

〔苏联〕A. II. 弗拉基也夫斯基编著

机械制造中的自动线

第一卷

群力等译

中国工业出版社

78 /
602

机械制造中的自动线

第一卷

[苏联] A. II. 弗拉基也夫斯基 编著

群 力 顾庆祚 关学成 译
魏从武 陶 钟 孙振钧

李 家 宝 校

中国工业出版社

本书系苏联出版的一部比较系统、完整的讲述自动线的著作。全书共三个部分，分为两卷：第一卷包括第一、二部分，从实际上和理论上探讨自动线的使用和设计问题；第二卷包括第三部分，叙述机械制造中几种典型的自动线。

第一部分的内容有：分析各种自动线的使用和设计问题：如布置、运输、料斗和装卸零件的装置、自动化装备、调节和控制、工具的调整、固定式夹具和随行夹具、粉碎切屑和排除切屑的装置和机构。

第二部分内容是自动线的理论问题，利用概率论规律作为计算自动线工作的原理，用来决定：自动线的工段划分，相邻工序间的储备量，料斗装置的容量，选择自动线的切削规范和结构等问题。

本书适用于机床设计师、工厂设计师、工艺师及科学工作者。

А.П.Владзиевский

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

КНИГА ПЕРВАЯ

МАШГИЗ Москва 1958

* * *

机械制造中的自动线

群 力 顾庆祚 关学成 魏从武 陶 钟 孙振鈞 译

李 家 宝 校

*

机械工业图书编辑部编辑(北京苏州胡同141号)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $22\frac{1}{4}$ ·插页6·字数413,000

1965年10月北京第一版·1965年10月北京第一次印刷

印数0001—4,100·定价(科六)2.90元

*

统一书号: 15165·3610(一机-710)

前 言

工艺过程自动化在出現第一批工具机时就以最简单的形式产生了，目前已将成为生产的主要方法。

在連續生产过程中，生产連續产品的工业部門的自动化比生产不連續产品的工业部門要发展得早，同时发展的范围較广。这是由于类似工件生产自动化有很大复杂性的自然結果。

机械制造是全部产品几乎为不連續生产的部門之一。因此，机械制造生产的全盘自动化只从本世紀四十年代才开始越来越多地运用到工业实践中。目前，有着很多种出产具有不同生产規模，不同成套性与通用性的各种特性的机械制造产品的自动生产形式——从仅用杆式刀具加工一种定型的箱体毛坯的自动綫，到可重新調整于生产一系列类型尺寸的复杂工件（如軸、齒輪、活塞和滾动軸承等）的綜合自动車間和工厂。

在工业中已作出的創造性工作在技术文献中仅得到了部分的反映。已出版的資料中通常是敘述自动化个别狹小問題的工作成果。在机械制造自动化的規模不断扩大的条件下，对綜括性作品的需要在日益增长，但却感缺乏。

在本书中試图尽可能弥补这一缺陷。作者在写稿的过程中为了圍繞各种問題和資料进行研究，曾面临了解决精选取材的复杂問題。在一本书的范围中要想把問題的各个方面闡述得十分完全，这是不可能的。所以，作者决定对建立自动生产的一般性問題自动綫的布置、控制、运输系統、夹具和排屑等作詳細分析；并且研究自动生产工作的各项主要理論問題。此外，还足够詳細地反映了以下問題的实质基础：对具有特征性的自动綫和生产按被加工工件的类别作了有系統的闡述。

作者的书稿是包括 1950~1956 年期間的工作，在某种程度上反映了到 1956 年止在各工业部門，部門的研究与設計院和专业的設計局所完成的主要工作。但是，在被出版的本书中更新近的工作几乎沒有得到反映，特别是在通用机床自动化和用其借助程序控制系統建成的自动綫方面所取得的重要結果和成就沒有得到反映。

作者有責指出，书中很大一部分是利用了机械制造厂、設計局和研究所諸位工程师和調整工在工作中取得的成果。

目 次

前言	
緒論	1
第一部分 自动綫組成的一般問題	
第一章 自动綫布置問題	7
1 概述	7
2 第一类因素和布置的相互关系	7
3 第二类因素和布置的相互关系	15
4 加工时零件固定的加工线布置	20
5 零件在旋轉时加工的加工线布置	27
6 金屬絲制品的加工线布置	32
7 板材冲压件加工线布置	34
第二章 自动綫上工件的运输	38
1 概述	38
2 加工时零件固定、直接运送的加工线上的运输	39
3 与随行夹具一起运行的零件的加工线运输	46
4 加工时零件固定的加工线中間定向装置	49
5 加工时軸类零件旋轉的加工线上的运输	54
6 加工时环类零件旋轉的加工线上的运输	60
7 小型零件加工线的运输	67
8 板料冲压加工线的运输	69
9 物理化学加工自动线的运输	78
10 在加工过程中設有分路的自动线运输特点	90
第三章 自动綫上的工序間儲备和接收、保存及供給机組	98
1 概述	98
2 料斗工作系統的分类	100
3 自动线中安装料斗的位置	104
4 料斗装置結構实例	105
5 齿輪加工自动线上的料斗	123
第四章 自动綫的控制	128
1 概述	128
2 自动线工作相位順序的控制系統	131
3 自动线工作相位順序控制装置	139
机械控制装置	139
电气控制装置	148
液压控制装置	160

