

普通高等院校“十一五”规划教材  
普通高等院校机械类精品教材



顾问 杨叔子 李培根

# 工程制图

GONGCHENG ZHITU

鲁屏宇 田福润 主 编  
方沛伦 主 审

华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

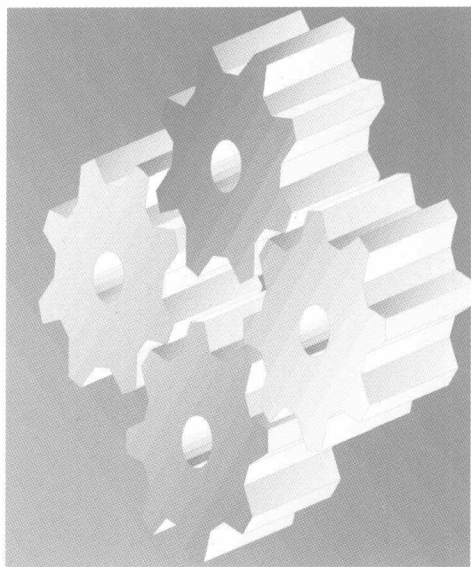




普通高等院校“十一五”规划教材  
普通高等院校机械类精品教材

顾 问 杨叔子 李培根

# 工程制图



主 编 鲁屏宇 田福润  
副主编 郑悦明 赵雪松 任柏林  
参 编 申凤君 程 方 田 峰 邵振国  
主 审 方沛伦

华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/鲁屏宇 田福润 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年9月  
ISBN 978-7-5609-4522-4

I. 工 II. ①鲁… ②田… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 096500 号

工程制图

鲁屏宇 田福润 主编

策划编辑:刘 锦

责任编辑:刘 勤

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:周治超

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)87557437

录 排:武汉正风图文照排中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:21.75 插页:2

字数:537 000

版次:2008年9月第1版

印次:2008年9月第1次印刷

定价:36.00元

ISBN 978-7-5609-4522-4/TB·103

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

# 普通高等院校“十一五”规划教材

## 普通高等院校机械类精品教材

### 编审委员会

顾 问：杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编：吴昌林 华中科技大学

委 员：（按姓氏拼音顺序排列）

崔洪斌 河北科技大学

冯 浩 景德镇陶瓷学院

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李 军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 黄石理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉科技学院

孟 逵 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

闫占辉 长春工程学院

杨振中 华北水利水电学院

尹明富 天津工业大学

张 华 南昌大学

张建钢 武汉科技学院

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程科技学院

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技学院

## 内 容 简 介

本书是面向应用型大学近机类及非机类“工程制图”课程的立体化精品规划教材,围绕培养 21 世纪高级工程技术应用型人才,注重新世纪的“知识、技能、方法、能力、素质”型的综合培养模式而编写的。

本书内容符合教育部制定的高等工业学校《画法几何及工程制图、计算机绘图课程教学基本要求》。全书共分画法几何、制图基础、机械图、其他专业图、计算机绘图五部分。其主要特点为:精简画法几何;加强组合体与视图表达;强化手工绘图和计算机绘图;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;以机械制图为重点,同时介绍化工制图和电气制图等专业制图知识,较全面地概括工程制图的内容。

本书配有《工程制图习题集》(赵雪松、鲁屏宇主编),由华中科技大学出版社同时出版,可供读者选用。

本书可供高等工业学校有关专业学生使用,也可供高职、高专、电大、职大、函授大学、夜大相近专业学生使用,还可供工程技术人员参考。

# 序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循、有规可依、有鉴可借、有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做到彼此呼应、相互配套，就行，此即教材要精、课程要精，能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家，联合了全国几十个应用型机械专业，在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下，保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向，交流了各校的教改经验与教材建设计划，确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的，教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而

更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设,特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士  
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

