

高等教育“十一五”国家级规划教材

工程制图

(第二版)

赵增慧 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工 程 制 图

(第二版)

主 编 赵增慧

副主编 王晓华 韩 豹 金 文 孙铁红
仵亚红 丁 乔

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据教育部工程图学课程指导委员会2005年制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,并参考全国多所高等院校历年来教学改革的经验编写的。

本书的主要内容包括:工程制图的基本知识、基本几何元素的正投影原理、立体的投影及相交、组合体的投影及尺寸标注、轴测投影、机件的表达方法、标准件和常用件的表达方法、零件图的绘制及技术要求、装配图的绘制、管道布置图、Solidworks 软件三维造型等。

与本书配套的《工程制图习题集》同时出版。

本书适用于普通高等学校48~80学时的工程制图课程的教学。

若使用本书的配套教学软件,请与作者联系。联系方式:zhaozenghui@bipt.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 赵增慧主编. —2版.
—北京:中国石化出版社,2012.2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5114-1385-7

I. ①工… II. ①赵… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第012708号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

·全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米16开本18印张430千字

2012年2月第2版 2012年2月第1次印刷

定价:36.00元

再版前言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，自2007年8月出版以来，被许多院校选用，并获得好评。

2010年教育部制定并颁布了《国家中长期教育改革和发展规划纲要》，其中“卓越工程师教育培养计划”是率先启动的一项重大改革计划，其主要目标是面向工业界、面向世界、面向未来，培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才。国家将工程科技人才培养提升到了战略的高度，我们应站在新的发展起点上。

此次修订听取了不少教师的意见和建议，贯彻“卓越工程师教育培养计划”精神，在保持原书风格与特点的同时，对部分内容进行了更新。

(1) 在指导思想上，以培养工程能力为核心，将投影理论的基础知识与工程应用基础相结合，对选择的例题进行了部分修改，注重工程图样的阅读能力的培养，注重查阅工程技术资料的能力培养。

(2) 结合2007年以来，“技术制图”与“机械制图”国家标准的修订，对本书“零件图”一章的内容进行了修改，应用了2007年以来的新的制图标准。

(3) 仍然保留了“三维造型”应用方法的内容，该内容以学生自学为主，教师讲解为辅，教师指导为助的教学方式，以强化实践能力、研究性学习方法的训练与培养。

(4) 与教材配套使用的《工程制图习题集》也进行了相应的修改。习题的选择与配置，注重徒手绘图能力、尺规工具绘图能力、计算机绘图能力的培养。习题中仍以尺规手工工具绘图为主，增加了徒手绘图习题的数量。在立体投影、组合体视图、轴测图和剖视图等内容都增加了徒手绘图的习题，以期循序渐进培养学生的图形表达能力。制作了习题的全部题解。

参加本教材修订的高等院校有：北京石油化工学院(绪论、第1、2、3、11

章、附录等部分)、东北农业大学(第4、5章)、沈阳化工大学(第6、9、10章)、北京印刷学院(第7、8章)、沈阳工业大学辽阳校区。

由于编者水平有限,书中疏漏和错误在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2012年元月于北京

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是根据教育部工程图学课程指导委员会 2005 年制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，汇聚全国多所高等院校教育教学改革实践经验和成果编写而成的。

近年来，我国高等教育快速发展，教育规模持续扩大，高等教育事业实现了从精英教育向大众化教育的跨越式发展，北京进一步实现了高等教育的普及化。在高等教育快速发展的同时，如何进一步提高教育教学质量、培养高素质和创新人才成为急需解决的一个重要而艰巨的任务。随着科学技术的高速发展，特别是计算机技术、多媒体技术和计算机网络技术的日趋成熟，我国工程图学的教育面临着新的挑战。

本教材结合一般工科院校的人才培养目标，在多年的教学改革和教学实践的基础上，按照教育部专业规范制定中有关知识领域、知识单元和知识点的设置要求，涵盖了知识体系中的全部核心知识单元及反映学科前沿和各校特色的选修知识单元，力图体现以下几项重要内容：

