

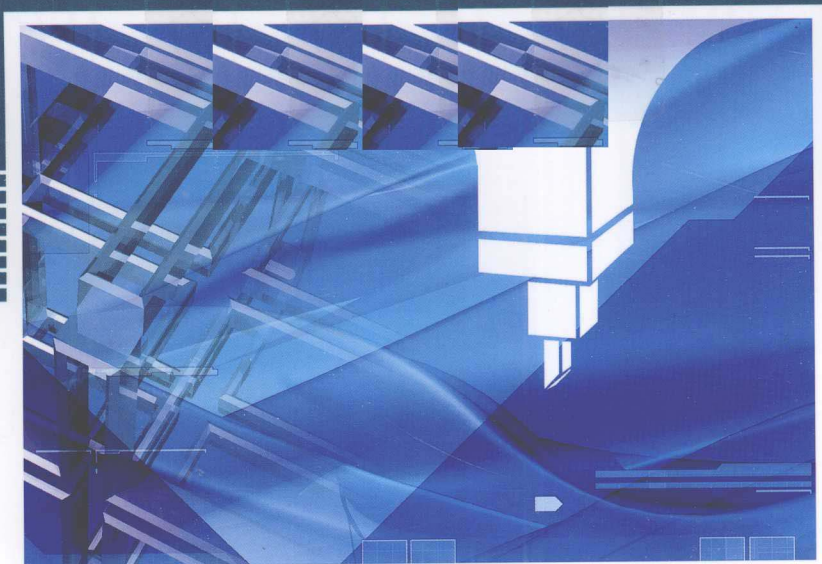


21世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

金属加工实训

jinshu jiagong shixun

■ 主 编 史朝辉 李俊涛



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

教育部

《21世纪中国职业教育精品课示范性规划教材》

21 世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

金属加工实训

主 编 史朝辉 李俊涛

副主编 赵 熹 姜 鑫

主 审 贾宝勤



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材是根据高职机械类及相近专业培养高技能人才教学目标编写而成。《金属加工实训》共分为9章,包括机械制图与公差基础知识、铸造、热处理、焊接、钳工、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工等工种实训,通过各实训教学项目的设计与分析,着重突出基础知识应用、基本技能训练、解决生产现场工艺实际问题,内容上为求实用为主,够用为度,从而保证其能尽快满足企业紧缺人才的培养要求,各院校各专业可结合所安排的实训内容和学时选用。

本教材可作为高职高专机械类、近机械类专业或工科类专业的金工实训教材,也可作为教师、学生金工实践教学课程的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

金属加工实训/史朝辉,李俊涛主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009.8 (2010.8重印)

ISBN 978-7-5640-2768-1

I. 金… II. ①史… ②李… III. 金属加工-高等学校:技术学校-教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第150538号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 19.75

字 数 / 369千字

版 次 / 2009年8月第1版 2010年8月第2次印刷

印 数 / 4001~6000册

定 价 / 32.00元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,

为学生构建牢固的知识体系。

- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。
- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

高职机械类及相近专业培养的是满足工业生产和工程应用第一线的掌握现代机械制造技术的高技能人才。这要求学生一方面要掌握必要的基础理论知识、专业基础理论和职业岗位所要求的实用知识,同时还应熟练掌握本专业所要求的专业技术和岗位操作技能。高职高专教育实行“双证书”教育,高职人才的培养要把提高学生的职业能力放在突出的位置。加强实践性教学培养,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的技能型、应用型人才,结合多年的金工实训教学探索与实践,组织编写了《金属加工实训》教材。

本教材通过各实训教学项目的设计与分析,着重突出基础知识应用、基本技能训练、解决生产现场工艺实际问题,内容上为求实用为主,够用为度,从而保证其能尽快满足企业紧缺人才的培养要求。

本教材共9章,分别介绍机械制图与公差基础知识,金属热加工和冷加工等共8个常见工种的实训内容。每部分都注重体现三个方面的知识,即:注重介绍各工种的基础知识和基本理论;注重掌握各工种的典型加工方法和基本操作技能;注重掌握常见现场工艺问题的处理方法。第1章和第5章由史朝辉编写,第2章由潘冬编写,第3章由姜鑫编写,第4章由王牛俊编写,第6章和第8章由李俊涛编写,第7章和第9章由赵熹编写,全书由高级工程师史朝辉、李俊涛担任主编,贾宝勤教授主审,李俊涛、赵熹完成统稿。

本教材的编写和出版得到北京理工大学出版社同小宁等的大力支持,编写过程中参考或引用了一些同类型教材资料,同时得到陕西国防工业职业技术学院实践教学教师们的帮助和支持,在此一并表示感谢!

