



高职高专
机电工程类
规划教材

金工实训

全燕鸣 主 编
费修莹 副主编

 机械工业出版社
China Machine Press

广东省高职高专机电工程类规划教材

编 委 员 名 单

主 任	杨开乔					
副主任	谢存禧	高文龙				
委 员	杨开乔	谢存禧	高文龙	蔡 敏	邵 明	
	司徒忠	何友义	曾文光	蔡昌荣	卢 勇	
	龚洵禹	林晓新	吴 勇	程中元	戚长政	
	刘晓顺	赵小平	卢晓春	姚嘉五	吴念香	
	郑建辉					
秘 书	邵 明	吴念香	郑建辉			

序

高等职业教育是我国高等教育改革和发展的新生事物，是我国高等教育不可缺少的重要组成部分。20世纪90年代以来，党中央、国务院十分重视高职高专教育，制定了一系列政策和措施，有效地推动了高职高专教育的改革和发展。中共中央、国务院《关于深化教育改革，全国推进素质教育的决定》中明确指出：“要大力发展高等职业教育，培养一大批具有必要理论知识和较强实践能力，生产、建设、管理、服务第一线 and 农村急需的专门人才”，为我国高等职业教育的改革和发展指明了方向。近年来，我省全面贯彻国家高职发展的“三改一补”方针，采取“三多一改”的办法（即多形式、多模式、多机制和改革）发展高等职业教育，使高职高专教育出现了生机勃勃的发展势头，到目前为止，全省有独立设置的职业技术学院13所，9所本科院校举办了二级职业技术学院，10多所普通专科学校、20多所成人高校举办了高职专业，全省高职高专在校生10多万人，初步形成了具有一定办学特色的高等职业教育体系，成为我省高等教育的重要组成部分。

由于高等职业教育成规模发展的时间较短，教学体系尚不成熟，许多问题，诸如教学计划、教学内容、实践基地建设、“双师”队伍建设、教材建设等，尚在研究、摸索阶段，尤其是高职高专的教材较少，给教学工作和人才培养造成了一定的困难。解决了这些问题，将有利于高等职业教育的进一步改革和发展。为此，广东省教育厅十分重视高职高专教材建设。我们采取了统筹规划，分步实施的办法，积极组织有关高职院校教师分专业、分系列开展高职高专教材的编写工作。本套高职高专机电工程类规划教材的编写出版，就是我们在高职教材建设方面的一个积极尝试。这套教材共17门，由我厅和国家机械工业局教编室、机械工业出版社联合组织编写，在编写过程中，全体编写人员、责任编辑、编委会成员倾注了大量的心血，本套教材较好地贯彻了职业性、实用性、系统性、超前性、地方性的编写原则，具有较明显的职教特色和地方特色，将有助于学生专业理论的学习和应用技能的训练和提高，适用于高等职业院校、专科学校和成人高校机电类专业使用。

这套教材的编写出版，将填补我省高职教育专业教材的空白，并对我省高等职业教育的进一步改革和发展产生积极而深远的影响。同时，我们也希望通过这套教材的出版发行，能为我国高等职业教育的改革和发展尽一份微薄之力，并为我国高职教育教材园地的建设增添一朵绚丽的小花。

广东省教育厅
2000年8月25日

前 言

为适应大力发展高等职业教育的需要,解决高职教育缺乏相应教材的问题,广东省高教厅决定与国家机械工业局教编室、机械工业出版社合作组织出版高职高专机电工程类规划教材,本书为该套教材其中之一。

高等职业教育的目标是培养高等技术应用性专门人才,其专业培养规格为“双证制”,即:学生一方面应掌握本职业岗位所要求的基础理论知识、专业(技术)理论知识和职业岗位规范所要求的实用知识,获得毕业证书;另一方面应掌握本专业所要求的专业技术和职业岗位所要求的操作技能,获得职业岗位技术等级证书。由此可见高等职业教育是一种新的培养模式,这种培养模式有着鲜明的办学特色——强调实践性与应用性。所以高职教材的编写原则是:对知识的传授以应用为目的,以必需和够用为度,同时具有一定的先进性。

