

劳动和社会保障部培训就业司推荐  
冶金行业职业教育培训规划教材

# 机械基础知识

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 马保振 | 范淑果 |
| 副主编 | 袁建路 | 张文灼 |
| 主 审 | 郝宏伟 |     |

北 京  
冶金工业出版社  
2007

# 冶金行业职业教育培训规划教材

## 编辑委员会

**主 任** 王子林 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会  
主任委员;唐山钢铁公司 副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

**副主任** 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会  
副主任委员;中国钢协职业培训中心 副主任

**顾 问** 北京科技大学 曲 英 王筱留 袁 康 施东成  
**委 员**

|            |     |                                  |         |     |
|------------|-----|----------------------------------|---------|-----|
| 首钢总公司      | 舒友珍 | 何智广                              | 宝山钢铁公司  | 杨敏宏 |
| 太原钢铁公司     | 贾宝林 | 孟永钢                              | 武汉钢铁公司  | 孙志桥 |
| 马鞍山钢铁公司    | 王茂龙 | 陈 宣                              | 本溪钢铁公司  | 张春雨 |
| 唐山钢铁公司     | 宋润平 | 冯柄晓                              | 江苏沙钢公司  | 黄国刚 |
| 济南钢铁公司     | 陈启祥 | 赵树俭                              | 天津天铁公司  | 王金铭 |
| 南京钢铁联合公司   | 陈龙宝 | 朱朝全                              | 钢协培训中心  | 宋 凯 |
| 承德钢铁公司     | 魏洪如 | 高 影                              | 济源钢铁公司  | 靳沁萍 |
| 石家庄钢铁公司    | 侯 敏 | 冷学中                              | 滦河集团公司  | 王爱民 |
| 首钢迁安钢铁公司   | 王宝军 | 王 蕾                              | 河北冶金研究院 | 彭万树 |
| 邯郸钢铁公司     | 张晓力 | 李 阳                              | 河北冶金设计院 | 周建宏 |
| 宣化钢铁公司     | 张聪山 | 李豪杰                              | 港陆钢铁公司  | 赵福桐 |
| 淮阴钢铁公司     | 刘 瑾 | 王灿秀                              | 邯钢衡水薄板厂 | 魏虎平 |
| 邢台钢铁公司     | 张力达 | 孙汉勇                              | 半壁店钢铁公司 | 刘春梅 |
| 纵横钢铁公司     | 王建民 | 阚永梅                              | 鹿泉钢铁公司  | 杜会武 |
| 河北工业职业技术学院 | 袁建路 | 李文兴                              | 河北立国集团  | 郭志敏 |
| 山西工程职业技术学院 | 王明海 | 史学红                              |         |     |
| 冶金工业出版社    | 宋 良 | (010-64027900, 3bs@cnmip.com.cn) |         |     |

# 序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这其间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量的迅速增长、素质的不断提高与否,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视。在 2003 年的全国人事工作会议上,中央再一次明确了人才立国的发展战略,同时国家已开始着手进行终身学习法的制定调研工作。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作将出现长期稳定发展的新局面。

为了搞好冶金行业职工的技能培训工作,河北工业职业技术学院同冶金工业出版社和中国钢协职业培训中心密切协作,联合有关的冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,给予推荐。河北工业职业技术学院的各级领导和教师在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在有关单位的工程技术人员和教师的积极参与和大力支持下,出色地完成了前期工作,为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行,打下了坚实的基础。相信本套教材的出版,将为企业生产一线人员的理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高,企业核心竞争力的不断增强,起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展,职业技能培训工作也取得了巨大的成绩,

大多数企业建立了完善的职工教育培训体系,职工素质不断提高,为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。我个人认为,今后的培训工作重点,应注意继续加强职业技能培训工作者的队伍建设,继续丰富教材品种,加强对高技能人才的培养,进一步加强岗前培训,加强企业间、国际间的合作,开辟新的局面。

展望未来,任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路,加强合作,全面提升从业人员的素质,要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人,培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人,培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人;不断创新,不断发展,力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶,为冶金行业持续、稳定、健康发展,做出新的贡献!

