



高等学校教材

# 机械制造工程实践

西南交通大学 费从荣 主 编  
兰州铁道学院 吴庆记  
大连铁道学院 尹志华 副主编

中国铁道出版社

高等学校教材

# 机械制造工程实践

|        |     |     |
|--------|-----|-----|
| 西南交通大学 | 费从荣 | 主 编 |
| 兰州铁道学院 | 吴庆记 | 副主编 |
| 大连铁道学院 | 尹志华 |     |

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 0 年·北京

## (京)新登字 063 号

### 内 容 简 介

本书以原国家教委高教司 1995 年 82 号通知中《金工实习教学基本要求》为基础,结合面向 21 世纪工程实践教学内容与课程体系改革的研究成果编写的。

全书共十三章,主要内容有机械制造生产过程、机械产品开发、金属材料及选用、铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、车削加工、铣削及其他切削加工方法、钻削和镗削加工、钳工、数控加工和特种加工及非金属材料加工等。全书以机械制造工程的系统观念为指导,强调培养学生的创新能力,突出实践性和先进性。

本书是高等工科院校机械工程类《金工实习》课程教材,也可供近机类、非机类、职业大学、职工大学、电视大学有关专业选用,还可供工程技术人员及技术工人参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程实践/费从荣,吴庆记,尹志华主编.  
北京:中国铁道出版社,2000.7  
高等学校教材  
ISBN 7-113-03765-8

I. 机… II. ①费…②吴…③尹… III. 机械制  
造-高等学校-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27202 号

书 名:机械制造工程实践  
作 者:费从荣 吴庆记 尹志华  
出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)  
责任编辑:吴桂萍  
封面设计:马 利  
印 刷:中国铁道出版社印刷厂  
开 本:787×960 1/16 印张:19.25 字数:385 千  
版 本:2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷  
印 数:1~5000 册  
书 号:ISBN 7-113-03765-8/TH·82  
定 价:26.60 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

# 前 言

为适应 21 世纪初机械制造业类课程教学内容与体系改革的需要,加强对学生的工程能力和创新能力的培养,按照原国家教委高教司 1995 年颁发的《高等学校工科本科金工实习教学基本要求》中对“金工实习是一门实践性的技术基础课”的定位,在《基本要求》的基础上进行改革,编写了这本《机械制造工程实践》教材。与原金工实习教材相比,本教材对传统的金属工艺实习教材中的某些内容进行了缩减。为了增强学生对工程背景的了解和工程素质能力的培养,本教材增加了机械制造生产过程概论,对机械制造生产全过程进行了简略的介绍,使学生对机械制造生产的全过程有一个初步的整体概念。为适应市场竞争的需要,增加了新产品开发的有关知识,以指导实践教学过程中对学生创新能力的培养和训练。考虑到非金属材料的应用日益普遍,增加了非金属材料及其加工简介,将原金属加工工艺扩展为工程材料加工工艺。增加了生产中已广泛应用的先进制造技术,以适当反映机械制造业及其技术的发展。

本书由西南交通大学费从荣主编,兰州铁道学院吴庆记、大连铁道学院尹志华副主编。参加编写的有:西南交通大学费从荣(第一、二、三章)、熊先云(第七、十、十二章)、周世衡(第六、十三章、十二章第四节),兰州铁道学院吴庆记(第四、五、十一章),大连铁道学院尹志华(第八、九章)。全书由费从荣统稿,熊先云、周世衡、孙兴华分别参加了部分内容的修改。

本书在编写过程中自始至终得到西南交通大学吴鹿鸣教授的鼓励和指导,西南交通大学许明恒教授审阅了全稿并提出了宝贵的意见,西南交通大学现代工业技术培训中心周莉帮助进行了书稿的计算机录入,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,加上编写力图符合 21 世纪初培养人才所需要的这类新教材尚经验不足,不当之处在所难免,敬请各位教师及读者给予批评指正。

