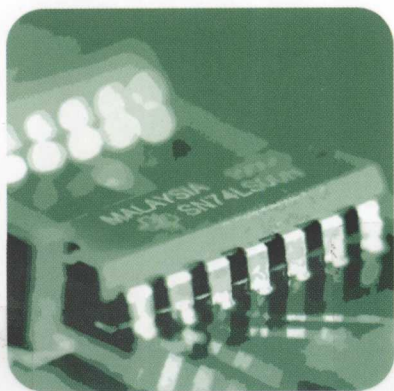




人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

■ 数控机床加工（数控车工）专业预备技师职业功能模块教材

小型机械产品制作



中国就业培训技术指导中心 组织编写



NLIC2970790419



 中国劳动社会保障出版社

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

数控机床加工(数控车工)专业预备技师职业功能模块教材

小型机械产品制作

冯小平 主编



NLIC2970790419

中国劳动保障出版社

中国劳动社会保障出版社
北京惠新东街1号 邮政编码: 100029

图书在版编目(CIP)数据

小型机械产品制作/冯小平主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011
数控机床加工(数控车工)专业预备技师职业功能模块教材
ISBN 978-7-5045-8930-9

I. ①小… II. ①冯… III. ①机械制造工艺-技术培训-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 057222 号



中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 423 千字
2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

序

实现国家高技能人才队伍建设中长期战略目标，造就数以千万计的高技能人才，搞好培养和培训是基础。为了更多、更好、更快地培养技师和高级技师，我们在技工院校培养高级工的基础上试点探索培养预备技师，创新培养模式，在提升高技能培训质量的基础上，大力扩展高技能人才后备资源。预备技师职业功能模块课程体系四个专业的教材正是在此背景下，按照试点的指导思想编写出版的。可谓适逢其时，应运而生。

党和国家高度重视高技能人才队伍建设，近日下发的《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020）》，从适应新型工业化和产业结构优化升级的需要出发，明确提出到2020年高技能人才队伍总量要达到3900万人，其中技师和高级技师要达到1000万人左右。从现有的培养基础和培养能力来看，要实现这个目标，创新培养模式是不二选择。预备技师职业功能模块课程体系教材的出版，正是创新培养理念和培养模式的产物。它的实施必将成为实现国家中长期高技能人才培养目标的助推力。近几年来，我国的高技能人才队伍建设在规模和质量上都取得了可喜成效。但与我国经济发展的要求相比仍然存在着数量短缺、结构不合理的矛盾。特别是经历国际金融危机的冲击后，加快转变经济发展方式，必将带来对高技能人才的新一轮更大需求。预备技师职业功能模块课程体系教材，必将为我国高技能人才培养提供有力的技术支撑服务。

预备技师职业功能模块课程体系的开发与研究，是人力资源社会保障部高技能培训联合委员会汇聚全国行业（企业）专家、课程开发专家及全国技工教育培训的高端资源，历时两年，坚持理论与实践相结合，历史与现实及未来发展相结合，国内经验与国外借鉴相结合的原则，组织研究和开发的，终成正果，这也是推进校企合作培养模式迈进深层次的一个重要标志。

预备技师职业功能模块课程体系的创新性，一方面在于它坚持以职业活动为导向，以国家职业标准和岗位需求为依据，以培养职业能力为核心，把实际工作任务作为教学主线，把岗位工作项目作为教学内容，构建了一套具有现代技工教育特色的课程体系，既可服务于学生终身职业生涯的发展，又可服务于为生产与服务一线培养应用型技能人才。另一方面，还在于它对学科体系的弃粗取精，并与构建新的职业能力培养体系相结合。该体系将课程结构从原来的文化基础课、专业基础课、专业课三段模式，转变为由职业能力课程和能力拓展课

块组成的课程结构,将能力培养与综合素质培养有机地结合起来,充分体现“课程结构模块化、教学手段一体化、组织教学项目化、培养能力综合化”。

首批出版的预备技师职业功能模块课程体系,包括汽车维修、数控机床加工(数控车工)、电气维修和电脑动画设计制作四个专业。教材的编写出版,凝聚着全国行业(企业)专家、课程开发专家及广大技工院校教师的心血,也是实施课程体系和教学实践的重要保证。当然,按照新出版的课程体系教材组织实施教学,还有一个不断完善的过程,仍然需要相关专家和技工院校广大教师继续进行新的探索和努力。

