

新形态教材




普通高等教育“十三五”规划教材

机械制图（第三版）

主 编 刘荣珍 赵 军
主 审 武晓丽

微课视频讲解

 科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

机械制图

(第三版)

主编 刘荣珍 赵 军

主审 武晓丽

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书按照机械类和非机械类专业的机械制图教学的基本要求,并结合编者教学实践编写而成。全书共10章,内容包括:绪论,制图基本知识与技能,几何元素的投影,立体及其交线的投影,组合体,轴测图,机件常用的表达方法,零件图,标准件和常用件,装配图和焊接图。本书通过二维码技术,将各章节重点和难点的讲解视频嵌入书中,供读者参考。

本书同时配套出版了《机械制图习题集(第三版)》(刘荣珍、李艳敏主编,科学出版社),并通过二维码技术将各章节的难题讲解视频及参考答案嵌入其中,可供读者选用。

本书可作为普通高等学校近机械类和非机类专业48~80学时的教材,也可作为工程技术人员自学的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 刘荣珍, 赵军主编. — 3版. — 北京: 科学出版社, 2018.6
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-03-057912-6

I. ①机… II. ①刘… ②赵… 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(2018)第127301号

责任编辑: 朱晓颖 / 责任校对: 郭瑞芝
责任印制: 吴兆东 / 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

*

2008年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年6月第 三 版 印张: 18 1/4

2018年6月第十五次印刷 字数: 467 000

定价: 49.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

本书是在第二版的基础上修订而成的，此次修订严格贯彻国家最新标准及规范，遵照教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《高等学校工程图学教学基本要求》，以全面提升高等教育质量、进一步深化教学改革为指导思想，汲取了近年来的教学经验和部分兄弟院校对第二版教材的使用意见。

在本书编写过程中，我们以精选教学内容、注重实践与能力培养为原则。内容方面在保持机械制图理论性和系统性的同时，尽可能做到简明、实用。通过教材例题、配套习题以及综合性大作业等，开阔学生思路、拓宽基础，培养学生几何抽象能力和运用理论解决实际工程问题的能力。

本书的主要特点如下。

(1)合理编排了教学内容。以够用为原则，突出实用性，注重系统性，对传统的画法几何及机械制图内容进行了优化组合。内容由浅入深、由易到难、由简及繁，符合知识学习的认知规律。

教材内容在几何元素的投影部分削弱了解法，重点突出图示法，以满足近机械类和非机械类专业的教学需要。

(2)注重能力的培养。机械制图是一门实践性很强的专业基础课程，在实践环节中，加强尺规绘图，以逐渐培养学生的空间思维能力、动手能力、图形表达和阅读能力，并初步培养学生的工程意识。

(3)贯彻国家发布的《技术制图》与《机械制图》等最新标准，凡涉及国家标准变动的内容，在第二版的基础上都做了相应的改动。

(4)书中带有*号的章节，教师可根据不同专业和学时的要求进行取舍和调整。

本书内容与第二版不同的是在章节作了调整，把制图基本知识及技能由原来的第3章调整为第1章；把零件图调整到标准件和常用件的前面，以便于组织教学及学习；删减了第11章房屋建筑图。

本书还增加了各章重点和难点的讲解视频等数字化内容。

本书同时配套出版了《机械制图习题集(第三版)》(刘荣珍、李艳敏主编，科学出版社)，并通过二维码技术关联各章的难题讲解视频和参考答案。力图通过例题和图解过程帮助学生课外学习和课后辅导答疑，提高学生的画图和读图能力，培养学生的空间分析能力和解决工程实际问题的能力。

本书由刘荣珍、赵军主编，武晓丽老师审稿。参加本书编写的人员有：刘荣珍(绪论、第1章、第6章)、张惠(第2章、第9章、附录)、赵丹(第3章、第4章)、赵军(第5章、第10章)、胡玉霞(第7章)、李艳敏(第8章)。微课视频录制人员有：赵军(绪论、第2章)、刘荣珍(第1章、第4章、第5章)、张惠(第3章)、李艳敏(第6章、第7章)、蔡江明(第8章、第9章)。

