

机械加工岗位技能训练

..... 主编 李 亚 王渝嘉 马正强



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

机械加工岗位技能训练

主 编 李 亚 王渝嘉 马正强



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械加工岗位技能训练/李亚,王渝嘉,马正强主编. —武汉:武汉大学出版社,2015.4

ISBN 978-7-307-15432-2

I. 机… II. ①李… ②王… ③马… III. 机械加工—岗位培训—教材
IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 056473 号

责任编辑:路亚妮 郭 芳

责任校对:刘小娟

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:392 千字

版次:2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-15432-2 定价:38.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

“机械加工岗位技能训练”是中等职业学校机械加工制造类专业的一门实用性较强的一体化课程。本书根据国家职业标准《钳工》《焊工》《车工》，以及钳工、焊工、车工实训教学标准编写，是中等职业学校双证制技能型人才实训与技能鉴定的教学用书。在编写过程中我们坚持以就业为导向，以能力为本位，在专业知识上以够用、实用为原则，强化技能训练的力度和文明生产素养的形成。

本书主要包括钳工基础知识、划线、錾削、平面锯削、锉削、孔加工、螺纹加工、焊接安全与防护技术、认识常见的手工电弧焊设备、认识和选择焊条、手工电弧焊知识准备、平敷焊、板对接平焊、板对接横焊、板对接立焊、气焊与气割、车床操作基础知识、车刀基本知识、轴类零件的加工、车削加工轴承套、车削加工圆锥、表面修饰和车成形面、加工普通外螺纹、加工综合件等内容。

本书由凉山州职业技术学校李亚、王渝嘉、马正强担任主编，四川省地矿局西昌 102 厂陈国宏、杨晓兰参与编写。本书在编写的过程中得到了凉山州职业技术学校领导的大力支持和帮助，攀钢集团西昌新钢业有限公司总工程师王体贵、西昌合力锌业有限公司厂长林强和四川省地矿局西昌 102 厂生产技术科科长唐爱国等也为本书的编写提出了许多宝贵的意见，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，恳请各位同行和读者批评指正。

编 者

2015 年 1 月

目 录

第一篇 钳工基本技能

第一章 钳工基础知识	(2)
项目一 钳工操作安全知识	(2)
项目二 钳工种类及钳工常用设备	(7)
项目三 常用量具及测量方法	(13)
项目四 机械制图和识图	(23)
第二章 钳工基本技能	(32)
项目五 划线	(32)
项目六 锯削	(43)
项目七 錾削	(50)
项目八 锉削	(57)
项目九 孔加工	(67)
项目十 攻螺纹和套螺纹	(80)
第三章 钳工综合实训	(91)
项目十一 制作榔头	(91)
项目十二 凹凸体锉配	(93)

第二篇 焊工基本技能

第一章 焊接基础知识	(96)
项目一 焊接安全技术与防护	(96)
项目二 认识常用手工电弧焊设备	(106)
项目三 认识和选择焊条	(112)
项目四 手工电弧焊概述	(118)
第二章 焊接基础操作技能	(130)
项目五 平敷焊操作技能	(130)
项目六 板对接平焊技能	(140)
项目七 板对接横焊技能	(148)
项目八 板对接立焊技能	(155)
项目九 角接接头焊	(162)
项目十 气焊与气割	(170)

第三篇 车工基本技能

第一章 车床操作基础知识	(182)
项目一 安全生产及文明操作知识	(182)

项目二 认识车床·····	(183)
项目三 车削加工特点·····	(188)
第二章 车刀基本知识 ·····	(192)
项目四 认识车刀·····	(192)
第三章 轴类零件的加工 ·····	(198)
项目五 车阶梯轴用的车刀·····	(198)
项目六 轴类工件的装夹·····	(204)
项目七 用棒料车削加工阶梯轴·····	(206)
第四章 孔的加工 ·····	(213)
项目八 孔的测量·····	(213)
项目九 车孔·····	(214)
第五章 车削加工圆锥 ·····	(218)
项目十 车削加工外圆锥·····	(218)
项目十一 圆锥的检验及质量分析·····	(224)
第六章 表面修饰和车成形面 ·····	(226)
项目十二 车成形面·····	(226)
第七章 加工普通外螺纹 ·····	(231)
项目十三 车削加工三角形外螺纹·····	(231)
第八章 综合件的加工 ·····	(237)
项目十四 车削工艺分析·····	(237)
参考文献 ·····	(240)

第一篇

钳工基础技能

.....

