

中等专业学校教学用书

金属切削机床

上册

纳尔强著

机械工业出版社

16
1

出版者的話

本書系根据苏联国立机器制造書籍出版社 (Машгиз) 1956 年出版的、納尔强 (А. Г. Налчан) 著 [金屬切削机床] (Металлорежущие станки) 一書譯出; 原書系按苏联汽車工业部教育司 1954 年所批准的教学大綱編写而成, 作为机器制造中等学校 [金屬冷加工] 專業学生 [金屬切削机床] 課程的教本。

本書簡單而扼要地介紹了各种金屬切削机床, 机床的典型零件和典型部件, 电气设备和液压傳动, 机床的調整計算, 和机床零件与部件的强度計算等。

本書还介紹了机床結構和操縱方面的最新成就, 提高机床生产率和利用率的科学分析方法, 工件和刀具在机床上的安装和固定, 以及工人的技术安全等。

本書分上下册出版, 上册包括1~11章。

苏联 А. Г. Налчан 著 'Металлорежущие станки' (Машгиз 1956 年第一版一書中的第一章~第十一章)

* * *

NO. 1810

1958 年 8 月 第一版 1958 年 8 月 第一版第一次印刷

787×1092 ¹/₁₈ 字數 321 千字 印張 14 ¹/₉ 0,001— 8,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价(10) 1.80 元

目 次

緒論	1
第一章 机床概論	5
1 金屬切削机床的分类	5
2 金屬切削机床的編号	5
3 机床主要运动的分类	7
4 机床的傳动系統圖	8
5 机床傳动鏈結構式	9
6 主軸轉速, 双行程数和进給量的数列	11
7 切削速度射綫圖	17
8 決定傳动比的圖解分析法	18
9 交换齿輪挂輪架	26
10 挂輪架交换齿輪的选择	27
11 机床用对数圖表和其繪制	31
第二章 机床的典型零件和典型机构	38
12 床身和導軌	38
13 軸和主軸	39
14 机床中的軸承	41
15 皮帶傳动	43
16 鏈条傳动	44
17 齿輪傳动和蝸杆傳动	45
18 齿条傳动	48
19 絲杠傳动	49
20 周轉傳动	50
21 摩擦傳动	52
22 联軸器	56
23 反向机构	59
24 变速箱	60
25 进給箱	63
26 棘輪机构	66
27 凸輪机构	67
28 馬氏間歇机构	68
29 制動器	70
30 定程器	71
31 連鎖机构	73
32 机床的操縱設備	74
33 机床的潤滑	79
34 机床工作时的冷却	82

35 机床各机构和整个机床的效率	83
36 曲柄-连杆机构和摆杆机构	85
第三章 机床的电力传动和电气操纵设备	86
37 机床的传动	86
38 三相鼠笼式异步电动机	87
39 鼠笼式异步电动机的电气机械性能	88
40 机床所需功率与电动机功率的决定	91
41 直流并激电动机	92
42 直流并激电动机的电气机械性能	93
43 应用发电机-电动机组的机床驱动系统(列奥纳特系统)	94
44 埃里尔型电子-离子驱动	95
45 机床电动机的手动控制设备	96
46 电力传动的中间接触控制设备	98
47 机床的自动控制设备	100
48 机床电气设备的接线图	102
49 机床工人的电气保安	103
50 机床电气化的发展	103
第四章 机床液压传动和液压传动的操纵设备	105
51 概论	105
52 油泵	106
53 液压发动机	109
54 液压系统中的配油装置	113
55 调压阀	114
56 调整机床机构运动速度的装置(调速阀)	116
57 机床机构移动长度的调整	118
58 液压制动器	118
59 液压传动控制板	119
60 机床液压夹具	119
第五章 螺絲車床	121
61 車床的分类	121
62 車床上所能完成的工作	122
63 車床的主要部件	123
64 1A62車床的传动系统图	124
65 工件在車床上的安装和夹紧	127
66 刀具在車床上的安装和夹紧	132
67 車床上的主要运动和几种定义	133
68 車床进行各种不同工作时的调整	134
69 切削力, 切削力矩和切削功率的基本计算	141
70 車床的效率	144
71 机床的生产率	144

