

XIUZHEN BIAOMIAN ZUZHUANG JISHU(SMT)

GONGCHENGSHI SHIYONG SHOUCHE

袖珍

表面组装技术(SMT)
工程师使用手册

宣大荣 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

袖珍表面组装技术 (SMT)工程师使用手册

宣大荣 编著

机械工业出版社

本手册内容包括：元器件使用参数、元器件焊区设计、电路板性能参数、贴装材料性能要求、印刷工艺要求、无铅焊料应用参数、焊接/清洗工艺要求、检测/设备维护要求、组装故障分析与对策技巧等。书中对相关公司/企业的从事 SMT（表面组装技术）的专业技术人员技能的考量评定，也作了系统详实的说明，并列出了不同的测定试卷。

本手册是从事 SMT 的工程技术人员必备的工具书，也可作为相关专业大中专院校师生的参考指导用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

袖珍表面组装技术 (SMT) 工程师使用手册/宣大荣编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.3

ISBN 978-7-111-20869-3

I. 袖... II. 宣... III. 印刷电路—组装—技术手册

IV. TN410.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 027387 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 吉玲 责任编辑: 刘星宇 版式设计: 冉晓华

责任校对: 申春香 封面设计: 马精明 责任印制: 洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 12.375 印张 · 478 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-20869-3

定价: 36.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379768

封面防伪标均为盗版

前 言

表面组（贴）装技术（SMT, Surface Mount Technology）作为电子制造业的支柱技术在我国的应用已有 20 多年。SMT 的应用主要针对于电子产品的小型化、薄型化、高性能化，有利于自动化生产和提高可靠性。目前在消费类电子产品、汽车电子、计算机通信装备、安防电子产品、军事电子装备、航空航天电子装备等电子组装领域已作为常规技术而被普及、应用。

SMT 涉及的范围主要包括表面组（贴）装元器件（SMD）设计制造技术、贴装/焊接工艺技术、贴装设备技术、电路板设计技术、自动化检测技术、可制造性设计技术等方面，作为 SMT 生产一线的工程技术人员，在对应上述的技术时，每天会碰到许多制造工艺问题、制造品质问题等，同时有众多的专业常用数据、技术标准规范、工艺要求规定、材料性能参数等需要技术人员去了解、掌握。为了给 SMT 工程技术人员在生产现场提供工作上的快捷方便，我们将各种重要性能、技术数据汇编成一本便捷式的使用手册。

本手册主要有表面贴装元器件、基板与图形、表面贴装用材料、焊接/清洗、检测/贴装、故障分析与对策技巧六个部分。另外，为了满足各 SMT 企业考量、评定专业技术人才所需，手册中增加了 SMT 工程师技能测定和 SMT 常用技术标准两个附录，供参考使用。