由于时间仓促,水平有限,欠妥和错误之处在所难免,恳望读者提出宝贵意见并批评指正。

目 录

第1章 机械制图与公差基础知识	1
1.1 机械制图基础	1
1.1.1 正投影的基本概念	1
1.1.2 简单零件剖视、剖面的表达方法	3
1.1.3 零件图上尺寸和技术要求的标注	5
1.2 量具与公差配合	9
1.2.1 常用量具的结构和使用	9
1.2.2 公差与配合	12
1.2.3 形位公差	17
第2章 铸造	19
2.1 铸造概述	19
2.1.1 型砂配置	19
2.1.2 模样的制作	21
2.2 砂型铸造的方法	25
2.2.1 手工造型	25
2.2.2 合型与浇注	26
2.2.3 铸件的清理	27
2.2.4 铸件的质量缺陷分析	27
2.2.5 铸件工艺分析	30
2.2.6 铸件尺寸的确定	33
2.3 其他铸造方法	36
2.3.1 机器造型	36
2.3.2 熔模造型	39
2.3.3 金属型铸造	41
2.3.4 压力铸造	43
2.3.5 离心铸造	45
2.4 技能训练项目	46
2.4.1 技能训练项目一 小轴承盖的挖砂造型	46
2.4.2 技能训练项目二 排气管的砂型铸造	51
第3章 热处理	57

3.1 常用工程材料	57
3.1.1 常用工程材料的分类	57
3.1.2 金属材料的性能	58
3.1.3 钢铁材料的鉴别	65
3.2 钢的热处理设备与方法	68
3.2.1 热处理车间常用设备	68
3.2.2 钢的热处理方法	74
3.2.3 常见金属材料的热处理工艺	79
3.2.4 工件热处理变形的校正	80
3.3 技能训练项目	89
3.3.1 技能训练项目一 汽车半轴淬火开裂与疲劳断裂的分析及防止措施	89
3.3.2 技能训练项目二 45 钢工件在易裂尺寸范围开裂的分析及防止措施	91
第4章 焊接	93
4.1 常见弧焊机的结构及使用方法	93
4.1.1 焊机型号及主要技术指标	94
4.1.2 交流弧焊机	95
4.1.3 直流弧焊机	95
4.2 手弧焊的操作方法	96
4.2.1 手弧焊工具及材料	96
4.2.2 手弧焊的操作方法	99
4.3 焊接工艺	100
4.3.1 焊接接头的分类及接头形式	100
4.3.2 坡口	100
4.3.3 焊接位置	100
4.3.4 焊接工艺参数对焊缝的影响	100
4.3.5 焊件质量的检验	102
4.4 其他焊接方法简介	103
4.4.1 气焊与气割	103
4.4.2 埋弧自动焊	105
4.4.3 气体保护焊	106
4.4.4 电阻焊	107
4.4.5 钎焊	109
4.4.6 特种焊接	109
4.5 技能训练项目	113
4.5.1 技能训练项目一 低碳钢板对接平焊	113

