

高职高专机电类专业规划教材

数控机床故障诊断及维修

沈军达◎主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件

本书结合我国数控机床生产、装调、维修现状,融合了数控机床装调维修工国家职业标准中、高级职业技能要求,紧紧围绕职业岗位的需要选择教材内容,打破了传统教材的编写模式;变知识学科本位为职业能力本位,打破了传统的以“了解”、“掌握”为特征设定的学科型课程目标;从“数控机床维修岗位、工作任务和能力分析表”分析出发,设定职业能力培养目标,变书本知识的传授为动手能力的培养,力求打破传统的知识传授方式。

本书共包括6个项目,分别是数控机床操作、数控机床电气装调、数控机床机械调试与维修、驱动部分故障诊断与维修、PLC功能及PLC控制故障诊断与调整、数控机床验收及精度检验。

本书可作为高职高专院校数控设备应用与维护、机电一体化、数控技术等专业的教材,也可供数控维护维修爱好者自学使用。

为方便教师教学,本书配有免费电子课件及模拟试卷等,凡选用本书作为教学用书的学校,均可来电免费索取。咨询电话:010-88379375; E-mail: cmpgaozhi@sina.com。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断及维修/沈军达主编. —北京:机械工业出版社,2010.3

高职高专机电类专业规划教材
ISBN 978-7-111-29871-7

I. ①数… II. ①沈… III. ①数控机床—故障诊断—高等学校:技术学校—教材②数控机床—维修—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032143号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:于宁 责任编辑:王宗锋 版式设计:张世琴

封面设计:陈沛 责任校对:张晓蓉 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.25印张·296千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29871-7

定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

“数控机床故障诊断及维修”是机电一体化技术专业的核心课程，在课程体系中占据非常重要的地位。本课程以典型的数控设备为主要教学载体，以机床类制造业企业中的电气装配工、数控机床调试工、数控机床调试工程师、数控机床维护工和数控系统维修工程师等五大相关岗位为目标，主要培养学生掌握数控系统及数控机床的设计、调试、维修、保养等职业技术能力，提高学生职业素养和创新能力。

本书将传统三段式课程体系转化为任务引领型课程体系，打破传统教材的编写模式，紧紧围绕完成工作任务的需要来选择内容；变知识学科本位为职业能力本位，打破了传统的以“了解”、“掌握”为特征设定的学科型课程目标。从“数控机床维修岗位、工作任务和能力分析表”分析出发，设定职业能力培养目标；变书本知识的传授为动手能力的培养，打破了传统的知识传授方式。

1) 以“工作项目”为主线，设立工作情景，结合数控机床装调维修工鉴定国家标准和职业技能证书考证，培养学生的实践动手能力。

2) 以工作任务为导向，根据高职高专教育规律、课程的特点、学生的学习特点，将课堂搬到实训室、生产现场，学生边学习边动手实践，实现课堂理论教学与实践技能培养融合，提高学生的学习积极性。

3) 针对生产实践中常用数控系统，围绕数控机床机、电、液开展任务导入、项目驱动模块化教学，课程教学实现“教、学、练”一体化，以数控系统的构成特点将课程内容模块化，结合数控机床装调维修工鉴定国家标准的技能要求和知识要求，从简单到复杂，重构课程内容，并在每一个模块中突出重点、难点，有效提高了学生综合创新能力和动手能力。

4) 基于工作过程的课程开发理念。通过对数控机床行业相关岗位的调查，分析工作岗位、工作任务，提炼典型的工作任务，进而设计教学内容，序化课程内容。与数控行业著名企业合作，根据职业教育的特点，围绕课程教学内容，开发实训设备，同时将国际大企业高效的技术培训模式引入课程教学。

本书以基于工作过程的项目教学法构建课程内容，共有6个项目。各项目包含教学建议、知识/技能内容和要求、思考与练习等；结合数控机床装调维修工国家标准要求，每个项目由若干模块构成；在顺序的安排上尽量遵循由简单到复杂，由单一到综合的逻辑排列。为了便于自学和切实提高动手能力，各项目都有一定量的例题、实验。

本书由浙江机电职业技术学院沈军达主编，张伟中、宋丹任副主编，参与编写的还有黄文广、毛建中。沈军达编写项目一、三、四、五、六，黄文广、张伟中、毛建中、宋丹分别参与了项目一、二、四、五的撰写。沈军达对全书进行了修改并定稿。

杭州机床集团有限公司朱璠、杭州友佳精密机械有限公司魏录怀、浙江亚龙科技集团陈昌安为本书的编写提供了许多图样和素材，浙江亚太机电股份有限公司王克欣审阅了本书大部分章节并提出了许多宝贵建议。同时，本书在编写过程中得到华东师大职业教育研究所项目课程设计专家以及杭州机床集团公司、杭州友佳精密机械有限公司、亚龙科技集团等企业

