



IPC-CH-65B CN

印制板及组件清洗指南

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清洗与涂覆委员会（5-30）清洗与替代分委员会（5-31）开发；由IPC TGAAsia 5-31CN技术组翻译

取代：

IPC-CH-65A – 1999年9月
IPC-CH-65 – 1990年12月
IPC-SC-60A – 1999年8月
IPC-SA-61A – 2002年6月
IPC-AC-62A – 1996年1月
IPC-SM-839 – 1990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 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

IPC 中国
电话：400-621-8610
+86-21-2221-0000
邮箱：BDACHina@ipc.org
网址：www.ipc.org.cn
上海 青岛 深圳 北京 苏州 成都

目 录

1 概述	1	2.4.1	ISO标准	8
1.1 范围	1	2.4.2	REACH	8
1.2 目的	1	2.4.3	Cal/OSHA	8
1.3 背景	1	2.4.4	FDA/EU cGMP	8
1.4 目前出现的清洗相关挑战	1	2.5	术语和定义	8
1.5 本文件章节	1	2.5.1	溶剂清洗	8
1.5.1 第二章：适用文件	1	2.5.2	去助焊剂清洗	8
1.5.2 第三章：组装清洗的价值和运用	2	2.6	溶剂清洗步骤	8
1.5.3 第四章：组件清洗性设计	2	2.6.1	洗涤	8
1.5.4 第五章：材料兼容性	2	2.6.2	冲洗	9
1.5.5 第六章：制程的开发及验证	2	2.6.3	干燥	9
1.5.6 第七章：印制线路板（PWB）上的污染及其影响	2	2.6.4	溶剂清洗剂再生和再利用	9
1.5.7 第八章：组装残留物/清洗考虑要素	3	2.6.5	溶剂搅拌方法	9
1.5.8 第九章：环境考虑	3	2.6.6	溶剂清洗剂的缩写定义	9
1.5.9 第十章：溶剂清洗剂	3	2.7	溶剂清洗制程定义	9
1.5.10 第十一章：半水基清洗剂、设备和制程优化	3	2.7.1	碳吸附	9
1.5.11 第十二章：水基清洗剂、设备和制程整合	3	2.7.2	可燃物	9
1.5.12 第十三章：返工、维修和修复操作的清洗	3	2.7.3	共溶剂（双溶剂）	10
2 适用文件	3	2.7.4	带离液	10
2.1 行业标准	4	2.7.5	半水基清洗	10
2.1.1 IPC（国际电子工业联接协会）标准	4	2.8	半水基清洗步骤定义	10
2.1.2 工业联合标准	5	2.8.1	烃类表面活性剂（HCS, HC/S, HC-S）清洗	10
2.1.3 密切相关的技术	5	2.8.2	洗涤	10
2.2 美国联邦法规	5	2.8.3	乳剂或者乳化	10
2.2.1 联邦法律	5	2.8.4	冲洗	10
2.2.2 联邦标准	5	2.8.5	干燥	10
2.2.3 国防部	6	2.8.6	半水基清洗剂的缩写定义	10
2.2.4 职业安全与健康管理局（OSHA）	6	2.9	半水基清洗制程定义	11
2.2.5 环境保护局（EPA）	6	2.9.1	碳吸附	11
2.2.6 交通部	6	2.9.2	可燃物	11
2.2.7 美国政府工业卫生会议（ACGIH）	7	2.9.3	倾析	11
2.2.8 国家职业安全与健康学会（NIOSH）	7	2.9.4	带离液	11
2.3 其它	7	2.9.5	乳剂	11
2.3.1 美国材料测试标准	7	2.9.6	水基介质中有机溶剂乳剂	11
2.3.2 材料标准规范	7	2.9.7	软化水	11
2.3.3 国家防火协会（NFPA）	8	2.10	环境定义	11
2.3.4 美国国家标准协会（ANSI），美国质量控制协会（ASQC）	8	2.10.1	BOD生化需氧量	11
2.4 其它考虑	8	2.10.2	COD化学需氧量	11
		2.10.3	挥发性有机化合物（VOC）	11
		2.10.4	HAP有害空气污染物	11

