

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

工程制图基础

胡敬佩 主 编
王剑华 副主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本教材是作者在多年教学经验的基础上，总结和吸取了多年来教学实践的成果编写而成的，教材内容符合工科制图课程教学的工程制图基础课程教学基本要求。将投影理论与最新国家标准、计算机绘图软件 and 教学光盘融为一体，可进行现代化的多种媒体教学。

本教材内容包括：制图基本知识、正投影基础、投影变换、立体的投影、平面、直线、立体与立体相交、组合体、轴测图、图样画法、螺纹与螺纹紧固件、零件图、装配图、电工制图基础和计算机绘图等。本教材与《工程制图基础习题集》配套使用，可作为高职高专类专科学校机械类、非机械类各专业的教材，也可供其他各类学校有关师生和相关工程技术人员参考。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图基础 / 胡敬佩主编；王剑华副主编. —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2004.9

(21 世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-322-1

I. 工... II. ①胡... ②王... III. 工程制图—高等学校：技术学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 052574 号

责任编辑：韩 乐

特邀编辑：陈 芳

出版发行：清华大学出版社

邮编：100084

电话：010-62776969

北京交通大学出版社

邮编：100044

电话：010-51686045, 62237564

印刷者：北京东光印刷厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×260 印张：21.25 字数：538 千字

版 次：2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-81082-322-1/TB·1

印 数：1~5 000 册 定价：28.00 元

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

编审委员会成员名单

主任委员	李兰友	边奠英			
副主任委员	周学毛	崔世钢	王学彬	丁桂芝	赵伟
	韩瑞功	汪志达			
委员	(按姓名笔画排序)				
	马辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
	尤晓晔	丰继林	尹绍宏	左文忠	叶华
	叶伟	付晓光	付慧生	冯平安	江中
	佟立本	刘炜	刘建民	刘晶	曲建民
	孙培民	邢素萍	华铨平	吕新平	陈小东
	陈月波	李长明	李可	李志奎	李琳
	李源生	李群明	李静东	邱希春	沈才梁
	宋维堂	汪繁	张文明	张权范	张宝忠
	张家超	张琦	金忠伟	林长春	林文信
	罗春红	苗长云	竺士蒙	周智仁	孟德欣
	柏万里	宫国顺	柳炜	钮静	胡敬佩
	姚策	赵英杰	高福成	贾建军	徐建俊
	殷兆麟	唐健	黄斌	章春军	曹豫莪
	程琪	韩广峰	韩其睿	韩劫	裘旭光
	童爱红	谢婷	曾瑶辉	管致锦	熊锡义
	潘玫玫	薛永三	操静涛	鞠洪尧	

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全中国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位群，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版。适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

前 言

本教材是根据全国高职高专教材要求编写的。其内容根据工程制图基本知识，并将原有的画法几何及机械制图、电工制图和计算机绘图等内容重新整合而成的。本书另配有教学光盘 1 张，使用多媒体手段（实体、动画、文字、图示等）展示图学教学重难点内容，充分显示了计算机辅助教学的优势，便于教师教学和学生自主学习。教师如有需求，请填写书后的教学支持说明，寄回北京交通大学出版社。

本教材是采用多种媒体的教材，由文字教材、教学光盘与工程制图基础习题集三部分组成。

文字教材是基础，阐述基本理论、基本概念。

习题集是检验学习效果的必要练习，学生应认真完成。

教学光盘是针对本课程中的重点与难点，用文字教材难以表现的实体和动画而制作的。它是制图系列课程文字教材辅助学习的好帮手，有助于在学习过程中建立三维空间模型。教师可运用教学光盘辅助教学，以达到最佳的教学效果。

该教材吸收了在一線长期从事制图教学的教师的教学经验，便于教师利用计算机多媒体教学，减轻学生学习难度。本书有 4 个主要特点。

(1) 每章在光盘中配有图文并茂的多媒体教案，有利于教师讲课和学生理解。

(2) 每章的图例在光盘中配原件，可在多媒体教学中起到挂图的作用，便于教学。

(3) 全书采用了国家技术监督局颁布的《技术制图》、《机械制图》等有关最新国家标准，并根据课程内容的需要，选择编排在正文或附录中，以方便学生查阅并树立其贯彻新国家标准的意识。