借此机会,我代表人力资源社会保障部向所有参与教材编写的专家和技工院校教师表示衷心感谢!希望大家再接再厉,在深化校企合作、探索有中国特色职业培训课程的征程上再创佳绩。

人力资源社会保障部副部长

张 小 建

2010年6月

前 言

为了贯彻《中共中央办公厅、国务院办公厅印发〈关于进一步加强高技能人才工作的意见〉的通知》（中办发〔2006〕15号）、《关于做好预备技师考核试点工作的通知》（劳社厅发〔2007〕15号）和《关于印发汽车维修等4个专业预备技师职业功能模块课程体系培养方案及大纲（试行）的通知》（人社职司函〔2009〕33号）文件精神，我部高技能培训联合委员会组织开展了预备技师职业功能模块课程体系（以下简称“职业功能模块课程体系”）研究。由深圳技师学院、西安技师学院、江苏盐城技师学院和北京新媒体技师学院牵头，开发了汽车维修、数控机床加工（数控车工）、电气维修和电脑动画设计制作4个专业职业功能模块课程体系培养方案、课程大纲及系列教材。

预备技师职业功能模块课程体系以职业活动为导向，以国家职业技能标准技师（国家职业资格二级）为基础，按照预备技师可持续发展需求和高技能人才培养特点，将职业岗位群的工作技能要求（工作项目）转化为院校的专业培养教学项目。以校企合作开放性办学模式取代传统封闭式办学模式，以任务引领型的一体化情境教学方式取代传统的理论与实训分离的课堂教学方式，构建将社会终结性考核转变为过程化评价的现代技工教育课程体系。

职业功能模块系列教材，准确体现了培养方案及课程大纲的要求，对教学项目包含的工作任务进行了详尽描述，提供了工作过程导向的项目教学案例。教材以学生获得工作体验，形成良好的职业技能为核心，以操作性学习为特征，可指导学生按工作过程开展学习活动，并注重学生的社会能力、交往能力、协作能力、终身学习能力的培养。课程的教学核心内容形成对职业岗位群技能的支撑，构成全新的教材模式，是实施职业功能模块教学的重要保证。既便于实践性教学，同时也便于指导学生自主学习。

职业功能模块系列教材之《小型机械产品制作》，共分4个学习项目。主要内容包括简易数控车床制作、钻铣床制作、压面机制作、机械手制作。本书根据《数控机床加工（数控车工）专业预备技师职业功能模块课程体系培养方案及课程大纲（试行）》的要求，以职业标准为依据，以职业能力为核心，以职业活动为导向，以项目任务为载体，以提高从业人员的核心技能、核心素质为目标。每个学习项目包括项目导入、项目描述、项目准备、项目实施、项目总结、项目训练等环节，由浅入深、循序渐进，充分体现“做中学”“学中做”

的职业教学特色。

本书主要作为技工院校数控机床加工（数控车工）专业预备技师培训教材，也可作为高等职业技术学院、成人职业学校、广播电视大学的技能项目培训教材，还可作为社会培训用书或数控车削从业人员的辅助用书。

本书由张利军（厦门技师学院，项目一），麻艳、秦荣建、高立勇（山东工程技师学院，项目二），刘冰洁（西安技师学院，项目三），冯小平、高德龙、赵鹏（西安技师学院，项目四）编写。西安技师学院冯小平任主编并统稿。在此特别感谢专家阎世起老师从专业方面给予的支持和指导。

编审委员会

主	任	刘	康				
副	主	任	宋	建			
委	员	黎德良	李木杰	周佳	李长江	龚朴	
		王风雷	林爱平	吕成鹰	李康	何月平	
		卢义斋	梁军	彭效润	田秀萍	黄锋章	
		崔秋立					
丛	书	主	编	宋	建		
丛	书	副	主	编	蔡兵	蒋燕辰	陈志集
各	分	册	主	编、	主	审	
		李长江	李成飞	王风雷	左朝君	陈署勇	
		周晓宏	冯小平	麻艳	鲁小红	嵇宁	
		徐国权	成亚萍	李彤亚	陈晓淋	姚小强	
		孙焕光					

目 录

项目一 简易数控车床制作	1
项目导入	1
项目描述	1
项目准备	3
项目实施	10
任务1 确定简易数控车床自制件和采购件	10
任务2 自制件的测绘与加工	16
任务3 采购标准件	24
任务4 机床的组装与调试	25
任务5 机床验收	48
任务6 经济效益分析及材料成本估算	52
项目练习	52
附件 数控系统、驱动单元及电动机功能参数	54
项目二 钻铣床制作	73
项目导入	73
项目描述	73
项目准备	75
项目实施	76
任务1 实体测绘	76
任务2 典型零件的加工	85
任务3 钻铣床的装配与调试	94
项目练习	112
项目三 压面机制作	113
项目导入	113
项目描述	113
项目准备	114