编者于成都  
2000 年 1 月

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第一章 机械制造生产过程</b> .....   | 1   |
| 第一节 概述.....                 | 1   |
| 第二节 机械制造企业生产过程组织.....       | 5   |
| 第三节 机械制造生产过程中的质量与成本费用 ..... | 14  |
| 复习思考题 .....                 | 17  |
| <b>第二章 机械产品的开发</b> .....    | 18  |
| 第一节 产品开发基本理论 .....          | 18  |
| 第二节 新产品概念化 .....            | 24  |
| 第三节 新产品设计与鉴定 .....          | 29  |
| 第四节 产品制造工艺 .....            | 38  |
| 复习思考题 .....                 | 45  |
| <b>第三章 金属材料及选用</b> .....    | 47  |
| 第一节 机械工程常用金属材料 .....        | 47  |
| 第二节 钢铁热处理 .....             | 52  |
| 第三节 金属材料的选用 .....           | 55  |
| 复习思考题 .....                 | 57  |
| <b>第四章 铸造</b> .....         | 58  |
| 第一节 铸造成形基础 .....            | 58  |
| 第二节 砂型制造 .....              | 61  |
| 第三节 合金的熔炼和浇注 .....          | 78  |
| 第四节 铸件的清理及铸件质量分析 .....      | 85  |
| 第五节 特种铸造 .....              | 88  |
| 复习思考题 .....                 | 92  |
| <b>第五章 锻压</b> .....         | 93  |
| 第一节 金属压力加工概述 .....          | 93  |
| 第二节 锻坯的加热和锻件的冷却 .....       | 93  |
| 第三节 自由锻造 .....              | 97  |
| 第四节 特种锻压工艺.....             | 108 |
| 第五节 板料冲压.....               | 111 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 复习思考题                 | 117 |
| <b>第六章 焊接</b>         | 118 |
| 第一节 手工电弧焊             | 119 |
| 第二节 气焊与切割             | 129 |
| 第三节 其他焊接方法            | 134 |
| 第四节 焊接件结构工艺性          | 142 |
| 第五节 计算机在电弧焊中的应用简介     | 144 |
| 复习思考题                 | 145 |
| <b>第七章 切削加工基本知识</b>   | 147 |
| 第一节 概述                | 147 |
| 第二节 切削加工零件的技术要求       | 152 |
| 第三节 常用量具              | 156 |
| 第四节 金属切削机床基本知识        | 163 |
| 第五节 刀具材料              | 170 |
| 第六节 切削加工工艺方案          | 173 |
| 复习思考题                 | 179 |
| <b>第八章 车削加工</b>       | 180 |
| 第一节 概述                | 180 |
| 第二节 普通车床              | 181 |
| 第三节 车刀                | 185 |
| 第四节 车床附件及工件装夹         | 189 |
| 第五节 车床操作              | 195 |
| 第六节 车削加工方法            | 197 |
| 第七节 典型零件的车削工艺分析       | 207 |
| 复习思考题                 | 208 |
| <b>第九章 铣削、刨削及磨削加工</b> | 209 |
| 第一节 铣削加工              | 209 |
| 第二节 刨削加工              | 217 |
| 第三节 磨削加工              | 223 |
| 第四节 齿轮齿形曲线的加工方法       | 231 |
| 复习思考题                 | 234 |
| <b>第十章 钻削和镗削加工</b>    | 235 |
| 第一节 钻削加工              | 235 |
| 第二节 镗削加工              | 241 |
| 复习思考题                 | 243 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第十一章 钳工</b> .....        | 244 |
| 第一节 概述.....                 | 244 |
| 第二节 划线.....                 | 244 |
| 第三节 錾削和锯切.....              | 248 |
| 第四节 锉削.....                 | 250 |
| 第五节 攻螺纹和套螺纹.....            | 252 |
| 第六节 装配.....                 | 255 |
| 复习思考题.....                  | 257 |
| <b>第十二章 数控加工和特种加工</b> ..... | 258 |
| 第一节 数控加工基本知识.....           | 258 |
| 第二节 典型数控加工方法简介.....         | 265 |
| 第三节 数控电火花加工.....            | 270 |
| 第四节 其他特种加工方法简介.....         | 274 |
| 第五节 机械制造中的计算机技术简介.....      | 277 |
| 复习思考题.....                  | 284 |
| <b>第十三章 非金属材料加工</b> .....   | 285 |
| 第一节 塑料.....                 | 285 |
| 第二节 橡胶.....                 | 291 |
| 第三节 陶瓷.....                 | 293 |
| 第四节 复合材料简介.....             | 295 |
| 复习思考题.....                  | 296 |
| <b>参考文献</b> .....           | 297 |

# 第一章 机械制造生产过程

## 第一节 概 述

### 一、机械产品

在市场经济体制下,机械制造企业按照市场需求生产制造满足顾客需要的机械产品。机械制造企业的产品既可能是具备一定的功能和质量的、完整的、最终的产成品,也可能只是某种最终产品的一部分,例如毛坯、零件、组件、部件、配件或其他半成品。

机械产品是机械制造企业生产制造与经营过程的结果。同一般产品一样,机械产品也包括流程性材料、硬件、软件、服务和(或)它们的组合。流程性材料指通过将原材料转化为某一预定形态所形成的有形产品,如钢材、润滑油等。硬件指具有特定形状的可分离的有形产品,通常由制造的、建造的或装配的零件、部件或组件组成,如机床。软件指通过承载媒体表达的信息所组成的一种知识产物,如数控机床的程序。服务则是企业为了满足顾客需要而和顾客之间的接触活动以及企业内部活动所产生的结果,如为顾客安装调试机床、培训人员等。流程性材料和硬件是有形产品,软件和服务是无形产品,它们共同组成完整的机械产品。

