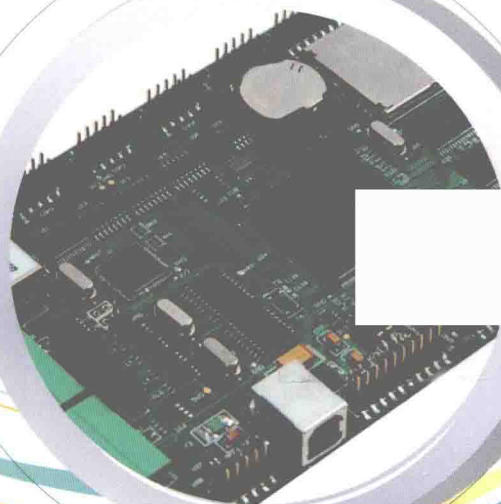




国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果系列教材

SMT贴片技术

何培森 夏 威◎主 编



科学出版社

(TN-1387.0101)

www.sciencep.com



科学出版社 技术分社
<http://www.sbook.cn>

ISBN 978-7-03-043982-6



9 787030 439826 >

定价: 28.00 元

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果系列教材

SMT 贴片技术

何培森 夏 威 主编
沈启生 张凤香 刘光明 副主编
吴新欢 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共 6 章, 对 SMT 设备安全规范、附着工程、印刷工艺技术、贴片工艺技术、再流焊工艺技术、AOI 工艺技术等设备的结构、工作原理和工艺技术要求都进行了系统的介绍。书中的技术参数、电路原理、生产工艺和检测维修技术都直接来源于 SMT 设备使用厂家, 知识内容与工艺技术内容独树一帜, 具有实用性和可操作性。

本书可作为中高职院校和技工院校相关专业的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

SMT 贴片技术/何培森, 夏威夷主编. —北京: 科学出版社, 2015

(国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果系列教材)

ISBN 978-7-03-043982-6

I. ①S… II. ①何… ②夏… III. ①SMT 技术—中等专业学校—教材
IV. ①TN305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 062588 号

责任编辑: 吕建忠 王君博 陈砺川 王丽丽 / 责任校对: 陶丽荣
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 一克米

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行

各地新华书店经销

*

2015 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 3 月第一次印刷 印张: 11 3/4

字数: 262 000

定价: 28.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<京华虎彩>)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62147541

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

国家中等职业教育改革发展示范学校
建设项目成果系列教材

编 委 会

顾 问 张余庆

主 任 谭建辉

副主任 吴新欢

编 委 谢浪清 温汉权 何培森

张锐忠 陈振晖 丘建雄

前 言

SMT 技术是当今电子产品制造业中最具生命力的技术，发达国家的电子产品制造业，超过 90%采用了 SMT 技术，已经成为现代电子产品制造业的核心技术。

目前，我国电子产品出口位列世界第一。SMT 技术在中国已迅速发展成为主流的制造技术。随着 SMT 企业的不断增加，SMT 技术人员供不应求，已经开设 SMT 专业的高职院校毕业生已远不能满足市场需要，一些中职学校陆续开设 SMT 专业；另一方面，目前市场上的 SMT 教材大多是针对高等院校或高职院校的学生编写的，适合中职院校、技工院校学生使用的 SMT 教材几乎没有。为了配合中高职院校、技工院校开设 SMT 专业，满足人才培养的需要，我们组织专业老师编写了本书。参与编写本书的作者都是具有丰富企业工作经验的、从事 SMT 专业教学的教师，对 SMT 技术及行业发展十分了解。

本书力求完整地讲述 SMT 技术的基础知识和设备维护知识，通俗易懂，指导操作性强。阅读本书，读者能够比较容易掌握 SMT 各工位的工艺流程、设备操作、设备维护等知识与技能。

本书共 6 章，其中第 1 章、5 章、附录 4 由夏威老师编写，第 2 章、3 章、附录 2 由何培森老师编写，第 4 章、附录 1 由沈启生老师编写，第 6 章由刘光明老师编写，附录 3 由张凤香老师编写。在本书的出版过程中，惠州市技师学院（惠州市高级技工学校）的领导和老师给予了大力支持，在此对他们的关心与帮助表示由衷的感谢。另外，华阳通用公司的戴正权等工程师对本书的编写也提供了大量的资料，并提出了宝贵的修改意见，在此特予感谢。

