



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
中国大学资源共享课程教材
面向21世纪课程教材

21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

画法几何及机械制图

(第六版)

主 编 黄其柏 阮春红 何建英 李喜秋
主 审 常 明



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

中国大学资源共享课程教材

面向 21 世纪课程教材

21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

画法几何及机械制图

(第六版)

主 编 黄其柏 阮春红 何建英 李喜秋

主 审 常 明

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/黄其柏,阮春红,何建英,李喜秋主编.—6版.—武汉:华中科技大学出版社,2015.10

21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

ISBN 978-7-5680-1302-4

I. ①画… II. ①黄… ②阮… ③何… ④李… III. ①画法几何-高等学校-教材
②机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 244909 号

画法几何及机械制图(第六版)

黄其柏 阮春红 何建英 李喜秋 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:姚同梅

封面设计:原色设计

责任校对:李琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:武汉鑫昶文化有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:25.75

字数:672千字

版次:2012年8月第5版 2015年10月第6版第1次印刷

定价:58.00元(含光盘1片)



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书融入了“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革”、“面向 21 世纪机械工程教学改革”和国家“机械基础教学基地建设”、“大机械类本科生全程三维设计能力培养模式的研究与实践”、“三维表达在工程图学中的定位研究与实践”、“反求设计能力培养及其评价体系的研究与实践”、“转变教育理念, 引进工程场景, 翻转课堂图学教育研究与实践”等系列教学改革研究项目的研究成果, 连续被评为普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材及“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书内容包括机械制图的基本知识, 立体的几何构型及三维软件 Inventor, 立体的三维与二维的表达方法, 点、直线、平面的投影, 基本体及其截交线, 组合体及造型, 常用表达方法, 机械图概述, 螺纹及连接件, 常用件, 零件图, 装配图, 表面展开图及 AutoCAD 绘图基础等十四章。与本书配套的《画法几何及机械制图习题集(第六版)》、教学光盘也同时出版发行。光盘内容包括电子教案(正常教学和翻转课堂教学)、电子挂图、电子模型和习题集及答案文件。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类各专业“画法几何及机械制图”课程的教材, 也可供电大、职大及函授大学等高等工业院校同类专业师生及有关工程技术人员学习使用。

21 世纪高等学校
机械设计制造及其自动化专业系列教材
编审委员会

顾问： 姚福生 黄文虎 张启先
 (工程院院士) (工程院院士) (工程院院士)

 谢友柏 宋玉泉 艾 兴
 (工程院院士) (科学院院士) (工程院院士)

 熊有伦
 (科学院院士)

主任： 杨叔子 周 济 李培根
 (科学院院士) (工程院院士) (工程院院士)

委员： (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一 王安麟 王连弟 王明智 毛志远
左武炘 卢文祥 朱承高 师汉民 刘太林
李 斌 杜彦良 杨家军 吴昌林 吴 波
吴宗泽 何玉林 何岭松 陈康宁 陈心昭
陈 明 陈定方 张春林 张福润 张 策
张健民 冷增祥 范华汉 周祖德 洪迈生
姜 楷 殷国富 宾鸿赞 黄纯颖 童秉枢
傅水根 傅祥志 廖效果 黎秋萍 戴 同

秘书： 刘 锦 徐正达 万亚军

21 世纪高等学校 机械设计制造及其自动化专业系列教材

总 序

“中心藏之，何日忘之”，在新中国成立 60 周年之际，时隔“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”出版 9 年之后，再次为此系列教材写序时，《诗经》中的这两句诗又一次涌上心头，衷心感谢作者们的辛勤写作，感谢多年来读者对这套系列教材的支持与信任，感谢为这套系列教材出版与完善作过努力的所有朋友们。

追思世纪交替之际，华中科技大学出版社在众多院士和专家的支持与指导下，根据 1998 年教育部颁布的新的普通高等学校专业目录，紧密结合“机械类专业人才培养方案体系改革的研究与实践”和“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革研究与实践”两个重大教学改革成果，约请全国 20 多所院校数十位长期从事教学和教学改革工作的教师，经多年辛勤劳动编写了“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”。这套系列教材共出版了 20 多本，涵盖了“机械设计制造及其自动化”专业的所有主要专业基础课程和部分专业方向选修课程，是一套改革力度比较大的教材，集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校在改革机械工程类人才培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材出版发行 9 年来，已被全国数百所院校采用，受到了教师和学生的广泛欢迎。目前，已有 13 本列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材，多本获国家级、省部级奖励。其中的一些教材（如《机械工程控制基础》《机电传动控制》《机械制造技术基础》等）已成为同类教材的佼佼者。更难得的是，“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”也已成为一个著名的丛书品牌。9 年前为这套教材作序的时候，我希望这套教材能加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作，对机械工程类专业人才培养质量的提高起到积极的促进作用，现在看来，这一目标很好地达到了，让人倍感欣慰。

