

机 制 专 业 参 考 讲 义

# 金属切削机床

中 册

湖南大学机械制造专业编



# 目 录

## 第三篇 机床设计

### 第一章 机床总体方案的设计

|                           |    |
|---------------------------|----|
| § 1—1 机床设计的指导思想和基本原则      | 1  |
| § 1—2 机床设计的基本要求和步骤        | 3  |
| § 1—3 机床总体设计的工作内容         | 6  |
| § 1—4 影响机床总体布局的因素         | 7  |
| (一) 表面形成方法对总体布局的影响        | 7  |
| (二) 工件的尺寸与重量对总体布局的影响      | 8  |
| (三) 工件的技术要求对总体布局的影响       | 9  |
| (四) 生产规模和生产率对总体布局的影响      | 11 |
| (五) 其他因素对总体布局的影响          | 11 |
| § 1—5 机床品种系列化、部件通用化、零件标准化 | 11 |

### 第二章 机床变速传动系统设计

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| § 2—1 机床主要技术参数的确定                          | 14 |
| (一) 机床为什么要变速?                              | 14 |
| (二) 机床转速应该怎么排列?                            | 15 |
| (三) 变速范围 $R_n$ , 公比 $\phi$ , 和标准级数 $Z$ 的关系 | 15 |
| (四) 标准公比和选择公比的一般原则                         | 16 |
| (五) 怎样确定最高最低转速?                            | 17 |
| (六) 机床功率的确定                                | 21 |
| § 2—2 机床变速传动系统的拟定                          | 24 |
| (一) 机床变速传动系统传动比的规律                         | 25 |
| (二) 拟定机床变速传动系统的一般原则                        | 29 |
| (三) 确定齿轮齿数的方法                              | 32 |
| (四) 拟定机床变速传动系统的步骤                          | 36 |
| § 2—3 几种特殊有级变速传动系统的设计特点                    | 39 |
| (一) 采用交换齿轮变速的传动系统                          | 39 |
| (二) 采用交流多速电动机的传动系统                         | 40 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| (三) 采用混合公比的传动系统.....       | 41 |
| (四) 扩大变速范围的传动系统.....       | 42 |
| § 2—4 机床变速传动系统的结构设计.....   | 43 |
| (一) 变速箱的布局形式.....          | 43 |
| (二) 变速箱内齿轮的布置.....         | 44 |
| (三) 变速箱的结构设计.....          | 47 |
| (四) 机床主传动系统内各传动件的计算转速..... | 55 |
| § 2—5 机械无级变速器简介.....       | 56 |
| (一) 机床上常用的机械无级变速器简介.....   | 57 |
| (二) 机械无级变速器的一些共性问题.....    | 65 |
| (三) 扩大机械无级变速器变速范围的方法.....  | 66 |

### 第三章 机床的主轴部件

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| § 3—1 机床主轴部件的功用与要求.....  | 67  |
| (一) 主轴部件的功用.....         | 67  |
| (二) 对机床主轴部件的基本要求.....    | 67  |
| § 3—2 主轴.....            | 74  |
| (一) 主轴的受力分析和计算.....      | 74  |
| (二) 主轴结构.....            | 79  |
| (三) 主轴材料和热处理.....        | 84  |
| (四) 主轴的技术条件.....         | 84  |
| § 3—3 主轴部件的滚动轴承.....     | 85  |
| (一) 机床主轴部件常用滚动轴承的类型..... | 89  |
| (二) 机床主轴部件常用滚动轴承的布置..... | 89  |
| (三) 滚动轴承的精度.....         | 107 |
| (四) 滚动轴承的调整.....         | 111 |
| (五) 滚动轴承的配合与座孔的精度.....   | 114 |
| (六) 滚动轴承的润滑与密封.....      | 116 |
| § 3—4 主轴部件的滑动轴承.....     | 118 |
| (一) 液体动压轴承.....          | 118 |
| (二) 静压轴承.....            | 125 |
| § 3—5 主轴部件的布局.....       | 134 |
| (一) 支承间的跨距( $L$ ).....   | 135 |
| (二) 合理布置主轴的受力情况.....     | 137 |
| (三) 支承的数目.....           | 138 |

## 第四章 机床的操纵机构

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| § 4—1 机床操纵机构概述           | 139 |
| (一) 操纵机构的功用及其设计要求        | 139 |
| (二) 操纵机构的组成              | 140 |
| (三) 操纵机构的分类              | 142 |
| § 4—2 分散操纵机构             | 142 |
| (一) 结构形式                 | 142 |
| (二) 定位方式                 | 146 |
| § 4—3 集中变速操纵机构           | 148 |
| (一) 顺序变速操纵机构             | 148 |
| (二) 选择变速操纵机构             | 154 |
| (三) 预选变速操纵机构             | 159 |
| § 4—4 集中变速时保证滑动齿轮顺利啮合的措施 | 162 |
| (一) 变速时齿端顶住现象及消除这一现象的措施  | 162 |
| (二) 保证传动链的运动连续性          | 162 |
| § 4—5 机床运动的接通和断开机构       | 163 |
| (一) 牙嵌离合器                | 164 |
| (二) 齿式离合器                | 165 |
| (三) 摩擦离合器                | 165 |
| § 4—6 机床的安全装置            | 169 |
| (一) 互锁装置                 | 170 |
| (二) 过载保险装置               | 171 |
| (三) 行程限制装置               | 173 |

