

机床数控技术资料选编

02.35

湖南省科技局科技情报研究所
长沙市科技情报研究所
一九七五年十月

hy/bb/11

TG: 22.2
29
2

目 录

对简易数控机床的一些看法	(1)
关于具有基本功能数控机床问题的商榷	(5)
简易数字程序控制车床总罗辑说明	(11)
插板式JSKc—620数控车床	(27)
简易数控铣床	(49)
Thk63100自动换刀数控卧式镗铣床数控系统情况介绍	(55)
SkI—01型数控印刷板钻床试制中的体会	(61)
变参元件在数控机床中的应用	(66)
电磁离合器在简易数控机床中的应用	(82)
功率步进电动机中矩形电流的逼近和脉冲调整方法	(86)
数字集成电路的老化和测试	(98)
提高数控装置的可靠性、稳定性的几点体会	(109)
关于数控机床计算机稳定性可靠性问题的一些认识	(118)



A 843041

对简易数控机床的一些看法

北京机床研究所 莫 克

在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，我国广大机械加工战线革命职工高举“鞍钢宪法”的旗帜，大破电子神秘论，在努力发展加工复杂零件所需的性能完善的数控机床的同时，也紧密结合本厂的生产需要，先后搞出了一批经济实用、操作方便的“简易”数控机床。正如伟大导师恩格斯所指出的：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”简易数控机床就是在这种社会需要的推动下，群众掌握数控技术，开展技术革新运动中出现的一个新生事物，也是数控技术发展到现在一定历史阶段的必然结果。因此，它的出现受到人们普遍的重视。与此同时，国外在数控机床历经二十年的发展以后，当前为了进一步推广数控技术的应用，也同样对发展简易数控给以极大关注。

什么是简易数控？它有那些特点？适用于那些场合？今后的发展前途怎样？这些都是大家普遍关心的问题。在去年一机部召开的第二次数控机床技术攻关座谈会期间，曾就这些问题进行了初步讨论。至今，简易数控机床又有了进一步发展，但仍有不少问题，还有待在今后的实践中进一步摸索探讨。在本刊这期发表的几篇有关简易数控的文章，分别介绍了这方面的初步体会。虽然这些经验是初步的，还很不全面，在当前群众性技术革新运动中，却受到了较为广泛的重视。为了进一步推动这项技术的发展，现根据我们了解到的一些情况，提出一些初浅的看法，与读者共同商讨。

一、发展简易数控并不是权宜之计，而是反映了当前数控机床的一种发展趋势。

大家知道，一开始数控机床是为了解决加工形状复杂、精度高的零件而出现的。尽管它的价格很高，此外还需要一整套复杂精细的技术组织工作为它服务，但是因为效果显著，已成为机械加工技术中的一项重大技术革新，因而确立了它的重要地位。以后，在很长的一段时间里，数控机床基本上是沿着不断完善控制功能和提高加工效率这个方向发展着。它的传统设计思想是充分利用数控系统的性能来达到尽可能高的生产效率；即用机床的高效能来抵偿所付出的高成本的代价。因此这种机床也可以叫做“高效”数控机床，或叫“全能”数控机床。

以中心高 200 毫米的数控车床为例，依据这种设计思想，通常在机床本体的设计中尽量采用各种切削技术及机床结构的最新成就。为提高切削速度，主轴转速从每分钟二千多转提高到三、四千转，主电机功率从 5~10 瓩提高到 20~30 瓩；为了获得好的加工表面质量，转速的公比数从 $\varphi = 1.25 \sim 1.41$ 减小到 1.12，同时也把变速范围加大四倍左右；为缩短辅助工时，快速行程速度一般也都从每分钟 3~5 米提高到 10 米，此外还采

用了主轴及进给的自动变速、自动卡盘、自动尾架以及自动换刀等机构，来提高机床的自动化程度；为了适应这样大的金属切削效率的要求，机床的床身布局形式也从普通的水平床身改成了斜床身或垂直床身，以利于大量切屑的排除；有时还附加了自动运屑器等。这些改进都利于数控性能的发挥。相应地在数控系统方面，也不断扩大引用计算机及电子技术的新成果，以便在大多数加工条件下都能获得较好的加工效果。据介绍，这种“高效”数控车床在合理应用的条件下，生产效率可以比普通车床高三倍以上，尤其对于复杂形状零件的加工，效率更为显著。但在实际生产中，形状简单的零件仍是占多数，使用功能齐全的数控机床并非必需。而这类机床由于成本高、维修复杂，推广受到限制。此外，也会常常由于用户的使用条件不完备，而使这类机床的效率不能得到充分发挥。因此国外在发展“高效”数控机床的同时，也开始发展了简易数控机床，它的设计思想可以概括为：从具体生产要求出发，灵活运用数控技术的特长，以尽量少的投资来达到尽可能好的生产效果。尽管它的生产效率比“高效”数控机床要低，但是比普通机床还是有较大提高，并且具有上马快、化钱少、容易掌握等特点，所以在一定的条件下，总的生产效果还是很好的。

