

联合工业标准

元器件引线、端子、
焊片、接线柱和
导线的可焊性测试



IPC/ECA J-STD-002C附修订本1



元器件引线、端子、焊片、 接线柱和导线的可焊性测试

IPC组装与连接工艺委员会（5-20）元器件和导线可焊性技术规范任务组（5-23b）及电子元器件、组件和材料协会（ECA）焊接技术委员会（STC）联合开发

由IPC TGA_{Asia} 5-23CN 技术组翻译



取代：

J-STD-002C - 2007年12月

J-STD-002B - 2003年2月

J-STD-002A - 1998年10月

J-STD-002 - 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：

ECA

2500 Wilson Boulevard
Arlington, VA 22201
Phone (703) 907-8024
Fax (703) 875-8908

IPC

3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, IL 60015-1249
Phone (847) 615-7100
Fax (847) 615-7105

鸣谢

IPC组装与连接工艺委员会（5-20）元器件和导线可焊性技术规范任务组（5-23b）及电子元器件、组件和材料协会（ECA）焊接技术委员会（STC）全体成员共同努力开发出了此项标准。任何包含复杂技术的标准都要有大量的资料来源，感谢他们为此做出的无私奉献。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IPC元器件和导线可焊性技术规范任务组及ECA焊接技术委员会的主要成员。然而我们不得不提到IPC TGA Asia 5-23CN技术组的成员，他们力求译文文字的信达雅，为此标准中文版的翻译、审核付出了艰苦的劳动。我们在此一并对上述各有关组织和个人表示衷心的感谢。

组装与连接工艺委员会	元器件和导线可焊性技术规范任务组	ECA焊接技术委员会
主席 Leo P. Lambert EPTAC 公司	主席 David D. Hillman Rockwell Collins	主席 Michael Lauri IBM 公司
副主席 Renee J. Michalkiewicz Trace 实验室（东部）	副主席 Dennis Fritz MacDermid公司	
IPC元器件和导线可焊性技术规范任务组（5-23b）及ECA焊接技术委员会成员		
Dr. Donald Abbott, Sensata Technologies	Phillip Chen, L-3 Communications Electronic Systems	Prakash Kapadia, Celestica International Inc.
David C. Adams, Rockwell Collins	Dr. Beverley Christian, Research In Motion Limited	Dr. Christian Klein, Robert Bosch GmbH
Dale Albright, Winslow Automation aka Six Sigma	Ted Coler, Vishay Dale	Connie M. Korth, Kimball Electronics Group
Greg Alexander, Ascentech, LLC	David J. Corbett, Defense Supply Center Columbus	Richard E. Kraszewski, Kimball Electronics Group
Francis Anglade, Metronelec	Charles Dal Currier, Ambitech Inc.	Vijay Kumar, Lockheed Martin Missile & Fire Control
Gail Auyeung, Celestica International Inc.	Gordon Davy, Best Manufacturing Practices Center of Excellence	Mark A. Kwoka, Intersil Corporation
Chris Ball, Valeo Inc.	Mary Dinh, Northrop Grumman Space Systems Division	Patrick Kyne, Defense Supply Center Columbus
Mary Carter Berrios, Kemet Electronics	Glenn Dody, Dody Consulting	Harjinder Ladhar, Solelectron Corporation
James D. Bielick, IBM Corporation	Richard M. Edgar, Tec-Line Inc.	Leo P. Lambert, EPTAC Corporation
Joseph Biernacki, Stackpole Electronics, Inc.	Theodore Edwards, Dynaco Corp.	Michael Lauri, IBM
Christine Blair, STMicroelectronics Inc.	Robert Furrow, Alcatel-Lucent	Carl Lindquist, SOC America, Inc.
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant Machinery, Inc.	Gerald Gagnon, Bose Corporation	Laird Macomber, Cornel Dubilier Electronics
Dr. Edwin Bradley, Motorola Inc.	Dr. Reza Ghaffarian, Jet Propulsion Laboratory	James F. Maguire, Intel Corporation
Jason Bragg, Celestica International Inc.	Andrew Giamis, Andrew Corporation	Karun Malhotra, Murata Electronics
Dr. Peter Bratin, ECI Technology, Inc.	Jean Gordon, Fairchild Semiconductor	Jack McCullen, Intel Corporation
Michael Cannon, TDK	Hue T. Green, Lockheed Martin Space Systems Company	Len Metzger, Panasonic Industrial Company
Dennis Cantwell, Printed Circuits Inc.	Michael Griffith, KOA Speer Electronics, Inc.	Renee J. Michalkiewicz, Trace Laboratories - East
Thomas Carroll, Boeing Aircraft & Missiles	Gerald J. Griswold, Texas Instruments, Inc.	Michael Milbrath, BH Electronics
Dr. Srinivas Chada, Medtronic Microelectronics Center	Dr. Carol A. Handwerker, Purdue University	Dr. Kil-Won Moon, NIST
Calette Chamness, U.S. Army Aviation & Missile Command	Shirley He, CEPREI	David E. Moore, Defense Supply Center Columbus
Laya Chen, Microtek (Changzhou) Laboratories	Steven A. Herrberg, Raytheon Systems Company	Terry L. Munson, Foresite, Inc.
	Dr. Christopher Hunt, National Physical Laboratory	Suzanne F. Nachbor, Honeywell Aerospace Minneapolis

Graham Naisbitt, Gen3 Systems Limited	John H. Rohlfing, Delphi Electronics and Safety	William Lee Vroom, Thomson Consumer Electronics
Gary Nicholls, Enthone Inc. - Cookson Electronics	William R. Russell, Raytheon Professional Services LLC	Karl F. Wengenroth, Enthone Inc. - Cookson Electronics
Benny Nilsson, Ericsson AB	David F. Scheiner, Kester	George Wenger, Andrew Corporation
Debora L. Obitz, Trace Laboratories - East	Jeff Seekatz, Raytheon Company	Robert Wettermann, BEST Inc.
Gerard A. O'Brien, Solderability Testing & Solutions, Inc.	William Sepp, Technic Inc.	Vicka White, Honeywell Inc.
Stephen Olster, Mini-Systems, Inc.	Joseph L. Sherfick, NSWC Crane	Keith Whitlaw, Consultant
Michael Paddack, Boeing Company	Lowell Sherman, Defense Supply Center Columbus	Maureen Williams, NIST
Dr. J. Lee Parker, JLP	Bradley Smith, Allegro MicroSystems Inc.	Russell T. Winslow, Winslow Automation aka Six Sigma
Mel Parrish, STI Electronics	Paco Solis, Foresite, Inc.	Jere Wittig, HFK Precision Metal Stamping Corporation
Bihari Patel, MacDermid, Inc.	Roger Su, L-3 Communications	Linda Woody, Lockheed Martin
Michael Pavlov, ECI Technology, Inc.	Fujiang Sun, Huawei Technologies Co., Ltd.	Missile & Fire Control
John W. Porter, Multicore Solders Ltd.	Keith Sweatman, Nihon Superior Co., Ltd.	Yung-Herng Yau, Enthone Inc. - Cookson Electronics
John M. Radman, Trace Laboratories - East	Michael Toben, Rohm and Haas Electronic Materials	Jason Young, Kemet Electronics Corporation
Jim R. Reed, Dell Inc.	Dr. Brian J. Toleno, Henkel Corporation	Michael W. Yuen, Microsoft Corporation
Chris Reynolds, AVX Corporation	David Toomey, Vishay Sprague	Dr. Adam Zbrzezny, AMD
David Richardson, Vishay	Sanford	

IPC TGA Asia 5-23CN技术组成员

贺光辉（主席）	信息产业部电子第五研究所（中国赛宝实验室）	陈燕琼	北京航星科技开发公司
陈 燕（副主席）	麦可罗泰克(常州)实验室	李娅婷	霍尼韦尔航空事业部
李淑荣	北京航星科技开发公司	宫立军	深圳市兴森快捷电路科技股份有限公司
杨举岷	北京航星科技开发公司	朱海鸥	杭州华三通信技术有限公司
邹雅冰	信息产业部电子第五研究所（中国赛宝实验室）	赵松涛	深圳市易思维科技有限公司
邱宝军	信息产业部电子第五研究所（中国赛宝实验室）	朱 明	中兴通讯股份有限公司
刘玉飞	上海英顺达科技有限公司	陆晓东	Metronelec上海办公室
朱雄云	上海三奥尼斯电子有限公司	王燕梅	美维科技集团附属机构东莞生益电子有限公司
李瑞娟	中兴通讯股份有限公司	蔡铭超	杭州华三通信技术有限公司
孙 磊	中兴通讯股份有限公司	马 鑫	深圳亿钺达工业有限公司
何大鹏	华为技术有限公司	于超伟	华为技术有限公司
高 峰	华为技术有限公司	刘湘龙	兴森快捷电路科技股份有限公司(广州)
蓝焕升	中兴通讯股份有限公司	饶国华	珠海元盛电子科技股份有限公司
付红志	中兴通讯股份有限公司	刘府芳	伟创力制造（珠海）
刘佳毅	杭州华三通信技术有限公司	康来辉	深圳市拓普达资讯有限公司
姚东强	深圳市深南电路有限公司	吴 波	深圳易瑞来科技开发有限公司
汪 洋	信息产业部电子第五研究所（中国赛宝实验室）	徐金华	深圳亿钺达工业有限公司

目 录

1 范围	1	3.4.3 待测试表面	6
1.1 范围	1	3.5 焊料槽要求	6
1.2 目的	1	3.5.1 焊料温度	6
1.2.1 应当和应该	1	3.5.2 焊料杂质控制	6
1.2.2 文件优先顺序	1	4 测试程序	6
1.3 测试方法分类	1	4.1 助焊剂的使用	6
1.3.1 具有外观验收标准的测试	1	4.2 具有外观验收标准的测试	7
1.3.2 力度测量测试	1	4.2.1 测试A - 锡/铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（引线、导线等）	7
1.4 涂覆层耐久性	2	4.2.1.1 仪器	7
1.5 用于测试A、B、C、A1、B1和C1的仲裁验证浸焊 ..	2	4.2.1.1.1 焊料槽	7
1.6 限制	2	4.2.1.1.2 浸入装置	7
1.7 合同协议	2	4.2.1.2 准备	7
2 引用文件	2	4.2.1.3 程序	7
2.1 行业标准	2	4.2.1.4 评定	7
2.1.1 IPC	2	4.2.1.4.1 放大倍数	8
2.1.2 国际电工委员会	2	4.2.1.4.2 接受/拒收要求	8
2.2 政府	2	4.2.2 测试B - 锡/铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（无引线元器件）	9
2.2.1 联邦	2	4.2.2.1 仪器	9
3 要求	2	4.2.2.1.1 焊料槽	9
3.1 术语及定义	2	4.2.2.1.2 垂直浸入装置	9
3.2 材料	3	4.2.2.2 准备	9
3.2.1 焊料	3	4.2.2.3 程序	9
3.2.2 助焊剂	3	4.2.2.4 评定	9
3.2.2.1 助焊剂的维护	3	4.2.2.4.1 放大倍数	9
3.2.3 助焊剂去除	3	4.2.2.4.2 接受/拒收要求	9
3.2.4 标准铜缠绕导线	3	4.2.3 测试C - 锡/铅焊料 - 缠绕导线测试（焊片、接触片、端子、大直径多股导线）	10
3.2.5 水	4	4.2.3.1 仪器	10
3.3 设备	4	4.2.3.1.1 焊料槽	10
3.3.1 蒸汽老化设备	4	4.2.3.1.2 浸入装置	10
3.3.2 焊料槽	4	4.2.3.2 准备	10
3.3.3 光学检查设备	4	4.2.3.3 程序	10
3.3.3.1 仲裁放大倍数	4	4.2.3.4 评定	11
3.3.4 浸入装置	5	4.2.3.4.1 放大倍数	11
3.3.5 计时装置	5	4.2.3.4.2 接受/拒收要求	11
3.4 测试准备	5	4.2.4 测试D - 锡/铅或无铅焊料 - 金属层耐溶蚀性测试	12
3.4.1 试样的准备和表面条件	5	4.2.4.1 仪器	12
3.4.1.1 蒸汽老化分类	5	4.2.4.1.1 焊料槽	12
3.4.2 蒸汽老化	5		
3.4.2.1 老化后的干燥	6		
3.4.2.2 设备维护	6		

4.2.4.1.2 浸入装置	12	4.2.8.3 程序	16
4.2.4.1.3 方位（浸入角度）	12	4.2.8.4 评定	16
4.2.4.2 准备	12	4.2.8.4.1 放大倍数	16
4.2.4.3 程序	12	4.2.8.4.2 接受/拒收要求	16
4.2.4.4 评定	12	4.2.9 测试S1 - 无铅焊料 - 表面贴装工艺模 拟测试	17
4.2.4.4.1 放大倍数	12	4.2.9.1 仪器	17
4.2.4.4.2 接受/拒收要求	12	4.2.9.1.1 模板/丝网	17
4.2.5 测试S - 锡/铅焊料 - 表面贴装工艺模 拟测试	13	4.2.9.1.2 焊膏涂敷工具	17
4.2.5.1 仪器	13	4.2.9.1.3 测试基板	17
4.2.5.1.1 模板/丝网	13	4.2.9.1.4 无铅再流焊设备	17
4.2.5.1.2 焊膏涂敷工具	13	4.2.9.2 准备	17
4.2.5.1.3 测试基板	13	4.2.9.3 步骤	17
4.2.5.1.4 锡/铅再流焊设备	13	4.2.9.4 评定	17
4.2.5.2 准备	13	4.2.9.4.1 放大	17
4.2.5.3 程序	13	4.2.9.4.2 接受/拒收要求	17
4.2.5.4 评定	13	4.3 力度测量测试	18
4.2.5.4.1 放大	13	4.3.1 测试E - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料槽 测试（有引线元器件）	18
4.2.5.4.2 接受/拒收要求	13	4.3.1.1 仪器	18
4.2.6 测试A1 - 无铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测 试（引线、导线等）	14	4.3.1.1.1 浸入装置	18
4.2.6.1 仪器	14	4.3.1.2 准备	18
4.2.6.1.1 焊料槽	14	4.3.1.3 程序	18
4.2.6.1.2 浸入装置	14	4.3.1.4 评定	18
4.2.6.2 准备	14	4.3.1.4.1 放大	18
4.2.6.3 程序	14	4.3.1.4.2 接受/拒收标准	18
4.2.6.4 评定	14	4.3.1.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R） 协议	19
4.2.6.4.1 放大倍数	14	4.3.2 测试F - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料槽测 试（无引线元器件）	20
4.2.6.4.2 接受/拒收要求	14	4.3.2.1 仪器	20
4.2.7 测试B1 - 无铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察 测试（无引线元器件）	15	4.3.2.1.1 浸入装置	20
4.2.7.1 仪器	15	4.3.2.2 准备	20
4.2.7.1.1 焊料槽	15	4.3.2.3 程序	20
4.2.7.1.2 垂直浸入装置	15	4.3.2.4 评定	20
4.2.7.2 准备	15	4.3.2.4.1 放大	20
4.2.7.3 程序	15	4.3.2.4.2 接受/拒收标准	20
4.2.7.4 评定	15	4.3.2.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R） 协议	20
4.2.7.4.1 放大倍数	15	4.3.3 测试G - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料球测试	21
4.2.7.4.2 接受/拒收要求	15	4.3.3.1 仪器	21
4.2.8 测试C1 - 无铅焊料 - 缠绕导线测试（焊 片、接触片、端子、大直径多股导线）	16	4.3.3.1.1 浸入装置	21
4.2.8.1 仪器	16	4.3.3.2 材料	21
4.2.8.1.1 焊料槽	16	4.3.3.2.1 助焊剂	21
4.2.8.1.2 浸入装置	16	4.3.3.2.2 焊料	21
4.2.8.2 准备	16		

4.3.3.2.3 试样	21	4.3.6.4.1 放大	26
4.3.3.3 程序	21	4.3.6.4.2 建议标准	26
4.3.3.3.1 焊料的温度	21	5 注意事项	27
4.3.3.3.2 助焊剂涂敷	21	5.1 活性助焊剂的使用	27
4.3.3.3.3 浸入角度、浸入深度和浸入速度	21	5.2 大热容元器件	27
4.3.3.3.4 预热	21	5.3 抽样计划	27
4.3.3.4 评定	21	5.4 安全注意事项	27
4.3.3.4.1 放大	21	5.5 浮力修正	27
4.3.3.4.2 建议标准	21	5.6 加速蒸汽老化限制	27
4.3.4 测试E1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件）	24	附录A 元器件的关键表面	28
4.3.4.1 仪器	24	附录B 评估辅助	37
4.3.4.1.1 浸入装置	24	附录C 最大理论润湿力的计算	42
4.3.4.2 准备	24	附录D 计算润湿曲线下面积的积分值	44
4.3.4.3 程序	24	附录E 生厂商名录	45
4.3.4.4 评定	24	附录F J-STD-002/J-STD-003委员会关于可焊性测试采用活性助焊剂合理性的公开信	47
4.3.4.4.1 放大	24	附录G 润湿称量测试中焊料润湿曲线参数图示	49
4.3.4.4.2 接受/拒收标准	24	附录H 使用铜箔试样时，润湿称量量具的可重复性和可再现性（GR&R）测试协议	52
4.3.4.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议	24		
4.3.5 测试F1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件）	25		
4.3.5.1 仪器	25		
4.3.5.1.1 浸入装置	25		
4.3.5.2 准备	25		
4.3.5.3 程序	25		
4.3.5.4 评定	25		
4.3.5.4.1 放大	25		
4.3.5.4.2 接受/拒收标准	25		
4.3.5.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议	25		
4.3.6 测试G1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料球测试	26		
4.3.6.1 仪器	26		
4.3.6.1.1 浸入装置	26		
4.3.6.2 材料	26		
4.3.6.2.1 助焊剂	26		
4.3.6.2.2 焊料	26		
4.3.6.2.3 试样	26		
4.3.6.3 程序	26		
4.3.6.3.1 焊料的温度	26		
4.3.6.3.2 助焊剂涂敷	26		
4.3.6.3.3 浸入角度、浸入深度和浸入速度	26		
4.3.6.3.4 预热	26		
4.3.6.4 评定	26		

图

图3-1 刻度线实例	4
图4-1 浸入示意图	7
图4-2 表面贴装有引线元器件浸入焊料的角度	8
图4-3 通孔元器件浸入焊料的深度	8
图4-4 无引线元器件浸入深度	9
图4-5 可接受的可焊接线柱图	10
图4-6 不可焊的接线柱图	10
图4-7 可接受的可焊多股导线图	10
图4-8 显示有不完整填充的部分可焊多股导线图	10
图4-9 润湿称量装置	18
图4-10 A组润湿曲线	19
图4-11 B组润湿曲线	19
图4-12 元器件和浸入角度（直接引自IEC 60068-2-69）	23
图A-1 “J”形引线元器件	28

图A-2	被动元器件	29
图A-3	鸥翼形元器件	30
图A-4	无引线芯片载体 LCC	31
图A-5	“L”形引线元器件	32
图A-6	通孔元器件—扁平插针	33
图A-7	通孔元器件—圆形插针	34
图A-8	裸焊盘封装	35
图A-9	仅底部有端子的元器件	35
图A-10	面阵列元器件关键表面	36
图B-1	缺陷尺寸辅助图	37
图B-2	可焊性缺陷类型	38
图B-3	5%可允许针孔面积的评估辅助图	39
图B-4	5%可允许针孔面积的评估辅助图	40
图B-5	可焊性覆盖率指南	41
图C-1	132I/O的PQFP引线的周长和体积	43

表

表1-1	元器件引线 and 端子的蒸汽老化类别	2
表3-1	助焊剂成分	3
表3-2	蒸汽温度要求	4
表3-3	根据元器件类型选择可焊性测试方法	5
表3-4	焊料槽杂质含量最大限值	6
表4-1	模板厚度要求	13
表4-2	再流焊参数要求	13
表4-3	模板厚度要求	17
表4-4	无铅再流焊参数要求	17
表4-5	润湿称量参数和建议评定标准	19
表4-6	元器件的浸入角度及浸入深度（直接 引自IEC 60068-2-69）	22
表4-7	润湿称量参数和建议评定标准	23
表3-1	助焊剂成分	47

元器件引线、端子、焊片、接线柱和导线的可焊性测试

1 范围

1.1 范围 本标准规定了用于评定电子元器件引线、端子、实芯导线、多股导线、焊片和接触片可焊性的测试方法、缺陷定义及验收标准，并附有相关图表。本标准还包括金属层耐溶蚀性/退润湿的测试方法。本标准适用于供应商和用户。

1.2 目的 评定可焊性是为了验证元器件引线和端子的可焊性是否能满足本标准规定的要求，而且还要确定贮存对元器件焊接到互连基板上无不利影响。在制造元器件、用户接收元器件时、或在组装和焊接前，确定其可焊性。

确定金属层耐溶蚀性是为了验证端子镀层在整个组装焊接工艺期间仍能保持其完整性。

1.2.1 应当和应该 “应当”一词用于本文件中对材料、准备、工艺控制、焊接连接的验收或测试方法有要求的任何地方。“应该”一词为推荐性建议，用于反映仅作为指南的常规行业惯例和程序。

1.2.2 文件优先顺序 在有冲突的情况下，以如下降序方式明确所采用文件的优先顺序：

1. 用户与供应商协议的采购合同。
2. 反映用户详细要求的设计总图或总组装图。
3. 用户引用或合同协议引用本文件J-STD-002。
4. 客户指定的其他文件。

1.3 测试方法分类 本标准描述了评定元器件引线或端子可焊性所采用的测试方法。除非供应商和用户双方另有协议，否则，测试A、测试B、测试C、测试D和测试S适用于锡铅焊接工艺，测试A1、测试B1、测试C1、测试D和测试S1适用于无铅焊接工艺，上述测试方法作为评定可焊性的默认方法。

