

哈爾濱工業大學

程序控制機床

科學研究報告選編

CHENGXU KONGZHI JICHUANG

1

1960.1

程序控制机床

(第一集)

編輯者：哈尔滨工业大学科学研究处

出版者：哈尔滨工业大学科学研究处

印刷者：哈尔滨工业大学印刷厂

代售处：哈尔滨市新华书店

第一次印刷 1—2000 册 1960 年 1 月 16 日

第二次印刷 2001—3000 册 1960 年 2 月 5 日

定价 1.00 元

前 言

几年来，我校师生在党的领导下，坚决响应党的号召：“掌握尖端技术，攀登科学高峰”，在科学研究方面取得了巨大成绩。从1958年8月以来到现在，我校一共搞出了四台程序控制机床，包括纸带程序控制车床，光电管程序控制铣床，电子计数器程序控制车床以及属于世界最新技术成就的电子计算机数字程序控制铣床。

纸带程序控制车床，是我国最早出现的一台程序控制机床。它是由我校机械制造工艺专业教师、学生和工人在党的领导下经过十四昼夜的突击奋战，于1958年8月4日制成的。操作这台机床只要安装好零件，按动电钮，机床就能按图纸要求的精度、尺寸及形状把零件加工出来。它可以使工人从紧张繁重的劳动中解放出来，并提高了生产率。这台机床曾在1958年哈尔滨市“大闹技术革命”的展览会上展出，并进行切削表演。

由于纸带的寿命短，控制精度不高，同时触头接触时产生火花。我校继纸带程序控制车床试制成功之后，又用十八天的时间制造出一台效率更高，动作灵敏，自动化程度较高的光电管程序控制铣床。它是用录有计算结果的光带，通过光电作用来自动控制铣床进行加工。这台机床可加工凸轮、冲模等复杂零件，花费的时间较短，一般少的则用18分钟，最多也只用3~5小时，因而大大地提高了生产率。这台机床曾在北京全国“教育与生产劳动相结合”展览会上展出，并进行了切削表演。

我校师生在党的领导下，为了使科学研究工作在最短期间内赶上世界先进水平，在去年又开始进行另外两台程序控制车床的研究工作，并取得了一定的成果。第一台是在纸带程序控制车床的基础上改进，并比前一种更灵敏，精度更高，同时又大大地提高了生产率。另外一台，是X51—2型电子计算机数字程序控制铣床，这是我校机床教研室与齐齐哈尔机床二厂共同设计的一台具有国际先进水平的机床。它可以加工各种复杂曲面，如凸轮、冲模、锻模等。零件加工的程序由电子计算机编制出来并记录在磁带上，由磁带来控制步进电机，再由它来控制液压马达使机床按着事先给的规律进行切削加工，其加工精度可达0.03毫米。这台机床目前已经初步试验成功，其性能基本良好。

两年来，我校在科学研究方面取得了巨大成绩，在党委的领导下，去年成立了自动化研究室，专门进行包括程序控制等方面的研究工作，使程序控制机床能尽早地应用到生产中去。目前，哈市正在向自动化进军，出现了很多程序控制机床，我校机床专业师生与锅炉厂合作经过几天的苦战，设计成功尺寸鼓控制的程序控制机床，对哈市实现自动化起了很大推动作用。我们所以取得以上成绩这是由于在党的教育方针正确指导下，党的领导与大搞群众运动的结果，是大跃进的产物。我们决心高举红旗，乘胜前进，相信今后在党的领导下将放出更多的尖端卫星来。

最后，这本书是在短短的不到十天的功夫，突击编印出来的，作为向全国机械工业机械化自动化黑龙江现场会议的献礼，并以此更好地向大会汇报工作和向各兄弟单位学习。因为仓促编印，错误一定很多，希读者给予批评指正。

目 录

程序控制机床在我国社会主义建设中的重大意义

及其发展道路.....机床教研室 (1)

数字程序控制铣床机床教研室 (5)

电子计数器程序控制车床简介自动化研究室 (22)

光电管程序控制铣床机械制造工艺教研室 侯镇冰 (26)

纸带式程序控制车床机械制造工艺教研室 (35)

机床的程序控制.....机械制造工艺教研室 侯镇冰 (45)

程序控制机床在我国社会主义建设中的 重要意义及其发展道路

哈尔滨工业大学机床教研室

全国人民在党中央和毛主席的领导下，在1958年工农业生产取得了全面大跃进的基础上，已提前三年完成了第二个五年计划规定的主要指标，为我国的社会主义工业化打下了巩固基础。在全国的各条战线上呈现着一片蓬勃发展，欣欣向荣的极好形势。黑龙江省、哈尔滨市和全国的形势一样，在总路线和八届八中全会精神的照耀和鼓舞下，在省、市委的正确领导下，全省、市的工人阶级在大闹技术革新和技术革命的基础上，政治挂帅，大搞群众运动，发挥了冲天的革命干劲，不仅提前和超额地完成了国家计划，而且，由于破除迷信、解放思想、发挥敢想、敢说、敢于发明创造的共产主义风格，进行了一系列的技术改革，大大地促进了生产的迅速发展，在工业战线上出现了一个极为生动活泼的，一马当先、万马奔腾，你追我赶，热火朝天的新局面。哈尔滨机联机械厂与哈工大师生一起设计并制造出了具有重大国民经济意义的“积木式”机床，哈尔滨量具刃具厂工人创造了第一条生产自动线后，不过数日全市就出现了一批生产自动线。在哈尔滨锅炉厂齐金生同志及其他同志一起刚刚制出第一台程序控制车床不几天，第一工具厂、电机厂等单位亦制出了程序控制车床。哈工大也继1958年8月和10月试制成的在本市和北京展出过的程序控制车床和程序控制铣床之后，最近又装成了另两种系统的程序控制车床和铣床。过去人们认为高不可攀的程序控制竟然在几天之内象雨后春笋一样迅速地发展起来，它再也不是高不可攀的神秘东西了，它的成批出现标志着我国自动化事业又前进了一大步，标志着我国工人阶级在向世界先进科学技术进军道路上又取得了一个新的重大的胜利。它再一次地向人们证明党的领导是英明伟大的，证明党的总路线的正确性，它的强大的生命力，证明党的群众路线是一条无往不胜的根本路线，证明群众是历史发展的动力，是历史的创造者，是智慧的源泉。