(1) 在指导思想，强调工程制图课程对学生知识、能力、素质的培养

一般工科院校的人才培养普遍注重工程素质、实践能力和创新精神的培养。多年来，在这一目标的指导下，编著者明确了课程建设和教学改革思路与方向，在“工程制图”本科教学中不断积累教学改革经验，加强工程设计概念与实践，注重徒手绘图能力、尺规工具绘图能力、计算机绘图能力的培养，注重工程图样的阅读能力培养，注重查阅工程技术资料的能力培养，以突出一般工科院校人才培养目标，强化学生工程意识和综合分析素养的养成。

(2) 在体系结构上，重视知识的科学性与系统性，强调横向拓宽

教材在内容上继承传统教材学科理论严谨的优势，突出本学科基本理论的科学性，详细讲解正投影法的基本理论，以机械制图为主，增加了化工工艺图读图方法；以国家标准的第一角视图为主，考虑国际间技术交流日益增多的需要，介绍了国际上流行的第三角视图。科学思维方法、科学研究方法和求实创新的科学素质贯穿整个教材的始终。

(3) 在理论前沿问题上, 强调内容更新、与时俱进

将计算机三维设计软件“Solidworks”的应用融入到教材中, 旨在发挥两个作用: 一是在课堂教学中运用三维造型帮助学生理解教学内容, 提高空间想象能力; 二是学生学习三维 CAD 系统的基本应用方法, 初步理解计算机生成三维实体的方法, 能够进行一般零件的造型设计, 为以后学习机械设计、计算机辅助设计等相关课程打下基础。

在此基础上, 编写了辅助教学课件并配以部分视频教学资料, 出版了配套的习题集, 形成立体化教学支持群。

共有五所国内院校参加教材编写, 这五所高校都是以培养工程应用型技术人才为目标的普通工科院校, 教材融合了各校的教学经验及教改成果, 是广大教师集体智慧的结晶。

参加本教材编写的高等院校有: 北京石油化工学院(绪论、第 1、2、3、11 章、附录等部分)、东北农业大学(第 4、5 章)、沈阳化工大学(第 6、9、10 章)、北京印刷学院(第 7、8 章)、沈阳工业大学辽阳校区(制作配套多媒体课件), 同时配套出版了《工程制图习题集》。所有参加编写的院校均投入了大量的人力、物力和财力, 全书由赵增慧任主编, 由李卫清、金文、韩豹、王晓华、魏晓波、陈富新、郭慧、孟庆尧、秦然、仵亚红、孙轶红、丁乔、李季成、李红艳、李光、赵世英、张静、王文友、张瑞琳、张国宏、刘长军、冯杰、庄殿铮等教师编写并相互提出有益的修改意见。

由于作者水平有限, 书中内容不当之处在所难免, 敬请各位读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第 1 章 工程制图基本知识	(4)
1.1 国家标准《技术制图》的基本规定	(4)
1.2 绘图工具和仪器	(18)
1.3 几何作图	(23)
1.4 平面图形分析及尺寸注法	(29)
1.5 制图标准化简介	(35)
第 2 章 点、直线、平面的投影	(37)
2.1 投影法的基本概念	(37)
2.2 点的投影	(38)
2.3 直线的投影	(41)
2.4 平面的投影	(50)
2.5 直线、平面的相对位置	(55)
2.6 画法几何学与蒙诺	(60)
第 3 章 立体及其表面交线的投影	(61)
3.1 立体的三面投影与三视图	(61)
3.2 平面立体	(63)
3.3 曲面立体	(69)
3.4 平面与立体表面相交	(76)
3.5 立体与立体表面相交	(91)
第 4 章 组合体	(98)
4.1 三视图的形成及投影特性	(98)
4.2 组合体的组合形式及表面关系	(99)
4.3 组合体三视图的画法	(101)
4.4 组合体视图上的尺寸标注	(104)
4.5 读组合体三视图	(108)
第 5 章 轴测投影图	(117)
5.1 轴测投影图的基本概念	(117)
5.2 正等测轴测投影图的画法	(119)
5.3 斜二测轴测图	(127)
5.4 轴测图的剖切画法	(129)
5.5 草图的徒手画法	(131)
第 6 章 机件的表达方法	(134)
6.1 视图	(134)