1.3.1 具有外观验收标准的测试

测试A – 焊料槽/浸焊观察测试（有引线元器件和多股导线），锡铅焊料（见4.2.1节）

测试B – 焊料槽/浸焊观察测试（无引线元器件），锡铅焊料（见4.2.2节）

测试C – 缠绕导线测试（焊片、接触片、钩形引线和塔形接线柱），锡铅焊料（见4.2.3节）

测试D – 金属层耐溶蚀性/退润湿测试，锡铅焊料和无铅焊料（见4.2.4节）

测试S – 表面贴装工艺模拟测试，锡铅焊料（见4.2.5节）

测试A1 – 焊料槽/浸焊观察测试（有引线元器件和多股导线），无铅焊料（见4.2.6节）

测试B1 – 焊料槽/浸焊观察测试（无引线元器件），无铅焊料（见4.2.7节）

测试C1 – 缠绕导线测试（焊片、接触片、钩形引线和塔形接线柱），无铅焊料（见4.2.8节）

测试S1 – 表面贴装工艺模拟测试，无铅焊料（见4.2.9节）

1.3.2 力度测量测试

测试E – 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件），锡铅焊料（见4.3.1节）

测试F – 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件），锡铅焊料（见4.3.2节）

测试G – 润湿称量焊球测试，锡铅焊料（见4.3.3节）

测试E1 – 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件），无铅焊料（见4.3.4节）

测试F1 – 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件）无铅焊料（见4.3.5节）

测试G1 – 润湿称量焊球测试 无铅焊料（见4.3.6节）

这些测试方法（1.3.2）仅限用于评估。所收集的数据应该提交至IPC润湿称量任务组，以便进行对比和分析。在用户和供应商之间没有协议的情况下，**不应当**将测试E、F、G、E1、F1和G1用作验收/拒收标准。

1.4 涂覆层耐久性 下列指南确定了每类蒸汽老化所需要的保证条件，但并不是规范要求（见表1-1）。涂覆层耐久性指南描述了三种常用的应用范围，并未包含所有产品可能的具体应用条件。用户和供应商需要就涂覆层耐久性的要求达成一致意见。对于锡基涂层，第3类涂覆层耐久性为其默认条件。

1类 - 最低水平的涂覆层耐久性 从测试时算起在短期内（如：最多6个月）将被焊接的表面，其可能会暴露于最低程度的热环境中。（见5.6节）

2类 - 典型涂覆层耐久性 从测试时算起经过一定时间后将被焊接的表面，其在焊接前可能会暴露于有限的热环境中。（见5.6节）

3类 - 最高水平的涂覆层耐久性（锡基涂层默认类别） 贮存时间超过6个月或者是多次暴露于热环境下其可焊性可能会下降的表面（见5.6节）。

表1-1 元器件引线和端子的蒸汽老化类别

1类	2类	3类
无蒸汽老化要求	蒸汽老化 1h±5min	蒸汽老化 8h±15min

1.5 用于测试A、B、C、A1、B1和C1的仲裁验证浸焊 当端子的浸入部分呈现出异常现象，如表面粗糙或残渣或不当的焊料浸入诱发的异常现象，有必要对这些可疑的异常现象进行仲裁验证浸焊。重新检验后，如果异常现象消失的话，不可将这种异常现象确认为可拒收的外观表面缺陷。如果这种异常现象仍存在，无论面积大小，都应当将其归类为拒收的可焊性缺陷。这一步骤只可用于每批产品的一个元器件。连续要求采用仲裁验证浸焊步骤，说明不是测试步骤、检查分析不当，就是元器件质量差。

1.6 限制 本标准不应当作为引线和端子预上锡的生产步骤。元器件的可焊性测试是一种破坏性测试，而且被测元器件不应该用于功能性的电气评定。可焊性测试后的元器件的使用只应当由用户与供应商协商确定（AABUS）。

1.7 合同协议 如果规定的测试参数不合适或不充分，供应商和用户双方可协商选用替代参数。

1. www.ipc.org
2. www.iec.ch

2 引用文件

下列文件的现行有效版本构成本文件在此限定范围内的组成部分。

2.1 行业标准

2.1.1 IPC¹

- IPC-T-50 电子电路互连与封装术语及定义
- IPC-TR-464 用于可焊性评估的加速老化及附录
- 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-TM-650 测试方法手册

2.1.2 国际电工委员会²

- IEC 60068-2-69 环境测试—第2-69部分：测试—测试Te：表面贴装电子元器件（SMD）的可焊性测试——润湿称量方法。

2.2 政府

2.2.1 联邦

- (CID) A-A-59551 导线、电气、铜（非绝缘）

3 要求

3.1 术语及定义 本文件所适用的术语和定义均应当符合IPC-T-50。本标准中标有星号（*）的术语直接引自IPC-T-50。

退润湿* 熔融焊料涂覆在金属表面上然后焊料回缩，导致形成由焊料薄膜覆盖且未暴露金属基材的区域分隔开的不规则焊料堆的状况。

元器件金属层溶蚀（浸析）： 浸入熔融焊料后，金属镀层从金属基材/基板材料流失或被去除。

平衡润湿： 润湿力与重力达到平衡时的润湿程度。

注：当润湿称量曲线平展开，斜率为零时就会显示出这种润湿（见图4-10）。

不润湿，焊料* 熔融的焊料部分附着于它所接触的表面，同时暴露出一些金属基材。

针孔* 完全穿透一层材料形成小孔形式的缺陷。

可焊性* 金属被熔融焊料润湿的能力。

焊接连接针孔* 由焊料连接表面渗入到焊接连接内尺寸不定的空洞内的小孔。

焊料润湿* 焊料在金属基材上形成相对均匀、光滑、连续的附着膜。

3.2 材料 所有的化学材料均**应当**为商用级或更好。为了防止污染，**应当**经常使用新的溶剂。

3.2.1 焊料 对于锡铅测试，焊料成分**应当**为符合J-STD-006要求的Sn60/Pb40或Sn63/Pb37。测试期间，**应当按照**3.5.2节的要求维持焊料的成分及其杂质含量。

测试S中所用的锡铅焊膏成分**应当**为符合J-STD-005要求的Sn60/Pb40或Sn63/Pb37，粒度为-325/+500，助焊剂类型为ROL1。焊膏**应当**满足制造商技术规范中的贮存和保质期要求。可根据用户和供应商的协定在测试S中使用用户在具体生产中实际采用的焊膏产品。

对于无铅测试，焊料成分**应当**为符合J-STD-006要求的Sn96.5Ag3.0Cu0.5（SAC305），用户和供应商可协定使用其它无铅焊料合金。

测试S1中所用的无铅焊膏成分**应当**为符合J-STD-005要求的Sn96.5Ag3.0Cu0.5（SAC305），粒度为-325/+500目，助焊剂类型由用户和供应商协商确定。焊膏**应当**满足制造商技术规范中的贮存和保质期要求。用户和供应商可协商使用其它无铅焊膏。可根据用户和供应商的协议在测试S1中使用用户在具体生产中实际采用的焊膏产品。

3.2.2 助焊剂 锡铅可焊性测试所用助焊剂**应当**为1号标准活性松香助焊剂，其成分为：将重量比为25%±0.5%的松香和重量比为0.15%±0.01%的二乙胺盐酸盐（CAS 660-68-4）溶解于重量比为74.85%±0.5%的异丙醇中（见表3-1）。

无铅可焊性测试所用助焊剂**应当**为2号标准活性松香助焊剂，其成分为：将重量比为25%±0.5%的松香和重量比为0.39%±0.01%的二乙胺盐酸盐（CAS 660-68-4）溶解于重量比74.61%±0.5%的异丙醇中（见表3-1）。

表3-1 助焊剂成分

构 成	成分的重量百分比	
	1号助焊剂	2号助焊剂
松香	25±0.5	25±0.5
二乙胺盐酸盐 (CAS 660-68-4)	0.15±0.01	0.39±0.01
异丙醇 (IPA) (CAS67-63-0)	余量	余量
氯当量	0.2	0.5

附录E为工业测试助焊剂产品生产商名录。

为测试C和C1而制备的标准铜缠绕导线所用的助焊剂（见3.2.4节）**应当**符合J-STD-004中ROL1类型助焊剂的要求。这种助焊剂**应当**仅限于制备标准缠绕导线，而**不应当**用于本标准任何方法的可焊性测试。

3.2.2.1 助焊剂的维护 1号和2号标准活性松香助焊剂不使用时，**应当**密封贮存，使用8小时后丢弃；或助焊剂比重**应当**维持在0.843±0.005，温度为25±2 °C[77±3.6 °F]，使用一周后丢弃。

3.2.3 助焊剂去除 在进行可焊性评定之前，用于清洗引线 and 端子上助焊剂的材料**应当**能够去除可见的助焊剂残留物（见5.4节）。清洗后的表面**不应当**有机械损伤。

3.2.4 标准铜缠绕导线 4.2.3.2节中规定的标准缠绕导线**应当**是由符合（CID）A-A-59551要求的S类、软的或是冷拉退火的未涂覆的材料制成，并按照下面的工艺制备。

缠绕导线的标称直径**应当**为0.6mm[0.023in]。缠绕导线的制备过程**应当**如下：

- a. 拉直导线，并将导线切割成适宜长度（最短为50mm[1.9in]）。
- b. 浸入适当清洗剂（例如：异丙醇）中2分钟，以去除油脂。
- c. 在室温下，在含有氟硼酸10% HBF_4 （体积）的水中清洗5分钟，同时进行搅拌。操作时要小心。

- d. 漂洗去除酸，步骤如下：
- 1. 用常温水漂洗两次（去离子水或蒸馏水）
 - 2. 用异丙醇漂洗两次
 - 3. 自然干燥。
- e. 浸入J-STD-004规定的ROL1类型助焊剂中。
- f. 对于锡铅焊料，浸入 $245\pm5^{\circ}\text{C}$ [$473\pm9^{\circ}\text{F}$]的熔融焊料中5秒钟。对于无铅焊料，浸入 $255\pm5^{\circ}\text{C}$ [$491\pm9^{\circ}\text{F}$]的熔融焊料中5秒钟。

按照3.2.3节的要求清洗或漂洗，以去除或溶解残留的助焊剂。

标准缠绕导线如果不立即使用时，要将其贮存在干净、有盖的容器中。在涂覆后，标准绕线的使用寿命**不应当**超过30天。

3.2.5 水 用于蒸汽老化的水**应当**为蒸馏水或去离子水。

3.3 设备 下列设备适用于本标准所述的两种或两种以上的可焊性测试方法。专门用于某一测试方法的设备，在第四章有关具体测试方法的章节中予以说明。

3.3.1 蒸汽老化设备 蒸汽老化箱**应当**由非腐蚀性材料制成，如：硅酸硼玻璃、石英玻璃、不锈钢或PTFE。试样夹具**应当**是不容易发生电腐蚀反应的。容器应该是绝缘的。**应当**根据表3-2的要求维持老化等级下的蒸汽温度。

表3-2 蒸汽温度要求

海拔高度	当地平均沸点 (°C)	蒸汽温度限值 (°C)
0-305m	100	93±3
305-610m	99	92±3
610-914m	98	91±3
914-1219m	97	90±3
1219-1524m	96	89±3
1524-1829m	95	88±3

应当采取防止压力过大的安全措施和保持适当水位的措施。这两种情况都不**应当**导致蒸汽冷却至低于规定温度。冷凝水**应当**自由滴落回水中。应该特别注意尽量减少冷凝水与试样之间的接触。

3.3.2 焊料槽 所有适用的测试**应当**使用恒温控制的静态焊料槽。焊料槽**应当**具有足够的尺

寸，以便容纳试样和足够的焊料，以保持测试期间的焊料温度，并防止杂质含量超过限值（见3.5.1节和3.5.2节）。至少应该使用750g焊料。
注：当使用无铅焊料合金时，应该采取预防措施以防止由于金属侵蚀损坏焊料槽。

3.3.3 光学检查设备 所有要求目检的测试方法**应当**使用具有10倍放大倍数、配备有刻度线或等效装置的放大装置进行测量（见各项测试方法）。图3-1显示了刻度线的实例。**应当**使用无影灯光进行适当的检验。

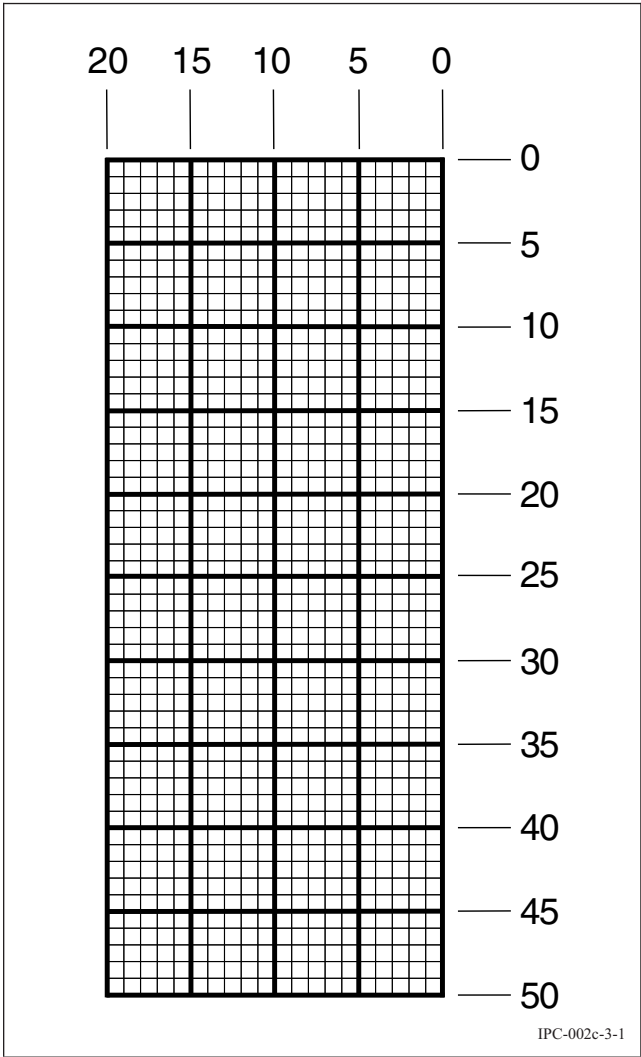


图3-1 刻度线实例

3.3.3.1 仲裁放大倍数 仲裁放大倍数**应当**为30倍。对于细节距有引线元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），裁放大倍数**应当**为70倍。仲裁条件**应当**只用于验收在检验放大倍数下被拒收的产品。

3.3.4 浸入装置 浸焊装置应当是机械式的或机电式的，能够按照4.2.1至4.2.9节的规定控制浸入和提出速度、停留时间和浸入深度。夹具的设计应当可以防止过多的助焊剂残留在夹具中，并能使热损耗最小化和确保测试结果的可再现性。

3.3.5 计时装置 计时装置应当是自动的，适用时，能满足测试方法的精度要求。

3.4 测试准备

3.4.1 试样的准备和表面条件 应当在相当于实际组装焊接时的条件下对所有的元器件引线或端子进行测试。应当采用不会引起污染的方式处理待测试样表面，也不应当擦拭、清洗、刮削或研磨待测试的引线或端子。

应当在适用的采购文件中规定引线或端子的专门制备要求，如测试前的弯曲或重新定向。如果必须去除多股线上的绝缘皮时，应当采用不会使导线的各股线松散或受损的方式。

3.4.1.1 蒸汽老化分类 用户应当向供应商指定所要求的涂覆层耐久性（见1.4节），并将此作为采购协议的一部分。应当按照表1-1的要求进行加速蒸汽老化。应当按照表3-3进行可焊性测试。

3.4.2 蒸汽老化 在涂敷助焊剂和进行可焊性测试之前，2类和3类涂层耐久性的所有试样应当在3.3.1节所述条件下且蒸汽温度低于当地沸点7℃[12.6°F]的设备中进行老化（见表3-2）。

将待测试的所有元器件置于蒸汽老化箱内，试样的引线或端子**不应当**触碰到老化箱腔壁，这样形成的冷凝水就不会从引线或端子排放到封装体，比如：对于双列封装，采取“引线向下”（dead bug）的方式放置在老化箱内。

不应当将试样堆叠放置于老化箱内，这样会限制其表面暴露于蒸汽中。试样距老化箱外壁**应当**大于10mm[0.39in]，同时**不应当**接触老化箱内腔壁。此外，试样的任意一部分都**应当**距离水面40mm[1.57in]以上。

表3-3 根据元器件类型选择可焊性测试方法

测试方法	缠绕导线	通孔组装	表面贴装		
			无引线	J形引线	鸥翼形引线
具有外观验收标准的测试					
A – 浸焊观察测试（有引线元器件和多股导线），锡铅焊料 A1 – 浸焊观察测试（有引线元器件和多股导线），无铅焊料		X		X	X
B – 浸焊观察测试（无引线元器件），锡铅焊料 B1 – 浸焊观察测试（无引线元器件），无铅焊料			X		
C – 缠绕导线测试，锡铅焊料 C1 – 缠绕导线测试，无铅焊料	X				
D – 金属层耐腐蚀性/退润湿测试，锡铅焊料和无铅焊料			X	X	X
S – 表面贴装工艺模拟测试，锡铅焊料 S1 – 表面贴装工艺模拟测试，无铅焊料			X	X	X
力度测量测试					
E – 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件），锡铅焊料 E1 – 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件），无铅焊料		X		X	X
F – 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件）锡铅焊料 F1 – 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件）无铅焊料			X		
G – 润湿称量焊球测试，锡铅焊料 G1 – 润湿称量焊球测试，无铅焊料			X	X	X

3.4.2.1 老化后的干燥 完成了蒸汽老化后，应当从老化箱内立即取出试样，自然干燥。应当在从老化箱中取出试样后的72小时内，对其进行可焊性测试。

3.4.2.2 设备维护 在使用前，应当用去离子水或蒸馏水或过氧化氢清洗蒸汽老化装置，以清除任何累积的残留物。这种清洗应该在蒸汽老化完成后的5个工作日内进行。

3.4.3 待测试表面 应当按照测试方法（见附录A）评定待焊接引线或端子的关键区域的可焊性。关键区域应当包括芯片载体的底部端子和城堡形端子及分立器件的所有待焊接表面。按照方法A测试的通孔元器件引线应当有25mm[0.98 in]的部分用于评定可焊性；如整个引线小于25 mm[0.98in]，则评定整个引线的可焊性（见4.2.1.4节）。应当按照表3-3选择测试方法。

按照方法D测试的表面在浸入期间应当完全浸入熔融焊料中（见4.2.4节）。

3.5 焊料槽要求

3.5.1 焊料温度 锡/铅可焊性测试应当在焊料温度为245±5 °C[473±9 °F]时进行。无铅可焊性测试应当在焊料温度为255±5 °C[491±9 °F]进行。对于测试方法D，锡/铅或无铅焊料合金温度应当为260±5 °C[500±9 °F]。

3.5.2 焊料杂质控制 用于可焊性测试的焊料槽内的焊料应当进行化学或光谱分析，或每隔30个工作日进行更换。杂质含量的限值和锡含量必须在表3-4规定的范围内。如果测试结果显示杂质含量未接近限值，则可以延长分析时间的间隔。测试期间，应当维持无铅焊料的成分包括杂质含量，同时根据合金要求调整银及铜元素的含量。

注：一个工作日为焊料处于使用和熔融状态下的连续8个小时；或焊料处于使用和熔融状态下未滿8个小时，同样计为一个工作日。

如果杂质含量超过表3-4规定的限值，则应当更换焊料，并应当缩短焊料分析时间间隔。应当开发并实施规范化的抽样计划，以证明对焊料杂质的过程控制。

表3-4 焊料槽杂质含量最大值

杂质	锡铅合金中杂质最大重量百分比 ^(1, 2)	无铅合金中杂质最大重量百分比 ^(3, 4)
铜	0.300	1.000
金	0.200	0.200
镉	0.005	0.005
锌	0.005	0.005
铝	0.006	0.006
铋	0.500	0.500
铁	0.020	0.020
砷	0.030	0.030
铌	0.250	0.250
银	0.100	4.000
镍	0.010	0.010
铅	不适用	0.100

- 注：
- 1. 焊料中锡含量应当维持在所用合金标称含量的±1%内，锡含量的测试频次应当与铜/金杂质含量的测试频次相同。焊料槽中的剩余成分应当为铅及上表列出的其它金属。
 - 2. 铜、金、镉、锌及铝杂质总含量不应当超过0.4%。但对无铅合金不适用。
 - 3. 焊料中的锡含量应当保持在使用的标称合金的±1%范围内。锡含量的测试频次应当与铜/银含量的测试频次相同。焊料槽中的剩余成分应当为铅及上表列出的其它金属。
 - 4. 杂质最大值适用于符合J-STD-006要求的Sn96.5Ag3.0Cu0.5（SAC 305）。其它无铅合金/杂质最大限值的采用可由用户和供应商协商确定。

4 测试程序

4.1 助焊剂的使用 应当按照3.2.2节的要求使用助焊剂。应当在引线和端子上均匀涂敷助焊剂，而且助焊剂应当覆盖待测试表面。助焊剂应当置于室温下。4.1节应当应用于所有下列测试：A、B、C、D、E、F、G、A1、B1、C1、E1、F1、G1，但不应当应用于测试S和S1，这两项测试要求使用焊膏，而非单独使用助焊剂。

通孔插装轴向、径向及多引线元器件的引线应当以与助焊剂表面垂直的角度浸入助焊剂中。表面贴装有引线元器件或无引线元器件的引线或端子应当以与助焊剂表面呈20°-45°的角度浸入助焊剂中。待测试表面应当浸入助焊剂中5-10秒钟。任何可能形成的助焊剂液滴应当采用吸取的方法去除，要注意不能去除待测试表面上的助焊剂涂层。对于小型被动表面贴装器件，可以（但是不要求）从表面上吸取助焊剂液滴。在浸入焊料前，应当允许被测试的试样干燥5-20秒。但是在实际浸入动作之前，试样不应当停留在焊料槽上（不预热）。

4.2 具有外观验收标准的测试

4.2.1 测试A - 锡/铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（引线、导线等） 本测试适用于有引线元器件、实芯导线和最小直径大于0.254mm[0.01in]多股导线的焊料槽/浸焊观察测试。

4.2.1.1 仪器

4.2.1.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.1.1.2 浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度都应当保持在4.2.1.3节规定的测试极限值内。通孔元器件引线应当保持垂直于焊料表面。有引线的表面贴装元器件应当以与焊料表面呈20°-45°的（或90°，如果达成协议）角度浸入焊料中（见图4-2）。对于任何给定的元器件类型，这个角度应当保持一致。摆动、振动和其它剧烈的移动应当尽可能最小。