由于 SMT 技术发展迅速，工艺水平不断改进，加上编者水平、经验有限，错误与不当之处在所难免，恳求各位读者批评指正。

编 者

2015 年 1 月

目 录

第 1 章 SMT 设备安全规范	1
1.1 防静电要求安全规范	2
1.2 SMT 设备使用安全规范	5
1.3 SMT 设备维护安全规范	8
1.4 SMT 设备安全标记	9
练习题	11
第 2 章 附着工程	13
2.1 附着工程概述	13
2.2 附着工程工艺及常见故障	15
练习题	18
第 3 章 印刷工艺技术	19
3.1 焊料	19
3.2 防静电要求安全规范	26
3.3 焊锡膏的印刷工艺	28
3.4 全自动印刷机	34
练习题	37
第 4 章 贴片工艺技术	39
4.1 贴装设备	39
4.2 贴片机结构	40
4.3 贴片机工作原理	53
4.4 常见贴片缺陷	56
4.5 贴片工艺要求	58
4.6 贴片机 SAMSUNG-SM321 操作指引	61
4.7 贴片机设备的维护	62
练习题	66
第 5 章 再流焊工艺技术	67
5.1 电子产品焊接技术概述	67
5.2 再流焊机的组成系统	72



5.3 再流焊机的加热系统	77
5.4 再流焊机的传动系统	82
5.5 再流焊工艺	87
5.6 再流焊机常见故障及维护	96
5.7 再流焊常见缺陷与原因分析	99
5.8 再流焊技术的新发展	108
练习题	113
第6章 AOI 工艺技术	114
6.1 AOI 工艺概述	114
6.2 AOI 基本结构	116
6.3 AOI 的原理	119
6.4 AOI 常用检测算法及其应用	122
6.5 AOI 设备的维护与保养	126
6.6 AOI 的发展趋势	128
练习题	130
附录1 YAMAHA 贴片机操作说明	131
附录2 全自动印刷机英汉对照	135
附录3 雅马哈/富士表面贴装机英汉对照	137
附录4 再流焊机英汉对照	172
参考文献	177



SMT 设备安全规范

随着人类科技文明的快速发展，如今人类的生活已经离不开各种机械设备。成千上万的设备每天都在不停地运转，设备的安全问题已成为生产中的重要问题。消除设备和环境的不安全状态，是确保生产系统安全的物质基础。

设备不安全状态，主要表现为四个方面。

1. 物理形态方面

设备在静止状态下所显现的危险性和有害性，以物理作用方式为主而引发事故。例如，设备或部件外观有尖角、锐边、粗糙面、凸出物等，会割伤、擦伤、卡伤人体；高温设备或部件表面等均属于物理型不安全状态。

2. 化学形态方面

设备所显现的危险性和有害性，以化学作用方式为主而引发事故。例如，电镀生产设备蒸发的有害蒸气会引起中毒事故，管道输送易燃液体或气体泄漏会引发爆炸事故。

3. 行为形态方面

设备在运动过程或在与其它物体相互作用的过程中，所显现的危险和有害特性。实际生产中的设备都在不停地运转着，其不安全状态大多在运转过程中显现出来，因此，行为形态是机械、设备、仪器仪表、器具等类型设备的一种很普遍的不安全形态。

4. 能量形态方面

上述三种的不安全形态，在引发事故时都会以一定的能量形式向受损物体或受害人员释放。因此，物体不安全状态还体现在其可能释放的能量形态。

根据释放的能量类型不同，将能量形态分为机械能型、热能型、电能型、电离辐射能型、化学能型和声能型。按释放能量大小可分为高能、中能和低能；按释放速度分为高能—高速、高能—中速、高能—低速、中能—高速、中能—中速、中能—低速、低能—高速、低能—中速和低能—低速。



组合形式不同,事故所造成的危害程度也不同,破坏最大的是高能—高速型,最小是低能—低速型。

SMT 设备安全规范包括防静电要求安全规范、设备使用安全规范、设备维护安全规范和设备安全标记等内容。

1.1

防静电要求安全规范

在使用 SMT 设备进行生产作业时,设备处于高速运转状态,高速运转的设备很容易产生静电,故 SMT 设备在将电子元器件进行贴装、焊接过程中,如果不采取防静电措施,很容易损坏电子元器件,所装贴或焊接出来的电路板就会成为不良品。