在我国，简易数控是把数控技术与群众性的技术革新运动相结合的产物，虽然出现的历史还短，但已显示出它的生命力。例如上海先锋电机厂的C 516普通立车简易数控化的经验就具有深刻的说服力。原来该厂有些同志曾对采用数控技术还有种种顾虑，但通过实践体会到：数控机床入门并不难，生产效果也很好。过去有些工厂的同志认为，只有用价格高昂的“高效”数控机床才能加工形状较为复杂的零件，但参观现场以后深受启发，一致认为这样把数控技术恰当地用于老设备改装的路子是走对了，值得学习。一些机床厂和机床电器厂的同志参观后，也开始认识到结合我国国情发展简易数控的必要性，应该巩固这些成果，积极踏实地为推动简易数控机床的发展做出贡献。

二、简易数控机床的特点是实用、简便、价廉。

目前还很难用几个简练的词句对简易数控下个定义，而且在数控技术的发展过程中由于条件的千差万别，也很难用几个具体的经济或技术指标来划分简易数控与“高效”数控的界线，但是通过总结简易数控的实践经验，可以给简易数控机床大致归纳为实用、简便、价廉三个特点，这对于指导简易数控进一步发展可能是有用的。

1. 实用

许多厂的经验表明，从实际情况出发，抓住主要矛盾，灵活运用数控技术的特长，是发展简易数控的基本原则，也是能否成功的关键。

所谓实际情况应该包括有关加工工件形状、尺寸、材料、生产批量、机床、刀具、人员、组织及外协等一切现实的条件，这些都是设计简易数控机床的依据。

象上海仪表电讯机械修造厂的经验所指出的那样，首先应对准备在这台机床上加工（或可能在这台机床上加工）的工件进行统计分析，由此来确定机床的加工范围和应具有的工艺性能，依此再来确定数控机床的基本功能和工作循环的特点。

在制订方案的全部过程中，应该运用《矛盾论》的观点，善于抓住主要矛盾，做到以“实用”“有效”为目标，避免片面追求功能齐全、自动化程度高。对于需要由数控实现的功能，一定要能充分发挥数控技术的特长，这样才会更加有效。上海先锋电机厂改装

的简易数控立车就是抓住了数控加工中的主要矛盾,该厂巧妙地把手工操作与数控擅长加工曲线的特点结合起来,虽然没有实现切削过程的全部自动控制,但解决了生产关键,实现机床数控化,既简单又有效。

在制订实现基本功能的具体方案时,也要从实际出发,做到因地制宜。例如上海交通电器厂等单位制作的CSk618k-1简易数控车床,为了实现车螺纹的功能,他们不是象一般数控车床那样专门制作一套数控的车螺纹装置,而是利用机床原有走刀箱中的车螺纹机构,使之置于数控指令控制之下来完成。

在简易数控机床中,一般并不都需要自动变速机构、自动卡盘及自动尾架等,因为在实际使用时还必需有操作工人来照管,所以片面地追求高度自动化而增加机构的复杂性是不必要的;相反,却会使成本增加,出现故障停机的机率也会增多。在另外的情况下,为了更好地发挥操作工人在使用简易数控机床时的能动性,还应适当地增加一些手动调整的功能,如增设手动脉冲发生器,用于手动调整刀架位置等等。又如在老设备改装时因多是沿用原有的普通丝杠传动机构,所以背隙(或称反向间隙)补偿的功能,就特别显得重要。

总之,实用、有效应是简易数控机床最基本的特点。

2. 简便

即操作简便、编(制)程(序)简便、维修简便。简易数控机床应该尽可能适应工人已有的生产知识和技能,以利于发挥工人的积极性和创造性,其实质是要正确处理好人与物的关系。

一般数控机床完全改变了传统的操作方式,所以操作工人及维修工人必须重新学习有关数控的基本知识,还要懂一些电子技术才能进行维修,甚至还要专门培训编程人员来从事生产准备,这对于使用数控机床不多的工厂来说是个额外负担,限制了数控机床的普及。

为了简化简易数控机床的编程工作,普遍重视提高编程的直观性,并采用了各种由操作工人临场编制程序的技术。例如上海仪表电讯机械修造厂制作的CSK6140简易数控车床,不用传统的读带机输入指令数据,而采用了十进制的拨码开关来编定两个座标的走刀切削长度,这种机构具有比较直观、易懂等特点。操作工人可以根据图纸或程序单,直接在机床旁边编好控制工件加工的全部程序,并且可以根据加工的实际情况,及时修改程序,改进操作。但是这种编程方式不能长期保留编好的程序,每次更换加工工件都要重新编程。在克服这个不足方面,瑞士吉尔麦蒂(Ghielmetti)公司生产的数码插销板机构是一种值得注意的形式(参见《机床》1974年第4期,“奥工展”的插销板数控车床)。所有必要的数字都以数字形式的插销事先按程序单预插在一张单页的塑料薄板上,在开始加工前,把它连同插好的插销一起“贴”到插销板上去,加工完毕后又可以整张“揭”下来保存,这样编好的程序板就可以重复使用,非常方便。

上述两种方法,由于受拨码开关数量或插销板容量的限制,不能象纸带输入机那样可以输入任意多的程序,因而最近以磁带录返型式实现人工输入数字控制指令的简易数控系统在国外又得到了发展。这种系统编程方法是:把工人利用按钮和拨码开关操作加工第一个工件时的每个操作动作记录在磁带上,以后只要再把磁带上的指令重新放出

