



高技能人才培养系列教材

GAOJINENG RENCAI PEIXUN XILIE JIAOCAI

HUAGONG YIBIAO WEIXIUGONG
GAOJINENG RENCAI PEIXUN JIAOCAI

化工仪表维修工 高技能人才培养教材

潘家平 ● 主编

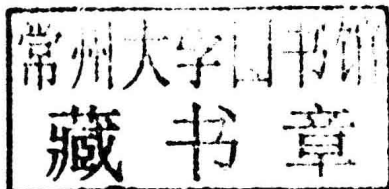


西南交通大学出版社

高技能人才培养系列教材

化工仪表维修工 高技能人才培养培训教材

潘家平 ◎ 主 编



西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

化工仪表维修工高技能人才培养教材 / 潘家平主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5643-5625-5

I. ①化… II. ①潘… III. ①化工仪表—检修—技术
培训—教材 IV. ①TQ050.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 179982 号

化工仪表维修工高技能人才培养教材

潘家平 主编

责任编辑	牛 君
封面设计	何东琳设计工作室 西南交通大学出版社
出版发行	(四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	28.25
字 数	742 千
版 次	2017 年 8 月第 1 版
印 次	2017 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-5625-5
定 价	59.80 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

化工仪表维修工高技能人才培训教材是省高技能人才培训基地建设配套项目之一，是针对解决岗位知识技能与实践技能需求进行编写的，立足于解决高技能人才（高级工及预备技师）工作中存在的问题。

本书是化工仪表维修工高技能人才培训教材，依据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》，以化工仪表维修工高技能人才在企业的岗位要求为依据，围绕工作所涉及的知识与技能要求进行编写，深入浅出地对基本概念和基本原理进行讲解，注重实践技能培养，突出技能操作的实际应用。

全书共分三部分，第一部分为通识专业知识及技能要求，包括钳工基本技能、烙铁钎焊、电工工具使用与维护、导线连接与敷设、电工知识、电子技术知识、电机和变压器等工作中所必须掌握的基础知识。第二部分为化工仪表维修工（高级工）应该掌握的知识与实践技能，主要包括工艺生产过程和设备基本知识、自动控制系统知识、执行器与调节阀、工业控制器与数字式无纸记录仪、传感器与变送器、DCS 控制系统、仪表及设备的防护与防爆、仪表检修、计算机网络操作系统、计算机网络的基本知识等。第三部分为化工仪表维修工（预备技师）应该掌握的知识与实践技能，主要包括复杂控制系统的连接与参数整定分析、可编程控制器的应用及一般性故障排除、对输入输出点数在 2000 点以下的计算机控制系统进行维护、能使用和维护紧急停车系统、机械知识等。三部分内容相对完整地实现对以技能培训为主线的人才培养目的。在附录部分提供了两个参考实训项目，为读者设计实训项目提供两种不同的参考。

本书加入了物联网应用的内容，由于涉及技术专用性与保密性，只提供了模型，如有感兴趣的读者，可联系作者邮箱：870288159@qq.com。

本书在编写过程中，得到了众多化工企业生产现场技术专家的指导，在他们以企业实际工作专业人才需求为依据的建议下完成了整个知识的布局设计。

本书由潘家平主编，刘正参编。在本书的编写过程中，得到了秦向前、许岚、周波、罗丹、代超等同志的大力帮助，书中涉及的实训操作也得到学校部分学员的大力支持，在此深表感谢。

本书可作为化工、医药、石化、炼油、冶金等行业仪表维修工高技能人才的培训教材，也可作为职业院校的专业教材，还可供仪表工程技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免存在不当之处，恳请读者提出宝贵意见，以便及时改进。

编 者
2017 年 2 月

目 录

第一部分 通识专业知识及技能要求	001
第一节 钳工基本技能	001
第二节 烙铁钎焊	007
第三节 电工工具使用与维护	010
第四节 导线连接及线路敷设	016
第五节 安全知识	025
第六节 电工测量技术知识	030
第七节 常用电工仪表的使用与维护	033
第八节 车间电力线路、照明线路的检修	039
第九节 常用低压电器的检修	042
第十节 三相异步电动机的拆装、检修及一般试验	044
第十一节 三相异步电动机基本控制电路的安装及检修	053
第十二节 简单电气设备控制线路故障判断及修理	058
第十三节 较复杂电气控制线路的安装与检修	060
第十四节 电机知识	062
第十五节 变压器	079
第十六节 电缆的检修	086
第十七节 电工基础理论知识	087
第十八节 模拟电子技术基础知识	120
第十九节 数字电路知识	139
第二十节 简单模拟电子线路的安装、测试及故障排除	154
第二十一节 简单数字电子线路的安装、测试	161
第二部分 化工仪表维修工（高级工）	164
第一节 工艺生产过程和设备基本知识	164
第二节 自动控制系统知识	173
第三节 执行器与调节阀	189