***注：**图4-1所示焊料工作台内的焊料温度应当为：

- a) 对于锡铅焊料测试， $245\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$473\pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$],
- b) 对于无铅焊料测试， $255\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$491\pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$]。

4.2.1.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.1.3 程序

- a. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- b. 应当将涂覆有助焊剂的试样浸入熔融焊料中，对于有引线通孔元器件，浸入深度应当使熔融焊料表面距元器件本体或底座面1.27mm[0.050in]以内（取距离元器件本体更远者，见图4-3）。
- c. 浸入和提出速度为 $25\pm 6\text{mm}$ [$0.984\pm 0.24\text{in}$]/每秒，停留时间为 $5+0/-0.5$ 秒（见5.2节）。
- d. 试样取出后应当保持在测试状态，并使焊料在空气中冷却凝固。
- e. 在检查前，应当按照3.2.3节要求，去除所有引线上的可见助焊剂残留物。

4.2.1.4 评定

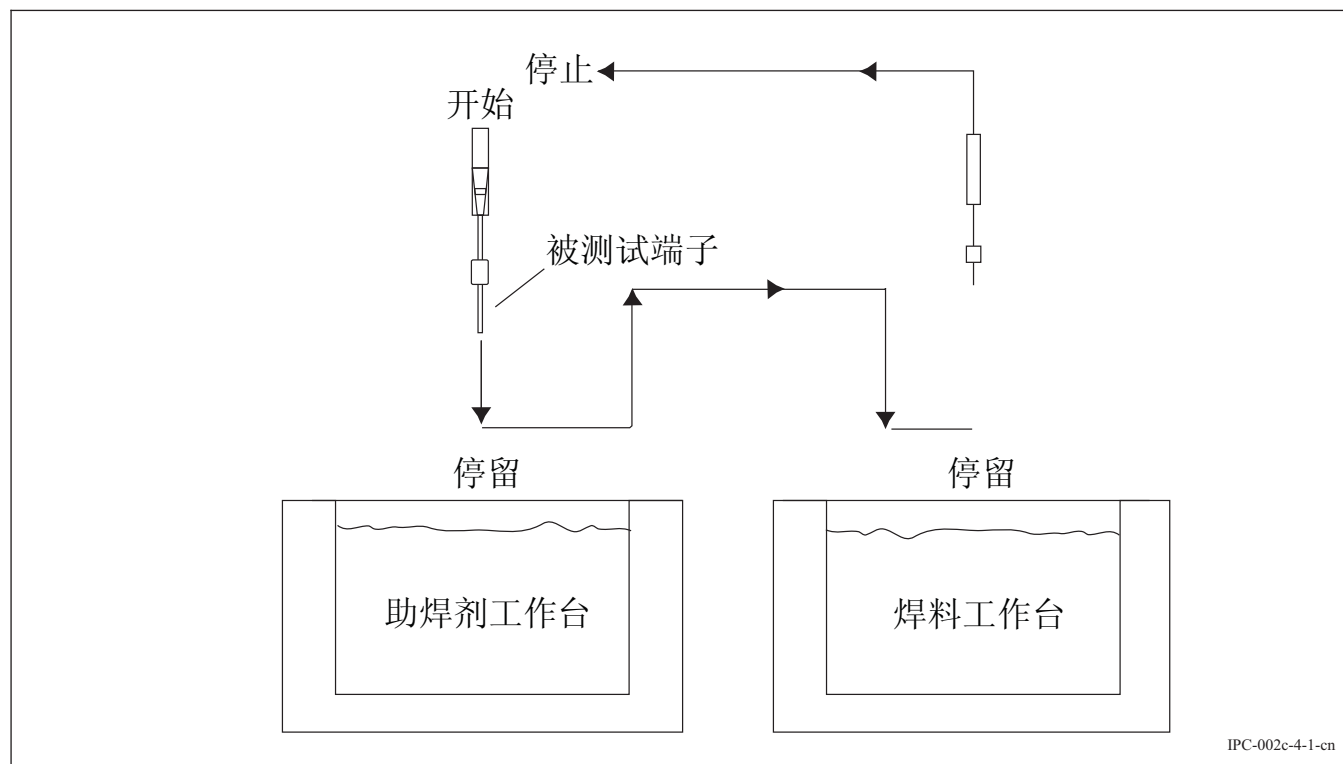


图4-1 浸入示意图

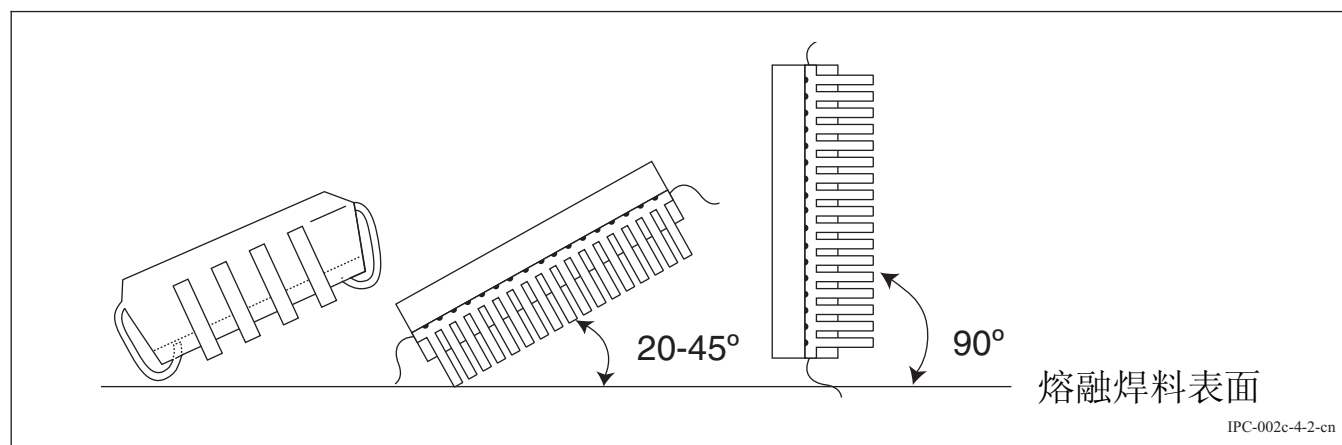


图4-2 表面贴装有引线元器件浸入焊料的角度

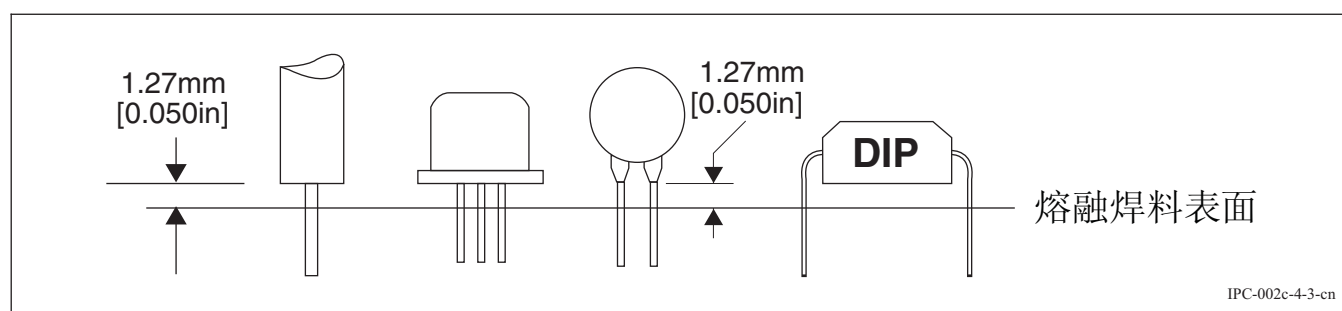


图4-3 通孔元器件浸入焊料的深度

4.2.1.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距有引线元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.1.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊

盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面贴装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

4.2.2 测试B - 锡/铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（无引线元器件） 本测试适用于无引线元器件的焊料槽/浸焊观察测试。

4.2.2.1 仪器

4.2.2.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.2.1.2 垂直浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电一体的浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度应当在4.2.2.3节规定的测试极限值范围内。表面贴装无引线元器件应当以与熔融焊料表面呈20°-45°的角度浸入焊料中，而分立片式元器件和裸焊盘封装的浸入角度应当为90°。如果用户与供应商之间另有协议，可以采用其它浸入角度。

4.2.2.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.2.3 程序

- 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- 涂覆有助焊剂的试样应当浸入熔融焊料中，浸入深度至少为0.10mm[0.039in]（见图4-4）。

浸入速度和提出速度为 $25 \pm 6 \text{ mm} [0.984 \pm 0.24 \text{ in}] / \text{秒}$ ，停留时间为 $5 + 0 / - 0.5$ 秒。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

- 试样取出后应当保持在测试状态，并使焊料在空气中冷却凝固。
- 在检查前，应当按照3.2.3节要求，去除所有端子上的可见助焊剂残留物。

4.2.2.4 评定

4.2.2.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.2.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面组装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

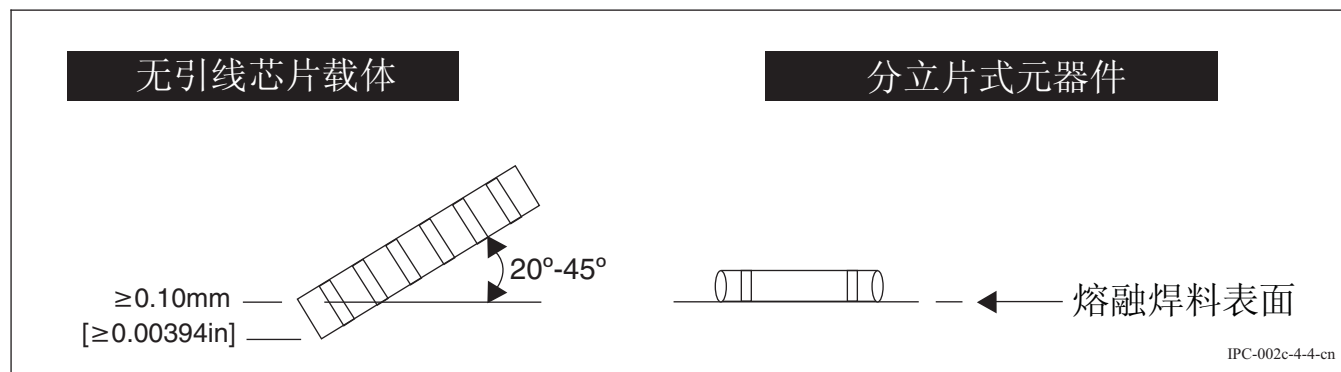


图4-4 无引线元器件浸入深度

4.2.3 测试C - 锡/铅焊料 - 缠绕导线测试（焊片、接触片、端子、大直径多股导线） 本测试适用于焊片、接触片、接线柱、直径大于1.016mm [0.040in]的多股导线和直径大于1.143mm [0.045in]的实芯导线。

4.2.3.1 仪器

4.2.3.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.3.1.2 浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度都应当保持在4.2.3.3节规定的测试极限值内。摆动、振动和其它无关的移动应当最小化。

4.2.3.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

- 用于焊片、接触片、接线柱、直径大于1.016mm [0.040in]的多股导线和直径大于1.143mm [0.045in]的实芯导线的标准可焊导线，应当用标准导线缠绕所有试样待测试部分1.5匝。
- 应当采用如3.2.4节描述的标准缠绕导线的缠绕方式（备注：a），使导线不会在浸入焊料期间移动。图4-5至图4-8所示为这种导线缠绕方式的实例。
- 如必要，关于试样待缠绕部分的特殊操作规程应当在单独的技术规范中规定。
- 对于为连接直径小于0.6mm [0.024in]导线而设计的焊片和接触片，3.2.4节中规定的标准铜缠绕导线的尺寸应当与为焊片和接触片设计的导线尺寸相同。

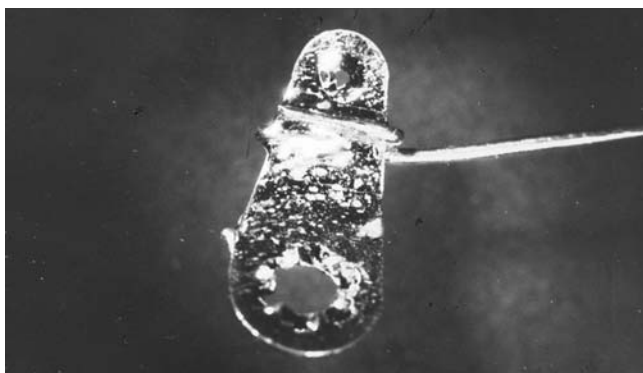


图4-5 可接受的可焊接线柱图

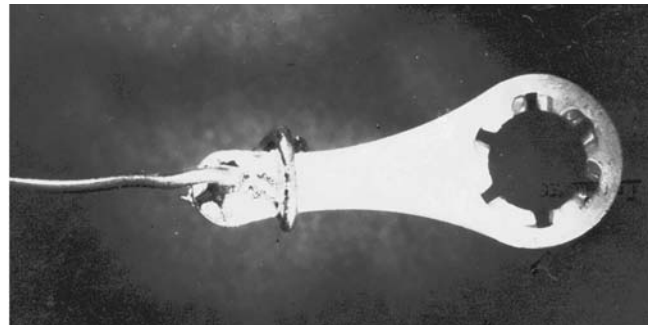


图4-6 不可焊的接线柱图

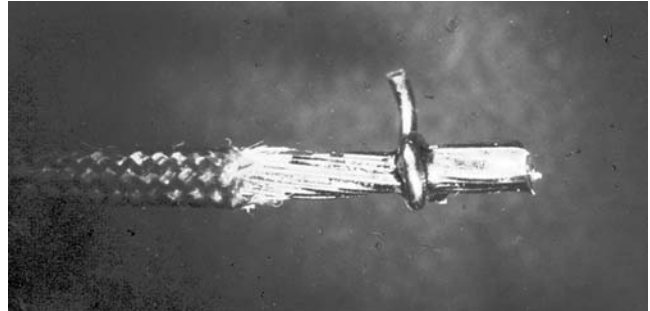


图4-7 可接受的可焊多股导线图

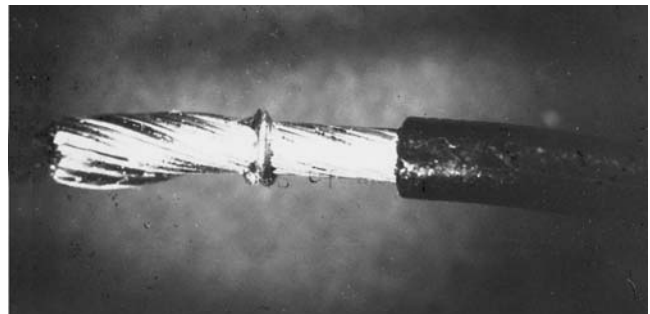


图4-8 显示有不完整填充的部分可焊多股导线图

4.2.3.3 程序

- 助焊剂应当置于室温下，且应当符合3.2.2节要求。
- 端子应当浸入助焊剂中，浸入深度至少要覆盖待测试表面。
- 待测试的表面浸入焊料中的时间应当为5-10秒，并应当沥干10-60秒。
- 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- 浸入速度和提出速度为每秒 $25 \pm 6\text{mm}$ [$0.984 \pm 0.24\text{in}$]，停留时间为 7 ± 0.50 秒。
- 应当将元器件固定于浸入装置中，涂覆有助焊剂的端子只浸入熔融焊料中一次，浸入深度应当与4.2.3.3节b点的规定相同。

- g. 在浸入处理后，**应当**使元器件在空气中冷却。
- h. 在检查前，**应当按照**3.2.3节要求，去除所有端子上的可见助焊剂残留物。

4.2.3.4 评定

4.2.3.4.1 放大倍数 **应当**使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查部件。

4.2.3.4.2 接受/拒收要求 对于焊片、接触片、接线柱、直径大于1.016mm[0.040in]的多股导

线、直径大于1.143mm[0.045in]的实芯导线，其可焊性的可接受要求如下：

- a. 缠绕导线与端子之间的填充总长度至少有95%**应当**与端子表面相切，且无缺陷，如针孔。
- b. 参差不齐或不连贯的切线表明是缺陷。

在有争议的情况下，有缺陷的填充长度百分比**应当**通过实际测量来确定。见附录B中的图B-4，其可作为评估允许的5%缺陷的辅助图。

4.2.4 测试D - 锡/铅或无铅焊料 - 金属层耐溶蚀性测试 本测试是为了揭示由于下列任一情况是否有可能损失可焊性:

- a. 不可焊基材上的金属层溶蚀（显示为润湿性缺失）或。
- b. 金属基材上杂质的累积（显示为退润湿）。

4.2.4.1 仪器

4.2.4.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.4.1.2 浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度都应当保持在4.2.4.3节规定的测试极限值内。

4.2.4.1.3 方位（浸入角度） 所有元器件应当采用垂直运动方式浸入，以确保待焊表面完全浸入焊料。

4.2.4.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.4.3 程序

- a. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- b. 涂覆有助焊剂的元器件金属层只应当浸入熔融焊料中一次，浸入深度应当至少能完全覆盖被测试的端子。
- c. 浸入角度应当在20°-45°之间。
- d. 浸入速度和提出速度为每秒 $25\pm6\text{mm}[0.984\pm0.24\text{in}]$ ，停留时间为 30 ± 5 秒。

4.2.4.4 评定

4.2.4.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件（ $0.5\text{mm}[0.020\text{in}]$ 节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.4.4.2 接受/拒收要求 耐溶蚀性/退润湿的可接受要求为：可焊金属层暴露于熔融焊料后，只应当有小于5%的部分呈现出裸露的底层、不润湿的金属基材或金属层或陶瓷基板部分。

4.2.5 测试S - 锡/铅焊料 - 表面贴装工艺模拟测试 本测试模拟了再流焊工艺中表面贴装元器件的实际性能。

4.2.5.1 仪器

4.2.5.1.1 模板/丝网 应当使用具有适合于被测试端子的焊盘图形开口的模板/丝网。除非供应商和用户之间另有协定，否则，模板标称厚度应当符合表4-1要求。

表4-1 模板厚度要求

模板标称厚度	元器件引线节距
0.10mm[0.00394in]	<0.508mm[<0.020in]
0.15mm[0.00591in]	0.508mm-0.635mm[0.020-0.025in]
0.20mm[0.00787in]	>0.635mm[>0.025in]

4.2.5.1.2 焊膏涂敷工具 应当使用橡胶或金属刮刀装置，将焊膏涂敷在模板/丝网上。

4.2.5.1.3 测试基板 应当使用标称厚度为0.635mm[0.025in]的陶瓷基板进行测试。如果供应商和用户之间有协定，可以使用其它不可润湿的基板。

4.2.5.1.4 锡/铅再流焊设备 应当使用可达到锡/铅焊膏再流温度的红外/对流再流焊炉、汽相再流焊系统或烘箱。除非供应商和用户之间另有协定，否则，再流焊参数应当符合表4-2的要求。

4.2.5.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.5.3 程序

- a. 按照3.2.1的要求，将焊膏施加到模板/丝网上，通过使用橡胶/金属刮刀经一次行程的推刮使焊膏从端子图形印刷至测试基板。

- b. 小心的移开模板/丝网，避免刮花印刷好的焊膏。
- c. 确认印刷的焊膏图形与待测试的器件端子一致。
- d. 将被测试元器件端子置于印刷好的焊膏上。
- e. 在适当的放大倍数下确认元器件的位置。
- f. 将测试基板放到适当的再流焊设备中，实施再流焊接。
- g. 再流焊后，小心地取出贴装有元器件的基板，并使其冷却至室温。
- h. 取下基板上的元器件。由于助焊剂残留物的作用，元器件引线可能与基板轻微粘附。
- i. 在检查前，应当根据3.2.3节的要求，去除所有引线上的可见助焊剂残留物。在去除助焊剂残留物过程中，应该注意不要损坏引线。

4.2.5.4 评定

4.2.5.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小）检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.5.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面贴装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

表4-2 再流焊参数要求

	温度	时间
汽相再流焊	215-219 °C[419-426 °F]	焊膏再流后，停留30-60秒
红外/对流再流焊	150-170 °C[302-338 °F]预热	50-70秒
	215-230 °C[419-446 °F]再流	50-70秒
烘箱	215-230 °C [419-446 °F]	2-5分钟（确保焊膏完全再流）

注：表4-2的再流参数值用于可焊性测试，与潮湿敏感度等级再流测试参数无关。

4.2.6 测试A1 - 无铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（引线、导线等） 本测试适用于有引线元器件、实芯导线和最小直径大于0.254mm[0.01in]多股导线的焊料槽/浸焊观察测试。

4.2.6.1 仪器

4.2.6.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.6.1.2 浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度都应当保持在4.2.6.3节规定的测试极限值内。通孔元器件引线应当保持垂直于焊料表面。有引线的表面贴装元器件应当以与焊料表面呈20°-45°的（或90°，如果达成协议）角度浸入焊料中（见图4-2）。对于任何给定的元器件类型，该角度应当保持一致。摆动、振动和其它剧烈的移动应当尽可能最小。

4.2.6.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.6.3 程序

a. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。

b. 应当将涂覆有助焊剂的试样浸入熔融焊料中，对于有引线通孔元器件，浸入深度应当使熔融焊料表面距元器件本体或至底座面1.25mm[0.049in]以内（取距离元器件本体更远者）。（见图4-3）。

c. 浸入和提出速度为 25 ± 6 mm[0.984 $\pm$ 0.24in]/每秒，停留时间为5+0/-0.5秒（见5.2节）。

d. 试样取出后应当保持在测试状态，并使焊料在空气中冷却凝固。

e. 在检查前，应当按照3.2.3节要求，去除所有引线上的可见助焊剂残留物。

4.2.6.4 评定

4.2.6.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距有引线元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.6.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面贴装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