武晓丽教授审阅了全书并提出宝贵意见和建议，在此表示感谢。此外，还要感谢所有帮助和关心本书出版的人员。

我们虽已尽力将本书编成内容适当、利于教学的教材，书中仍难免有疏漏和不足，敬请广大读者指正。

编者

2017年12月

目 录

| | |
|--|----|
| 绪论 | 1 |
| 第 1 章 制图基本知识与技能 | 5 |
| 1.1 国标的基本规定 | 5 |
| 1.1.1 图纸幅面(GB/T 14689—2008)和 标题栏(GB/T 10609.1—2008) | 5 |
| 1.1.2 比例(GB/T 14690—1993) | 7 |
| 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993) | 7 |
| 1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002、 GB/T 17450—1998) | 9 |
| 1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—2012) | 10 |
| 1.2 绘图方法 | 14 |
| 1.2.1 尺规绘图 | 14 |
| 1.2.2 徒手绘图 | 18 |
| 1.2.3 计算机绘图 | 19 |
| 1.3 几何作图 | 20 |
| 1.3.1 等分已知直线段 | 20 |
| 1.3.2 等分圆周与正多边形画法 | 20 |
| 1.3.3 斜度和锥度 | 22 |
| 1.3.4 圆弧连接 | 23 |
| 1.3.5 常见的平面曲线 | 24 |
| 1.4 平面图形的尺寸分析及画图步骤 | 25 |
| 1.4.1 平面图形的尺寸分析和线段分析 | 25 |
| 1.4.2 平面图形的画图步骤 | 26 |
| 1.4.3 平面图形的尺寸标注 | 27 |
| 第 2 章 几何元素的投影 | 29 |
| 2.1 点的投影 | 29 |
| 2.1.1 点的两面投影 | 29 |
| 2.1.2 点的三面投影 | 30 |
| 2.1.3 两点相对位置的确定 | 33 |
| 2.1.4 重影点 | 34 |
| 2.2 直线的投影 | 34 |

| | |
|--------------------------|----|
| 2.2.1 直线的投影特性 | 34 |
| 2.2.2 直线与投影面的相对位置 | 36 |
| 2.2.3 直线上的点 | 37 |
| 2.2.4 两直线的相对位置 | 39 |
| 2.3 平面的投影 | 42 |
| 2.3.1 平面的表示法 | 42 |
| 2.3.2 平面对投影面的相对位置 | 43 |
| 2.3.3 平面上的点和直线 | 45 |
| *2.4 换面法 | 48 |
| 2.4.1 点的换面 | 48 |
| 2.4.2 直线的换面 | 51 |
| 2.4.3 平面的换面 | 52 |
| *2.5 直线与平面以及两平面的相对 位置 | 54 |
| 2.5.1 平行 | 54 |
| 2.5.2 相交 | 57 |
| 第 3 章 立体及其交线的投影 | 62 |
| 3.1 平面立体的投影及其表面上的点 | 62 |
| 3.1.1 棱柱的投影及其表面上的点 | 62 |
| 3.1.2 棱锥的投影及其表面上的点 | 64 |
| 3.2 平面与平面立体相交 | 66 |
| 3.2.1 平面立体截交线的性质 | 66 |
| 3.2.2 求平面立体截交线的方法和步骤 | 66 |
| 3.3 曲面立体的投影及其表面上的点 | 71 |
| 3.3.1 圆柱 | 71 |
| 3.3.2 圆锥 | 73 |
| 3.3.3 球 | 75 |
| 3.3.4 圆环 | 77 |
| 3.3.5 复合回转体 | 78 |
| 3.4 平面与曲面立体相交 | 78 |
| 3.4.1 曲面立体截交线的性质 | 79 |
| 3.4.2 求曲面立体截交线的方法与步骤 | 79 |
| 3.5 两曲面立体相贯 | 88 |

