



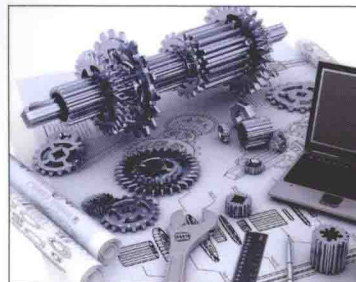
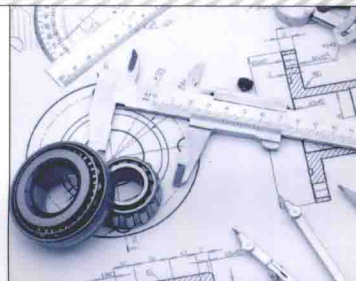
21 世纪高等学校机电类规划教材

JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI

机械工程图学

基础教程 (第2版)

- ◆ 张佑林 主编
- ◆ 陈松平 张燕红 刘江平 副主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



21 世纪高等学校机电类规划教材

JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI

机械工程图学 基础教程 (第2版)

- ◆ 张佑林 主编
- ◆ 陈松平 张燕红 刘江平 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

机械工程图学基础教程 / 张佑林主编. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2015. 8
21世纪高等学校机电类规划教材
ISBN 978-7-115-39601-3

I. ①机… II. ①张… III. ①机械制图—高等学校—
教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第146418号

内 容 提 要

本书是按照高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的“工程制图教学基本要求”,并针对机械工程类应用型专业技术人才的需要和特点编写而成的,主要内容有:机械制图的基本知识、投影理论的基础知识、基本立体和组合体的投影、工程形体常用的基本表示法和结构要素的特殊表示法、零件图、装配图、焊接图及展开图、AutoCAD 软件介绍及应用等。

本书每章末都附有复习思考题,并配有多媒体课件与习题集,可作为普通高等学校机械工程类各专业应用型本科的“工程图学”(“画法几何与机械制图”或“机械制图”)课程的教材,也可作为网络学院、成人教育学院等同类或相近专业的教材,还可作为机械工程技术人员的参考书。

-
- ◆ 主 编 张佑林
副 主 编 陈松平 张燕红 刘江平
责任编辑 邹文波
执行编辑 税梦玲
责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75 2015年8月第2版
字数: 520千字 2015年8月河北第1次印刷

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010) 81055256 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

近年来,由于我国制造业的飞速发展,与制造业有关的工科专业、特别是机械工程类专业的高素质人才,在较长的一段时间内,将会具有很好的就业前景。但是,社会对人才的需求又分为不同类型和不同层次,既需要管理型的人才,又需要技术型的人才;既需要高水平的研究型人才,又需要大量的应用型人才。不同类型、不同层次的人才,应当由相应的高校分别培养,才能各得其所,共同满足人才市场的整体需求。

对于着重培养高素质应用型人才的本科高校而言,其所培养的学生主要是为区域经济和社会发展服务,其要求学生掌握的知识结构和基本技能,必须与研究型或教学研究型本科高校有所不同,因此其培养方案、课程体系、教学重点就不能一样,所选用的教材也应当不同。

“工程图学”是工科类各专业的基础课之一,而机械工程类专业开设的工程图学课,与其他工科类专业相比,涉及的知识点更多、要求更高、学时也较多,可称为“机械工程图学”。在机械工程类各专业的培养方案中,“机械工程图学”是最实用的学科基础课之一,因此,必须充分发挥“机械工程图学”课程在机械工程类各专业课程体系中的作用,为培养经济和社会发展需要的应用型机械工程专业人才服务。

在构建“机械工程图学”课程的知识结构体系时,应以高素质应用型人才的培养目标为出发点,以培养学生的工程图学知识应用能力和创新能力为核心,加强机械图样的绘图能力和读图能力的训练;还应遵循专业需求和社会需求的原则,在教学内容的选取和结构形式方面,既要为后续相关课程的学习和实践教学环节的训练打下基础,又要能够满足学生毕业后从事本专业技术工作的基本需求。

目前,计算机绘图不仅作为绘制机械图样的重要手段,在制造企业和设计部门得到了广泛的应用,而且作为计算机辅助设计和计算机辅助制造的重要组成部分,已成为机械工程类各专业的工程技术人员必须掌握的基本技能之一。应用型本科高校机械专业的学生,通过机械工程图学课程的学习,掌握一定的计算机绘图技能,并取得“全国CAD技能等级考试”的证书,对于今后的就业和工作都会大有好处。