4.2.7 测试B1 - 无铅焊料 - 焊料槽/浸焊观察测试（无引线元器件） 本测试适用于无引线元器件的焊料槽/浸焊观察测试。

4.2.7.1 仪器

4.2.7.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.7.1.2 垂直浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电一体的浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度应当在4.2.7.3节规定的测试极限值范围内。表面贴装无引线元器件应当以与熔融焊料表面呈20°-45°的角度浸入焊料中，而分立片式元器件和裸焊盘封装的浸入角度应当为90°。如果用户与供应商之间另有协议，可以采用其它浸入角度。

4.2.7.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.7.3 程序

- a. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- b. 涂覆有助焊剂的试样应当浸入熔融焊料中，浸入深度至少为0.10mm[0.039in]（见图4-4）。

浸入速度和提出速度为 $25 \pm 6 \text{ mm} [0.984 \pm 0.24 \text{ in}] / \text{秒}$ ，停留时间为 $5 + 0 / - 0.5$ 秒。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

- c. 试样取出后应当保持在测试状态，并使焊料在空气中冷却凝固。
- d. 在检查前，应当按照3.2.3节要求，去除所有端子上的可见助焊剂残留物。

4.2.7.4 评定

4.2.7.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.7.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面贴装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

4.2.8 测试C1 - 无铅焊料 - 缠绕导线测试（焊片、接触片、端子、大直径多股导线） 本测试适用于焊片、接触片、接线柱、直径大于1.016mm [0.040in]的多股导线和直径大于1.143mm[0.045in]的实芯导线。

4.2.8.1 仪器

4.2.8.1.1 焊料槽 应当采用满足3.3.2节要求的焊料槽。焊料应当符合3.2.1节要求。焊料槽温度和焊料杂质控制应当符合3.5.1节和3.5.2节要求。

4.2.8.1.2 浸入装置 应当使用类似于图4-1所示的机械或机电浸入装置，除非用户和供应商之间另有协议。浸入速度、停留时间和提出速度都应当保持在4.2.8.3节规定的测试极限值内。摆动、振动和其它无关的移动应当最小化。

4.2.8.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

- a. 用于焊片、接线柱、直径大于1.016mm[0.040in]的多股导线和直径大于1.143mm [0.045in]的实芯导线的标准可焊导线，应当用标准导线缠绕所有试样待测试部分1.5匝。
- b. 应当采用如3.2.4节描述的标准缠绕导线的缠绕方式（备注：a），使导线不会在浸入焊料期间移动。图4-5至图4-8所示为这种导线缠绕方式的示例。
- c. 如必要，关于试样待缠绕部分的特殊操作规程应当在单独的技术规范中规定。
- d. 对于为连接直径小于0.6mm[0.024in]导线而设计的焊片和接触片，3.2.4节中规定的标准铜缠绕导线的尺寸应当与为焊片和接触片设计的导线尺寸相同。

4.2.8.3 程序

- a. 助焊剂应当置于室温下，且应当符合3.2.2节要求。

- b. 端子应当浸入助焊剂中，浸入深度至少要覆盖待测试表面。
- c. 待测试的表面浸入焊料中的时间应当为5-10秒，并应当沥干10-60秒。
- d. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- e. 浸入速度和提出速度为每秒 $25 \pm 6\text{mm}$ [$0.984 \pm 0.24\text{in}$]，停留时间为 7 ± 0.50 秒。
- f. 应当将元器件固定于浸入装置中，涂覆有助焊剂的端子只浸入熔融焊料中一次，浸入深度应当与4.2.8.3节b点的规定相同。
- g. 在浸入处理后，应当使元器件在空气中冷却。
- h. 在检查前，应当按照3.2.3节要求，去除所有端子上的可见助焊剂残留物。

4.2.8.4 评定

4.2.8.4.1 放大倍数 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查部件。

4.2.8.4.2 接受/拒收要求 对于焊片、接触片、接线柱、直径大于1.016mm[0.040in]的多股导线和直径大于1.143mm[0.045in]的实芯导线，其可焊性的可接受要求如下：

- a. 缠绕导线与端子之间的填充总长度至少有95%应当与端子表面相切，且无缺陷，如针孔。
- b. 参差不齐或不连贯的切线表明是缺陷。

在有争议的情况下，有缺陷的填充长度百分比应当通过实际测量来确定。见附录B中的图B-4，其可作为评估允许的5%缺陷的辅助图。

4.2.9 测试S1 - 无铅焊料 - 表面贴装工艺模拟测试 本测试模拟了再流焊工艺中表面贴装元器件的实际性能。

4.2.9.1 仪器

4.2.9.1.1 模板/丝网 应当使用具有适合于被测试端子的焊盘图形开口的模板/丝网。除非供应商和用户之间另有协议，模板标称厚度应当符合表4-3要求。

表4-3 模板厚度要求

模板标称厚度	元器件引线节距
0.10mm[0.00394in]	<0.508mm[<0.020in]
0.15mm[0.00591in]	0.508mm-0.635mm[0.020-0.025in]
0.20mm[0.00787in]	>0.635mm[>0.025in]

4.2.9.1.2 焊膏涂敷工具 应当使用橡胶或金属刮刀装置，将焊膏涂敷在模板/丝网上。

4.2.9.1.3 测试基板 应当使用标称厚度为0.635mm[0.025in]的陶瓷基板进行测试。如果供应商和用户之间有协定，可以使用其它不可润湿的基板。

4.2.9.1.4 无铅再流焊设备 应当使用可达到锡/铅焊膏再流温度的红外/对流再流焊炉、汽相再流焊系统或烘箱。除非供应商和用户之间另有协定，否则，再流焊参数应当符合表4-4的规定。

4.2.9.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.2.9.3 步骤

a. 按照3.2.1的要求，将焊膏施加到模板/丝网上，通过使用橡胶/金属刮刀经一次行程的推刮使焊膏从端子图形印刷到测试基板。

- 小心的移开模板/丝网，避免刮花印刷好的焊膏。
- 确认印刷的焊膏图形与待测试的器件端子一致。
- 将被测试元器件端子置于印刷好的焊膏上。
- 在适当的放大倍数下确认元器件的位置。
- 将测试基板放到适当的再流焊设备中，实施再流焊接。
- 再流焊后，小心地取出贴装有元器件的基板，并使其冷却至室温。
- 取下基板上的元器件。由于助焊剂残留物的作用，元器件引线可能与基板轻微粘附。
- 在检查前，应当根据3.2.3节的要求，去除所有引线上的可见助焊剂残留物。在去除助焊剂残留物过程中，应该注意不要损坏引线。

4.2.9.4 评定

4.2.9.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距有引线/端子元器件（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.2.9.4.2 接受/拒收要求 所有端子应当呈现连续的焊料涂层，任何单个端子至少有95%的关键区域应当无缺陷。对于裸焊盘封装，裸露的焊盘表面应当呈现连续的焊料涂层，并且这些表面至少有80%的关键区域无缺陷。除了退润湿、不润湿和针孔以外，其它的异常现象不能导致产品被拒收（见附录A和B）。表面贴装元器件的趾端、在元器件制造过程中未镀覆的或剪切的元器件端子垂直表面允许暴露端子金属。

表4-4 无铅再流焊参数要求

	温度	时间
汽相再流焊	217-240 °C[423-464 °F]	焊膏再流后，停留45-90秒
红外/对流再流焊	150-180 °C[302-356 °F]预热	60-120秒
	230-250 °C[446-482 °F]再流	30-60秒
烘箱	230-250 °C[446-482 °F]	2-5分钟（确保焊膏完全再流）

注：表4-4的再流参数值用于可焊性测试，与潮湿敏感度等级再流测试参数无关。

4.3 力度测量测试

4.3.1 测试E - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件） 本测试适用于有引线元器件的润湿称量测试。

4.3.1.1 仪器 应当使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置应当包括温度可控的焊料槽，焊料成分应当符合3.2.1节要求，焊料温度及焊料维护应当分别符合3.5.1节和3.5.2节的要求。该设备应当具有记录力度-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机（见图4-9）。

4.3.1.1.1 浸入装置 应当使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。应当预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.1.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.1.3节的规定。能够感应到元器件引线与熔融焊料接触的装置也应当是夹具或仪器的一部分。

4.3.1.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.3.1.3 程序

a. 应当使用符合3.2.2节要求的助焊剂，且助焊剂应当置于室温下。

- b. 引线和端子上的助焊剂涂覆应当均匀且应当覆盖待测试的表面。
- c. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- d. 涂覆有助焊剂的端子只应当浸入熔融焊料中一次，浸入深度为0.10mm[0.0039in]。
- e. 浸入角度应当为20°-45°（见图4-2）。
- f. 浸入速度和提出速度为1mm-5mm[0.04±0.2 in]/s，停留时间为5+0/-0.5s。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

4.3.1.4 评定

4.3.1.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件，（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.3.1.4.2 接受/拒收标准 对于测试E，表4-5列出了用于可焊性评定的建议标准。图4-10和4-11图示了表4-5中的建议标准。另外，试样上粘附有新鲜焊料的面积应当比浸入焊料槽中的试样的面积大（即元器件在其浸入深度外，应当呈现出良好的芯吸）。

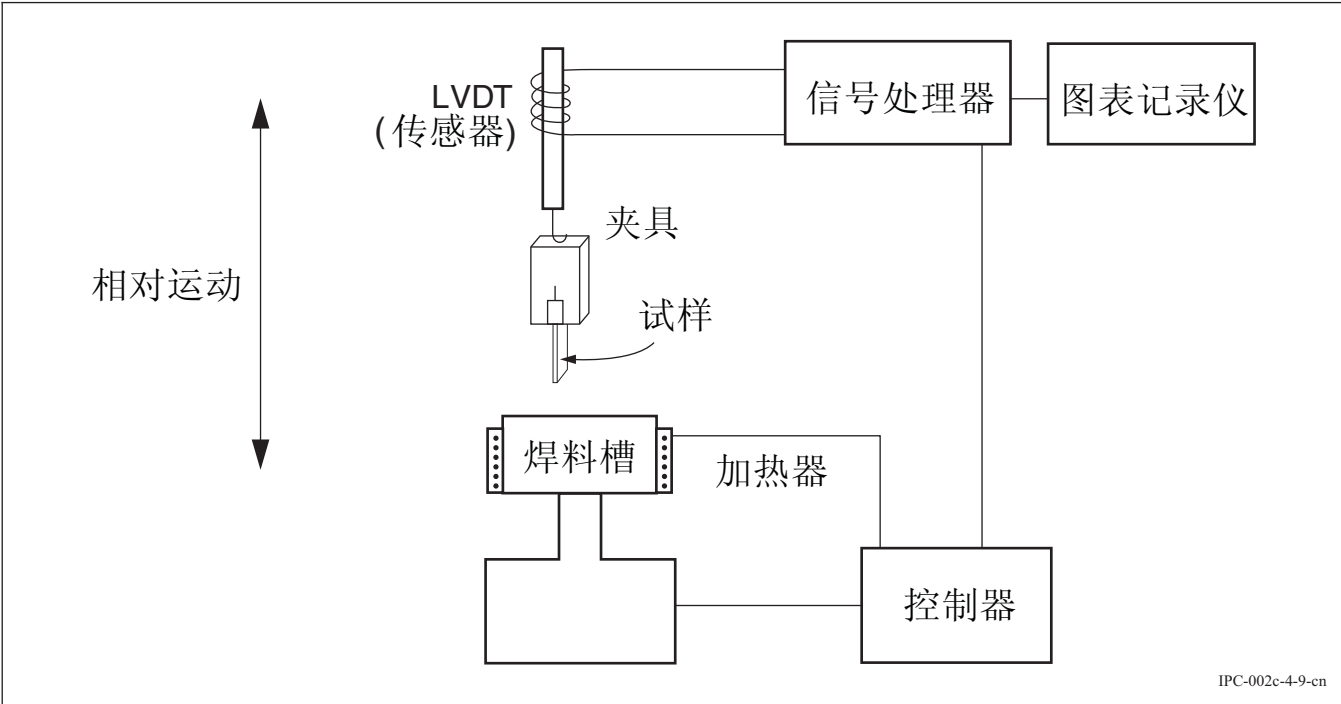


图4-9 润湿称量装置

4.3.1.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议

附录H中包含了建议使用的量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议，可由用户和

供应商协商使用，以确保正确校准各自的润湿称量设备。

表4-5 润湿称量参数和建议评定标准

参数	说明	建议标准 ¹	
		A组	B组
T ₀	经过浮力修正的零交时间	≤1秒	≤2秒
F2	从测试开始到2秒时的润湿力	≤2秒时，大于等于50%的最大理论润湿力 ²	≤2秒时，为正值
F5	从测试开始到5秒时的润湿力	不小于F2值的90%	不小于F2值的90%
AA	从测试开始后润湿曲线区域的积分面积	使用试样浮力和50%的最大理论润湿力计算得到的积分面积 ³	>零（0）

1. 这些建议标准分为两组，其中A组更严格。符合A组标准的元器件比符合B组要求的元器件具有更大的焊接工艺窗口。对于较大的工艺窗口，满足B组标准的元器件是完全可以接受的，但用户必须确定哪组标准能与其工艺更匹配。
2. 最大理论润湿力的计算方法见附录C。
3. 计算方法见附录D。（建议将该计算方法编写为软件，用于控制润湿称量测试设备。）

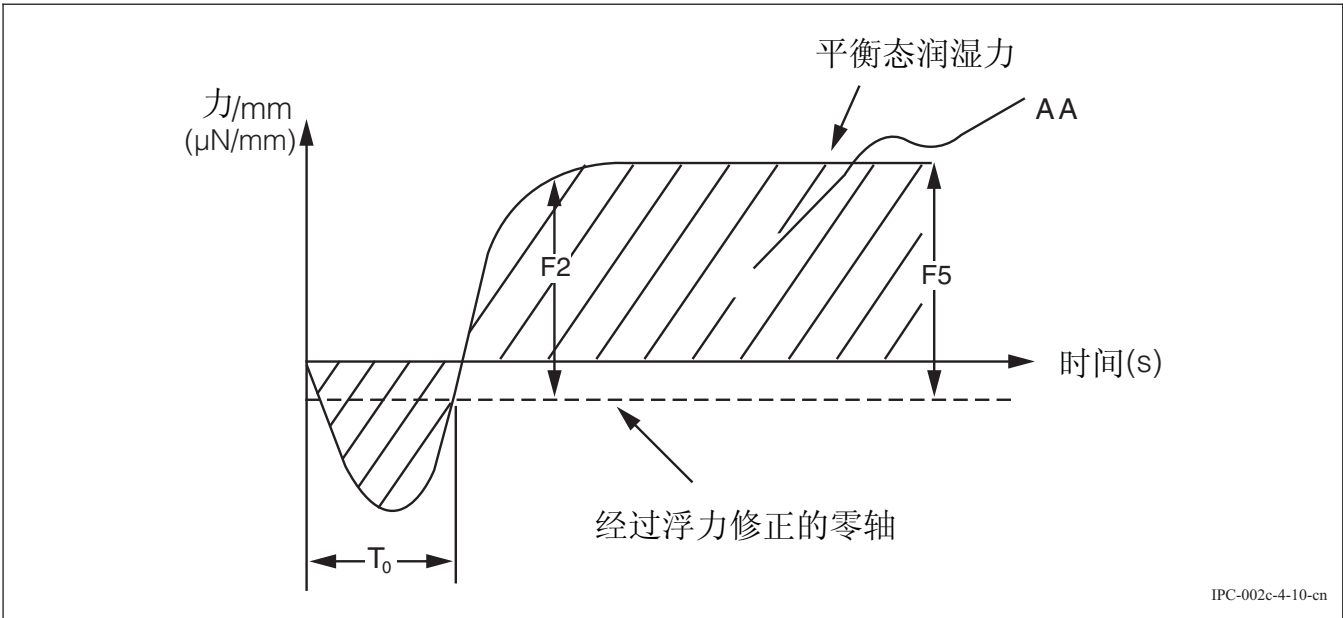


图4-10 A组润湿曲线

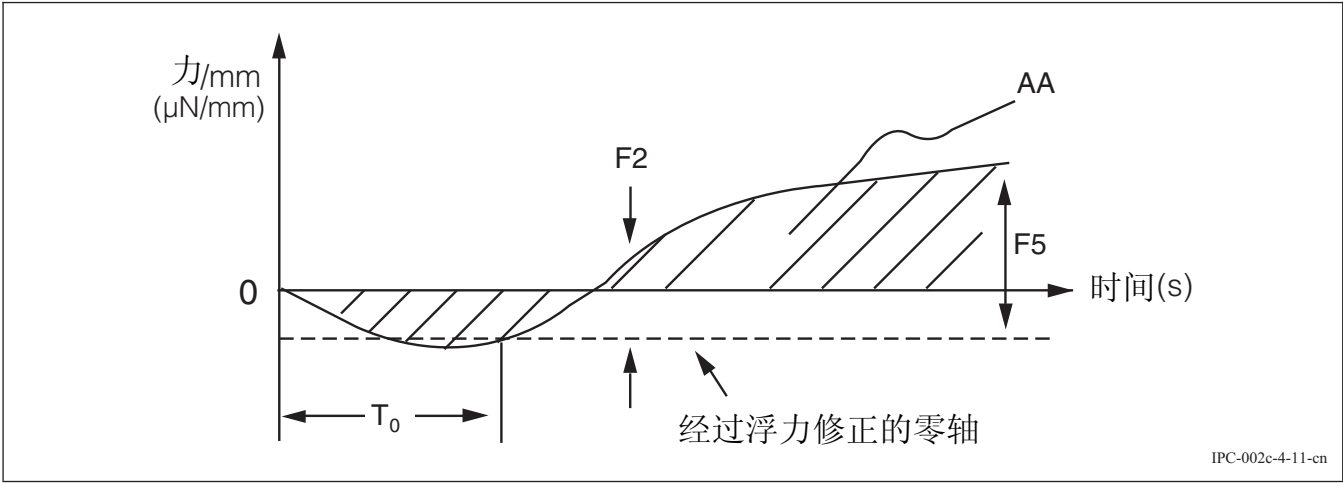


图4-11 B组润湿曲线

4.3.2 测试F - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件） 本测试适用于无引线元器件的润湿称量测试。

4.3.2.1 仪器 应当使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置应当包括温度可控的焊料槽，焊料成分应当符合3.2.1节要求，焊料温度及焊料维护应当分别符合3.5.1节和3.5.2节的要求。该设备应当具有记录力度-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机（见图4-9）。

4.3.2.1.1 浸入装置 应当使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。应当预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.2.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.2.3节的规定。

4.3.2.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.3.2.3 程序

- a. 应当使用符合3.2.2节要求的助焊剂，且助焊剂应当置于室温下。
- b. 引线和端子上的助焊剂涂覆应当均匀且应当覆盖待测试的表面。
- c. 浸入速度和提出速度为每秒1mm-5mm[0.04±0.2in]，停留时间为5+0/-0.5s。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

- d. 涂覆助焊剂并在助焊剂中停留后，应当将试样安装在测试设备上。
- e. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- f. 涂覆有助焊剂的端子只应当浸入熔融焊料中一次，浸入深度最小为0.10mm[0.0039in]。
- g. 浸入角度应当如图4-4所示。
- h. 应当采用符合4.3.2.1节规定的设备记录完整的曲线。

4.3.2.4 评定

4.3.2.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件，（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.3.2.4.2 接受/拒收标准 对于测试F，表4-5列出了用于可焊性评定的建议标准。图4-10和4-11图示了表4-5中的建议标准。另外，试样上粘附有新鲜焊料的面积应当比浸入焊料槽中的试样的面积大（即元器件在其浸入深度外，应当呈现出良好的焊料芯吸）。

4.3.2.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议 附录H中包含了建议使用的量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议，可由用户和供应商协商使用，以确保正确校准各自的润湿称量设备。

4.3.3 测试G - 锡/铅焊料 - 润湿称量焊料球测试

本测试适用于元器件的润湿称量焊料球测试。

4.3.3.1 仪器 使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置包括温控的、压装到铝外壳中的垂直、圆柱铁轴，将一块特定尺寸的焊料放在该铝外壳上。例如：要形成直径为4mm的焊料球，适合放200mg的焊料块；要形成直径为3.2mm的焊料球，适合放100mg的焊料块；要形成直径为2mm的焊料球，适合放25mg的焊料块；要形成直径为1mm的焊料球，适合放5mg焊料块。在每次实施了可焊性测试后，理想情况下，应该更换熔融的焊料球，但是，对于极小的元器件，每次测试时焊料球体积的减少不大于1%时，熔融的焊料球可最多重新使用五次。该设备**应当**具有记录力-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机。

4.3.3.1.1 浸入装置 **应当**使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。**应当**预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.3.3.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.3.3.3节的规定。

4.3.3.2 材料

4.3.3.2.1 助焊剂 **应当**使用符合3.2.2节要求的助焊剂。

4.3.3.2.2 焊料 焊料**应当**符合3.2.1节的要求。可以使用用户与供应商协商确定的其它合金。

4.3.3.2.3 试样 试样**应当**是整个元器件或是从元器件上拆下来的一根引线。理想情况下，被浸入元器件的截面可是矩形、方形或圆形，以便于最大理论润湿力的计算。元器件上应该没有毛刺，但是如果有，通常都是出现在生产中使用的元器件上，并且不应该去除，因为实际上这种毛刺可能是不良可焊性的成因。不允许清洗试样。如果需要进行预处理，测试方与其他几方必须事先达成一致意见。

4.3.3.3 程序

4.3.3.3.1 焊料的温度 在进行测试前，**应当**将焊料的温度稳定在测试所要求的温度下。该温度**应当**符合3.5.1节的要求。

4.3.3.3.2 助焊剂涂敷 使用一个洁净的棉签将极少量的助焊剂涂敷到待测试的表面或引线上及焊料球上。涂覆有助焊剂的元器件上**不应当**有多余的助焊剂滴落，或**应当**使用一块洁净的化学实验室用滤纸小心地接触待测试表面的最低点，吸取完多余的助焊剂。对于此项测试，应该用小容器装入少量助焊剂，并只在棉签浸入时才打开该容器，以防止助焊剂挥发。棉签使用5至10次后，应该废弃并更换新的棉签，并确保所有测试用棉签的更换时间间隔相同。如果测试中断几分钟以上的话，那么就**应当**使用新的棉签。