的大力支持和无私帮助，在此一并深表感谢！

由于笔者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议，以便修正改进。主编的 E-mail: shenjunda@hotmail.com; 电话: 0571-87773026, 欢迎来信来电。

编 者

目 录

前言	
项目一 数控机床操作	1
模块 1 数控机床面板操作	2
模块 2 数控机床编程	10
模块 3 数控机床典型故障维修	23
思考与练习	29
项目二 数控机床电气装调	31
模块 1 数控车床电气 识图与原理分析	32
模块 2 数控车床实验台组成接线	40
思考与练习	78
项目三 数控机床机械调试与维修	79
模块 1 机械传动系统故障定位与修复	80
模块 2 刀架控制系统故障诊断与维修	97
思考与练习	104
项目四 驱动部分故障诊断与维修	105
模块 1 主轴部件故障诊断与维修	106
模块 2 进给伺服系统电气 故障诊断与维修	121
模块 3 数控机床有报警的 故障诊断与维修	136
思考与练习	148
项目五 PLC 功能及 PLC 控制故障 诊断与调整	149
模块 1 NC/PLC 接口的结构	150
模块 2 数控机床 PLC 故障诊断与调整	159
模块 3 典型数控机床报警文本编制	165
思考与练习	172
项目六 数控机床验收及精度检验	175
模块 1 数控机床验收	176
模块 2 数控机床的精度检验	183
思考与练习	186
参考文献	187

项目一 数控机床操作



教学建议

完成典型数控机床操作面板功能及数控机床维修过程认知的学习。

1) 由教师讲授数控机床的组成、结构、原理,数控机床维修的常用方法和思路,使学生了解维修的目的与要求;然后,围绕西门子 802S 数控车床实验台,认识数控机床各组成功能部件;将学生分组,对 802S 数控车床实验台进行开、关机操作,掌握数控机床开关机操作的步骤、顺序。

2) 按照西门子 802S 机床操作面板各功能按钮,简述数控面板的操作功能。安排学生自行进行 MDI、AUTO、手动操作,反复练习,对主轴、刀架、冷却、进给轴等操作功能熟练操作。

3) 讲授回参考点的方式、工作原理,然后将学生分组进行 802S 数控车床回参考点操作。

4) 讲解参数的功能、分类,对 802S 系统的刀架、回参考点两类参数进行重新设置,掌握系统参数的设置、调试方法。

5) 阐述数控编程的方式、方法、规范,让学生在 802S 系统上编制主轴、冷却、进给轴运动的简单程序。最后让学生编制一轴类零件输入数控系统,并模拟走刀加工。



知识/技能内容和要求


工作任务	知识内容和要求	技能内容和要求	参考课时
数控机床操作	(1) 掌握数控机床的结构和组成,了解数控机床维修的要求与目的 (2) 熟悉数控机床故障诊断的常用方法和维修思路 (3) 掌握数控系统的操作功能 (4) 掌握数控机床的常用编程指令 (5) 掌握数控系统参数的分类与设置	(1) 会开机、停机 (2) 会进行数控机床的回参考点操作 (3) 能熟练使用数控机床操作面板各功能按钮 (4) 能够在数控系统屏幕上编程、运行 (5) 能够设置常用参数	14


模块 1 数控机床面板操作


一、SINUMERIK 面板

SINUMERIK 面板如图 1-1-1 所示。


下面介绍 SINUMERIK 面板上的常用按键符号及功能。


1) MDI(MDA): ，用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序。

2) AUTO: ，进入自动加工模式。

3) JOG: ，手动方式，手动连续移动台面或者刀具。


4) REF POT: ，手动方式回参考点。

5) VAR: ，增量选择。


6) SINGLE BLOCK: ，自动加工模式中，单步运行。


7) SPIN START: ，主轴正转。

8) SPIN START: ，主轴反转。

9) SPIN STOP: ，主轴停止。

10) RESET: ，复位键。

11) CYCLE START: ，循环启动。

12) CYCLE STOP: ，循环停止。

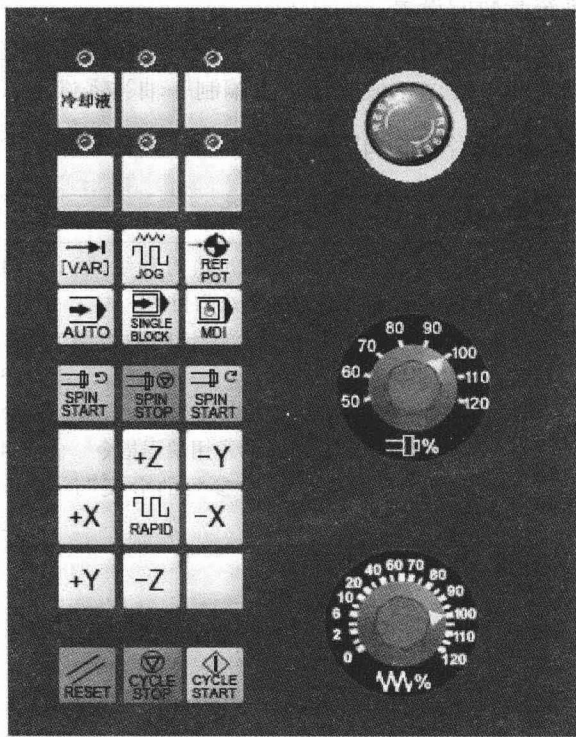
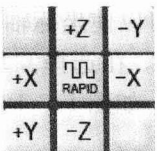


