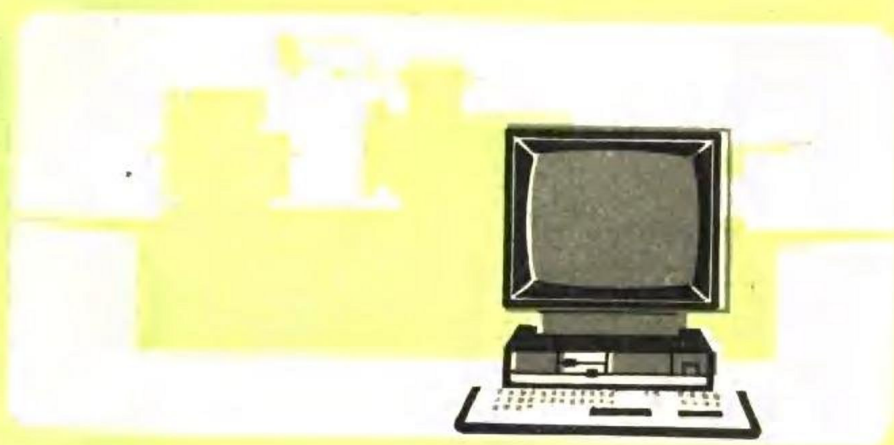


金属切削机床设计



王启义 蔡群礼 胡宝珍 编著

东北工学院出版社

金属切削机床设计

王启义 蔡群礼 胡宝珍 编著

东北工学院出版社

B 40209

内 容 提 要

本书介绍了金属切削机床设计计算的基本原理和方法。全书共7章，第1章总论，重点阐述机床产品的开发工作程序及标准化，评定指标与价值分析，初步设计方法；第2章主传动设计，包括主要技术参数确定，传动方案选择，运动设计及结构设计；第3章主轴组件设计，包括结构分析，传动件、主轴及其支承的设计；第4章操纵机构设计，重点介绍单独操纵机构及集中变速操纵机构的工作原理和设计方法；第5章支承件设计，主要论述支承件的静动态特性及设计计算方法；第6章导轨设计，介绍普通滑动导轨、滚动导轨、动压与静压导轨的设计方法；第7章机床课程设计，简述设计目的要求、内容、步骤及指导方法，并对普通V带传动及机床齿轮承载能力计算方法等新标准作了介绍，附录中给出机床课程设计必要的标准资料。

本书可作为各类高等工科院校机械制造工艺与设备专业以及相近专业的教材，也可供从事机床设计工作的有关人员参考。

金属切削机床设计

王启义 蔡群礼 胡宝珍 编著

东北工学院出版社出版
(沈阳·南湖)

辽宁省新华书店发行
东北工学院印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：20.5 字数：499千字
1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数：1~3500册

责任编辑：崔华林 蔡鸿斌 责任校对：孙铁军

ISBN 7-81906-211-5/TH·22 定价：3.78元

前 言

《金属切削机床设计》是机械制造工艺与设备专业的专业课。本书是根据1982年西安会议推荐的《金属切削机床设计教学大纲》，遵照机械制造工艺与设备专业教学指导委员会1989年3月提出的《机械专业教学参考性计划》精神，并总结多年教学实践和科研成果编写的。

为便于学生掌握本课程的基本内容，突出教学重点，在编写过程中，力求各章节篇幅与讲课学时相适应。第1~6章为课堂教学内容，以40~50学时为宜，按排在生产实习之后进行；第7章为实践性教学内容，通常可在3~4周内完成。

本书理论联系实际，重点突出，系统性较强，分析规律，总结要点，便于教学和自学，并能够指导设计工作。

本书由东北工学院王启义、蔡群礼、胡宝珍编著，参加编写工作的还有于庆哲、周喜忠、李华等。

本书经机电部机床工具局周延祐高级工程师和沈阳第一机床厂胡秉政高级工程师审阅，在此表示谢意。

对本书欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 著 者

1989年5月于沈阳

目 录

第1章 金属切削机床设计总论

| | |
|----------------------|----|
| § 1-1 概述 | |
| 一、机床工业任务及机械加工模式 | 1 |
| 二、机床产品设计要求及设计方法 | 2 |
| 三、机床产品开发工作程序 | 5 |
| 四、机床产品设计的主要技术文件 | 8 |
| § 1-2 机床产品标准化 | |
| 一、机床品种系列化 | 10 |
| 二、零部件通用化 | 11 |
| 三、零部件标准化 | 11 |
| 四、机床模块化 | 13 |
| § 1-3 机床产品的评定指标与价值分析 | |
| 一、评定指标 | 14 |
| 二、价值分析 | 19 |
| § 1-4 机床初步设计 | |
| 一、机床初步设计主要内容 | 20 |
| 二、机床宜人设计 | 24 |
| 三、机床造型与色彩设计 | 27 |
| 复习题 | 29 |
| 第1章参考文献 | 30 |