机械产品的硬件一般都是由金属材料和非金属材料制成的形状、尺寸、材质和技术要求各不相同的零部件和元器件等装配组成。反之,一个完整的机械产品又可以解体为组成它的零部件。因此在生产制造机械产品时,可以先分别加工制造零部件,再装配为一个完整的机械产品。为了制造品种繁多、形状尺寸各异、性能质量不同的零部件,就要选用不同的材料,使用不同的设备和工艺方法。

### 二、机械制造工程

机械制造企业是生产制造与经营机械产品的工业企业,是从事机械制造工程的组织。机械制造工程是指机械制造企业从最初识别市场需求到最终满足用户要求的全过程中,所进行的一系列活动的总和。这些活动包括:营销和市场调研,产品开发和设计,过程策划和开发,采购,生产或服务提供,验证,包装和贮存,销售和分发,安装和投入运行,技术支持和服务,售后,使用寿命结束时的处置或再生利用等。或者说机械制造工程就是在对市场进行调研的基础上,开发机械产品,设计机械产品与制造工艺,按照设计生产出机械产品实体,进行市场营销,使机械产品在质量、数量、价格和交货期等方面

满足用户的需求或符合对用户的市场协议,同时获得企业满意的经济效益的全部工程活动。可见机械产品的设计、生产和营销是机械制造工程的主要职能。

按照系统工程的观点,企业是一个系统。机械制造工程是从企业这个系统的内外输入各种投入物,再将作为投入物的各种生产要素转换为包括产品和服务的产出物,向企业系统之外的市场输出(图 1-1)。投入物是各种生产要素,包括劳动力、劳动对象、劳动手段和各种生产、技术与市场信息,产出物则是具有用户满意的性能、质量、数量、价格和交货期并为企业带来效益的机械产品和服务。在转换过程中,作为主导因素的人(即劳动力)包括工人、技术人员和管理人员,在劳动分工和协作的条件下,按照一定的标准、方法和步骤(例如技术标准、工作标准、工作程序和工艺规程等),使用一定的劳动工具(例如厂房、机床、设备和工具)或借助于自然力的作用

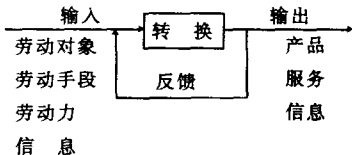


图 1-1 机械制造工程系统

(例如铸件、锻件和热处理件的自然冷却和时效,表面油漆的自然干燥等),作用于劳动对象(例如原材料、毛坯、零部件等工件和信息),使之成为具有一定的使用价值的机械产品。这是一种劳动过程,同时也是一个价值增值的过程,即产出的价值(实现销售收入)应高于投入与转换的总价值(总成本费用),两者之差即价值增值部分就是企业获取盈利的基础。因此,机械制造工程是一种劳动过程和价值增值过程的总和。

### 三、机械制造生产过程及构成

#### (一)机械制造生产过程

作为系统转换的一部分,机械制造生产过程通过各种生产手段对加工对象的形状、尺寸和性能进行改变。机械制造工程是一种制造业。制造业的生产过程有两种基本类型:流程式生产过程和加工装配式生产过程。在流程式生产过程中,原材料投入生产线后顺序而下,经过连续的作业和一定的程序后即产出产品,如钢铁冶炼。在加工装配式生产过程中,一般是先由原材料生产毛坯,制造零件,然后装配成组件、部件、总成,最后总装配为一个完整的最终产品。机械产品结构复杂,制造工艺复杂,生产组织复杂,所需要的机床设备和工艺装备繁多,机械制造生产过程具有多品种、多零件、多工艺阶段、多工种、多工序、社会化大生产和专业化协作的特点。

机械制造生产过程还包括运输和储存等场所和时间的转换。运输是按照工艺流程将工件在工作地之间移动。储存是为适应工艺流程和生产经营而对原材料、半成品及产成品的储备库存。运输和储存都是机械制造生产过程不可缺少的组成部分。

机械制造企业的生产制造和经营活动的全过程需要进行有效的管理。管理是为了实现企业的经营目标、适应市场需求和提高企业经济效益,对生产经营全过程的计划、指挥、组织、协调和控制。广义地讲,机械制造企业管理涉及到整个机械制造工程的方方面面。我国国有大中型机械制造企业的管理一般包括以下内容:计划管理、销售管