来,即可进行重复加工。

尽管无带控制的简易数控有了较大发展,但在实际使用中,纸带控制的简易数控机床仍占一定比重。

此外,维修简便也是对简易数控机床的一个重要要求。由于数控机床的电子系统都比较复杂,在一般机械工厂内难以及时进行维修,因而会影响到数控机床的正常使用。在简易数控机床的设计制造中只是注意到提高元部件及系统的可靠性仍是不够的,还必须努力为维修简便创造条件。从普及使用数控机床的观点出发,这点更加重要。一些国外电器公司已发展的盒式结构数控装置,就是按这种思路制作的。当发生故障时,只要把相应的盒件整块地换掉即可,维修工人甚至不要有很多电子知识即可自行排除整机的故障。

3. 价廉

这是简易数控的基本特征,是实现上述技术要求后在经济上的必然结果。为此,应是在满足基本加工要求的条件下,按因地制宜、因陋就简的原则来制订机床及数控装置的方案;不仅要使初次投资费用低,而且还应使经常维持生产的费用也低,这样才能真正收到较好的经济效益。

当前电子器件的售价还比较高,直接影响着数控装置成本的降低。为此,改进数控系统的设计,尽量简化、归并逻辑部件,以减少使用电子器件的数量,是降低成本的一个重要措施。

另外,数控机床的伺服驱动系统在简易数控机床的投资中占较大比重。普遍反映,电液脉冲马达驱动系统(连同油泵装置在内)价格太高,因而期望在小功率的拖动中,采用功率步进电机或直流电机的简单伺服系统。

为了达到价廉的目的,由数控装置及有关元部件生产厂成批提供性能相当、工作可靠、价格低廉的各种简易数控装置及有关部件具有极为重要的意义,这是发展简易数控的必要条件。此外,机床制造厂及时总结群众性技术革新运动的好经验,合理地利用一些成批生产的机床来发展简易数控机床,也是提供廉价设备的重要途径。

按照上述三个原则设计的简易数控机床,必然还带来“上马快”的效果,这对老设备的技术改造非常有利。在有一定外协的条件下,一般用三个月时间即可投产。

三、简易数控机床也有局限性

简易数控机床虽然在技术革新和技术改造中可以发挥很好的作用,但它也有一定的局限性。只有在一定的条件下采取适宜的简易数控机床的形式,才会有较好的效果。

一般来说,它比较适于用在加工中小批量、工件形态中等复杂的场合,如果批量稍大时,可以采用简单程序控制机床或仿形机床来加工,批量再大时,则可应用传统结构形式的单轴或多轴自动、半自动机床,以至采用组合机床自动线来解决。所以简易数控机床合适的应用范围,只是机械加工中的小部分。在实际工作中,应该有选择的实现数控化,切忌盲目追求普通机床数控化。

此外,尽管它叫做简易数控机床,但是比一般的自动化机床还较复杂些,需要有一定的物质技术条件,并要经常进行维护,要有较完善的生产准备与计划安排,才能取得较好效果。因此在技术革新运动中,应根据本单位的实际需要与条件,决定是发展简易

数控机床，还是采取其它更有效的革新方案。

当前全国人民在四届人大精神的鼓舞下，一个轰轰烈烈的新的生产高潮正在形成。我们应该满腔热情地支持群众性的技术革新运动，及时总结群众的创造和经验，加以提高和发展，为实现“再用二十多年的时间，一定能够在本世纪内把我国建设成为社会主义的现代化强国”的宏伟目标而艰苦奋斗。

转自北京机床研究所《机床》1975年第2期

关于具有基本功能数控机床问题的商榷

在机床上采用数控技术后所取得的经济效果是众所周知的，有些同志把它的优点概括为四句话：

1. 高（生产率）；
2. 好（加工精度好，重复性好）；
3. 低（降低对技术熟练程度的要求、降低劳动强度、降低生产成本）；
4. 省（省劳力、省准备时间、省工模夹具、省占地面积）。

可见它是实现优质、高产、低消耗、低成本的重要途径。因此，发展数控机床是赶超世界先进水平的需要，是贯彻执行“多、快、好、省地建设社会主义”总路线的需要，也是保证各行业持续跃进，深挖企业潜力，向共产主义的深度和广度进军的需要。

目前推广应用数控机床从领导思想到群众积极性方面主流都是很好的。在这一片大好形势下，如何统盘规划，向那个方面引，力量如何使用等问题已成为目前发展数控机床工作中的重要问题值得探讨和研究。现从这个角度谈谈关于具有基本功能数控机床的一些问题，不对的地方请同志们批评指正。

一、数控机床推广应用缓慢的原因

数控机床在世界上的出现已有20多年，在我国也有十多年的历史。中间虽然遇到修正主义路线的干扰，走了一段弯路，但从国内外总的情况来看，这项新技术推广应用速度是缓慢的，比如：