# 前 言

本书是普通高等院校“十一五”规划教材,是根据教育部制定的高等工业学校《画法几何及工程制图、计算机绘图课程教学基本要求》和最新颁布的有关国家标准,结合工科近机及非机类专业工程制图课程学时少、内容多的特点,在充分调研的基础上,汲取许多院校教改和教材建设的成功经验编写而成的。

本书以培养学生创新能力和综合素质为出发点,摆脱了过去工程图学教育“知识、技能”型培养模式的影响,融入了新世纪的“知识、技能、方法、能力、素质”型的综合培养模式的理念。

教材具有以下特点。

1. 精简画法几何。按照近机类制图的要求精简画法几何,非机类制图可从中取舍。基础理论以够用为度,突出工程实践应用、重视素质教育。

2. 加强组合体与视图表达。组合体与视图表达仍然是本门课程的教学重点。在此基础上,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,以利于学生掌握读图与视图表达的方法,提高读图与视图表达的能力。

3. 强化手工绘图和计算机绘图。尺规绘图、手工绘图与计算机绘图是制图的基本技能。手工绘图和尺规绘图体现在各章节的作业之中,计算机绘图专设一章,便于较系统地介绍计算机绘图的基本命令,以利于学生用现代设计方法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,有利于国际间的技术交流。

6. 充实零件图与装配图,有利于理论紧密结合生产实际,反映最新设计产品。

7. 以机械制图为重点,同时介绍化工制图和电气制图等其他专业制图,较全面地概括了工程制图的内容,拓宽了本书的知识面,适合不同专业选用。

本书建议学时为48~98,目录中“\*”部分为选择内容,各校可根据实际情况安排教学,根据专业、学时适当删减。可与赵雪松、鲁屏宇主编的《工程制图习题集》华中科技大学出版社出版配套使用。

参加本书编写的有:江南大学鲁屏宇、邵振国,长春工程学院田福润,西南石油大学郑悦明,安徽工程科技学院赵雪松,湖北汽车工业学院任柏林,成都理工大学申凤君,华北水利水电学院程方,河南科技学院田峰。本书由鲁屏宇、田福润任主编,郑悦明、赵雪松、任柏林任副主编,由鲁屏宇统稿并定稿。由中国图学学会图学教育专业委员会委员方沛伦教授主审,他对教材提出了若干建设性的修改意见。

本书在编写的过程中,得到了多所高校的有关领导和同仁以及江南大学制图教研室老师们的关心和支持,另外,本书参考了部分同类教材习题集等(见书后的“参考文献”)。在此表示真诚的感谢。

由于编者水平有限,书中错误在所难免,敬请各位专家、学者不吝赐教,欢迎读者批评指正。

编 者

2008年6月

# 目 录

绪论	(1)
第 1 章 制图的基本知识和技能	(2)
1.1 制图国家标准的基本规定	(2)
1.2 绘图基本技能	(11)
1.3 几何作图	(15)
1.4 平面图形分析及绘图步骤	(17)
第 2 章 点、直线和平面的投影	(20)
2.1 投影法的基本知识	(20)
2.2 点的投影	(21)
2.3 直线的投影	(25)
2.4 平面的投影	(35)
2.5 直线与平面及两平面相对位置	(41)
* 第 3 章 投影变换	(49)
3.1 换面法	(49)
3.2 换面法应用举例	(56)
第 4 章 立体的投影	(60)
4.1 立体及其表面的点和线	(60)
4.2 平面与立体相交	(67)
4.3 两回转体表面相交	(76)
第 5 章 轴测投影	(84)
5.1 概述	(84)
5.2 正等轴测图	(85)
5.3 斜二等轴测图	(92)
5.4 徒手绘制轴测图的方法	(94)
5.5 轴测图的尺寸标注	(97)
第 6 章 组合体	(98)
6.1 组合体的视图	(98)
6.2 组合体的构成形式分析	(99)
6.3 组合体三视图的画法	(101)
6.4 组合体的尺寸标注	(104)
6.5 看组合体视图	(110)
第 7 章 机件的表达方法	(120)
7.1 视图	(120)
7.2 剖视图	(123)
7.3 断面图	(132)