我国人民的最高理想是实现共产主义社会。共产主义社会是建立在生产力高度发展和高度共产主义觉悟的基础之上的。生产的发展最终是向着自动化、电气化发展，自动线以及程序控制机床的出现正是向这个方向跨进一步。

程序控制机床的出现不是偶然的，是社会生产发展的结果。随着社会生产力的发展，作为机械加工的主要生产工具——金属切削机床也经历了手动、半机械化、机械化和向自动化发展的过程。目前在大量大批生产方面采用自动机床和自动线，世界各国都有相当的经验和成就。但是不论在过去现在或将来，中小批和单件生产都要占整个生产的很大比重，而中小批和单件生产的自动化程度是很低的，中小批和单件生产不能采用大批大量生产自动化同样的办法，因为大批大量生产所使用的自动机床和自动线，调整很费时间，对中小批和单件生产就不经济。中小批及单件生产自动化必须寻找另外的途径。

这个生产中的矛盾在世界各国都普遍存在，多少年来人們都在努力想法解决这个問題。另一方面随着科学技術的发展，特别是近年来自动控制和計算技術的进步，人們已經有可能不仅用机器代替繁重的体力劳动，而且可以用机器来代替部分的脑力劳动。在这样的生产要求和科学发展的条件下，二次大战結束以来，出現了程序控制机床。当前程序控制机床是自动化机床的高級形式，它是在人們预先規定的范围内，按照人們预先給予的指令，在工作过程中代替人的思維，自动地实现規定的工作循环。当加工对象改变时，只要改变給予的指令就能自动加工新的零件，改变指令所化的時間一般很少，而且可以在机床以外进行。因此它不仅可用于大量大批生产，而且特别适合于中小批和单件生产。

程序控制机床和普遍自动化机床主要不同之处是它除了一般机床都有的支承部件，传动部件和执行部件（工作部件）外，还具有：①程序裝置（或称記憶裝置）。它接受人們給予的指令和所規定的工作程序，并記憶下来。它是程序控制机床最本質的特点所在；②命令机构。它的作用是按照程序裝置所接受的指令和程序发出动作的命令；③計数裝置。它的作用是記錄并检查机床上执行部件所完成的行程距离，并将結果汇报至程序裝置。在某些程序控制系統中計数裝置的作用由程序裝置完成。

目前程序控制机床在各工业发达国家都在积极研究。苏联在近年来对程序控制机床給予了很大的重視，在程序控制机床的实驗研究，确定最合理的程序控制系統等方面正进行着大量地研究工作，而且发展很迅速，許多研究单位同工厂协作制造了不少新的程序控制机床。1958年苏联在比利时布魯塞爾世界博覽会上展出的一批各种类型性能良好的程序控制机床引起了西方國家的注意，得到很高的评价并获奖。在1959—1965年的七年計划中特別提到必須大力发展和創設新型程序控制机床和将程序控制应用于自动機中。捷克斯洛伐克的机床研究所，自动化計算机研究所也在合作进行研究。在美、英等帝国主义國家里对程序控制机床也給予很大的注意，現美国約有50种程序控制系統，英国目前主要有三种系統，但大部分为試驗研究的性質。由于受到資本主义社会制度本質的限制因而就决定了它在科学技術的研究上故作神秘、标新立異、互相保密、盲目竞争，研究工作进展很慢，而且主要只是在扩軍备战为航空工业和軍火工业方面。

我国在近年来也已开始着手进行这方面的研究。尤其是在1958年生产大跃进、大发展的基础上，逐步实现生产高度自动化的問題已提到日程上来。我国人民也在党的领导下，决心要在最短期內在科学技術水平上赶上和超过世界水平。在这样的形势下，机床的尖端技術——程序控制机床——的研究在全国各地迅速地蓬勃地开展起来，并且在短期內已取得很大的成就。其中如我校师生在1958年“八五”和“十一”两次献禮中，均只花了16天的時間試制成紙带程序控制車床和光电管程序控制銑床，并在此基础上积极进行电子計数器程序控制車床和电子計算机程序控制銑床的試驗研究工作。清华大学、天津大学、北京机床研究所等单位亦均在很短時間內取得了很大成績。目前全国各地許多研究所，高等学校和工厂都正在进一步的开展着一系列的研究和試制工作并逐步形成程序控制机床的研究基地。在最近一个月来，在哈尔滨市的以自动化为中心內容的群众性技術革命运动中，程序控制机床的发展出現了一个嶄新的局面。程序控制机床不仅在很短期內出現在很多工厂中，而且在一个工厂內也是成批成群的出現，它們都具有不同