第一章 钳工基础知识

项目一 钳工操作安全知识

【教学要求】

- 了解钳工工作场地；
- 了解钳工安全技术操作规程；
- 了解钳工 7S 管理要求。

任何一台机械设备的制造都要经过零件的加工制造、部件组装、整机装配、调整试运行等阶段。其中有大量的工作是用简单工具靠手工操作来完成的，这就是钳工加工的工作性质。

一、钳工工作场地要求

钳工工作场地是指钳工的固定工作地点。为了工作方便，钳工工作场地布局一定要合理，符合安全文明生产的要求。

- (1) 合理布置主要设备。
- (2) 毛坯和工件要分别摆放整齐，工件尽量放在搁架上，以免磕碰。
- (3) 常用工、夹、量具应放在工作位置附近，便于随时取用。工具、量具用完后应及时保养并放回原处。
- (4) 每个工作日结束后应按要求对设备进行清理、润滑，并把工作场地打扫干净。

二、钳工安全技术操作规程

1. 钳工实习安全操作规程

- (1) 学生进入实习岗位前，必须穿好工作服，扎好袖口，戴好工作帽，不准穿凉鞋、拖鞋、裙子、短裤和戴围巾。
- (2) 操作前必须按工作情况，穿戴好防护用品。
- (3) 所有工具，必须齐备完好，禁止使用有裂纹、带毛刺、手柄松动等不符合安全要求的工具。严格遵守常用工具的安全操作规程。
- (4) 开动设备前，先检查防保装置，紧固螺钉及各操作系统是否完好，并应空载试车，方可投入工作。
- (5) 设备发生故障，应立即停车，切断电源和其他动力源，然后请有关人员维修，严禁自己拆修。
- (6) 工作中注意周围人员的人身安全，防止挥动工具脱落、铁屑飞溅等造成的伤害。

