

普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育机电类规划教材

工程图学

Engineering Graphics

第3版

鲁屏宇 主 编
徐立群 刘道标 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育机电类规划教材

工 程 图 学

第3版

主 编	鲁屏宇				
副主编	徐立群	刘道标			
参 编	杨小兰	薛小雯	乔忠云	顾 锋	
	王跃进	蔡召冲	钱 瑜		



机 械 工 业 出 版 社

本书是在 2010 年出版的第 2 版的基础上, 根据教育部工程图学教学指导委员会制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”, 为适应地方工科院校机械设计制造及自动化专业教学改革特点, 立足培养 21 世纪高级工程技术应用型人才而编写的。

全书共分画法几何、制图基础和机械图三部分。其主要特点: 精练画法几何内容, 加强组合体与视图表达, 采用最新国家标准, 引入部分国外制图标准, 充实零件图与装配图, 强化手工绘图。

本书配有鲁屏宇主编的《工程图学习题集》(第 3 版), 由机械工业出版社同时出版, 可供读者选用。

本书可供高等工科学校机械类、近机类专业学生使用, 也可供高职高专、电大、职大、函授大学相近专业学生使用, 并可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程图学/鲁屏宇主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2015. 7
普通高等教育“十三五”规划教材 普通高等教育机电类规划教材
ISBN 978-7-111-50420-7

I. ①工… II. ①鲁… 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 (2015) 第 141838 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘小慧 责任编辑: 刘小慧 章承林

版式设计: 赵颖喆 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2015 年 9 月第 3 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22.5 印张 · 554 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-50420-7

定价: 43.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主任委员	邱坤荣	
副主任委员	左健民	周骥平
	林松	戴国洪
	王晓天	丁坤
秘书长	秦永法	
委员	(排名不分先后)	
	朱龙英	余皞
	叶鸿蔚	李纪明
	左晓明	郭兰中
	乔斌	刘春节
	王辉	高成冲
	侯志伟	杨龙兴
	张杰	舒恬
	赵占西	黄明宇

序

进入 21 世纪以来,在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下,在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白热化的挑战下,我国高等教育迅猛发展,胜利跨入了高等教育大众化阶段,使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化,逐步形成了以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。本套书第 1 版就是在大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起、超常发展之际,组织扬州大学、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通大学、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等 12 所高校规划出版的。据调查,用户反映良好,并反映本系列教材基本上体现了我在序言中提出的四个特点,符合地方应用型工科本科院校的教学实际,较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。用户的评价使我们很高兴,但更是对我们的鞭策和鼓励。我们应当为过去取得的进步和成绩而感到高兴。同样,我们更应为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己。我们并不需要刻意去忧患,但确实存在值得忧患的现实而不去忧患,就很难有更美好的明天。因此,我们在总结前一阶段经验教训的新起点上,坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导,坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针,坚持高标准、严要求,把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强,为建设有中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校作出新的更大贡献。

一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种重要的办学类型,它除应恪守大学教育的一般办学基准外,还应有自己的个性和特色,就是要在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科院校人才的培养既不能简单“克隆”现有的本科院校,也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养,重点仍要思考如何与社会需求对接。既要从学生的角度考虑,以人为本,以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节,实现人的全面发展;又要从经济建设的实际需求考虑,多类型、多样化地培养人才,但最根本的一条还是坚持面向工程实际,面向岗位实务,按照“本科学历+岗位技术”的双重标准,有针对性地进行人才培养。根据这样的要求,“强化理论基础,提升实践能力,突出创新精神,优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用型人才的基本特征,也是对本科应用型人才的整体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才的培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型人才培养必须依靠应用型的课程和内容,用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上,科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展,在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上,要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力,还要注重思维能力和创造能力的培养,使学生思路清晰、条理分明,有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作,创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题,应成为应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法,还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸,来促进学生思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此,要在素质教育的思想指导下,对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合,使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才,就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念,选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系,必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性,那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题,增设具有国际意义的课程,加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国外同类应用型本科院校的办学理念 and 培养模式、做法来优化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中,必须始终坚持以人的全面发展为本,紧紧围绕培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度,往往是这所大学成功和水平的标志。同样,我们修订和编写教材,提供教学用书,最终是为了把知识转化为能力和智慧,使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此,在教材修订、编写过程中,必须始终把师生的需要和追求放在首位,努力提供好教、好学的教材,努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格与特色的空间,使他们游刃有余,得心应手,还能激发他们的科学精神和创造热情,为教和学的持续发展服务。教师是课堂教学的组织者、合作者、引导者、参与者,而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生,和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此,修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说,也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程,决不能丢失自我,决不能将“枷锁”移嫁别人,这里“关键在自己战胜自己”,关键在自己的理念、学识、经验和水平。