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------------|-----|
| 3.5.1 两曲面立体表面交线的性质 | 88 | 5.3 斜二测轴测图 | 138 |
| 3.5.2 相贯线的形式 | 89 | 5.3.1 斜轴测图的轴间角和轴向伸缩系数 | 138 |
| 3.5.3 求相贯线的方法与步骤 | 89 | 5.3.2 圆的斜二测投影 | 139 |
| 3.5.4 相贯线的特殊情况 | 96 | 5.3.3 斜二测的画法 | 140 |
| 3.5.5 复合相贯线 | 97 | 5.4 轴测图中交线的画法 | 141 |
| 第4章 组合体 | 100 | 5.4.1 坐标法 | 141 |
| 4.1 形体分析法与线面分析法 | 100 | 5.4.2 辅助平面法 | 141 |
| 4.1.1 形体分析法 | 100 | 第6章 机件常用的表达方法 | 142 |
| 4.1.2 线面分析法 | 103 | 6.1 视图 | 142 |
| 4.2 画组合体的三视图 | 105 | 6.1.1 基本视图 | 142 |
| 4.2.1 画组合体三视图的方法和步骤 | 105 | 6.1.2 向视图 | 144 |
| 4.2.2 画图举例 | 108 | 6.1.3 局部视图 | 144 |
| 4.3 组合体的尺寸标注 | 109 | 6.1.4 斜视图 | 145 |
| 4.3.1 定形尺寸 | 110 | 6.2 剖视图 | 147 |
| 4.3.2 尺寸基准和定位尺寸 | 111 | 6.2.1 剖视图的概念、画法及其标注 | 147 |
| 4.3.3 总体尺寸 | 111 | 6.2.2 剖视图的种类 | 150 |
| 4.3.4 标注定形、定位尺寸时应注意的几个问题 | 111 | 6.2.3 剖切面的种类 | 154 |
| 4.3.5 标注尺寸要清晰 | 113 | 6.2.4 剖视图标注的补充说明及尺寸注法 | 159 |
| 4.3.6 标注组合体尺寸的方法与步骤 | 113 | 6.3 断面图 | 159 |
| 4.4 读组合体的视图 | 117 | 6.3.1 断面图的概念 | 159 |
| 4.4.1 读图的基本方法 | 117 | 6.3.2 断面图的种类及画法 | 160 |
| 4.4.2 读图时要注意的几个问题 | 118 | 6.3.3 断面图的标注 | 162 |
| 4.4.3 读图的一般步骤 | 122 | 6.4 局部放大图、简化画法和其他规定画法 | 162 |
| 4.4.4 读图举例 | 124 | 6.4.1 局部放大图 | 162 |
| 第5章 轴测图 | 130 | 6.4.2 简化画法 | 163 |
| 5.1 轴测投影的基本知识 | 130 | 6.4.3 其他规定画法 | 167 |
| 5.1.1 轴测投影的形成 | 130 | 6.5 表达方法综合应用举例 | 167 |
| 5.1.2 轴间角及轴向伸缩系数 | 130 | 6.6 轴测图的剖切画法 | 170 |
| 5.1.3 轴测投影的基本性质 | 131 | 6.6.1 轴测图的剖切方法 | 170 |
| 5.1.4 轴测图的分类 | 131 | 6.6.2 轴测剖视图的画法 | 170 |
| 5.2 正等测轴测图 | 132 | 6.7 第三角画法简介 | 171 |
| 5.2.1 正轴测投影的两个重要性质 | 132 | 第7章 零件图 | 174 |
| 5.2.2 正等测的轴间角和轴向伸缩系数 | 132 | 7.1 零件图的作用和内容 | 174 |
| 5.2.3 平面立体的正等轴测图 | 133 | 7.2 零件图的工艺结构 | 175 |
| 5.2.4 圆的正等测画法 | 135 | 7.3 零件图表达方案的选择 | 178 |
| 5.2.5 曲面立体的正等轴测图 | 136 | | |
| 5.2.6 组合体的正等轴测图 | 137 | | |