气动控制装置	172
发令装置	178
4 联鎖系統	184
5 自动线上机組和刀具参数調整的調节系統	191
在自动线中有調节調整任务的地方	191
在物理-化学加工自动线上的自动調节装置	192
在机械加工自动线上自动补偿刀具磨損或磨鈍的方法与装置	194
平衡的装置与方法	205
6 鉴定检查系統	208
7 輔助控制系統	210
第五章 自动綫的夹具	211
1 自动线固定式夹具的一般特点	211
2 加工不运动毛坯的自动线固定式夹具	215
加工箱体零件的自动线夹具	215
加工軸类与活塞类零件的自动线夹具	226
3 加工旋轉体毛坯的自动线固定式夹具	233
用頂針加工的夹具	233
无心加工用的夹具	237
4 自动线的随行夹具	241
随行夹具的用途和一般特点	241
物理-化学加工自动线的随行夹具	244
加工固定毛坯的自动线的随行夹具	244
加工复杂毛坯的自动线的随行夹具	251
第六章 排除切屑	260
1 从工作地点排屑	260
2 运送切屑至車間運輸装置收集器	266
3 乳状液內的切屑及沉渣的清除	271

第二部分 自动綫的理論問題

第七章 自动綫工作的概率性規律	274
1 課題的提出	274
2 自动线作用的概率性規律的特性	275
3 自动线調整時間的概率分布的分析研究	279
4 自动线出产間距概率分布的分析研究	283
5 利用自动线工作的概率分布来解題的实例	285
第八章 內部貯藏及其对自动綫效果的影响	289
1 起始情况	289
2 分成二段的自动线附加損失的确定	292
3 分成二段的自动线的总单位損失和它們特性間的最佳关系	299
4 分成任意段数的自动线的总单位損失	306
5 分段自动线中最佳段数的評價	308

6	分段自动线的段間半成品貯藏的容量	312
第九章	自动綫按停頓頻率和单位調整時間的特性	313
1	确立自动线特性方法的实质	313
2	自动线刀具調整的特性	314
3	自动线夹具的特性	315
4	自动线机械设备的特性	316
5	自动线电气设备的特性	317
6	自动线液压设备的特性	319
7	自动线运输装置的特性	319
8	自动线料斗装置的特性	321
9	計算自动线特性方法的准确度	321
第十章	自动綫切削規範参数及結構参数的选择	323
1	概述	323
2	問題的提出	324
3	加工成本的基本函数及自动线的生产率	327
4	加工成本的确定	328
5	改变自动线工作规范时基本函数形式的改变	330
6	改变自动线上加工的平行流水线数目时基本函数形式的改变	335
7	改变順序工位时基本函数形式的变化	340
8	基本函数的一般形式	342
9	用基本函数解决的典型問題	345
10	保証加工成本最低的已被使用的自动线规范的选择	346
11	能保証最大单件生产率的已被使用自动线的工作规范选择	346
12	設計中的自动线結構及工作规范参数的修正	347
13	所設計的自动线工作规范結構参数的修正及确定它的最适当单件生产率	348

緒 論

自动綫在机械制造业中正在日益推广。由于机床自动綫的应用，大大提高了劳动生产率，同时丰富了在这些自动綫上工作的工人的劳动性质内容。自动綫的建立只有在生产能力发展到一定水平，即广泛应用现代高生产率的机器以后，当机械制造中具备大量和装备完善的研究和设计基础时，以及最主要的是在具备技术高的工程师、调整工、机床工、机械维护人员和动力技师等干部的时候才有可能。

如果必须实现生产过程综合机械化和自动化计划，就必然导致在一个较短的时期内，在我国机械制造中建立和运用大量的自动綫。

在现代工艺过程基础上建立起来的自动綫，能保证工艺过程的完成有很大的连续性和自动性，它是一种劳动工具的高度组织，也是相应地确定了劳动本身的高度组织。

同时，在机械制造中广泛采用自动綫需要克服某些困难。

为了满足其它各工业部门的需要，机械制造生产的工件品种是多种多样的和不稳定的。但是，自动綫的建立，特别是用来制造或加工新品种工件的，需要较大的原始投资。

这些困难在我国机械制造业中是可被克服的，并正在实践中加以克服。现在已有大量机械制造生产的产品，在制造这些产品时，经济而合算地采用了自动綫。

为了创造在机械制造中能广泛采用自动綫的条件，必须解决两个基本问题：1）大大地减低自动綫的设计、制造和操作的成本；2）保证自动綫设备充分的利用性。

解决第一个问题需要建立标准部件和组合件的系统，标准部件和组合件可以在大批生产的条件下进行生产，同时可以逐件修理使用中的自动綫。

为联动机床和自动綫建立不同部件和组合件（联动机头、液压设备、电气设备、润滑冷却系统元件、机身、回转台和运行传动装置等）规格和标准的有关工作正在许多单位进行，从1935年起首先是在金属切削机床科学实验研究所开始的。