美国数控机床发展了20多年，1970年拥数控机床25000台。

日本发展数控机床也有将近20年的历史，到1970年拥有6000台。

英国发展数控机床也有近20年历史，到1970年拥有3112台。

我国发展数控机床已有十多年的历史，到目前为止，估计拥有300台左右。

为什么发展速度这么慢呢？我们分析有下述原因：

1. 价格昂贵。

我国进口了一些数控机床，价格都非常昂贵。比如：上海江宁机床厂从日本进一台数控车床，价格为40多万元；北京机床研究所从日本购买一台加工中心，价格为65万元。

我国生产数控机床价格比较贵，比如北京机床厂生产的数控铣床价格为12万元。

各单位自己研制的数控机床研制费用也不少于10万元，比如武汉机床四厂第一台数控铣床（分立元件）研制费用为10多万元。第二台（集成电路）研制费用约10万元。由于数控机床价格昂贵，便引起下面的副作用：一是一般中小型工厂买不起，二是即使有能力购买这种机床的单位，必视为宝贝，不准在这种机床上加工一般零件。只用它来加工形状特殊复杂，精度要求高的零件。在国外设计产品时还使用于一些奇形怪状的零件，但在我国设计人员设计产品时一般不大设计奇形怪状的零件。据调查在大多数工厂里，一般零件占90%甚至90%以上，因而形状复杂的零件相对来说是比较少的，于是便产生数控机床吃不饱的现象，比如武汉3604厂的数控铣床便经常处于吃不饱的状态。所以一般工厂不急于购买这种机床。

2. 使用、维护较困难。

据使用数控机床单位反映，加工一种形状复杂的零件，大量的工作是用于程序编制，完成了程序编制就完成了工作的一半。

程序编制工作是一项比较复杂的工作，目前这项工作是由相当熟练的工人或技术人员来担任。比如编一般平面曲线形状的零件也需要具有几何、三角的知识。当零件特殊复杂、比如编具有阿基米德螺旋线形状零件的程序时，还必须具有进行复杂数学运算的知识。数控装置的维护则需要具有一定的电子计算机专业知识。机器功能越全越复杂，对维护技术水平要求也越高。由此可见，采用数控机床牵涉到的问题，不止是购买一台数控机床的问题，而且还有一个培训工程技术人员和技术工人的问题。若专业人员培训工作跟不上，必然影响到数控机床推广应用。

3. 可靠性差

解放前我国几乎没有电子工业，解放后从无到有地建立了完整的工业系统，但电子工业比其他许多工业部门来说还是较年青的，元件质量水平还不算高，加上民用工业又买不到一、二级产品的元件，这样，即使花大量时间购买和筛选元件。若使用元件数量过多，也难免掺进质量较差的元件，从而影响数控装置的可靠性。国内不少数控机床长期不能稳定投产，多半是属于半导体元件质量问题，据调查统计数控装置所用的元件越多，控制线路越复杂，出现可靠性差现象的百分比越高。

二、对具有基本功能数控机床的几点看法

针对上述数控机床推广应用缓慢的三个原因，我们认为推广应用具有基本功能数控机床是符合我国当前具体情况，是多、快、好、省地发展数控机床的一条路子。

（一）任何一台数控机床都具有一定的功能

举一、二例如下：

例一、二座标二联动的数控车床，它可以具有如下的功能：

- 1.加工零件形状：内外圆、端面、倾面、台阶、斜面、切螺纹、曲面、球面。
- 2.自动回原点。
- 3.程序自动循环。
- 4.绝对值、增量值两用。
- 5.刀具自动补偿。
- 6.自动换刀。
- 7.进给自动控制。
- 8.主轴变速自动控制。
- 9.主轴转速自动测量。
- 10.冷却泵自动控制。

11.机床丝杠螺距自动补偿，齿轮齿隙自动补偿。例如：三座标二联动数控铣床 它可以具有如下功能：

- 1.加工零件形状：直线、曲线、凸轮、调速盘曲线槽。
- 2.刀具半径自动补偿。
- 3.进给自动控制。
- 4.主轴变速自动控制。
- 5.冷却泵自动控制。
- 6.机床丝杠螺距自动补偿，齿轮齿隙自动补偿。

如果数控车床具有上述11项内容的全部功能，并实现了全部自动控制，我们称之为具有全功能的数控机床。同理，如果数控铣床具有上述 6 项内容并全部实现自动化，我们称之为具有全功能的数控铣床。

仔细分析一下，在全功能的数控铣床或数控车床里头，根据能够生产一般工厂95%以上零件的前提下，可以把一些可有可无的，用别的办法代替的甚至能指头点一下就能解决问题的功能删去，剩下的功能就叫做基本功能，由这些基本功能构成的数控机床叫做具有基本功能数控机床。举一、二例如下：

例一：具有基本功能的二座标二联动数控车床

1.加工零件形状：内外圆、端面、斜角、台阶、斜面、车螺纹（以上零件在一般工厂中占总零件数95%以上，而曲面，球面一般工厂此类零件极少加工，以上零件的数控车床只采用直线插补方式即可）。

- 2.自动回原点。
- 3.刀具自动补偿。
- 4.自动换刀。
- 5.进给自动控制。
- 6.主轴自动变速。

上述六点内容为基本功能，至于全功能中的“程序自动循环”可在编码中解决，“主轴转速自动测量”在一般情况下是可有可无的，所以不同，“绝对值、增量值两用”改为单用增量值、绝对值，“冷却泵自动控制”等辅助功能可用手指头点一点来代替。