7.4	局部放大图和其他表达方法	(134)
7.5	综合举例	(137)
7.6	第三角投影法简介	(139)
<b>第8章</b>	<b>标准件和常用件</b>	(143)
8.1	螺纹及螺纹紧固件	(143)
8.2	键连接和销连接	(153)
8.3	齿轮	(155)
8.4	滚动轴承	(160)
8.5	弹簧	(163)
<b>第9章</b>	<b>零件图</b>	(166)
9.1	零件图的作用和内容	(166)
9.2	零件图的表达及尺寸标注	(167)
9.3	零件图的技术要求简介	(174)
9.4	零件的常见工艺结构	(187)
9.5	画零件图	(190)
9.6	看零件图	(192)
<b>第10章</b>	<b>装配图</b>	(195)
10.1	装配图的作用和内容	(195)
10.2	装配图的表达方法	(195)
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求	(198)
10.4	装配图的零、部件序号和明细栏	(199)
10.5	装配结构的合理性简介	(201)
10.6	装配图的画法	(202)
10.7	看装配图及由装配图拆画零件图	(206)
<b>* 第11章</b>	<b>表面展开图</b>	(215)
11.1	平面立体表面的展开	(215)
11.2	可展曲面的展开	(217)
11.3	不可展曲面的近似展开	(221)
11.4	应用举例	(221)
<b>* 第12章</b>	<b>电气制图简介</b>	(223)
12.1	电气制图的有关国家标准	(223)
12.2	几种常用的电气图	(230)
<b>* 第13章</b>	<b>化工制图</b>	(237)
13.1	化工设备图	(237)
13.2	化工工艺图	(253)
<b>第14章</b>	<b>计算机绘图简介</b>	(269)
14.1	AutoCAD 2007 基础知识	(269)
14.2	常用绘图命令及辅助绘图	(275)
14.3	构造选择集与常用编辑命令	(280)
14.4	文字输入与图案填充	(286)

14.5 尺寸标注.....	(289)
14.6 绘制零件图举例.....	(293)
附录.....	(296)
附录 A 国外制图标准简介.....	(296)
附录 B 常用的机械加工一般规范和零件结构要素.....	(300)
附录 C 极限与配合.....	(303)
附录 D 螺纹.....	(313)
附录 E 常用标准件.....	(318)
附录 F 金属材料与热处理.....	(332)
参考文献.....	(337)

### 1. 本课程的研究对象、性质与任务

工程制图是研究工程图样的绘制、表达和阅读的一门技术基础课。工程图样是按一定的投影方法和技术规定绘制的用于产品设计制造或工程施工等用途的图样,如机械图、建筑图、化工图、电气图等。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,否则就无法从事工程技术工作。

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) 培养空间思维能力、形体表达能力;
- (3) 培养绘制和阅读机械图、化工图和电气图的基本能力;
- (4) 培养徒手绘图和尺规绘图的能力,培养计算机绘图的初级技能;
- (5) 培养查阅有关制图国家标准和设计资料的能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

### 2. 本课程的学习方法

本课程包括画法几何、制图基础、机械图、其他专业图和计算机绘图五部分内容,它既有系统的理论(如画法几何),又有较强的实践性(如机械图)和技术性(如制图基础、计算机绘图),各部分又各有特点,学习方法不尽相同。

(1) 学习画法几何时,应掌握基本概念、基本规律和基本作图。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) 学习制图基础和机械图时,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。自觉遵守有关制图国家标准,查阅和使用有关手册和标准。