第二个问题现仍在大规模地解决中，这个问题就是要改装现有的和建立新的机床，使它的装置保证设备按自动周期不间断地工作；并且使许多机床与公用运输装置结合起来成一条自动綫。这些机床除劳动生产率很高外，还应当保证：

- 1）保持工作精度和所需节拍的高度可靠性；
- 2）可能用不同的方法实现装入毛坯和卸出已加工零件；并且便于连接某些主要形式的自动运输装置；
- 3）在这些机床连接成一条自动綫时，各台机床的控制系统易于连成单一系统；
- 4）加工许多种类型尺寸零件用的机床和自动綫当调整和用于任一类型尺寸零件时，应节省工作量。

机床自动綫通常是在被包含的工艺与辅助工序的数量和各种式样逐渐增加的情况下建立起来的。从包括某些同类工序的自动綫，逐渐转变为一种性质的综合工序（例如：仅是机械加工、仅是热处理）的自动綫，以及逐渐转变为建立自动车间和工厂。

斯大林格勒拖拉机制造厂合理化建議者 И.И. 依諾金，在1937年就已开始从事于斯大林格勒拖拉机制造厂——国立汽車与拖拉机科学实验研究所拖拉机履带支持滾輪加工自动綫的設計工作；这条自动綫在1940年已投入生产。

1938年国立第一軸承工厂自动車間机械师 А.И. 索柯洛夫研究并实现了气动机械“手”，借助它将两台多軸半自动机連成一条自动綫。同一工厂的磨工 А.И. 沃勒柯夫建議并实现了錐形滾柱用无心磨床磨削的自动綫；这条自动綫成功地与 Г.Г. 多莫庫罗夫自动装料装置相配合使用。

近来設計和建成的自动綫完整地包括了零件加工工艺过程。列举几个实例如下：明斯克拖拉机制造厂汽缸盖加工用的32个工位加工綫；电动机軸加工綫并在此加工綫上进行部分装配（把轉子压套于軸上）；汽車发动机活塞自动化制造厂，在整个循环沒有工人参与的情况下，完成所有工序——从熔化鋁块到成套活塞包装等。后两种自动生产的許多机組也可以如同普通自动设备一样在自动綫外进行工作。

建立自动綫方面的今后任务是更广泛地包括装配工序。在这方面已經进行着重要工作。滾动軸承（滾珠軸承和錐形滾柱軸承）装配及軸承环的加工自动綫在1955年結束調整工作并投入生产。在这些自动綫中所用的大多数机床、机器和设备，不論是設在軸承自动生产中，或是单独使用都是适合的。

用高度发展的自动化设备装备苏联工业的思想，在第五个五年計劃期間，已被苏联各厂工程技術人員和工人所掌握。因此，机械制造自动綫已广泛建立。在自动綫設計和建立中起着主导作用的是科学研究部門和設計单位以及机床制造和工具制造工业的各个企业，首先是金屬切削机床科学实验研究所、全苏工具科学研究所、武器彈葯科学研究所、机床工具工业管理局、第一专业設計局、第六专业設計局、“紅色无产者”工厂、奥尔忠尼启則工厂、“机床結構”工厂、莫斯科机床制造厂、通用样板工厂（ЗБИИС）、“样板”工厂。

近几年来，有很多部門的单位（重型汽車工业科学研究所、国立汽車工业設計院、中央劳动組織及生产机械化科学研究所），各部的专业設計局，以及一系列的工厂（李哈乔夫汽車工厂、高尔基汽車工厂、斯大林格勒捷尔任斯基拖拉机工厂、国立軸承工厂、白金針工厂等）都在有效地从事于自动綫建立工作。

目前在机械制造工业中有数百条机械加工和热处理、表面处理、板料冲压及装配等的自动綫工作着。其中某些自动綫已是綜合自动生产的組成部分，这种生产的数量目前还不太多。但是，在工业中积累的經驗正在为逐年投入生产中的自动綫数量的迅速增长建立基础。

現有的經驗必須进行科学地总结，特別是要与苏联当前生产自动化工作的規模联系起来。直到最近，在自动綫理論問題方面只有各别的見解和价值极不相同的主張；而且，大多数在刊物上刊载过的主張是沒有实践根据的。为了糾正这种情况，某些科学研究单位，特別是金屬切削机床科学实验研究所，設計局以及使用厂近几年来正在积累自动綫設計和使用方面的实践資料。整理这些資料可以作出某些总结 and 解决一系列自动綫理論上的重要問題。

