

JIDIAN CHANPINXUE (JIJIE CHANPIN)

机电产品学

(机械产品)

张健荣 竺伯铭 编著
沙福恒 顾志坤

物资出版社

86
F764.4
7
3:1

中央广播电视大学教材
机 电 产 品 学
(机 械 产 品)

1953/2/1

物 资 出 版 社

B

303103

机电产品学（机械产品）

张健荣 竺伯铭 沙福恒 顾志坤 编著

*

物资出版社出版

新华书店发行

天津市武清县印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张 28 插图（1） 字数716千字

1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷

印数 1—18,000 册

书号：4254·087 定价：2.90 元

前 言

本书侧重介绍我国机械部生产的一些常用机械产品和配件的结构，工作原理、性能、型号编制、用途、合理选用、发展方向、国内外行情以及流通管理方面的有关知识和原则。

主要产品内容有：金属切削机床、机床附件与刀具、液压原件、汽车、锅炉、起重运输机械、工程机械、通用机械和滚动轴承等。

本书采用较新的技术资料，并附有图表，可供电大物资经济管理专业的学生使用和物资管理人员查用。

本书由北京经济学院物资管理系教师编写；竺伯铭同志编写绪论、第一、二、三章；沙福恒同志编写第四、五章；张健荣同志编写第六、七章；顾志坤同志编写第八、九章。全书由张健荣同志主编。本书经国家物资局机电设备公司黄万瑶同志审阅绪论、第一、二、三、九章，徐楠玲同志审阅第四章，陈美珍同志审阅第六章，李殿士同志审阅第六、七章，张德恒同志、龚振华同志审阅第八章。

限于我们的理论水平和业务能力，加之时间仓促，错误和欠妥之处在所难免，诚望读者批评指正。

编 者

1984年1月

目 录

| | |
|--------------------|---------|
| 绪 论 | (1) |
| 第一章 金属切削机床 | (2) |
| 第一节 基本知识 | (2) |
| 第二节 车床 | (20) |
| 第三节 钻床、镗床 | (34) |
| 第四节 刨床、插床、拉床 | (49) |
| 第五节 铣床 | (55) |
| 第六节 磨床 | (63) |
| 第七节 齿轮加工机床 | (76) |
| 第二章 机床附件与刀具 | (87) |
| 第一节 机床附件的概述 | (87) |
| 第二节 机床附件产品介绍 | (93) |
| 第三节 刀具 | (105) |
| 第三章 液压元件 | (121) |
| 第一节 液压传动的基本知识 | (121) |
| 第二节 油泵 | (133) |
| 第三节 控制元件——液压阀 | (137) |
| 第四节 执行元件——液压马达和油缸 | (143) |
| 第四章 汽车 | (147) |
| 第一节 汽车的用途和分类 | (147) |
| 第二节 汽车的组成与使用性能 | (149) |
| 第三节 汽车发动机 | (154) |
| 第四节 传动装置 | (180) |
| 第五节 行驶机构 | (185) |
| 第六节 控制机构 | (189) |
| 第七节 汽车的常用工具和量具 | (190) |
| 第八节 汽车的验收与保管养护 | (192) |
| 第五章 锅炉 | (194) |
| 第一节 锅炉的基础知识 | (194) |
| 第二节 锅炉的基本结构 | (203) |
| 第三节 锅炉的结构型式 | (212) |
| 第四节 锅炉辅助受热面 | (228) |
| 第五节 锅炉安全附件及附属设备 | (234) |
| 第六节 工业锅炉的型号编制和技术管理 | (239) |

| | |
|----------------------------------|-------|
| 第六章 起重运输机械 | (244) |
| 第一节 概述..... | (244) |
| 第二节 起重机械的特点..... | (249) |
| 第三节 起升机构..... | (254) |
| 第四节 起重挠性件及卷绕、取物装置..... | (256) |
| 第五节 制动装置..... | (264) |
| 第六节 电动葫芦..... | (267) |
| 第七节 桥式起重机..... | (272) |
| 第八节 输送机械..... | (281) |
| 第九节 带式输送机..... | (288) |
| 第十节 内燃叉车..... | (296) |
| 第七章 工程机械 | (310) |
| 第一节 工程机械概述..... | (310) |
| 第二节 汽车起重机..... | (311) |
| 第三节 挖掘机..... | (322) |
| 第四节 推土机..... | (338) |
| 第八章 通用机械 | (346) |
| 第一节 气体压缩机..... | (346) |
| 第二节 泵..... | (364) |
| 第三节 阀门..... | (382) |
| 第九章 滚动轴承 | (401) |
| 第一节 滚动轴承的构造和分类..... | (401) |
| 第二节 滚动轴承的基本结构型式..... | (403) |
| 第三节 滚动轴承的代号..... | (407) |
| 第四节 滚动轴承的技术管理..... | (416) |
| 附录 机电产品学教学大纲 (机械产品) | (423) |