为了在“机械工程图学”课程中对学生进行计算机绘图的教学和训练,在不增加总学时数(通常为120学时)的条件下,就必须对传统“画法几何与机械制图”的体系、内容进行较大的改革,以便安排足够的学时进行计算机绘图的教学和训练。

本书正是为适应社会对机械工程类应用型专业技术人才的需求而编写的。在编写的指导思想,以加强培养学生的综合素质和创新能力为出发点,以提高学生的绘图技能和读图能力为主要目标,处理好投影理论知识与工程实践应用、学习知识与培养能力的关系,使教学

内容、教学方法与教学手段相协调,充分利用教学资源,力求在不增加学生负担的前提下,调动学生学习的积极性和主动性。本书的编写原则是:适当降低投影理论部分的难度,精简理论性较强、与实际的机械制图关系不密切的内容,力求简明适用;对于各部分知识点的表达方式,尽可能地利用图表,减少文字叙述,增加例题数量,通过实例说明知识点的应用方法,切实体现精讲多练的特点。

本书按照高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的“工程制图教学基本要求”,吸收多种同类教材的长处,并结合作者教学实践的经验,特别是机械工程类各专业应用型本科的教学经验编写而成,其主要特色如下。

1. 对简单几何形体及其截交线的内容进行了有机的整合

简单几何形体以常见的棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、圆球等基本立体为主线,并与“截交”的内容相结合,集中介绍每一种基本立体的三面投影图、表面上点、线的投影以及基本立体的截交线的画法,以便于教学。将“相贯”作为形成组合体的一种方式,安排在组合体部分介绍,并且以圆柱的相贯为主,减少了求作复杂相贯线的图例。

2. 对投影理论的基础知识进行了适当的精简

作者结合自身长期从事教学和机械设计的经验,对于投影理论(画法几何)方面的内容,进行了适当的删繁就简处理,不刻意追求教程内容的理论性、系统性,而是兼顾培养学生的空间思维能力和实用、够用、好用的原则,精简了比较抽象的点、线、面投影的定位和度量问题及综合图解部分的内容,删去了投影变换等理论性较强的内容。此外,将机械制图中用得较少的轴测图、焊接图、展开图等其他工程图作为了解的内容,只进行了简要的介绍。

3. 对部分教学内容安排的顺序进行了适当调整(参见附录9)

将螺纹、齿轮、螺旋弹簧、滚动轴承、矩形花键、中心孔等“常用的结构要素和零部件的特殊表示法”单独成章,安排在“工程形体常用的基本表示法”之后、“零件图”之前,先集中介绍“机械图样的表示法”,再介绍“零件图”。将螺纹紧固件、键、销等“标准件”和齿轮、弹簧等“常用非标准件”安排在“零件图”中的“零件图的画法”一节,而螺纹紧固件连接、键连接、销连接和齿轮啮合的画法则安排在“装配图”中的“装配图的表示方法”一节。这样安排可使“特殊表示法”“单个标准件、常用非标准件的画法(属于零件图)”和“标准件连接、齿轮啮合的画法(属于装配图)”各得其所,而且衔接自然、顺畅,逻辑性也较强,避免了各相关知识点先后顺序的交叉,从而使教学更为顺畅。

4. 处理好计算机绘图与传统手工绘图的关系

加强了 AutoCAD 绘图软件的学习和训练,使学生了解计算机绘图的有关知识,初步掌握计算机绘图的技能,能利用 AutoCAD 绘制一般的机械工程图样。此外,计算机绘图教学的内容与“全国 CAD 技能等级考试”大纲的要求完全对接,学生在学习本门课程后,无需经过另外的培训,即可参加全国 CAD 技能等级考试,考试合格者可获得由中国图学学会和国际几何与图学学会联合颁发的《全国 CAD 技能等级考试证书》(一级),同时获得由中华人民共和国人力资源和社会保障部中国就业培训技术指导中心颁发的《职业培训证书》。另一方面,在加强计算机绘图教学的同时,也没有忽视传统手工绘图的教学、要求和训练。

5. 全部采用最新的国家标准

本书的文字内容和图例全部采用最新的国家标准,并与一些企业尚在使用的部分旧标准进行了比较和说明,学生学习后既能使用新标准进行机械设计、绘图,又能看懂使用旧标准绘制的机械图样。