理、组织人事管理、生产管理、产品开发与技术管理、质量管理、劳动工资管理、教育培训管理、设备基建管理、物资管理、财务成本管理、安全技术与环境保护管理、后勤保障管理和思想政治工作等。狭义的机械制造生产过程管理则只涉及到生产计划、生产过程的组织、劳动定额与物资定额、工艺技术、设备工具、质量、安全生产与环境保护、成本与经济核算及生产服务等生产过程的管理。

## (二)机械制造生产过程的构成

机械制造生产过程是机械制造企业的基本产品和辅助产品生产过程的总和,包括产品的直接生产过程和与产品生产过程有关的其他生产活动和过程。一个较为完整的机械制造生产过程由以下几部分组成:

1. 生产技术准备过程。生产技术准备过程是指机械产品在投入生产前所进行的各种技术准备工作。例如产品开发、产品设计、工艺设计、工艺装备的设计制造、标准化、材料定额和工时定额、劳动组织、厂房与设备的配置等。

2. 基本生产过程。基本生产过程是指机械制造企业生产市场销售的产品即基本产品的过程。机械制造企业的基本生产过程一般包括下料、铸造、锻压、切削加工、热处理、表面处理、电化学处理、铆焊、钳工、装配、油漆等工艺与作业。在生产过程中,这些直接使用各种工艺作业方法生产零部件和产品的过程又称为工艺过程。

3. 辅助生产过程。辅助生产过程是为保证基本生产过程的正常进行所必需的各种辅助产品的生产过程。例如一些大型机械制造企业自己进行各种动力(压缩空气、蒸汽、供水、发电等)的生产,自己制造专用的设备、工具、夹具、量具、模具、刀具,厂房建设和维修,设备的安装、维修及备件生产等。

4. 生产服务过程。生产服务过程是为基本生产过程和辅助生产过程所作的各种生产服务活动。例如物资供应、半成品与产成品运输、包装、储存、检验、试验、发送、售后服务等。

5. 附属生产过程。附属生产过程是指机械制造企业在基本生产过程和辅助生产过程以外为进行综合利用和提高效益而进行的其他生产过程。例如铁屑的烧结回用。

在构成机械制造生产过程的各组成部分中,生产技术准备过程是整个生产过程是否有效率和有效益的前提,而基本生产过程则是其核心,其他过程都应服从于和服务于生产技术准备过程和基本生产过程,使整个生产过程成为企业系统中的一个高效率和高效益的子系统。当然,并非每一个机械制造企业的生产过程都必须完整地包括以上所有的过程。这与产品的复杂程度、企业生产规模和能力、装备的技术水平与工艺方法、专业化生产及社会化协作的能力及水平、企业经营管理水平以及整个经济市场化的水平等都有关系。

近年来,传统的“高投入、高消耗、高污染”的生产模式已被否定。依靠科学进步和技术创新,提高资源利用率和能源效率,降低对自然资源和生态环境的破坏,技术、经济与环境协调,保证人类的可持续发展成为社会发展的共同基调和各种生产过程的共同

发展趋势,使生产过程发生了很大的变化,特别是现代信息技术和现代制造技术的融合而出现的高级制造技术(Advanced Manufacturing Technology 简称 AMT),更是使机械制造生产过程愈益突破传统的模式发生了前所未有的变化。

#### 四、机械制造生产过程的要求

##### (一)机械制造生产类型

由于产品的品种、产量和生产条件不同,机械制造生产在生产工艺、设备、生产组织形式和经营管理的各方面有着不同的特点和要求,机械制造生产也分为不同的类型,即大量生产、成批生产和单件生产。在划分机械制造生产类型时,一般可以按照工作地所担负的工序作业的数目来确定(表 1-1),也可以按照机械加工零件的大小和产量来划分(表 1-2)。

表 1-1 按工作地担负的工序作业数  
划分生产类型

| 工作地类型 | 固定于工作地上的工序数 |
|-------|-------------|
| 大量生产  | 1~2         |
| 大批生产  | 2~10        |
| 中批生产  | 10~20       |
| 小批生产  | 2~40        |
| 单件生产  | 40 以上       |

表 1-2 按机械加工零件划分生产类型

| 生产类型 |    | 年产量       |           |              |
|------|----|-----------|-----------|--------------|
|      |    | 重型零件      | 中型零件      | 轻型零件         |
| 单件生产 |    | <5        | <10       | <100         |
| 成批生产 | 小批 | 5~100     | 10~200    | 100~500      |
|      | 中批 | 100~300   | 200~500   | 500~5 000    |
|      | 大批 | 300~1 000 | 500~5 000 | 5 000~50 000 |
| 大量生产 |    | >1 000    | >5 000    | >50 000      |

