



银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

数控技术应用专业领域

# 数控铣工职业技能培训教程 (基本知识部分)

张伦玠 徐伟 编



高等教育出版社

银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

# **数控铣工职业技能培训教程**

## **(基本知识部分)**

张伦玠 徐 伟 编

高等教育出版社

## 内容提要

本书是参照最新国家数控铣工职业资格标准编写而成的。全书对国家数控铣工职业资格标准所要求掌握的知识点,从机械制图的基本知识、极限与配合、金属材料与热处理、常用量具、数控加工基础知识、数控铣床加工工艺、数控铣床操作、机械 CAD/CAM 软件操作实例等方面进行了归纳和讲述。

在讲述过程中注重从学习者的认识规律出发,强调实用性、可操作性,尽可能地顾及到理论的完整性和系统性。全书具有通俗性、新颖性和实用性等特点。

本书可作为数控铣工职业技能鉴定中级、高级工的理论培训教材和技师理论培训的参考教材,也可作为数控技术类职业技能培训教材及高职高专、中职学校相关课程的培训教材。此外,本书还可用于各类级别的数控技术竞赛理论知识的复习指导。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控铣工职业技能培训教程. 基本知识部分/张伦玠,  
徐伟 编. —北京:高等教育出版社,2005.11

ISBN 7-04-018070-7

I. 数... II. ①张...②徐... III. 数控机床:铣床  
—职业技能鉴定—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 111439 号

策划编辑 赵亮 责任编辑 胡纯 孙克玮 封面设计 于涛 责任绘图 朱静  
版式设计 范晓红 责任校对 胡晓琪 责任印制 杨明

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100011  
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京东君印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16  
印 张 20.25  
字 数 490 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2005 年 11 月第 1 版  
印 次 2005 年 11 月第 1 次印刷  
定 价 29.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 18070-00

## 出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》,缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状,为我国走新型工业化道路服务,自 2001 年 10 月以来,教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会,明确了高等职业教育要“以服务为宗旨,以就业为导向,走产学研结合的发展道路”,同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才,既要能动脑,更要能动手,他们既不是白领,也不是蓝领,而是应用型白领,是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容和课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应,也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此,我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨,并从中遴选出一些较为成熟的成果,组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨,结合最新的教改成果,反映了最新的职业教育工作思路和发展方向,有益于固化并更好地推广这些经验和成果,很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定,教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型紧缺人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

# 前 言

2003年12月,党中央、国务院召开了全国人才工作会议,颁布了《关于进一步加强人才工作的决定》,明确提出新世纪新阶段人才工作的根本任务是实施人才强国战略。《关于进一步加强人才工作的决定》强调指出,工人队伍中的高技能人才是推动技术创新和实现科技成果转化不可缺少的重要力量。

目前,机械行业的发展呈现出标准化、系列化、智能化、柔性化、精密化等特点。数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,是传统制造业向现代制造业转变的关键,是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段。加入世贸组织后,我国正在逐步成为“世界制造中心”。为了增强竞争能力,国内制造业已开始广泛使用先进的数控技术。同时,劳动力市场出现数控技术应用型人才的严重短缺,媒体不断有“高薪难聘高素质的数控技工”的报道。据国家劳动和社会保障部提供的信息,目前全国高素质数控技工的缺口在50万人左右。“十五”期间,随着数控机床的增加,我国还将每年新增数控技工需求15~20万人。培养数控技术及应用方面的人才已成为迫在眉睫的紧急任务。根据《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的要求,教育部已决定实施“国家技能型紧缺人才培养项目”,计划五年内培养出一大批产业发展需要的较高层次的技术应用型人才,为我国顺利实现产业结构调整提供有力的人才支撑。其中,数控技术人才的培养是重中之重。根据目前状况,各类职业院校在数控技术的人才培养方面占主导地位。

开展院校的数控技术职业培训和技能鉴定工作,是职业资格证书制度规范教育和培训方向的客观要求。教育和培训部门正密切合作,把企业的需求、职业标准的要求、技能鉴定的具体规范,贯彻到学校的教学过程中,这样才能最终保障院校培训和鉴定的质量。加快建立和完善以职业能力为导向,以工作业绩为重点,注重职业道德和职业知识水平的技能人才评价新体系,这是对培训和鉴定工作的新要求。在进行数控技术的培训和职业技能鉴定中,我们借鉴德国联邦职业教育研究所提出的统一化建议和德国技术类职业的考试结构,将其内容统一在完成一项企业任务下展开:即以一项贴近工厂实际的企业任务(如机械产品零件加工)为出发点,重点考查应试者独立完成这一企业任务所运用理论知识的工作能力。培训和鉴定的内容、要求均来自这一企业任务的工作过程,关键在于完成这一任务的工作过程中所需掌握的专业理论知识和操作技能。参照国家新颁布的数控铣工职业标准,从相应的专业理论知识和操作技能中提取鉴定要素并根据其重要程度,通过收集、整理、提取、归纳相关资料,形成本书的主要框架和内容。在此基础上,既要满足专业理论知识和操作技能能力的全面性和实用性,又要顾及理论知识和操作技能本身的系统性和完整性。

全书共分9章,第1、2、5、7、9章由广东技术师范学院张伦玠高级工程师编写,第3、4、6、8章由广东技术师范学院徐伟副教授编写。北京航空航天大学宋放之教授担任本书主审。

由于本书涉及数控技术方面的多门相关专业理论,尽管作者花费了很大精力力求本书取材合理、内容充实、正确,但难免存在错误和不足,敬请读者谅解和指正,作者在此表示深深的谢意。

另外,对给本书提出宝贵意见和提供支持的广东省职业技能鉴定指导中心的付鹤工程师、北京航天航空大学宋放之教授、华南理工大学工程训练中心的宋晓春副教授、广州铁路职业技术学院的龙雄辉讲师和广东技术师范学院的陈世兴助理实验师表示衷心的感谢!