第2章 主传动设计

| | |
|-----------------------|----|
| § 2-1 主传动的运动参数和动力参数确定 | |
| 一、运动参数的确定 | 32 |
| 二、动力参数的确定 | 39 |
| § 2-2 主传动方案的选择 | |
| 一、传动布局 | 41 |
| 二、变速方式 | 41 |
| 三、开停方式 | 44 |
| 四、制动方式 | 45 |
| 五、换向方式 | 46 |
| § 2-3 主传动运动设计 | |
| 一、转速图、结构网与结构式分析 | 47 |
| 二、主传动运动设计要点 | 54 |
| 三、结构式、结构网与转速图的拟定 | 59 |
| 四、齿轮齿数的确定 | 62 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 五、齿轮的布置与排列 | 74 |
| § 2-4 具有某些特点的主传动系统 | |
| 一、采用交换齿轮的传动系统 | 76 |
| 二、采用多速电动机的传动系统 | 77 |
| 三、转速重复的传统系统 | 79 |
| 四、采用混合公比的传动系统 | 81 |
| 五、采用背轮变速组的传动系统 | 84 |
| 六、采用并联分支的传动系统 | 85 |
| 七、采用公用齿轮的传动系统 | 86 |
| 八、串联无级变速装置的传动系统 | 89 |
| § 2-5 主传动的计算转速 | |
| 一、计算转速概念 | 90 |
| 二、主轴计算转速的确定 | 91 |
| 三、其他传动件计算转速的确定 | 92 |
| § 2-6 主传动的结构设计 | |
| 一、主轴变速箱装配图 | 94 |
| 二、箱体 | 100 |
| 三、主轴变速箱温升 | 103 |
| 复习题与作业题 | 105 |
| 第 2 章参考文献 | 109 |

第 3 章 主轴组件设计

| | |
|---------------------------|-----|
| § 3-1 概述 | |
| 一、主轴组件结构分析 | 110 |
| 二、主轴组件的基本要求 | 113 |
| § 3-2 主轴传动件 | |
| 一、主轴传动件类型的选择 | 115 |
| 二、主轴传动件的布置 | 117 |
| § 3-3 主轴 | |
| 一、主轴的结构形状 | 120 |
| 二、主轴的结构尺寸 | 122 |
| 三、主轴的三支承结构 | 130 |
| 四、主轴组件的刚度验算 | 131 |
| 五、主轴材料和热处理 | 136 |
| 六、主轴的技术条件 | 137 |
| § 3-4 主轴滚动支承 | |
| 一、主轴滚动轴承类型的选择 | 140 |
| 二、主轴滚动轴承的配置 | 144 |
| 三、主轴滚动轴承的精度及其选配 | 149 |
| 四、主轴滚动轴承的间隙(游隙)及其调整 | 154 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 五、主轴滚动轴承的配合及其配合件精度 | 157 |
| 六、主轴滚动轴承的润滑 | 159 |
| 七、主轴滚动轴承的密封 | 162 |
| 八、采用油膜阻尼器提高主轴组件抗振性 | 163 |
| 九、滚动支承主轴组件设计步骤 | 163 |
| § 3-5 主轴液体动压滑动轴承和静压滑动轴承 | |
| 一、主轴液体动压滑动轴承 | 164 |
| 二、主轴液体静压滑动轴承 | 170 |
| 复习题与作业题 | 174 |
| 第3章参考文献 | 175 |

第4章 操纵机构设计

| | |
|-------------------------|-----|
| § 4-1 概述 | |
| 一、操纵机构的功用和要求 | 176 |
| 二、操纵机构的组成及分类 | 177 |
| § 4-2 单独操纵机构 | |
| 一、摆动式操纵机构 | 178 |
| 二、移动式操纵机构 | 181 |
| § 4-3 集中变速操纵机构 | |
| 一、顺序变速操纵机构 | 182 |
| 二、选择变速操纵机构 | 188 |
| 三、预选变速操纵机构 | 191 |
| 四、机电式自动跟踪控制系统 | 195 |
| 五、保证齿轮顺利进入啮合位置的措施 | 196 |
| § 4-4 操纵机构的定位装置 | |
| 一、定位装置的基本型式 | 198 |
| 二、定位装置的安放部位 | 198 |
| 复习题与作业题 | 198 |
| 第4章参考文献 | 199 |