我们要了解静电产生的原因,并掌握静电的防范措施,才能正确操作 SMT 设备,生产出高品质的电路板。

1. 静电的概念

物体间的静电,是看不见摸不着的,但静电却时刻都存在于我们的周围。一般地,我们把相对静止状态的电荷称之为静电。产生静电的方式通常有两种,一种是感应方式,另一种是接触摩擦方式。

物体之间通过感应方式产生静电的机理是,当带电物体靠近不带电物体(导体)时,会在不带电的导体的两端分别感应出负电荷和正电荷,分别产生正、负电荷的积累,从而会产生静电。

物体之间通过接触摩擦方式产生静电的机理是,物质中的电荷(主要是电子),由于物体之间相互摩擦,电荷会在物体间发生转移,有的物体带正电荷多,有些物体带负电荷多,形成同种电荷的积累,从而产生静电。

积累的电荷,在不同物体之间形成电位差而又处于相对静止状态,这种相对静止状态的电荷称之为静电。

2. 静电的产生与危害

固体、液体、气体物质之间相互接触并有相对运动时,都易产生静电,周围环境越干燥,越易产生静电。

(1) 人体很容易产生静电

人体是导体,人体与物体之间相互接触,并有相对运动时,是很容易产生静电的。例如,人们梳头时,梳子与头发相互摩擦,头发产生一种电荷的积累,梳子产生另一种电荷的积累,一根根头发之间因带同种电荷而相互排斥,故头发会经常飘起来,越梳越乱;晚上睡觉脱衣服时,黑暗中常会听到“噼啪”的响声,而且还会出现放电的蓝光;



在握手时,有时人会突然感到手指尖有刺痛感。这些都是人体产生静电,对外放电的结果。

(2) 电气设备很容易产生静电

高速运转的 SMT 设备,运动部件之间、运动部件与静止部件之间,也很容易产生静电。

(3) 静电的危害

冬天穿衣服或脱衣服时,所看到的静电放电现象,放电电压约有 2000V,因放电流小,人体对此无多大的感觉。然而,这个电压值却足够可以损坏各种半导体器件。所以在操作半导体器件时,都应采取防静电的措施,用 SMT 设备来装贴与焊接电路板时,也应采取防静电措施。

3. 防静电的措施

(1) 人员防静电的措施

作业人员要佩戴有线防静电手环和防静电手套,穿防静电衣、帽和防静电鞋。防静电手环和防静电鞋每班都应进行测试(并目视检测静电手环手腕带是否完好),并做相应的记录。一旦发现防静电工具失效,应立即更换,并且查找原因,给予对策。图 1-1 为防静电手环、防静电手套、防静电鞋和防静电脚环。

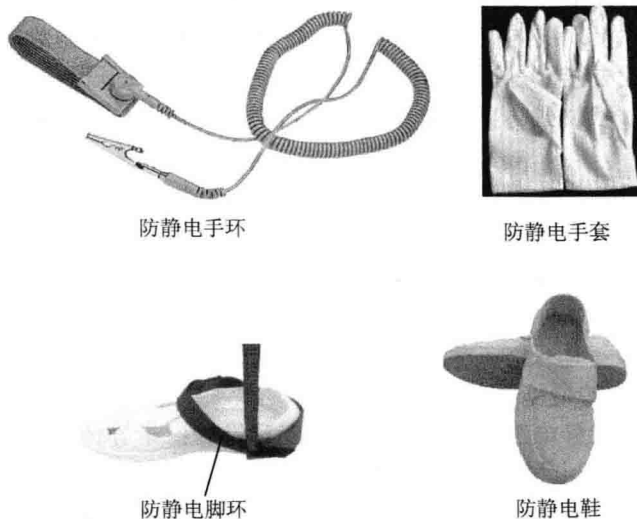


图 1-1 防静电装备

防静电手环的等效电路图如图 1-2 所示。防静电手环由防静电松紧带、活动按钮、弹簧软线及插头或夹头组成。防静电手环内有一个 $1\text{M}\Omega$ 的电阻,电阻的一端通过金属片与人体相接触,电阻的另一端与接地线的孔相连,接地线与大地相连。其防静电的原理是,人体产生的静电通过 $1\text{M}\Omega$ 的电阻对地放掉。