本手册中的数据均为原生产厂所提供，部分计量单位未换算成法定计量单位，请广大读者注意。

本手册的编撰得到了松下电器机电（中国）有限公司、日东电子科技（深圳）有限公司、日本可靠性技术研究会等单位的大力支持帮助，在此一并表示衷心的感谢。

本手册可作为国内相关大中专院校 SMT 专业学生的参考指导用书。

由于编著者水平有限，手册中难免存在疏漏之处，敬请读者用户提出宝贵意见，以便再版时加以修改。

编著者

目 录

前言

第 1 章 表面贴装技术和元器件 (SMT/SMC·SMD)	1
1.1 SMT 的组成	1
1.2 SMD 具备的基本条件	2
1.3 表面贴装电阻和电容识别标记	2
1.4 表面贴装元器件技术性能参数	7
1.5 SMD 的包装规定与要求	28
1.6 表面贴装集成电路材料性能要求	31
1.7 SMD 使用时的注意事项	37
1.8 表面贴装元器件各种试验要求	38
1.9 SMT 生产现场的防静电要求	44
第 2 章 基板与图形	48
2.1 表面贴装对 PCB 的要求	48
2.2 表面贴装用电路板性能	49
2.3 PCB 设计尺寸的规定	51
2.4 表面贴装 PCB 的力学性能	52
2.5 表面贴装元件的焊区设计	53
2.6 PCB 的整板与子板的拼板原则与要求	63
2.7 PCB 图形制作要求	66
2.8 不同表面贴装集成电路的间距和电场强度关系	67
2.9 对不同绝缘材料上的银电极施行的迁移试验	67
2.10 在柔性印制电路板 (FPC) 上贴装 SMD 的工艺要求	68
2.11 BGA 的 IPC 标准规范参数 (IPC - 7095、IPC - 7525)	69
2.12 SMD、BGA 模板开口尺寸规范 (IPC - 7525)	71
第 3 章 表面贴装用材料	72
3.1 贴片胶	72
3.1.1 贴片胶选择基准	72
3.1.2 贴片胶涂敷工艺要求	74
3.1.3 贴片胶固片后粘合强度值	76

3.1.4	贴片胶粘接力测定法	77
3.1.5	贴片胶扩展率测定法	77
3.1.6	贴片胶使用上的注意事项	77
3.2	焊膏与印制	78
3.2.1	焊膏的选择要求	78
3.2.2	焊膏品种与特性	79
3.2.3	焊膏特性和贴装电路引线间距的关系	80
3.2.4	焊膏用助焊剂的分类	80
3.2.5	影响焊膏印制性能的各种因素	81
3.2.6	对焊膏印制性能产生影响的各种因素	81
3.2.7	焊膏的粒径与脱膜性、焊料球的关系	81
3.2.8	对焊膏的要求特性和相关因素	82
3.2.9	焊膏合金粉末尺寸规定和分类	82
3.2.10	焊膏的粘度、触变系数与印制性能的关系	83
3.2.11	焊膏粉末粒子直径和氧化物体积的关系	84
3.2.12	焊膏合金粉末粒子(球形)直径和氧化物厚度与比例的关系	84
3.2.13	焊膏在印制时的厚度和再流后的厚度变化	84
3.2.14	焊膏印制时间同温度的关系	85
3.2.15	焊膏印制时间同湿度的关系	85
3.2.16	焊膏高精度印制工艺条件	85
3.2.17	常用不同丝网材料性能比较	86
3.2.18	金属网板的常用标准尺寸	86
3.2.19	由 SOP、QFP 的不同引线间距设定焊膏印制用金属丝网开口尺寸	87
3.2.20	印制丝网的几何特性	87
3.2.21	网板开孔形状与焊料球发生数的关系	88
3.2.22	焊膏使用时的注意事项	88
3.2.23	免清洗焊膏特征和使用性能	89
3.3	SMT 用焊料	90
3.3.1	表面贴装焊接对焊料的特性要求	90
3.3.2	焊料选用的注意事项	90
3.3.3	Sn 和 Pb 的物理特性	91
3.3.4	表面贴装用 Sn-Pb 焊料的标准状态图	92
3.3.5	Sn-Pb 系焊料的物理特性	92
3.3.6	Sn-Pb 系焊料特征性能	92
3.3.7	焊料合金的蠕变特性	98
3.3.8	表面贴装用焊料的疲劳寿命比较	99
3.3.9	不同焊料的疲劳寿命比较	100
3.3.10	对 60Sn-40Pb 焊料添加各种元素给润湿时间产生的影响	101