4.5.2. 技能训练项目二 低碳钢板 T 形接头平焊	115
第 5 章 钳工	117
5.1 钳工概述	117
5.1.1 钳工概述	117
5.1.2 钳工的性质和特点	117
5.1.3 常用设备和工具的使用与维护	118
5.1.4 安全技术规程	120
5.1.5 车间文明生产	121
5.2 划线	121
5.2.1 划线的作用	121
5.2.2 划线前的准备工作	122
5.2.3 划线工具	122
5.2.4 划线基准	124
5.2.5 划线方法	124
5.3 锉削与锯割	126
5.3.1 锉刀	127
5.3.2 锉削操作方法	127
5.3.3 锉削质量检查	131
5.3.4 锯削工具	133
5.3.5 锯削的基本操作	133
5.4 钻、扩、铰、铤孔加工	134
5.4.1 麻花钻头	135
5.4.2 麻花钻头的刃磨方法及要求	137
5.4.3 钻头的装夹	139
5.4.4 工件的装夹	140
5.4.5 钻孔的操作方法	141
5.4.6 扩孔、铰孔和铤孔	142
5.4.7 钻孔安全技术	144
5.5 攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨	145
5.5.1 螺纹主要尺寸	145
5.5.2 螺纹的应用及代号	146
5.5.3 攻螺纹	148
5.5.4 套螺纹	149
5.5.5 刮削	150
5.5.6 研磨	153

5.6 钳工综合技能训练	154
5.6.1 已知条件与加工要求	154
5.6.2 榔头钳工技能训练加工工艺过程	155
5.6.3 钳工工艺分析	156
第6章 车削加工	157
6.1 车削加工概述	157
6.1.1 车削加工工艺范围	157
6.1.2 车削加工的特点	158
6.1.3 车削运动	158
6.1.4 零件在车削加工中的三个表面	159
6.1.5 切削用量三要素	159
6.1.6 操作规程及文明生产	161
6.2 卧式车床	163
6.2.1 机床的型号	163
6.2.2 卧式车床的结构及维护保养	164
6.2.3 卧式车床的主运动传动链	168
6.2.4 技能训练项目一	170
6.3 车刀	173
6.3.1 车刀的种类与用途	173
6.3.2 刀具材料	174
6.3.3 车刀组成及车刀角度	175
6.3.4 车刀的刃磨	178
6.3.5 车刀的安装	182
6.3.6 技能训练项目二 车刀的刃磨及其安装	182
6.4 车外圆、端面和台阶	183
6.4.1 工件的装夹	183
6.4.2 车外圆	185
6.4.3 车端面	188
6.4.4 车台阶	190
6.5 切槽、切断、滚花	191
6.5.1 切槽	191
6.5.2 切断	192
6.5.3 滚花	193
6.6 车成形面、圆锥面	194
6.6.1 车成形面	194

6.6.2 车圆锥面	196
6.7 孔加工	198
6.7.1 钻孔	198
6.7.2 车孔	200
6.8 车螺纹	201
6.8.1 螺纹车削的基本知识	201
6.9 车床附件及其使用方法	206
6.9.1 用四爪卡盘安装工件	206
6.9.2 用顶尖安装工件	207
6.9.3 用心轴安装工件	208
6.9.4 中心架和跟刀架的使用	209
6.9.5 用花盘、穹板及压板、螺栓安装工件	210
6.10 车工综合技能训练	211
6.10.1 综合技能训练项目一 短轴车削训练	211
6.10.2 综合技能训练项目二 盘套类零件车削训练	211
第7章 铣削加工	219
7.1 铣削加工概述	219
7.1.1 铣削加工基本内容	219
7.1.2 铣削加工工艺特点	220
7.1.3 铣床安全操作规程及文明生产	220
7.2 铣床	221
7.2.1 常用铣床种类	221
7.2.2 常用铣床的型号	226
7.3 铣刀	230
7.3.1 常用铣刀	230
7.3.2 铣刀刀具材料	235
7.3.3 铣刀的安装与拆卸	236
7.3.4 铣削用量及其选择方法	240
7.4 铣床附件及工件的装夹	244
7.4.1 铣床主要附件	244
7.4.2 工件的装夹	246
7.5 铣削平面	252
7.5.1 铣刀及铣削方式的选择	252
7.5.2 工件的装夹	254
7.5.3 平面铣削操作要领	255

