

新概念

工程图学

CREATIVE GLOBAL

123232143109430991-3049 0239 239

DIGITAL

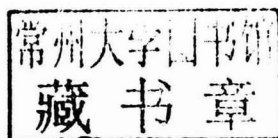
刘培晨 等 编著



科学出版社

新概念工程图学

刘培晨 等 编著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书针对工程图学的三大核心问题(看图、画图、标注)进行较深入的探讨,形成一套新颖、高效、实用的讲解方法,以提高读者的学习兴趣,帮助读者记忆、把握相关内容。例如,对于形体分析法看图,提出将组合体划分为柱体的分解原则,大大简化了看图步骤,给出推断柱体形状的“公式”和判断试分方案可行性的原则;对于线面分析法看图,从应用的角度下定义,总结出三种看图方法,使看图告别了“猜想”阶段;对于一个机件需要用哪几个图形表达形状,需要多少个尺寸表示大小进行了独到的分析,给出了明确的答案;对线、面的投影特点进行简要的证明,如用非常简单的方法证明投影面垂直面的投影是直线,平行面的投影反映实形,倾斜面的投影是类似形状等。对于本课程涉及的其他内容,如基本体、相贯线、截交线的画法,以及标注表面粗糙度和公差等,也都总结出一整套较为系统、完善的讲解方法。

本书可为读者提供免费课件。请打开网址 www.ecsponline.com,在页面最上方注册或通过QQ、微信等方式快速登录,在页面搜索框输入书名,找到图书后进入图书详情页,在“资源下载”栏目中下载该课件。

本书适合普通高等院校和大、中专院校开设工程图学课程的专业以及各类培训机构作为教材使用,也特别适合作自学、复习提高用书。

图书在版编目(CIP)数据

新概念工程图学 / 刘培晨等编著. —北京: 科学出版社, 2019.5

ISBN 978-7-03-060791-1

I. ①新… II. ①刘… III. ①工程制图 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第044923号

责任编辑: 邓 静 张丽花 王晓丽 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019年5月第一次印刷 印张: 13 1/4

字数: 340 000

定价: 49.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

作者多年来一直从事工程图学(又叫画法几何与工程制图等名称)的教学工作。在学习和教学过程中曾经遭遇了种种困惑,感到有许多关键问题还没有确切的答案。例如,一个机件需要标注多少个尺寸?需要用几个图形表达形状?能否使看图跨越“猜想”阶段?如何确定局部视图的大小和局部剖的剖切范围?凡此种种,不一而足。作者在多年的教学实践中,对相关问题进行了深入的探讨,找到了确切答案,形成了一套较为完善、系统的讲解方法,发表过多篇教学论文,在应用中取得较好的教学效果。作者将这些年的感悟呈现给大家,以期对本课程的教学尽一点绵薄之力。本书有如下创新点,书名中的“新概念”也来自这些创新点。

1. 编写形式创新点

(1)每章后面有内容丰富、全面的思考题和下一章预习题,引导学生复习、提炼所学知识,指导预习下一章内容。

虽然画图和标注是本课程的核心(这可能是现有大多数教材中没有思考题的原因),但为了避免知其然而不知其所以然的现象,思考题是一种很好的传授方式。特别是高水平的判断题和不定项选择题,可以把画图、标注的技巧与规律,以及其他容易忽视、混淆的知识点,用一两句话概括出来,让学生在判断、选择中把握重点,少走弯路,清除似是而非的不当认知。本书的课后思考题体现了作者对所述问题的见解,可以帮助学生较快地把握相关知识。

目前教育部力推以学为主的教学改革,课前预习是核心。预习可以培养学生的自学能力和探索能力,是提升教学效果的重要环节,“下章预习题”介绍预习需要重点把握的知识点。

(2)本书的配套多媒体课件,核心内容与本书相同,增加了例题数量(有部分进一步强化的内容和部分书中没有列出的例题)。例题讲解做到像黑板讲解那样,按精心优化的顺序,一条线一条线地画图,一个尺寸一个尺寸地标注,即时显示讲解文字,比课堂板书更为清晰、高效。

2. 内容方面创新点

本书所涉内容范围与现有教材相同,其创新点主要体现在以下8个方面。

1) 在点、线、面的投影方面

(1)在投影的形成中,架设了自然现象与理论抽象之间的连接桥梁。说明了影子的实质,给出点的投影的定义。

(2)对于点的投影,着重强调投影与坐标的关系,多角度展示投影由三维空间转换到平面的过程,说明已知两个投影可以求第三个投影的理由及所有可能的情况,总结判断投影可见性的一般规则。

(3)对于直线的投影,简要证明各种位置直线的投影特点。将直线的投影特点“与坐标轴平行”转变为“与坐标轴垂直”,使投影特点与坐标值直接关联。总结根据直线的任意两个投影判断其与投影面的相对位置的通用规则。

(4)对于平面的投影,简要证明各种位置平面的投影特点;用非常简单的方法证明投

影面垂直面、平行面、倾斜面的投影特点,证明平面投影的类似性,归纳类似的项目,将用投影规律指导作图落到实处;总结根据平面的两个投影判断其与投影面的相对位置的通用规则。