# 前 言

本书是按照劳动和社会保障部的规划,受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托,在编委会的组织安排下,参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由劳动和社会保障部培训就业司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

书中借鉴和汲取了众多机械制图、公差配合、机械基础、机械维护修理与安装等教材的优点和长处,以精练的语言讲述了机械基础的有关知识,突出了应用性和实用性。全书共分12章,主要包括机械制图基础、机械零件的几何精度、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴及其联接、轴承、螺纹联接及螺旋传动等基础知识。

作为职工岗位培训教材,本书紧密结合企业现场实际,讲究应用,力求体现以提高岗位技能为目标的职教特点,各章节内容选材均来自工程实际,在叙述和表达方式上努力做到深入浅出、直观易懂、触类旁通。

本书由河北工业职业技术学院马保振、河北师范大学范淑果任主编,河北工业职业技术学院袁建路、张文灼任副主编,郝宏伟任主审;邢台轧辊机械(有限公司)次耀辉,石家庄钢铁公司冷学忠、胡向阳,邯郸钢铁公司范玉新,石家庄职业教育中心韩开升等同志参加了本书的编写工作。

在编写过程中,参考了很多相关的资料和书籍,在此向有关作者表示衷心的感谢。

限于编者的水平和经验,书中欠妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>1 机械制图基础</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1 制图原理             | 1         |
| 1.1.1 投影法            | 1         |
| 1.1.2 投影法的分类         | 1         |
| 1.1.3 正投影的基本特性       | 1         |
| 1.2 三视图              | 2         |
| 1.2.1 视图及三视图         | 2         |
| 1.2.2 三视图反映物体的位置关系   | 3         |
| 1.2.3 三视图的投影规律       | 5         |
| 1.2.4 基本几何形体的三视图     | 6         |
| 1.2.5 画组合体的三视图       | 8         |
| 1.2.6 读组合体的视图        | 10        |
| 1.3 机件常用表达方法         | 12        |
| 1.3.1 视图             | 12        |
| 1.3.2 剖视图            | 14        |
| 1.3.3 断面图            | 16        |
| 1.4 零件图              | 18        |
| 1.4.1 零件图的内容         | 18        |
| 1.4.2 零件图的尺寸标注       | 19        |
| 1.4.3 零件图的绘制与阅读      | 21        |
| 1.5 装配图              | 22        |
| 1.5.1 装配图的内容         | 22        |
| 1.5.2 阅读装配图          | 22        |
| 思考题                  | 25        |
| <b>2 机械零件的几何精度</b>   | <b>26</b> |
| 2.1 互换性与标准化          | 26        |
| 2.1.1 互换性            | 26        |
| 2.1.2 标准化            | 26        |
| 2.2 尺寸精度             | 27        |
| 2.2.1 尺寸             | 27        |
| 2.2.2 尺寸偏差、公差和公差带    | 27        |
| 2.2.3 标准公差系列和基本偏差系列  | 28        |
| 2.2.4 一般公差 线形尺寸的未注公差 | 31        |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 2.3 配合精度 .....            | 33        |
| 2.3.1 配合分类 .....          | 33        |
| 2.3.2 基准制 .....           | 35        |
| 2.3.3 公差带代号与配合代号 .....    | 35        |
| 2.3.4 常用和优先的公差带与配合 .....  | 36        |
| 2.3.5 公差与配合选择 .....       | 37        |
| 2.4 形状和位置精度 .....         | 40        |
| 2.4.1 形位公差的项目与符号 .....    | 40        |
| 2.4.2 形位公差的标注 .....       | 40        |
| 2.4.3 形状公差带及其特点 .....     | 41        |
| 2.4.4 位置公差带及其特点 .....     | 44        |
| 2.5 表面粗糙度 .....           | 50        |
| 2.5.1 表面粗糙度的评定参数及应用 ..... | 50        |
| 2.5.2 表面粗糙度的标注 .....      | 52        |
| 思考题 .....                 | 54        |
| <b>3 平面连杆机构 .....</b>     | <b>55</b> |
| 3.1 铰链四杆机构的基本形式及应用 .....  | 55        |
| 3.1.1 曲柄摇杆机构 .....        | 55        |
| 3.1.2 双曲柄机构 .....         | 57        |
| 3.1.3 双摇杆机构 .....         | 58        |
| 3.2 铰链四杆机构的演化形式 .....     | 58        |
| 3.2.1 曲柄滑块机构 .....        | 58        |
| 3.2.2 导杆机构 .....          | 60        |
| 3.2.3 曲柄摇块机构 .....        | 60        |
| 3.2.4 移动导杆机构 .....        | 60        |
| 3.3 铰链四杆机构的基本特性 .....     | 61        |
| 3.3.1 铰链四杆机构基本形式的判定 ..... | 61        |
| 3.3.2 急回特性及行程速度变化系数 ..... | 62        |
| 3.3.3 压力角与传动角 .....       | 62        |
| 3.3.4 死点位置 .....          | 63        |
| 3.4 平面连杆机构的结构 .....       | 64        |
| 3.4.1 构件的结构形式 .....       | 64        |
| 3.4.2 运动副的结构形式 .....      | 66        |
| 3.4.3 构件长度的调节 .....       | 66        |
| 思考题 .....                 | 67        |
| <b>4 凸轮机构 .....</b>       | <b>68</b> |
| 4.1 凸轮机构的组成、应用特点及分类 ..... | 68        |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 4.1.1 凸轮机构的组成及应用特点 .....        | 68        |
| 4.1.2 凸轮机构的分类 .....             | 69        |
| 4.2 凸轮机构的工作原理 .....             | 70        |
| 4.2.1 凸轮机构的工作过程及从动件位移曲线 .....   | 70        |
| 4.2.2 凸轮机构的压力角及其校核 .....        | 71        |
| 4.3 凸轮机构的常用材料及结构 .....          | 72        |
| 4.3.1 材料及热处理 .....              | 72        |
| 4.3.2 凸轮机构的结构 .....             | 72        |
| 思考题 .....                       | 73        |
| <b>5 间歇运动机构 .....</b>           | <b>74</b> |
| 5.1 棘轮机构 .....                  | 74        |
| 5.1.1 棘轮机构的工作原理及类型 .....        | 74        |
| 5.1.2 棘轮机构的应用 .....             | 75        |
| 5.1.3 棘轮机构的主要参数、常用材料及转角调整 ..... | 76        |
| 5.2 槽轮机构 .....                  | 76        |
| 5.2.1 槽轮机构的工作原理、类型及应用 .....     | 76        |
| 5.2.2 槽轮机构主要参数和运动系数 .....       | 77        |
| 思考题 .....                       | 78        |
| <b>6 带传动 .....</b>              | <b>79</b> |
| 6.1 带传动的类型、特点及应用 .....          | 79        |
| 6.1.1 摩擦型带传动 .....              | 79        |
| 6.1.2 啮合型带传动 .....              | 81        |
| 6.2 普通 V 带和 V 带轮 .....          | 81        |
| 6.2.1 普通 V 带 .....              | 81        |
| 6.2.2 普通 V 带轮 .....             | 82        |
| 6.3 带传动的安装与维护 .....             | 83        |
| 6.3.1 带传动的安装 .....              | 83        |
| 6.3.2 带传动的张紧 .....              | 84        |
| 6.3.3 带传动的失效形式及维护 .....         | 85        |
| 思考题 .....                       | 86        |
| <b>7 链传动 .....</b>              | <b>87</b> |
| 7.1 链传动的特点、类型与结构 .....          | 87        |
| 7.1.1 链传动的特点 .....              | 87        |
| 7.1.2 链传动的类型 .....              | 87        |
| 7.2 滚子链与链轮 .....                | 88        |
| 7.2.1 滚子链 .....                 | 88        |
| 7.2.2 滚子链链轮 .....               | 89        |



