

目 录

第一章 前言	1
1.1 以科技创新为先导	1
1.2 在商品化上狠下功夫	2
第二章联轴器的介绍	2
2.1 种类及功用	2
2.2 常用的联轴器	3
2.3 联轴器的类型特点	3
2.4 联轴器的选用	3
2.5 选择联轴器应考虑的因素	4
2.5.1 动力机的机械特性	4
2.5.2 载荷类别	4
2.5.3 联轴器的许用转速	5
2.5.4 联轴器所联两轴相对位移	5
2.5.5 联轴器的传动精度	5
2.5.6 联轴器尺寸、安装和维护	5
2.5.7 工作环境	6
2.5.8 经济性	6
第三章机械工艺设计	6
3.1 29323 联轴器的选材	6
3.2 29323 联轴器工艺路线拟定	7
3.2.1 加工阶段的划分	7
3.2.2 机械加工工序的安排	8
3.2.3 热处理工序的安排	8
3.2.4 辅助工序的安排	8
3.2.5 加工路线的拟定	8
3.3 机床与工艺设备的选择	8
3.3.1 机床的选择	8
3.3.2 工艺设备的选择	8
3.4 刀具选择	8
3.4.1 选择数控刀具的原则	8
3.4.2 设置刀点和换刀点	10

3.4.3 确定切削用量	10
3.5 工件的装夹方式	11
3.5.1 对联轴器夹具的基本要求	11
3.5.2 联轴器夹具选用	11
第四章 编写程序	12
4.1 数控系统的介绍	12
4.2 编程指令的介绍	13
4.3 加工程序	13
第五章 结论与展望	15
致谢	16
参考文献	17

第一章 前言

数控技术和数控装备是制造工业现代化的重要基础。这个基础是否牢固直接影响到一个国家的经济发展和综合国力，关系到一个国家的战略地位。因此，世界上各工业发达国家均采取重大措施来发展自己的数控技术及其产业。

在我国，数控技术与装备的发展亦得到了高度重视，近年来取得了相当大的进步。特别是在通用微机数控领域，以 PC 平台为基础的国产数控系统，已经走在了世界前列。但是，我国在数控技术研究和产业发展方面亦存在不少问题，特别是在技术创新能力、商品化进程、市场占有率等方面情况尤为突出。在新世纪到来时，如何有效解决这些问题，使我国数控领域沿着可持续发展的道路，从整体上全面迈入世界先进行列，使我们在国际竞争中有举足轻重的地位，将是数控研究开发部门和生产厂家所面临的重要任务。

为完成此任务，首先必须确立符合中国国情的发展道路。为此，本文从总体战略和技术路线两个层次及数控系统、功能部件、数控整机等几个具体方面探讨了新世纪的发展途径。

制定符合中国国情的总体发展战略，对 21 世纪我国数控技术与产业的发展至关重要。通过对数控技术和产业发展趋势的分析和对我国数控领域存在问题的研究，我们认为以科技创新为先导，以商品化为主干，以管理和营销为重点，以技术支持和服务为后盾，坚持可持续发展道路将是一种符合我国国情的发展数控技术和产业的总体战略。

1.1 以科技创新为先导

中国数控技术和产业经过 40 多年的发展，从无到有，从引进消化到拥有自己独立的自主版权，取得了相当大的进步。但回顾这几十年的发展，可以看到我们在数控领域的进步主要还是按国外一些模式，按部就班地发展，真正创新的成分不多。这种局面在发展初期的起步阶段，是无可非议的。但到了世界数控强手如林的今天和知识经济即将登上舞台的新世纪，这一常规途径就很难行通了。例如，在国外模拟伺服快过时，我们开始搞模拟伺服，还没等我们占稳市场，技术上就已经落后了；在国外将脉冲驱动的数字式伺服打入我国市场时，我们就跟着搞这类所谓的数字伺服，但至今没形成大的市场规模；近来国外将数字式伺服发展到用网络（通过光缆等）与数控装置连接时，我们又跟着发展此类系统，前途仍不乐观。这种老是跟在别人后面走，按国外已有控制和驱动模式来开发国产数控系统，在技术上难免要滞后，再加上国外公司在我国境内设立研究所和生产厂，实行就地开发、就地生产和就地销售，使我们的产品在性能价格比上已越来越无多大优势，因此要进一步扩大市场占有率，难度自然就很大了。

为改变这种现状，我们必须深刻理解和认真落实“科学技术是第一生产力”的伟大论断，大力加强数控领域的科技创新，努力研究具有中国特色的实用的先进数控技术，逐步建立自己独立的、先进的技术体系。在此基础上大力发展符合中国国情的数控产品，从而形成从数控系统、数控功能部件到种类齐全的数控机床整机的完整的产业体系。这样，才不会被国外牵着鼻子，永远受别人的制约，才有可能用先进、实用的数控产品去收复国内市场，打开国际市场，使中国的数控技术和数控产业在 21 世纪走在世界的前列。

1.2 在商品化上狠下工夫

近几年我国数控产品虽然发展很快，但真正在市场上站住脚的却不多。就数控系统而言，国产货仍未真正被广大机床厂所接受，因此出现国产数控系统用于旧机床改造的例子较多，而装备新机床的却很少，机床厂出产的国产数控机床大多数用的都是国外的系统。这当然不是说旧机床的数控化改造不重要，而是说明从商品的角度看，我们的数控系统与国外相比还存在相当大的差距。