(4) 习题类型多样化。与本书配套使用的《工程制图基础习题集》中除尺规作图题外还有填空、选择、判断等题型。通过做题，学生可以不同形式，从不同角度深入理解和掌握课程内容，培养灵敏的思维和适应能力。

本书由胡敬佩主编并编写第 2、4、5、6、7、8、9、10、11 和 16 章，王剑华编写第 3 章，任艳君编写第 15 章，赵勇编写第 12、13、14 章，李晓峰编写第 1 章。

由于水平所限，书中会有不少不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 工程制图的基本知识	1
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	1
1.1.1 图纸幅面和图框格式 (GB/T 14689—1993)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	4
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	6
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998)	7
1.1.5 铅笔线的画法	10
1.1.6 墨线的画法	11
1.1.7 剖面符号 (GB/T 177453—1998)	12
1.1.8 尺寸注法	12
1.1.9 常用尺寸的排列、布置及注写方法	14
1.1.10 尺寸的简化标注	16
1.2 几何作图	17
1.2.1 作直线的垂直平分线	17
1.2.2 任意等分直线 AB	18
1.2.3 分两平行线之间的距离为 n 等分	18
1.2.4 已知边长作正方形	19
1.2.5 已知 3 点作圆	19
1.2.6 由已知半径作圆过 2 已知点	20
1.2.7 作已知圆的内接多边形	20
1.2.8 过已知点作已知圆的切线	21
1.2.9 圆弧连接直线	22
1.2.10 圆弧连接圆弧	23
1.2.11 作抛物线	24
1.2.12 作双曲线	25
1.2.13 已知长短轴作椭圆	26
1.2.14 作圆的渐开线	27
1.2.15 斜度和锥度	27
第 2 章 投影的基本知识	29
2.1 投影法	29
2.1.1 中心投影法	29
2.1.2 平行投影法	29
2.1.3 平行投影法的基本性质	30
2.1.4 特殊情况下平行投影的性质	31
2.1.5 点的投影	32
2.2 直角三投影面体系	32
2.3 点的三面投影规律	34

2.3.1	点的三面投影与该点直角坐标的关系	35
2.3.2	点的轴测投影	37
2.3.3	两点相对位置的确定	37
2.3.4	重影点及其投影的可见性	38
2.4	直线的投影	39
2.4.1	一般位置直线	39
2.4.2	投影面平行线	39
2.4.3	投影面垂直线	40
2.4.4	直线上的点	41
2.4.5	两直线的相对位置	43
2.4.6	直角的投影	45
2.5	平面的投影	47
2.5.1	平面的表示法	47
2.5.2	各种位置平面的投影特征	48
2.5.3	平面内的点和直线	51
2.6	直线与平面、平面与平面之间的相对位置关系	54
2.6.1	直线与平面平行	54
2.6.2	直线与平面相交	55
2.6.3	直线与平面垂直	55
第3章	投影变换	56
3.1	概述	56
3.2	变换投影面法	56
3.2.1	换面法的基本概念	56
3.2.2	点的投影变换	57
3.2.3	直线的换面	59
3.2.4	平面的换面	61
3.3	换面法的应用	63
第4章	立体的投影	65
4.1	基本立体	65
4.2	平面立体的投影	65
4.2.1	棱柱投影的画法	65
4.2.2	平面立体的投影分析	67
4.2.3	棱锥和棱锥表面的点和直线	67
4.3	回转立体的投影	69
4.3.1	圆柱	69
4.3.2	圆锥	70
4.3.3	圆球	72
第5章	立体表面的交线	75
5.1	空间几何体	75
5.2	平面立体的截交线	76
5.3	回转体的截交线	78

