

普通高等教育机电类规划教材

# 设计图学

主编 段齐骏

参编 李亚军 宗士增

李桂红 姜 斌

主审 钱伯仁

机械工业出版社

“设计图学”课程在原有工程制图规范化制图方法教学的基础上，注重两个基础训练，即空间思维、构思能力的训练与形象思维表达能力的训练，为学生后继的产品设计奠定理论基础。书中计算机辅助设计软件的基础知识的介绍，并不拘泥于某些具体的一招一式的使用操作，而着眼于软件版本的升级换代，强调软件使用的基本原理，为学生建立起发展的、前瞻型的设计学习思路。

全书共分十章。第一、二章为绪论与工程图样绘制的基本方法与国家标准介绍；第三、四、九章介绍投影原理、几何要素投影特性、形体三视图、机件表达方法、构型基本方法、造型语意及 AutoCAD 软件的基本功能及使用方法；第五、七、八章就形体特征的表达，介绍了轴测投影图、阴影与透视图等表达的基本理论；第六章为展开图与包装展开；第十章介绍零件图与装配图的画法及产品设计中常见的工艺结构；附录分为两部分，一为计算机辅助设计方法及应用软件的介绍，另一部分是产品设计中涉及到的国家标准。另外，全书还附有部分彩页，用于介绍一些优良产品的设计示例和 Pro E 软件的基本功能。全书的基本特点是充分利用图例，加大教材本身所蕴涵的信息量，充分发挥教材的基本作用。

与本书同时出版有配套教材《设计图学习题集》，该习题集配有习题解答。授课老师可免费索取，联系方式见“信息反馈表”。

本书是高校工业设计、艺术设计等设计艺术类专业教材，也可以作为高职相关专业的教材，同时供广大工业设计专业的设计人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

设计图学 段齐骏主编. —北京: 机械工业出版社, 2003.6

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 7-111-11934-7

. 设 ... . 段 ... . 工程制图 - 高等学校 - 教材 . TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 024377 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: 邓海平 版式设计: 张世琴 责任校对: 李秋荣

责任编辑: 邓海平

封面设计: 曾山 胡天璇 责任印制: 路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm<sup>1</sup><sub>16</sub> · 11.25 印张 · 3 插页 · 279 千字

定价: 19.50 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

# 序

设计图学是产品设计课群中与产品工程实践紧密结合的一门基础课程。设计图学教材突出了学生几个方面的能力训练：(1) 空间思维、构思能力的训练。产品设计专业对空间构型能力的要求较高，需要行之有效的构型训练方法，激发学生空间思维的兴趣，达到预定的效果。(2) 形象思维表达能力的学习训练。产品的形象，最终需要以简洁、生动的图形语言进行表达，图形语言的理论基础来源于设计图学。学生通过系统学习阴影、透视等基本理论，可以获得正确表达产品形象的基本知识和基本技能。(3) 工程图样是产品投入生产加工所必需的技术文件，学生通过设计图学所提供的系统规范的绘图知识的学习与训练，可以使产品的最终设计直接与生产相联系。(4) 计算机辅助设计是产品设计先进的设计手段，而设计软件建筑在图形语言基础之上，设计图学课程率先给学生熟悉、使用计算机图形软件提供机会，也为后继的计算机辅助设计提供理论基础。

南京理工大学设计艺术系培养产品设计本科专业学生迄今已近十年，形成了自己的办学理念与办学思路，课程建设突出以产品设计为主干课程，相关课程（包括基础理论课与技术基础课）以产品设计为目的，形成覆盖整个专业的课程网络——产品设计课群建设。这种注重课程之间相互联系、注重知识体系完整性的课程建设思路，在这几年的教学实践中，获得了丰厚回报。学生的毕业设计与企业合作，产品设计成果被海尔集团、春兰集团等多家企业采用。2002年“毕业设计的真正价值在于走向社会”获江苏省优秀教学成果奖。

值此《设计图学》出版之际，谨向本书全体作者表示衷心祝贺，感谢他们的辛勤耕耘为工业设计专业的发展注入了新的活力。

徐建成  
于江苏南京

# 前 言

工业设计专业，据其形成发展历史和考虑其研究内容、研究方法，无论在国内还是在国外，都是一个崭新的边缘的学科。因此，在该专业的教育教学实践过程中，教育方针制定、课程体系设置、教学方法研究、教学内容更新调整，一直是形成针对该专业规范化、规模化教育的主要工作。南京理工大学设计艺术系在十年的办学历程中已基本形成了自己的办学理念与办学思路。以产品设计作为主干的课群办学方针，对“设计图学”课程教学具有指导意义。“设计图学”课程在原有工程制图规范化制图方法教学的基础上，注重两个基础训练，即空间思维、构思能力的训练与形象思维表达能力的训练，为学生后继的产品设计奠定理论基础。而计算机辅助设计软件的大量基础知识的介绍，并不拘泥于某些具体的一招一式的使用操作，而着眼于软件版本的升级换代，强调软件使用的基本原理，为学生建立起发展的、前瞻型的设计学习思路。