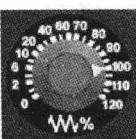


图 1-1-1

13) 方向键：，选择要移动的轴。

14) 紧急停止旋钮：，用于机床紧急停止。

15) 主轴速度调节旋钮：，调节主轴运行速度。

16) 进给速度(F)调节旋钮：，调节进给轴进给速度。

二、手动操作 SINUMERIK 数控机床

1. 开机操作步骤

接通 CNC(Computerized Numerical Control, 计算机数字控制, 简称数控) 和机床电源, 系统启动以后进入“加工”操作区“JOG”运行方式, 出现“回参考点”窗口, 如图 1-1-2 所示。

2. 回参考点(“加工”操作区)

回参考点只有在“REF”方式下可以进行。用机床控制面板上“回参考点”键启动回参考点, 在“回参考点”窗口中显示该坐标轴是否回参考点, 并选择正方向坐标轴, 如图 1-1-3 所示。

3. “JOG”运行方式(“加工”操作区)

功能: 在“JOG”运行方式中, 可以使坐标轴点动运行。

加工	复位	手动	DEMO1.MPF	
机床坐标	实际	再定位	F: inch/min	
+X	-400.000	0.000	实际:	
+Y	-200.000	0.000	0.000	
+Z	0.000	0.000	给定:	
+SP	0.000	0.000	0.000	
S	0.000	300.000	T: 25 D: 1	
手轮		各轴进给	工件坐标	实际值放大

图 1-1-2

加工	复位	手动REF	DEMO1.MPF	
	参考点	mm	F: inch/min	
+X		0.000	实际:	
+Y		0.000	0.000	
+Z		0.000	给定:	
+SP		0.000	0.000	
S	0.000	300.000	T: 25 D: 1	

图 1-1-3

操作步骤：选择“JOG”运行方式。操作相应的方向键可以使坐标轴运行。如果同时按下相应的坐标轴键和“快进”键，则坐标轴以快进速度运行。在选择“增量选择”以步进增量方式运行时，坐标轴以增量行使，步进量在屏幕上显示，如图 1-1-4 中的“10000INC”。

4. “MDA”运行方式(手动输入、“加工”操作区)

功能：在“MDA”运行方式下可以编制一个零件程序段加以执行，但不能加工由多个程序段描述的轮廓。

操作步骤：选择机床操作面板上的 MDA 键。通过操作面板输入程序段(见图 1-1-5)，按动数控启动键执行输入的程序段。

加工	复位	手动	10000 INC	ROV
DEMO1.MPF				
机床坐标	实际	再定位	F: inch/min	
+X	-400.000	0.000	实际:	
+Y	-200.000	0.000	0.000	
+Z	0.000	0.000	给定:	
+SP	0.000	0.000	0.000	
S	0.000	300.000	T: 25 D: 1	
手轮 各轴进给 工件坐标 实际值放大				

图 1-1-4

加工	复位	MDA	ROV
DEMO1.MPF			
机床坐标	实际	再定位	F: inch/min
+X	-400.000	0.000	实际:
+Y	-200.000	0.000	0.000
+Z	0.000	0.000	给定:
+SP	0.000	0.000	0.000
S	0.000	300.000	T: 25 D: 1
M06T01			
语言区放大 工件坐标 实际值放大			

图 1-1-5

5. 建立新刀具

操作步骤：按“新刀具”键，建立一个新刀具。出现输入窗口，显示所有给定的刀具号。输入新的 T-号(1~32000)，并定义刀具类型。按“确定”键输入，刀具补偿参数窗口打开，如图 1-1-6 所示。

6. 刀具补偿参数

刀具补偿分为刀具长度补偿和刀具半径补偿，参数表结构因刀具类型不同而不同。

操作步骤：移动光标到要修改的区域；输入数值；按“输入”键确认，如图 1-1-7 所示。

参数	复位	MDA	ROV
DEMO1.MPF			
已有刀具表			
T1	T2	T3	T11
新刀具			
T-号	[]		
T-型	[]		
确定			

图 1-1-6

参数	复位	MDA	ROV															
DEMO1.MPF																		
刀具补偿数据																		
刀沿数:	4	T-型:	100															
D—号:	1	T-号:	1															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>mm</th> <th>几何尺寸</th> <th>磨损</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>长度 1</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>长度 2</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>长度 3</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>半径</td> <td>6.000</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table>				mm	几何尺寸	磨损	长度 1	0.000	0.000	长度 2	0.000	0.000	长度 3	0.000	0.000	半径	6.000	0.000
mm	几何尺寸	磨损																
长度 1	0.000	0.000																
长度 2	0.000	0.000																
长度 3	0.000	0.000																
半径	6.000	0.000																
复位刀沿 新刀沿 删除刀具 新刀具 对刀																		