VI 袖珍表面组装技术 (SMT) 工程师使用手册

3.3.11	各种金属对 60Sn-40Pb 焊料的溶解速度	101
3.3.12	给 60Sn-40Pb 焊料 (波峰液) 添加元素后对锡渣 (氧化物) 生存量的效果	102
3.3.13	60Sn-40Pb 和 62Sn-36Pb-2Ag 焊料的焊接时间和化合物生长速度	102
3.3.14	高温焊料的组成和熔点	104
3.3.15	低温焊料的组成和熔点	105
3.4	焊剂	105
3.4.1	对表面贴装用焊剂的要求	105
3.4.2	树脂类焊剂和成分组成	105
3.4.3	焊剂的作用	106
3.4.4	助焊剂的物理特性	106
3.4.5	助焊剂残渣产生的不良与对策	106
3.4.6	QQ-S-571E 规定的焊剂分类代号	107
3.4.7	美国的合成型松香系焊剂分类规定	107
3.4.8	助焊剂的分类 (MIL 标准)	107
3.4.9	松香的等级与透光率	108
3.4.10	用于焊剂的溶剂品种与主要特性	108
3.4.11	作为活性剂使用的化合物分类	109
3.4.12	国外焊剂试验方法与标准代号	109
3.4.13	助焊剂喷涂方式和工艺因素	110
3.4.14	焊剂发泡式涂敷工艺参数选用	110
3.4.15	免洗焊膏用助焊剂应具备的条件	111
3.4.16	免清洗助焊剂的主要特性	111
3.5	无铅化组装技术和应用数据	112
3.5.1	无铅焊料的开发特性	112
3.5.2	无铅焊料的分类	112
3.5.3	无铅焊料的基本性能	114
3.5.4	常用无铅焊料的特性	117
3.5.5	无铅波峰焊接	122
3.5.6	无铅回流焊接	124
3.5.7	电子元器件无铅化技术	126
第 4 章	焊接/清洗	130
4.1	SMD 焊接方式分类	130
4.2	影响焊接性能的各种因素	131
4.3	金属的表面处理和焊接性能关系	132
4.4	不同焊接端子的参考润湿力和理论润湿力	132
4.5	采用润湿曲线表示润湿时间和润湿力	133
4.6	评价 SMD 润湿性的弯月图试验方法	133

4.7	焊接性能评价方法的分类	134
4.8	不同材料的导热系数	135
4.9	熔融 Sn 和固体 Cu 之间形成合金层的种类和厚度	136
4.10	焊料界面能量的变化所对应的接触角变化	136
4.11	可焊性的测定和评价方法	137
4.12	推荐的 SMD 波峰焊接工艺条件	137
4.13	推荐的 SMD 再流焊接工艺条件	138
4.14	用于 SMD 汽相焊接 (VPS) 的工艺条件	138
4.15	SMD 烙铁焊接方式的规定	138
4.16	N ₂ 再流焊的优缺点	139
4.17	表面贴装焊接的不良原因和防止对策	139
4.18	关于清洗剂的使用规定	141
4.19	电子产品清洁度分类和范围	141
4.20	替代型清洗剂应具备的特性	141
4.21	水清洗的特征和主要方法说明	142
4.22	影响清洗效率的主要因素	143
4.23	替代清洗剂的主要分类	143
4.24	替代型清洗剂的性能特征	144
4.25	硅系清洗剂	146
4.26	印制电路板清洗性质比较	148
4.27	PCB 清洁度测定的 MIL 标准	148
第 5 章	检测/贴装/设备维护	150
5.1	SMT 优选工艺流程	150
5.2	来料检测的主要内容	151
5.3	表面贴装常用工艺实例	152
5.4	SMD 在基板上的贴装范围规定	153
5.5	SMD 在基板贴装的高度规定	153
5.6	表面贴装过程中的检查项目	153
5.7	常用焊接检查方式	154
5.8	对 SMD 焊接点图像检测常用方式	154
5.9	采用多头摄像和激光扫描方式检测 SMD 焊点的质量评价	155
5.10	SMA 测试点和测头的优选顺序	156
5.11	焊点检测方式的比较	157
5.12	X 线检查的特征、内容比较	157
5.13	BGA、CSP 检测用 X 线检查装置技术参数 (微聚焦型)	158
5.14	PCB 自动检查装置的主要特性 (实例)	159
5.15	6001 在线测试系统 (技术参数)	159
5.16	高速贴片机的常规调整顺序	160