为了把自动綫的实践和理論問題解决和闡述清楚起見，首先必須明确和确定“自动綫”的概念。自动綫具有以下特征：

- 1) 自动綫——这是加工或制造一种产品的生产工具系統；
- 2) 自动綫是按規定順序自动实现一系列工艺动作的装置系統，即独立完成本身职能和只

需熟練操作人員調整與控制的系統；

3) 原材料或半成品在自動線上變為需要零件或成品的過程中，應有順序和自動地在不同工藝動作區域之間移動，並直接使毛坯本身或與夾具一起得到重新夾緊或重新定位。

區別自動線的上述特征是性能特征；並且已足夠使一定的自動裝置系統區分清楚。因此，自動線——這是借助不同的工藝動作，使能自動地相對於這些動作移動的，並且或者本身直接地或者與夾具一齊得到重新夾緊或重新定位的原材料進行自動轉換的裝置系統。

自動線根據其用途，實現自動化的程度和具體的工作條件，可以有很多不同的結構、種類和構造形式。

自動線的一般分類可根據兩個基本特征。

原材料連續性的程度和產品連續性的程度。無論是原材料或是最終的產品都可以或是連續的，或者是成分的^①，或者是單件的。自動線都可相應地歸納屬於表1中所規定的九級中的一種。

表1 自動線的分類

制 品 輸 出	原 材 料 輸 入		
	單 件 毛 坯	成 分 的	連 續 的
單件毛坯	I. 單件成品（汽缸體、軸、螺帽、環）加工自動線	IV. 用粒狀或糊狀原料加壓或穩定化處理法製成制品（砂輪、糖果）的自動線	VII. 用液態或帶狀原料製成制品（玻璃筒或紙筒、瓶子、盒子）自動生產線和印刷自動線
成分的	II. 自動熔化工組	V. 食品（面包、冰淇淋）自動生產線	VIII. 液態或粒狀日用品（紙煙、茶、甜汽水、牛奶、糖）分裝和配料自動線
連續的	III. 許多粒狀、糊狀材料和產品自動生產線	VI. “連續”制品（亞麻布、鏈條、電纜）自動生產線	IX. 用“連續”原料製成“連續”制品（雙金屬帶、鈎焊管和焊接管、砂布）的自動生產線

備注：用羅馬字碼列舉了該級自動線各種示例。

自動線也可按其許多特征，如成品的工藝類型、工藝工序和運輸工序配合程度、運輸系統、操縱系統^{(1)~(3)}進行細致的分類。

在自動線的理論中重要的問題是關於自動線設計和建立的技术經濟前提。現代技术和科学在目前就具有建立任何实际用途的自動線的可能性。但是，建立自動線的可能性本身還不能表明這種建立的合理性。只有綜合考慮社會的、經濟的和技术的因素才能使自動化生產的產量和產品選擇方面得到正確解決。

為了建立可靠的和有效工作的自動線，設計人員在自動化生產的產品結構的考慮及其制造技術條件的編制過程中，必須積極參與。在設計自動線之前，應當做好產品的標準化和統一化工作。這就能够在一条自動線上加工幾種類型尺寸的工件；並且可在各種情況下保證經濟效果。設計自動線的這種方法的例子是在電動機軸和轉子加工線建立之前，做好電動軸和轉子的統一化工作。

設計自動線時，主要問題是工藝過程、結構和工作規範的選擇。

① 所謂成分測量就是指按體積和重量的測定。

加工工艺过程的设计以及毛坯、工序、加工基准、加工余量、各工序间的技术条件、工具及其紧固和夹具结构的选择都是复杂的综合性问题，这个问题实际上是不能以精确数量的方法和一个数值所能解决的。这种情况在自动线方面也完全存在。关于这个问题的某些见解仍可发表。

自动綫工艺过程甚至与同样用途的流水作业綫的工艺过程有实质上的区别。其区别首先在于：除了满足一般的技术经济和工艺条件以外，它还应当保证被完成工序的协调以及有可能以简化的结构来体现具有重新定位与重新夹紧次数最少的规定的工序顺序，往往重新定位与重新夹紧需要引入复杂的辅助机构到自动綫中。在很多情况下，由于这一原因必须选择特殊的工艺过程。为此，往往偏重于使工序具有贯通的行程，即具有加工和运输相结合的运动（外圆拉削、滚铣、无心磨削和成型抛光）。

当确定工序集中的合理程度时，必須保証：便于操作（刀具的更換和調整）和觀測，各工位工作協調、切屑全部排出、提高系統（零件—刀具—机床）刚性和热变形稳定性的要求以及其它等。汽車发动机汽缸体加工自动綫的使用經驗証明，某些工位上允許集中有較多的工序。由于钻头和絲攻数量多及其布置密，因而更換磨鈍的刀具非常困难，因此就要增加停車的时间。此外，当一組钻头磨鈍时，将会产生很大的力，以致由于系統中受压和变形，而破坏工件的定位；如果，关于結束钻头工作行程的信号是經過压力继电器发出，就有可能发生不正确的命令。

按工位划分工序时的重要准则是保证切屑全部排出的条件。由于工序过于集中，在布置断屑装置以及冷却液流或由真空装置抽出的排除碎屑的空气流作用效率和供给方面都会造成困难。