绪 论

机械产品指的是在机械制造部门内完成全部生产过程，经检验符合规定的质量标准，并可供销售的成品，即各机械制造部门生产的制成品的总称。如矿山机械、起重运输机械、工程机械、机床和动力机械产品等等。

“机械产品学”是中央广播电视大学工业企业物资管理专业的一门专业课，主要研究产品的分类、型号、主要用途、主要结构及其特点，工作原理、性能、行情（生产概况、品种、规格、以及主要生产厂及今后发展方向）等。它是一门综合性的学科，涉及数学、物理、化学、力学、电工学、电子学、金属学、材料学、机械制图、机械设计基础等多种学科。这些学科都是本课程的技术基础，鉴于电视大学工业企业物资管理专业只开设数学一门技术基础课，课程的讲授，在深度、广度上受到了限制。由于涉及知识面广，因此难度大。机械产品的品种、规格繁多，结构差异大，要在短短的八十学时内全部掌握它们，是不可能的；也是不现实的。只能在浩如烟海的产品里，找出常用、典型的产品作重点讲授。如在第一章的金属切削机床里，选择了“普通车床”作为所有机床产品的典型，对它进行了较系统、全面的讲授，对其他机床产品只作一般、重点性的介绍。也就是抓住一个典型产品，对其讲深、讲透，对其它产品用归纳类比的方法，只作重点介绍，以此来培养同学们的自学、独立思考和科学分析的能力，达到举一反三，触类旁通的目的。为帮助同学们掌握重点、难点，及深入理解，本课程编有“教学大纲”和“参考资料。”并在每一章后面编有习题，供同学们课后复习、思考，以弥补电视讲课师生不直接见面的缺点。

本课程也是实践性很强的一门学科，由于条件限制，不能开设实验课，但如果条件允许的话，可以因地制宜，组织学生们到就近的有关机械工厂、仓库等部门参观，以增强学生们的感性知识，帮助深入理解，消化本课程的内容，也是一个很重要的辅助环节。

通过本课程的学习，可以使物资管理人员，对物资进行合理的流通，科学的管理，以便实现产品的原来使用价值；可以使用户做到合理的选用，科学的管理和安装；可以使维护操作人员，做到合理的使用及维护保养；也可促使设计人员设计现代化的、先进的、物美价廉的机械产品。

本课程主要讲授金属切削机床、机床附件及刀具、液压元件、内燃机与汽车、锅炉、起重运输机械、工程机械、通用机械、轴承等机械产品的常用典型产品。

第一章 金属切削机床

第一节 基本知识

一、概述

(一) 金属切削机床在国民经济中的作用

金属切削机床(简称机床)指的是利用切削工具将金属毛坯加工成规定的形状、尺寸和精度的一种机器。如车床、铣床、刨床和磨床等等。

机械产品的范围虽然很广,种类繁多,但大多数机械产品都是由金属零件组成的,而加工制造这些金属零件,几乎都是由机床来完成,尤其是精密零件的加工,目前主要还是利用机床来完成,达到所需的精度和光洁度。若按机床所担负的机械加工工作量来计算,它一般约占制造机械产品零件加工总工作量的40~60%;若按机床台数计算,它约占机械行业所有技术装备总台数的60~80%。所以,机床是加工机器零件的主要设备,有“工作母机”或“工具机”之称。

机床的先进程度直接影响到机械产品的质量和经济效益。一个国家拥有全部机床的数量和素质,直接反映了这个国家的工业生产能力和水平。建国以来,经过三十二年的努力,我国的机床工业从无到有,从仿制到自行设计,从大量进口到扩大出口,取得了很大的成绩,已为国民经济各部门提供了95%以上的机械加工设备。现在我国机床的拥有量已达三百万台,仅次于苏联,占世界第二位,而且95%是我国自己制造的。我国还研制了一批具有先进水平的机床产品。如座标镗床,齿轮磨床,大型、重型机床及加工中心等,为四个现代化的建设提供了大量先进的、现代化的技术设备。

从1979年以来,在贯彻执行“调整”方针的过程中,机床行业改变了产品的构成,调整了服务方向,扩大了服务领域。在为重工业服务的同时,积极发展了为轻工、纺织、食品、化纤,节能等工业的生产提供了先进适用的设备。如积极为手表、自行车、缝纫机、照相机等行业的生产发展,大力研制并提供了高效率的专用设备。到1982年底为钟表行业提供了纵切自动车床,已经形成了年产2000台的能力,为自行车行业提供的加工设备已达180种,为缝纫机行业提供的专用机床已达300多种,还能成套地提供生产线,同时又为增产电视机、洗衣机和录音机等提供了大量必需的机械加工设备,来满足人民生活的需要。还生产了纬编机、梳毛机、卷烟机、饺子机、注塑机等二类机械产品。不少机床厂还开展了承接旧机床的维修和改装业务。