4.3.3.3.3 浸入角度、浸入深度和浸入速度 **应当**选用适当的夹子来夹持如表4-6所规定的元器件，夹持方式如图4-12所示。不要使待测试的表面受到污染，将试样安装在适当的夹子或可焊性测试仪制造商提供的其它装置上，并将其小心地安装到机器中，以防止损坏传感器，或造成元器件在夹子（或其它夹具）中的移位。试样可焊表面与焊料球之间的距离应该是固定的。浸入速度应该控制在1mm/s到5mm/s[0.039in/s到0.20in/sec]之间，以确保多数试样能够完全浸入。停留时间应该为5秒。对于大元器件或大热容元器件可能必需采用10秒的停留时间（见5.2节）。

4.3.3.3.4 预热 应该根据用户与供应商之间事先达成的协议（AABUS）来决定是否采用预热。

4.3.3.4 评定

4.3.3.4.1 放大 100倍的放大倍数可能是必需的，例如，检查小于0402的片式元器件时。

4.3.3.4.2 建议标准 在测试后进行检查之前，**应当**采用符合3.2.3节要求的清洗剂去除所有试样上的助焊剂。粘附有新鲜焊料的试样面积**应当**大于浸入到焊料球中的面积（即元器件在其浸入深度外**应当**呈现良好的润湿）。除此之外，表4-7列出了建议标准。

表4-6 元器件的浸入角度及浸入深度（直接引自IEC 60068-2-69）

元器件 ^a		浸入角度 ^b	图 (见图4-20)	浸入深度 (mm)	引出端尺寸 (mm)	球重量 (mg)	备注	
电 容	1005(0402)	水平或垂直	2A、2B	0.10	2	25		
	1608(0603)				3、2或4	100或200		
	2012(0805)	水平	2A			4		200
	3216(1206)							
电 阻	1005(0402)	水平	2B	0.10	2	25		
	1608(0603)	水平或垂直	2A、2B		3、2或4	100或200		
	2012(0805)		2A、2B、 2H ^c			4		200
	3216(1206)							
钽电容、 LED	壳体尺寸 A ^d 、B、C、D	垂直	2H ^c	0.10	4	200		
有引线的 SMD	SOT23、25、 26、323、343、 353、363	20-45	2D	0.10	2	25		
	SOT89		2F	0.20	4	200		只测一个引线
	SOT223、523			0.25				去除足够多的引 线以避免被测试 的引线桥接
	鸥翼形引线二级管		2D	0.20				
	任何SOIC、 VSO、QFP、SOP							
PLCC、SOJ	水平	2E	0.10					
	QFN	水平	2H ^c	0.10	2	25	小心避免桥接	
	圆柱体SMD	水平或垂直	2A、2B	0.25	4	200		
	SOD80	垂直	2B	0.20	4	200		
	BGA、CSP或LGA ^e	水平	2G	0.10	1	10	只能测试外围的 球并只能测试 1.0mm以上节距 的器件	

不建议用于尺寸小于1005（0402）的元器件。
对于3216（1206）尺寸的电容，最好采用焊料槽方法。
建议停留时间为5s，但SOT89和SOT223元器件的建议停留时间为10s。
对于图2B，距焊料球顶部向右侧的偏移距离**应当**控制在引出端直径的0%到15%之间，并**应当**避免向左侧偏移。

^a 对于括号内的元器件，其尺寸是用英制表示的。
^b 试样端子或引线应该朝向焊料表面。
^c 采用图2B时，图2H也适用于没有电极朝向焊料表面的元器件。
^d 该测试只适用于某些特定的测试设备。
^e 该测试只推荐用于在相应温度下不会熔化的BGA焊料球和凸台，设计的元器件焊料合金也不会再在再流焊操作期间熔融。

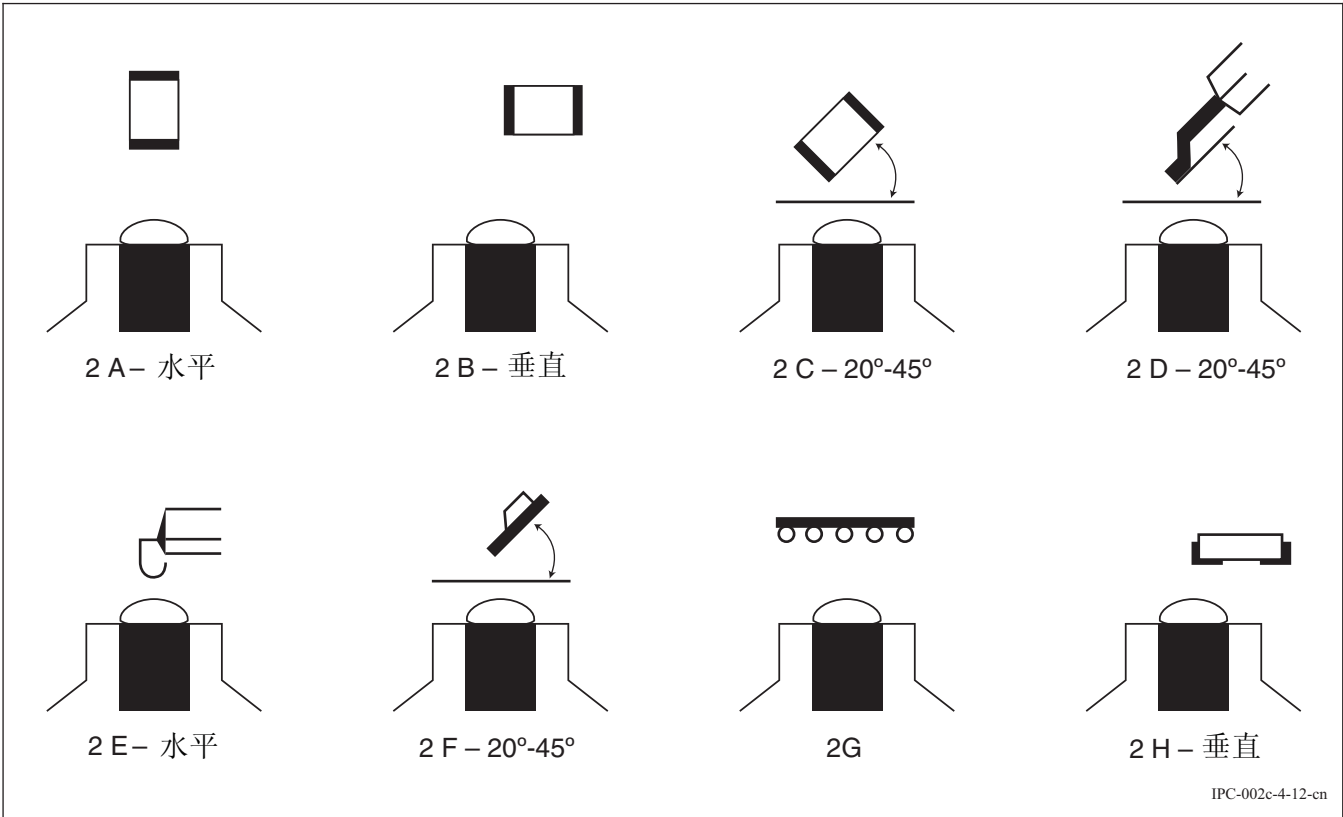


图4-12 元器件和浸入角度（直接引自IEC 60068-2-69）

表4-7 润湿称量参数和建议评定标准

参数	说明	建议标准	
		A组	B组
T ₀	经过浮力修正的零交时间	≤1秒	≤2秒
F2	从测试开始到2秒时的润湿力	≤2秒时，大于等于50%的最大理论润湿力 ²	小于等于2秒时，为正值
F5	从测试开始到5秒时的润湿力	不小于F2的正值	不小于F2值
AA	从测试开始后润湿曲线区域的积分面积	使用试样浮力和50%的最大理论润湿力计算得到的积分面积	>零（0）
F2	从测试开始到2秒时的润湿力	≤2秒时时，大于等于25%的最大理论润湿力	
F5	从测试开始到5秒时的润湿力	不小于于F2值的90%	

4.3.4 测试E1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（有引线元器件） 本测试适用于有引线元器件的润湿称量测试。

4.3.4.1 仪器 应当使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置应当包括温度可控的焊料槽，焊料成分应当符合3.2.1节要求，焊接温度及焊料维护应当分别符合3.5.1节和3.5.2节的要求。该设备应当具有记录力度-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机（见图4-9）。

4.3.4.1.1 浸入装置 应当使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。应当预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.4.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.4.3节的规定。能够感应到元器件引线与熔融焊料接触的装置也应当是夹具或仪器的一部分。

4.3.4.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.3.4.3 程序

- a. 应当使用符合3.2.2节要求的助焊剂，且焊剂应当置于室温下。
- b. 引线和端子上的助焊剂涂覆应当均匀且应当覆盖待测试的表面。
- c. 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。

d. 涂覆有助焊剂的端子只应当浸入熔融焊料中一次，浸入深度为0.10mm[0.0039in]。

e. 浸入角度应当为20°-45°（见图4-2）。

f. 浸入速度和提出速度为1mm-5mm[0.04±0.2 in]/s，停留时间为5+0/-0.5s。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

4.3.4.4 评定

4.3.4.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件，（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.3.4.4.2 接受/拒收标准 对于测试E，表4-5列出了用于可焊性评定的建议标准。图4-10和4-11图示了表4-5中的建议标准。另外，试样上粘附有新鲜焊料的面积应当比浸入焊料槽中的试样的面积大（即印制板在其浸入深度外，应当呈现出良好的芯吸）。

4.3.4.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议 附录H中包含了建议使用的量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议，可由用户和供应商协商使用，以确保正确校准各自的润湿称量设备。

4.3.5 测试F1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料槽测试（无引线元器件） 本测试适用于无引线元器件的润湿称量测试。

4.3.5.1 仪器 应当使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置应当包括温度可控的焊料槽，焊料成分应当符合3.2.1节要求，焊接温度及焊料维护应当分别符合3.5.1节和3.5.2节的要求。该设备应当具有记录力度-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机（见图4-9）。

4.3.5.1.1 浸入装置 应当使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。应当预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.5.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.5.3节的规定。

4.3.5.2 准备 应当按照3.4节的要求准备试样。

4.3.5.3 程序

- 应当使用符合3.2.2节要求的助焊剂，且助焊剂应当置于室温下。
- 引线和端子上的助焊剂涂覆应当均匀且应当覆盖待测试的表面。
- 浸入速度和提出速度为每秒1mm-5mm[0.04±0.2in]，停留时间为5+0/-0.5s。大热容元器件在熔融焊料中的停留时间可能要求更长（见5.2节）。

- 涂覆助焊剂及在焊料中浸入停留后后，应当将试样安装在测试设备上。
- 应当彻底去除熔融焊料表面的浮渣和助焊剂焦渣，之后立即将端子浸入焊料。
- 涂覆有助焊剂的端子只应当浸入熔融焊料中一次，浸入深度为0.10mm[0.0039in]。
- 浸入角度应当为20°-45°（见图4-2）。
- 应当采用符合4.3.5.1节规定的设备记录完整的曲线。

4.3.5.4 评定

4.3.5.4.1 放大 应当使用符合3.3.3节要求的设备在10倍放大倍数下检查元器件。对于细节距端子元器件，（0.5mm[0.020in]节距或更小），检查的放大倍数应当为30倍。

4.3.5.4.2 接受/拒收标准 对于测试F1，表4-5列出了用于可焊性评定的建议标准。图4-10和4-11图示了表4-5中的建议标准。另外，试样上粘附有新鲜焊料的面积应当比浸入焊料槽中的试样的面积大（即元器件在其浸入深度外，应当呈现出良好的焊料芯吸）。

4.3.5.4.3 量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议 附录H中包含了建议使用的量具的可重复性和可再现性（GR&R）协议，可由用户和供应商协商使用，以确保正确校准各自的润湿称量设备。

4.3.6 测试G1 - 无铅焊料 - 润湿称量焊料球测试

本测试适用于元器件的润湿称量焊料球测试。

4.3.6.1 仪器 使用焊料润湿力测量装置（润湿称量），该装置包括温控的、压装到铝外壳中的垂直、圆柱铁轴，将一块特定尺寸的焊料放在该铝外壳上。例如：要形成直径为4mm的球形块，适合放200mg的焊料块；要形成直径为3.2mm的球形块，适合放100mg的焊料块；要形成直径为2mm的球形块，适合放25mg的焊料块；要形成直径为1mm球形块，适合放5mg焊料块。在每次实施了可焊性测试后，应该更换熔融的焊料球，但是，对于极小的元器件，每次测试时焊料球体积的减少不大于1%时，熔融的焊料球最多可重新使用五次。该设备应当具有记录力度-时间关系的装置，如图表记录仪、数据采集器或计算机。

4.3.6.1.1 浸入装置 应当使用润湿称量测试所包含的机械式或机电式浸入装置。应当预先设置该装置，以使试样的浸入和提出速度符合4.3.6.3.3节的规定。控制试样停留时间以符合4.3.6.3.3节的规定。

4.3.6.2 材料

4.3.6.2.1 助焊剂 应当使用符合3.2.2节要求的助焊剂。

4.3.6.2.2 焊料 焊料应当符合3.2.1节的要求。可以使用用户与供应商协商确定的其它合金。

4.3.6.2.3 试样 试样应当是整个元器件或是从元器件上拆下来的一根引线。理想情况下，被浸入元器件的横截面可是矩形、方形或圆形，以便于最大理论润湿力的计算。元器件应该没有毛刺，但是如果有，通常都是出现在生产中使用的元器件上，并且不应该去除，因为实际上这种毛刺可能是不良可焊性的成因。不允许清洗试样。如果需要进行调整，测试方与其他几方必须事先达成一致意见。

4.3.6.3 程序

4.3.6.3.1 焊料的温度 在进行测试前，应当将焊料的温度稳定在测试所要求的温度下。该温度应当符合3.5.1节的要求。

4.3.6.3.2 助焊剂涂敷 将极少量的助焊剂涂敷到待测试的表面或引线上及焊料球上。涂覆有助焊剂的元器件上**不应当**有多余的助焊剂滴落，或**应当**使用一块洁净的化学实验室用滤纸小心地接触待测试表面的最低点，吸取完多余的助焊剂。对于此项测试，应该用小容器装入少量助焊剂，并只在棉签浸入时才打开该容器，以防止助焊剂挥发。棉签使用5至10次后，应该废弃并更换新的棉签，并且确保所有测试用棉签的更换时间间隔相同。如果测试中断几分钟以上的的话，那么就**应当**使用新的棉签。

4.3.6.3.3 浸入角度、浸入深度和浸入速度 应当选用适当的夹子来夹持如表4-6所规定的元器件，夹持方式如图4-12所示。不要使待测试的表面受到污染，将试样安装在适当的夹子或可焊性测试仪制造商提供的其它装置上，并将其小心地安装到机器中，以防止损坏传感器，或造成元器件在夹子（或其它夹具）中的移位。试样可焊表面与焊料球之间的距离应该是固定的。浸入速度应该控制在1mm/s到5mm/s[0.039in/s到0.20in/sec]之间，以确保多数试样能够完全浸入。停留时间应该为5秒。对于大元器件或大热容元器件可能必需采用10秒的停留时间（见5.2节）。

4.3.6.3.4 预热 测试前，应该根据用户与供应商之间事先达成的协议（AABUS）来决定是否采用预热。

4.3.6.4 评定

4.3.6.4.1 放大 100倍的放大倍数可能是必需的，例如，检查小于0402的片式元器件时。

4.3.6.4.2 建议标准 在测试后进行检查之前，**应当**采用符合3.2.3节要求的清洗剂去除所有试样上的助焊剂。粘附有新鲜焊料的试样面积**应当**大于浸入到焊料球中的面积，（即元器件在其浸入深度外**应当**呈现良好的润湿。）除此之外，表4-7列出了建议标准。

5 注意事项

5.1 活性助焊剂的使用 本标准指定使用含有一定量活化剂的松香基助焊剂。之所以要求使用一定量的活化剂，是为了减少采用纯松香型助焊剂时测试结果的偏差，从而可进行元器件引线非锡基金属层的可焊性测试，并通过保持固定的且小于实际生产焊接的活性剂量，提供理想的可焊性测试安全因子。正如J-STD-002B中“可焊性测试采用活性助焊剂合理性的委员会公开信”所报告的一样，使用含有一定量活性剂的助焊剂进行可焊性测试的益处已通过广泛的测试得到了证明。

5.2 大热容元器件 在浸入测试中，端子散热快的大型元器件在浸焊测试中可能需要较长的停留时间（例如：测试A、B、C、E和F），允许更慢地加热。在这种情况下，要求用户与供应商之间就延长停留时间达成协议。这种协议还必须说明所采用的具体停留时间。

5.3 抽样计划 抽样计划应当规定在给定的一批产品中随机所选的元器件数量。应当测试所选元器件所有引线/端子的可焊性。元器件要通过可焊性测试，需其每个引线都通过可焊性测试。应当按照独立的元器件技术规范进行可焊性测试试样的选择和部署。在某些测试方法中，有必要将每两个引线中的其中一个，或者是每三个引线中的其中两个引线弯折，显然，不可以将这类弯折的引线计算在抽样内。

5.4 安全注意事项 异丙醇是可燃物质。在使用和贮存异丙醇时，必须注意将其远离火花或火焰。仔细阅读所有溶剂的材料安全数据表（MSDS）。应当根据合适的的数据表处理所有化学药品，并依据当地法规进行排放。

5.5 浮力修正 为了使润湿称量法得到的润湿力值可相互比较，由于试样尺寸的变化，特别

是宽度和厚度，有必要修正浮力。可改变试样浸入焊料中的体积来修正浮力。下面的公式可用于计算浮力修正值。

$$F_b = d(d_1 \text{ 或 } d_2) g_n V$$

其中：

d^1 = Sn60/Pb40合金在245 °C时的焊料密度（8150 kg/m³）

d_2 = SAC305合金在255 °C时的焊料密度（7410 kg/m³）

g = 重力加速度（9.810 m/s²）

V = 浸入体积，单位：m³（宽度x厚度x浸入深度）

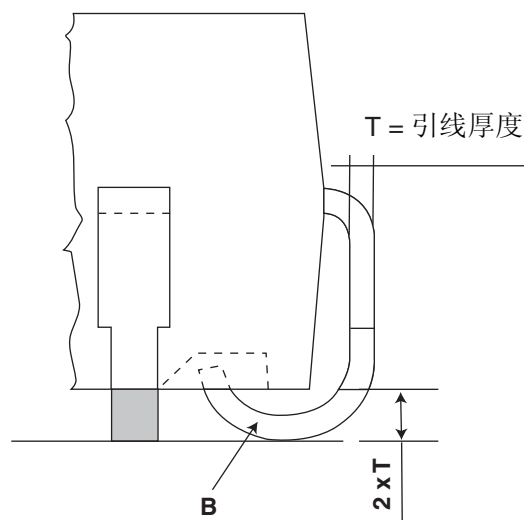
通过计算得到的浮力值，单位为牛顿，常规化后为微牛/mm（以润湿周长计）。如图4-10及图4-11所示，通过使用润湿力是向上的正值惯例，为了使润湿时间和润湿力更准确，所有测量都必须修正浮力。

5.6 加速蒸汽老化限制 可焊涂层的加速蒸汽老化已成为并将一直是重点研究的主题（见IPC-TR-464）。与其它老化方法相比，蒸汽老化可以与自然老化类似的方式成功地加速锡和锡/铅表面的退化。表面氧化的退化过程和Cu/Sn金属间化合物生长都会由于蒸汽的热量和湿气而加剧。适当涂敷的锡和锡/铅涂层如可以承受规定的8小时以上的蒸汽老化环境，那么它就或可承受超过12个月的自然老化。由于具体形状、贮存环境和材料结构的综合作用，精确地预测贮存寿命是不可能的。因此，本技术规范指明1类涂覆层和3类涂覆层的贮存寿命有重叠，且未规定3类涂覆层的贮存寿命。对于非锡或锡/铅（2类）涂层，目前尚未有可以支持超过规定的1小时蒸汽老化的数据。