联鎖自动綫各工位工作的同步性，应由重新布置工序以使周期時間尽量接近于其中最短的時間来保証。把加工綫路分为若干加工段（钻孔、粗車、銑切），采用組合刀具（阶式钻头、鉋钻），使工作规范一致和在各道工序上应用不同数量的平行加工作业綫就可保証工作的同步性。但是，不是所有的工件和工件加工的各种方式都有可能完全同步。在这种情况下，在各种有关的机組的工作循环图中应使停頓——“停工”的周期時間均等起来。

在选择自动线上加工的工件基准时，除了一般的要求以外，还应当满足补充的要求：能够自动地确定毛坯需要的位置、便于运输、装料和卸料以及可靠地防止切屑落于基准面上。

因此，在自动綫上加工时，广泛采用各种人工基准；它可以作成对工件不需要使用维护的附加元件形式，或是与工件一起沿自动綫綫路移动的某种形状的随行元件。

生产自动化可以不用一般生产中所需的人工基准（如自动生产中不采用非自动生产中所采用的双舌针上的定位凸出部）的情况，这也是众所周知的。

按工位划分工序时,应当考虑到更換組合刀具有可能不作补充調整。

編排自动綫工艺过程工序的順序时，应考虑到保証自动綫工作能力丧失的可能性为最低限度。有时，为了保証最低限度的事故可能性，甚至还要采用附加工序或工步。在活塞自动化工厂中，活塞裙在鑄造后初切端面的工序可作为示例，沒有活塞裙初切端面的工序就不可能在浇

口切割机床和基准加工机床之間保證采用的运输装置正常工作。

下一个重要問題是研究对自动綫完善程度作評定用的分析器具；同时，研究設計第一阶段中采用的分析器具。

不解决这个問題，設計的自动綫方案就不可能作公正的比較。自动綫完善程度数量上的評定法必須建立在直接从自动生产經驗中所取得的实际資料上。

自动綫各机組丧失工作能力的时间参差可以使这些工作能力的丧失只局限于对自动綫单件生产有影响。自动綫的設計实践证明：要想利用各工序間的儲备，就得在自动綫中采用专用装置——料斗。在自动綫布置許可的某些情况下，在同样用途的机床組中应設置替换临时停工的附加机床。

料斗装置的主要特点是：料斗中貯备的半成品移动速度要比在主要运输作业綫中为快。

当上面加工段工作而下面加工段停工时，料斗內集聚貯备量；当下面加工段工作而上面加工段停工时，就使用这些貯备量。这种料斗的数量及其容量和部位的选择是自动綫設計理論的另一問題。

为了解决类似的問題，必須弄清自动綫在其具体作用条件下其元件丧失工作能力的次数和可能时间的規律性。

如果上述問題得到解决，就可以确定自动綫的合理結構（作业綫数量、工序分散程度）和工作規範的水平；以及在工件成本最低的条件下，最合理地保證規定总生产容量的自动綫需要数量。

自动綫設計实践提出了有关保證工件运输、紧固和松开以及进刀和退刀等方面所花时间不重合的部分最少的一系列問題。

在这些問題中应当包括机器和机构理論中研究不十分完全的，具有一系列特点的运输系統的計算。由于自动綫工作的每一台分的成本較高，就必須要进行較严格的分析和估計縮短不重合时间的可能性。回轉和直綫运动系統在其規定的使用期內所允許的动負荷以及使进刀和退刀时间最短的凸輪传动机构移动規律的准确确定等等都必須加以弄清。

有关自动綫控制系統（包括各动作段順序控制、联鎖、調节和檢驗等系統）的分析和綜合問題必須进行深入的研究。

借助各动作段順序控制系統可以保證各段自动过程在其正常运行时的一定次序。在前面各段正常运行的自动过程偶然受到破坏时，可以借助联鎖系統来保證后面各段的自动过程中断。用調节系統可以把控制的数值（切削刀的座标、移动速度、压力、溫度、酸度、真空度和湿度）保持在一定的範圍內。用檢驗系統可以記錄任何段自动过程和这些段組及整个自动过程的結果。

自动綫控制系統方面的理論研究應該确定其质量因素的数量上評定的准則以及与循环內和循环外耗用时间的这种质量因素的关系。

重要的設計和調查研究必須是关于控制綫路建立新原理的研究和一般原理的深入研究。后者在一般的情况下，可以分为：保證各独立加工段（如用料斗分开的）協調工作的外部綫路；保證自动綫加工段各机組協調工作的中間綫路；保證完成自动綫各加工段独立工作的机組規定工作循环的內部綫路；用于信号設備、計算器及断綫寻找器的輔助綫路。

根据具体的条件，这里首先必須进一步明确运用于任何情况下建立控制綫路的不同基本原

理（按綫路、速度、压力、集中传送命令、平行和混合控制）及其方法（机械的、液压的、气动的、电动的及其联合的）的合理性。

联鎖系統無論在提供可靠工作設備方面或是在选择使用設備的最好范围方面都必須进行研究。

在自动調節系統方面，必須把主要力量放在加工零件直綫尺寸有效檢驗、自动綫（鑄造和热处理过程、金屬表面处理、干燥）毛坯材料、半成品和工件的质量与性能有效檢驗的方法和設備研究上。在这方面現有的理論研究可以解决处于統計平衡状态的自动綫自动調節系統設計时所碰到的許多問題。但是，許多工艺过程在这种平衡状态下应用的条件还需要加以探討。

