

第 1 章 安全用电

安全是人类生存的基本需求之一，用电安全则是现代人安身立业的基本常识。从家庭到办公室，从娱乐场所到工矿企业，从学校到公司，几乎没有不用电的场所。电是现代物质文明的基础，但是如果使用不当，则会对人身安全带来威胁。

在长期的实践中，人们已经积累了安全用电的经验，并总结出了一些安全用电的规则。遵守安全操作规程是每个人的责任，它涉及到家庭、公路、学校和实验室等许多方面。一个人必须知道产生用电事故的原因，否则，当他们工作时，就容易随随便便，对熟悉了的设备更是漫不经心，从而导致触电，造成生命危险。因此我们应该首先了解安全用电的一些常识。

1.1 人身安全

人体是可以导电的，电流通过人体造成伤害，这就是触电。当人体触及带电体时，就可能产生触电。触电有两种类型的伤害，一种是电伤，另一种是电击。

1.1.1 电伤

电伤是由于发生触电而导致的人体外表创伤。

电伤通常产生灼伤、电烙伤和皮肤金属化，对人体皮肤造成伤害，往往在肌体上留下伤痕。电伤对人体造成的伤害一般是非致命的，真正危害人体生命的是电击。

1.1.2 电击

电击是指电流通过人体内部，破坏人的心脏、肺部及神经系统的正常工作，甚至危及人的生命。决定电击强度的是电流而不是电压。当然，要产生电流必须有电压，但决定电击效果的是阻碍电流的电路。人体的电阻值可能有几百欧姆到几千欧姆之差。

1.1.3 影响触电危险程度的因素

1. 电流的大小

人体内是存在生物电流的，一定限度的电流不会对人造成损伤。一些电疗仪器就是利用电流刺激达到治疗的目的。

2. 电流的种类

电流的种类不同，对人体的损伤也不同。直流电一般引起电伤，而交流电则同时引发电伤与电击，特别是 40~100Hz 交流电对人体最危险。不幸的是，人们日常使用的工频市电（我国为 50Hz）正是在这个危险的频段。当交流电频率达到 20 000Hz 时对人体危害很小，用于理疗的一些仪器采用的就是这个频段。电流对人体的作用如表 1.1 所示。

表 1.1 电流对人体的作用

触电电流 (mA)	触电的反应	
	50~60Hz 的交流电	直流电
0.6~1.5	开始有麻感觉	没有感觉
2~3	有强烈的麻刺激	没有感觉
5~7	有肌肉抽搐现象	有刺激感
8~10	已难于摆脱电源, 触电位置感到剧痛 (还可自行摆脱)	灼热感增加
20~25	迅速麻痹、不能摆脱电源, 剧痛、呼吸困难	抽搐
50~80	呼吸困难、心脏开始震颤	感觉强烈、剧痛
90~100	呼吸困难、持续 3s 以上、心脏麻痹或停止	呼吸麻痹
>250	短时间内 (1s 以上) 造成心脏骤停, 体内造成电灼伤	

3. 电流作用时间

电流对人体的伤害同作用时间密切相关, 可以用电流与时间乘积 (也称电击强度) 来表示电流对人体的危害。触电保护器的一个主要指标就是额定断开时间与电流的乘积 $< 30\text{mA} \cdot \text{s}$ 。实际产品可以达到 $< 3\text{mA} \cdot \text{s}$, 故可有效防止触电事故。

4. 人体电阻

人体是个阻值不确定的电阻。皮肤干燥时电阻可呈现 $100\text{k}\Omega$ 以上, 而一旦潮湿, 电阻可降到 $1\text{k}\Omega$ 以下。人体还是一个非线性电阻, 随着电压升高, 电阻值减小。表 1.2 给出了人体电阻值随电压变化的情况。

表 1.2 人体电阻值随电压的变化

电压 (V)	1.5	12	31	62	125	220	380	1000
电阻 ($\text{k}\Omega$)	>100	16.5	11	6.24	3.5	2.2	1.47	0.64
电流 (mA)	忽略	0.8	2.8	10	35	100	268	1560

1.1.4 触电的形式

人体触电事故的形式一般有直接接触和间接触电两种。人体直接接触电气设备带电部分所引起的触电, 称为直接接触。直接接触又可分为单相触电和两相触电。

单相触电

在中性点接地的电网中, 当人体接触到带电设备或线路中的某一相导体时, 一相电流通过人体经大地回到中性点, 这种触电形式称为单相触电 (如图 1.1 所示)。作用于人身上的电压为相电压, 这是一种危险的触电形式。

2. 两相触电

当人体同时接触带电设备或线路中两相导体时, 电流从一相导体通过人体流入另一相导体, 构成一个闭合回路, 这种触电形式称为两相触电 (如图 1.2 所示)。发生两相触

电时，作用于人体的电压等于线电压（相电压为 220V，线电压为 380V）这是一种最危险的触电形式。

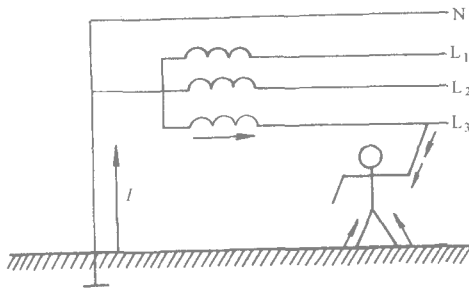


图 1.1 单相触电示意图

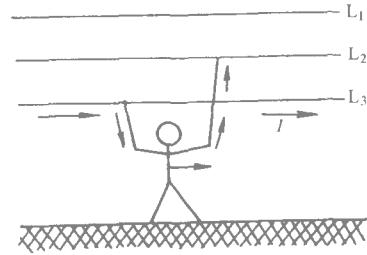


图 1.2 两相触电示意图

为了防止直接接触电，在手控范围内不允许直接接触带电部分，必须使带电部分完全绝缘。

3. 间接触电

平时人体接触正常的家用电子设备时，不会发生触电事故；只有当设备发生故障或漏电时，才能引起触电，这种触电形式称为间接触电（如图 1.3 所示），通常引起间接触电的故障有外壳短路、导线短路、接地短路三种（如图 1.4 所示）。