影响数控系统和数控机床商品化的主要因素除技术性能和功能外，更重要的就是可靠性、稳定性和实用性。以往，一些数控技术和产品的研究、开发部门，所追求的往往是一些体现技术水平的指标（如多少通道、多少轴联动、每分钟多少米的进给速度等等），而对影响实用性的一些指标和一些小问题却不太重视，在产品的稳定性、鲁棒性、可靠性、实用性方面花的精力相对较少。从而出现某些产品鉴定时的水平都很高，甚至也获各种大奖。但这些高指标、高性能的产品到用户哪儿却由于一些小问题而表现不尽人意，最后丧失了信誉，打不开市场。这说明，高指标、高性能的样机型的产品离用户真正需要的实用、可靠的商品是有相当大的距离的，将一个高指标、高性能的产品变为一个有市场的商品还需作出大量艰苦的努力。

另一方面，数控系统和数控机床不像家电类产品那样易于大批量生产，应用环境也不那么简单。数控产品是在生产环境中使用，面临的是五花八门的工艺问题。如果开发部门对这些问题掌握得不透，就难以将产品设计得很完善。而且数控产品的某些问题在开发、试用，甚至鉴定时都难以发现。这就造成，同样型号的数控机床在有的用户那儿运行得很好，而在别的用户那儿却表现欠佳。或者同样型号的数控机床用于加工某些零件工作得很好，但用于加工其他零件时却不尽人意。出现这种情况，有时是用户操作人员的水平问题，但有时就是数控产品本身潜在问题的暴露。为解决这一问题，国外一些公司设立了专门机构来测试考验自己的产品，如为考验新开发的数控系统，厂家自己设计和从生产实际中收集了大量零件程序，让数控系统运行各种各样的程序，一旦发现问题，即立即反馈给开发部门予以解决。经过这样的测试考验过程后，数控系统的潜在问题就大为减少。以往，我们的产品就很少进行这样严格的全面的自我测试考验。好些问题要等到用户去给我们挑出来。这样，即使一个小问题也将严重影响国产数控产品的声誉。

第二章联轴器的介绍

2.1 种类及功用

联轴器一般可区分为两大类，刚性（Rigid）联轴器和柔性（Flexible）联轴器。刚性联轴器对于两轴间同心度的要求非常高。因此柔性联轴器被广泛地使用。一般柔性联轴器的分类为：

- 一、橡胶式联轴器（ELASTOMERIC）
- 二、金属性联轴器（METALLIC）

联轴器的功用：

联轴器是将两轴轴向联接起来并传递扭矩及运动的部件并具有一定的补偿两轴偏移的能力，为了减少机械传动系统的振动、降低冲击尖峰载荷，联轴器还应具有一定的缓冲减震性能。联轴器有时也兼有过载安全保护作用。

2.2 常用的联轴器

凸缘联轴器、套筒联轴器、十字滑块联轴器、齿式联轴器、十字轴万向联轴器、弹性套柱销联轴器、弹性柱销联轴器。

2.3 联轴器的类型特点

刚性联轴器：刚性联轴器不具有补偿被联两轴轴线相对偏移的能力，也不具有缓冲减震性能；但结构简单，价格便宜。只有在载荷平稳，转速稳定，能保证被联两轴轴线相对偏移极小的情况下，才可选用刚性联轴器。

挠性联轴器：具有一定的补偿被联两轴轴线相对偏移的能力，最大量随型号不同而异。

无弹性元件的挠性联轴器：承载能力大，但也不具有缓冲减震性能，在高速或转速不稳定或经常正、反转时，有冲击噪声。适用于低速、重载、转速平稳的场合。

非金属弹性元件的挠性联轴器：在转速不平稳时有很好的缓冲减震性能；但由于非金属（橡胶、尼龙等）弹性元件强度低、寿命短、承载能力小、不耐高温和低温，故适用于高速、轻载和常温的场合

金属弹性元件的挠性联轴器：除了具有较好的缓冲减震性能外，承载能力较大，适用于速度和载荷变化较大及高温或低温场合。

安全联轴器：在结构上的特点是，存在一个保险环节（如销钉可动联接等），其只能承受限定载荷。当实际载荷超过事前限定的载荷时，保险环节就发生变化，截断运动和动力的传递，从而保护机器的其余部分不致损坏，即起安全保护作用。

起动安全联轴器：除了具有过载保护作用外，还有将机器电动机的带载起动转变为近似空载起动的的作用。

2.4 联轴器的选用

联轴器选择原则：

转矩 T：选刚性联轴器、无弹性元件或有金属弹性元件的挠性联轴器； T 有冲击振动，选有弹性元件的挠性联轴器；

转速 n：非金属弹性元件的挠性联轴器；

对中性：对中性好选刚性联轴器，需补偿时选挠性联轴器；

装拆：考虑装拆方便，选可直接径向移动的联轴器；

环境：若在高温下工作，不可选有非金属元件的联轴器；

成本：同等条件下，尽量选择价格低，维护简单的联轴器

联轴器品种、型式、规格很多，在正确理解品种、型式、规格各自概念的基础上，根据传动的需要来选择联轴器，首先从已经制订为标准的联轴器中选择，目前我国制订为国际和行标的联轴器有数十种，这些标准联轴器绝大多数是通用联轴器，每一种联轴器都有各自的特点和适合范围，基本能够满足多种工况的需要，一般情况下设计人员无需自行设计联轴器，只有在现有标准联轴器不能满足需要时才自行设计联轴器。标准联轴器选购方便，价格比自行设计的非标准联轴器要便宜很多。在众多的标准联轴器中，正确选择适合自己

需要的最佳联轴器，关系到机械产品轴系传动的工作性能、可靠性、使用寿命、振动、噪声、节能、传动效率、传动精度、经济性等一系列问题，也关系到机械产品的质量。设计人员在选用联轴器时应立足于从轴系传动的角度和需要来选择联轴器，应避免单纯的只考虑主、从动端联接选择联轴器。