关于在自动綫上加工的工件质量檢驗的問題需要加强研究。首先应当研究統計檢驗的自动化与必須发展其理論的問題（特別是抽驗范围及其次数），檢驗参数的合理数量的选择，自动綫中檢驗裝置部位的选择，适应于所設計自动綫工艺过程特点的檢驗方法的选择等問題。

上述問題研究的結果将为自动綫設計和使用的一般理論建立基础。

本书不是叙述这种一般理論。有关自动綫的加工工艺过程設計和工具設計的問題以及統計檢驗的自动化与度量的問題，在本书中一般未作專門的研究。但是，自动綫設計和使用的許多其它的重要問題在本书中作了十分詳細地研究。

为了便于使用，該书內容分为三个部分。第一部分研究质量方面的問題（自动綫布置和划分、运输裝置、控制系統、夹具和废料排除）；第二部分研究数量方面問題（自动綫工作規律性，自动綫的可靠性和使用的特点，自动綫結構和工作規範参数的选择）；在第三部分內簡要說明了机械制造工业以及某些相關部門的不同工件制造和加工自动綫。

第一部分 自动綫組成的一般問題

第一章 自动綫布置問題

1 概 述

“自动綫布置”这一术语应理解为：有关加工工位之間毛坯輸送方法的选择；加工綫上的各加工段的划分和加工段之間工序間在制品的分布；工位数量和加工作业綫数量的选择；自动綫设备的平面布置和运输装置的选择等問題的綜合名詞。

自动綫布置問題的解决决定于一系列技术經濟条件，因而保証最大效率的技术經濟条件的核算是設計人員的主要任务。

在大的綜合問題中可以指出有两类因素对加工綫布置起决定性的影响。第一类因素是：产量，待加工毛坯的形状和材料，工件結構及其制造的技术条件；以及与技术条件相符的自动綫生产工艺过程（包括刀具和夹具）。第二类因素有：1）自动綫的組成部分（非自动生产中使用的设备、广泛应用的标准自动机、专用机組）；2）使加工綫各机組生产能力平衡或工作協調的实际可能性；3）在加工綫設計的具体条件下采用专用工艺设备、运输设备和料斗设备的现实性。

首先研究这些因素对自动綫布置的影响，其次研究对机械制造标准零件加工用的自动綫布置。

2 第一类因素和布置的相互关系

工件的形状、材料及其制造技术条件和規定的生产量在頗大程度上（但不完全如此）預先决定了加工綫上必須实现的工艺过程。最后，工艺过程是在加工綫草图設計时对各問題相互关系（例如：加工零件在加工綫工艺工位上定位和夹紧的方便性与零件运输的可靠性和迅速性相結合）作詳細研究后决定。这种情况从根本上将自动綫的工艺过程設計与非自动生产的工艺过程設計区别开来。

自动綫工艺过程的选择和布置的相互关系可以用机床制造与工具工业部第一专业設計局設計的閥体（图1-1）加工綫的示例來說明。

由于零件的形状不允許它直接沿着运输装置的导軌移动，因此每两个閥体毛坯固定于一块随行基座板上，与基座板一起在加工綫的所有工位之間移动。

在非自动生产中，閥連接件的加工（制螺紋前車外圓、制螺紋、钻孔和鉋孔）通常在各种机床上工件旋轉的条件下进行。假如把这种工艺过程直接用于自动綫上，就需要設置装有加工零件定位和紧固用的复杂机构的运输装置，这种运输装置非常复杂，因而也就不可靠。为了避免这种情况，若决定毛坯不旋轉进行各种加工，則設計人員在設計閥的自动加工綫时就需要在原則上修改工艺过程。由于这种修改，就可成功地配置可靠工作的自动綫；其工艺过程（表

2)、机床、运输系统也比较简单；待加工零件在工艺工位上定位的装置也简单。同时，加工线的设备中可以广泛使用标准部件和组合机头。

分析现有加工线上所用的工艺过程，能够指出在设计加工线时必须以最大限度给以满足的一般重要要求。在自动线上加工工件的工艺过程应选择为：保证重新定位和重新夹紧的可能次数为最小。在满足上述要求时，在许多情况下可能会达到较短的循环时间，并且可以在加工线中应用较少数量的各种辅助机构，特别是各种拨料器、自动装卸器、翻转装置、转放器等。