的使用特点，而且不仅是单机自动化，并在此基础上向着程序控制工段，程序控制自动线发展。

程序控制机床在我国，尤其是在哈尔滨市成批出现，蓬勃发展对我国的社会主义建设事业具有重大的政治经济意义。首先，由于以这项世界最新技术装备来武装生产，将使各种生产条件下的生产自动化的水平迈进一步，大大提高社会生产力，这对我国建设社会主义并为今后逐步向共产主义社会过渡创造了物质技术条件。其次，由于程序控制是实现自动化的一种高级手段，把工人从繁忙的工作中解放出来并可能拿出时间进行文化学习，同时，要掌握程序控制新技术，就要求人们具有综合的科学知识，促使人们主动自觉地进行学习。这就要根本改变工人的劳动性质和劳动条件，并为逐步消灭体力劳动和脑力劳动之间的差别创造了条件，开辟了途径。再次，由于将最先进的科学技术应用到生产实际，则反过来将使这门科学技术在我国迅速获得进一步发展，从而得使我国的文化科学技术水平大大提高一步。程序控制机床在我国和哈尔滨市的迅速发展和推广，还具有很大的现实意义。因为，全国工农业生产的继续大跃进大发展，劳动力普遍感到缺乏，普遍实现机械化和自动化已成为具有迫切性的问题。程序控制机床的发展和推广，首先将在中小批和单件生产中有效地提高劳动生产率，缩短辅助时间，减轻劳动强度，从而可以实现多机床看管，解放出一定数量的劳动力。另一方面在保证加工精度的条件下，可以降低对工等的要求，徒工也可干精密活。

这说明当前哈市以自动化为中心内容的群众性的技术革命运动进入了一个新阶段，将大大地促进生产率的提高，为实现“开门红，月月红，首季满堂红”的豪言壮语作出巨大的贡献。

程序控制机床在我国的历史还不到两年，但在这短短的时间内，相对原来还是空白的基础而言，发展的速度和规模是具有中国风格的——群众性和高速度。程序控制机床在我国的发展具有以下两个特征：①程序控制机床在高等学校，科研部门，和工厂的试验室进行研究试制的同时，有不少程序控制机床是由工人同志在生产的条件下研究试制成功的。上海陶瓷研究所工人刘国梁同志和哈尔滨锅炉厂车工齐金生同志在党的支持和关怀下，先后试制成的程序控制车床就是明显的例子。他们做出的程序控制机床一般都具有简单可靠，成本便宜，容易掌握，易于推广的特点。这就使得程序控制机床在我国的发展和研究，从一开始就具有面向生产，试验室内的研究和生产条件下的研究同时并举的特色，这就赋予了它强大的生命力，广泛的群众基础。②在程序控制机床的研究中，也贯彻了既搞普及也搞提高的这个“两条腿走路”的方针。程序控制机床最近在哈尔滨市的发展形势充分证明了这一方针的正确。由于哈尔滨市委抓住了在哈尔滨锅炉厂首先出现的这台程序控制车床易于普及的特点，及时的进行总结推广，才有可能出现今天在哈尔滨市大搞程序控制机床的局面。这一类的程序控制机床很适宜于我国目前普遍推广，遍地开花，来普遍提高中小批和单件生产的自动化程度和劳动生产率。根据哈尔滨锅炉厂的初步使用结果：过去加工多级轴和內孔类零件，辅助时间要占到全部使用时间的50~60%，而现在只占5~10%，但是这一类的程度控制机床所能加工直线轮廓表面，程序编制方法还是属于选择式的（例如机床加工程序的编制是由工人预先打好穿孔卡片，或在插销板上插销子等），这是程序控制机床发展的初级形式，不能加工复杂的曲线表面，加工

精度也較低。所以我們在大力發展普及的程序控制機床的同時，也要積極地開展高級的程序控制機床的試驗研究工作，這些高級的程序控制機床，例如我校和齊齊哈爾第二機床廠合作進行研究的電子計算機程序控制銑床這一類，雖然目前成本還比較昂貴，電子管的工作性能有時還不穩定，但是隨着自動控制和電子計算技術的飛速發展，它無疑是有遠大發展前途的，幾十年前，無線電收音機還是一種非常稀奇和昂貴的東西，但是今天已經是家喻戶曉，中小學生也能夠掌握它了。

程序控制機床在我國生產中普遍推廣和大力進行研究，將使我國的機床製造業走向一個新的階級。它首先將在單件小批和成批生產中獲得廣泛的應用，並將進一步導致中小批生產自動綫和複雜表面零件生產自動綫的出現。隨着我國社會主義建設事業的迅速發展，程序控制將成為引導生產向全盤自動化方向過渡的核心問題之一。它的堅強的生命力還將隨着我國全民性的技術革命運動，生產自動化運動的廣泛發展，全民大辦無線電的形勢下進一步顯示出來。

我們堅信，在黨的領導下，堅持群眾運動的方式，程序控制這項世界尖端技術將更加廣泛而迅速地在我國生產中遍地開花結果，在技術水平上趕上和超過世界先進水平。

数字程序控制铣床

机床教研室

哈尔滨工业大学机床设计专业，工业企业电气化专业，自动控制专业，计算机专业等与齐齐哈尔第二机床厂共同合作研究，设计并制造了 X51-2 型电子计算机数字程序控制铣床（图 1）。