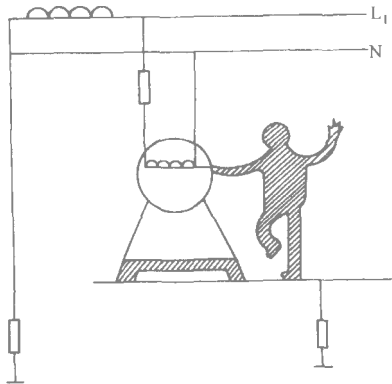


图 1.3 间接触电示意图

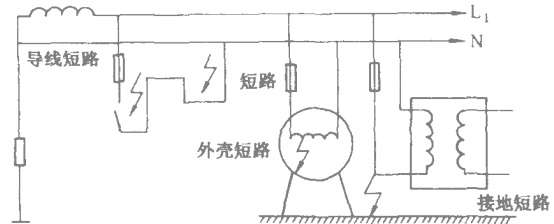


图 1.4 引起间接触电的三种故障形式

1.1.5 触电急救

发生触电事故，千万不要惊慌失措，必须用最快的速度使触电者脱离电源。要记住，当触电者未脱离电源前其本身就是带电体，同样会使抢救者触电。

脱离电源最有效的措施是拉闸或拔出电源插头。如果一时找不到或来不及找，可用绝缘物（如带绝缘柄的工具、木棒、塑料管等）移开或切断电源线。关键是：一要快，二要使自己不触电。一两秒的迟缓都可能造成无可挽救的后果。

脱离电源后，如果病人呼吸、心跳尚存，应尽快送医院抢救；若心跳停止应采用人工心脏挤压法维持血液循环；若呼吸停止应立即做口对口的人工呼吸；若心跳、呼吸全停，则应同时采用上述两个方法，并向医院告急救。

1.2 设备安全

在我们工作、学习、生活等场所有很多的用电设备，正确地了解这些设备的安全常识是非常重要的。

在通电前应注意，用电器并不一定都接入交流 220V、50Hz 的电源。我国用电标准为交流 220V、50Hz 但是世界上不同国家是不一样的，如有交流 110V、115V、120V、225V、240V 等。电源频率有 50/60Hz 两种。因此，要注意设备的正确适用电压，确定后才能接入。

另外环境电源也不一定是交流 220V，有些实验室、工厂企业等需要用交流 380V 电压，而有些特殊的地方需要交流 36V 电压。

因此，建议设备接电前要“三查”：

(1) 查设备铭牌：按国家标准，设备都应在醒目处有该设备要求的电源电压、频率、电源容量的铭牌或标志。小型设备的说明也可能在说明书中。

(2) 查环境电源：电压、容量是否与设备吻合。

(3) 查设备本身：电源线是否完好，外壳是否可能带电。一般用万用表简单检测用电设备，如图 1.5 所示。

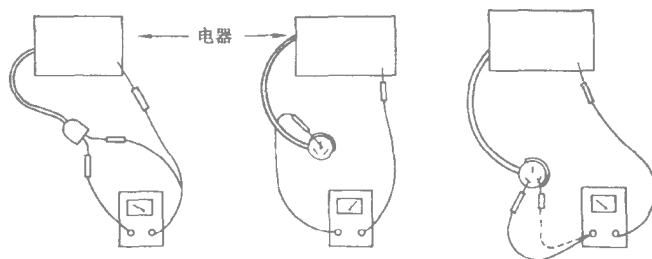


图 1.5 用万用表检查用电设备

注意：各种用电器、仪器、仪表，都应按操作规程使用。

1.3 安全用电

尽管电子装接工作通常称为“弱电”工作，但实际工作中免不了接触“强电”。一般常用电动工具（例如电烙铁、电钻、电热风机等）、仪器设备和制作装置大部分需要接市电才能工作，因此用电安全是电子装接工作的首要条件。