在积极开辟国外市场,扩大出口贸易中机床工业作出了贡献。我国从1957年就开始出口机床产品,已经有二十多年的历史。这期间,尤其是实行对外开放政策以来,机床产品的出口有了大幅度的增长,水平也在逐步提高。在出口的机床产品中,既有钻床、牛头刨床、车床、铣床和磨床等普通低中档产品,也有少量的座标镗床、高精度车床、高精度磨床、高精度滚齿机、数控机床和加工中心等比较高级,精密的高档产品;既有单机,也有中、小型成套设备等。产品行销世界五十多个国家和地区,包括一些工业发达的国家和地区,有些

产品在国际市场上还赢得了声誉和好评。

为进一步扩大对外贸易和提高科学技术水平，便于“工贸”结合，联合对外，机床工业成立了机床公司，还选定了上海机床厂、沈阳第一机床厂、大连机床厂、昆明机床厂、宁江机床厂和济南第一机床厂等实力较雄厚的骨干厂赋予直接对外经营机床出口的外贸自主权。还通过接受外商来函、来样、来料、来件加工订货或补偿贸易等多种方式与国外有关机床厂商进行生产合作。到目前为止，已与国外约 20 家名牌机床厂建立了合作关系，若按协议实现每年返销量可达 2000 台以上。如济南第一机床厂与日本山崎厂合作生产的 MAZAK 和 MATE 普通车床已形成批量生产的能力，1982 年已返销 146 台。

（二）我国机床产品的水平、存在问题与今后发展方向

1. 我国机床产品的水平

建国三十多年来，我国的机床工业经历了从无到有，从小到大，从粗到精的发展过程（发展概况见参考资料），目前已形成了一个产品门类比较齐全，生产和科研体系比较完整，全国布局比较合理的行业。每年平均可提供产品一千多种，十万台左右的机床，并能成套地装备机械制造工厂。如为第二汽车制造厂提供了成套的机床装备 364 种 7664 台。其中专用机床 291 种，组合机床 501 台，组合机床自动线 35 条，回转体自动线 6 条，重型机床 15 种 29 台。使第二汽车厂机床设备的国有化率按数量计达到 98% 以上。

我国的机床产品，还改变了大量进口的面貌，并有部分出口。我国除了能批量生产普通机床外，还能生产各种大型、重型、精密、高精度机床，各种专用机床，组合机床，生产线和自动线，数控机床，加工中心等高档机床产品，并且部分产品达到了国际先进水平。如有武汉重型机床厂生产的 C61200 型（ $\phi 2000 \times 10000$ 毫米）和 C61315 型（ $\phi 3150 \times 16000$ 毫米）重型车床；C61400 型（ $\phi 4000 \times 20000$ 毫米）超重型车床；CQ52100 型（ $\phi 10000$ 毫米）立式车床；T6920 型落地镗铣床（铣轴直径为 320 毫米，镗杆直径为 200 毫米）；重庆机床厂生产的 YG3780 型（ $\phi 800$ 毫米）高精度蜗轮滚齿机；北京机床研究所生产的 DG5432 型高精度座标电火花加工机床和 Jcs—018 型立式加工中心（ 1200×450 毫米）；青海第一机床厂生产的 XHK—754 型卧式加工中心：能自动定位，自动换刀，自动切削，刀库容量为 30 把，在一次装夹中可完成多个侧面的铣、钻、镗、铰、攻螺丝等多种工序的加工，还可以通过萤光屏显示全部加工数据；还研制了 30 多种高精度机床，如 S1—222 高精度磁盘车床，MGD2110 型高精度内圆磨床，新系列小型座标镗床和磨床，QG495 型大面积光栅刻线机等。

我国机床产品的质量也在不断提高，特别是 1979 年以来，产品质量有了很快的提高，到 1981 年已有 5 个机床产品获得国家金质奖章，24 个产品获银质奖章，质量信得过产品有 172 种。到 1982 年，产品的精度储备量提高到 25~30% 左右，主要零件的主要项目合格率达 90% 以上，噪声降到 83 分贝以下。一等品和优等品的产品在不断增加，产品质量在稳步提高。

我国的机床产品经历了仿制、改型到自行设计的过程，初步培养了一支技术队伍，全机床行业有职工 \times 万人，其中工程技术人员 \times 万人。建立了北京机床研究所，广州机床研究所，大连组合机床研究所，苏州电加工机床研究所等，综合机床研究所和一批厂属专业研究所，并且全国有几十所大专院校建立了机床与制造工艺专业。它们为我国机床产品的设计、研究打下了一定的基础。并且还形成了高等院校—研究所—工厂所组成的三结合研究体系。它们互相