5.17	高速贴片机易损件的更换与调整	162
5.18	贴片机日常检查要求	163
5.19	贴片机的日常维修要求和规定	164
5.20	SMD 贴装机润滑用油脂品种	166
第 6 章	故障分析与对策技巧	167
6.1	电子产品组装的故障和可靠性评价	167
6.1.1	“学习故障”的重要性	167
6.1.2	对应故障的意识变化	167
6.1.3	故障事例的收集	167
6.1.4	面对故障	168
6.2	故障分析的必要性和故障的种类	169
6.2.1	故障分析的分类	169
6.2.2	故障分析的必要性	169
6.2.3	故障的种类	170
6.2.4	故障模式和故障机理	170
6.2.5	故障物理	171
6.2.6	故障物理 MODEL	171
6.2.7	使用故障分析机器的必要性	173
6.3	电子产品组装的可靠性要因	174
6.3.1	电子产品组装的品质、可靠性控制	174
6.3.2	电子部品组装时的不良因素	175
6.3.3	焊接的可靠性	175
6.3.4	组装的可靠性	177
6.3.5	部品供应商的选定	178
6.4	故障分析与对策技巧实例	179
6.4.1	印制电路板	179
6.4.2	半导体封装 IC	185
6.4.3	电容器	190
6.4.4	线圈、电源、变压器	198
6.4.5	连接器、开关、继电器	200
6.4.6	电缆、连接插头	207
6.4.7	焊料的裂缝	210
6.4.8	润湿不良	218
6.4.9	立碑现象	222
6.4.10	桥联不良	223
6.4.11	离子性迁移	227
6.4.12	锡须	235
附录	241

附录 A SMT 工程师技能测定	241
A.1 SMT 工程师技能测定目的、要求和内容范围	241
A.2 表面贴装基础技能测定	242
A.3 表面贴装焊接基本知识测定	249
A.4 印制电路板（基板）贴装技能测定	264
A.5 SMT 制作工艺和模板检测技能测定	271
A.6 焊接工艺与设备方面的技能测定	280
A.7 表面贴装焊接后的清洗/检查技能测定	288
A.8 焊点可靠性和使用标准方面的技能测定	299
附录 B SMT 常用标准	307
B.1 BGA·CSP 组装状态的环境与耐久性试验方法	307
B.2 表面贴装元件的可焊性试验方法（平衡法）	330
B.3 表面贴装元件的焊接试验方法	343
B.4 表面贴装元件的机械强度试验方法	356
B.5 使用焊膏的表面贴装元件可焊接性试验方法（平衡法）	367
B.6 表面贴装元件耐超声波清洗试验方法	377
B.7 表面贴装元件的回流焊耐热性试验用温度曲线规定	379
参考文献	383

第 1 章 表面贴装技术和元器件 (SMT/SMC·SMD)

1.1 SMT 的组成

SMT 由表面组（贴）装元器件（SMD）、组（贴）装技术和组（贴）装设备三个部分组成。

1. SMD

SMD 包括以下几点：

(1) 制造技术：制造技术是指 SMD 生产过程中的导电物印刷、加热、修整、焊接和成形等技术。

(2) 产品设计：SMD 设计中对尺寸精度、电极端结构/形状、耐热性的设计和规定。

(3) 包装形式：指适合于自动贴装的编带、托盘或其他形式的包装。

2. 贴装技术

(1) 组装工艺类型

包括单面/双面表面贴装、单面混合贴装和双面混合贴装。

(2) 焊接方式分类

波峰焊接——选配焊机、贴片胶、焊剂、焊料和贴片胶涂敷技术。

再流焊接——加热方式有红外线、红外线加热风组合、VPS、热板、激光等。焊膏的涂敷方式有丝网印刷和分配器等。

(3) 印制电路板

基板材料——玻璃纤维、陶瓷、金属板。

电路设计——图形设计、布线间隙设定、SMD 焊区设定和布局。

3. 贴装设备

贴装设备的主要贴装方式为顺序式、同时式和在线式。国内普遍使用的是顺序式贴装设备。

围绕 SMT 的技术分类如下：

(1) 集成电路、片式元件的设计、制造技术（含成品包装技术）。

(2) 电路、元件的封装技术。

(3) SMD 自动贴装机的设计、制造技术。

2 袖珍表面组装技术 (SMT) 工程师使用手册

- (4) 组装工艺技术、连接技术 (含热设计)。
- (5) 组装用材料的开发、生产技术。
- (6) 电路板的设计制造技术。
- (7) 自动化检测技术。
- (8) 可靠性设计技术。
- (9) CAD 软件设计技术。