《设计图学》共分十章。第一、二章为绪论与工程图样绘制的基本方法与国家标准介绍；第三、四、九章介绍投影原理、几何要素投影特性、形体三面视图、机件表达方法、构型基本方法、造型语意及 AutoCAD 软件的基本功能及使用方法；第五、七、八章就形体特征的表达，介绍了轴测投影图、阴影与透视图等表达的基本理论；第六章为展开图与包装展开；第十章介绍零件图与装配图的画法及产品设计中常见的工艺结构；附录分为两部分，一为计算机辅助设计方法及应用软件的介绍，另一部分是产品设计中涉及到的国家标准。另外，全书还附有部分彩页，用于介绍一些优良产品的设计示例和 Pro E 软件的基本功能。全书的基本特点是充分利用图例，加大教材本身所蕴涵的信息量，充分发挥教材的基本作用。

参与编撰的老师有段齐骏（第一、四、六、九章及附录 B）、李亚军（第八章）、宗士增（第三、五、七章）、李桂红（第二、十章）、姜斌（第三、四章造型语意与产品造型概述部分、附录 A）。

本书由资深专家钱伯仁老师担任主审，他为教材的最后完成提供了许多宝贵意见。在本书的编写过程中，得到了杨敢新、张锡两位老师的指导与帮助。另外，青岛浩汉设计有限公司也为我们提供了大量优良设计产品的图片，给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

与本书同时出版的配套教材《设计图学习题集》，该习题集有习题解答。授课老师可免费索取，联系方式见“信息反馈表”。

由于作者水平有限，书中缺点与错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者  
于江苏南京

# 目 录

序	
前言	
第一章 绪论	1
一、设计图学的研究对象	1
二、设计图学与产品设计的关系	1
三、设计图学的内容	1
四、设计图学的学习要求	1
五、设计图学的学习方法	2
第二章 制图的基本知识	3
第一节 图样中的一些基本规定	3
一、图纸幅面与标题栏	3
二、字体	4
三、图线	4
四、比例	7
五、尺寸标注	7
第二节 平面图形的尺寸分析与作图规范	11
一、平面图形的尺寸分析	11
二、平面图形的绘制	13
思考题	13
第三章 几何元素的投影及造型语意	14
第一节 投影法概述	14
一、中心投影法	14
二、平行投影法	14
第二节 几何元素的投影	14
一、点的投影	15
二、直线的投影	16
三、曲线的投影	19
四、平面的投影	20
五、曲面的投影	22
第三节 几何元素间的相对位置	23
一、从属问题	23
二、两直线的相对位置	24
三、直线与平面及两平面的相对位置	27
第四节 投影变换的基本方法	32
一、概述	32
二、换面法	33
第五节 几何元素的计算机生成方法	37
一、几何元素的计算机生成原理	37
二、绘图软件绘制几何元素	38
第六节 结构要素的概念及其造型语意	39
一、点的概念与造型语意	39
二、线的概念与造型语意	40
三、面的概念与造型语意	40
第七节 构成形式美的基本原理	41
一、统一与变化	41
二、对称与平衡	41
三、节奏与韵律	42
四、形的感觉误差及矫正	42
思考题	43
第四章 立体投影与立体构型	45
第一节 三视图的形成及其特性	45
一、三视图的形成	45
二、三视图的特性	45
第二节 基本体	46
第三节 平面与立体相交	47
一、平面与平面立体相交	47
二、平面与曲面立体相交	48
第四节 立体与立体相交	51
一、表面取点法求正交两圆柱的相贯线	51
二、辅助平面法	53
三、复合相贯	53
第五节 组合体	54
一、组合体的构成方式	54
二、组合体的三视图	54
三、组合体的尺寸标注	58
第六节 立体构型	59
一、立体构型设计的基本方法	59
二、构型训练的基本方法	60
第七节 计算机三维立体构型的基本方法	63
一、创建拉伸或旋转实体	63
二、布尔运算创建复合实体	64

三、三维模型的编辑与修改 .....	64	第三节 立体的直角投影阴影 .....	92
第八节 产品造型设计概述 .....	65	一、平面立体的阴影 .....	92
一、产品造型设计的基本要求 .....	65	二、曲面立体的阴影 .....	93
二、产品造型设计中与图学相关的基本要素 .....	66	第四节 轴测投影阴影 .....	95
三、产品造型设计与相关技术科学、人文科学的关系 .....	66	一、点的轴测投影落影 .....	95
四、形态的要素——产品造型的主体 .....	67	二、平面立体的轴测投影阴影 .....	95
五、产品设计与开发过程中设计图学的运用 .....	68	三、曲面立体的轴测投影阴影 .....	96
思考题 .....	70	思考题 .....	98
第五章 轴测投影图 .....	71	第八章 透视图 .....	99
第一节 轴测图的基本概念 .....	71	第一节 透视图概述 .....	99
一、轴测图的形成 .....	71	一、透视图的基本概念 .....	99
二、轴测图的分类 .....	71	二、透视的基本原理 .....	100
第二节 正等轴测图的画法 .....	72	第二节 点与直线的透视 .....	101
一、轴间角和轴向伸缩系数 .....	72	一、点的透视 .....	101
二、平面立体的正等测图 .....	72	二、直线的透视 .....	102
三、回转体的正等测图 .....	74	三、透视图的分类 .....	108
四、组合体正等测图的画法 .....	77	第三节 平面图形的透视图 .....	109
第三节 斜二测图的画法 .....	77	一、基本概念 .....	109
一、轴间角和轴向伸缩系数 .....	77	二、直边形的透视图 .....	110
二、斜二测图的画法 .....	77	三、曲边形的透视图 .....	112
思考题 .....	78	第四节 形体的透视图 .....	113
第六章 立体表面展开与包装展开 .....	79	一、影响形体透视形象的因素 .....	113
第一节 立体表面展开 .....	79	二、作图举例 .....	115
一、平面立体的表面展开 .....	79	第五节 透视图简易作图法 .....	117
二、可展曲面的展开 .....	80	一、概述 .....	117
三、不可展曲面的近似展开法 .....	80	二、基本方法 .....	117
四、变形接头的展开 .....	80	三、作图举例 .....	119
第二节 包装展开图 .....	82	第六节 透视阴影 .....	120
思考题 .....	84	一、平行光线下的透视阴影 .....	121
第七章 阴影 .....	85	二、相交光线下的透视阴影 .....	121
第一节 阴影的基本概念 .....	85	思考题 .....	122
一、阴影的定义 .....	85	第九章 工程图样的表达方法 .....	123
二、光线方向 .....	85	第一节 视图 .....	123
第二节 几何元素的落影 .....	86	一、基本视图与向视图 .....	123
一、点的落影 .....	86	二、局部视图与斜视图 .....	124
二、线的落影 .....	87	第二节 剖视图 .....	125
三、直线的落影规律 .....	87	一、剖视图的概念与画法规定 .....	125
四、平面直边形的落影 .....	89	二、剖视图的分类 .....	126
五、平面曲边形的落影 .....	90	三、剖视图的剖切方法 .....	126
		第三节 断面图 .....	127
		思考题 .....	128
		第十章 装配图和零件图 .....	129