7.5.4	铣工技能实训项目一——铣平面	257
7.6	铣削斜面	258
7.6.1	倾斜装夹工件铣斜面	258
7.6.2	转动立铣头铣斜面	259
7.6.3	用角度铣刀铣斜面	260
7.6.4	铣工技能实训项目二——铣斜面	260
7.7	铣削键槽	262
7.7.1	V形块定位与V形块选用方法	262
7.7.2	在机床工作台上找正V形块的位置	263
7.7.3	铣削键槽时常用对刀方法	263
7.7.4	用V形块装夹轴类工件时注意事项	266
7.7.5	检测平键槽	266
7.7.6	铣工技能实训项目三——铣半圆键槽	266
7.8	铣削花键轴	267
7.8.1	花键轴知识	267
7.8.2	铣削花键轴	268
7.8.3	检验	271
7.8.4	铣工技能实训项目四——铣削花键轴	271
第8章	刨削加工	274
8.1	刨工概述	274
8.1.1	刨削加工的特点	274
8.1.2	刨削加工范围	274
8.2	刨床	275
8.2.1	牛头刨床	275
8.2.2	龙门刨床	279
8.3	刨刀及其安装	280
8.3.1	刨刀	280
8.3.2	刨刀的安装	280
8.3.3	工件的安装	281
8.4	刨削的基本操作	281
8.4.1	刨平面	281
8.4.2	刨沟槽	283
8.4.3	刨成形面	283
8.5	刨削加工技能训练	284
8.5.1	技能训练项目一 B6065牛头刨床操作技能训练	284

8.5.2 技能训练项目二 平面刨削加工技能训练	285
第9章 磨削加工	287
9.1 磨削加工概述	287
9.2 砂轮	288
9.2.1 磨料	288
9.2.2 粒度	289
9.2.3 结合剂	289
9.2.4 砂轮硬度	290
9.2.5 砂轮组织	290
9.2.6 砂轮的形状和尺寸	290
9.2.7 砂轮的标记	291
9.2.8 砂轮的安装及平衡	291
9.2.9 砂轮的修整	292
9.3 磨床及磨削加工方法	293
9.3.1 磨床类型与型号	293
9.3.2 外圆磨床及磨削加工方法	293
9.3.3 平面磨床及磨削加工方法	297
9.4 磨削加工技能训练	298

第 1 章 机械制图与公差基础知识

1.1 机械制图基础

1.1.1 正投影的基本概念

1. 投影法

日光照射物体，在地上或墙上产生影子，这种现象叫做投影。由一组互相平行的投影线与投影面垂直投影产生的投影称为正投影。正投影的投影图能表达物体的真实形状，如图 1-1 所示。

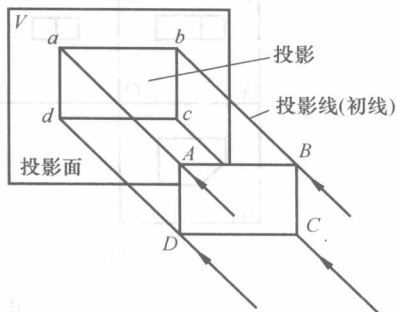


图 1-1 正投影法

2. 三视图的形成及投影规律

1) 三视图的形成

如图 1-2 (a) 所示，将物体放在三个互相垂直的投影面中，使物体上的主要平面平行于投影面，然后分别向三个投影面作正投影，得到的三个图形称为三视图。三个视图的名称分别称为

主视图：向正前方投影，在正面（V）上所得到的视图。

俯视图：由上向下投影，在水平面（H）上所得到的视图。

左视图：由左向右投影，在侧面（W）上所得到的视图。

在三个投影面上得到物体的三视图后，须将空间互相垂直的三个投影展开，摊平在一个平面上。展开投影面时规定：正面保持不动，将水平面和侧面按图 1-2 (b) 中箭头所示的方向旋转 90° 得图 1-2 (c) 为使图形清晰，再去掉投影轴和投影面线框，就成为常用的三视图，如图 1-2 (d) 所示。