在大批量生产的条件下,每个工作地承担的工序数较少,作业任务较为稳定,可采用高效率的专用化的自动化或半自动化的机器设备和专用的工、夹、量具及辅助设备,尽管存在专用设备和专用资产比例大,产品换代和生产转型难度大、柔性差,市场适应能力差的缺点,但工人操作简单,容易熟练,产品质量稳定,容易实现专业化生产和社会化协作,组织管理工作较为规范,生产效率高、成本低,有较好的规模效益。因而是现代机械制造的主要生产类型。

##### (二)机械制造生产过程的要求

机械制造生产分为不同的类型,但其生产过程都有共同的基本要求,就是要保证产品的数量、质量和交货期,以最小的劳动消耗和物质消耗取得最大的经济效益。要实现机械制造生产过程的基本要求,就必须合理组织生产,保证机械制造生产过程的连续性、比例性、平行性和均衡性。

生产过程的连续性是指生产过程的各个环节、各个工序在时间和空间上紧密衔接和连续,不出现不合理的等待、停顿和中断,加工对象始终在工艺过程或非工艺过程的控制的流程中运动。例如工件始终处于加工、运输、时效、检验和装配之一。保持生产过程的连续性可以缩短零部件和产品的生产周期,减少在产品的数量及库存,加快企业的资金周转,充分利用生产能力,减少零部件和在产品的数量损失和质量损失。为了保持和提高生

产过程的连续性就要按照产品工艺流程合理地进行工厂布置、合理地安排工序、合理地组织生产,充分做好生产技术准备,保证各种非基本生产过程围绕基本生产过程进行。

生产过程的比例性指基本生产与辅助生产之间、各生产单元之间、各工艺阶段之间、各工序之间在生产能力上应有适合产品制造要求的比例关系。它以一定的产品品种数量的构成为依据,并且为制造产品的技术和工艺过程所决定。保持生产过程的比例性是实现连续性的必要条件,有利于生产顺利进行,使企业的各种资源得到充分利用。为了保持生产过程的比例性首先必须按照企业的生产纲领合理地、按比例地配置各个生产单元和各个工序的生产能力,还要在日常的生产组织管理中不断地按照生产的动态变化进行“填平补齐”和做好综合平衡。

生产过程的平行性指生产过程的各个阶段、各个工序实行平行作业。它既可以是组成产品的零部件同时在各个生产环节平行地生产,也可以是在大批量生产时将同种产品、零件同时分散在各个生产环节生产。显然,保持和提高生产过程的平行性可以大大缩短产品的生产周期。但是平行生产是有限度的,它取决于产品零件的工序总数、加工装配劳动量、企业生产能力及组织管理水平。

生产过程的均衡性指在正常的条件下整个生产过程按计划有节奏地进行,保持各种资源投入和产品产出的均衡,保持各生产单元的人员和设备负荷的均衡。保持生产过程的均衡性能够充分地、合理地利用企业的人力资源和物力资源,有利于保证和提高产品质量,有利于缩短生产周期、降低生产成本。为此,在机械制造生产过程中不仅要预先制定一定的生产计划,按照产品套数或份数投料和组织生产,还要在整个生产过程的各个组成部分和各个阶段按计划有节奏的工作。

连续性、比例性、平行性和均衡性在合理组织机械制造生产过程中相互联系又相互制约。生产过程的比例性和平行性是实现连续性的前提,而比例性、平行性与连续性又是保证生产过程均衡性的前提。

## 第二节 机械制造企业生产过程组织

生产过程是在一定的时间内在一定的空间中进行的,机械制造生产过程组织包括生产过程的空间组织和生产过程的时间组织。生产过程的空间组织指工厂的总体规划布置、生产单位(分厂、车间、工段、班组)的设置、机器设备设施的配套和布置等,形成一个相互分工和密切协作,保证生产过程高质高效进行的空间布局。生产过程的时间组织指生产对象按照工艺规程在生产过程的空间组织中运动,在时间上相互配合和衔接,保证生产过程的连续性和节奏性,提高设备利用率,缩短产品的生产周期,保证对用户的交货期。

### 一、机械制造企业生产单位组成

要实现机械制造生产过程就需要有一定的组织机构,将机械制造企业内的各种生

产要素有机地组合,以实现一定的功能,这就是企业的生产单位。

机械制造企业的生产单位按层次可以有工厂(公司)、分厂(分公司)、车间、工段、班组等。我国传统的国有大中型机械制造企业一般按直线职能制设立生产单位与管理机构,如图 1-2。厂长是企业最高行政负责人,在生产经营中处于中心地位,对全厂的生产经营实行统一指挥,生产、人事、后勤等副厂长和总工程师、总经济师、总会计师等协助厂长分管有关工作,与厂长一起组成企业的最高管理层和决策层。各个职能科(处)室组成企业的职能管理层或中间管理层,它们对内组织执行最高管理层的决定,对最高决策层起参谋作用;对外受厂长的委托代表企业进行经营活动。车间既是企业内部基本的生产组织单位 and 经济核算单位,也是基层管理层,按照工厂的计划和指令组织生产,实施管理。

