

新世纪 GAOXIAO GUIHUA JIAOCAI 高校机械工程专业规划教材 新世纪

工程图学及 计算机绘图 (非机类)

主 编 罗良武 刘鲁宁
副主编 李 莉 王嫦娟

新世纪高校机械工程专业规划教材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





新世纪高校机械工程规划教材

工程图学及计算机绘图

(非机类)

主 编 罗良武 刘鲁宁

副主编 李 莉 王嫦娟

参 编 赵 勤 田希杰 宋卫卫 杨 波

孟 颖 崔卫华 顾英妮 施 强

主 审 范波涛



机械工业出版社

本教材适用于化学工程、材料工程、电器工程及其他非机械、非土建类专业。计划学时为40~80学时,凡是带有*号的内容,可由教师根据不同专业和不同计划学时数,选择使用。

为了适应“甩图板”工程,本教材介绍了国产自主知识产权的优秀绘图软件CAXA电子图板的使用方法,并将软件的部分内容与制图知识进行了有机结合,使得“甩图板”非常容易实现。

本教材是在对工程图学的本质及教育功能再认识的基础上,着眼于新时期对人才的要求,以加强对学生综合素质及创新能力的培养为出发点,结合编者多年来教学改革成果编写而成的,并全部采用了最新国家标准。

本教材的内容包括制图基本知识、计算机绘图、正投影基础理论、立体投影、截交与相贯、组合体、机件表达、标准件、零件图、装配图、焊接图、建筑工程图、化工制图、轴测图、投影变换、常用曲线与曲面简介及展开图等。

本教材配有习题集和CAI课件(CAI课件请与作者联系),课件与教材、习题集紧密配合,可用于投影教学、网络教学、学生自学及课后复习,解题指导可随时对学生进行作业辅导。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学及计算机绘图:非机类/罗良武,刘鲁宁主编.

—北京:机械工业出版社,2003.8

新世纪高校机械工程规划教材

ISBN 7-111-12450-2

I.工… II.①罗…②刘… III.工程制图:计算机制图—高等学校—教材 IV.TB237

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第049648号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:高文龙 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年7月第1版·第2次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·18.25印张·1插页·460千字

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是根据 2001 年 11 月在山东大学召开的“新世纪高校机械工程规划教材”启动会议的“四新一高”精神编写的。伴随着知识经济和信息时代的到来,社会对人才培养的要求也正在发生着巨大的变化。“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”已成为 21 世纪对人才的基本要求。“图学技术”作为一门工科、应用理科及管理学科各专业都开设的工程技术基础课,必须发挥本课程的特色,为实现我国高素质人才培养战略作贡献。这促使我们对“工程图学”课程的本质及特征进行了深入探讨,并对当前的教师状况、学生状况及教学设备状况进行了分析、研究。本套教材以加强对学生综合素质及创新能力的培养为出发点,使教学内容、教学方法与教学手段相协调,力求在不增加教师和学生负担的前提下,充分利用有限的教学资源,最大限度地调动学生的学习主动性和积极性,从而使工程图学教育从以“知识、技能”为主,转向以“知识、技能、方法、能力、素质”的综合培养为主。

本套教材秉承了我国“图学教育”的经验及特色,并充分运用了现代教育理论和方法论的研究成果,将“图学知识”与“制图技术”紧密结合,使在学习“工程图学”知识、进行工程制图基本训练的同时,得到科学思维方法的培养以及空间思维能力、创新能力的开发和提高。

教材体系和内容的编排力求简明扼要,并紧紧围绕以“学”为中心、以“素质提高”为目的的指导思想,力图处理好下列关系提供切实可行的方法和途径。

1. 知识学习、能力培养与素质提高的关系;
2. 仪器绘图、徒手绘图与计算机绘图的关系;
3. 基础知识与工程应用的关系;
4. 理论知识与工程实践的关系;
5. 多媒体教学与传统教学、辅导答疑的关系;
6. 课内教学与课外复习、练习的关系。

本套教材是在广泛搜集任课教师的教学经验和学生学习体会的基础上编写的,又在反复征询教师、学生及本学科专家、教授意见和建议的基础上统筹修改而成。特别是将国产自主知识产权的优秀绘图软件“CAXA 电子图板”的主要功能和使用方法与图学基础理论进行了有机结合,使得“甩图板工程”能够轻松实现。