1.3.1 安全用电观念

将安全用电的观念贯穿在工作的全过程，是安全的根本保证。任何制度、任何措施都是由人来贯彻执行的，忽视安全是最危险的隐患。

用电安全格言：

只要用电就存在危险。

侥幸心理是事故的催化剂。

投向安全的每一分精力和物质永远保值。

养成安全操作习惯

习惯是一种下意识的、不经思索的行为方式，安全操作习惯可以经过培养逐步形成，并使操作者终身受益。主要安全操作习惯有：

人体触及任何电气装置和设备时先断开电源。断开电源一般指真正脱离电源系统（例如拔下电源插头、断开闸刀开关或断开电源连接），而不仅是断开设备电源开关。

测试、装接电力线路采用单手操作。

触及电路的任何金属部分之前都应进行安全测试。

安全用电注意事项

事先采取安全措施才能有效地安全生产。为了做到安全用电，必须注意以下几点：

一般小功率的电气设备，应尽量采用国家规定的 安全电压。

(2) 操作带电设备时，严禁用手接触带电部位判断是否有电。

(3) 各种电气设备、仪器仪表、电气装置、电动工具等，都应有保护接地线。

(4) 电气设备线路必须由专业人员安装，非专业人员不得私自安装电气设备或乱拉电线。

(5) 在非安全电压下作业时，应尽可能用单手操作，并应站在绝缘胶垫上。

(6) 发现电气设备有打火、冒烟或其他不正常气味时，应迅速切断电源，并请专业人员进行检修。

(7) 高温电气设备的电源线不能用塑胶线。

(8) 开关上的保险丝应符合规定的容量，不得用铜、铅、焊锡丝等代替保险丝。

本章小结

安全用电是对用电操作者的基本要求。安全规程是人们总结积累了安全用电的经验，并总结出了一些安全用电的规则和规程。要求必须遵守安全操作规程。

触电有两种类型的伤害，一种是电伤，另一种是电击。

触电的形式主要有：单相触电、两相触电和间接触电。

对于基本的用电设备，在接电前要“三查”。查设备铭牌、查环境电源、查设备本身。

时时树立安全用电的观念和养成良好的安全操作习惯是安全用电的关键。

习 题 1

判断下列说法是否正确，并在括号内填入“√”或“×”（所有学生在继续往下学习和进行操作之前，务必做出正确的回答）：

1. ()
2. 。 ()
3. ()
- 4 ()
5. ()
6. ()

-
7. 为避免接通电路，不应同时触及两件电气设备。 ()
 - 8 一次只触及电路中的一根导线是安全的。 ()
 9. 应不触及遭受电击者的身体，而使之脱离电路。 ()
 10. 对遭受电击的人应立刻进行人工呼吸。 ()
 11. 手拉导线拔出插头。 ()
 12. 进行高压调试时，应把手放在设备上。 ()
 13. 只有当修理或调整设备是属于本人职责时，才能去做这项工作。 ()
 14. 只要站在绝缘板上，操作就是安全的。 ()
 15. 在任何条件下，36V 电压都不会对人体有伤害。 ()
 16. 发现电气设备有打火、冒烟或其他不正常气味时，应迅速断电。 ()
 17. 封闭室里，最好使用易燃体。 ()
 18. 在进行电气设备操作时，必须集中精力。 ()
 19. 做好辅助工作是搞好安全操作的一部分。 ()

第 2 章 焊接技术

任何电子产品，从几个零件构成的整流器到成千上万个零部件组成的计算机系统，都是由基本的电子元器件和功能构件，按电路工作原理，用一定的工艺方法连接而成的。虽然连接方法有多种（例如铆接、绕接、压接、粘接等），但使用最广泛的方法是锡焊。

随便打开一个电子产品，焊接点少则几十几百，多则几万几十万个，其中任何一个焊点出现故障，都可能影响整机的工作。要从成千上万的焊点中找出失效的焊点，用大海捞针形容并不过分。关注每一个焊点的质量，成为提高产品质量和可靠性的基本环节。

现代科技的飞速发展和电子产业的高速增长，驱动着焊接方法和设备不断推陈出新。在现代化的生产中，早已摆脱了手工焊接的传统方式，代之以波峰焊、再流焊、倒装焊……日新月异，令人目不暇接。但是如同交通工具一样，尽管有了火车、飞机乃至火箭，人们的两条腿步行永远不可能被取代，手工焊接仍有广泛的应用。它不仅是小批量生产研制和维修必不可少的连接方法，也是机械化、自动化生产的基础。

现在家用电器产品种类很多，当它们产生故障时，除元器件的原因外，大多是由于焊接质量不佳而造成的。因此，一个电子技术工作者或无线电爱好者，不但要有焊接的基本理论知识，更重要的是应当掌握熟练的焊接操作技能。

焊接的种类很多，本章主要阐述小规模生产和家电维修中应用广泛的手工锡焊焊接。熟悉焊接工具、材料和基本原则，掌握最起码的操作技艺是跨进电子科技大厦的第一步，本章内容将指导你迈出坚实的一步。

2.1 焊接工具

电烙铁是手工焊接的主要工具，选择合适的烙铁，正确地使用它，是保证焊接质量的基础。

2.1.1 电烙铁的种类

由于用途、结构的不同，有各式各样的烙铁。从加热方式分，有直热式、感应式、气体燃烧式等；从烙铁发热能力分，有 20W，30W，……300W 等；从功能分，又有单用式、两用式、调温式等。最常用的还是单一焊接用的直热式电烙铁。它又可分为内热式和外热式两种。