(7) 清除铁屑必须使用工具,不能用手拉或用嘴吹。

(8) 因故离岗,应切断电、气、水、油源,工作完毕后要清理工作场地,将工具和零件放到指定位置。

(9) 不得在实习场内跑动、嬉闹。

(10) 对相关工具的操作,必须遵守其操作规程。

2. 钳工安全技术操作规程

(1) 操作者必须熟悉《一般安全技术须知》《机械使用安全规定》等有关规定。

(2) 锉刀、刮刀都必须装有牢固的木柄,木柄应套有金属环,且木柄不得替换使用。

(3) 锤把必须安装牢固,锤柄不得有疤节、蛀孔、裂纹,锤头楔紧,且锤头的打击面不得沾油,使用前必须检查。

(4) 打击时,打击方向不得正对人,挥锤前要前后查看,锤子不得有卷边、裂纹、缺角等现象。

(5) 工作台必须安置金属网。

(6) 锉过的工件表面不得用手摸,锉下的铁屑不得用嘴吹。锉削时要注意不得正对他人。

(7) 使用手锯、台虎钳、螺丝刀、刮刀、丝锥、板牙时,不宜用力过猛,夹紧工件时,扳子和台虎钳扳把不准套上套管加力或用力敲打。

(8) 在机器上拆装零件时,其他连接部分必须上紧或脱离,以避免产生滑动。拆装大型零件时,底部应加垫板。

(9) 拆卸零件时,不得直接敲击工作面,应垫以木板或铜棒。

(10) 检修大型设备应事先提出安全措施,交有关领导批准方可施工。

(11) 检修完毕试车前必须经周密检查盘车试验确定无异常后,方可通知电工接通电源,装好安全罩,人员处于安全地带方可开车。

(12) 使用电钻时,要戴绝缘手套、穿绝缘鞋。

(13) 划线场地必须保持整洁,并应有足够的照明。划线盘不用时,应将划尖向下。

(14) 使用千斤顶工作时,千斤顶必须安全可靠,各点松紧要均匀,较大的工件下面应垫好,上面应有绳索或倒链保护,中断工作时,要对架起的工件加以保护。

(15) 较高精度的工具,如划线盘、高度游标尺等,必须装有坐垫并应放稳。

(16) 高空作业时应遵守《高空作业安全技术规程》的有关规定。

(17) 在处理故障时,必须由两人以上进行处理,不准单独一人排除。

3. 钳工工具操作规程

(1) 钳工台。

① 钳工台一般要求必须紧靠墙壁,人站在一面工作,对面不准有人,如大型钳工台对面有人工作时,中间必须设置密度适当的安全网。

② 钳工台必须安装牢固、平稳。

③ 钳工台上所使用的照明电压应取 36 V 及 36 V 以下的安全电压。

④ 钳工台上的杂物要及时清理,工具和工件要放在指定地方。

(2) 虎钳。

① 虎钳上不准放置工具,以防滑下伤人。

② 使用转座虎钳工作时,必须把固定螺丝扳紧。

③ 虎钳的丝杆、螺母要经常擦洗和加油,保持清洁,如有损坏,不得使用。

④ 钳口要保持完好,磨平要及时修理,防止因钳口被磨平导致工件滑脱伤人;钳口紧固螺丝要经常检查,以防松动。

⑤ 用虎钳夹持工件时,只许使用钳口最大口径的 $2/3$,不得用管子套在手柄上或用手锤敲击手柄。

⑥ 工件必须放正夹紧,虎钳手柄朝下。

⑦ 工件超出钳口部分太长时必须加支承。装卸工件时,还必须防止工件掉下伤人。

(3) 手锤。

① 手锤柄必须用硬质木料做成,大小、长短要适宜;锤柄还应有适宜的斜度,锤头上必须加铁楔,防止使用时用掉锤头。

② 两人击锤时,要错开站位;扶钳、打锤要稳,落锤要准,动作要协调,以免击伤对方。

③ 手锤使用前,应检查锤柄与锤头是否松动,是否有裂纹,锤头上是否有卷边或毛刺。如有缺陷,必须修好后再使用。

④ 手、手锤柄、锤头都不得沾有油污。

⑤ 锤头淬火要适当,不可直接敲打硬钢及淬火的部件,以免崩伤。抡大锤时,不得戴手套,对面和后面不准有人站立,并要注意周围人员的安全。

(4) 扁铲(鏊、凿)、冲子。

① 不准用高速钢做扁铲和冲子。

② 使用时,柄上顶端切勿沾油,以免打滑;同时不准对着人铲工件,防止铁屑崩出伤人。

③ 顶端如有卷边,要及时修磨;有裂纹的严禁使用。

④ 不得铲、冲淬火材料。

⑤ 鏊子不得短于 150 mm,刃部淬火要适当,不能过硬。

⑥ 不准用废钻头代替冲子。

⑦ 必须戴防护眼镜作业。

(5) 锉刀、刮刀。

① 木柄必须装有金属箍,禁止使用没上手柄或手柄松动的锉刀或刮刀。

② 锉刀、刮刀杆不准淬火。使用前要仔细检查有无裂纹,以防折断发生事故。

③ 锉刀、刮刀不能当手锤、撬杠或冲子使用,以防折断。

④ 工件或刀上有油污时,要及时擦净,防止打滑。

⑤ 使用三角刮刀时,应握住木柄进行工作,作业后必须把刮刀装入套内。

⑥ 使用半圆刮刀时,禁止人沿刮削方向站立,防止刀出伤人。

(6) 扳手。