1.2 SMD 具备的基本条件

SMD 具备的基本条件包括:

- (1) 元件的形状适合于自动化表面贴装。
- (2) 尺寸和形状在标准化后具有互换性。
- (3) 有良好的尺寸精度。
- (4) 适应于流水或非流水作业。
- (5) 有一定的机械强度。
- (6) 可承受有机溶液的洗涤。
- (7) 既可执行零散包装又适应编带包装。
- (8) 具有电性能和机械性能的互换性。
- (9) 耐焊接热应符合相应的规定。

表面贴装元件电极材料的分类和处理方式如下:

分 类	最外层金属	处 理 方 式
涂敷电极	Au	电镀
	Ag	PVD 物理汽相沉积
	Sn	浸渍
	Ag-Pd	喷镀
	焊料	涂敷烧渗
金属电极	Au	电镀
	Ag	浸渍
	Sn	覆盖 (包层)
	焊料	

1.3 表面贴装电阻和电容识别标记

1. 识别标记

- (1) 电阻

标 印 值	电 阻 值
2R2	2.2Ω
5R6	5.6Ω
102	1kΩ
682	6 800Ω
333	33kΩ
104	100kΩ
564	560kΩ

(2) 电容

标 印 值	电 容 量 / pF
0R5	0.5
010	1
110	11
471	470
332	3 300
223	22 000
513	51 000

2. 电容温度特性标记

(1) 温度补偿型

记 号	温度系数 / ($\times 10^{-4}\%$ /°C)
C△	0
COG	0 ± 30
P△	- 150
R△	- 220
S△	- 330
T△	- 470
U△	- 750
SL	- 1 000 ~ 350

其中:

△	允差 / ($\times 10^{-4}\%$ /°C)
G	± 30
H	± 60
J	± 120
K	± 250

(2) 高介电常数型

符 号	电容变化率 (%)	温度范围/°C
A	± 5	- 25 ~ 85
B	± 10	- 25 ~ 85

4 袖珍表面组装技术 (SMT) 工程师使用手册

(续)

符 号	电容变化率 (%)	温度范围/°C
D	+20/-30	-25~85
E	+20/-55	-25~85
F	+30/-80	-25~85
V	±7.5	-25~85
W	±10	-25~85
X	±15	-25~85
Y	±22	-25~85
Y5V	+22/-82	-30~85
X7R	±15	-55~125

示例: CH = $(0 \pm 60) \times 10^{-4} \% / ^\circ\text{C}$, SG = $(-330 \pm 30) \times 10^{-4} \% / ^\circ\text{C}$ 。

EIAJ 标准

A. 表面贴装电阻、电容型号和规格表示实例

1. 以电阻 $0.125\text{W}560\Omega \pm 5\%$ 为例

(1) EIAJ RC-2690

<u>RM</u>	<u>73</u>	<u>B</u>	<u>2B</u>	<u>J</u>	<u>D</u>	<u>其他</u>
种类	形状	特性	额定功耗	允许偏差	电极结构	其他
↓	↓	↓				
固定	矩形	①温度系数小 ②温度系数一般				

(2) IEC 115-8-1

<u>RR</u>	<u>1206</u>	<u>561</u>	<u>J</u>
种类	尺寸、功耗	标称阻值	允许偏差

(3) MIL-R-55342D

<u>RM</u>	<u>1206</u>	<u>M</u>	<u>01</u>	<u>B</u>	<u>561</u>	<u>J</u>	<u>M</u>
种类	尺寸功耗	特性	军用	规范	标称阻值	允许偏差	寿命失效率