例二：具有基本功能的三座标二联动数控铣床：

1.加工零件形状：直线、曲线、凸轮、调速盘曲线槽。

2.进给自动控制。

上述两项内容为基本功能，至于全功能中的“刀具半径自动补偿”可用换刀换纸带办法来解决，所以在推广使用的数控铣床上可以取消“刀补”这一功能，这样可使数控装置逻辑大为简化，提高了可靠性，降低了成本，下面还要详细说明。“主轴自动调速”由于铣床在加工过程中不能调速，自动控制可有可无，所以改为手控，“冷却泵自动控制”改为用手指头点一点。

（二）确保可靠性是当前我国发展数控机床中的关键问题；

实现具有全功能自动化程度高的数控机床，虽然是好事，是发展的必然趋向，但是“事物总是一分为二的”，由于数控装置功能的增加，必然导致数控装置本身要复杂，即所用的逻辑元件多，控制线路复杂，因而也就出现使可靠性降低，成本增高，维修技术水平要求增高的“一低二高”的现象。

北京机床研究所第六室在“机床情报”73年3期上发表的一篇文章，文中指出：当前“在研制数控机床中所需要解决的问题很多，如工作性能、精度、可靠性、成本、使用维护方便等，这些问题相互之间都有密切的联系，但首先应该解决可靠性问题，这是数控机床在生产中能得到应用，从而取得实践经验的前提”接着又指出，“在选择方案，设计系统，选用元件，部件以及完成安装制造等工作过程中，考虑问题的出发点，都必须把确保可靠性放在第一位，这是我国当前发展数控机床中的关键问题。”他们这些论点和意见我们表示完全同意。

我们通过武汉调查和前一段实践体会：感到在目前条件下，提高可靠性，降低成本的有效途径之一是从选择方案着手，比方说我们要搞一台数控机床在选择方案时，是选具有全功能的还是选具有基本功能的，这不仅在可靠性方面大不一样，而且在成本和维修方面也大不相同，下面对这两种方案从几个侧面作一些比较。

（三）两种方案的比较

1.加工工件形状的比较：

以三坐标二联动数控铣床为例。具有全功能与具有基本功能（亦即“有刀补”的数控铣床）数控铣床所能加工零件形状几乎是一样的，至于螺旋桨等形状特殊复杂零件却需要五坐标联动数控铣床才能解决问题，也就是说，具有基本功能的三坐标二联动数控铣床不能加工的另件，具有全功能的三坐标二联动铣床也是无能为力的。

在此必须说明一个问题，即：采用“无刀补”数控铣床加工零件如何保证精度？简单说：采用“无刀补”的数控铣床加工零件，零件的加工精度依靠刀具的尺寸来保证。这里一定有人指出：“没有合适的刀具怎么办？”“刀具磨损了怎么办？”等问题，这两个问题实际上都是可以合理的使用数控机床而取得解决。

因为当我们拿到加工零件的图纸，开始编制加工程序时必须考虑好用什么尺寸的刀具，当刀具落实后即可按照已准备好的刀具尺寸来编制加工程序。

加工零件一般分两道工序进行：第一道工序是：先用比标准刀具的直接略小一些的刀具先进行粗加工（一般给精加工留0.05—0.1毫米余量）。第二道工序则用标准尺寸的刀具进行精加工。由于精加工的切削量很小，所以刀具磨损不是严重的，而对于粗加工则不必考虑其刀具的磨损。一般在数控机床上加的零件大多属于中小批量，所以加工每批零件所消耗的标准尺寸的刀具量也就不大。

武汉3604厂的数控铣床从1971年10月开始正式投入使用至今三年的时间里大约加工的另件有20余种，共计3000多件都是采用上述的办法。并且认为对于中小批量的零件采用粗、精两道工序加工的办法，其工效比采用“刀补”的办法加工要高。因为采用“刀补”的办法加工零件时粗加工和精加工同用一把刀具切削量大时磨损的也快，刀具磨损之后便影响加工零件的光洁度，所以必须修磨刀具，而每次卸刀具则花费更多的时间，所以实际上反而使工效降低了。如果采用多次小量切削，则加工的次数多了也就更费时间了。然而应当指出：对于单件零件的加工，则用“刀补”办法就比较方便了。但是一般工厂加工零件总有一定的批量。

2. 可靠性比较

以三座标二联动数控铣床为例，其数控装置无“刀补”即具有基本功能的数控装置的晶体管用量比有“刀补”即所谓全功能的数控装置要少用一半，其他电阻、电容以及接插件等也大大减少，几乎要少焊数千个焊点，从而大大提高了可靠性。根据我们的初步调查省市研制数控机床的单位中既有研制具有全功能的数控铣床单位，也有研制具有基本功能的数控铣床单位，但能长期稳定投产使用的都是具有基本功能的三座标二联动数控铣床。

从另一侧面来看，比如数控线切割机，目前大家都承认生产这种床子的成活率高，全国各省市都有单位小批生产，而且投产后能长期稳定加工，其中很主要的原因是数控装置的功能只局限于基本的，所以比较简单，可靠性也高。