72 机床的生产特性	145
73 车床生产率提高	147
74 新型车床	148
75 机床工人的安全技术	150
第六章 万能镗齿车床	153
76 镗齿车床的用途及其所能完成的工作	153
77 镗齿车床的主要部件和其传动系统图	154
78 镗盘铣刀时刀架的传动	156
79 镗直齿圆柱铣刀时刀架的传动	158
80 镗螺旋齿圆柱铣刀时刀架的传动	158
第七章 立式车床和花盘车床	161
81 立式车床的用途和其主要部件	161
82 立式车床的传动系统图	162
83 双柱式立式车床	164
84 花盘车床	165
第八章 六角车床	167
85 六角车床的用途和应用范围	167
86 六角车床的主要部件及其用途	167
87 六角头转动机构的工作	168
88 棒料的送料机构和夹紧机构	170
89 六角车床的传动系统图和其主要部件的工作原理	171
90 六角车床按零件制造工艺过程的调整	174
第九章 半自动和自动车床	177
91 自动和半自动车床的定义	177
92 单轴多刀半自动车床	177
93 制造零件的工艺过程——调整自动机的基础	183
94 单轴转塔自动车床	184
95 调整自动机用的工艺资料和零件加工工艺卡片	189
96 在已定的工作规范下单轴自动机的生产率	197
97 加工单件毛坯的多轴半自动机	198
98 多轴棒料自动机	202
99 专用车床的工作原理	213
第十章 鑽床	216
100 鑽床的分类	216
101 单轴立式鑽床	218
102 多轴鑽床和其工作原理	225
103 摇臂鑽床	227
104 鑽床夹具	230
105 鑽-銑半自动机	231
106 連續作用式六轴半自动立式鑽床	232

第十一章 鏜床	234
107 鏜床的分类	234
108 万能卧式鏜床	234
109 立式鏜床	241
110 金刚石鏜床	243
111 坐标鏜床	246

緒 論

在機器製造業的各部門中，有一個直接生產國民經濟任何部門中所用的機器的部門，這就是機床製造業。任何機器的全部零件大約有一半左右須在金屬切削機床上加工。沒有機床製造業所製造出的金屬切削機床，要想製造其他任何機器是不可能的。

所有現代的各種機器可分為兩種基本類別：**動力機**——用來把一種形式的能轉換成另一種形式的、使用比較方便的能的機器，**工具機**——用來進行一定工作的機器，所以又稱為**工作機**。任何一部結構完全的工具機都是由動力部分、傳動部分和執行部分所組成。

工具機的头兩個組成部分(動力機構和傳動機構)是用來帶動執行機構進行工作運動的部分，也是工作機的基本部分。而且工具機的所有零件之間都是有相互聯繫的。

金屬切削機床是專門用來加工金屬的工具機，其目的是使被加工的機器零件，得到工作圖上所規定的形狀。

金屬加工在現代機器製造中包括的範圍很廣。

例如，在專門的鍛造機、沖壓機和軋壓機上進行鍛造和沖壓過程，使已加熱的毛坯得到所需的形狀和尺寸，這都屬於金屬加工的範圍。冷沖壓，壓花和鍛鍛應用也很廣。這些所謂金屬壓力加工的生產方法，在機器製造業中占有很大的和獨立的地位。但是金屬切削冷加工，即在金屬切削機床上從毛坯取下切層的加工方法，仍然是金屬加工當中的一種最普遍的方式。

圖1所示為古代加工木料的車床；在這種車床上，車工用腳通過弓架傳動工件運動，同時又借握在工人手中的刀具加工工件。其中動力工作和執行工作全部是由人本身來完成。這種形式的車床存在了很長一段時期。

在機床發展過程中，引起變革的最突出的事件是自動刀架的發明。也就是把機床設計成工人在機床上進行工作的時候，不與正在切削的刀具直接接觸。但是，這種機床還不是自動的，因為機床在進行工作時還需要有人看管。

發明自動刀架機床的榮譽應屬於俄國的機械師、出色的工匠、彼得一世的親信車工安得列依·康斯坦丁諾維奇·那爾托夫(Андрей Константинович Нартов)。

1712年在彼得一世皇家工廠車工 А. К. 那爾托夫所製造的這種機床，至今還保存



圖1 十八世紀腳踏繩索弓架傳動式車床。

在列宁格勒的[埃尔米塔日](Эрмитаж)博物馆中。

由技术发展史大家也可以知道,在 A. K. 那尔托夫发明自动刀架之后过了 86 年,即在 1798 年,英国人亨利·莫德斯才第一次创造出有刀架的金属车床,但是还没有自动机构。