配合，互相促进，保证了我国机床科研工作的顺利发展。

尽管如此，当前我国机床产品的水平相当于中等偏上水平。

2. 存在问题和今后发展方向

(1) 机床产品的水平低。现有的近千种通用机床产品中，五十年代水平的约占15.7%，六十年代水平的约占37.5%，七十至八十年代水平的约占48.4%。大部分是五十至六十年代水平的产品。这部分产品的结构陈旧，性能差，工艺落后，耗能大，自动化程度低，经济效益差。在225个机床厂中能承担难度较大的产品设计的不到半数。因此，必须坚决淘汰陈旧落后的产品，改革较好的产品，研制先进的产品。目前国外机床技术的发展主要是大力发展各种数控机床和加工中心。可是，我国的数控技术还很落后，生产的数控机床和加工中心还很少。为改变我国机床产品的落后面貌，必须加快数控、高精度机床的发展和运用，更新面大、量广的产品，推广“模块化设计”。目前，国外机床行业已广泛应用“模块化设计”。它具有加快产品更新换代，缩短设计和试制周期，降低成本，使机床的性能容量稳定、可靠及可维修等优点。

(2) 生产工艺落后。长期以来，我国机床工业一直沿用五十年代的生产设备和工艺，至今改进不大。因此，必须改革或更新生产设备。对于改革的设备一般要求镗床能配上使用可靠、价钱便宜的数显装置；车床要有更广的万能性，并能改成简易数控机床；磨床要求高效率 and 光洁度等。要重视对铸造、锻造、焊接、热处理、电镀等基础工艺的改造，主攻床身、箱体、主轴、齿轮、丝杆等基础件和主要件的质量，要充实测试手段，加强试验基地。近几年来正在逐步采取措施，采用“ISO”国际精度标准。机械工业部规定，1983年开始出口机床一律按国际标准生产，到1985年全机床行业都按国际标准生产。

(3) 配套件的质量差和品种少。当前影响机床品种发展和产品质量提高的另一薄弱环节，是机床配套件的质量差，品种少。如液压系统的漏油，自动化元件不稳定等。据统计，与机床有关的配套件，除电机、电器外，约有轴承，液压元件等68大类。在近年来的产品更新换代中，由于主机水平不断提高，配套件的薄弱状态就更突出了。因此，为了进一步发展机床品种和提高产品质量，必须解决机床配套件这个薄弱环节存在的问题。

(4) 经营管理水平低。机床工业企业的组织管理机构还比较臃肿，条块层次复杂，并且管理人员的水平也较低，又缺乏现代化的管理工具和设施。如计算机，缩微机及通讯设备等，使企业的工作效率不高而决策过长。为加强计划经济，适应市场调节和出口外贸工作发展的需要，必须改变经营管理的面貌。要改革机构，并且采取一切措施，来扩大机床产品的出口，要以物美价廉的产品与世界各国竞争，并且要缩短生产周期，及时交货，信守合同，讲信誉，做好售前售后的服务工作，及时提供配件，及时帮助用户维修设备。

二、机床的技术经济指标

衡量一台机床的好坏是多方面的，对用户来讲，希望是物美价廉。物美指的是质量好，效率高，性能稳定可靠，操作方便，外形美观大方等优点；价廉指的是成本低，售价便宜低廉。对生产制造部门来讲，要求工艺性好，系列化、通用化、标准化程度高（简称“三化”），结构简单，重量轻等。这些具体要求组成了机床的技术经济指标。主要有工艺的可能性，加工精度与光洁度，生产效率，三化水平，寿命等。

(一) 工艺的可能性

工艺的可能性指的是机床适应不同的生产要求的能力。在设计制造时应考虑到机床能加

工的工序，使用刀具的种类和材料，被加工工件的类型和材料，加工精度和光洁度，适应的生产批量等等。

工艺可能性过窄，会使机床使用受到限制，过宽会使机床结构复杂。因此，在设计时必须进行充分的调查和分析，做出合理的判断。

(二) 加工精度和光洁度

机床的加工精度是保证加工工件形状和尺寸的正确性的性能。它决定于机床的几何精度，传动精度，静态刚度和动态刚度等。

机床的几何精度包括部件的准确性和各部件相对位置的准确性，为机床的加工精度提供保证条件。

传动精度是指工作部件间相对运动有严格要求的那些机床，其相对运动的准确性。它决定于传动系统的设计，传动件的制造精度和装配调整情况。

静态刚度指的是机床在受切削力和工件的重量作用时抵抗变形的能力。它越大，则在同样的作用力下，产生的变形越小，使机床能得到较高的加工精度。

动态刚度是指机床在周期性变化的力的作用下抵抗变形的能力，也就是抗震性。如机床在周期性变化的力的作用下产生显著的震动，不但不能保证加工精度和光洁度，还会损坏刀具和机床。