6.2	剖视图	(137)
6.3	断面图	(146)
6.4	局部放大图和简化画法	(148)
6.5	表达方法综合应用	(151)
6.6	第三角投影法	(154)
第7章	标准件和常用件	(156)
7.1	螺纹及螺纹紧固件	(156)
7.2	键和销	(170)
7.3	滚动轴承	(174)
7.4	齿轮	(176)
7.5	弹簧	(180)
第8章	零件图	(182)
8.1	零件图的内容	(182)
8.2	零件工艺结构	(184)
8.3	零件图的视图选择	(187)
8.4	零件图的尺寸标注	(190)
8.5	技术要求	(195)
8.6	典型零件的工程图分析	(205)
第9章	装配图	(210)
9.1	装配图的内容	(210)
9.2	装配图的规定画法和表达方法	(211)
9.3	装配图中的尺寸	(213)
9.4	装配图中的零、部件序号和明细表	(213)
9.5	装配结构的合理性简介	(214)
9.6	画装配图	(215)
9.7	读装配图	(217)
9.8	中国近代工程技术的先驱实践者	(220)
第10章	管道布置图	(221)
10.1	概述	(221)
10.2	管道图示符号	(221)
10.3	管道布置图	(224)
10.4	读管道布置图	(228)
10.5	管道轴测图	(229)
第11章	三维设计软件——Solidworks 应用	(232)
11.1	Solidworks 软件简介	(232)
11.2	草图绘制	(234)
11.3	组合体特征造型	(237)
11.4	特征造型实例	(241)
附录		(251)

绪论

1. 课程的性质、研究对象

在现代的工业制造和建筑施工中所使用的工程图样通常包括：图形——表达产品的形状即形象性；尺寸——表达产品的大小及制造误差即度量性；技术要求及附注——表达产品设计、制造、施工等环节中的规范及要求，以上三要素使工程图样包含了产品的全面的信息。纵观人类科技发展长河，没有图或图样，任何大规模的工业化生产过程都是无法进行的。

工程制图是一门研究图示法和图解法，以及根据投影原理和工程技术规定等知识来绘制和阅读图样的科学。工程制图能够画出建筑图、机械图、水利施工图以及其他工程图样，并且依据这样的图样可以直接施工和制造产品。所以说，图样是指导生产的重要技术文件，是进行技术交流的重要工具，是一切工程技术的基础。

2. 课程的学习任务

(1) 学习正投影法的基本原理，掌握空间基本几何元素点、线、平面的正投影图的绘制方法，掌握基本立体的正投影图的绘制方法，研究在正投影图上解决空间对象的度量、定位、相交等几何问题的方法。

(2) 学习工程图样的绘制方法、国家标准规定及技术要求，掌握较复杂形体的正投影图的绘制和阅读，掌握《技术制图》、《机械制图》国家标准中关于图样绘制、尺寸标注、规定画法的相关内容，了解图样中技术要求的表达，能正确绘制和阅读工程图样。

(3) 学习轴测投影的基本原理，能绘制和阅读正等轴测图和斜二轴测图。

(4) 学习螺纹连接件和其他常用件的图样表达方法，掌握与这些零件相关的技术资料查阅方法。

(5) 学习化工管道布置图，掌握阅读管道布置图的方法。

(6) 学习计算机三维造型技术，了解“Solidworks”软件进行三维造型设计的方法。

3. 课程的目的、要求

本课程是我国普通高等学校工科各专业的必修的技术基础课程之一。学科理论严谨，工程实践特色突出。通过投影理论的学习，希望提高学生的空间想象能力和分析能力，通过本课程的学习，学生应能正确绘制和阅读机械工程的技术图样，理解和掌握《技术制图》、《机械制图》的国家标准，掌握徒手绘图、尺规工具绘图、计算机绘图的多种技能，掌握查阅技术资料初步能力。