图 2 所示为 A. K. 那尔托夫自动刀架靠模车床的传动系统图,图 3 为其外观图。

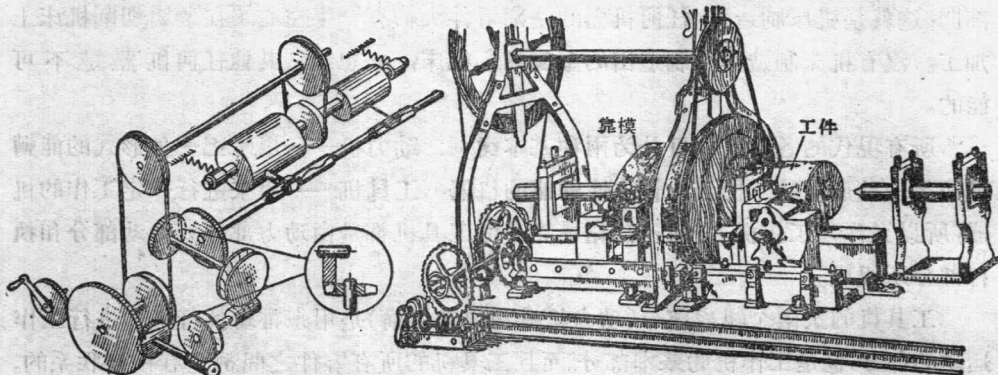


图 2 那尔托夫靠模车床的传动系统图。

图 3 那尔托夫的靠模车床。

在十八世纪和十九世纪初叶,俄国的机床制造业在新型机床的创造上,特别是在 1812 年的卫国战争时期解决国家生产任务的问题上,都取得了很大的成就。大家都知道,为了保证军队弹药的供应,俄国工业在这时期中就不得不把军火生产发展到空前未有的规模。乌拉尔工厂制造出了将近一千万发炮弹,而且天才的机械制造者们发明和制造了许多军火生产用的特种机床;其中有些机床就其设计的新颖来说,构成了俄国技术史中的一个重大时代。

除了以上所举出的出色的机床制造工匠安得列依·那尔托夫之外,在机床制造方面还有士兵发明家雅可夫·巴基谢夫(Яков Батищев),他制造了加工枪筒用的 12 轴和 24 轴机床。俄国的天才机械师还有:列夫·沙巴金(Лев Собакин)、阿列克塞·苏尔宁(Алексей Сурнин)、雅可夫·里昂节也夫(Яков Леонтьев)、斯杰潘·特烈古鲍夫(Степан Трегубов)、尼基达·巴忽烈夫(Никита Бахурев)、保维尔·扎哈夫(Павел Захав),等等,创造了各种新型机床,使那个时期的技术更为丰富。

在机床制造历史上占有特殊地位的俄国天才学者米哈伊尔·华西里耶维奇·罗蒙诺索夫(Михаил Васильевич Ломоносов)发明了加工金属球面镜的球面车床。

俄国机械师们在机床制造方面的工作和发明曾经发展到这样大的程度,以至祖国的机床制造业,在那个时期中能够增长到其他任何国家所没有的规模。但是沙皇政府对机床制造的发展不给予任何的重视,而宁愿从国外进口机床。甚至在第一次世界大战期间内俄国只有极少量的机床。在 1913 年俄国总共生产了 1940 台机床,仅占整个俄国机器制造业总产值的 1%。

在沙皇俄国几乎没有专门的机床制造厂。机床都是由一般的机器制造厂制造。机床制造业发展的落后表明了沙皇俄国的整个落后性。

由于偉大的十月社会主义革命胜利的結果，机器制造业，包括机床制造业在內，在俄国才得到了很大的發展。苏联共产党和苏联政府考虑到机器制造业在社会主义經濟中的重大作用，所以保证了祖国的机器制造业以空前未有的速度發展。

圖 4 所举出的机床生产量圖表說明了机床制造业的显著增漲情况。

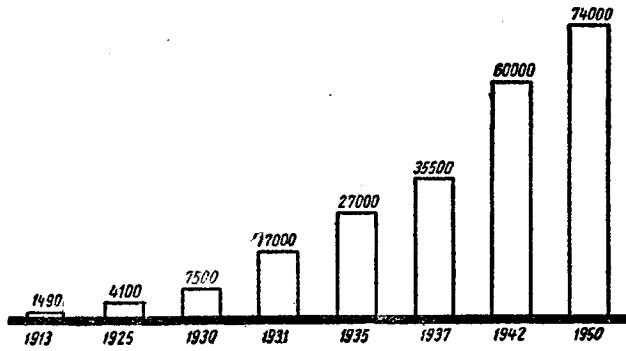


圖 4 苏联机床年产量圖表。

现在我国能够制造出各种最复杂的机床，由最复杂的一般型式的机床和最复杂的自动靠模铣床起，到自动綫和世界上第一个制造活塞的自动工厂为止。

机床制造技术發展的同时，在机床研究工作方面的科学工作也有相当的增加。許多設計局和金属切削机床实验科学研究院（ЭНИМС）都在为苏联机床制造业的进一步發展而工作。

許多高等技术学校，包括莫斯科斯大林机床工具学院在內，都在培养許多新的机床制造方面的人材，發展与机床有关的科学。

我国学者基庫辛（В. И. Дикушин）院士，技术科学博士阿切尔康（Н. С. Ачеркан）教授，烈謝托夫（Д. Н. Решетов），夏烏米揚（Г. А. Шаумян），等等，在机床运动学和机床計算方面完成了許多很有价值的著作。