(5)对线、面相交问题,阐述了可见性的本质,介绍一种判断可见性的直观方法。

简要证明可以帮助初学者理解、把握相关知识。讲完每一种线、面的投影规律,都配有对应的例题或练习题,加深学生对线、面投影的把握,为画立体图夯实基础。

2) 在立体的投影方面

(1)对于平面立体的投影,从便于作图的角度,将立体分解为直线和平面,用动画(本书涉及的动画均在课件中)在三维空间中展示通过绘制各组直线和平面的投影,最后形成立体的投影过程和方法。按作者优化的作图顺序,从画底稿到加深,用动画展示每一条线的绘制过程。接着在三维空间中分析立体的每一表面的投影,说明利用可见性找点的投影的一般规律。

(2)对于回转体的投影,给出转向轮廓线的定义,通过动画从多个视角介绍轮廓线的投影,总结其在三个投影图中的位置关系,给出利用可见性找点的投影的一般规则。

(3)对于平面立体截交线,给出确定交线边数、交线端点在棱线上或在平面上的通用方法,这是利用平面投影特点画交线的根本。总结画平面立体截交线的三个步骤,用动画进行展示。

将画单个平面的投影、立体的表面投影和截交线的投影串联在一起,从基础到应用,由浅入深,可以收到很好的效果。

(4)对于相贯线,用动画展示相贯线上每一个点的求解过程,给出把这些点连接成曲线的通用规则。阐明用圆弧近似表示相贯线的原理,用动画展示绘制方法。

(5)对回转体的截交线进行更为合理的归类。

对上述问题的讲解都设有基本例题和拓展例题,对前者的讲解细化到每一线、面的投影,后者只介绍难点和重点。

3) 在画三视图和看图方面

(1)讲解三视图的形成时,给出通过“正视”直接“看出”立体投影的方法,总结以柱体为基本单元画三视图的通用方法,完善主视图的选择准则。用动画演示三视图的绘制过程,包括从选择图纸到视图布局,从画底稿到加深,按作者总结的作图顺序,绘制每一条图线的全过程。

(2)关于看视图,对形体分析法,给出形体分析的试分原则和判定“试分”正误的标准。提出以柱体为单元看图的基本原则,大大简化了看图步骤。总结根据两个投影推断各种基本体形状的方法,给出了推断柱体形状的“公式”,填补了看图缺少的中间环节;对线面分析法,从应用的角度下定义,总结出三种看图方法,使看图告别了“猜想”阶段。

4) 在标注尺寸方面

(1)打破传统的讲解方法,将几何作图和标注尺寸串联起来讲解。明确画图条件,就是需要标注的尺寸。对定位尺寸作了定义,明确尺寸的起点与终点。对标注尺寸的硬性规定进行合理的解释,说明违背规定可能造成的后果。

(2)对于标注平面图形尺寸,确立平面图形尺寸的标注顺序和要领,明确各种线段需要标注的定位尺寸和定形尺寸。提出对称尺寸的概念,解释对称结构尺寸标注的特殊要求,说明圆需要标注直径不能标注半径的原因。对尺寸标注的硬性规定进行合理的解释。

(3)对于标注组合体尺寸,引入端面尺寸和厚度尺寸的概念,阐明各种基本体需要标注的定位尺寸和定形尺寸;结合例题给出了叠加、挖切形成的两种组合体的标注顺序和通用方法。

将平面图形的尺寸划分为直角坐标和极坐标两种形式,组合体的尺寸划分为直角坐标、柱坐标、球坐标三种形式,说明每一种“形式”各自适宜标注的图形。尺寸的坐标形式是保证尺寸标注合理、齐全的催化剂。

上述标注方法,建立了一个层层递进的理论体系,据此标注的尺寸与国标例图中的尺寸一致。看图、标注尺寸、选择表达方案的方法,是作者在多年的教学实践中逐步形成的,已在1996年、1997年、2001年先后发表了相关教学论文。

5)在轴测图方面

提出以柱体为单元绘制轴测图的思路,确立了先画端面再画棱线的作图顺序。按倾斜线的端点是否在与坐标轴平行的棱线上,分两类介绍倾斜线的画法。介绍坐标原点位置和坐标轴方向的确定原则。依据圆角与圆弧的对应关系介绍其画法。结合典型实例,介绍画堆积、挖切两种组合体轴测图的方法和步骤。

6)在机件的表达方法方面

(1)对于六个基本视图,引入轴对称的概念,明确相关视图形状的对应关系;分析视图需要标注的原因,提出尽量在“三视图”上标注投影方向,以及如何确定投影方向的基本原则。

(2)对于局部视图,强调画局部视图的缘由,给出确定局部大小的实用方法,这是画好局部视图首先要解决的核心问题。阐明了局部视图可以不画波浪线,视图可以省略标注的理由。用选择表达方案例题,对各类视图的选用和画法作了强化训练。

(3)对于剖视图,详细说明作剖视的理由,用一个典型实例,说明确定剖切位置的一般原则,以及选择不当造成的后果。阐述了剖视图可以省略标注的理由;对于局部剖视图,给出确定剖切范围的通用原则,详细阐明画波浪线需要考虑的各种问题;阐明剖切符号不表示剖面大小,这一初学者容易混淆的问题;对半剖视说明了分界面、剖切面的区别,分界面与中心线的关系,对基本对称的机件作半剖视应注意的问题;论述半剖视与局部剖、阶梯剖与旋转剖的优先级,以及可以在视图中不作剖视,保留少量虚线的原则。