6. 配备多媒体教学课件

为便于教师授课和学生自学，本书配有习题集和多媒体教学课件，运用三维模型和动画技术，帮助学生理解抽象的空间几何关系，逐步建立空间概念。

参加本书编写工作的有厦门工学院工程图学教研室的卫凌云、林星陵、卓丽云、邓莉莉等教师，厦门华天涉外职业技术学院的苏小燕，以及厦门大学嘉庚学院、集美大学诚毅学院工程图学教研室的部分教师，并由厦门工学院的张佑林教授统稿、成书付梓。另外，以本书及其配套的习题集为主要内容之一的教改项目——“应用型本科机械工程图学课程体系、教学内容的探讨与实践”，2014年荣获“福建省第七届高等教育教学成果”一等奖。

在本书的编写过程中，参考了部分同类教材（见“参考文献”）的相关内容，在此谨向这些教材的作者表示衷心的感谢。

虽然作者具有应用型本科高校机械工程类专业工程图学的教学经历，积累了一定的教学经验，并且在编写过程中也力图使本书内容适用、结构合理、文辞通顺、图表简明，但限于时间、水平和经验，书中难免存在错漏和不足之处，恳请使用本书的师生和读者不吝指正。

编者

2015年4月

于厦门工学院

目录

绪论	1	2.3.2 直线的投影	36
第1章 机械制图的基本知识	3	2.3.3 平面的投影	43
1.1 与机械制图有关的国家标准简介 ...	3	2.4 轴测图及其他投影图简介	52
1.1.1 图纸幅面及格式	3	2.4.1 轴测图的基本概念	52
1.1.2 标题栏和明细栏	5	2.4.2 正等轴测图的画法	53
1.1.3 比例	6	2.4.3 斜二等轴测图的画法	58
1.1.4 字体	7	2.4.4 其他投影图简介	59
1.1.5 图线	8	小结	61
1.1.6 尺寸注法	10	思考题	61
1.2 常用的绘图工具简介	15	第3章 基本立体的投影	63
1.3 平面图形的作图方法	16	3.1 概述	63
1.3.1 几何作图	16	3.1.1 基本立体的分类	63
1.3.2 平面图形的分析	19	3.1.2 截交的基本概念	65
1.4 绘图的基本方法和步骤	21	3.2 基本平面立体的投影	65
1.4.1 绘制仪器图的基本方法和		3.2.1 棱柱的投影	65
步骤	21	3.2.2 棱锥的投影	70
1.4.2 绘制草图的基本方法	22	3.3 基本回转体的投影	75
小结	23	3.3.1 圆柱的投影	76
思考题	24	3.3.2 圆锥的投影	85
第2章 投影理论的基础知识	25	3.3.3 圆球的投影	92
2.1 投影法	25	小结	95
2.1.1 投影法及其分类	25	思考题	96
2.1.2 正投影法的投影特性	27	第4章 组合体的投影	97
2.2 三面投影体系	28	4.1 组合体的形成及分析方法	97
2.2.1 三面投影体系的建立	29	4.1.1 组合体的形成及分类	97
2.2.2 三面投影图的形成及		4.1.2 形体分析法和线面分析法	99
投影规律	29	4.2 立体与立体相交—相贯	100
2.3 点、直线和平面的投影	31	4.2.1 相贯线及其性质	100
2.3.1 点的投影	31	4.2.2 求作相贯线的方法	101