编者

2005年6月于广州市

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 58581897/58581896/58581879

**传 真：**(010) 82086060

**E - mail:** dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100011

**购书请拨打电话：**(010)58581118

# 目 录

|                        |    |                        |    |
|------------------------|----|------------------------|----|
| 第1章 制图基本知识 .....       | 1  | 2.5.2 表面粗糙度的标注方法 ..... | 45 |
| 1.1 基本视图和其他视图 .....    | 1  | 第3章 金属材料与热处理 .....     | 49 |
| 1.1.1 基本视图 .....       | 1  | 3.1 常用金属材料的分类、性能、      |    |
| 1.1.2 其他视图 .....       | 2  | 成分 .....               | 49 |
| 1.1.3 剖视图 .....        | 4  | 3.1.1 金属材料分类 .....     | 49 |
| 1.2 尺寸标注 .....         | 10 | 3.1.2 金属材料性能 .....     | 50 |
| 1.2.1 常见各类尺寸规定注法 ..... | 10 | 3.1.3 铁碳合金 .....       | 52 |
| 1.2.2 零件图的尺寸标注 .....   | 12 | 3.1.4 常用碳素钢、合金钢、铸铁、    |    |
| 1.2.3 零件上孔及螺纹孔的尺寸      |    | 有色金属的性能 .....          | 53 |
| 注法 .....               | 13 | 3.2 常用金属材料的热处理 .....   | 56 |
| 1.2.4 表面粗糙度标注 .....    | 17 | 3.2.1 热处理的意义 .....     | 56 |
| 1.2.5 形位公差标注 .....     | 17 | 3.2.2 钢的热处理分类 .....    | 56 |
| 第2章 极限与配合 .....        | 18 | 3.2.3 钢的表面热处理 .....    | 58 |
| 2.1 基本术语与定义 .....      | 18 | 3.2.4 金属的防腐方法 .....    | 59 |
| 2.1.1 尺寸 .....         | 18 | 3.3 切削加工性能的概念及常用       |    |
| 2.1.2 公差、偏差和公差带 .....  | 18 | 材料的切削加工性能 .....        | 59 |
| 2.1.3 配合 .....         | 19 | 3.3.1 金属材料切削加工性能的      |    |
| 2.2 极限与配合的基本规定 .....   | 19 | 概念 .....               | 59 |
| 2.2.1 基准制 .....        | 19 | 3.3.2 改善金属材料切削加工性能     |    |
| 2.2.2 标准公差系列 .....     | 20 | 的途径 .....              | 60 |
| 2.2.3 基本偏差系列 .....     | 20 | 第4章 常用量具 .....         | 61 |
| 2.2.4 公差标注举例 .....     | 20 | 4.1 量块简介 .....         | 61 |
| 2.2.5 公差与配合的选用 .....   | 21 | 4.2 游标卡尺简介 .....       | 63 |
| 2.3 尺寸链的概念 .....       | 22 | 4.3 外径千分尺简介 .....      | 64 |
| 2.3.1 尺寸链的定义 .....     | 22 | 4.4 内径千分尺简介 .....      | 66 |
| 2.3.2 尺寸链的构成及特点 .....  | 22 | 4.5 深度千分尺简介 .....      | 67 |
| 2.4 形位公差概念与表示 .....    | 23 | 4.6 百分表简介 .....        | 67 |
| 2.4.1 形位公差项目、符号及       |    | 4.7 万能工具显微镜简介 .....    | 68 |
| 分类 .....               | 23 | 4.8 表面粗糙度测量仪简介 .....   | 69 |
| 2.4.2 基准和基准代号 .....    | 23 | 4.9 轮廓投影仪简介 .....      | 71 |
| 2.4.3 形状公差带及其特点 .....  | 24 | 4.10 圆度仪简介 .....       | 71 |
| 2.4.4 位置公差带及其特点 .....  | 27 | 4.11 三坐标测量机简介 .....    | 71 |
| 2.4.5 形位公差标注实例 .....   | 42 | 第5章 数控加工基础知识 .....     | 73 |
| 2.5 表面粗糙度 .....        | 44 | 5.1 先进制造技术简介 .....     | 73 |
| 2.5.1 表面粗糙度的评定参数 ..... | 44 |                        |    |