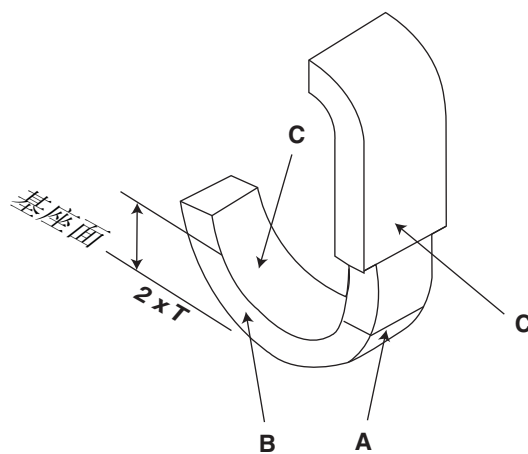
附录A 元器件的关键表面

“J”形引线元器件

视图 1



视图 2



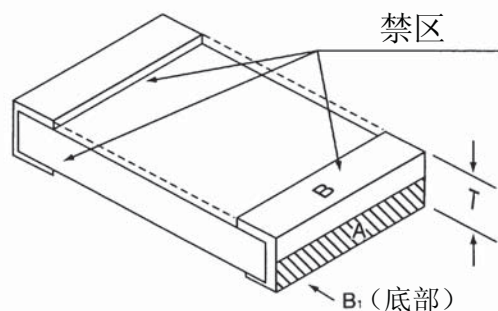
关键区域= “A” 表面（即2倍引线厚度的区域）

IPC-002c-a-1-cn

图A-1 “J”形引线元器件

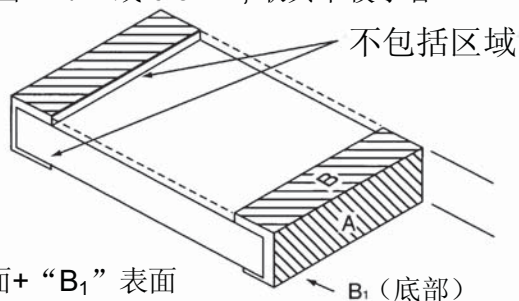
被动元器件

测试S和S1



关键区域= “A” 表面+ “B₁” 表面 < 1/4T 或 0.5mm, 取其中较小者

测试B和B1



关键区域= “A” 表面+ “B” 表面+ “B₁” 表面
对于有“顶部 / 底部”朝向的元器件，不包括“B”表面

圆柱体



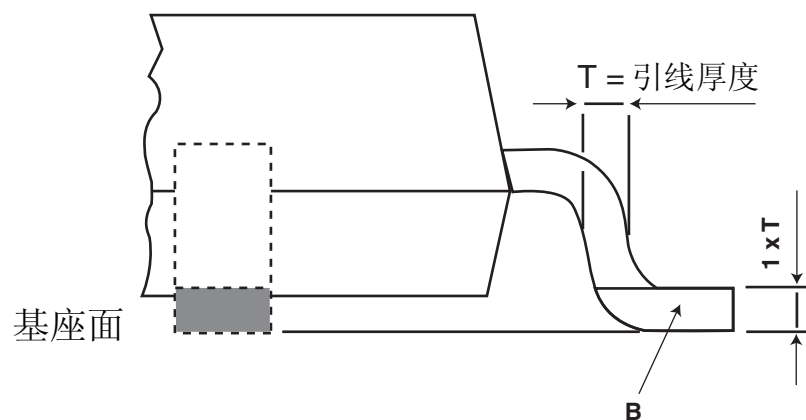
关键区域=除内边缘外的整个帽端表面

IPC-002c-a-2-cn

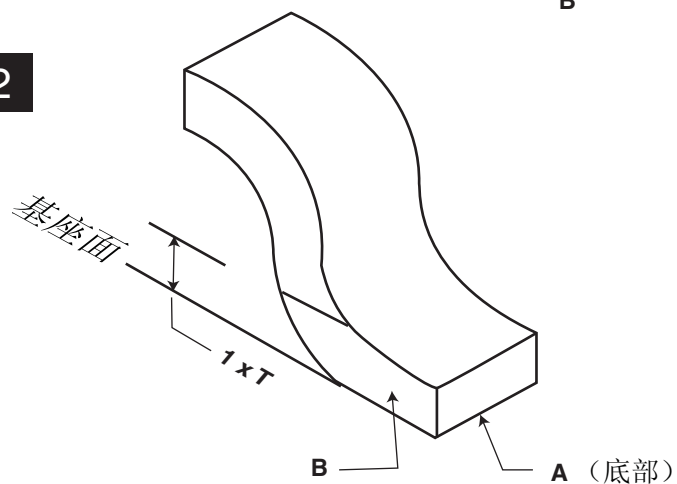
图A-2 被动元器件

鸥翼形元器件

视图 1



视图 2

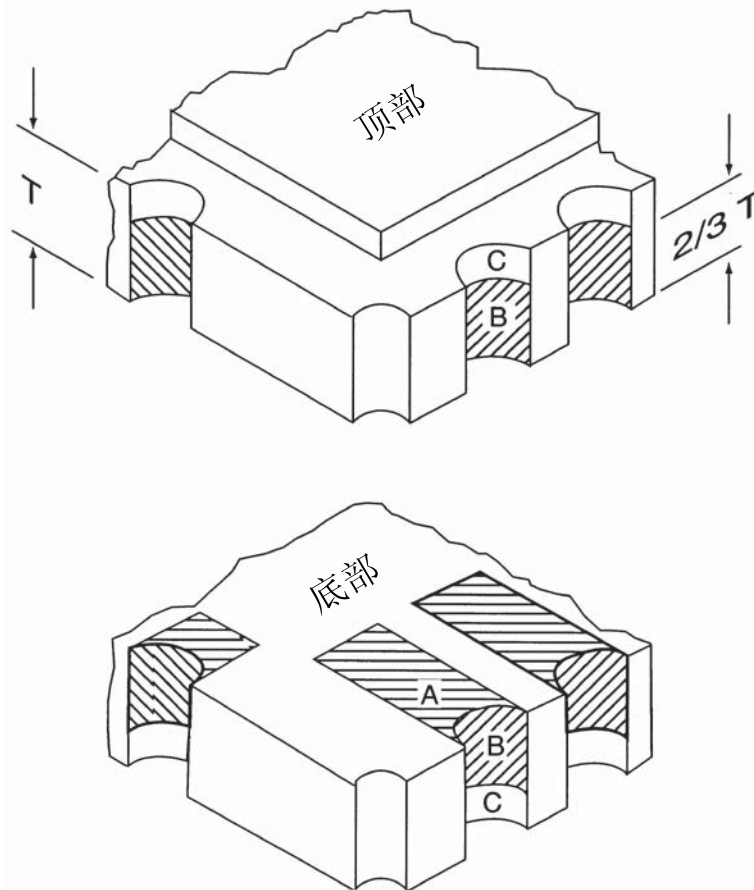


关键区域="A"表面（引线底部），即从A表面向上1倍引线厚度的区域

IPC-002c-a-3-cn

图A-3 鸥翼形元器件

无引线芯片载体 LCC



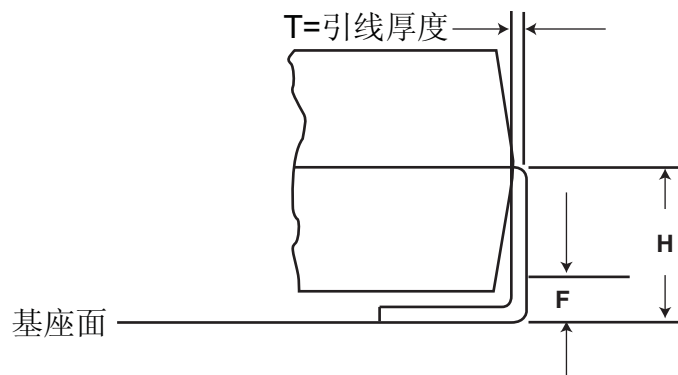
关键区域=接触焊盘“A”（底部）+2/3的金属化连接表面“B”及“C”

IPC-002c-a-4-cn

图A-4 无引线芯片载体 LCC

“L”形引线元器件

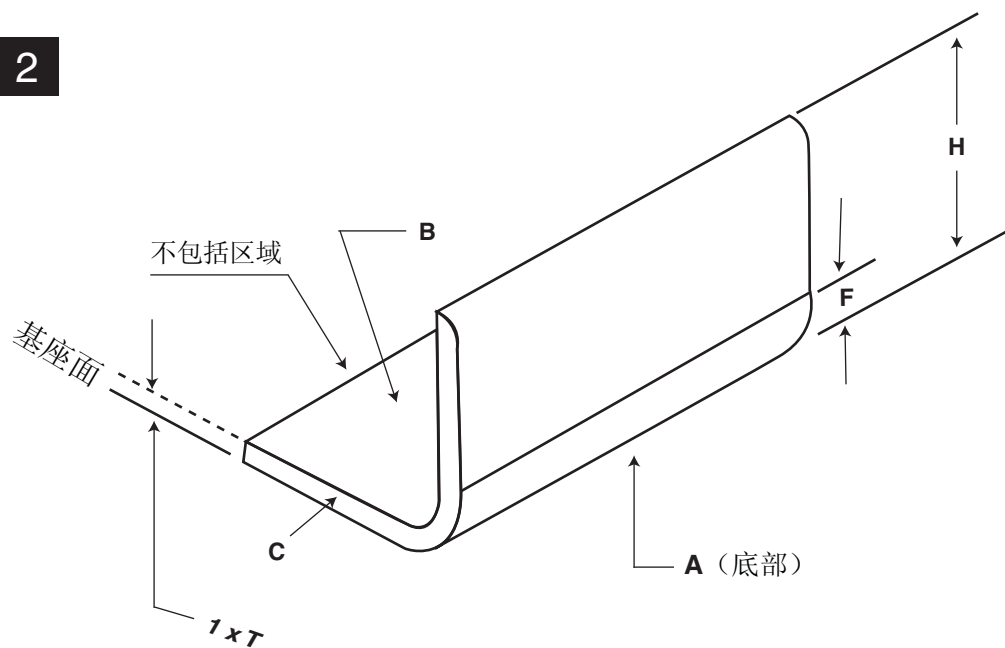
视图 1



F =最小填充高度=下列二项的较小者:

- a) 引线底部上的焊料填充厚度 $+0.25 \times H$ 或
- b) $0.5\text{mm}[0.0197\text{in}]$.

视图 2



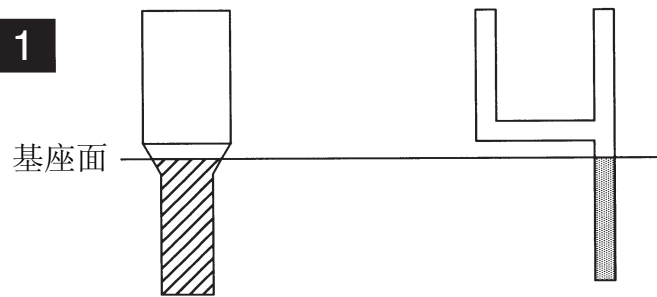
关键区域="A"表面（引线底部），即从A表面向上1倍引线厚度的区域

IPC-002c-a-5-cn

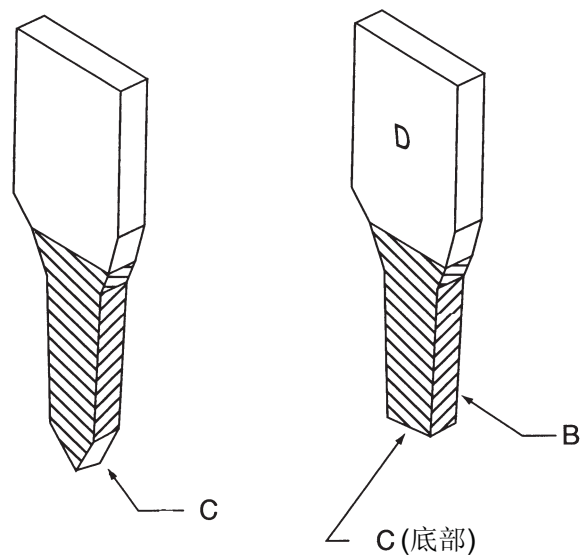
图A-5 “L”形引线元器件

通孔元器件—扁平插针

视图 1



视图 2

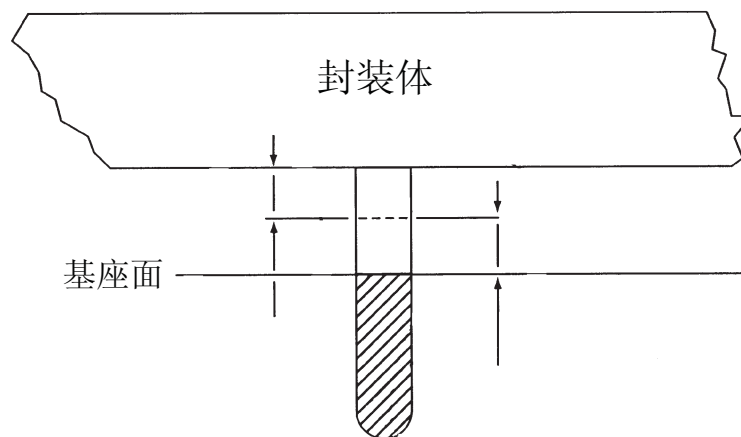


关键区域=“A”表面, “B”(边缘)或如没有托高/基座面, 低于封装体底部1.27mm

IPC-002c-a-6-cn

图A-6 通孔元器件—扁平插针

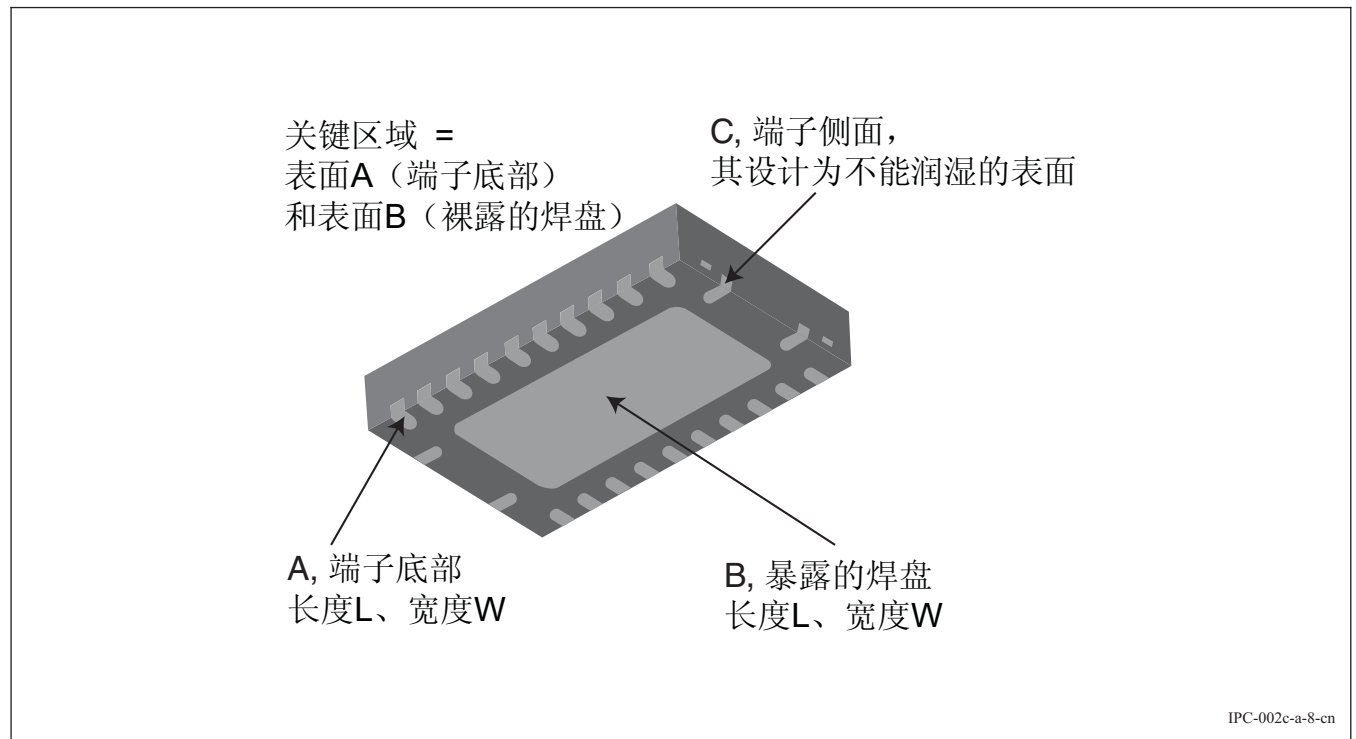
通孔元器件—圆形插针



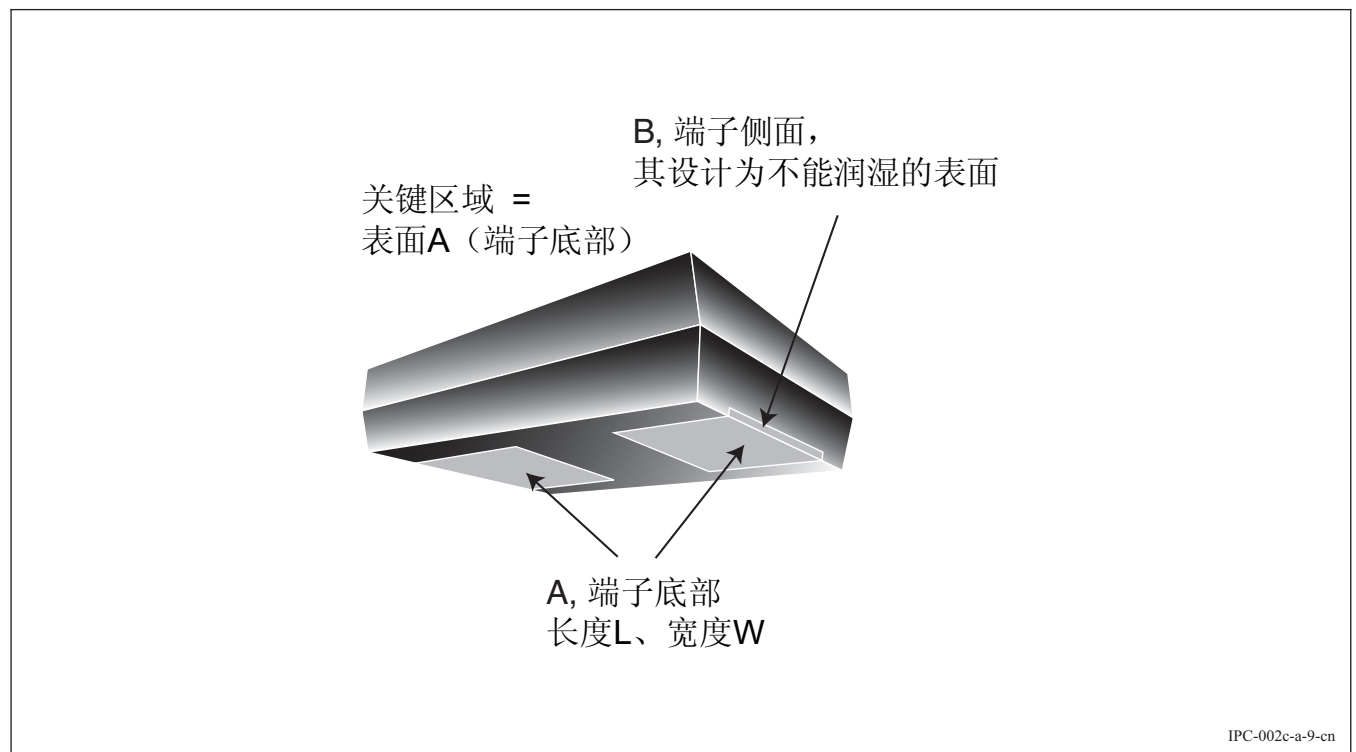
关键区域=插针的整个表面+基座面上0.75mm
或低于封装体底部1.27mm，取其中最小的距离

IPC-002c-a-7-cn

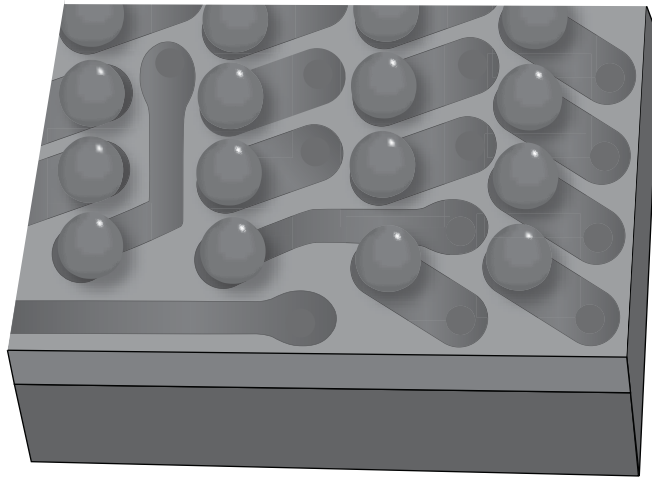
图A-7 通孔元器件—圆形插针



图A-8 裸焊盘封装



图A-9 仅底部有端子的元器件



IPC-002c-a-10

图A-10 面阵列元器件关键表面

[关键表面：每个焊料球都**应当**包括焊膏沉积（焊料沉积均匀、光滑，无退润湿区域）。对于测试S和S1—表面贴装工艺模拟，**应当**以均匀一致的方式润湿元器件引线，无表面氧化的异常现象。

附录B 评估辅助

B.1 测试A、C、A1和C1的评估辅助

B.2 圆形引线 对于缺陷的测量或引线总表面积缺陷面积百分比的估算，圆形引线比扁平矩形引线更为困难。例如：在观察圆柱体表面，如圆形引线时，引线可视宽度为引线直径，直径为引线直径大小的圆状缺陷，将其铺平后呈现为椭圆形，该缺陷横向宽度比引线可视表面宽度窄。

为了帮助可焊性测试检验员在可焊性测试后评估引线表面百分比，图B-3给出了不同直径引线的指南表。对于0.5mm[0.02in]直径引线的25.4mm[1.0in]引线表面，检验焊料覆盖率时，10个直径尺寸缺陷等于总引线表面积的5%。并列出了1/2的直径尺寸缺陷和1/4直径尺寸缺陷的数