2.10.5	全球暖化	11	4.4	静态清洗速率与动态清洗速率的平衡	28
2.11	水基清洗	11	4.5	环境因素	29
2.11.1	水基清洗步骤定义	12	5 材料兼容性	30	
2.11.2	水基清洗剂的缩写定义	12	5.1	材料兼容性注意事项	30
2.12	其它定义	12	5.1.1	清洗工艺的效果	31
2.12.2	批清洗	12	5.2	可靠性注意事项	31
2.12.3	精细清洗	12	5.3	物料兼容性测试	31
2.12.4	在线清洗	12	5.3.1	兼容性和功能性	31
2.12.5	人工清洗	12	5.3.2	选择做兼容性测试的物料	31
3 组件清洗的价值和适用性	12		5.3.3	测试方法：举例	32
3.1	简介	12	5.3.4	ASTM和其它测试标准	36
3.2	技术创新	13	5.4	PCB组件无铅化的影响	36
3.3	制程残留物及其对产品可靠性的影响	14	5.4.1	PCB制造	36
3.4	免洗与清洗	14	5.4.2	元器件	36
3.4.1	实施免洗技术涉及的因素	15	5.4.3	板和元器件表面处理	37
3.4.2	成本驱使	15	5.4.4	组装材料	37
3.4.3	免洗材料的选择；产品设计	15	5.4.5	组装设备	37
3.4.4	什么是已知的免洗成本效益和驱使原因？ ...	15	5.5	设计问题和兼容性	37
3.4.5	什么是免洗的成本驱使原因？	15	5.5.1	小型化的影响	37
3.5	什么是清洗的成本？	16	5.5.2	元器件密度	38
3.5.1	清洗成本构成	16	5.5.3	特殊的兼容性实例	38
3.5.2	成本模型	17	5.5.4	黑氧化	40
3.6	什么是忽略清洗的成本？	20	5.5.5	电感线圈腐蚀	40
3.6.1	无铅焊接	20	5.5.6	阻焊膜	40
3.6.2	微型化	20	5.5.7	挠性电路	41
3.6.3	助焊剂的变化	21	5.5.8	焊点腐蚀	42
3.6.4	电气故障	21	5.5.9	部件标识/标签	42
3.6.5	电化学迁移	21	5.5.10	粘合剂	43
3.6.6	可靠性风险	22	5.5.11	敷形涂覆附着	43
4 组件清洗性设计	23		6 工艺开发与验证	43	
4.1	有效清洗组件的设计	23	6.1	前言	43
4.2	清洗设计	24	6.2	阶段1测试	44
4.2.1	基板	24	6.3	阶段2测试与注意事项	46
4.2.2	组装元器件	24	6.3.1	阶段2测试工具	46
4.2.3	组件污染物	25	6.3.2	IPC-9202	50
4.2.4	热梯度	25	6.3.3	IPC-9203	51
4.3	清洗剂的设计方案	26	6.4	第三阶段测试及注意事项	51
4.3.1	溶剂清洗材料	26	6.5	清洗工艺认证	52
4.3.2	半水基清洗材料	27	6.5.1	引用文件	52
4.3.3	水基清洗材料	27	6.5.2	第1阶段初步可行性评估	52
4.3.4	清洗设备设计方案	28	6.5.3	材料分析	53
4.3.5	定义“优化系统”	28	6.5.4	过程注意事项	53