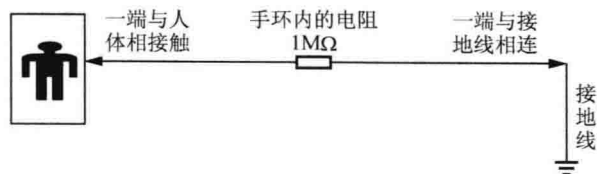


图 1-2 防静电手环的等效电路图

静电手环佩戴时要紧贴手腕，并且要接至静电地线的裸露铜芯处。静电手环接地线电阻每隔两周检测一次，并且记录实测数据。

防静电脚环表面由树脂构成，脚后跟带为导电橡胶，使用时需将脚带上附带的软线贴紧皮肤。防静电鞋采用散电材料 PU 或者 PVC 制作鞋底。所有人员进入车间必须穿防静电鞋。防静电鞋禁止穿出 SMT 车间。它们同防静电服一起构成完整的防静电系统。

(2) 仪器设备防静电的措施

- 1) 仪器、工具、料盒使用三芯电源线或通过外接接地线确保接地良好，并定期测试，记录实测数据。
- 2) 机台铺设防静电接地线，定期对防静电接地线进行测试并记录。
- 3) 离子吹风机接地良好，离子覆盖范围要准确，每季度检测其有效性并记录。
- 4) 机台与电源接地线同接于一点到地。每月检查并记录实测数据。
- 5) 锡炉整体独立接地，锡炉内部各部分应接地良好，每日测试并记录。
- 6) 静电手环测试仪或防静电鞋测试仪每日采用专用的标准静电手环（静电鞋）检测并记录。

7) 静电手环或静电鞋测试仪电池电压由专业人员每月测试并记录。

(3) 工作台防静电的措施

- 1) 工作台均须使用防静电台垫，防静电台垫通过泄漏电阻接地。
- 2) 分析修理站、SMT 检板站、手插线锡炉出口使用离子风机。
- 3) 防静电工作台上不允许有塑料袋、保丽龙等易产生静电的材料存在。

(4) 材料防静电的措施

SMT 板必须在防静电工作台上检验、加工和维修；半导体零件用防静电材料包装和盛放；电路板用防静电材料包装；维修备品与维修更换的不良品（半导体元件）要放入防静电盒或防静电袋中；所有碰触基座板的作业标识、治具应使用防静电材料制作。

(5) 环境防静电的措施

防静电地与线体地线分开拉设，静电手环、防静电台垫、料盒和剪脚台的接地线接至静电地线上，仪器、工具和设备的接地线接至线体地线上；防静电台垫要定期清洁、保养，以确保防静电效果（所有的防静电橡胶垫不得用透明胶带粘贴）；易产生静电的材料（塑料袋、保丽龙、压克力板等）不得与静电敏感元件混装在静电防护箱内；防静电料架车铺防静电台垫，台垫通过泄漏电阻接在防静电地线上；各电路板架车和零件车通过触地铁链接地；所有工位的作业指导书上贴防静电标签，以提醒作业员注意静电防



护；防静电地面需保持干净，作业员防静电服和防静电帽要每周清洁；定期进行防静电测试并做记录。

1.2

SMT 设备使用安全规范

一条基本的 SMT 生产线，主要由全自动印刷机、全自动贴片机和再流炉焊接设备组成，设备的价值通常在数百万元至一千万元之间。昂贵的设备在使用时，都有很高的安全规范要求。我们应该掌握 SMT 生产线设备在使用时的安全注意事项。

1. 印刷机使用安全注意事项

焊膏印刷机位于 SMT 生产线的最前端，作用是印刷焊膏或贴片胶，以便进行元件装贴与焊接。印刷机将焊膏或贴片胶正确地印刷到印制电路板的焊盘或相应位置，为元器件的贴装做准备，其使用注意事项主要有以下几点。

1) 作业前，操作人员必须将工作服、工作帽和工作鞋穿戴整齐，扣紧衣襟和袖口，衣袋内不装杂物，不戴手表及各种饰物。SMT 设备操作技术人员的着装要求如图 1-3 所示。