图 1-1-7

7. 确定刀具补偿值

操作步骤：按“参数→刀具补偿→对刀”。

1) 如果刀具不能回到零点 GXX，请输入偏移值。没有零点偏移时，输入 G500 并输入偏移值。

2) 按“计算”键，刀具补偿被存储。如图 1-1-8 所示。

8. 输入/修改零点偏移值(“参数”操作区)

功能：在回参考点之后实际值存储器以及实际值的显示均以机床的零点为基准，而工件的加工程序则以工件零点为基准，这之间的差值就作为可设定的零点偏移量输入。

操作步骤：

1) 通过操作软键“参数”和“零点偏移”，可以选择零点偏置。屏幕上显示可设定零点偏置的情况。

2) 把光标移到待修改的范围输入数值，按向下翻页键，屏幕上显示下一页零点偏移窗口。按返回键不确认零点偏移值，直接返回上一级菜单。如图 1-1-9 所示。

9. 计算零点偏移值

前提条件：选择零点偏移(如 G54)窗口。

操作步骤：按“参数→零点偏移→测量→确认”。如图 1-1-10 所示。

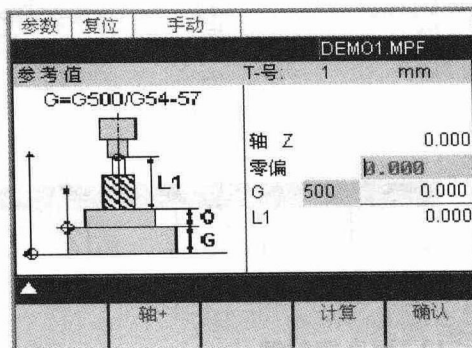


图 1-1-8



图 1-1-9

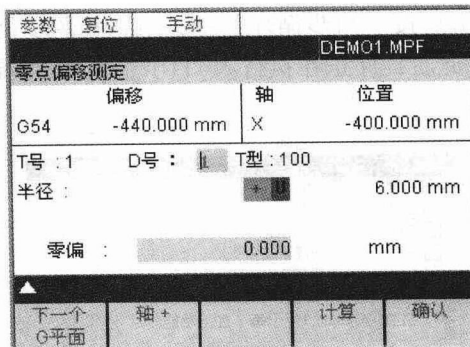


图 1-1-10

10. 选择和启动零件程序(“加工”操作区)

功能：启动程序之前必须要调整好系统和机床，保证安全。

操作步骤：

1) 按自动方式键选自动运行方式。
 2) 打开图 1-1-11 所示的“程序目录”窗口。
 3) 在第一次选择“程序”操作区时会自动显示零件程序和子程序目录，把光标定位到所选的程序上。

4) 用“选择”键选择待加工的程序，被选择的程序名称显示在屏幕区程序名下。

11. 自动运行方式

功能：在自动方式下，零件程序可以自动加工执行，这是零件加工中正常使用的方式。

操作步骤：按自动方式键选自动运行方式。如图 1-1-12 所示。

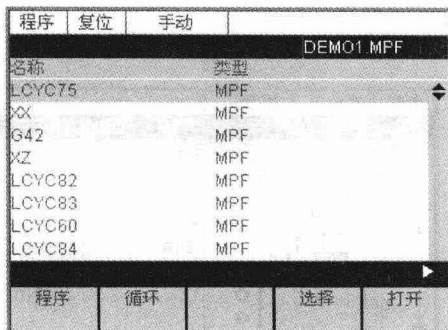


图 1-1-11

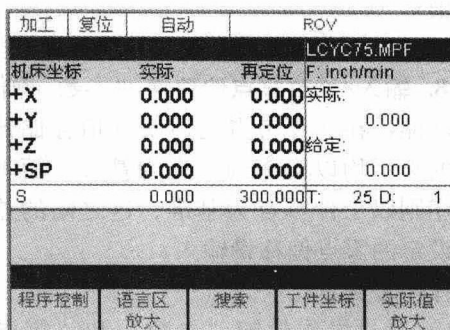


图 1-1-12

12. 程序控制键

按程序控制键后打开图 1-1-13 所示窗口。

- 1) 按“选择/转换”键，可选择控制程序的方式。
- 2) 按“区域转换”键，回主菜单。
- 3) 按“程序”键，可选择要加工的程序。
- 4) 按“选择”键，可调出加工的程序。
- 5) 按“打开”键，可编辑修改程序。
- 6) 按“单步循环”键，可选择单步循环加工，如图 1-1-14 所示。