第5章 支承件设计

| | |
|---------------------|-----|
| § 5-1 概述 | |
| 一、支承件的功用 | 200 |
| 二、支承件设计要求 | 200 |
| 三、支承件设计的基本方法 | 201 |
| § 5-2 支承件刚度 | |
| 一、支承件受力分析 | 201 |
| 二、支承件刚度 | 204 |
| § 5-3 支承件动态特性 | |
| 一、支承件的固有频率和振型 | 206 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 二、改善支承件动态特性的措施 | 207 |
| § 5-4 支承件热变形特性 | |
| 一、支承件热变形 | 209 |
| 二、改善支承件热变形特性的措施 | 210 |
| § 5-5 支承件的结构设计 | |
| 一、提高支承件的本体刚度 | 212 |
| 二、提高支承件的局部刚度 | 219 |
| 三、提高支承件的接触刚度 | 220 |
| 四、支承件的材料和热处理 | 220 |
| 五、支承件的焊接结构 | 221 |
| 六、支承件结构工艺性 | 223 |
| § 5-6 支承件有限元法计算 | |
| 一、有限元法的基本原理 | 224 |
| 二、支承件有限元法计算 | 226 |
| 复习题与作业题 | 228 |
| 第5章参考文献 | 229 |

第6章 导轨设计

| | |
|----------------------|-----|
| § 6-1 概述 | |
| 一、导轨的功用及分类 | 230 |
| 二、对导轨的基本要求 | 231 |
| 三、导轨设计的主要内容 | 231 |
| § 6-2 普通滑动导轨 | |
| 一、直线运动的滑动导轨 | 232 |
| 二、圆运动滑动导轨 | 234 |
| 三、导轨的间隙调整 | 235 |
| 四、滑动导轨的设计计算 | 238 |
| 五、提高导轨耐磨性的措施 | 242 |
| 六、低速运动平稳性和防爬措施 | 249 |
| § 6-3 滚动导轨 | |
| 一、滚动导轨的特点和材料 | 253 |
| 二、滚动导轨的结构形式 | 254 |
| 三、滚动导轨的预紧 | 257 |
| 四、滚动导轨结构尺寸的选择 | 257 |
| 五、滚动导轨计算 | 258 |
| § 6-4 动压导轨和静压导轨 | |
| 一、动压导轨 | 260 |
| 二、静压导轨 | 261 |
| 复习题与作业题 | 264 |
| 第6章参考文献 | 265 |

第7章 机床课程设计

§ 7-1 概述

- 一、机床课程设计的目的和内容 266
- 二、机床课程设计的要求 266
- 三、机床课程设计步骤 267
- 四、机床课程设计指导 268

§ 7-2 运动设计

- 一、确定主轴转速级数及其转速值 268
- 二、选择主传动方案 269
- 三、拟定结构式、结构图和转速图 269
- 四、确定齿轮齿数 270
- 五、绘制传动系统图 270

§ 7-3 零件计算

- 一、普通V带传动的计算 270
- 二、传动轴计算 275
- 三、齿轮模数计算 280
- 四、多片摩擦离合器计算 290

§ 7-4 结构设计

- 一、绘制主轴变速箱装配图 291
- 二、轴向固定方式 292
- 三、结构设计参考文献索引 295

附录

- 一、公差等级与表面粗糙度相应的加工方法 296
- 二、齿轮精度的选择和标注 297
- 三、小径定心的矩形花键 302
- 四、主轴端部尺寸 305
- 五、操作件 309
- 六、密封件 312
- 七、电动机 314

- 第7章参考文献 316

第1章 金属切削机床设计总论

§1-1 概 述

一、机床工业任务及机械加工模式

1. 我国机床工业的任务

机械工业担负着为国民经济各部门提供先进技术装备的任务。金属切削机床工业是机械工业的重要组成部分，是为机械工业提供加工装备和加工技术的“工作母机”工业。一个国家金属切削机床（简称机床）的拥有量、产量、品种和质量如何，是衡量其工业水平的标志之一，因此机床工业在国民经济中占据着重要地位。

我国在社会主义初级阶段，为了发展社会生产力，必须实现工业化和生产的商品化、社会化、现代化，要以经济建设为中心，坚持改革开放，坚定不移地贯彻执行注重效益、提高质量、协调发展、稳定增长的战略。要努力振兴机械工业，为现代化建设提供越来越多的先进技术装备。因此，机械工业的技术改造、技术进步的步伐要加快，机床工业在对机床产品的质量、品种、水平、技术、成套、供货期限、售前售后服务等方面也要大幅度提高。

我国机床工业的任务是将其推进到真正能成为机械工业“总工艺师”的地位，达到能提供适用、先进、配套成龙的加工技术与加工装备的新高度，改变那种一般机床产品低水平重复的现象。使整个行业的经营决策逐步转移到以机械加工社会效益为重点，以适应进步的市场需求为轴心；参与国际市场竞争，分层次地利用世界机床工业技术进步的外界条件；调整产业结构、完善行业体制，形成自我改造、自我发展的良性循环；充实技术基础，提高管理水平；开拓一个以坚持社会主义有计划的商品经济为特征，同时又具备国际现代技术水平的机床工业新局面。

