厚度	G	注4		
最小末端重叠	J	注4,注6	50%(R);注6	75%(R);注6
连接盘宽度	P	注3		
端子长度	R	注3		
连接盘长度	S	注3		
端子直径	W	注3		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: (C)是在要求填充的最窄点测量。

注3: 未作规定的尺寸或尺寸变量,由设计决定。

注4: 润湿明显。

注5: 最大填充可以偏出连接盘或延伸至元器件端帽的顶部,但是焊料不能接触元器件顶部。焊料可以接触元器件本体的下半部。

注6: 不适用于只有端面端子的元器件。

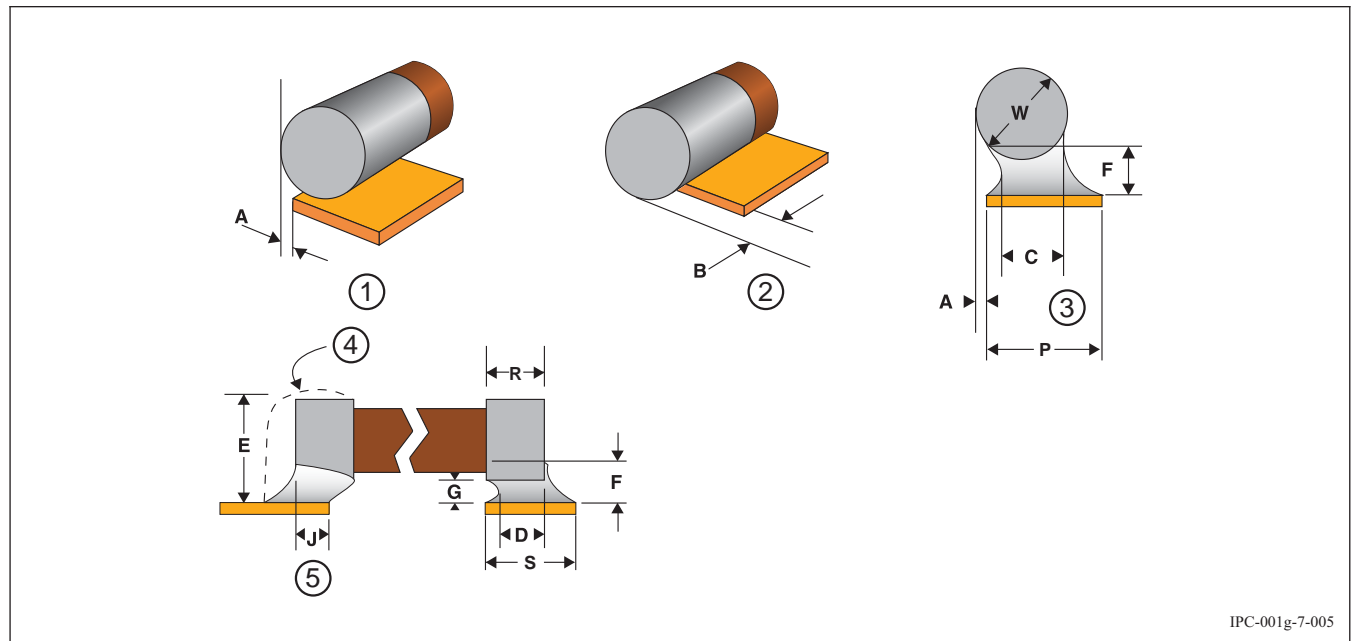


图7-5 圆柱体帽形端子

- 1. 侧面偏出
- 2. 末端偏出
- 3. 末端连接宽度
- 4. 见表7-5的注5
- 5. 侧面连接长度,末端重叠

7.5.6 城堡形端子 城堡形端子形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-6相应的尺寸及焊料填充要求，见图7-6。

表7-6 尺寸要求 – 城堡形端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W)；注1		25%(W)；注1
末端偏出	B	不允许		
最小末端连接宽度	C	50%(W)，注5		75%(W)，注5
最小侧面连接长度	D	注3	城堡深度	
最大填充高度	E	注1，注4		
最小填充高度	F	注3	(G) + 25%(H)	(G) + 50%(H)
焊料厚度	G	注3		
城堡高度	H	注2		
连接盘长度	S	注2		
城堡宽度	W	注2		

注1：不违反最小电气间隙。

注2：未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。

注3：润湿明显。

注4：最大填充可以延伸至城堡的顶部，只要焊料不接触元器件本体。

注5：(C)是在要求填充的最窄点测量。

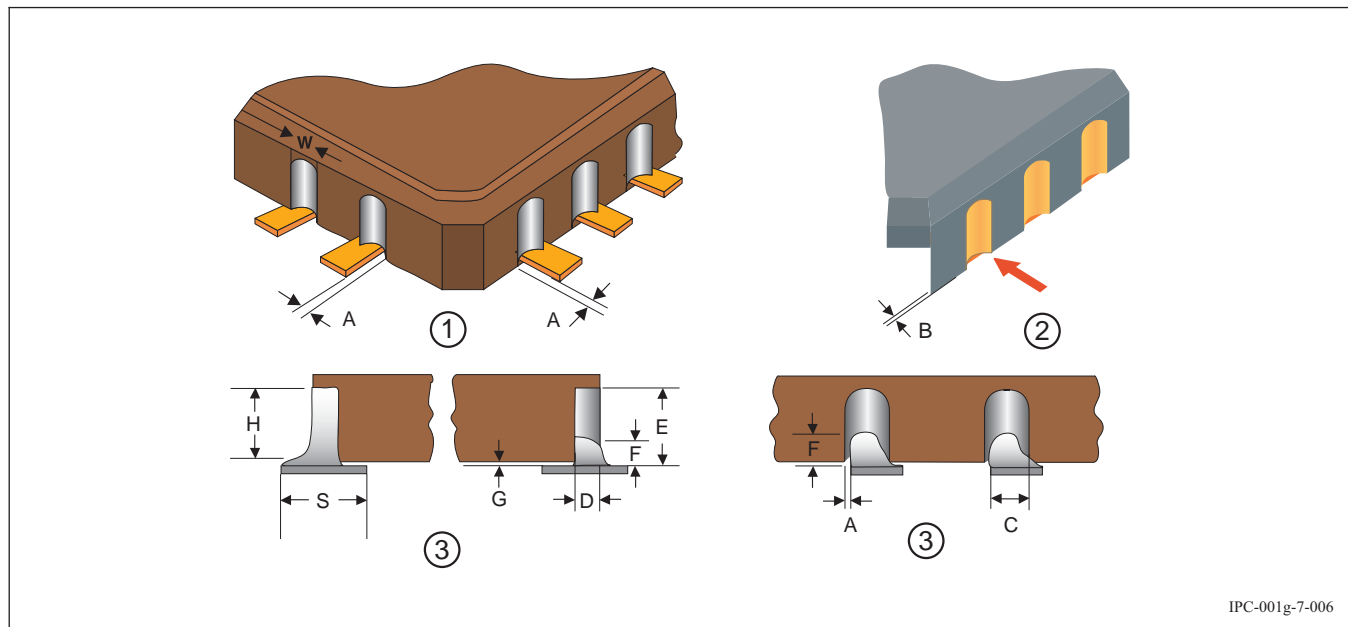


图7-6 城堡形端子

1. 侧面偏出
2. 侧面连接长度
3. 侧面偏出，末端连接宽度

7.5.7 扁平鸥翼形引线 对于用刚性或挠性材料制作的扁平鸥翼形引线所形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-7的尺寸及焊料填充要求，见图7-7。

表7-7 尺寸要求 – 扁平鸥翼形引线

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W)或0.5mm[0.02in]， 取两者中的较小者，注1		25%(W)或0.5mm[0.02in]， 取两者中的较小者，注1
最大趾部偏出	B	注1	当(L)小于3(W)时不允许，注1	
最小末端连接宽度	C	50%(W)，注6		75%(W)，注6
最小侧面连接长度	当(L) ≥ 3(W)	D	1(W)或0.5mm[0.02in]， 取两者中的较小者，注7	3(W)或75%(L)， 取两者中的较大者，注7
	当(L) < 3(W)			100%(L)，注7
最大跟部填充高度	E	注4		
最小跟部填充高度	(T) ≤ 0.4mm [0.016in]	F	注3	(G) + (T)；注5
	(T) > 0.4mm [0.016in]			(G) + 50%(T)；注5
焊料厚度	G	注3		
成形后的脚长	L	注2		
引线厚度	T	注2		
引线宽度	W	注2		

- 注1: 不违反最小电气间隙。
- 注2: 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。当引线需要成形时，见7.1.2节。
- 注3: 润湿明显。
- 注4: 焊料未接触封装本体或末端密封处，见7.1.1节。
- 注5: 对于趾部下倾的引线，最小跟部填充高度(F)至少延伸至引线弯曲外弧线的中点。
- 注6: (C)是在要求填充的最窄点测量。
- 注7: 如果存在侧面偏出(A)，那么引线偏出部分的侧面连接长度(D)可能是不可检测的。

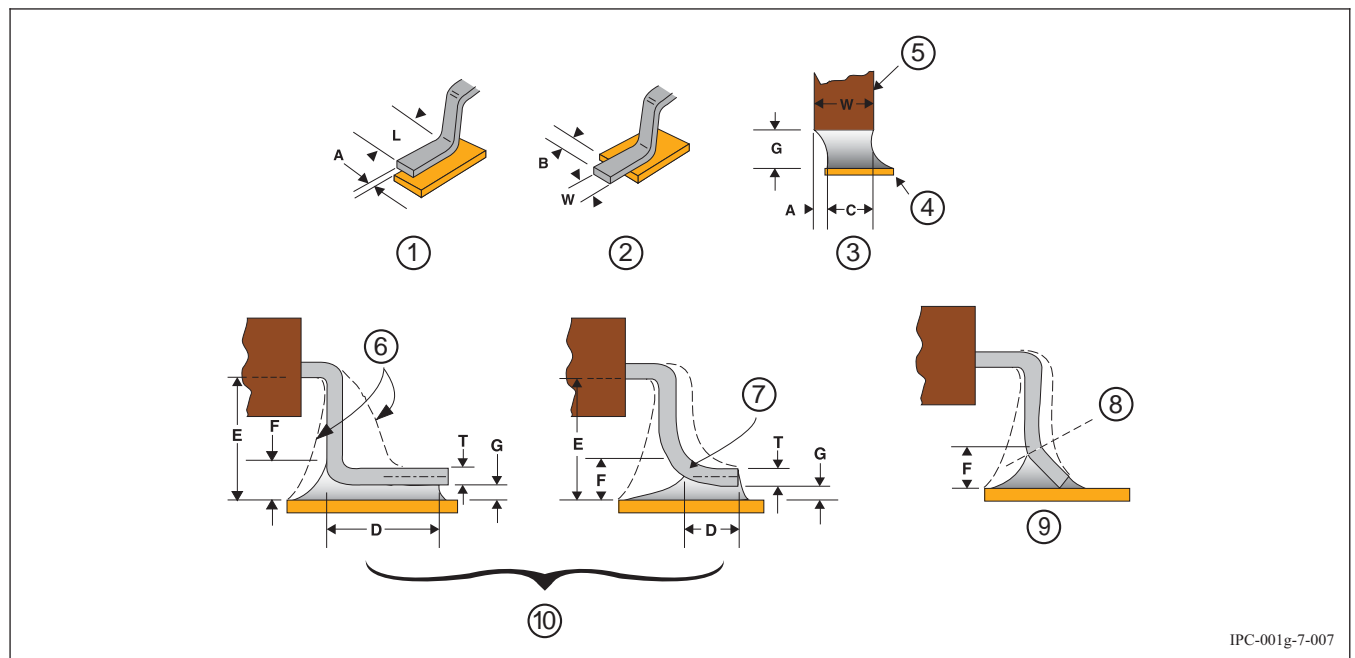


图7-7 扁平鸥翼形引线

- 1. 侧面偏出
- 2. 趾部偏出
- 3. 末端连接宽度
- 4. 连接盘
- 5. 引线
- 6. 见第7条
- 7. 尺寸(T)的中心线
- 8. 引线弯曲外弧线的中分线
- 9. 趾尖下倾跟部填充高度
- 10. 侧面连接长度

7.5.8 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线形成的连接应当[D1 D2D3]满足表7-8的尺寸及焊料填充要求，见图7-8。

表7-8 尺寸要求 – 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W)或0.5mm[0.02in]， 取两者中的较小者；注1		25%(W)或0.5mm[0.02in]， 取两者中的较小者；注1
最大趾部偏出	B	当(L)小于(W)时，不允许，注1		当(L)小于1.5倍(W)时， 不允许，注1
最小末端连接宽度	C	注3		75%(W)
最小侧面连接长度	D	100%(W)，注6		150%(W)，注6
最大跟部填充高度	E	注4		
最小跟部填充高度	F	注3	(G) + 50%(T)；注5	(G) + (T)；注5
焊料厚度	G	注3		
成形后的脚长	L	注2		
最小侧面连接高度	Q	注3, 6	(G) + 50%(T)，注6	
连接侧面的引线厚度	T	注2		
扁圆引线宽度或圆形引线直径	W	注2		

注1：不违反最小电气间隙。

注2：未作规定的尺寸参数或变量，由设计决定。当引线需要成形时，见7.1.2节和/或7.1.6节。

注3：润湿明显。

注4：焊料未接触封装本体或端部密封，见7.1.1节。

注5：对于趾部向下倾的引线，最小跟部填充高度(F)至少延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