|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 7.3 链传动的运动特性和主要参数 .....            | 89        |
| 7.3.1 运动特性 .....                   | 89        |
| 7.3.2 主要参数 .....                   | 90        |
| 7.4 链传动的安装与维护 .....                | 91        |
| 7.4.1 链传动的安装 .....                 | 91        |
| 7.4.2 链传动的失效形式及维护 .....            | 91        |
| 思考题 .....                          | 92        |
| <b>8 齿轮传动 .....</b>                | <b>93</b> |
| 8.1 齿轮传动的特点和类型 .....               | 93        |
| 8.1.1 齿轮传动的特点 .....                | 93        |
| 8.1.2 齿轮传动的类型 .....                | 93        |
| 8.2 渐开线直齿圆柱齿轮 .....                | 94        |
| 8.2.1 渐开线及其性质 .....                | 94        |
| 8.2.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数 .....       | 95        |
| 8.2.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动 .....       | 96        |
| 8.3 斜齿圆柱齿轮传动 .....                 | 97        |
| 8.3.1 齿廓啮合特点 .....                 | 97        |
| 8.3.2 主要参数 .....                   | 97        |
| 8.3.3 正确啮合条件 .....                 | 98        |
| 8.4 渐开线圆柱齿轮精度简介 .....              | 98        |
| 8.4.1 齿轮、齿轮副的公差项目和代号 .....         | 98        |
| 8.4.2 精度等级 .....                   | 99        |
| 8.4.3 齿轮的各项公差(和极限偏差)的分组和检验分组 ..... | 99        |
| 8.4.4 齿轮副的检验和公差 .....              | 99        |
| 8.4.5 齿轮精度在图样上的标注 .....            | 100       |
| 8.5 齿轮传动的失效形式和齿轮材料 .....           | 100       |
| 8.5.1 齿轮传动的失效形式 .....              | 100       |
| 8.5.2 齿轮材料 .....                   | 101       |
| 8.6 圆柱齿轮的规定画法和零件图 .....            | 101       |
| 8.6.1 单个齿轮的画法 .....                | 101       |
| 8.6.2 一对圆柱齿轮的啮合画法 .....            | 102       |
| 8.6.3 圆柱齿轮零件图 .....                | 102       |
| 8.7 直齿圆锥齿轮传动 .....                 | 103       |
| 8.7.1 基本参数 .....                   | 103       |
| 8.7.2 圆锥齿轮的画法和零件图 .....            | 103       |
| 8.8 齿轮传动的装配 .....                  | 104       |
| 8.8.1 圆柱齿轮的装配 .....                | 104       |
| 8.8.2 圆锥齿轮的装配 .....                | 107       |
| 8.9 齿轮传动的维护 .....                  | 107       |