第一节 装配图、零件图的作用和关系 ...	129	第六节 螺纹联接件的规定画法 .....	145
第二节 装配图、零件图的基本内容 .....	129	第七节 装配图的尺寸标注与零、部件序号 及明细栏 .....	148
一、装配图的内容 .....	129	一、尺寸标注 .....	148
二、零件图的内容 .....	132	二、零、部件序号 .....	148
第三节 产品设计中典型零件的视图与 尺寸 .....	132	三、明细栏 .....	149
一、冲压类零件 .....	132	第八节 产品设计中常见的零件和装配结 构 .....	149
二、注塑与镶嵌类零件 .....	135	一、锁紧装置 .....	149
三、曲面零件 .....	135	二、注塑产品外观结构设计 .....	151
第四节 装配图的规定画法和特殊画法 ...	139	三、嵌件结构 .....	153
一、规定画法 .....	139	四、凸凹纹结构 .....	154
二、特殊画法 .....	139	思考题 .....	154
第五节 螺纹 .....	141	附录 .....	155
一、螺纹的基本要素 .....	141	附录 A 计算机辅助工业设计概论 .....	155
二、螺纹的结构 .....	141	附录 B 常用国家标准 .....	161
三、螺纹的规定画法 .....	142	参考文献 .....	171
四、常用螺纹的种类及标注 .....	144		

# 第一章 绪 论

## 一、设计图学的研究对象

设计图学是一门以画法几何与机械制图为基础，在研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题的同时，研究结构造型语言、结构造型方法及计算机辅助设计软件在工业设计，特别是产品设计中应用的技术基础学科。

## 二、设计图学与产品设计的关系

所谓产品，泛指人类生产制造的物质财富，是由一定物质材料以一定结构形式结合而成的、具有相应功能的客观实体，是人造物，不是自然生成的物质，也不是抽象的精神世界。因此，产品设计即是对产品的造型、结构和功能等方面所进行的综合性的设计，以便生产制造出符合人们需要的实用、经济、美观的产品。

产品的功能和造型是产品设计的两个关键要素。这两个要素在工程实际（设计、生产制造、销售等环节）中的具体体现，应是具像的、符合工程实际规范的。设计图学所研究的，正是提供规范设计语言的技术手段。因此，设计图学是产品设计领域的一门技术基础学科。

## 三、设计图学的内容

设计图学的内容可分为画法几何基础与结构造型方法、立体构型与表达、计算机辅助设计软件基础等三个部分。

(1) 画法几何基础与结构造型方法 主要研究投影法表达空间几何形体、图解空间几何问题的基本理论和方法，为用机械图样表达空间几何形体提供理论和基本图示方法，同时也对结构造型的语言与方法进行初步研究，为产品设计等后继课程奠定基础。

(2) 立体构型与表达 其内容包括用机械图样表达形体结构的基本思想与方法、阴影图与透视图等。一切机器、设备（或称产品），都是按照图样进行生产。所谓图样，就是根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图形集合。它是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的重要技术文件，常被人们比喻为“工程界的技术语言”。对于工业设计领域，特别是产品设计专业而言，阴影图与透视图是绘制产品设计效果图的基础，同样是用于技术交流的重要手段。因此，这部分的内容，是设计图学的主干，也是产品设计的基础。

(3) 计算机辅助设计基础 主要介绍计算机绘图与设计的基本知识，通过两种典型设计软件的功能与使用方法的简单介绍，可以使学生掌握计算机绘图软件的一般功能，并为后继课程关于计算机辅助设计提供理论基础。

## 四、设计图学的学习要求

1) 掌握投影法（包括正投影法和中心投影法），并能利用投影法在平面上表示空间几何形体，图解空间几何问题。

2) 培养绘制和阅读机械图样的能力。

3) 培养用计算机生成图形、立体，进行造型设计的初步能力。

4) 培养空间逻辑思维与形象思维的能力。

- 5) 培养分析问题和解决问题的能力。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 五、设计图学的学习方法