4.2.3 相贯线的简化画法	107	第6章 常用的结构要素和零部件的 特殊表示法	158
4.2.4 相贯线的特殊情况	108	6.1 螺纹及其表示法	158
4.2.5 组合相贯线	108	6.1.1 螺纹的形成及其基本要素	158
4.3 组合体的画法	109	6.1.2 螺纹的表示法	161
4.3.1 概述	109	6.2 齿轮的表示法	165
4.3.2 组合体的画法举例	112	6.2.1 圆柱齿轮的主要参数	166
4.4 组合体的尺寸标注	116	6.2.2 圆柱齿轮的规定画法	168
4.4.1 组合体尺寸标注的 基本要求	116	6.3 螺旋弹簧的表示法	168
4.4.2 简单几何形体的尺寸标注	116	6.3.1 普通圆柱螺旋压缩弹簧的 主要参数	169
4.4.3 组合体的尺寸标注	119	6.3.2 普通圆柱螺旋压缩弹簧的 规定画法	170
4.5 组合体模型测绘简介	123	6.4 滚动轴承的表示法	171
4.6 读组合体的投影图	124	6.4.1 滚动轴承的结构和代号	171
4.6.1 读组合体投影图的 基本方法	124	6.4.2 滚动轴承的画法	173
4.6.2 读组合体投影图举例	126	6.5 其他常用结构要素的表示法	174
小结	131	6.5.1 圆柱直齿矩形花键的 表示法	174
思考题	131	6.5.2 中心孔的表示法	175
第5章 工程形体常用的基本表示法	132	小结	176
5.1 视图	133	思考题	177
5.1.1 基本视图和向视图	133	第7章 零件图	178
5.1.2 局部视图	135	7.1 零件的分类	178
5.1.3 斜视图	136	7.2 零件图表达的内容	179
5.1.4 第三角画法简介	137	7.3 零件图的画法	180
5.2 剖视图	138	7.3.1 零件表达方案的选择	180
5.2.1 剖视图的基本概念	138	7.3.2 专用件的画法	180
5.2.2 剖视图的画法及标注	140	7.3.3 标准件的画法	187
5.2.3 剖视图的种类及其应用	141	7.3.4 常用非标准件的画法	191
5.2.4 剖切面的种类及相应剖视图的 画法	144	7.4 零件图的尺寸标注	192
5.3 断面图	149	7.4.1 尺寸基准的选择	193
5.3.1 断面图的种类及画法	149	7.4.2 尺寸标注的一般原则	193
5.3.2 断面图的规定画法及标注	151	7.4.3 尺寸标注举例	196
5.4 局部放大图和常用简化画法	152	7.5 零件图的技术要求	197
5.4.1 局部放大图	152	7.5.1 极限与配合简介	197
5.4.2 常用简化画法	152	7.5.2 几何公差简介	202
5.5 基本表示法的综合应用举例	154	7.5.3 表面结构简介	204
小结	156	7.5.4 表面镀涂与热处理简介	208
思考题	157		

7.6 零件的工艺结构简介	209	9.2 展开图简介	260
7.6.1 铸造零件的工艺结构	210	9.2.1 平面立体展开图的画法	261
7.6.2 机加工零件的工艺结构	210	9.2.2 可展曲面展开图的画法	261
7.7 读零件图	212	9.2.3 不可展曲面的近似 展开画法	263
7.7.1 读零件图的方法和步骤	212	小结	264
7.7.2 读零件图举例	212	思考题	265
7.8 零件测绘简介	216	第 10 章 AutoCAD 软件及其应用	266
小结	217	10.1 计算机绘图概述	266
思考题	217	10.1.1 计算机绘图国家标准简介	266
第 8 章 装配图	219	10.1.2 全国 CAD 技能等级 考试简介	267
8.1 装配图表达的内容	219	10.2 AutoCAD 2010 的主界面及 基本操作方法	268
8.2 装配图的表示方法	221	10.2.1 AutoCAD 2010 的主界面	268
8.2.1 规定画法	221	10.2.2 AutoCAD 2010 的基本 操作方法	270
8.2.2 特殊画法	222	10.2.3 绘图样板的设置	272
8.2.3 螺纹紧固件连接的画法	225	10.3 绘制二维图形	274
8.2.4 键连接的画法	229	10.3.1 辅助功能的设置	274
8.2.5 销连接的画法	230	10.3.2 坐标系、坐标的输入	275
8.2.6 齿轮啮合的画法	230	10.3.3 基本绘图命令	276
8.3 装配图的尺寸标注	232	10.4 编辑二维图形	279
8.4 装配图中的零、部件序号和 明细栏	233	10.4.1 选择对象和删除对象	279
8.4.1 零、部件序号	233	10.4.2 复制类命令	280
8.4.2 明细栏	234	10.4.3 改变位置类命令	281
8.5 合理的装配结构简介	235	10.4.4 改变几何特性类命令	282
8.6 装配图的画法和部件测绘	237	10.4.5 对象的特性	286
8.6.1 装配图的画法	237	10.5 图案填充与面域	286
8.6.2 部件测绘	243	10.5.1 图案填充	286
8.7 读装配图	246	10.5.2 面域	287
8.7.1 读装配图的方法和步骤	246	10.6 尺寸标注	287
8.7.2 读装配图举例	247	10.6.1 尺寸标注的类型	287
8.8 由装配图拆画零件图	248	10.6.2 创建标注样式	288
8.8.1 拆画零件图的步骤	249	10.6.3 公差标注	289
8.8.2 拆画零件图举例	249	10.6.4 编辑标注	290
小结	252	10.7 块操作及特性匹配	290
思考题	253	10.7.1 创建块与插入块	290
第 9 章 焊接图及展开图简介	254	10.7.2 特性匹配	292
9.1 焊接图简介	254	10.8 机械图样绘制实例	292
9.1.1 焊缝的图示法和符号 表示法	254		
9.1.2 焊接图举例	259		