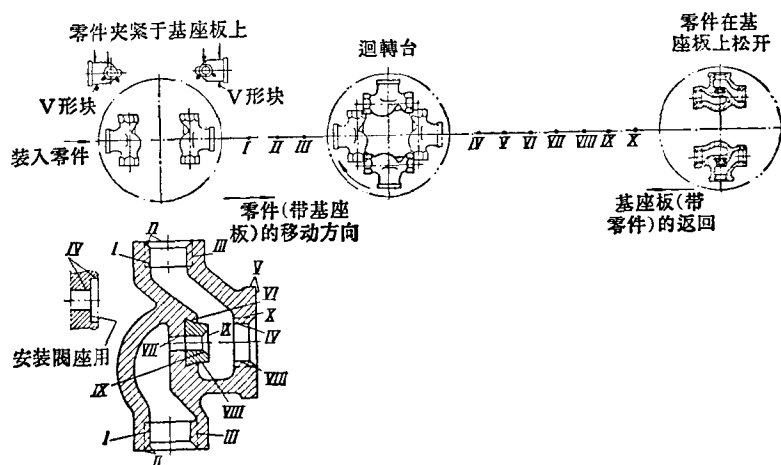


图 1-1 图11-72自动线上加工铸铁阀的工艺示意图

罗马数字—加工工位号；符号◆—定位基准；↓—毛坯夹紧处

表 2 自动线上加工阀体的工艺过程工序

工 位 号	加 工 工 序	加 工 直 径 (毫米)	切 削 速 度 (米/分钟)
I	镗 孔	18.63	
II	切齐端面 and 倒角	31.2	27.4
III	制螺紋	20.956	3.6
		27.2	29
IV	镗 孔	19.6	20.8
		15	16
V	切齐端面、車外圓	40	38
V	倒角 $1 \times 120^\circ$	30	28
VI	銼燕尾槽	21.08	15.8
VI	鉸 孔	20.4 ₃	4.8
		27.7A ₃	6.8
VII	压入閥座		
IX	切齐端面和閥座倒角	20	27.5
X	制螺紋	30	4.7

当运输的和工艺的运动相结合时，上述要求能得到最大限度的满足。在许多现有的加工线上，这种结合已被采用。但这种结合都是形状简单的工件生产线，或者工艺过程不复杂的加工线。

可以举出犁壁磨削加工綫加工段（图 1-2a 和 b）；电灯泡和无线电真空管的泡壳生产綫（图 1-3）；活塞销磨削加工綫（图 1-4）；冲压和拉伸零件生产綫（图 1-5）等作为类似加工綫的示例。

在图 1-2 所示加工綫上，犁壁毛坯作弯曲前的磨削，加工基准选用其本身需磨削的平面，加工零件用其需磨削的平面紧压于定位輥輪上，部分定位輥輪位于砂輪內（图 1-2b），輥輪在旋轉的同时把零件自一个工位連續送到另一个工位，因此加工是在移动过程中进行。

在图 1-3 所示生产綫上，半熔玻璃液流通过两个輥輥，被輥成玻璃带，落入平环鏈上，在每一个鏈节上都有孔，玻璃料通过該孔向下放出气泡，該鏈的上部有带玻璃吹嘴的第二根鏈条与其作相应的联动，而下部又有带半模的第三根鏈条作相应的联动。在半模結合后，由齿条使其作緩慢旋轉，鏈条从齿条旁运送模型。电灯泡泡壳生产工艺过程的全部工艺都在运载玻璃的鏈条行走中进行。废料用另一台运输装置送回玻璃熔炉。

图 1-4 为活塞销磨削加工綫（按初步設計）。該加工綫由三个加工段組成，每一加工段內均設有自动給料机和无心磨床，机床之間用連續运行的循环鏈連接。根据使用的經驗估計，将来在加工綫的第三加工段內将可能增添第三类机床。

在图 1-5 所示的加工綫上，連續旋轉的轉子 1 装有几套工具 2，工具位于沿轉子母綫布置的纵向槽內，工具由固定凸輪 3 带动，产生足以完成拉伸和其它等工序用的直綫运动。轉子在加工的同时把零件自受料滾道运往出料滾道。

当然，在加工綫上尽量减少半成品重新定位和重新夹紧次数的要求仅仅是进行設計的主要趋向。事实上在很多情况下只有部分加工工序可以做到不重新定位。在加工綫上制造的工件，需加工的全套过程和工件的形状愈复杂，重新定位和重新夹紧也就愈不可能避免。工件形状在某些情况下影响相当大，甚至要提到必須将其形状根本改变的問題；只有在形状改变后，才可能将工件改为自动生产。

无线电接收机的接綫板可以作为上述工件的示例。无线电接收机一般的接綫板是一块底盘，上面装有带大量整流器、电阻、电容器、电容的綫路。这种接綫板的零件总数和手工装配工作量都很大。要使这种接綫板实现自动生产是一件非常复杂、长期而昂貴的事。因此要将无线电接收机接綫板改变成自动生产，就要将接綫板的結構，甚至原理都要作根本的改变。

全部結綫綫路系用相应的导电材料在压制的塑料底盘上填充凹槽形成。結果，除了底盘本身的压制工作在加工綫外进行以外，在自动綫（图 1-6）上制造无线电接收机也就有了可能。对于无线电接收机的整个装配，也就只剩下把电子管装入接綫板（图 1-7）上以及使其与揚声器壳体相連接的两个工序。