参加本教材编写的有:主编:罗良武(济南大学)、刘鲁宁(济南大学);副主编:李莉(烟台大学)、王嫦娟(山东科技大学);参编:赵勤、田希杰、施强、宋卫卫、孟颖、杨波、崔卫华、顾英妮。

编写分工如下:田希杰:绪论、第八章、附录 A~E;赵勤:第一、第十一、第十七章;宋卫卫:第二章及其他章节中的计算机绘图部分;杨波:第三章;李莉:第四、第六章;罗良武:第五、第九、第十、第十二章;刘鲁宁与施强合作第十三章及附录 F;王嫦娟:第七章;孟颖:第十四章;崔卫华:第十五章;顾英妮:第十六章;全书由罗良武统稿。

安琥老师、时圣勇老师对本教材的编写提出了一些合理化建议，并做了一些选材筹划工作，在此表示感谢。

本教材由山东工程图学会理事长、山东大学范波涛教授主审，他对本教材提出了若干建设性的修改意见，在此表示衷心的感谢。

向热心支持和帮助编写本教材的领导、同事和朋友表示诚挚的感谢。

本书参考了部分同类教材、习题集等文献（见书后的“参考文献”），在此谨向文献的作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，教材和课件中的缺点、谬误之处在所难免，恳请广大同仁及读者不吝赐教，在此谨先表谢意。

让所有的图学教育的教师都能轻松地教。

让所有的学生都能愉快地学，在潜移默化中得到工程素质和创新能力的提高！

——这便是我们殷切的心声！

编者

2003年5月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图基本知识	4
第一节 制图国家标准的基本规定	4
第二节 绘图的方法和步骤	13
第二章 计算机绘图	16
第一节 CAXA 电子图板绘图基础	16
第二节 基本图形的绘制	23
第三节 图形编辑	27
第四节 显示控制	34
第三章 投影基础知识	36
第一节 投影概念及其分类	36
第二节 正投影的基本性质	38
第三节 三面投影的形成及其规律	39
第四节 点、直线、平面的投影规律	41
*第五节 点、直线、平面的相对位置	45
第四章 基本立体	50
第一节 平面立体的投影	50
第二节 常用回转面的投影	51
第三节 基本几何体的尺寸标注	53
第四节 计算机标注尺寸	54
第五章 截交与相贯	58
第一节 平面切割体的视图	58
第二节 切割回转体的视图	59
第三节 两立体相交的表面交线	64
第四节 计算机绘制三视图	70
第六章 组合体	73
第一节 形体分析法和组合体的组合形式	73
第二节 组合体视图的画法	74
第三节 组合体的尺寸标注	76
第四节 组合体视图的阅读	80
*第五节 组合体的构形设计	84
第六节 计算机标注文字	86
第七节 计算机编辑标注	88
第七章 机件的表达方法	91
第一节 视图	91

第二节	剖视图	94
第三节	断面图	104
第四节	其他画法	106
第五节	计算机绘制剖视图	111
第八章	标准件和常用件	114
第一节	螺纹及螺纹紧固件	114
第二节	键联接与销联接	125
第三节	滚动轴承	127
第四节	齿轮	130
第五节	弹簧	134
第六节	计算机绘制标准件	136
第九章	零件图	140
第一节	零件图的作用与内容	140
第二节	零件的视图选择	140
第三节	零件上常见的工艺结构	144
第四节	零件图的尺寸标注	145
第五节	零件的表面粗糙度	149
第六节	极限与配合及形位公差简介	152
第七节	零件图的阅读	157
第八节	计算机标注技术要求	159
第九节	计算机绘制机件的零件图	162
第十章	装配图	165
第一节	装配图的作用及其与零件图的关系	165
第二节	装配图的内容及其表达方法	166
第三节	装配图中的尺寸标注和技术要求	170
第四节	装配图中的零、部件序号及明细表	171
第五节	装配图的画法	172
第六节	装配图的阅读	174
第七节	CAXA 绘制装配图	176
第八节	CAXA 的图形输出	178
*第十一章	焊接工程图	181
第一节	焊缝代号	181
第二节	图样上的焊缝标注	184
第三节	CAXA 标注焊缝	186
*第十二章	房屋建筑图	188
第一节	房屋的组成及其作用	188
第二节	房屋建筑图的分类及有关规定	189
第三节	建筑总平面图	193
第四节	建筑平面图	194
第五节	建筑立面图	197
第六节	建筑剖面图	198
第七节	建筑详图	199