在课程的学习过程中，时刻体现严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风，为后续课程的学习打好基础，为今后成为一名胜任职责的工程技术人员打好基础。

4. 中国工程图发展概况

工程图学在中国和世界上的形成和发展都经历了漫长的历史岁月，随着科学技术的不断进步而向前发展。

中国古代典籍中最早记载图的文献是《世本》，《世本》云：“史皇作图”。汉代人注：“史皇，黄帝臣也”，与造字的仓颉为同时代人，黄帝时代为公元前 26 世纪，“作图”解释为

“画物象”或“图画形象”，制图源于绘画，人类早期的绘画已蕴含着制图所要的技法。

工程几何作图是几何学的重要组成部分，也是工程制图的技术基础。早在公元前 16 世纪的商代，我国已进入青铜时代，出土该时期的青铜纹饰上有多种繁复的几何图案，结构严谨，纹线均匀。商代安阳车马坑中出土的车轮由 22 根圆柱形轮辐组成，排列整齐，无疑，车轮的制造需要几何作图的方法去测量和计算，车轮为圆形，轮辐由轮毂向外发射而把车轮进行等分。

在曾侯乙墓出土的文物中，无论是青铜漆器或织物上均有各种精美变化的几何图案，足见当时的工匠已具有了高超的几何作图方法和技巧。

几何作图是工程作图的先决条件，而作图工具又是一种重要手段。在《墨子》、《孟子》和《周礼》等典籍中已有详尽关于矩（直尺）和规（圆规）的应用和改进的记载。

随着时代的发展，到了宋代，使中国古代工程绘图达到了世界图学发展史的顶峰。该时代有大量的图学及工程制图专著出现，如《武经总要》（1040 年）、《新仪象法要》（1086 年）、《考古图》（1092 年）、《营造法式》（1100 年）等，都已相当成功地运用了现代画法几何学的投影方法，包括正投影、斜投影和透视投影，出现了水平视图、水平剖视图等，特别是《营造法式》中的图样和现代的施工图已相去不远。

明代的图学上的成就首推宋应星所著《天工开物》，可以把它当作研究中国科学技术发展的百科全书，《天工开物》详细记载明代农业、冶铸、机械诸方面的技术，文字简洁，记述扼要，工艺数据极为详尽。该书系统地用图示法向人们展示了中国古代的造纸技术、已具有了绘制生产工艺过程图样的思想和方法。明末之际，西学输入，当时的学者已将国外图样学的专著引入我国。

到了清代，图学思想经过长期的积累，也由于出版业的发达，成就更大，更加注重绘图的质量，当时最有名的学者应推章学诚、孙诒让。在建筑界出了“样式雷”家族，对故宫三大殿、故宫角楼、圆明园、颐和园都留下了该家族几代人的设计范例，至今他们所绘制的一些建筑图样还保留在故宫博物院，这些图样非常精美详尽，同时还制作了建筑模型，这与现代建筑复杂工程的手段完全相同，令人叹服。

中国古代工程图学有非常高的成就，对现代工程图学有巨大贡献也是科学技术与艺术的结合的典范，可总结为“卓识明理，独见别裁”的图学思想，“至详至悉，毫发不爽”的图学理论和绘制技术。

5. 计算机技术在图学教育中的重要作用

从 20 世纪 80 年代以来，全国普通高等院校的“工程制图”课程的教学和教材经历了较大的改革，随着计算机的性能和辅助设计软件的功能越来越高，计算机的应用对“工程制图”课程的教学内容影响也越来越深，可以总结为以下几点：

（1）从手工绘图到计算机绘图是提高绘图质量的飞跃：这种改革仅仅是绘图方法的改变，没有触及到制图教学的根本实质，但提高绘图质量效果明显，易于实现。在国内大多数高校中已经进行了很好的教学实践，均取得了较好效果。

（2）从二维图样到三维造型是思维方法的改变：二维工程图样在现代社会的发展进步中起到了巨大的作用。在制图教学中，训练学生由三维物体画二维图形，由二维图形想象三维实物是制图课程的重要教学目的，也是教学的难点。