5.3.1 圆柱的截交线	78
5.3.2 正圆锥面截交线	81
5.3.3 圆球的截交线	84
5.3.4 综合举例	85
5.4 回转体的相贯线	87
5.4.1 利用积聚性求相贯线	87
5.4.2 用辅助平面求相贯线	89
5.4.3 相贯线的特殊情况	91
5.4.4 圆柱、圆锥相贯线变化规律	92
第6章 组合体的投影	95
6.1 组合体的组合方式和分析方法	95
6.2 组合体的投影分析	96
6.2.1 常见表面结合关系	96
6.2.2 形体分析方法	98
6.3 画组合体投影图的方法	100
6.4 常见其他基本形体尺寸标注	103
6.4.1 组合体尺寸种类	104
6.4.2 标注尺寸举例	104
6.5 读组合体投影图	105
第7章 轴测投影图	108
7.1 概述	108
7.1.1 基本知识	108
7.1.2 轴测投影的种类	109
7.1.3 基本作图方法	109
7.2 正等轴测图	110
7.2.1 轴间角和伸缩系数	110
7.2.2 平行于坐标面的圆的轴测投影	112
7.3 斜二等轴测图	117
7.3.1 斜二等轴测的轴间角和轴向伸缩系数	117
7.3.2 平面立体的斜二等轴测画法	117
7.3.3 带回转面形体的斜二等轴测画法	118
第8章 图样画法	120
8.1 视图	120
8.1.1 基本视图	120
8.1.2 向视图	121
8.1.3 局部视图	122
8.1.4 斜视图	124
8.2 剖视图	125
8.2.1 剖视的基本概念和剖视图的画法	126
8.2.2 剖视图的种类和应用	127
8.2.3 剖视图	128

8.2.4 剖切面的种类	133
8.3 断面图	137
8.3.1 断面图的概念	137
8.3.2 断面图种类、画法及标注	138
8.4 局部放大图	140
8.5 简化画法	141
第9章 曲线与曲面	145
9.1 曲线	145
9.1.1 曲线的形成	145
9.1.2 工程曲线的分类	145
9.2 曲面	145
9.2.1 曲面的形成	145
9.2.2 曲面的分类	145
9.3 工程常用曲面	146
9.3.1 正圆柱螺旋面	146
9.3.2 单叶回转双曲面	147
9.3.3 柱状面	148
9.3.4 锥状面	148
9.3.5 双曲抛物面	148
第10章 螺纹及螺纹紧固件	150
10.1 螺纹	150
10.1.1 螺纹的形成和要素	150
10.1.2 螺纹种类	153
10.1.3 螺纹的规定画法	155
10.1.4 螺纹的标注方法	157
10.2 螺纹的局部结构	160
10.2.1 螺纹端部的倒角	160
10.2.2 退刀槽	160
10.3 螺纹紧固件及其连接的画法	160
10.3.1 螺纹紧固件	160
10.3.2 螺纹紧固件的画法	162
10.3.3 螺纹紧固连接件的画法	163
10.4 螺栓连接及其连接画法	163
10.5 螺钉连接及其连接画法	166
10.5.1 螺钉连接的画法	167
10.5.2 画螺钉连接时应注意的问题	167
第11章 常用件	169
11.1 键和键连接	169
11.2 销连接	170
11.3 齿轮	170
11.3.1 圆柱齿轮	171

11.3.2 齿轮和齿条啮合的画法	176
11.3.3 锥齿轮	177
11.4 蜗轮蜗杆	180
11.5 弹簧	184
11.5.1 弹簧种类	184
11.5.2 圆螺旋弹簧各部分的名称和尺寸关系	185
11.5.3 螺旋弹簧的画法	185
11.5.4 圆柱螺旋弹簧的作图	186
11.5.5 圆柱螺旋弹簧的零件图	187
第 12 章 零件图	189
12.1 零件图概述	189
12.2 零件视图选择	190
12.2.1 零件视图选择的原则	190
12.2.2 常见零件的表达方法	191
12.3 零件图的尺寸注法	194
12.3.1 对零件图的尺寸标注要求	194
12.3.2 零件的尺寸基准、设计基准和工艺基准	195
12.3.3 标注尺寸时应注意的问题	196
12.3.4 零件上常见结构标注	198
12.4 零件图的技术要求	199
12.4.1 表面粗糙度	200
12.4.2 表面粗糙度符号	200
12.5 公差配合及标注	202
12.6 零件结构的工艺性	208
12.6.1 铸造工艺对结构的要求	208
12.6.2 机械加工工艺对零件结构的要求	211
12.7 读零件图	212
12.7.1 首先读标题栏	213
12.7.2 分析视图	213
12.7.3 结构功能分析	214
12.7.4 分析主要尺寸和技术要求	214
第 13 章 装配图	215
13.1 装配图的内容	215
13.2 部件的表达方法	216
13.2.1 装配图的规定画法	217
13.2.2 部件的特殊表达	217
13.2.3 部件表达方案的选择	218
13.3 装配图的尺寸标注和技术要求	219
13.3.1 序号和明细表	219
13.3.2 尺寸标注	220
13.3.3 技术要求	221