第八节	工业厂房施工图	200
*第十三章	化工制图	203
第一节	概述	203
第二节	化工设备图	203
第三节	化工工艺图	218
*第十四章	轴测投影	238
第一节	轴测投影基本知识	238
第二节	正等轴测图	239
第三节	斜二轴测图	243
第四节	轴测投影的选择	245
第五节	轴测剖视图的画法	246
第六节	轴测草图的画法	247
*第十五章	投影变换	249
第一节	投影变换目的及其种类	249
第二节	换面法	250
第三节	旋转法	256
*第十六章	常用曲线与曲面	259
第一节	概述	259
第二节	螺旋面的投影及画法	262
*第十七章	展开图	264
附录		271
附录 A	常用零件结构要素	271
附录 B	极限与配合	272
附录 C	螺纹	274
附录 D	平键	276
附录 E	常用材料	277
附录 F	化工设备及化工工艺图图例	280
参考文献		284

绪 论

一、工程图学的特征

图形是在纸或其他表面上表示的物体的几何状态,包括形状、大小和位置等。而研究空间物体的几何状态的相互关系的科学就是几何学。

人类社会最先使用的交流媒介是语言和图形。人类社会的进一步发展才产生了文字,而文字的最原始形态也是图形。图是人类社会进行交流的三大媒介(即语言、文字和图)之一。这三大媒介各有特色,又相互联系,从而构成了人类交流的基本形态。在科技如此发达的今天,这种最原始的形态的作用不但没有减弱,反而不断增强了。因为图具有形象性、整体性和直观性,还具有审美性、抽象性等特性,它既可以是客观事物的形象记录,又可以是人们头脑中想象形象的表现。这些特性决定了图在人类社会发展中的不可替代性。随着计算机科学的发展,进一步打通了图与数之间的联系,使图与数之间可以转化,从而揭示出了图的更深层特性。

工程是一切与生产、制造、建设、设备相关的重大的工作门类的总称。机械工程、建筑工程、电气工程、采矿工程、水利工程、航天工程、生物工程等皆是这个总称中的一个门类。每个工程门类都有其自身的专业体系、专业规范和专业知识。

一切工程也有其共性,工程的核心概念是设计和规划,而设计和规划的表达形式都离不开工程图样。工程的基本特性主要体现为实用性和实效性,它以理论基础为指导,落实到具体工程问题的解决上。由于工程问题的多样性及复杂性,工程图样的共性主要体现在形体的构成和表达上、以及工程图通用规范的运用和工程问题的分析上。

对理工科学生而言,科学素质可谓是立业之本,而构成科学素质的重要基础便是数学、几何学、物理学、化学等基础学科。基础学科与工程应用相结合,便形成了培养人才工程素质的重要内容。几何学与工程应用及工程规范相结合便形成了工程图学。工程图学并不是仅为某个特定专业提供基础,而是作为“工程教育”的一部分,为一切涉及工程领域的人才提供空间思维和形象思维表达的理论及方法。

工程图学课程的本质就是以几何学为基础,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工程基础课,其特征主要体现在以下几点。

1. 基础性

工程图学是一切工程和与之相关的人才培养的工程基础课,为后续工程专业的学习提供基础。

2. 学科交叉性

工程图学是几何学、投影理论、工程基础知识、工程基本规范及现代绘图技术相结合的产物。

3. 工程性

工程图学的研究和图样表达,须随时与工程规范、工程设计相结合。

4. 实用性

工程图学具有广泛的实际应用性,是理论与实践相结合的学科。

5. 通用性

工程图样作为工程界的通用语言,具有跨地域、跨行业性,尽管语言、文字不同,但工程图的表达方法都是相通的。

6. 方法性

工程图学中处处蕴含着工程思维和形象思维的方法,可有效地培养学生的空间想象能力、分析能力、综合能力等。

二、工程图学教育的任务

为了满足新时期对人才培养的需要,工程图学教育任务如下。

1. 培养学生的工程素质

主要包括工程概念的形成、工程思想方法的建立、读图能力、绘图能力及工作作风的培养和训练。

2. 培养学生空间思维能力和空间想象能力

本课程的一个显著特点是以投影理论为方法,研究几何形体的构成及表达,其核心就是空间要素的平面化表现和平面要素的空间转化。通过这两种互相转化的训练,将学生固有的三维物态思维习惯提升到形象思维和抽象思维相融合的层次,从而使学生得到“见图思物”和“见物想图”的空间思维能力和空间想象能力的培养。