生产革新者们：斯大林獎金获得者、車工鮑特开維奇（Г. С. Борткевич），貝可夫（П. Б. Быков）等等把金属切削科学和实践方面都向前推进了一步。車工科列索夫（В. А. Колесов）提出新的大走刀高速切削法，使高速切削工作法在机床上有更大規模的应用。

現代金属加工工业为国民經济的一切部門服务。根据生产綫的大小可分成三种生产方式：單件生产、成批生产和大量生产。

單件生产 單件生产的特点是每种产品的出产数量不大。所以單件生产主要是应用万能設備，以便在同一工作地上調整机床完成各种不同的工序。

成批生产 成批生产的特点是同类的产品分成小批或甚至大批出产。根据每批产品的数量，可分成小批生产、中批生产、大批生产。

成批生产工艺过程的特点是工作組織要非常完备。在成批生产中，專用設備和万能設備都使用。

大量生产 大量生产就是零件和机器的出产量很大，而且出产的产品都是相同的。

大量生产工艺过程的特点，是要有严格的节奏性和工艺过程的完备性。

大量生产中，在生产该类产品全部时间内，每一个工作地点上的工序不变。大量生产中所用的机床和设备没有通用性，而且在生产过程中不允许调整。所以大量生产中主要是应用专用机床来完成工艺过程中的各个工序。

因此，每台机床都有一种专门的用途，这种用途也就决定了机床的应用范围和工作条件，因而也就决定了机床的结构形式和使用性能。

第一章 机床概論

1 金屬切削机床的分类

一切金屬加工机床,可以根据各种不同的特点分类,例如,机床的用途,自动化的程度,保証被加工表面的光潔度,工作精度等。

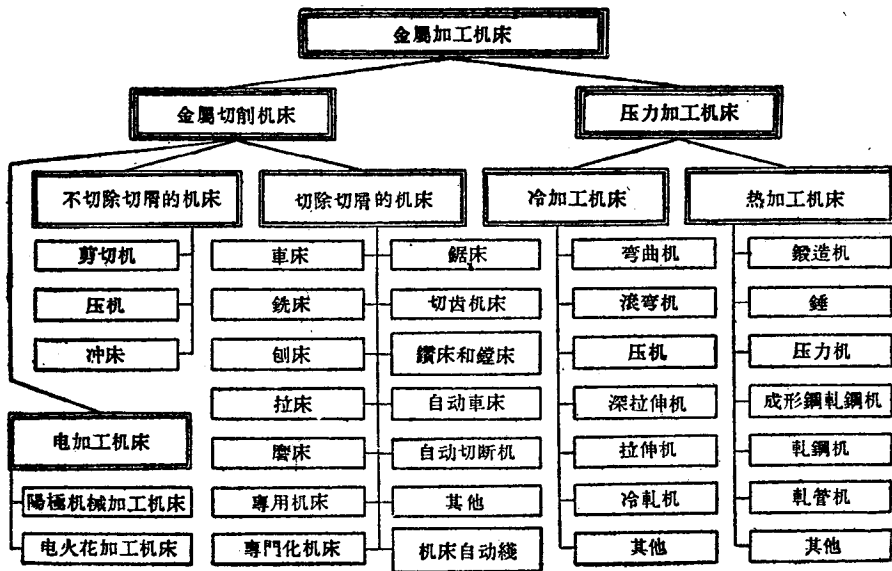


圖 5 金屬加工机床的总分类表。

圖 5 是金屬加工机床按照技术特点的总分类表。在此分类中,包括了金屬加工範圍內所采用的各种主要类型的机床。在本書的相应各章中,將对各种类型的机床,作进一步的探討,不屬於金屬切削机床类的各种机床本書不討論。

2 金屬切削机床的編号

資本主义国家各公司对机床的編号,实际上是在机床的名称之外,采用一定的数字或数字和字母相組合的代号。各型机床的这种代号編入机床样本、广告和有关文件之中。同时,每个公司都按自己的办法对本公司所出产的各型机床編号,而缺乏統一的系統。

苏联金屬切削机床实验科学研究所破天荒地提出了金屬切削机床的編号表,为全苏机床制造厂所采用。这个表格的特点是它在縱向和橫向都分为九个部分,其中載有机床的特性(表 1)。金屬切削机床实验科学研究所的編号表只适用于通用机床。