设计图学是一门既有系统理论，又比较注重实践的技术基础课。本课程三部分内容紧密联系，又各有特点。根据设计图学的学习要求及各部分内容的特点，这里简要介绍一下学习方法。

### 1. 画法几何部分

画法几何的基本特点是系统性强、逻辑性强、空间与平面联系紧密、实践要求高。因此，学习时必须注意：承前启后、循序渐进，在消化、理解前面内容的基础上，再学习后面的内容，不能“欠账”，只有熟练掌握前面介绍的各种基本作图方法，才能顺利解决后面遇到的各种综合性作图问题；要特别注意学习和掌握逻辑推理的分析方法，从而不断提高自己的逻辑思维能力、分析问题和解决问题的能力；经常分析空间几何要素相互之间的关系，注意空间几何要素与平面图形间的对应联系；大量实践，只有通过实际解题和作图，才能深刻理解、真正掌握画法几何与投影法的基本理论。

### 2. 立体构型与表达部分

立体构型与表达是设计图学的主干部分。学生通过这部分内容的学习，可以具备用机械图样表达立体结构，用透视图、阴影图描述立体结构效果的能力。因此，这部分内容具有以下基本特点：紧密结合工程实际；以画法几何为基础，将空间要素和平面图形通过投影理论联系在一起；严格执行国家标准。因此，在学习这部分内容时，应善于联系和运用画法几何的知识，尤其应注重实践，多看实物与对应图样（包括模型、机器零部件和各种产品的实物、构型图、效果图和生产图样），通过大量的由物画图、由图想物的练习，做到图物对照、读（图）、画（图）、构思（空间结构）相结合，逐步形成和树立清晰的空间概念。对于图样中的尺寸，应做到前后联系不断线，分析比较找差别，全面归纳作总结，即从标注尺寸的基本规定到平面图形的尺寸标注，基本体和组合体以及零件图、装配图的尺寸标注等前后贯穿；并注重分析、比较各种不同形体的个性与共性，注意零件图与装配图尺寸标注的差异；以正确、完整、清晰、合理作为尺寸标注的基本要求。在制图作业中，熟悉并严格遵守机械制图国家标准和有关其他国家标准，养成认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风。

### 3. 计算机辅助设计部分

现有的计算机图形技术已为工业设计及产品造型设计提供了多种便捷、有效的设计实现手段。而用于产品造型设计的计算机软件，在技术特点、基本功能、操作平台以及基本使用方法上，会存在一些共性，本课程将结合这类软件的共性问题，介绍辅助设计软件的功能及一些基本软件的操作使用方法，为后继计算机辅助设计课程的学习奠定基础。对于基本软件（AutoCAD）的使用，则应以操作实践为主，充分熟悉这类软件的基本功能。

## 第二章 制图的基本知识

### 第一节 图样中的一些基本规定

图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言，是用来指导生产和技术交流的重要技术文献。为此，我国国家技术监督局制定了一系列关于技术制图的中华人民共和国国家标准（简称国标），代号为“GB”（“GB T”为推荐性国标），绘图时必须严格遵守标准的有关规定。

#### 一、图纸幅面与标题栏

绘制图样时，应优先采用表 2-1 所规定的基本幅面（GB T 14689—1993），必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 2-1 图纸幅面代号和尺寸 (mm)

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

在图纸上，图框线必须用粗实线画出。其格式分为不留装订边和留有装订边两种。分别如图 2-1 和图 2-2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

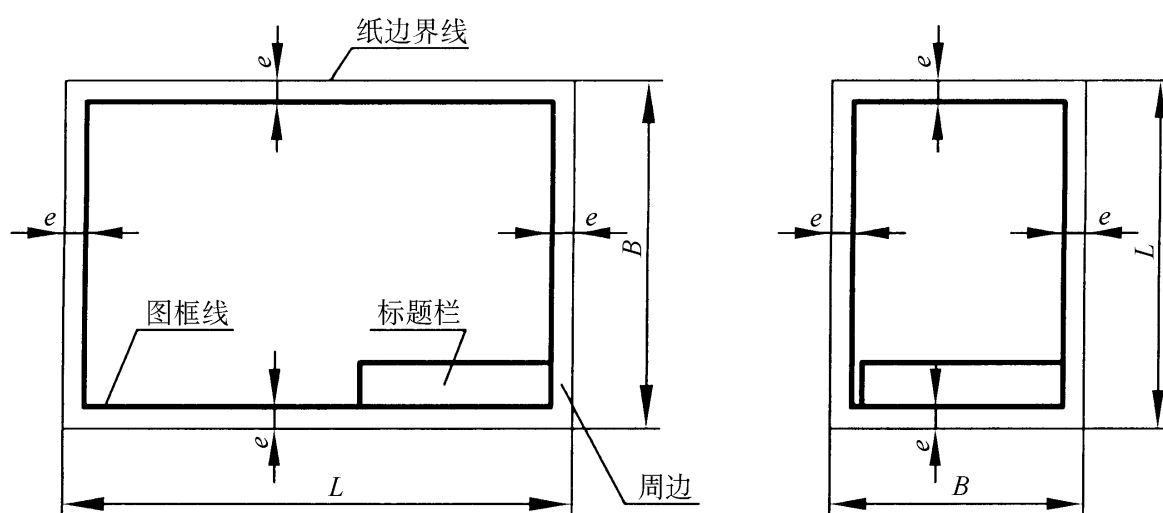


图 2-1 不需要装订图样的图框格式

每张技术图样中均应画出标题栏。国家标准（GB T 10609.1—1989）对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定，在学生制图作业中建议采用图 2-3 所示的简化标题栏。