(4)用对比法介绍了断面图的画法。指出其与剖视图在画法和标注上的异同,给出将断面图画为剖视图应遵循的规律。

(5)对于简化画法进行归纳与总结,没有照搬国标中的相关条目。

7)在零件图方面

对于选择机件的表达方案,用翔实的实例从多个方面介绍了主视图的选择原则,说明选择主视图以后,再选哪一个视图作为第二个视图;选择两个视图以后,再以基本体(主要是柱体)为单元进行分析,确定每一基本体用哪几个视图表达其形状,哪几个图形表达基本体之间的相对位置,如何协调形状与位置的关系等。详细介绍各类零件确立表达方案的一般方法,对于选择复杂零件的表达方案进行重点分析和论述。

对于公差与配合、表面粗糙度的标注,没有简单罗列国标中枯燥的、生硬的条目,而是对相关内容进行系统归纳与总结,用通俗易懂的语言向学生介绍现阶段应该掌握的相关知识,从功能上给“配合”下定义。

8) 在装配图方面

对于选择表达方案、绘制装配图，强调以装配干线为单元进行分析和画图，给出划分装配干线的典型实例，阐明每一装配干线需要几个图形，如何剖切表达各零件的连接关系和相对位置，以及该干线的空间位置；说明了装配干线有简有繁，即使一个螺钉，也需要按上述原则选择表达方案。结合典型实例，详尽阐明在装配图中如何确定每一零件的相对位置。给出了看装配图、拆分零件图的详尽步骤和通用方法。

一直以来，“工程图学”被学生视为最难学的课程之一，本课程综合性极强，画一个图、看一个图几乎用到课程的全部内容，即便课堂上理解了各零散的知识点，课后没有便于复习、查阅的教材，学生遇到问题又会茫然不知所以。作者力图奉献给学生一本便于自学、复习和查阅的教材。本书每章后面的思考题均是作者原创，能够引导学生复习、归纳所学知识，预习下章内容，使学生在选择、判断中，轻松把握课程的重点和难点，消除似是而非的模糊认知，少走弯路。市面上现有习题集内容相差不大，可以达到相同使用效果。请读者自行选用一本流通时间长、再版次数多的习题集来练习画图、看图题，例如由刘荣珍等编写的科学出版社出版的《机械制图习题集(第三版)》(该习题集含解答视频)。读者也可以根据课时的多寡选择难度更大或更小的其他习题集。

在本书编写过程中参考了一些同类教材，在此对原创作者表示衷心感谢！本书主要由青岛大学刘培晨编著，参加本书编写的还有戈升波、王建华、万勇、潘松峰、卞国龙、谢凤彦、张楠、刘庆斌、刘金霞，书中部分图片由王新月提供，在此表示感谢。

书中第 2.8 节的知识与后续章节没有关联，少学时的非机类专业学生可以不学，其他内容是画图、看图必须用到的。

在本书写作过程中得到了山东大学葛佩琪教授、青岛大学史秋花研究员多方面的指导，他们提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平所限，特别是对重要问题的创新讲解，可能会有疏漏之处，望读者和同行不吝指教，愿与大家共同探讨，进一步提高教材质量。如果您对本书有什么意见、建议或疑问，可以发送电子邮件至 1535025388@qq.com，我们非常欢迎您的来信。

编者
2017年12月

目 录

绪论	1	2.5.3 平面上的直线和点	35
第 1 章 制图的基础知识	4	2.5.4 相交问题	35
1.1 国家标准的基本规定	4	2.5.5 平行问题	36
1.2 尺寸标注的基本规定	8	2.5.6 垂直问题	38
1.3 绘图仪器的使用方法	13	2.6 立体的投影	39
1.4 几何作图	15	2.7 回转体的投影	42
1.4.1 等分圆、画正多边形	15	2.7.1 圆柱体的投影	42
1.4.2 画椭圆	17	2.7.2 圆锥的投影	43
1.4.3 圆弧连接	17	2.7.3 球的投影	44
1.4.4 画平面图形	18	2.7.4 圆环的投影	45
1.4.5 上图板作图	19	2.8 投影变换	45
1.5 徒手绘图的基本方法	20	2.8.1 点的投影变换	46
思考题、预习题	20	2.8.2 换面法的四个基本问题	47
第 2 章 投影法基础	23	2.8.3 换面法的应用	49
2.1 投影法介绍	23	思考题、预习题	50
2.2 点的投影	23	第 3 章 组合体	53
2.2.1 点的三面投影(正投影)	24	3.1 组合体的构成	53
2.2.2 点的相对位置与无轴投影图	25	3.2 柱体的投影	54
2.2.3 重影点	26	3.3 三视图	54
2.3 直线的投影	27	3.4 组合体三视图的画法	55
2.3.1 投影面平行线	27	3.5 平面与立体相交	57
2.3.2 投影面垂直线	28	3.6 回转体表面的截交线	59
2.3.3 一般位置直线	29	3.6.1 圆柱表面的截交线	60
2.3.4 根据直线的两个投影判断直线 与投影面的相对位置	29	3.6.2 圆锥表面的截交线	62
2.4 平面的投影	30	3.6.3 球表面的截交线	63
2.4.1 投影面垂直面	30	3.6.4 组合体的截交线	65
2.4.2 投影面平行面	31	3.7 相贯线	67
2.4.3 一般位置平面	32	3.7.1 两圆柱相贯	67
2.4.4 根据平面的两个投影判断平面 与投影面的相对位置	32	3.7.2 圆柱与圆锥相贯	69
2.5 几何元素间的相对位置	33	3.7.3 特殊相贯线	70
2.5.1 直线与点的相对位置	33	3.8 看组合体视图	71
2.5.2 两直线的相对位置	33	3.8.1 形体分析法看图基础	71
		3.8.2 线面分析法看图	76
		3.9 组合体的尺寸标注	78
		3.9.1 基本形体的尺寸注法	79