机床編号表 1 中有直行 I 和橫行 II。直行 I 內为各主要类型机床的号碼和名称,

表1 金屬切削机床的編号

机床	II		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	I										
車床		自动机床与半自动机床									
	1	單軸	多軸	六角車床	鑽孔-切 斷車床	立式車床	普通車床 和平面 車床	多刀車床	專用車床	其他各式 車床	
鑽床和鏜 床	2	立鑽	單軸半自 動	多軸半自 動	單柱坐标 鏜床	搖臂鑽床	鏜床	金剛石鏜 床	臥式鑽床	其他各式 鑽床	
磨床和拋 光机床	3	外圓磨床	內圓磨床	荒磨床	特种軸磨 床	←	工具磨床	帶有長方 形或圓 形工作 台的平 面磨床	研磨机和 拋光机	其他各式 用磨料 加工的 机床	
組合机床	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
齒輪和螺 紋加工 机床	5	圓柱齒輪 刨床	傘形齒輪 切齒机 床	圓柱齒輪 和花鍵 齒機	蝸輪滾齒 机	齒端倒圓 机	螺紋銑床	齒輪精加 工机床	齒輪和螺 紋磨床	其他各式 齒輪和 螺紋加 工机床	
銑床	6	升降台式 立銑床	連體銑削 銑床	—	靠模銑和 雕刻机	無升降台 式立銑 床	龍門銑床	万能銑	升降台式 臥銑	其他各式 銑床	
刨床, 插 床和拉 床		龍 門 刨									
	7	單柱	雙柱	橫向刨削 (牛頭 刨床)	插床	臥式拉床	—	立式拉床	—	其他各式 刨床	
切割机床		切 斷 机 床					鋸 床				
	8	用車刀切 的	用砂輪切 的	用光滑圓 盤或細 齒圓盤 切的	校直切料 机	帶鋸	圓盤鋸	弓鋸	—	—	
其他	9	管接头和 管子加 工机床	鋸条切齒 机床	校直机- 和無心 荒車床	—	工具試驗 机床	—	—	—	—	

在橫行 II 內为表示机床主要性能的號碼。

假若需要决定万能銑床的代号。根据机床名称可以找到銑床类的相应代号为 6；然后，沿此橫行向右找出「通用万能銑床」，直行上与它相应的號碼为 7。因此，万能銑床的相应代号为 67，其中头一个数字代表机床类别，而第二个数字表示机床的性能。

在現有机床的代号中常遇到三个或四个数字，而且有时还碰到数字和字母相組合的代号。

机床代号中的字母，以及第三和第四位数字均未列入机床編号表，各机床制造厂都按照自己的办法来决定。

例如代号 6120 代表有 20 种轉速的升降台式立銑床；代号 6B82Г 是表示臥式銑床的，其中 B 表示改进型式，82 表示假定編号，Г 表示高尔基(Горький)銑床厂。对于特殊專用机床的代号如下：K-96 代表「紅色無产者」(Красный Пролетарий)工厂和机床的順序編号；E3-10 代表叶果利也夫(Егорьев)切齿机床厂和專用机床的順序編号……等。

3 机床主要运动的分类

金属切削机床的工作可分成几个阶段，这几个阶段总合起来便构成了机床加工某种产品的工作循环。例如，为要使车床工作，工人必须作开动机床的准备工作，调整机床至一定的切削速度和进给量，安装工具，装置毛坯，然后，开动机床，加工工件，停止机床，把刀具退到原始位置，取下加工好的工件。在这个循环内又可分为切削工作和辅助工作两部分，切削工作是工件旋转（主运动）和刀具移动（进给运动）的配合运动所完成的工作；辅助工作就是机床的调整（准备工作）和机床机构所作的空程运动。

自动机调整、开车和检查之后，每循环内的工作阶段如下：刀具自动趋进毛坯（刀具空程运动），切削（主运动和进给运动的配合），自动退出刀具（刀具空行程）。因此，自动机需要有准备工作阶段（调整），此后机床的工作循环便自动地完成。

自动机在取得合格零件以前的机床调整过程，常称为机床的〔不稳定期〕；机床的生产率不能在这个期间内来判定。在取得合格产品后机床连续工作的时期，叫做机床工作的〔稳定期〕；在这个时期中就可以判定机床的生产率。如果零件需要在机床的几个工位上依次进行加工，机床工作的不稳定期也可能发生在机床的全部调整之后。例如，多轴自动机的不稳定期是从工作开始继续到加工出第一个合格的工件为止，此后便进入连续出产工件的稳定期，在此期间内可以决定机床的生产率。在机床自动线上，不稳定期是从自动线开动以及毛坯依次进入全部工位时起，到出产第一个零件为止，此后便进入了连续出产零件的稳定期，在这个期间中可决定机床线的生产率。

在机床工作稳定期间内，机床各机构有两种主要运动形式：刀具和毛坯运动所组成的切削运动，和机床分配机构为实现毛坯和刀具空行程所组合成的辅助运动。

在金属切削机床上，切削运动可用不同的方法组合而成：毛坯的旋转运动和刀具的直行运动（车加工）；刀具同时作旋转和直行运动而毛坯固定（钻孔）；刀具旋转和毛坯的直行运动（铣平面）；刀具作旋转和直行运动毛坯作旋转运动（铣螺紋）；毛坯作往复直行运动而刀具作周期性的直线运动（龙门刨床上刨削）；刀具作复杂的往复直行运动以及作与毛坯旋转相配合的转动（伞齿轮刨床），这样便形成了伞齿轮齿的复杂表面，等等。

