

鮑古斯拉夫斯基著

机床自动化



机械工业出版社

高等学校教学参考书

机 床 自 动 化

鲍古斯拉夫斯基著

赵 河 译



机械工业出版社

1960

出版者的話

本书是根据苏联A. C. Ачеркан教授主編“Металлорежущие стан-
ки”(Машгиз 1957 第一版) 第五篇譯出的。

书中闡述了自动化机床的分类、主要部件和机构、操縱及循环系
統、技术經濟指标，以及机床改装时的自动化問題。

书中还介紹了自动化流水作业綫和自动化流水生产、自动化机床
和自动作业綫的調整。

本书是高等工业学校机械制造专业的教学参考书，也可供机床設
計人員閱讀。

NO. 3168

1960年2月第一版 1960年2月第一版第一次印刷

787×1092 1/16 字数 235 千字 印張 97/8 0,001— 5,060 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(11) 1.70 元

目 次

第一章 自动化机床的分类	5
§ 1. 自动和半自动机床的用途	5
§ 2. 工艺方案	6
§ 3. 构造方案	8
§ 4. 对机床自动化的基本要求	8
第二章 自动化机床的技术经济指标	17
§ 1. 生产率和费用	17
§ 2. 自动化程度	20
§ 3. 主轴及位置数量	21
§ 4. 切削用量和机床使用方法	22
第三章 操纵系统和循环自动化系统。传动系统图	24
§ 1. 机械系统和凸轮驱动装置	29
§ 2. 液压、风动、电气和混合的自动化系统	35
第四章 自动化机床的主要部件和机构	61
§ 1. 总布局和基本件	61
§ 2. 卷料、杆料和管料的送进和夹紧机构	65
§ 3. 单件毛坯的送料和夹紧机构	71
§ 4. 主轴筒和主轴工作合	77
§ 5. 自动化机床的刀架及动力头	87
§ 6. 特殊装置	97
第五章 机床改装时的自动化	101
§ 1. 基本原理	101
§ 2. 机床自动化的例子	102
第六章 自动化流水作业线和自动化流水生产	119
§ 1. 总论	110
§ 2. 自动化作业线的基本类型	114
§ 3. 生产汽车发动机活塞的自动工厂	123
§ 4. 自动化流水作业线的初步计算	126
§ 5. 工艺准备	128
§ 6. 运输装置	129
§ 7. 操纵、互锁装置和信号装置	131
第七章 自动机床、半自动机床和自动作业线的调整	135
§ 1. 基本原理	135
§ 2. 切削用量的选择	139
§ 3. 多机床看管	152
§ 4. 存在的问题	154

第一章 自动化机床的分类

几乎在所有的现代化金属切削机床中，工作运动都或多或少地自动化了。自动化正在逐年地运用到更多的机床工序上，同时涉及到各种不同用途的机床——万能机床、专门化机床及专用机床。机床的自动化程度决定于机床的用途。

在不久以前，自动及半自动机床几乎都是专门用在零件的大批和大量生产中。近年来，自动化循环的机床也用在批量较小的零件制造中——这类机床的构造应该能适应迅速的重新调整。

自动及半自动机床首先是按加工方式及刀具类型来分类的(表1)——用于车削、铣削、钻削、镗削、磨削等等及综合加工的自动及半自动机床。自动化机床可以用来加工正常精度及高级精度的零件，也可以用来加工特别精密的零件。

表1 高度自动化机床(自动化第Ⅳ~Ⅹ组)

按刀具分	车削的 钻削的 铣削的 磨削的 电火花加工的 复合的	按精度分	正常精度的 高级精度的 特别精密的
		按自动化程度分	
按同时加工的工件数量分	一个工件	第Ⅳ组	半自动机床
	几个工件	第Ⅴ组	带自动检验的半自动机床
按刀具数量分	单刀的 多刀的	第Ⅵ组	连续作用的半自动机床
		第Ⅶ组	自动机床
		第Ⅷ组	带自动检验的自动机床
		第Ⅸ组	综合自动机床
		第Ⅹ组	带自动检验的综合自动机床

自动机床和半自动机床这两个术语的通用定义已在原书第79~80页●讲过。大多数现代化机床都可以适应按自动循环或接近于自动的循环来加工的工作。在改装现有机床时，应该广泛利用这种可能性。如果使装毛坯和取下零件的工作自动化，即当不需工人参加而能连续制造成组零件时，半自动机床就可以转变为自动机床。现在已有很多种解决这一任务的装置。利用这些装置，可以增加现有机床的自动化程度，以提高生产率和改善劳动条件。

自动和半自动机床是根据用途、工艺可能性、构造型式和其他特征(例如：布局、驱动装置类型、自动化基础等)来分类的。

§1 自动和半自动机床的用途

自动或半自动机床的构造型式，是根据它所生产的零件和产量决定的。

如果所设计的自动或半自动机床是用来大量生产一种一定的零件，它的构造就应该能够适

● 原书第79~80页的定义如下：一切基本运动和辅助运动都已自动化的机床称为自动机床。半自动机床在作完一个零件的工序循环后，即自动停车，然后要由工人取下作好的零件，安装并紧固下一个毛坯和开动机床以便对该毛坯实现同样的工序循环。——译者