3.9.2 交线的尺寸·····	80	5.5 断面图·····	120
3.9.3 标注基本体的端面尺寸·····	80	5.6 特殊表达方法·····	121
3.9.4 标注组合体尺寸·····	83	5.6.1 局部放大图·····	121
3.9.5 标注尺寸的几点注意事项·····	88	5.6.2 规定画法·····	122
思考题、预习题·····	89	5.6.3 简化画法·····	123
第4章 轴测图 ·····	94	思考题、预习题·····	125
4.1 轴测图基础·····	94	第6章 标准件和常用件 ·····	129
4.2 正等轴测图·····	95	6.1 螺纹·····	129
4.2.1 正等轴测图基础·····	95	6.1.1 螺纹的形成·····	129
4.2.2 平面立体正等轴测图的画法·····	95	6.1.2 螺纹的五要素·····	130
4.2.3 回转体正等轴测图的画法·····	97	6.1.3 螺纹的画法·····	131
4.2.4 组合体的正等轴测图·····	99	6.1.4 螺纹的标注·····	132
4.3 斜二等轴测图·····	100	6.2 螺纹紧固件·····	134
4.3.1 斜二等轴测图基础·····	100	6.2.1 螺栓连接·····	135
4.3.2 圆的斜二等轴测图·····	100	6.2.2 双头螺柱连接·····	136
4.3.3 斜二等轴测图的画法·····	101	6.2.3 螺钉连接·····	137
思考题、预习题·····	102	6.2.4 螺纹标准件的标记·····	137
第5章 机件的表达方法 ·····	104	6.3 键连接·····	137
5.1 视图·····	104	6.4 销连接·····	138
5.1.1 基本视图·····	104	6.5 齿轮·····	138
5.1.2 向视图·····	105	6.5.1 直齿圆柱齿轮几何参数·····	139
5.1.3 局部视图·····	106	6.5.2 直齿圆柱齿轮的规定画法·····	140
5.1.4 斜视图·····	107	6.6 弹簧·····	141
5.1.5 确定机件的表达方案·····	107	6.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的参数·····	142
5.2 剖视图·····	109	6.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定 画法·····	142
5.2.1 剖视图的形成·····	109	6.7 滚动轴承·····	143
5.2.2 剖视图的画法·····	109	思考题、预习题·····	144
5.2.3 剖视图的标注·····	111	第7章 零件图 ·····	147
5.3 剖视图的种类·····	112	7.1 零件图的作用和内容·····	147
5.3.1 全剖视图·····	112	7.2 选择零件表达方案·····	147
5.3.2 半剖视图·····	112	7.2.1 选择主视图·····	148
5.3.3 局部剖视图·····	113	7.2.2 选择第二个视图·····	149
5.3.4 剖视图实例分析·····	115	7.2.3 选择其他视图·····	149
5.4 剖切面的种类·····	116	7.2.4 典型零件表达方案举例·····	150
5.4.1 单一剖切面·····	116	7.3 常见零件的表达方案分析·····	151
5.4.2 几个平行的剖切面·····	116	7.3.1 轴套类零件·····	151
5.4.3 几个相交的剖切面·····	117	7.3.2 轮盘类零件·····	152
5.4.4 圆柱剖切面·····	119	7.3.3 叉架类零件·····	153
5.4.5 特殊的剖视图·····	119		

7.3.4 箱体类零件·····	154	8.2 装配图的画法·····	174
7.4 常见零件结构·····	156	8.2.1 规定画法·····	174
7.5 零件图的尺寸标注·····	158	8.2.2 简化画法·····	174
7.5.1 零件图尺寸标注的基本 原则·····	158	8.2.3 特殊画法·····	175
7.5.2 零件上常见典型结构的尺寸 注法·····	159	8.3 确定装配图表达方案·····	176
7.6 零件测绘·····	160	8.4 画装配图的方法和步骤·····	177
7.6.1 常用测量工具的使用方法·····	161	8.5 装配图的标注·····	178
7.6.2 画零件草图·····	162	8.5.1 装配图的尺寸·····	178
7.7 标注表面结构·····	163	8.5.2 装配图的技术要求·····	179
7.7.1 表面粗糙度的基本知识·····	164	8.5.3 零件序号·····	179
7.7.2 表面粗糙度的标注方法·····	165	8.5.4 零件明细表·····	180
7.8 极限与配合·····	166	8.6 装配结构的合理性·····	181
7.8.1 公差·····	166	8.7 看装配图·····	182
7.8.2 偏差·····	166	8.7.1 看装配图的方法·····	182
7.8.3 配合与基准制·····	167	8.7.2 看装配图举例·····	183
7.8.4 公差与配合的标注方法·····	168	8.8 拆画零件图·····	185
7.9 几何公差·····	169	8.8.1 画零件图·····	185
思考题、预习题·····	170	8.8.2 标注尺寸·····	187
8.8.3 标注技术要求·····	187	思考题、预习题·····	187
第8章 装配图·····	173	附录 相关国标编录·····	190
8.1 装配图的作用与内容·····	173	参考文献·····	202