机床分配机构的辅助运动可用各种不同的机构来完成，以实现刀具的空程运动，辅助运动有：快速直线运动（切刀的引进和引退）；快速旋转运动（转塔的转动）；工件周期性的直线移动（机床自动线）；毛坯周期性的转动（滚齿机的分齿动作）等。

因此，在金属切削机床上，形成被加工表面常常需要刀具和毛坯的旋转运动，直线运动和复杂运动的组合运动。

在工作过程中，毛坯和刀具的旋转运动一般是采用一定的角速度，或者一定的转数来完成，这样，可使旋转机构的结构最简单。同理，刀具和毛坯的直线运动也力求采用一定的速度。但是，把旋转运动变成往复直线运动的机构，常常不能使机床直

綫移動部分獲得均勻的速度。例如，牛頭刨床刨頭的滑塊機構使刀具的運動速度不均。液壓傳動可以得到均勻的直綫運動速度。

在某些情況下，直綫運動的刀具反要求作一定規律的不均勻的直綫移動，例如，車端面時需保持一定切削速度的情形下就須如此。另外，作直綫運動的刀具，在一個工作循環內要作不同的有規律的輪換運動時也是如此。這種輪換運動是用凸輪機構來實現的。例如自動機刀架的運動。

總之，機床各機構的旋轉運動和直綫運動，都是按照一定的運動規律來排列的。這些傳給刀具和工件的運動相互配合起來，結果就形成了被加工表面。

4 機床的傳動系統圖

任何帶有電動機、傳動機構和執行機構的現代機床，都是借一系列的各種不同的傳動節和傳動副所構成的。傳動節就是與其他零件相接觸的構件（絲杆和螺帽，推杆和結合子等）。兩個傳動節的結合，約制了它們的相對運動，就叫做傳動副。機床上要把電動機所發出的運動和力量傳給執行機構，就必須借助於這些傳動副。

金屬切削機床上，執行機構可以作各種複雜運動，以完成零件的各種加工過程，例如切齒，自動機的複雜工作等。

一般，傳動機構是位於機床電動機和執行機構之間。

為了顯著的表示機床上各中間機構的作用以及它們之間的相互聯繫，一般采用符號來代表機床中的各種實際機構。由電動機到執行機構之間各傳動副符號的綜合連系簡圖叫做傳動鏈。機床各機構全部傳動鏈的整體綜合連系簡圖，稱為機床的傳動系統圖。

顯然，繪制傳動系統圖，就必須遵守已經採用的代表傳動副原件的一些符號。這些標準符號可見蘇聯國家標準(ГОСТ)3450-52。

圖6所示的傳動系統圖，表明了T-4型車床由電動機到執行機構之間的各個機構。

假設，用齒輪的齒數或皮帶輪的直徑尺寸依次寫成一行，來表示運動鏈各傳動副之間的連接順序；並假定固定在同一軸上的傳動副原件的兩數字之間用[-]表示，對固定在不同軸上的傳動副原件兩數字之間加[×]號。

在圖上可以看出由電動機到執行機構之間運動傳遞的主要順序如下：

1) 電動機—— $80 \times 170 - 29 \times 41 - 13 \times 63$ ——主軸。如果將離合器A向右接合，則其餘機構不工作，因此，傳動副的這種組合法，便形成了電動機到主軸的運動鏈。這種傳動組合叫做傳動鏈。在這個傳動鏈中，中間機構（離合器，齒輪20—38—29）可以搬到不同的位置上，因而可使主軸得到六種不同的轉速。

2) 另一傳動鏈：主軸—— $31 \times 21 - 21 \times 18 - 18 \times 31$ （三星齒輪機構或反向機構）——（掛輪架齒輪） $a \times b - c \times d$ ——絲杠B × 開合螺母C ——刀架拖板。