二、坚持质量第一,努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著,它既是学术专著,又是教学经验之理性总结,必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方,而教材之错误则会贻害一代青年学子。有人说:“时间是真理之母。”时间是对我们所编写教材的最严厉的

考官。教材的再次修订，我们坚持高标准、严要求，用航天人员“一丝不苟”“一秒不差”的精神严格要求自己，确保教材质量和特色。为此，必须采取以下措施：第一，高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍，必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求，实行主编负责制，把好质量第一关；第二，教材要从一般工科本科应用型院校实际出发，强调实际、实用、实践，加强技能培养，突出工程实践，内容适度简练，跟踪科技前沿，合理反映时代要求，这就要求我们必须严格把好教材修订计划的评审关，择优而用；第三，加强教材修订的规范管理，确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和要 求，实行环节负责制和责任追究制；第四，确保出版质量；第五，建立教材评价制度，奖优罚劣。对经过实践使用，用户反映好的教材要进行不断修订再版，切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须配有多媒体课件，并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则，努力扩大教材使用范围，不断提高社会效益

下一轮教材修订工作，必须加快吸收有条件、有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加，以集中更多的力量，建设好应用型本科教材。同时，要相应调整编审委员会的人员组成，特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教师和相关企业专家。

四、建立健全用户评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校进行教材使用质量跟踪调查，并建立网站，以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见，不断修改、充实和完善教材编写和出版工作，实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务，同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质、高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审及参加编写人员所在高校的大力支持和配合，在此，一并表示衷心感谢。今后，我们应一如既往地更加紧密地合作，共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献，为培养高质量的应用型本科人才作出新的贡献，为建设有中国特色社会主义的应用型本科教育作出新的努力。

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主任委员 教授 邱坤荣

前 言

本书是在2010年出版的第2版的基础上,根据教育部工程图学教学指导委员会制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,充分调研各高校教学改革现状,汲取许多院校教学改革和教材改革的成功经验,走访往届毕业生及用人单位,了解社会对机械类专业学生的制图知识和绘图能力的需求,对原教材进行了修订。

本书以培养学生创新能力和综合素质为出发点,把过去的工程图学教育“知识、技能”型培养模式转换成新世纪的“知识、技能、方法、能力、素质”型的综合培养模式。

这次修订仍保持以下特点:

- 1) 精练画法几何内容,适当降低点、线、面综合题和求立体表面交线的难度。
- 2) 加强组合体与视图表达,增加组合体图例分析和机件视图表达方案的对比,强化组合体的读图和视图表达的训练。
- 3) 强化手工绘图,使学生掌握徒手绘图方法,以及构思和表达设计创意和思想。
- 4) 采用最新国家标准,与国内相关学科同步发展。
- 5) 引入部分国外制图标准,以利于国际间的技术交流。
- 6) 充实零件图与装配图,使理论紧密结合生产实际,反映最新设计产品。