| | | | |
|-----------------------------|-----|------------------------|-----|
| 7.3.1 主视图的选择 | 178 | 8.5 滚动轴承 | 228 |
| 7.3.2 其他视图的选择 | 180 | 8.6 弹簧 | 231 |
| 7.3.3 零件图表达方案选择举例 | 180 | 8.6.1 弹簧的类型及功用 | 231 |
| 7.4 零件图的尺寸标注 | 184 | 8.6.2 弹簧的规定画法 | 232 |
| 7.4.1 合理选择尺寸基准 | 184 | 第9章 装配图 | 235 |
| 7.4.2 合理标注尺寸 | 185 | 9.1 装配图的作用和内容 | 235 |
| 7.4.3 零件尺寸标注举例 | 188 | 9.1.1 装配图的作用 | 235 |
| 7.5 零件图中的技术要求 | 189 | 9.1.2 装配图的内容 | 235 |
| 7.5.1 零件的表面结构要求 | 189 | 9.2 装配图的表达方法 | 236 |
| 7.5.2 极限与配合 | 193 | 9.2.1 规定画法 | 236 |
| 7.5.3 几何公差 | 198 | 9.2.2 特殊画法 | 237 |
| 7.6 零件测绘的方法与步骤 | 201 | 9.2.3 简化画法 | 238 |
| 7.6.1 测绘方法与步骤 | 201 | 9.3 装配图的尺寸标注 | 239 |
| 7.6.2 测量工具和测量方法 | 203 | 9.4 装配图中零、部件序号和明 细栏 | 239 |
| 7.6.3 零件测绘的注意事项 | 204 | 9.5 常见装配结构的合理性简介 | 241 |
| 7.7 读零件图的方法和步骤 | 204 | 9.6 由零件图画装配图 | 243 |
| 第8章 标准件和常用件 | 207 | 9.6.1 明确部件的装配关系和工作原理 | 243 |
| 8.1 螺纹 | 207 | 9.6.2 确定视图表达方案 | 245 |
| 8.1.1 螺纹的形成、结构和要素 | 207 | 9.6.3 画装配图 | 245 |
| 8.1.2 螺纹的种类 | 209 | 9.7 读装配图及拆画零件图 | 248 |
| 8.1.3 螺纹的规定画法 | 210 | 9.7.1 读装配图 | 248 |
| 8.1.4 螺纹的标注 | 212 | 9.7.2 拆画零件图 | 251 |
| 8.2 常用螺纹紧固件 | 213 | 第10章 焊接图 | 256 |
| 8.2.1 螺纹紧固件的种类、用途及其规定 标记 | 213 | 参考文献 | 261 |
| 8.2.2 螺纹紧固件的绘制 | 215 | 附录A 连接 | 262 |
| 8.2.3 螺纹连接的画法 | 216 | 附录B 滚动轴承 | 275 |
| 8.3 键和销 | 221 | 附录C 常用标准结构 | 277 |
| 8.3.1 键联结 | 221 | 附录D 技术要求——极限与配合 | 278 |
| 8.3.2 销连接 | 223 | | |
| 8.4 齿轮 | 224 | | |
| 8.4.1 齿轮的用途及分类 | 224 | | |
| 8.4.2 圆柱齿轮 | 225 | | |

绪 论

1. 概述



1) 课程的性质、研究内容和任务

“机械制图”课程是高等院校工科专业学生必修的一门技术基础课，主要包括画法几何、制图基础、机械图。画法几何主要研究在二维平面上表达三维形体的图示法和解决空间几何问题的图解法。制图基础包括国家标准《机械制图》和《技术制图》的基本规定，组合体的画图、读图、尺寸标注及机件的表达方法等。机械图部分包括标准件和常用件、零件图、装配图的绘图和读图方法等内容。

通过该课程的学习，培养学生的空间思维能力、创新能力和工程意识，达到绘制和阅读机器零部件图与装配图的目的。本课程的主要任务：

- (1) 培养学生图解空间几何问题的能力。
- (2) 培养学生绘制和阅读机械工程图样的能力。
- (3) 培养学生的空间想象能力、工程设计的表达能力以及工程实践能力。
- (4) 培养学生的质量意识、创新意识和良好的“工程素质”。
- (5) 培养学生认真负责、一丝不苟的工作态度和团队协作精神。

2) 本课程的特点和学习方法

本课程的特点是用正投影原理图解空间几何问题和图示空间形体，初学者应在学习中注意培养自己的空间思维能力和抽象思维能力。学习时应注意以下几方面。

(1) 理论联系实际，提高空间想象能力和图形表达能力。

本课程研究的是空间三维形体与其二维平面投影图之间的关系。在掌握投影理论的基础上，坚持理论联系实际的原则，善于观察，勤于思考，由空间到平面，再由平面到空间反复思考，逐步提高图形表达能力和空间想象能力。

(2) 循序渐进，打好理论基础。

本书按点、线、面、基本立体、组合体、零件等内容，由浅入深、循序渐进，由基本投影理论的学习，逐步过渡到能够绘制和阅读专业图。

(3) 重视实践，按时完成作业。

完成一定数量的习题和工程图样绘制，是巩固基本理论、培养绘图和读图能力的基本保证。因此，应及时、认真、正确地完成作业。制图作业要求必须用绘图工具来完成，并养成作图准确、图线分明、字体工整和图面整洁的习惯。