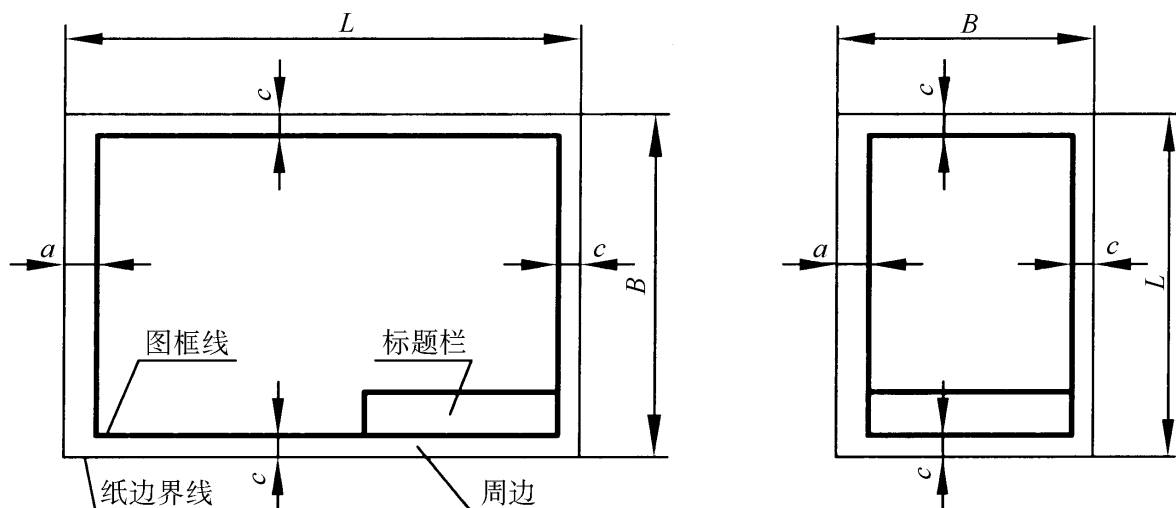


图 2-2 需要装订图样的图框格式

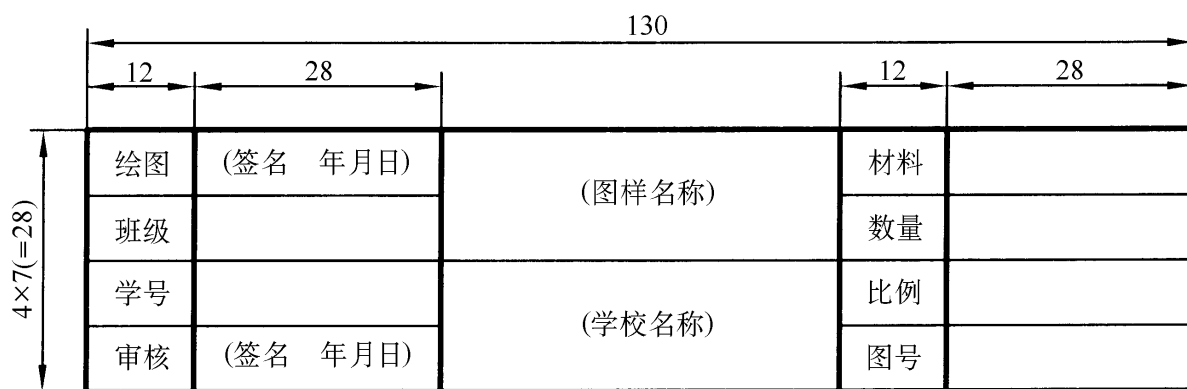


图 2-3 简化标题栏

## 二、字体

国家标准 (GB T 14691—1993) 中规定了汉字、字母和数字的结构形式。

书写字体的基本要求是：

- 1) 书写字体必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。
- 2) 字体高度 (用  $h$  表示) 的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。

如需要书写更大的字，其字体高度应按 2 的比率递增。字体高度代表字体的号数。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值，一般采用小一号字体。

3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5mm，其字宽一般为  $h/2$ 。

4) 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用  $d$  表示。A 型字体的笔画宽度  $d = h/14$ ，B 型字体的笔画宽度  $d = h/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种字体。

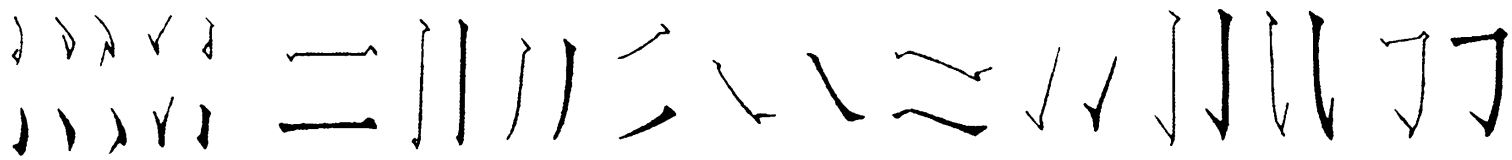
5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$ 。绘图时，一般用 B 型斜体字。