第四节	工业控制器与数字式无纸记录仪	205
第五节	传感器与变送器	213
第六节	DCS 控制系统	265
第七节	仪表及设备的防护与防爆	302
第八节	仪表检修	305
第九节	计算机网络操作系统	310
第十节	计算机网络的基本知识	326
第三部分	化工仪表维修工（预备技师）	346
第一节	复杂控制系统的连接与参数整定分析	346
第二节	互联网+在过程控制中的应用	386
第三节	可编程控制器的应用及一般性故障排除	387
第四节	对输入输出点数在 2000 点以下的计算机控制系统进行维护	422
第五节	使用和维护紧急停车系统	422
第六节	机械知识	422
第七节	车间生产管理的基本内容	429
参考文献		431
附 录		432
附录 A	参考实训项目	432
附录 B	管道及仪表图上的管子、管件、阀门及管道附件的图例	446

第一部分 通识专业知识及技能要求

第一节 钳工基本技能

一、钳工及相关安全操作规程

1. 钳工安全操作规程

(1) 操作前应按规定穿戴好劳动保护用品,女工的发辫必须纳入帽内。如使用电动设备工具,按规定检查接地线,并采取绝缘措施。

(2) 禁止使用有裂纹、带毛刺、手柄松动等不合要求的工具,并严格遵守常用工具安全操作规程。

(3) 钻孔、打锤不准戴手套,使用钻床钻孔时,必须遵守“钻床安全操作规程”。

(4) 清除铁屑必须采用工具,禁止用手拿及用嘴吹。

(5) 剔、铲工件时,正面不得有人,在固定的工作台上剔、铲工件,应设挡板或铁丝防护网。

(6) 工作中应注意周围人员及自身安全,防止工件、工具脱落及铁屑飞溅伤人,两人以上协同工作时要有一人负责指挥。

(7) 进行设备检修时,工作前必须办理“安全检修票”,进入设备内检修必须事先办理“进入设备、容器作业许可证”,进入易燃易爆物的设备内检修时必须事先办理“动火许可证”。

(8) 进行设备检修(检查)作业时,要办理“设备检修停送电联系单”,由电工进行停送电,并按规定采取安全措施。不需经过电工,可由操作人员直接停车断电的设备,在检修时,停车、断电后,闸刀开关处要加锁或在闸刀开关处挂上“禁止合闸”的标示牌,必要时设专人监护。

(9) 清洗设备工件时,不准用挥发性强的可燃液体清洗,如汽油、苯、丙酮等,必要时应有防火措施。

(10) 在潮湿地点和阴雨天气使用电气设备时,经由电工检查合格后才能使用。

(11) 刮研操作时,工件必须稳固,刮刀不准对人;研磨大型曲拐轴、甩头瓦时,应设保险装置或垫木,或采用适当的安全措施。

(12) 使用清管器时,应检查蛇皮管、软轴及电气接地良好,清管器连接要紧固,两人操作开关信号必须明确,相互配合好,清管时不准戴手套。

(13) 划线平台周围要保持整洁,1 m 以内禁止堆放物件。所用千斤顶必须底平、顶尖、丝口松紧合适,滑丝千斤顶禁止使用,起重千斤顶不准倾斜,底部应垫平,随起随垫枕木,其他应遵守千斤顶的安全操作规程。