1. 直热式电烙铁

外热式电烙铁的结构如图 2.1 所示，由于烙铁头安装在烙铁芯的里面，故称为外热式电烙铁。

内热式电烙铁的结构如图 2.2 所示，由于烙铁芯安装在烙铁头里面，因而发热快，热的利用率高，因此称为内热式电烙铁。

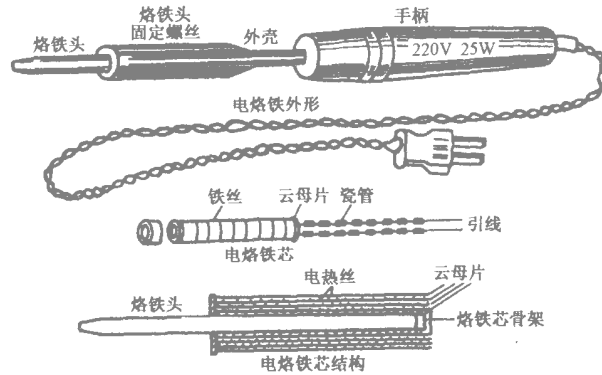


图 2.1 外热式电烙铁

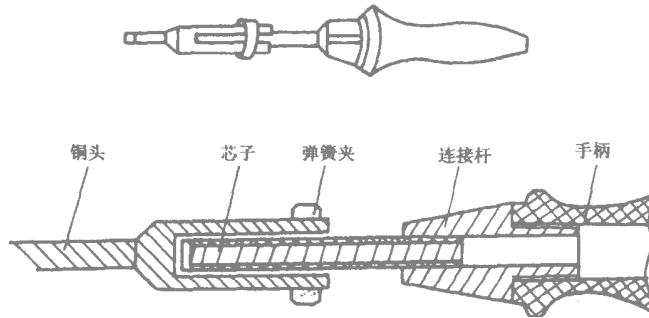


图 2.2 内热式电烙铁

直热式电烙铁主要由以下几部分组成：

(1) 发热元件。其中能量转换部分是发热元件，俗称烙铁芯子。它是将镍铬电阻丝缠在云母、陶瓷等耐热、绝缘材料上构成的。内热式电烙铁与外热式电烙铁主要区别在于外热式电烙铁的发热元件在传热体的外部，而内热式电烙铁的发热元件在传热体的内部，也就是烙铁芯在内部发热。显然，内热式电烙铁能量转换的效率。因而，同样温度的烙铁，内热式电烙铁体积、重量都小于外热式电烙铁。外热式电烙铁烙铁芯的功率规格不同，其内阻也不同。25W 电烙铁的阻值约为 $2k\Omega$ ，45W 电烙铁的阻值约为 $1k\Omega$ ，75W 电烙铁的阻值约为 $0.6k\Omega$ ，100W 电烙铁的阻值约为 $0.5k\Omega$ 。当我们不知所用的电烙铁为多大功率时，便可测量其内阻值，用以判断。

(2) 烙铁头。用来存储和传递热量的烙铁头，一般用紫铜制成，形状如图 2.3 所示。在使用中，因高温氧化和焊剂腐蚀会变得凹凸不平，需要经常清理和修整。



图 2.3 烙铁头的形状

(3) 手柄。一般用木料或胶木制成，设计不良的手柄若温升过高，会影响操作。

(4) 接线柱。这是发热元件同电源线的连接处。必须注意：一般烙铁有三个接线柱，其中一个接金属外壳的，接线时应用三芯线将外壳接保护零线（参见第 1 章有关内容）使用新烙铁或换烙铁芯时，应判明接地端，最简单的办法是用万用表测外壳与接线柱之间的电阻。显然，如果烙铁不热，也可用万用表快速判定烙铁芯是否损坏。

2. 感应式电烙铁

感应式电烙铁也称做速热烙铁，俗称焊枪。它里面实际是一个变压器，这个变压器的次级只有 1~3 匝，当初级通电时，次级感应出大电流通过加热体，使同它相连的烙铁头迅速达到焊接所需温度。其结构如图 2.4 所示。

这种电烙铁的特点是加热速度快，一般通电几秒钟，即可达到焊接温度。因而，不需要像直热式电烙铁那样持续通电。它的手柄上带有开关，工作时只需按下开关几秒钟即可焊接，特别适于断续工作使用。但由于电烙铁头实际是变压器次级，因而对一些电荷敏感器件，如绝缘栅 MOS 电路，不宜使用这种电烙铁。

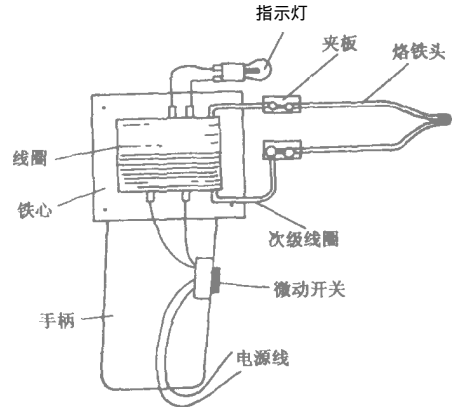


图 2.4 感应式电烙铁结构

3. 恒温电烙铁

在焊接集成电路、晶体管元器件时，温度不能太高，焊接时间不能过长，否则就会因温度过高造成元器件的损坏，因而对电烙铁的温度要给以限制。而恒温电烙铁就可以达到这一要求，这是由于恒温电烙铁头内装有带磁铁式的温度控制器，通过控制通电时间而实现恒温。即给电烙铁通电时，烙铁的温度上升，当达到预定的温度时，因强磁体传感器达到了居里点而磁性消失，从而使磁芯触点断开，这时便停止向电烙铁供电；当温度低于强磁体传感器的居里点时，强磁体便恢复磁性，并吸动磁芯开关中的永久磁铁，使控制开关的触点接通，继续向电烙铁供电。如此循环往复，便达到了控制温度的目的。

恒温电烙铁的内部结构如图 2.5 所示。

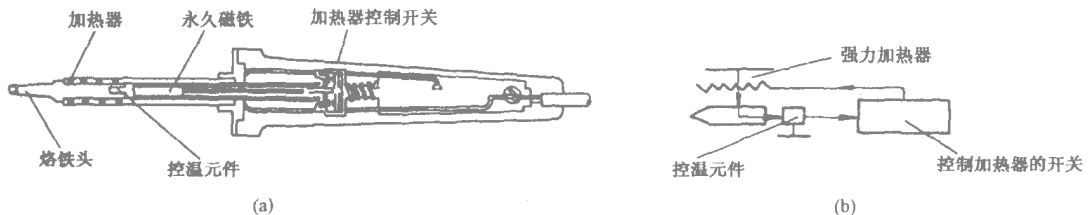


图 2.5 恒温电烙铁

4. 吸锡电烙铁

吸锡电烙铁是将活塞式吸锡器与电烙铁融为一体的拆焊工具。它具有使用方便、灵活、适用范围宽的特点。这种吸锡电烙铁的不足之处是每次只能对一个焊点进行拆焊。活塞式吸

锡器的内部结构如图 2.6 所示。

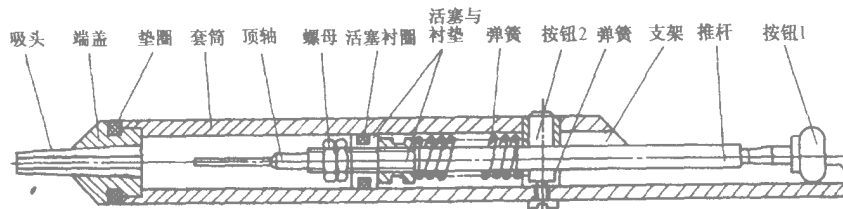


图 2.6 吸锡器内部结构

吸锡电烙铁的使用方法是：接通电源预热 3~5 分钟，然后将活塞推下（图 2.6 的按钮 1）并卡住，把吸锡烙铁的吸头前端对准欲拆焊的焊点，待焊锡熔化后，按下按钮 2，活塞便自动上升，焊锡即被吸进气筒内。另外，吸锡器配有两个以上直径不同的吸头，可根据元器件引线的粗细进行选用。每次使用完毕后，要推动活塞三、四次，以清除吸管内残留的焊锡，使吸头与吸管畅通，以便下次使用。

