

四川劳务品牌培训系列教材

CHUAN SHUKONG

川数控



四川省劳务开发暨农民工工作领导小组办公室◎编

四川出版集团·四川科学技术出版社

四川劳务品牌培训系列教材

川 数 控

四川省劳务开发暨农民工工作领导小组办公室 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

图书在版编目(CIP)数据

川数控/四川省劳务开发暨农民工工作领导小组办公室编.
成都:四川科学技术出版社,2009.2
(四川劳务品牌培训系列教材)
ISBN 978-7-5364-6810-8

I. 川... II. 四... III. 数控机床-技术培训-教材 IV.
TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 022865 号

四川劳务品牌培训系列教材

川 数 控

编 写	四川省劳务开发暨农民工工作领导小组办公室
责任编辑	康永光
封面设计	张维颖
版式设计	新创意
责任校对	缪栋凯
责任出版	邓一羽
出版发行	四川出版集团·四川科学技术出版社 成都市三洞桥路12号 邮政编码610031
成品尺寸	260mm×185mm 印张5.5 字数150千
印 刷	成都市辰生印务有限责任公司
版 次	2009年5月成都第一版
印 次	2009年5月成都第一次印刷
定 价	11.00元

ISBN 978-7-5364-6810-8

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都市三洞桥路12号 电话/(028)87734035
邮政编码/610031 网址:www.sckjs.com

编 委 名 单

主 编	吴祥玉		
副主编	马绍兴	冷荣忠	曹 庆
编 委	刘业先	王小佳	李 健
	白凤光	林 盛	胡登洲
	周树强	郑兴夏	

前 言

随着改革开放的不断深入,我国工业化、城镇化进程加快,大量的农村富余劳动力转移到城市(镇)和乡镇企业就业并形成了庞大而特殊的社会群体——农民工。他们为社会创造了财富,为统筹城乡经济社会发展注入了活络元素,为国家现代化建设做出了重大贡献。

四川是人口大省、劳务输出大省。改革开放以来,历届四川省委、省政府始终把劳务开发作为促进农民增收,统筹城乡发展的重要任务来抓,逐步形成了具有四川特色的劳务产业经济。2004年以来,四川省委、省政府实施“千万农民工技能建设工程”,开展订单培训,定向输出,按照“训证结合、训用结合,以训促输”的培训就业模式,极大地提高了我省劳务开发的质效。2006年,四川省委、省政府实施打造“川妹子”、“川厨师”、“川建工”、“川缝纫”“川电子”“川数控”等劳务品牌战略,努力提升劳动者技能素质,劳务经济增长方式由数量扩张型向质效并重型、劳务输出由单一体能型向综合技能型转变,人力资源逐步向人力资本转变。全省720余万农民工获得过1次以上的劳动技能培训,1650余万人接受了多形式多途径的引导性培训。2008年,我省农村劳动力转移输出已达2023万人,劳务收入突破了1200亿元大关。劳务经济已经成为推动我省城乡经济发展的重要力量。

就业是民生之本,培训是就业之基,教材是培训之首。四川省劳务开发暨农民工工作领导小组办公室结合四川的实际,根据市场需求和打造劳务品牌的需要,组织相关专家针对我省农民工的特点,为我省农民工量身编写了这套劳务品牌培训系列教材。这套系列教材既有理论提升的适当篇幅,又有提高农民工实际操作能力的图标解析,由浅入深的逻辑安排和浅显易懂的文字表述,为提高我省农民工技能培训,提供了一套非常实用的教学读本。“授之以鱼,饱其一日;授之以渔,饱其终身”。现代社会是充满竞争的社会,学习到能够立足于社会的本领才是根本。该系列教材的面世,必将对提高农民工素质、促进我省农村富余劳动力转移起到积极的作用。同时,也希望广大农民工朋友认真学习,努力工作,为自己增加财富,为社会贡献力量。

2 川数控——四川劳务品牌培训系列教材

由于编写时间紧迫,在编写过程中难免有疏漏和不足,欢迎广大读者提出批评意见。

2009年4月1日

目 录

第一章 数控车床概述	1
一、数控车床的组成及其作用	1
二、数控车床的主要技术参数	2
三、常用数控车床的类型	2
四、数控车床的日常维护和保养	4
五、数控车床的安全操作规程	5
六、常见的数控车床控制系统	6
第二章 编程基础	7
一、数控编程的基本概念	7
二、数控机床的坐标系统	8
三、数控加工程序与指令代码	9
第三章 数控车削加工工艺与编程	14
第一节 数控车削加工工艺基础	14
一、数控车削加工的主要内容	14
二、数控车削加工工艺的制定	14
三、夹具、刀具的选择、装夹方式的确定	19
四、切削用量的确定	23
五、常用量具及其使用方法	25
第二节 数控车床的程序编制	33
一、基本编程指令	33
二、简单固定循环功能	37
三、复合固定循环功能	38
四、螺纹切削循环	40
第四章 数控车床的操作	47
一、开动机床(回零—手动—手轮)	47