(14) 工件划线应支牢,支撑大件时,严禁将手伸入工件下面,必要时用支架或吊车吊起。当日不能完工的,应做好防护。

(15) 划线所用紫色酒精,在周围 3 m 内不准有明火,禁止放在暖气、气炉上面烘烤。

(16) 使用倒链、千斤顶等小型起重设备时, 必须遵守“起重安全操作规程”。

(17) 用人力移动物件时, 要统一指挥, 稳步前进, 口号一致。

(18) 检查拆卸或装配工作中间停止或休息时, 零件必须放稳妥。

(19) 高处作业及使用梯子作业时, 应遵守“高处作业安全操作规程”和“使用梯子安全注意事项”。

(20) 机器设备试车前, 先检查机器设备各部是否完好, 检修人员撤离现场后, 办理停送电联系手续。试车中不准调整接触转动部位。

(21) 工作完毕或因故离开岗位, 必须停车断电。

(22) 在交叉和多层作业时, 必须戴好安全帽, 带好工具包, 防止落物伤人, 并注意统一指挥。

(23) 高空作业, 必须办理“高处作业证”, 作业所用工具必须用绳拴住或设其他防护措施, 以免失手掉落伤人。

2. 锯削安全操作规程

(1) 工件装夹要牢固, 即将锯断时, 要及时用手扶住被锯下的部分, 防止断料掉下, 同时防止用力过猛, 防止工件落下砸伤脚或损坏工件。

(2) 注意工件的安装、锯条的安装, 起锯方法、起锯角度的正确, 以免一开始锯削就造成废品和锯条损坏。

(3) 要适时注意锯缝的平直情况, 及时纠正。

(4) 在锯削钢件时, 可加些机油, 以减少锯条与锯削断面的摩擦并冷却锯条, 提高锯条的使用寿命。

(5) 要防止锯条折断后弹出锯弓伤人。

(6) 锯削完毕, 应将锯弓上的张紧螺母适当放松, 并将锯弓妥善保存好。

3. 錾削安全操作规程

(1) 防止锤头飞出, 要经常检查木柄是否松动或损坏, 以便及时进行调整或更换。

(2) 操作者不准戴手套, 木柄不能有油等, 以防手锤滑出伤人。

(3) 要及时磨掉錾子头部的毛刺, 以防毛刺划手。

(4) 錾子头部不应淬火得太硬, 以防敲碎伤手。

(5) 錾削过程中, 为防止切削飞出伤人, 操作者应带防护眼镜, 工作周围应设安全网。

(6) 要经常对錾子进行刃磨, 保持正确的楔角和錾刃锋利, 防止錾子滑出工件伤人。

(7) 锤柄安装牢固, 如有松动现象应立即停止使用。

(8) 錾头屑要用刷子清除, 不得用手擦或嘴吹。

(9) 錾削时眼睛要注视切削部位(目视錾刃), 以防錾坏工件。

4. 锉削安全操作

(1) 锉刀必须装柄使用, 以免刺伤手腕。没有装手柄或手柄裂开的锉刀不能使用, 松动的锉刀柄应装紧后再用。

(2) 不准用嘴吹锉屑, 也不要用手清除锉屑。当锉刀堵塞后, 应用钢丝刷顺着锉纹方向刷去锉屑。

(3) 对铸件上的硬皮或粘砂、锻件的飞边或毛刺等, 应先用砂轮磨去, 然后锉屑。

(4) 锉屑时不准用手摸锉过的表面, 因手上有油污, 会使再锉时打滑。

(5) 锉刀不能作为撬棒、锤子等拆卸工具使用,也不能用锉刀敲击工件。

(6) 放置锉刀时,应放在台虎钳的右面,不能露出工作台面,以防锉刀跌落伤脚;也不能把锉刀与锉刀叠放或锉刀与量具叠放。

(7) 锉削后的加工面不能用嘴吹铁屑,也不能用手摸工作台的表面。

5. 钻孔安全操作规程

(1) 操作人员操作前必须熟悉机器的性能、用途及注意事项,不具备操作技能的人员严禁单独上机操作。

(2) 严禁戴手套、围巾作业,头发不宜过长,女工必须戴安全帽,以免操作时卷入。

(3) 严禁操作员在操作机器时与其他人员攀谈或酒后、疲劳状态下操作机器。

(4) 机器工作前必须锁紧要锁紧的手柄,工件应可靠夹紧,避免工件跟着钻头旋转,造成事故。

(5) 开动机床时,应检查是否有钻夹头钥匙或斜铁插在主轴上。

(6) 操作者的头部不准与旋转的主轴靠得太近,停机时要让主轴自然停止,不可用手刹住。

(7) 禁止在钻床运转状态下装拆工件、检验工件和变换主轴转速。

(8) 禁止在主轴没完全停止的情况下调速,调速需用工具拨 V 带进行变速,防止手指被卷入受伤。

(9) 严禁进行超过机器最大切削能力的工作,钻孔径较大的孔时,应用低速进行切削。

(10) 操作中选择好合理的加工工艺、工序以及合理装夹,以免影响精度。

(11) 钻床禁止铣削加工,以免影响主轴精度。

(12) 钻较大、较小或较长的工件时,请选择合适的夹具装夹,尽量少用手来控制。

(13) 钻孔过程中通孔将穿透时,应尽量减小进给力,避免工件材料反面破损。

(14) 通孔时,要使钻头能通过工作台面上的让刀孔,或在工件下面垫上垫铁。

(15) 钻孔时注意冷却液的使用与及时排屑。

(16) 钻孔时不可用手、棉纱或用嘴吹来清除切屑,必须用毛刷清除;钻头上绕长铁屑时,要停车清除,禁止用口吹、手拉,应使用刷子或铁钩清除。

(17) 设备运转时,不准擅自离开工作岗位,因故离开时必须停车并切断电源。

(18) 作业完成后,必须切断电源,清扫工作场地,将工具归位,并做好机器日常保养工作。

6. 手工弧焊安全操作规程

(1) 检查并确保设备安全。工作前应检查线路各连接点及焊机外壳接地是否良好,焊机是否漏电,防止因接触不良发热而损坏设备。

(2) 操作时做好防护措施。必须穿戴好焊工服、焊工鞋,焊接面罩、手套等防护用品。

(3) 严禁在焊接时调节电流或开、关焊机电源开关。

(4) 不准赤手接触焊接后的焊件,应用火钳夹持翻动焊件。

(5) 清渣时注意清渣方向,防止伤害他人和自己。

(6) 焊钳不能搁置在工作台上,防止造成短路。

(7) 防止焊接烟尘危害人体健康。

(8) 发现焊机出现异常时,应立即停止工作,切断电源,并及时向指导师傅报告。

(9) 操作完毕或检查焊机时,必须切断电源。

(10) 作业完成后整理工具及材料, 搞好环境卫生。

二、钳工基本知识

钳工工种的特点: 钳工是主要手持工具对夹紧在钳工工作台虎钳上的工件进行切削加工的方法, 它是机械制造中的重要工种之一。钳工是一种比较复杂、细微、工艺要求较高的工作。目前, 虽然有各种先进的加工方法, 但钳工所用工具简单, 加工多样灵活、操作方便, 适应面广等, 故有很多工作仍需要由钳工来完成。因此, 钳工在机械制造及机械维修中有着特殊的、不可替代的作用。