绪 论

1. 本课程的研究对象

工程图学是一门研究图示、图解空间几何问题，绘制与阅读工程图样的基础性学科。简言之，本课程的核心是研究画图、看图和标注三大问题。例如，根据图 1(a) 所示零件，画出图 1(b) 所示图样，并标注尺寸、其他符号和文字(即技术要求)，称为画图。反之，根据图 1(b) 所示图样，想出图 1(a) 所示形状，看懂图中标注的所有项目，称为看图。

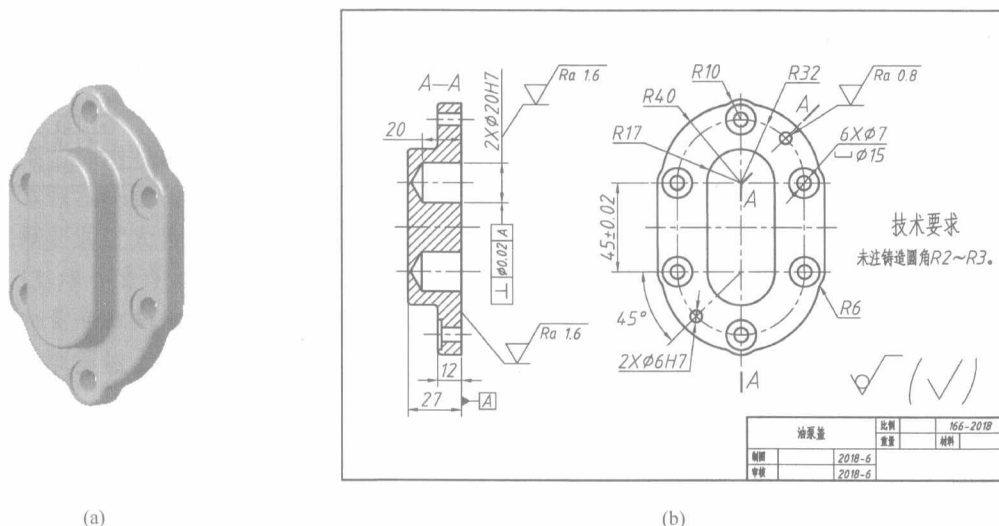


图 1 零件图

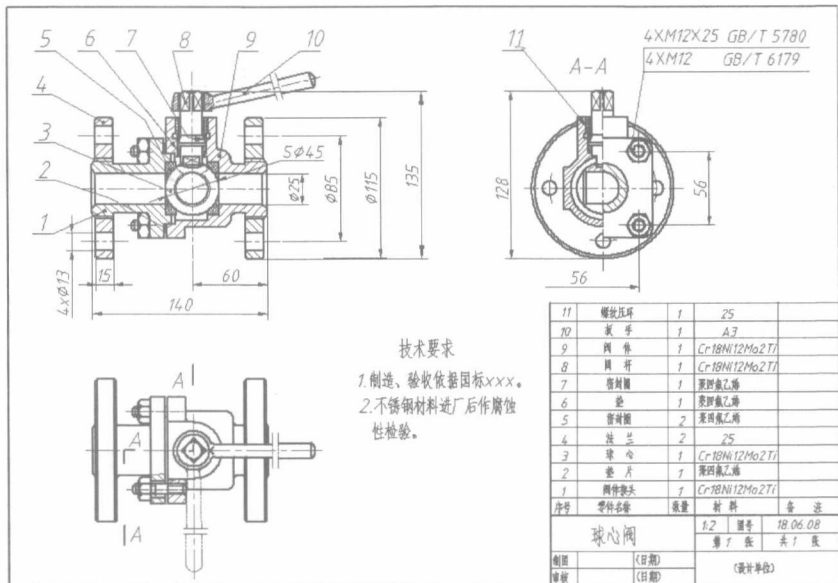
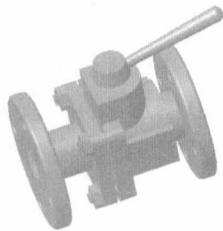
表达零件的形状、尺寸和技术要求的图样称为零件图；表达机器或部件的图形称为装配图。图 2(b) 是图 2(a) 所示球心阀的装配图。本课程主要介绍这两种图样的画法、看图和标注问题。