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| 8.9.1 齿轮传动的润滑 .....                               | 107        |
| 8.9.2 齿轮传动状态的监测 .....                             | 107        |
| 8.9.3 齿轮损伤的更换与修复 .....                            | 108        |
| 思考题 .....                                         | 108        |
| <b>9 蜗杆传动</b> .....                               | <b>109</b> |
| 9.1 蜗杆传动的类型、特点 .....                              | 109        |
| 9.1.1 蜗杆传动的类型 .....                               | 109        |
| 9.1.2 蜗杆传动的特点 .....                               | 109        |
| 9.2 蜗杆传动的主要参数 .....                               | 110        |
| 9.2.1 模数、压力角和正确啮合条件 .....                         | 110        |
| 9.2.2 蜗杆线数、蜗轮齿数和传动比 .....                         | 110        |
| 9.2.3 蜗杆的直径系数和导程角 .....                           | 111        |
| 9.2.4 蜗杆分度圆直径 $d_1$ 、蜗轮分度圆直径 $d_2$ 和中心距 $a$ ..... | 111        |
| 9.3 蜗杆、蜗轮的画法及其零件图 .....                           | 111        |
| 9.3.1 蜗杆画法和零件图 .....                              | 111        |
| 9.3.2 蜗轮的画法 .....                                 | 112        |
| 9.3.3 蜗杆、蜗轮啮合画法 .....                             | 112        |
| 9.4 蜗杆、蜗轮的材料和结构 .....                             | 113        |
| 9.4.1 蜗杆的材料和结构 .....                              | 113        |
| 9.4.2 蜗轮的材料和结构 .....                              | 114        |
| 9.5 蜗杆传动机构的装配 .....                               | 114        |
| 9.5.1 蜗杆传动机构的技术要求 .....                           | 114        |
| 9.5.2 蜗杆传动机构的装配过程 .....                           | 114        |
| 9.5.3 蜗杆传动机构装配质量的检查 .....                         | 115        |
| 思考题 .....                                         | 115        |
| <b>10 轴及其联接</b> .....                             | <b>116</b> |
| 10.1 轴的类型和应用 .....                                | 116        |
| 10.2 轴的材料和结构 .....                                | 117        |
| 10.2.1 轴的材料 .....                                 | 117        |
| 10.2.2 轴的结构 .....                                 | 117        |
| 10.3 轴毂联接 .....                                   | 119        |
| 10.3.1 键联接 .....                                  | 120        |
| 10.3.2 花键联接 .....                                 | 122        |
| 10.3.3 销联接 .....                                  | 123        |
| 10.3.4 过盈配合 .....                                 | 123        |
| 10.4 联轴器与离合器 .....                                | 124        |
| 10.4.1 联轴器 .....                                  | 124        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 10.4.2 离合器 .....              | 127        |
| 思考题 .....                     | 129        |
| <b>11 轴承 .....</b>            | <b>130</b> |
| 11.1 轴承的分类及应用 .....           | 130        |
| 11.2 滑动轴承的类型、材料和轴瓦结构 .....    | 130        |
| 11.2.1 滑动轴承的类型 .....          | 130        |
| 11.2.2 轴瓦结构 .....             | 132        |
| 11.2.3 轴承材料 .....             | 132        |
| 11.3 滑动轴承的润滑 .....            | 133        |
| 11.3.1 润滑材料 .....             | 133        |
| 11.3.2 润滑方法和润滑装置 .....        | 134        |
| 11.4 滑动轴承的装配与维护 .....         | 135        |
| 11.4.1 滑动轴承的装配 .....          | 135        |
| 10.4.2 滑动轴承的维护 .....          | 137        |
| 11.5 滚动轴承的类型及选择 .....         | 137        |
| 11.5.1 滚动轴承的基本结构和材料 .....     | 137        |
| 11.5.2 滚动轴承的类型 .....          | 138        |
| 11.5.3 滚动轴承的代号 .....          | 140        |
| 11.5.4 滚动轴承类型的选择 .....        | 141        |
| 11.6 滚动轴承的公差与配合 .....         | 142        |
| 11.7 滚动轴承的画法 .....            | 143        |
| 11.8 轴系的组合结构分析 .....          | 143        |
| 11.8.1 滚动轴承的轴向固定 .....        | 143        |
| 11.8.2 轴系的轴向定位 .....          | 144        |
| 11.8.3 滚动轴承组合结构的调整 .....      | 145        |
| 11.8.4 滚动轴承的装拆 .....          | 147        |
| 11.9 滚动轴承的异常磨损和故障 .....       | 148        |
| 11.9.1 滚动轴承的异常磨损 .....        | 148        |
| 11.9.2 滚动轴承异常运转的原因和消除措施 ..... | 148        |
| 思考题 .....                     | 149        |
| <b>12 螺纹联接及螺旋传动 .....</b>     | <b>150</b> |
| 12.1 螺纹 .....                 | 150        |
| 12.1.1 螺纹的基本参数及分类 .....       | 150        |
| 12.1.2 普通螺纹的画法及标记 .....       | 151        |
| 12.2 螺纹联接与螺纹联接件 .....         | 153        |
| 12.2.1 螺纹联接的主要形式 .....        | 153        |
| 12.2.2 标准螺纹联接件 .....          | 154        |
| 12.2.3 螺纹联接的装配 .....          | 156        |