金属工艺学是机电类各专业各层次学生都必须修读的课程。然而针对高职学生的培养规格和学时限制,机电类高职学生的教学计划中一般都不开设金属工艺课堂教学课程,而是安排学生通过4~8周的实践教学来完成此课程的学习,并为岗位技术等级考证作准备。因此,要求《金工实训》教材的实践性与应用性尤为突出,它既是直接用于指导高职高专学生进行技能训练的教材,同时也必不可少地要包含部分金属工艺的基础知识。概括地说,本书主要内容为指导学生按照国家职业技能鉴定规范(考核大纲)中规定的知识和技能要求来完成铸、锻(含冲压)、焊、车、钳、铣、磨等工种的学习和训练。

应当指出的是,机电类高职学生在金工实训之前可能不具备任何操作技能,甚至完全缺乏对工厂生产和各工种的感性认识,要在数周实训期间内完成上述诸工种的实训并达到一定的技术等级,显然是不切实际的。此外,限于篇幅,本书也不可能将上述各工种的中级工及其以上等级所要求的知识和技能都编入书中。经过本规划教材编委会和本书编写组的讨论,按照“理论够用、突出实践”的指导思想,决定本书大多数内容围绕初级工所应掌握的知识和技能进行编写。同时,为了使部分基础和条件较好的学生能继续提高,本书在车工和钳工实训两部分编入了一些中级工应掌握的知识和技能训练内容。需要说明的是,有关数控加工方面的知识和技能归入本套规划教材中的《数控编程与加工技术》一书。

金工实训应安排在学完《工程制图》之后进行,各校可根据需要和实际条件从本书中选择具体的实训范围和内容。本书除作为机电类高职高专学生的实训教材之外,也可作为机电类大中专和技校学生以及工人的培训或自学用书。

本书共分八部分。第一部分由广州大学费修莹、华南理工大学张木青编写，第二、五部分由华南理工大学全燕鸣编写，第三部分由广东交通职业技术学院黄林雄编写，第四部分由广东工业大学郑传治编写，第六部分由华南理工大学张木青编写，第七部分由广州大学费修莹编写，第八部分由东莞理工学院李奇编写。全书由全燕鸣主编，费修莹副主编，广东工业大学陈劲曾主审。

华南理工大学刘友和教授对本书的编审提出过宝贵意见，在此深致谢意。

由于编写时间比较仓促以及编者水平所限，书中难免有错漏，愿望读者对书中不妥之处予以指正。

编者

2000年11月

目 录

序

前言

第一部分 通用基本知识	1
实训一 通用工夹具的使用	1
一、通用工具及其使用	1
二、通用夹具及其使用	2
实训二 通用量具的使用及工件加工质量检测	8
一、通用量具的使用	8
二、工件加工质量检测	14
实训三 钢的分类、鉴别及热处理	18
一、钢的分类与鉴别	18
二、钢的热处理	21
思考与实训题	27
第二部分 铸工	28
实训一 铸造工艺分析和生产准备	28
一、铸造生产过程	28
二、铸造工艺分析	29
三、造型(芯)准备工作	37
实训二 手工造型(芯)	43
一、整模造型	43
二、分模造型与造芯	46
三、活块造型	51
四、挖砂与假箱造型	51
五、刮板造型与造芯	52
实训三 机器造型(芯)	54
一、机器造型的紧砂和起模方法	54
二、造型(芯)机械的型号	55
三、震压造型	56
四、射砂造芯	58
实训四 铸造合金及熔炼、铸型浇注、铸件清理和铸件缺陷	62
一、常用铸造合金	62
二、合金熔炼	65