徒手画的零件图、装配图等图样称为草图。

2. 本课程的性质

本课程是一门专业基础课，比物理、化学等通识课程更接近于专业，比汽车设计、金属加工工艺等专业课程具有更宽广的适用面。要全面把握尺寸标注和技术要求，既需要精通本课程介绍的基本理论和方法，还会用到设计、加工等方面的专业知识，需要读者在今后的工作中，不断积累有关专业知识。

为了说明专业与基础的关系，在此借用一个中学物理问题进行说明，即用最简单的方法，估算压力锅可能达到的最高温度。用气体状态方程可以求出这个温度。气体状态方程 $P = P_0 + 4W / (D^2 \pi)$ 是基础， W 、 D 是主要待定参数。测量压力阀的重量 W 、压力阀放置杆的孔径 D 是实际问题、工程问题、专业问题。解决方法的难点是想到、会用这个方程，测量重量和孔径需要遵循一定的操作规程，需要根据不同的精度要求选用不同的测量仪器。



(a) 球心阀

(b) 装配图

图2 球心阀及其装配图

3. 本课程的地位

工程图样是产品设计、工业生产的重要的技术文件，是设计、加工人员表达设计思想，进行交流、沟通的媒体，是工程技术人员必须掌握的一门“工程语言”。下面从一个工业产品的设计、制造、使用三方面说明这个问题。

- (1) 提出设计任务。设计任务是主管部门下达的，或自己根据市场需要提出的。
- (2) 调研生成设计方案，用草图和文字表达出来。
- (3) 根据经验，查阅设计手册和有关资料，或通过计算、试验确定零件的形状和大小。用草图、外观图、装配图、零件图，将机器和零件全部表达出来。
- (4) 依据零件图投入加工，进行验收。零件图是确认零件是否合格的依据。
- (5) 依据装配图进行组装、调试。装配图是检验机器装配是否合格的依据。
- (6) 依据装配图指导产品的使用、维修，依据零件图加工新零件、替换损坏的零件。

4. 本课程的学习目的和任务

本课程是高等院校的机、电、化工、材料、纺织、工业设计等专业普遍开设的一门既有理论又有实践的重要技术基础课程。其目的是培养学生绘图、看图和空间想象的能力，主要任务如下。

- (1) 学习投影的基本理论。这是用二维平面图表达三维立体的依据。
- (2) 培养画图和看图的基本能力。
- (3) 培养空间想象能力。在三维立体与二维平面图进行双向转换中，空间想象能力是需要培养的基本能力。

(4) 培养严肃认真的工作作风。从图1、图2可以看出，工程图包括许多内容，图纸上的签字绑定了相关人员的权利和责任，画图、看图的一点点失误，可能会造成巨大损失，必须严肃对待，认真做好每一步。

(5)培养计算机绘图的能力。随着计算机技术的普及与发展,工程界与科学界基本用计算机绘图代替了手工绘图。

5. 工程图学与计算机绘图的关系

简单地讲,计算机绘图就是用计算机代替手工画线。画什么、怎样画、看懂图形,都是本课程要解决的问题。学会手工绘图,才能学习用计算机绘图。

6. 本课程的学习方法

(1)掌握理论。学习本课程的理论(第2、3章)时,要把基本概念和基本原理理解透彻,做到融会贯通,这样才能灵活运用这些概念、原理以及相应方法进行解题作图。

本课程的理论,不是数学、物理中的公式和定理。解题作图时用的是从原理中总结出的方法和步骤。例如,画图和看图的步骤,看似轻微,无关紧要,但只有严格按步骤进行画图、看图、标注尺寸,才能没有遗漏、不出差错,才能提高效率。

(2)认真完成作业。先找出解题方法和步骤,再进行作图,有的习题有多种解题方法,应多进行比较和总结,寻找规律,选择其中比较简捷的方法进行解题。

本课程内容较为零散,需要总结、归纳才能把握要领,找出规律,这也是本书的最大亮点。本课程综合性特别强,例如,画一个图、看一个图,就要用到本课程的几乎全部内容,这些需要通过大量练习,才能学到真正有效的绘图和看图方法。

(3)培养自学能力,树立终身学习的观念。工程图样表达设计成果,是加工、检验的依据,包含大量专业知识,需要读者在后继课程的学习中,在今后的生产实践中,不断加强图样的表达和理解能力。

第 1 章 制图的基础知识

1.1 国家标准的基本规定

工程图样是一门工程语言。为了便于交流，国家组织有关专家对相关问题作了统一规定，这些规定称为标准。我国于 1959 年首次发布了国家标准《机械制图》，随着生产技术和对外交流的扩大，先后发布过几次修订的国家标准，之后又陆续发布了多次推荐标准《技术制图》。前者编号格式为 GB xxxx—yyyy，后者编号格式为 GB/T xxxx—yyyy。其中 GB 是“国标”拼音的第一个字母，T 是“推”字拼音的第一个字母，xxxx 是标准代号，yyyy 是发布的年份，例如，本章内容依据的是 GB/T 14689—2008 等标准，并将它们简称为国家标准或国标。

GB 为强制国家标准，相关企业、个人都必须无条件执行；GB/T 是推荐国家标准，相关企业、个人可以根据自己的具体情况决定是否执行。但由于推荐标准着重解决用户在使用旧标准中遇到的新问题，具有较强的市场适应性，大家也作为正式标准来执行。

1. 图纸幅面 (GB/T 14689—2008)