(3) 学习专业图时,应结合专业知识,着重解决专业图的规范绘制问题。

(4) 学习计算机绘图时,应掌握 AutoCAD 绘图软件常用操作方式、常用绘图命令和常用绘图方法。通过多上机、勤实践,掌握绘图软件的常用命令。

(5) 做作业时,能分析比较徒手绘图、尺规绘图、计算机绘图三种绘图方法的特点和要领,全面了解三种绘图方法的适用范围、绘图步骤,培养绘图综合能力。

由于工程图样在工程建设中起着技术指导性的作用,绘图和读图的差错不仅会带来经济损失,还可能承担法律责任。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。

学习本课程可初步培养学生的绘图和读图能力,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 1 章 制图的基本知识和技能

工程图样作为工程界的共同语言,是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料,是技术交流的重要工具。为便于绘制、阅读、管理和交流,必须对图样的画法、尺寸标注等方面作出统一规定,这个规定就是制图标准。工程技术人员必须熟悉并遵守有关制图标准,才能保证绘图及读图的顺利进行。

在我国由国家职能部门制定、颁布的标准,是国家标准,简称“国标”,代号“GB”,如《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)、《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)等。其中,代号“GB/T”为推荐性国标,代号后面的第一组数字表示标准的编号,第二组数字表示标准发布的年份。

本章摘要介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注的基本规定,介绍常见的绘图方式和几何作图方法。

## 1.1 制图国家标准的基本规定

### 1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏

#### 1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

表 1-1 为图纸基本幅面和图框的尺寸。绘图时应优先采用基本幅面,必要时,图纸幅面可按 GB/T 14689—1993 规定加长加宽。图框格式分留装订边和不留装订边两种,同一产品的图样只能采用一种格式。图 1-1 所示为不留装订边图纸的图框格式和尺寸代号,图 1-2 所示为留有装订边图纸的图框格式和尺寸代号,其中图 1-1(a)、图 1-2(a)为横放格式,图 1-1(b)、图 1-2(b)为竖放格式。

表 1-1 图纸幅面和图框尺寸

(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
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

#### 2. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

标题栏的位置一般在图框的右下角,如图 1-1、图 1-2 所示,标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式、内容和尺寸在 GB/T 10609.1—1989 中已作规定,如图 1-3(a)所示。本课程作业中的标题栏采用简化格式,如图 1-3(b)所示,其中图样名称用 10 号字书写,校名、图样代号用 7 号字书写,其余用 5 号字书写。

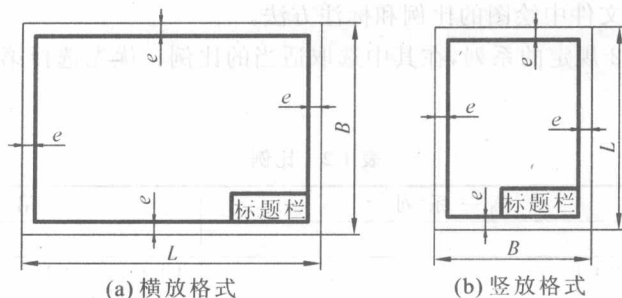


图 1-1 不留装订边的图框格式

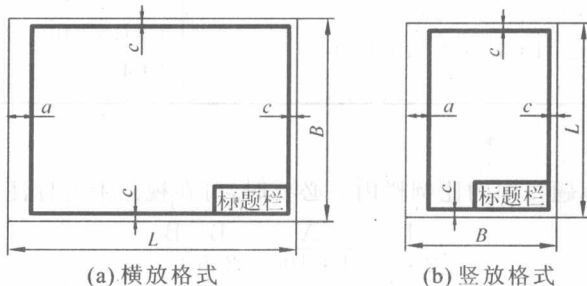
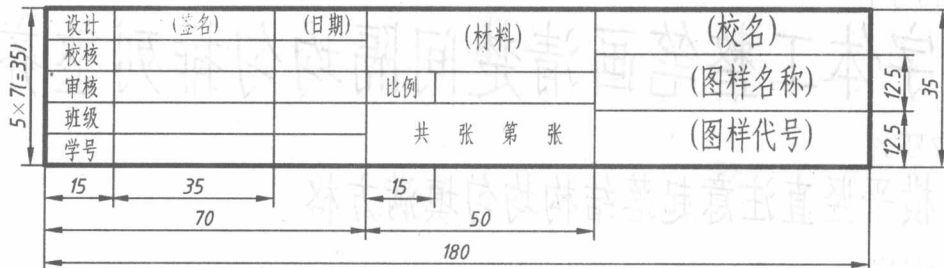