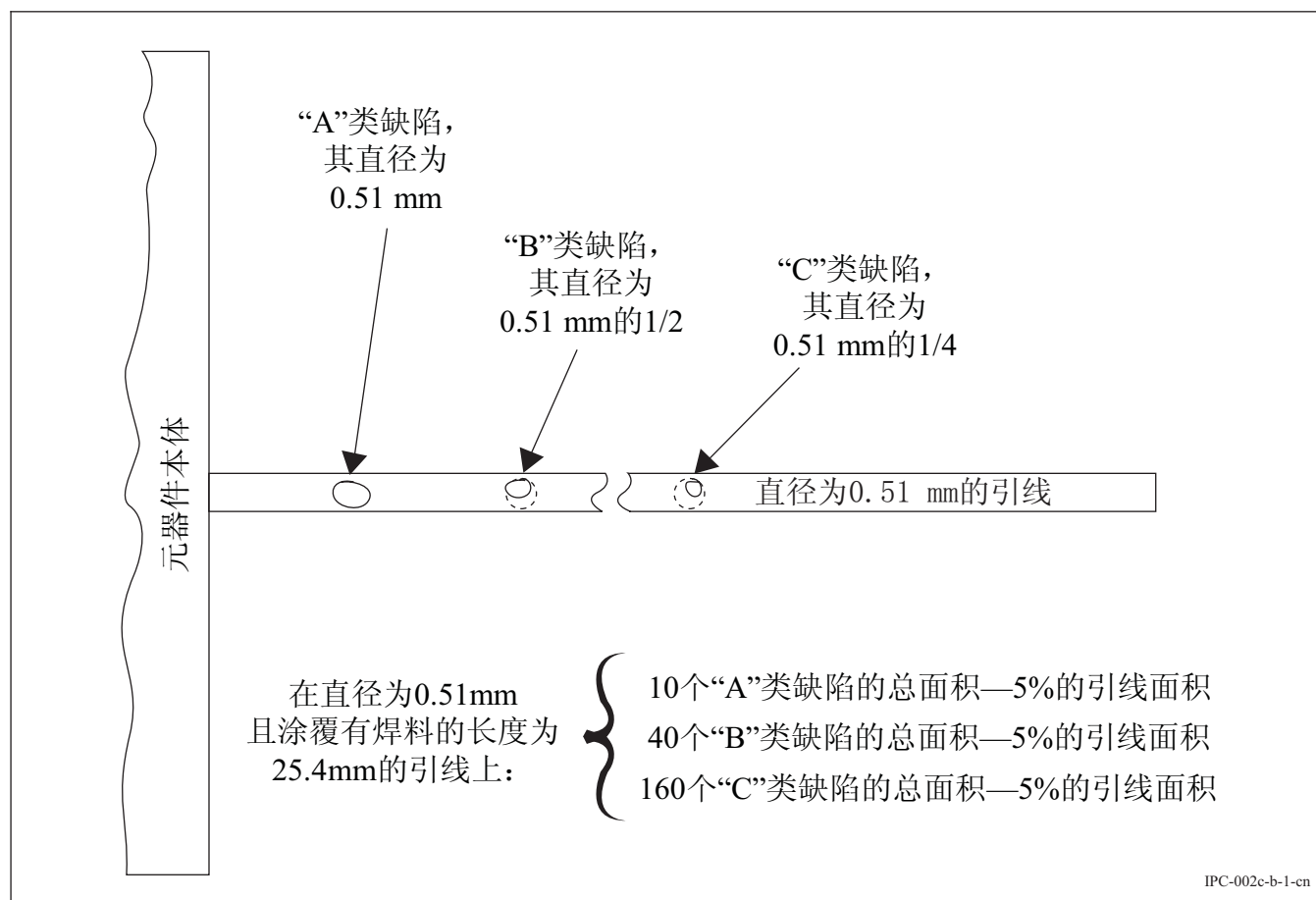
量。这些尺寸的组合很容易统计出总数（见图B-1）。

在考虑未达到均匀一致地被新焊料涂覆的面积时和在参照图B-2中说明的定义缺陷时，可直接采用可见的退润湿和不润湿的面积。

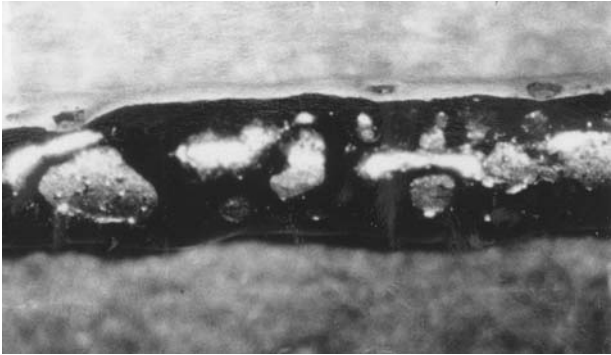
5%浸焊缺陷面积的一个例子是：长度为25.4mm[1.0in]、直径为0.813mm[0.032in]导线（20 AWG）上有6个直径为0.813mm的缺陷（见图B-3、B-4和B-5）。

B.3 方形端子 方形端子应当满足图B-5所示的可焊性覆盖率指南的要求。

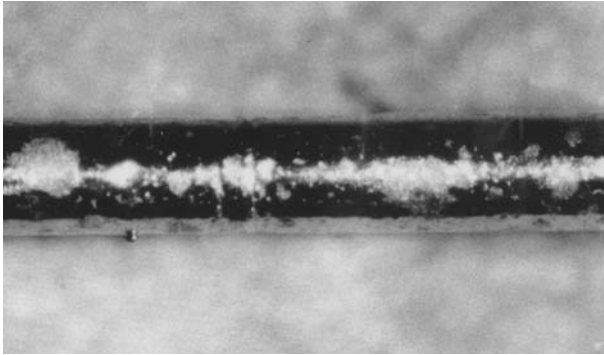
B.4 城堡形端子 城堡形端子应当满足与圆形引线一样的要求。



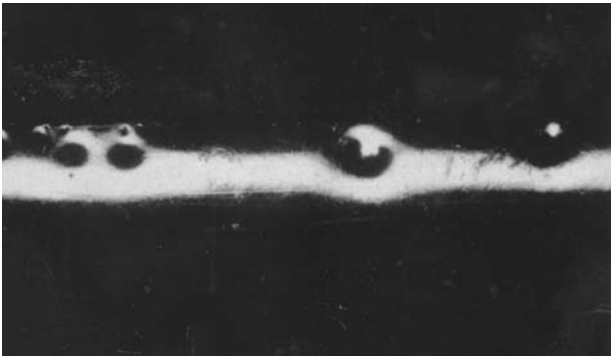
图B-1 缺陷尺寸辅助图



a) 退润湿



b) 不润湿



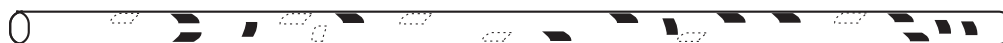
c) 针孔

IPC-002c-b-2

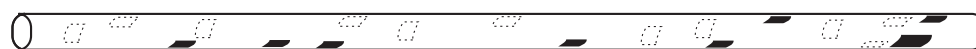
图B-2 可焊性缺陷类型

圆形引线端子
倍数：10倍
5%的关键区域有缺陷
采用MIL. STD. 202中的方式评估后
方法208 图208-7
400个单位中的20个随机分布

.020 直径 X 1.00



.032 直径 X 1.00



.040 直径 X 1.00



REF: EIA

10X

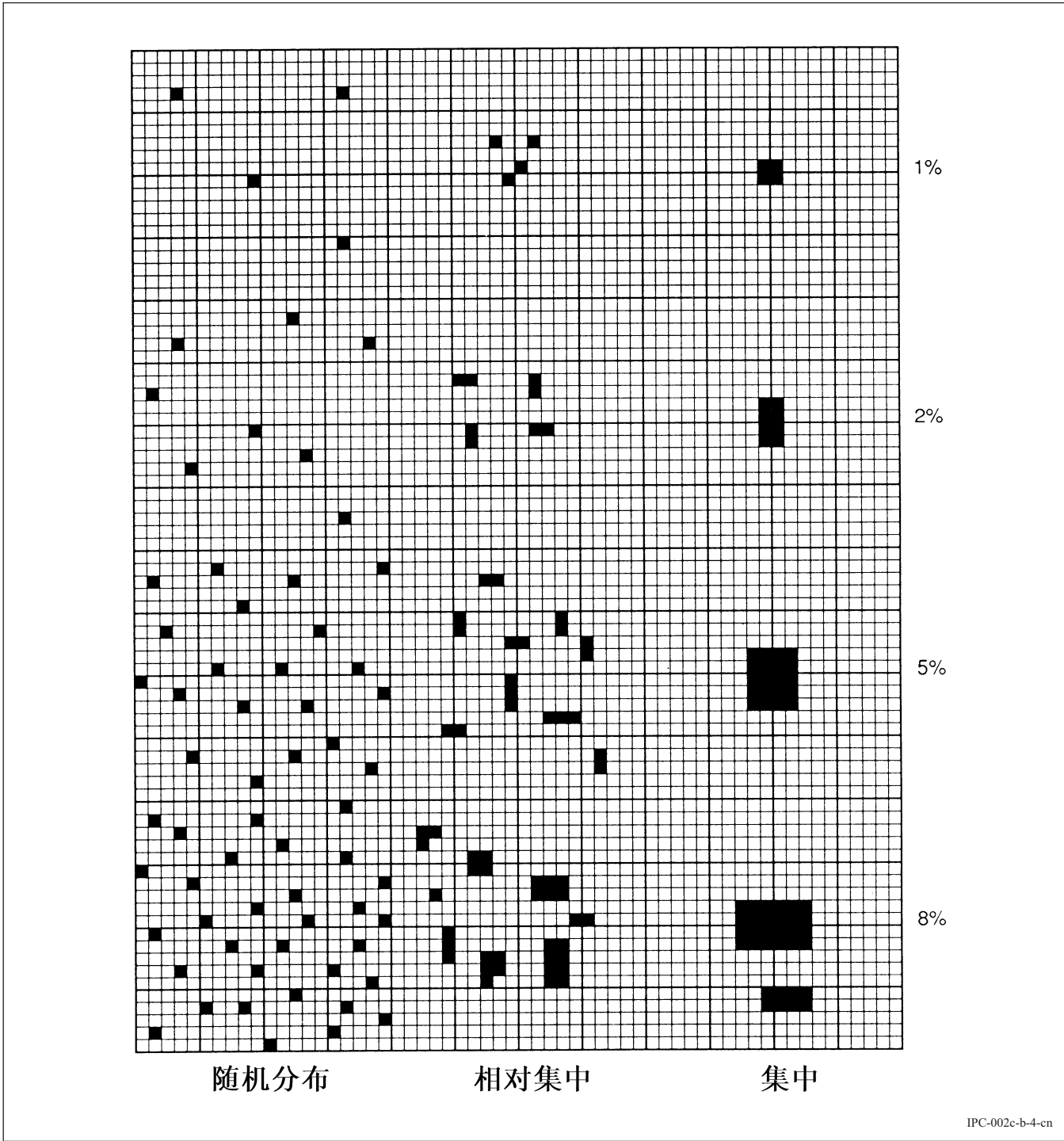
标识符: □ 不可见至

■ 可见

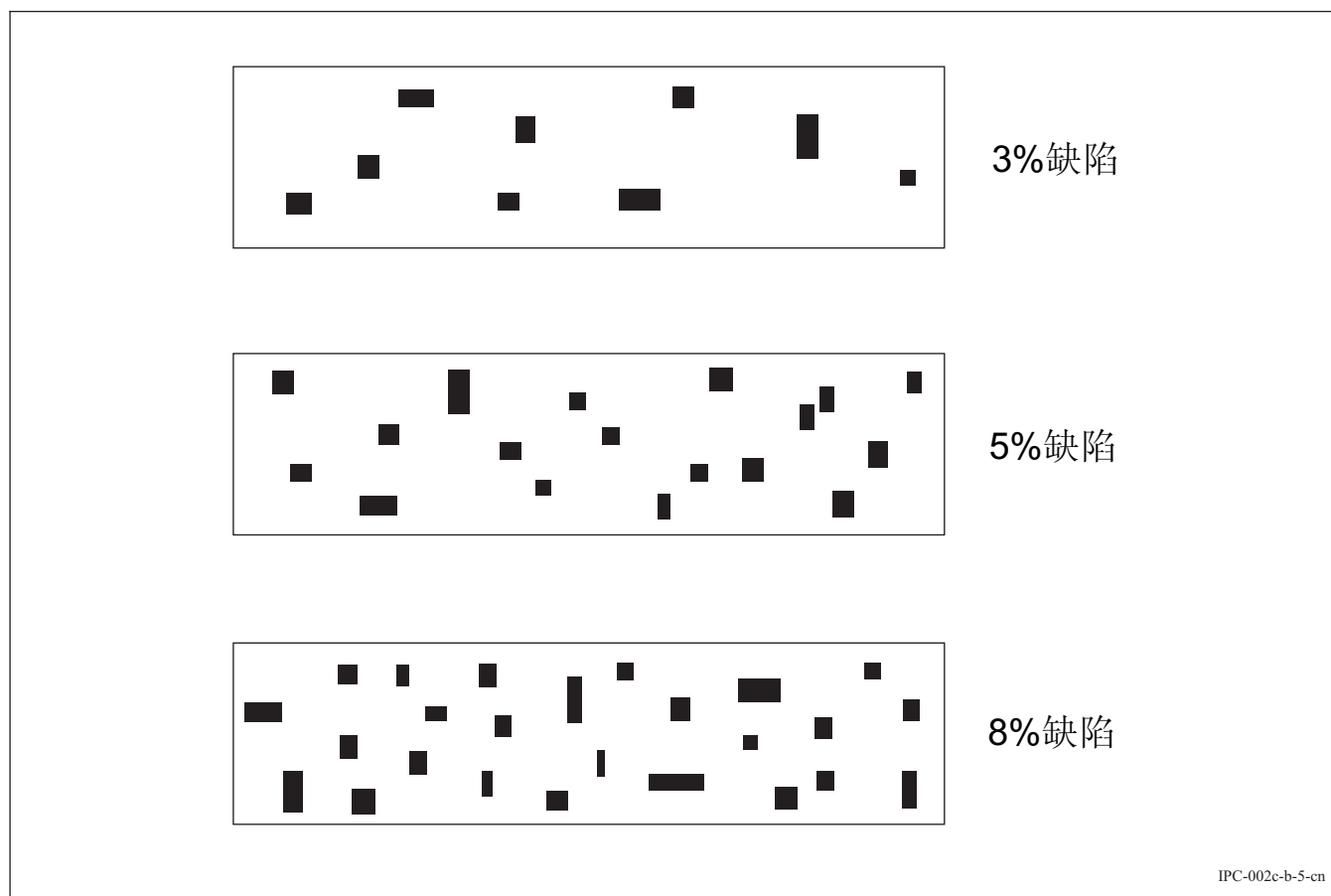
25mm引线长度的关键区域: 从至元器件本体1.3mm处开始的表面。

IPC-002c-b-3-cn

图B-3 5%可允许针孔面积的评估辅助图



图B-4 5%可允许针孔面积的评估辅助图



图B-5 可焊性覆盖率指南

附录C

最大理论润湿力的计算

用Klein Wassink公式计算最大理论润湿力。

$$\text{力 (最大理论值)} = (\gamma) (P) (\cosine \beta) - (d)(g)(V) = [0.4P - 0.08V] \text{ mN}$$

其中:

P = 在最大浸入深度下, 被测试样的周长, 即焊料/印制板或试样上的焊盘(或孔)/空气的界面的长度, 以毫米为单位。

V = 在最大浸入深度下, 被测试样位于焊料/印制板的空气界面以下的体积, 以立方毫米为单位。

γ = 锡铅焊料的表面张力, 为0.4mN/mm

γ = 无铅焊料的表面张力, 为0.5mN/mm

α = 印制板与水平面的浸入角度, 例如: $\alpha = 45^\circ$

β = 在最佳条件下, 焊料和板之间的润湿角度, 例如: $\beta = 0$, 则 $\cosine \beta = 1$

d = 对于锡60/铅40合金, 焊料在235 °C下的密度, 等于8120kg/m³

d = 对于SAC305合金, 焊料在255 °C下的密度, 等于7410kg/m³

g = 重力常数 = $9.8 \times 10^3 \text{ mm/s}^2$

根据器件供应商提供的标称值和以上规范中描述的封装图和规定的浸入角度和浸入深度计算周长和体积。在计算当中会用到总周长(以毫米为单位)和体积, 例如: 被浸入焊料中的所有引线的总和。

图C-1图示了如何计算132个I/O的QFP试样的周长和体积。

其中:

w = 引线宽度(标称) = 0.254mm

t = 引线高度(标称) = 0.1524mm

d = 浸入深度 = 0.3mm

l = 底部以20°角度, 0.3mm深度浸入后的引线长度 = 0.877mm

m = 顶部以20°角度, 0.3mm深度浸入后的引线长度 = 0.458mm

k = 沿引线侧面的焊料/引线/空气界面的长度 = 0.446mm

$2k + 2w$ = 每个引线焊料界面周长的总长度 = $0.892 + 0.508 = 1.4\text{mm}$

P = (33个引线) 每侧周长的总长度 = 46.2 mm

因此:

每个引线浸入的总体积 = $0.254 \times 0.1524 \times 0.458 + 0.5 (0.1524 \times 0.254 \times 0.419) = 0.0177 + 0.0081 = 0.0258 \text{ mm}^3$

因此, 对于132I/O的QFP, 其最大理论润湿力为:

对于33根引线(132I/O的QFP的一侧) = $33 \times 0.0258 \text{ mm}^3$

最大力 = $(0.4 \times 46.2) - (0.08 \times 0.85) = 18.41 \text{ mN}$

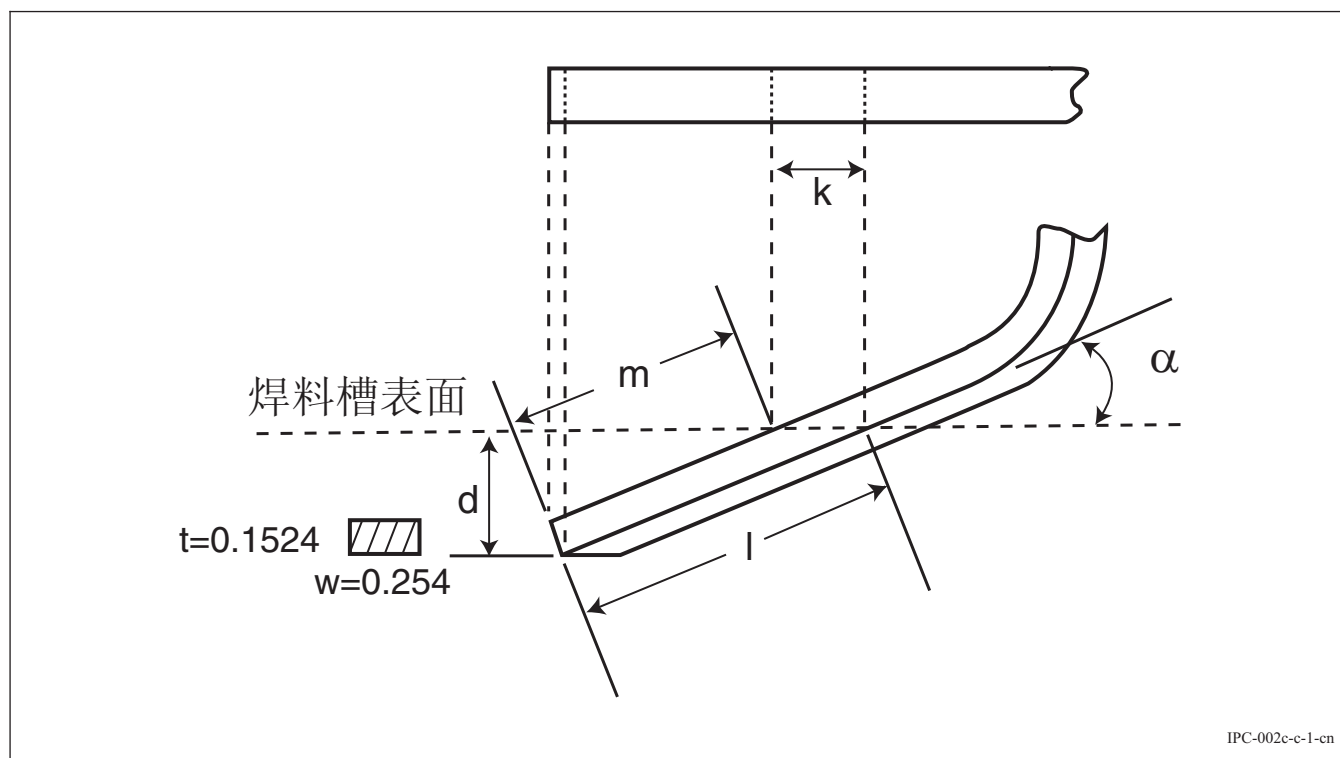
对于46.2 mm总周长的元器件:

每个界面长度的最大力 = $399 \mu\text{N/mm}$

因此, 在A组标准中测量的一个元器件的力必须大于9.2mN或在F2时大于200μN/mm。

注: 除了附录D的计算外(参数AA), 所有的力都是参照校正后的零轴, 而不是零力线。

1. R.J. Klein Wassink, "Soldering in Electronics," Edition, Electrochemical Publication, Ayr, Scotland, 1989, pp 308-309



图C-1 132I/O的PQFP引线的周长和体积

附录D

计算润湿曲线下面积的积分值

用最大理论力计算该面积（见图4-18或图4-19）。因此面积如下：

面积 = 润湿力 $\times$ 时间 - 浮力 $\times$ 时间

面积 = (3.0sec $\times$ 最大理论力) - 2.0sec (ρ)(g)V

面积 = (3.0sec $\times$ 最大理论力) - 2.0sec $\times$ 8.12×10^{-6} kg/mm³ $\times$ 9.8×10^3 mm/s² $\times$ V

其中V是浸入在焊料槽中的试样体积，计算方法如附录C。最大理论力的计算方法也见附录C。计算时做了如下假设：

1. 最大浮力保持2秒钟，形成了负面积：浮力 $\times$ 2秒。
2. 被测试样受到的润湿力跨过零轴后在2秒钟时达到最大值，并在测试期间保持该值，即保持3秒钟。

V = 总体积 = 0.4mm³

最大理论力：3.97mN

面积 = (3.0sec $\times$ 3.97mN) - (2.0sec $\times$ 0.08 (kg/mm³ $\times$ mm/s²) $\times$ 0.4mm³) = 11.91mN $\times$ 秒 - 0.064 (kgmm/sec)

因为F = ma, 所以mN = kg $\times$ mm/sec²或kg = mN sec²/mm

面积 = 11.91mN $\times$ 秒 - 0.064 (mNsec²/mm) $\times$ (mm/sec)

面积 = 11.91mN $\times$ 秒 - 0.064mN $\times$ 秒

面积 = 11.85mN $\times$ 秒

附录E 生厂商名录

E.1 测试设备生产商 下面列出的设备生产商都已为业界熟知。为了使该生产商名录能够不断更新，鼓励本标准的使用者提交其他产品生产商的资料。

E.1.1 测试A、B、C、D、A1、B1、C1

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mail, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 5252 1500 www.gen3systems.com

HMP Soldermatics, P.O. Box 948, Canon City., CO 81215, (719) 275-1531

Malcomtech 26200 Industrial Blvd, Hayward CA 64545, (510) 293-0580, www.malcomtech.com

Reef Engineering, Unit 6, Bancrofts Road, South Woodham Ferrers, Essex CM3 5UQ 01245 328123

Robotic Process Systems, 23301 E.Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509) 891-1680

E.1.2 测试E、F、E1和F1

Convey AB, Harpsundsvagen 113, S-12458 Bandhagen, Sweden 46 (0) 8 99 66 25

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mail, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 5252 1500 www.gen3systems.com

Malcomtech 26200 Industrial Blvd, Hayward CA 64545, (510) 293-0580, www.malcomtech.com