1. 钳工的三大优点

(1) 加工灵活。在不适于机械加工的场合, 尤其是在机械设备的维修工作中, 钳工加工可获得满意的效果。

(2) 可加工形状复杂和高精度的零件。技术熟练的钳工可加工出比现代化机床加工的零件更精密、光洁、复杂的零件, 如高精度量具、样板、开头复杂的模具等。

(3) 工具投资小。钳工加工所用工具和设备价格低廉, 携带方便。

2. 两大缺点

(1) 生产效率低, 劳动强度大。

(2) 加工质量不稳定。加工质量的高低受工人技术熟练程度的影响较大。

3. 钳工的基本操作分类

(1) 辅助性操作, 即划线, 是根据图样在毛坯或半成品工件上划出加工界线的操作。

(2) 切削性操作, 有錾削、锯削、锉削、攻螺纹、套螺纹、钻孔(扩孔、铰孔)、刮削和研磨等多种操作。

(3) 装配性操作, 即装配, 将零件或部件按图样技术要求组装成机器的工艺过程。

(4) 维修性操作, 即维修, 对在役机械、设备进行维修、检查、修理的操作。

4. 钳工工作范围

(1) 加工前的准备工作, 如清理毛坯, 在毛坯或半成品工件上划线等。

(2) 单件零件的修配性加工。

(3) 零件装配时的钻孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹等。

(4) 加工精密零件, 如刮削或研磨机器、量具和工具的配合面、夹具与模具的精加工等。

(5) 零件装配时的配合修整。

(6) 机器的组装、试车、调整和维修等。

三、钳工工种的设备

1. 钳工工作台

简称钳台, 常用硬质木板或钢材制成, 要求坚实、平稳, 台面高度 800 ~ 900 mm, 台面上装虎钳和防护网。

2. 虎钳

虎钳是用来夹持工件的,其规格以钳口的宽度来表示,常用的有 100 mm、125 mm、150 mm 三种。使用虎钳时应注意:

- (1) 工件尽量夹在钳口中部,以使钳口受力均匀。
- (2) 夹紧后的工件应稳定可靠,便于加工,且不产生变形。
- (3) 夹紧工件时,一般只允许依靠手的力量来扳动手柄,不能用手锤敲击手柄或随意套上长管子来扳手柄,以免损坏丝杠、螺母或钳身。
- (4) 不要在活动钳身的光滑表面进行敲击作业,以免降低其配合性能。
- (5) 加工时用力方向最好是朝向固定钳身的方向。

四、钳工常用工具

钳工常用量具有钢直尺、钢卷尺、卡钳、游标卡尺、千分尺、塞尺、万能角度尺、水平仪等。

1. 划线与冲眼

(1) 划线 根据图样或实物的尺寸,在工件上划出加工尺寸界线的操作叫作划线。常用划线工具有:划针、划线盘、划线平台、圆规、90°角尺等。划线要求尺寸准确、线条清晰。

(2) 冲眼 冲眼工具有样冲和锤子。冲眼时位置要准确,在粗糙表面上冲眼要深些,在光滑的表面或薄工件表面上冲眼要浅些,在圆弧上冲眼要密些。精加工表面上严禁冲眼。

五、钳工常用加工方法及注意事项

1. 锯削、錾削和锉削

(1) 锯削 用锯切割原材料或加工工件的操作叫作锯削。锯削软材料或锯缝长的工件应选用粗齿锯条,锯削硬材料、管子、薄板料及角铁应选用细齿锯条。安装锯条时应使锯齿尖向前,锯条的紧张程度要适宜。锯削时注意防止锯条突然崩断弹出伤人,工件快要锯断时要用手扶住被锯下的部分,以防落下砸伤脚或损坏工件。

(2) 錾削 用锤子敲击錾子,对金属材料或工件进行切削的加工方法叫錾削。錾削工具有锤子和錾子。錾子切削刃前面和后面的夹角叫楔角,楔角应被錾子的几何中心线等分。楔角越小,刃口越锋利,但强度也越差;楔角越大,强度越好,但切削时阻力也越大。通常錾削合金钢或铸铁时楔角取 60°~70°,錾削一般钢材时楔角取 50°~60°,錾削铜、铝等软材料时楔角取 30°~50°。錾削时錾子后刃面与切削面之间的夹角叫后角。后角大则切入深,但錾削困难;后角小则切入浅,但易打滑。錾削时后角一般控制在 5°~8°。錾削时要求錾子的倾斜角保持不变,每次打击在錾子上的力应保持均匀。

(3) 锉削 用锉刀对工件表面进行切削加工的操作叫锉削。锉削软金属用单齿纹锉刀,锉削软材料或粗加工用粗齿锉刀,锉削硬材料或精加工用细齿锉刀。锉削平时先用交叉锉做粗加工,再用顺向锉做精加工;锉削外圆弧面时先横着圆弧面锉做粗加工,再顺着圆弧面锉做精加工;锉削内圆弧面时,使用圆锉或半圆锉,锉削时锉刀一边做前进运动,一边随圆弧面移动和绕锉刀轴线转动。