此时程序正在执行“T1D1”，下一步准备执行“m03s500”。

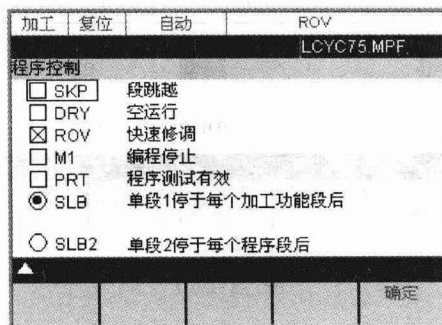


图 1-1-13

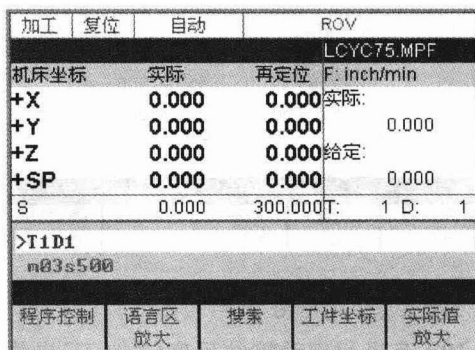


图 1-1-14

- 7) 按“CYCLE START”键，启动加工程序。

13. 程序段搜索(“加工”操作区)

前提条件：程序已经选择，系统处于复位状态。

搜索：程序段搜索可以一直进行下去，直到找到所需的零件程序为止。如图 1-1-15 所示。

启动 B 搜索：执行程序搜索功能，关闭搜索窗口。

在窗口显示所搜索到的程序段。

14. 输入新程序(“程序”操作区)

功能：编制新的零件程序文件，并进行存储。

操作步骤：

- 1) 选择“程序”操作区，显示 NC 中已经存在的程序目录。
- 2) 按“新程序”键，出现图 1-1-16 所示对话框，在此输入新的主程序和子程序名称。
- 3) 在名称后输入文件类型。
- 4) 按“确定”键确认输入，生成新程序。现在可以对新程序进行编辑。
- 5) 用关闭键结束程序的编制，这样才能返回到程序目录管理层。

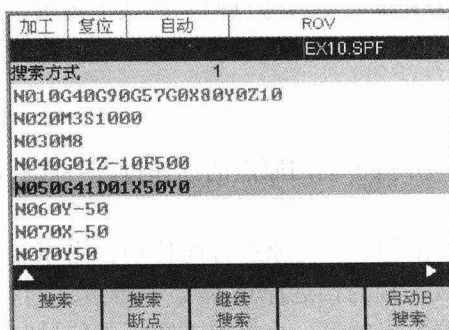


图 1-1-15



图 1-1-16

三、机床参考点

参考点是用来对测量系统定标，用以校正、监督床鞍和刀具运动的测量系统的。参考点的位置是在每个轴上用挡块和限位开关精确地预先确定好的大多位于加工区的边缘，参考点对机床零点的坐标是一个已知数。加工中心的参考点(原点或零点)是机床的机械原点和电气原点相重合的点，这个重合的点就是机床原点。每台机床可以有一个参考原点，也可以按需要设置多个参考原点，如用于自动刀具交换(ATC)或自动拖盘交换(APC)等。参考点作为工件坐标系的原始参照点，它一旦确定后，各工件坐标系随即确立。电气原点是由机床检测反馈元件发出的栅点信号或零标志信号确立的参考点。电气原点到机械原点的距离用一个原点偏移量参数进行设置。控制系统启动后，多数机床都会自动返回参考点，并重新获得准确的位置值。在加工中心使用过程中，机床手动或者自动回参考点操作是经常进行的动作。

1. 回参考点的方法

按机床检测元件检测原点信号方式的不同，返回机床参考点的方法有两种，即栅点法和磁开关法。在栅点法中，检测器随着电动机第一转信号，同时产生一个栅点或一个零位脉冲。在机械本体上安装有一个减速撞块及一个减速开关，当减速撞块压下减速开关时，伺服电动机减速到接近原点速度运行。当减速撞块离开减速开关即释放开关后，数控系统检测到的第一个栅点或零位信号即为原点。在磁开关法中，在机械本体上安装磁铁及磁感应原点开关或者接近开关，当磁感应原点开关或接近开关检测到原点信号后，伺服电动机立即停止，

该停止点即被认作为原点。

栅点法的特点是如果接近原点速度小于某一固定值，则伺服电动机总是停止于同一点，也就是说，在进行回原点操作后，机床原点的保持性好。磁开关法的特点是软件及硬件简单，但原点位置随着伺服电动机速度的变化而成比例地漂移，即原点不确定。目前，大多数机床采用栅点法。