因此，傳動副的這種組合形式，便形成了主軸到刀架拖板的進給傳動鏈。如果配

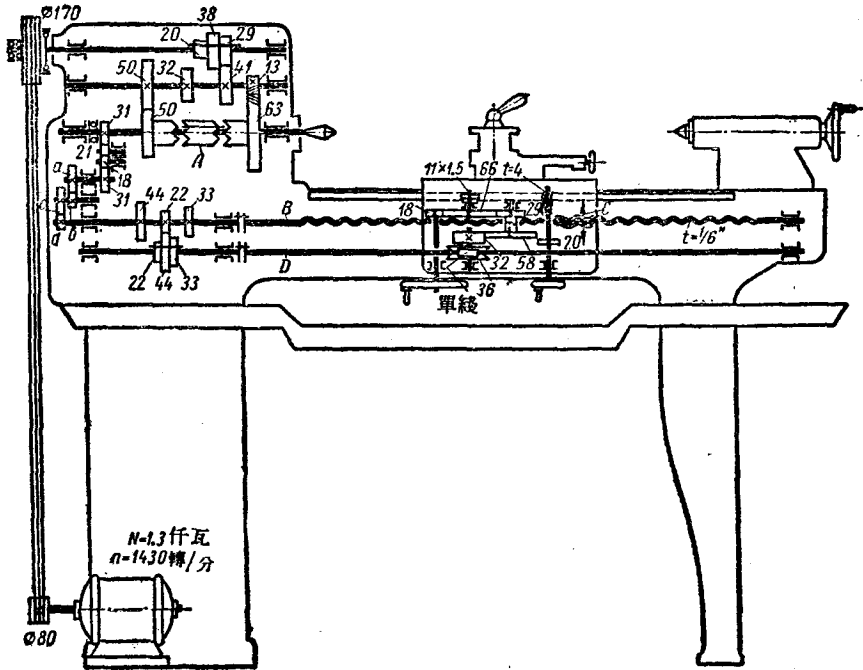


圖 6 T-4型車床的傳動系統圖。

換進給掛輪架的齒輪，或搬動三星齒輪機構，便可以使刀架上的刀具得到不同的進給速度，和作不同方向的縱向運動。用同樣的辦法可以擬出橫向進給傳動鏈。

利用傳動鏈分析了傳動系統圖之後，對各個部件和整個機床的工作性能，以及機床執行機構的運動方式，都有了一個明確的概念。

機床傳動系統圖繪制注意事項如下：機構各原件應畫入相應部件的輪廓圖形之內；同時綫條的粗細應大致按照以下比例；軸取 1，原件的簡圖取 0.5，機床輪廓綫取 0.25~0.3 軸綫的大小。

5 機床傳動鏈結構式

在機床的傳動系統中，計算傳動鏈是要使機床執行機構的工作保證準確。

在傳動的末端，執行機構要完成的運動有：移動，旋轉，運動的規律和運動的大小都可用結構計算公式來決定。

在每一個別情況下，計算公式又隨傳動鏈的結構和列入傳動鏈的傳動副來決定。

當然，在編寫傳動鏈計算公式時，必須根據機械原理的原則考慮到傳動鏈中各個傳動副的傳動比。

一般機床執行機構的最終移動量，取決於最末尾一個環節的移動，在數量上可用旋轉角速度或者移動直綫速度來表示，採用的計量單位有：每分鐘轉數，單位時間內的直綫移動量或者零件每轉的移動量。

由前面舉出的 T-4 型車床的傳動系統圖，可以寫出以下的結構公式，並且可根

据这些公式来进行相应的计算。

根据机床的传动链,编写结构公式和计算主轴转速。

电动机—— $30 \times 170 - 20 \times 50 - 13 \times 63$ ——主軸	} 关闭离合器 A 的第一方案
电动机—— $80 \times 170 - 29 \times 41 - 13 \times 63$ ——主軸	
电动机—— $80 \times 170 - 38 \times 32 - 13 \times 63$ ——主軸	
电动机—— $80 \times 170 - 20 \times 50 - 50 \times 50$ ——主軸	} 关闭离合器 A 的第二方案
电动机—— $80 \times 170 - 29 \times 41 - 50 \times 50$ ——主軸	
电动机—— $80 \times 170 - 38 \times 32 - 50 \times 50$ ——主軸	

计算公式为:

$$n_{\text{主軸}} = n_{\text{电动机}} \frac{80}{170} i_{\text{變速箱}}$$

式中 $n_{\text{主軸}}$ ——主軸每分鐘轉數; $n_{\text{电动机}}$ ——电动机每分鐘轉數;
 $i_{\text{變速箱}}$ ——變速箱的可變傳動比。

为了计算上的方便,宜于从传动链调整公式中分出结构式中的不变量,并把它们当做该传动链的系数计算。

$$n_{\text{主軸}} = n_{\text{电动机}} \frac{80}{170} i_{\text{變速箱}} = C_{\text{主軸}} i_{\text{變速箱}}$$

式中 $C_{\text{主軸}} = \frac{1}{170} \frac{430 \times 80}{170} = 673$, 可当做是主軸的固定傳動节。