三、铸型浇注	67
四、铸件落砂与清理	69
五、铸件缺陷	70
实训五 压力铸造	73
一、压铸机	73
二、压铸模	75
三、压铸合金	76
四、压铸工艺	77
五、压铸的特点	80
铸工安全文明生产	81
思考与实训题	82
第三部分 锻工	84
实训一 锻件图与锻件加热	84
一、锻件图和锻造比	84
二、锻造加热炉	86
三、锻造温度范围与加热温度的确定	87
四、加热操作注意事项	88
实训二 手工自由锻造	89
一、手工自由锻造工具及其使用	89
二、手工自由锻造的基本工序及其操作	92
三、掌钳与手锤的打法	98
四、手工自由锻造举例	99
实训三 机器自由锻造	100
一、空气锤	100
二、机器自由锻造的基本操作	103
三、机器自由锻造操作注意事项	108
四、机器自由锻造举例	108
实训四 胎模锻造	109
一、胎模的种类	109
二、胎模的使用和维护	110
三、胎模锻造举例	112
实训五 板料冲压	114
一、冲压设备	114
二、冲模	117
三、冲压基本工序	117
四、冲压注意事项	119
锻工安全文明生产	120
思考与实训题	121

第四部分 焊工	122
实训一 焊接电源的选择和焊接接头的准备	122
一、焊接电弧与弧焊电源	122
二、焊接接头与焊缝	124
实训二 焊条电弧焊	126
一、焊条电弧焊的特点	126
二、焊条电弧焊工艺参数的选择	127
三、焊条的分类与保管	128
四、焊条电弧焊的技能要求	130
五、焊条电弧焊举例	134
实训三 埋弧焊	134
一、埋弧焊的过程和特点	134
二、埋弧焊设备及焊接材料	135
三、埋弧焊工艺和技能要求	135
四、埋弧焊举例	137
实训四 气体保护焊与弧焊缺陷	138
一、手工钨极氩弧焊	138
二、二氧化碳气体保护焊	142
三、电弧焊焊接缺陷识别与分析	144
实训五 气焊与气割	146
一、气焊	146
二、气割	148
焊工安全文明生产	156
思考与实训题	156
第五部分 车工	152
实训一 车削、车床、车刀的认识和工件与刀具的安装	152
一、车削	152
二、车床	155
三、车刀	159
四、安装工件	165
实训二 车削轴类零件	170
一、车削轴类零件的常用车刀	171
二、车外圆和台阶	171
三、车端面	173
四、切槽与切断	174
五、车削偏心轴	176
六、车削轴类零件举例	178
七、车削轴类零件报废的原因和注意事项	181

实训三 车削盘套类零件	183
一、盘套类零件的安装方法	183
二、车床上钻孔	184
三、车床上扩孔	185
四、车孔	186
五、车床上铰孔	187
六、车床上加工偏心孔	188
七、车削盘套类零件举例	188
八、车削盘套类零件产生废品的原因及预防措施	191
实训四 车削内外圆锥和成形面	192
一、车锥面	192
二、车成形面	195
实训五 车螺纹和滚花	201
一、车削螺纹的基本问题	201
二、车普通螺纹	203
三、车梯形螺纹	206
四、车削多线螺纹	208
五、车螺纹时的注意事项和废品分析	209
六、滚花	210
车工安全文明生产	212
思考与实训题	213
第六部分 钳工	221
实训一 划线	221
一、基本线条的划线方法训练	221
二、平面划线	225
三、立体划线	227
实训二 锯削与錾削	227
一、锯削	227
二、錾削	230
实训三 锉削	233
一、锉削工具及其基本操作	233
二、检验工具及其使用	235
三、锉配件的制作	236
实训四 孔及螺纹加工	239
一、钻床及其基本操作	239
二、麻花钻构造及其刃磨	242
三、钻孔	244
四、扩孔	246