李白讲得十分正确：“人非尧舜，谁能尽善？”我始终认为，金无足赤，人无完人，文无完文，书无完书。尽管这套系列教材取得了可喜的成绩，但毫无疑问，这套书中，某本书中，这样或那样的错误、不妥、疏漏与不足，必然会存在。何况形势

总在不断地发展,更需要进一步来完善,与时俱进,奋发前进。较之9年前,机械工程学科有了很大的变化和发展,为了满足当前机械工程类专业人才培养的需要,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,对这套系列教材进行了全面修订,并在原基础上进一步拓展,在全国范围内约请了一大批知名专家,力争组织最好的作者队伍,有计划地更新和丰富“21世纪机械设计制造及其自动化专业系列教材”。此次修订可谓非常必要,十分及时,修订工作也极为认真。

“得时后代超前代,识路前贤励后贤。”这套系列教材能取得今天的成就,是几代机械工程教育工作者和出版工作者共同努力的结果。我深信,对于这次计划进行修订的教材,编写者一定能在继承已出版教材优点的基础上,结合高等教育的深入推进与本门课程的教学发展形势,广泛听取使用者的意见与建议,将教材凝练为精品;对于这次新拓展的教材,编写者也一定能吸收和发展原教材的优点,结合自身的特色,写成高质量的教材,以适应“提高教育质量”这一要求。是的,我一贯认为我们的事业是集体的,我们深信由前贤、后贤一起一定能将我们的事业推向新的高度!

尽管这套系列教材正开始全面的修订,但真理不会穷尽,认识不是终结,进步没有止境。“嚶其鸣矣,求其友声”,我们衷心希望同行专家和读者继续不吝赐教,及时批评指正。

是为之序。

中国科学院院士

TSNY

2009.9.9

第六版前言

本书自出版以来，一直在华中科技大学和部分兄弟院校机械类及近机械类本科专业教学中使用，受到广大读者和专家的一致好评，并先后被评为面向 21 世纪课程教材，普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材及“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，获得国家级优秀教材二等奖、中国大学出版社优秀教材二等奖等称号。

为了满足面向 21 世纪机械学科大类人才培养的需求，我们在总结“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革”、“面向 21 世纪机械工程教学改革”和国家“机械基础教学基地建设”等重大教改项目建设经验的基础上，结合当前科学技术，特别是数字化产品定义技术和机械产品三维建模技术的最新研究成果，以及机械设计制造及其自动化专业认证工作，深入开展了“大机械类本科生全程三维设计能力培养模式的研究与实践”、“三维表达在工程图学中的定位研究与实践”、“反求设计能力培养及其评价体系的研究与实践”、“转变教育理念，引进工程场景，翻转课堂图学教育研究与实践”等系列教学改革研究项目，取得了良好的教学成果。我们据此进行了本次修订，并将近几年来本课程教学改革取得的成果融入教材中。

本版除保留了第五版的一些特点外，还在以下几个方面进行了改进。

(1) 强调以学生为中心、以能力培养为导向，结合大规模在线开放课程教育的开展，本次修订增加了导读内容与思考题，以培养学生的自主学习能力。

(2) 以业界需求为牵引，基于当前二维 CAD 与三维 CAD 将在很长的一段时期内共存的现实情况，本书同时介绍了软件 Inventor 2015 和 AutoCAD 2014 的使用方法，同时本书仍将计算机三维造型的内容融合到教学的全过程中，使之成为贯穿全书的一条主线。

(3) 以培养具有国际竞争力的高素质创造性人才为目标，坚持学生的全面发展和可持续发展相结合的教育理念，率先引入了“基于模型的工程定义简介”、“零件建模的总体原则、总体要求和流程”等学科前沿知识；同时为了帮助学生接受这些前沿知识，补充了轴测图的尺寸注法等内容。