国家重点建设所需要的成套设备要基本立足于国内，要改变那种关键机床设备依赖进口的状况，要努力提高机床产品的质量、性能及配套性，加快国产化进程。对那些仍停留在50、60年代水平的量大面广的机床产品要限期更新换代。近年内，要批量生产数控机床和加工中心；要小批生产柔性制造单元和工业机器人；要根据用户需求提供少量的柔性制造系统；要积极组织精干队伍，将计算机综合自动化制造系统列为高技术项目开展研究工作。

2. 机械加工的生产模式

当代各国的机械工业都是以多品种与中、小批量生产为主体的^{〔1〕}（约占其总产值的70%）。其生产模式有下述五种：

（1）普通机床加专用工艺装备

这是国外在50年代以前所采用的生产模式，加工质量和效率主要是靠大量的专用工艺装备（包括少数专用机床或组合机床）来保证，这种模式的柔性差，更换产品时要报废大量的专用工装，重新设计与制造工装的周期长、投资大。

（2）坐标镗床加数显机床

这是国外在50年代末、60年代初开始采用的生产模式，即把原先只用于制造工卡具的坐标镗床直接用来加工产品，并且使用配备坐标自动数字显示装置、精度较高的普通机床，这种模式增加了柔性，可省去钻模、镗模等设计与制造工作量较大的工装，提高了加工精度和效率。

（3）计算机数控机床（CNC）

这是国外70年代开始普遍采用的生产模式，在小型计算机、特别是微处理机出现之后，数控机床得到迅猛发展和普遍使用，数控机床集中了自动化机床、精密机床和万能机床三者的优点，将高效率、高质量和高柔性集于一体。

（4）柔性制造系统（FMS）

这种生产模式国外在70年代末才开始进入实用阶段，即采用一组数控机床和其他自动化的工艺装备，由计算机信息控制系统和物料自动储运系统有机结合的整体，它可按任意顺序加工一组有不同工序与加工节拍的工件，能适时地自由调度管理，因而这种系统可在设备的技术规范的范围内自动地适应加工工件和生产批量的变化。FMS既是自动化的、又具备柔性，较单台数控机床的经济效益有大幅度的提高，特别适合多品种与中、小批量生产。将多个FMS用高级计算机及传输装置联接起来，加上自动立体仓库、利用工业机器人进行装配，就可组成规模更大的FMS，目前世界上已有少数几个这样大规模的FMS在工作（普通的FMS约有几百个在运行）。

（5）计算机综合自动化制造系统（CIMS）

这种生产模式是在整个生产过程的各个环节都使用计算机，并将这些计算机用局部网络联接起来，让所有管理用及控制用的计算机进行“对话”，由工厂的中央计算机（包括公用数据库）的最高层对所有车间、科室进行分级管理和控制，以达到全系统的最优化。其特点是，在各类型的单机自动化的基础上，采用软件综合的方法，实现从提出产品要求开始，进行产品设计，制定加工计划，执行加工、检验、装配成品乃至最后投放市场的综合自动化制造过程。它能够适应多品种、小批量、高效率、高质量、对市场反应灵活和产品更新换代快等新一代自动化生产技术的需要，可取得最大的经济效益和最短的生产周期，得到最大的适应性和灵活性。国外较低级的CIMS已经形成，更加完善的CIMS的出现亦为期不远。

我国自建国以来已建立起一个门类齐全、规模庞大并具有一定技术水平的机械工业，为我国社会主义建设提供了大量装备。但无论在产品的品种、性能、质量上，还是经济效益上，与世界先进工业国家相比还是有较大差距的。我国当前不应再维持上述第一种生产模式，应尽可能采用第二种模式，并争取有一定数量的重点企业尽早进入第三种模式，只有当第三种模式具有足够的基础，才有可能进入第四、五种生产模式。

二、机床产品设计要求及设计方法

机床产品设计是设计人员根据市场、社会和人们对机床的需要所进行的构思、计算、试验、选择方案、确定尺寸、绘制图纸及编制技术文件等一系列创造性活动的总称，是机床产品实现的必要前提，是产品开发过程中至关重要的环节。机床产品设计的好坏，直接影响其成本、质量、研制周期及市场的竞争能力。据统计资料分析，产品的差距首先是设计上的差

距,产品质量事故约50%是由设计造成的,产品的成本约60%取决于设计。

1. 机床产品的设计要求

随着科学技术的飞速发展,人们对机床产品提出了更多的要求,除机床使用功能外,还要求宜人性、可靠性、经济性、维修性以及良好的技术服务,即除对产品实体的要求之外,还对系统的完善和改进不断地提出新的要求。