(4) 日本松下电子元件

<u>ERJ</u>	<u>8GC</u>	<u>Y</u>	<u>J</u>	<u>561</u>	<u>TA</u>
种类	功耗结构	标志	允许偏差	标称阻值	包装形式

(5) 日本村田制作所

<u>RX</u>	<u>39</u>	<u>1</u>	<u>G</u>	<u>561</u>	<u>J</u>	<u>TA</u>
种类	尺寸	外观	特性	标称阻值	允许偏差	包装形式

(6) 日本宫川电具会社

<u>MCR</u>	<u>1/8</u>	<u>561</u>	<u>J</u>
种类	额定功耗	标称阻值	允许偏差

(7) 国内成无四厂

<u>RI</u>	<u>11</u>	<u>1/8</u>	<u>561</u>	<u>J</u>
种类	形状	额定功耗	标称阻值	允许偏差

其中, 圆柱形贴装电阻器:

(8) 松下公司

ERD 种类	<u>10</u> 额定功耗	<u>TL</u> 形状	<u>J</u> 允许偏差	<u>561</u> 阻值	<u>U</u> 包装形式
↓	↓				↓
碳膜电阻	0.125W				编带

(9)

ERO 种类	<u>10</u> 额定功耗	<u>L</u> 包装形式	<u>K</u> 温度特性	<u>J</u> 允许偏差	<u>561</u> 标称阻值
↓	↓				
金属膜电阻	0.125W				

(10) 跨接片 (0Ω 电阻器)

ERD 种类	<u>10</u> 尺寸	<u>TL</u> 形式	<u>0</u> 标称阻值
↓	↓	↓	↓
碳膜		圆柱形	0Ω

2. 多层瓷介电容器

(1) 国内成无四厂

<u>CC41</u> 厂家类型	<u>03</u> 尺寸	<u>CH</u> 温度特性	<u>101J</u> 容量误差	<u>500</u> 耐压	<u>N</u> 银
---------------------	-----------------	-------------------	---------------------	------------------	---------------

(2) 松下公司

<u>ECU</u> 公司符号	<u>□</u> 包装	<u>□</u> 耐压	<u>101J</u> 容量	<u>C</u> 温度特性	<u>H</u> 尺寸
--------------------	----------------	----------------	-------------------	------------------	----------------

温度补偿类	<u>GR40</u> 种类	<u>C</u> 温度特性	<u>H</u> 温度允差	<u>151</u> 标称容量	<u>K</u> 电容量允差	<u>50</u> 额定电压	<u>其他</u>
-------	-------------------	------------------	------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-----------

PT
包装

↓

PT-编带

PB-袋装

高介电常数类	<u>GR40</u> 种类	<u>R</u> 温度特征	<u>332</u> 标称容量	<u>M</u> 容量允差	<u>50</u> 额定电压	<u>其他</u>	<u>PT</u> 包装
--------	-------------------	------------------	--------------------	------------------	-------------------	-----------	-----------------

(3) 日本 TDK 公司

<u>C2012</u> 尺寸	<u>PH</u> 温度特性	<u>1H</u> 耐压	<u>300</u> 标称容量	<u>J</u> 容量偏差
--------------------	-------------------	-----------------	--------------------	------------------

注: 耐压: 1C-16V

1E-25V

1H-50V

容量偏差: C-0.25pF J-±5%

D-±0.5pF K-±10%

F-±1.0pF M-±20%

(4) 日本村田公司

6 袖珍表面组装技术 (SMT) 工程师使用手册

$\frac{GRM}{\text{电极结构}}$ $\frac{4E6}{\text{尺寸}}$ $\frac{COG}{\text{温度特性}}$ $\frac{101J}{\text{容量偏差}}$ $\frac{50P}{\text{耐压}}$ $\frac{T}{\text{包装}}$

(5) 日本三洋公司

$\frac{CJJ}{\text{尺寸}}$ $\frac{101}{\text{容量}}$ $\frac{C}{\text{耐压}}$ $\frac{H}{\text{标志}}$ $\frac{D}{\text{标志}}$