(4) 尽可能地采用最新国家标准，但由于近几年来相关国家标准的变化较快，加之我们收集的资料不尽齐全，难免有个别标准更新落后于实际情况，唯有通过多次修订才能逐渐完善。

经过多年的教学改革和课程建设，本书已拥有网络课程、电子教案、教学素材库、习题库、试题库等网上资源，成为名副其实的立体化教材，十分便于师生使用。这些相关资源可以在华中科技大学网站主页“精品课程”和“爱课程——资源共享课（华中科技大学《画法几何及机械制图》）”网站中下载。使用本书的教师，如需要电子教案（正常课堂教学和翻转课堂教学）、电子挂图、电子模型、习题集及答案文件，可与华中科技大学出版社联系（联系电话：027-87544529；电子邮箱：171447782@qq.com）。

参加本次修订工作的有：黄其柏(绪论，第1、2章)，阮春红(第5、11章)，何建英(第6、14章)，李喜秋(第7、9章，附录)，魏迎军(第10、13章)，朱洲(第3、12章)，陶亚松(第4、8章)。本书由黄其柏、阮春红、何建英、李喜秋任主编，负责统稿和定稿。华中科技大学常明教授主审了本书并提出了许多宝贵意见和建议，鄢来祥、程敏在本次修订中做了大量工作，在此表示衷心的感谢。

在本书编写和修订过程中，编者参考了国内一些同类著作和相关资料，已作为参考文献列于书末，在此向这些著作的作者表示深深的谢意。

由于水平有限，书中错误及疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2015年7月于华中科技大学

目 录

第 1 章 机械制图的基本知识	1
1.1 关于制图国家标准的内容简介	2
1.2 绘图工具及其使用方法	11
1.3 几何作图	13
1.4 平面图形的分析与作图步骤	16
1.5 尺规绘图的一般步骤	17
1.6 徒手画草图	19
思考题	24
问题与讨论	24
第 2 章 立体的几何构形及三维软件 Inventor	25
2.1 几何立体分类	25
2.2 基本体的构成方式	27
2.3 组合体的构成方式及其分析	28
2.4 三维软件 Inventor 基础知识	30
2.5 Inventor 草图设计	36
思考题	42
问题与讨论	43
第 3 章 立体的三维与二维的表达方法	44
3.1 投影法概述	45
3.2 投影与视图	47
3.3 轴测图	53
思考题	61
问题与讨论	61
第 4 章 点、直线和平面的投影	62
4.1 点的投影	63
4.2 直线的投影	68
4.3 平面的投影	79
4.4 旋转法	88
4.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	92
思考题	102
问题与讨论	102

第 5 章 基本体及其截交线	103
5.1 平面立体.....	103
5.2 平面立体的截交线.....	108
5.3 回转体.....	115
5.4 回转体的截交线.....	121
5.5 基本体的尺寸标注.....	129
思考题.....	131
问题与讨论.....	131
第 6 章 组合体及造型	132
6.1 组合体的形体分析和组合形式.....	133
6.2 相贯线的画法.....	135
6.3 组合体的画法.....	146
6.4 组合体的尺寸标注.....	150
6.5 组合体的读图方法.....	152
6.6 组合体的构形设计.....	157
6.7 复杂立体的造型.....	159
思考题.....	165
问题与讨论.....	165
第 7 章 常用表达方法	166
7.1 视图.....	167
7.2 剖视图.....	170
7.3 断面图.....	180
7.4 规定画法与简化画法.....	183
7.5 表达方法综合举例.....	187
7.6 轴测剖视图.....	189
7.7 第三角投影法介绍.....	191
7.8 Inventor 创建工程图——表达方法综合运用.....	192
思考题.....	199
问题与讨论.....	200
第 8 章 机械图概述	201
8.1 零件与部件的关系.....	201
8.2 零件图上表面结构要求及其标注.....	204
8.3 极限与配合及其标注.....	208
8.4 几何公差.....	212
8.5 基于模型的工程定义简介.....	216
思考题.....	217
问题与讨论.....	217