---

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 12.3 螺旋传动 .....         | 159 |
| 12.3.1 螺旋传动的分类及应用 ..... | 159 |
| 12.3.2 螺旋传动的运动分析 .....  | 159 |
| 思考题 .....               | 161 |
| 参考文献 .....              | 162 |

# 1 机械制图基础

## 1.1 制图原理

准确地表达实物形状、尺寸及技术要求的图形,称为图样。图样是用于指导生产和进行技术交流的重要技术文件,是表达和交流技术思想的工具,是工程界共同的技术语言。因此,我国国家技术监督局制订了一系列技术制图和机械制图的中华人民共和国国家标准,简称国标,用 GB (国家强制性标准)或 GB/T(国家推荐性标准)表示,通常统称为制图标准。包括图纸幅面、图框格式、标题栏、图形比例、字体、图线型式、尺寸注法等等标准。绘制工程图中应该遵循这些标准,具体可参阅相关资料。本书只对制图基本原理加以介绍,以掌握阅读工程图的能力。

### 1.1.1 投影法

投射射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法称为投影法。根据投影法所得到的图形称为投影图,简称投影。投影法中,得到投影的面( $P$ )称为投影面,如图 1-1。

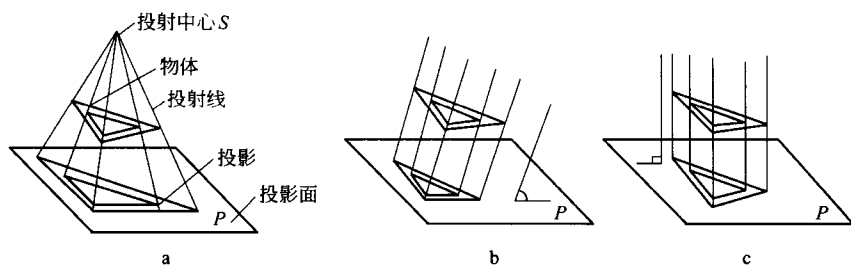


图 1-1 投影法及其分类

a—中心投影法;b—斜投影法;c—正投影法

### 1.1.2 投影法的分类

根据投射射线的汇交或平行,投影法可分为:

(1) 中心投影法。投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法,见图 1-1a。投射射线的汇交点称为投射中心。

(2) 平行投影法。投射射线相互平行的投影法称为平行投影法,见图 1-1b、c。在平行投影法中,根据投射射线与投影面的相对位置可分为:

1) 斜投影法。投射射线倾斜于投影面的平行投影法,见图 1-1b。

2) 正投影法。投射射线垂直于投影面的平行投影法,见图 1-1c。

### 1.1.3 正投影的基本特性

(1) 实形性。当物体上的平面与投影面平行时,其投影反映平面的实形,这种特性称为实形

性。如图 1-2a 中的平面  $\triangle ABC$  平行于投影面  $P$ , 则其投影  $\triangle abc$  反映  $\triangle ABC$  的实形。

(2) 积聚性。当物体上的平面(或柱面)与投影面垂直时, 则其投影积聚成一条直线(或曲线), 这种投影特性称为积聚性。如图 1-2b 中平面  $\triangle ABC$  垂直于投影面  $P$ , 则其投影  $\triangle abc$  积聚成一条直线。