图纸的幅面是指其长度和宽度尺寸。为了便于图纸的装订和保管，国家标准对图纸幅面作了统一的规定，必要时可以采用加长幅面。最大标准图纸称为 A0，面积=1m²，宽(B)：长(L)=1： $\sqrt{2}$ ，B=841mm，L=1189mm。“A0”一分为二是“A1”，“A1”一分为二是“A2”，…，见表 1-1。

表 1-1 图纸基本幅面

(单位：mm)

基本幅面代号	尺寸 B×L	加长幅面代号	尺寸 B×L
A0	841×1189	A3×3	420×891
A1	594×841	A3×4	420×1189
A2	420×594	A4×3	297×630
A3	297×420	A4×4	297×841
A4	210×297	A4×5	297×1051

加长图幅的形成规律是，标准图纸的 L 不变，加长边的长度=标准图纸的 B 乘以代号中“×”后面的数字。例如，A3×4 的幅面是，标准“A3”的 L(420)不变，加长边的长度=A3 的 B×4=1189(误差产生的原因是标准图纸“A3”的 B≈297)，大小是标准图纸“A3”的 4 倍。

除表 1-1 列出的加长图幅以外，国标还给出了更多加长幅面作为备选。

2. 图框格式 (GB/T 14689—2008)

在图纸上必须用粗实线画出图框。格式分为留装订边和不留装订边两种。同一产品的图纸只能采用一种格式。留装订边的图框格式如图 1-1 所示，不留装订边的图框格式如图 1-2 所示。

所有图纸都要按国标规定剪裁，按规定尺寸画出图框。图框边到图纸边缘的距离，见表 1-2。

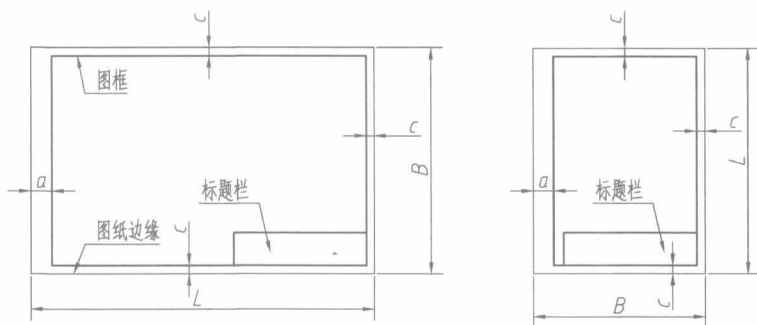


图 1-1 留装订边的图框尺寸

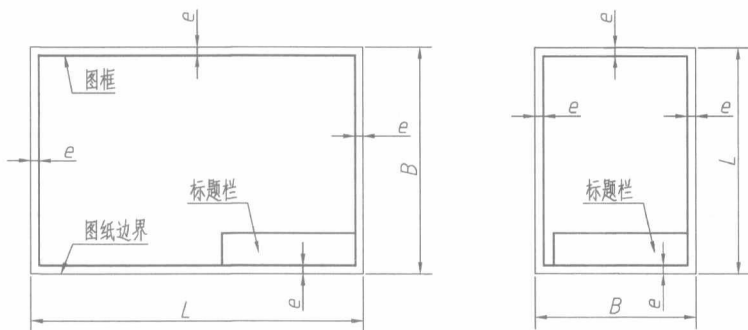


图 1-2 不留装订边的图框尺寸

表 1-2 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				

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张图纸都要有标题栏。用来填写零件或部件的名称、所用材料、画图比例、图号、设计单位名称, 设计、审核、批准等有关人员的签字(绑定有关人员的权利和责任)、日期等信息。一般将标题栏放在图纸边框的右下角。标题栏中文字的字头方向, 对应图形的上方。看图时用来确定图形的上下方向。

在国家标准中, 对标题栏的格式和尺寸作了规定, 练习时可以使图 1-3(a) 所示的标题栏, 图中尺寸的单位是毫米, 还可以使用印刷了图框和标题栏的图纸。每一个设计单位都有自己固定格式的标题栏。

4. 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是图形与其实物相应要素的线性尺寸之比, 非面积、体积之比。国标中规定的比例, 见表 1-3。

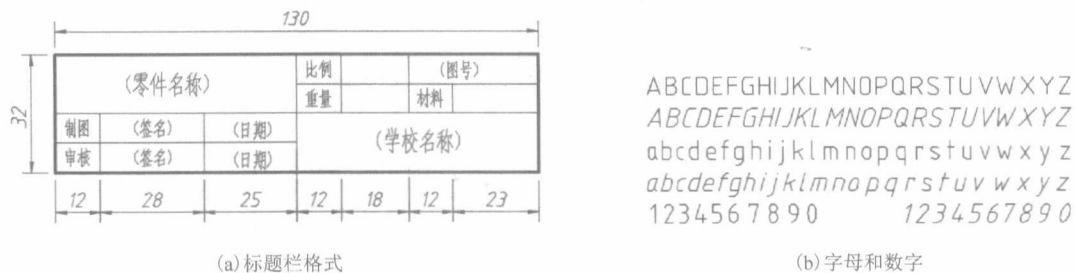


图 1-3 标题栏、字母和数字

表 1-3 标准比例系列

种类	比例系列一	比例系列二
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1; 5 : 1; 1 × 10 ⁿ : 1; 2 × 10 ⁿ : 1; 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1; 4 : 1; 2.5 × 10 ⁿ : 1; 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2; 1 : 5; 1 : 1 × 10 ⁿ ; 1 : 2 × 10 ⁿ ; 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1.5; 1 : 2.5; 1 : 3; 1 : 4; 1 : 6; 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ ; 1 : 3 × 10 ⁿ ; 1 : 4 × 10 ⁿ ; 1 : 6 × 10 ⁿ