滚动軸承的自动生产可以援引滾珠軸承自动装配綫設計实践作为另一示例。苏联軸承工业制造的一般径向滾珠軸承的半保持架是用鉚釘連接的。但是要使鉚釘鑲入半保持架孔內成为自动化中遇到的一个大困难問題。目前采用振动法以使鉚釘鑲入成为机械化还不能保証鉚釘 100% 地插入半保持架孔內，因而在振动鑲入鉚釘后，需要目力檢驗和用人工填補未装鉚釘的空孔。即使鉚釘能够达到 100% 的插入半保持架孔內，鉚釘振动鑲入的自动化还需要設置非常复杂的装料檢驗装置和运输装置。假如鉚釘的連接改用弯曲齿片——閉鎖舌片（图 1-8, a 和 b）来紧固半保持架；那末就可以既簡單又可靠地使半保持架以及进而使整个軸承实现自动装配。

把生产改变为自动化，除了需要改变成品的形状以外，往往要求改变一般生产或作业綫生

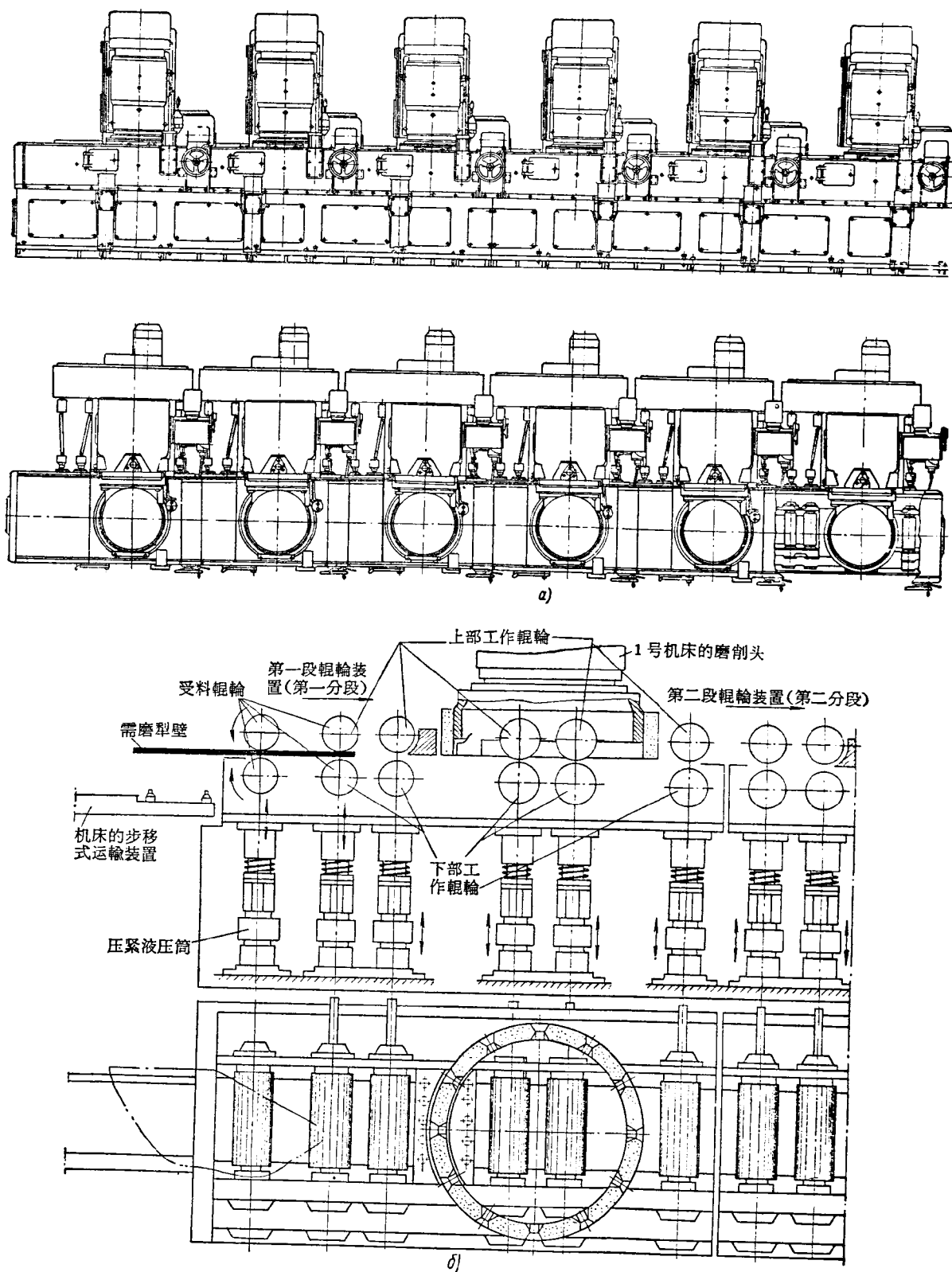


图 1-2 犁壁生产线上的磨削加工段