

机电技术 问答系列

数控机床 装调维修工问答 270

例

胡家富
主编

上海科学技术出版社

机电技术问答系列

数控机床装调维修工 问答 270 例

胡家富 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调维修工问答 270 例 / 胡家富主编. —
上海:上海科学技术出版社,2011.2
(机电技术问答系列)
ISBN 978-7-5478-0539-8

I. ①数… II. ①胡… III. ①数控机床-安装-问
答 ②数控机床-调试-问答 ③数控机床-维修-问答
IV. ①TG659-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 193998 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/32 印张:17

字数:355 千字

印数:1-3 250

2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-0539-8/TG·20

定价:39.60 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

前 言

数控机床维修涉及到机械、液压、气动、电气和数控系统,是一门比较复杂的维修技术,随着数控机床的广泛使用,数控机床维修工已成为制造行业十分重要和紧缺的技术人才。本书从数控机床维修的实际出发,注重理论与技能的综合运用,深入浅出地介绍数控机床的结构和系统配置,常见故障的诊断、维修方法。

本书的内容编排参照中级数控机床装调维修工职业鉴定的相关要求,采用问答的形式,融知识与维修技能为一体,符合数控机床机电一体化维修实践的需要和发展趋势。书中的实例对实际故障诊断和维修作业有借鉴作用,便于读者在实践中应用数控机床故障的诊断分析方法与机电一体化维修的基本方法。书中对数控机床的机械、液压气动和电气、数控系统的诊断维修方法进行了合理的归纳总结,为初级数控机床维修工通过中级技能鉴定考核提供了有效途径。

本书适用于中高级数控机床装调维修人员的自学自测,也可供数控机床维修工鉴定考核部门参考使用。

本书由胡家富主编,李国梁、纪长坤、何津、尤道强、黄镔参加编写,限于作者水平,书中有不妥和疏漏之处,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时改正。

编 者

目 录

第一章 数控机床及其使用	1
第一节 数控机床的种类和主要参数	1
第二节 典型数控机床的操纵方法	30
第三节 数控加工程序的释读和编制方法	38
第四节 数控机床的安装、调试和验收	56
第五节 数控机床典型数控系统	67
第二章 数控机床维修的基本要求和方法	79
第一节 数控机床常见故障的种类与形式	79
第二节 数控机床维修的基本要求	94
第三节 数控机床故障的诊断技术	100
第四节 数控机床故障检查分析与维修的 常用方法	116
第三章 数控机床维修常用工具和检测仪器	153
第一节 常用维修工具	153
第二节 常用故障检测仪器	180
第四章 数控机床常见机械故障的诊断与维修	199
第一节 主轴传动部件的结构、故障诊断与维修 ...	199
第二节 进给传动和导轨部件的结构、故障诊断	

与维修	222
第三节 位置检测装置的结构、故障诊断与维修 ..	251
第四节 自动换刀装置的结构、故障诊断与维修 ..	266
第五章 数控机床常见液压、气动系统故障的诊断	
与维修	286
第一节 典型数控机床液压、气动系统基本组成 ..	286
第二节 液压、气动系统基本维修方法	311
第三节 数控机床液压、气动系统常见故障与 维修	349
第六章 数控机床典型数控系统与电气故障的诊断	
与维修	370
第一节 系统维修技术要求与电气维修基础	370
第二节 控制系统和伺服系统故障诊断	388
第三节 典型数控系统维修	424
第七章 数控机床的维护与维修实例	465
第一节 数控机床的日常维护与预防性维护	465
第二节 数控车床和数控铣床维修	470
第三节 数控加工中心维修	480
第五节 数控专用加工机床维修	486
附录 知识考核与技能考核模拟试卷	494
知识考核模拟试卷一	494
知识考核模拟试卷二	501
知识考核模拟试卷三	507

技能考核模拟试卷一.....	513
技能考核模拟试卷二.....	520
技能考核模拟试卷三.....	527

第一章 数控机床及其使用

第一节 数控机床的种类和主要参数

1—1 何谓数控技术和数控机床？

答：（1）数控技术（Numerical Control Technology）是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术，是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