机床产品的生产方式已由少品种、中批量生产转变为多品种、小批量生产,机床产品改型更加频繁,更新速度正在加快,因此现代机床产品的寿命周期不断缩短,调查表明^[2],50~60年代的机床寿命周期约为13年,而70~80年代约为5~8年。因此,机床的品种必须由“千篇一律”,转变为按用户需要的“量体裁衣”,要根据市场(用户)的需要来组织机床产品的设计与生产,不断寻求市场—设计—生产的最佳化关系。要由现行的落后经营管理方式——市场(用户)屈从于设计、设计屈从于工艺、工艺屈从于设备,转变为设备服从于工艺、工艺服从于设计,设计服从于市场。

机床产品的设计与生产要由单纯提供装备转变为提供成套制造技术及装备。不仅提供的主机要工装齐全,而且还能配套提供适于用户生产特点的优化生产组织技术、工艺方法和工艺参数。

随着工业发展的需要,机床工业的生产能力和技术水平也在提高。机床产品的多样化、精密化、高效化、自动化、最佳化和系统化,仍然是现代化机床的基本发展方向^[3]。

为了迎接新的技术革命挑战,机床工业必须抓住微电子技术和刀具(磨具)新材料这两大新技术。现代机床工业的发展已经离不开微电子技术。刀具新材料的应用也对机床工业产生了深刻影响。在新开发和更新的机床产品中,要适当提高机床的功率、刚度和转速,要改变当前国内机床产品较为普遍存在的功率偏小、刚度较差和转速过低的现象,以便提高机床效率和推广应用高性能的切削刀具,适应金属切削数据库的要求。例如人造金刚石和立方氮化硼不再仅仅是超硬磨具材料,而且已成为超硬刀具材料,立方氮化硼车刀能用200m/min的速度车削HRC50~70的淬硬钢。

现代机床产品上的自制件较少,外购件及配套件一般要占70~80%,因此机床设计者必须了解情况、掌握大量信息、善于挑选和熟练运用外购的最优部件及配套件,再加上质量很高的自制部分,就会做出世界第一流的机床产品。

机床设计人员应该了解我国机床工业的现状和任务,了解世界机床工业的技术水平,要随时掌握有关市场(用户)和机床技术的信息,注视微电子技术和刀具新材料的应用,学习新的设计理论和方法,积累较多的技术储备,不断开展试验研究工作等,才能具有很强的应变能力和更高的设计水平。

2. 机床产品的设计方法

随着机床工业的发展和新技术的不断采用,机床产品的设计方法也是从低级向高级发展的。由初期的安全设计发展到优化设计,由静态计算发展到动态计算,由简单的线性系统发展到更加接近实际的复杂的非线性系统等。设计人员正在从手工计算、人工制图中解放出来,更多地从事创造性工作,进行多方案比较、数据处理等工作。概括起来,机床设计方法大致可分为三个发展阶段:

(1) 经验设计阶段

本世纪 40 年代中期之前，机床设计的主要任务是解决加工与强度问题，即刀具与工件之间需要某种相对运动，以便加工出一定形状的工件；同时，机床的零部件还应具有足够的强度而不受破坏。这时所采用的只能是经验(或类比)设计方法，即沿用以往设计经验、通过对现有机床的类比，来选用机床零件材质、确定零部件及整机的结构尺寸和技术条件等。这种设计方法是以生产技术经验数据为基础，以附有经验系数的计算公式及技术标准为主要手段，这虽能基本满足当时生产水平的要求，但产品的结构安全系数大，不能发挥零件材料的潜力，也不能保证机床的良好性能，机床产品的研制周期长、质量差。

(2) 试验设计阶段

第二次世界大战后的20年间，随着科学技术的发展，工艺水平的提高，机床的精度、刚度、抗振性、运动平稳性、传动效率、热变形、磨损、噪声以及工作可靠性等问题逐渐显得突出起来，为了改善机床的这些性能，采用经验设计已无能为力。因此，机床试验研究工作逐渐开展起来，通过实物测试或模型试验，摸索规律，寻求解决途径，并初步建立起机床的基础理论。根据试验结果的分析比较，提出可供设计选用的方案。这时所采用的试验设计，即通过机床的试验研究进行定性分析及定量比较，选择出较好方案并确定零部件的合理结构尺寸等。这种设计方法虽能较好地利用材料并可明显提高机床性能，但严格地讲仍属于“校验”，只能进行局部调整，还无法做到按既定要求的优化设计。