应于該种零件的合理制造。

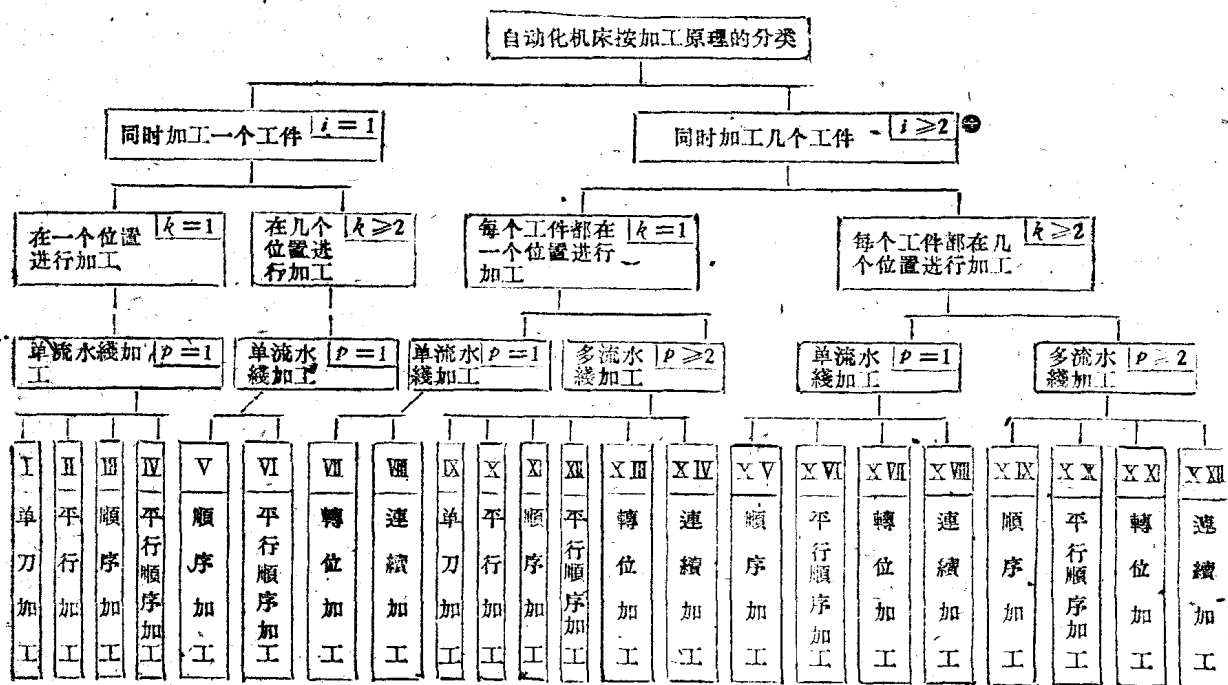
如果必須在自动或半自动机床上制造很多尺寸不同的零件，那就首先要选择所有的工作运动和机床各个部件的尺寸，使其有可能加工最大的零件。此外，还应该預先考虑到有可能根据零件的尺寸和合理的工艺过程来調整机床。

扩大在机床上加工的零件品种，将会使机床复杂化和使自动机床具有万能性。因此，自动或半自动机床的用途，是决定其工艺特征和构造特征的一个主要因素。能够有效地同时加工的工件数量，也要看这类机床的用途而定。

§2 工艺方案

按加工原理來說，自动化机床首先是用同时加工的工件数量 i 来表征的（見表 2）。现有的自动和半自动机床可以分为两类： $i = 1$ 及 $i \geq 2$ 的机床。

表 2



机床的工艺可能性决定于加工每个工件的位置数 k 。根据这个特征，可以把机床分为兩組： $k = 1$ 及 $k \geq 2$ 。因此，自动和半自动机床通常分为单軸及多軸的、单位和多位的。自动化机床可以是单流水綫的和多流水綫的（ $p = 1$ 和 $p \geq 2$ ）；每个工件可以在一个或几个工步中（ $n = 1$ 和 $n \geq 2$ ）用一把或几把刀具（ $m = 1$ 及 $m \geq 2$ ）加工。因此，可能有下列不同的加工原理：

- 1) 单刀加工——只用一把刀具来加工每一工件；
- 2) 平行加工——用几把至少在某段時間內同时工作的刀具来加工每一工件；
- 3) 順序加工——用几把相继順序作用的刀具来加工每一工件；
- 4) 平行順序加工——用几組刀具来加工每一工件，同时每組中的刀具是平行工作的，而各刀具組本身則是順序工作的；

- 5) 轉位加工——在毛坯和刀具同时作轉位运动的情况下，用一把或一組刀具来加工每一

表 3 工艺方案的典型实例

I 车床	II 多轴组合机床 (单元)	III 孔加工机床	IV 转塔车床	V 三轴拉床	VI 双轴组合机床
VII 转位机床	VIII 无心磨床	IX 多轴穿孔床	X 多轴成形切断自动车床	XI 双轴转塔车床	XII 双轴转塔车床
XIII 多轴转位机床	XIV 双流水线无心磨床	XV 多轴自动车床	XVI 多轴自动车床	XVII 双轴转位机床	XVIII 双轴转位机床
XIX 无心磨的自动作业线	XX 三流水线的自动作业线	XXI 双轴及流水线的转位机床	XXII 双轴及流水线的转位机床	XXIII 双轴及流水线的转位机床	XXIV 双轴及流水线的转位机床

工件;

6) 連續加工——在連續送进毛坯的情況下，用一把或几把刀具来加工每一工件。

主要工艺方案常有的加工原理如下:

a) 当 $i = 1$ 及 $k = 1$ 时，可能有单刀加工、平行加工、順序加工及平行順序加工;