注6：在存在可接受的侧面偏出的那一侧，侧面填充（和相应的尺寸(D)和(Q)）可能是不可检测的。

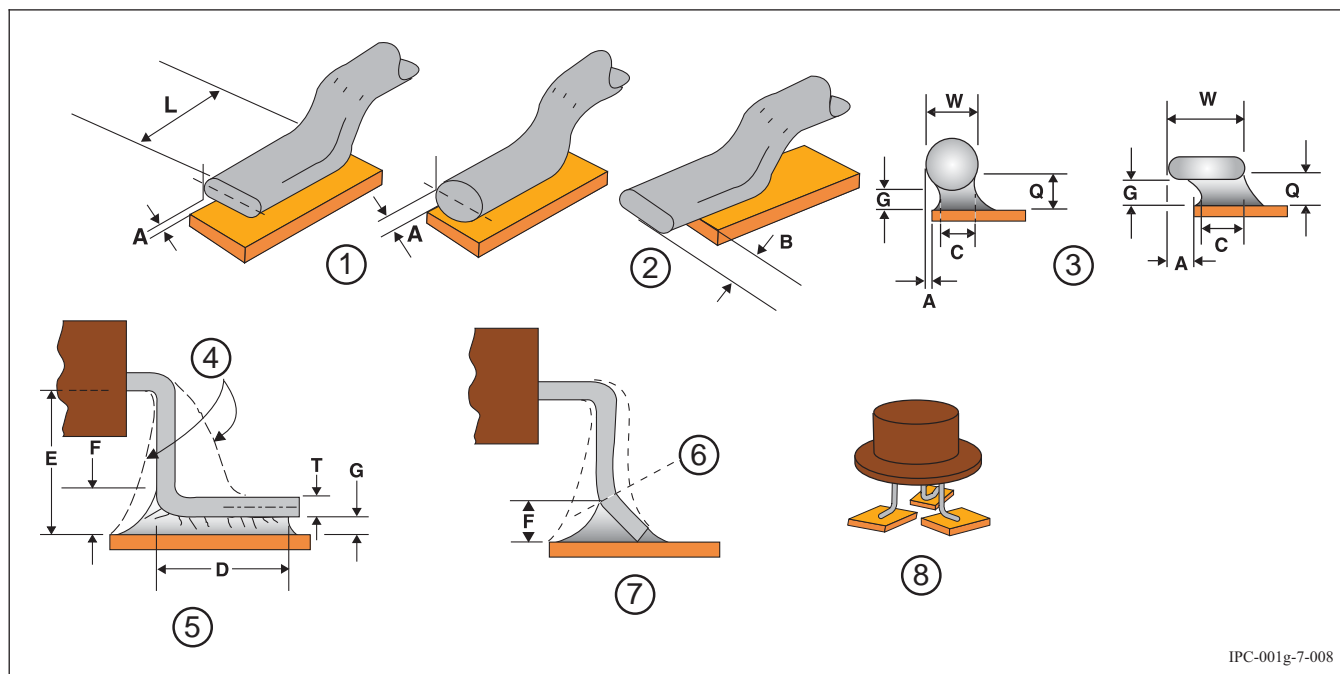


图7-8 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线

1. 侧面偏出

2. 趾部偏出

3. 末端连接宽度

4. 焊料未接触封装本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

5. 侧面连接长度

6. 引线弯曲外弧的中心线

7. 趾尖向下倾引线的跟部填充高度

8. 其它连接盘结构

7.5.9 J形引线端子 J形引线所形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-9的尺寸及焊料填充要求，见图7-9。

表7-9 尺寸要求 – J形引线

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W)，注1		25%(W)，注1
最大趾部偏出	B	注1		
最小末端连接宽度	C	50%(W)，注5		75%(W)，注5
最小侧面连接长度	D	注3	150%(W)	
最大跟部填充高度	E	注4		
最小跟部填充高度	F	(G) + 50% (T)		(G) + (T)
焊料厚度	G	注3		
引线厚度	T	注2		
引线宽度	W	注2		

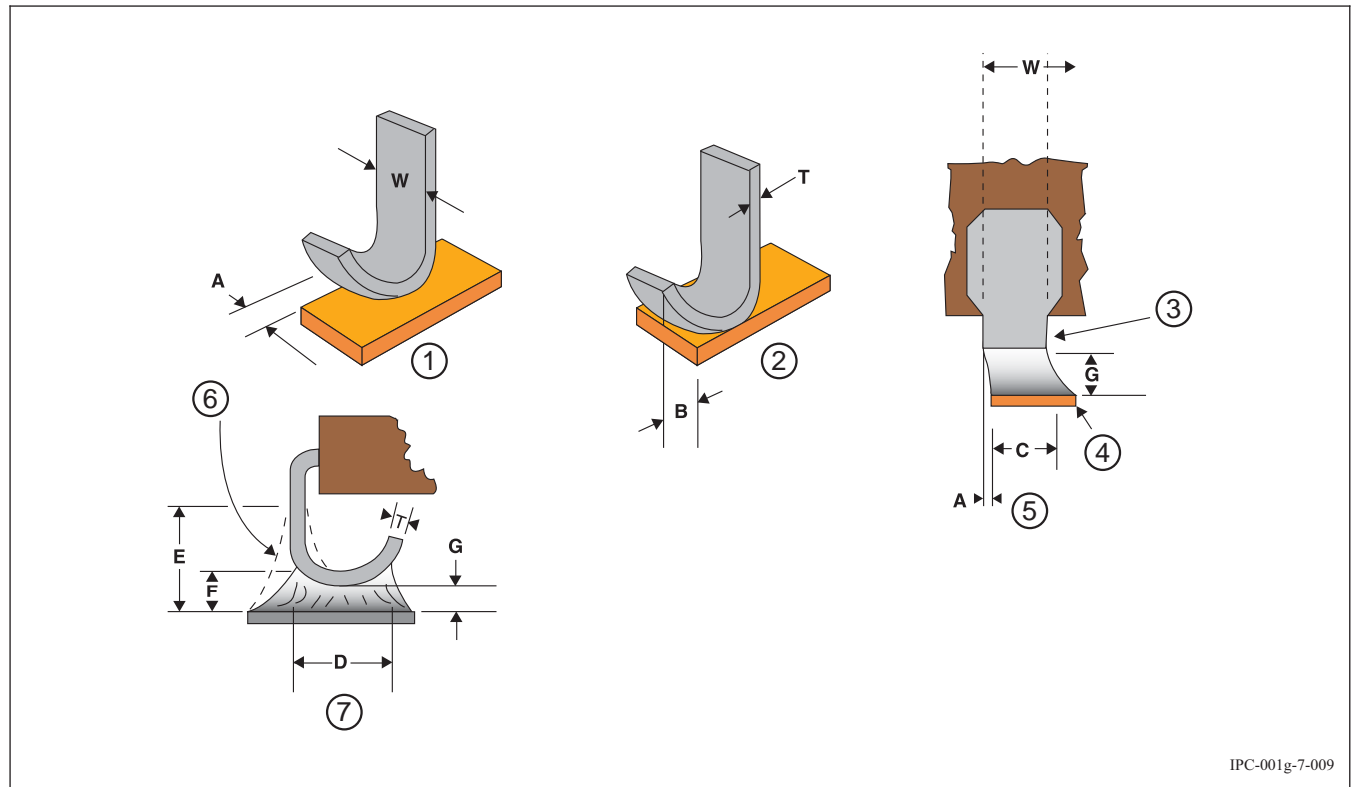
注1：不违反最小电气间隙。

注2：未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。

注3：润湿明显。

注4：焊料未接触封装本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

注5：(C)是在要求填充的最窄点测量。



IPC-001g-7-009

图7-9 J形引线

- 1. 侧面偏出
- 2. 趾部偏出
- 3. 引线
- 4. 连接盘
- 5. 末端连接宽度
- 6. 见表7-9，注4
- 7. 侧面连接长度

7.5.10 垛形 / I形端子

7.5.10.1 垛形 / I形连接 – 修整后的通孔端子 为孔中插针焊接所设计的元器件，或引线为硬引线的双列直插式封装元件（例如，42合金、镀铜或回火引线），修整后作垛形连接可用于1级和2级产品，但**不应当**[N1N2D3]用于3级产品。引线垂直抵接连接盘的垛形结构所形成的连接**应当**[D1D2D3]满足表7-10的尺寸及焊料的填充要求，见图7-10。

表7-10 尺寸要求 – 垛形 / I形连接

参数	尺寸	1级	2级
最大侧面偏出	A	25%(W); 注1	不允许
趾部偏出	B	不允许	
最小末端连接宽度	C	75%(W), 注5	
最小侧面连接长度	D	注3	
最大填充高度	E	注4	
最小填充高度	F	0.5mm [0.02in]	
焊料厚度	G	注3	
引线厚度	T	注2	
引线宽度	W	注2	

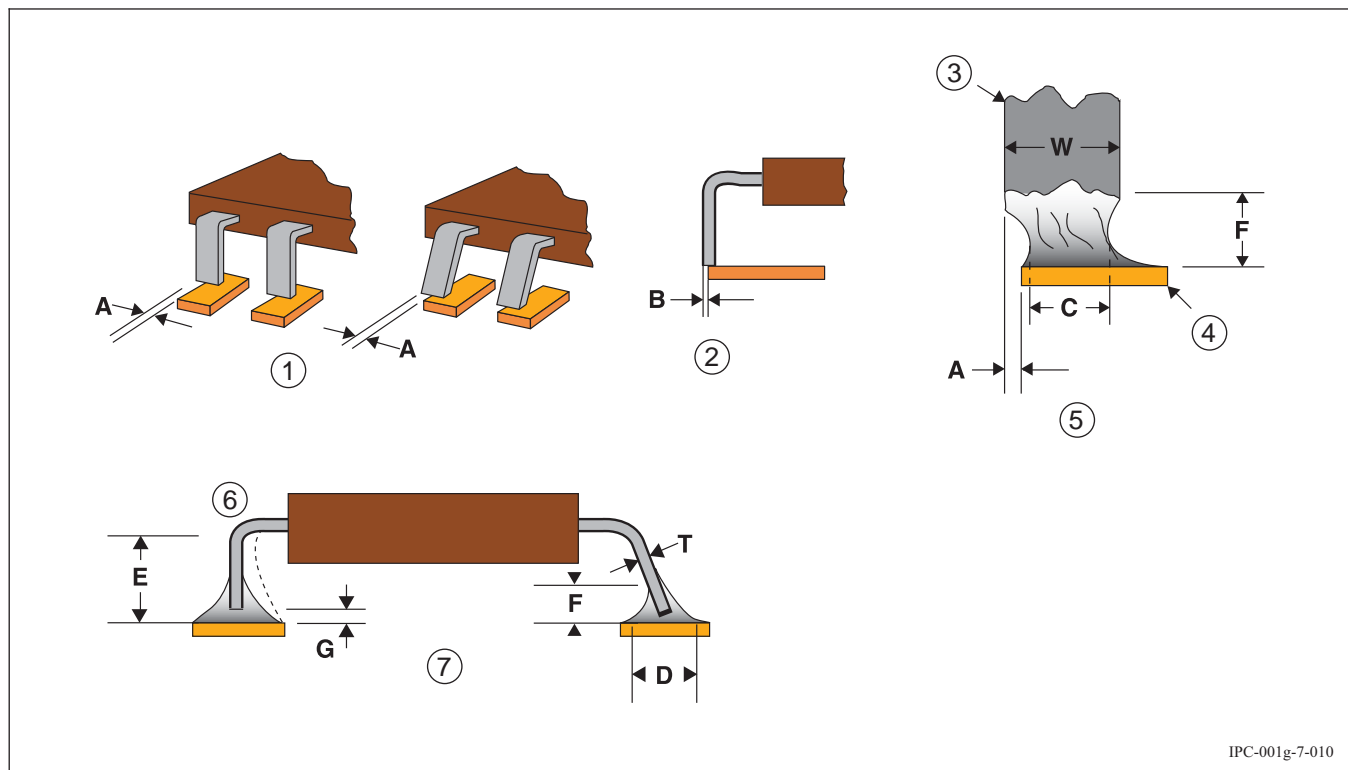
注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 焊料未接触封装本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

注5: (C)是在要求填充的最窄点测量。



IPC-001g-7-010

图7-10 修整后的通孔引线的垛形 / I形端子

1. 侧面偏出
2. 趾部偏出
3. 引线
4. 连接盘
5. 末端连接宽度
6. 见表7-10, 注4
7. 侧面连接长度

7.5.11 扁平焊片引线和扁平未成形引线 具有扁平焊片引线的元器件形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-12A和表7-12B的尺寸和焊料填充要求，见图7-12A和图7-12B。

表7-12A 尺寸要求 – 功率耗散扁平焊片引线⁵

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W); 注1	25%(W); 注1	不允许
最大趾部偏出	B	注1	不允许	
最小末端连接宽度	C	50%(W), 注6	75%(W), 注6	100%(W), 注6
最小侧面连接长度	D	注3	(L)-(M), 注4	
最大填充高度	E	注2		(G) + (T) + 1.0mm [0.04in]
最小填充高度	F	注3		(G) + (T)
焊料填充厚度	G	注3		
引线长度	L	注2		
间隙	M	注1, 注2		
连接盘宽度	P	注2		
引线厚度	T	注2		
引线宽度	W	注2		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 在焊片需要焊接到元器件本体底部的场合，并且连接盘也是照此需要设计时，引线在间隙（M）处要呈现明显润湿。

注5: 焊料未接触元器件本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

注6: (C)是在要求填充的最窄点测量。

表7-12B 尺寸要求 – 扁平未成形引线⁵，例如，挠性电路端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W); 注1	25%(W); 注1	
最大趾部偏出	B	注1	不允许	
最小末端连接宽度	C	50%(W), 注6	75%(W), 注6	
最小侧面连接长度	D	注3	(L)-(M), 注4	
最大填充高度	E	注2		(G) + (T) + 1.0mm [0.04in]
最小填充高度	F	注3		(G) + (T)
焊料填充厚度	G	注3		
引线长度	L	注2		
间隙	M	注1, 注2		
连接盘宽度	P	注2		
引线厚度	T	注2		
引线宽度	W	注2		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 在引线需要焊接到挠性或元器件本体底部的场合，并且连接盘也是照此需要设计时，引线在间隙（M）处要呈现明显润湿。

注5: 焊料未接触元器件本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

注6: (C)是在要求填充的最窄点测量。

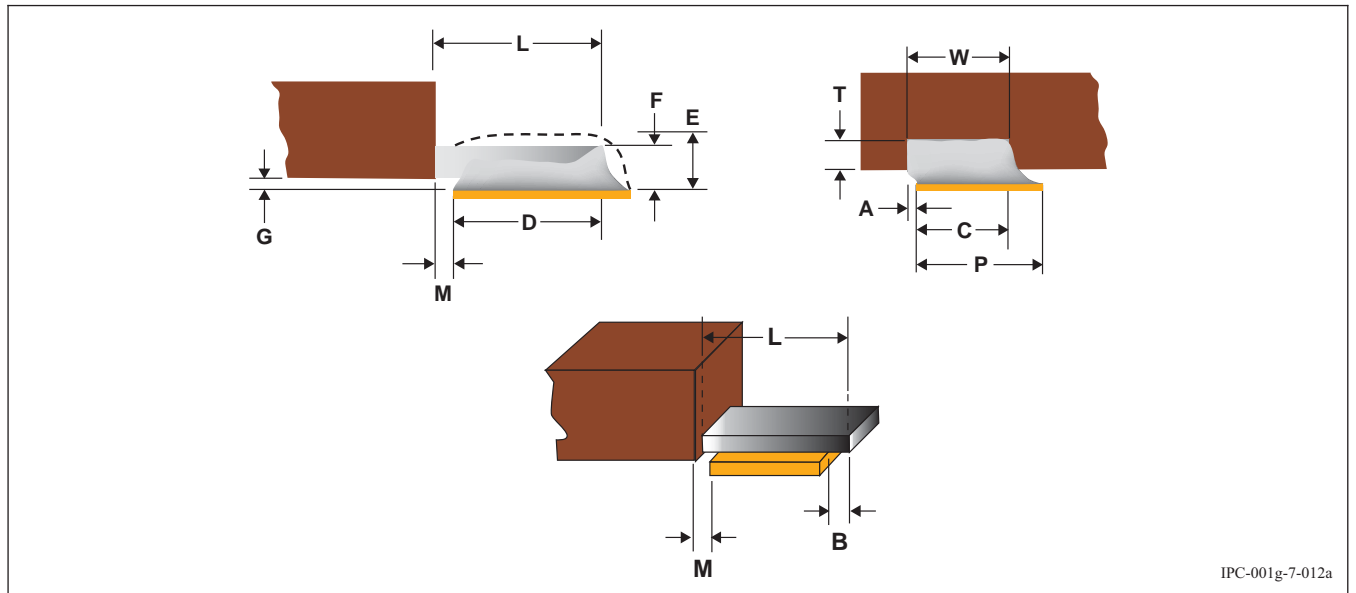


图7-12A 扁平焊片引线

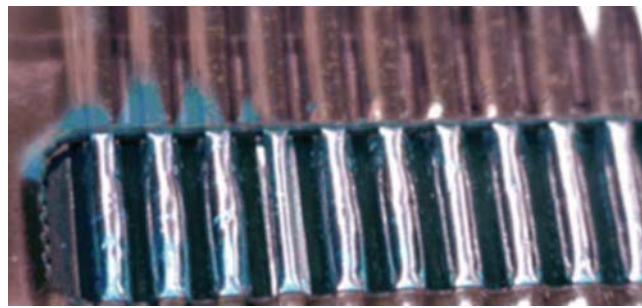


图7-12B 扁平未成形引线

7.5.12 仅有底部端子的高外形元器件 仅有底部端子的高外形元器件（元器件高度大于2倍元器件宽度或2倍厚度，取两者中较小者）的端子区域所形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-13尺寸和焊料填充要求，见图7-13。如果元器件高度超过其厚度，则该元器件不应该用于承受振动和/或冲击的产品中，除非使用适当的粘合剂加固元器件的安装。