6.5.5	技术方面的评估	54	7.2.6	*电导率	61
6.5.6	过程计划的文档编制	54	7.2.7	*导体间距	61
6.5.7	阶段2材料和工艺测试	54	7.2.8	腐蚀	61
6.5.8	测试工具	54	7.2.9	*腐蚀性焊剂	62
6.5.9	测试方法	54	7.2.10	腐蚀蠕变	62
6.5.10	测试基准报告	55	7.2.11	*树枝状生长	62
6.6	印制电路板组装评估阶段 3	55	7.2.12	树枝状迁移	62
6.6.1	确认应用硬件的测试阶段 3	55	7.2.13	偶极	62
6.6.2	确认在最具挑战性的组装上的清 洗阶段 3	55	7.2.14	偶极距	62
6.6.3	制定和记录工艺范围阶段 3	55	7.2.15	金属溶解	62
6.6.4	基于实际PWB硬件的材料兼容性测 试阶段 3	55	7.2.16	电化学迁移	62
6.6.5	验证	56	7.2.17	电迁移 (EM)	62
6.6.6	目测	56	7.2.18	助焊剂	62
6.6.7	机械	56	7.2.19	*助焊剂活性	62
6.6.8	化学测试	56	7.2.20	助焊剂残留物	62
6.6.9	残留物分析	57	7.2.21	电流腐蚀	62
6.6.10	功能性测试	57	7.2.22	卤化物含量	62
6.6.11	确认运行	57	7.2.23	无机助焊剂	62
6.7	品质计划	57	7.2.24	离子清洁度	62
6.7.1	质量体系文件	57	7.2.25	离子污染物	63
6.7.2	材料采购控制	58	7.2.26	*泄漏电流	63
6.7.3	制造控制	58	7.2.27	*金属迁移	63
6.7.4	成品检查	58	7.2.28	*非活性助焊剂	63
6.7.5	非一致性材料的控制	59	7.2.29	*非离子污染物	63
6.7.6	纠正措施程序	59	7.2.30	有机污染物	63
6.7.7	存贮、搬运和包装	59	7.2.31	有机助焊剂	63
6.7.8	周期性产品认证	59	7.2.32	*封装密度	63
6.7.9	质量信息	59	7.2.33	极性物质	63
6.7.10	现场运行数据	59	7.2.34	残留	63
6.7.11	过程监视	59	7.2.35	短路	63
6.7.12	数据收集与报告	59	7.2.36	*托高	63
			7.2.37	晶须	63
7	印制线路板 (PWB) 上的污染及其影响	61	7.3	清洁程度要求	63
7.1	范围	61	7.3.1	免洗术语和助焊剂历史的讨论	64
7.1.1	目的	61	7.4	离子残留	67
7.1.2	背景	61	7.4.1	电化学迁移 (ECM)	68
7.2	术语和定义 (带*号的引自IPC-T-50)	61	7.4.2	电迁移	71
7.2.1	*阳极	61	7.5	蠕变腐蚀	72
7.2.2	阴离子	61	7.5.1	蠕变腐蚀和微型化	72
7.2.3	*桥接	61	7.5.2	蠕变腐蚀和PCB表面处理	72
7.2.4	阴极	61	7.5.3	蠕变腐蚀和电路板清洁度	73
7.2.5	阳离子	61	7.5.4	有硫蠕变倾向的场所	73
			7.5.5	预防腐蚀的策略	73

7.6	锡须和电路板清洁度	74	8.4.6	焊膏	83
7.7	海洋腐蚀	74	8.4.7	无机酸助焊剂	83
8	组装残留物/清洗的考虑要素	76	8.4.8	焊料	83
8.1	范围	76	8.4.9	波峰焊锡炉添加剂	84
8.2	目的	76	8.5	其它残留物	84
8.3	术语和定义	76	8.5.1	手工作业污染	84
8.3.1	酸性助焊剂	76	8.5.2	标记	85
8.3.2	活性松香助焊剂	76	8.5.3	工作场所和周围储存条件	85
8.3.3	活化剂	76	8.5.4	元器件包装当作一种污染物的来源	85
8.3.4	粘合剂	76	8.5.5	暂时性阻焊桥/阻焊膜/抗蚀剂/阻焊带	85
8.3.5	吸附污染物	76	8.5.6	润滑油和油脂	86
8.3.6	导体节距	76	8.5.7	粘合剂	86
8.3.7	导体间距	77	8.6	清洗考虑要点	86
8.3.8	敷形涂覆	77	8.6.1	目检标准	86
8.3.9	腐蚀性助焊剂	77	8.6.2	元器件几何形状	87
8.3.10	从单板表面到元器件底面的距离	77	8.6.3	器件托高高度及对清洗的影响	87
8.3.11	焊渣	77	8.6.4	夹裹的液体	87
8.3.12	助焊剂	77	8.6.5	元器件问题和残留物	88
8.3.13	助焊剂残留物	77	8.6.6	表面的润湿	88
8.3.14	无引线表面贴装元器件	77	8.6.7	表面张力和毛细力	89
8.3.15	非活性助焊剂	77	8.6.8	填充间隙对比未填充间隙	89
8.3.16	有机酸助焊剂	77	8.6.9	助焊剂残留物可变性	89
8.3.17	封装密度	77	8.6.10	洗涤剂效果	90
8.3.18	膏状助焊剂	77	8.7	焊接后的白色残留物	93
8.3.19	再流温度	77	8.7.1	白色残留物形成机理	93
8.3.20	树脂	77	8.8	清洗过程控制	94
8.3.21	树脂助焊剂	77	8.8.1	过程参数	94
8.3.22	松香	77	8.8.2	清洗剂	94
8.3.23	松香助焊剂	77	8.8.3	设定过程控制极限	94
8.3.24	焊料球	77	8.8.4	避免不需要材料的影响	95
8.3.25	暂时性阻焊膜	77	8.9	清洗设备考虑要点	95
8.3.26	溶解能力	77	8.9.1	驱动力时间、温度、浓度和能量	95
8.3.27	反应物	77	8.9.2	静态和动态清洗能量	95
8.3.28	托高	77	8.9.3	动态能量效能改善	95
8.3.29	合成树脂	78	8.9.4	过剩能量	95
8.3.30	水溶性助焊剂	78	8.10	监控洗涤槽	96
8.4	清洗后残留物	78	8.10.1	滴定	96
8.4.1	松香助焊剂	78	8.10.2	折射率	96
8.4.2	水溶性助焊剂	79	8.10.3	非挥发性残留物	97
8.4.3	合成型活性助焊剂（更为确切的ORH0 或者ORH1）	80	8.10.4	其它清洗槽的监控方法	97
8.4.4	低固残留（免清洗）助焊剂	80	8.10.5	清洗槽起泡	97
8.4.5	无铅和小型化对组装残留物的影响	81	8.11	清洁度测试	100
			8.11.1	ROSE测试	101
			8.11.2	ROSE测试方法的局限	101