## 第五章 机床的进给系统

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| § 5—1 概述              | 174 |
| § 5—2 进给传动链的组成        | 174 |
| § 5—3 进给系统的特点         | 176 |
| § 5—4 普通车床螺纹进给箱的设计    | 176 |
| § 5—5 三轴滑移公用齿轮机构传动原理  | 183 |
| § 5—6 旋转运动变成直线运动的转换机构 | 184 |
| § 5—7 快速行程运动传动链       | 193 |

## 第六章 机床大件设计

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| § 6—1 对机床大件矛盾的初步认识 .....   | 195 |
| § 6—2 对机床大件的基本要求 .....     | 195 |
| § 6—3 机床大件受力分析举例 .....     | 197 |
| § 6—4 机床大件结构设计的主要问题 .....  | 200 |
| (一) 大件的刚度及提高刚度的措施 .....    | 201 |
| (二) 大件的热变形及减少热变形的措施 .....  | 207 |
| (三) 大件的结构工艺性 .....         | 212 |
| § 6—5 机床大件的材料 .....        | 213 |
| § 6—6 机床导轨的类型与应用 .....     | 216 |
| § 6—7 机床导轨的主要技术条件 .....    | 221 |
| § 6—8 对机床导轨矛盾的初步认识 .....   | 222 |
| § 6—9 提高机床导轨持久精度的途径 .....  | 223 |
| (一) 降低导轨表面的磨损速度 .....      | 224 |
| (二) 减少导轨磨损对机床加工精度的影响 ..... | 230 |
| (三) 改变机床导轨的摩擦性质 .....      | 233 |

## 第七章 组合机床

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| § 7—1 组合机床的基本概念 .....           | 242 |
| § 7—2 组合机床通用部件编号及动力部件介绍 .....   | 248 |
| (一) 一机部组合机床研究所组合机床通用部件的编号 ..... | 248 |
| (二) 组合机床的动力部件 .....             | 252 |
| § 7—3 组合机床设计方案的制订 .....         | 268 |
| (一) 对被加工零件认真的进行工艺分析 .....       | 268 |
| (二) 绘制工序图 .....                 | 269 |
| (三) 了解使用单位的有关条件 .....           | 271 |
| (四) 刀具结构和切削用量的选择 .....          | 272 |
| (五) 进行工艺分析, 绘出加工示意图 .....       | 272 |
| (六) 编制生产率计算卡 .....              | 274 |
| (七) 机床总联系尺寸图 .....              | 274 |
| § 7—4 组合机床通用主轴箱的设计 .....        | 276 |
| (一) 组合机床主轴箱的分类 .....            | 276 |
| (二) 通用主轴箱结构介绍 .....             | 277 |
| (三) 通用主轴箱的设计 .....              | 279 |

# 第三篇 机床设计

## 第一章 机床总体方案的设计

### §1—1 机床设计的指导思想和基本原则

#### (一) 机床设计的指导思想

正确的设计究竟从何而来呢？

伟大领袖毛主席教导我们：“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争，阶级斗争和科学实验这三项实践中来”。我们工农兵战斗在三大革命运动的第一线，深深体会到：一切知识，包括正确的设计都来源于实践，“离开实践的认识是不可能的”。

过去刘少奇、林彪一类骗子极力鼓吹“天才史观”，一些资产阶级反动学术权威也散布什么设计的人必须具备“天资聪明”；是什么从许多人中间“拔尖”出来的，并胡说什么“工人不适合搞设计”，“工人不行”等等反动谬论。他们宣扬“设计天才论”，“设计神秘论”的目的就是想顽固地维护资产阶级的这块“世袭领地”，阻挠工人阶级登上设计舞台，妄图为其复辟资本主义服务。

那些自命不凡的“天才”设计师，只不过是资产阶级“洋奴哲学”、“爬行主义”的继承者，他们在政治上是资产阶级的马前卒，思想上热忠于成名成家，方法上搞的是唯心主义的三脱离。

在无产阶级文化大革命前，某机床厂一个具有资产阶级思想的人设计一台齿轮磨床，由于迷信书本知识，死啃外国资料，跟在洋人后面爬行，不作调查研究，不听工人意见，不走群众路线，搞了八年，花了几十万元，结果还是一堆“废铁”，给国家和人民造成巨大损失。

就在无产阶级文化大革命间期，被那些“天才”污蔑为“不是搞设计的材料”的卑贱者——工人技术员，他们怀着为毛主席争气，为祖国争光的坚强决心，坚持唯物论的反映论，批判唯心论的先验论，不迷信书本，不生搬硬套洋教条，坚持深入调查研究，走群众路线，广泛听取群众意见，认真总结经验，坚持科学试验，把革命干劲与科学态度结合起来，仅用了八个月的时间，就设计制造出具有我国独特风格的齿轮磨床。铁的事实深刻地教育我们：“八年与八个月”，“失败与成功”，深刻地反映了机床设计中贯穿着两条路线、两种思想、两种方法的斗争，充分证实了“卑贱者最聪明，高贵者最愚蠢”这一颠扑不破的真理。有力地批判了刘少奇、林彪一类骗子所鼓吹的“天才史观”，并宣告了那些坚持“设计天才论”、“设计神秘论”的彻底破产。