表7-13 尺寸要求 – 仅有底部端子的高外形元器件

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W); 注1, 注4	25%(W); 注1, 注4	不允许; 注4
最大末端偏出	B	注1, 注4	不允许, 注4	
最小末端连接宽度	C	50%(W), 注5	75%(W), 注5	100%(W), 注5
最小侧面连接长度	D	注3	50%(R)	75%(R)
焊料填充厚度	G	注3		
端子/镀层长度	R	注2		
连接盘长度	S	注2		
端子宽度	W	注2		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 基于元器件的设计，端子不可延伸至元器件边缘，且元器件本体可偏出PCB连接盘区域。元器件可焊端区不允许偏出PCB的连接盘区域，上述表格中的例外。

注5: (C)是在要求填充的最窄点测量。

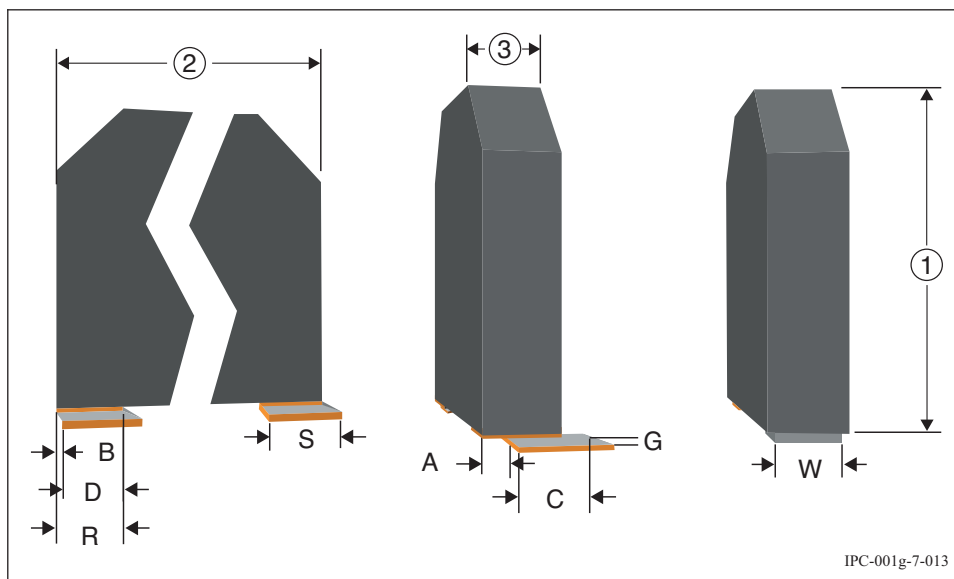


图7-13 仅有底部端子的高外形元器件

1. 元器件高度
2. 元器件宽度
3. 元器件厚度

7.5.13 内弯L形带状引线 具有内弯L形引线端子的元器件所形成的连接应当[D1D2D3]满足表7-14相应的尺寸和焊料填充的要求，见图7-14。

表7-14 尺寸要求 – 内弯L形带状引线⁵

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50%(W)；注1		25%(W)或25%(P) 取两者中的较小者；注1
最大趾部偏出	B	注1		
最小末端连接宽度	C	50%(W)，注6		75%(W)或75%(P)， 取两者中的较小者，注6
最小侧面连接长度	D	注3，注7	50%(L)，注7	75%(L)，注7
最大填充高度	E	(G) + (H)；注4		
最小填充高度，注5	F	元器件端子垂直表面 润湿明显	(G) + 25%(H) 或 (G) + 0.5mm [0.02in]， 取两者中的较小者	
焊料填充厚度	G	注3		
引线高度	H	注2		
引线长度	L	注2		
连接盘宽度	P	注2		
连接盘长度	S	注2		
引线宽度	W	注2		

注1：不违反最小电气间隙。

注2：未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3：润湿明显。

注4：焊料未接触元器件本体或末端密封处，例外情况见7.1.1节。

注5：当引线分成两个叉时，每个叉的连接都要满足所有规定的要求。

注6：(C)是在要求填充的最窄点测量。

注7：不始终是可目检属性。见4.18.3。

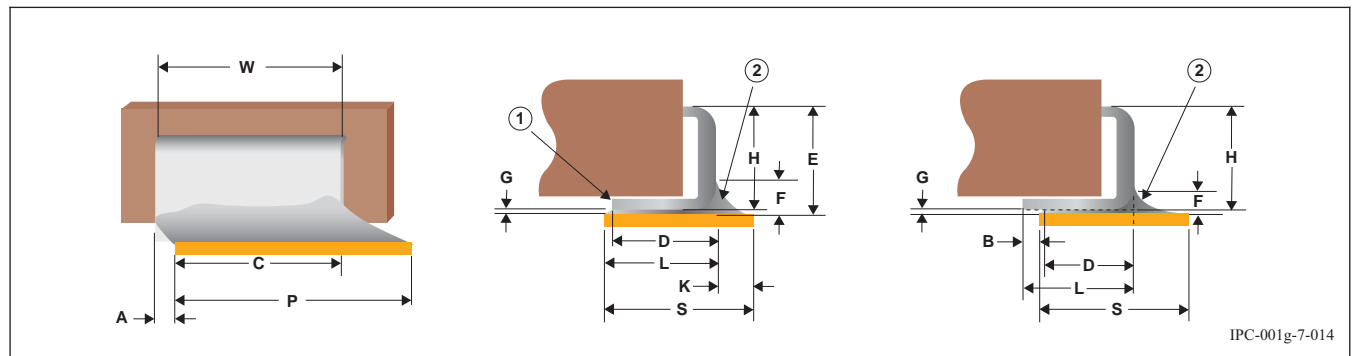


图7-14 内弯L形带状引线

1. 趾部

2. 跟部

7.5.14 表面贴装面阵列封装 这里所规定的面阵列要求，基于已建立了X射线或普通目检评定程序。这些要求，在某种有限程度内，是按目视评定条件给出的，但不能用普通目检方法完成的特征评定更经常要求用X射线图像来进行评定。

目视检查要求：

- a. 当采用目视检查方法进行产品的可接受性评定时，采用表12-1和表12-3的放大倍数。
- b. 应该尽可能对面阵列元器件最外边（外围）的焊接端子进行目视检查。
- c. 面阵列元器件与印制板上的角位标识（如果有）在X和Y两个方向都要对齐。

除非设计上特别规定，否则**不应当[D1D2D3]**存在任何引线（如焊料球、焊料柱）的缺失。

工艺开发和控制是获得持续成功的根本。工艺验证和控制可替代X射线/目视检查，只要能提供证明符合性的客观证据。

IPC-7095提供了面阵列元器件的工艺指南，其包含了通过广泛讨论面阵列器件工艺开发问题所得出的推荐性要求。

注：不是专用于电子组件的或设置不当的X射线设备，会损伤敏感元器件。

表面贴装面阵列封装**应当[D1D2D3]**满足表7-15中对于有可塌落焊料球的元器件、表7-16中对于有非塌落焊料球的元器件、表7-17中对于柱栅阵列元器件的尺寸和焊料填充要求。

当有底部填充要求时，**应当[D1D2D3]**填充并完全固化。工艺与可接受要求应该由制造商和用户协商确定。

7.5.14.1 有可塌落焊料球的球栅阵列元器件 有可塌落焊料球的球栅阵列 (BGA) 元器件 (见图7-15) 应当[D1D2D3]满足表7-15的要求。考虑到最终使用环境的特殊要求, 可以开发空洞的选用标准。比表7-15宽松的空洞标准应当[D1D2D3]由制造商和用户协商确定。

表7-15 尺寸要求 – 有可塌落焊料球的球栅阵列元器件

参数	1级, 2级, 3级
对准	焊料球的偏出未违反最小电气间隙。
焊料球间距 (C), 图7-15	焊料球未违反最小电气间隙。
焊接连接	<ul style="list-style-type: none"> • 焊接连接满足4.18节的要求。 • BGA焊料球接触并润湿连接盘, 形成一个连续的椭圆形或圆形连接。
空洞	在X射线的影像区内, 任一焊料球的空洞等于或小于30%。注1, 2

注1: 设计导致的空洞, 例如: 连接盘上的微导通孔, 可免除此要求。这种情况下, 验收要求应该由制造商和用户协商确定。

注2: 电镀工艺所形成的空洞, 例如, 微孔/香槟孔, 不包含在这些要求内。这种情况下, 验收要求需要由制造商和用户协商确定。

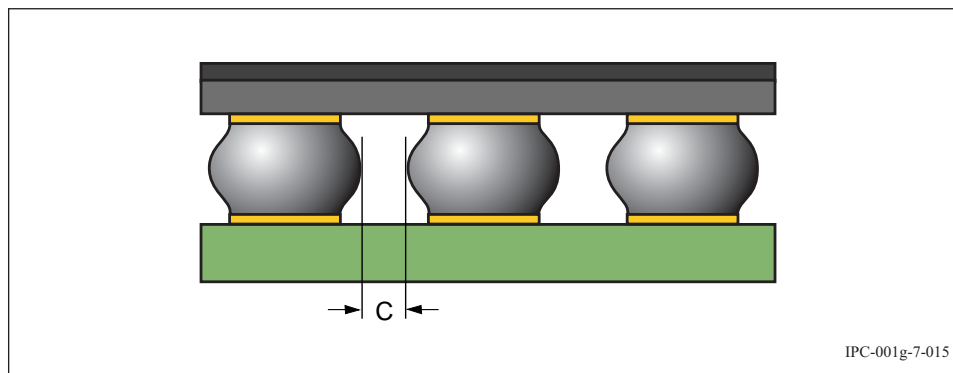


图7-15 BGA焊料球间隙

7.5.14.2 有非塌落焊料球的球栅阵列元器件 有非塌落焊料球的元器件（BGA）应当[D1D2D3]满足表7-16中的要求。

表7-16 有非塌落焊料球的球栅阵列元器件

参数	1级, 2级, 3级
对准	焊料球的偏出未违反最小电气间隙。
焊接连接	<ul style="list-style-type: none"> • 焊接连接满足4.18节的要求。 • 焊料润湿了焊料球和连接盘端子。
空洞	注1

注1: 有非塌落焊料球的元器件的空洞标准尚未建立, 见1.11节。

7.5.14.3 柱栅阵列元器件 柱栅阵列（CGA）元器件应当[D1D2D3]满足表7-17的要求。

表7-17 柱栅阵列元器件

参数	1级	2级, 3级
对准	柱的偏出未违反电气间隙。	柱周边没有超出连接盘的周界。
焊接连接	满足4.18节的要求。 可见的圆柱体周圈最少270°的焊料填充。	

7.5.15 底部端子元器件 (BTC)



本文件中未规定散热面焊接连接不可见部分的要求。

散热面的验收要求与设计 and 工艺有关。需要考虑的问题包括但不限于元器件制造商的应用说明、焊料覆盖、空洞、焊料高度等等。焊接此类元器件时，在散热层中形成空洞比较常见。有要求时，焊料**应当**[D1D2D3]符合文件要求。

没有明显外部引线的元器件形成的连接**应当**[D1D2D3]满足表7-18和图7-16中的尺寸和焊料填充要求。

有些封装结构的趾部未露出，或在封装外部露出的趾部上没有连续的可焊接表面，这将不能形成趾部填充。

IPC-7093提供了底部端子元器件的工艺指南，包含了通过广泛讨论底部端子元器件工艺开发问题所得出的推荐性要求。

组装方法和材料使用获得持续成功的根本是工艺开发和控制。

工艺验证和控制可替代X射线/目视检查，只要具有证明符合性的客观证据。

散热层空洞的验收标准**应当**[D1D2D3]由制造商和用户协商确定。

表7-18 尺寸要求 – BTC

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W); 注1	25% (W); 注1	
趾部偏出(元器件端子的外边缘)	B	不允许		
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注6	75% (W), 注6	
最小侧面连接长度	D	注4		
焊料填充厚度	G	注3		
最小趾部(末端)填充高度	F	注2, 5		
端子高度	H	注5		
连接盘宽度	P	注2		
端子宽度	W	注2		

注1: 不违反最小电气间隙。

注2: 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: 不可目检属性，见4.18.3。

注5: “H” = 引线可焊表面高度，如果有。一些封装的构造在侧面没有连续的可焊表面，不要求趾部(末端)填充。

注6: (C) 是在要求填充的最窄点测量。

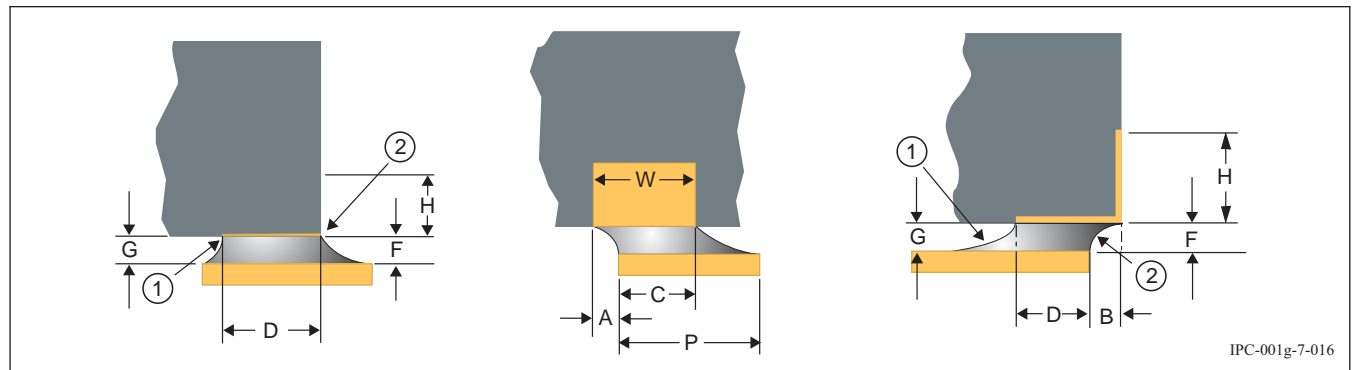


图7-16 底部端子元器件

- 1. 跟部
- 2. 趾部

7.5.16 具有底部散热面端子的元器件 (D-Pak) 散热面的验收要求与设计 and 工艺有关。需要考虑的问题包括但不限于焊料覆盖、空洞、焊料高度、元器件供应商的使用说明等等。当焊接此类元器件时，在散热面上形成空洞比较常见。