6) 当 $i = 1$ 及 $k \geq 2$ 时，只可能有順序加工及平行順序加工;

b) 当 $i \geq 2$ 及 $k = 1$ 时，可能有一切加工方式;

r) 当 $i \geq 2$ 及 $k \geq 2$ 时，可能有除单刀加工及平行加工以外的一切加工方式。

工艺方案的典型实例列于表 3 中。

§3 构造方案

自动或半自动机床的构造方案是用下列特点来表征的: a) 布局; 6) 构造; b) 自动化原理及自动化程度; r) 驱动装置的类型。

按布局來說，这些机床可分为: 卧式、立式、傾斜式及复合式，并可能为单面、双面和多面的。

按构造來說，这些机床可能是由相互联系的部件組成的（联系构造）和由独立作用的部件組成的（組合构造）。

自动及半自动机床可按集中操纵及分散操纵来制成。在第一种情況下，操纵是以行程控制或時間控制来实现的，在第二种情況下，操纵是以行程控制来实现的（見第 24~29、42、47，以及原书 659~660 頁）。

按著者拟定的机床分类（見表 1），自动及半自动机床属于第 IV~X 类。

机床自动化可以在机械的、液压的、風动的、电气的及复合的基础上实现。

§4 对机床自动化的基本要求

对机床自动化的基本要求，首先决定于其专门化的程度。通常是万能机床的自动化最低，而专门化及专用机床的自动化最高。

由于自动化是提高生产率、減輕工人劳动和提高工件质量的非常有效的方法，最近在万能机床上也有广泛采用自动化的趋势。采用高速切削用量而不使輔助运动及操纵自动化，并不能減輕劳动条件（所有的运动都必须作得更加頻繁和更快），同时也不能完全解决提高生产率的問題。

新型苏联机床是在考虑到有可能把它們裝在自动化作业綫中而設計出来的。

当选择宜于用在万能机床中的自动化因素时，应该以下列各点为考虑的依据: 1) 生产率的增加; 2) 減輕劳动条件; 3) 自动化工序在总加工循环中的比重; 4) 利用的頻繁性; 5) 自动化机床准备時間（調配及調整時間）的增加; 6) 机床价格的增加。

自动化程度的正确选择，是通过确定能提供最高經济效果而同时看管又容易的方案来解决的。根据在万能机床上制造零件的单件時間的分析和观察这些机床工作的結果，找出了它們的自动化和机械化的內容如下（这种自动化和机械化的內容有經常增加的趋势）。

对于螺絲車床（見“紅色无产者”工厂出产的 1K62 及 1M620 型的叙述，原书第 39~43 頁）:

1) 速度和进刀操纵的机械化; 2) 采用溜板快速回程; 3) 精确停止溜板于最終工作位置;