因此,要搞好设计工作,首先就“要批判资产阶级”。“要无产阶级政治挂帅”。要树立正确的指导思想。

### (1)坚持党的基本路线,执行党的方针政策

伟大领袖毛主席教导我们:“我党规定了中国革命的总路线和总政策,又规定了各项具体的工作路线和各项具体的政策。但是,许多同志往往记住了我党的具体的各别的工作路线和政策,忘记了我党的总路线和总政策。而如果真正忘记了我党的总路线和总政策,我们就将是一个盲目的不完全的不清醒的革命者,在我们执行具体工作路线和具体政策的时候,就会迷失方向,就会左右摇摆,就会贻误我们的工作”。毛主席的这个教导十分明确地阐明了坚持党的总路线、总政策与各项具体工作路线和政策的辩证关系。在设计工作中,当我们处理各方面的具体矛盾时,必须坚持党的基本路线,执行党的方针政策。为此,我们一定要认真学习马克思主义和毛泽东思想,不断提高阶级斗争和路线斗争觉悟,坚决贯彻执行毛主席的革命路线,坚持无产阶级专政下的继续革命。

### (2)坚持辩证唯物主义

毛主席教导我们:“一切事物都是对立的统一”。“事物都是一分为二的”。在机床设计工作中,我们必须把数量和质的关系辩证地统一起来。既要防止单纯追求结构简单,便于制造而不顾使用性能的错误倾向,又要防止片面强调性能,以致结构过于复杂,成本过高的另一种倾向。我们必须认识到“设计是一时的”,“使用是长久的”;首先从使用方面着想,然后才力求制造方便;因为制造只是手段,使用才是目的;必须做到好用、好修、好造、好配套。要根据不同的使用要求和制造条件,合理地制订各项技术经济指标,使之辩证地统一起来。

### (3)坚持群众路线

毛主席教导我们:“群众是真正的英雄”。“人民,只有人民,才是创造世界历史的动力”。个人的认识总是有限的,而群众的认识则更深刻、更丰富。群众不但是实践的主体,也是认识的主体。群众的智慧是设计工作取之不尽,用之不竭的宝贵源泉。因此,设计人员要广泛听取群众的意见,认真总结群众的创造发明,从中吸取经验,做好工作。

### (4)坚持理论联系实际

重理论轻实践,或重实践轻理论的倾向,都是不符合辩证唯物主义的认识论的。要使设计工作高速度、高质量的进行,就必须坚持唯物论的反映论,反对唯心论的先验论,必须把高度的革命精神和严格的科学态度结合起来,坚持科学分析,努力掌握客观规律。因此,设计人员要认真作好调查研究工作,反对粗枝大叶,一知半解,不懂装懂的坏作风。要从生产实际需要出发,从我国的技术发展、资源条件等客观实际出发,反对好高骛远,贪大求洋,盲目追求先进等脱离实际的坏作风。

正确的认识来源于实践,“离开实践的认识是不可能的”。某机床厂在设计和制造镜面磨床时,就是深入地了解现有磨床在生产实践中存在的问题,认真总结了操作师傅的实践经验,经过大量的试验研究,不断总结镜面磨削的基本规律。攻克一道道的技术难关,并广泛征求各方面的意见,反复修改设计,才成功地创造出具有世界先进水平的镜面磨床。这一事实深刻地教育我们,必须坚持理论联系实际的观点。

### (5)全心全意为人民服务

**“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”**在设计过程中，必然会遇到各种各样的问题和相互矛盾的地方，怎样解决这些矛盾呢？必须坚持真理，一切从人民的利益出发，向人民负责。否则，就不可能正确地贯彻执行党的方针政策，不可能从政治上、经济上、和技术上全面地分析和处理好各种问题。因此，机床设计人员必须努力攻读马列主义和毛泽东思想，坚持无产阶级政治挂帅，努力改造世界观，端正设计态度，全心全意地为人民服务。

#### (6) 勇于创新，敢于革命

毛主席教导我们：**“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”**搞设计工作，既要抱虚心学习的态度，学习国内外的先进经验，又要破除迷信，解放思想，发扬独创精神。什么“到顶”，“最高”的论点，都是停止的论点，静止的论点，都是违背人类发展的规律的，都是错误的，必须进行批判。设计时既要满足用户当前的实际需要，又要考虑用户今后的发展趋势；要适当的留有技术贮备，以期取得较好的经济效果。

毛主席教导我们：**“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”**我国工人阶级的许多创造发明，有力地证明了这一条真理。外国的资产阶级能做到的，我国无产阶级也能做到，并且一定会超过他们。

## (二) 机床设计的基本原则

伟大领袖毛主席给我们制订了**“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”**的总路线。这是各项社会主义建设工作的总方针，也是我们机床设计工作的总准则。

按照社会主义建设总路线的精神，机床设计的基本原则是**“体积小、重量轻、结构简单、使用方便、效率高、质量好。”**

此外，机床设计还要贯彻**“自力更生，奋发图强”**的方针，和学习与独创相结合的原则。对于国外引进的新产品，要一用、二批、三改。

机床设计要在使用可靠、经济合理的基础上采用先进技术。

机床设计还必须坚持**“鞍钢宪法”**的精神做好**“设计、制造、使用单位”**三结合，和**“工人、技术人员、领导干部”**三结合。要无产阶级政治挂帅。要批判资产阶级。

## §1—2 机床设计的基本要求和步骤

### (一) 机床设计的基本要求：

毛主席教导我们：**“一切产品不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用”**。我们设计制造机床时，必须牢记毛主席的这一教导，不仅求数量多，而且求质量好。要使所设计的机床达到**“体积小、重量轻、结构简单、使用方便、效率高、质量好”**。

要达到上述目的,设计人员必须全面地考虑机床的技术、经济指标,既要反对单纯追求技术指标,不顾经济成本的错误倾向,又要反对片面强调降低成本,不顾产品质量的另一种倾向。

有的同志把数量和质量对立起来,说什么“高产不能优质,优质就不能高产”,“过去质量好,是因为数量少”等等,这些都是形而上学的观点,他们把多快好省对立起来,割裂开来。他们不了解“量”都是表现一定的“质”的量,没有一定的“质”就不存在一定的“量”。