现在很多 CAD 系统都支持三维造型和二维工程图生成的功能，使得以往通过模型、挂

图、黑板画图的教学过程，通过计算机能够全面展示。在我们的教学实践中，课堂上教师利用 CAD 系统的三维造型教学，将读图想象空间几何关系和三维实体的过程演示出来，受到了学生的欢迎。

(3) 从二维设计到三维设计是设计方法的革命：直接的三维造型设计方法越来越被广泛的应用于生产实践。现代 CAD 系统使设计人员直接在屏幕上看到设计的三维立体效果；提前看到大楼建成后的模样；其结构设计和计算相结合的功能，是手工设计所根本无法比拟的；可以保障设计信息的完备性和共享。

(4) 二维图样与三维设计是本科工程图学课程不可分割的一部分：计算机二维绘图和三维造型是适应现代化建设的新技术，其基础内容对学生以后掌握机械设计、计算机辅助设计技术有着重要的影响，是本科工程图学课程不可分割的一部分。

在实际工作中，计算机的广泛应用使技术人员将更多的时间与精力投入到创造性设计中，用图形表达和交流信息显得更加重要。

第1章 工程制图基本知识

图样是设计、制造与维修机器的重要技术资料，是工程界的技术“语言”。要正确地绘制机械图样，必须遵守国家标准各项规定，学会正确地使用绘图工具，掌握合理的绘图方法和步骤。本章主要介绍国家标准《技术制图》关于图幅、比例、字体、线型、尺寸注法等的规定，绘图仪器及工具的使用，以及几何作图的方法和步骤。

1.1 国家标准《技术制图》的基本规定

为了适应现代化生产、管理以及便于技术交流，国家标准局制订并颁布了《技术制图》国家标准，对绘图规则、图样的画法等作了统一规定。我国国家标准的代号是“GB”，简称国标。例如 GB/T 14690—1993 为技术制图“比例”的标准，其中 14690—1993 为标准的编号，1993 表示该标准是 1993 年颁布。

本节仅介绍其中的“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”和“图线”。

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

在绘图时，应优先采用表 1.1-1 所规定的图纸幅面(如图 1.1-1 中粗实线所示)，图纸幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时也允许选用表 1.1-2、表 1.1-3 所规定的加长幅面，分别见图 1.1-1 中的细实线和虚线所示。

2. 图框格式

在图纸上，无论何种幅面的图样，均需用粗实线画出图框线。其格式分为不留装订边和留装订边两种，同一产品的图样只能采用同一种图框格式。

表 1.1-1 图纸幅面尺寸(第一选择) mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表 1.1-2 图纸幅面尺寸(第二选择) mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1051

不留装订边的图框格式如图 1.1-2 所示，其尺寸按表 1.1-4 来确定。留有装订边的图框格式如图 1.1-3 所示，其尺寸也按表 1.1-4 的规定。

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大 1 号的图框尺寸确定。例如 A3 × 4 的图框尺寸，应按 A2 的图框尺寸绘制，即 e 为 10 或 c 为 10。

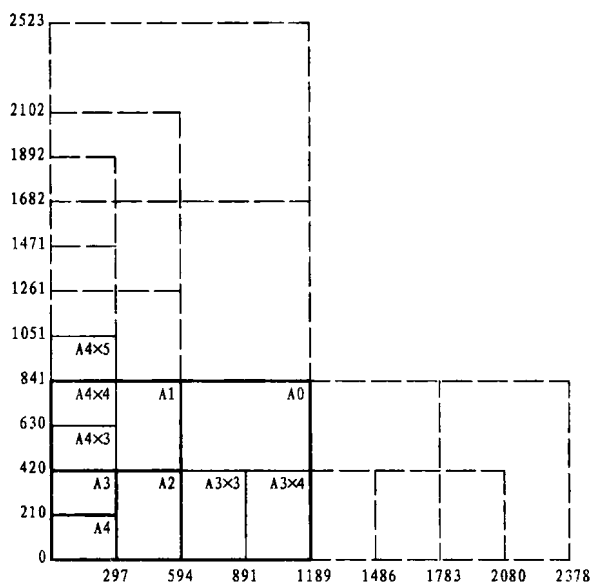


图 1.1-1 图幅及加长边

表 1.1-3 图纸幅面尺寸(第三选择)

mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1189 × 1682	A3 × 5	420 × 1486
A0 × 3	1189 × 2523	A3 × 6	420 × 1783
A1 × 3	841 × 1783	A3 × 7	420 × 2080
A1 × 4	841 × 2378	A4 × 6	297 × 1261
A2 × 3	594 × 1261	A4 × 7	297 × 1471
A2 × 4	594 × 1682	A4 × 8	297 × 1682
A2 × 5	594 × 2102	A4 × 9	297 × 1892

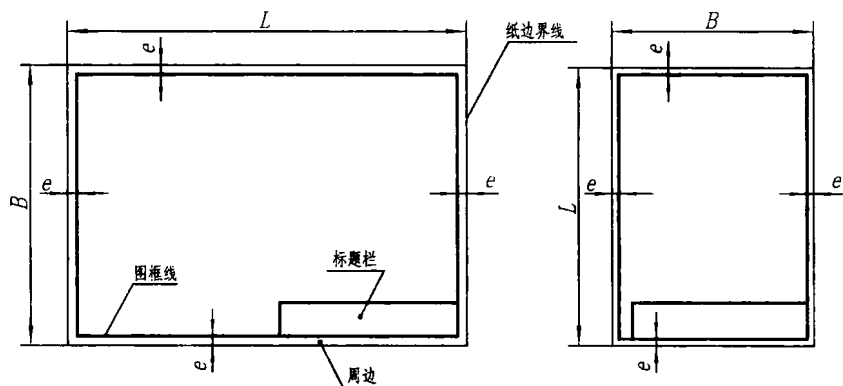


图 1.1-2 不留装订边的图框格式

表 1.1-4 图纸幅面及图框尺寸 mm

幅面代号	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				

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

图纸的右下角都必须画有标题栏，如图 1.1-3 所示。

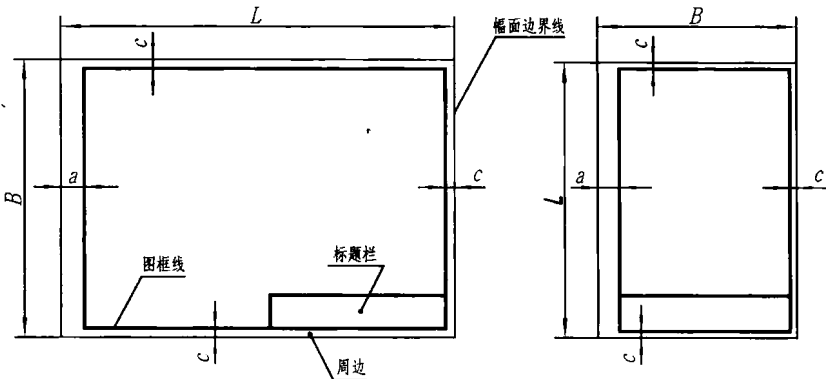


图 1.1-3 留装订边的图框格式

(1) 标题栏的构成 标题栏通常由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，如图 1.1-4 所示。也可按实际需要增加或减少。更改区一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和日期组成。签字区一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和日期组成。其他区一般由标记、阶段标记、质量、比例、共 张、第 张等组成。名称及代号区一般由单位名称、图样名称和图样代号组成。

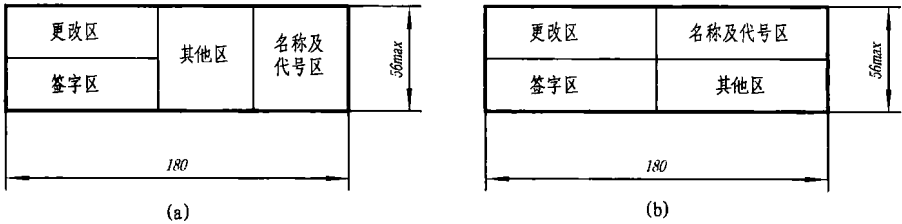


图 1.1-4 标题栏组成

(2) 标题栏的尺寸与格式 标题栏的尺寸与格式有两种，如图 1.1-4(a)、(b)所示。当采用图 1.1-4(a)的形式配置标题栏时，名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方，如图 1.1-5 所示。图 1.1-5 是国标推荐企业图样使用的标题栏参考格式，在制图作业中可采用图 1.1-6 所示的简化格式。简化的标题栏外框是粗实线，其右边和底边与图框重合，框内为细实线。