10.8.1 绘制零件图	292	附录 4 常用螺纹紧固件	305
10.8.2 绘制装配图	295	附录 5 键	312
小结	298	附录 6 销	313
思考题	299	附录 7 滚动轴承	314
附录	300	附录 8 常用标准数据和标准结构	315
附录 1 极限与配合	300	附录 9 标准件、常用件与零件图教学 内容编排顺序的探讨	318
附录 2 常用金属材料(节选)	303	参考文献	322
附录 3 螺纹	304		

1. 机械工程图学研究的对象

“图”是用绘画形式表现出来的形象，既可以是客观事物的形象，也可以是人们头脑中想象的形象。图与文字、语言一样，都是人类表达和交流思想的重要工具。

“图学”是研究“图”与“形”关系的学科。人们在长期的生产实践中，根据太阳光（或灯光）照射物体时会出现物体影子的启示，经过科学的抽象，形成了用平面图形表达空间形体（几何学中抽象的“形”和现实中真实的“体”的总称）的基本方法——投影法，研究出投影法及其规律的投影理论，构建了画法几何的理论基础。

将空间形体按投影理论和国家标准规定的工程技术规范表示在图纸或其他载体上，就得到工程图样。工程图样被称为“工程界的语言”，是工程技术人员表达和交流技术思想的基本工具，也是工程技术部门的重要技术文件。

“工程图学”以工程及工业产品（即工程中的“空间形体”）和工程图样为研究对象，运用投影理论和工程技术规范，研究空间形体的构成、表达以及绘制、阅读工程图样的理论和方法，并与计算机技术相结合，进一步研究数字化图形信息的生成和传递，传统的工程图学已逐步发展成为适应全球数字化信息时代的现代图学学科。

“机械工程图学”是将工程图学的基础知识及工程技术规范与机械制图特有的标准和规范相结合的产物，作为研究对象的工业产品在机械工程中就是机械零（部）件和机器，而在机械工程中使用的工程图样就是机械零件图和装配图。当然，机械工程图学只研究绘制和阅读机械零（部）件和机器的机械图样，并不涉及其性能、设计等内容。

2. 机械工程图学的内容和性质

“机械工程图学”主要包括画法几何、机械制图和计算机绘图三部分内容。

画法几何主要研究用正投影法表达空间几何形体（图示法）以及图解空间几何问题（图解法）的基本理论和方法，是机械制图的理论基础。

机械制图主要介绍有关制图和机械工程图样的基本知识及规范，训练用仪器（或徒手）绘图的基本技能，研究利用正投影法绘制机械零（部）件和机器图样以及标注尺寸的原则和方法。

计算机绘图是应用计算机软件和硬件实现图形的生成、显示及输出的计算机应用技术。与手工绘图相比，计算机绘图具有绘图精度高、速度快，修改、复制方便，易于保存和管理，可促进产品设计的标准化、系列化等许多优点，在国内的制造企业、设计部门和研究机构中，已经得到了广泛的普及和应用，因此，计算机绘图已成为机械工程类专业的工程技术人员必

须掌握的基本技能之一。当然，计算机只是一种工具，单靠计算机并不能绘制机械工程图样，更不能进行机械设计，只有懂得手工绘图（传统的尺规绘图和徒手绘图）的人才能运用计算机进行绘图，从这个意义上说，无论计算机绘图软件的功能如何强大，也不能代替手工绘图的学习和训练，这就如同人们虽然普遍使用计算器，但仍然不能忽视笔算和心算的训练一样。目前，用于计算机绘图的软件种类繁多，本课程仅介绍最常用的 AutoCAD 软件。

“机械工程图学”课程是机械工程类各专业最重要的学科基础课之一，不仅要完成课程本身的教学任务，还要为学习机械工程类各专业的后续课程（机械设计、机械制造等）打下良好的基础，并为学生完成相关的课程设计和毕业设计提供不可或缺的基础知识和基本技能的训练。本课程又是实践性很强的课程，不仅要求学生学习和理解画法几何、机械制图和计算机绘图的相关知识，而且更重要的是要将这些知识转化为学生的空间思维能力、空间想象能力和绘制、阅读机械图样的能力。