(4) 严格遵守国家标准。

国家标准是规范图样画法和标注的指导性文件，应认真学习国家标准的相关内容并严格遵守，牢固树立标准化意识，培养责任心和质量意识。

2. 投影法



1) 投影法的基本概念

在自然界中,物体在光的照射下会在地面或墙壁上产生影子,如图 1 所示。把这种自然现象抽象、归纳得出投影法,即把光线抽象为投射线,把地面或墙壁抽象为投影面,把影子抽象为投影,用投射线照射物体,向投影面投射,在投影面上得到投影的方法,称为投影法。要产生投影必须有物体、投射线和投影面,因此,物体、投射线和投影面是形成投影的三要素。

2) 投影法分类

(1) 中心投影法。

如图 2 所示,所有的投射线汇交于有限远处一点的投影法称为中心投影法。投射线汇交点 S 称为投射中心。

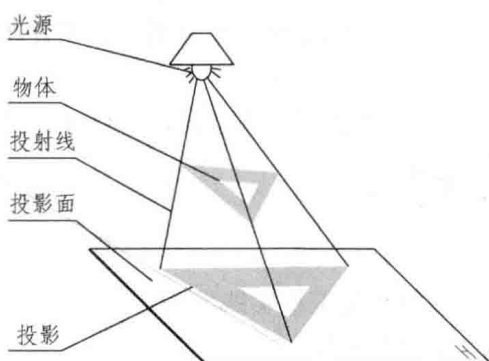


图 1 投影法

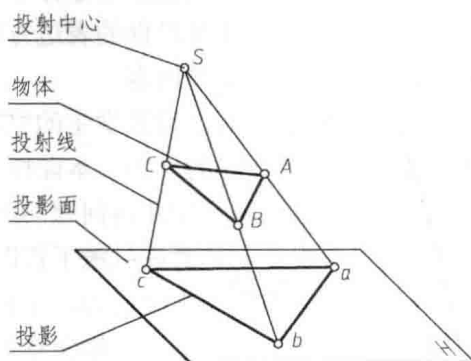


图 2 中心投影法

(2) 平行投影法。

如果保持图 2 中的投影面不动,将投影中心 S 移至无穷远处,投射线则相互平行,这种用互相平行的投射线在投影面上得到物体投影的方法称为平行投影法。用平行投影法得到的投影称为平行投影。平行投影分为平行正投影和平行斜投影,如图 3 所示。

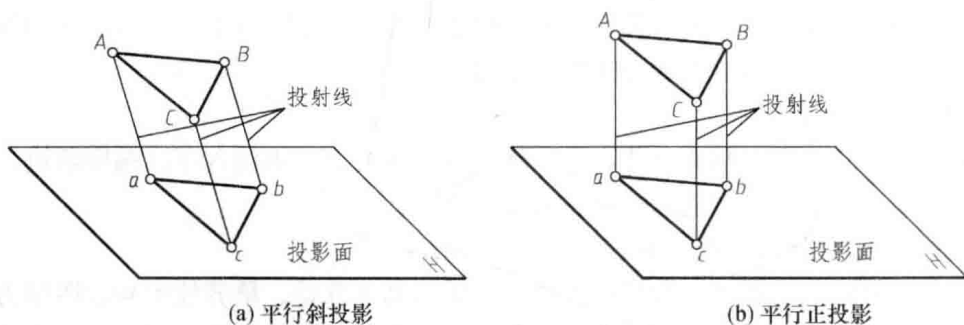


图 3 平行投影法

互相平行的投射线倾斜于投影面时,在投影面上得到的投影称为平行斜投影,简称斜投影,如图 3(a) 所示。

互相平行的投射线垂直于投影面时,在投影面上得到的投影称为平行正投影,简称正投影,如图 3(b) 所示。

3. 工程上常用的投影图

1) 多面正投影图

表达工程设计的图样必须能确切、唯一地反映物体的形状、大小及相对位置关系。然而，如图 4 所示，不同点(如 A 、 A_1 、 A_2)、不同线(如 BC 、 B_1C_1 、 B_2C_2)、不同面(如 P_1 、 P_2)和不同形体(如 T_1 、 T_2)，在水平投影面上有相同的投影，因此，仅靠一个投影不能唯一确定物体的空间状况。为了满足工程上的要求，需用多面正投影来表达工程物体，如图 5(a)所示为一个形体在空间三投影面体系中的正投影，工程上用如图 5(b)所示的多面投影图表达工程物体。