2.5 选择联轴器应考虑的因素

2.5.1 动力机的机械特性

动力机到工作机之间，通过一个或数个不同品种型式、规格的联轴器将主、从动端联接起来，形成轴系传动系统。在机械传动中，动力机不外乎电动机、内燃机和气轮机。由于动力机工作原理和机构不同，其机械特性差别较大，有的运转平稳，有的运转时有冲击，对传动系统形成不等的影响。根据动力机的机械特性，将动力机分为四类。见表 1。

表 1 动力机系数 Kw

动力机类别代号	动力机名称	动力机系数 Kw	动力机类别代号	动力机名称	动力机系数 Kw
I	电动机、透平	1.0	III	二缸内燃机	1.4
II	四缸及四缸以上内燃机	1.2	IV	单缸内燃机	1.6

动力机的机械特性对整个传动系统有一定的影响，不同类别的动力机，由于其机械特性不同，应选取相应的动力机系数 Kw，选择适合于该系统的最佳联轴器。动力机的类别是选择联轴器品种的基本因素，动力机的功率是确定联轴器的规格大小的主要依据之一，与联轴器转矩成正比。

固定的机械产品传动系统中的动力机大都是电动机，运行的机械产品传动系统（例如船舶、各种车辆等）中的动力机多为内燃机，当动力机为缸数不同的内燃机时，必须考虑扭振对传动系统的影响，这种影响因素与内燃机的缸数、各缸是否正常工作有关。此时一般应选用弹性联轴器，以调整轴系固有频率，降低扭振振幅，从而减振、缓冲、保护传动装置部件，改善对中性能，提高输出功率的稳定性。

2.5.2 载荷类别

由于结构和材料不同，用于各个机械产品传动系统的联轴器，其载荷能力差异很大。载荷类别主要是针对工作机的工作载荷的冲击、振动、正反转、制动、频繁启动等原因而形成不同类别的载荷。为便于选用计算，将传动系统的载荷分为四类，见表 2。

表 2 载荷类别

载荷类别	载荷状况	工况系数 K	载荷类别	载荷状况	工况系数 K
I	载荷均匀，工作平稳	1~1.5	III	重冲击载荷，频繁正反转	2.5~2.75
II	中等冲击载荷	1.5~2.5	IV	特重冲击载荷，频繁	>2.75

				正反转	
--	--	--	--	-----	--

传动系统的载荷类别是选择联轴器品种的基本依据。冲击、振动和转矩变化较大的工作载荷，应选择具有弹性元件的挠性联轴器即弹性联轴器，以缓冲、减振、补偿轴线偏移，改善传动系统工作性能。起动频繁、正反转、制动时的转矩是正常平稳工作时转矩的数倍，是超载工作，必然缩短联轴器弹性元件使用寿命，联轴器只允许短时超载，一般短时超载不得超过公称转矩的 2~3 倍，即 $[T_{max}] \geq 2 \sim 3T_n$ 。

低速工况应避免选用只适用于中小功率的联轴器，例如：弹性套柱销联轴器、芯型弹性联轴器、多角形橡胶联轴器、轮胎式联轴器等；需要控制过载安全保护的轴系，宜选用安全联轴器；载荷变化较大的并有冲击、振动的轴系，宜选择具有弹性元件且缓冲和减振效果较好的弹性联轴器。金属弹性元件弹性联轴器承载能力高于非金属弹性元件弹性联轴器；弹性元件受挤压的弹性联轴器可靠性高于弹性元件受剪切的弹性联轴器。

2.5.3 联轴器的许用转速

联轴器的许用转速范围是根据联轴器不同材料允许的线速度和最大外缘尺寸，经过计算而确定。不同材料和品种、规格的联轴器许用转速的范围不相同，改变联轴器的材料可提高联轴器许用转速范围，材料为钢的许用转速大于材料为铸铁的许用转速。

用于 $n > 5000 \text{r/min}$ 工况条件的联轴器，应考虑联轴器外缘离心力和弹性元件变形等影响因素，并应作动平衡。高速时不应选用非金属弹性元件弹性联轴器，高速时形成弹性元件变形，宜选用高精度的挠性联轴器，目前国外用于高速的联轴器不外乎膜片联轴器和高精度鼓形齿式联轴器。

2.5.4 联轴器所联两轴相对位移

联轴器所联两轴由于制造误差、装配误差、安装误差、轴受载而产生变形、基座变形、轴承受损、温度变化（热胀、冷缩）、部件之间的相对运动等多种因素而产生相对位移。一般情况下，两轴相对位移是难以避免的，但不同工况条件下的轴系传动所产生的位移方向，即轴向（ x ）、径向（ y ）、角向（ α ）以及位移量的大小有所不同。只有挠性联轴器才具有补偿两轴相对位移的性能，因此在实际应用中大量选择挠性联轴器。刚性联轴器不具备补偿性能，应用范围受到限制，因此用量很少。角向（ α ）唯一较大的轴系传动宜选用万向联轴器，有轴向窜动，并需控制轴向位移的轴系传动，应选用膜片联轴器；只有对中精度很高的情况下选用刚性联轴器，各标准挠性联轴器许用补偿量见表 3。

2.5.5 联轴器的传动精度

小转矩和以传递运动为主的轴系传动，要求联轴器具有较高的传动精度，宜选用金属弹性元件的挠性联轴器。大转矩个传递动力的轴系传动，对传动精度亦有要求，高转速时，应避免选用非金属弹性元件弹性联轴器和可动元件之间有间隙的挠性；联轴器，宜选用传动精度高的膜片联轴器。