13.4	部件上常见的工艺结构.....	221
13.4.1	接触面的结构	221
13.4.2	几种典型的装配工艺结构和装置	222
13.5	画装配图的方法.....	223
13.5.1	主视图的选择	224
13.5.2	其他视图的选择	224
13.5.3	定比例、选图幅、合理布局	226
13.5.4	画图方法及步骤	226
13.6	看装配图和拆画零件图.....	227
13.6.1	看装配图的方法和步骤	227
13.6.2	由装配图拆画零件图	230
第 14 章	零、部件测绘	233
14.1	零件测绘的一般方法.....	233
14.1.1	画草图的基本方法	233
14.1.2	画草图的步骤	235
14.1.3	常用测量工具及使用方法.....	235
14.2	部件的测绘.....	237
第 15 章	电子、电气制图简介	241
15.1	框图.....	241
15.1.1	框图的概念	241
15.1.2	框图的绘制	241
15.2	电路图.....	242
15.2.1	电路图概述	242
15.2.2	常用电气设备的文字、图形符号	242
15.2.3	电路图的画法	243
15.3	接线图.....	243
15.3.1	接线图概述	243
15.3.2	接线图绘制	244
15.3.3	接线图的表达形式	245
15.4	线扎图.....	246
15.4.1	线扎图的基本概念	246
15.4.2	线扎图的表达方式	246
15.4.3	绘制线扎图的一些规定	247
15.5	印制电路板.....	247
15.5.1	概述	247
15.5.2	常用的电子线路 CAD 软件	248
15.5.3	印制电路板设计示例	248
第 16 章	计算机绘图基础	251
16.1	计算机绘图简介.....	251
16.1.1	计算机绘图	251
16.1.2	计算机绘图系统的组成	251

16.2	计算机绘图系统的软件.....	252
16.3	AutoCAD 通用绘图软件简介	253
16.4	层的概念.....	254
16.4.1	几种层及状态的说明	255
16.4.2	层的设置及层的属性管理.....	255
16.5	如何打开一张图纸.....	264
16.6	基本绘图命令.....	266
16.7	图形编辑.....	275
16.8	三维实体的绘制.....	281
16.8.1	长方体的绘制	281
16.8.2	球体的绘制	282
16.8.3	拉伸命令绘制实体的方法.....	283
附录 A	制图标准.....	289
A1	螺 纹	289
A1.1	普通螺纹	289
A1.2	梯形螺纹	291
A1.3	非螺纹密封的管螺纹	293
A1.4	用螺纹密封的管螺纹	293
A2	常用标准尺寸和标准结构尺寸	294
A2.1	标准尺寸	294
A2.2	螺栓、螺柱及螺钉的末端形式与尺寸（含倒角）	295
A2.3	紧固件通孔及沉头座尺寸	296
A3	常用标准件	297
A3.1	螺钉	297
A3.2	螺栓	301
A3.3	双头螺柱	304
A3.4	螺母	305
A3.5	垫圈	308
A3.6	滚动轴承	310
A4	公差与配合	314
A4.1	基本尺寸小于 500 mm 的标准公差	314
A4.2	基孔制优先、常用配合	315
A4.3	基轴制优先、常用配合	315
A4.4	极限与配合	316
参考文献	323

第 1 章 工程制图的基本知识

工程图样是现代工业生产和建筑施工中必不可少的技术资料，是工程界的共同语言。每个工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将着重介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定，并介绍平面图形的基本画法及尺寸标注。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，国家质量技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准，制订并颁布了《技术制图》和《机械制图》国家标准，简称“国标”，代号“GB”。本节摘录了“国标”中有关绘图的基本规定，在绘制工程图样时，必须严格遵守这些规定。