|                                 |     |                                        |     |
|---------------------------------|-----|----------------------------------------|-----|
| 5.1.1 数控加工的发展方向 .....           | 73  | 6.3.4 检测反馈装置 .....                     | 131 |
| 5.1.2 柔性制造系统 .....              | 74  | 6.3.5 机床主体 .....                       | 134 |
| 5.1.3 计算机集成制造系统 .....           | 74  | 6.3.6 数控系统简介 .....                     | 146 |
| 5.2 金属切削运动及形成的表面 .....          | 76  | 6.4 数控机床维修技术 .....                     | 151 |
| 5.2.1 零件表面的形成 .....             | 76  | 6.4.1 现代数控系统维修工作的<br>基本条件 .....        | 151 |
| 5.2.2 金属切削运动 .....              | 76  | 6.4.2 现场维修 .....                       | 151 |
| 5.2.3 切削要素 .....                | 77  | 6.4.3 数控机床开机调试 .....                   | 156 |
| 5.3 刀具切削部分的几何角度 .....           | 78  | 6.4.4 维修调试后的技术处理 .....                 | 158 |
| 5.3.1 刀具切削部分的组成 .....           | 78  | 第7章 数控铣床加工工艺 .....                     | 159 |
| 5.3.2 确定刀具角度的参考平面 .....         | 79  | 7.1 数控机床的坐标系 .....                     | 159 |
| 5.3.3 刀具的标注角度 .....             | 80  | 7.1.1 坐标系及工作台运动<br>方向 .....            | 159 |
| 5.3.4 刀具的工作角度 .....             | 81  | 7.1.2 绝对坐标和相对坐标 .....                  | 160 |
| 5.3.5 几种典型车刀几何角度的<br>标注 .....   | 82  | 7.2 数控编程与工艺参数 .....                    | 161 |
| 5.4 刀具材料及其选用 .....              | 83  | 7.2.1 编程的一般步骤 .....                    | 161 |
| 5.4.1 对刀具切削部分材料的基本<br>要求 .....  | 83  | 7.2.2 切削用量的选择原则 .....                  | 162 |
| 5.4.2 常用刀具材料 .....              | 84  | 7.3 数控铣床基本指令 .....                     | 163 |
| 5.5 金属切削过程中的各种物理<br>现象 .....    | 86  | 7.4 数控铣床加工的工艺特点 .....                  | 175 |
| 5.5.1 切削变形 .....                | 86  | 7.4.1 数控铣床的主要加工对象<br>及其加工方法 .....      | 175 |
| 5.5.2 切削力 .....                 | 88  | 7.4.2 数控铣削刀具及其选用 .....                 | 178 |
| 5.5.3 切削热和切削温度 .....            | 89  | 7.4.3 数控铣床夹具 .....                     | 180 |
| 5.5.4 刀具磨损与耐用度 .....            | 90  | 7.4.4 数控铣削的工艺分析 .....                  | 181 |
| 5.5.5 切削用量选择的一般原则 .....         | 92  | 7.4.5 数控铣削编程时应注意的<br>问题 .....          | 184 |
| 5.5.6 切削液 .....                 | 92  | 7.5 典型零件数控铣削加工工艺 .....                 | 187 |
| 5.6 工件的定位与夹紧 .....              | 94  | 第8章 机械CAD/CAM软件简介及<br>操作实例 .....       | 190 |
| 5.6.1 工件定位的基本原理 .....           | 95  | 8.1 利用CAXA制造工程师系统<br>进行自动编程的基本步骤 ..... | 190 |
| 5.6.2 限制工件自由度与加工要求<br>的关系 ..... | 96  | 8.1.1 加工工艺的确定 .....                    | 190 |
| 5.6.3 工件的定位方法及定位<br>元件 .....    | 99  | 8.1.2 加工模型建立 .....                     | 190 |
| 5.6.4 工件的夹紧 .....               | 106 | 8.1.3 刀具轨迹生成 .....                     | 191 |
| 5.6.5 定位基准的选择 .....             | 112 | 8.1.4 后置代码生成 .....                     | 191 |
| 第6章 数控铣床 .....                  | 116 | 8.1.5 加工代码输出 .....                     | 191 |
| 6.1 数控铣床的功能与分类 .....            | 116 | 8.2 鼠标的曲面造型与加工 .....                   | 191 |
| 6.2 数控铣床的典型结构 .....             | 117 | 8.2.1 鼠标造型 .....                       | 191 |
| 6.3 数控机床的组成 .....               | 119 | 8.2.2 鼠标加工 .....                       | 197 |
| 6.3.1 输入装置 .....                | 119 | 8.3 可乐瓶底的曲面造型与加工 .....                 | 204 |
| 6.3.2 数控装置 .....                | 119 |                                        |     |
| 6.3.3 伺服系统 .....                | 124 |                                        |     |