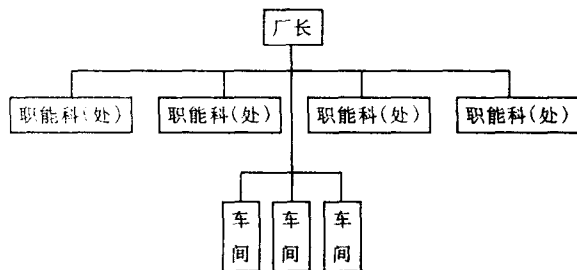


图 1-2 直线职能制企业组织

按照工厂的计划和指令组织生产,实施管理。

机械制造企业生产单位按其在学习过程中的职能和作用又可分为生产技术准备部门、基本生产部门、辅助生产部门、生产服务部门和附属生产部门。

#### (一)基本生产部门

指直接进行基本产品生产、实现基本生产过程的生产单位。一般机械制造企业的基本生产部门有以下车间:

1. 准备车间。如备料、铸造、锻压等车间或工段。
2. 加工车间。如机械加工、冲压、铆焊、热处理、电镀等车间或工段。
3. 装配车间。如部件装配车间、总装配车间或工段等。

#### (二)辅助生产部门

指为基本生产过程提供产品和服务、实现辅助生产过程的生产单位。机械制造企业的辅助生产部门有以下车间:

1. 辅助车间。如机修、电修、工具、模具、模型、建筑等车间。
2. 动力车间。如供电、供水、供压缩空气、供氧气等车间或部门。

#### (三)生产服务部门

指为基本生产过程和辅助生产过程服务的生产单位。一般有:

1. 运输部门。
2. 仓库。如材料库、半成品库、成品库、工具库、设备配件库等。
3. 试验、计量与检测部门。如中心试验室、中心计量室、试验站、技术检查站等。

#### (四)生产技术准备部门

生产技术准备部门是为基本生产过程和辅助生产过程提供产品设计、工艺设计、工

艺装备设计、非标准设备设计、非标准刀具设计、装配说明书、试验大纲、检验规范和质量保证体系等技术文件,进行新产品的开发、试制和鉴定,进行新工艺的开发,规划厂房、设备、工夹量具及制定各种消耗定额的部门。一般包括开发、设计、工艺、工具、物资、劳动工资等部门和试制车间。

#### (五)附属生产部门

在机械制造生产过程中,各个生产单位按照一定的权责分工协作,形成有机的系统,保证实现机械制造生产过程的合理要求。实际上机械制造企业的生产单位组成需要从实际出发,考虑企业的产品方向、生产的专业化和协作水平、生产规模、产品结构特点、设备和工艺特点、工厂总体布置以及企业的经营环境等,动态地设置和调整。如综合利用车间等。

## 二、机械制造企业厂区布置

厂区的布置是否合理将直接影响到整个生产过程的效率和效益。机械制造企业厂区布置是指由原材料的接收到成品的制造完成以及销售发运的全部过程中,按照合理组织生产过程对人员、设备、物料所需要的空间的要求,在工厂的全部平面面积和空间中,对工厂的生产车间、辅助设施、运输线路、服务设施以及办公室等进行总体分配和布置,使其有效组合,保证生产过程高效地进行,并获得最大的经济效益。机械制造企业的厂区布置有以下基本原则:

1. 生产厂房和设备设施的布置应力求满足生产过程的要求,保证生产按照基本生产过程的工艺过程的顺序流程通畅。原材料、在产品及产成品的运输线路尽可能短,避免交叉、往返和重复,以缩短生产周期,节约运输及生产费用。一般可按以下顺序布置:

材料库→准备车间→加工车间→装配车间→成品库

2. 按照工艺过程的顺序,有密切联系和协作关系的生产单位尽量相互靠近,辅助生产部门和生产服务部门尽量靠近其主要服务的基本生产部门,使整个厂区紧凑合理。

3. 充分利用现有的公共基础设施,如公路、铁路、港口、管道、线路和社区生活供应保障体系等。

4. 综合考虑生产性质,水、电、气等动力和物料的需求、供应与周转,安全与环境保护以及周边环境等因素,合理规划利用厂区。例如可按此原则把厂区划分为热加工车间区、冷加工车间区、木材加工车间区、动力设施区、仓库区和厂前区等。