第 9 章 螺纹及连接件	218
9.1 螺纹的基本知识	219
9.2 键、销连接	231
9.3 焊接	234
思考题	238
问题与讨论	238
第 10 章 常用件	239
10.1 齿轮	240
10.2 滚动轴承	247
10.3 弹簧	252
思考题	256
问题与讨论	256
第 11 章 零件图	257
11.1 零件图的内容	258
11.2 零件构形设计	258
11.3 零件的工艺结构	261
11.4 一般零件的分类和零件的视图选择	266
11.5 零件图的尺寸标注	276
11.6 零件测绘和零件图的绘制	283
11.7 零件图的读图方法	287
11.8 Inventor 中零件的建模及其工程图的创建	289
思考题	299
问题与讨论	299
第 12 章 装配图	300
12.1 装配图的作用和内容	300
12.2 装配图的表达方法	302
12.3 装配图的视图选择	305
12.4 装配图上的尺寸标注和技术要求注写	307
12.5 装配图上的零件序号及零件明细栏、标题栏	308
12.6 几种合理的装配工艺结构	309
12.7 部件测绘	311
12.8 由零件草图画装配图	314
12.9 由装配图拆画零件图	319
12.10 Inventor 三维装配设计	322
思考题	329
问题与讨论	329

第 13 章 表面展开图	330
13.1 平面立体表面的展开.....	331
13.2 可展曲面的展开.....	333
13.3 变形接头的展开.....	338
13.4 不可展曲面的近似展开方法.....	339
思考题.....	342
问题与讨论.....	343
第 14 章 AutoCAD 绘图基础	344
14.1 AutoCAD 基础知识.....	345
14.2 基本绘图命令.....	349
14.3 基本编辑命令.....	352
14.4 文字与表格.....	359
14.5 图块.....	367
14.6 绘制零件图.....	370
思考题.....	373
问题与讨论.....	373
附录	374
参考文献	398



机械制图的基本知识

学习目的与要求

- (1) 了解制图国家标准的作用和意义;
- (2) 掌握有关工程制图的国家标准;
- (3) 了解几何作图和徒手草图的概念和作图方法;
- (4) 掌握平面图形的分析和绘制。

学习内容

- (1) 国家标准中关于图纸幅面和格式、标题栏、比例、字体、图线和尺寸注法等的基本规定;
- (2) 正多边形、斜度与锥度、圆弧连接等的几何作图;
- (3) 平面图形的尺寸及线段分析, 平面图形的绘制方法及尺寸标注;
- (4) 徒手草图的概念和简单的作图方法。

学习重点与难点

- (1) 重点是掌握尺寸注法的基本规则和平面图形的作图方法, 能熟练运用平面构形原则进行设计;
- (2) 难点是正确理解尺寸注法的基本规则, 平面图形的尺寸及线段分析, 圆弧连接中圆心、切点的确定。

本章的地位及特点

本章是学习和掌握后续各章的基础和前提, 为培养工程意识和工程素质及创新构形设计奠定基础。本章的特点是涉及的概念和规定较多, 实践性较强, 需多动手练习。

学习时尤其要吃透圆弧连接的作图原理, 掌握尺寸分析和线段分析的方法, 以及带有圆弧连接的较复杂平面图形的画法。

工程图样与文字一样, 是工程技术人员借以表达设计思想、进行技术交流、组织施工和生产的重要技术资料, 是工程技术界的“共同语言”。随着计算机图形学的发展, 计算机辅助设计绘图技术正迅速在企事业单位推广应用, 为工程技术人员提供了现代化的设计绘图工具。

本章介绍有关机械制图的基本知识, 并着重介绍国家标准中涉及的有关机械制图的技术标准。

1.1 关于制图国家标准的内容简介

《技术制图》和《机械制图》是国家制定的基本技术标准,绘图时必须严格遵守标准的有关规定,以便工业部门科学地进行生产与管理。国家所制定并颁布的一系列国家标准简称为“国标”。国标有以下三种执行方式:强制性的(代号为“GB”),推荐性的(代号为“GB/T”),指导性的(代号为“GB/Z”)。例如制图标准 GB/T 14689—2008 是关于图纸幅面和格式的标准,标准顺序号为 14689,批准颁布的年份是 2008 年。随着科技的发展,标准还会不断地被修改,新的标准又将适应生产发展的新需要。

1.1.1 图纸幅面及标题栏

1. 图纸幅面尺寸

为了使图纸幅面统一,便于装订和保管及符合缩微复制原件的要求,国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)对图纸幅面尺寸和格式及有关附加符号作了统一规定。