5. 其他电烙铁

除上述几种电烙铁外，还有一种储能式电烙铁，适用于集成电路，特别适用于对电荷敏感的 MOS 电路。电烙铁本身不接电源，当把电烙铁插到配套的供电上时，电烙铁处于储能状态，焊接时拿下电烙铁，靠储存在电烙铁中的能量完成焊接，一次可焊若干焊点。

另外还有用蓄电池供电的碳弧电烙铁、可同时除去焊件氧化膜的超声波电烙铁、具有自动送进焊锡装置的自动电烙铁等。

2.1.2 电烙铁的选用





由前述可知，电烙铁的种类及规格有很多种，而被焊工件的大小又有所不同，因而合理地选用电烙铁的功率及种类，对提高焊接质量和效率有直接的关系。如果被焊件较大，使用的电烙铁功率较小，则焊接温度过低，焊料熔化较慢，焊剂不能挥发，焊点不光滑、不牢固，这样势必造成焊接强度及外观质量的不合格，甚至焊料不能熔化而使焊接无法进行。如果电烙铁的功率太大，则使过多的热量传送到被焊工件上面，使元器件的焊点过热，造成元器件的损坏，致使印制电路板的铜箔脱落，焊料在焊接面上流动过快而无法控制。选用电烙铁时，可以参考表 2.1 所示。

表 2.1 电烙铁的选择

焊件及工作性质	烙铁头温度 (室温, 220V 电压)	选用电烙铁
一般印制电路板, 安装导线		20W 内热式, 30W 外热式, 恒温式
集成电路	250℃~400℃	20W 内热式, 恒温式, 储能式
焊片, 电位器, 2~8W 电阻, 大功率管	350℃~450℃	35~50W 内热式, 调温式 50~75W 外热式
8W 以上大电阻, 2A 以上导线等较大 元器件	400℃~550℃	100W 内热式 150~200W 外热式
金属板等	500℃~630℃	300W 以上外热式或火焰锡焊
维修、调试一般电子产品		20W 内热式, 恒温式、感应式、储能式、两用式

表 2.2 给出了估计烙铁头温度的方法。

表 2.2 观察法估计烙铁头的温度

观察现象				
	烟细长，持续时间 长，>20s	烟稍大，持续时间 约 10~15s	烟大，持续时间较短， 约 7~8s	烟很大，持续时间短， 约 3~5s
估计温度	<200℃	230℃~250℃	300℃~350℃	>350℃
焊接	达不到锡焊温度	PCB 及小型焊点	导线焊接、预热等较 大焊点	粗导线、板衬及大 焊点

实际使用时，可以根据情况灵活应用。应注意的是不要认为烙铁功率越小，越不会烫坏元器件。图 2.7 所示为用一个小功率烙铁焊大功率三极管，因为烙铁较小，它同元件接触后不能很快供上足够的热，因焊点达不到焊接温度而不得不延长烙铁停留时间，这样热量将传到整个三极管上并使管芯温度可能达到损坏的程度。相反，用较大功率的烙铁则很快可使焊点局部达到焊接温度而不会使整个元件承受长时间高温，因而不易损坏元器件。

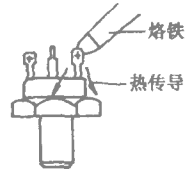


图 2.7 小功率烙铁焊大功率三极管

2.1.3 电烙铁的使用

(1) 新烙铁使用前的处理

一把新烙铁不能拿来就用，必须先对烙铁头进行处理后才能正常使用，就是在使用前先给烙铁头镀上一层焊锡。具体的方法是：首先用锉把烙铁头按需要锉成一定的形状，然后接上电源，当烙铁头温度升至能熔锡时，将松香涂在烙铁头上，等松香冒烟后再涂上一层焊锡，如此进行二至三次，使烙铁头的刃面全部挂上一层锡便可使用了。

现在内热式电烙铁头都经过电镀，这种有镀层的烙铁头，如果不是特殊需要，一般不要修锉或打磨。因为电镀层的目的就是保护烙铁头不易腐蚀。

(2) 烙铁头的修整和镀锡

烙铁头经使用一段时间后，会出现表面凹凸不平，而且氧化层严重的现象，这种情况下需要修整。一般方法是将烙铁头拿下来，夹到台钳上粗锉，修整为自己要求的形状，然后再用细锉修平，最后用细砂纸打磨光。对焊接数字电路、计算机的工作来说，普通烙铁头太粗了，可以将头部用榔头锻打到合适的粗细程度，再修整。修整后的烙铁应立即镀锡，方法是将烙铁头装好通电，在木板上放些松香并放一段焊锡，烙铁沾上锡后在松香中来回摩擦，直到整个烙铁修整面均匀镀上一层锡为止。

应该注意，烙铁通电后一定要立刻蘸上松香，否则表面会生成难以镀锡的氧化层。

(3) 烙铁头长度的调整

选择电烙铁的功率大小后，已基本满足焊接温度的需要，但是仍不能完全适应印制电路板中所装元器件的需求。如焊接集成电路与晶体管时，烙铁头的温度就不能太高，且时间不能过长，此时便可将烙铁头插在烙铁芯上的长度进行适当地调整，进而控制烙铁头的温度。