马克思说:“物质财富本来就是由使用价值构成的,没有用的东西根本不能算数”。废品和次品生产得越多,给国家造成的浪费和损失就越大。

毛主席教导我们:“多快好省是互相制约的,……不切实际的多快,既不可能多快,更不能好省,不能搞。但反过来,好是好,省是省,就是那么一点点,慢得要死,那也不行。”我们应当坚持“一切产品不但求数量多,而且求质量好。”要具体问题具体分析,明确重点,抓住主要矛盾,处理好技术要求与经济指标之间,“量”与“质”之间的相互关系,保证设计工作做到多快好省。

## (二) 机床设计的步骤

经过二十多年来的生产实践,各机床厂和设计单位都根据自己的具体情况和所设计机床的不同要求,总结出自己的设计方法和步骤,归纳起来,大体上如下:

### (I) 调查研究:

(1) 学习有关新产品设计的方针政策和指示精神,明确产品设计的指导思想。

(2) 用户调查:了解使用单位的具体要求,调查同类机床的使用情况和存在的问题,着重了解操作工人对新机床的意见。

(3) 访问承制单位:着重了解承制单位的设备条件、技术能力、和生产经验。并虚心听取承制单位的意见。

(4) 收集、参阅和分析有关国内外技术文献和同类型机床的图纸,摸清楚同类型机床的国内外现有水平和发展趋势。

(5) 进行工艺分析,确定工艺方案,这是机床总体布局和各项技术参数确定的基础,对于专门化和专用机床来说,尤为重要。

### (II) 方案拟定和审批:

在调查研究的基础上,一般都制订出好几个方案,进行分析比较,从中选出最佳方案。方案拟好后,必须经过一定范围的讨论和必要的审批手续。

### (III) 工作图设计:

(1) 绘制总图和各部件装配图及零件图。

(2) 整理机床部件和主要零件的计算书,编制零件明细表及机床说明书等技术文件。

(3) 进行工艺审查和标准化审查。

### (IV) 样机试制、鉴定和图纸整理:

工作图设计完成后,应试制一台(或几台)样机,并对样机进行试验和鉴定。在试验和鉴定的基础上,进一步修改图纸。

上述设计程序,并不是相互隔开毫无联系的,而是相互穿插有机结合的,是相辅相成的。下面着重讨论一下“调查研究”,“三结合设计”和“生产服务”三个主要的环节。

### (1)加强调查研究:

毛主席教导我们:“**一切实际工作者必须向下作调查**”。“**不凭主观想象,不凭一时的热情,不凭死的书本,而凭客观存在的事实,详细地占有材料,在马克思列宁主义一般原理的指导下,从这些材料中引出正确的结论**”。因此,深入实际,请教工人师傅,进行调查研究,是解决问题的基本方法。但是在这个问题上往往有不同的看法,有些人只迷信自己的头脑和书本知识,不相信群众,自以为是,遇事不作调查,“**而只是冥思苦索地‘想办法’、‘打主意’**”。须知这是一定不能想出什么好办法、打出什么好主意的。”

在文化大革命以前,他们脱离实际,脱离群众,不调查研究,闭门造车,靠拍脑袋,结果总是问题一大堆,不能正确地反映客观事物的规律。也有些人把调查研究作为一种装门面的形式,自己带着主观的看法去用户访问或征求意见,往往是“走马看花”地问一问,或“蜻蜓点水”地一晃而过,根本就不能解决问题。

调查研究时,我们必须放下架子,眼睛向下,甘当群众的小学生,虚心听取群众的意见,方能了解到真实情况,并找出解决问题的办法,“捷径”是没有的。

### (2)坚持“三结合设计”的原则:

由“工人、技术人员、领导干部”组成的三结合设计小组,是贯彻执行“鞍钢宪法”的群众性设计形式,是行之有效的设计方法。工人同志们说得好:过去“专家”搞设计,闭门造车“三脱离”,我们愈看愈生气;现在“三结合”搞设计,同我们战斗在一起,路线正确越干越积极。三结合设计不仅能充分发挥工人群众的智慧和才能,在实践中培养和扩大工人技术人员队伍,而且也是知识份子在实践中更好地接受工人阶级再教育的极好机会。“三结合”设计的关键是技术人员如何对待工人师傅的意见,既不能搞假“三结合”,表面应付一下,照旧不改;又不能不加分析,一律照办。要既虚心听取意见,又坚持实事求是的科学态度,把两者辩证地统一起来。

### (3)重视生产服务:

绘完机床设计图纸,只能说是完成了设计工作的一半,生产服务,也是设计工作重要的一环,是设计工作的继续。

画好了设计图纸,说明设计人员完成了对机床设计的整个认识过程的第一阶段,“**即由客观物质到主观精神的阶段,由存在到思想的阶段**。”然而这个设计是否符合客观外界的规律,是否能达到预期的目的,必须经过认识过程的第二阶段,“**即由精神到物质的阶段,由思想到存在的阶段**”。这就要求设计人员参加所设计机床的制造、装配、试车、鉴定的全过程,通过实践的检验,了解生产过程中出现过什么问题?后来是怎么解决的?及时总结经验,及时修改设计,使之达到正确设计的目的。这是检验设计工作的唯一方法。设计人员通过这一实践过程,又获得了新的取之不尽用之不竭的丰富的实践经验。因此,只有把设计的机床制造出来,试车合格,用户满意后,才能算是初步完成了这台机床的全部设计工作。