3. 成本比较

以三座标二联动数控铣床为例：

北京第一机床厂生产的具有全功能的数控铣床全套售价为12万元。武汉3604厂以及襄樊市机床厂与半导体厂共同研制的具有基本功能的数控铣床研制费用约5—6万元。

4. 编程序难易比较

具有基本功能的数控铣床由于没有“刀补”这一功能，所以其程序均以刀具中心轨迹来编，没有其他刀具偏移指令，所以编程序比较容易，武汉3604工厂的数控铣床三年来的编程序工作均由操作数控铣床的铣工师傅孙浩同志自己编制。自编自用得心应手，通过编程序从而也提高文化和技术水平。

湖北襄樊机床厂的具有基本功能的数控铣床目前也是由铣工自编加工程序。

5. 维修难易比较

关于这个问题,不用多花笔墨大家都是清楚的。具有基本功能的数控装置其逻辑简单当然比复杂的容易维修。特别是采用分立元件通用插板的数控装置,配有专用的标准测试台,操作简便,容易找出损坏的晶体管,而更换一个晶体管比更换一个组件容易得多。普通电工经短期训练都能掌握。

只有让操作数控机床的工人掌握了数控技术,我国数控机床的推广使用才有可能实现。

三、对省市发展数控机床的几点看法

1. 关于数控机床的服务对象问题:

省市工业有两个特点:一是属于地方性质的工业,二是绝大多数属于中小型工厂,中央有关部门发展数控机床有其目的、打算和服务对象,各省市地方工业部门发展数控机床当然也应有其目的、打算和服务对象。

我们的看法:认为省市发展数控机床应把主要精力放在“多、快、好、省”地解决当前地方上一般工厂中占95%以上的零件的加工问题上,而不是把主要精力放在解决一般工厂中占1—2%,甚至多年不加工一次的特殊复杂的零件加工问题上。当然加工特殊复杂的零件也应有人管,是在地方上设一个点专门研究解决这个问题便可以了。

2. 在各级党组织领导下,放手发动群众,推广应用具有基本功能数控机床是“多、快、好、省”地发展数控机床的一条路子。

具有基本功能数控机床所能加工工件的形状如上比较是不亚于具有全功能数控机床(它完全能够解决一般工厂中占95%以上零件的加工问题),而且还在可靠性、成本、使用维护等方面的指标上都大大优越于具有全功能的数控机床,更有意义的是,它比之具有全功能数控机床易于制造,易于破除数控装置神秘论,有利于在各级党组织领导下,放手发动群众,大面积推广数控技术,机床行业上推广,而且还可以推广应用到其他行业,促进省市工业自动化水平向前迈进。深挖企业潜力,向生产的深度和广度进军。

3. 总结经验,为推广应用具有基本功能数控机床提供条件。

各省市有些单位已研制出了一些具有基本功能数控机床,我们认为有必要总结它们的经验,在这个基础上:

(1)在有关部门的领导下,按系统组织数控技术训练班,为推广应用数控技术培养技术工人和技术人员。

(2)在总结经验基础上,组织力量设计出合适于一般工厂的环境条件下使用的标准化的典型单元逻辑电路,为整机设计提供条件。

(3)集中力量设计出具有基本功能的高可靠性的,造价低的数控装置,经实际使用考验和积累经验,组织推广。

(4)从简到繁,逐渐扩大数控装置的功能。

三座标二联动数控装置有、无“刀补”使用元件统计表

数控装置型号	有无刀具补偿	存数方式	插板用量(块)	晶体管用量(只)	晶体管用量(只)	造 价	对使用维修的技术要求	试制单位
BIK211A	有	镍延迟线组成动态移位寄存器。	126	—1300	—3000	—6万元	镍延迟线调试较困难	北京第一机床厂
	有	用晶体管触发器代替镍延迟线	209	—1800	—5000	—7万元	触发器调试简单,但元件数量多,维护工作量大。	襄樊半导体厂
SK72—1K XK—7013	无	采用晶体管触发器组成移位寄存器	90	—900	—2000	—3万元	维护简单	武汉3604厂 襄樊半导体厂

湖北省农机学院 李井中
3604 工 厂 马立仁

简易数字程序控制车床总逻辑说明

西安石油仪器二厂

在第二次全国数控机床攻关技术座谈会的精神鼓舞下,在我厂党委的领导下,我厂和庆安公司八厂一起准备将普通车床改造成简易数控车床,以减轻车工的劳动强度和提高车削加工的生产率。为此我们曾到上海学习取经,得到很大支持和帮助。特别是上海仪表电讯机械修造厂同志搞成的Jskc6140型简易数控车床,给了我们很大的启示。我们的工作就是在这个基础上开始的。

根据我厂和庆安八厂产品的特点,要求车床经过改造后要能进行一般轴、盘类零件的粗、精车,要能车螺纹和1:50的锥度。根据这些要求,我们在一机部西安设计院同志的指导下,进行了总逻辑设计。目前初步搞出了总逻辑,开始进行单元线路设计。还没有实践,加之我们全组同志是第一次接触逻辑设计工作,所以这是一个极不成熟的方案,请同志们批评指正。

第一部份 概 况

一、设计思想

(1) 通过对车轴、盘类零件的各种工况分析看出只要将现有车床作下列二点修改

即可实现简易数控的目的:

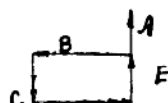
1. 将控制拖板走向的正、反离合器和纵、横向离合器改成电磁离合器由电信号加以控制;