8.11.3	ROSE测试设备	101	10.2.5	冲洗	120
8.11.4	离子色谱仪	102	10.2.6	干燥	120
8.11.5	局部污染物	102	10.2.7	去助焊剂（焊剂去除或者焊后清洗）	120
8.11.6	敷形涂覆附着和润湿	102	10.2.8	化工材料首字缩写	120
9	环境考虑要点	105	10.3	溶剂清洗的背景和概述	120
9.1	安全性	105	10.3.1	溶剂清洗概述	120
9.1.1	环境意识	105	10.3.2	流程图	121
9.1.2	环境问题	106	10.4	溶剂清洗剂技术	121
9.2	气体排放	106	10.4.1	单一溶剂系统	121
9.2.1	挥发性有机化合物	107	10.4.2	混合的溶剂系统	121
9.2.2	有害的空气污染物（HAPs）	108	10.4.3	共溶混合物	122
9.2.3	损耗臭氧的物质	109	10.4.4	汉森工程混合溶剂（非共沸混合物）	122
9.3	废水	109	10.4.5	概述	123
9.3.1	去除的助焊剂和污染度类型	110	10.5	清洗溶剂的特性	125
9.3.2	金属去除	110	10.5.1	介绍	125
9.3.3	酸碱度调整	111	10.5.2	普通溶剂的物理特性例子	125
9.3.4	生化需氧量/化学需氧量的降低	111	10.5.3	效力	125
9.3.5	水使用量的降低	111	10.5.4	多种成分	125
9.3.6	总的毒性有机物	112	10.5.5	退化现象	125
9.4	固体废物	112	10.5.6	残留物	125
9.4.1	用过的溶剂型废物	113	10.5.7	悬浮物质	126
9.4.2	用过的半水基清洗剂	113	10.5.8	溶解的杂质	126
9.5	溢出量报告	114	10.5.9	回收的溶剂	126
9.6	有毒废物堆场污染清除基金	114	10.5.10	稳定性	126
9.7	毒性物质排放详细目录报告要求	114	10.5.11	防止化学性分解变质	126
9.8	健康和安全问题	115	10.5.12	防止热分解变质	126
9.8.1	危险因子和控制措施	115	10.5.13	安全	126
9.8.2	物质安全数据表	115	10.5.14	工作场所暴露	127
9.8.3	危险物质标签系统	115	10.5.15	允许暴露限度/短期暴露极限	127
9.8.4	员工暴露	116	10.5.16	工作场所暴露监控	127
9.8.5	易燃液体的问题	116	10.5.17	环境	128
9.9	水源和水质	116	10.5.18	成本	129
9.9.1	水纯度的量测	116	10.5.19	总结	129
9.9.2	定义	116	10.6	溶剂特定材料兼容性注意事项	129
9.9.3	水纯净度标准	117	10.6.1	聚合物和标记兼容性	129
9.9.4	水净化的方法	118	10.6.2	敷形涂覆溶剂兼容性	129
10	溶剂型清洗剂	119	10.6.3	金属兼容性和溶剂稳定性	129
10.1	目的	119	10.7	溶剂的分类和特点	130
10.2	术语和定义	119	10.7.1	碳氢化合物溶剂	130
10.2.1	溶剂清洗	119	10.7.2	卤化溶剂	131
10.2.2	贝壳杉脂丁醇值（KB值）	119	10.8	溶剂清洗设备/工艺	131
10.2.3	共沸混合物	120	10.8.1	简介	131
10.2.4	洗涤	120	10.8.2	批汽相清洗	131
			10.8.3	传送式的喷淋清洗	132