### §1—3 机床总体设计的工作内容

机床总体设计是设计机床的重要部署,它是政治、经济、技术各方面的综合体现,是一项方针政策性很强的工作。它涉及的面很广,影响的因素很多,但最根本的任务就是如何在多快好省的方针指导下,正确处理使用要求与制造要求之间的矛盾;以正确的指导思想来合理地解决各种技术问题,使各种矛盾能辩证地统一起来。

一般机床的总体设计包括下列工作内容:

#### (一) 调查使用部门:

毛主席教导我们:“**指挥员的正确的部署来源于正确的决心,正确的决心来源于正确的判断,正确的判断来源于周到的和必要的侦察,和对各种侦察材料的联贯起来的思索。**”

机床是完成机械加工的设备,是为使用部门而设计制造的,因此,在设计之前必须对使用部门作详细的调查研究,了解各使用单位的具体要求、设备条件、生产水平和发展趋势。并着重进行工艺分析,了解被加工对象的形状、尺寸范围、材料性质、重量大小、加工部位、技术要求、生产批量、定位基准和装夹方法等,进行系统的工艺分析和研究工作,然后确定机床的工艺范围和加工方法。

与此同时,还应该收集查阅有关资料,调查同类型机床的使用情况和存在的问题,进行同类型机床的水平分析,认真总结我国工人群众的发明创造。走自己工业发展的道路,独立自主,自力更生,多快好省地发展机床工业。但也本着“**洋为中用**”“**古为今用**”“**推陈出新**”的方针,对国外某些先进技术和经验,采取一批二用的态度,取其精华,去其糟粕,为我所用。

#### (二) 根据使用要求,确定技术参数:

在充分调查研究的基础上,经过仔细的工艺分析和反复讨论以后,即可着手拟定机床的各项技术参数,如机床的动力参数(包括主电机的功率和进给电机的功率以及辅助电机的功率等);机床的运动参数(包括主轴的最大最小转速和转速级数,最大最小进给量和进给级数,以及公比 $\varphi$ 等);机床的尺寸参数(包括机床的主参数和其他参数等),若为通用机床设计,其尺寸参数必须符合国家的系列型谱规定,若为专用机床设计,则可以按具体情况而定。

#### (三) 拟定机床方案并进行总体布局:

在工艺方案和技术参数都定好之后,我们即可着手初步拟定机床的动作原理图(其中包括机械传动系统图,电气原理图和液压原理图或气动原理图等),确定表面形成运动和

运动的配置方案。然后定出构成机床的各个主要部件,并进行合理的总体布局。此时要特别注意机床操纵系统、润滑系统和冷却系统的设计,同时也要考虑机床外形美观大方,装卸和维修都方便。然后就可以着手绘制机床部件草图和外观图。从中定出机床主要部件的基本尺寸和相互联系尺寸。到此,总体设计工作可算是初步完成。

在总体设计工作中,若采用了新工艺、新材料、新结构、新技术等新方案时,必须更广泛地征求使用部门和制造部门的意见,并提出试验研究项目,待试验成功后再确定采用,切勿可生搬硬套。

总之,机床总体设计的工作内容大致包括:调查使用部门、进行工艺分析、确定机床功用、拟定机床传动方案、布置好结构、重视操纵、注意润滑冷却,考虑装卸维修、正确采用国内外的先进技术和先进经验,最后,画出草图等等。

伟大领袖毛主席教导我们:**“人们原定的思想、理论、计划、方案毫无改变的实现出来是很少的”**。在进行部件设计或零件设计中,由于遇到了新的矛盾,发现了新的问题,需要回头修改原定方案也是常有的。问题在于我们怎样认真看书学习,攻读马列主义,领会党的方针政策,坚持群众路线,深入调查研究,合理地解决各种矛盾,使设计工作逐步完善起来。

## §1—4 影响机床总体布局的因素

一般讲,通用机床的总体布局,基本上已经有了比较成熟的传统形式,变化不是很大,但随着科学技术的不断发展,也逐步在起变化。而专用机床的总体布局则是灵活多样,变化较多。本节着重讨论影响机床总体布局的主要因素:

### (一) 表面形成方法对总体布局的影响:

工件表面是通过刀具与工件之间的相对运动而形成的,这种工件与刀具之间的相对运动称为“表面形成运动”。不同的工件表面,往往采用不同类型的刀具、不同的表面形成方法和不同的表面形成运动而形成的,因而相应地产生了不同类型的各种机床。

例如:外圆柱表面,一般可以用车刀加工,通过车刀与工件之间的相对运动,即主轴带着工件旋转和刀架带着刀具移动来获得,这就构成了一般的车床(图1—1a)。但也可用磨削来加工,即通过砂轮与工件之间的相对运动来进行磨削,这就构成了一般的外圆磨床(图1—1f)。

又如:直径不大的孔,是用钻头、铰刀等刀具来加工的,通过钻头与工件之间的相对运动而获得钻孔,这就构成了一般的钻床(图1—1d)。

又如:一般的平面,可以用刨削加工,也可以用铣削加工,还可以用磨削加工,通过刀具与工件之间的相对运动来获得所加工的表面,这就构成了一般的刨床、铣床和平面磨床(图1—1b,c,e)。

通过上面的分析,使我们知道,工件表面形状不同,形成这些工件表面所采用的刀

具、表面形成的方法和运动也就不同，甚至工件形状相同，亦可用不同的刀具、表面形成方法和运动来实现，因而相应的构成各类机床（如车、钻、刨、铣、磨等）。不同类型的机床，其外观、布局、传动、结构等都各有不同，都有自己的特点。因而在机床总体设计时，必须全面地、综合地考虑工件表面形成方法，以期获得较好的经济效益。