由于多数高校计算机绘图独立设课或学时增加,原来独立设章的计算机绘图内容已经不能满足教学要求,故本次修订教材时,计算机绘图章节没有纳入。

由鲁屏宇主编的《工程图学习题集》(第3版)与本书同时再版,并与本书配套使用。

本书适合高等学校机械类和近机类专业使用,也适合高等职业教育、成人高等教育、函授大学相应专业使用,并可供工程技术人员参考。

参加本书修订的有:鲁屏宇、徐立群、刘道标、杨小兰、薛小雯、乔忠云、顾锋、王跃进、蔡召冲、钱瑜。本书由鲁屏宇任主编,徐立群、刘道标任副主编,全书由鲁屏宇统稿并定稿。

本书参考了部分同类教材的习题集(见书后的“参考文献”),在此谨向文献的作者表示诚挚的感谢。

本书在编写过程中,得到了编写院校制图教研室老师们的关心和支持,在此表示真诚的感谢。

由于编者水平有限,书中不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 国家标准《技术制图》 和《机械制图》的一般规定	2
第二节 制图的基本技能	12
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形画法及尺寸标注	20
第二章 点、直线和平面的投影	23
第一节 投影法的基本知识	23
第二节 点的投影	26
第三节 直线的投影	32
第四节 平面的投影	40
第三章 直线与平面及两平面的 相对位置	47
第一节 平行问题	47
第二节 相交问题	49
第三节 垂直问题	53
第四节 综合应用	55
第四章 投影变换	60
第一节 换面法	61
第二节 旋转法	70
第五章 曲线和曲面	75
第一节 曲线	75
第二节 曲面	78
第六章 基本立体的投影	83
第一节 平面立体的投影及其 表面取点、线	83
第二节 曲面立体的投影及其 表面取点、线	86
第三节 平面与立体表面相交	91
第四节 两曲面立体表面相交	102
第七章 轴测投影	113
第一节 概述	113
第二节 正等轴测图	114
第三节 斜二轴测图	121
第四节 轴测图的尺寸注法	123
第五节 轴测剖视图的画法	124
第八章 组合体的视图及尺寸注法	126
第一节 组合体的视图	126
第二节 组合体及其形体分析法	127
第三节 组合体的三视图的画法	130
第四节 组合体的尺寸标注	133
第五节 看组合体视图	144
第九章 机件的表达方法	156
第一节 视图	156
第二节 剖视图	161
第三节 断面图	172
第四节 其他表达方法	174
第五节 综合应用举例	180
第六节 第三角投影法简介	184
第十章 标准件和常用件	186
第一节 螺纹及螺纹紧固件	186
第二节 键联接和销联接	200
第三节 齿轮	202
第四节 滚动轴承	213
第五节 弹簧	215
第十一章 零件图	218
第一节 零件图的作用与内容	218
第二节 零件的构形分析	219
第三节 零件的表达及尺寸标注	225
第四节 零件图的技术要求	237
第五节 读零件图	254
第六节 零件测绘	257

第十二章 装配图	262	第二节 可展曲面的展开	296
第一节 装配图的作用和内容	262	第三节 不可展曲面的近似展开	298
第二节 装配图的表达方法	264	第四节 展开图应用举例	300
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	267	第五节 焊接图	302
第四节 装配图中的零、部件 序号及明细栏	269	附录	308
第五节 装配工艺结构的合理性	270	附录 A 国外制图标准简介	308
第六节 部件测绘和装配图的画法	276	附录 B 常用的机械加工一般 规范和零件结构要素	313
第七节 看装配图和由装配 图拆画零件图	282	附录 C 极限与配合	316
第十三章 表面展开图和焊接图	294	附录 D 螺纹	323
第一节 立体表面的展开	294	附录 E 常用的标准件	328
		附录 F 金属材料与热处理	343
		参考文献	348

绪 论

一、本课程的研究对象、性质与任务

工程图学是研究工程图样的绘制、表达和阅读的一门应用学科。工程图样是工业生产中一项重要的技术文件，是进行技术交流必不可少的工具，是工程界共同的技术语言。每位工程技术人员都必须掌握这种语言，否则就无法从事技术工作。