机床加工工件表面的光洁度是机床的主要性能之一，对于精加工机床尤为重要。影响加工工件表面光洁度的因素很多，除刀具的几何角度，加工材料性质等工艺因素外，还有机床的进给量，运动平稳性等。有关加工精度与表面光洁度的具体内容见参考资料。

(三) 生产率

在保证加工质量的基础上，机床的生产率应尽可能提高。

衡量生产率高低的方法很多，可以用单位时间内机床所能加工的工件数来表示：

$$Q = \frac{1}{T_{\text{总}}} = \frac{1}{T_{\text{切削}} + T_{\text{辅助}} + \frac{T_{\text{准·结}}}{h}} \text{件/小时}$$

其中Q——单位时间内机床生产的产品数量；

$T_{\text{总}}$ ——加工每一个工件的平均总时间；

$T_{\text{切削}}$ ——每个工件的切削加工时间；

$T_{\text{辅助}}$ ——每个工件的辅助时间如上、下料回程等；

$T_{\text{准·结}}$ ——每批工件的准备和结束时间，如装卸工夹具，调整机床等；

h ——每批工件的数量。

从上式可以看出：机床在单位时间内生产的产品数越多，则机床的生产率就越高。要想提高机床的生产率，可以采取减少 $T_{\text{切削}}$ 、 $T_{\text{辅助}}$ 、 $T_{\text{准·结}}$ 。如采用高速切削，多刀切削等措施来减少辅助时间，并且在机床结构上应考虑减少加工的准备和结束时间。

(四) 系列化、通用化、标准化程度

机床系列化工作包括系列型谱的制定和产品系列的设计。系列化的目的是在选择一个合理的方案时确定同一类型机床应有哪些规格和型式来满足国民经济各部门的需要。

机床部件采用了通用化后，可以扩大零件制造批量，既便于生产管理，又可降低生产成本和缩短生产周期，还能提高结构的可靠性。

机床零件标准化，有利于零件的集中成批、大批生产，在降低生产成本和缩短生产周期，提高材料的利用率等方面有着显著的经济、技术效果。

机床的系列化、通用化和标准化（简称“三化”）是密切联系的，品种系列化是部件通用化和零件标准化的基础，而部件的通用化和零件的标准化又促进和推动品种系列化工作。

（五）机床的寿命

机床寿命的长短是标志一台机床好坏的重要指标之一。如果机床零部件磨损很快，则机床就会很快丧失原有精度，这就需要经常地维修，因此很不经济。所以，设计制造的机床产品必须要充分注意结构的可靠性和耐磨性。对于导轨、轴承、齿轮等易损零件，要根据使用条件合理地进行设计，并采取相当的工艺措施以增加硬度，延长使用寿命。

（六）其他方面

机床操作必须方便、省力、安全，同时还要考虑到维修的方便。

机床制造工艺性要好，机床的重量要轻，占地面积要小，零件数目要少，成本要低，外形要美观大方等等。

三、机床的运动与传动机构

（一）机床的运动

机床主要是用以加工各种机器零件。它是用刀具通过切削的方法将金属毛坯加工成具有一定尺寸、形状、精度和表面光洁度。要充分发挥机床的使用价值，机床就必须要有刀具和刀具与加工件之间的相对运动。

机床所用的刀具，随着机床类型的不同，而各不相同。如车床用的是车刀，钻床用的是钻头，铣床用的是铣刀，磨床用的是砂轮等。（见第二章）

机床的运动指的是刀具和工件间的相对运动。它可以是直线运动，也可以是旋转的圆周运动。其他任何复杂运动都是由这两种运动合成的。而机床的运动从最简单的刨削加工到最复杂的齿轮加工也都是由这两种运动组成。机床的运动，按加工时运动的功能不同可分为工作运动和辅助运动两类。

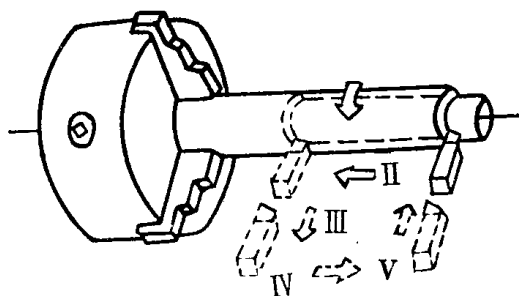
1. 工作运动

工作运动指的是机床在切削加工过程中形成工件表面几何形状所必须的刀具与工件之间的相对运动。它由主体运动与进给运动两部分组成。

（1）主体运动

主体运动指的是在工作运动中能以最大速度完成切削工作的运动。亦称切削运动

图 1-1 所示为在车床上车削工件时的运动简图。车削工件时，把它装夹在卡盘上，由车床主轴（图中未表示出来）带着一起作旋转运动 I。刀具装夹在刀架上，由刀架带着作直线运动 II，两者按一定规律配合，就能把工件车削成形。其中工件的旋转运动 I 是圆周的连续运动，一般速度都很高，而工件是由主轴带着来实现旋转运动的。机床的主要功率都消耗在主轴带动工件的旋转运动