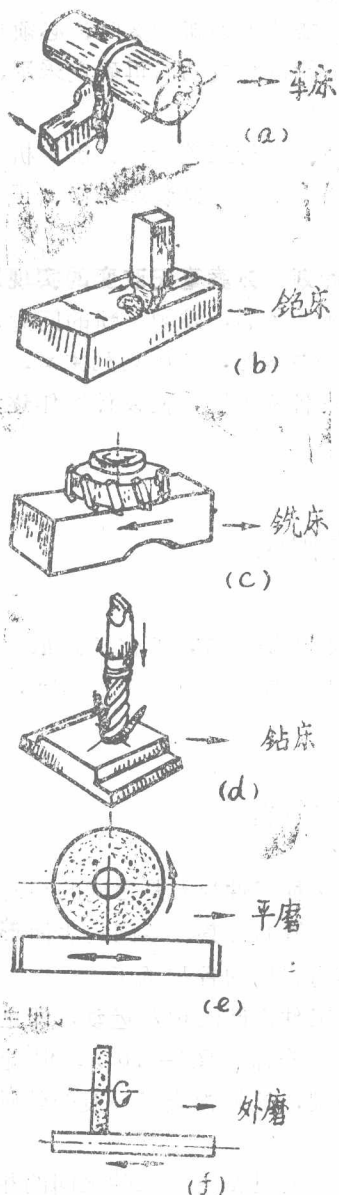


图 1—1 表面形成方法与机床类型

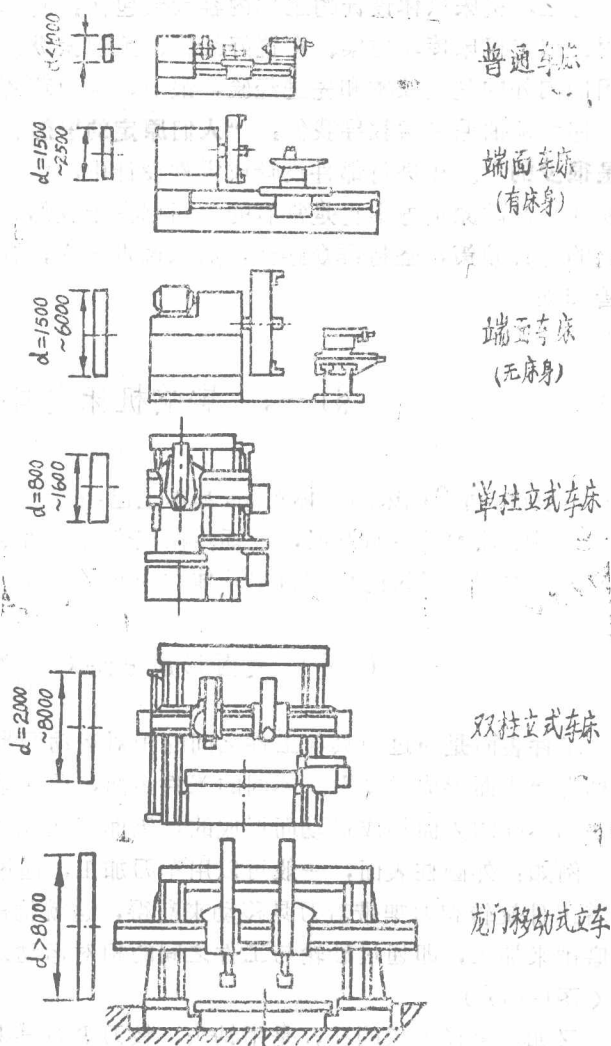


图 1—2 工件尺寸对车床总体布局的影响

## (二) 工件的尺寸与重量对总体布局的影响:

工件的尺寸与重量也是影响机床总体布局的因素之一，例如：同样是盘类工件，由于

工件的尺寸和重量大小不同,就需要用不同型式车床去满足加工要求。

如图 1—2 所示,当盘类工件的直径  $d < 1000$  毫米时,可用普通车床加工。当工件直径  $d > 1500$  毫米时,一般用端面车床加工,由于这类机床只加工盘类工件,所以进给箱与溜板箱都简化了,尾架也没有了,床身也相应地短些;甚至连床身都不要,主轴箱与刀架分别固定在平台或基础上,这样就可以加工更大一些的工件了。

当工件非常笨重时,若仍用端面车床的卧式布局方案,显然对装卸与调整工件都极为困难,而且机床主轴是处在悬臂下承受很大的载荷,对机床的刚度和精度都很不利。为此,我们可以采用立式布局的方案,因此就发展了各种型式的立车。

当工件直径  $d < 1600$  毫米时,一般都用单柱立式车床加工(图 1—2),此时有一个垂直刀架就够了,横梁可以短一些,结构也比较简单紧凑。

当工件直径  $d$  在  $2000 \sim 8000$  毫米时,单立柱式就不能胜任了,人们常常用双立柱式。若工件直径再大,往往采用龙门移动式的立车来加工。