表 1-1 列出了标准中规定的各种图纸的幅面尺寸,绘图时应优先采用。每张图样均需用细实线绘制图幅。必要时可加长边长,但加长量必须符合标准的规定,如图 1-1 所示。

图 1-1 中的粗实线所示为表 1-1 所规定的基本幅面。需要加长图纸幅面时,可以按规定进行,其尺寸按基本幅面的短边乘以整数倍值得。基本幅面为首选,即第一选择;细实线所示为加长幅面的第二选择;细虚线所示为加长幅面的第三选择。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	幅面尺寸 $B \times L$	周边尺寸		
		a	c	e
A0	841 × 1 189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420	5	10	10
A4	210 × 297			

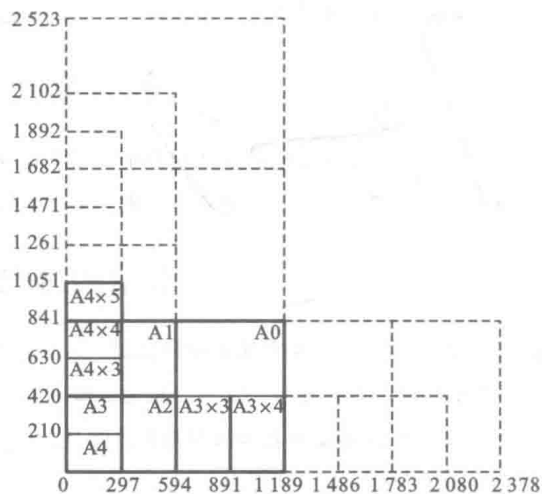


图 1-1 基本幅面与加长图纸幅面

2. 图框和标题栏

图纸上所限定绘图区域的线框称为图框。每张图样均需有用粗实线绘制的图框和标题栏。需要装订的图样,应留装订边,其图框格式分别如图 1-2(a)、(b)所示。不需装订的图样,其图框格式分别如图 1-3(a)、(b)所示。

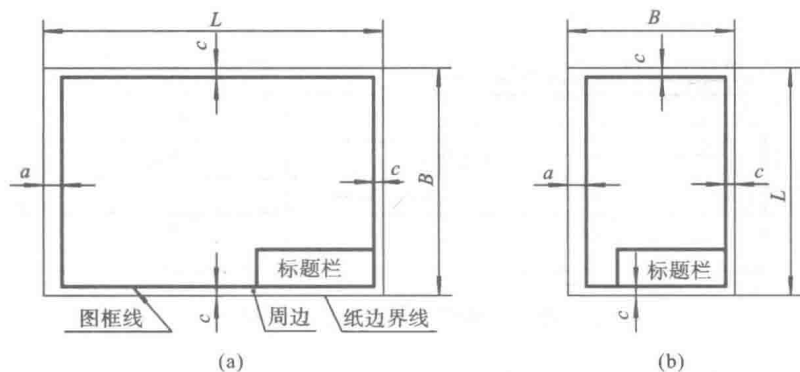


图 1-2 需要装订图样的图框格式

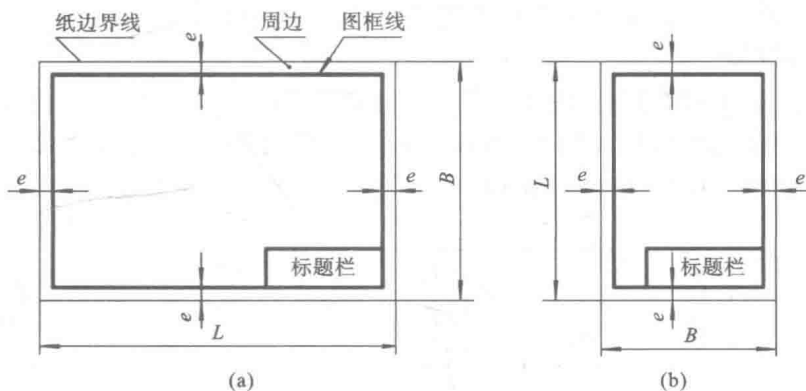


图 1-3 不需要装订图样的图框格式

3. 标题栏方位

(1) 每张图样上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)的规定设置。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示。标题栏格式如图 1-4 和图 1-5 所示。

(2) 当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)和图 1-3(a)所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)和图 1-3(b)所示。