在栅点法中，按照检测元件测量方式的不同，回参考点的方法又可分为以绝对脉冲编码器方式归零和以增量脉冲编码器方式归零。在使用绝对脉冲编码器作为测量反馈元件的系统中，机床调试时第一次开机后，通过参数设置配合机床回零操作调整到合适的参考点后，只要绝对脉冲编码器的后备电池有效，此后每次开机，不必再进行回参考点操作。在使用增量脉冲编码器的系统中，回参考点有两种模式：一种为开机后在参考点回零模式下各轴手动回原点，注意每一次开机后都要进行手动回原点操作；另一种在存储器模式下，第一次开机时需手动回原点，以后均可用 G 代码指令回原点。

2. 回参考点的动作过程

使用增量脉冲编码器作为测量反馈元件的机床，开机手动回原点的动作过程一般有以下三种：

1) 回原点时，回原点轴先以参数设置的快速进给速度 v_1 向原点方向移动，当原点减速撞块压下原点减速开关时，伺服电动机减速至由参数设置的接近原点速度 v_2 继续向前移动，当减速撞块释放减速开关后，数控系统检测到编码器发出的第一个栅点或零标志信号时，归零轴制动到速度为零，然后再以 v_2 速度前移参考点偏移量而停止，此停止点即为机床参考点(参见图 1-1-17)。

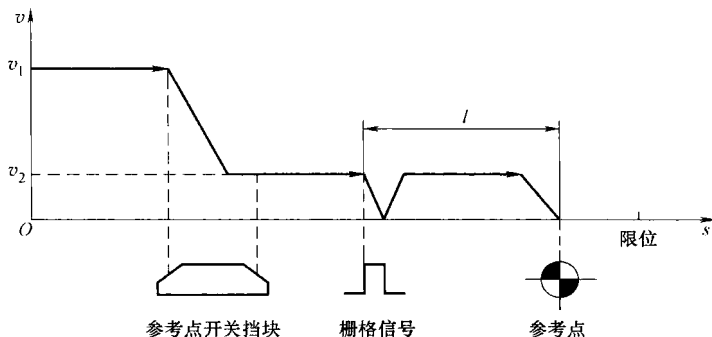


图 1-1-17 回参考点方式(一)

2) 回原点时，回原点轴先以快速进给速度 v_1 向原点方向移动，当减速撞块压下减速开关时，回归原点轴制动到速度为零，然后再反向微动压下参考点开关，归零轴以接近原点速度 v_2 慢速前移，数控系统检测到第一个栅点或零标志信号时，归零轴制动到速度为零，然后再以 v_2 速度前移参考点偏移量而停止，机床原点随之确立(参见图 1-1-18)。

3) 回原点轴先以快速进给速度 v_1 向原点方向移动，当原点减速开关被减速撞块压下时，回原点轴制动到速度为零，再以速度 v_2 反向移动，数控系统检测到检测反馈元件发出的第一个栅点回零标志信号时，回零轴制动到速度为零，然后再以 v_2 速度前移参考点偏移量而停止，此停止点即为机床参考点(参见图 1-1-19)。

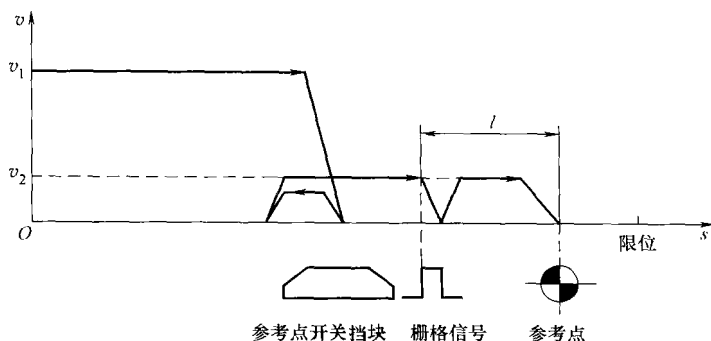


图 1-1-18 回参考点方式(二)

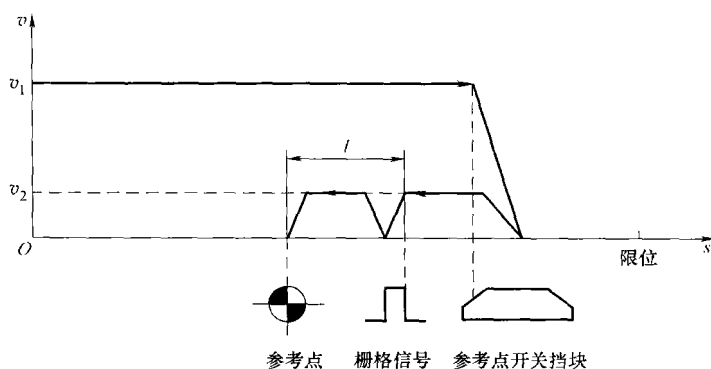


图 1-1-19 回参考点方式(三)