项目实施	118
任务1 机构分析与拆卸	118
任务2 实体测绘与工艺分析	121
任务3 制定零部件的加工工艺	128
任务4 零部件的加工	140
任务5 压面机的组装与调试	145
任务6 验收	153
项目练习	156
附件1 SDL 型手摇式压面机自制零件的零件图及其装配图	157
附件2 SDL 型手摇式压面机的装配工艺卡及装配调试记录	168
项目四 机械手制作	172
项目导入	172
项目描述	172
项目准备	173
项目实施	176
任务1 制定制作方案	176
任务2 机械部件的加工与标准件采购	191
任务3 组装与调试	215
任务4 机械手验收	244
项目练习	245
附件1 机械手电气控制原理图	247
附件2 机械手底座、肩部和臂部其他自制部件的零件图	256
附件3 机械手部件装配图	281

项目一

简易数控车床制作

项目导入

近年来,随着数控技术的发展,数控车床已经广泛应用于工业生产的各个领域以及职业院校的实践教学活动中。很多中、小型加工企业(以加工高精度的小型零部件为主)以及职业院校的实训车间主要采用成本低廉、实用性强、占地少、能耗小、安全系数高的小型数控设备,即小型数控车床或台式数控车床,如图1—1所示。

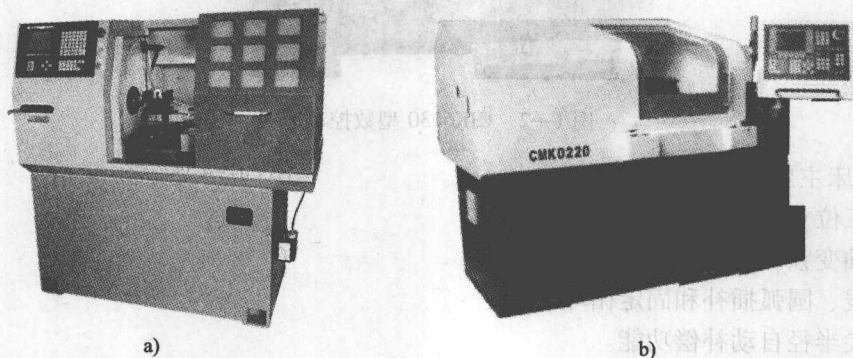


图1—1 小型数控车床

a) 四工位转动刀架数控车床 b) 多工位排刀架数控车床

小型数控车床与大型数控车床一样,具有高效率、高精度、高柔性等特点。该类车床适用于加工铁质、铝质等金属材料,可自动车削各种回转表面,如圆柱面、圆锥面、特形面等,并能进行螺纹加工以及镗削、铰孔,适用性强。

针对数控加工预备技师专业的需求并兼顾经济性原则,选择简易数控车床制作项目训练,用以培养学生综合应用知识的能力,拓展学生在技术创新、生产计划与控制、生产成本控制、市场营销、质量管理等方面的应用能力,同时培养学生团队协作、交流沟通的职业素养以及规范、有序工作的方法。

项目描述

一、项目任务

1. 通过测绘典型经济型数控车床各部件,以“部分零件加工、部分零件采购”的方

式完成一台小型简易数控车床的制作。主要任务是小型简易数控车床的测绘、机械部分零件的加工和采购；配合电类专业学生完成电气控制部分的设计、元件采购；完成简易数控车床的整机调试；完成简易数控车床功能及精度验收，编写有关技术资料并完成项目小结报告。

2. 经济型数控车床的功能及参数

仿制对象为一台经济型简易数控车床，样机型号为 CJK6130，如图 1—2 所示。其主要功能及参数如下：



图 1—2 CJK6130 型数控车床

(1) 机床主要功能

- 1) 四工位立式刀架自动换刀功能。
- 2) 主轴变频调速功能。
- 3) 直线、圆弧插补和固定循环功能。
- 4) 刀尖半径自动补偿功能。

(2) 主要参数指标

- 1) 床身上最大工件回转直径为 300 mm。
- 2) 主轴转速范围为 50 ~ 2 000 r/min，最大功率为 1.5 kW，主轴采用通孔式结构。
- 3) 滑板上最大工件回转直径为 145 mm。
- 4) 刀架最大行程：X 轴行程为 150 mm，Z 轴行程不小于 400 mm。
- 5) 进给轴定位精度为 0.01 mm。