图 2-4 所示的是图样上常见字体的书写示例。图中有长仿宋体字及其写法、英文字母大小写、阿拉伯数字、希腊字母和拉丁字母等。

## 三、图线

绘制技术图样时，应遵循国标《技术制图 图线》(GB T 4457.4—1984、GB T 17450—1998) 的规定画法。

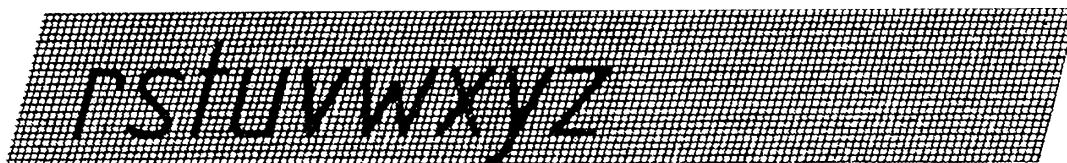
所有图线的宽度  $b$  应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择：0.13、0.18、0.25、



字体工整 笔画清楚  
 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

a)



b)

图 2-4 常见字体书写示例

0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4 : 2 : 1。

基本图线适用于各种技术图样。表 2-2 列出的是机械制图的图线型式及应用说明。图 2-5 所示为常用图线应用举例。

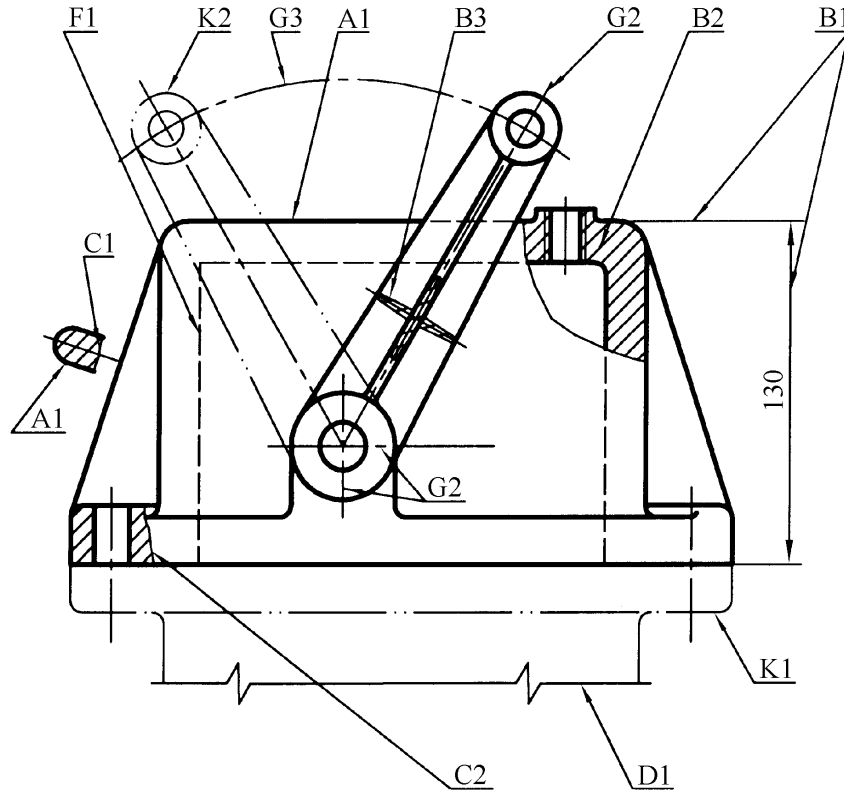

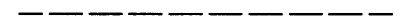
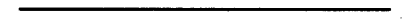

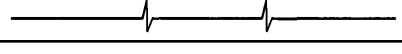

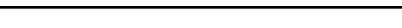



图 2-5 图线应用举例

表 2-2 图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图 2-7)
粗实线	 A	$b$	A1 可见轮廓线
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸线、尺寸界线; B2 剖面线; B3 重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线; C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
细点画线	 G	约 $b/3$	G2、G3 轨道线轴线、对称中心线等
粗点画线	 J	$b$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线、K2 极限位置的轮廓线等

注：粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取，一般取 0.7mm。

绘制图样时，应注意：

- 1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短间隔应各自大致相等。虚线短画与空隙之比约为 4 : 1；点画线长画与点、空隙和之比为 5 : 3。
- 2) 两条平行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。
- 3) 虚线及点画线与其他图线相交时，都应以线段相交，不应在空隙或短画处相交；当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙；当虚线圆弧和虚线直

线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线需留有空隙，如图 2-6 所示。

4) 绘制圆的对称中心线（细点画线）时，圆心应为线段的交点，点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画，同时其两端应超出图形的轮廓线 2~5mm，在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。

#### 四、比例

比例（GB T 14690—1993）是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小画出，以方便看图。如果机件太大或太小，则可用表 2-3 中所规定的第一系列中（不带括号）选取适当的比例，必要时也允许选取第二系列（带括号）的比例。