主軸轉數可分示如下: $n_1 = 673 \times \frac{20}{50} \times \frac{13}{63} = 55.5$ 轉/分;

$$n_2 = 673 \times \frac{29}{41} \times \frac{13}{63} = 98.5 \text{ 轉/分};$$

$$n_3 = 673 \times \frac{38}{32} \times \frac{13}{63} = 153 \text{ 轉/分};$$

$$n_4 = 673 \times \frac{20}{50} \times \frac{50}{50} = 269 \text{ 轉/分};$$

$$n_5 = 673 \times \frac{29}{41} \times \frac{50}{50} = 476 \text{ 轉/分};$$

$$n_6 = 673 \times \frac{38}{32} \times \frac{50}{50} = 800 \text{ 轉/分}。$$

为了主軸轉數的计算比較准确,必須考虑皮帶的滑动,滑动量的大小与皮帶傳动的性能有关,一般为2~5%。

计算主軸每轉內刀架(用光杆 D 傳动)的移动量。

傳动鏈結構公式为:主軸—— $31 \times 21 - 21 \times 18 - 18 \times 31$ (三星齒輪機構)—— $i \times b - c \times d$ (挂輪架)—— 22×44 (進給箱)—— $1 \times 36 - 32 \times 58 - 29 \times 66$ (溜板箱)—— $11 \times$ 齒条。

主軸每轉內刀架縱向移动量 $s_{\text{縱向}}$ 的计算公式为:

$$s_{\text{縱向}} = \text{主軸 1 轉} \cdot i_{\text{三星齒輪}} \cdot i_{\text{掛輪架}} \cdot i_{\text{進給箱}} \cdot i_{\text{溜板箱}} \cdot C \text{ 公厘/轉},$$

式中 $C = \pi \cdot m \cdot z$ ——与齿条啮合齿輪的节圓周長;

$i_{\text{三星齒輪}}$ ——三星齒輪機構的傳動比;

$i_{\text{掛輪架}}$ ——挂輪架傳動比, $i_{\text{掛輪架}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$;

$i_{\text{進給箱}}$ ——進給變速箱齒輪的傳動比;

$i_{溜板箱}$ ——溜板箱的傳動比。

在此傳動鏈中， $i_{掛輪架}$ 和 $i_{進給箱}$ 是一可變量，決定於進給箱的換位方案和交換齒輪 a 、 b 、 c 和 d ，而其餘的傳動比均為定值。因此可改寫等式 $s_{縱向}$ ，分出可變量，代入不變量，並把它當作傳動鏈中的一個總係數 $C_{縱向}$ 來計算，可得：

$$s_{縱向} = \frac{31}{21} \times \frac{21}{18} \times \frac{18}{31} \times \frac{a}{b} \frac{c}{d} i_{進給箱} \frac{1}{36} \times \frac{32}{58} \times \frac{29}{66} \pi \cdot 1.5 \times 11$$

或者

$$s_{縱向} = i_{掛輪架} i_{進給箱} C_{縱向}$$

式中 $C_{縱向}$ ——縱向進給傳動鏈中的總係數，等於 $\frac{\pi}{9}$ ，或者

$$i_{掛輪架} i_{進給箱} \frac{\pi}{9} = s_{縱向}$$

這樣，如已知 $i_{進給箱}$ ，並且根據機床工作條件決定了 $s_{縱向}$ ，就可以計算出掛輪架交換齒輪的傳動比 $i_{掛輪架} = \frac{a}{b} \frac{c}{d}$ 。

由上例可看出，如果仔細分析了傳動系統圖和其傳動鏈，計算公式便不難寫出，而且可保證正確地解決機床機構運動的調整問題。機床傳動鏈的調整，是根據已知的主軸轉速或者刀具的移動量擬定機床傳動鏈方程式，然後，由傳動鏈方程式中分出不變量，再對可變傳動比解方程式，再以後或者選擇交換齒輪，或者確定變速箱齒輪的換擋位置。

在某些情況下，為了方便起見，傳動鏈方程式可從執行機構擬到運動的起始處，但是，可變傳動比的計算方法仍不改變。

6 主軸轉速，雙行程數和進給量的數列

在機床製造中變速箱應用最廣，主軸轉速是按照一定的規律改變的，這種規律應滿足機床合理使用的要求。

大家都知道，沒有事先給出條件，就不能隨便設計機床。設計機床時的主要條件之一，是機床主軸或刀具的最大轉速和最小轉速，這些轉速的給出是考慮在極限切削速度時，機床可能產生的工作情況，和刀具可能達到的切削質量。

切削速度級別降落的選擇必須合理，以使在機床主軸的各級轉速上，有同樣良好的工作條件。

主軸最大轉速與最小轉速之比稱為變速範圍：

$$\frac{n_{max}}{n_{min}} = R_n$$

如果考慮了工作條件，而用切削速度和被加工零件直徑 d 所表示的相應數值，代入上式替換轉速可得：

$$\frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{v_{max}}{v_{min}} \times \frac{d_{max}}{d_{min}} = R_v R_d = R_n$$

式中 R_v 和 R_d ——極限切削速度變速範圍和極限加工直徑的變化範圍。

因此，機床工作過程中，在切削速度變化範圍和直徑變化範圍之內，工人可用任何切削速度加工任何直徑的零件。但是這種情況只有用無級傳動（轉數變化平滑連