二、项目重点

1. 简易数控车床机械结构测绘与制作。
2. 简易数控车床机械部件装配与调试。
3. 简易数控车床整机功能及精度验收。

三、项目难点

1. 简易数控车床机械部分关键部件的测绘与加工。
2. 简易数控车床整机安装与调试。

项目准备

一、项目工作实施计划

由于仿制对象为一台典型的机电一体化小型机床，其制作过程中知识面涉及较广，工作过程非常繁杂而量大，因此，制订其工作计划是顺利完成项目任务的前提。在制订工作计划时要充分考虑以下几点：一是在项目阶段进度时间安排上对标准零部件的采购周期要考虑提前量；二是工作小组成员在分工时应考虑成员各自的特长，有助于发挥小组所有成员的积极性；三是在项目执行的每个阶段都应适当安排一些机动时间，以应对一些不可预判的困难。

本项目工作总周期为6周，项目参与人员按3~5名同学安排，项目工作计划可参考表1—1。

表 1—1

项目工作计划

项目工作阶段	工作内容	参与人员	工作周期	备注
1. 资料收集	(1) 项目任务分析 (2) 机床相关知识、典型机构原理 (3) 其他	导师、全组学生	1 周	
2. 制作方案设计	(1) 可行性分析 (2) 评审与完善 (3) 机床拆卸、测绘 (4) 可执行方案制定	全组学生	1 周	
3. 制作实施	(1) 制作方案分析 (2) 加工、制作与部件采购 (3) 组装与调试	全组学生	3 周	
4. 项目验收	(1) 机床功能、精度预验收与试车 (2) 申请正式验收 (3) 编写验收报告，整理项目技术资料	导师、全组学生	0.5 周	
5. 评估与小结	(1) 项目结题汇报 (2) 评价小结	导师、全组学生	0.5 周	

注：每天项目工作时间为6 h，每周工作30 h。

二、资源准备

1. 设备及器材

小型简易数控车床光机若干台（各学校根据实际情况进行数量配置），各种常用工具、检具若干，数控装置根据光机数量配置。

2. 原材料准备

用于制造支架、导轨等机械部件的 Q235 钢和铸铁（HT200）以及外购标准件等；用于组装电气系统的断路器、继电器、导线、低压断路器、线槽、变压器等；数控装置、驱动系统、电动机、变频器等。

3. 相关资料

数控系统、驱动单元及电动机功能参数详见附件1，《GSK928TC 车床数控系统使用手册》参见 <http://www.gsk.com.cn/download.asp>。

三、项目知识准备

1. 简易小型数控车床的基本组成

数控车床一般由机床本体、CNC 系统和伺服系统三大部分组成。数控车床本体由床身、主轴箱、刀架、进给系统、尾座、冷却系统、润滑系统等组成,如图 1—3 所示。图 1—4 所示为数控车床的基本组成框图。

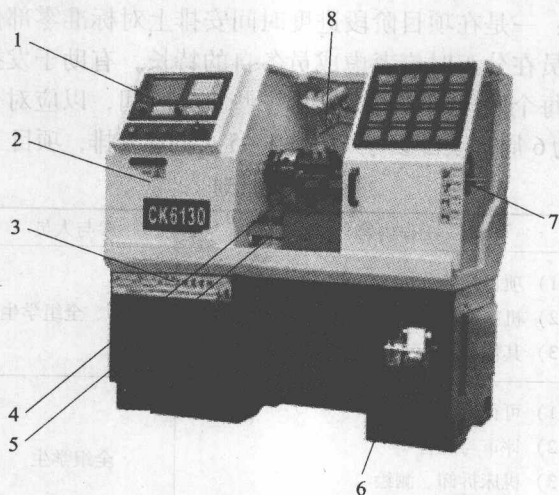


图 1—3 数控车床的组成

1—数控装置 2—主轴箱 3—床身 4—刀架 5—进给系统 6—润滑系统 7—尾座 8—冷却系统

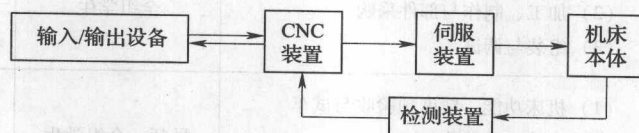


图 1—4 数控车床的基本组成框图

2. 数控车床主体基本布局形式

数控车床的主轴、尾座等部件相对于床身的布局形式与普通车床基本一致,而床身结构和导轨的布局则发生了根本变化。数控车床的床身结构和导轨有多种形式,主要有水平床身、斜床身、水平床身斜滑鞍等,其布局形式如图 1—5 所示。