5. 努力提高厂区布置的建筑系数(厂房建筑占地面积与工厂总面积的比),高效率地利用立体空间,使厂区面积尽量有效用于生产经营。

6. 综合考虑当前需要和长远发展、企业资源和经济效益、生产经营的相对稳定性和适应市场需求变化的灵活性,总体规划,适度留有余地。

图 1-3 为一个较为完整的机械制造企业的厂区生产系统布置示意图。

### 三、机械制造企业生产车间设立与布置

#### (一) 生产车间设立

机械制造企业生产单位一般按照专业化的原则设立。生产单位专业化的原则和形式决定着机械制造企业内部的分工协作关系、工艺过程的流向、在产品的运输路线和运量以及产品生产周期和企业经济效益。机械制造企业的生产单位专业化原则有工艺专业化原则、对象专业化原则和综合原则,例如生产车间就可以设立工艺专业化车间、对象专业化车间和综合车间。

#### 1. 工艺专业化原则和工艺专业化车间

工艺专业化原则指按照生产过程的各个工艺阶段的工艺特点建立工艺专业化的生产单位。工艺专业化车间集中了同类型的机器设备和同工种的工人,使用相同的工艺方法加工制造各种不同的零部件和产品。在工艺专业化的生产车间中,生产的工艺方法相同而加工对象不同。例如机械制造企业中的铸造车间、锻压车间、机械加工车间、热处理车间和装配车间就都属于工艺专业化车间。

按照工艺专业化原则组建生产单位较能适应多品种的生产,工艺管理集中方便,有利于提高工艺质量,也有利于生产设备和工作面积的充分利用。但是,带来了不同工艺之间联结和协作关系的复杂化,交叉重复运输和周转增加,在产品工序间的等待时间增长。

#### 2. 对象专业化原则和对象专业化车间

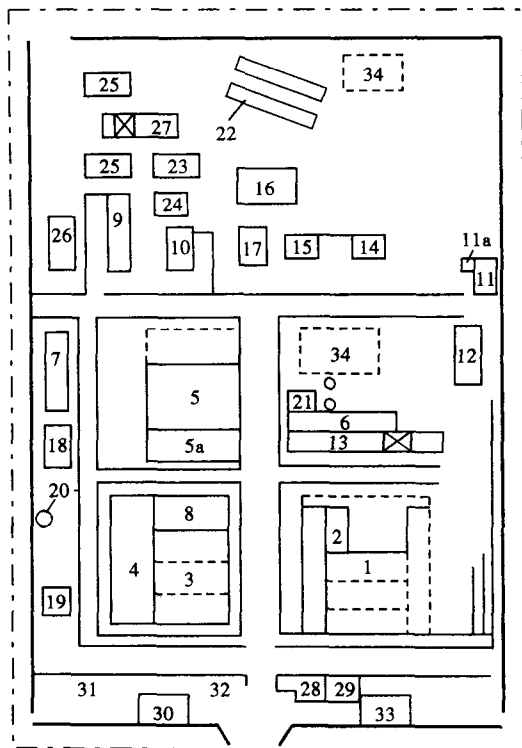


图 1-3 某机械制造厂平面布置简图

- 1—铆焊车间;2—铆焊车间试验室;3—机械加工车间;
- 4—装配车间;5—铸造车间;5a—铸钢车间;6—锻工车间;
- 7—木工车间;8—辅助生产车间;9—总仓库;
- 10—建筑耐火材料库;11—乙炔站;11a—电石库;
- 12—成品、备品库;13—金属材料库;14—锅炉房;
- 15—煤气站;16—脱硫站;17—变电站;18—氧气站;
- 19—水泵房;20—水池;21—压缩空气站;22—煤场;
- 23—铸铁堆场;24—炉料堆场;25—金属堆场;
- 26—木材堆场;27—废金属处理车间;28—办公楼;
- 29—中央试验室;30—食堂;31—汽车电瓶车库;
- 32—警卫室、保健站等;33—工人俱乐部;
- 34—扩建锻工车间及建防腐车间的预留地

对象专业化原则指把加工对象的全部或大部分工艺过程集中在一个生产单位,组建成以产品、部件和零件为对象的专业化生产单位。对象专业化车间集中了不同类型的机器设备和不同工种的工人,使用不同的工艺方法加工制造同类零部件和产品。在对象专业化车间中,加工制造的对象是一定的,而加工制造的工艺方法则是多种多样的。每一个对象专业化车间都基本上能够相对独立地完成某些产品或零部件的全部或大部分工艺过程。例如机械制造企业中的齿轮车间、轴类车间、箱体车间,汽车制造企业的油泵油嘴车间、发动机车间、底盘车间等就是对象专业化车间。

对象专业化可以大大地缩短产品加工路线,减少交叉重复运输及周转,减少了车间之间的联系协作和等待时间,提高了生产过程的连续性和比例性,缩短了生产周期,减少了在产品的占有量,提高了生产的经济效益。其缺点主要是对于小规模、多品种生产的变换性和灵活性较差,在现代市场经济产品生命周期愈益缩短的情况下,对于新产品开发的适应性较差。