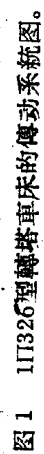


图1 1П326型轉塔車床的傳動系統圖。

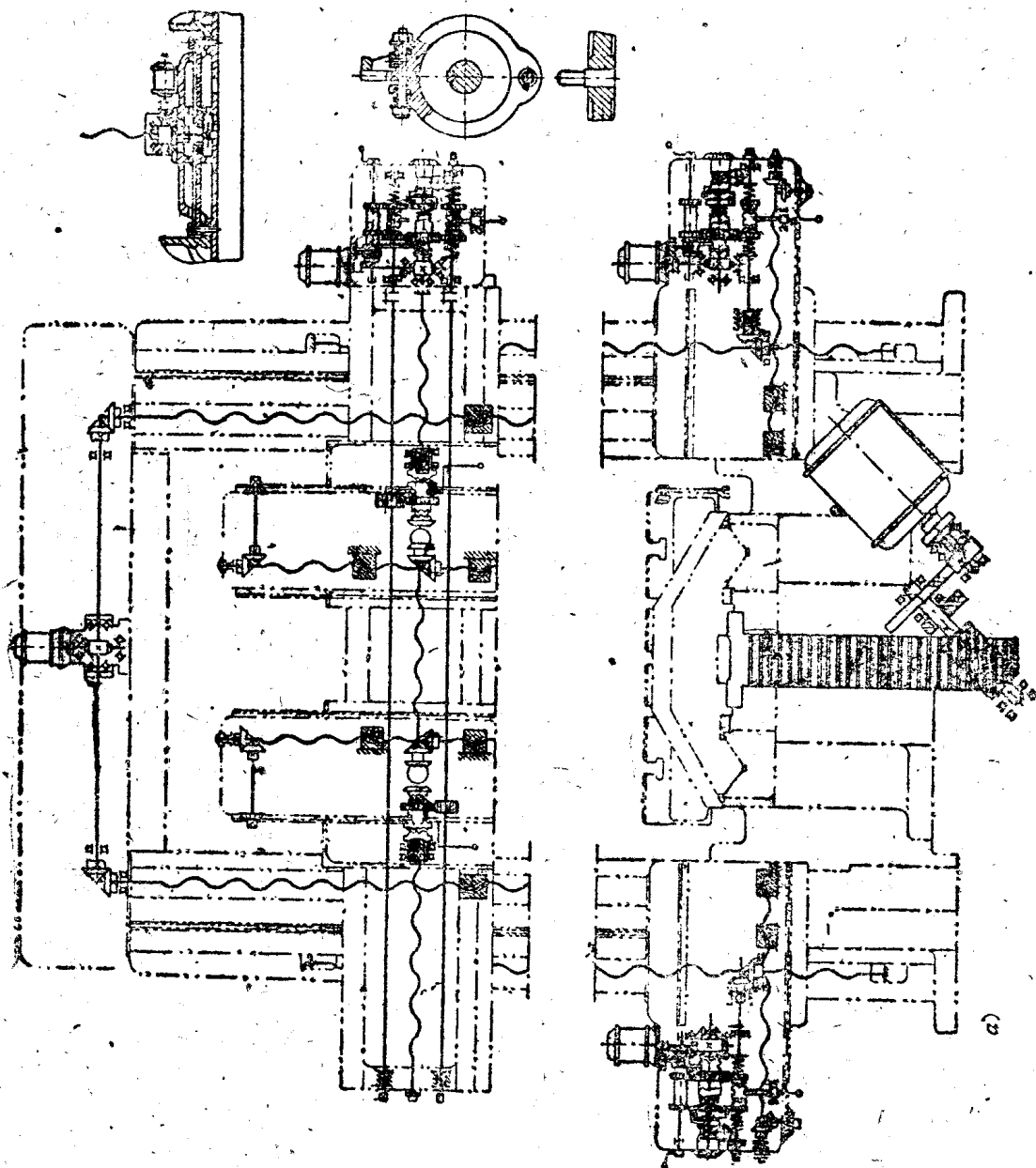
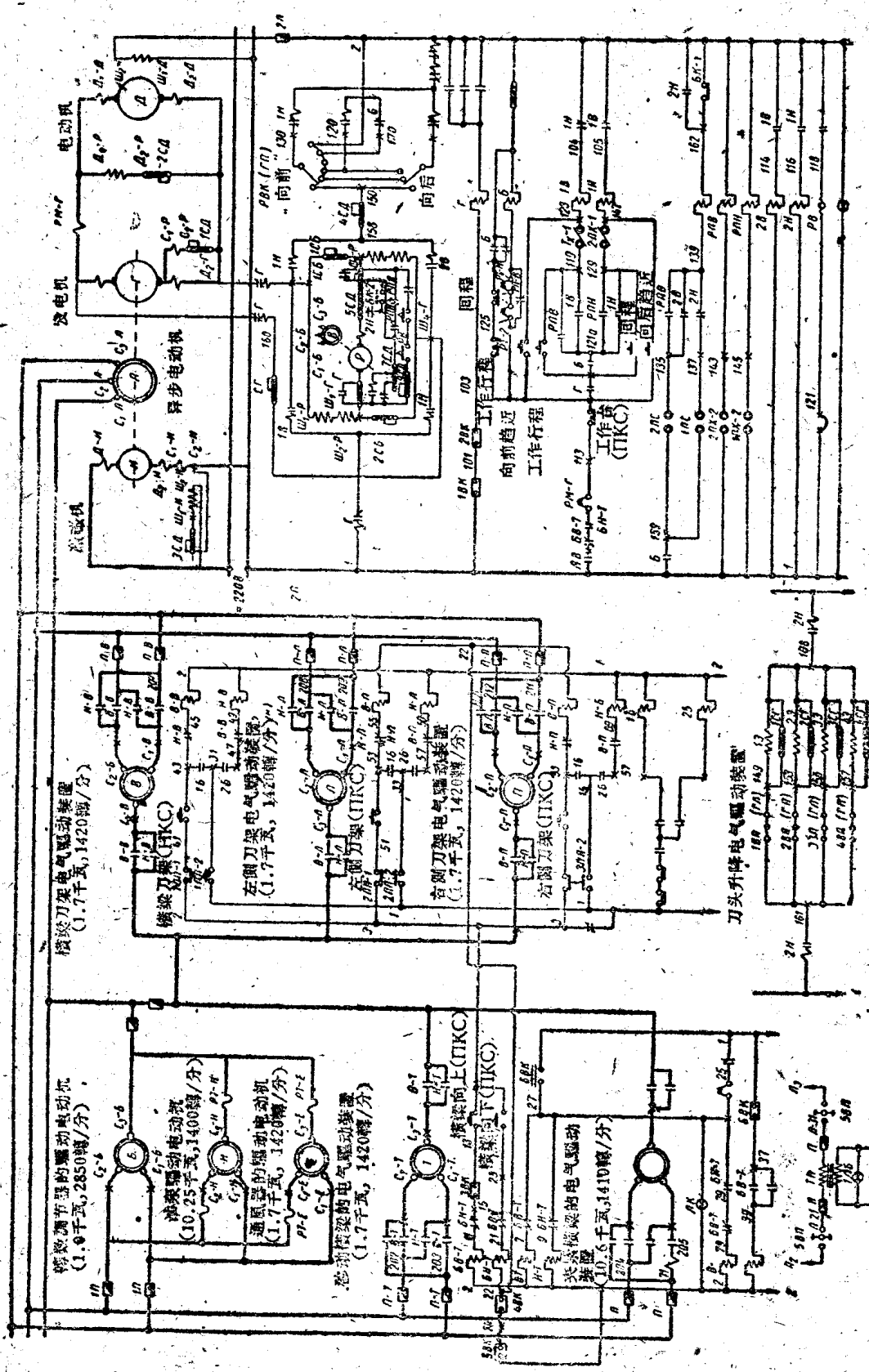