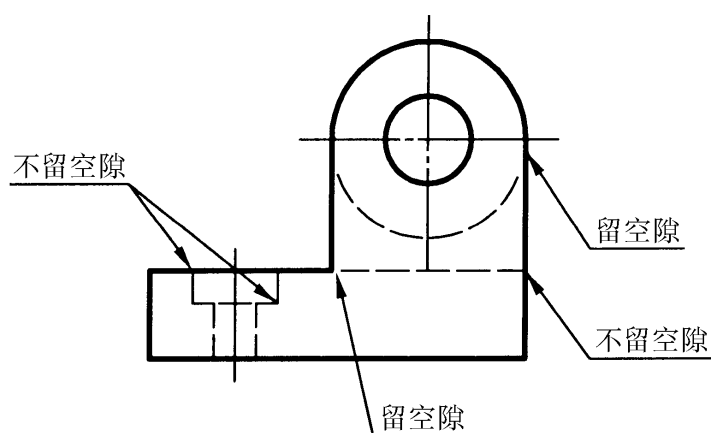


图 2-6 虚线连接处的画法

表 2-3 比例

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

注：n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例。

#### 五、尺寸标注

图形只能表达机件的形状，而机件的大小则由标注的尺寸确定。国标（GB T 4458.4—1984，GB T16675.2—1996）中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定，必须严格遵守。

##### 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) 图样中的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明。

3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

##### 2. 尺寸要素

如图 2-7 所示，一个完整的尺寸一般应包括下列尺寸要素：

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出，不能与图线重合或在其延长线上。

尺寸线终端有两种形式，如图 2-8 所示。箭头适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸

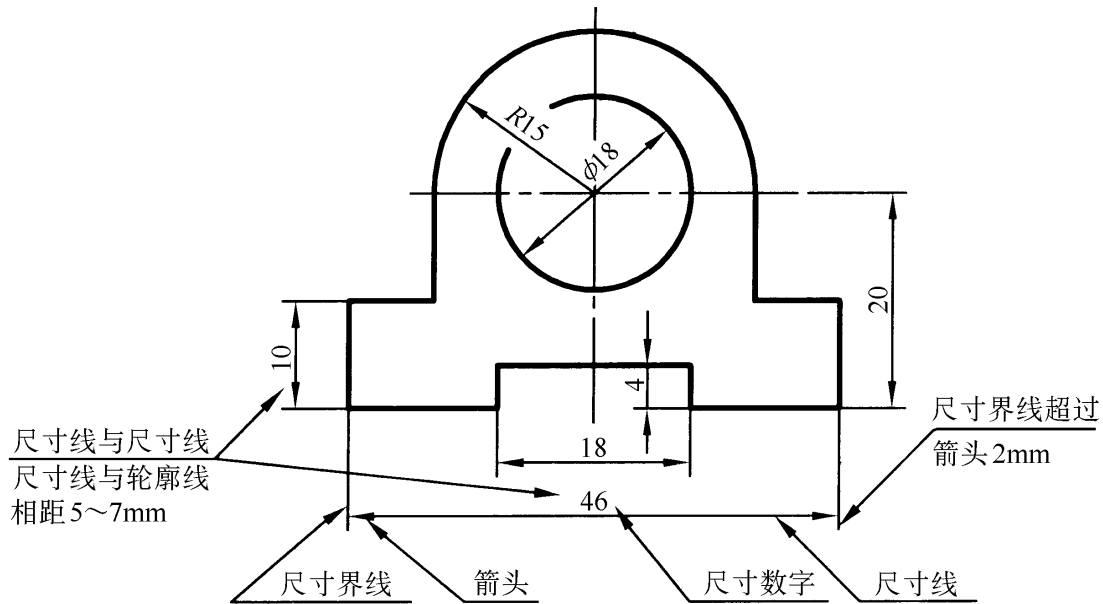


图 2-7 尺寸要素

界线接触，不得超出也不得离开。

斜线用细实线绘制，图 2-8 中  $h$  为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界限必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

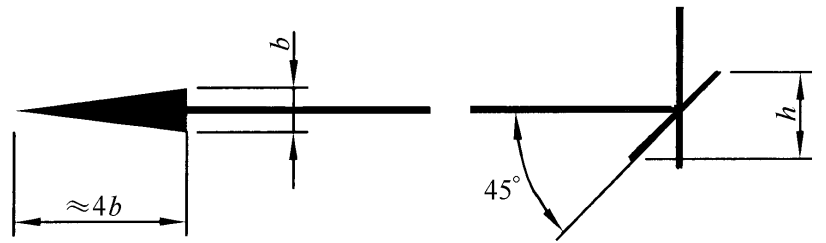


图 2-8 尺寸线终端

(3) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，同一图样内大小一致，位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开，如图 2-7 中的尺寸  $R15$  和  $18$ 。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号，用以区分不同类型的尺寸，见表 2-4。