(3) 类似性。当物体上的平面倾斜于投影面时, 其投影的面积变小了, 但投影的形状仍与原平面的形状类似, 这种投影特性称为类似性。如图 1-2c 中的平面  $\triangle ABC$  倾斜于投影面  $P$ , 其投影  $\triangle abc$  既不反映实形, 也不积聚成直线段, 而是一个面积缩小而边数不变的类似图形。

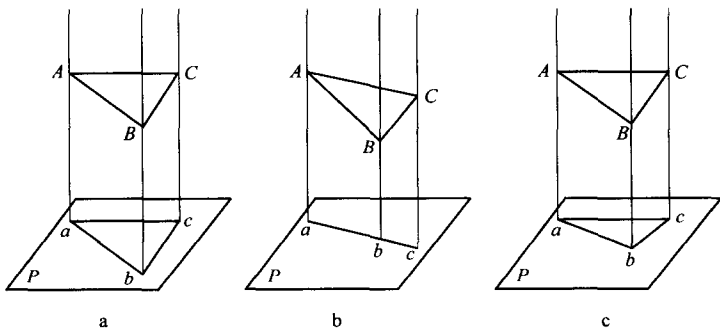


图 1-2 正投影的基本特性

a—实形性; b—积聚性; c—类似性

对于物体上的直线(棱线)与投影面的相对位置也有平行、垂直和倾斜三种情况, 它们的投影同样分别具有实形性(反映线段实长)、积聚性(积聚成一点)和类似性(长度缩短了直线段)。

图 1-3 是一个斜截圆柱体(截平面倾斜于圆柱轴线)及其正投影图(投影方向  $S$  平行于圆柱轴线, 并垂直于投影面, 图中投影面省略未示出)。此时, 圆柱体的底面圆、侧表面圆柱面和顶面椭圆的正投影都是圆, 且重合在一起。其中底面圆的投影仍为圆是实形性; 圆柱面的投影为圆是积聚性; 而顶面椭圆的投影变成圆是类似性。

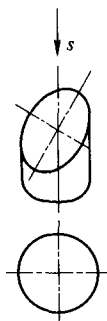


图 1-3 斜截圆柱体投影特性分析

在画物体的正投影图时, 应该把物体放正, 使物体上的主要轮廓表面与投影面保持平行或垂直的位置关系, 从而使这些表面的投影具有实形性或积聚性, 可以得到比较简单的投影图, 便于画图, 也便于标注尺寸。

## 1.2 三视图

### 1.2.1 视图及三视图

这里讨论物体的正投影图。将物体如图 1-4 放置, 则物体上的  $A$ 、 $B$  面平行于投影面  $V$ , 其投影  $a'$ 、 $b'$ , 反映  $A$ 、 $B$  面的实形; 而  $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  等面均垂直于  $V$  面, 所以它们的投影积聚成  $c'$ 、 $d'$ 、 $e'$ 、 $f'$  等直线段, 这样就得到了物体在  $V$  面上的正投影图。这种正投影图又称为视图, 这是因为假想观察者的视线为正投影时的投射射线, 并由此观察得到的图形而得名。

上面用正投影法获得了物体的一个视图, 见图 1-5a。如果把物体上部的竖板向前移动一定距离, 见图 1-5b; 或者把竖板斜切去一部分, 见图 1-5c。显然, 这三个不同的物体得到的是同

一个视图,说明一个视图是不能唯一地确定物体的结构形状的。

为了唯一地确定物体的结构形状,需要采用多面正投影和多个视图。通常选用三个相互垂直相交的投影面,建立一个三投影面体系,见图 1-6a。三个投影面分别称为:

- (1) 正面投影面,简称正面,以  $V$  表示;
- (2) 水平投影面,简称水平面,以  $H$  表示;
- (3) 侧面投影面,简称侧面,以  $W$  表示。

三个投影面之间的交线  $Ox$ 、 $Oy$ 、 $Oz$  称为投影轴。三根互相垂直的投影轴的交点  $O$  称为原点。

见图 1-6a,将物体放在三个投影面之间,用正投影法分别向三个投影面投影,就得到了三个视图,称为三面视图,简称三视图。其中由前向后投射所得到的视图称为主视图;由上向下投射所得到的视图称为俯视图;由左向右投射所得到的视图称为左视图。这三个视图就能唯一地确定物体的结构形状。