(6) 美国 Presidio 公司

$\frac{1206}{\text{尺寸}}$ $\frac{NPO}{\text{温度特性}}$ $\frac{101J}{\text{容量偏差}}$ $\frac{2T}{\text{耐压}}$

(7) 日本 KYOCERA 公司

$\frac{CM}{\text{系列}}$ $\frac{21}{\text{尺寸}}$ $\frac{X7R}{\text{温度特性}}$ $\frac{104}{\text{容量}}$ $\frac{K}{\text{精度}}$ $\frac{50}{\text{电压}}$ $\frac{A}{\text{材料}}$ $\frac{T}{\text{封装}}$

(8) 日本罗姆公司

$\frac{MCH}{\text{系列}}$ $\frac{15}{\text{代码}}$ $\frac{5}{\text{电压代码}}$ $\frac{F}{\text{温度特性}}$ $\frac{103}{\text{容量}}$ $\frac{Z}{\text{偏差}}$ $\frac{K}{\text{封装}}$

B. 表面贴装电阻额定阻值的规定和标准

表面贴装电阻的额定阻值分别由 E24 系列和 E96 系列表示。E24 系列表示的方法是采用各系列 10^n 的倍数 (n 是正整数) 来确定其阻值, 阻值公差为 $\pm 5\%$ 和 $\pm 10\%$ 。

E24 系列

1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8
1.1	1.6	2.4	3.6	5.1	7.5
1.2	1.8	2.7	3.9	5.6	8.2
1.3	2.0	3.0	4.7	6.2	9.1

当阻值公差分别为 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.25\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 2\%$ 等级时, 应该采用 E96 系列。

SJ E96 系列

1.00	1.33	1.78	2.37	3.16	4.22	5.62	7.50
1.02	1.37	1.82	2.43	3.24	4.32	5.76	7.68
1.05	1.40	1.87	2.49	3.32	4.42	5.90	7.78
1.07	1.43	1.91	2.55	3.40	4.53	6.04	8.06

(续)

1.10	1.47	1.96	2.61	3.48	4.64	6.19	8.25
1.13	1.50	2.00	2.67	3.57	4.75	6.34	8.45
1.15	1.54	2.05	2.74	3.65	4.87	6.49	8.66
1.18	1.58	2.10	2.80	3.74	4.99	6.65	8.87
1.21	1.62	2.15	2.87	3.83	5.11	6.81	9.09
1.24	1.65	2.21	2.94	3.92	5.23	6.98	9.31
1.27	1.69	2.26	3.01	4.02	5.36	7.15	9.53
1.30	1.74	2.32	3.09	4.12	5.49	7.32	9.76

1.4 表面贴装元器件技术性能参数

A. 表面贴装电阻器主要技术性能

分 类		技术规定
特性标记		H、K、M、F、G、H
温度系数/($\times 10^{-4}\%/^{\circ}\text{C}$)		± 100 、 ± 250 、 ± 500
功率记号 /W		IJ/0.063、2A/0.1 2B/0.125、2E/0.25
最大使用电压/V		50、75、150、200
最大过载电压/V		100、150、300、400
额定使用温度		70 $^{\circ}\text{C}$
使用温度范围		-55~125 $^{\circ}\text{C}$
阻值允许 变化量	短时过载	$\pm (2\% + 0.1\Omega)^{\text{①}}$
	耐压 电极强度 温度循环	$\pm (1\% + 0.1\Omega)^{\text{①}}$
	耐温负荷 额定负荷	$\pm (3.0\% + 0.1\Omega)^{\text{①}}$
标称阻值范围		10 Ω ~1M Ω ~10M Ω
标称阻值允差(%)		± 1 、 ± 2 、 ± 5 、 ± 10

① 引用于松下电子部品表示方式。

B. 表面贴装微调电位器主要性能

项目分类	敞 开 式	密 封 式
外形代号	按企业代号	
额定功率/W	0.15, 0.2	0.05, 0.1
最高使用电压/V	50	