2 川数控——四川劳务品牌培训系列教材

二、装夹工件.....	49
三、转动刀架.....	50
四、转动主轴.....	51
五、试切对刀.....	52
六、程序录入.....	53
七、程序校验.....	55
八、切削工件.....	56
九、机床操作注意事项.....	60

第五章 数控车削加工综合实训 62

项目 1	62
项目 2	64
项目 3	67
项目 4	70
项目 5	71
项目 6	74

参考文献 80

第一章 数控车床概述

学习目标

1. 了解数控车床的基本构成。
2. 了解数控车床的基本参数含义。
3. 了解数控机床的分类。
4. 了解典型数控系统。

一、数控车床的组成及其作用

数控车床的床身通常分为水平床身和倾斜床身,倾斜床身便于排屑,常在全功能数控车床中使用。图 1-1 所示为全功能数控车床。

数控车床是由床身、主轴箱、回转刀架、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器、数控机床控制装置、进给系统等部分组成。

(一) 床身

数控车床的床身结构和导轨有多种形式,主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑鞍等。中小规格的数控车床采用倾斜床身和水平床身斜滑鞍较多。倾斜床身多采用 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° 角,常用的有 45° 、 60° 和 75° 。大型数控车床和小型精密数控车床采用水平床身较多。

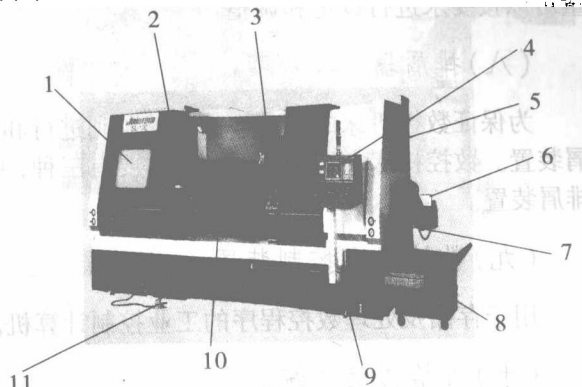


图 1-1 数控车床外形图

1. 机床防护门 2. 主轴 3. 回转刀架 4. 操作面板
5. 电气箱 6. 尾架 7. 排屑器 8. 小推车 9. 冷却液箱
10. 床身 11. 踏板开关

(二) 主轴箱

数控车床的主传动系统一般采用直流或交流无级调速,通过同步齿形带带动主轴旋转,可以实现无级调速及恒线速度控制。主轴组件是机床实现旋转运动的执行部件。

(三) 回转刀架

刀架是数控车床的重要部件,用于装夹刀具及换刀,其结构直接影响机床的切削性能和工作效率。数控车床的刀架分为转塔式和排刀式刀架两大类。转塔式刀架是普遍采用的刀架形式,一般都采用 6~12 工位转塔式刀架。排刀式刀架主要用于小型数控车床,适用于短轴或套

类零件加工。

(四) 尾座

可以安装顶尖,用以支承工件。数控车床和普通车床不同,一般不把刀具装在尾座上。

(五) 液压系统

数控车床大多采用液压卡盘,通过液压系统来控制卡盘的夹紧及张开,大大减轻了操作工人的劳动强度,液压卡盘可以通过调节液压阀来改变夹紧力的大小。

(六) 冷却系统

数控车床中的冷却系统可以将切削液循环利用,对刀具进行冷却。常用切削液分为水基乳化液和切削油。

(七) 润滑系统

数控车床的润滑主要包括机床导轨、传动齿轮、滚珠丝杠及主轴箱等的润滑,其形式分为电动间歇润滑的定量集中润滑等。其中电动间歇润滑用的较多,其自动润滑时间和每次注油量可以按要求进行设定和调整。

(八) 排屑器

为保证数控机床的自动加工能够顺利进行和减少机床的发热,数控机床应配备合适的排屑装置。数控机床常用的排屑装置主要有三种,平板链式排屑装置、刮板式排屑装置及螺旋式排屑装置。