五、镗孔	246
六、铰孔	246
七、攻螺纹	249
八、套螺纹	251
实训五 刮削	252
一、刮削工具及其基本操作	252
二、检验工具及其使用	253
三、典型表面刮削	254
实训六 装配	255
一、装配的概念	255
二、基本元件的装配	256
三、典型机构的装配与调整	258
钳工安全文明生产	261
思考与实训题	262
第七部分 铣工	265
实训一 铣床、铣刀和铣削用量	265
一、铣床的型号及种类	265
二、铣床的主要组成及作用	268
三、铣刀	270
四、铣削要素及铣削用量的选择	274
实训二 铣削平面与曲面	278
一、铣削平面	278
二、铣削斜面	281
三、铣削台阶面	282
四、铣削曲面	282
实训三 铣削键槽与成形槽	283
一、键槽的种类	284
二、铣槽类铣刀	284
三、装夹工件与对刀	284
四、铣削普通键槽	285
五、铣削半圆键槽	286
六、铣削燕尾槽	286
七、铣削 T 形槽	286
八、铣削 V 形槽	286
九、铣削花键槽	287
十、铣削螺旋槽	287
十一、铣削离合器	288
实训四 铣削齿轮与齿条	292

一、铣削齿轮的特点	292
二、齿轮各部分的名称	293
三、铣削齿轮	293
四、铣削齿条	294
铣工安全文明生产	297
思考与实训题	297
第八部分 磨工	301
实训一 磨床的结构与操作	301
一、磨床的类别与型号	301
二、外圆磨床	302
三、其它类型磨床	304
四、砂轮	305
实训二 磨削外圆与外圆锥面	310
一、磨削外圆	310
二、磨削外圆锥面	314
实训三 磨削内孔与内圆锥面	316
一、磨削内孔	316
二、磨削内圆锥面	319
实训四 磨削平面	321
一、装夹工件	321
二、磨平面的方法	321
三、磨削平面举例	322
磨工安全文明生产	324
思考与实训题	325
附录 A 各类刀具材料主要性能比较	326
附录 B 常用硬质合金的分类、牌号、性能及用途	326
附录 C 普通螺纹基本尺寸	328
参考文献	331

第一部分 通用基本知识

实训一 通用工夹具的使用

一、通用工具及其使用

在各种机械中使用的通用工具较多，这里主要介绍用于紧固工夹具、刀具和零件的螺纹拧紧工具及其使用方法。

1. 扳手

扳手的类型有多种，如图 1-1 所示。图 1-1a 为活扳手，用于拧紧或松开多种规格的六角头或方头螺栓、螺钉和螺母；图 1-1b 为双头标准扳手，用于拧紧或松开具有两种规格尺寸的六角头及方头螺栓、螺钉和螺母；图 1-1c 为钩形扳手，用来装拆各种圆螺母；图 1-1d 为梅花扳手，用于拧紧或松开六角头螺栓、螺钉和螺母，特别适于工作空间狭窄的地方；图 1-1e 为套筒扳手，除具有一般扳手的功用外，特别适于各种特殊位置和维修空间狭窄的地方；图 1-1f 为内六角扳手，用来装拆各种内六角头螺钉。

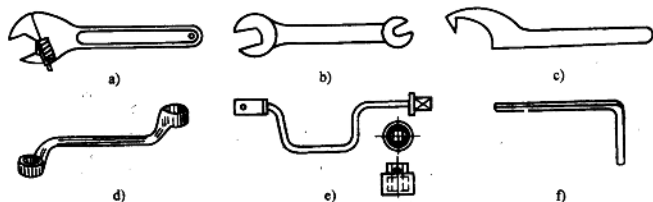


图 1-1 各式扳手

a) 活扳手 b) 双头标准扳手 c) 钩形扳手 d) 梅花扳手 e) 套筒扳手 f) 内六角扳手

使用扳手拧紧螺母时，应选用适当的扳手，拧小螺钉切勿用大扳手，以免损坏螺纹。此外，应尽量选用标准扳手或梅花扳手，因这类扳手的长度是根据对应规格螺钉所需的拧紧力矩而设计的，拧紧程度也比较适中。