工程图学是以几何学为基础，以投影理论为方法，研究几何形体的构成、表达及工程图样的绘制和阅读的一门技术基础课。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习正投影的基本理论及其应用。
- 2) 培养学生空间思维能力、形体表达能力、空间几何问题的图解能力。
- 3) 培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。
- 4) 培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的综合能力。
- 5) 培养学生查阅有关制图国家标准和设计资料的能力。
- 6) 培养学生认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程包括投影理论、工程制图等内容，它既有系统的理论，又有较强的实践性和技术性，各部分又各有特点，学习方法不尽相同。

1) 学习投影理论时，应掌握基本概念、基本规律和基本作图方法。结合作业，将投影分析、几何作图同空间想象、逻辑推理和分析判断结合起来，通过从空间到平面、从平面到空间的反复研究，不断提高空间分析能力和构思能力。

2) 学习工程制图时，应运用形体分析法、线面分析法等构形的理论和方法，不断地由物画图、由图想物，提高读图能力；并且自觉遵守有关制图国家标准，查阅和使用有关手册和标准。通过作业培养绘图和读图能力。制图作业应做到：投影正确、视图选择与配置恰当、图线分明、尺寸齐全、字体工整、图面整洁。

3) 做作业时，能分析比较徒手绘图和尺规绘图的特点和要领，全面了解各种绘图方法的适用范围、绘图步骤，培养绘图综合能力。

由于工程图样是工程建设中重要的指导性技术文件，绘图和读图的差错不仅会带来经济损失，还要承担法律责任，所以在完成习题和作业的过程中，应该培养认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风，为学好后续课程打下良好的基础。

本课程为学生的绘图和读图能力打下初步基础，绘图和读图能力需在后续课程、课程设计、生产实习、毕业设计和生产实践中进一步培养和提高。

第一章 制图的基本知识和技能

本章着重介绍中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本内容，它是绘制图样的重要依据，同时介绍绘图的基本技能、几何作图方法、平面图形的尺寸分析及绘图步骤等内容。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件，是表达设计思想、交流技术、指导生产的工程语言。国家标准《技术制图》和《机械制图》规定了绘制和阅读机械图样应共同遵守的规则。《技术制图》适用于机械、电气、工程建筑等专业领域的制图，在技术上、内容上具有统一和通用的特点，是通用性和基础性的技术标准，而《机械制图》则是专业性技术标准。

国家标准简称“国标”，以代号“GB”表示。如 GB/T 14689—2008，其中“T”为推荐性标准，“14689”是标准顺序号，“2008”是标准颁布的年份。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，也允许加长幅面，即基本幅面长边尺寸不变，而短边尺寸成其整数倍增加。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸 (单位: mm)

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

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边图纸的图框格式如图 1-1 所示；留有装订边图纸的图框格式如图 1-2 所示。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