使用增量式检测反馈元件的机床，开机后第一次各伺服轴手动回原点多采用撞块式复归，其后再回归原点可以用 G 代码指令，以快速进给速度回归到开机后的第一次原点位置。

从数控系统控制过程来分析机床回原点：机床在回原点模式下，伺服电动机以大于某一固定值的进给速度向原点方向旋转，当数控系统检测到电动机一转信号时，数控系统内的参考计数器被清零。如果通过参数设置了栅点偏移量，则参考计数器内也自动被设定为和栅点偏移量相等的值。此后参考计数器就成为一个环形计数器。当计数器对移动指令脉冲计数到设定的值时被复位，随着一转信号的出现产生一个栅点。当减速撞块压下原点减速开关时，电动机减速到接近原点速度运行，撞块释放原点减速开关时，电动机在下一个栅点停止，产生一个回原点完成标志信号，参考位置被复位。电源开启后第二次返回原点，由于参考计数器已设置，栅点已建立，因此可以直接返回原点位置。

使用绝对脉冲编码器作为检测反馈元件的机床第一次回原点时，首先，数控系统与检测反馈元件进行数据通信以建立当前的位置，并计算当前位置到机床原点的距离及当前位置到最近栅点的距离，将计算值赋给计数器，栅点被确立。

模块2 数控机床编程

一、概述

1. 数控编程的特点

数控编程是一种自动控制语言，也是人机对话的语言，其特点如下：

- 1) 有严格的规则和格式。
- 2) 应用对象是数控机床。对于不同的数控系统，有不同的规定；对于特定的机床，必须根据手册规定编程。
- 3) 工艺性强。编程时要清楚加工工艺以及数控机床的特点。

数控编程的步骤是：分析零件图样；工艺处理；数学处理；编写程序；制作介质及程序检验等。

2. 编程方法

1) 手工编程：是指主要由人工来完成数控机床程序编制各个阶段的工作，当被加工零件形状不十分复杂、程序较短时，都可以采用手工编程的方法。该方法适用于比较规则的零件。

2) 自动编程：是指在编程的各项工作中，除拟订工艺方案外，其余工作，包括数学处理、编写程序单、制作控制介质和程序校验等各项工作均由计算机自动完成，这一过程就称为自动编程。该方法适用于比较复杂的零件。

数控编程按输入方式不同可以分为：

- 1) 语言数控编程：是加工零件的几何尺寸、工艺要求、切削参数及辅助信息等用数控语言编写成源程序后，输到计算机中，再由计算机进一步处理得到零件加工程序。
- 2) 图形数控编程：是指用图形输入设备(如数字化仪)及图形菜单将零件图形信息直接输入计算机，并在荧光屏上显示出来，再进一步处理，最终得到加工程序及控制介质。
- 3) 语音数控编程：是采用语音识别器，将操作者发出的加工指令声音转变为加工程序。

按编程系统与数控系统紧密性的不同可以分为：

- 1) 离线编程，该方法不占机床工作时间。
- 2) 在线编程。

二、数控机床的坐标系

1. 坐标系的确定原则(JB 3052—1982)

1) 刀具相对静止、工件运动的原则：这样编程人员在不知是刀具移近工件还是工件移近刀具的情况下，就可以依据零件图样，确定加工的过程。

2) 标准坐标系原则: 即机床坐标系确定机床上运动的大小与方向, 以完成一系列的成形运动和辅助运动。

3) 运动方向的原则: 数控机床的某一部件运动的正方向, 是增大工件与刀具距离的方向。

2. 坐标的确定

(1) Z 坐标 标准规定, 机床传递切削力的主轴轴线为 Z 坐标(如: 铣床、钻床、车床、磨床等); 如果机床有几个主轴, 则选一垂直于装夹平面的主轴作为主要主轴; 如机床没有主轴(龙门刨床), 则规定垂直于工件装夹平面的为 Z 轴。

(2) X 坐标 X 坐标一般是水平的, 平行于装夹平面。对于工件旋转的机床(如车、磨床等), X 坐标的方向在工件的径向上; 对于刀具旋转的机床则作如下规定:

1) 当 Z 轴水平时, 从刀具主轴后看工件, $+X$ 方向指向右方。

2) 当 Z 轴处于铅垂面时, 对于单立柱式, 从刀具主轴后看工件, $+X$ 方向指向右方; 对于龙门式, 从刀具主轴右侧看, $+X$ 方向指向右方。

(3) Y 、 A 、 B 、 C 及 U 、 V 、 W 等坐标 由右手笛卡尔坐标系来确定 Y 坐标, A 、 B 、 C 表示绕 X 、 Y 、 Z 坐标的旋转运动, 正方向符合右手螺旋法则(见图 1-2-1)。