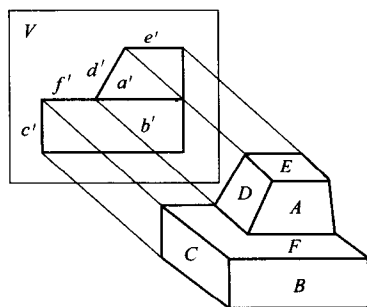


图 1-4 正投影视图

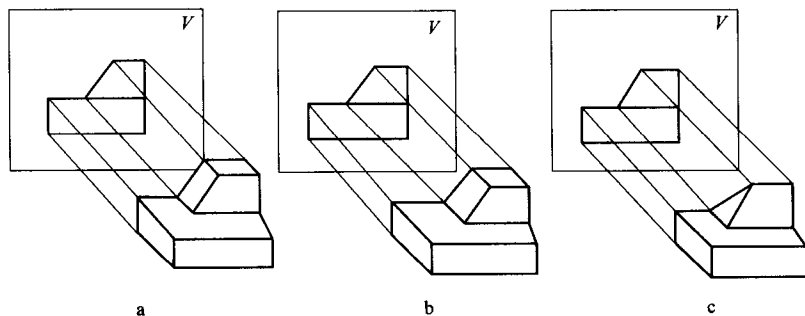


图 1-5 一个视图不能唯一确定物体的结构形状

a—竖板和底板后面平齐;b—竖板向前移动一定距离;c—竖板斜切去一部分

为了在同一张图纸上画出三视图,三个投影面必须展开、平摊在一个平面(纸面)上,并规定:

- (1) 正面  $V$  不动;
- (2) 水平面  $H$  绕  $Ox$  轴向下旋转  $90^\circ$ ;
- (3) 侧面  $W$  绕  $Oz$  轴向右旋转  $90^\circ$ ,见图 1-6b。

这样, $V-H-W$  就展开在一个平面上,见图 1-6c。在画图时,投影面的边框线和投影轴均不必画出,同时按上述方法展开时,即按投影关系配置视图时,也不需要标出视图的名称,最后得到的三视图见图 1-6d。

### 1.2.2 三视图反映物体的位置关系

物体有上下、左右、前后六个方向的位置,见图 1-7a。而每一个视图只能反映四个方向的位置关系,见图 1-7b。其中主视图反映物体左右、上下之间的位置关系,即反映了物体的长度和高度;俯视图反映了物体前后、左右之间的位置关系,即反映了物体的宽度和长度;左视图反映了物体前后、上下之间的位置关系,即反映了物体的宽度和高度。

