

木工机床设计

〔苏〕Н. В. 马科夫斯基

机械工业出版社

木工机床设计

〔苏〕 H.B.马科夫斯基

何 振 斌 译

机械工业出版社

本书论述了木工机床设计的基本要求与主要设计阶段、机床布局的一般原则以及如何满足人机工程学与美学的要求等。详细介绍了机床功能部件、铸件与焊接件的设计方法以及包括强度、刚度、工艺、统计、经济效益、可靠性等在内的各种计算方法。

本书可作为林业院校木工机床设计专业和木材机械加工专业师生的主要参考书。也可供从事木工机床科研、设计以及其他机械设计的技术人员参考。

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВО- ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Н.В.Маковский

МОСКВА « ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ »

1982

* * *

木工机床设计

〔苏〕 Н.В.马科夫斯基

何振斌 译

*

责任编辑：林佩珊 责任校对：黄 薇

封面设计：刘 代 版面设计：张世琴

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

人民交通出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $9^{5/8}$ · 字数 250千字

1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷

印数 00,001—1,950 · 定价：4.80元

*

ISBN 7-111-00368-3/TS·1

译 者 的 话

国民经济各部门都需要大量的木制品。这些木制品主要是通过各种木工机床对木材进行切削加工而获得的。只有木工机床制造业得到发展,才能生产出大批量优质木制品,以满足国民经济各部门的需要。而木工机床制造业的发展与木工机床的设计密切相关。

本书比较系统、切合实际地介绍了木工机床的设计原理与制造工艺。它是苏联高等林业院校“林业与木材加工工业机器与机构”专业的教学用书,也是我国高等林业院校学生理想的参考书。

本书的特点是设计图例多,重视以经济效益计算与优化经济计算作为选取设计方案的依据;同时在机床整体布局中强调人机工程学与美学的要求。本书在叙述木工机床设计时,既遵循机床设计的普遍原则,又突出木工机床本身的设计特点(如传动系统,功能部件与中间传动等)。

书中某些排印上的明显错误已得到更正或加上译注,书中引用的苏联公差配合代号与金属材料牌号,译者尽量注明我国相应的代号与牌号。

本书既可作为辅助教材,又可供在工厂从事木工机床设计与制造的工程技术人员参考使用。

本书译后经陈连生、王钜明两同志细心校对;在翻译过程中曾得到董仕尧同志的帮助,在此表示感谢。

由于译者翻译水平低,书中难免有错误的地方,请读者多加批评与指教。

1986年7月于福州

原 序

任何一个工业部门生产过程的改进，都是由于该部门科学技术的不断进步对其产生积极影响的结果。这种影响是综合性的，它包括制造产品用的材料、产品的结构、工艺过程、生产组织和设备等等。要研制新的更先进的材料、工艺性良好的产品和更合理的工艺过程，首先必须设计出新式机器来取代现有的工艺设备。

设计新式机器必须以具有开发性的设计思想和设计方案为基础，才能保证新产品具有良好性能。在利用科技成果的基础上，

“设计新机器、新设备和新的仪器仪表时，必须广泛采用通用化部件和组合件的模数设计原理”^①。产生上述设计思想和设计方案是与研究机器的工作原理和发展方向密切相关的。这是设计人员设计机器时所必须解决的许多复杂问题的重要部分。

木材加工机床的成功设计是依靠设计人员、林业工艺人员、机械制造工艺人员和生产组织人员的协同工作来保证的。这里，除专业知识外，在设计过程中，考虑人机工程学和美学要求，以及进行技术经济核算也都具有特别重要的意义。

本书是苏联高等林业院校“木工机床设计”课程的教科书，它阐述了木工机床的设计程序和设计原则，是符合为苏联高等林业院校批准的0519专业教学大纲要求的。

为了叙述的紧凑，书中主要选用了按疑难问题的原则搜集的总结性科学资料。本书的主要内容是按照机床各机构和功能部件的零件对设计要求的共性加以分类的，因而容易掌握，并保证与以前出版的教材^[7]保持一定的继承性。本书的这种结构编排将有助于培养高水平的机械工程师（设计师），使其在机床设计