10.8.4	超声波清洗设备	133	11.3.5	搅拌	153
10.8.5	冷清洗设备	134	11.3.6	冲洗部分	154
10.8.6	浸泡槽	134	11.3.7	水溶性（II型）清洗剂的冲洗部分	156
10.8.7	设备改装（升级）	135	11.3.8	干燥部分	156
10.9	工艺整合	135	11.4	半水基清洗设备	156
10.9.1	手工焊接之后的清洗	135	11.4.1	在线清洗机	156
10.9.2	汽相去焊清洗（仅汽相）	136	11.4.2	燃烧保护	157
10.9.3	清洗协定	136	11.4.3	批清洗机	157
10.10	过程控制	136	11.5	清洗过程和质量监控	158
10.10.1	简介	136	11.5.1	洗涤段	158
10.10.2	设备选择和建议	136	11.5.2	冲洗段	159
10.10.3	传输清洗系统	137	11.6	环境控制和注意事项	160
10.10.4	设备放置和操作	137	11.6.1	介绍	160
10.10.5	热蒸汽系统	138	11.6.2	无用的半水基清洗剂	160
10.10.6	清洗系统维护	138	11.6.3	冲洗水	160
10.10.7	正确的蒸馏实践	138	11.6.4	水回收	162
10.10.8	蒸馏溶剂干燥装置	140	11.6.5	挥发性有机化合物（VOCs）	162
10.10.9	溶剂检测	140	11.6.6	温室效应	163
10.10.10	小结	141	12 水基清洗剂、清洗设备和清洗工艺的整合	164	
10.11	环保事项	141	12.1	范围	164
10.11.1	简介	141	12.2	目的	164
10.11.2	清洁空气法案	142	12.3	术语和定义	164
10.11.3	水清洁法案	143	12.3.1	水基清洗	164
10.11.4	资源保护和恢复法案-概述	144	12.3.2	洗涤	164
10.11.5	超级基金-概述	145	12.3.3	冲洗	164
10.11.6	有毒物质物释放清单的报告要求	145	12.3.4	干燥	164
10.11.7	影响法规过程	145	12.3.5	表面干燥	164
10.11.8	适用性	145	12.3.6	去焊剂（助焊剂清除或者焊后清洁）	164
11 半水基清洗剂、设备和工艺优化	146		12.3.7	精细清洗	164
11.1	目的	146	12.3.8	丝网和模板清洗	165
11.1.1	术语和定义	146	12.3.9	半水基清洗	165
11.2	半水基清洗剂	146	12.3.10	有机溶剂清洗	165
11.2.1	半水基概述	146	12.3.11	功能性添加剂	165
11.2.2	半水基的科学性	147	12.3.12	活性添加剂或者反应物	165
11.2.3	半水基清洗剂	147	12.3.13	水介质中有机溶剂的乳液	165
11.2.4	半水基清洗剂的性质	149	12.3.14	手动清洗	165
11.2.5	清洗剂的兼容性	150	12.3.15	批清洗	165
11.2.6	半水基工艺中冲洗水的性能	150	12.3.16	在线清洗	165
11.3	半水基清洗工艺	151	12.3.17	皂化	165
11.3.1	介绍	151	12.3.18	pH值	165
11.3.2	工艺参数	152	12.4	水清洗背景	165
11.3.3	洗涤阶段	152	12.4.1	历史	165
11.3.4	温度	152	12.4.2	水基清洗工艺概述	166