3. 培养学生图形表达能力

现代高级工程人才,不仅需要具有口头语言表达能力和书面表达能力,还需要具有图形表达能力。工程图样是工程界的通用技术语言,所有的创造发明、技术革新、设备改造,都需要用图样将设计构思表达出来。因此,图形表达能力也是工程人才必备的基本能力。

4. 培养学生的分析能力、综合能力、开拓创新意识

在绘图与读图的训练中,应随时注意将分析方法与综合方法相结合,使学生学会从整体到局部,复杂问题简单化处理的分析方法和由多个视图分析整体形状及结构从部分到整体的综合方法,从而提高学生的分析、综合能力。在对形体表达方案的多样性与唯一性、视图表达物体的正确性与确定性的分析训练中,逐步打破学生的思维定势,从而培养学生的开拓、创新意识。

5. 为后续课程学习打基础

本课程仅作为人才培养的一门工程基础课,为后续相关课程的学习打下基础。如需深入到某一专业领域,则需补充相关的专业知识和专业规范,从而构成对专业图样的阅读和表达能力。只有使学生具备扎实的基础,才能让其需要在需要时进行知识对接,才能很快地进行知识及能力的扩展。这就要求本课程的教学必须重点突出。

6. 培养学生手工绘图及计算机绘图能力

绘制工程图样是工程设计的一个重要环节,熟练运用绘图工具及计算机,绘出符合国家标准和工程规范要求的工程图样,这是工程技术人员动手能力的体现。

7. 拓宽学生的知识面、使学生形成合理的知识结构

大学生是祖国的栋梁,他们中的一部分将走上管理及领导岗位。图形表达及分析的思维方法可直接应用于企业管理及工作方法之中,使管理程序化、工作条理化,从而提高管理水平及工作效率。

三、本课程的教学目的

1. 学会运用投影法对工程形体进行观察和分析。
2. 学习工程形体的构成及表达方法。
3. 学习工程图样的基本规范及阅读方法。
4. 进行工程图样的绘制和阅读的基本训练。
5. 培养形象思维、空间思维能力和开拓、创新精神。
6. 培养严谨求实、认真负责的工程素养。

四、学习方法建议

1. 以“图”为中心，随时围绕“图”进行学习和练习。
2. 注意抽象概念的形象化，随时进行“物体”与“图形”的相互转化训练，以利于提高空间思维能力和空间想象能力。
3. 学与练相结合，必须保质保量地完成相应的习题，才能使所学知识得以巩固，本课程的练习是教学中实践环节的重要体现，它是教学内容的重要组成部分。
4. 课前适当预习对学好本课程十分必要，它可提高听课效率。在听课时应积极主动地思考，听课后应及时进行练习，以加深对所学内容的理解，并巩固所学的内容。
5. 严格要求自己，随时注重培养严谨、认真、负责、细致等工作素养。
6. 随时运用所学的知识和方法，观察、分析所能见到的物体，并用于分析、解决实际问题，以实现理论知识向能力的转化。
7. 充分运用配套的多媒体辅助教材进行练习、检查和复习。

五、本教材配套的 CAI 课件内容介绍

1. 多媒体课件

开放式的多媒体课件包括本教材的电子挂图及模型动画，供教师进行多媒体教学时使用，也可供学生自学及课后复习时参考。教师可根据自己的教学习惯，随时方便地对课件进行修改、增删、重组，以达到最佳教学效果。该课件也适用于网络教学。

2. 电子习题集和解题指导

学生可在计算机上直接使用 CAXA 完成与教材配套的部分作业，习题集中适合于在计算机上进行作业的习题为开放式。与教材配套的习题集中全部习题的解答、解题步骤及主要立体的模型动画，选择题可直接在计算机上点选。此课件主要为学生课后作业提供适时的帮助、辅导，也可供教师进行课堂作业分析、讲解使用。

第一章 制图基本知识

绘制和阅读机械图样，必须熟悉并严格遵守技术制图与机械制图国家标准，正确使用绘图工具和仪器，掌握正确的绘图方法与步骤，具备徒手画草图的能力，还要树立耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

第一节 制图国家标准的基本规定

一、图纸幅面和格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面，表中符号见图 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 (单位: mm)

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

必要时，也允许按规定选用加长的幅面，其加长幅面的尺寸，可由《技术制图》国家标准 GB/T14689—1993 中根据需要查选。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为无装订边和有装订边两种，如图 1-1 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。要装订的图样，采用图 1-1b 格式，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