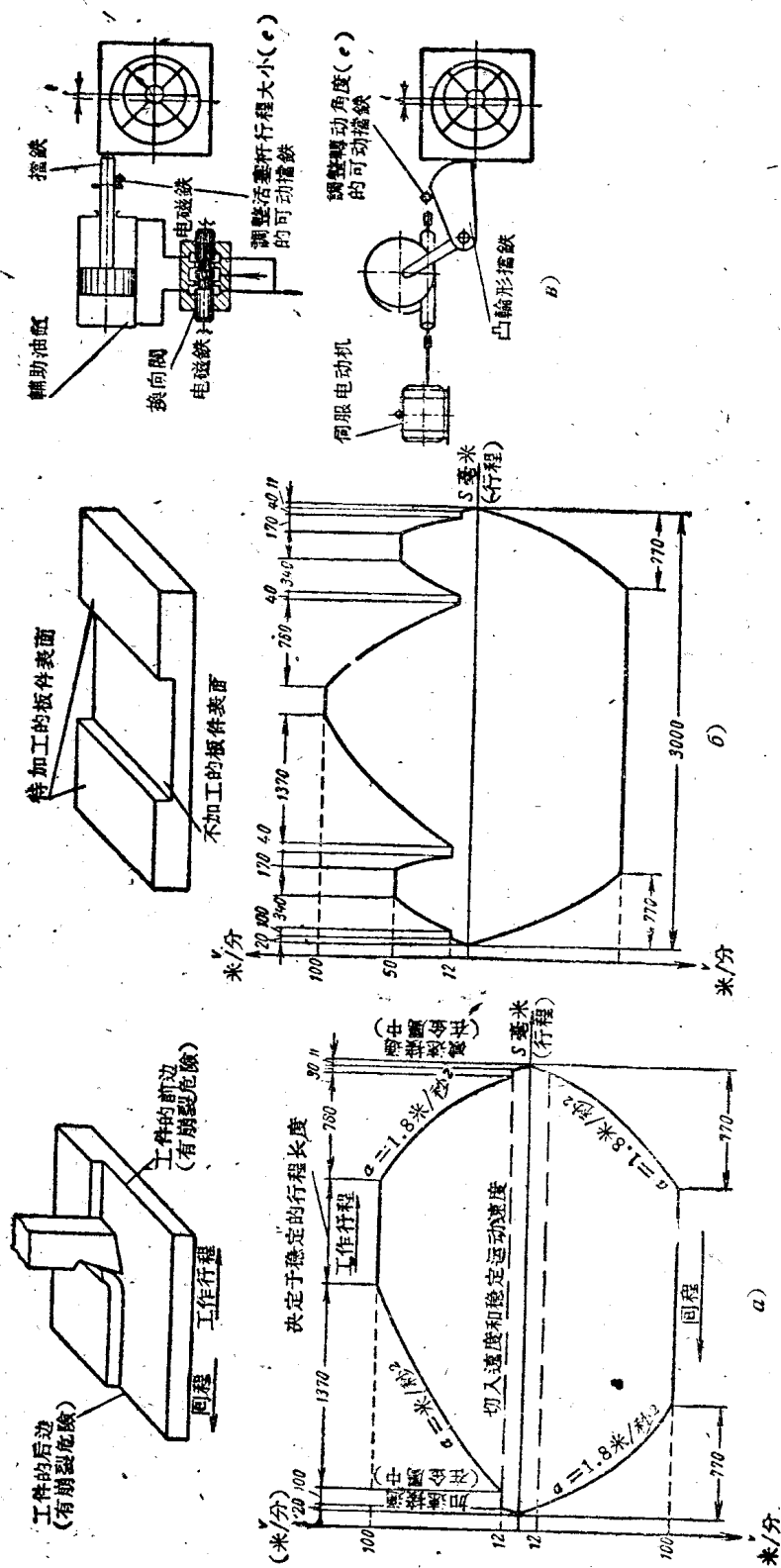
图2 伏洛希洛夫工厂7231型龙门刨床

的传动系统图和电气原理图。

(工作台的运动速度5~75米/分和行程速度15~75米/分的无级调节, 如果 $v \geq 15$ 米/分, 在换向前工作台速度的减慢; 切入时速度15米/分; 刀头用电磁铁抬起; 刀架的快速移动由冲动按钮实现; 横梁的移动和夹紧由单独电动机实现)。



6)



α ——当用切入及超程速度 $v = 12$ 米/分而在行程中点的最大速度 $v_{\max} = 100$ 米/分切削实体板件时； δ ——当切削有缺口的板件时； B ——自动调节速度的液压机构。

4) 車刀架轉位和定位的機械化; 5) 切螺紋時車刀退刀的自動化; 6) 一級或幾級的簡單循環的自動化, 在機床上裝上料倉裝置, 有時可能是有利的。最近, 無論是在蘇聯制或外國制的螺絲車床上, 都廣泛地利用自動仿形裝置。

對於轉塔車床 (圖 1): 1) 轉塔轉位時速度和進刀操縱的自動化; 2) 轉塔轉位和定位的自動化; 3) 杆料或單件毛坯送進和夾緊的機械化; 4) 精確停止轉塔和橫刀架於最終工作位置; 5) 轉塔的自動快速退回。

對於銑床 (見 6H82 型和 6H12 型的敘述, 原書第 125~128 頁): 1) 速度和進刀操縱的機械化; 2) 在縱向快速趨近、工作進刀和快速退刀部分的循環的自動化, 以及按 [擺動] 循環工作的自動化; 3) 橫向及垂直運動 (工作運動及快速調整運動) 的機械化; 4) 仿形工作的自動化。

對於刨床 (圖 2 及 3): 1) 在循環時期 (切入、工作行程、通過缺口及回程時) 切削速度的自動調節; 2) 橫梁的快速移動和夾緊的機械化; 3) 刀架的快速調整運動和退回的機械化; 4) 刀架停止於最終位置的自動化; 5) 按樣板工作的自動化等等。

對於鑽床: 1) 速度及進刀操縱的機械化; 2) 半自動加工循環 (快速趨近、工作進刀、停止、轉換為快速退回、停止在原始位置)。

對於中型鑽床, 分次鑽孔的半自動循環可能是適當的 (快速趨近、鑽第一部分孔時的工作進刀、快速退回到原始位置、轉換為快速趨近、鑽下一部分孔時的工作進刀、快速退回、以此類推)。

蘇聯戰後型號的搖臂鑽床及臥式鏜床, 其自動化程度也相當高。

對於外圓磨床: 1) 工件速度和進刀操縱的機械化; 2) 砂輪頭架運動的自動化 (快速趨進、工作進刀、在最終位置處停止進刀、停留、快速退回及停止在原始位置); 3) 修整砂輪的機械化或自動化; 4) 自動送進砂輪以補償其磨損。