### 3. 综合原则及相应的车间

综合原则就是综合运用工艺专业化原则和对象专业化原则组建生产单位。即在对象专业化的基础上兼有工艺专业化或在工艺专业化的基础上兼有对象专业化。按综合原则组建生产车间应尽量采用两种专业化原则的优点。

在机械制造企业中一般按专业化原则组建以下基本生产车间:

铸锻毛坯生产按工艺专业化原则组建生产车间。如铸造车间、锻压车间。大型机械制造企业可能更加工艺专业化地设置铸钢车间、铸铁车间、有色金属铸造车间、精密铸造车间、自由锻造车间、模锻车间、水压机车间、冲压车间等。

焊接、热处理和表面处理生产一般按工艺专业化原则组建生产车间。如铆焊车间、热处理车间、电镀车间等。但在一些大型机械制造企业中按综合原则组建这类生产车间,如箱体焊接车间、车体焊接车间、齿轮热处理车间、轴承热处理车间、曲轴热处理车间、铸件热处理车间等。

机械加工可以按照三种专业化原则建立相应的生产车间。在大型机械制造企业中,由于产品相对稳定,产品零部件继承性较好,标准化通用化程度较高,生产批量较大,一般尽量采用对象专业化原则设立对象专业化车间,以提高经济效益。

装配生产一般按工艺专业化原则或综合原则组建总装配车间或部件装配车间。

### (二)生产车间布置

生产车间布置是对车间的各个基本工段、辅助工段、管理部门、生产服务部门、仓库通道以及工作地等在平面和空间的相互位置进行安排。工作地是由工人、设备、设施、工位器具和生产空间组成,具有特定的加工能力的最基本的生产单位。生产车间布置包括车间的纵跨、横跨、高跨、露天跨等建筑面积和空间分层的布置。

机械制造企业的生产车间依据工厂的生产大纲和车间分工表规定的车间生产任务,以及由此确定的车间生产大纲、有关的工艺规程、工艺路线、生产组织形式等设计配

置相应的机器设备及辅助设施。在总体布置上应使基本工段的相互配置符合工艺流程和顺序,辅助工段和生产服务设施有利于对基本工段的服务。如将材料和毛坯库设在车间的前端或侧面,中间库设在机械加工车间的末端、装配车间的前端,工具室设置便于领用和刃磨等。

一个车间有着各种各类的设备。机械制造企业生产车间设备的布置应遵循一定的原则。例如,按照生产过程的流向和工艺顺序布置设备,使生产对象在加工制造过程中路径最短,方便运输,尽量成直线流动和减少交叉倒流;工作地的布置力求合理,充分满足采光、照明、通风、取暖、防尘、防噪音、防污染等安全生产和环境保护的需要;生产现场的设备、工具、图纸和工作物等按照安全、质量和效率的综合要求实行定置管理;加工长大型零件的设备尽量放置于车间入口处或集中放置于有起重运输条件的部位,以利于零件的起吊、运输和周转;粗加工设备和精加工设备应分开放置,精加工设备和精密设备应放置于受振动小、环境条件好的部位等。

工作地的布置也有工艺专业化原则和对象专业化原则两种基本方式。工艺专业化原则是把同类机床集中布置于一个生产区域,如车削区域(工段)、铣刨区域(工段)等(图 1-4)。这种布置方式有利于工艺专业化,使设备和人员充分负荷,便于解决同类机

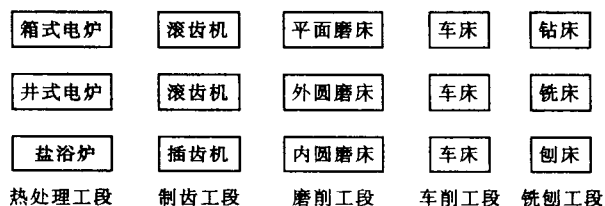


图 1-4 机床设备布置的工艺专业化原则

床设备的工作环境条件和配套服务,但增加了加工对象在生产过程中的交叉往复运输和管理的难度。因此,这种布置方式适合于小批量生产。对象专业化原则是按照特定的零件的工艺流程和加工顺序布置相应的各种机床设备,形成一条生产线(图 1-5)。这种布置方式适合于大批量生产。

布置机床设备时必须保持机床与机床之间、机床与墙壁和柱子之间应有足够的距离,满足操作、维修、安全生产和运输的需要。机床设备的排列有纵向排列、横向排列和斜角排列三种形式(图 1-6),以纵向排列为多。斜角排列的倾斜角度为  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。不论采用哪一种排列,工作地一般都在靠过道一边,以便于更好地为工作地服务和安全生产。



图 1-5 机床设备布置的对象专业化原则