① 苏联1981~1985年和1990年前经济与社会发展的主要方向。莫斯科，1981，第21页。

中，具有独创性地解决问题的能力。

作者对本书在出版过程中帮助审阅的同事表示谢意。有关本书的意见和建议请寄莫斯科林业工程技术学院机床与工具教研室。

目 录

译者的话

原序

绪论	I
一、课程的科目与任务	1
二、苏联木工机床设计的发展史	1
三、木工机床的发展前景	2
第一章 设计程序	8
§1-1 对机床设计的基本要求	8
§1-2 木工机床设计的阶段与程序	13
第二章 主要设计阶段	15
§2-1 分析研究	15
§2-2 设计技术任务书	19
§2-3 技术建议书	20
§2-4 草图设计	27
§2-5 技术设计	30
§2-6 工作图设计	30
§2-7 样机试验	33
§2-8 修改图纸	34
§2-9 设计的自动化	34
第三章 工艺部分的设计	36
§3-1 设计工艺部分的编制方法	36
§3-2 毛坯的选择	37
§3-3 工序数目	38
§3-4 加工方法	40
§3-5 毛坯的定位基准	41
§3-6 机床各机构的运动	46
第四章 运动部分的分析研究	48
§4-1 一般原则	48
§4-2 高速传动	49

§4-3 低速连续直线运动机构	49
§4-4 连续曲线运动机构	54
§4-5 步进式机构	56
§4-6 往复运动机构	56
§4-7 调整移动机构	63
§4-8 轴转速系列的选择	67
第五章 机床布局的一般原则	68
§5-1 机床的典型布局	68
§5-2 人机工程学的要求	72
§5-3 美学要求	75
§5-4 劳动安全的要求	80
§5-5 机床结构配置法	80
第六章 功能部件设计的基本原则	84
§6-1 概述	84
§6-2 逐步确定法	85
§6-3 降低金属用量	89
§6-4 转换法	96
§6-5 结构的简化	102
§6-6 结构的工艺性	108
第七章 轧材制造的零件设计	114
§7-1 节约金属材料	114
§7-2 提高加工效率	118
§7-3 提高加工精度	121
§7-4 加工工艺性	123
第八章 铸件的设计	125
§8-1 概述	125
§8-2 零件形状的选择	126
§8-3 加强筋与壁厚	131
§8-4 工艺性要求	134
第九章 焊接零件的设计	138
§9-1 概述	138
§9-2 一般设计原则	138

§9-3 工艺性要求	142
§9-4 设计举例	143
第十章 计算	148
§10-1 计算的种类与用途	148
§10-2 机床经济效益的计算	148
§10-3 优化的经济计算	157
§10-4 统计算法	158
§10-5 工艺计算	160
§10-6 传动系统计算	167
§10-7 强度计算	168
§10-8 静态强度计算	169
§10-9 刚度计算	175
§10-10 动力计算	176
§10-11 可靠性计算	187
第十一章 机床工作机构的零件设计	194
§11-1 轴类的设计与计算	194
§11-2 主轴的设计与计算	196
§11-3 轴承的选择	200
§11-4 导轨	221
第十二章 驱动装置设计	230
§12-1 电机驱动装置	230
§12-2 液力驱动装置	235
§12-3 气力驱动装置	252
第十三章 中间传动的的设计	267
§13-1 皮带传动	267
§13-2 链传动	274
§13-3 齿轮传动	274
§13-4 万向接头传动	275
§13-5 蜗杆传动	279
§13-6 螺旋传动	280
第十四章 各种用途的机床零件的设计	284
§14-1 紧固件	284

§14-2 联轴节.....	289
§14-3 弹簧.....	293
参考文献	297

绪 论

一、课程的科目与任务

学习“木工机床设计”这一课程，是为了掌握木材加工生产中工艺设备设计理论和实践的一般原则与特殊原则。

在给定的时间内，能充分满足各种要求的新机床，或经过改装的旧机床，其设计工作是一项综合性的工作，其中包括分析、研究、计算和结构定型。就一般而言，设计工作归结为：提出可满足所提要求的几个具体结构方案，然后从中选取最有效的方案。就整体而言，机床设计工作应看作是发挥独创精神的过程，也就是实现个人聪明才智的过程。

设计人员应有敏锐的洞察力和促进创造性劳动的丰富想象力，能为自己的工作明确地提出最终目标和达到这一目标的方法；在设计中善于表达自己的思想，工作中兢兢业业，刻苦耐劳，一心一意为达到目标而奋斗。

设计机床时，要解决的不仅是富有创造性的课题，而且还有具体的技术问题，其中多数可用现有的公式来求解。为此，可规定完全定型的设计原则来解决这些问题。

本课程论述了木工机床设计时所涉及的一整套问题：即要求用有创造性的劳动去探索和建立有关新机床的概念（原理图），并在结构上实现这种概念。在多数情况下，利用设计原则，可加速其进程。