2. 钻孔和扩孔

(1) 钻孔 用钻头在工件上钻削孔眼的加工方法叫钻孔。使用的设备和工具有立钻、台

钻、手电钻、手摇钻等。常用的钻头有麻花钻， $\phi 13\text{ mm}$ 以上的钻头为锥柄，用钻头套夹持，用于立钻或更大的钻床； $\phi 13\text{ mm}$ 以下的钻头是直柄，用钻夹头夹持，用于台钻或更小的钻具。工件的夹持方法很多，钻削 $\phi 8\text{ mm}$ 以下的孔适合手握的工件可用手握法，不适合手握的小工件、薄板件可用手虎钳夹持；钻削较大直径或精度要求较高的孔，用平口钳夹持；在较长的工件上钻较大直径的孔，可用螺栓定位法；在圆柱形工件上钻孔，可用压板夹持法。钻小孔时，转速可快些，进给量要小些；钻大孔时，转速要慢些，进给量可大些。钻削硬材料时，转速要慢些，进给量要小些；钻软材料时，转速可快些，进给量可大些。通孔将穿时要减小进给量。操作时操作者要扎紧袖口，不准戴手套，女工必须戴安全帽。应用毛刷或棒钩清除切屑。严禁用手捏刹钻头，严禁在开车状态下装拆工件及清洁钻床。钻削脆性材料时应戴防护眼镜。必须在取下钻夹头钥匙或钻头套斜铁后才能开动钻床。钻孔时要适当添加切削液，以降低切削温度。

(2) 扩孔 用扩孔钻或麻花钻对工件上已有的孔进行扩大加工的操作叫扩孔。

3. 攻螺纹和套螺纹

(1) 攻螺纹 用丝锥在圆孔内切削出内螺纹的操作叫攻螺纹。使用的是丝锥和丝锥绞杠。底孔直径应比螺纹大径大 $1 \sim 1.05$ 倍螺距，孔口应到角。攻螺纹时，丝锥应与工件垂直，开始时可稍微施加压力，随后均匀转动绞杠，并经常倒转，有利于排屑。应按头锥、二锥、三锥顺序攻至标准尺寸。应随时添加切削液，攻钢件时切削液用机油，攻铸铁时切削液用煤油。

(2) 套螺纹 用板牙在圆杆或圆管上切削出外螺纹的操作叫作套螺纹。使用的工具是板牙和牙绞杠。圆杆或圆管外径应比螺纹大径小 0.13 倍螺距，外端应先到 30° 角。套螺纹前，先将工件夹牢夹正，使板牙面与圆柱或圆管轴线垂直。旋转板牙绞杠时用力要平衡，并要经常倒转，随时加切削液。

4. 矫正、弯曲和铆接

(1) 矫正 消除金属板材或型材的不平、不直、过翘曲等缺陷的操作叫矫正。条料的矫正使用台虎钳、活络扳手、铁砧和锤子，棒料的矫正用铁砧和锤子；直径较大时使用压力机矫正；板料的矫正，厚板用平台、锤子矫正，薄板用延展法矫正，如木板推压、抽条拍打等；线材用拉伸法矫正；角钢，槽钢用平台、锤子矫正，也可以在压力机上矫正。

(2) 弯曲 将板材或型材弯成所需要的形状和角度的操作叫弯曲。弯直角可在台虎钳上用锤子进行敲击。弯圆弧可先用锤子窄头敲击，使工件初步成型后，再在圆模上最后成型。弯管常用弯管器操作。当管子直径较大时，不论采用冷弯或热弯，均应向弯内灌满、灌实沙子后再进行弯曲加工。

(3) 铆接 用铆钉连接两个或两个以上工件的操作叫铆接。铆接设备和工具有铆钉枪、铆接机、锤子、顶模、罩模等。若被铆件总厚度为 $\sum t$ ，则铆钉直径 $d \approx -4\sqrt{50\sum t}$ 。铆钉杆的长度 $L \approx 1.1\sum t + ad$ ，式中系数 a 对于半圆头铆钉取 1.4 ，对于半沉头铆钉取 1.1 ，对于沉头铆钉取 0.8 ；通孔直径在冷铆时近似为 d ，热铆时稍大于 d 。

六、机械零件部件的拆装

熟悉被拆、装机械零部件的装配图，了解其结构，明确相互间的连接关系，选择正确、合理的拆、装方法。对于较复杂的设备或零部件，拆卸前应做好标记，记录必要的连接关系和数

据，以保证装配时能顺利复原。

拆卸的顺序一般是由外向内，从上向下，而装配顺序则正好相反。根据不同的连接方式及连接件的尺寸，选择适当种类和规格的拆、装工具，严禁用套筒延长工具手柄长度或用重物敲击手柄，以免损坏工具及机件。需要敲击时，必须垫上木块、铜棒等软质物品，轻轻敲打，并注意受力部位，尽量保持受力平衡。