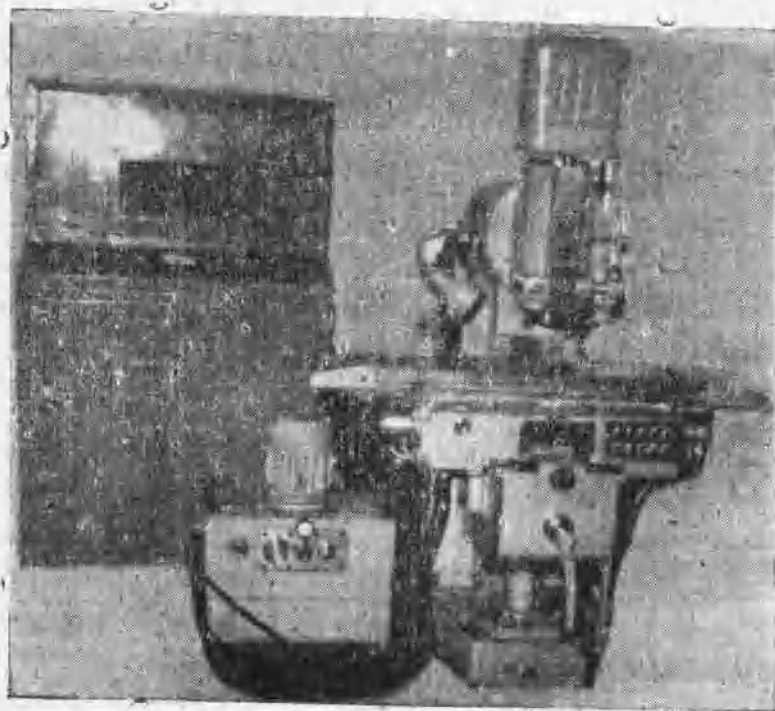


图 1 X51-2 型数字程序控制立式铣床

X51-2 型数字程序控制铣床是在齐齐哈尔第二机床厂自行设计的 X51-1K 型立式铣床基础上改进设计而成的。该机床由于可以自动控制三个座标的运动，所以适合于作立体的和平面的复杂曲线零件的加工，如冲、锻、铸模，凸轮等。

X51-2 型数字程序控制铣床是属于数字式连续轮廓控制系统的一种。目前，世界各国所研究的连续轮廓控制系统可分成两大类。

第一类是在机床的控制装置中包含插补器的程序控制系统，如苏联 ЭНММС 创制的 6M42П 型铣床，美国 M. I. T. 创制的 Cincinnati Hydro-Tel 铣床，英国 E. M. I. 创制的 Cincinnati 铣床，日本东京工业大学创制的车床等的控制系统。

第二类是插补器与机床控制装置分开的程序控制系统，如苏联 ЭНММС 创制的 6H13П 型铣床，美国 Gidding and Lewis 公司创制的 G&L 蒙皮龙门铣床 (Num

erlicord 系統)，英國 Ferranti 創制的 Keamey & Trecker 銑床，日本富士通信器公司創制的牧野銑床等的控制系統。

對上述兩大類程序控制系統的分析比較，認為第二類具有以下優點：

第一、它採用穿孔帶——磁帶混合信號的存儲方法，即將圖紙的工藝程序的不連續信號譯成數碼，並記錄在穿孔帶上，通過電子計算機變為連續信號，並記錄在磁帶上，用磁帶來控制機床。因此，充分地發揮了適合於存儲大量信號的磁帶的特點。

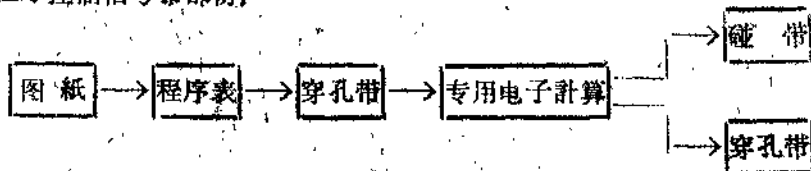
第二、由於電子計算機（包括插補器）與機床的控制裝置分開，所以電子計算機處理訊息的時間不受機床動作時間的限制，又由於一般電子計算機的計算速度比機床的動作速度高很多倍，因此提高了較昂貴的電子計算機的利用率。目前一台電子計算機可供給 8—50 台機床用的磁帶。

第三、由於電子計算機（包括插補器）與機床的控制裝置分開，使後者大為簡化，不僅提高了工作可靠性，降低了成本，簡化了維護與檢修的工作，而且為廣泛地推廣到工業生產中應用創造了有利的條件。

我國從一九五八年大躍進以來，高等院校、工廠、科學研究機關對數字程序控制機床也都進行了大量的研究工作。但據悉所研究的數字程序控制系統大都屬第一類，

X51—2 型數字程序控制銑床採用了第二類的控制系統。其加工程序的編制，首先是將圖紙上的工藝程序基本數據譯成數碼，記錄在穿孔帶上，然後利用專用電子計算機將加工訊息以脈沖的形式記錄在磁帶上，通過再現磁帶上記錄的脈沖信號，經過機床控制裝置的讀數放大，脈沖分配和功率放大控制步進電機——液壓放大隨動裝置——機床執行機構的運動（圖 2）。