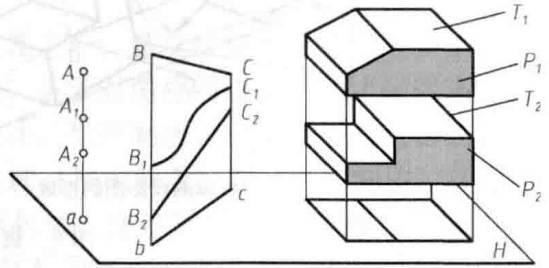


图 4 物体的一个投影不能确定其空间位置和形状

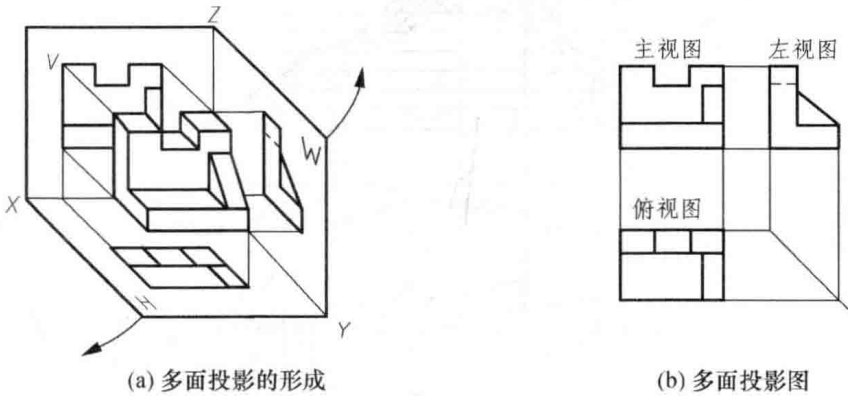


图 5 物体的多面正投影图

虽然多面正投影图直观性较差，但由于其度量性好，能够反映物体的完整形状，符合生产对工程图样的要求，故在工程上广泛应用，也是本课程学习的重点，在后续章节中将正投影简称投影。

2) 轴测图

用平行投影法将空间物体及描述其空间位置的直角坐标系一起向一个投影面上投射，得到能够同时反映物体的长、宽、高三个方向的图形称为轴测投影图，简称轴测图，如图 6 所示。轴测图的优点是能较直观、形象地表达物体的形状，但对物体形状表达不完全，且表面形状发生变化(如矩形变成平行四边形、圆变成椭圆)。工程中常用轴测图作为多面正投影图的辅助图样。

3) 标高投影图

标高投影图是正投影的一种。将一组与投影面平行的平面与曲面的交线投射到投影面上，并在相应的投影上用数字标注交线到基准面的高度，称为标高投影图。标高投影图常用来表示地形，如图 7 所示。不规则曲面，如船舶和汽车的外形等也常采用标高投影图的方法来表达。

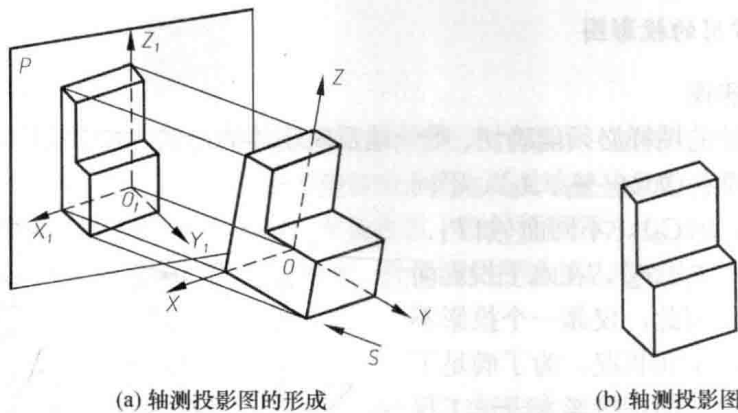


图 6 物体的轴测图

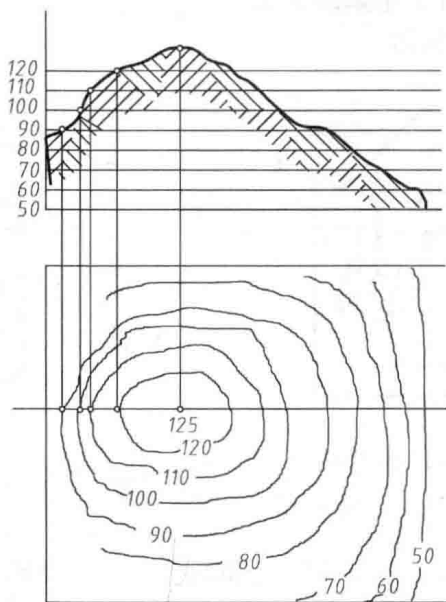


图 7 地形标高图

4) 透视图

透视图采用中心投影法绘制,可近似于用人的—只眼睛看物体的视觉效果,形象、逼真、立体感强。其特点是物体近大远小,近和远相对于人眼而言。透视图常用来画房屋、桥梁等大型建筑物及园林规划的效果图,图 8 是一物体的透视图。透视图也是工程图样的辅助图,作图较复杂。