在某些情况下,还可以用我国工人阶级创造发明的蚂蚁啃骨头的方法来加工。

总之:普通车床、端面车床和各种立式车床,从加工所使用的刀具、表面形成方法和运动来说,都是一样的,但由于工件的尺寸和重量不同,而促使车床的总体布局有很大的变化。

同理,立式钻床与摇臂钻床在总体布局上的差异,以及牛头刨床与龙门刨床在总体布局上的差异,也都是一样的道理。

### (三) 工件的技术要求对总体布局的影响:

工件的技术要求,包括加工表面的尺寸精度、几何精度和光洁度等,对机床总体布局都有着很大的影响。

如图 1—3 所示:对精度和光洁度要求一般的轴,可用车削加工;而精度和光洁度要求高的轴,则必须用磨削加工;车床与磨床的总体布局显然不同。

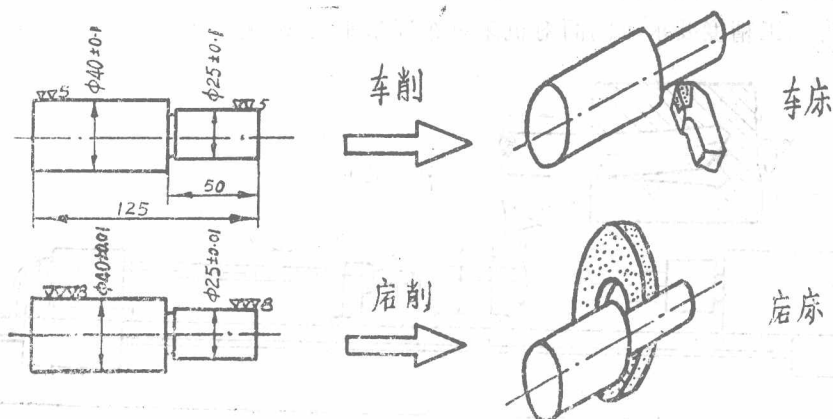


图 1—3 精度要求与表面形成方法

又如在螺纹加工中,当加工 8 级或 9 级精度丝杠时,可用一般的普通车床。其传动链从主轴到刀架之间一般要经过:主轴→正反向机构→挂轮→进给箱→丝杠螺母→刀架等(如 C620—1 车床),传动链很长,传动误差较大。

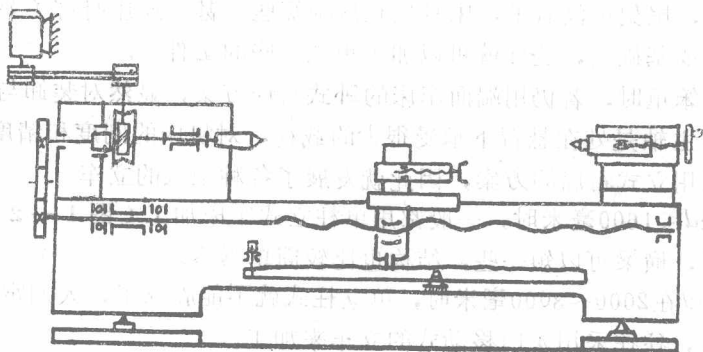


图1—4 精密丝杠车床传动图

当加工 7 级或 6 级精度丝杠时,普通车床就不行了,通常采用精密丝杠车床(如图 1—4),为了减少传动误差对加工精度的影响,其传动链从主轴到刀架之间只经过三个挂轮就直接传动到丝杠上,不用进给箱,这就缩短了传动链,提高了传动精度。同时在结构上还相应地采取了一些措施,如提高主要部件的回转精度和导向精度,考虑力系的平衡,合理布局部件的结构形式,提高接合面刚度和减少接合面的数目,提高部件的刚度和抗振性,改善润滑条件以减少磨损,考虑热平衡和减少热变形,提高机床原始精度和延长机床精度保持性,采用丝杠误差校正装置等,这些对机床总布局都有很大影响。

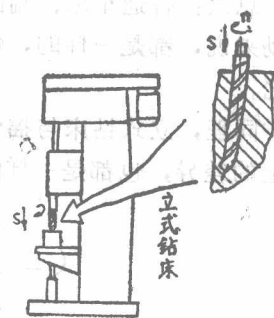


图1—5 立式钻床

再如在孔加工中,对一般的孔都用立钻或摇臂钻的立式布局方案(图 1—5),但对精度较高的深孔加工,再采用立钻那样的钻头既作旋转的主运动,又作轴向的进给运动就不合理了,而是采用工件作旋转的主运动,钻头只作轴向进给运动的卧式布局方案(图1—6),这些都是因为加工精度要求不同而对机床总布局带来的影响。

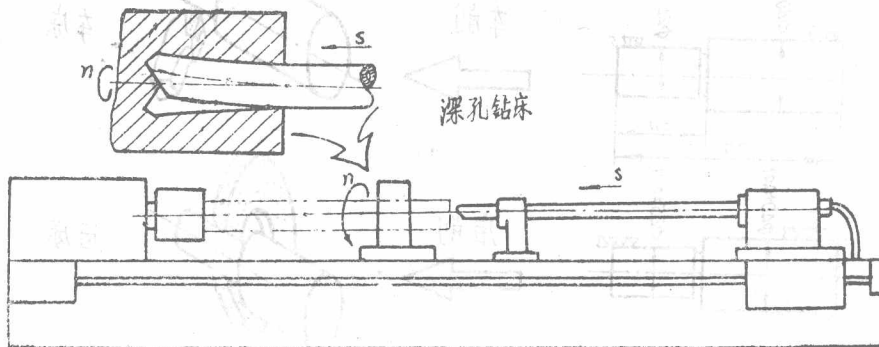


图 1—6 深孔钻床

#### (四) 生产规模和生产率对总体布局的影响:

由于生产规模不同,对机床提出了不同的要求,在单件小批生产中,要求机床具有较大的万能性。而在大批大量生产中,则要求机床有较高的生产率。

例如:车削盘类工件,在单件小批生产时,可用普通车床加工,其生产率较低。在中批生产时,常用转塔车床加工,其刀具可根据加工程序和工件尺寸预先调整好,加工中不需换刀、对刀和测量,缩短了辅助时间,提高了生产率。但当工件改变时,机床需要重新调整,须花较多的时间,这对单件小批生产就不合适了。