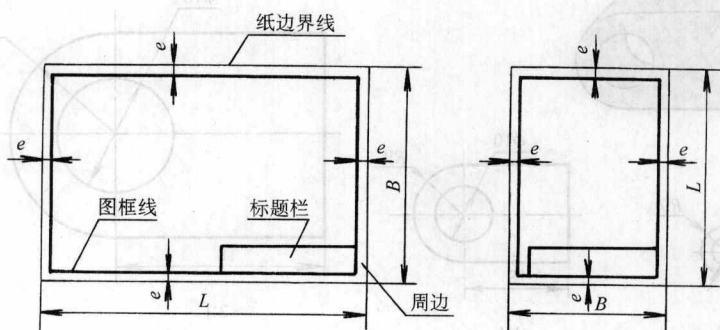
3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸（GB/T10609.1—1989）如图 1-2 所示。零件图、装配图可采用图示标题栏的格式，装配图还要按图示格式加画明细栏。标题栏位于图纸的右下角，其外框为粗实线，并且右边线和底边线与图框重合，标题栏中的文字方向为看图方向。

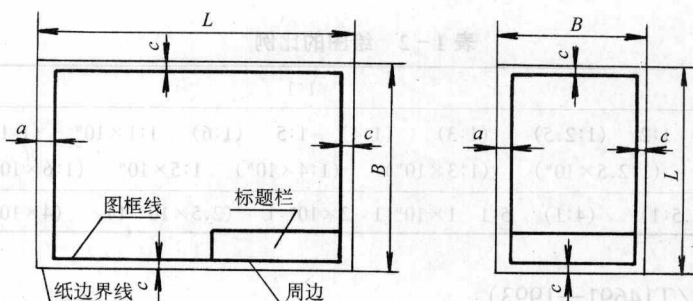
二、比例（GB/T14690—1993）

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比，如图 1-3 所示。

绘图时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例，一般应优先选用 1:1 的比例。必要时，也允许选取带括号的比例。比例一般应标注在标题栏的比例一栏内，必要时，可标注在视图名称的下方或右侧。不论采用缩小或放大的比例画图，图样中必须标注机件的实际尺寸。



a)



b)

图 1-1 图框格式

a) 无装订边的图框格式 b) 有装订边的图框格式

明细栏 (在画装配图时才使用)	180																			
	8	40				44	8	38				10	12	(20)						
标题栏	7																			
	14	序号	代 号				名 称				数量	材 料				单件重量	总计重量	备 注		
	10	10	16	16	12	16	(材料标记)				(单位名称)									
	标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	4×6.5(=26)				12	12	(图样名称)							
	设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	阶段标记				重量	比例	(图样代号)							
	审核						6.5				9									
	工艺			批准			共 张 第 张				⑨									
	12	12	16	12	12	16	50													

图 1-2 标题栏及明细栏

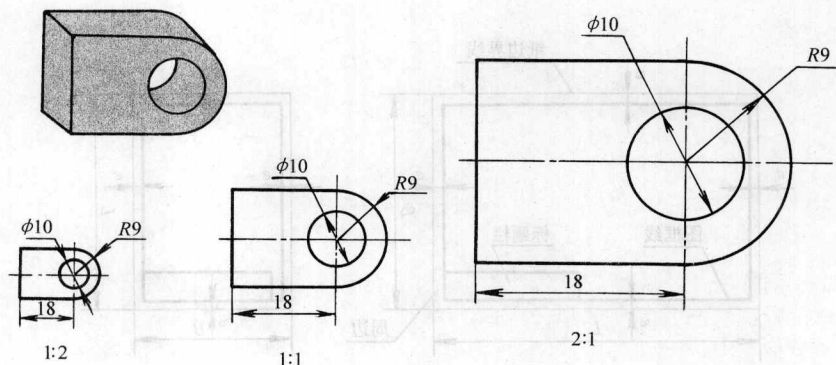


图 1-3 绘图比例概念

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)	$1:1 \times 10^n$	$(1:1.5 \times 10^n)$
	$1:2 \times 10^n$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	$(1:4 \times 10^n)$	$1:5 \times 10^n$	$(1:6 \times 10^n)$			
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。

三、字体 (GB/T14691—1993)

书写汉字、数字、字母必须做到: 字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数, 即字体的高度 (用 h 表示) 分为 8 种: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20, 单位为 mm。字体的宽度一般为 $2h/3$, 各种字体的示例如下。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体, 采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是横平竖直, 注意起落, 结构均匀, 填满方格, 如图 1-4 所示。图样中一般汉字的高度不应小于 3.5 号。