2.5.6 联轴器尺寸、安装和维护

联轴器外形尺寸，即最大径向和轴向尺寸，必须在机器设备允许的安装空间以内。应选择装拆方便、不用维护、维护周期长或者维护方便、更换易损件不用移动两轴、对中间调整容易的联轴器。

大型机器设备调整两轴对中较困难，应选择使用耐久和更换易损件方便的联轴器。金属弹性元件挠性联轴器一般比非金属弹性元件挠性联轴器使用寿命长。需密封润滑和使用不耐久的联轴器，必然增加维护工作量。对于长期连续运转和经济效益较高的场合，例如我国冶金企业的轧机传动系统的高速端，目前普遍采用的是齿式联轴器，齿式联轴器虽然理论上传递转矩大，但必须在润滑和密封良好的条件下才能耐久工作，且需经常检查密封状况，注润滑油或润滑脂，维护工作量大，增加了辅助工时，减少了有效工作时间，影响生产效益。国际上工业发达国家，已普遍选用使用寿命长、不用润滑和维护的膜片联轴器取代鼓形齿式联轴器，不仅提高了经济效益，还可以净化工作环境。在轧机传动系统选用我过研制的弹性活销联轴器和扇形块弹性联轴器，不仅具有膜片联轴器的优点，而且缓冲减振效果好，价格便宜。

2.5.7 工作环境

联轴器与各种不同主机产品配套使用，周围的工作环境比较复杂，如温度、湿度、水、蒸汽、粉尘、砂子、油、酸、碱、腐蚀介质、盐水、辐射等状况，是选择联轴器时必须考虑的重要因素之一。对于高温、低温、有油、酸、碱介质的工作环境，不宜选用以一般橡胶为弹性元件材料的挠性联轴器，应选择金属弹性元件挠性联轴器，例如膜片联轴器、蛇形弹簧联轴器等。

2.5.8 经济性

由于各品种、型式、规格的联轴器结构、材料、大小和精度不同，其成本和造价相差很大。一般精度要求的联轴器成本低于高精度要求的联轴器；结构简单、工艺性好的联轴器成本低于结构复杂、工艺性差的联轴器；采用一般材料作原料的联轴器成本低于采用特殊材料作原料的联轴器；非金属弹性元件挠性联轴器的成本低于金属弹性元件挠性联轴器。在选择联轴器时，价格是不可忽视的重要因素，有时甚至是决定因素。对于一般工况条件，就无必要选择价格较贵的高精度联轴器，选用者往往因为经济的原因不能选用某些性能虽好但价格较高的挠性联轴器。

在选择联轴器时应根据选用各自实际情况和要求，综合考虑上述各种因素，从现有标准联轴器中选取最适合于自己需要的联轴器品种、型式和规格。一般情况下现有的标准联轴器基本可以满足不同工况的需要。

第三章 联轴器工艺分析

3.1 29323 联轴器的选材

在一般的情况下，选材合理性的标志，应是在满足零件的性能要求的条件下最大限度的发挥材料潜力，做到既要考虑提高材料强度的使用水平，同时也要减少材料的削耗和降低加工成本。因此要做到合理选材，必须全面分析和综合考虑。

一般在下列情况下需要选用材料：设计新产品，改变原设计或是改变零件原来材料的降低成本；为适应本厂的设备条件而要改变零件加工工艺；原材料缺乏，需要更换新材料等。目前选用零件大部分涉及到一些尚未标准化或尚未定型化的零件和在满足零件工具。

选材的一般原则：首先是作用性能的前提下，再考虑工艺性、经济性，且要根据我国的资源情况选择国产材料。

满足 29323 联轴器的使用性能要求。

零件的使用性能是机械零件，构件等在正常情况下材料应具备的性能。它包括力学性能和物理化学性能等，由于 29323 联轴器主要用于汽车的装备，因此，对 29323 联轴器的要求非常高的。

满足材料的工艺性能需求

材料的工艺性能：是指材料适应某种加工的能力。材料的工艺性包括材料的焊接性能，切削加工性能，热处理工艺性能。

切削加工性：是指材料接受切削加工的能力它一般用切削抗力大小，加工零件表面粗糙度，加工时切削排除难易程序及刀具磨损大小来衡量。

切削加工性与材料的化学成分，力学性能及其纤维组织有密切关系。对钢铁材料，一般认为硬度在 160~230HBS 范围内切削加工性能较好。过高的硬度不但难以加工而且刀具很快磨损；当硬度大于 300HBS 时，切削加工性能显著下降；硬度大于 400HBS 时，切削加工性能很差，但过低的硬度在切削加工时易形成很长的切削，缠绕在刀具或工件上，造成工具的发热或磨损，零件以切削后，表面粗糙数值大，故切削加工性差。严重不符合本次设计切削加工要求。

切削加工性好的材料，对保证产品质量，提高劳动生产率，降低成本有极大的经济意义。

热处理工艺性能包括淬透性，变形与开裂倾向，过热敏感性，回火脆性，氧化脱碳倾向。不同材料的热处理性能是不同的。

考虑材料的经济性：材料的经济性涉及到材料的成本高低，材料的供应是否充足，加工工艺过程是否复杂，成品率的高低以及同一产品中使用材料的品种规格等。从选材的经济性原则考虑，应尽可能选用价廉货源充足，加工方便的材料，并尽量减少选材的品种规格，以简化供应，保管等工作。