图 1-2 留有装订边的图框格式



(a) 标准标题栏



(b) 简化标题栏

图 1-3 标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。GB/T 14690—1993 中规定了适

用于技术图样和技术文件中绘图的比例和标注方法。

绘图时应按表 1-2 规定的系列,在其中选取适当的比例。优先选择第一系列,必要时也允许选取第二系列。

表 1-2 比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1 2:1 5×10 <sup>n</sup> :1 2×10 <sup>n</sup> :1 1×10 <sup>n</sup> :1	4:1 2.5:1 4×10 <sup>n</sup> :1 2.5×10 <sup>n</sup> :1
缩小比例	1:2 1:5 1:2×10 <sup>n</sup> 1:5×10 <sup>n</sup> 1:1×10 <sup>n</sup>	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 <sup>n</sup> 1:2.5×10 <sup>n</sup> 1:3×10 <sup>n</sup> 1:4×10 <sup>n</sup> 1:6×10 <sup>n</sup>

注:n 为正整数。

比例一般标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图上方标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1}$$

### 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

GB/T 14691—1993 中规定了图样中字体(汉字、字母和数字)的结构形式及基本尺寸。国标规定,书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体号数即字体高度  $h$ ,其公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20,若需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字,并采用我国正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,字宽一般为  $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

长仿宋体字的特点是笔画坚挺、粗细均匀、起落带锋、整齐秀丽。图 1-4 所示为长仿宋体字例。

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航空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填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图 1-4 长仿宋体字字例

字母和数字分为 A 型和 B 型两类, A 型字体的笔画宽度  $d=h/14$ , B 型字体的笔画宽度  $d=h/10$ 。在同一张图样中只允许选用同一种类型的字体。

字母和数字可以写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。与汉字写在一起时, 宜写成直体。书写的数字和字母不应小于 3.5 号。字母和数字的书写字例如图 1-5 所示。

ABCDEF GHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

(a) 大写拉丁字母 (斜体、直体)

abcdefghijklmn opqrstuvwxyz

(b) 小写拉丁字母 (斜体、直体)

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

(c) 阿拉伯数字 (斜体、直体)

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

(d) 罗马数字 (斜体、直体)

$\alpha \beta \gamma \theta \lambda \mu \pi \rho \phi \omega$   $\alpha \beta \gamma \theta \lambda \mu \pi \rho \phi \omega$

(e) 小写希腊字母 (斜体、直体)





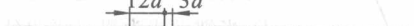



图 1-5 字母和数字字例

### 1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

#### 1. 线型

GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型及其变形, 供工程各专业选用。表 1-3 所示为机械制图中经常使用的图线, 图 1-6 所示为图线的一般应用示例。

表 1-3 机械制图常用图线

名称	线型	线宽	一般用途
粗实线		$d$	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线等
细双折线			断裂处的边界线
细波浪线			断裂处的边界线
细虚线			不可见轮廓线
细点画线		$d$	轴线、中心线、对称线等
细双点画线			假想轮廓线、极限位置轮廓线等
粗点画线			有特殊要求的线或表面的表示线