(九) 数控机床控制装置

用于存储及处理数控程序的工业控制计算机。

(十) 进给传动系统

可以根据数控装置发送的指令进行横向和纵向进给运动。横向进给传动系统是带动刀架作横向(X轴)移动的装置,它控制工件的径向尺寸。纵向进给装置是带动刀架作纵向(Z轴)运动的装置,它控制工件的轴向尺寸。

二、数控车床的主要技术参数

在使用数控车床前必须了解其技术参数,数控车床的主要技术参数有:最大回转直径,最大车削直径,最大车削长度,最大可夹持棒料尺寸,主轴转速范围,X、Z轴行程,X、Z轴快速移动速度,机床定位精度,机床重复定位精度,刀位数,刀具尺寸,主轴头形式,主轴电机功率,进给伺服电机功率,尾座行程,卡盘尺寸,机床重量及外形尺寸。

三、常用数控车床的类型

数控车床品种、规格繁多,目前应用较多的是中等规格的两坐标连动数控车床。对数控车床的分类有以下几种分类方法。

(一) 按数控系统的功能分类

1. 经济型数控车床

一般采用开环控制,具有 CRT 显示、程序储存、程序编辑等功能,加工精度不高。如图 1-2 所示,主要用于精度要求不高,有一定复杂性的零件。

2. 全功能数控车床

这是较高档次的数控车床,具有刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速、倒角、固定循环、螺纹切削、图形显示、用户宏程序等功能,加工能力强。如图 1-3 所示。适宜加工精度高、形状复杂、工序多、循环周期长、品种多变的单件或中小批量零件的加工。

3. 车削中心

车削中心的主体是数控车床,配有动力刀座或机械手,可实现车、铣复合加工,如高效率车削、铣削凸轮槽和螺旋槽。如图 1-4 所示为一种高速卧式车削中心。

(二) 按主轴的配置形式分类

1. 卧式数控车床

主轴轴线处于水平位置的车床。目前加工现场所使用的车床多为卧式数控车床,它又可分为水平导轨卧式车床和倾斜导轨卧式数控车床。

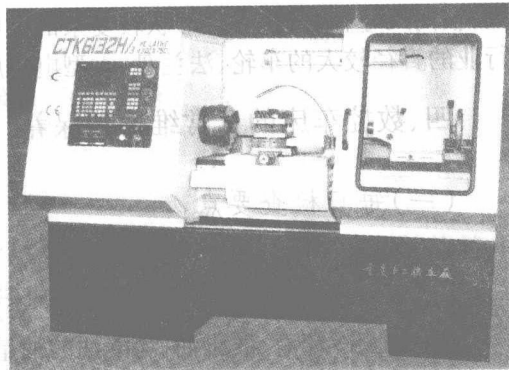


图 1-2 经济型数控车床



图 1-3 全功能数控车床

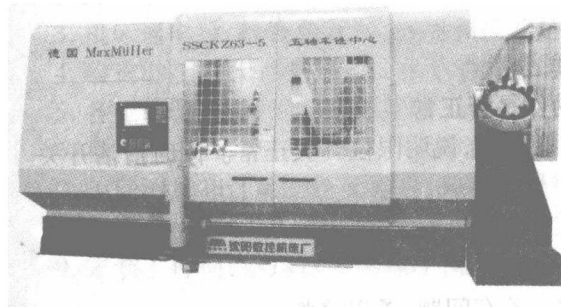


图 1-4 车削中心



图 1-5 数控立式车床

2. 数控立式车床

主轴轴线处于垂直位置的车床。如图 1-5 所示,数控立式车床主要用于加工径向尺寸

大,轴向尺寸相对较小,且形状较复杂的大型或重型零件,适用于通用机械、冶金、军工、铁路等行业的直径较大的车轮、法兰盘、大型电机座、箱体等回转体的粗、精车削加工。

四、数控车床的日常维护和保养

(一)每日检查要点

1. 接通电源前的检查

- (1)检查机床的防护门、电柜门等是否关闭。
- (2)检查冷却液、液压油、润滑油的油量是否充足。
- (3)检查所选择的液压卡盘的夹持方向是否正确。
- (4)检查工具、量具等是否已准备好。
- (5)检查切削槽内的切屑是否已清理干净。