|                            |     |                                  |     |
|----------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 8.3.1 可乐瓶底的曲面造型 .....      | 204 | 9.6.6 运行时干预 .....                | 247 |
| 8.3.2 可乐瓶底加工 .....         | 213 | 9.6.7 回程序起点 .....                | 247 |
| 第9章 数控铣床操作 .....           | 221 | 9.7 网络与通信 .....                  | 248 |
| 9.1 概述 .....               | 221 | 9.7.1 以太网连接 .....                | 248 |
| 9.1.1 基本结构 .....           | 221 | 9.7.2 建立网络路径 .....               | 248 |
| 9.1.2 操作装置 .....           | 222 | 9.7.3 断开网络路径 .....               | 250 |
| 9.1.3 软件操作界面 .....         | 223 | 9.7.4 选择网络程序 .....               | 251 |
| 9.1.4 软件菜单功能 .....         | 224 | 9.7.5 RS232 连接 .....             | 251 |
| 9.2 机床基本操作 .....           | 225 | 9.7.6 发送串口程序 .....               | 251 |
| 9.3 机床手动操作 .....           | 227 | 9.7.7 接收串口程序 .....               | 252 |
| 9.3.1 坐标轴移动 .....          | 227 | 9.7.8 加工串口程序 .....               | 253 |
| 9.3.2 主轴控制 .....           | 229 | 9.8 显示 .....                     | 254 |
| 9.3.3 机床锁住与 Z 轴锁住 .....    | 229 | 9.8.1 显示切换(F9) .....             | 254 |
| 9.3.4 其他手动操作 .....         | 230 | 9.8.2 显示参数的设置 .....              | 254 |
| 9.3.5 手动数据输入(MDI)运行 .....  | 230 | 9.8.3 运行状态显示 .....               | 260 |
| 9.4 数据设置 .....             | 232 | 9.8.4 PLC 状态显示 .....             | 261 |
| 9.4.1 坐标系(F5→F1) .....     | 232 | 附录一 数控机床仿真软件简介 .....             | 264 |
| 9.4.2 刀具表(F4→F1) .....     | 233 | 上海宇龙“数控加工仿真系统与<br>计算机考试平台” ..... | 265 |
| 9.4.3 刀具表(F4→F2) .....     | 234 | 附录二 FANUC 数控系统指令格式 .....         | 275 |
| 9.5 程序输入与文件管理 .....        | 234 | 附录三 华中数控系统指令格式 .....             | 279 |
| 9.5.1 选择程序(F1→F1) .....    | 235 | 附录四 数控铣床操作工理论知识模拟<br>试卷 .....    | 284 |
| 9.5.2 编辑程序(F1→F2) .....    | 239 | 数控铣床操作工理论知识模拟试<br>卷一 .....       | 284 |
| 9.5.3 新建程序(F1→F2→F3) ..... | 240 | 数控铣床操作工理论知识模拟试<br>卷二 .....       | 293 |
| 9.5.4 保存程序(F1→F4) .....    | 240 | 数控铣床操作工理论知识模拟试<br>卷三 .....       | 302 |
| 9.5.5 程序校验(F1→F5) .....    | 241 | 参考文献 .....                       | 311 |
| 9.5.6 重新运行(F1→F7) .....    | 242 |                                  |     |
| 9.6 运行控制 .....             | 242 |                                  |     |
| 9.6.1 启动、暂停、中止 .....       | 242 |                                  |     |
| 9.6.2 从任意行执行 .....         | 243 |                                  |     |
| 9.6.3 空运行 .....            | 244 |                                  |     |
| 9.6.4 单段运行 .....           | 244 |                                  |     |
| 9.6.5 加工断点保存与恢复 .....      | 244 |                                  |     |

# 第 1 章 制图基本知识

## 1.1 基本视图和其他视图

视图是用来表达机件外部结构的图形,通常包括基本视图、向视图、局部视图和斜视图。为把它们的形状表达得完整、清晰,而画图又方便,在国标 GB/T 17451 ~ 17452—1998 中规定了一系列的表达方法。

### 1.1.1 基本视图

为清晰地表达机件上、下、左、右、前、后等方向的形状,国家标准规定采用正六面体的六个面作为基本投影面,即在原有的正立面、水平面、右侧立面之外增加了前立面、顶面和左侧立面,共六个基本投影面。机件放置于正六面体中,采用第一角的投影方法将机件分别向各投影面投影,相应得到六个基本视图,即主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图、后视图,如图 1-1 所示。当