在选择材料时，即要考虑材料本身的相对价格，也要该材料制成的零件在使用过程中的经济效益问题，如制造成本，零件使用寿命等，来综合考虑，从而达到合理选材的目的。

根据以上原则,选择 29323 联轴器的材料为 45 钢。

3.2 29323 联轴器工艺路线的拟定

拟定工艺路线是指拟定零件加工所经过的部门和工序的先后顺序。工艺路线的拟订是工艺规程制定过程中的关键阶段，是工艺规程制定的总体设计，其主要任务包括加工方法的确定、加工顺序的安排、工序集中与分散等内容。

3.2.1 加工阶段的划分

粗加工：主要切除各表面上大部分的余量，使毛坯形状和尺寸接近于成品，为后序加工创造条件。

半精加工：完成次要表面的加工，并为主要表面的精加工做准备。

精加工：保证主要表面达到图样要求。

3.2.2 机械加工工序的安排

- 1) 基面先行的原则，
- 2) 先粗后精的原则，
- 3) 先主后次的原则，

3.2.3 热处理工序的安排

本零件是铸件，铸造完后，只需进行时效处理就行。时效处理的目的是消除毛坯制造和机械加工过程中产生的残余应力。

3.2.4 辅助工序的安排

辅助工序一般包括去毛刺、倒棱、清洗、防锈、去磁、检验等。检验工序是主要的辅助工序，是合格证产品质量的重要措施。零件的每道工序加工完成之后，和零件全部加工完成之后都要进行检验工序。

3.2.5 加工路线的拟定

1. 备料 45号钢 直径 总长
2. 粗车 按工序图车至要求
3. 热处理 表面不大于HB250 心部H B 180—230
4. 精车一 按工序图车至要求 浸泡冷却液3到5分钟
5. 精车二 按工序图精车大端面至要求
6. 磨 按工序图磨大端面至要求
7. 加工中心 钻铰
8. 钳 攻英制螺纹1/4—20—2B，所有孔口倒角。
9. 检 按图纸进行检验
10. 防锈处理 按规定上防锈油
11. 入库

3.3 机床及其工艺设备的选择

3.3.1 机床的选择

根据零件产量、加工要求选择加工机床。2932 联轴器的粗加工在普通车床上完成，精加工在 LGmazak 车削中心上完成。

3.3.2 工艺设备的选择

游标卡尺、数显测位尺，数据显示深度尺，内径百分表，千分表，外径千分尺。。

3.4 刀具的选择

3.4.1 选择数控刀具的原则

刀具寿命与切削用量有密切关系。在制定切削用量时，应首先选择合理的刀具寿命，而合理的刀具寿命则应根据优化的目标而定。一般分最高生产率刀具寿命和最低成本刀具寿命两种，前者根据单件工时最少的目标确定，后者根据工序成本最低的目标确定。

选择刀具寿命时可考虑如下几点根据刀具复杂程度、制造和磨刀成本来选择。复杂和精度高的刀具寿命应选得比单刃刀具高些。对于机夹可转位刀具，由于换刀时间短，为了充分发挥其切削性能，提高生产效率，刀具寿命可选得低些，一般取 15-30min。对于装刀、换刀和调刀比较复杂的多刀机床、组合机床与自动化加工刀具，刀具寿命应选得高些，尤应保证刀具可靠性。车间内某一工序的生产率限制了整个车间的生产率的提高时，该工序的刀具寿命要选得低些当某工序单位时间内所分担到的全厂开支 M 较大时，刀具寿命也应选得低些。大件精加工时，为保证至少完成一次走刀，避免切削时中途换刀，刀具寿命应按零件精度和表面粗糙度来确定。与普通机床加工方法相比，数控加工对刀具提出了更高的要求，不仅需要刃性好、精度高，而且要求尺寸稳定，耐用度高，断和排性能同时要求安装调整方便，这样来满足数控机床高效率的要求。数控机床上所选用的刀具常采用适应高速切削的刀具材料(如高速钢、超细粒度硬质合金)并使用可转位刀片。

1). 选择数控车削用刀具

数控车削车刀常用的一般分成型车刀、尖形车刀、圆弧形车刀以及三类。成型车刀也称样板车刀，其加工零件的轮廓形状完全由车刀刀刃的起伏和尺寸决定。数控车削加工中，常见的成型车刀有小半径圆弧车刀、非矩形车槽刀和螺纹刀等。在数控加工中，应尽量少用或不用成型车刀。尖形车刀是以直线形切削刃为特征的车刀。这类车刀的刀尖由直线形的主副切削刃构成，如 90° 内外圆车刀、左右端面车刀、切槽(切断)车刀及刀尖倒棱很小的各种外圆和内孔车刀。尖形车刀几何参数(主要是几何角度)的选择方法与普通车削时基本相同，但应结合数控加工的特点(如加工路线、加工干涉等)进行全面的考虑，并应兼顾刀尖本身的强度。圆弧形车刀是以一圆度或线轮廓度误差很小的圆弧形切削刃为特征的车刀。该车刀圆弧刃每一点都是圆弧形车刀的刀尖，因此，刀位点不在圆弧上，而在该圆弧的圆心上。圆弧形车刀可以用于车削内外表面，特别适合于车削各种光滑连接(凹形)的成型面。选择车刀圆弧半径时应考虑两点车刀切削刃的圆弧半径应小于或等于零件凹形轮廓上的最小曲率半径，以免发生加工干涉该半径不宜选择太小，否则不但制造困难，还会因刀尖强度太弱或刀体散热能力差而导致车刀损坏。