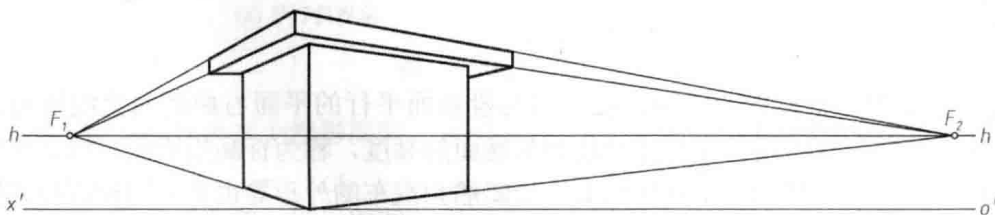


图 8 物体的透视图

第1章 制图基本知识与技能

工程图样是现代工业生产的主要技术文件之一，是交流技术思想的重要工具，是工程界的语言。为了便于生产和进行技术交流，必须对图样的画法、尺寸标注等做出统一规定。机械图样是工程图样的一种，它是设计、生产制造、使用、维修机器或设备的主要技术资料，对于机械图样，我国制定并实施《技术制图》和《机械制图》国家标准。《技术制图》国家标准是工程界各专业(包括机械、建筑等)领域制图通用性基本规定，《机械制图》国家标准是为了适应机械领域自身的特点，在选用《技术制图》国家标准若干基本规定，或不违背《技术制图》国家标准的前提下做出一些必要的具体补充规定。制图标准也会适时进行修订。每一个工程技术人员都必须树立标准化的概念，严格遵守，认真执行国家标准。

本章重点介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定，它是绘制图样的依据。同时还介绍绘图方法、几何作图和平面图形的绘图步骤等。

1.1 国标的规定



1.1.1 图纸幅面(GB/T 14689—2008)和标题栏(GB/T 10609.1—2008)

1. 图纸幅面及格式

绘制工程图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面

(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 | | |
| a | 25 | | | | |
| c | 10 | | | 5 | |

图幅确定后，还需在图纸上用粗实线画出图框以确定绘图区域，图框格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图 1-1 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

必要时允许加长图纸幅面，但加长幅面的尺寸是由表 1-1 中所列基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。加长图纸幅面相应的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。加长幅面尺寸和相应的图框尺寸可查阅《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)。

2. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏。《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)对标题栏的内

当题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸,如图 1-1(b)、(d)。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,构成 Y 型图纸,如图 1-1(a)、(c)。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-1(e)所示,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-1(f)所示。

3. 附加符号

1) 对中符号

为了使图样复制或缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内 5mm 的一段粗实线,如图 1-1(e)、(f)所示。当对中符号在标题栏范围内时,深入标题栏的部分省略不画。

2) 方向符号

按图 1-1(e)、(f)使用预先印制的图纸时,为了明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-1(e)、(f)所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形。

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。绘制图样时,应优先选取表 1-2 规定的“优先采用的比例”,必要时也可在“允许选用的比例”中选取。

表 1-2 绘图比例

| 种类 | 优先采用的比例 | 允许选用的比例 |
|------|--|---|
| 原值比例 | 1:1 | |
| 放大比例 | 5:1, 2:1 5×10 ⁿ :1, 2×10 ⁿ :1, 1×10 ⁿ :1 | 4:1, 2.5:1 4×10 ⁿ :1, 2.5×10 ⁿ :1 |
| 缩小比例 | 1:2, 1:5, 1:10 ⁿ 1:2×10 ⁿ , 1:5×10 ⁿ , 1:1×10 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 |

比例一般应填写在标题栏中比例一栏内。必要时,在视图名称的下方或右侧标注。当图样中的某个视图采用的比例与标题栏中的比例不同时,必须在视图名称的下方(或右侧)标注其比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