編制程序控制信號帶部份：



機床的控制裝置部份：

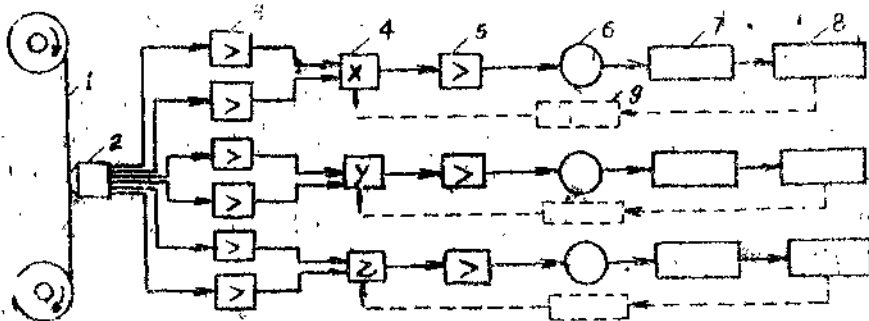


圖 2 機床控制裝置結構圖

- | | | |
|--------------|----------------|------------|
| 1——磁帶； | 2——讀數頭（磁頭）； | 3——讀數放大器； |
| 4——脈沖分配器； | 5——功率放大器； | 6——步進電機； |
| 7——隨動閥及液壓馬達； | 8——機床工作台或主軸套筒； | 9——光柵反饋系統。 |

处理数字程序控制机床加工訊息的問題是数字程序控制机床研究工作的重要問題之一，這個問題得不到很好的解决，将不能使数字程序控制机床在工业生产中得到实际的应用。目前处理数字程序控制机床加工訊息，即編制程序控制信号带的方法有三：一是利用台式計算机和插补器联合使用的方法；一是利用通用电子計算机的方法；一是利用专用电子計算机的方法。用台式計算机插补器，制成穿孔带或穿孔卡片和綫性插补器联合使用的方法需要化費很多的时间和人力，显示不出自动化的优越性。用通用电子計算机插补器，确是有效的办法，但不仅我国目前还不能在一般的机械制造工厂中广泛备制价值昂貴的通用电子計算机，而且用来計算加工訊息时，通用电子計算机还有存儲装置容量限制的缺点，計算的費用也高。因此，在我們的方案中采用了利用专用电子計算机处理数字程序控制机床加工訊息的方法。就我們所知世界上仅有苏联自动化研究所，捷克科学院計算机研究所，英国 Ferranti 公司和日本在进行这方面的研究工作。

考虑到我国开展数字程序控制机床研究工作的情况，所研究的系統都屬第一类控制系統，其控制信号带大部份是穿孔带，因此，在我們創造的这台专用电子計算机上有两种輸出形式：一种是记录脉冲信号的磁带（供第二类控制系統用），一种是记录数碼信号的穿孔带（供第一类控制系統用）。

记录在磁带上的每一个脉冲信号控制步进电机回轉一固定角度（ 3° ），亦相当于机床工作台或主軸套筒移动一固定距离（0.03毫米）。磁带的运动速度在工作中是常数，因此，磁带上记录的脉冲之間的距离决定了步进电机的回轉（机床执行机构的移动）速度，脉冲的数量决定了机床执行机构的行程长度。相对机床的每个座标在磁带上记录两条訊息的磁路以控制步进电机的正反向回轉。磁带上的脉冲信号是由七路磁头讀出，經過讀数放大器，脉冲分配器，功率放大器，最后将脉冲信号分配至步进电机的三个繞組，使后者按一定方向回轉。与步进电机同軸联接液压馬达的控制閥，液压馬达与控制閥构成一随动系統。液压馬达的輸出軸与工作台，滑鞍的滾珠絲槓——螺母相联接。机床机构与控制装置执行加工訊息的情况是通过光栅反饋系統进行检查。

程序的編制

編制程序是数字控制机床所特有的問題，是随着数字控制的出現而产生的新問題。編制程序的工作是使用程序控制系统中的一个非常重要的环节。

X51—2 型数字程序控制銑床的程序編制工作，是以单独的系統在机床以外进行的。其工作步驟如下：

首先，根据被加工零件的工作图确定基本数据，包括确定零件輪廓綫上的基点（如两种綫段的联接点，綫段的轉折点，圓的中心，抛物綫的頂点…）相对座标原点的座标，各基点間曲綫的綫特性或方程式等。座标原点可以选择图紙上的任意点，但应注意避免負值座标尺寸的出现，也就是說应当将被加工零件布置在座标的第一象限之內。被加工零件輪廓上各基点相对座标原点的座标尺寸的計算精度应在相当于一个脉冲机床执行机构的移动量（0.03毫米）范围之內。然后确定零件的加工工艺过程，包括加工程序，加工用量，刀具的选择等。

其次，將計算得出的各基点的座标尺寸填写在程序卡片中。程序卡片有两部份：一

部份填写控制的公用指令，一部份填写控制的专用与一般指令。程序卡片的格式如图3所示。

公 用 指 令

开始信号	图 纸 原 点				铣刀直径		进 给 量		分段终点
10000	10001	x	y	z	10010		10011		☆ ☆

終 点 号	铣刀位置			起点切綫方向			分段終点座 标			心、頂、極中 点			降 速	直 綫	圓 弧	拋 物 綫	螺 綫	插 補	分 段 終 点
	中	左	右	cos α	cos β	cos γ	x	y	z	x	y	z							
10100	10101	10110					10111			11000			11001						