2) 投影规律

(1) 视图间的对应关系从三视图中可以看出，主视图反映了物体的长度和高度；俯视图反映了物体的长度和宽度；左视图反映了物体的高度和宽度。由此可以得出如下投影规律：

主视图、俯视图中相应投影的长度相等，并且对正。

主视图、左视图中相应投影的高度相等，并且平齐。

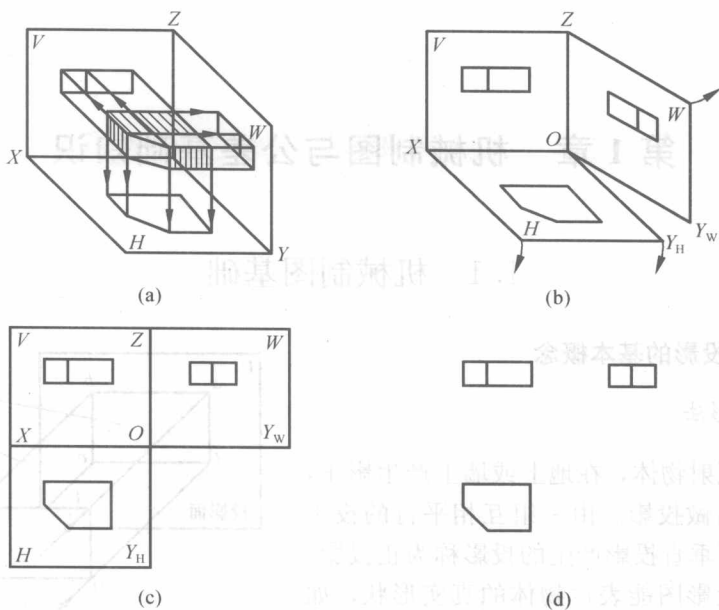


图 1-2 三视图的形成

(a) 直观图；(b) 按箭头方向展开投影面；(c) 投影面展开后的投影图；(d) 三视图

俯视图、左视图中相应投影的宽度相等。

归纳起来，即“长对正、高平齐、宽相等”，如图 1-3 所示。

(2) 物体与视图的方位关系：物体各结构之间，都具有六个方向的互相位置关系，如图 1-4 所示，它与三视图的方位关系如下：

主视图反映出物体的上、下、左、右位置关系。

俯视图反映出物体的前、后、左、右位置关系。

左视图反映出物体的前、后、上、下位置关系。

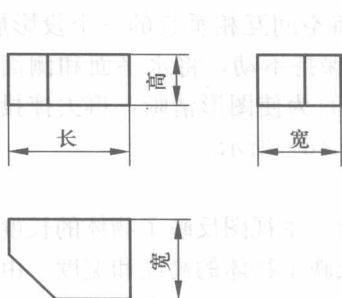


图 1-3 三视图“三等”关系

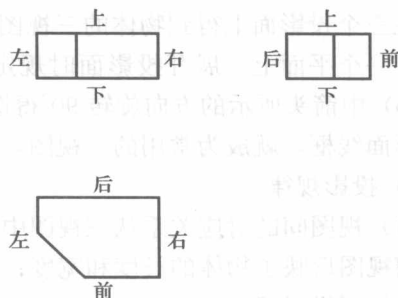


图 1-4 物体与视图方位关系

注意：俯视图与左视图中，远离主视图的一方为物体的前方；靠近主视图的

一方为物体的后方。

总之,以主视图为基准,在俯视图和左视图中存在“近后远前”的方位关系。

以上是看图、画图时运用的最基本的投影规律。

1.1.2 简单零件剖视、剖面的表达方法

1. 剖视图

为表达零件内部结构,用一假想剖切平面剖开零件,按投影所得到的图形称为剖视图。

1) 全剖视图

用一个剖切平面将零件完全切开所得的剖视图称全剖视。

如图 1-5 (a) 所示,一外形为长方体的模具零件,中间有一 T 形槽,用一水平面 A-A 通过零件的水平槽将其完全切开,在俯视图画出的是全剖视,如图 1-5 (b) 所示。