SMT焊端的贴装和焊接**应当[D1D2D3]**满足同类型引线的验收标准。

具有底部散热面端子的元器件形成的连接**应当[D1D2D3]**满足表7-19中的尺寸和焊料填充要求，见图7-17。

表7-19 尺寸要求 – 底部散热面端子

参数(除散热层外所有连接)	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	参见同类型引线的验收要求		
趾部偏出	B			
最小末端连接宽度, 注4	C			
最小侧面连接长度	D			
最大跟部填充高度	E			
最小跟部填充高度	F			
焊料填充厚度	G			
引线厚度	T			
参数(仅适用于散热面的连接)		1级, 2级, 3级		
散热面侧面偏出		不大于端子宽度的25%		
散热面末端偏出		无偏出		
散热面末端连接宽度, 注2和注4		100%润湿末端接触区域内的连接盘		
散热面侧面连接长度	D	注1		
散热面焊料填充厚度	G	焊料填充存在且润湿明显		
散热面空洞要求		注1		
散热面端子宽度	W	注3		
散热面连接盘宽度	P	注3		

注1: 验收要求需要由制造商和用户协商建立。

注2: 散热面剪切边不可润湿的垂直面不要求焊料浸润。

注3: 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注4: (C)是在要求填充的最窄点测量。

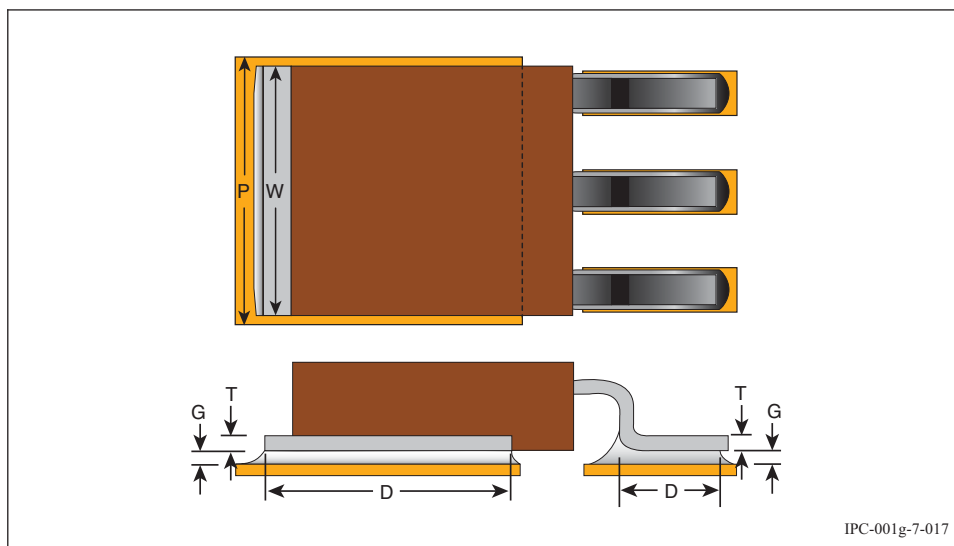


图7-17 具有底部散热面端子的元器件

7.5.17 平头柱连接

这种类型的端子有时也称之为“钉头柱”。

对于这种类型端子，尚未建立3级产品的要求。组装方法获得持续成功的根本是工艺开发和控制。

具有平头柱连接的元器件形成的连接（图7-18）应当[D1D2N3]满足表7-20中的尺寸和焊料填充要求。

表7-20 尺寸要求 – 平头柱连接

参数	1级	2级	3级
最大端子偏出，方形连接盘	端子宽度(W)的75%； 注1, 2	端子宽度(W)的50%； 注1, 2	尚未建立要求
最大端子偏出，圆形连接盘	端子宽度(W)的50%； 注1, 2	端子宽度(W)的25%； 注1, 2	
最大填充高度	注4		
最小填充高度	注3		

注1：不违反最小电气间隙。

注2：引线直径小于连接盘的直径或边长。

注3：润湿明显。

注4：焊料未接触元器件本体。

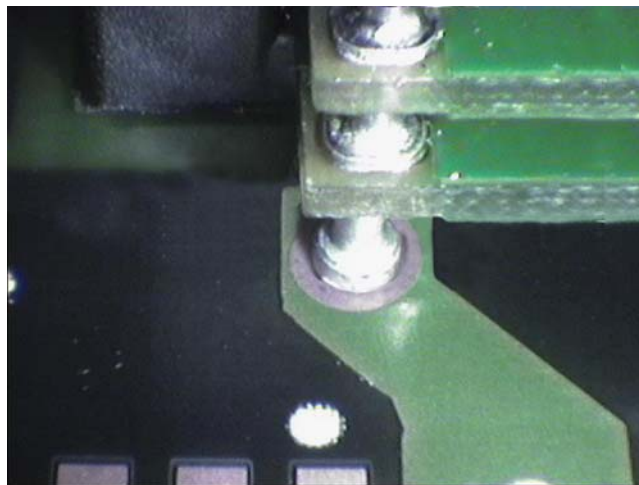


图7-18 平头柱端子

7.5.18 P型端子 带有P型端子的元器件所形成的连接（图7-19）应当[D1D2D3]满足表7-21的尺寸及焊料填充要求。这类焊端常见于在印制板两侧边缘安装的连接器的。

表7-21 尺寸要求 – P型端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W)	25% (W)	不允许
最大趾部偏出	B	注1		
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注4	75% (W), 注4	100% (W), 注4
最小侧面连接长度	D	100% (W)	150% (W)	
最小填充高度 – 跟部和趾部	F	注2	25% (H)	
焊料填充厚度	G	注3		
端子高度	H	注2		
最小侧面填充高度	Q	注3		
端子长度	L	注2		
端子宽度	W	注2		

注1: 端子(L)部分未超出连接盘。

注2: 未作规定的参数或尺寸变量, 由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4: (C)是在要求填充的最窄点测量。

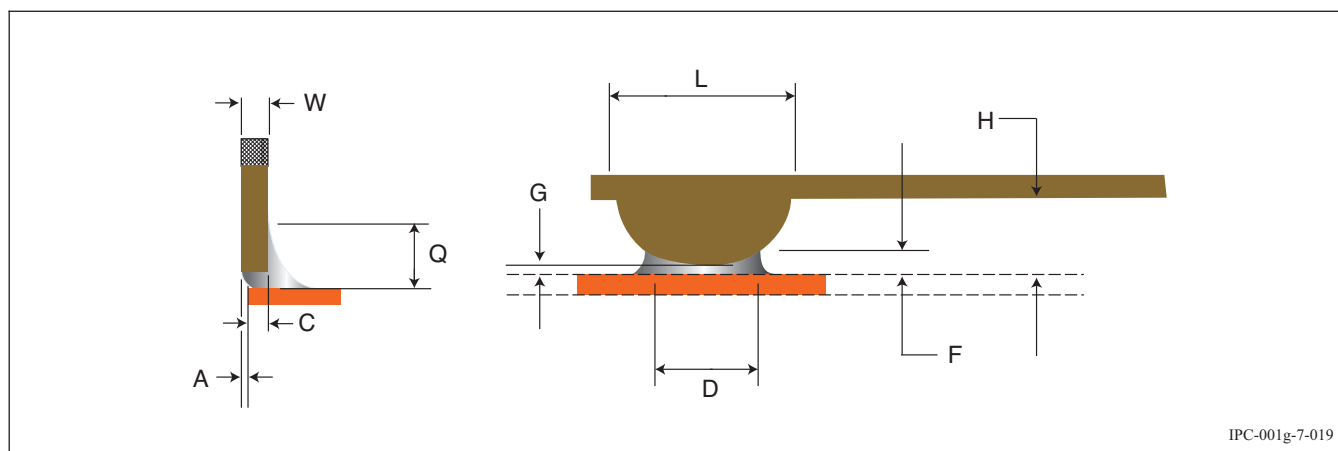


图7-19 P型端子

7.6 特殊的SMT端子 开发此标准的IPC委员会已经收到将一些特殊类型SMT端子纳入此标准的要求。通常这类型的端子是特殊的元器件或专为少量用户特制的。在开发验收要求之前, 还需要广泛地应用, 才可从大量用户中获得有效的失效数据。在此特重复本标准1.13.2节中的内容。

1.13.2 专用技术程序 作为一份业界一致公认的标准, 本文件无法涵盖所有可能的元器件和产品设计组合情况, 例如磁性线圈、高频、高电压等等。当采用非通用或特殊技术时, 可能有必要开发专用的工艺和/或验收标准。通常, 在考虑产品性能标准时, 特殊定义对考虑具体特性是必要的。

特殊标准的开发应该有用户的参与。对于此处未规定的具体工艺和/或技术的组装和焊接要求, 应当[N1D2D3]按文档化的程序完成, 保留文档化的程序, 以备审核。

只要有可能, 应该向IPC技术委员会提交这些标准, 以考虑将其纳入本标准的更新版本。

8 清洗工艺要求


要求进行清洗的产品**应当**[N1N2D3]按文档化的工艺进行清洗，去除所有污染物（尤其是助焊剂残留物）。清洗后的产品**应当**[D1D2D3]能满足本章规定的清洁度要求。


所有要清洗的产品在清洗时**应当**[D1D2D3]防止元器件品质下降，例如：热冲击和/或有害的清洗媒介侵入未完全密封的元器件内。


8.1 免除清洗 包在自密封器件（如热缩焊接器件）内部的端子，免除本标准的清洗要求，只要该器件可将焊点密封。

8.2 超声波清洗 下列情况允许采用超声波清洗：

- 对于裸板或组件，只要端子或连接器无内部电子线路即可；
- 对于装有电气元器件的电子组件，只要制造商能提供可供审核的文件，表明使用超声不会损伤所清洗产品或元器件的机械或电气性能。参考IPC-TM-650测试方法2.6.9.1及2.6.9.2。

 **8.3 焊后清洁度** 采用目检方法按8.3.1节的要求评定是否存在外来颗粒，见12.2.2节。按8.3.2节的要求评定是否存在助焊剂及其它离子或有机残留物。

 **8.3.1 外来物(FOD)** 组件**应当**[D1D2D3]没有松动的外来物，例如在产品的正常工作环境会移动或违反最小电气间隙。

 **8.3.2 助焊剂残留物和其它离子或有机污染物** 除非用户另有规定，制造商应该指定清洗标志。该清洗标志可按照8.3.3节及第3章的规定来确定清洗选项和清洁度测试。如未规定清洗标志，**应当**[D1D2D3]采用下文所述的C-22标志和清洁度目检要求。

注：当通过实验室分析或其它方法鉴定可见残留物无害时，可免除该要求。

8.3.3 焊后清洗标志 焊接后的清洗标志由下列符号构成：用至少两位数字代码描述本标准所包括的所有组件清洗要求。该代码以字母“C”开始，然后是破折号“-”，最后是2位或多位数字。第1个数字表示8.3.4节所规定的清洗选项，第2个及随后的数字表示8.3.5节规定的清洁度测试要求。

8.3.4 清洗选项 清洗标志的第1个数字规定了清洗选项，表8-1中各数字的含义用于规定组件的表面是否需要清洗。

表8-1 需清洗表面的标志

0	没有表面需清洗
1	组件的一面（焊接起始面）需清洗
2	组件的两面都需清洗

8.3.5 清洁度测试 清洗标志的第2个及其后面的数字规定清洁度测试要求，各数字的含义如表8-2所示。

表8-2 清洁度测试标志

0	无清洁度测试要求
1	要求测试松香残留物（8.3.6.1节）
2	要求测试离子残留物（8.3.6.2节和/或8.3.6.3节）
3	要求测试表面绝缘电阻（8.3.6.4节）
4	要求测试其它表面有机污染物（8.3.6.5节）
5	用户和制造商协商确定的其它测试

8.3.6 测试 如有要求，最终清洗后的印制电路组件（如敷形涂覆、包装或装配到更高级别组件中之前的清洗）**应当[D1D2D3]**定期以随机抽样方式进行清洁度测试以确认清洗工艺正常，按照文档化的程序进行。如果有任何印制电路组件通不过测试，**应当[D1D2D3]**对整批组件都进行评估，如有必要则重新清洗，并且**应当[D1D2D3]**对该批进行随机抽样测试，对自上一次可接受清洁度测试后清洗的每一批进行测试。

测试的频次**应当[N1D2D3]**至少每班、每个清洗系统测试一次，除非有过程控制系统的数据支持变更频次。

8.3.6.1 松香助焊剂残留物 当要求测试松香助焊剂残留物时，**应当[D1D2D3]**根据IPC-TM-650的测试方法2.3.27测试组件，并**应当[D1D2D3]**满足下列允许的最大助焊剂残留物量要求：

1级产品：小于 $200\mu\text{g}/\text{cm}^2$

2级产品：小于 $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$

3级产品：小于 $40\mu\text{g}/\text{cm}^2$

8.3.6.2 离子残留物（采用仪器） 当要求（采用仪器）测试离子残留物时，**应当[D1D2D3]**按照IPC-TM-650测试方法2.3.25 Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants 测试组件。其中，动态萃取方法应该按测试方法2.3.25的第5项进行；静态萃取方法应该按2.3.25的第6项进行。

当其它替代方法的敏感度等效或优于上述检测可离子化的表面污染物方法时，可采用其它方法。在比较这些方法的敏感度时，应该考虑用于萃取残留物的溶剂、向组件施加溶剂的方法以及测定残留物的方法。

对于用ROL0或ROL1型助焊剂焊接、并用静态萃取方法测试的组件，其污染物**应当[D1D2D3]**小于 $1.56\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 氯化钠（NaCl）当量的离子或可电离的助焊剂残留物。当采用其它测试方法或其它助焊剂时，其污染物**不应当[D1D2D3]**超过制造商或用户所规定的限值，见3.3节。如果由制造商规定，该限值**应当[D1D2D3]**有历史数据支持（表明清洗和测试工艺已经证明、建立合理并是受控的），或有备作审核的工艺鉴定测试数据见3.1节和附录C。

8.3.6.3 离子残留物（手工） 当要求（手工）测试离子残留物时，**应当[D1D2D3]**按IPC-TM-650测试方法2.3.25 Detection and Measurement of Ionizable Surface Contaminants测试组件。

对于用ROL0或ROL1型助焊剂焊接的组件，其表面污染物**应当[D1D2D3]**小于 $1.56\mu\text{g}/\text{cm}^2$ NaCl当量的离子或可电离的助焊剂残留物。当采用其它助焊剂时，见3.3节，其污染物**不应当[D1D2D3]**超过制造商或用户所规定的限值。如果由制造商规定，该限值**应当[D1D2D3]**有历史数据做支持（表明清洗和测试工艺已经证明、建立合理并是受控的），或有备作审核的工艺鉴定测试数据，见3.1节。

8.3.6.4 表面绝缘电阻（SIR） 当要求测试表面绝缘电阻（SIR）时，**应当[D1D2D3]**按照包括有合格和失效判定要求的文档化方法进行测试，以备审核，见IPC-9201。