180											
						(材料标记)			(单位名称)		
									(图样名称)		
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年 月 日						
设计	(签名)	(年 月 日)	标准化	(签名)	(年 月 日)	阶段标记	质量	比例			
审核									(图样代号)		
工艺			批准			第 张 共 张					

图 1.1-5 国标推荐企业使用的标题栏格式

			15	35	15	20		
(图名)			图号			质量 kg		
			材料			比例		
制图			(校名)					
审核								
15	20	20	140					

(a)零件图用标题栏

序号	名称	数量	材料	单 质量 (kg)	总 质量 (kg)	备注	
(图名)			(图号)	质量 (kg)			
					比例		
制图			(校名)				
审核							

(b)部件图、装配图用标题栏

图 1.1-6 推荐学生使用的标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

1. 比例的概念

图样的比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分原值比例、放大比例、缩小比例三种。根据机件的大小与结构的不同，绘图时可根据情况放大或缩小。为了能使图样直接反映出机件的大小，绘图时应尽量采用 1:1 的比例。采用的比例应从表 1.1-5 规定的系列中选取，必要时也允许选用表 1.1-6 中规定的比例。

2. 比例的有关规定

(1) 无论采用哪种比例值，图形上所标注的尺寸数值必须是机件的实际大小，与图形的绘图比例无关，如图 1.1-7 所示。

(2) 绘制同一机件的各个视图一般应采用相同的比例，并填写在标题栏中的比例栏内，例如 1:5。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时，可在视图名称的下方另行标注，例如：

$\frac{I}{2:1}$

$\frac{A}{1:100}$

$\frac{B-B}{2.5:1}$

表 1.1-5 一般选用的比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
	1:2	1:5	1:10
缩小比例	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

表 1.1-6 允许选用的比例

种 类	比 例				
放大比例	4:1		2.5:1		
	$4 \times 10^n:1$		$2.5 \times 10^n:1$		
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

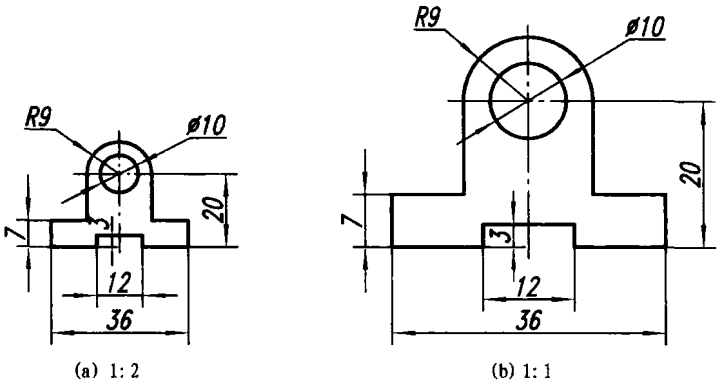


图 1.1-7 用不同比例绘制的同一图形

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上的字体包括汉字、字母和数字三种。书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度称为字体的号数。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为：1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20 mm 等 8 种。若需要书写大于 20 号的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并采用我国国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

(1) 基本笔画的书写方法 基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等，写法示例如图 1.1-8 所示。若想书写出合乎标准的长仿宋体字，必须要掌握其基本笔划的特点及运笔方法，每一笔划要按一定的运笔方法一笔写成，不宜勾描。

(2) 汉字的字形结构 汉字除单体字外，一般由上、下或左、右几部分组成，常见的情况是各部分分别占整个汉字宽度或高度的 1/2、1/3、2/3、2/5、3/5 等，如图 1.1-9 所示。