(4) 电烙铁不宜长时间通电而不使用，因为这样容易使电烙铁芯加速氧化而烧断，同时也将使烙铁头因长时间加热而氧化，甚至被“烧死”不再“吃锡”。

(5) 更换烙铁芯时要注意引线不要接错，因为电烙铁有三个接线柱，而其中一个是在接地的，另外两个是接烙铁芯两根引线的（这个接线柱通过电源线，直接与 220V 交流电源相接）。如果将 220V 交流电源线错接到接地线的接线柱上，则电烙铁外壳就要带电，被焊件也要带电，这样就会发生触电事故。

(6) 电烙铁在焊接时，最好选用松香焊剂，以保护烙铁头不被腐蚀。氯化锌和酸性焊油对烙铁头的腐蚀性较大，使烙铁头的寿命缩短，因而不宜采用。

2.1.4 电烙铁的常见故障及其维护

电烙铁在使用过程中的常见故障有：电烙铁通电后不热、烙铁头不吃锡、烙铁带电等故障。下面以内热式 20W 电烙铁为例加以说明。

(1) 电烙铁通电后不热。遇到此故障时可以用万用表的欧姆挡测量插头的两端，如果表针不动，说明有断路故障。当插头本身没有断路故障时，可卸下胶木柄，再用万用表测量烙铁芯的两根引线，如果表针仍不动，说明烙铁芯损坏，应更换新的烙铁芯。如果测量烙铁芯两根引线电阻值为 $2.5k\Omega$ 左右，说明烙铁芯是好的，故障出现在电源引线及插头上，多数故障为引线断路，插头中的接点断开。可进一步用万用表的 $R \times 1$ 挡测量引线的电阻值，便可发现问题。

更换烙铁芯的方法是：将固定烙铁芯引线螺丝松开，将引线卸下，把烙铁芯从连接杆中取出，然后将新的同规格烙铁芯插入连接杆，将引线固定在固定螺丝上，并注意将烙铁芯多余引线头剪掉，以防止两根引线短路。

当测量插头的两端时，如果万用表的表针指示接近 0Ω ，说明有短路故障。故障点多为插头内短路，或者是防止电源引线转动的压线螺丝脱落，致使接在烙铁芯引线柱上的电源线断开而发生短路。当发现短路故障时，应及时处理，不能再次通电，以免烧坏保险丝。

(2) 烙铁头带电。烙铁带电除前边所述的电源线错接在接地线的接线柱上外，还有就是，当电源线从烙铁芯接线螺丝上脱落后，又碰到了接地线的螺丝上，从而造成烙铁头带电。这种故障最容易造成触电事故，并损坏元器件，为此，要随时检查压线螺丝是否松动或丢失。如有丢失、损坏应及时配好（压线螺丝的作用是防止电源引线在使用过程中由于拉伸、扭转而造成的引线头脱落）。

(3) 烙铁头不“吃锡”。烙铁头经长时间使用后，就会因氧化而不沾锡，这就是“烧死”现象，也称做不“吃锡”。

当出现不“吃锡”的情况时，可用细砂纸或锉将烙铁头重新打磨或锉出新茬，然后重新镀上焊锡就可继续使用。

(4) 为延长烙铁头的使用寿命，必须注意以下几点：

经常用湿布、浸水海绵擦拭烙铁头，以保持烙铁头能够良好挂锡，并可防止残留助焊剂对烙铁头的腐蚀。

进行焊接时，应采用松香或弱酸性助焊剂。

焊接完毕时，烙铁头上的残留焊锡应该继续保留，以防止再次加热时出现氧化层。

2.2 焊料、焊剂

2.2.1 焊料的种类

焊料是指易熔的金属及其合金。它的作用是将被焊物连接在一起。焊料的熔点比被焊物的熔点低，而且要易于与被焊物连为一体。

焊料按其组成成份，可分为锡铅焊料、银焊料、铜焊料；按照使用的环境温度又可分为高温焊料（在高温环境下使用的焊料）和低温焊料（在低温环境下使用的焊料）。

锡铅焊料中，熔点在 450 以上的称为硬焊料，熔点在 450℃ 以下的称为软焊料。

抗氧化焊锡是在工业生产中自动化生产线上使用的焊料，如波峰焊等。这种液体焊料暴露在大气中时，焊料极易氧化，这样将产生虚焊，影响焊接质量。为此，应在锡铅焊料中加入少量的活性金属，形成覆盖层保护焊料，不再继续氧化，从而提高焊接质量。

2.2.2 电子产品焊料的选用

为能使焊接质量得到保障，根据被焊物的不同，选用不同的焊料是很重要的。在电子产品装配中，一般都选用锡铅系列焊料，也称焊锡。因为它有如下的优点：

(1) 熔点低。它在 180℃ 时便可熔化，使用 25W 外热式或 20W 内热式电烙铁便可进行焊接。

(2) 具有一定的机械强度。因锡铅合金的强度比纯锡、纯铅的强度要高，又因电子元件本身重量较轻，对焊点强度要求不是很高，故能满足其焊点的强度要求。

(3) 具有良好的导电性。因锡、铅焊料属良导体，故它的电阻很小。

(4) 抗腐蚀性能好。焊接好的印制电路板不必涂抹任何保护层就能抵抗大气的腐蚀，从而减少了工艺流程，降低了成本。

(5) 对元器件引线和其他导线的附着力强，不易脱落。

因锡铅焊料具有以上优点，所以在焊接技术中得到了极其广泛的应用。

由于锡铅焊料是由两种以上金属按照不同的比例组成的，因此锡铅合金的性能，就要随着锡铅的配比变化而变化。在市场上出售的焊锡，由于生产厂家的不同，其配制比例有很大的差别，为满足焊接的需要，选择配比最佳的锡铅焊料是很重要的。