① 所选用的扳手应与螺帽配合适当,禁止扳口加垫或扳手手把接管子;扳紧螺帽时,不可用力过猛。

② 扳手不能当手锤用;使用活动扳手应把死面作为着力点,活面作为辅助面。

③ 使用电动扳手应按手持式电动工具有关规定操作。

④ 不准使用爪部变形或破裂的扳手。

(7) 手锯。

① 被锯工件必须夹紧,不准松动,以防脱落伤人或别断锯条。

② 锯割工件时,锯要靠近钳口,方向要正确,不准歪斜。

③ 安装锯条时,松紧程度要适当,方向要正确,不准歪斜。

④ 工件将要锯断时,要轻轻用力,以防压断锯条或者工件落下伤人。

(8) 板牙、丝锥和铰刀。

① 攻套丝和绞孔时,要对正、对直,用力适当,以防折断。

② 攻套丝和绞孔时,不要用嘴吹孔内的铁屑,以防伤眼;不要用手擦拭工件的表面,以防铁屑刺手。

(9) 钳工平台和划线工具。

① 平台必须放平放稳,台面上不准放置杂物。

② 用完的划针,夹头要朝下,以免伤人;工作结束后,应把工具放在工具箱内。

③ 划线用螺纹千斤顶,尖端要保持尖锐,升降要灵活,并应有防止螺纹全部松脱的保险装置。

④ 千斤顶放置的位置要适当,工件与平面间要放垫木,以防工件翻倒伤人。

(10) 手拉灯。

① 手拉灯电源电压必须低于 36 V。

② 使用的手拉灯必须绝缘良好,用前要检查,防止漏电。

(11) 油压千斤顶。

① 油压千斤顶应定期检验和修理,及时加油,做好日常维护保养。

② 使用时,油压千斤顶下面必须加平垫木,受力点要选择适当,柱端不准加垫,要稳起稳落,以免发生事故。

(12) 手电钻。

① 使用手电钻必须执行《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》(GB/T 3787—2006)。

② 手电钻(I类)必须有牢固可靠的接零(地)保护或加装防触电保护器使用。

③ 电钻导线要保护好,严禁乱拖,防止轧坏、割破;不准把电线拖在油水中,防止腐蚀。

④ 使用当中如发现电钻漏电、异常振动、高热或异声时,应立即停止工作,找电工检修。

⑤ 电钻未完全停止转动时,不能卸、换钻头。

⑥ 停电、休息或离开作业现场时,必须切断电源。

4. 常用钳工安全防护用具

常用钳工安全防护用具包括工作服、工作帽、工作鞋(防砸)、劳防手套、防寒服、眼护具(防冲击)、安全帽等。

三、钳工 7S 管理要求

1. 7S 概述

7S是通过规范现场、现物,营造一目了然的工作环境,培养员工良好的工作习惯,形成良好素养,从而提高产品和服务品质。其最终目的是提升人的素质。7S即指整理(sort)、整顿(straighten)、清扫(sweep)、清洁(sanitary)、节约(save)、素养(sentiment)、安全(safety)。

2. 作业现场要求

作业现场的要求见表 1-1-1。

表 1-1-1

作业现场要求

项目	内容
整理	① 不用的作业平台、控制柜子、椅子； ② 抽屉里、控制柜或作业平台下面的杂物、私人物品； ③ 当天不用的原辅材料、包装物、标签、工作用具； ④ 原辅材料的包装袋(盒)
整顿	① 各种凌乱物资； ② 作业现场的各种电源线、信号线、压缩空气管道等与生产无关的物料； ③ 规范平台(椅子)尺寸、形状、大小、高低、颜色； ④ 作业平台、椅子、控制柜、手推车、板车、电风扇等与生产有关的物料清晰标识，责任到人
清扫	① 设备、工具、墙身、房顶、地面； ② 作业现场跑、冒、滴、漏布满的灰尘、脏污； ③ 剩余原辅材料； ④ 墙上、门上乱写、乱画、乱张贴的东西； ⑤ 控制柜、工具柜表面、里面灰尘

3. 货架要求

货架要求见表 1-1-2。

表 1-1-2

货架要求

项目	内容
整理	① 货架大小与摆放场所； ② 货物(标签、宣传资料等)、工用具、原辅材料及各种五金配件
整顿	① 标识摆放的物品； ② 货架或物品堆放标准,方便取用； ③ 根据物品或原辅材料特性和使用情况堆放； ④ 按“重低轻高”的原则摆放
清扫	① 货物、货架； ② 墙身、墙体的灰尘、脏污、蜘蛛网； ③ 长期未使用的各种物资

4. 通道要求

通道要求见表 1-1-3。

表 1-1-3

通道要求

项目	内容
整理	① 搬运车辆和人行通道； ② 区分行人通道和物资通道； ③ 作业区与通道

续表

项目	内容
整顿	① 原料堆码,垛与垛之间预留通风道及堆放区; ② 原料离墙堆码; ③ 标识安全通道位置; ④ 通道内严禁堆放任何物料; ⑤ 原料在指定区域内堆放; ⑥ 地面平整,无坑洼,人员、车辆通行方便
清扫	① 地面灰尘、脏污; ② 散料、积水、油污、纸屑、杂物等