12.4.3	水基清洗过程的流程图	166	13 返工、维修和修复操作的清洗	191
12.5	水基清洗剂技术	166	13.1 简介	191
12.5.1	溶解力	166	13.2 术语和定义	191
12.5.2	活化剂（反应物）	167	13.2.1 返工	191
12.5.3	功能性添加剂	168	13.2.2 维修	191
12.5.4	表面张力	168	13.3 工厂端返工	191
12.5.5	粘度	168	13.4 现场返工和维修	192
12.5.6	缓蚀	168	13.5 修整和修复	192
12.5.7	消泡剂	169	13.6 维修、返工和修复对可靠性的影响	192
12.6	水清洗产品设计	169	13.6.1 敷形涂覆	192
12.6.1	清洗剂与脏污的匹配性	169	13.6.2 敷形涂覆的再生成	193
12.6.2	去离子水（DI水）	169	13.7 返工、维修和修整操作后的清洗	193
12.6.3	中性水溶液	170	13.8 修整电子组件的方法	194
12.6.4	皂化清洗剂	170	13.8.1 数据收集	194
12.6.5	水的有机溶剂乳液	171	13.8.2 分析	194
12.7	水清洗剂设计以支持特定的工艺	171	13.8.3 翻新电路板组件的清洗工艺选择 注意事项	195
12.7.1	台式清洗	171		
12.7.2	模板清洗	171		
12.7.3	水基去除未固化的焊膏和双面印刷错误 ...	172		
12.7.4	批清洗	172		
12.7.5	浸入式超声波	172		
12.7.6	浸入式离心	172		
12.7.7	喷淋（单腔体的或者多腔体的）	172		
12.7.8	维护清洗	173		
12.7.9	波峰焊定位装置清洗	173		
12.7.10	水基清洗设备	173		
12.7.11	批清洗设备	173		
12.7.12	批浸泡	173		
12.7.13	超声波	174		
12.7.14	浸泡喷射	174		
12.7.15	离心力	174		
12.7.16	批喷淋清洗	175		
12.7.17	单一和多个自主腔	175		
12.7.18	步进式腔膛	176		
12.7.19	在线空气喷淋	177		
12.8	过程整合	179		
12.8.1	设计清洗流程以满足清洗需求	179		
12.9	清洗设备选型	181		
12.9.1	过程变量	182		
12.10	通风	190		
12.10.1	平衡在线系统的通风	190		
12.10.2	批量系统	190		
12.10.3	干燥	190		

图

图5-1	去离子水密封与未密封的比较	39
图5-2	清洗化学剂腐蚀	40
图5-3	清洗液腐蚀聚氨酯涂层	40
图5-4	UV阻焊膜固化问题示例	41
图5-5	UV阻焊膜固化问题示例	41
图5-6	UV阻焊膜固化问题示例	41
图5-7	清洗后干膜阻焊膜剥离和脱落	42
图5-8	长期暴露在水基清洗剂中的状态	42
图5-9	焊点外观示例	42
图6-1	珠状焊膏	45
图6-2	IPC-B-36测试板	46
图6-3	Umpire板	48
图6-4	有缺陷的BGA封装	49
图6-5	系统附连测试板	49
图6-6	SMTA Saber板	50
图6-7	IPC-B-52测试板	51
图6-8	工艺评估的三阶段法	53
图7-1	电化学迁移	62
图7-2	电迁移	62
图7-3	电化学失效图	64
图7-4	覆有干膜阻焊剂的印制线路板上的 锡球评估	66
图7-5	钠原子和离子	68

图7-6	氯原子和离子	68
图7-7	单一玻璃纤维中的空洞	69
图8-1	夹裹在元器件下面的助焊剂残留物	89
图8-2	非晶态结构示例	89
图8-3	相转变和 T_g	90
图8-4	清洗后的留在焊接接合部位的白色残留物的SEM图像	93
图8-5	折射率	96
图8-6	有机相和水相	97
图8-7	在线PCB清洗过程的典型阶段	98
图8-8	泡沫开始溢出到两个不同的洗涤阶段	98
图8-9	调整空气刀远离冲洗段	99
图8-10	排气调整前的冲洗阶段泡沫	100
图8-11	排气调整后的冲洗阶段泡沫	100
图8-12	外部排气风门	100
图8-13	内部排气风门	100
图8-14	洗涤阶段中的泡沫	101
图8-15	在顺序冲洗间, 洗涤/冲洗室内的泡沫阻碍排水	101
图8-16	电子产品组装过程	102
图8-17	敷形涂覆前/后工序考虑要点	103
图8-18	敷形涂覆原因和影响因素	103
图11-1	广义的半水基净化工艺全过程	151
图11-2	半水基清洗设备原理图	153
图11-3	离心批量清洗剂配置	154
图11-4	两阶段冲洗过程	155
图11-5	连续冲洗过程	157
图11-6	比重与助焊剂含量的曲线	159
图12-1	焊接组装后的清洗工艺	167
图12-2	影响组装线路板清洗过程效果的因数	180