2. 用光电盘 (或其他转换器) 将拖板移动距离按脉冲当量转换成数字脉冲信号送数控装置, 作为控制车床动作的依据。

这样就可完全利用原车床的动力和传动系统实现简易数控的目的。

鉴于车床的操作过程是由一定的程序构成的, 如车外圆为 $+Y \rightarrow +X \rightarrow -Y \rightarrow -X$ 周而复始, 直到车到尺寸为止。其他镗内孔, 车端面等工序也均有其固有规律, 可以据此设计加工指令系统和一个工序内周而复始的自循环系统, 以简化程序的编制也简化了存储器结构, 我们采用了五进制的自循环系统, 分 A、B、C、D、E 五个工步, 以车外圆为例这五个工步的作用是: A 进刀, B 切削, C 快速退刀, D 快速回程, E 复位 (其动作线与 A 重合), A¹ 为下一个自循环的进刀 (如图 3-1)。

我们采用了下述 11 种加工指令:



指令序号	0	1	2	3	4	5
动作	停机					
指令序号	6	7	8	9	10	备注
动作						 慢速 快速

图 3-1

(2) 通过对车螺纹工况的分析, 看出它和车内、外圆有共同点, 可以借用 1*2 指令。但必须做到以下三点:

1. 保证每次走刀结束后车刀快速退出的距离不能是原来进给的距离, 而是要退出工件外表面, 否则车刀在快速回程中将破坏被车削的螺纹。

2. 保证拖板运动严格地和主轴的运动相匹配, 才能使被车螺纹不致破头 (乱扣)。

3. 原机床主轴在变换转动方向时, 拖板在横向有惯性运动, 且主轴反转速度比正转时高, 故车刀在快速回程后的惯性也大。使自循环的轨迹变成如图 3-2 所示。为了实

现螺纹车削必须除或补偿这些过冲量。

对于“1”我们根据我们工件的情况采用了四分频网络，使车螺纹时，退刀量和复位量为进刀量四倍来解决。

对于“2”原机床传动系统是能保证的，但在整个车削螺纹的过程中必须使开合螺母（俗称老虎嘴）和丝杠始终保持啮合，才能使螺纹不破头，

（当被车螺纹的螺距和丝杠螺距成公倍数关系时例外）但原机床车刀的横向进给只能通过光杠实现，也即必须松开开合螺母。为了解决这个矛盾，我们采用了一台步进电机使横向进给脱离原机床的传动而自成独立系统。

对于“3”我们采用了可逆计数器，将C、E二步中过冲量记忆下来，在B、D二步中先减除后再使X向计数器工作，但这还不够，因为有些零件不允许有这过冲量，因此我们又采用了提前使主轴停转的办法，即使主轴在X向尚未切削到尺寸时即提前停车。提前量由拨盘开关预置。

综上所述，我们是采用步进机控制每次切削进给量和总切削深度；采用X向光电测距控制螺纹的切削长度；采用原车床的传动系统保证切削螺距；采用可逆计数器及预置提前停车量的办法消除惯性运动的影响来实现螺纹切削的简易数控。

（3）通过对车削1:50固定锥度的工况分析，看出要实现数控必须当X向每进给1mm时Y向进给0.01mm，所以，我们就在X计数器中把X10-1的进位脉冲引到Y步进机的环形分配器中控制Y向运动。

（4）根据一般车削工件的精度在直径方向（即Y向）要求较高，对长度方向（即X向）要求较低，我们决定脉冲当量在X向取0.1mm在Y向取0.01mm。

采取以上措施后，一般轴、盘类件零，1:50的锥度和螺纹的粗车和精车时的车工操作，便可由控制台来代替了。

二、执行部件的改革：

1.正反换向器：采用锥面啮合式，装在走刀箱与光杠联接处（原车床正反手柄置于“正”不动）以电信号驱动电磁铁，控制光杠正，反转或脱空，取代原正、反手柄。

2.光电测距：利用光电盘式模数转换，将距离量化为角度量再转换成脉冲数字量，作为反馈控制信号，以代替车工监视拖板定位刻度控制尺寸。

3.横向拖板丝杠端部加装步进电机，以实现横向数控进给。

4.快速行程电机：对于非切削纵向行程（空程），为了节省时间，专用一台电动机直接带动光杠作1400转/分的旋转（这时正反换向器处于脱空位置），使拖板快速移动完空程。

5.自动换刀机构：车削中实现自动换刀。

6.手动、电动两用卡盘：减轻装卸工件的劳动强度。

三、我们初步设想的主要技术指标：

1.加工对象：一般轴类、盘类零件和带有1:50锥度和螺距为3mm以下的螺纹的轴类零件。

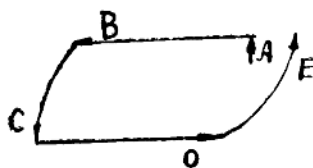


图 3-2

2. 加工指令: 由五刀十一档开关选择 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 指令, 由钮子开关选择锥度或螺纹指令。

①车削指令: $1^{\circ} \sim 4^{\circ}, 9^{\circ}, 10^{\circ}$

②空行程指令: $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$

③停车指令: 0°

3. 最大加工尺寸: (即控制台可控尺寸)