因腐蚀等原因而造成拆卸困难时，可注入煤油或适量机油，等几个小时后再拆。材料允许时也可采用温差法等特殊工艺进行拆卸。

第二节 烙铁钎焊

一、烙铁钎焊基本知识

1. 电烙铁及钎焊材料

(1) 电烙铁 电烙铁是烙铁钎焊的热源。焊接小体积元件一般用 25 W、45 W 两种电烙铁；焊接体积较大的元器件使用 45 W 以上的电烙铁。同时选用与焊接空间大小相适应的烙铁头。

(2) 钎焊材料 钎焊材料包括焊料和焊剂。

① 焊料 常用的焊料有焊锡、纯锡。焊接电机线头时，绝缘等级为 A、E、B 级的用焊锡，绝缘等级为 F、H 级的用纯锡。

② 焊剂 常用的焊剂有松香、松香酒精溶液、焊膏和盐酸等。松香适用于所有电子元件和小线径线头的焊接；松香酒精溶液适用于小线径线头和强电领域小容量元件的焊接；焊膏适用于大线径线头的焊接、大截面导体表面或连接处的加固搪锡；盐酸适用于钢制件电连接处表面搪锡或钢制件的连接焊接。

2. 烙铁钎焊的操作方法

(1) 首先用电工刀（或小段钢锯片）或细砂布清除连接线端的氧化层，并在焊接处涂上适量焊剂。

(2) 将粘有焊锡的烙铁焊头先沾一些焊剂，对准焊接点下焊。焊头停留的时间根据焊件的大小决定，一般小体积、小功率的电阻或电容等，焊接时间不超过 2 s；体积大、热容大的元件，焊接时间可适当延长，以保证焊锡能充分熔化。

(3) 焊件接点必须焊牢焊透，锡液必须充分渗透，表面要光滑并有光泽，不允许虚焊和生焊（生焊指焊点的焊料没有完全熔化的焊接现象）。

(4) 焊接绕组线头时，在接头处与绕组间要用纸板隔开，以防焊锡流入绕组隙缝。应将线头连接处置于水平状态下再下焊；焊接完毕必须清除残留焊剂，并认真恢复绝缘。

(5) 焊接绕组线头时，多股芯线清除氧化层后要拧紧，清除线头耳内的脏物和氧化层并涂焊剂，将线头搪锡后塞进接线耳套管内再下焊。在锡焊未充分凝固时不要摇动接线耳、线头或清除残留焊剂。

(6) 16 mm² 及以上的铜导线接头应用浇焊法。先将焊锡放在化锡锅内，用喷灯或电炉将其熔化，然后将导线接头放在锡锅上，用勺盛出熔化的锡，从接头上面浇下。

(7) 电烙铁金属外壳必须可靠接地；电烙铁要放在专用的金属搁架上；不可用烧黑积炭的烙铁焊接；不准甩动电烙铁，以防焊锡甩出伤人。

锡焊五步法操作如图 1.2.1 所示。

手工锡焊五部操作法

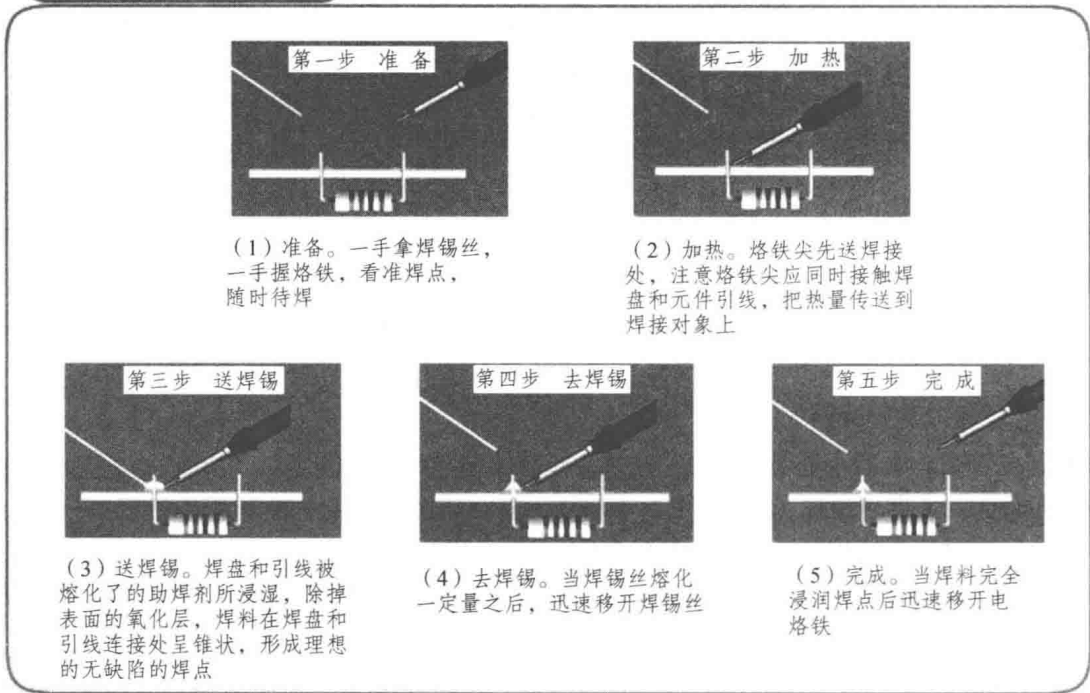


图 1.2.1 锡焊五步法操作示意图

二、导线互联及焊接方法

1. 绕 焊

(1) 导线与接线端子的连接方法：

把经过上锡的导线端头在接线端子上绕一圈，然后用钳子拉紧缠牢后进行焊接。在缠绕时，导线一定要紧贴端子表面，绝缘层不要接触端子。一般取 $L=1 \sim 3 \text{ mm}$ 为宜。