3. 机械工程图学的主要任务

“机械工程图学”的主要任务就是培养学生绘制和阅读机械图样的能力，具体如下。

(1) 学习正投影的基本理论和方法，使学生初步掌握用正投影法表达空间几何形体的原理和方法，培养学生对三维形体及相关位置的空间思维能力和空间想象能力。

(2) 介绍国家标准有关“机械制图”的基本规定、机械工程图样的基本规范和常用机械标准件的基本知识，培养学生正确使用绘图工具（或徒手）绘制机械图样的基本技能和阅读机械图样的基本能力。

(3) 学习计算机绘图的有关知识，培养学生的计算机绘图能力，初步掌握计算机绘图的技能，能利用 AutoCAD 绘制一般的机械图样。

(4) 培养学生认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风、分析问题和解决问题的能力以及求实创新的精神。

4. 机械工程图学的学习方法

对于不同的学科、专业、课程，应当采用不同的学习方法，而且每个人的学习习惯和方法也不相同，不能一概而论。为了学好“机械工程图学”，除了要遵循“课前预习、课后及时复习、上课时积极主动思考，定期进行小结、提炼重点，寻找薄弱环节，善于从错误中吸取经验”等一般性的行之有效的学习方法之外，还需要采用以下特殊的学习方法。

(1) 机械工程图学是实践性很强的课程，因此如同学习游泳和驾驶汽车一样，要“学、练结合，以练为主”。只有独立地、高质量地完成与本教程配套的所有习题，才能真正理解所学的知识，提高绘图和读图的能力。

(2) 以“图”为中心，不断进行空间“形体”与平面“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) 严格遵守国家标准《机械制图》的各项规定，学会查阅有关的标准、表格和资料；认真画好每一条图线，注重培养严谨、认真、细致的工作作风；不放过一处错误，并善于从发现的错误中总结教训，积累经验。

(4) 通过大量绘图和读图的训练，牢牢记住常用机械工程形体（越多越好）的表达方式，逐步培养对图形的“感悟能力”，才能使绘图和读图的水平跃上一个新的台阶。

内容提要：本章主要介绍与机械制图有关的国家标准的基本知识，此外还介绍了平面图形的画法以及绘图的基本方法和步骤，并简要介绍了常用绘图工具的使用方法。通过本章的学习和训练，读者应了解机械制图中有关图纸幅面、标题栏、明细栏、比例、字体、图线、尺寸标注等方面的基础知识，并受到绘制机械工程图样的初步训练。

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。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称为**图样**。图样由图形、符号、文字、数字等组成，是表达设计意图和制造要求以及交流经验的技术文件，常被称为工程界的语言。

在工程技术中，按一定的投影方法和有关规定，把物体的形状、大小、材料及有关技术说明，用数字、文字和符号表达在图纸上或存储在磁盘等介质上的图，称为**工程图样**。工程图样是工程产品设计、生产、使用全过程信息的载体，是现代生产中不可或缺的重要技术资料。各种机械设备和仪器仪表的设计、制造以及建筑施工等都必须借助于工程图样。

在机械工程中使用的工程图样称为**机械图样**。熟练地掌握机械制图的基本知识和基本技能，正确地绘制和阅读机械图样，是机械工程师所应具备的基本素质。

1.1 与机械制图有关的国家标准简介

国家标准是由国家标准化主管机构批准发布，对全国经济、技术发展有重大意义，且在全国范围内统一的标准。与机械制图有关的国家标准主要有《技术制图》和《机械制图》，《技术制图》标准适用于工程界的各种专业技术图样，而《机械制图》标准则只适用于机械图样。

国家标准的编号由代号、顺序号和发布的年号组成，如编号“GB/T 14689—2008”，其中“GB/T”表示推荐性国家标准（若无“/T”则为“强制性国家标准”），“14689”表示标准发布的顺序号，“2008”则表示标准发布的年号。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面，其边界线用细实线画出。绘制机械图样时，应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面。基本幅面短边和长边的长度（mm）按 $1:\sqrt{2}$ 的比

例经圆整后确定,且 A0 幅面的面积为 1m^2 。必要时允许采用加长幅面,加长幅面的短边为相应基本幅面的长边,而加长幅面的长边则按相应基本幅面短边的整数倍来确定,如加长幅面 A3×3 的尺寸为 $420 \times (297 \times 3)$,即 420×891 。