表

表4-1	裸印制板离子污染最大值 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	24
表4-2	电子组件清洗剂的设计方案	27
表4-3	静态与动态设计方案 (由一些研究学习中得出的资料结果)	29
表6-1	材料鉴定规范与方法	44
表6-2	性能规范	44
表6-3	引用文件	53
表6-4	污染级别, 依据IPC-TM-650 测试方法2.3.28	57
表6-5	最低SIR值	57
表6-6	质量保证计划的要素	58
表6-7	文件层次结构	58
表7-1	助焊剂分级方法	65
表7-2	能量级别和最大电子数	67
表8-1	IPC-A-610表1-3	87
表8-2	清洗剂指南	91
表8-3	与焊接清洗过程相关联的动态能量	95
表9-1	洗涤媒介、典型的清洗能力	110
表9-2	废水中的重金属	111
表9-3	反应等级	115
表10-1	相对清洗效力	124
表10-2	电子组装污染物(残留物)	130
表10-3	溶剂分类和特征	130
表11-1	一系列以半水基产品为基础的清洗性能	150
表11-2	非水基(I型)半水基清洗剂的清洗工艺参数	152
表11-3	水溶性(II和III型)半水基清洗剂的清洗工艺参数	152
表11-4	闪点的注意事项(根据美国条例)	153
表12-1	清洗剂	168
表12-2	模板清洗剂设计	172

印制板及组件清洗指南

1 概述

1.1 范围 本指南只适用于组装制程中印制线路组件的清洗。印制线路板清洗的信息将包含在另一个单独的配套文件中。

1.2 目的 本文件的目的是以一种容易校订/更新的方式，收集和更新了所有有关印制线路组件（PWA）清洗的信息。

1.3 背景 在生产中，有关印制电路板（PCB）、印制线路板（PWB）和印制线路组件（PWA）的清洗信息能在许多IPC文件和手册里找到，特别是：

- CH-65 印制板及组件清洗指南
- SM-839 施加阻焊膜前、后的清洗指南
- SC-60 焊接后溶剂清洗手册
- SA-61 焊接后半水基清洗手册
- AC-62 焊接后水基清洗手册

尽管是从多个不同成员使用的记录收集来的，但不可能确保掌握所有的信息。

1.4 目前出现的清洗相关挑战 由于20世纪90年代早期低残留物（即免洗）的助焊剂/焊膏的出现，许多人认为不再需要清洗。这个结论忽视了继续朝着更细间距、更高可靠性要求、更高密度封装、底部填充剂附着以及成本降低的趋势发展。由于组装后清洗通常可去除所有上游脏污，行业必须转向清洗印制线路板和清洗元器件制程、清洗封装和超净工作场所。如此将使组装后清洗变得更加繁重及复杂。

最近，焊接工艺转变为无铅镀层/表面处理及焊料合金，通常采用更高的焊接工艺温度。生产助焊剂/焊膏时需要考虑更复杂的配方组成来达到免清洗焊接，当焊接完成时，不会产生空洞、锡球或者其它可靠性问题。

无卤层压板的出现，以及其它可能被限制的工业制程化学品，将产生新的工艺挑战。

有效清洗模板的能力变得非常重要。更多模板印刷的要求已经出现在精细和超细部件，以及球栅阵列。清洁的模板是传递适量焊膏的必需品。当前的细间距装置很可能出现部分或者完全阻塞模板网孔的现象。据估计，大约70%的表面贴装焊接缺陷是由于焊膏印刷的问题。模板清洗工艺包含在一份单独的标准里。

环境和工人安全问题在当前的清洗考虑中占了很大的一部分。组装界必须考虑的因子包括VOC、BOD、COD（挥发性有机物、生化需氧量和化学需氧量）、废水处理、重金属、密闭循环和酸碱值。依据有关法规的要求（联邦和/或者地方），可以是这些因子中的一个或者多个来决定清洗工艺及相关设备的选择。

1.5 本文件章节

1.5.1 第二章：适用文件 本章节包含适用于焊接后清洗电子组件所参照的行业标准、联邦法规、测试方法和工具。文中并非交叉引用所有这些文件。为了方便读者，会在以下列出。