常用的焊锡配比是：锡 60%、铅 40%，熔点 182℃；锡 50%、铅 32%、镉 18%，熔点为 145℃；锡 35%、铅 42%、铋 23%，熔点为 150℃。

焊料的形状有圆片、带状、球状、焊锡丝等几种。常用的是焊锡丝，在其内部夹有固体焊剂松香。焊锡丝的直径种类较多，常用的有 4mm、3mm、2.5mm、2mm、1.5mm 等。

常用的锡铅焊料的配比及用途如表 2.3 所示。

2.2.3 焊剂

由于金属表面同空气接触后都会生成一层氧化膜，温度越高，氧化越厉害。焊剂就是用于清除氧化膜的一种专用材料，又称助焊剂。

表 2.3 国产焊料牌号及其主要性能

名 称	牌 号	主要成分 (%)			杂质 >%	熔点 (°C)	抗拉 强度 kg/cm ²	用 途
		锡	铋	铅				
10 锡铅焊料	H1SnPb10	89~91	≤0.15	余 量	0.1	220	4.3	钎焊食品器皿及医药卫生方面物品
39 锡铅焊料	H1SnPb39	59~61	≤0.8			183	47	钎焊电子、电气制品
50 锡铅焊料	H1SnPb50	49~51				210	3.8	钎焊散热器、计算机、黄铜制件
58-2 锡铅焊料	H1SnPb58-2	39~41	1.5~2			235		钎焊工业及物理仪表等
68-2 锡铅焊料	H1SnPb68-2	29~31				256	3.3	钎焊电缆护套、铅管等
80-2 锡铅焊料	H1SnPb80-2	17~19				0.6	277	2.8
90-6 锡铅焊料	H1SnPb90-6	3~4	5~6		265		5.9	钎焊黄铜和铜
73-2 锡铅焊料	H1SnPb73-2	24~26	1.5~2				2.8	钎焊铅管
45 锡铅焊料	H1SnPb45	53~57			200			

1. 助焊剂的作用

在进行焊接时，为能使被焊物与焊料焊接牢靠，就必须要求金属表面无氧化物和杂质，只有这样才能保证焊锡与被焊物的金属表面固体结晶组织之间发生合金反应，即原子状态的相互扩散。因此在焊接开始之前，必须采取各种有效措施将氧化物和杂质除去。

除去氧化物与杂质，通常有两种方法，即机械方法和化学方法。机械方法是用砂纸和刀将其除掉，化学方法则是用焊剂清除，用焊剂清除的方法具有不损坏被焊物及效率高的特点，因此焊接时，一般都采用这种方法。

焊剂除上述的去氧化物的功能外，还具有加热时防止氧化的作用，由于焊接时必须把被焊金属加热到使焊料润湿并产生扩散的温度，而随着温度的升高，金属表面的氧化就会加速，助焊剂此时就在整个金属表面上形成一层薄膜，包住金属使其同空气隔绝，从而起到了加热过程中防止氧化的作用。

另外助焊剂还有促使焊料流动，减少表面张力的作用。焊料熔化后将贴附于金属表面，由于焊料本身表面张力的作用，力图变成球状，从而减小了焊料的附着力，而焊剂则有减少焊料表面张力、促使焊料流动的功能，故使焊料附着力增强，使焊接质量得到提高。

焊剂的另一个重要作用是把热量从烙铁头传递到焊料和被焊物表面。因为在焊接中，烙铁头的表面及被焊物的表面之间存在有许多间隙，在间隙中有空气，空气又为隔热体，这样必然使被焊物的预热速度减慢。而焊剂的熔点比焊料和被焊物的熔点都低，故先熔化，并填满间隙和润湿焊点，使烙铁的热量通过它很快地传递到被焊物上，使预热的速度加快。

2. 助焊剂的种类

助焊剂可分为无机系列、有机系列和树脂系列。

(1) 无机系列助焊剂

这种类型的助焊剂其主要成份是氯化锌或氯化铵及其它们的混合物。这种助焊剂最大的优点是有很好的助焊作用，但是具有强烈的腐蚀性，因此多数用在可清洗的金属制品焊接中。如果对残留焊剂清洗不干净，就会造成被焊物的损坏。如果用于印制电路板的焊接，将破坏印制板的绝缘性能。这种焊剂用有机油乳化后，制成一种膏状物质，俗称焊油，在电子焊接中不能使用，市场上出售的各种焊油多数属于这一类。

(2) 有机系列助焊剂

有机系列助焊剂主要是由有机酸卤化物组成的。这种助焊剂的特点是助焊性能好，可焊性高。不足之处是有一定的腐蚀性，且热稳定性差，即一经加热，便迅速分解，然后留下无活性残留物。

(3) 树脂活性系列助焊剂

这种焊剂系列中最常用的是在松香焊剂中加入活性剂，如 SD 焊剂（见表 2.4）。松香是一种天然产物，它的成份与产地有关。用作焊剂的松香是从各种松树分泌出来的汁液中提取的，是采用蒸馏法加工取出的固态松香。

松香酒精焊剂是指用无水乙醇溶解纯松香配制成 25%~30% 的乙醇溶液。这种焊剂的优点是无腐蚀性、高绝缘性能、长期的稳定性和耐湿性。焊接后清洗容易，并形成膜层覆盖焊点，使焊点不被氧化腐蚀。