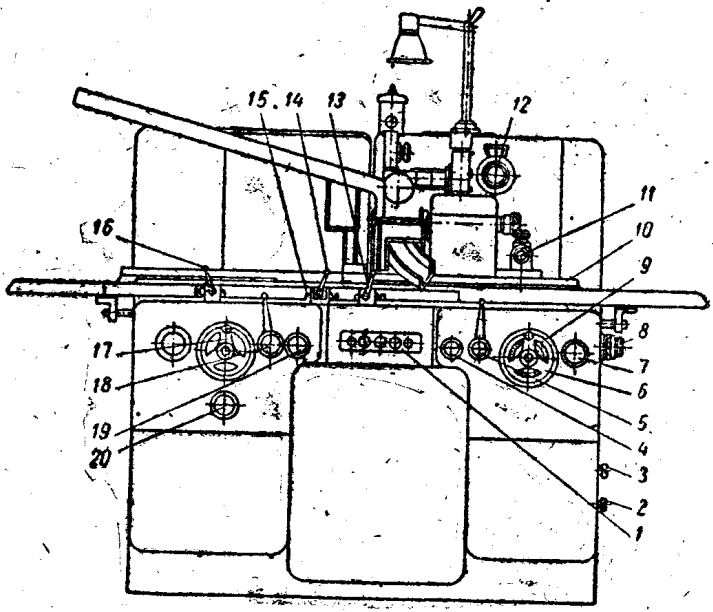


圖 4 a 3153B 型外圓磨床外形圖:

- 1—按鈕站; 2—帶測量裝置或「碰到剛性擋鐵而作用」的工作用量轉換器; 3—斷流器; 4—每次進刀 2.5 微米的砂輪進刀手柄; 5—快速退出和快速趨近手柄; 6—砂輪手進刀手柄; 7 及 8—調整手進刀擋鐵和剛性擋鐵的手柄; 9—砂輪進刀刻度盤; 10—轉動工作台的螺絲; 11 及 12—送進修整滾的手柄和調節切入速度的手柄; 13、14 及 16—調整換向擋鐵的手柄; 15—擋鐵的千分調整螺絲; 17—用手移動工作台的手柄; 18、19 及 20—換向、自動走刀和調節工作台行程的手柄。

在某些新型磨床中, 特別是在內圓磨床中, 採用了測量加工表面的裝置 (用粗量規測定孔之後, 就發出修整砂輪和改變切削用量的命令; 在精量之後, 砂輪頭架就退回到原始位置)。在專門化機床中, 有時用料倉裝置 (圖 4)。

對於平面磨床: 1) 工件速度和進刀操縱的機械化; 2) 零件加工的半自動循環; 3) 修整砂輪的機械化或自動化; 4) 自動補償砂輪磨損; 5) 料倉裝置等等 (見原書 180~183 頁關

14

对于齿輪加工机床 (見原书第 259~267 頁关于 E3-9、5A150、5B325 等型机床的叙述):

- 1) 切削輪齒的半自動循環; 2) 快速趨近、工作進刀、快速退回; 3) 分度的自動化 (在按分度法工作的機床中); 4) 料倉裝置 (用於小模數齒輪生產中)。

用得最多的各类万能机床及各种被广泛采用的机床的上列自动化内容，是主要的。已经安装在苏联工厂中的机床，也是按这个途径来改装的。安装、紧固、取下工件以及检验尺寸的时间消耗最大；在使万能机床机械化和自动化时，对这些問題应特别的注意。