2) 选择数控铣削用刀具

在数控加工中，铣削平面零件内外轮廓及铣削平面常用平底立铣刀，该刀具有关参数的经验数据如下：一是铣刀半径 R_D 应小于零件内轮廓面的最小曲率半径 R_{min} ，一般取 $R_D = (0.8-0.9)R_{min}$ 。二是零件的加工高度 $H < (1/4-1/6)R_D$ ，以保证刀具有足够的刚度。三是用平底立铣刀铣削内槽底部时，由于槽底两次走刀需要搭接，而刀具底刃起作用的半径 $R_e = R - r$ ，即直径为 $d = 2R_e = 2(R - r)$ ，编程时取刀具半径为 $R_e = 0.95(R - r)$ 。对于一些立体型面和变斜角轮廓外形的加工，常用球形铣刀、环形铣刀、鼓形铣刀、锥形铣刀和盘铣刀。

目前，数控机床上大多使用系列化、标准化刀具，对可转位机夹外圆车刀、端面车刀等的刀柄和刀头都有国家标准及系列化型号对于加工中心及有自动换刀装置的机床，刀具的刀柄都已有系列化和标准化的规定，如锥柄刀具系统的标准代号为 TSG-JT，直柄刀具系

统的标准代号为 DSG-JZ, 此外, 对所选择的刀具, 在使用前都需对刀具尺寸进行严格的测量以获得精确数据, 并由操作者将这些数据输入数据系统, 经程序调用而完成加工过程, 从而加工出合格的工件。

3.4.2 设置刀点和换刀点

刀具究竟从什么位置开始移动到指定的位置呢?所以在程序执行的一开始, 必须确定刀具在工件坐标系下开始运动的位置, 这一位置即为程序执行时刀具相对于工件运动的起点, 所以称程序起始点或起刀点。此起始点一般通过对刀来确定, 所以, 该点又称对刀点。在编制程序时, 要正确选择对刀点的位置。对刀点设置原则是: 便于数值处理和简化程序编制。易于找正并在加工过程中便于检查; 引起的加工误差小。对刀点可以设置在加工零件上, 也可以设置在夹具上或机床上, 为了提高零件的加工精度, 对刀点应尽量设置在零件的设计基准或工艺基准上。实际操作机床时, 可通过手工对刀操作把刀具的刀位点放到对刀点上, 即“刀位点”与“对刀点”的重合。所谓“刀位点”是指刀具的定位基准点, 车刀的刀位点为刀尖或刀尖圆弧中心。平底立铣刀是刀具轴线与刀具底面的交点; 球头铣刀是球头的球心, 钻头是钻尖等。用手动对刀操作, 对刀精度较低, 且效率低。而有些工厂采用光学对刀镜、对刀仪、自动对刀装置等, 以减少对刀时间, 提高对刀精度。加工过程中需要换刀时, 应规定换刀点。所谓“换刀点”是指刀架转动换刀时的位置, 换刀点应设在工件或夹具的外部, 以换刀时不碰工件及其它部件为准。

3.4.3 确定切削用量

数控编程时, 编程人员必须确定每道工序的切削用量, 并以指令的形式写入程序中。切削用量包括主轴转速、背吃刀量及进给速度等。对于不同的加工方法, 需要选用不同的切削用量。切削用量的选择原则是: 保证零件加工精度和表面粗糙度, 充分发挥刀具切削性能, 保证合理的刀具耐用度, 并充分发挥机床的性能, 最大限度提高生产率, 降低成本。

1) 确定主轴转速

主轴转速应根据允许的切削速度和工件(或刀具)直径来选择。其计算公式为:

$$n=1000v/71D$$

式中: v —切削速度, 单位为 m/min , 由刀具的耐用度决定; n —主轴转速, 单位为 r/min , D —工件直径或刀具直径, 单位为 mm 。

计算的主轴转速 n , 最后要选取机床有的或较接近的转速。

2) 确定进给速度

进给速度是数控机床切削用量中的重要参数, 主要根据零件的加工精度和表面粗糙度要求以及刀具、工件的材料性质选取。最大进给速度受机床刚度和进给系统的性能限制。确定进给速度的原则: 当工件的质量要求能够得到保证时, 为提高生产效率, 可选择较高的进给速度。一般在 $100 \sim 200mm/min$ 范围内选取; 在切断、加工深孔或用高速钢刀具加工时, 宜选择较低的进给速度, 一般在 $20 \sim 50mm/min$ 范围内选取; 当加工精度, 表面粗糙度要求高时, 进给速度应选小些, 一般在 $20 \sim 50mm/min$ 范围内选取; 刀具空行程时, 特别是远距离“回零”时, 可以设定该机床数控系统设定的最高进给速度。

3) 确定背吃刀量

背吃刀量根据机床、工件和刀具的刚度来决定，在刚度允许的条件下，应尽可能使背吃刀量等于工件的加工余量，这样可以减少走刀次数，提高生产效率。为了保证加工表面质量，可留少量精加工余量，一般 0.2—0.5mm，总之，切削用量的具体数值应根据机床性能、相关的手册并结合实际经验用类比方法确定。

同时，使主轴转速、切削深度及进给速度三者能相互适应，以形成最佳切削用量。

切削用量不仅是在机床调整前必须确定的重要参数，而且其数值合理与否对加工质量、加工效率、生产成本等有着非常重要的影响。所谓“合理的”切削用量是指充分利用刀具切削性能和机床动力性能(功率、扭矩)，在保证质量的前提下，获得高的生产率和低的加工成本的切削用量。

根据加工要求，选用五把刀(切削参数见下表)

刀具	转速	刀尖圆弧	背吃刀量	进给速度
粗车外圆	800	0.8	0.5	0.12
精车外圆	900	0.2	0.2	0.06
切槽刀	200	0.2	0.3	0.06
φ16 镗孔刀	1000	0.4	0.4	0.10
φ20 镗孔刀	800	0.8	0.4	0.11