8.3.6.5 其它污染物 当要求测试表面有机污染物时，按照IPC-TM-650的测试方法2.3.39 Surface Organic Contamination Identification Test (Infrared Analytical Method) 测试组件，测试的组件**不应当[D1D2D3]**超过客户和制造商协商确定的最高验收等级。

9 PCB要求

本章适用于PCB缺陷，并不考虑缺陷发生于何时。

9.1 印制电路板损伤


 **9.1.1 起泡/分层** 起泡或分层**不当**[D1D2D3]大于印制板镀覆孔之间或内层导体间距离的25%，**不当**[D1D2D3]使导电图形之间的间距减少至低于最小电气间隙。

注：在组装或操作期间，起泡或分层面积可能会扩大，这时可能需要制定单独的标准。白斑与起泡和/或分层是不同的。请参考IPC-T-50 和IPC-A-610进行鉴别。

 **9.1.2 露织物/切纤维** 露织物**不当**[D1D2D3]使非公共导电图形之间的间距减少至低于最小电气间隙。表面损伤**不当**[N1D2D3]切入层压板纤维。

9.1.3 晕圈 如果没有详细说明，晕圈穿透范围与最近的导体间的距离**不当**[D1D2D3]小于最小的横向导体间距，或0.1mm[0.004in]。

9.1.4 边缘分层 如果没有详细说明，边缘分层**不当**[D1D2D3]使从板边缘至最近的导电图形的物理间距减少到小于规定的最小距离或小于2.5mm[0.1in]。

 **9.1.5 连接盘/导体分离** 连接盘的外边缘起翘或分离**不当**[D1D2D3]超过连接盘的厚度（高度）。对于3级产品，表面贴装连接盘内有导通孔时，连接盘**不当**[N1N2D3]起翘。电路导体（线路）**不当**[D1D2D3]与层压板表面分离。

9.1.6 连接盘/导体尺寸的减小 印制导体宽度或连接盘宽度/长度上的减少**不当**[D1D2D3]：2级与3级产品大于20%；1级产品大于30%。


9.1.7 挠性电路的分层 在挠性电路覆盖层内的分层（分离）或气泡**不当**[N1D2D3]跨越相邻导电图形之间距离的25%以上。

9.1.8 挠性电路的损伤 挠性印制板或组件上**不当**[N1D2D3]有明显的撕裂、气泡、烧焦或绝缘皮熔融。电路板的挠性部分**不当**[N1D2D3]有切口、过切或撕裂。缺口或弯折**不当**[N1D2D3]超过板边缘到最近导体距离的50%或2.5mm[0.1in]，取两者中较小值，或超过采购文件规定的值。

注：由于挠性印制电路板或组件的覆盖层与熔融焊料间的接触而形成的机械性凹痕不可拒收。另外，在检验期间应该注意避免弯曲或折曲导体。

 **9.1.9 烧焦** 烧焦**不当**[D1D2D3]对组件的表面造成物理损伤。

9.1.10 非焊接连接的板边缘连接片 边缘连接器接触连接盘的接触区内**应当**[D1D2D3]避免焊料、助焊剂（包括使用“免清洗组装工艺”时）和其它污染物的污染。

 **9.1.11 白斑** 对于1级、2级、3级印制板组件，白斑不是缺陷。层压板基材中的白斑区域**不当**[N1N2P3]超过非公共导体之间间距的50%。

注：白斑是层压板中的一种内部现象，在热应力作用下它可能不会扩展，同时也无明确结论显示它是阳极导电细丝（CAF）生长的诱因。分层是一种在热应力作用下可能扩展的内部现象，同时也可能是CAF生长的诱因。关于耐CAF测试，IPC-9691用户指南和IPC-TM-650测试方法2.6.25均提供了确定层压板CAF生长性能的其他信息。

注：目视辅助装置可在IPC-A-610中找到。

9.1.12 微裂纹 微裂纹**不应当[N1D2D3]**超过两个非公共导体之间物理间距的50%。

微裂纹**不应当[N1D2D3]**使板边缘与任何导电图形的距离减小到图纸/规范规定的最小距离。如果最小距离没有规定，微裂纹**不应当[N1D2D3]**使板边缘与任何导电图形的距离减少超过50%或2.5mm [0.1 in]，取两者中较小值。

注：IPC-A-610和IPC-HDBK-001中给出了目检辅助装置的有关信息。

9.2 标记 独立元器件的标记、参考标记和极性标记均应该保持清晰，在安装后元器件的标记应该仍可辨识。

组件标记如零件号和序列号，在经受所有测试、清洗及其它工艺后，**应当[N1D2D3]**保持易读性（能被阅读和能被理解）。附加标记（如制造过程中添加上去的标签）不应该削弱供应商的原始标记。

9.3 弓曲和扭曲（翘曲） 焊接后的弓曲和扭曲：用于通孔安装的印制板不应该超过1.5%，用于表面贴装的印制板不应该超过0.75%。IPC-TM-650中2.4.22是关于裸板的测试方法。对于密集的组件上的元器件尺寸及组装布局常常会对测试方法有影响。可能需要确认直接测试是否对组件产生压力，否则将造成焊接连接开裂。在之后的焊接操作或使用中造成元器件损坏或其它的损伤。

9.4 拼板分割 焊接后进行分板**应当[D1D2D3]**对后续的组装不产生危害，具体要求为：边缘**不应当[D1D2D3]**被磨损。缺口或铣切痕迹**不应当[D1D2D3]**超过板边缘到最近导体间距离的50%或2.5mm [0.1 in]，取两者中较小值。疏松毛刺**不应当[D1D2D3]**影响外形、装配或功能。

10 涂覆、灌封和加固（粘合剂）

加工之前**应当[N1N2D3]**清洁所有组件。清洁之后的组件在加工前**应当[N1N2D3]**采取预防污染的方法进行处理。材料的说明书/数据手册或其他文档化程序**应当[D1D2D3]**跟随在混合与固化过程。材料**应当[D1D2D3]**在规定的期限（保存期限和使用期限），或文档系统指定的时间期限内使用，以控制有标注时限的材料。当不同于制造商所推荐的使用说明时，**应当[D1D2D3]**将其文档化，以备审核。

接触未固化的硅材料的物品**不应当[D1D2D3]**处理其它材料。作为允许的例外情况，用于共固工艺的设备及制造商须通过系统测试证明非硅材料属性没有改变及满足设计要求。客观证据**应当[N1N2D3]**维护保持，以备审核。


10.1 敷形涂覆 – 材料 敷形涂覆材料**应当[D1D2D3]**符合IPC-CC-830或等效要求。

材料**应当[D1D2D3]**在规定的期限（保存期限和使用期限），或文档系统指定的时间期限内使用，以控制有标注时限的材料。当不同于制造商所推荐的使用说明时，**应当[D1D2D3]**将其文档化，以备审核。

敷形涂覆材料**应当[D1D2D3]**完全固化且均匀。

接触未固化的硅材料的物品**不应当[D1D2D3]**处理其它材料。作为允许的例外情况，用于共固工艺的设备及制造商须通过系统测试证明非硅材料属性没有改变及满足设计要求。客观证据**应当[D1D2D3]**维护保持，以备审核。

10.2 敷形涂覆 – 遮蔽 当使用遮蔽材料时，遮蔽材料**应当[D1D2D3]**无有害影响，且**应当[D1D2D3]**可以除去，无残留污染物。施加敷形涂覆层时，遮蔽区域长度、宽度或直径上的减小**不应当[D1D2D3]**大于0.75mm [0.03in]。

 **10.3 敷形涂覆 – 应用** 涂层**应当[D1D2D3]**仅施加在组装图/文件上设计指定的区域。组装图/文件上应该指出无需施加敷形涂覆层的所有区域以及禁止涂覆区域的误差。

注：被阻焊膜覆盖的外层导体/电路不视为暴露在外的导体。

10.3.1 元器件上的敷形涂覆 涂覆层应该保持最小。

连接器的配接面（电气及机械）**应当[D1D2D3]**没有敷形涂覆材料的残留。支架或其它安装装置的配接（接触）面**不应当[D1D2D3]**被敷形材料涂覆，除非在组装图/文件上有特殊要求。

可调节元器件的可调节部分以及电气和机械配接面如连接器触点、探针测试点、螺纹、轴承表面（例如卡片导向器）**应当[D1D2D3]**按照组装图/文件上的规定，不进行涂覆。

10.3.2 厚度 除非有特殊要求，涂层厚度**应当[D1D2D3]**同表10-1一致。

元器件周围，由于涂覆工艺原因涂层厚度会有所不同，可能不满足表10-1的量值。在印制电路组件平坦、不受妨碍、固化的表面上或在与组件一起经历制程的附连板上测量厚度。附连板可以是与印制板相同的材料，也可以是其它无孔材料，例如金属或玻璃。湿膜测厚也可以作为涂覆层测厚的一种可选方法，只要有文件注明干湿膜厚度的转换关系。

表10-1 涂覆层厚度

AR型	丙烯酸树脂	0.03-0.13mm [0.001-0.005in]
ER型	环氧树脂	0.03-0.13mm [0.001-0.005in]
UR型	聚氨酯树脂	0.03-0.13mm [0.001-0.005in]
SR型	硅树脂	0.05-0.21mm [0.002-0.008in]
XY型	对二甲苯树脂	0.01-0.05mm [0.0004-0.002in]

10.3.3 均匀性 涂层的均匀性及分布在一定程度上取决于施加方法，它可能会影响视觉外观及拐角的覆盖。敷形涂覆层视觉外观的一些差异是预料中的且可接受的。

例如：采用浸渍工艺的组件涂覆可能会有滴垂线或在板边缘的局部隆起。这些边缘的隆起的涂层中可能包含有少量的气泡，但这些气泡不影响涂层的可靠性及功能。

10.3.4 透明度 透明度通过透明材料标准控制，且**应当[D1D2D3]**满足10.1节要求。

10.3.5 气泡及空洞 固化后的涂层中应该没有空洞及气泡。

当存在时，空洞及气泡**不应当[D1D2D3]**：

- 桥接非公共引线或导体。
- 暴露任何导体。

当有空洞及气泡存在，但不满足缺陷标准，则**应当[P1P2P3]**视为制程警示。

10.3.6 分层 已经固化的涂层中应该没有起泡或分层。

分层**不应当[D1D2D3]**：

- 桥接非公共引线或导体。
- 暴露一个或多个导体。


10.3.7 外来物 在已经固化涂层里的外来物（不管是导电的或不导电的）**不应当[D1D2D3]**桥接传导表面或未违反元器件、引线或传导表面之间的电气间隙。

10.3.8 其它的可视情况 涂层中**应当[D1D2D3]**没有桥接非公共导体的白斑、裂纹或鱼眼现象。涂层**应当[D1D2D3]**没有脱落而暴露导体。

10.3.9 检查 执行敷形涂覆的检查应当[A1P2D3]依照表12-3的要求。

对于敷形涂覆层使用的仲裁放大倍数最大应当[A1P2D3]是4倍。

对于含有荧光剂的涂层检查，应该在紫外线下确认覆盖范围。

 **10.3.10 敷形涂覆层的返工或修补** 描述敷形涂覆的返工/修补指南或拆除及更换的程序应当[N1D2D3]文档化，以备审核，见3.7节。

涂层的返工或修补区域应当[D1D2D3]满足组装图/文件的要求。如果在返工区域需要测量厚度，则确认程序应当[D1D2D3]文档化，以备审核。

注：诸如玻璃或陶瓷元器件本体上增强或周围的敷形涂覆可能会造成损伤。涂层的修补应该尽可能接近原始涂层厚度。

10.4 灌封

10.4.1 应用 应当[D1D2D3]在组装图/文件上指定覆盖的所有区域连续地施加灌封材料。当使用掩膜材料时，掩膜材料对印制板应当[D1D2D3]无破坏性或有害影响，且应当[D1D2D3]可以除去，无污染物残留。

10.4.1.1 无灌封材料表面 组件上未指明采用灌封材料的所有部分，都应当[D1D2D3]无任何灌封材料。

10.4.2 性能要求 所施加的灌封剂应当[D1D2D3]完全固化，分布均匀，且仅覆盖组装图/文件所规定的那些区域。灌封应当[D1D2D3]无影响组件运行或密封特性的气泡、起泡或裂口。灌封材料中应当[D1D2D3]无明显的裂纹、波纹、白斑、剥落或皱褶。次要表面的漩涡纹、条纹或流动纹不看作是缺陷。

10.4.3 灌封材料的返工 描述灌封的拆除及更换的程序应当[N1N2D3]文档化，以备审核。

10.4.4 灌封检查 执行灌封的目视检查应当[A1P2D3]依照表12-3。

10.5 固定 当要求加固而图纸和文件没有给出要求时，应当[D1D2D3]采用下列要求。

10.5.1 固定 – 应用

a. 放置 – 加固材料不应当[N1D2D3]接触元器件引线密封处，除非选用了在其工作环境下，不会损伤元器件/组件的材料。

10.5.1.1 固定 – 应用 – 通孔 下面的标准仅仅适用于通孔元器件。

a. 有护套/无护套的轴向元器件的水平安装 – 加固材料应当[N1N2D3]施加在元器件的两侧。加固材料的填充长度应当[D1D2D3]为元器件长度的50%~100%。最小填充高度应当[D1D2D3]为元器件高度的25%。对于最大填充高度，在整个元器件本体的长度范围内，元器件的顶部应当[N1P2D3]可见。

b. 有护套/无护套的轴向元器件的垂直安装 – 应当[N1D2D3]在元器件的周围以大致均匀的图形施加最少三点加固材料，也可以在单个点施加加固材料。不管是哪种情况，加固材料应当[N1D2D3]覆盖元器件周围至少25%。不管是哪种方案，对于每个加固点，加固材料应当[N1D2D3]接触元器件本体高度的25%（最低）~100%（最高）。加固材料轻微流入器件本体底部是可接受的，只要不违反10.5.1节的要求。

c. **玻璃体元器件** – 对于带护套的玻璃体元器件，在其裸露的玻璃体表面，比如元器件的两个端面，都应当[D1D2D3]无加固材料。加固材料应当[N1N2D3]施加在元器件的两边。加固材料填充长度应当[N1D2D3]为元器件长度的50%~100%。加固材料的最小填充高度应当[D1D2D3]为元器件高度的25%。对于最大填充高度，在整个元器件本体的长度范围内，元器件的顶部应当[N1P2D3]可见。

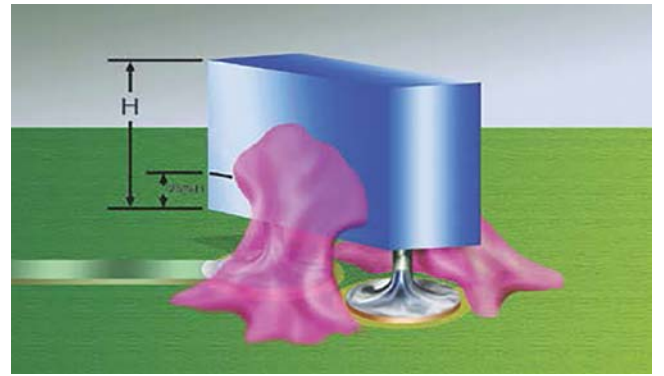
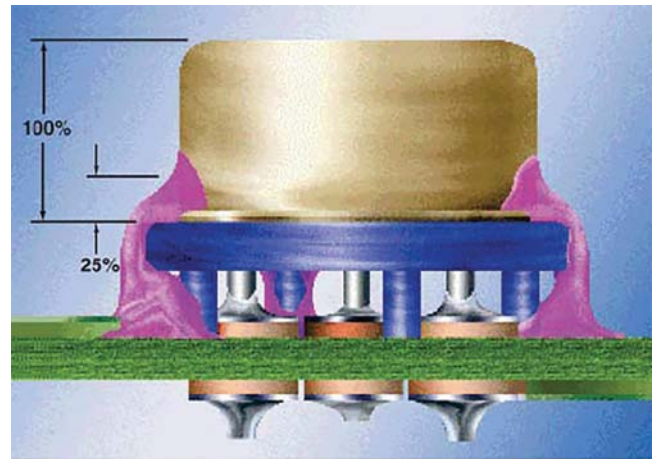