I-主体运动、II-进给运动、III-退刀运动、IV-返回运动、V-进刀运动。

图 1-1 车床的运动

中。所以把主轴的旋转运动称为主体运动（简称“主运动”）。

机床的主运动有下列几个主要特点：

① 机床绝大部分的功率都消耗在这个运动中。在机床的产品样本或产品目录中，都表示有机床“主电动机功率”这项内容，它指的就是驱动机床主轴的运动所消耗的功率。

② 大部分机床的主体运动都是旋转运动。如表 1-1 所示车削时工件的旋转运动 V ，铣削时铣刀的旋转运动 V ……等。而少数机床（如刨床、插床、拉床等）的主运动是直线运动。如表 1-1 中刨削时刨刀（或工件）的往复直线运动 V 。

表 1-1 常用机床上的切削运动

| 加工方法 | 简 图 | 切 削 运 动 | |
|------|---|----------------|----------------------|
| | | 主 体 运 动 | 进 给 运 动 |
| 车 削 |  | 工件的旋转运动 | 刀具的直线运动 |
| 刨 削 |  | 刀具(或工件)的往复直线运动 | 工件(或刀具)的间歇直线运动 |
| 铣 削 |  | 刀具的旋转运动 | 工件的直线运动 |
| 钻 削 |  | 刀具(或工件)的旋转运动 | 刀具沿其轴线方向的直线运动 |
| 磨 削 |  | 砂轮(即刀具)的旋转运动 | 工件较低速的旋转运动和沿轴线的往复运动。 |

③ 主运动只有一个，如表 1-1 中车削、刨削、铣削、钻削、磨削时的主运动 V 都只有一个。

④ 主运动的大小可用切削速度“ V ”来衡量。

(2) 进给运动

进给运动指的是在工作运动中，使工件的新金属层不断地投入切削，以便切出整个工件表面的切削运动。亦称走刀运动。

图 1-1 为车床的运动简图，其中车刀对工件所作的直线运动“II”就是进给运动。

机床进给运动有下列几点特征：

① 大部分机床的进给运动都是直线运动。如表 1-1 中车削时车刀的直线运动 S ，牛头刨削时工件的间歇直线运动 S ，……等。而少数机床的进给运动是圆周运动。在表 1-1 中，外圆磨削时，工件除作直线进给运动外，还要作旋转的圆周进给运动 S 。

② 大多数机床的进给运动只有一个，少数是二个以上。如表 1-1 中的车削、刨削、铣削、钻削等机床的加工都只有一个往复直线进给运动 S ，而外圆磨削时，有旋转的圆周进给运动 S 和纵向往复直线进给运动 S 二个进给运动。

③ 机床的进给运动有连续的，也有断续（间歇、周期）的。如表 1-1 的车削、铣削、钻削、磨削中的直线进给运动是连续的，而刨削中的直线进给运动是间歇的。

④ 进给运动的大小可用进给量 S 来表示。进给量 S 指的是在切削加工过程中工件（或刀具）每转一转（或往返一次）时，刀具（或工件）相对移动一定的距离。

2. 辅助运动

机床的辅助运动指的是在切削加工过程中，实现机床辅助工作所必须进行的运动。如图 1-1 中车刀的退刀运动 III，返回运动 IV，进刀运动 V，都是车床的辅助运动。它的内容随着机床类型的不同而不同。另外各类机床的接通，断开，变速，换向等控制运动也是机床辅助运动的内容。

(二) 切削用量

切削用量指的是切削加工时的切削速度 V ，进给量 S 和切削深度 t （刀具切入工件的深度）三个要素的总称。它的大小对产品的生产效率，加工精度和光洁度有很大的影响。一般讲，在达到加工精度和光洁度时，切削用量越大，生产效率也就越高。所以，切削用量是反映机床产品性能和经济效益的一个重要指标（见参考资料）。

(三) 机床的传动机构

机床的传动机构指的是传递运动和动力机构，简称“机床的传动”。

机床要实现切削加工，就必须要有所需的各种运动，就要有提供动力的驱动装置（如电机），传递运动和动力的传动机构和使工件与刀具作相对运动的工作执行机构（如主轴，刀架和工作台等）。通过各种传动机构能把驱动装置和工作执行机构联系起来，就能使工作执行机构进行必要的运动。