(3) 计算机辅助设计阶段

60 年代中期以来，科学技术的新成就，为机床设计提供了大量测试数据，理论研究也取得更大进展，特别是电子计算机的应用，使机床设计进入一个崭新的阶段。只要将实际问题简化为数学模型，根据提供的数据和选定的目标函数，就能用计算机进行分析、计算并判定出最佳(优化)方案。其结果的精确性取决于数学模型与实际问题的拟合程度以及数据是否准确完整(如阻尼值)等。所采用的计算机辅助设计(CAD)，就是由计算机对机床产品的有关资料进行检索；对有关数据和公式进行高速计算，进行最佳设计判断，实现综合设计；通过图象显示，设计人员可用光笔和人机对话语言直接对图形进行修改。这种设计方法可做到按既定要求的优化设计，而且可缩短设计周期，提高产品设计质量，降低成本和节省人力。若将设计图和数据直接用于控制产品的加工、装配和检验，就是计算机辅助制造(CAM)。二者汇合在一起而出现的CAD/CAM技术，则不仅能缩短设计与制造周期，还能提高整个制造系统对产品改型的适应能力。

近年来，世界各国发展了许多新型的设计理论与方法，进入以试验研究及理论计算为基础的较高级阶段，而且逐步形成了设计科学和设计方法学这样一门新兴学科，是研究设计程序、规律及设计中思维和工作方法的，它不仅寻求产品本身的最佳化，还要实现从产品设计到制造、试验、检验的全过程以至整个系统的最佳化〔2〕。

我国在机床产品的设计方面也在发生巨大变化。建国初期的机床业还处于仿制阶段，设计工作的任务就是翻译和熟悉某些国外机床的图纸及资料，用以指导生产，仅仅用了几年时间就积累起许多生产和管理经验。在50年代后期开始走向自行设计，采用经验类比法设计并制造了许多品种和规格的机床产品，从中获得了丰富的设计经验，同时也能认真总结失败教训，摒弃了那种“边设计、边试制、边生产”的错误做法。60年代中期开始了试验设计，为了提高机床产品的性能，普遍开展起来机床试验研究工作。正当这项工作蓬勃发展之际，就

遭受到一场十年内乱的严重影响。直到70年代后期才兴起计算机辅助设计，现在这项工作虽然还处于初期阶段，但已取得了相当可观的成果，比如编制出来机床的某些零部件设计和分析的计算机程序等。目前国内在机床产品的设计中，一般多同时采用上述三种设计方法，机床产品的设计达到了较高水平，许多国产机床已跻身于国际先进行列，越来越多的机床产品打入了国际市场。今后，在加强机床试验研究的基础上，要逐渐走向计算机辅助机床设计以达到优化目标，在“上品种、上水平、上质量，提高经济效益”方针指导下，我国的机床设计水平一定会有更大的提高。

三、机床产品开发工作程序

机床产品开发工作程序，如图1-1所示，从调查到产品投入市场的各个环节所进行的步骤，共分4大阶段15个程序〔4〕。有关单位可根据自身条件以及产品性质、复杂程度、批量大小等具体情况，对相应程序及其内容适当删简。

1. 调查决策阶段

该阶段是产品开发过程中的首要环节，对实现企业经营目标有重大影响。因此，必须认真调查，做好可行性论证分析，为决策提供充分可靠的依据，避免决策失误。

(1) 调查

调查内容包括市场调查、技术调查和用户调查，并写出调查报告。一般通用型机床产品以市场调查和技术调查为主，专用型机床产品以用户调查为主。

①市场调查 同类产品国内外市场经营现状（价格、质量、市场占有率、销售渠道、技术服务和竞争能力等），同类产品的销售情况及用户意见，新产品成本、销售价格及市场需要量预测，配套件的技术水平及供应情况等。

②技术调查 我国有关技术政策及规定，国外有关法规，国内外有关专利及科研成果，同类产品的有关技术资料、存在技术问题及其技术经济分析，同类产品的技术发展预测及关键件制造新工艺等。

③用户调查 加工对象是机床设计的主要依据，通过工件的成品图（零件图）、毛坯图、工序图或实物，以及有关的装配图等，了解它的用途、规格、材料、质量要求、生产批量及发展规划。用户现行工艺（加工方法、切削用量）状况、存在问题及改进方向，要特别重视操作工人的意见，用户对新产品的合理要求和期望目标，用户的使用条件、维修及工具制造能力等。

(2) 编制产品发展建议书

根据调查报告及收集的情报资料，结合工厂的实际情况，作出论证充分的可行性分析，编制产品发展建议书。其内容包括：发展机床产品的目的，市场调查、技术调查及用户调查结果分析，产品的功能分析、方案设想或系列设计建议，产量预计、成本目标、价格目标、销售渠道和技术服务建议，采用国内技术集成的建议，提出先行试验和技术攻关课题，投资概算及日程建议等。