对重型和高精度（精密）机床提出了对自动化的特殊要求。

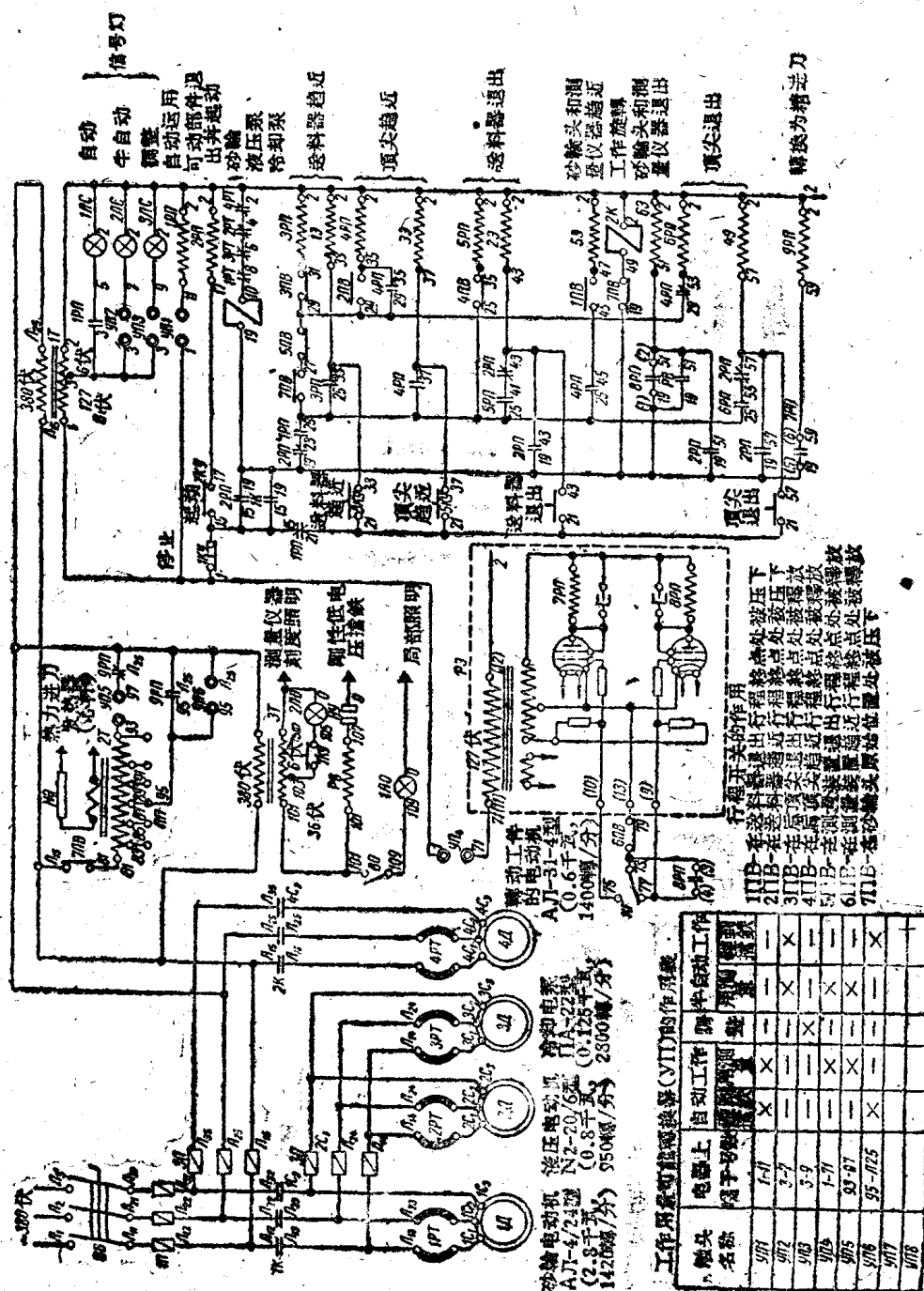


图4-6 具有解合装置和自动工作循环的3153B型外圆磨床的电气原理图。

大型、重型及稀有机床[●]的自动化程度，应该高于普通机床，因为重型机床和在重型机床上加工的零件尺寸大，而不得不把操纵集中起来，往往还要用双重操纵。

重型机床的自动化，不仅是由于力求提高生产率，而且还为了保证可靠的使用条件和改善工作条件。应该特别注意运送、安装和紧固工件的一切动作的机械化，调整运动的机械化（在某些场合下还要注意于其自动化），速度和进刀的远距离操纵以及其调节、起动和停止的远距离操纵；也要特别注意采用自动化装置来检验机床最重要部分的工作情况（例如，导轨、轴承等的温度），和检验润滑、冷却、夹紧等等系统作用是否可靠。

重型机床自动化的例子列于图5中。该机床有下列特点：远距离操纵；在两面起动主轴；用伺服电动机调节速度和停止主运动的驱动电动机；冲击起动；快速和慢速调整滑块和刀架的运动；自动同步装置驱动刀架移动量远距离测量器的计算机构；电气仿形装置；横梁和龙门架移动；龙门架和横梁自动夹紧；导轨和主轴用液压千斤顶卸载；10个用来测量各摩擦工作表面温度的电阻温度计；机床各个器官运动为电气互锁和有限程器。

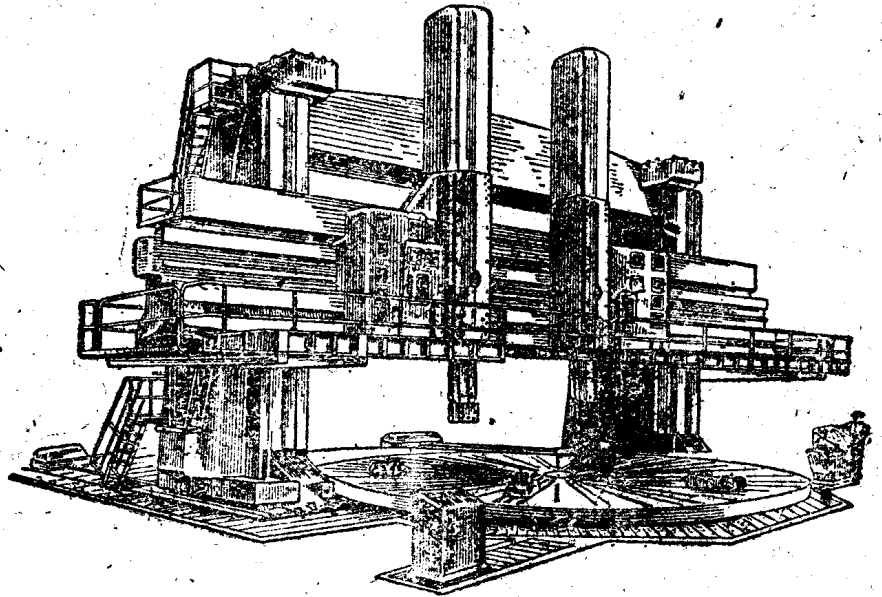


图5 柯洛明斯基工厂出产的轉盤直徑为8750毫米的1591型龙门式立式車床外形图。

高精度机床（图6）的自动化程度，决定于是否必须获得公差范围很窄（ $\pm 0.5 \sim 10$ 微米）[●]和表面光洁度高（ГОСТ2789-51规定的10~12级和更高的光洁度等级）的零件。这样高的要求，只有在消除了热变形的影响、采用了在工作时测量加工表面的特殊装置和自动调节规定工艺过程的主动检验方法时，才能自动地得到保证。

可以用敦得薩工厂的2A470型座标镗床（图6）作为精密机床自动化的一个例子。在这种机床中，当达到所需孔深后，主轴进刀即自动停止，工作台可在纵向和横向作快速和慢速移动。最重要的装置是预选座标和自动停止工作台于规定位置的读数系统，该系统是用感应发送器来使其工作的。