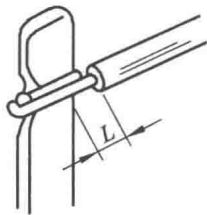


图 1.2.2 导线与接线端子绕焊

(2) 导线与导线的连接以绕焊为主，如图 1.2.2 所示，步骤如下：

- ① 去掉导线端部一定长度的绝缘皮；
- ② 导线端头上锡，并穿上合适套管；
- ③ 两条导线绞合，施焊；
- ④ 趁热套上套管，冷却后套管固定在接头处；

图 1.2.3 这种连接的可靠性最好，在要求可靠性高的地方常常采用。

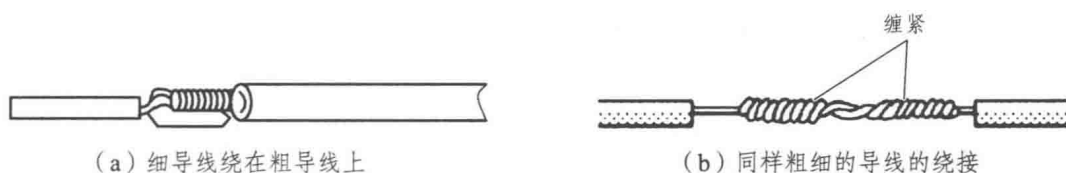


图 1.2.3 质量较好的导线焊接方法

2. 钩 焊

将导线弯成钩形钩在接线端子上，用钳子夹紧后再焊接，其端头处理方法与绕焊相同。这种方法的强度低于绕焊，但操作简便。如图 1.2.4 所示。



图 1.2.4 钩焊

3. 搭 焊

导线与接线端子的搭焊：把经过镀锡的导线搭到接线端子上施焊。这种连接最方便，但强度及可靠性最差，仅用于临时连接或不便于缠、钩的地方以及某些接插件上。

对调试或维修中导线的临时连接，也可以采用搭接的办法。这种搭接的接头强度和可靠性都差，不能用于正规产品中的导线焊接。如图 1.2.5 所示。

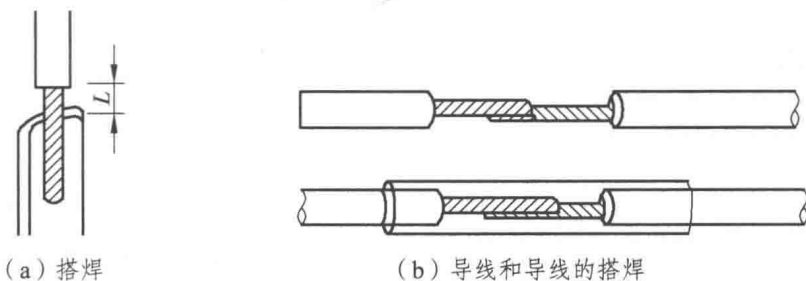


图 1.2.5 搭焊

三、电子元件的焊接

主要采用手工焊接的插焊。电烙铁用 25 W、45 W 两种规格，焊剂用松香或松香酒精溶液。焊点焊牢，有一定的机械强度，锡液必须充分渗透，焊接点的接触电阻要小，焊点表面要光滑并有光泽，板面各焊点大小应均匀。

焊接方法和主要步骤如下：清除元件焊脚处氧化层并搪锡；电路板未镀银的或镀银后已发黑的，要清除氧化层并涂上松香酒精溶液，确认元件焊脚位置并插入孔内，剪去多余部分后下焊，每次下焊时间不得超过 2 s。焊接分立电原件时选用 25 W 电烙铁，焊头要稍尖，含锡量以满足 1 个焊点的需要为度，焊好后应快速提起焊头；焊接集成块时，工作台应覆盖可靠接地的金属薄板，集成块不可与台面经常摩擦，集成块焊接需要弯曲时不可用力过度，焊接时要防止落锡过多。