机床的传动按结构特点不同分为：机械传动，液压传动，电气传动，气压传动以及由上述几种传动组成的联合传动（如机械——液压联合传动，机械——电气联合传动，电气——液压联合传动等等）。按传动速度的调节变化范围不同分为：有级传动与无级传动两种。

1. 机械传动：指的是应用机械零件（如皮带，齿轮与齿条，丝杠螺母等）传递运动和动

力的机构。它是目前机床上应用最广泛的一种传动机构，其中常用的有：皮带传动，齿轮传动，丝杠螺母传动，链条传动，离合器传动等（见参考资料）。

2. 液压传动：指的是应用液体（主要是矿物油）作为工作介质，通过液压元件（如液压油泵，液压阀和液压油缸等）来传递运动和动力的传动（见第三章）。

3. 电气传动：指的是应用电能通过电器元件来传递运动和动力的传动。它是机床传动机构中不可缺少的部分。如机床动力的供给，机床的操作（开、停、变速、换向等），照明，保险等。随着机床类型的不同，所用的电气传动也各不相同（见电工产品部分）。

4. 气压传动：指的是应用压缩空气的压力，通过气压元件来传递动力和运动的传动。它在机床的传递机构中的应用虽没有液压传动广泛，但也有一定的应用（见参考资料）。

5. 有级传动：也叫有级调速。指的是在一定转速范围内，速度固定分为若干级，而且每级的变换是不连续的传动。如某机床的主轴转速范围为 55.5—800 转/分，固定有 55.5, 98.5, 165, 269, 476 和 800 转/分六级，每级之间（如 55.5~98.5, 476~800）不是顺序连续的，而是断续的。又如表 1—8, CA 6140 普通车床的主轴转速，正转为 24 级，反转为 12 级，刀架进给量纵向、横向都是 64 级等，这些都是有级传动。如主轴转速在 10—1400 转/分的范围内，则有固定的 24 级正转转速……。

常见的有级传动有皮带传动，齿轮转动等多种。

6. 无级传动：也叫无级调速。指的是在一定转速范围内，速度可以调到任意一个数值。而且速度的变换可以连续的，为无限多的传动。如某机床的主轴转速范围为 55.5—800 转/分，在这范围内可以调到 55.5, 56, 57, ……790, 800 的任意一个速度级数，以便适应于最佳切削用量的选择。

组成无级传动的方法很多，常用的有电器、液压、机械等无级传动。目前广泛应用可控硅直流电机无级调速机构、机械无级传动的结构很多，但都是利用机械摩擦的方式来达到（见参考资料）。

（四）机床的传动系统与传动系统图

机床的传动系统指的是通过各种传动机构把机床主电动机与主轴或把主轴与刀架（或工作台）连成传递运动和动力的系统。也叫传动链。

机床在切削加工时，需要几个运动，就有几条传动系统，而把这些传动系统按一定规律互相联系起来，就组成了整个机床的传动系统。若机床切削加工时所需的运动越少，则其传动系统越少，机床的传动机构就简单，结构也就简单，生产制造周期就短，机床造价就低。反之结构就复杂，造价就高。

为便于分析、研究机床内部的传动结构，可以用简单的符号来表示机床的传动系统，这就是机床的传动系统图（见参考资料）。它反映了机床内部结构的复杂程度和性能，在机床产品的使用说明书中都绘制有整个机床的传动系统图。它是分析、研究机床结构和性能的工具。

四、机床的主要技术规格

机床的主要技术规格是机床产品样本、产品目录和使用说明书中不可缺少的内容。用以反映机床的主要工作性能、重量和外形轮廓大小；从中还可以看出机床的包装、运输、装卸、保管、安装和动力配备的情况；是设计、制造单位、使用部门、物资部门和其它管理部门等单位参考的技术资料；以便对机床产品进行科学的管理、合理的选用、合理的调拨、合理的

使用。

机床的主要技术规格包括：机床的基本技术参数，机床工作运动速度级数和调整范围，机床电动机的功率，机床的外形尺寸和机床的重量等内容。

（一）机床的基本技术参数

机床的基本技术参数可分为第一主参数与第二主参数。它是反映机床加工性能的参数。

1. 第一主参数

反映机床加工性能的主要数据称为第一主参数，简称“主参数”。如表 1—8 中的“在床身上最大工件回转直径 400 毫米”就是普通车床的主参数，反映普通车床所能加工的最大工件直径尺寸。不同类型的机床，主参数的内容各不相同，如铣床类机床的主参数多数用“工作台工作面的宽度”来表示，它是反映铣床所能加工零件最大宽度的尺寸。又如钻床的主参数一般都用“最大钻孔直径”来表示，用以反映钻床所能装夹刀具的最大尺寸等等。各类机床主参数内容见参考资料的附表 1。