由此可见,必须将三视图中任意两个视图组合起来,才能确定物体各部分之间的相对位置。

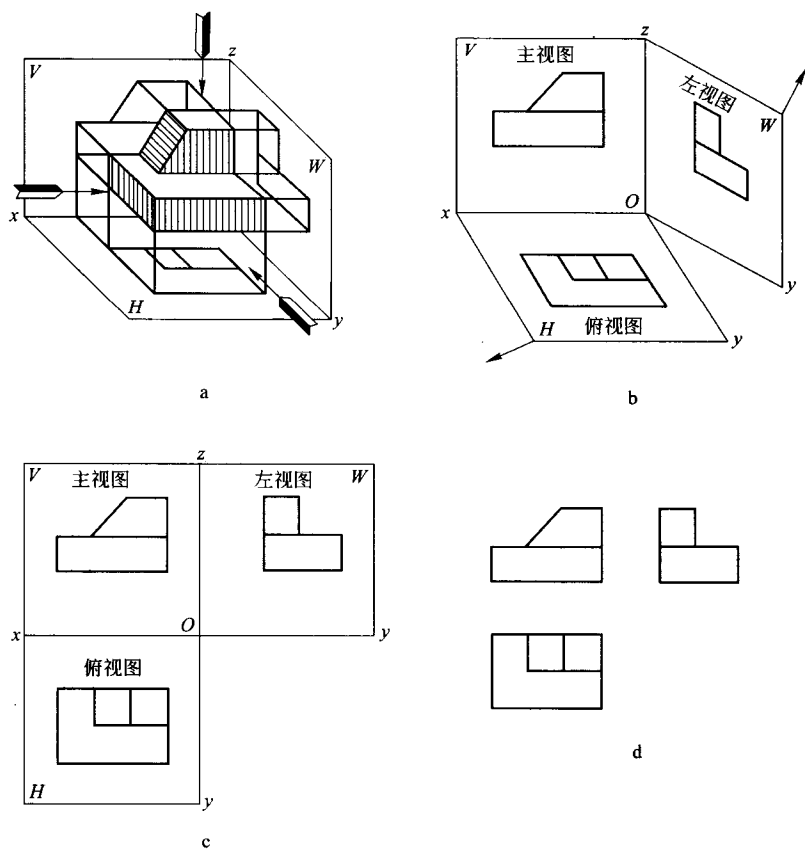


图 1-6 三视图的形成和投影规律

a—物体在三投影面体系中的投影;b—投影面的展开;c—展开后的三面视图;d—三视图

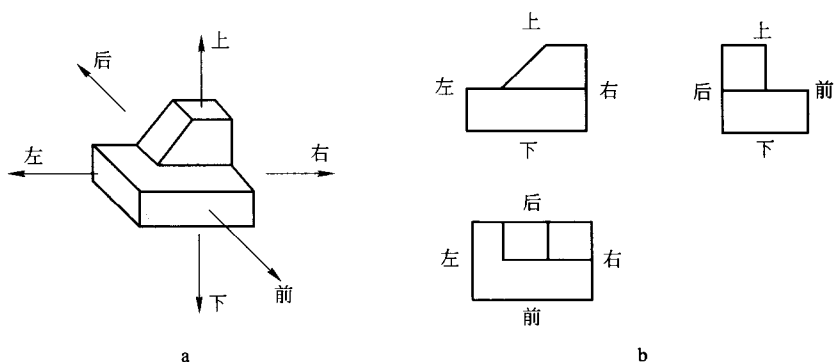


图 1-7 三视图反映物体的位置关系

a—物体的六个方面;b—视图反映物体的位置关系

其中,在俯视图和左视图中,投影面  $H$ 、 $W$  在展开时各旋转了  $90^\circ$ ,所以前后位置容易搞错,需要特别注意。如图 1-7b 中,俯、左视图在靠近主视图的一侧表示物体的后面,而远离主视图的一侧,



表示物体的前面。因此,在俯、左视图上量取宽度时,不但要注意量取的起点,还要注意量取的方向。

根据上述三视图所反映的物体各部分之间的位置关系,由物体的三视图可以判定,其直角梯形竖板位于长方体底板的上方、右方和后方。

### 1.2.3 三视图的投影规律

由上面的讨论可知,在三视图中,见图 1-8,主、俯视图同时反映了物体左右面之间的距离,通常称为长,要求长相等;主、左视图同时反映了物体上下面之间的距离,通常称为高,要求高相等;俯、左视图同时反映了物体前后面之间的距离,通常称为宽,要求宽相等。

同时,三视图之间又是按照上述规定方法展开后得到的,所以三视图之间就一定保持这样的对应关系:主、俯视图长对正;主、左视图高平齐;俯、左视图宽相等(简称“三等规律”)。

“三等规律”不但对于物体的整体是如此,见图 1-8;同时对于物体的每个部分、甚至物体上的任何一点来说也都是适用的,见图 1-9 和图 1-10(图中  $A$  点的正面投影用  $a'$  表示,水平投影用  $a$  表示,侧面投影用  $a''$  表示),它是画图和读图时必须遵循的规律。

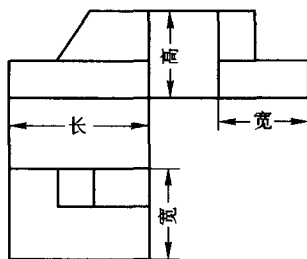


图 1-8 物体整体的“长对正、高平齐、宽相等”的投影关系

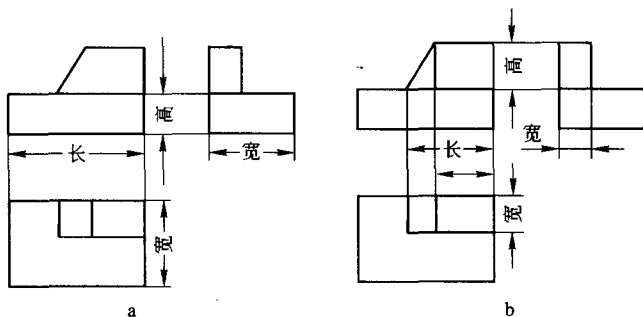


图 1-9 物体上各部分“长对正、高平齐、宽相等”的投影关系  
a—底板部分;b—竖板部分

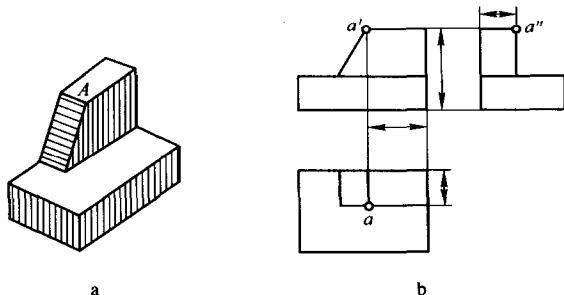


图 1-10 物体上每个点的“长对正、高平齐、宽相等”的投影关系  
a—物体上的  $A$  点;b— $A$  点的投影关系