5. 设备要求

设备要求见表 1-1-4。

表 1-1-4 设备要求

项目	内容
整理	① 现场不能使用的设备; ② 残旧、破损的设备; ③ 过时、老化的设备
整顿	① 按规范操作设备(根除使用暴力操作设备的野蛮行为); ② 设备放置合理,使用方便; ③ 运作能力满足生产需要; ④ 定期保养和校正设备; ⑤ 人身、设备安全保护装置完好
清扫	① 设备灰尘、脏污之处; ② 生锈、褪色之处; ③ 杜绝渗油、滴水、漏气; ④ 导线、导管无破损老化; ⑤ 滤气、滤水装置完好; ⑥ 标识清晰、清楚

项目二 钳工种类及钳工常用设备

【教学要求】

- 了解钳工的分类和加工特点;
- 掌握台虎钳的操作和维护;
- 掌握砂轮机的操作和维护;
- 掌握钻床的使用和维护。

一、钳工的分类和加工特点

1. 钳工的分类

钳工可分为普通钳工、划线钳工、修理钳工、装配钳工、模具钳工、工具钳工、钣金钳工，要掌握包括零件的测量、划线、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨、矫正、弯曲、铆接、自用工具的刃磨、简单的热处理及零部件和产品的装配、修理、调试。从《中等职业学校专业目录(2010 年修订)》对机电技术应用专业在职业技能工种的取证上看，钳工包括装配钳工、机修钳工、工具钳工和划线钳工，各自的工作范围见表 1-2-1。

表 1-2-1 钳工的分类

工种	工作范围
装配钳工	主要从事机器或部件的装配和调整工作及一些零件的钳加工工作
机修钳工	主要从事各种机器设备的维修工作
工具钳工	主要从事模具、工具、量具及样板的制作
划线钳工	主要从事确定零件加工面的位置与余量，使下道工序加工时有明确的尺寸界线和依据

2. 钳工加工的特点

钳工加工有三大优点(加工灵活、可加工形状复杂和高精度的零件、投资小)和三大缺点(生产效率低、劳动强度大、加工质量不稳定)。

(1) 加工灵活。在不适于机床批量加工的场合，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还要精密和光洁的零件，可以加工出连现代化机床也无法加工的形状非常复杂的零件，如高精度量具、样板、开口复杂的模具等。

(3) 投资小。钳工加工所用工具和设备价格低廉，携带方便。

(4) 生产效率低，劳动强度大。

(5) 加工质量不稳定。加工质量的好坏受工人技术熟练程度的影响。

3. 钳工的工作任务

钳工的工作范围很广，主要有划线、加工零件、装配、设备维修和创新技术。

(1) 划线。对加工前的零件进行划线。

(2) 加工零件。对采用机械方法不太适宜或不能解决的零件，各种工、夹、量具及各种专用设备等的制造，要通过钳工工作来完成。

(3) 装配。将机械加工好的零件按机械的各项技术精度要求进行组件、部件装配和总装配，使之成为一台完整的机械。

(4) 设备维修。对机械设备在使用过程中出现损坏、产生故障或长期使用后失去使用精度的零件要通过钳工进行维护和修理。

(5) 创新技术。为了提高劳动生产率和产品质量，不断进行技术革新，改进工具和工艺，也是钳工的重要任务。

总之，钳工是机械制造业中不可缺少的工种。

二、常用钳工工具

在钳工工作场地内,钳工常用的设备主要有钳台、台虎钳、砂轮机和钻床等。

1. 钳台

钳台,也称钳工台、工作台,或钳工操作台,是用于钳工生产和检修的操作台。钳台的高度为 800~900 mm,或以钳台上安装台虎钳后恰好与人手肘平齐为宜。钳台的长度和宽度可根据工作需要确定。