比例的选用原则：①为了简化作图，在图样上直接感知零件的真实大小，应尽量采用 1 : 1 的比例绘图。②不宜采用 1 : 1 的比例时，可选择放大或缩小的比例。但标注尺寸一定要标注实际尺寸。同一零件的所有视图选择相同的比例，个别视图比例不同时，需要标注出来，详见本书 5.6.1 节。③优先选用“比例系列一”中的比例。

5. 字体(GB/T 14691—1993)

工程图样中用数字和文字表示机件大小与技术要求。数字和文字是图纸中指令性最强的内容，一定要按有关规定注写。

1) 汉字

汉字采用长仿宋体字，只能使用国家公布推行的《汉字简化方案》中的汉字(简体字)，字体高度 h 一般不小于 3.5mm。从国标规定的高度系列中选用高度，常用值有 3.5、5、7、10、14、20(mm)。

长仿宋体的书写要领是，宽 : 高 = 2/3，横平竖直，结构匀称，字体工整，间隔均匀，排列整齐。

图 1-4、图 1-5 中汉字的字体，分别用 Windows 的仿宋体、AutoCAD 的 gcbbig.shx 字体书写。用 AutoCAD 等软件绘图时，推荐使用 gcbbig.shx 字体。

2) 字母和数字

国标中的字母和数字，由直线和小的曲线段组成，如图 1-3 (b) 所示，可写成斜体或直体，全图要统一。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 角。

用 AutoCAD 等软件绘图时，字母和数字推荐使用字体：gbenor.shx 或 gbeitc.shx。前者是直体，后者是斜体。图 1-3 (b) 的字母、数字就是用这两种字体书写的。

6. 图线(GB/T 4457.4—2002)

国标中规定的常用线型及应用，见表 1-4。

表 1-4 线型及应用

代码(名称)	宽度	线型名称和图例	应用举例
01(实线)	$b/2$	细实线: _____	尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线
	b	粗实线: _____	可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线
02(虚线)	$b/2$	细虚线: - - - - -	不可见轮廓线
	b	粗虚线: - - - - -	标记零件表面特别处理的部分
04(点画线)	$b/2$	细点画线: - · - · - · -	中心线、对称线、齿轮的节圆、节线
	b	粗点画线: - · - · - · -	表示限定范围
05(双点画线)	$b/2$	细双点画线: - · - · - · -	假想轮廓线、极限位置轮廓线
基本线型的变形	$b/2$	波浪线: ~~~~~	断裂边界线(局部剖、局部视图边界)

需要强调的是,图形与文字不同,图线的粗细和线型都有特定的含义,必须严格按照规定选用,并按规定绘制,如图 1-4 所示。

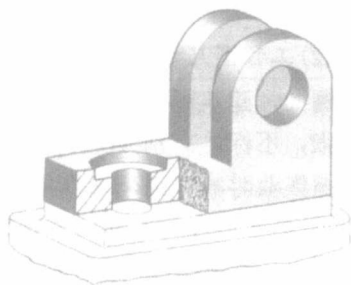
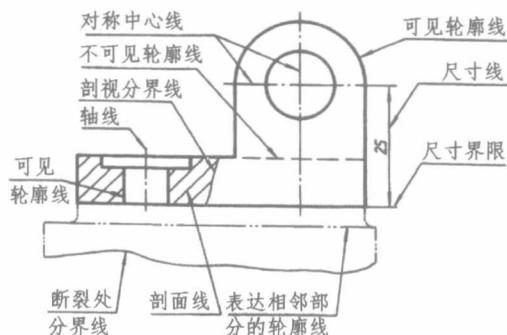


图 1-4 图线应用举例

提示 现在必须掌握的是,图线有粗、细之分,不同粗细有不同的含义,不同线型不能混用。图线的应用是本课程的主要内容之一,以后用到时还会重点强调。

画图线时,需要注意如下问题。

- (1) 细线宽度是粗线的 $1/2$, 为 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 。
- (2) 中心线的长画的长度= $15\sim 35\text{mm}$;短画(不是点)的长度、间隙各 1mm ;两端是长画(后面称为线段),不是短画,如图 1-5(a)所示。
- (3) 中心线在图上两端各出头 $2\sim 5\text{mm}$;相交处是线段,不是短画,如图 1-5(b)所示。
- (4) 虚线的每段长 $4\sim 6\text{mm}$,间隙 1mm ,如图 1-5(a)所示。
- (5) 虚线要线段相交;与粗实线共线时,虚线断开,留下间隙,如图 1-5(b)所示。
- (6) 中心线较短,画点画线有困难时,用细实线代替,如图 1-5(b)所示。