1.1.1 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3 和 A4 共 5 种。

表 1-1 图纸幅面

mm

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，图样必须绘制在图框内部。其格式分为留有装订边和不留装订边两种，见图 1-1(图(a)为留装订边 X 型，图(b)为留装订边 Y 型，图(c)为不留装订边 X 型，图(d)为不留装订边 Y 型)，其尺寸规定见表 1-1。同一产品或同一建筑施工的图样只能采用一种图框格式。

当图幅长度不够时，可以按规定加长图纸的幅面。幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数

倍增加后得出,见表 1-2 和图 1-2。虚线为加长后的图纸幅面。

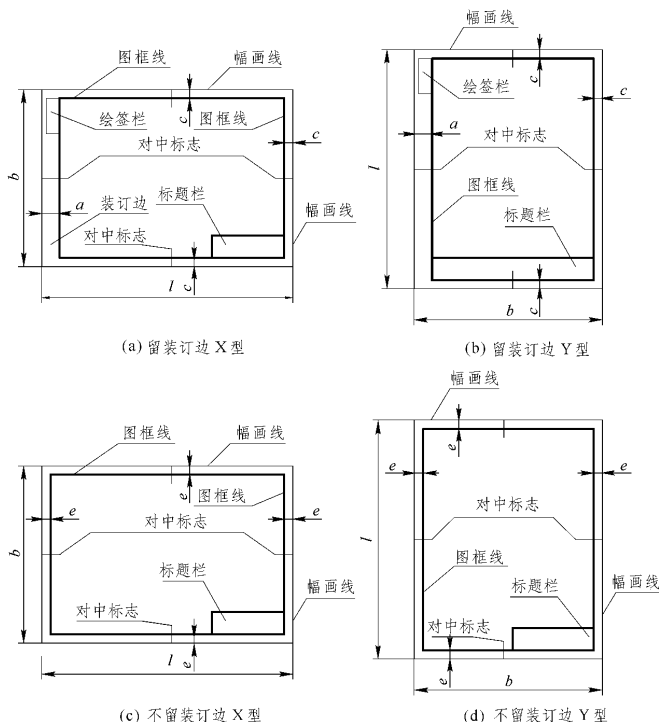


图 1-1 幅面的格式

表 1-2 X 型图纸加长尺寸

mm

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸						
A0	1189	1783	2378					
A1	841	1261	1682	2102				
A2	594	891	1189	1486	1783	2080		
A3	420	630	841	1051	1261	1471	1682	1892

3. 标题栏

每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸要遵守国标 GB/T 10609.1—1989 的规定,图 1-2 是该标准提供的标题栏格式。当标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时,构成 X 型图纸;若标题栏的长边和图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。Y 型图纸短边可加长,加长后尺寸如表 1-3 所示。

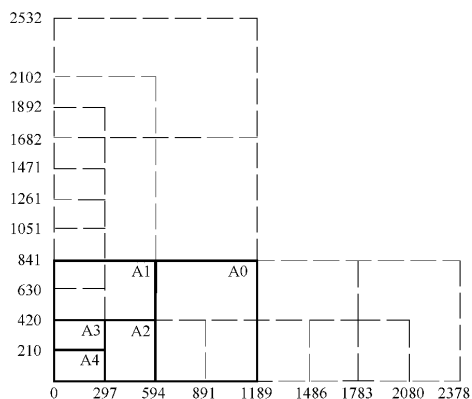


图 1-2 图纸的基本幅面和加长幅面

表 1-3 Y 型图纸加长尺寸

mm

幅面代号	短边尺寸	短边加长后尺寸					
A0	1189	1682	2523				
A1	841	1189	1783	2378			
A2	594	841	1261	1682	2102		
A3	420	594	891	1189	1468	1783	2080