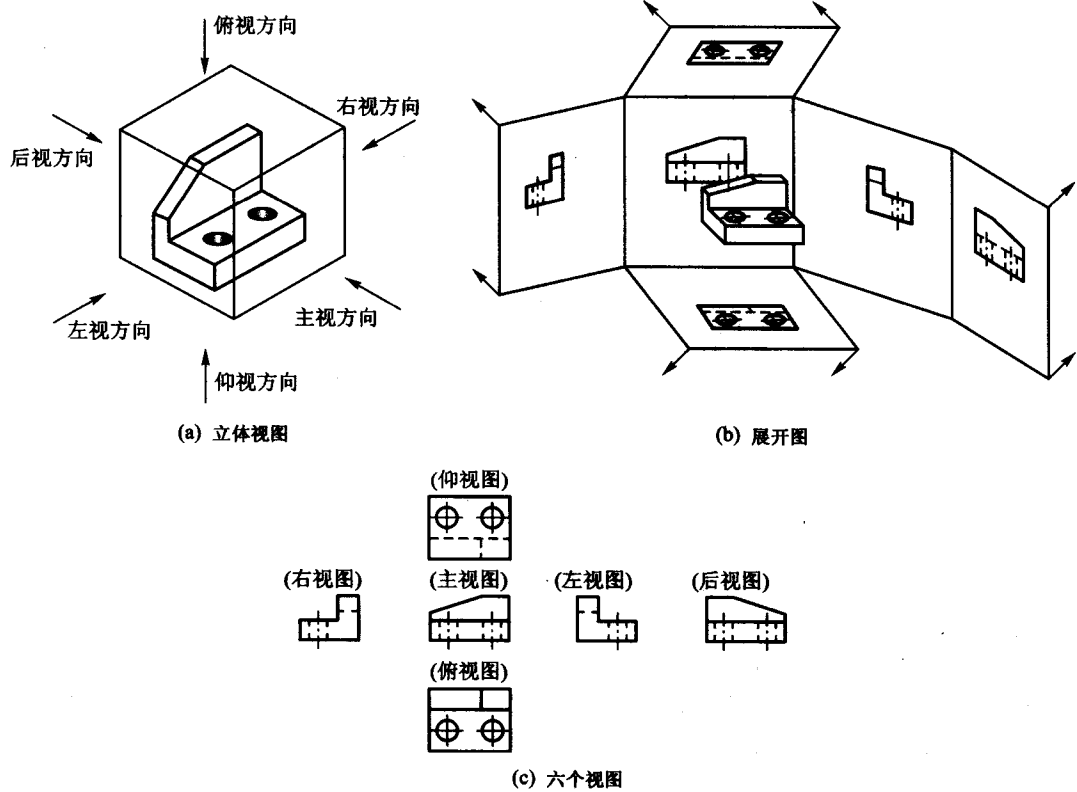


图 1-1 六个基本视图及配置

在同一张图纸上按此位置绘制各图形时,一律不标注视图名称。有时,可以采用标注方法表明视图的位置改变,这时应在视图上方注出视图的名称“X”,并在相应的视图附近用箭头指明投影方向,并注上同样的字母。虽然机件可以用六个基本视图表示,但应用时往往根据实际需要只取其中几个视图。

### 1.1.2 其他视图

如机件的某些结构在基本视图中不能反映实形,可以选用其他表达方法。

#### 1. 局部视图

只将机件的某一部分向基本投影面投射所得到的视图称为局部视图。当机件仅有某局部结构形状需要表达,而又没有必要画出完整的基本视图时,可将该部分结构单独向基本面投射,并用波浪线与其他部分断开,画成不完整的基本视图。如图1-2所示,该零件是一个缸体,主视图、俯视图能基本反映其形状,但左、右两侧凸台的形状未表达清楚。将其单独向右侧立面投射,得到A向局部视图;向左侧立面投射,得到B向局部视图。一般应在局部视图上方标注出视图名称“X”,在相应的视图附近用箭头指明投射方向,并注上相同的字母名称。当表达的局部结构是完整的,且外形轮廓线又成封闭时,波浪线可以省略不画。

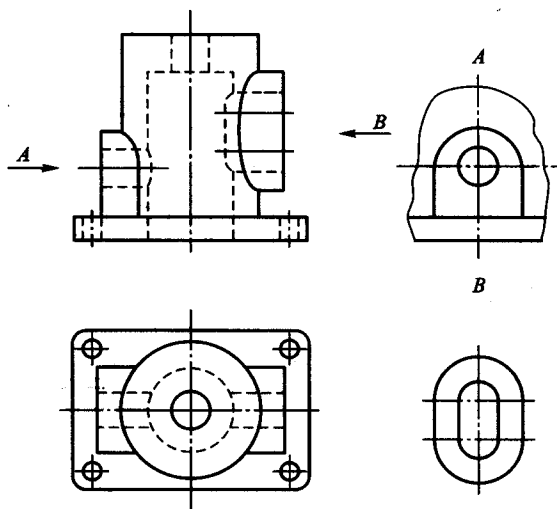


图1-2 局部视图

#### 2. 斜视图

当机件具有倾斜结构,其倾斜表面在基本投影面的投影既不反映实形,又难于标注尺寸时,为表达倾斜部分的实形,可按换面法原理,选一个与机件的倾斜部分平行、又垂直于一个基本投影面的新投影面,该结构向新投影面投射得到的视图,称为斜视图,如图1-3所示。

斜视图的标注与局部视图相同,必须在斜视图的上方标出视图的名称“X”。斜视图一般按投影关系配置,即放置在箭头所指的方向,必要时也可配置在其他适当位置。斜视图上其他不需表达的部分,可以省略不画,用波浪线断开。