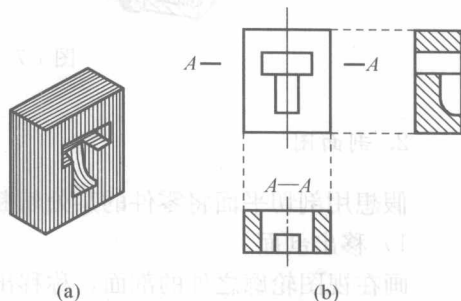


图 1-5 全视图

(a) 模具零件; (b) 全剖视图

全剖视的标注,一般应在剖视图上方用字母标出剖视图的名称“A-A”,在相应视图上用剖切符号表示剖切位置,用箭头表示投影方向,并注上同样的字母,如图 1-5 (b) 中的俯视图。当剖切平面通过零件对称平面,且剖视图按投影关系配置,中间又无其他视图隔开时,可省略标注,如图 1-5 (b) 中的左视图。

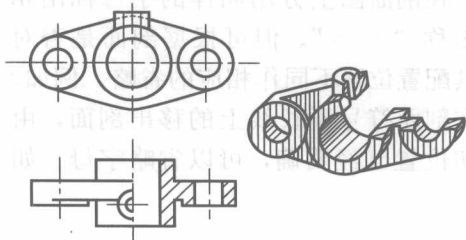


图 1-6 半剖视图

2) 半剖视图

以对称中心线为界,一半画成剖视,另一半画成视图,称半剖视图。

图 1-6 所示的俯视图为半剖视,其剖切方法如立体图所示。半剖视图既充分地表达了零件的内部形状,又保留了零件的外部形状,所以它是内外形状都比较复杂的对称零件常采用的表示方法。

半剖视图的标注与全剖视图相同。

3) 局部剖视图

用剖切平面局部地剖开零件,所得到的剖视图,称为局部剖视图。

如图 1-7 所示,零件的主视图采用了局部剖视图画法。局部剖视既能把零件局部的内部形状表达清楚,又能保留零件的某些外形,其剖切范围可根据需要而定,是一种灵活的表达方法。

局部剖视以波浪线为界,波浪线不应与轮廓线重合(或用轮廓线代替),也不能超出轮廓线之外。

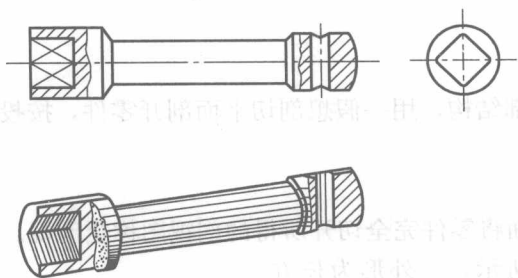


图 1-7 局部剖视图

2. 剖面图

假想用剖切平面将零件的某处切断,仅画出断面的图形,称为剖面图。

1) 移出剖面

画在视图轮廓之外的剖面,称移出剖面。如图 1-8 所示剖面即为移出剖面。

移出剖面的轮廓线用粗实线画出,断面上画出剖面符号。移出剖面应尽量配置在剖切平面的延长线上,必要时也可画在其他位置。

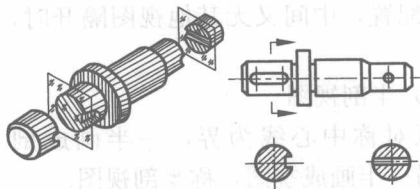


图 1-8 移出剖面

移出剖面标注一般应用剖切符号表示剖切位置,用箭头指明投影方向,并注上字母,在剖面图上方用同样的字母标出相应的名称“X-X”。但可根据剖面是否对称及其配置位置不同作相应的省略。例如,配置在剖面符号延长线上的移出剖面,由于剖切位置已经明确,可以省略字母。如图 1-8 所示左端键槽处的剖面。

图 1-8 所示左端键槽处的剖面。

2) 重合剖面

画在视图轮廓之内的剖面称重合剖面,如图 1-9 所示。

重合剖面的轮廓线用细实线绘制。当视图中的轮廓线与重合剖面的图形重叠时,视图中的轮廓线仍应连续画出,不可间断。重合剖面标注,当重合剖面图形不对称时,需用箭头标注其投影方向,如图 1-9 (a) 所示。