A4 幅面一般只采用 Y 型,便于图纸的装订。

采用 X 型图纸或 Y 型图纸时,看图纸的方向与看标题栏的方向要一致。有时为了充分利用已印刷好的图纸,允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,但必须用方向符号指示看图方向,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,放置在图纸下端对中符号处,如图 1-3(a)、(b)所示。此时,标题栏的填写仍按常规处理,与图样的尺寸标注、文字说明无确定的直接关系。

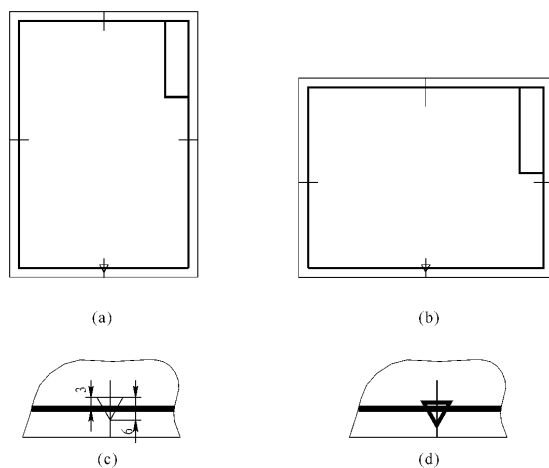


图 1-3 图纸方向符号和对中符

为使图样复制和缩微摄影时定位方便,图 1-1 和表 1-1 中的各号图纸,均应在各边中点处分别用粗实线绘制对中符号,自周边深入图框内约 5 mm,见图 1-3(c)、(d)。

装配图中的明细栏由国标 GB/T 10609.2—1989 规定,其格式和尺寸见图 1-4。根据教学过程中的实际需求,本教材对零件图标题栏和装配图的标题栏、明细栏进行了简化,并推荐零件图的标题栏采用图 1-4 的形式,装配图的标题栏采用图 1-5 的形式。

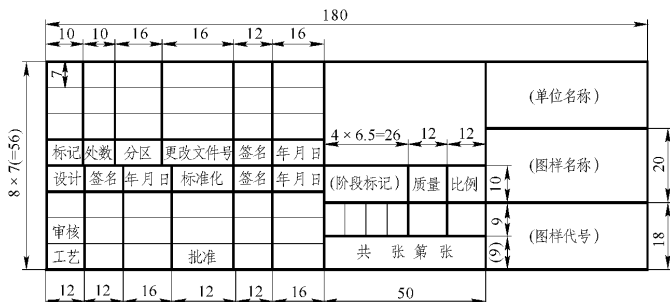


图 1-4 零件图的标题栏

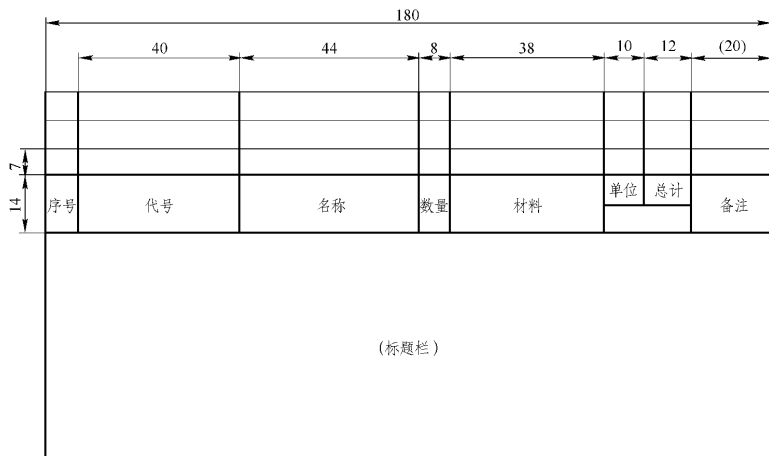


图 1-5 装配图的标题栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例的含义是图中线性尺寸与实物相应的线性尺寸之比。即比例 = $\frac{\text{图中线性尺寸}}{\text{实物线性尺寸}}$

工程制图上的比例是所绘图样的大小与实际的大小之比。如图样选用 1:10,是指图样比实物缩小了 10 倍。假设实物长是 100 mm,则在图样上只画 10 mm。工程图所用的比例,按照表 1-4 的规定优先选用,也可采用表 1-5 的比例系列。