10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖掘施工引水通风闸坝坝棉麻化纤

图 1-4 汉字字体示例

2. 数字和字母

数字和字母分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一张图样上, 只允许采用一种形式的字体。数字和字母有两种: 直体

和斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准成 75° 。用作指数、分数、极限偏差等的数字及字母，一般采用小一号字体。综上所述，字体示例如图 1-5、图 1-6、图 1-7、图 1-8、图 1-9 所示（示例均为斜体）。

0123456789

图 1-5 阿拉伯数字示例

IIIIIIIVVVVVVVIIIIIIIXX

图 1-6 罗马数字示例

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

图 1-7 拉丁字母示例

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu$

$\xi \theta \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$

图 1-8 希腊字母示例

10JS5(± 0.003) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1}$

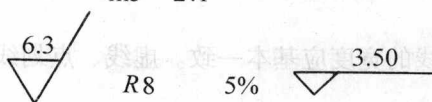


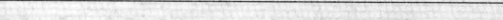
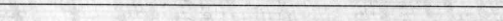
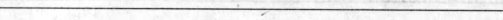
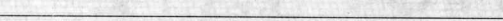
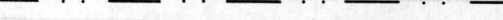
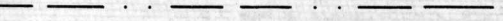
图 1-9 综合应用示例

四、图线

1. 图线的型式

(1) GB/T17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型。如表 1-3 所示。

表 1-3 技术制图规定的基本线型

代码 No	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

本标准中规定了三种图线宽度，其比率为：粗线：中粗线：细线 = 4:2:1。

在同一图样中，同类图线的宽度应一致。在机械制图国家标准中，目前采用两种宽度的图线，其比率为粗线：细线 = 3:1。建筑制图标准选用三种图线，其比率为粗线：中粗线：细线 = 4:2:1。图线宽度的推荐系列尺寸为 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。由于图样复制中存在的困难，线宽小于 0.18mm 尽量避免采用，粗线和中粗线的线宽应视图样大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选取。

(2)《机械制图》国家标准 GB/T 4457.4—1984 中的图线线型规定。目前，在机械图样中仍采用此标准规定的 8 种线型，如表 1-4 所示。图线的应用示例如图 1-10 所示。

2. 图线的画法要点

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔大致相等。

(2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

表 1-4 GB/T 4457.4—1984 规定的线型

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 $b/3$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线, 轨迹线
粗点划线		b	有特殊要求的表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线, 假想投影轮廓线, 中断线

(3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点。当绘制点划线和双点划线有困难时, 可用细实线代替。

(4) 对称图形的对称中心线一般应超出图形外 3~5mm 左右。超出量在整幅图中应基本一致。

(5) 虚线、点画线与其他图线相交时, 应在线段处相交, 而不应在间隙处相交。

以上几点如图 1-11 所示, 图中 A 处应留空, B 处应相交。

五、尺寸标注 (GB/T 4458.4—1984)

图样上标注尺寸时, 必须严格按照制图标准的有关尺寸注法的规定进行。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以毫米为单位, 不需标注计量单位

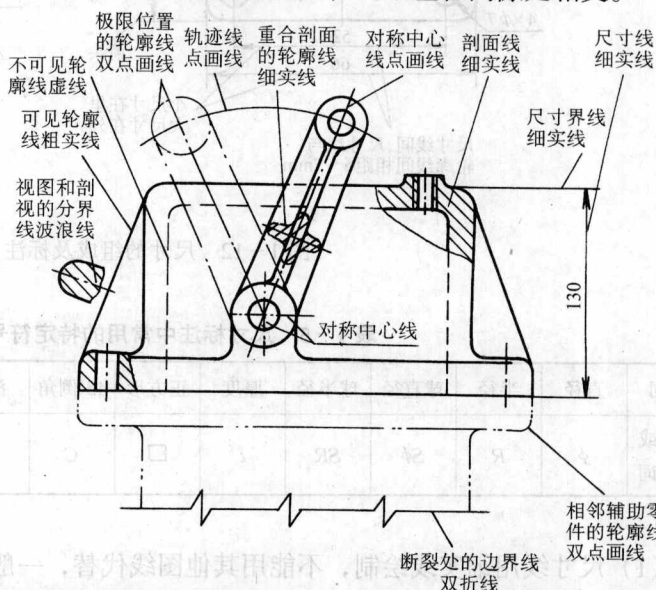


图 1-10 图线的应用