纵向 999.9mm

横向 99.99mm ($\phi 199.98\text{mm}$)。

4. 加工精度: X向脉冲当量 0.1mm

Y向脉冲当量 0.01mm

5. 自动循环每次进给量控制: X向 $0.1 \sim 3.9\text{mm}$, Y向 $0.01 \sim 3.99\text{mm}$ 任意选择, 加工前拨在控制台面板开关上。

6. 主轴转速, 走刀量: 与原车床相同, 加工前选定, 加工过程中如需变换, 则在程序中预先编入 0° 指令或按暂停开关, 使程序中断, 变速后再继续执行程序。

7. 空程快速: X向约 1米/分 , 到达终点前 10mm 自动转换为慢速 (即切削速度), Y向约 12.5mm/秒 。

8. 自动换刀: 每遇换刀信号, 刀架即旋转 90° , 换入下一刀位。除数控换刀外, 尚设有手动换刀按钮。

9. 电动、手动两用卡盘: 电动由脚踏开关控制, 夹紧力分四档, 由开关预选, 手动与普通卡盘同。

第二部分 简易数控车床的逻辑系统

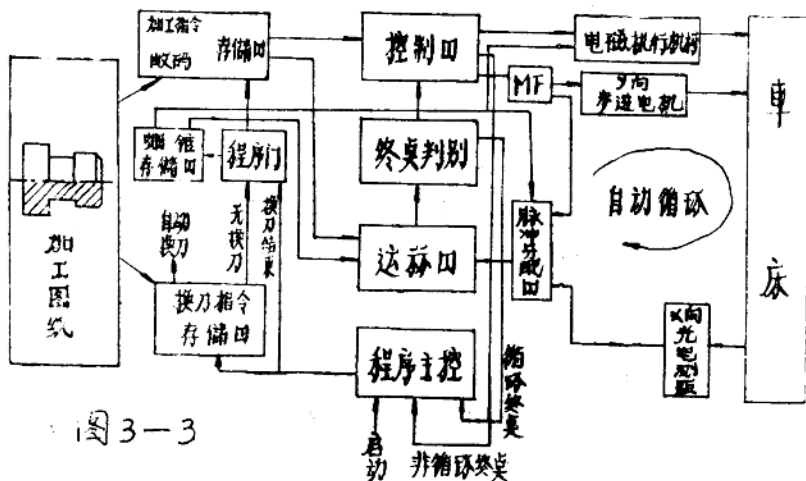
一、逻辑结构:

1. 组件——采用高门槛数字集成电路——NTL(SM3112H)与非门(北京半导体器件三厂)

2. 逻辑方框图 (图3-3)

每一道加工程序的换刀指令, 加工指令, 数码可按图纸直接拨入相应的存储器中, 整机开动后, “启动”键把程序主控(十六进计数器)由“0000”预备信号置为“0001”, 发出程序1信号, 送换刀指令存储器及程序门。若第一道程序无换刀信号存储, 则程序门开, 若有换刀指令存储, 则程序1信号到达时指使换刀机构执行换刀, 换刀结束信号将程序门打开, 程序门开, 则程序1信号通过程序门, 从加工指令、数码存储器中取出第一道程序的加工指令与数据分别送控制器及运算器, 以实现第一道程序的加工操作。

操作时, 控制器接受程序信号后发出单向动作指令, 如单向动作指令是X向则驱动电磁执行机构动作, 带动车床纵向移动经光电测距送回的反馈脉冲经脉冲分配器送X向运算器进行减数运算, 如单向动作指令是Y向则打开ME (脉冲信号发生器)发脉冲驱动步进电机带动车床横向拖板移动, 同时ME发生的脉冲经脉冲分配器送Y运算器作减数运算。当该方向的移动到达尺寸终点时, (计数器减到0)“终点判别”即发出单向终



点信号，使控制器按预编的加工指令次序，发命令使前一单向动作停止，而执行下一个单向动作。对于多次重复进刀切削的程序，在控制器“自动循环控制”的作用下，单向动作周而复始，就在控制器、电磁执行机构（或步进电机）、车床、光电测距、运算器、终点判别间构成了自动循环，到该程序加工结束时，“终点判别”即发出循环终点信号，它触发程序主控使之翻转为“0010”发出程序 2 信号，即将程序 2 取出进行加工控制。对于非循环的加工操作，以加工指令 $5 \cdot \overline{X}$ 为例，当 $\overline{X}$ （表示 X 向快速，下同）， $\overline{Y}$ 走完时，控制器便发出非循环的终点信号，触发程序主控，使加工转入下一程序，这样依次下去直到程序取完，即加工完毕，这时最后发出的一个取程序信号，接通停机指令 0^* 、驱动停机继电器，使整机工作停止。

3. 总逻辑图（另附）

4. 逻辑部分的简单介绍：

(1) 程序主控：是由非对称型维持——阻塞触发器构成的十六进加法计数器，由“启动”开关或程序终点信号（循环终点及非循环的终点）触发，除“0000”预备信号外依次择出 1~15 共十五个取程序信号，用以取出存储器中对应程序。所存储的信号及数码在跳换程序时，另有单稳发出 R 及 RD 清 O 脉冲将机处于准备状态，而后转入下一程序。

(2) 存储器：由相同的十五排开关（对应十五道程序）作记忆元件存储信号。

① 扳键开关 KDI~KD15 存储换刀信号，线路如下（图 3-4）：