图 1-3 操作 SMT 设备的着装要求

2) 非本机组人员未经批准不得擅自启动或操作机器，助手和学徒应在领机的指导下工作。



- 3) 机器启动前, 应检查机身各部位是否有杂物, 确定机器周围安全方可开机。
- 4) 机器运转中, 严禁用手接触运动工作面, 不准维修和擦拭机器, 不准跨越转动部位, 要保持机器防护装置完备。
- 5) 操作人员应时刻注意机器各部位的运转情况, 发现问题立即停机处理。
- 6) 工作时, 任何人不准在机台周围嬉笑、打闹或大声喧哗。
- 7) 随着无铅锡膏的成功开发, 含铅锡膏将逐步在应用领域突出, 但仍应注意避免熔融锡膏所散发气体的吸入及锡膏沾染皮肤。若皮肤沾染锡膏, 应立即用乙醇擦拭, 再用肥皂与水冲洗干净; 若锡膏被揉搓到眼睛内部, 应立即以清水轻洗患部至少 15min, 并送到医务室请医师检查及治疗处理。
- 8) 印刷机所使用钢网清洗剂属于易挥发、易燃液体, 使用时应避免接触火源; 清洗剂桶必须放于防爆箱内保存。
- 9) 定期保养和维修机器, 并填写保养维修记录数据。

2. 贴片机设备使用安全注意事项

贴片机又称贴装机, 位于 SMT 生产线中印刷机后面, 作用是将表面贴装元器件准确安装到印刷线路板的固定位置上。贴片机是 SMT 生产线中技术含量最高、最复杂和最贵的设备。正确使用贴片机, 要做到以下几点。

- 1) SMT 贴片机属于高速运转设备, 机器运转时, 严禁作业人员将手或头伸入机台内, 防止造成人员伤亡事故。
- 2) 正常生产时, 若需要伸手或头部进入机台检查时, 可将机器的就近紧急保护按钮按下, 然后才能进行下一步动作。
- 3) SMT 作业人员在操作时, 必须将头发盘起放入防静电帽中, 以防止头发被机器运转部位缠绕, 从而产生事故隐患。头发着装要求如图 1-4 所示。



图 1-4 头发着装要求

- 4) 禁止拆除或屏蔽处理 SMT 贴片设备安全门盖上的保护连锁开关, 如有损坏现象, 需立即处理, 以免造成安全隐患。



5) 严禁两人或多人同时操作一台机器。

3. 再流焊机使用安全注意事项

再流焊机（回流焊机）位于 SMT 生产线贴片机后面，其作用是提供加热环境，使预先分配到印制电路板焊盘上的焊锡膏熔化，使表面贴装元器件与印制电路板可靠地结合在一起。再流焊机使用方法简单、效率高，使用时应注意如下几个方面的安全问题。