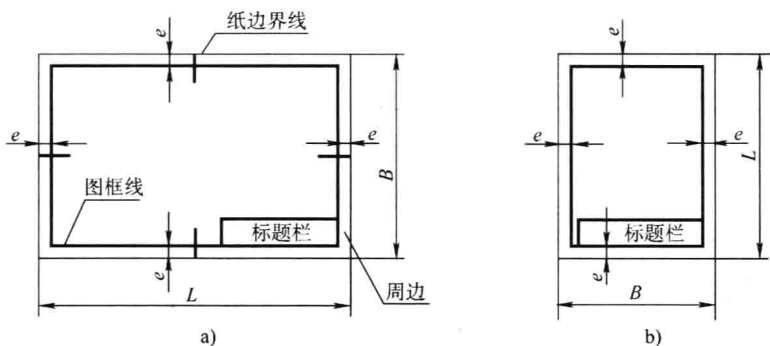


图 1-1 不留装订边图纸的图框格式

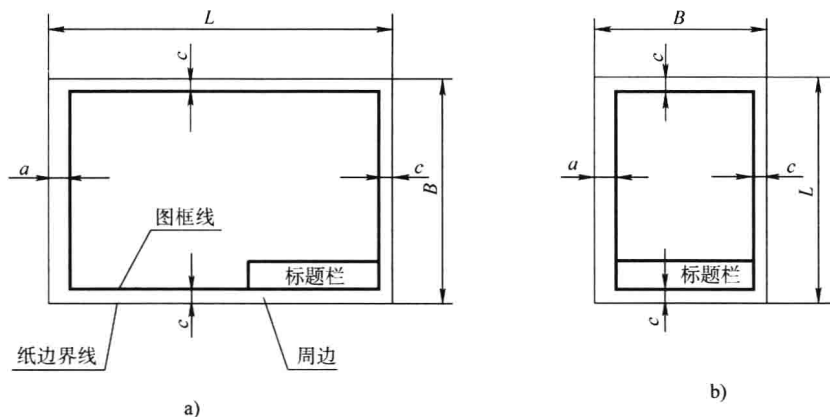


图 1-2 留有装订边图纸的图框格式

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界线开始伸入图框内约 5mm，伸入标题栏部分省略不画，如图 1-1a 所示。

3. 标题栏

每张图纸上都必须有标题栏，标题栏中文字的方向就是看图的方向。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008) 中有详细规定，标准标题栏如图 1-3 所示。

在学校的制图作业中，标题栏可以采用图 1-4 所示的简化形式。

标题栏应位于图纸右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示，标题栏的底边与下图框线重合，标题栏的右边与右图框线重合。标题栏内一般图样名称用 10 号字书写，图样代号、校名用 7 号字书写，其余都用 5 号字书写。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘图时，首先应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例，优先选用不带括号的比例，并尽量采用 1:1 的原值比例。