若有第二直角坐标系, 可用 U 、 V 、 W 表示。

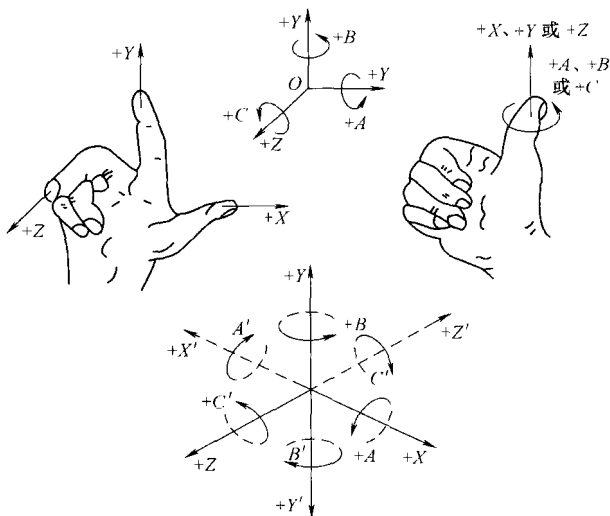


图 1-2-1 右手笛卡尔直角坐标系

(4) 坐标方向判定 当某一坐标上刀具移动时, 用不加撇号的字母表示该轴运动的正方向; 当某一坐标上工件移动时, 则用加撇号的字母(例如 A' 、 X' 等)表示。加与不加撇号所表示的运动方向正好相反。

3. 典型数控车床的坐标简图

典型数控车床(二坐标)的坐标简图如图 1-2-2 所示。

4. 机床坐标系和工件坐标系

机床坐标系不能直接用来供用户编程, 它是帮助机床生产厂家确定机床参考点(零点)的。机床参考点由厂家设定后, 用户不得随意改变, 否则将会影响机床的精度。

供用户编程的工件坐标系(编程坐标系)和机床坐标系通过机床零点联系在一起。

5. 坐标系的原点

1) 机床原点: 指在机床上设置的一个固定的点, 即机床坐标系的原点在机床装配、调试时就确定下来了, 是数控机床进行加工运动的基准参考点。对于数控车床, 机

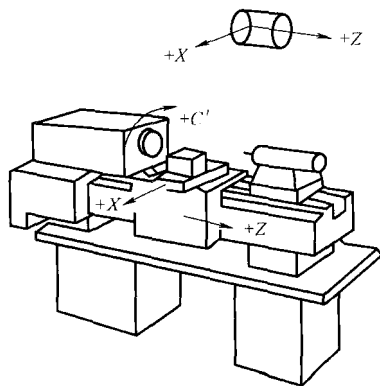


图 1-2-2 数控车床的坐标简图

床原点一般取卡盘端面与主轴中心的交点处；对于数控铣床，机床原点则通常取三个坐标轴的正极限位置。

2) 编程原点：它是指根据加工零件图样选定的编制程序的原点，即编程坐标系的原点。

3) 加工原点：加工原点也称程序原点，是指零件被装好后，相应的编程原点在机床坐标系中的位置。

6. 绝对坐标系和增量坐标系

刀具(或机床)运动位置的坐标值是相对于固定的坐标原点给出的，即称为绝对坐标，坐标系称为绝对坐标系。

刀具(或机床)运动位置的坐标值是相对于前一位置，而不是相对于固定的坐标原点给出的，称为增量坐标，坐标系称为增量坐标系。常使用代码表中的第二坐标 U 、 V 、 W 表示。 U 、 V 、 W 分别与 X 、 Y 、 Z 平行且同向。

U - V 坐标系称为增量坐标系。在程序编制过程中，是使用绝对坐标系还是使用增量坐标系，可以根据需要和是否方便用 G 指令来选择。

三、准备功能指令(G 代码)

FANUC 0i 车床准备功能 G 代码表见表 1-2-1。

表 1-2-1 FANUC 0i 车床准备功能 G 代码表

标准 G 代码	组	功 能	标准 G 代码	组	功 能
G00	01	快速定位	G50	00	设定坐标系；设定主轴最高转速
G01		直线插补	G65		调用用户宏程序
G02		顺时针圆弧插补	G70	00	精加工复合循环
G03		逆时针圆弧插补	G71		外圆粗加工复合循环
G04	暂停	G72	端面粗加工复合循环		
G10	设定数据	G73	封闭切削循环		
G20	06	英制数据输入	G74		端面钻孔复合循环
G21		公制数据输入	G75		外圆切槽复合循环
G27	00	返回参考点校验	G76	螺纹切削复合循环	
G28		返回参考点	G90	01	外径、内径切削循环
G32	01	螺纹切削	G92		螺纹切削循环
G34		可变导程螺纹切削	G94	端面切削循环	
G40	07	取消刀尖半径补偿	G96	02	主轴恒线速控制
G41		刀尖半径左补偿	* G97		取消主轴恒线速控制
G42		刀尖半径右补偿	G98	05	每分钟进给量
		* G99	每转进给量		

(1) G00 快速定位指令。格式为：

G00 X(U)_ Z(W)_