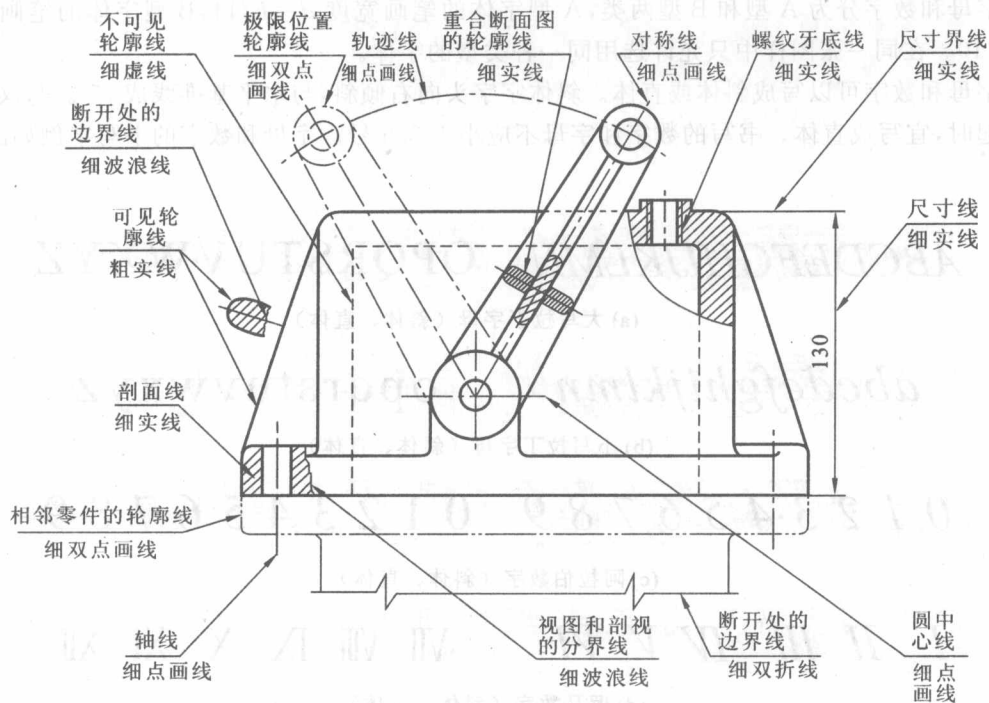


图 1-6 图线应用示例

## 2. 线宽

机械图样的图线宽度分粗线和细线两种,其线宽比率为 2 : 1(土建图需要用到粗线、中粗线、细线三种线宽,其比率为 4 : 2 : 1)。粗线宽度  $d$  应按图样的类型及大小在下列数系中选择,该数系的公比为  $1 : \sqrt{2} (\approx 1 : 1.4)$ ;

0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2。

此外,制图标准对构成不连续性线条的各线素(点、短间隔、短画等)的长度也有规定,如表 1-3 所示。

## 3. 图线的画法

画图线时应注意以下几点(见图 1-7)。

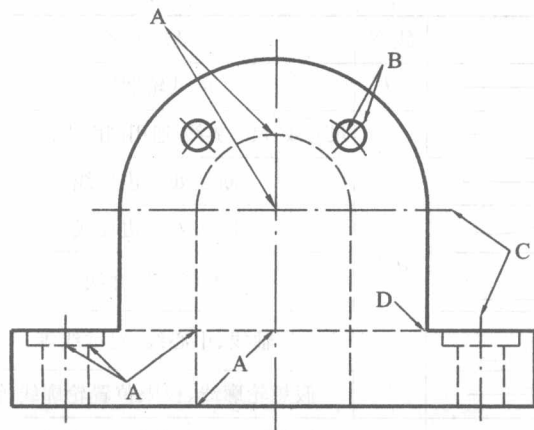


图 1-7 图线的交接

### 说 明

- A: 图线相交时,要交于画线处。
- B: 细点画线较短时,可用细实线代替。
- C: 轴线、中心线应超出轮廓线 2~5 mm。
- D: 当细虚线为粗实线的延长线时,细虚线与粗实线的连接处应留有空隙。