不管钳台的结构和类型如何,一般在钳台上固定着台虎钳,在相对工位之间有防护网相互隔开。图 1-2-1 所示为简易式钳台。

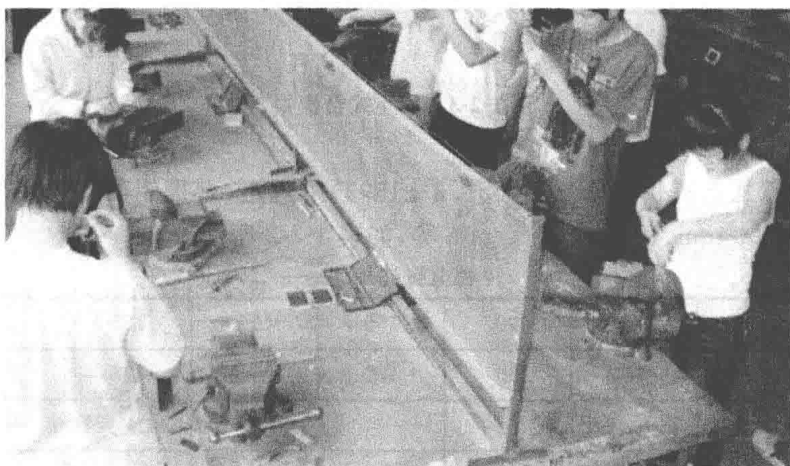


图 1-2-1 钳台

2. 台虎钳

台虎钳,又称虎钳,是用来夹持工件的通用夹具。装置在工作台上,用以夹稳加工工件,是钳工车间必备工具。台虎钳可分为固定式和回转式两种,回转式的钳体可旋转,使工件旋转到合适的工作位置。

(1) 台虎钳的结构。

回转式台虎钳及固定式台虎钳的结构分别如图 1-2-2、图 1-2-3 所示。

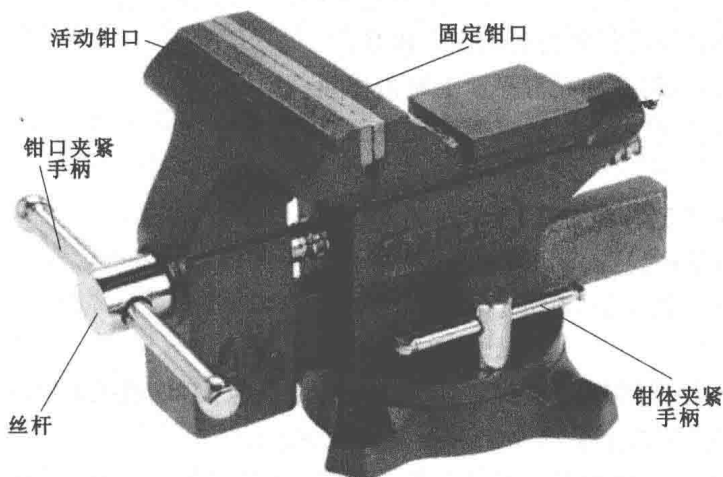


图 1-2-2 回转式台虎钳

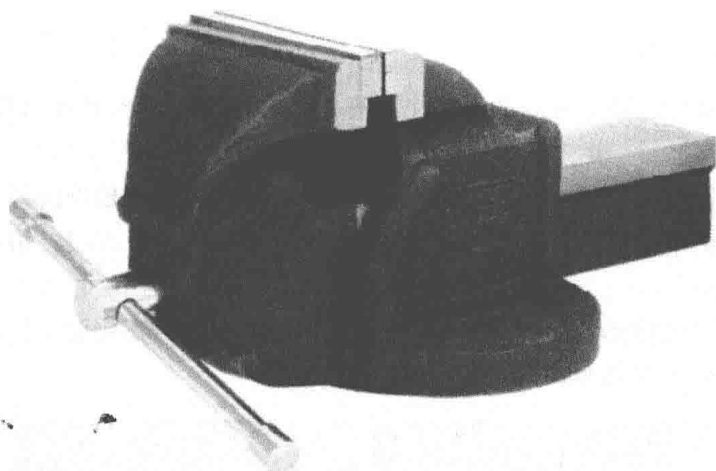


图 1-2-3 固定式台虎钳

(2) 台虎钳的规格

《台虎钳口普通台虎钳》(QB/T 1558.2—1992)中规定,台虎钳的规格用钳口宽度来表示,常用规格有 100 mm、125 mm、150 mm 等,如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 台虎钳的规格