图 3 程序卡片的图表

根据程序卡片，利用标准五单位紙带穿孔机以二—十进位制的数碼打出穿孔带，并做为专用电子計算机的輸入数据。

根据上述数据計算铣刀中心的运动軌跡，即相对零件輪廓曲綫的等距綫的工作是由专用电子計算机完成。我們創造的这台专用电子計算机可以完成直綫，二次曲綫和用插补方程式完成高次曲綫和其它复杂曲綫的等距綫的計算工作。当需要获得直綫軌跡时，必須在程序卡片中註明該直綫与其他曲綫联接的端点座标。当需要获得曲綫軌跡时，在程序卡片中必須指出曲綫的特性以及必須的附加参数，如圓弧——除給出与其他曲綫联接点的座标外，同时还应給出圓心的座标。当两端点間的軌跡为橢圓时，在給出与其他綫段联接点和中心点座标的同时还应給出橢圓的长短軸半徑值。在这里应当指出，利用我們創制的专用电子計算机計算橢圓軌跡时，必須使橢圓的长短軸与机床的縱橫座标XY座标軸平行。如滿足不了这项要求，則只能采用插补方法获得橢圓軌跡的等距綫。当需要获得拋物綫軌跡时，应給出拋物綫頂点的座标和拋物綫座标軸的方向。拋物綫的座标軸与橢圓一样，也应与机床座标方向平行。当被加工的輪廓是非常复杂的曲綫时，給出插补点的座标，专用电子計算机按插补点計算其中間点并进行拋物綫——直綫的二級插补。第一級計算机計算出相距为 1.92 毫米的P点，第二級由插补器在相邻的两P点之間插入 63 个点。

专用电子計算机的計算結果，以脉冲的形式記錄在 35 毫米寬的磁带上。专用电子計算机有两种輸出形式：一为脉冲形式（記錄在磁带上），一为数碼形式（記錄在穿孔紙带上）。輸出裝置也相应地有磁带机和附有自动穿孔設備的电傳打字机，考虑到对輸出裝置的要求，自行設計并制造了 ZTJ—01 型 35 毫米寬磁带机。磁带机由一个轉速为 1400 轉/分，功率为 0.6 仟瓦的三相感应电动机驅动，通过三个感应离合器将运动傳至驅动軸，收带盘和供带盘。在驅动軸和感应离合器上装有离心調速器，它可使驅动軸运动的机械特性变硬，并可使磁带在 50 毫米/秒——150 毫米/秒的速度范围内无級調节，从而可以滿足写讀时的不同要求。由于磁带的速度可以无級調节，所以还可以在已录制好磁带的情况下改变进給速度的要求，使其达到最合理的数值，并且可以用同一条磁带进

行粗精加工及快速空車試驗。在所創制的磁帶机上采用了很多地隱速机构，使磁帶在運轉中平穩，以及實現磁帶張力地自動調節。

驅 動 裝 置

在數字程序控制机床的脈沖控制系統中，驅動裝置的種類與形式很多。在確定 X51—2 型數字程序控制銑床的驅動方式時，採用了步進電機與液壓放大隨動系統的驅動方式。

步進電機有功率步進電機與伺服步進電機兩種。

功率步進電機的驅動方式——其輸出軸通過減速裝置直接與机床執行機構的傳動鏈联接。功率步進電機同時起着將電脈沖變成與脈沖數成比例的軸的回轉角度的變換器作用和發出驅動能量的作用。因此，驅動裝置中的元件數少。功率步進電機為獲得較大的驅動動力，要求控制線路輸出強的控制訊號，这样就增加了控制系統的複雜程度。體積大，回轉時的機械慣性大是功率步進電機的嚴重缺點。機械慣性影響驅動的灵敏性和準確性，而後者是數字控制系統的主要工作條件。功率步進電機由於斷續的轉動也易產生震動。美國 Industrial Controls Corp 公司創制的就是這種形式的步進電機，它雖然允許較高的工作頻率，但結構複雜，工作可靠性差。

伺服步進電機與其他放大裝置聯合的驅動方式——伺服步進電機只起將電脈沖變成與脈沖數成比例的軸的回轉角度的變換器作用，然後經過電氣或液壓的放大裝置驅動机床的執行機構運動。這種驅動方式沒有功率步進電機的缺點。蘇聯 ЭНИМС 創制的