电感读数是以下列原理为基础的。在工作台上紧固有由螺距为5毫米的通过螺母所构成的发送器。发送器具有线圈，在线圈中产生磁力线。螺距相同的螺丝銜铁穿过时，发送器就用

● 根据苏联金属切削机床实验科学研究所拟定的分类，重量不超过10吨的机床为普通机床，重量超过10吨的为重型机床，而在重型机床中，又分为大型的（10~30吨）、重型的（30~100吨）及特重型或稀有的（100吨以上）机床。

● 原书为士（0.5~10微米）似有誤。——譯者

电感应器的指针定出零位置，这时螺母螺纹扣和螺絲銜鉄螺纹扣的端面之间的間隙最小，同时这一情况在螺絲銜鉄每经过一个螺距时都要重复出现。

因为发送器是紧固在移动着的工作台上的，所以就可以每隔 5 毫米定出工作台的精确位置。在小于 5 毫米（不超过 1 微米）范围内的工作台的位置调整，是如下进行的。轉动螺絲銜鉄并按刻度盘观察轉动。当带发送器的工作台移动时，发送器就定出零位置，这样就产生了連續不断的座标讀数刻度；而电感应器只有在所需螺纹扣之前，由选定座标时自动調整的擋鉄接通。

在发送器上装有两个微动开关，这两个开关是在工作台运动时通过杠杆系統而依次动作的：第一个在达到所需移动量之前 2.5~3 毫米时，脫开快速行程电磁鉄；第二个微动开关在达

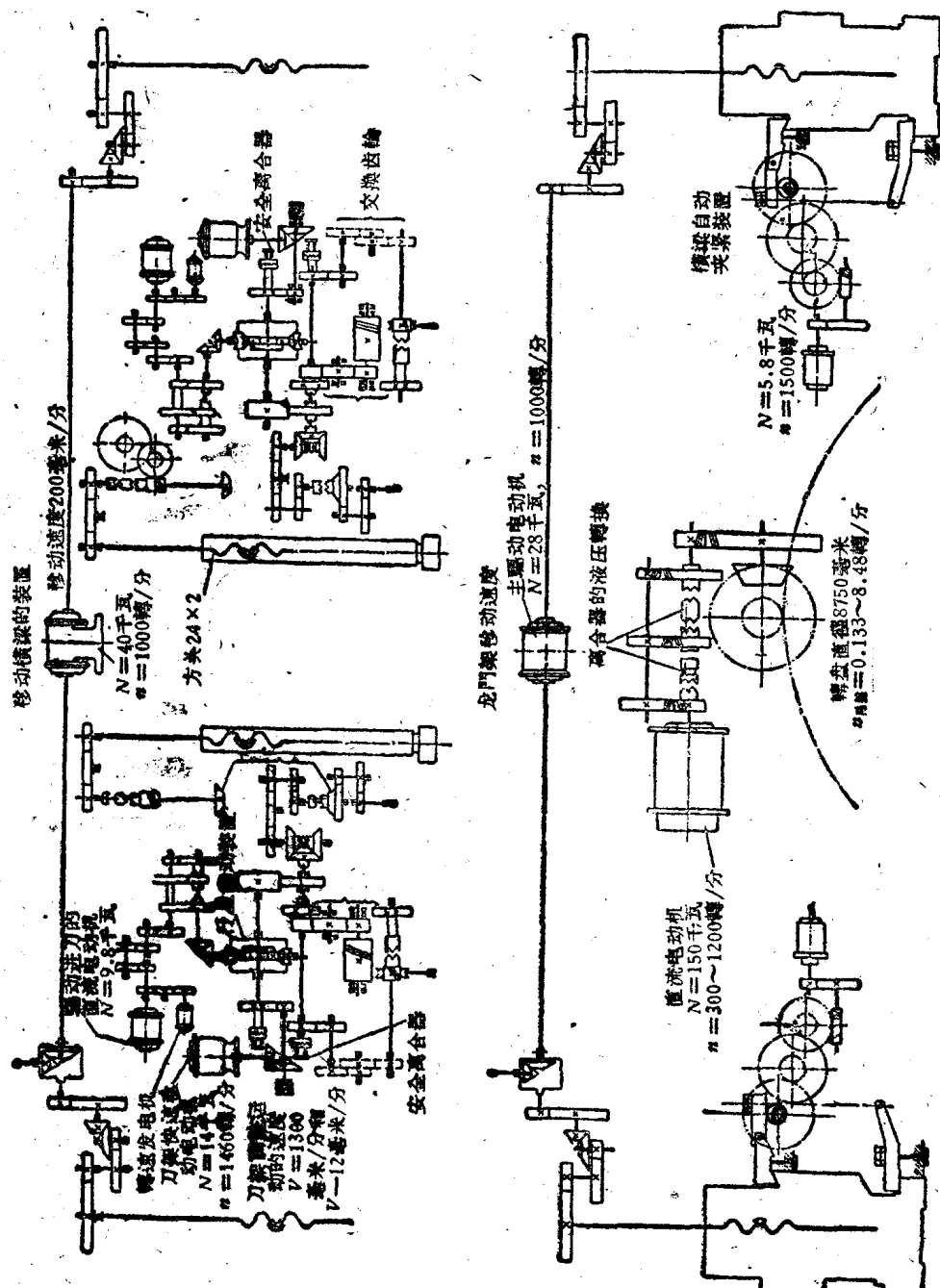


图 5a 柯洛明斯基工厂 1591 型重型龙门式立式车床的传动系統图。