表 1-1 图纸基本幅面及图框的尺寸 (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				

注:表中 B 、 L 、 e 、 c 、 a 的含义见表 1-2。

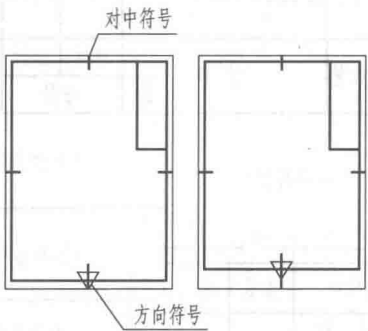
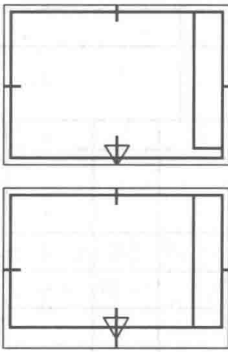
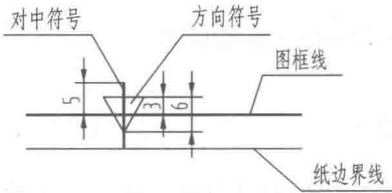
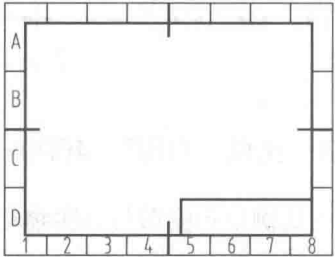
2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,同一产品的机械图样只能采用一种图框格式。图纸可采用 X 型(横放)或 Y 型(竖放),图纸的类型和图框的格式如表 1-2 所示。

表 1-2 图纸的类型和图框的格式

图纸类型	X 型(横放)	Y 型(竖放)	说 明
常用情况			<ol style="list-style-type: none"> 1. 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸;若标题栏的长边与图纸的长边垂直,则构成 Y 型图纸 2. 图样通常应按此图例绘制 3. 标题栏应位于图纸的右下角

续表

图纸类型	X 型 (横放)	Y 型 (竖放)	说 明
特殊 情况			<p>为了利用预先印制的图纸, 允许采用此格式, 但应画出方向符号 (用细实线绘制的等边三角形)</p>
符号 的画 法及 图幅 分区	 <p>(a) 方向符号和对中符号的尺寸</p>		 <p>(b) 图幅分区</p>

在各号图纸各边长的中点处应分别画出对中符号 (用粗实线绘制), 当对中符号处在标题栏范围内时, 则伸入标题栏部分省略不画。必要时, 可以用细实线在图纸周边内画出分区, 分区的数目视图样的复杂程度而定, 但必须取偶数, 如表 1-2 所示。

1.1.2 标题栏和明细栏 (GB/T 10609.1—2008、GB/T 10609.2—2009)

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成, 是图样的重要组成部分, 在标题栏中可以表示一张图样的基本综合信息。标题栏的格式及尺寸, 应按《技术制图》GB/T 10609.1—2008 的规定绘制、填写, 如图 1-1 所示。

每张技术图样中均应有标题栏, 标题栏通常应位于图纸的右下角, 可使看图的方向与标题栏中文字的方向保持一致。在特殊情况下, 允许将标题栏置于图纸的右上方, 这时应在图框上画出方向符号, 如表 1-2 所示。

明细栏一般用于装配图, 其格数根据需要确定, 并与装配图中零件或部件的编号相对应, 在装配图中按由下而上的顺序填写。明细栏的位置、格式及尺寸, 应符合国家标准 GB/T 10609.2—2009 《技术制图 明细栏》的规定, 如图 1-1 所示。