操作时不允许用管子接长扳手来旋紧螺钉。应注意一旦扳手脱出时，手或头等部位是否会碰到机器。

2. 旋具

旋具有一字旋具、十字旋具等,如图 1-2 所示。一字旋具(图 1-2 a)用于拧紧或松开头部带一字形沟槽的螺钉;十字旋具(图 1-2b)用于拧紧或松开头部带十字槽的螺钉。



图 1-2 各式旋具

a) 一字旋具 b) 十字旋具

使用旋具要适当。对十字形槽螺钉不要用一字旋具,否则拧不紧甚至损坏螺钉槽。一字形槽的螺钉要用刀口宽度略小于槽长的一字旋具,刀口宽度太小,不仅拧不紧螺钉,甚至损坏螺钉槽。

二、通用夹具及其使用

在机械加工过程中,常用的夹具有机床用平口虎钳(简称平口钳)、压板螺栓、三爪自定心卡盘、顶尖、心轴和分度头等。

1. 平口钳

平口钳结构如图 1-3 所示,以不同的钳口宽度来表示其规格。它可安装在铣、刨、磨、钻等加工机械的工作台上,适于装夹形状规则的小型工件。使用时先把平口钳固定在工作台上,将钳口找正,然后再安装工件。安装工件时,常用的划线找正方法,如图 1-4 所示。

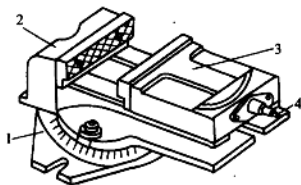


图 1-3 平口钳

1—底座 2—固定钳口 3—活动钳口
4—螺杆

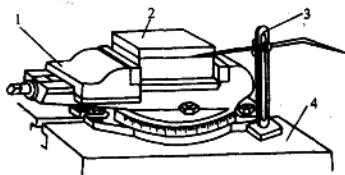


图 1-4 按划线找正安装

1—平口钳 2—工件 3—划针及划线盘
4—工作台

在平口钳中安装工件应注意工件的待加工表面必须高于钳口,以免刀具碰着钳口。若工件高度不够,可用平行垫铁将工件垫高,如见图 1-5 所示。为了保护钳口,在夹持毛坯时,可先在钳口上垫铜皮,并将比较平整的面贴紧在固定钳口上。当安装刚性较差的工件时,应将工件的薄弱部分预先垫实或作支撑,以免工件夹紧后产生变形,如图 1-6 所示。

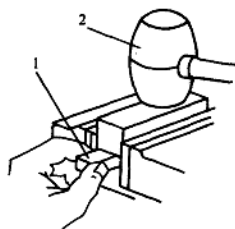


图 1-5 用垫铁垫高工件的操作

1—平行垫铁 2—铁手锤

2. 压板螺栓

当工件尺寸较大或形状特殊时，可用压板螺栓和垫铁把工件直接固定在工作台上进行加工。安装时先把工件找正，具体安装法如图 1-7 所示。

在用压板螺栓装夹工件的过程中，应注意压板的位置要安排得当，压点要靠近加工面，压力大小要合适。粗加工时，压紧力要大，以防止切削中工件移动；精加工时，压紧力要适当，防止工件发生变形。各种压紧方法的正、误比较如图 1-8 所示。

3. 三爪自定心卡盘

三爪自定心卡盘的构造如图 1-9 所示，它通常作为车床附件由法兰盘内的螺纹直接旋装在主轴上，用来装夹回转体工件。当旋转小锥齿轮时，大锥齿轮随之转动，大锥齿轮背面的平面螺纹就使三个卡爪同时等速向中心靠拢或退出。用三爪自定心卡盘装夹工件，可使工件中心与车床主轴中心自动对中，自动对中的准确度约为 $0.05 \sim 0.15\text{mm}$ 。