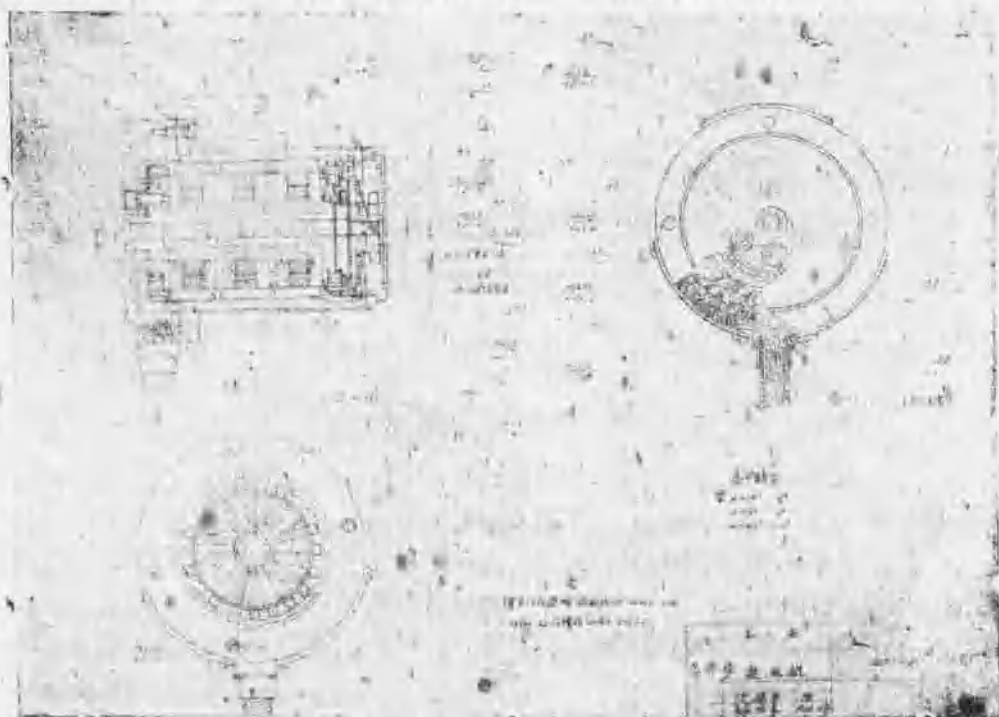


圖 4 步進電機

6H13np 型数字程序控制铣床就采用了这种驱动方式。

X51—2 型数字程序控制铣床驱动装置用的伺服步进电机 (图 4) 是具有外转子的脉冲电机。

在步进电机的定子上有三个绕组, 其同名极齿分布在同一个法线上 (图 5)。相对定子的三个绕组, 在空心的外转子上嵌有 40 个用阿姆柯铁制的齿, 相距 9° 均匀地分布在转子的内表面中。转子上的三组齿各组间相差 $\frac{1}{3}$ 极间距离。因此, 每一脉冲信号使步进电机回轉 3° 。当脉冲信号按一定次序进入定子绕组 I—II—III—I……时, 步进电机即按一个方向作間断的回轉。当改变定子绕组的通电次序 I—III—II—I……时, 步进电机即向相反方向轉动。

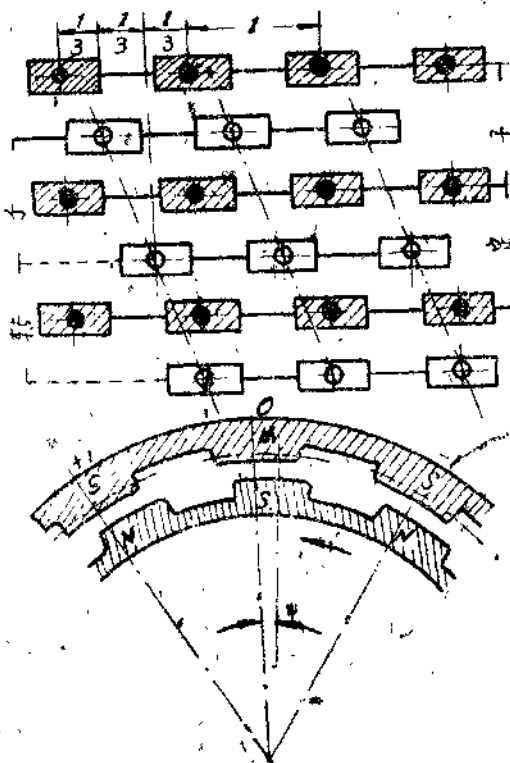


图 5 步进电机工作原理图

由于步进电机的控制信号是记录在磁带的两条不同磁路上, 其中一条上的脉冲代表正向轉动, 另一条代表反向轉动。为了使步进电机的三个绕组按一定的次序通电, 必须有一个脉冲的分配线路。这个脉冲分配线路通常称之为环形分配器。一般常用的 TM、T 分配系统均为封闭的分配器, 不能独立地检查各元件的工作情况, 又由于需要控制正反向, 增加了许多元件, 系统较复杂, 可靠性差。现在都在进行研究工作, 以力求脉冲分配线路更简单和更可靠。

X51—2 型数字程序控制铣床的脉冲分配器实际上是带反馈系统的二进位计数器, 如图 6 所示。

这个脉冲分配线路有两处输入端，分别输入正反向的脉冲信号，这样就节省了方向辨别器，并将起闸门作用的元件全部取消。在这个线路中只采用了两个触发器，第III相是利用触发器 T_1 与 T_2 均处于“0”状态时通过带反相器的“同”门 Y 获得。因此，大大地简化了系统。采用了带放大器的触发器元件，信号由它的计数端输入，只要有信号触发器就改变状态。放大器吸收正脉冲，所以此系统的输入信号全部为正脉冲。放大器为电容输入，输出为幅值较大的阶跃。触发器为电位输入，只要有较大的电位变化，触发器就翻转变，工作可靠性高。正脉冲的信号用前沿触放大器 Y ，由 Y 输出负脉冲触发 T 。我们不希望 T_1 与 T_2 两触发器均处于“1”的状态，因此采用一反馈线将 T_2 的正阶跃经过单谐振荡器 M 延时送到放大器 Y_1 中，使放大器 Y_1 又产生一负脉冲使 T_1 恢复“0”状态。