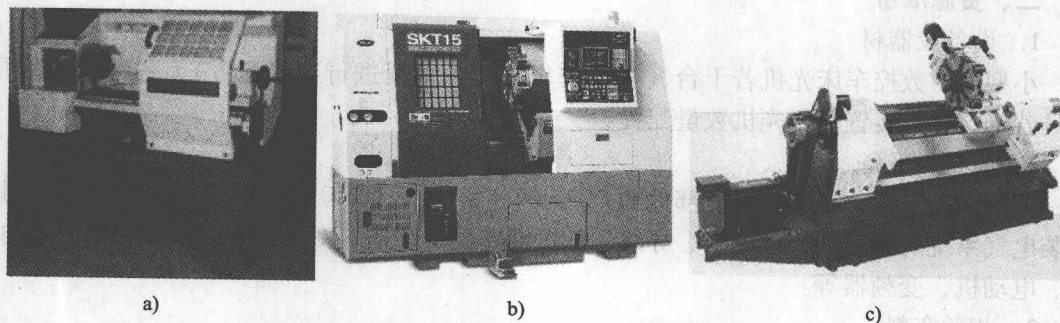


图 1—5 数控车床的布局形式

a) 水平床身 b) 斜床身 c) 水平床身斜滑鞍

水平床身工艺性好,便于导轨面的加工。水平床身配置水平放置的刀架,可提高刀架的运动精度,一般用于大型数控车床或小型精密车床,但是由于水平车床下部空间小,所以排屑困难。从结构上看,刀架水平放置时的横向滑板尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

水平床身配倾斜滑鞍,并配置倾斜式导轨防护罩,这种结构一方面工艺性较好;另一方面机床宽度方向的尺寸比水平配置小,且排屑方便。

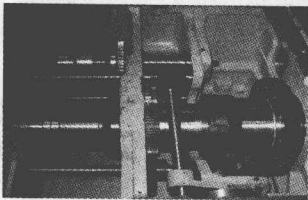
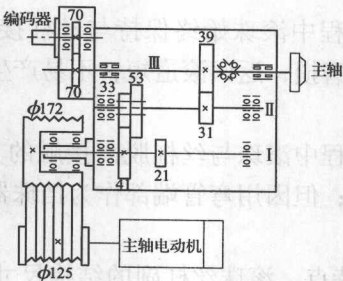
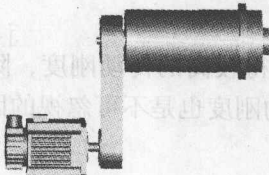
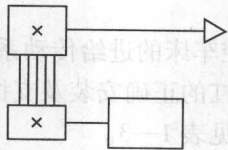
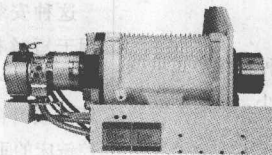
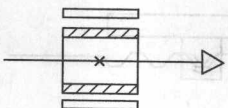
水平床身配置倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板的形式被中、小型数控车床所普遍采用。这是由于这两种结构形式排屑容易,热的切屑不会堆积在导轨上,也便于安装自动排屑器,操作方便。

3. 数控车床的重要组成部件

(1) 主轴装置

数控车床的主运动广泛采用无级变速传动,用交流调速电动机或直流调速电动机驱动,能方便地实现无级变速,且传动链短,传动件少。根据数控车床的类型与大小,其主传动形式主要有齿轮传动、带传动、主电动机直接驱动三种,见表1—2。

表 1—2 数控车床的主传动形式

种类	传动形式示意图	传动链	特点	用途
齿轮传动			通过少数几对齿轮传动,使主传动成为分段无级变速,以便在低速时获得较大的转矩,满足主轴对输出转矩特性的要求	这种方式在大、中型数控车床采用较多,但也有部分小型数控车床为获得强力切削所需的转矩而采用这种传动方式
带传动			电动机轴的转动经带传动传递给主轴,因不用齿轮变速,故可避免因齿轮传动而引起的振动和噪声。常用的带有V带和同步齿形带	主要用于转速较高、变速范围不大的机床上
主电动机直接驱动			主轴与电动机转子合二为一,从而使主轴部件的结构更加紧凑,质量轻,惯量小,提高了主轴启动、停止的响应特性。这种类型的主轴也称为电主轴	高速加工机床的主轴多采用这种方式