二、苏联木工机床设计的发展史

苏联组织专业化的机器制造行业来设计制造木工机床应从1931年开始算起。那时，已成立了“全苏木材造纸机械联合公司”；下设七家机器制造厂和一家称为“木工机床设计处”的专业设计单位。该处在最初的几年中，工作重点放在吸收和培养一

批木材加工机器制造业的设计人员，来研究国外经验，更新设备的品种规格，也就在那时，苏联已开始设计框锯、剥皮机，榑槽机和其它一些木工机床。

1958年，木材加工机器制造业的工厂已从七家增加到二十家。到1965年已有二十二家工厂从事木工机床生产了。这时，所有这些工厂设计科的全体人员，全苏木材加工机器制造科学设计研究院（ВНИИДМАШ）和其它许多专业设计处，都已设计木工机床了。全苏木材加工机器制造科学设计研究院现在已成为木材加工机器制造业的主导机构，它有几个设计科室和一家莫斯科实验工厂。

尤其在第九个五年计划期间，木材加工机器制造业的生产基地有了很大的扩展，木材加工机床的设计工作也取得了特别的进展。这就使木工机床的生产技术水平得以显著提高。当时，除了生产通用机床外，已开始为林业和木材加工工业部门生产成套高效能的专用设备。同时，也开始设计和采用木工机床的生产线。在第十个五年计划期间，又扩大了设备品种。在国际展览会上，已成功地展出了最佳的国产木工机床以及其它一些自动线。

三、木工机床的发展前景

在现代的木材加工机器制造业中，应注意下列几种发展方向。

1. 加工集中化

提高加工集中化的想法并不是一种新的想法。近年来，通过两种形式已经有效地实现了这种想法：采用多工序专用机床和建立机床加工生产线。多工序机床的特点是在一次定位中可完成全套操作工序，这就促使加工精度得以提高，而机床加工生产线则可保证最高的生产率。

提高加工集中化的程度，会使设备复杂化，设备的投资也增加。诚然，只有在以最少的操作人员进行满载运转的情况下，才可能有效地利用这类设备。这就导致了以下结果：决定其劳动消

耗构成的并不是工资额，而是机床的造价。

因此，加工集中化，就产生了一种新思想来设计制造木工机床，例如，这种新机床在加工锯材与方木的同时，也把木片或木屑加以处理，而需补充加工小块边脚余料。采用圆盘锯铣削和带锯铣削联合机床，就能实现这种集中加工，其铣削刀具可把边脚余料同时加工成木屑。

目前，木材加工行业越来越多地使用多工序的自动联合机床来集中加工木材。

2. 制定新的工作原理图

由于传统机床的高度发展，产品加工工艺过程和产品结构的迅速变化，在木材加工机器制造业的实际工作中，人们表现了强烈的愿望，要力求制定出新的机床原理图。

在大多数情况下，建立新的机床原理图是为了提高加工效率。其特点是零件依次地通过各台多工位机床。机床上采用气动进给来实现这一功能，既简单，又富有特色。例如，多轴钻床，装配用机床和其它机床，其加工精度之所以很高，都是以毛坯的可靠定位和执行机构高度精确的动作来保证的。

3. 提高机械化与自动化程度

由于机床的主要工序已经机械化和自动化，因此，目前的方向是使辅助工序（例如调整工序）实现机械化和自动化。例如，这在几乎所有的自动生产线上表现得尤其明显。在世界各国的生产实践中，自动生产线的每台机床附近，都设有种类繁多的附属机构，诸如装料机、转载机、中间输送机和堆料机。可以指出，目前正在大力推广循环移动的真空吸取机和气动机构。另外也推荐了新的万能机械手和程序控制系统。

4. 提高加工精度

木材加工设备要向高精度发展的趋势，其原因多种多样，其一是木制品的精度要求提高了，其二是加工设备本身的经济指标也提高了。直接对设备所提出的许多要求也是与其工作性能和寿命有关，即与其经济效益的等级有关。归根结底，对任何设备所

规定的精度都必须保证达到最大的经济效益。要满足这些要求，机床必须采用合理的配置系统和最佳的结构设计方法。系统的精度一般靠多工位加工来实现，而结构设计方法主要表现在尽量减小零部件的尺寸，使结构具有良好的工艺性，部件实现标准化和组合化，提高部件的刚性和抗振性。提高机床抗振性，不只要增加部件的刚性，而且还要减少引起振动的干扰因素。在木材加工行业中，这一方向是极有前途的。目前，人们正努力减少高速回转件的数量，并提高其平衡水平。