这个脉冲分配线路的工作波形图如图7所示。

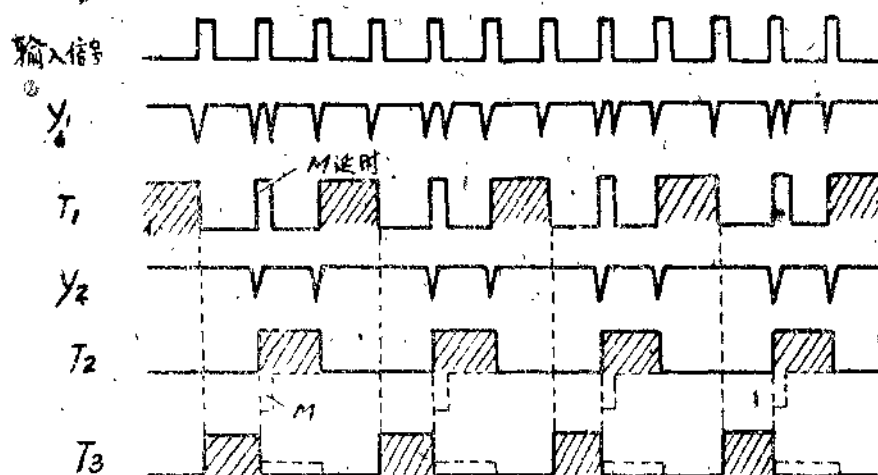


图7 脉冲分配器工作波形图

X51-2 型数字程序控制铣床的脉冲分配器的特点是：对线路的原始状态没有要求，只要给上信号就可以工作，受到一次冲击能自动恢复仍旧正常工作，使用的元件数量少，较 TM 系统要少 50% 以上，维护简单，经济，工作可靠，由于元件数量少，电源的功率也小，机床控制柜也小，可以独立地检查元件，勿需打开环路。这个系统经过多次试验证明工作性能良好。

X52-2 型数字程序控制铣床的液压放大随动系统是由随动阀（图8）和轴向活塞式液压马达（图9）组成。

采用液压的力矩放大系统具有很多优点。液压马达体积小，输出力矩大，它的转子质量较电动机的要小很多，因此工作准确；由于电动机的转动是依靠磁场作用于电枢上所产生的切向力，它受磁饱和的限制，实际上不能大于 3 公斤/厘米²，而液压马达的单位切向力取决于系统压力的大小，较电动机要大 15~20 倍；液压放大随动系统还有消震、工作可靠，抗磨损性强等优点。液压系统的上述特点使它适合于作为数字程序控制系统的驱动装置。

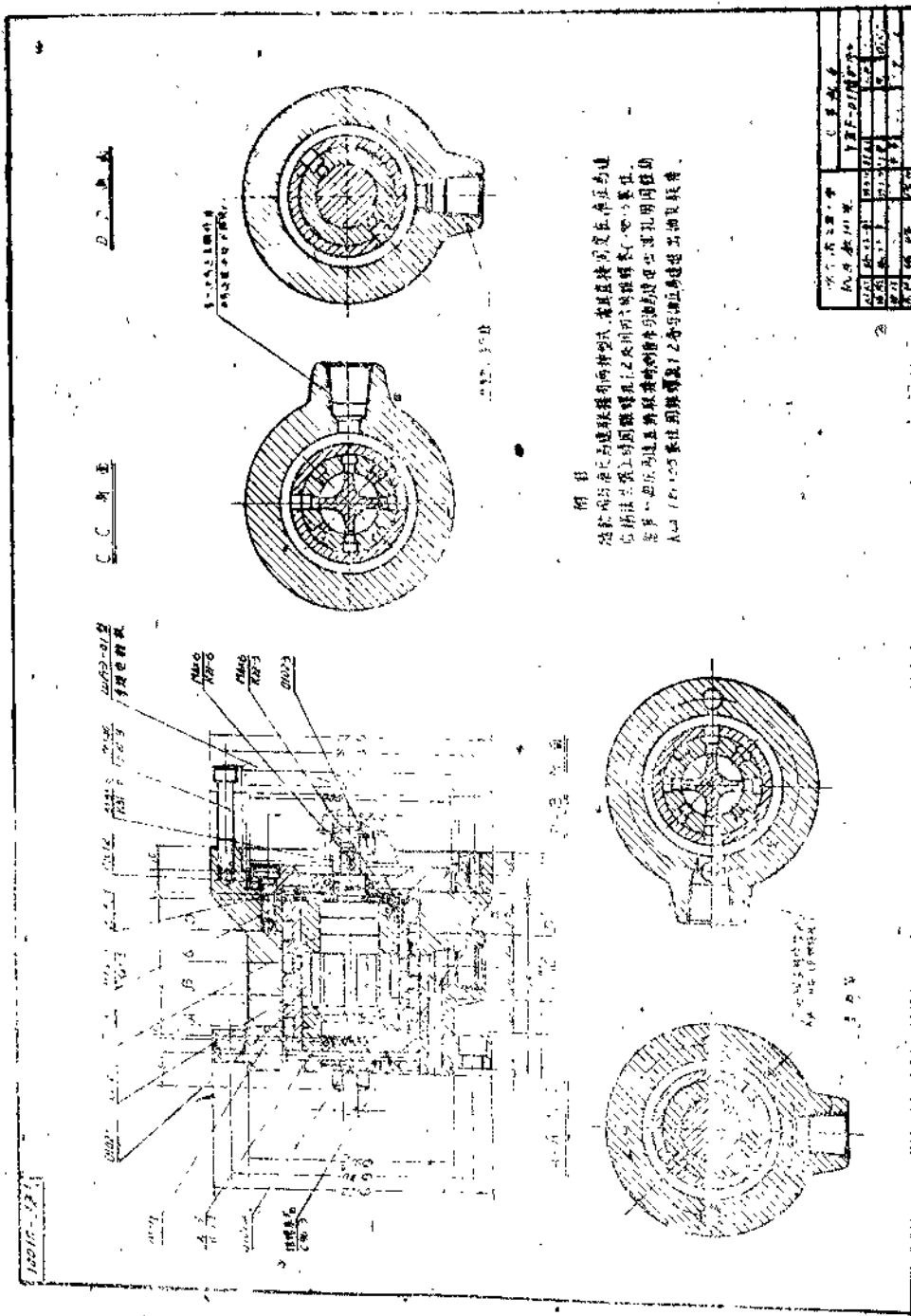


图 8 滑动阀