(2) 进给装置

经济型数控车床的进给装置主要由滚珠丝杠副、减速机构、联轴器以及进给伺服电动机组成，它是实现成形加工运动所需的运动及动力的执行机构。

1) 滚珠丝杠副的循环方式。按照滚珠的循环方式不同，滚珠丝杠副分为内循环方式和外循环方式两大类，如图 1—6 所示。

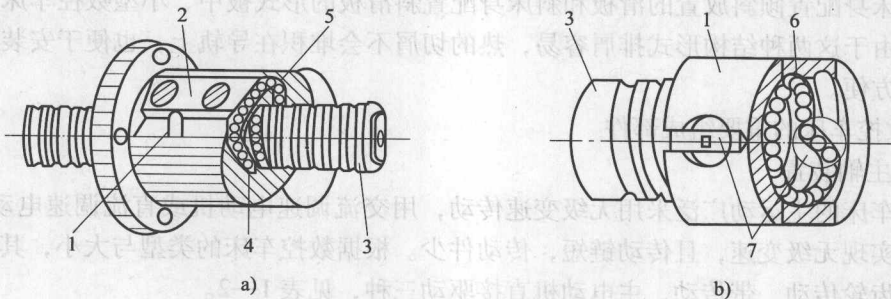


图 1—6 滚珠丝杠副的循环方式

a) 外循环 b) 内循环

1—螺母 2—滚珠循环压具 3—丝杠 4—内滚道 5—外滚道 6—滚道 7—反向装置

内循环方式是指在循环过程中滚珠始终保持与丝杠接触的方式。这种方式螺母结构紧凑，定位可靠，刚度高，不易磨损，返回滚道短，不易产生滚珠堵塞现象，摩擦损失小。缺点是结构复杂，制造较困难。

外循环方式是指在循环过程中滚珠与丝杠脱离接触的方式。外循环方式制造工艺简单，应用广泛；螺母径向尺寸较大；但因用弯管端部作为挡珠器，故刚度低，易磨损，且噪声较大。

2) 滚珠丝杠副的结构及特点。滚珠丝杠副的结构尺寸主要包括公称直径 d_0 、导程 P_h 、行程 l 、滚珠直径 D_w 等，尤其是名义直径与刚度直接相关，直径越大，承载能力越大，刚度越高；但直径增大，转动惯量也会随之增加，使系统的灵敏度降低。所以，一般是在兼顾两者的情况下选取最佳直径。

3) 滚珠丝杠的支撑形式。数控车床的进给传动系统要获得较高的传动刚度，除了提高滚珠丝杠本身的刚度外，滚珠丝杠的正确安装及支撑结构的刚度也是不可忽视的因素。常用的滚珠丝杠的支撑形式有四种，见表 1—3。

表 1—3

滚珠丝杠的支撑形式

支撑形式	图例	特点	适用
一端装推力球轴承		这种支撑形式承载能力小，轴向刚度低	这种安装方式适用于短丝杠，一般用于数控车床调节环节或升降台式数控铣床的垂直方向

		续表	
支撑形式	图例	特点	适用
一端装推力球轴承，另一端装深沟球轴承		当热变形造成丝杠伸长时，其一端固定，另一端能做微小的轴向浮动	这种方式用于丝杠较长的情况，可以抵消热变形造成的影响
两端装推力球轴承		这种安装方式对丝杠的热变形较为敏感	通过施加预紧拉力，可以提高轴向刚度，适用于对刚度有一定要求的机床
两端装推力球轴承及深沟球轴承		两端均采用双重支撑并施加预紧，还可使丝杠的温度变形转化为推力球轴承的预紧力	适用于要求丝杠具有较高刚度的机床

4) 电动机与丝杠之间的传动方式见表 1—4。

表 1—4 电动机与丝杠之间的传动方式

传动方式	图例	传动形式及特点	适用
通过齿轮副传动		1—齿轮 2—齿轮 2 3—电动机 4—螺母 5—丝杠 采用齿轮副来达到一定的降速比要求。这种传动形式的机械结构比较复杂	齿轮副常采用消除间隙的措施来尽量减小齿轮侧隙。适用于精度要求不高的机床