3.5 工件的装夹方式

3.5.1 对联轴器夹具的基本要求

- (1) 保证工件的加工精度
- (2) 提高生产率
- (3) 使用性好
- (4) 经济性好

3.5.2 联轴器夹具选用

根据加工要求选用三爪液压自定心卡盘自定心夹紧。

因软三爪常要修改，所以要自行设计加工。

三爪卡盘能自动定心，一般不需要校正。应用三爪卡盘装夹联轴器工件表面时，要根据不同的直径调整压力，以免夹伤联轴器的表面。

三爪卡盘可装成正爪或反爪。用正爪夹持联轴器时，直径不能太大，卡爪伸出卡盘外圆不应超过卡爪长度的三分之一，以免发生事故。对大直径工件，尽量用反爪装夹。

对于 29323 联轴器所涉及的相应工序尺寸分析，本夹具设计参数及制造精度均采用了较优化的数据足以保证零件加工精度。加工时采用三爪液压自定心卡盘自定心夹紧。

夹具上与工件加工尺寸直接有关的且精度较高的部位，在夹具制造时常用调整法和修配法来保证夹具精度。我所做的 29323 联轴器为了保持加工的精度的要求，每次要根据 29323 联轴器加工直径的不同，对软爪进行膛刀车一下，再夹住 29323 联轴器。目的是为了 2932 联轴器加工的同轴度，提高 29323 联轴器加工的精度。

第四章 数控加工

4.1 数据系统的介绍

LGmazak 车削中心以其高品质的运动控制性能和先进的信息化、智能化功能居于世界领先地位。该数控系统主要有以下三个显著的优势：

1. 强大的数据处理功能

数控系统使用了高性能、高速度的 64 位 RISC 结构的 CPU，利用超群的数据处理能力实现了高速度、高品质的运动控制。使用该数控系统可以在原有的加工模式基础上实现更高速、更精密的加工。

由于处理器有了更高的数据吞吐能力，因而大幅度缩短了控制的采样周期，可以使控制环路在不产生振荡的前提下得到很高的增益，大幅度减小了系统在高速进给下的插补误差，从而有效保证了加工精度，同时可以获得高质量的加工表面。

2. Pc 和 CNC 的融合技术

数控系统是世界上首次使用了 CNC 和 PC 融合技术，使这种新型的 CNC 系统兼具传统 CNC 和现代 PC 的双方面优势，实现了数控系统的网络化、智能化功能。由于 PC 和 CNC 的融合，将数控系统接入工厂的局域网后，管理计算机可以通过网络直接访问各种有关加工工况和工作过程的数据，并实时发出各种指令，真正实现了管理过程的闭环控制。

3. 智能化功能

Mazatrol Fusion 640 数控系统可以直接接入任何类型的计算机网络，操作人员和管理人员可以通过计算机网络对机床进行全方位的监控和操作。该数控系统 CNC 和 PC 融合的技术满足了制造业网络化、信息化管理的需要，给制造业的运行和管理模式带来了巨大的变革。数控系统所独有的 Mazatrol 加工编程语言是一种应用了人工智能技术的编程语言，使得加工程序的编写变得非常容易。

4. 系统特点

- 程序编制利用 MAZAK 开发的人机对话（汉语）方式实现了世界上最简单的编程
- 加工当中如果想修改程序时，仅对要修改部分通过对话的方式进行修改即可，没有必要象其它公司的 EIA/ISO 编程那样，将程序全部修改。
- 需要专业知识的加工条件可通过加工条件自动设定功能来帮助用户确定。
- 客户自行编程确定的适宜的切削条件，可以通过切削条件学习功能进行记忆，并可在今后的编程中直接调用。
- 加工中使用的刀具并非通过刀位编号来管理，而是通过刀具名称直接输入功能管理的，这种世界独有的功能，可实现简单准确的刀具管理。
- 程序作成后，可利用刀库自动分配功能确定刀位。在指定刀位上装上刀具，并通过刀具管理系统将刀具数据传送给 CNC，机器即可开始加工。

CNC 画面语言显示，是包括汉语在内的 12 国语言单键切换方式。（除汉语、英语

外需提前说明)

4.2 编程指令的介绍

G 指令	组号	功能
G00	01	快速点定位
G01		直线插补
G02		顺时针圆弧插补
G03		逆时针圆弧插补
G04	00	暂停
G20	02	英制尺寸
G21		米制尺寸
G32	01	螺纹切削
G40	07	取消刀具半径补偿
G41		刀尖圆弧半径左补偿
G42		刀尖圆弧半径右补偿
G50	00	设定坐标系, 设定主轴最高转速
G71		外圆粗车复合循环

G70 精车循环, 程序的格式: G0 X_a_ Z_b_ G70 P_c_ Q_d F_e_, a 表示粗车循环起刀点, b 表示粗车循环起刀点, c 表示轮廓循环开始的段号, d 表示轮廓循环结束的段号。

G71 外圆粗车复合循环, 程序格式: G0 X_a_ Z_b_ G71 U_f_ R_g_ G71 P_c_ Q_d_ U_1_ W_2_ F_3_, a 表示粗车循环起刀点, b 表示粗车循环起刀点, f 表示循环切削过程中径向的背吃刀量, 半径值, 单位 mm。g 表示循环切削过程中径向的退刀量, 半径值, 单位 mm。1 表示 X 方向的精加工的余量, 直径值, 单位为 mm, 2 表示 Z 方向的精加工的余量, 单位为 mm