三爪自定心卡盘适用于装夹圆形、六方形截面的中小型工件。装夹

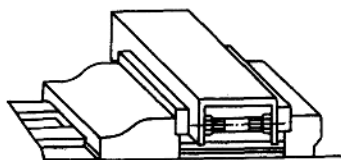


图 1-6 矩形工件的安装

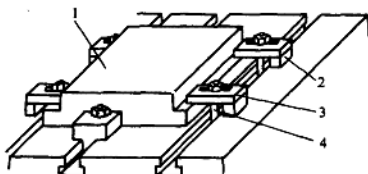


图 1-7 用压板螺栓装夹工件

1—工件 2—垫铁 3—压板 4—螺栓

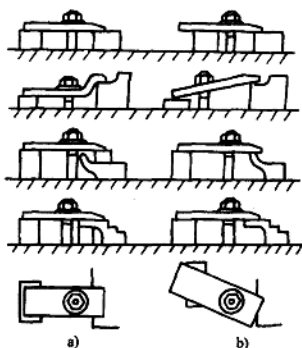


图 1-8 压板的使用

a) 正确 b) 错误

方法如图 1-10 所示。当工件直径较小时，工件置于三个长爪之间装夹（图 1-10a）；当工件孔径较大时，可将三个卡爪伸入工件内孔中，利用长爪的径向张力装夹盘、套、环状零件（图 1-10b），当工件直径较大，用顺爪不便装夹时，可将三个顺爪换成三个反爪进行装夹（图 1-10c）；当工件长度大于 4 倍直径时，应在工件右端用车床上的尾座顶尖支撑（图 1-10d）。

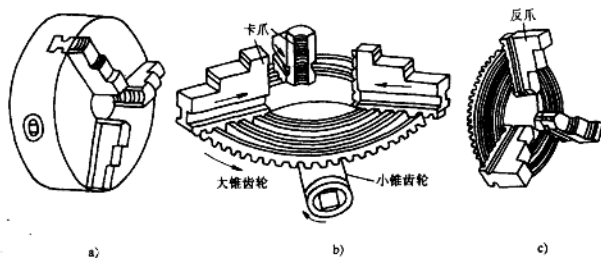


图 1-9 三爪自定心卡盘

a) 外形图 b) 传动原理图 c) 反三爪自定心卡盘

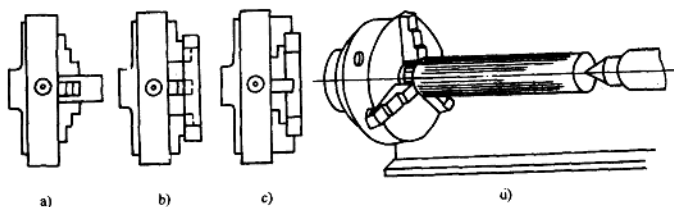


图 1-10 用三爪自定心卡盘装夹工件的方法

a) 顺爪装夹外圆面 b) 顺爪装夹内圆面 c) 反爪装夹 d) 与顶尖配合装夹

用三爪自定心卡盘装夹工件时，应先将工件置于三个卡爪中找正，轻轻夹紧，然后开动机床使主轴低速旋转，检查工件有无歪斜偏摆，并作好记号。停车后用小锤轻轻校正，然后夹紧工件，及时取下卡盘扳手，将车刀移至车削行程最右端，调整好主轴转速和切削用量后，才可开动车床。

4. 顶尖

顶尖的种类、形状如图 1-11 所示。顶尖多用于车床、铣床和外圆磨床上装夹工件。图 1-12 上的序号是表示在车床上用顶尖安装轴类工件的步骤。安装顶尖时必须先擦净顶尖锥面和锥孔，然后用力推紧；否则，工件装不正也装不牢。