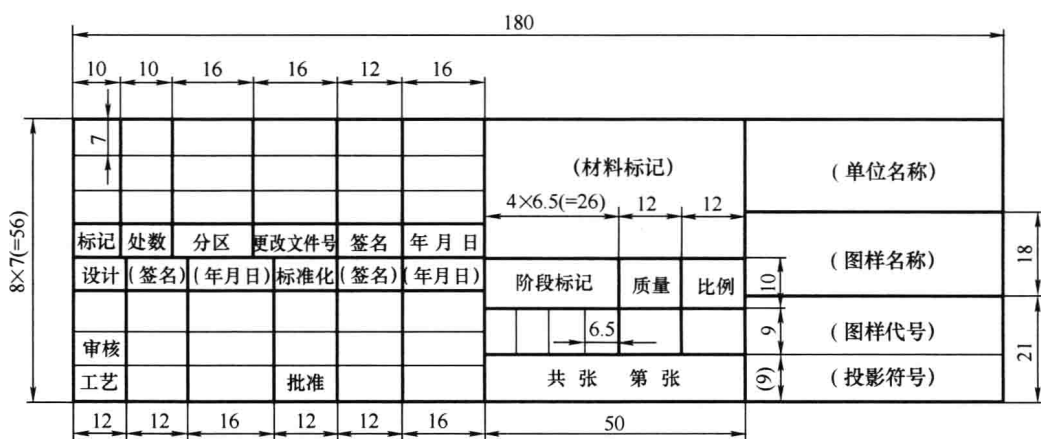


图 1-3 标准标题栏

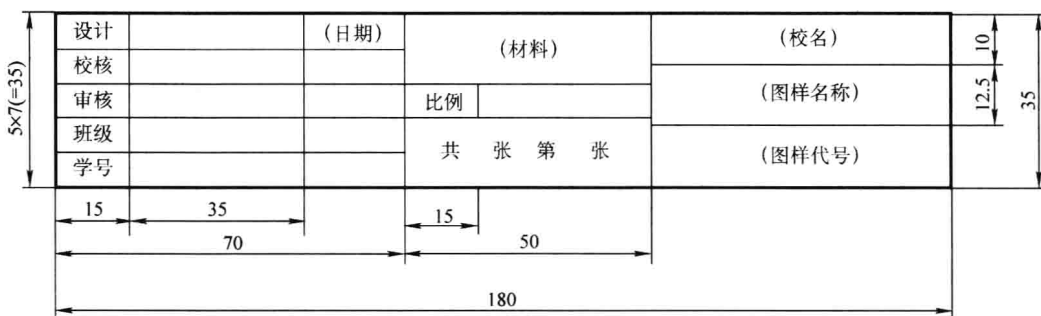


图 1-4 简化标题栏

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1 : 1									
缩小比例	(1 : 1.5)	1 : 2	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	1 : 5	(1 : 6)	1 : 10	$1 : 1 \times 10^n$	$(1 : 1.5 \times 10^n)$
	$1 : 2 \times 10^n$	$(1 : 2.5 \times 10^n)$	$(1 : 3 \times 10^n)$	$(1 : 4 \times 10^n)$	$1 : 5 \times 10^n$	$(1 : 6 \times 10^n)$				
放大比例	2 : 1	(2.5 : 1)	(4 : 1)	5 : 1						
	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$(2.5 \times 10^n : 1)$	$(4 \times 10^n : 1)$	$5 \times 10^n : 1$					

注：n 为正整数。应优先选用不带括号的比例。

绘制同一机件的各个视图时，应尽可能采用相同的比例，并将其填入标题栏的“比例”项内。当某个视图必须采用不同比例时，可在该视图的上方另行标注比例。

不论绘制机件时所用的比例是多大，在标注尺寸时，均应按机件的实际尺寸标注，如图 1-5 所示。

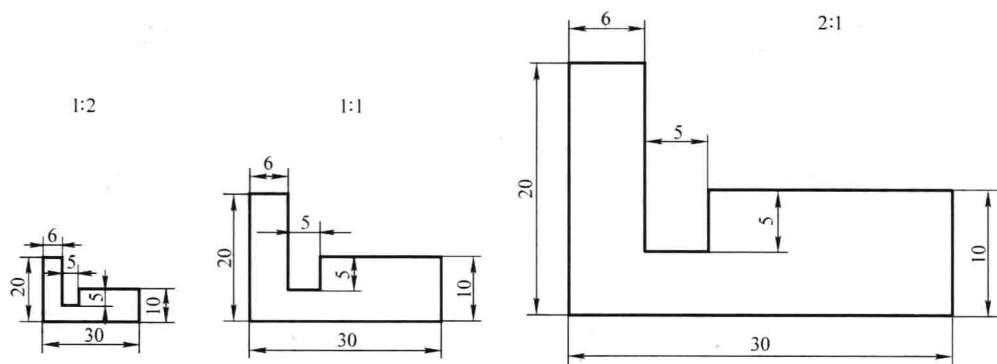


图 1-5 采用不同比例所画的视图

三、字体 (GB/T 14691—1993)

GB/T 14691—1993 规定了在技术图样及有关技术文件中的汉字、字母和数字的结构形式及公称尺寸。在图样中书写文字或数字时,必须按国标规定书写,一般应遵循以下要求:

- 1) 书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- 2) 字体的号数,即字体高度 h ,其公称尺寸(单位为 mm)系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。
- 3) 汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.7h$)。汉字示例如图1-6所示。用作指数、分数、极限偏差的数字及字母,一般采用小一号的字体。



图 1-6 长仿宋汉字示例

- 4) 汉字书写的要点在于横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。
- 5) 字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图样上只允许选用一种形式的字体。
- 6) 字母和数字可以写成斜体或直体,但全图要统一。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