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wild-rose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331-0598, www.wettingballance.com

Robotic Process Systems Inc., 23301 E. Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509) 891-1680

E.1.3 测试G和G1

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mail, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 52521500 www.gen3systems.com

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France (USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wild-rose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331-0598, www.wettingbalance.com

E.1.4 蒸汽老化设备

H&H Engineering, Inc., 3612 Wood Duck Circle, Stockton, CA 95206

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France (USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wild-rose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331-0598 www.wettingbalance.com

Mountaingate Engineering Inc., Campbell, CA 95008, (408) 866-5100

Robotic Process Systems Inc., 23301 E. Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509) 891-1680

Zentek Scientific Systems, 3520 Yale Way, Fremont, CA 94538, (510) 651-1581

E.1.5 栅格刻度线

Bender Associates, 5030 South Mill Avenue, Suite C-2, Tempe, AZ 85252, (602) 820-0900

E.2 测试助焊剂产品生产商 下面列出的助焊剂产品生产商都已为业界熟知。为了使该生产商名录能够不断更新，鼓励本标准的使用者提交其他产品生产商的资料。

AIM Solder [www.aimsolder.com] – 1号标准助焊剂，产品编号：RMA 202-25

Alpha Metals [www.alphametals.com] – 2号标准助焊剂

GEN3 Systems Limited [www.gen3systems.com] – 产品编号：SMNA – 1号标准助焊剂：Actiec 2；2号标准助焊剂：Actiec 5 Kester [www.kester.com] – 1号标准助焊剂，产品编号：182

QualitekInternational, Inc. [www.qualitek.com] – 1号标准助焊剂，产品编号：285-25

Solderability Testing and Solutions Inc. [www.wettingbalance.com] – 0.2%标准测试助焊剂和0.5%标准测试助焊剂

附录F

J-STD-002/J-STD-003委员会关于可焊性测试采用活性助焊剂合理性的公开信

目前的J-STD-002/J-STD-003技术规范所包括的助焊剂测试方法与过去可焊性测试中所用的方法不同。具体体现在3.3.2节助焊剂表中：

表3-1 助焊剂成分

构成	成分的重量百分比	
	1号助焊剂	2号助焊剂
松香	25±0.5	25±0.5
二乙胺盐酸盐 (CAS 660-68-4)	0.15±0.01	0.39±0.01
异丙醇 (IPA) (CAS67-63-0)	余量	余量
氯当量	0.2	0.5

J-STD-002/J-STD-003委员会认为要认真研究提出的任何关于ROLO（以前的标识符为R）使用的变化，并要求提供采用标准活性助焊剂成分的适用性的测试数据。J-STD-002/J-STD-003已经花费了大量的资源致力于助焊剂改变问题，讨论了详细的化学性质并进行了由多个公司完成的实验设计（DoE）调查。J-STD-002委员会的主席，Rockwell Collins的Dave Hillman以及Texas仪器的Doug Romm、Intersil公司的Mark Kwoka、Intel公司的Jack McCullen认为委员会已经搜集了大量的数据并进行了有关主题的充分讨论，支持所提出的助焊剂材料改变。提出/支持助焊剂改变的四个基本理由总结如下：

1) 对于实施非锡涂层是一个积极主动的可焊性测试方法

大量的工业研究（1996年NEMI表面涂层任务组报告、1997年NCMS无铅焊料项目、2000年美国国家物理实验室CMMT（A）284报告）已经表明R型助焊剂与非锡表面涂层如钯、有机可焊性保护涂层（OSP）和浸金不兼容。在元器件和印制线路板上使用这些金属表面涂层已不再是例外，而且这些涂层正在被快速地广泛应用。使用只含有天然生成活性剂的R型助焊剂已经导致产生“错误的不良”可焊性测试结果，这种结果对元器件/印制板制造商和组装厂的成本和生产计划产生了负面影响。

2) 减少了可焊性测试的易变性

J-STD-002/J-STD-003委员会得到了Carol Handwerker博士的帮助，并利用美国国家标准与技术学会（NIST）的资源，调查/比较了标准活性助焊剂成分与R型助焊剂成分。由Raytheon System公司的Bill Russell及NIST统计人员完成的详细统计分析揭示了使用标准活性助焊剂成分可大大减少可焊性测试的变化量。J-STD-002/J-STD-003委员会的主要目标之一是开发可在行业内推广一致性的测试方法及标准。

3) 可焊性评估安全余量的损失问题

采用R型助焊剂的两个主要历史原因是：1) 松香只包含天然产生的助焊剂活性剂成分，因此不易受到助焊剂供应商的化学配方问题/复杂性的影响；2) 如果使用R型助焊剂后，发现元器件或印制线路板表面的可焊性测试结果可接受，那么在组装工艺中使用活性更强的助焊剂配方也将能产生可接受的焊接工艺结果，这是业界公认的事实。可焊性评定安全余量是行业自己提出并一致同意的决定。J-STD-002/J-STD-003委员会了解使用R型助焊剂决定的背后的历史关系并同样强烈希望维持可焊性评定安全缓冲。但是委员会根据表面涂层的技术发展、助焊剂供应商的助焊剂化学配方的改进、不要有过多的会以不增加价值的方式影响成本和生产计划的安全余量的愿望，对一些工业输入做出反应重新评估了可焊性助焊剂成分。委员会进行了一些测试（Wenger、Kwoga、ACI），证明：在业界提供的实际元器件和印制线路板上使用具有特定标准的活性含量，“错误的可接受”可焊性测试结果的出现率相当低。尚无“通过ROL1测试 - 未通过ROL0测试 - 在印制板组装中失效”这种结果的案例出现。事实上与板级焊接性能相比，使用ROL1和ROL0都更可能产生“错误的拒收”浸焊观察可焊性测试结果的情况。

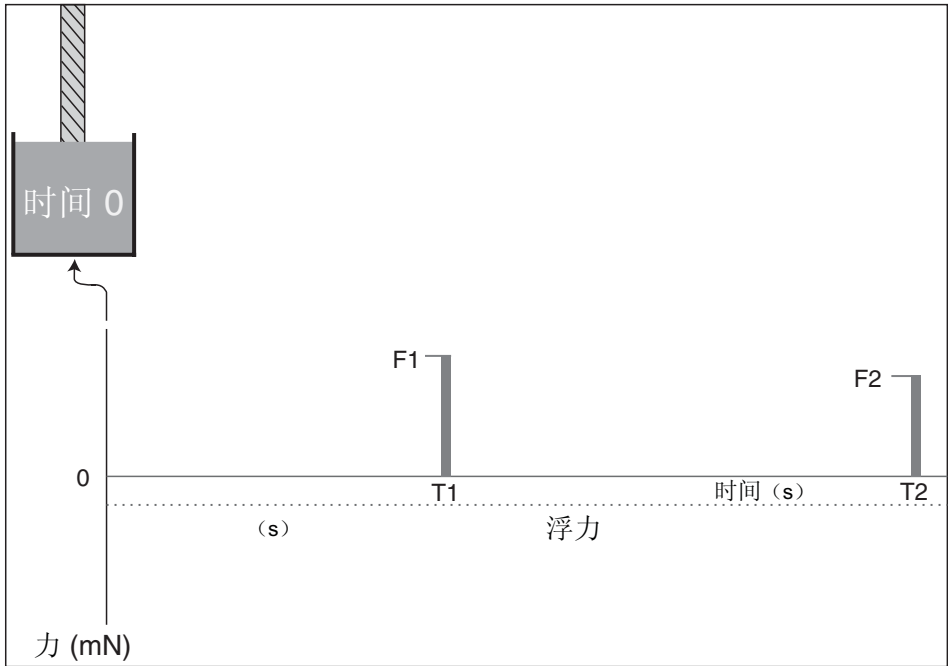
4) 可焊性测试助焊剂成分在在全球范围内的标准化 J-STD-002/J-STD-003委员会的第二个主要目标是开发可在电子行业内推广全球标准化的测试方法及标准。由委员会选定和测试的标准活性助焊剂成分已经被国际电工委员会（IEC）60068-2-20焊接技术规范所采用。IEC技术规范被成功地用于可焊性测试。J-STD-002/J-STD-003技术规范与IEC技术规

范的助焊剂成分要求的兼容性对于电子组装厂和元器件/印制线路板制造商是一个双赢的事情。

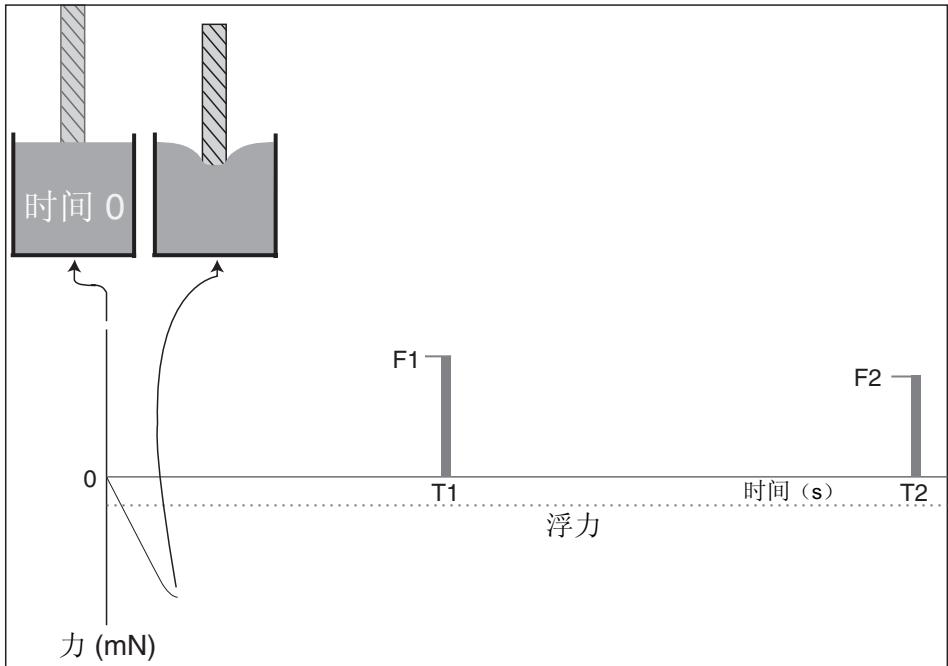
一些主要的助焊剂化学品供应商已询问了电子工业购买标准活性助焊剂成分的能力，得到了积极的响应。如有任何疑问，请联系IPC技术联络员，以获取更详细的资料。

附录G
润湿称量测试中焊料润湿曲线参数图示

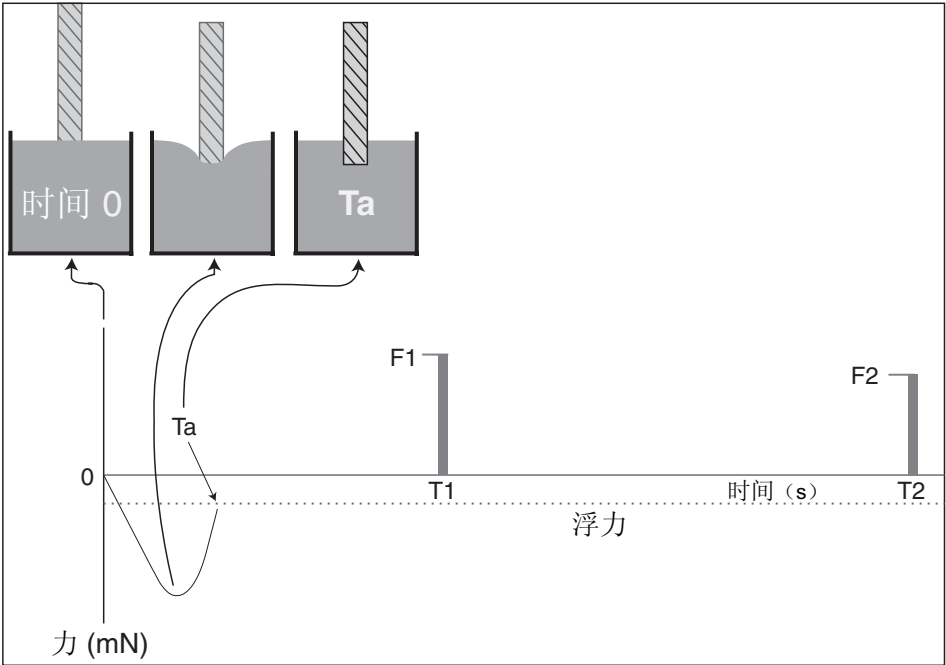
润湿曲线图示



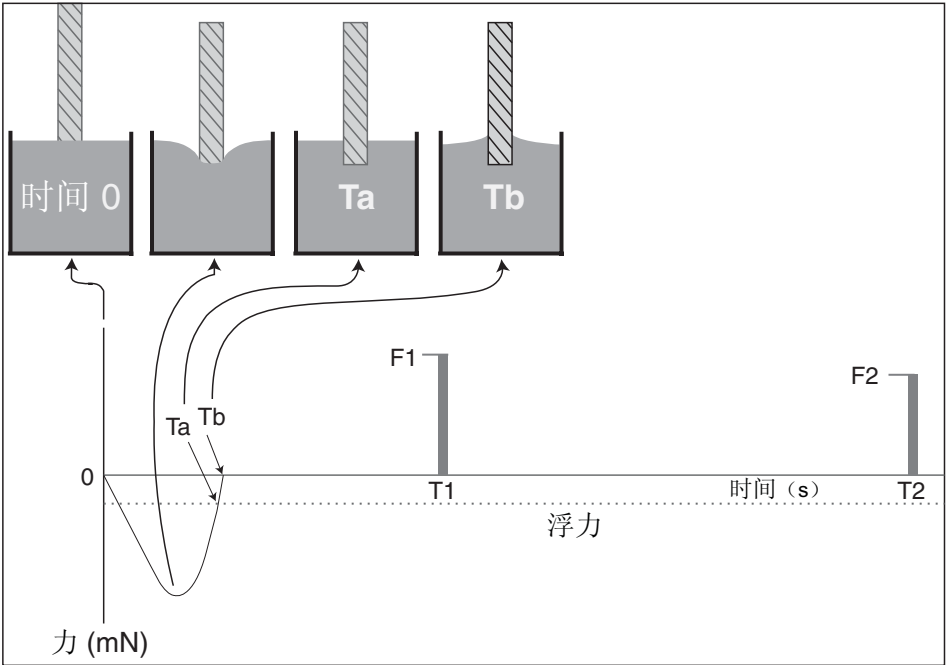
润湿曲线图示



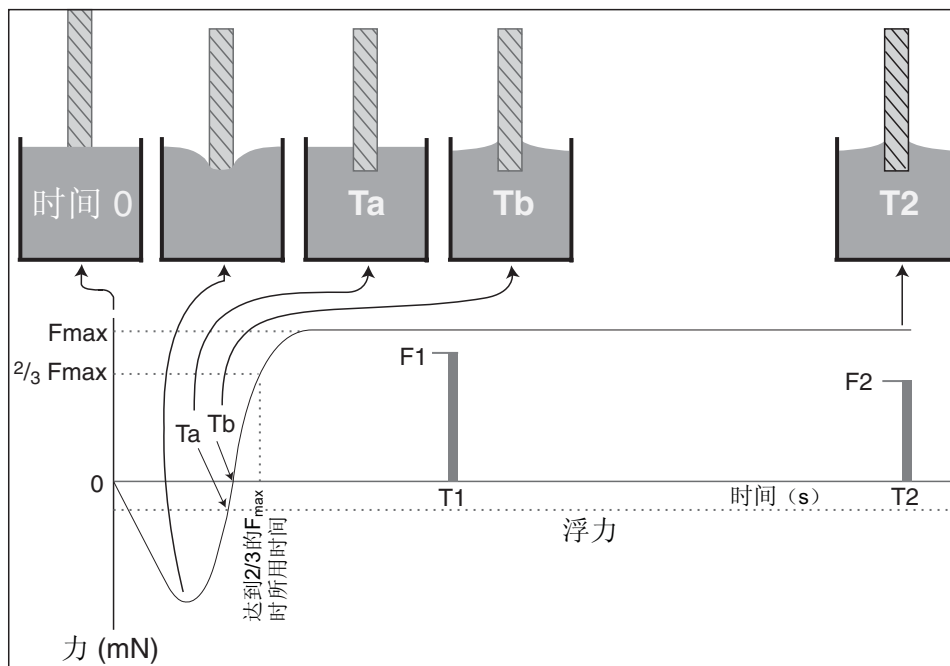
润湿曲线图示



润湿曲线图示

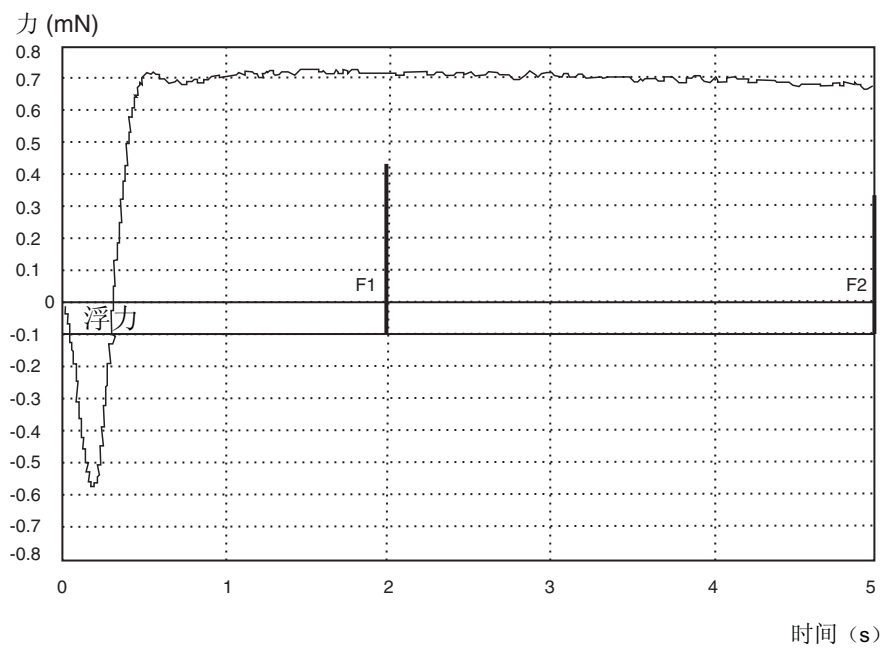


润湿曲线图示



上图强调了润湿称量测试期间通过5个连续步骤测量得到的一组参数。

典型的润湿曲线



附录H

使用铜箔试样时，润湿称量量具的 可重复性和可再现性（GR&R）测试协议

1. 应当在仅在测试前单独处理这些测试所用的所有试样。不要成批清洗试样。
2. 应当采用35 μ m（1盎司铜）标称厚度的铜箔进行测试。
3. 铜箔应当无表面处理，收到供应商提供的铜箔时，其表面应已氧化。不要使用光亮的铜箔，这表明其采用了表面防锈处理。表面处理/防腐剂会干扰制作该测试所必需的稳定的“已知好试样”的能力。
4. 以确保试样的可重复性，铜箔试样应当模切或成形，铜箔试样的宽度应当为以下尺寸：
 - a. 2mm
 - b. 5mm
 - c. 10mm
5. 为每种铜箔宽度和参与GR&R的每个人建立单个文件。
6. 测试参数应当为：
 - a. 焊接温度应当为合金及所采用的技术规范推荐的温度，如对于SnPb焊料及采用ANSI-J-STD-003则焊接温度应当为235 °C；如采用ANSI-J-STD-002，则焊接温度应当为245°C。对于SAC305焊料，无论采用哪项技术规范，焊接温度都应当为255 °C。
 - b. 浸入深度应当是0.4mm。
 - c. 浸入速度应当为2mm/秒。
 - d. 在焊料中的停留时间应当为10秒。
 - e. 浸入角度应当为与焊料表面成90度。
 - f. 不应当采用预热。
7. 应当按照以下程序为“已知好试样”进行样品处理：
 - a. 使用镊子将铜箔试样浸入到装有丙酮的烧杯中，轻轻地搅动20秒。
 - b. 取出试样，采用“Kim Wipe”或其它合适的实验室用纸巾抹干试样两面。
 - c. 再次使用镊子，将上面的试样浸入到20%的硝酸/DI水溶液中，轻轻地搅动20秒。
 - d. 立即将试样浸入去离子水中，轻轻搅动20秒。
 - e. 按照步骤b抹干试样。
8. 将试样浸入可焊性测试常用的“标准活性助焊剂”中，浸入时间为5秒。
9. 垂直夹持试样，吸干多余的助焊剂。
10. 将试样放入夹持工具。
11. 开始测试。
12. 对每种铜箔宽度重复10次、每个测试人员重复10次。进行GR&R研究建议应由三人完成测试。
13. 为便于处理数据，建议将获得的润湿力转换为可润湿长度（外围）上的mN/mm。如10mm宽的试样，可润湿的总长度（周长）= $[(2 \times 10\text{mm}) + (2 \times 0.035\text{mm})] = 20.07\text{mm}$ 。
14. 对于标称活性为0.2%的“标准活性助焊剂”，用于计算的润湿力应当为0.31 mN/mm。如果采用了活性更强的助焊剂，应当采用大的试样来获得平均值，以用于计算。
15. 计算出每种铜箔宽度及每个测试人员的标准偏差。

16. 将标准偏差乘6（对正态分布，这代表 ± 3 标准偏差）。
17. 将该值除以0.31，再乘上100，得到一个百分比。
18. 将每个人的三个值绘制成表格。
19. GR&R可接受的话，这个值应该小于10%。
20. 当第一次执行GR&R程序时，采用10mm的试样应该会得到很好的GR&R结果。当使用较小的试样时，测试人员互相之间的结果将变大。在进行全面的GR&R测试之前，测试可能不得不重复，或测试人员可能要在测试前进行一些练习。
21. 除了考核相关的个人外，该协议也可测试设备水平、提供线性或是否存在的偏差。因为润湿力已经被标准化为mN/mm，每种试样宽度的读数应该是相同的。如果它们明显不同，且各个测试人员产生的标准偏差低于10%，则说明润湿称量出现问题，应该联系设备制造商。