#### 3. 旋转视图

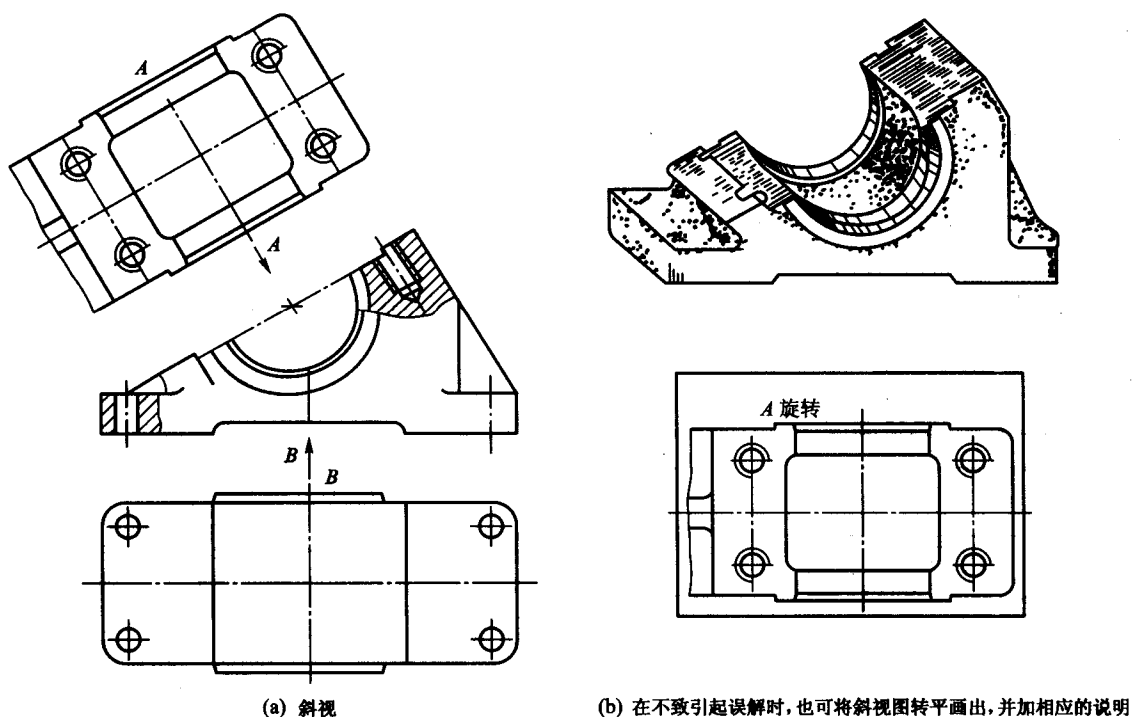


图 1-3 斜视图

当机件上不平行于任何基本投影面的倾斜结构具有适当的回转轴线时,可假想将机件的倾斜部分转到与某一选定的基本投影面平行后,再向该投影面投射所得的视图,称为旋转视图,如图 1-4 所示。旋转视图不加标注。但使用时应注意:倾斜部分应有适当的旋转轴线,先旋转后投影,旋转视图与原视图不再对正。

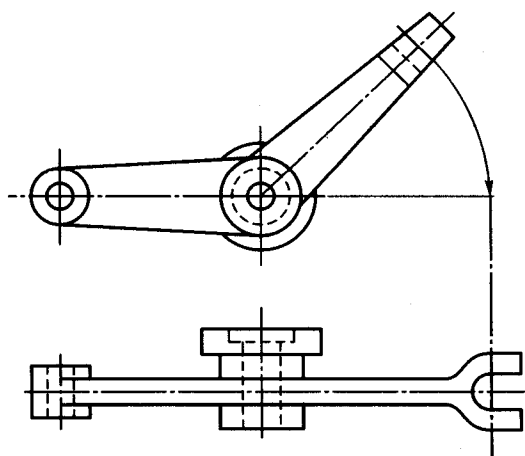


图 1-4 旋转视图

### 1.1.3 剖视图

视图只表达机件外形,要清晰地表达机件的内部形状,还需选用恰当的剖视图。假想用剖切面剖开机件,然后将处在观察者和剖切面之间的部分移出,而将其余部分向投影面投射,所得的图形叫剖视图。根据剖切范围来分,剖视图可分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图。

#### 1. 全剖视图

用剖切面将机件完全剖后所得到的剖视图称为全剖视图,如图1-5所示。全剖视图一般用于内形结构复杂且各方向均不对称而外形较简单的机件。全剖视图的重点在表达机件的内形,外形表达较差。如果外形也要表达,可再用视图或局部视图表达。

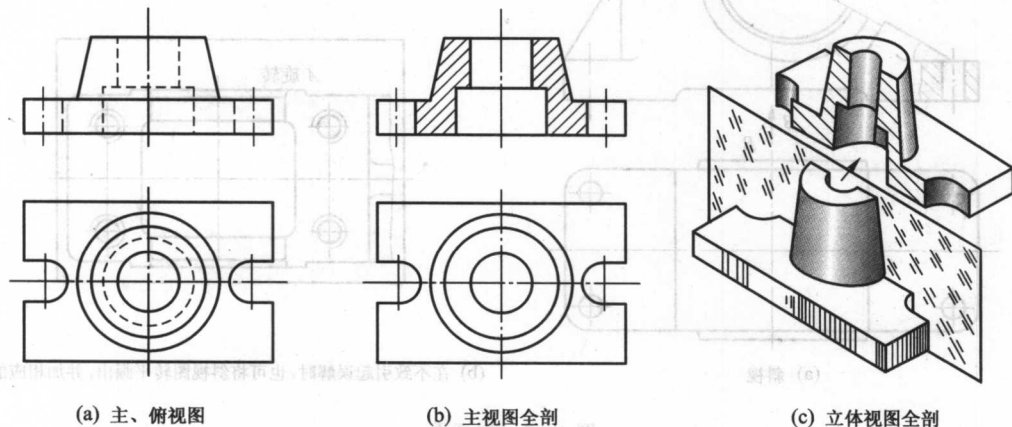


图1-5 全剖视图

#### 2. 半剖视图

当机件具有对称平面时,在与对称平面垂直的投影面上的图形,可以以对称中心线为界,一半画成剖视图表达内形,另一半画成视图表达外形,从而达到在一个图形上同时表达内、外结构的目的。采用半剖视图,既表达了内部形状,又反映了外形。半剖视图主要用于内、外形都需要表达的对称机件。对于接近对称的机件,且不对称部分已有其他视图表达清楚时,也可以采用半剖视图,如图1-6所示。

半剖视图并没有用垂直于投影面的平面剖切,所以,视图和剖视图的分界线只能是细点画线而不能画成粗实线。在习惯上人们往往将左右对称图形的右半边画成剖视图,而上下对称的图形则剖开下半部。

#### 3. 局部剖视图

用剖切平面将机件局部剖开,并用波浪线表示剖切范围,所得到的剖视图称为局部剖视图。局部剖视图的剖切位置和剖切范围视需要而定,是一种比较灵活的表达方法,主要用于三种情况:

(1) 机件上只有个别结构内部形状需要表达,如图1-7所示。

(2) 机件的内、外结构都需要表达,但不具有与剖切面垂直的对称平面,不能采用半剖视图。这时,如果内、外结构不互相重叠,则可以波浪线为界,将一部分画成剖视图表达内形,另一部分画成视图表达外形,如图1-8所示。

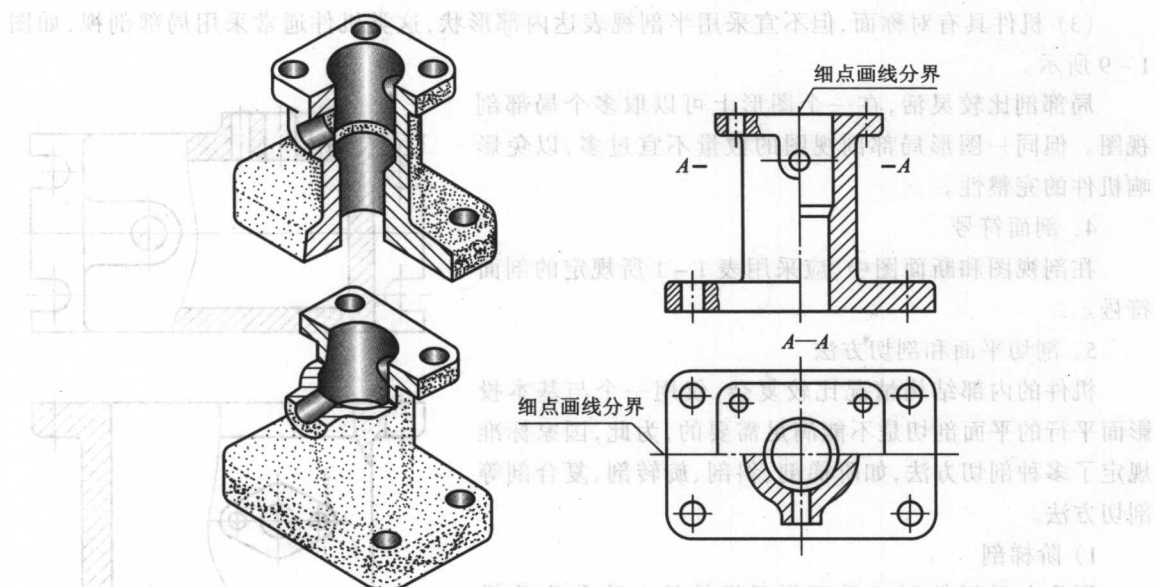


图 1-6 半剖视图

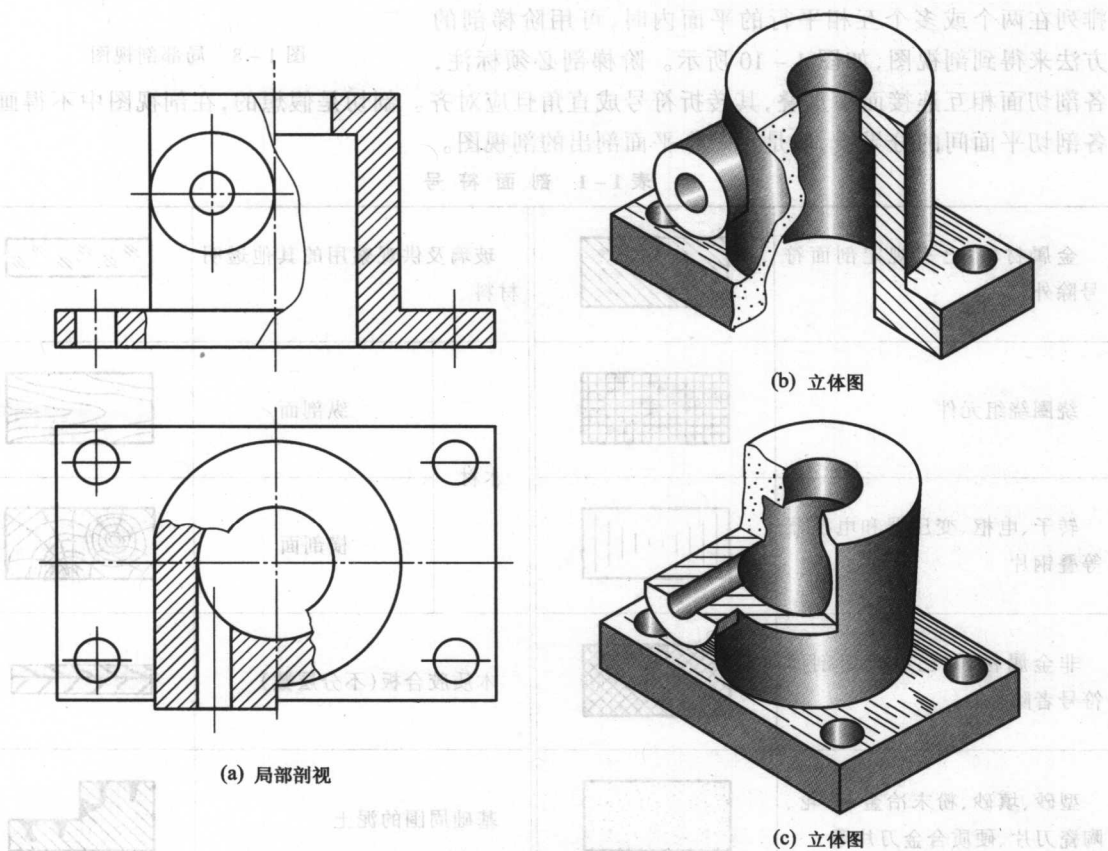


图 1-7 局部剖视图

(3) 机件具有对称面,但不宜采用半剖视表达内部形状,这类机件通常采用局部剖视,如图1-9所示。

局部剖比较灵活,在一个图形上可以取多个局部剖视图。但同一图形局部剖视图的数量不宜过多,以免影响机件的完整性。

#### 4. 剖面符号

在剖视图和断面图中,应采用表1-1所规定的剖面符号。

#### 5. 剖切平面和剖切方法

机件的内部结构情况比较复杂,仅用一个与基本投影面平行的平面剖切是不能满足需要的,为此,国家标准规定了多种剖切方法,如阶梯剖、斜剖、旋转剖、复合剖等剖切方法。

##### 1) 阶梯剖

用几个平行的剖切平面剖开机件的方法称为阶梯剖。当机件内部有较多的结构形状,且它们的中心线又排列在两个或多个互相平行的平面内时,可用阶梯剖的方法来得到剖视图,如图1-10所示。阶梯剖必须标注,各剖切面相互连接而不重叠,其转折符号成直角且应对齐。剖切是假想的,在剖视图中不得画出各剖切平面间的分界线,像是用一个平面剖出的剖视图。

表1-1 剖面符号

|                            |  |                |     |  |
|----------------------------|--|----------------|-----|--|
| 金属材料(已有规定剖面符号除外)           |  | 玻璃及供观察用的其他透明材料 |     |  |
| 线圈绕组元件                     |  | 木材             | 纵剖面 |  |
| 转子、电枢、变压器和电抗器等叠钢片          |  |                | 横剖面 |  |
| 非金属材料(已有规定剖面符号者除外)         |  | 木质胶合板(不分层数)    |     |  |