图10-1 高度大于或等于其本体高度或直径的径向引线元器件 – 单个矩形元器件

d. **高度大于或等于其本体高度或直径的径向引线元器件** – 加固材料的填充高度应当[N1D2D3]为每个元器件本体高度的25%（最小）~100%（最大）。加固材料轻微流入器件本体底部是可接受的，只要不违反10.5.1节的要求。



i. 对于单个矩形元器件，粘接剂应当[N1D2D3]施加在两个较长且相对的表面，见图10-1。粘接剂应该至少覆盖元器件外侧宽度的25%。

ii. 对于单个圆柱形元器件，粘接剂应当[N1D2D3]施加在围绕元器件的外围至少三个相对均匀分布的位置，见图10-2。粘接剂至少应该覆盖元器件周长的25%。

iii. 对于四个以内紧密排列的元器件，两个外端面的填充高度要求应当[N1D2D3]与单个元器件的要求一样，此外，应当[N1D2D3]粘接这些元器件相互接触的顶部内表面，且粘接长度为元器件宽度的50%。

iv. 对于四个以上紧密排列的元器件，加固方式应当[N1D2D3]与上述的四个元器件组成的阵列一致；除此以外，其内部每隔一个元器件的两个侧面都应当[N1D2D3]加固于印制板表面。

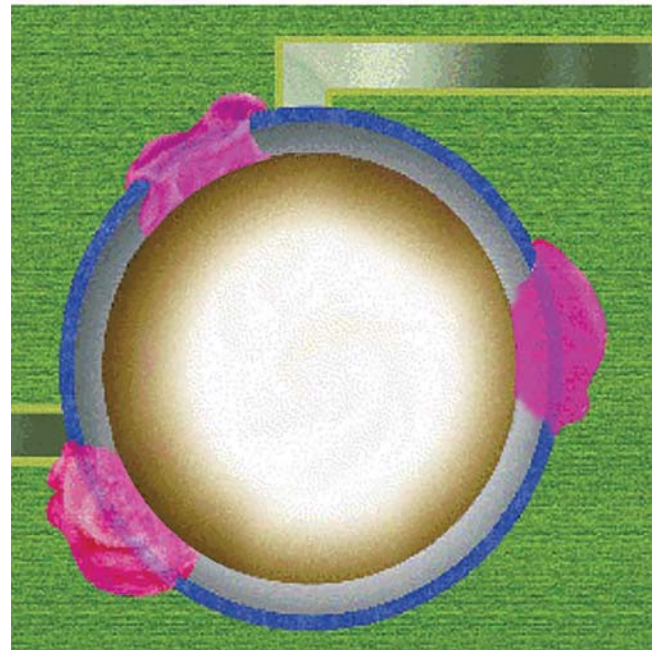


图10-2 高度大于或等于其本体高度或直径的径向引线元器件 – 单个圆柱形元器件

e. 最长尺寸为其直径或长度的径向引线元器件(如TO5半导体等)

i. 对于圆柱形元器件，至少应当[N1D2D3]在元器件四周大致均匀布放三点加固材料进行加固，对于每一个加固点，加固材料接触元器件的高度应当[N1D2D3]为元器件本体高度的25%（最小）~100%（最大）。加固材料轻微流入器件本体底部是可接受的，只要不违反10.5.1节的要求。

- ii. 矩形元器件**应当[N1D2D3]**在元器件的每个角上用一点加固材料加固。对于每个加固点，加固材料接触元器件的高度**应当[N1D2D3]**为元器件本体高度的25%（最小）~100%（最大）。加固材料轻微流入器件本体底部是可接受的，只要不违反10.5.1节的要求。

10.5.1.2 固定 – 应用 – SMT 以下标准仅适用于表面贴装元器件。

- a. **最大尺寸为其高度的元器件** – 加固材料**应当[N1D2D3]**施加的最小高度为每个元器件本体高度的25%。如果不违背10.5.1节的要求，加固材料在元器件本体底部的轻微流动是可以接受的。
 - i. 对于四个以内紧密排列的元器件，两个外端面的填充高度要求**应当[N1D2D3]**与单个元器件的要求一样，除此之外，**应当[N1D2D3]**粘接这些元器件相互接触的顶部内表面，且粘接长度为元器件宽度的50%。
 - ii. 对于四个以上紧密排列的元器件，加固方式**应当[N1D2D3]**与上述的四个元器件组成的阵列一致；除此以外，其内部每隔一个元器件的侧面都**应当[N1D2D3]**加固于印制板表面。
- b. **最大尺寸是其直径或长度的元器件，例如QFPs** – 矩形元器件**应当[N1D2D3]**使用圆珠形状加固点的加固材料在元件的每一个角上进行加固。对于每个圆珠加固点，加固材料**应当[N1D2D3]**接触最少为元器件本体高度的25%。如果不违背10.5.1节的要求，加固材料在元器件本体底部的轻微流动是可以接受的。

10.5.1.3 固定 – 应用 – 加固

组装图标识为需要进行加固的紧固件**应当[D1D2D3]**用加固材料加固：

- 大致相对的两个位置，每个加固点材料至少覆盖紧固件周长的25%。
- 单个加固点，加固材料至少覆盖紧固件周长的50%。

10.5.2 加固 – 粘合剂 加固**应当[D1D2D3]**：

- a. 完全固化，均匀分布。
- b. 无污染物。
- c. 未阻碍应力释放。
- d. 在加固物与表面间没有可视间隙或分离（如，裂缝），确保良好的结合。

10.5.3 加固（检查）**应当[A1P2D3]**对加固进行检查，可以不使用放大镜，见表12-3。

11 证据（扭矩识别/防篡改）条纹

如果要求扭矩（证据/防篡改）线条，**应当[N1N2D3]**：

- a. 在紧固件和基板之间是连续的。
- b. 是未受干扰的（表明在紧固之后紧固件和条纹没有移动。）。
- c. 从紧固件的顶部延伸到相邻的基板上面（最小要求）。
- d. 与紧固件的中线对齐。

12 产品保证

12.1 检验方法

12.1.1 工艺验证检验 工艺验证检验应当[N1N2D3]包括:

- 监督操作过程以确定作业惯例、方法、程序及书面检查计划都得到了正确的实施。
- 检验: 监测产品质量。

12.1.2 目检 组件应当[N1D2D3]依据过程控制计划以抽样检查的形式进行评估, 见12.2, 或者是100%目视检验。焊接连接和焊接后的清洁度的检查, 可以按照表12-1、12-2、12-3所述进行操作。在敷形涂覆、包装时, 焊接连接和清洁度应当[N1D2D3]被检查。损伤的检查可以与焊点和/或清洁度检查相结合。损伤的检查应该在敷形涂覆和部件的最终检验工序之前。

使用非目视检测的方法, 除在7.5.14和7.5.15中的详细要求外, 在本标准中未明确描述的, 应当[D1D2D3]由用户和制造商协商确定。

12.1.2.1 放大辅助装置 目检所用的放大倍数应当[A1P2D3]符合表12-1、表12-2和表12-3的要求。放大倍数要求应当[D1D2D3]根据被检查连接盘或导线的尺寸而定。在检查放大倍数的范围内任何放大倍数都可能被使用到。当组件内存在多种尺寸的连接盘或导线时, 可使用较大的放大倍数检查整个组件或导线。

在表12-1、表12-2或表12-3规定的适当的检查放大倍数下无法判定为缺陷的产品是可接受的。仲裁放大倍数只用于验证在检查放大倍数下判定为缺陷但又不能完全确定的情况。

放大辅助装置的公差是所选用放大倍数的±15%。应该对放大辅助装置进行适当地维护和校准, 见IPC-OI-645。为有助于目检评估, 可能有必要提供辅助照明, 见4.2.3节。

表12-1 检查焊接连接所用放大辅助应用

连接盘宽度连接盘直径 ¹	放大倍数	
	检查放大倍数	仲裁放大最大倍数
> 1.0mm [0.04in]	1.5倍 – 3倍	4倍
> 0.5 至 ≤ 1.0mm [0.02-0.04in]	3倍 – 7.5倍	10倍
≥ 0.25 至 ≤ 0.5mm [0.01-0.02in]	7.5倍 – 10倍	20倍
< 0.25mm [0.01in]	20倍	40倍

注1: 用于连接和/或安装元器件的导电图形部分。

表12-2 检查导线和导线连接的放大辅助应用¹

线规AWG直径mm[in]	放大倍数	
	检查放大范围	仲裁放大最大倍数
大于AWG 14 > 1.63mm [0.063in]	N/A	1.75倍
AWG 14-22 1.63 – 0.64mm [0.064-0.025in]	1.5倍 – 3倍	4倍
AWG <22至28 < 0.64 – 0.32mm [0.025-0.013in]	3倍 – 7.5倍	10倍
小于AWG 28 < 0.32mm [0.013in]	10倍	20倍

注1: 仲裁放大倍数仅仅用于在检查放大倍数下被拒收的产品的确认。对于混合线径的组件, 可以使用较大的放大镜 (但不强制要求)。

表12-3 放大辅助装置的应用 – 其它

清洁度（有或无清洗工艺）	不要求放大，见注1
清洁度（免清洗工艺）	注1
敷形涂覆/灌封，加固	注1、注2
其它（元器件损伤等）	注1
标记	注2

注1：目视检查可能要求使用放大辅助装置，例如出现细节距器件或高密度组件时，需要放大以检查污染物是否影响外形、装配及功能。

注2：若使用放大辅助装置，最大放大倍数不可超过4倍。

12.2 过程控制要求 过程控制主要目标是持续减少在制程、产品或服务中的变异因素，以提供满足或超过用户要求的产品或工艺。IPC-9191、JESD557或其它用户认可的系统等过程控制工具可作为实施过程控制的指南。

3级产品制造商**应当[N1N2D3]**建立并实施文档化的过程控制系统。

如已建立文档化的过程控制系统，则该系统**应当[N1D2D3]**规定过程控制系统和纠正措施的范围。它可能是或可能不是“统计过程控制”系统。“统计过程控制”（SPC）的使用是可选的，应该根据诸如设计的稳定性、批量大小、产量以及制造商的需要等因素而定，见12.3节。

过程控制方法**应当[N1D2D3]**用于生产焊接电气电子组件的各个生产工艺的规划、实施和评估。其基本原理、实施策略、手段以及技术都可根据具体的公司、操作、或有关终端产品要求的过程控制及其能力所考虑的变量，以不同的次序加以应用。

当决定或要求使用文档化的过程控制体系时，如果过程纠正措施实施失败或采用的纠正措施连续无效，就**应当[N1D2D3]**停止纠正活动，并修改这些过程控制及其相关文件。

12.2.1 机会数的确定 除非过程控制计划另有规定，互连点的总数用作衡量缺陷或制程警示百分比。在计算给定的印制板组件的机会总数时，每个表面贴装端子、每个通孔端子和每个接线柱端子作为一个单独的机会。为纠正措施做计算时，一个特殊互连点（如导通孔、孔中引线、引线-连接盘）的缺陷特征或制程警示只能计算一次。更多信息见IPC-9261。

12.3 统计过程控制 鼓励但不强制采用“统计过程控制”，见12.2节。制程采用统计过程控制时，统计过程控制方法至少**应当[D1D2D3]**包括以下要素：

- 向指定负责开发、执行和应用过程控制与统计方法的人员提供与其职责相应的培训。
- 保存量化的方法和证据，以显示工艺能力和可控性。为实现工艺的持续改进，改进策略规定减小制程警示发生的初始过程控制范围、方法。
- 规定采用抽样检查的转换准则。当工艺超出控制范围或显示相反方向走势时，还要规定转向更高级别检查（高达100%）的准则。
- 当检查确定抽样中有缺陷，且缺陷数超过抽样方案的允许范围时，要针对发生该缺陷的情况对整批产品进行100%的检查。
- 发生制程警示、制程失控和/或不符合要求的组件时，有一套启动纠正措施的系统。
- 确定文档化的审核计划，以按预定频次监控制程特性和/或制程输出。
- 过程控制的客观证据可以控制图表或其它工具和统计制程控制技术的形式出现，统计制程控制来源于工艺参数和/或产品参数数据的应用（见IPC-HDBK-001）。


13 返工和维修

电子组件返工、维修、修改的行业最佳实践/指导能够在IPC-7711/7721里面找到。此文档规定了电子产品修改、返工、维修、检修或复原的程序化要求、工具、材料和方法。

13.1 返工 返工是一种再加工行为，采用的方法要确保完全遵从适用的图纸/规格。在返工之前，**应当[N1N2D3]**记录硬件缺陷。对于1级和2级产品的返工应该文档化，对于3级产品的返工**应当[N1N2D3]**文档化。手工焊接操作中对同一个焊点的二次烙铁焊接不应视为返工。

适当的焊接方法包括限定在连接上的时间和所施加的热量，对于防止组件分层和其它损伤非常关键。手工焊接的控制**应当[N1N2D3]**包括操作员培训、制程控制和管理，见1.10节员工熟练程度。

返工**应当[D1D2D3]**满足本标准所有适用的要求。

 **13.2 维修** 维修是以一种不确保遵从适用图纸/规格的方式，对缺陷性产品功能能力复原的作业。在未对差异进行文档化之前，**不应当[N1D2D3]**对硬件缺陷进行维修。**应当[N1D2D3]**根据制造商与用户之间的协议来确定维修方法。

13.3 返工/维修后的清洗 返工或维修后，如果必要，**应当[N1N2D3]**清洗组件。

工艺**应当[N1N2D3]**建立返工/维修清洗后的确认。

对于敷形涂覆的组件或不能浸入液体中进行测试的组件（如未保护的开口元器件）的返工/维修后的清洁度确认，**应当[N1P2D3]**建立工艺过程。这一过程可以是目视检查。

附录A 焊接工具和设备指南

通过工业实践已发现下列焊接工具和设备的选择与使用指南可有效地满足本标准要求，见1.7.3节。

A-1 研磨工具

刀、金刚砂布、砂纸、喷沙器、编织物、钢丝绒及其它不能用于待焊表面的研磨材料。

A-2 工作台和手工焊接系统

工作台和手工焊接系统的选择准则包括：

- 所选择的焊接系统要能够迅速加热焊接区，并且能够在整个焊接操作期间充分保持连接点的焊接温度范围。
- 在多个点对点或大热容焊接操作中，设备应该具有将温度控制在选定或所需温度的 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ [$\pm 18^{\circ}\text{F}$] 内的温度稳定性的能力。
- 最高[设定]温度的稳定性下降-应该定期检查，以验证焊接设备在焊接多种负载时能满足b所要求的在进行点对点焊接[如焊接多引脚器件]或大热容体焊接时的温度控制极限。