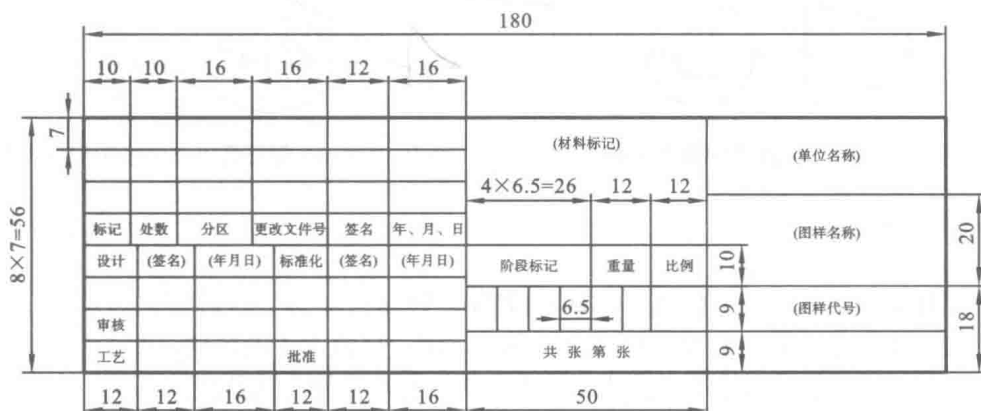


图 1-4 按国标规定绘制的标题栏格式

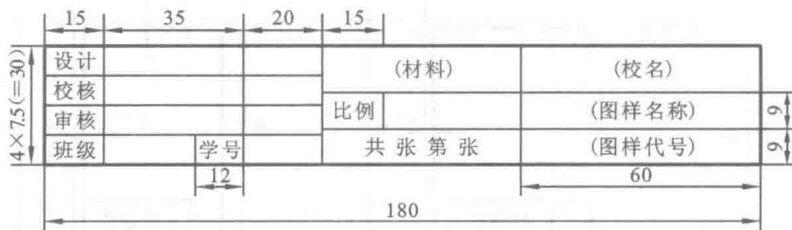


图 1-5 制图作业用简化标题栏格式

在此情况下, 看图的方向与看标题栏的方向一致。

(3) 为了利用预先印制好的图纸, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 如图 1-6(a) 所示, 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1-6(b) 所示。

4. 其他附加符号

为了阅读、管理图纸的方便, 图框线上还会出现一些附加符号, 如对中符号、方向符号(见图 1-6、图 1-7)、投影识别符号(见图 1-8 和图 1-9)及剪切符号和图幅分区符号等, 有关这些符号的画法及含义请参阅 GB/T 14689—2008 中的有关规定。

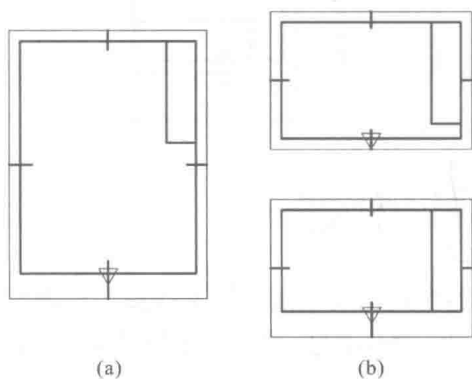


图 1-6 标题栏的方向

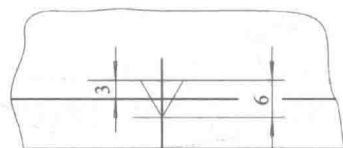


图 1-7 方向符号的画法

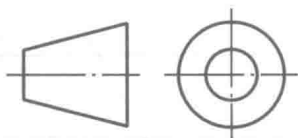


图 1-8 第一角画法的投影识别符号

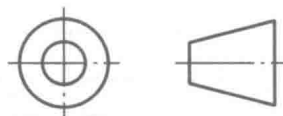


图 1-9 第三角画法的投影识别符号

1.1.2 比例

在国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)中, 规定了绘图比例及其标注方法。图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例; 比值为 1 的比例, 即 1:1, 称为原值比例; 比值大于 1 的比例, 如 2:1 等, 称为放大比例; 比值小于 1 的比例, 如 1:2 等, 称为缩小比例。需要按比例绘制图样时, 应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例, 必要时也允许选取表 1-3 中的比例。