在大批生产时,常采用多刀半自动车床加工,在该机床的前后刀架上,可安装好几把刀具,同时进行切削,并可用机械、液压和电气装置来实现半自动循环,进一步缩短了辅助时间,提高了生产率。

在大量生产时,也有用多轴半自动或多轴自动车床加工的,它每一个主轴就相当于一台车床,有几个主轴同时进行加工,因此生产率更高一些。

所以生产规模不同,和对机床生产率的要求不同,以及所采用的加工工艺方案不同,都将影响着机床的主轴数目,刀架形式,自动化程度,排屑和装卸方法等也有所不同,这就使得机床的总体布局也各不相同了。

#### (五) 其他因素对总体布局的影响:

在考虑机床总体布局时,除了上述诸因素的影响外,其他方面也要加以注意,如体积要小,重量要轻,结构要简单,操作要方便,效率要高,调整维修要方便,制造和装配要简单可靠,运输与吊装要安全,占地面积要小,通用化程度要高,外形要大方美观等等。这些都是影响机床总体布局的因素,设计时应综合地全面地加以考虑。

### §1—5 机床品种系列化、部件通用化、零件标准化

品种系列化、部件通用化和零件标准化(统称机床“三化”),在经济上和技术上都有重大的意义和显著的效果,是一种多快好省的发展机床工业的重要措施,是设计机床时必须遵循的原则之一。部件通用化和零件标准化既依赖于品种系列化,又推动品种系列化,三者之间存在着辩证关系。

#### (一) 机床的尺寸系列和型谱:

在社会生产中遇到的加工对象是多种多样的,被加工零件的形状、大小、材料,批量等也千变万化,各用户的要求也不一样,面对着这样千差万别的情况和各种不同的要求,究竟要发展多少不同规格和不同型式的机床才能多、快、好、省地满足社会生产的需要,

就成为一个十分重要的问题。机床系列化的目的,就是要解决这个问题,也就是要确定一个合理的规格和品种,以满足社会生产各行各业对机床的广泛需要。此项工作的任务就是如何正确地安排机床主参数的系列并制订其型谱。

机床的主参数,通常是以加工的最大尺寸来表示。如普通车床以床身上最大车削直径作为主参数;铣床、刨床、平面磨床和座标镗床则以其工作台尺寸(长×宽)作为主参数;拉床则以额定拉力作为主参数。

因为机床主参数是影响机床布局、传动、结构、性能等方面的主要因素,而其余参数都同主参数在一定范围内保持一定的关系。所以机床的尺寸系列即以主参数来表示。那么:主参数应按什么规律来排列呢?通过长期生产斗争的实践,认为按等比级数排列较为合理,从而找到了解决“发展机床品种规格和满足社会生产需要”这对矛盾的方法。

例如:普通车床主参数(最大车削直径)的尺寸系列为: $\phi 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200, 4000$ 毫米等,公比 $\varphi$ 为1.26。

普通车床主参数与有关参数表:

表 1—1

| 参 数 \ 型 式               | 普 通 车 床 (一部分) |              |              |              |               |               |               |
|-------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. 床身上最大车削直径 $D$ 毫米     | 250           | 320          | 400          | 500          | 630           | 800           | 1000          |
| 2. 刀架滑板上最大车削直径 $D_1$ 毫米 | 125           | 160          | 200          | 300          | 360           | 480           | 630           |
| 3. 中心距尺寸范围 $L$ 毫米       | 250<br>~750   | 500<br>~1000 | 750<br>~2000 | 750<br>~2000 | 1000<br>~3000 | 1500<br>~4000 | 2000<br>~5000 |
| 4. 主轴孔径 $d$ 毫米          | 25            | 32           | 40           | 48           | 65            | 80            | 80            |
| 5. 主轴转速范围 $n$ 转/分       | 20~2500       | 16~2000      | 10~1600      | 10~1600      | 8~1000        | 6.3~630       | 4~400         |
| 6. 主电动机功率 $N$ 瓩         | 2.2           | 4            | 7.5          | 7.5          | 13            | 17            | 22            |

采用等比数列时公比 $\varphi$ 的选用,一般应根据机床的需要量来选,通常在需要量较大时, $\varphi$ 值可选小些,如普通车床选 $\varphi=1.26$ 。反之,可选大些,如单轴自动车床选 $\varphi=1.41$ 。

主参数相同的机床,又可以做成不同的型式;这是因为在同一主参数的条件下,使用部门的要求还是多种多样的,例如:不同的工件批量,不同的精度要求,不同的使用条件等就需要不同型式的机床去满足。怎么样发展这些不同型式的机床,又关系到多快好省的原则问题。通常,是在这些型式中确定一种需要量最大的作为“基型”,以此为基础,发展各种“变型”以适应不同的需要。这样可使变型机床的大部份零件和基型通用,以便于组织生产,减少设计工作量,缩短制造周期,充分发挥工装能力,保证质量,降低成本,还便于维修等等,其经济效果是很大的。在同一尺寸系列中,基型与基型之间也可以有一定数量的零部件通用,这样就更加扩大了通用化的范围,更符合多快好省的原则。

基型与变型便构成所谓的“型谱”,“尺寸系列”加上“型谱”便构成所谓的“系列型谱”。一种机床的“系列型谱”说明了这种机床的各种尺寸和型式之间的关系。