2. 设计阶段

根据产品发展建议书，开展先行试验、编制技术任务书，进行技术设计和工作图设计，提出全套产品图纸和技术文件。

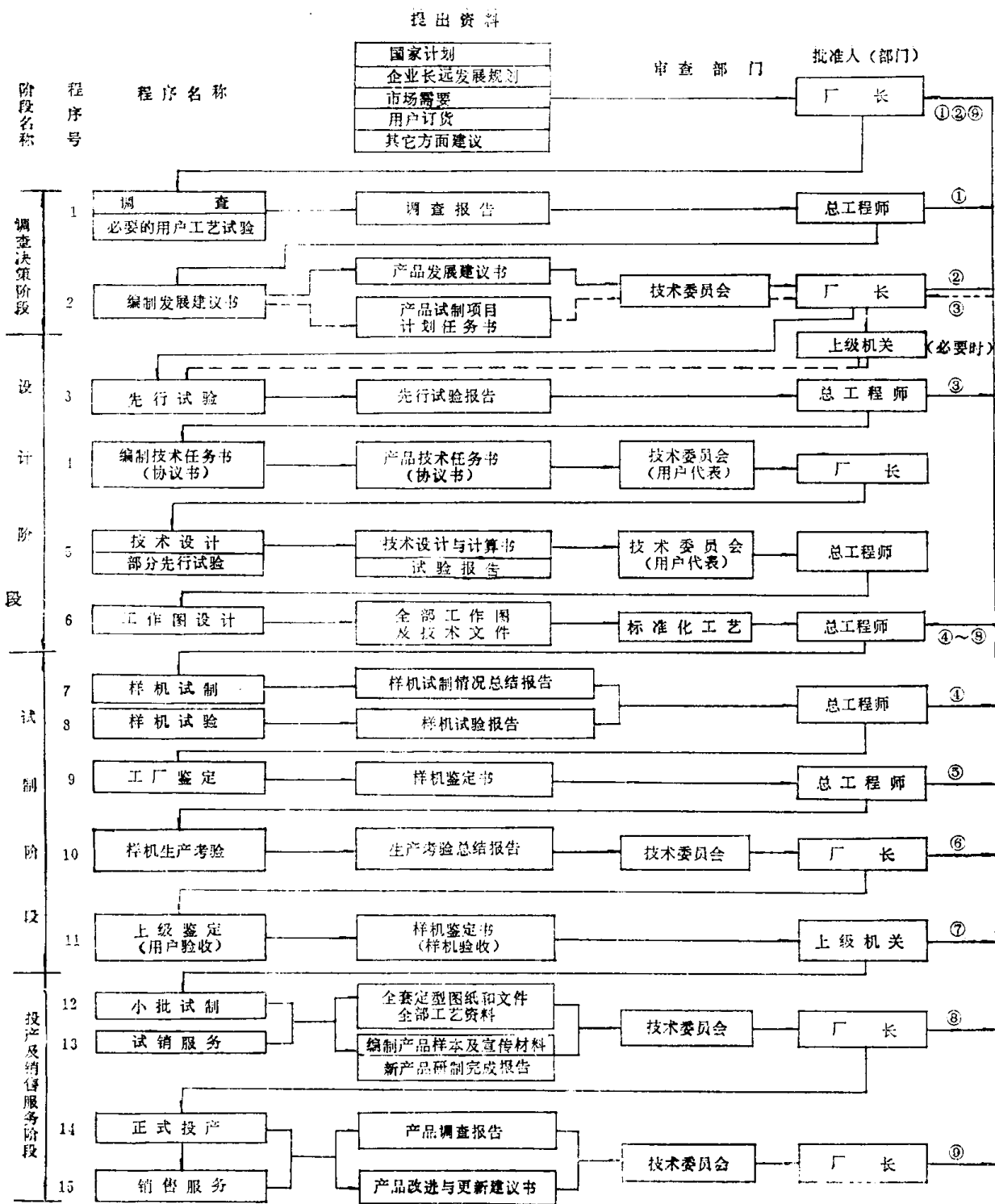


图 1-1 机床产品开发工作程序表

注：①~⑨表示反馈编号。其中①、②、⑤分别从程序 1、2、15 输出，向企业长远发展规划或计划反馈意见及提供资料；③从程序 3 输出，向程序 2 反馈，提供修改产品发展建议书（计划书）或中止产品发展的意见；④~⑧分别从程序 7~13 输出，向程序 6 反馈，提供产品工作图或技术文件的改进意见。

(3) 先行试验

先行试验包括新技术、新工艺、新材料的应用试验和新结构的验证试验，这是保证产品设计成功的重要环节。每项课题试验完成后，都要写出试验报告。

(4) 编制技术任务书

该程序的主要任务是提出产品的初步设计（或总体设计），这是为研究、确定机床产品最佳设计方案而进行的工作，包括主要技术参数、整体及重要部件结构方案和外观造型色彩方案，技术经济分析，标准化综合要求等。应进行多方案对比分析，从技术、经济各方面予以论证，编制出技术任务书。