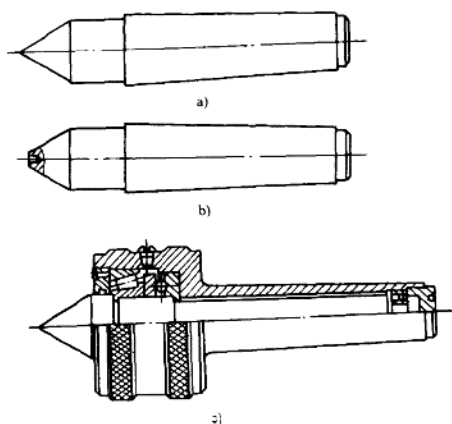


图 1-11 顶尖

a) 普通顶尖 b) 反顶尖 c) 活顶尖

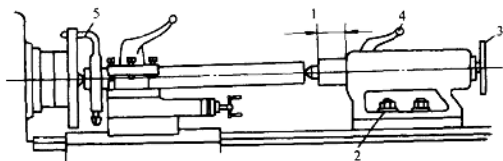


图 1-12 在双顶尖上安装工作的步骤

1—调整套筒伸出长度 2—将尾座固定 3—调节工件与顶尖松紧
4—锁紧套筒 5—拧紧卡箍螺钉

安装顶尖必须校正，如图 1-13 所示。将尾座移向车床的主轴箱，前后两顶尖接近时，检查其轴线是否重合，如不重合，需将尾座体作横向调节，使之重合；否则，车削的外圆将成锥面（参见车工实训的偏移尾座法车锥面部分）。

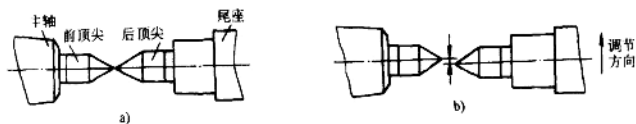


图 1-13 校正前后顶尖

a) 两顶尖轴线重合 b) 两顶尖轴线不重合，需横向调节尾座体

5. 心轴

心轴的种类很多,常用的有锥度心轴、圆柱心轴和可胀心轴。

锥度心轴(图 1-14)的锥度为 $1:2000 \sim 1:5000$ 。工件压入后,靠摩擦力与心轴固紧。锥度心轴对准确,装卸方便,但不能承受过大的力矩。

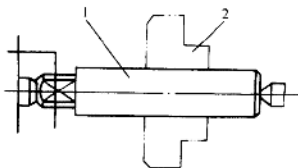


图 1-14 锥度心轴

1 心轴 2 工件

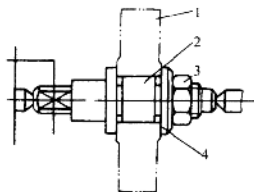


图 1-15 圆柱心轴

1—工件 2—心轴 3—螺母
4—垫圈

圆柱心轴如图 1-15 所示,工件装入圆柱心轴后需加上垫圈,用螺母锁紧。其夹紧力大,可用于较大直径盘类零件的加工。圆柱心轴外圆与孔配合有一定间隙,对中性较锥度心轴差。

可胀心轴如图 1-16 所示,工件装在可胀锥套上,拧紧螺母 3,使锥套沿心轴锥体向左移动而引起直径增大,即可胀紧工件。

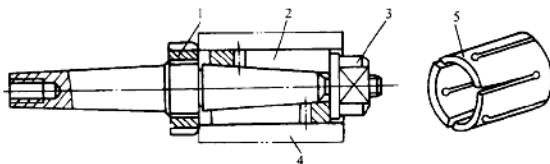


图 1-16 可胀心轴

1—螺母 2—可胀锥套 3—螺母 4—工件 5—可胀锥套外形图

6. 分度头

如图 1-17 所示,在铣削多角体工件时,工件每铣过一面后,需要转过一个角度再铣第二面,这种工作叫做分度。铣削齿轮、花键和刻线等也需要分度。分度工作一般利用分度头依次进行。

(1) 万能分度头的结构 万能分度头的外形结构如图 1-18 所示。分度头的基座上装有回转体,回转体内装有主轴。分度头主轴可随回转体在铅垂平面内扳成水平、垂直或倾斜位置。分度时,摇动分度手柄,蜗杆蜗轮带动分度头主轴旋转。分度头的传动系统如图 1-19 所示。