元器件在印刷电路板上的插装形式如图 1.2.6 所示。元器件引线成型形状如图 1.2.7 所示。

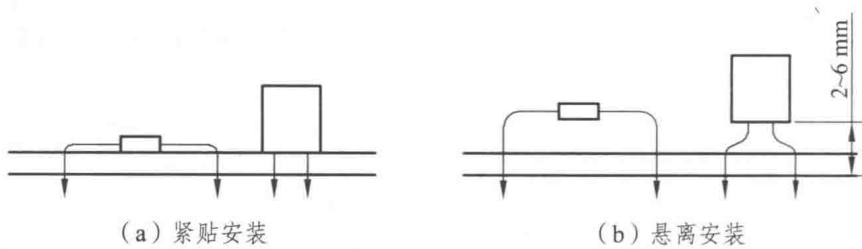


图 1.2.6 元器件的插装形式

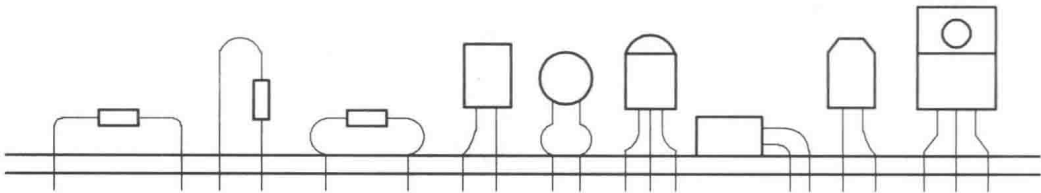


图 1.2.7 印刷电路板上元器件引线成型形状

第三节 电工工具使用与维护

从事自动化工作，应能够熟练使用和维修常用的电工工具，保证安全生产，下面分别进行介绍。

一、验电器的使用

1. 验电器的使用方法

低压验电器（电笔）使用时，正确的握笔方法如图 1.3.1 所示。手指触及其尾部金属体，氖管背光朝向使用者，以便验电时观察氖管辉光情况。当被测带电体与大地之间的电位差超过 60 V 时，用电笔测试带电体，电笔中的氖管就会发光。低压验电笔电压测试范围是 60 ~ 500 V。

高压验电器使用时，应特别注意的是，手握部位不得超过护环，还应戴好绝缘手套。高压验电笔握法如图 1.3.2 所示。

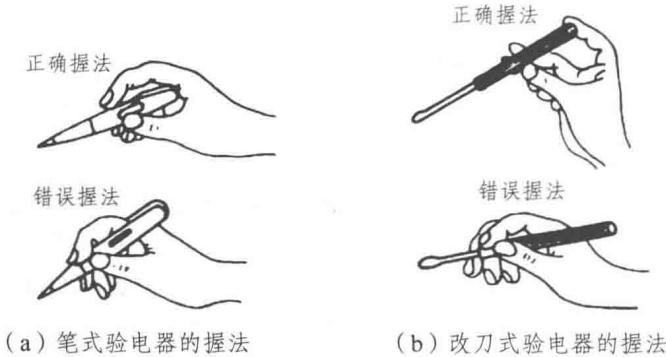


图 1.3.1 低压验电器的握法

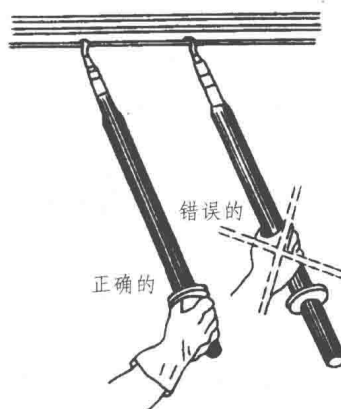


图 1.3.2 高压验电器的握法

2. 验电器的使用注意事项

(1) 验电器使用前应在确有电源处测试检查，确认验电器良好后方可使用。

(2) 验电时应将电笔逐渐靠近被测体，直至氖管发光。只有在氖管不发光，并采取防护措施后，才能与被测物体直接接触。

(3) 使用高压验电笔时，应一人测试，一人监护；测试人必须穿戴好符合耐高压等级的绝缘手套；测试时要防止发生相间或对地短路事故；人体与带电体应保持足够的安全距离。

(4) 在雪、雨、雾及恶劣天气情况下不宜使用高压验电器，以避免发生危险。

3. 低压验电器的用途

区别有无电信号；区别相线与零线；区别电压高低；区别直流电与交流电；区别直流电的正负极性；识别相线对壳短路等。

二、电烙铁的使用

选用电烙铁时，依据是焊头的工作温度。对于一般焊点，选 20 W 或 25 W 为好，如在印刷版上焊接晶体管、电阻和电容等。它体积小，便于操作且温度合适。

焊接较大元件时，如控制变压器、扼流圈等，因焊点较大，可选用 60 ~ 100 W 的电烙铁。在金属框架上焊接，选用 300 W 的电烙铁较合适。

使用新烙铁时，应首先清除电烙铁头斜面表层的氧化物，接通电源，沾上松香和锡焊，让熔状的焊锡薄层始终贴附在电烙铁头斜面上，以保护电烙铁头和方便焊接。

较长时间不使用电烙铁时，应断开电源，不能让电烙铁在不使用的情况下长期通电。暂时不用时，应将电烙铁头放置在金属架上散热，并避免电烙铁的高温烧坏工作台及其他物品。

在使用电烙铁时，不准甩动电烙铁，以免熔化的锡焊飞溅伤人。

三、喷灯的使用

喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具。

1. 喷灯使用方法

(1) 旋下加油阀的螺栓，加注相应的燃料油，注入筒体的油量应低于筒体高度的 3/4。加油后旋紧加油口的螺栓，关闭放油阀阀杆，擦净洒在外部的油料，并检查喷灯各处，不应有渗漏