(5) 技术设计

该程序应提出机床产品布局图、造型效果图，传动系统图，原理图，各部件装配草图，产品工作原理和主要结构说明，产品设计的有关计算（运动计算、动力计算、尺寸链计算、传动精度及加工精度计算、电气及液压计算等），产品制造工艺分析及技术经济分析，产品精度标准及检验方法等。

(6) 工作图设计

该程序是依据技术设计所进行的产品全套工作图及技术文件的设计与编制，工作中要严格贯彻各级各类标准，保证图纸、文件的齐全、正确、统一。与此同时，还要制定关键工艺方案，必要时提前进行工艺试验。

3. 试制阶段

该阶段的主要任务是制造出符合设计要求的样机，并通过试验、生产考验及鉴定，以检验产品预期开发目标的实现程度，并作为正式生产决策的依据。

(7) 样机试制

样机试制是一项验证产品的结构和性能所进行的工作，以此检验设计图纸、文件的正确性。样机试制数量为1~2台，要严格执行设计图纸和工艺文件要求，认真收集试制中的问题，及时处理，并写出试制总结、概算试制费用和产品实际总成本等。

(8) 样机试验

按试验大纲对样机进行试验，试验项目和方法应参照《金属切削机床样机试验规范总则》^{〔5〕}。试验结束后要写出试验报告。

(9) 工厂鉴定

样机试验完成后，由工厂（包括用户）组织鉴定委员会对产品设计图纸、文件、试制及试验总结报告等进行审查，并按鉴定大纲对样机进行检查、试验，作出评价和结论，提出改进意见。

(10) 样机生产考验

该程序主要是对样机进行全面使用性验证，考核其功能和各项质量指标是否满足使用要求，考验期一般在两班制使用条件下进行3~6个月，考验结束要写出总结报告。

(11) 上级鉴定

需要上级鉴定的产品，由上级领导机关组织鉴定委员会，对产品的设计图纸、文件、试制报告、试验报告及生产考验报告进行全面审查，并按鉴定大纲对样机进行检查和试验，作

出评价和结论，提出改进意见。

4. 投产及服务阶段

投产及销售服务阶段包括小批试制、试销服务、正式投产及销售服务等程序，以生产、销售部门为主，技术部门相配合。

(12) 小批试制

成批生产的产品在正式投产前，为了验证工艺、工装和制造质量的稳定性，进一步考核设计图纸及文件的质量，应进行小批量试制，试制数量一般为5~10台。

(13) 试销服务

产品试销面要选择各类用户，认真收集用户对产品的设计、质量、价格、备件供应及技术服务的意见，并帮助用户培训操作、维修人员等。

(14) 正式投产及销售服务

正式成批投产前应整顿产品图纸和文件，编制成批生产的成套工艺，设计与制造工装，落实外协、外购件的配套。正式投产时要着重于工艺、工装的验证。正式投产后，要有计划地做好售后服务和调查工作，及时收集产品销售情况、市场动态和技术发展趋势，及时提出产品的改进或更新建议等。

四、机床产品设计的主要技术文件

机床产品设计的主要技术文件(JB/Z 155—81)有：技术任务书或技术建议书，试验研究大纲，试验研究报告，计算书，技术经济分析报告，技术设计说明书，文件目录，图样目录，明细表，汇总表，技术条件，使用说明书，合格证，装箱单，标准化审查报告，试制鉴定大纲，试制总结等。产品图样及设计文件的完整性见JB/Z 159—81。

1. 技术任务书或技术建议书

这是设计单位向上级或需方对计划任务书或技术协议书提出体现产品合理方案的改进性和推荐性意见的文件，经上级批准或需方同意后，作为产品技术设计的依据。

该文件包括：设计理由及依据；产品用途及使用范围；主要技术规格；产品整体布局草图、传动系统图和原理图；结构概述；标准化综合要求和方案论证；先行试验结果；发展新产品的基本条件(生产、技术及经济条件)；新产品预期达到的性能目标、质量指标及用户要求(包括精度、质量、生产率、价格、使用性、可靠性、重量^①、体积、外观、能源消耗、噪声、寿命、环境保护要求等)；新产品制造工艺性和主要配套件、外协件供应可能性分析；采用国内外技术集成的可能性和条件等。

2. 机床产品计算书

计算书是对机床产品的性能、主要结构、系统等方面的理论计算的文件。内容包括：计算目的，采用的计算方法、公式来源和公式符号说明，计算过程及结果等。

3. 技术经济分析报告

注①：为叙述方便，本书正文中的习惯用语“重量”即为“质量”。