1) 再流焊机内部有加热器，会产生高温，在将回焊炉顶盖升起时务必用安全插销支撑炉盖，以防止当气压下降炉盖下压，造成人身伤害，如图 1-5 所示。

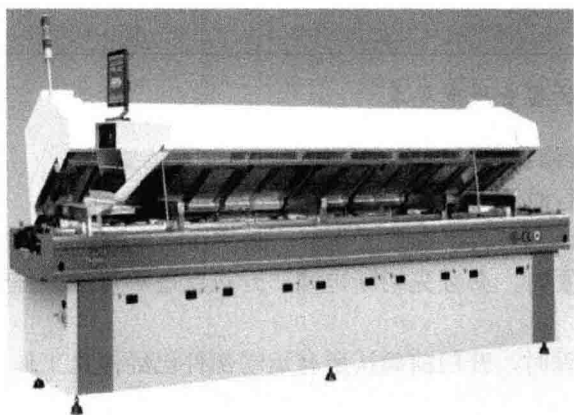


图 1-5 用安全插销支撑炉盖

2) 如果关闭再流焊机，不可迅速切断电源，应逐步冷却，以防止轨道变形或作业人员被烫伤。

3) 再流焊机炉出口的 PCB 板虽然经过冷却，但仍然处于高温状态，PCB 脱着时须戴耐温手套，防止被灼伤。常见的耐高温手套如图 1-6 所示。

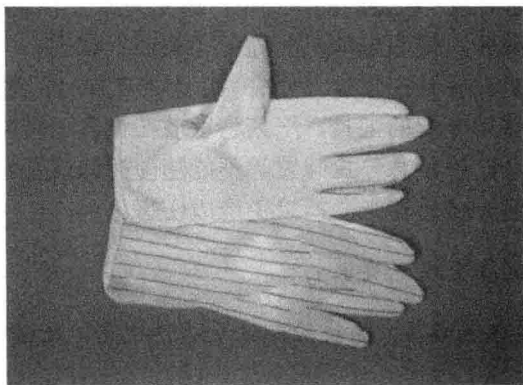


图 1-6 耐高温手套



4) 有的再流焊机运行时, 炉体中充有惰性气体, 当需要打开炉子密封盖检查时, 应避免将头伸入炉子内部, 以防缺氧状况发生。

1.3

SMT 设备维护安全规范

为确保 SMT 生产设备能够连续、可靠、正常地工作, SMT 生产设备在使用过程中, 要及时进行维护保养。我们应该掌握 SMT 生产设备进行维护保养的安全规范要求。

1. 印刷机维护的安全规范要求

印刷机在进行维修保养时, 应注意以下方面的规范要求。

- 1) 机器自动运行时不可打开安全罩, 否则机器会紧急停止。
- 2) 维护保养时, 不可将手靠近工作台。因为切断电源后, 印刷台仍可能移动。
- 3) 维修电气装置时, 必须先切断电源, 开机状态不可触摸任何电气装备, 以免发生触电事故。
- 4) 维护运动部件时, 开门前确认所有运动部件已经停止工作, 否则可能造成严重事故。
- 5) 眼睛不可直视传感器光源, 以免造成损害。

2. 贴片机维护的安全规范要求

贴片机属于高速运转的精密机器, 也是 SMT 生产中出问题较多的设备, 在进行维修保养时, 要注意如下的安全规范要求。

- 1) 机器维护操作原则上由一人进行。
- 2) 维修保养时, 如需进入机器的动作部位, 请先关掉主电源开关和电源盘上的开关。
- 3) 机器在排除故障时, 伺服电动机应处于“关闭”状态。
- 4) 维修保养时, 机器移动部位处(如 Z 轴、X-Y 工作台)禁止放置杂物。
- 5) 检查传感器时使用专业的工具, 严禁将手放在机器运转部位。
- 6) 防护围栏、安全防护紧急停止装置等不能随便拆卸或任意改造。
- 7) 眼睛不可直视激光传感器光源, 以免造成伤害。

3. 再流焊机维护的安全规范要求

再流焊机属于高温加热设备, 而且长期处于运转状态, 在进行维护保养时, 要注意以下的安全规范要求。

- 1) 不可触碰高温区, 注意机器高温区的提醒标记, 佩戴防高温手套。



- 2) 维修人员严格着装, 注意衣角衣袖部分, 防止被机器卷入造成危害。
- 3) 不可随意拆除机械部件的安全装置。
- 4) 设备电气维修前关闭电源开关, 以防触电。
- 5) 关闭顶盖升起系统时, 切勿将手和头部升入系统, 以防夹伤造成严重事故。
- 6) 机器前、后各有 EMO 紧急停止按钮, 一旦发现安全隐患或故障可迅速按下按钮。
- 7) 使用专用炉膛清洁剂清洗炉膛, 非特殊情况不可使用高挥发性溶剂。
- 8) 使用炉膛清洁剂时, 不可沾到眼睛和皮肤, 如果不慎沾到应立即用清水冲洗, 严重时立即就医。

1.4

SMT 设备安全标记

SMT 设备在生产、维护保养过程中, 为了提醒操作者和维修员注意, 在机器的特定部分都有安全标记。安全标记的程度一般有三种: 危险 (Danger)、警告 (Warning) 和注意 (Caution)。

SMT 设备中常用的安全标记如下。

1) 小心操作警示标记, 如图 1-7 所示。本标记提醒操作员小心操作, 注意保护, 是较常见的标记。



图 1-7 小心操作警示标记

2) 高电压警示标记, 如图 1-8 所示。SMT 设备的部分电气设备包含有较多的高电压, 该标记提示操作员注意高压电。



图 1-8 高电压警示标记