| 型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷刀片、硬质合金刀片等 |  | 基础周围的泥土        |     |  |

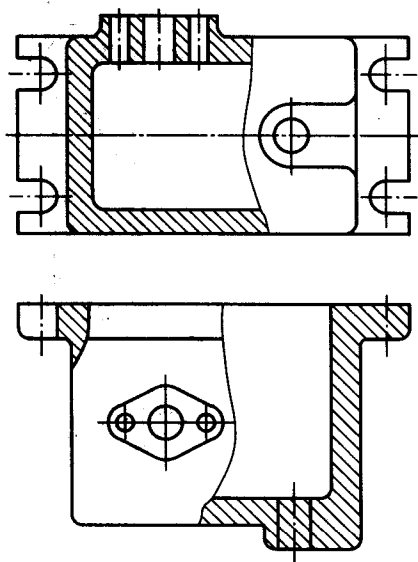
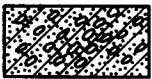
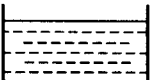


图1-8 局部剖视图

续表

|       |                                                                                   |             |                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 混凝土   |  | 格网(筛网、过滤网等) |  |
| 钢筋混凝土 |  | 液 体         |  |
| 砖     |  |             |                                                                                     |

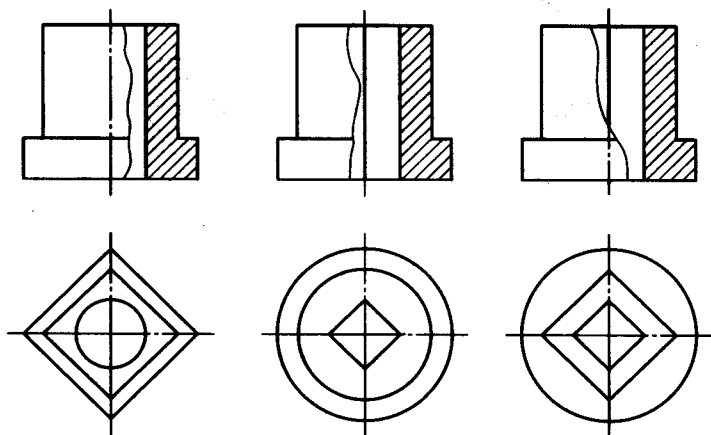


图 1-9 近于半剖的局部剖视图

## 2) 斜剖

用垂直于基本投影面的单一剖切面剖开机件的方法称为斜剖。斜剖适用于机件的倾斜部分需经剖开后,方可得到实形的情况。这时,实形是用换面法求得的。

采用斜剖时,必须标注。斜剖得到的剖视图最好放在箭头所指的位置,与原视图保持直接的投影关系,但也允许平移到适当位置,如图 1-11 所示。

## 3) 旋转剖

用交线垂直于某一基本投影面的两个相交的剖切平面剖开机件的方法称为旋转剖,如图 1-12 所示。旋转剖适用于剖切有回转轴线的机件,而轴线恰好是两剖切平面的交线。一般说来,两剖切平面之一是投影面平行面,而另一个是投影面垂直面。采用这种方法画剖视图时,要假想将倾斜平面剖开的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行后再进行投影,使被剖开的结构投影为实形。旋转剖必须标注,在剖切平面的起讫和转折处应标注相同的字母,起讫处应画箭头表示投影方向。

## 4) 复合剖

除旋转、阶梯、斜剖外,用组合的剖切平面剖开机件的方法叫复合剖,如图 1-13 所示。复合