总之，现代化机床应保证达到很高的加工精度和很长的寿命。

5.改进传动系统

近年来，这在机床发展方面已占有显著的地位。改进传动系统的基本思想是把比较复杂的多工序机床的整体传动系统分解为一系列能自行操纵的简单传动系统。值得指出的趋势是：由于驱动装置实现了规格化，其性能能满足机床执行机构的各种要求，在此基础上，机床的功能部件采用了自行操纵的系统，这样就不必设置中间传动装置，因而从根本上简化了机床的结构。对于小功率的高速旋转运动，通常采用带短平皮带的电机驱动装置。对于低速旋转运动，最常用的是减速电动机、调速电动机以及转子液压马达。调速范围很大(大于6)时，广泛采用转子液压马达。对于往复运动，则大多采用气力驱动装置，主要是利用气压气缸。

因此，改进机床传动系统，就可简易地解决以前认为复杂的工艺问题。

6.改进结构

设计机床时，按过去的方法应特别注意机床结构紧凑、重量小。在大多数情况下，都是通过减小执行机构的尺寸和提高其转速来达到这一目的的。但是，减轻机床重量的根本办法是用钢板冲压结构、焊接结构和冲压焊接结构来取代铸造结构。设计机床时，还要努力提高其万能性，例如，有许多机床的刀架，其万能性的程度很高，可使执行机构具有水平、垂直、倾斜、上下等任

意位置。刀具的组合方式业已扩大，刀架的位置也已多样化。上述的这种结构特点就使得机床能灵活适应零件加工工艺过程，或配置系统的各种变化。

7. 改善制造工艺

可以指出，从这一观点来设计机床时，必须采用少切屑的先进制造工艺，更多地以塑料零件来取代金属零件，广泛使用优质钢材。最近，为了降低设计成本，还采用了生产工艺准备自动化系统（АСТПП）。

8. 提高机床的可靠性

对于这个特点愈来愈得到重视。由于机床复杂，成本提高，因此务必延长机床每次检修前的实际操作时间，即延长其寿命。机床选择合理的工艺流程、设计可靠的结构、编制可靠的加工工艺，就可保证达到这一指标。

9. 提高机床操作的舒适性

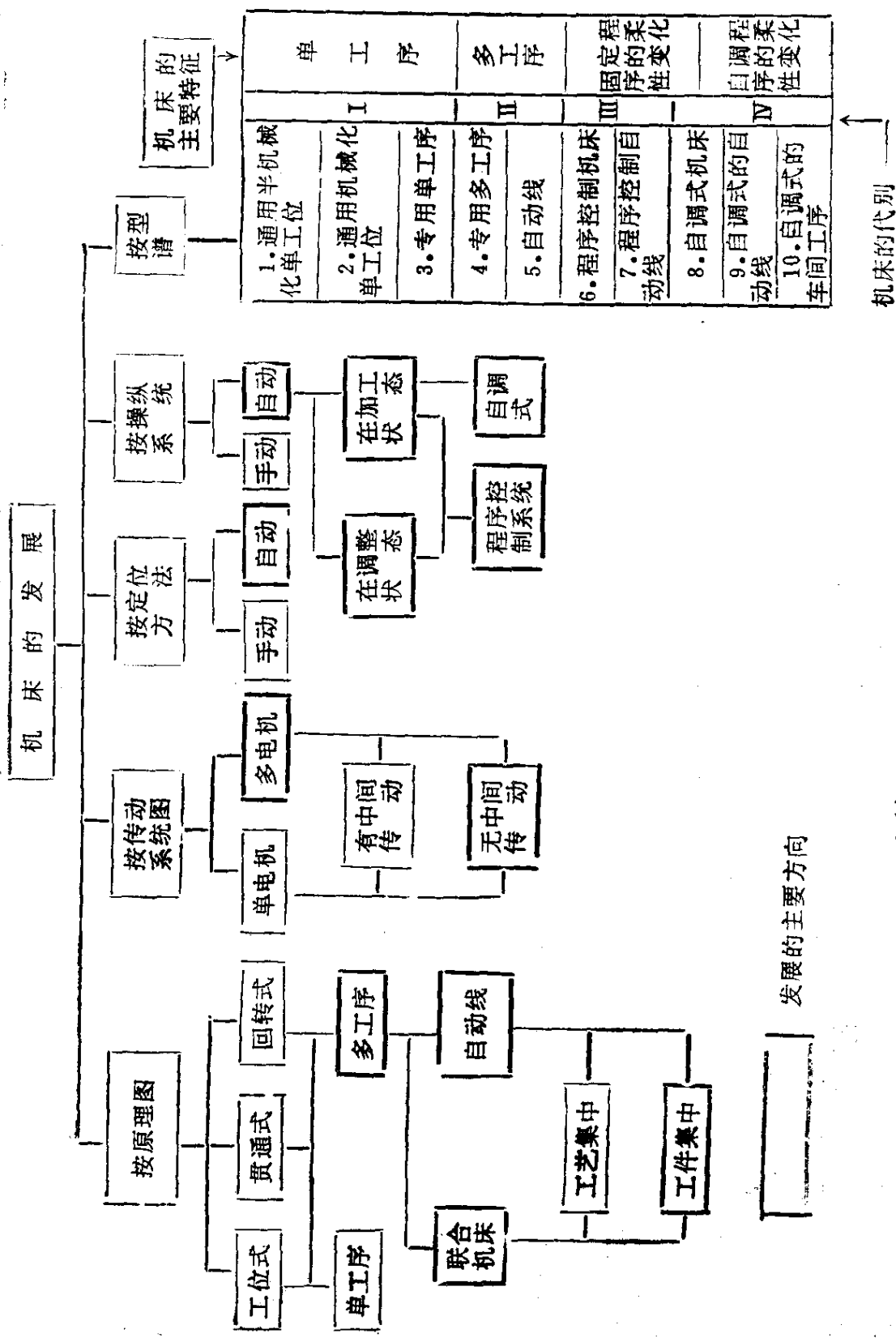
这是对现代化机床最重要的要求之一。因此，所有其它的发展方向，尤其是提高机械化与自动化程度、改进结构、改善工艺性，都从属于满足这一要求。