图 1-7 所示为 B 型斜体和直体字母、数字书写示例。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ *OPQRSTUVWXYZ*

a)

abcdefghijklmn *opqrstuvwxyz*

b)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 *0 1 2 3 4 5 6 7 8 9*

c)

I II III IV V VI *VII VIII IX X XI XII*

d)

α β γ θ λ μ π ρ φ ω *α β γ θ λ μ π ρ φ ω*

e)

R3 *M24-6H* *Φ60H7* *Φ30g6*
Φ20^{+0.021}₀ *Φ25^{-0.007}_{-0.020}* *Q235* *HT200*

f)

图 1-7 B 型斜体和直体字母、数字书写示例

- a) 大写拉丁字母（斜体、直体） b) 小写拉丁字母（斜体、直体） c) 阿拉伯数字（斜体、直体）
d) 罗马数字（斜体、直体） e) 小写希腊字母（斜体、直体） f) 字母和数字组合（斜体）

四、图线（GB/T 4457.4—2002）

1. 基本线型

机械制图中常用线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线等（见表 1-3）。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线形式	线宽	图线应用举例
粗实线		<i>d</i>	可见轮廓线 相贯线
细虚线		<i>d/2</i>	不可见轮廓线
细实线			过渡线 尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 指引线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线

(续)

图线名称	图线形式	线宽	图线应用举例
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线			断裂处的边界线
细点画线			轴线 对称中心线
细双点画线			相邻辅助零件的轮廓线 可动零件极限位置的轮廓线 轨迹线
粗点画线		d	限定范围表示线

2. 图线的宽度

图线的宽度 d (单位为 mm) 应根据图形的大小和复杂程度, 在下列数系中选择: 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。

在机械图样上, 图线一般只有两种宽度: 粗线和细线, 其宽度之比为 2:1。在通常情况下, 粗线的宽度应按图的大小和复杂程度在 0.5~1mm 之间选择。

在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

3. 图线的应用

图线的一般应用示例如图 1-8 所示。

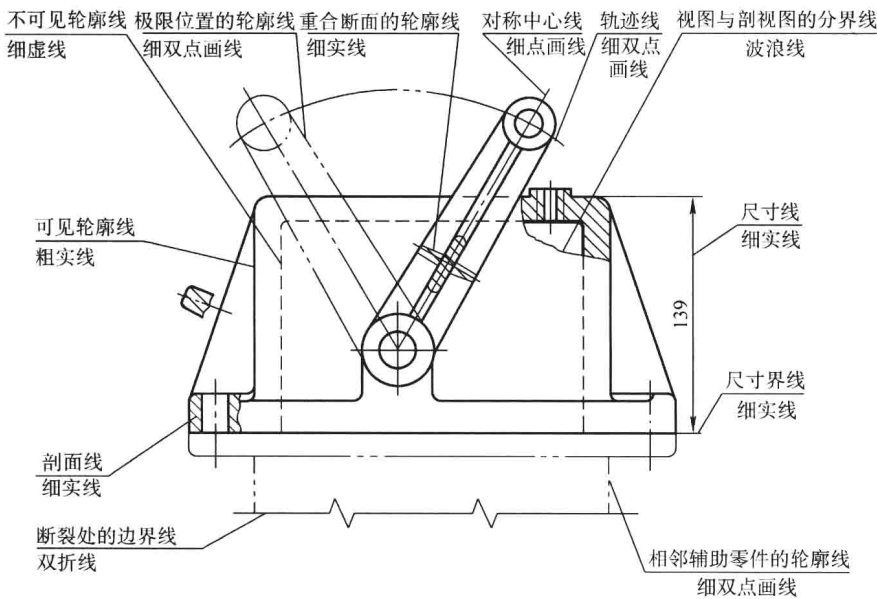


图 1-8 图线及其应用

4. 图线的画法

1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等, 一般在图样中要显得匀称协调, 建议采用图 1-9 的图线规格。

2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点。细点画线的首末两端应是长画而不