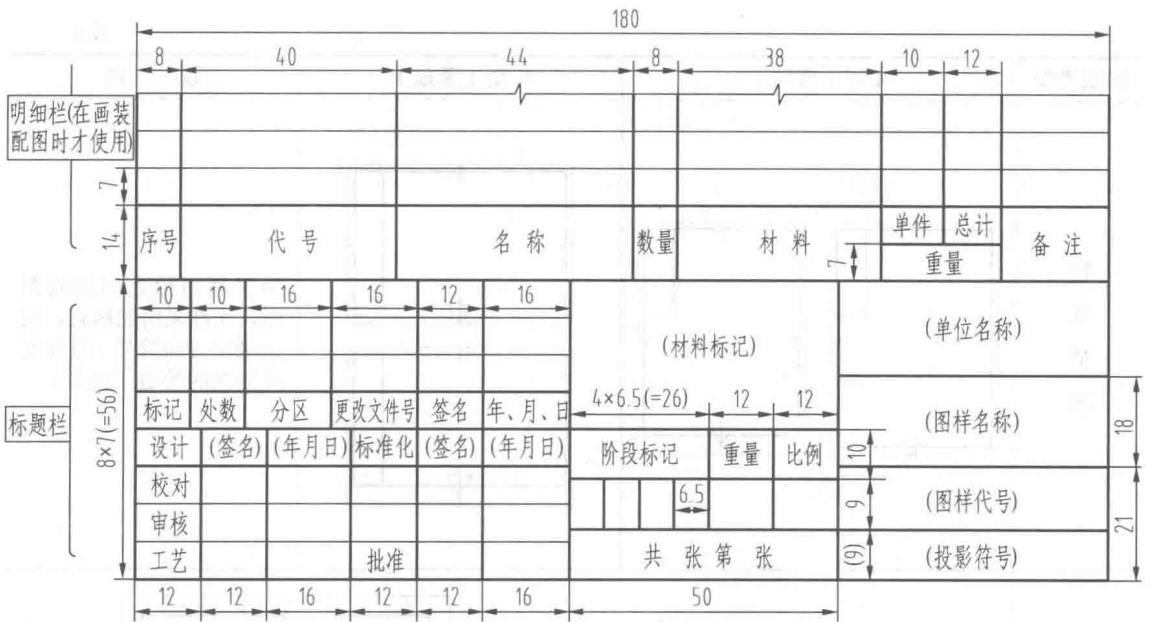


图 1-1 标题栏和明细栏的格式及尺寸

1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比, 所谓“实物”就是图样表达的对象, 如机械零件、部件、机器 (可统一简称为“机件”) 或空间形体等。比值为 1 的比例称为原值比例, 比值大于 1 的比例称为放大比例 (如 2 : 1 等), 比值小于 1 的比例称为缩小比例 (如 1 : 2 等)。需要按比例绘制图样时, 应当综合考虑图纸幅面、“实物”的大小及其复杂程度、拟订的表达方案等因素, 并从表 1-3 规定的比例系列中选取适当的比例。

同一图样中的各个视图, 一般应采用相同的比例绘制, 并将其填写在标题栏中的比例栏内; 当需要采用不同的比例时, 应在视图名称的下方或右侧标注比例。需要特别注意的是, 不论采用何种 (原值、放大或缩小) 比例绘图, 图样上的尺寸数值均应按“实物”的尺寸注出, 如图 1-2 所示。

表 1-3 国家标准规定的比例系列

种类	优先选择系列			允许选择系列		
原值比例	1 : 1			—		
放大比例	5 : 1	2 : 1		4 : 1	2.5 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$
				$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$	

注: n 为正整数。

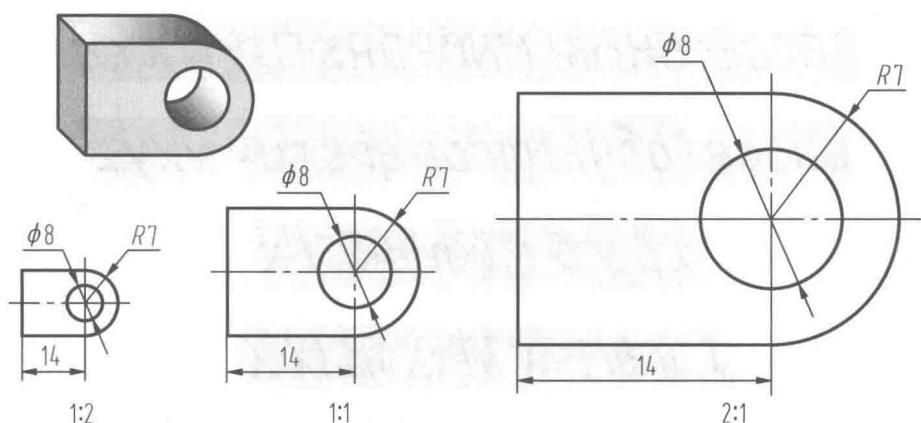


图 1-2 用不同比例绘出的同一“实物”的图形

1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993)

在机械图样中,除了用图形表示机件的形状和结构之外,还必须用文字、数字、符号表示机件的大小和技术要求等内容,对文字、数字的基本要求有以下几个。

(1) 书写文字和数字必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度(用 h 表示)代表字体的号数,其公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需书写更大的字,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,并应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 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字的示例如图1-3所示。

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐 (10号字)

横平竖直注意起落结构均匀填满方格 (7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 (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 (3.5号字)

图 1-3 长仿宋体汉字的示例

(4) 字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $\frac{1}{14}$,B型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $\frac{1}{10}$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,如图1-4所示。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、脚注等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。字体综合应用的示例如图1-5所示。