注：温度稳定性检查频率应该由遵守b要求的客观证据来规定。

- 复原过冲量的温度稳定性下降-应该使用点对点或大热容体焊接时的温度控制来检查，**不应当超过** b定义的极限。
- 焊接系统的烙铁头和工作台公共接地点之间的电阻不应该超过 5Ω 。加热元器件和烙铁是在正常工作温度下测量的。
- 从加热烙铁头到接地部位的交流（AC）和直流（DC）漏电流不应该对设备和元器件造成有害影响。
- 由焊接设备产生的烙铁头的瞬时电压峰值不应该超过 2V ($Z_{in} \geq \Omega$)。

该节适当指南也可用于非常规台式焊接设备，包括采用传导、对流、平行间距电阻、短路条电阻、热风、红外、激光功率器件或热转移等焊接技术的设备。要保证所用的工具不会因为它们的使用而导致有害的损伤。这些工具和设备在使用前要清洗，并应该在使用时保持清洁，无污垢、油脂、助焊剂、油渍和其它外来物质。其热源不能引起印制板或元器件的损坏。

A-3 加热焊接工具支架

焊接工具支架的类型要适合于使用的焊接工具。工具架应该使焊接工具的加热元器件和焊嘴无支撑，以避免其承受过量物理应力或热缩，并防止操作人员被灼伤。

A-4 擦拭垫

擦拭烙铁头再流焊接工具表面的海绵和擦拭垫制作材料不能有损可焊性或污染焊接工具表面。操作人员要保证海绵和擦拭垫没有有损于可焊性或污损焊接工具表面的污染物。

A-5 焊枪

不可使用手柄内装有变压器的焊枪。

A-6 焊料槽

焊料槽内的焊料温度应该保持在所选温度的 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ [$\pm 9^{\circ}\text{F}$] 范围内。焊料槽要接地。

A-7 操作和控制

所有设备都要按照制造商的推荐书进行操作，并为达到制造商规定的技术规范进行必要的校准。当为购买、检查新设备或维修旧设备而进行鉴定时，应该进行设备接地、保护及温度控制测试。

A-8 机械焊接系统

机械的自动焊接系统的设计应该：

- a. 能够预热印制线路组件。
- b. 在整个连续焊接操作过程中，能够保持组装件表面焊接温度在所选温度的 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ [$\pm 9^{\circ}\text{F}$] 范围内。
- c. 能够迅速加热被连接表面和在反复焊接操作期间仍能够使焊接温度保持在所选温度的 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ [$\pm 9^{\circ}\text{F}$] 范围。

热源不能造成对印制板或元器件的损伤；或当热源与待连接金属直接接触时，热源不能污染焊料。

应该根据用作用户审核的文档化工艺采用焊接设备。

A-8.1 传送设备 对于传送印制板通过预热、焊接和冷却阶段的装置，其所用的材料、设计和结构不能造成印制板、部件或元器件品质的下降，或造成对元器件的ESD造成损伤。

A-9 机器的维护

要维护和保养有关焊接工艺的机械设备，以确保其具有与原始设备制造商所建立的设计参数相应的能力和效率。维护的程序和时间应该形成文件，以进行可重复的生产加工。

附录B

最小电气间隙 – 导体间距

注：附录B引自IPC-2221印制板通用设计标准（1998年2月版），仅供参考。在本标准出版时期很通用。用户有责任确定IPC-2221的最新修订版本号并详细说明针对自己产品的应用要求。段落编号和表格编码均引自IPC-2221。

以下引自IPC-2221的描述仅适用于本附录：**1.4 解释 – “应当”**，动词的祈使态，用在本文件的任何地方都表示强制性的要求。

IPC-2221 – 6.3 电气间隙 指各层上导体之间只要可能应该最大化的距离。导体之间，导电图形之间，层间距离(Z轴)以及导电的材料（例如导电的标记或装配零件）与导体之间的最小距离**应当**符合表6-1，以及布设总图上的定义。

层与层之间导体的间距（Z-轴）应该与表6-1 Z-轴的最小间距的要求一致，在适当的认证合格后间距可能降低。

注：设计者应该意识到铜箔的侧面粗糙度决定了芯板相对两面的铜点之间最小介电距离。还可参见IPC-4101 中芯板的厚度和等级的偏差；IPC-4562中铜箔表面粗糙度类型；和IPC-6012中确定最小的介电厚度的方法。设计者应该注意不要使用最小介电距离的数值来确定印刷板的整体厚度。

关于影响电气间隙的工艺允差的信息，见第10章。

当混合电压出现在同一个板上而且它们需要分开进行电测试时，该特定区域**应当**在布设总图上或由相应的测试指标区分出来。当使用高电压尤其是200V以上的交流和脉冲电压时，推荐的距离**应当**将材料的介电常数和电容分布影响考虑进去。

对于500V以上的电压，表格里的值（每伏）必须加上500V时的数值。例如，B1型板600V的电气间隙按照下式计算为：

$$\begin{aligned} 600\text{V} - 500\text{V} &= 100\text{V} \\ 0.25\text{mm}[0.00984\text{in}] + (100\text{V} \times 0.0025\text{mm}) \\ &= 0.50\text{mm}[0.0197\text{in}] \text{ 间隙} \end{aligned}$$

当由于设计上的局限，需要考虑采用另外的导体间距时，在单一层上的导体间距（同一平面）**应当**尽可能大于表6-1要求的最小距离。板面的设计对于与高阻抗或高压电路相关的外层导体区域应该优先考虑给以最大的间距。这会因湿气凝结或高湿度引起的漏电问题减至最小。**应当**避免完全依靠涂覆来保持导体之间的高表面电阻。

IPC-2221 – 6.3.1 B1-内层导体 内层的导体到导体，以及导体到镀通孔在任何海拔高度的电气间隙要求，见表6-1。

IPC-2221 – 6.3.2 B2-外层导体，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以下 未涂覆的外层导体的电气间隙要求与用敷形涂覆保护而与外界污染物相隔离的导体大不相同。如果组装好的最终产品不打算采用敷形涂覆，那么对于应用在海拔3050米以下的产品，光板的导体间距**应当**按照这一档要求来设计。见表6-1。

IPC-2221 – 6.3.3 B3-外层导体，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以上 应用在海拔3050米以上未涂覆光板上的外层导体要求比B2类导体更大的电气间隙。见表6-1。

IPC-2221 – 6.3.4 B4-外层导体，永久性聚合物涂覆（任何海拔） 当组装好的板子不做敷形涂覆，而在光板上整板涂覆永久性聚合物时，将允许导体间距小于B2和B3类定义的未涂覆板的间距。不做

敷形涂覆的组件上连接盘与引线的电气间隙要求列在A6类。（见表6-1）。这种结构不适用于任何需要保护免受苛刻、湿气、污染的环境影响的应用。

一些典型应用是计算机、办公设备、通讯设备等在受控环境中运行的光板，光板的两面都涂覆了永久性聚合物。焊接组装之后不再做敷形涂覆，因此焊点没有任何覆盖。

注：为了保证该类型达到电气间隙要求，除焊接盘之外的所有导体应当被完全覆盖。

IPC-2221 – 6.3.5 A5-外层导体，组件经敷形涂覆（任何海拔） 装好的最终组件要做敷形涂覆的外层导体，应用在任何海拔高度，要求达到该类型规定的电气间隙。

整个最终组件采用敷形涂覆的典型应用是军事产品。除了用作阻焊剂，永久性聚合物涂覆不是很常用。如果两者同时使用，必须考虑永久性聚合物与敷形涂覆的兼容性。

IPC-2221 – 6.3.6 A6-外部元器件引线/端子，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以下 没有敷形涂覆的外部元器件引线/端子，要求达到该类型规定的电气间隙。

典型应用与前面B4类一样。B4/A6组合最常见于商业、无害环境应用中，为了获得高导体密度的好处，而采用永久性聚合物涂覆（也可称阻焊剂），或对元器件返工维修的可接受性不做要求的场合。

IPC-2221 – 6.3.7 A7-外部元器件引线/端子，敷形涂覆（任何海拔） 如光板上暴露的导体与涂覆的导体相比一样，涂覆的元器件引线和端子所需要的电气间隙小于未涂覆的引线和端子。

表6-1 导体电气间隙

导体间电压 (直流或交流峰值)	最小间隙						
	光板				组件		
	B1 ¹	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0-15	0.05mm [0.002in]	0.1mm [0.004in]	0.1mm [0.004in]	0.05mm [0.002in]	0.13mm [0.00512in]	0.13mm [0.00512in]	0.13mm [0.00512in]
16-30	0.05mm [0.002in]	0.1mm [0.004in]	0.1mm [0.004in]	0.05mm [0.002in]	0.13mm [0.00512in]	0.25mm [0.00984in]	0.13mm [0.00512in]
31-50	0.1mm [0.004in]	0.64mm [0.025in]	0.64mm [0.025in]	0.13mm [0.00512in]	0.13mm [0.00512in]	0.4mm [0.016in]	0.13mm [0.00512in]
51-100	0.1mm [0.004in]	0.64mm [0.025in]	1.5mm [0.0591in]	0.13mm [0.00512in]	0.13mm [0.00512in]	0.5mm [0.02in]	0.13mm [0.00512in]
101-150	0.2mm [0.0079in]	0.64mm [0.025in]	3.2mm [0.126in]	0.4mm [0.016in]	0.4mm [0.016in]	0.8mm [0.031in]	0.4mm [0.016in]
151-170	0.2mm [0.0079in]	1.25mm [0.0492in]	3.2mm [0.126in]	0.4mm [0.016in]	0.4mm [0.016in]	0.8mm [0.031in]	0.4mm [0.016in]
171-250	0.2mm [0.0079in]	1.25mm [0.0492in]	6.4mm [0.252in]	0.4mm [0.016in]	0.4mm [0.016in]	0.8mm [0.031in]	0.4mm [0.016in]
251-300	0.2mm [0.0079in]	1.25mm [0.0492in]	12.5mm [0.492in]	0.4mm [0.016in]	0.4mm [0.016in]	0.8mm [0.031in]	0.8mm [0.031in]
301-500	0.25mm [0.00984in]	2.5mm [0.0984in]	12.5mm [0.4921in]	0.8mm [0.031in]	0.8mm [0.031in]	1.5mm [0.0591in]	0.8mm [0.031in]
>500 计算见 6.3节。	0.0025mm/ v	0.005mm/ v	0.025mm/ v	0.00305mm/ v	0.00305mm/ v	0.00305mm/ v	0.00305mm/ v

注1：这些值是设定为环氧树脂玻璃纤维系统，其它的系统可能有不同的值。

附录C

J-STD-001 有关材料兼容性客观证据指南

概述

大多数电子组装操作是一系列的机械的、热的和化学的过程。它们对组件的长期性能和可靠性会产生潜在的负面影响。电子组装平均至少涉及20个不同的化学工艺，很多使用的是具有特别侵蚀性的化学品。为了准确地确认这些不同化学品混合后是否会对产品产生负面影响，制造商需要针对所选的材料检测化学作用。J-STD-001一直要求随时评审/审查“化学兼容性”的“客观证据”。困难的是，很少有人理解化学和电化学兼容性是什么意思，怎么去调查这种兼容性，将会产生什么级别的数据，什么类型的数据构成“客观证据”。本附录由J-STD-001的相关委员会拟制，提供了此方面的指导。

应该理解的是由于要考虑很多因素，这个专题的讨论比较复杂。在消费类电子产品、医疗生命支持系统，或航空器的动力控制模块中所需要的数据等级可能不同。材料供应商、制造商和用户之间的历史关系，也是决定所需客观数据是否合适的因素。

J-STD-001 参考资料

J-STD-001包括如下要求（与J-STD-001所有最新版本的要求相同）：

助焊剂：助焊剂应当[D1D2D3]符合J-STD-004或等效标准的要求。

助焊剂的活性等级应当[N1D2D3]符合松香（RO）、树脂（RE）或有机（OR）助焊剂材料的L0级和L1级要求，但ORL1不应当[N1D2D3]用于免清洗焊接。

当使用其它活性等级或其它助焊剂材料时，应当[N1D2D3]提供证明兼容性的测试数据。

注：此前按其它规范在焊接过程中经测试或鉴定合格的助焊剂或焊膏焊接工艺组合，不要要求进行另外的测试。

助焊剂涂覆：如果外涂助焊剂与含助焊剂芯的焊料联合使用时，助焊剂应当[所有类型]从清洗工艺和化学的角度来考虑其兼容性。

为什么这是一个关注点

助焊剂是由树脂、活性剂、粘合剂、流变剂等构成的复杂混合物。当供应商A的助焊剂（例如液体助焊剂）与供应商B的助焊剂（例如焊锡丝）混合，其化学组合结果对性能或可靠性的影响是不可预知的。分别来看，助焊剂A和B的性能也许是可接受的，但混合后其性能可能不尽人意。其产生的混合物，可能更难清洗，可能引起锡须生长，ICT测试可能探针难接触，免清洗工艺中可能产生腐蚀元素，等等。

所以，作为合格工艺的一部分，很多原始设备制造商（OEM）要求他们的供应商调查清楚这样的混合物。不同OEM的要求是不同的，因此数据的类型和量，应该由制造商和用户协商确定。

可接受的客观证据举例

历史数据

如果某制造商已经使用某种确定的材料多年，而没有发现与助焊剂残留相关的可靠性问题，这应该考虑作为客观证据。对于制成品，可追踪的记录证实了其现场的可靠性，该记录应该作为证据。要求这样一个制造商再次去做其它形式的测试不是J-STD-001的目的。

例如：一个航天制造商已经用同样的RMA焊膏/助焊剂/焊锡丝15年了，没有出现兼容性的问题，就不需要做其它的测试了。

产品合格测试数据

如果一个制造商生产的产品符合客户的需求并且通过了客户的合格测试，这可以作为客观证据使用。重点考虑合格测试中是否包含了能显示电化学失效的测试方法。如果很长一段时间的测试，没有包含高湿度环境下的带电测试，那么不良助焊剂残留物的电化学失效就不能证实。

例子1：一个2级消费类电子制造商的合格产品测试包括跌落（机械）冲击、热循环、振动和外观检查，而没有包含湿度因素，那么这样的测试将不被考虑为助焊剂兼容性的客观证据。

例子2：一个3级宇航OEM厂商，有一个FAA强制的产品合格测试要求，这些要求包括热循环、振动、外观检查、盐雾和湿度测试。由于这些测试包括助焊剂残留物对湿度和电气的负向反应的机会，若该测试成功通过，应该作为可接受的助焊剂兼容性的客观证据。

材料研究

通常有两种不同的材料研究方法，第一种方法是材料的特性测试，这种方法在消除其它外部因素情况下，研究材料之间的相互作用和影响。第二种方法是工艺特性测试，这里研究材料之间相互作用和影响包括工艺过程中化学物质和制造的累计影响。在这两种方法中，最期望的方法是工艺特性研究，这种方法可以有目的调查可接受的电化学兼容性的相互影响结果，包括所有其它工艺材料，如阻焊膜、助焊剂（线状、液体状、膏状）、底部填充材料、粘合剂、清洗材料和涂覆材料等。J-STD-001标准没有对两种方法进行区分，认为都是同等有效的。