机床的第一主参数是机床型号的组成部分，如普通车床的主参数“在床身上最大工件回转直径 400 毫米”，经 $\frac{1}{10}$ 折算后得“40”就直接反映在型号 CA6140 内。也就是说，机床的型号直接反映出了该机床主参数的内容。

2. 第二主参数

反映机床加工性能的次要数据称为第二主参数。如表 1—8 中的“最大工件长度（4种）750, 1000, 1500, 2000 毫米”。

机床第二主参数的内容，也是随着机床类型的不同而不同。它一般指的是主轴数，最大跨距，最大工件长度，最大切削长度，最大磨削长度，工作台工作面长度及最大模数等（具体内容见辅导材料的附表（1））。

（二）机床工作运动速度级数及调整范围

机床工作运动速度级数及调整范围指的是机床主体运动和进给速度级数及调整范围。它包括机床主轴和刀架（或工作台）的工作运动速度级数及调整范围。它反映出了机床切削用量的范围，以供用户选择和使用。如表 1—8 中的“主轴转速（正转 24 级）10—1400 转/分，刀架进给量：纵向（64 级）0.028—6.33 毫米/转，横向（64 级）0.014—3.16 毫米/转”等。

（三）机床电动机的功率

机床电动机的功率指的是主电动机的功率，即主要消耗在主体运动中的功率，如表 1—8 中的“机床主电动机功率为 7.5 千瓦”。它反映了机床动力部分的功率，是用户选用机床，使用机床时选择动力配备的重要依据。

（四）机床外形尺寸

机床外形尺寸指的是机床的长、宽、高的外形轮廓大小，如表 1—8 中序号 4 的“2668 × 1000 × 1190 毫米”。

机床外形尺寸是反映机床外形轮廓大小的数据，是选择机床的包装、运输、安装和仓库管理等工作的重要数据。

（五）机床的重量

机床的重量指的是整台机床的净总重量。如表 1—8 中序号 5 的“2010 公斤”。它是反

映整台机床总重量的数据，也是选择机床的包装、运输、装卸、安装以及仓库管理等工作的重要依据。

五、机床的分类

(一) 机床分类的意义

解放三十多年来，我国的机床产品已发展到一千多个品种，对于这么多的机床品种，为了区别、使用、管理、计划分配（或调拨）、订货、科学研究和设计制造，就必须对它进行科学的分类。它的分类方法很多，有按机床的加工性质和所用刀具分类的，也有按机床的工作精度，本身重量和加工工件重量、万能程度、机床的布局等分类的。下面介绍几种常用的分类方法。

(二) 几种常用的机床分类方法

1. 按机床的加工性质和所用的刀具不同分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨（插）床、拉床、超声波及电加工机床、切断机床和其它机床十二大类。

目前我国机床型号中所用的各类机床就是用这个方法分类的。

2. 按机床的工作精度不同可分为普通机床，精密机床和高精度机床三类。

普通机床指的是普通精度级别的机床，包括普通车床、钻床、镗床、铣床、刨（插）床等。

精密机床主要包括磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床和其它各种精密机床。

高精度机床主要包括座标镗床、齿轮磨床、螺纹磨床、高精度滚齿机、高精度刻线机和其它高精度机床等。

3. 按机床本身的重量和加工工件的重量不同可分为仪表机床、轻型机床、中小型（一般）机床、大型机床、重型机床和特重型机床等。见表 1—2。

表 1-2 按机床重量分类

| 机 床 类 型 | 重 量 标 准 | 精 密 与 高 精 度 机 床 |
|-----------|---------|-----------------|
| 仪表机床 | | |
| 轻型机床 | 2吨以下 | |
| 中小型（一般）机床 | 10吨以下 | |
| 大型机床 | 10—30吨 | 10—20吨 |
| 重型机床 | 30—100吨 | 20—60吨 |
| 特重型机床 | 100吨以上 | 60吨以上 |

4. 按机床布局不同可分为卧式（如卧式升降台铣床），立式机床（如立式车床，钻床等），台式机床（如台式钻床等），单臂机床（如单臂刨床等），龙门机床（如龙门刨床，龙门铣床等），摇臂机床（如摇臂钻床等），单柱机床（如单柱座标镗床等），双柱机床（如双柱铣床等），马鞍机床（如马鞍车床等），落地机床（如落地镗床等）等等。

5. 按机床万能程度不同可分为通用机床，专门化机床，专用机床和组合机床四种。

(1) 通用机床。亦称万能机床。它的特点是加工范围广，适应能力强。可以加工各