2. 接通电源后检查

- (1)检查操作面板上的指示灯是否正常,各按钮、开关是否处于正确位置。
- (2)显示屏上是否有报警显示,若有问题应及时予以处理。
- (3)液压装置的压力表指示是否在所要求的范围内。
- (4)各控制箱的冷却风扇是否正常运转。
- (5)刀具是否正确夹紧在刀架上,回转刀架是否可靠夹紧,刀具是否有损伤。
- (6)若机床带有导套、夹簧,应确认其调整是否合适。

3. 机床运转后的检查

- (1)运转中,主轴、滑板处是否有异常噪音。
- (2)有无异常现象。

(二)月检查要点

1. 检查主轴的运转情况

主轴以最高转速一半左右的转速旋转 30 分钟,用手触摸壳体部分,若感觉温和即为正常。

2. 检查 X、Z 轴的滚珠丝杠

若有污垢,应清理干净。若表面干燥,应涂润滑脂。

3. 检查 X、Z 轴行程限位开关、各急停开关动作是否正常

可用手按压行程开关的滑动轮,若有超程报警显示,说明限位开关正常。同时清洁开关。

4. 检查回转

刀架的润滑状态是否良好

5. 检查导套装置

- (1)检查导套内孔状况,看是否有裂纹、毛刺。若有问题,予以修整。
- (2)检查并清理导套前面盖帽内的切屑。

6. 检查并清理冷却液槽内的切屑

7. 检查液压装置

- (1)检查压力表的工作状态。通过调整液压泵的压力检查压力表的指针是否工作正常。
- (2)检查液压管路是否有损坏,各管接头是否有松动或漏油现象。

8. 检查润滑装置

- (1) 检查润滑泵的排油量是否符合要求。
- (2) 检查润滑油管路是否损坏,管接头是否有松动、漏油现象。

(三) 六个月检查要点

1. 检查主轴

- (1) 检查主轴孔的振摆。将千分表探头伸入卡盘套筒的内壁,然后轻轻地将主轴旋转一周,指针的摆动量小于出厂时精度检查表的允许值即可。
- (2) 检查主轴传动皮带的张力及磨损情况。
- (3) 检查编码盘同步皮带的张力及磨损情况。