大多数的助焊剂厂家都已经测试了他们自己的产品同别人产品的兼容性，这些测试可能包括按照IPC标准进行的离子色谱（IC）测试、表面绝缘（SIR）测试。如果一个组装厂只使用一个供应商的助焊剂，按照助焊剂供应商推荐的规则来使用，那么供应商提供的兼容性信息可以被认为是可接受的客观证据。如果装配厂不使用助焊剂厂推荐的规则使用，那么应该做一定程度的附加测试验证。这种附加的测试验证要在供应商和制造商间达成一致。

例如：助焊剂供应商A遵循J-STD-004标准规定的测试。在一块IPC-B-24测试板上印刷焊膏A，按照供应商的推荐方法进行再流焊，B-24板的梳形电极用带芯线的焊料A和液态的助焊剂A手工焊接。这样做的目的是为了检验焊膏残留物、带芯线的助焊剂残留物和液态助焊剂的残留物的相互影响。加工后的样品用SIR协议，在清洗后和未清洗后都进行测试。这里要遵循J-STD-004规定的SIR和外观评估标准。如果已经符合了J-STD-004规则，测试结果报告可以被认为是助焊剂兼容性的客观证据。

如果一个组装厂使用不同供应商的助焊剂，组装厂可以通过让助焊剂供应商或第三方独立的实验室参与，使用上面例子中提供的方法论对助焊剂进行合适的测试。如果测试符合J-STD-004规范，那么可以认为测试报告是可接受的客观证据。

这里要重点考虑的是制造商是否按照助焊剂供应商推荐的方法来使用助焊剂和焊膏。如果材料测试时要求助焊剂和焊膏的量有所限制，然而制造商在产品板上使用过量的助焊剂和焊膏，那么这些数据就会被怀疑。材料兼容性测试应该真实反映使用在产品板上实际的焊膏和助焊剂的量以保证科学有效。

IPC-9202测试

因为行业对于材料和工艺的兼容性问题已调查一段时间了，由于认为以前的测试方法不是最佳的，于是产生了一种新的方法。IPC-9202 Material and Process Characterization/Qualification Test Protocol for Assessing Electrochemical Performance 在2011年10月正式发布。

对制造商来说，没有必要让IPC-9202的数据与J-STD-001一致。这在以前版本的IPC-J-STD-001里面经常被误解。

在这篇文档里，已经说明了有好多种材料与工艺过程兼容性的方法，任何一种方法都可以被J-STD-001接受。如果制造商不知道如何去评估助焊剂的兼容性，客户不知道如何去评估助焊剂的兼容性，那么IPC-9202是一个很好的开始。

其它规范

贝尔通信研究实验室（Bellcore）的助焊剂兼容性测试已经纳入Telecordia文档GR-78-CORE中。通信行业已经使用文件中的助焊剂评定法制造产品许多年了。采用GR-78-CORE测试得出的助焊剂的组合，也将被视为可接受的客观证据。

在以前版本IPC-J-STD-001里，也有附录说明通过测试得到助焊剂兼容性客观证据的方法。从这些测试中得到的数据应该被视为可接受的客观证据。

一些公司用客户设计的测试板开发了一些数据包，用于离子的清洁度测试和/或表面绝缘电阻测试。这种情况下，测试报告应该包括测试板的通过或失败的标准以及标准是如何确定的。这样的一些测试数据，应该被视为可接受的客观证据。



定义提交/审批表

此表是为了及时收录行业中广泛使用的术语和定义，以修订本标准。欢迎个人或单位参与发表意见。请填写此表并反馈给：

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, IL 60015-1249
传真: 847 615.7105

申请人信息：

姓名: _____
公司名称: _____
所在城市: _____
所属国家: _____
电话号码: _____
日期: _____

- 新的术语及定义的申报.
- 对原有术语及定义的补充.
- 对原有术语及定义的修改.

术语	定义

如空间不足,请写在背面或附页上.

插图: 不适用 要求 待提供

包括: 电子文件名称: _____

适用此术语及定义的文件: _____

与此术语及定义相关的委员会: _____

由IPC 内部填写	
<p style="text-align: center;">IPC Office</p> <p>Date Received: _____</p> <p>Comments Collated: _____</p> <p>Returned for Action: _____</p> <p>Revision Inclusion: _____</p>	<p style="text-align: center;">Committee 2-30</p> <p>Date of Initial Review: _____</p> <p>Comment Resolution: _____</p> <p>Committee Action:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Accepted <input type="checkbox"/> Rejected <input type="checkbox"/> Accept Modify </p>
IEC Classification	
Classification Code • Serial Number	
Terms and Definition Committee Final Approval Authorization: Committee 2-30 has approved the above term for release in the next revision. Name: _____ Committee: <u>IPC 2-30</u> Date: _____	

此页留作空白



标准改善填写表

此表的目的在于让这标准的有关工业使用者向IPC技术委员会提供建议.

欢迎个人或集体对IPC提交建议.我们将会收集所有的建议并上交给相应的委员会.

IPC J-STD-001G CN

如果您能提供改善建议, 请填好下表并递至:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, IL 60015-1249
传真: 847 615.7105
电子邮件: answers@ipc.org

1. 我想对以下提出更改建议:

要求, 章节数
 那种测试方法 _____, 章节数 _____

以上章节数被证明为:

不清楚 不适用 有误的
 其他

2. 具体的更改建议:

3. 对于标准的其他改进建议:

提交人:

姓名

电话

公司

电子邮件

地址

城市/国家/洲

日期

此页留作空白



公司名称：	
会员类型：	会员编号：
入会日期：	到期时间：

IPC 会员资格申请表

感谢您申请加入 IPC 会员！IPC 是一家全球性电子行业协会，服务于包括电子产品设计、PCB、电子制造(EMS)、原始设备制造商(OEM)、为电子产品制造提供设备、材料、软件、测试、咨询、管理服务整个电子制造的上下游公司。IPC 依托全球范围内的会员实力，代表全球电子行业利益，促进市场信息交流、技术发展、业务合作，以推动会员企业提升核心竞争力并取得商业上的成功。

IPC 会员资格是对整个企业的，贵司的所有员工均可从 IPC 提供的技术、市场、行业、管理等资源中获益；IPC 有些资源只提供给会员企业，如理事会、市场调研项目、在线企业名录、原创性论文等。

您填写的信息，对于我们能更好地为贵司不同部门的员工提供所需的不同服务至关重要。申请表中所列的信息将全部收录到 CRM 系统中，以保证为贵司提供及时的服务资讯，请准确填写。

IPC 会员类别：

原始会员：任何电子行业内的企业及其所在的集团或关联企业，首次申请加入 IPC 会员，均是**原始会员**。

附加会员：公司所在的同一集团内，已有一家关联企业属于 IPC 会员，此次申请加入 IPC 会员，则为**附加会员**。

年销售额小于 500 万美元的企业会员：公司上一年度的销售额小于 500 万美元；在申请加入 IPC 会员时，需提供上一年度的财务证明，并且在 IPC 网站会员名录中，会注明贵司的年销售额小于 500 万美元。

非盈利组织：政府单位或学术科研机构等非盈利性组织，在申请加入 IPC 会员时，需提供政府部门颁发的非盈利单位的认定证明；

咨询公司：为电子行业提供咨询服务，员工小于 6 人的企业，申请加入 IPC 会员。

IPC 会员享有的权益包括：

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ 通过 IPC 网站会员专区(中英文)，查询近 3500 家会员企业信息、历年市场调研报告、海量业界专家和企业领袖的在线演讲及会议纪要和论文，使会员专区成为贵司进行拓展国际业务的营销平台。 ◆ 每年一次免费 CIS 培训(IPC 五大标准认证课程)。 ◆ IPC 新标准发布 90 天内，免费下载最新标准。 ◆ 享受出版物、活动、培训、展会、广告等产品的特价优惠。 ◆ 可参与 IPC 市场调研项目，免费获得调研报告。 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 列入在线会员名录及会员信息中。 ◆ 授权使用 IPC 会员 LOGO，在贵司的网站、宣传资料、名片等上面。 ◆ 享有 IPC MIT 电话咨询技术服务。 ◆ 有机会加入 IPC 理事会。 ◆ 可加入 IPC 的邮件技术论坛 TG-Asia(中文)或 TechNET(英文)。 ◆ 优先获取客户的购买咨询信息。 ◆ 更多会员权益，请登陆 www.ipc.org.cn |
|--|--|

会员注册公司信息

下列信息请准确、清晰填写，填写质量决定贵司是否能够及时、充分享受 IPC 会员的所有权益。

公司类型：

印制电路板制造商

生产和销售印制电路板(PCB)或其它电子互连产品。贵公司生产和销售哪些产品？

- 单面/双面/多层刚性印制板 挠性印制板(含刚/挠性结合板) 其它电子互连产品

电子制造服务 (EMS) 公司

根据合同要求, 生产印制电路组件, 也可提供其它电子互连产品。

原始设备制造商 (OEM)

采购、使用和/或自制的印制电路板或其它电子互连产品, 用来制造、销售最终产品。

主要产品:

行业供应商

为制造或组装电子互连产品提供所需的原材料、设备或服务。

贵司服务于哪个细分行业? PCB EMS 两个都有

贵司的产品:

政府机构/科研院校

关注电子互连产品的设计、研究、应用的非盈利性单位, 如政府机构、高等院校、科研院所等。

咨询公司

提供的咨询服务:

单位情况:

公司名称:	
地址:	
电话:	传真:
公司邮箱地址:	网址:
中国地区公司最高负责人的姓名:	职位:
E-MAIL:	

公司性质: 私营企业 国有企业 外商投资企业

1、目标市场 (请勾选贵司获得收益的主要市场, 可多选。)

- 军工 航空航天 通讯 医疗 汽车及交通工具 金融
 家用电器 计算机 船舶 仪器仪表 自动控制设备 能源
 工业制造设备 广播电视设备 个人消费电子 其它

2、公司管理人员职位或同等职位

A. 总裁或总经理		
姓名:	职位:	E-MAIL:
B. 生产制造副总或总监		
姓名:	职位:	E-MAIL:
C. 工程技术副总或总监		
姓名:	职位:	E-MAIL:
D. 营销副总或总监		

姓名：	职位：	E-MAIL:
-----	-----	---------

会员公司主要联系人

会员单位需指派一位主要联络人，主要联络人能判定公司不同部门对 IPC 技术、市场、行业、管理资源使用的需求。另外，主要联络人有责任及时更新公司信息，并在会员资格到期时办理会员更新事宜。

姓名：	性别：	电话：	职位：
部门：	E-MAIL:		

请填写下列领域负责的联系人信息，以便他们及时收到 IPC 发布的新技术、行业、市场、政策等资讯，充分享有 IPC 资源提供的会员权益。

A. 标准应用部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
B. 培训部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
C. 市场部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
D. 政府关系会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
F. 环境、健康与安全部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:

会费详情：

IPC 收到贵公司递交的会员申请表并收到会费之日起，贵公司开始享受所有 IPC 会员权益，并为贵司颁发会员证书、在线会员账号。会费为人民币。

请在以下项目中选择贵司的会员资格。

原始会员： <input type="checkbox"/> 一年期会员 RMB 7000 <input type="checkbox"/> 两年期会员 RMB 12600 (节省 10%)	IPC 银行资讯： 户名：爱比西认证咨询(青岛)有限公司 银行帐号：211720303789 开户行：中国银行青岛高科技工业园支行营业部
附加会员： (同一集团内已有另一家公司是 IPC 会员) <input type="checkbox"/> 一年期会员 RMB 5600 <input type="checkbox"/> 两年期会员 RMB 10080 (节省 10%)	
年销售额不超过 500 万美元的企业 <input type="checkbox"/> 一年期会员 RMB 4500 <input type="checkbox"/> 两年期会员 RMB 8100 (节省 10%)	
政府机构、学术机构、非盈利组织 <input type="checkbox"/> 一年期会员 RMB 2000 <input type="checkbox"/> 两年期会员 RMB 3600 (节省 10%)	
咨询公司 (员工少于 6 人) <input type="checkbox"/> 一年期会员 RMB 5000 <input type="checkbox"/> 两年期会员 RMB 9000 (节省 10%)	

请把填好的表格发送给为您服务的 IPC 会员联系人：

电话：021-22210000 或 4006218610，邮箱：BDACHINA@ipc.org

此页留作空白



GET AHEAD ...

with IPC Training & Certification Programs

Smart decisions and top-notch quality are critical to success — particularly in the highly competitive, ever-changing electronic interconnection industry. Training alone may help with your quality initiatives, but when key employees actually have an industry-recognized certification on industry standards, you can leverage that additional credibility as you pursue new customers and contracts.

Through its international network of licensed and audited training centers, IPC — Association Connecting Electronics Industries® offers globally recognized, industry-traceable training and certification programs on key industry standards. Developed by users, academics and professional trainers, IPC programs reflect a standardized industry consensus. In addition, the programs are current: Periodic recertification is required, and course materials are updated for each document revision with support from the same industry experts who contributed to the standard.

Why Pursue Certification?

Investing in IPC training and certification programs can help you:

- Demonstrate to current and potential customers that your company considers rigorous quality control practices very important.
- Meet the requirements of OEMs and electronics manufacturing companies that expect their suppliers to have these important credentials.
- Gain valuable industry recognition for your company and yourself.
- Facilitate quality assurance initiatives that have become important in international trading.

Choose From Two Levels of Certification

Two types of certification are available, each of which is a portable credential granted to the individual in the same manner as a degree from a college or trade school.

Certified IPC Trainer (CIT) — Available exclusively through IPC authorized training centers, CIT certification is recommended for individuals in companies, independent consultants and faculty members of education and training institutions. Upon successful completion of this train-the-trainer program, candidates are eligible to deliver CIS training. They also receive materials for conducting application-level (CIS) training.

Certified IPC Application Specialist (CIS) — CIS training and certification is recommended for any individual who uses a standard, including operators, inspectors, buyers and management.

Earn Credentials on Five Key IPC Standards

Programs focused on understanding and applying criteria, reinforcing discrimination skills and supporting visual acceptance criteria in key standards include:

- IPC-A-610, *Acceptability of Electronic Assemblies*
- IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*
- IPC/WHMA-A-620, *Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies*

Programs covering standards knowledge plus development of hands-on skills include:

- J-STD-001, *Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies*
- IPC-7711/IPC-7721, *Rework of Electronic Assemblies/Repair and Modification of Printed Boards and Electronic Assemblies*

Get Started by Contacting Us Today

More than 250,000 individuals at thousands of companies worldwide have earned IPC certification. Now it's your turn! For more information, including detailed course information, schedules and course fees, please visit www.ipc.org/certification to find the closest authorized training center.



Association Connecting Electronics Industries



3000 Lakeside Drive, Suite 105 N
Bannockburn, IL 60015

847-615-7100 **tel**
847-615-7105 **fax**
www.ipc.org

ISBN #978-1-61193-344-4

IPC 中国
电话: 400-621-8610
邮箱: BDACHina@ipc.org
网址: www.ipc.org.cn

青岛 上海 深圳 北京 苏州 成都