3. 各类尺寸注法

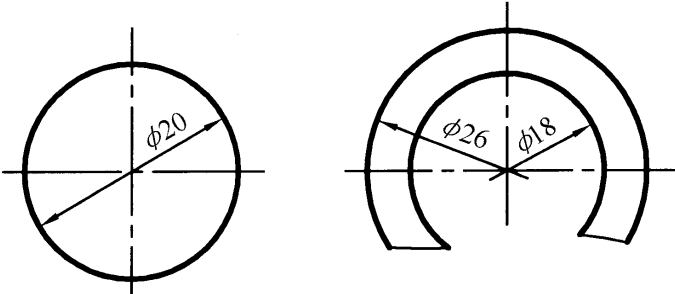
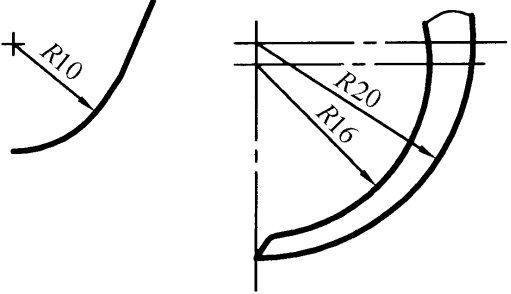
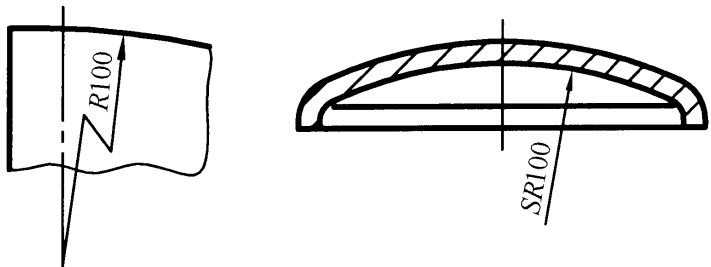
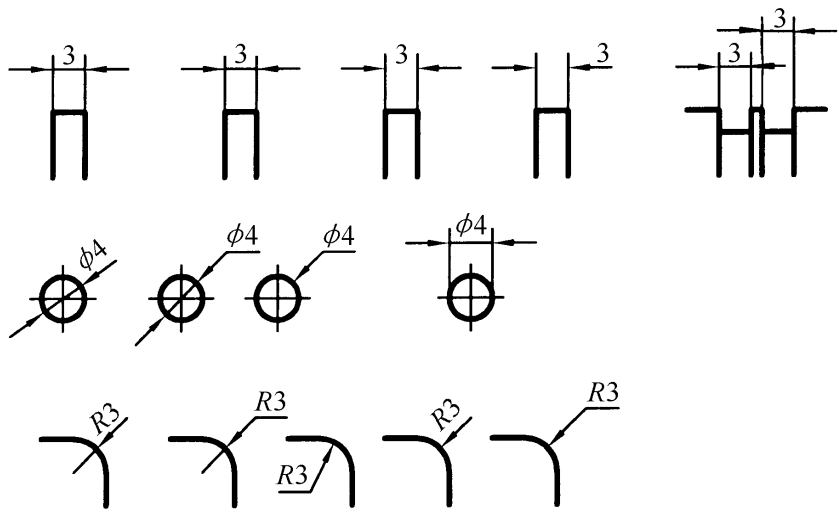
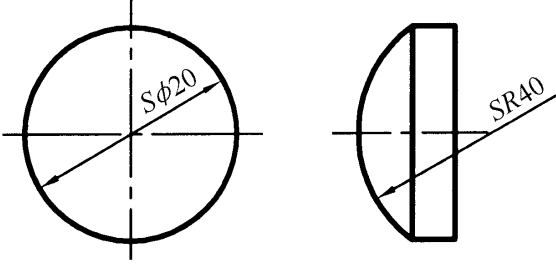
3. 各类尺寸注法

表 2-4 列出了国标规定的各类尺寸注法。

表 2-4 各类尺寸注法

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		<p>尺寸线必须与所标注的线段平行,大尺寸要注在小尺寸外面,尺寸数字应按图 a 中所示的方向注写,图示 <math>30^\circ</math> 范围内,应按图 b 形式标注。在不致引起误解时,对于非水平方向的尺寸,其数字可水平地注写在尺寸线的中断处,如图 c</p>

(续)

标注内容	示 例	说 明
直径尺寸  圆弧		<p>标注圆或大于半圆的圆弧时, 尺寸线通过圆心, 以圆周为尺寸界线, 尺寸数字前加注直径符号“<math>\phi</math>”</p>
半径尺寸  圆弧		<p>标注小于或等于半圆的圆弧时, 尺寸线自圆心引向圆弧, 只画一个箭头, 尺寸数字前加注半径符号“<math>R</math>”</p>
大圆弧		<p>当圆弧的半径过大或在图样范围内无法标注其圆心位置时, 可采用折线形式, 若圆心位置不需注明, 则尺寸线可只画靠近箭头的一段</p>
小尺寸		<p>对于小尺寸在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 箭头可画在外面, 或用小圆点代替两个箭头; 尺寸数字也可采用旁注或引出标注</p>
球面		<p>标注球面的直径或半径时, 应在尺寸数字前分别加注符号“<math>S</math>”或“<math>SR</math>”</p>

标注内容	示 例	说 明
角度		<p>尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可按右图的形式标注</p>
弦长和弧长		<p>标注弦长和弧长时,尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。弧长的尺寸线为同心弧,并应在尺寸数字左边加注符号“<math>\sim</math>”</p>
只画一半或大于一半时的对称机件		<p>尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸线的一端画出箭头</p>
板状零件		<p>标注板状零件的尺寸时,在厚度的尺寸数字前加注符号“<math>t</math>”</p>
光滑过渡处的尺寸		<p>在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点引出尺寸界线 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜</p>
正方形结构		<p>标注机件的剖面为正方形结构的尺寸时,可在边长尺寸数字前加注符号“<math>\square</math>”,或用“<math>12 \times 12</math>”代替“<math>12</math>”。图中相交的两条细实线是平面符号(当图形不能充分表达平面时,可用这个符号表达平面)</p>