G41-刀具半径左补偿指令, 即沿刀具运动方向看(假设工件不动), 刀具位于工件的左侧时刀具的补偿

G42-刀具半径右补偿指令, 即沿刀具运动方向看(假设工件不动), 刀具位于工件的右侧时刀具的补偿

G40-刀具半径取消指令, 即使用该指令后, 使G41, G42指令无效。

4.3 联轴器加工程序

图号 29323

UNO 材料	OD-MAX	OD-MIN	长度	RPM	FIN-X	FIN-Z	工件面
碳刚	197	103	26	800	0.5	0.1	1.5

UNO 单元 CHANGE-DT

SEQ	G	资料1	资料2	资料3	半径/变数	RPM	进给	M	OFS
1	0X	197	Z0			S700		8	
2	1X	104					REV0.2		
3	0X	192	Z0.5						
4	1Z	0.05					REV0.06		
5	1X	193.5	Z-0.8				REV0.2		
6	Z-22								
7	0X2	<100					REV0.06		

UNO	单元 #	CPT-X	PT-Z	RV	FV	R-FEED	ROD	R-TOOL	F-TOOL
2	BARIN 0	103	-0.2	234	180	0.16	4	7	7

SEQ	SHD	S-CNR	SPT-X	CPT-Z	FRT-X	FPT-Z	F-CNR/S	半径	RGH
-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	---------	----	-----

UNO	单元	CHANGE-DT
-----	----	-----------

3	MNP	1
---	-----	---

SEQ	G	资料1	资料2	资料3	半径/变数	RPM	进给	M	OFS
1	0X	105	Z-0.7			S600			
2	1X	190.1					REV0.2		
3	0X	105	Z0						
4	1Z	-1.5					REV0.05		
5	1X	190.1							
6	Z	0.2							
7	0X	183.5	Z-1.5						
8	0X	189.1	Z-0.3 <				REV0.1		
9	2X	190.1	Z-1.5						
10	0X	183.3							
11	1X	189.9	Z-0.75 <						
12	2X	190.3	Z-1.6						
13	1Z	-0.3							
14	X	0.86	<0.1						
15	0		Z300						

UNO	单元	CHANGE-DT
-----	----	-----------

4	MNP	1
---	-----	---

SEQ	G	资料1	资料2	资料3	半径/变数	RPM	进给	M	OFS
1	0X	191.2	Z0.05			S600			
2	1X	190.588	Z0.3				REV0.06		
3	Z-1.7								
4	3X	189	Z—0.75		0.75				
5	1X	183	Z-1.6						
6	X	107.1					REV0.17		

```

7 X 106.42 Z-0.35 < REV0.06
8 0X 189.1 Z-0.3 < REV0.1
9 0X -2 <Z300
UNO 单元 #NO 间距 宽度 完成 RV FV 进给 DEP R-TOOL F-TOOL
5GRVIN 11 7.9 64 90 0.06 0.5 11 11
SEQ SCNR SPT-X SPT-Z FPT-X FPT-Z CNR AND RGH
1 C0.6 105.8 11.25 112.7 11.25 0.06
UNO 单元 CHANGE-DT
5MNP 1
SEQ G 资料1 资料2 资料3 半径/变数 RPM 进给 M OFS
1 0X 103 Z1.65 S650
2 1X 183 REV0.12
3 0X 189 Z-0.02
4 1X 195 REV0.08
5 0Z 200
UNO 单元 计算器 返回 工件数 CONT NVM 移动
7END

```

第五章、结论与展望

这次的毕业设计是我们学完了全部的课程，其中包括全部的基础课、技术基础课、以及大部分的专业课之后，在完成一系列的校园工厂实习、校内课程设计的基础上，一次对所有学过的课程的深入地综合性的总结，也是一次对理论联系实际的实际训练，因此，它是我们大学所学、所用、所看的一次总结，它将在我们大学生活的精彩画卷画上一个句号，因此，它的地位是十分重要的。

在这次的设计过程中，我了解并掌握了一个零件的的加工工艺的编制及实行，了解并掌握了一个工件的编程方法，并在这过程中学到了一系列的有关数控方面的专业知识。

我希望能通过这次的毕业设计，对自己未来将从事的工作进行一次适应性的训练，从中锻炼自己分析问题、解决问题的能力，为以后所从事的工作进行基石地铺垫。

致 谢

论文脱稿之际，特别感谢指导教师项建云老师为我讲解新技术、提供具有代表性的课题、材料，以及在我遇到难题时，能及时为我解答，使我顺利完成毕业设计。谨向项建云老师所授予的严谨、细致、认真的指导和所付出的心血，致以崇高的敬意和衷心的感谢！

常州轻工职业技术学院的多位教师在我撰写毕业论文过程中以及在校学习期间，给予了很多热情帮助和大力支持。为此，向他们表示诚挚的谢意！

向所有关心、支持、帮助过我的各位老师、同学、朋友们表示谢意！

最后，向热心评审本论文和参加答辩的老师致以衷心的感谢！

参考文献

- [1] 机械设计手册. 化学工业出版社, 1978: 1200~1252 页
- [2] 机械工程手册, 机械工业出版社, 1982: 23-1~23~86 页
- [3] 中国机床工具工业协会 行业发展部. CIMT2001 巡礼 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2001(3): 18-20.
- [4] 梁训王宣, 周延佑. 机床技术发展的新动向 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2001(3): 21-28
- [5] 中国机床工具工业协会 数控系统分会. CIMT2001 巡礼 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2001(5): 13-17.
- [6] 杨学桐, 李冬茹, 何文立, 等. 距世纪数控机床技术发展战略研究 [M]. 北京: 国家机械工业局, 2000
- [7] 太原市金属切削刀具协会. 金属切削实用刀具技术. 北京: 机械工业出版社. 2002
- [8] 机床加工技能训练. 中国劳动出版社. 1996 年 5 月
- [9] 华丽娟, 徐朔. 数控加工技术 [iJ] ‘教学改革探索