2. 检查刀架

主要看换刀时其换位动作的连贯性,以刀架夹紧、松开时无冲击为好。

3. 检查导套装置

用手沿轴向拉导套,检查其间隙是否过大。

4. 检查润滑泵装置浮子开关的动作状况

可用润滑泵装置抽出润滑油,看浮子落至警戒线以下时,是否有报警指示以判断浮子开关的好坏。

5. 检查各部分

检查各插头、插座、电缆、各继电器的触点是否接触良好;检查各印刷电路板是否干净;检查主电源变压器、各电机的绝缘电阻(应在 $1M\Omega$ 以上)。

6. 检查断电情况

检查断电后保存机床参数、工作程序用后备电池的电压值,视情况予以更换。

五、数控车床的安全操作规程

1. 操作人员使用机床前必须阅读机床使用说明书等有关资料。了解机床主要技术参数、传动原理,主要结构,润滑部位及维护保养等一般知识。

2. 开机前应对机床进行全面细致的检查,确认无误后方可操作。

3. 机床通电后,检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活,机床有无异常现象。

4. 检查电压、油压是否正常,有手动润滑的部位先要进行手动润滑。

5. 各坐标轴手动回零(机械原点)。

6. 程序输入后,应仔细核对。其中包括对代码、地址、数值、正负号、小数点及语法。

7. 正确测量和计算工件坐标系,并对所得结果进行检查。

8. 输入工件坐标系,并对坐标、坐标值、正负号及小数点进行认真核对。

9. 未装工件前,空运行一次程序,看程序能否顺利运行,刀具和夹具安装是否合理,有无超程现象。

10. 无论是首次加工的零件,还是重复加工的零件,首件都必须对照图纸、工艺规程、加工程序和刀具调整卡,进行试切。

11. 试切时快速进给倍率开关必须打到较低档位。

12. 每把刀首次使用时,必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。

13. 试切进刀时,在刀具运行至工件表面处 $30 \sim 50\text{mm}$ 处,必须在进给保持下,验证 Z 轴和

X 轴坐标剩余值与加工程序是否一致。

14. 试切和加工中,刃磨刀具和更换刀具后,要重新测量刀具位置并修改刀补值和刀补号。

15. 程序修改后,对修改部分要仔细核对。

16. 手动进给连续操作时,必须检查各种开关所选择的位置是否正确,运动方向是否正确,然后再进行操作。

17. 必须在确认工件夹紧后才能启动机床,严禁工件转动时测量、触摸工件。

18. 操作中出现工件跳动、振动、异常声音、夹具松动等异常情况时,必须立即停车处理。

19. 加工完毕,清理机床。

六、常见的数控车床控制系统

目前我国在数控车床上常用的数控系统有日本的 FANUC、MITSUBISHI 数控系统,德国的 SIEMENS、HEIDENHAIN 数控系统,以及美国 ACRAMATIC 数控系统、西班牙 FAGOR 数控系统等,上述系统在数控机床行业占主导地位。国产数控系统以广州数控、华中数控为代表,也已将数控系统产业化。

本章思考题

1. 简述数控车床的功能和结构特点。
2. 数控车床一般由哪几个部分组成? 各有何作用?
3. 数整车床有哪几种布局形式? 各有何特点?
4. 数控车床有哪几种分类方式?
5. 简述数控车床的特点?

第二章 编程基础

学习目标

1. 了解数控程序编制的方法和步骤。
2. 掌握数控车床坐标系的确定方法。
3. 掌握数控加工编程的规则和程序格式。
4. 掌握各类指令的含义及使用方法。

一、数控编程的基本概念

(一) 数控编程

把零件的加工工艺路线、工艺参数、刀具的运动轨迹、位移量、切削参数(主轴转数、进给量、背吃刀量等)以及辅助功能(换刀、主轴正转、反转、切削液开、关等),按照数控系统规定的指令代码及程序格式编写成加工程序,再把这一程序中的内容输入到数控机床的数控系统中,从而指挥机床加工零件,这种从零件分析到形成数控加工程序的全过程叫数控编程。

(二) 数控编程的内容与步骤

1. 数控编程的内容

数控编程的主要内容有:分析零件图样,确定数控加工工艺方案、数值计算、编写零件加工程序、校对程序及首件试切。

2. 数控编程的步骤

分析图样。

确定加工规程。

数值计算。

编写零件加工工艺程序单。

程序校验与首件试切。

(三) 数控编程的方法

1. 手工编程

手工编程是指程序员根据加工图样和工艺,采用数控程序指令(目前一般都采用ISO数控标准代码)和指定格式进行程序编写,然后通过操作键盘送入数控系统内,再进行调试、修改等。上述编程的过程即属手工编程的形式。

2. 自动编程

自动编程即利用计算机进行辅助编制数控加工程序的过程。目前较多地采用了计算机

CAD/CAM 图形交互式自动编程。

二、数控机床的坐标系

(一) 机床坐标系

1. 刀具相对于静止的工件而运动的原则(基本原则)

即永远假定刀具相对于静止的工件坐标系而运动。

2. 标准(机床)坐标系的规定

(1) 坐标系的采用。

右手笛卡儿直角坐标系,如图 1-6 所示。

(2) 机床坐标系方向的确定。

数控机床的某一部件运动的正方向规定为增大刀具与工件之间距离的方向。但此规定在应用时是以刀具相对于静止的工件而运动的原则为前提条件的。也就是说这一规定可理解为:刀具离开工件的方向便是机床某一运动的正方向。

① Z 坐标的确定:

Z 坐标的运动由传递切削力的主轴所决定,与主轴轴线平行的坐标轴即为 Z 坐标。Z 坐标的正方向是增加刀具与工件之间距离的方向。数控车床中 Z 轴的正方向为卡盘指向尾座的方向,如图 1-7 所示。

② X 坐标的确定:

X 坐标运动一般是水平的,它平行于工件的装夹平面,是刀具或工件定位平面内运动的主要坐标。

数控车床 X 坐标方向是在工件的径向方向上,而且平行于横向滑座,以刀具离开工件回转中心的方向为其正方向,如图 1-7 所示。

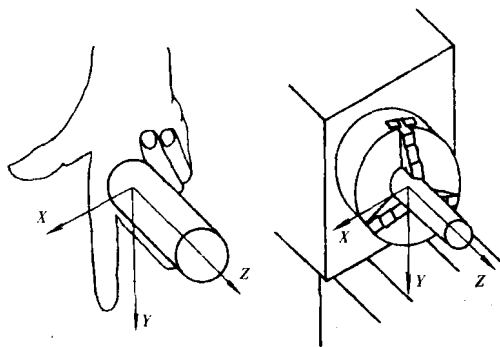


图 1-7 数控车床坐标系

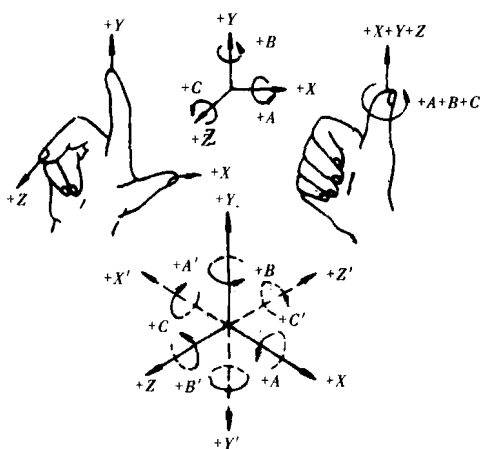


图 1-6 右手笛卡儿直角坐标系

③ Y 坐标的确定:

Y 坐标的正向运动,根据 X 和 Z 的运动,按照右手笛卡儿坐标系来确定,数控车床中没有 Y 轴,只有在车削中心上才会采用 Y 轴。

④ 旋转运动坐标:

A、B、C 相应的表示其轴线平行于 X、Y、Z 的旋转运动。A、B、C 的正向为在相应 X、Y、Z 坐标正向上按照右手螺旋法则取右旋螺纹前进的方向。

⑤ 机床坐标系的原点及附加坐标:

标准坐标系的原点位置是任意选择的。如果在 X、Y、Z 主要直线运动之外另有第二组平行于它们的坐标运动,就称为附加坐标。它们应分别被指定为 U、V、W,如还有第三组运动,则分别指

定为 P 、 Q 和 R 。如果在第一组回转运动 A 、 B 、 C 之外,还有平行或不平行于 A 、 B 、 C 的第二组回转运动,可指定为 D 、 E 或 F 。

确定机床中各坐标轴时,总是先根据主轴来确定 Z 轴,然后确定 X 轴,最后根据右手直角坐标系来确定 Y 轴。

(二) 工件坐标系

工件坐标系是人为设计的,并且为编程提供数据基础,所以又叫做编程坐标系。基础工件坐标系的坐标轴及运动方向与机床坐标系保持一致。

工件坐标系的应用步骤:

1. 设计

由编程人员在利于编制数控加工程序和检测的情况下,事先在与工件相关的特定位置确定下来,这样便可以在此时设计的工件坐标系中编制数控加工程序了。

2. 设置

加工操作时,可将安装好的工件经过检测,获得工件坐标系原点在机床坐标系中的位置数据,再将此偏置量设置到有关偏置寄存器中;或者用指令的方式规定好工件坐标系与当前刀具位置的关系。这样在工件坐标系中编制的程序便能在机床坐标系中运行了。

(三) 绝对坐标与增量(相对)坐标

1. 绝对坐标

绝对坐标是表示刀具(或机床)运动位置的坐标值,都是相对于固定的坐标原点给出的,如图 1-8 a 所示。

2. 增量坐标

增量坐标所表示的刀具(或机床)运动位置的坐标值是相对于前一位置的,而不是相对于固定的坐标原点给出的。相对坐标与运动方向有关,如图 1-8 b 所示。

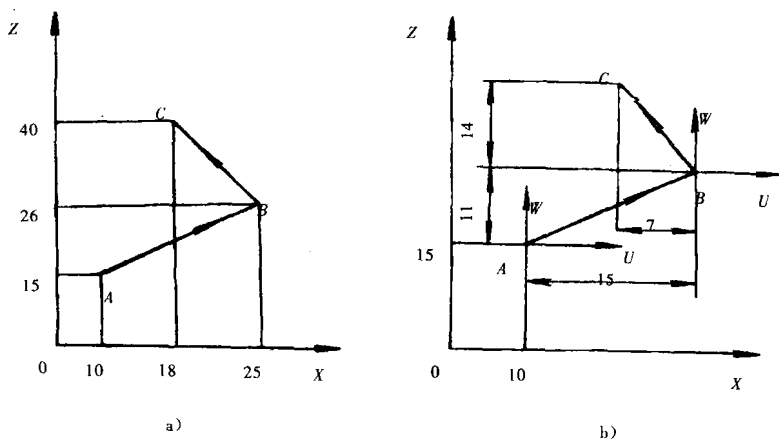


图 1-8 a. 绝对坐标 b. 相对坐标

三、数控加工程序与指令代码