在图样中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的号数用字的高度表示。

1. 汉字

汉字应写长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的书写要领:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1-3 为用长仿宋体书写的汉字示例。

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

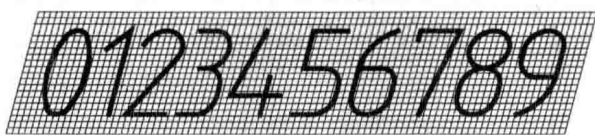
10号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

图 1-3 用长仿宋体书写的汉字示例

2. 字母和数字

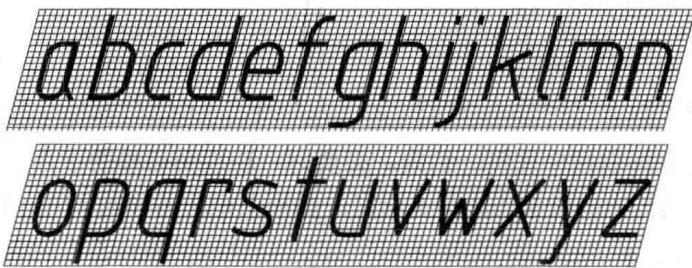
字母和数字分 A 型 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一; B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。字母和数字可写成斜体或直体(机械工程图样中常采用斜体)。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。在同一图样上字型应统一。图 1-4 为字母和数字的结构形式。



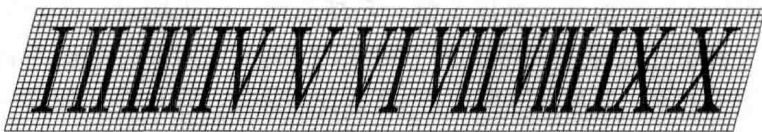
(a) 阿拉伯数字及其书写笔序



(b) 大写拉丁字母



(c) 小写拉丁字母



(d) 罗马数字



(e) 综合应用










图 1-4 字母和数字的结构形式

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

1. 图线的形式及应用

绘制机械图样时,一般使用如表 1-3 所示的九种图线形式。按《机械制图 图样画法 画线》GB/T 4457.4—2002 的规定,采用粗、细两种线宽,两种线宽的比为 2:1。粗线宽度(d)应根据图样的类型、大小、比例和缩微复制的要求在 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm 和 2mm 中选用,并优先采用 0.5mm 和 0.7mm 的线宽。在同一图样中,同类图线的线宽应一致。

表 1-3 图线形式及应用

| 图线名称 | 图线形式 | 线宽 | 线素 | 一般应用 |
|-------|---|------|----------|---|
| 细实线 |  | 0.5d | 无 | (1) 尺寸线及尺寸界线; (2) 剖面线; (3) 重合剖面的轮廓线; (4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线; (5) 引出线; (6) 辅助线等 |
| 波浪线 |  | 0.5d | 无 | (1) 断裂处的边界线; (2) 视图和剖视图的分界线 |
| 双折线 |  | 0.5d | 无 | 断裂处的边界线 |
| 粗实线 |  | d | 无 | 可见轮廓线 |
| 细虚线 |  | 0.5d | 画、短间隔 | 不可见轮廓线 |
| 粗虚线 |  | d | | 有特殊要求表面的表示线 |
| 细点画线 |  | 0.5d | 长画、短间隔、点 | (1) 轴线; (2) 对称中心线; (3) 轨迹线 |
| 粗点画线 |  | d | | 表示限定范围的表示线 |
| 细双点画线 |  | 0.5d | | 假想投影轮廓线, 中断线 |

长画 = 24d, 画 = 12d, 短间隔 = 3d, 点 ≤ 0.5d

不连续线的独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。九种图线形式所包含的线素及各种线素的长度见表 1-3。手工绘图时,线素的长度宜符合《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)的规定。图 1-5 为机械图样中图线的应用举例。本书为了叙述方便,将细虚线、细点画线、细双点画线简称虚线、点画线、双点画线。

2. 图线画法

图 1-6 用正误对比的方法说明图线画法的要求。

- (1) 不连续的线型,如细虚线、细点画线等应恰当地相交于画或长画处。
- (2) 绘制圆的中心线或图形的对称线时,细点画线首末两端应是长画,并超出圆或图形外 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。
- (3) 当细虚线是粗实线的延长线时,在连接处应留出空隙。
- (4) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。