提高操作舒适性的一个重要问题是降低噪声。新型机床都是通过减小执行机构的尺寸，提高零部件加工质量和装配质量，以及采用消声罩等来降低噪声的。应特别重视调整机床时操作是否方便。为此，推荐了一些独特的措施，其中包括自动程序调整系统。

下图可作为对木材加工机床将来发展的预测。由图可见，机床的逐渐发展导致了其形式的变化。现在，能够提出十个品种，按其主要特征的共性可划分为四代产品。

第一代是最简单的单工序机床，其中包括多种通用机床和几种半机械化专用机床与机械化专用机床。

第二代是集中加工的多工序机床。这类机床已日益推广。其主要特点是比第一代机床要复杂、成本高，而灵活性却较低。虽然多工序机床的成本提高了，这从增加购置设备的基本投资来看



发展的主要方向

机床的代别

木材加工机床发展的示意图

是不理想的，但是在有些情况下，采用这种设备可大大提高劳动生产率。因此，采用它还是具有一定的经济效益的。

属于第一代的单工序机床，其工作机构、驱动装置和调整机构为数不多，机床的灵活性就很大。在属于第二代的多工序机床中，这些机构和装置数以百计，因此，第二代机床只适用于产品单一而不需重新调整的大型专业化成批生产。由于这一原因，当时进一步的发展方向是要研制加工工序高度集中而加工灵活性又很高的机床。这种机床就是具有程序控制的第三代机床。以后，这种程序控制机床装备了自调程序的柔性变化系统（程控自调式机床），这就是第四代机床。

最近，可以预期程序控制机床将日益推广，首先推广的是第三代机床，即装有固定程序的机床。但是，只采用少量程序控制机床，而不提高工艺过程的水平，往往不能从根本上取得很大效益，因为这种设备的成本较高，它占总设备数的比重又不大。因此，必须把重点放在大量推广使用程序控制机床上。这样，也必然会促进工艺的改善，综合地解决企业中生产组织和技术改造的问题。同时，还必须重新调整企业，车间和工段的整个管理系统。

使用程序控制机床，可缩小甚至完全消除半成品堆放面积，大大减少辅助工人和管理人员的数量等等。为了采用程序控制机床，面临的问题是探索具有开发性的产品结构，制定以运用新设备为基础的新工艺。为此，必须简化产品零件的形状和结合方式，采用新的胶合剂和先进的精整方法等等。采用电子计算机进行分组控制或集中控制时，建立程序控制机床工段和系统，必然会取得最大的效益。