规格		75	90	100	115	125	150	200
钳口宽度/ mm	基本尺寸	75	90	100	115	125	150	200
	极限偏差	±2.5			±3.0			±3.2
开口度/mm	$C_{\min}$	75	90	100	115	125	150	200
外形尺寸/ mm	$L_{\max}$	300	340	370	400	430	510	610
	$B_{\max}$	200	220	230	260	280	330	390
	$H_{\max}$	160	180	200	220	230	260	310
闭合间隙/mm	—	0.12			0.15			0.20

(3) 台虎钳的使用注意事项。

- ① 夹紧工件时要松紧适当,只能用手扳紧手柄,不得借助其他工具加力。
- ② 强力作业时,应尽量使力朝向固定钳身。
- ③ 不允许在活动钳身和光滑平面上敲击作业。
- ④ 应经常清洗、润滑丝杠、螺母等活动表面,以防生锈。

3. 砂轮机

砂轮机是用来刃磨各种刀具、工具的常用设备。

(1) 砂轮机的结构。

砂轮机的结构如图 1-2-4 所示。

(2) 砂轮机型号。

在《电动工具型号编制方法》(GB/T 9088—2008)中规定了砂轮机的型号,如图 1-2-5 所示。

(3) 砂轮机的使用注意事项。

- ① 应根据要加工器件的材质和加工精度要求,选择砂轮的粗细。较软的金属材料,如铜和铝,应使用较粗的砂轮,加工精度要求较高的器件,要使用较细的砂轮。



图 1-2-4 砂轮机的结构

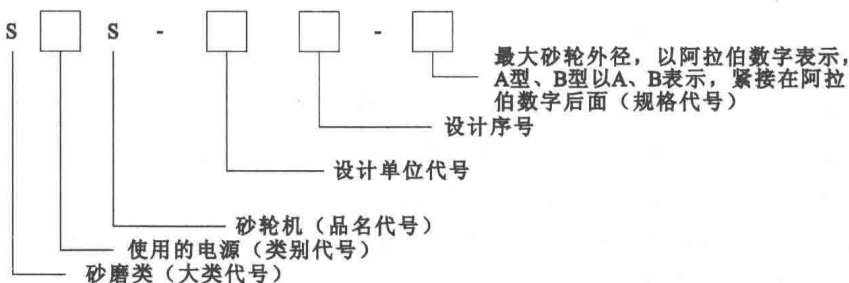


图 1-2-5 砂轮机的型号

② 根据要加工的形状，选择相适应的砂轮面。

③ 所用砂轮不得有裂痕、缺损等，安装一定要稳固。这一点在使用过程中也应时刻注意，一旦发现砂轮有裂痕、缺损等，立刻停止使用并更换新品；活动时，应立刻停机紧固。

④ 磨削时，操作人员应戴防护眼镜以防止飞溅的金属屑和沙粒对人体的伤害。

⑤ 施加在被磨削器件上的压力应适当，压力过大将产生过热而使加工面退火，严重时将导致被磨削器件不能使用，同时造成砂轮寿命过快缩短。

⑥ 对于宽度小于砂轮磨削面的器件，在磨削过程中，不要始终在砂轮的一个部位进行磨削，应在砂轮磨削面上以一定的周期进行左右平移，目的是使砂轮磨削面能保持相对平整，便于以后的加工。

⑦ 为了防止被磨削器件的加工面过热退火，可随时将磨削部位深入水中进行冷却。

⑧ 定期测量电动机的绝缘电阻，应保证不低于 5 MΩ；应使用带漏电保护装置的断路器与电源连接。

⑨ 磨削时，操作者应站在砂轮的侧面或斜侧面，以防伤人。

⑩ 砂轮的旋转方向要正确，应使磨屑向下飞离，以防伤人。

4. 钻床

钻床是指主要用钻头在工件上加工孔的机床。通常以钻头旋转为主运动，钻头轴向移动为进给运动。钻床结构简单，加工精度相对较低，可钻通孔、盲孔，更换特殊刀具，可扩、铰孔，铰孔或进行攻丝等加工。加工过程中工件不动，让刀具移动，将刀具中心对正孔中心，并使刀具转动（主运动）。