2.2.4 焊剂的选用

(1) 电子线路的焊接通常都采用松香、松香酒精焊剂。这样可以保证电路元件不被腐蚀，电路板的绝缘性能不至于下降。

由于纯松香焊剂活性较弱，只有当被焊的金属表面是清洁的、无氧化层时，可焊性好的。但有时为了清除焊接点的锈渍，保证焊点的质量，也可用少量的氯化铵焊剂，但焊接后一定要用酒精将焊接处擦洗干净，以防残留焊剂对电路的腐蚀。

为了改善松香焊剂的活性，在松香焊剂中加入活性剂，就构成了活性焊剂。它在焊接过程中，能去除金属氧化物及氢氧化物，使被焊金属与焊料相互扩散，生成合金。例如 201-1 焊剂就属于此种活性焊剂（如表 2.4 所示）。

另外，电子元器件的引线多数是镀了锡金属的，但也有的镀了金、银或镍的，这些金属的焊接情况各有不同，可按金属的不同选用不同的焊剂。

(2) 对于铂、金、铜、银、镀锡等金属，可选用松香焊剂，因为这些金属都比较容易焊接。

(3) 对于铅、黄铜、青铜、镀镍等金属可选用有机焊剂中的中性焊剂，因这些金属比上述金属焊接性能差，如用松香焊剂将影响焊接质量。

(4) 对于镀锌、铁、锡、镍合金等，因焊接较困难，可选用酸性焊剂。当焊接完毕后，必须对残留焊剂进行清洗。

为便于选用，下面列表说明常用助焊剂的配料比例，如表 2.4 所示。

表 2.4 几种助焊剂配方、性能及应用

品 种	配方 (重量百分数)		可 焊 性	活 性	适 用 范 围		
松香酒精 焊 剂	松香	23%	中	中性	印制板、导线焊接		
	无水乙醇	67%					
盐酸二乙 胺焊剂	盐酸二乙胺	4%	好	有轻度腐蚀 性余渣	手工烙铁焊接电子元器件、零部件		
	三乙醇胺	6%					
	松香	20%					
	正丁醇	10%					
	无水乙醇	60%					
盐酸苯胺 焊 剂	盐酸苯胺	4.5%			好	有轻度腐蚀 性余渣	手工烙铁焊接电子元器件；零部 件；可用于搪锡
	三乙醇胺	2.5%					
	松香	23%					
	无水乙醇	60%					
	溴化水杨酸	10%					
201 焊剂	溴化水杨酸	10%	好	有轻度腐蚀 性余渣	元器件搪锡、浸焊、波峰焊		
	树脂	20%					
	松香	20%					
	无水乙醇	50%					
201-1 焊剂	溴化水杨酸	7.9%	好	有轻度腐蚀 性余渣	印制板涂覆		
	丙烯酸树脂	3.5%					
	松香	20.5%					
	无水乙醇	48.1%					
SD 焊剂	SD	6.9%	好	有轻度腐蚀 性余渣	浸焊、波峰焊		
	溴化水杨酸	3.4%					
	松香	12.7%					
	无水乙醇	77%					
氯化锌 焊 剂	ZnCl ₂ 饱和水溶液		很 好	强腐 蚀性	各种金属制品钣金件		
氯化铵 焊 剂	乙醇	70%					
	甘油	30%					
	NH ₄ Cl 饱和						

2.3 手工焊接的技术

2.3.1 焊接操作姿势与卫生

焊剂加热时挥发出的化学物质对人体是有害的，如果在操作时人的鼻子距离烙铁头太近，则很容易将有害气体吸入。一般鼻子距烙铁的距离不小于 30cm，通常为 40cm 为宜。

1. 电烙铁的使用方法

电烙铁的使用方法主要包括电烙铁的握法和吸取焊料的方法，操作者应灵活掌握。

(1) 电烙铁的握法

使用电烙铁的目的是为了加热被焊件而进行锡焊，绝不能烫伤损坏导线和元器件，因此必须正确掌握电烙铁的握法。

手工焊接时，电烙铁要拿稳对准，可根据电烙铁的大小、形状和被焊件的要求等不同情况决定电烙铁的握法，通常有三种握法，如图 2.8 所示。



图 2.8 电烙铁的三种握法

反握法：即用五指把电烙铁柄握在手掌内。这种握法焊接时动作稳定，长时间操作不易疲劳。它适用于大功率的电烙铁和热容量大的被焊件。

正握法：即用五指把电烙铁柄握在手掌外。它适用于中功率的电烙铁或弯烙铁头的电烙铁。

握笔式握法：这种握法类似于写字时手拿笔一样，易于掌握，但长时间操作易疲劳，烙铁头会出现抖动现象，因此适用于小功率的电烙铁和热容量小的被焊件。

总之电烙铁的握法主要根据电烙铁的功率大小来决定（如表 2.5 所示）。家电维修工不但右手要掌握这三种电烙铁的握法，左手也要掌握，以便于拆装元器件及维修。

表 2.5 电烙铁的握法

电 烙 铁	功率 (W)	握 法
小功率	20~45	握笔式握法
中功率	50~100	正握法
大功率	125~300	反握法

(2) 焊锡丝的拿法

手工焊接中一手握电烙铁，另一手拿焊锡丝，帮助电烙铁吸取焊料。拿焊锡丝的方法一般有两种：连续锡丝拿法和断续锡丝拿法（如图 2.9 所示）。

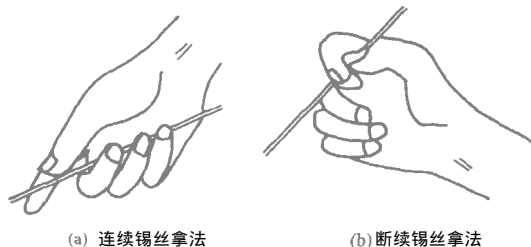


图 2.9 拿焊锡丝的方法

连续锡丝拿法：即用拇指和四指握住焊锡丝，三手指配合拇指和食指把焊锡丝连续