（2）数控机床（Numerical Control Machine Tools）是指采用数字形式信息控制的机床。凡是用数字化的代码将零件加工过程中所需的各种操作和步骤，以及刀具与工件之间的相对位移量等记录在程序介质上，送入计算机或数控系统，经过译码、运算及处理，控制机床的刀具与工件的相对运动，加工出所需要工件的一类机床称为数控机床。国际上相关组织对数控机床下的定义是：数控机床是一个装有程序控制系统的机床。该系统能够逻辑地处理具有使用号码，或其他符号编码指令规定的程序。简而言之，用数字化信息控制的自动控制技术称为数字控制技术；用数控技术控制的机床，或者说装备了数控系统的机床，称之为数控机床。

1—2 数控系统有哪些特点？

答：（1）数字控制特点 数字控制（Numerical Control），简称数控（NC），是一种借助数字、字符或其他符号对某一个

工作过程(如加工、测量、装配等)进行可编程控制的自动化方法,是近代发展起来的一种自动控制技术。数字控制是相对于模拟控制而言的,数字控制系统中的控制信息是数字量,而模拟控制系统中的控制信息是模拟量。

(2) 数控系统特点 数控系统(Numerical Control System)是指采用数控技术的控制系统,数字控制系统有如下特点:

- ① 可用不同的字长表示不同精度的信息,信息表达准确;
- ② 可进行逻辑运算和算数运算,也可进行复杂的信息处理;
- ③ 可用软件来改变信息处理的方式和过程,具有柔性化。

由于数字控制系统具有以上特点,故被广泛应用于机械运动的轨迹控制。轨迹控制是金属切削机床数控系统和工业机器人的主要控制内容。此外,数字控制系统的逻辑处理功能可方便地用于机械系统的开关量控制。

1—3 机床数字控制与顺序控制有什么区别?

答:在机床控制中,“数字控制”和“顺序控制”是两种不同的概念。对于“顺序控制”来说,控制计算机只能控制各种自动加工动作的先后顺序,而对运动部件的位移量不能进行控制。运动部件的位移量是靠预先调整好的挡块等方式来实现的。数字控制的过程是一个自动化过程,使数控设备进行自动控制的那些指令是以数字或文字编码的方式记载在控制介质上,经过控制计算机处理和计算后,对各种动作的顺序、位移量以至速度等实现自动控制。这样,比起其他自动化设

备所采用的凸轮、靠模、调整限位开关等要简便和准确得多。

1—4 什么是硬件数控？什么是 CNC 控制系统？

答：数字控制系统的硬件基础是数字逻辑电路，最初的数控系统是由数字逻辑电路构成的，因而被称为硬件数控系统，随着微机技术的发展，取而代之的是计算机数控系统（Computer Numerical Control），简称 CNC。由于计算机可完全由软件来确定数字信息的处理过程，从而具有真正的“柔性”，并可以处理复杂的信息，使数字控制系统的性能大大提高。现代的数控机床都采用 CNC 计算机数控系统。

1—5 数控机床有哪些常见分类方法和基本类型？

答：数控机床有多种分类方法，常见的有按工艺用途分类、按功能和运动方式分类、按进给伺服系统控制方式分类、按数控装置的构成分类、按主轴可控制轴数分类、按加工方式分类等方法。

（1）按工艺用途分类 分为普通数控机床和加工中心。

（2）按功能和运动方式分类 分为点位运动控制数控机床、点位直线运动控制数控机床和轮廓运动控制数控机床。

（3）按进给伺服系统控制方式分类 分为开环控制系统数控机床、半闭环控制系统数控机床和闭环控制系统数控机床。

（4）按数控装置的构成和配置分类 分为硬线数控机床和 CNC 数控机床。按配置的典型数控系统，常分为发那

科(FANUC)数控机床、西门子(SIEMENS)数控机床、华中数控机床等。

(5) 按可控制的联动轴分类 分为两坐标联动、三坐标联动、两轴半联动和多轴联动数控机床等。

(6) 按加工方式分类 分为金属切削加工数控机床、金属成型数控机床、特种加工数控机床和测量、测绘类数控机床等。

1—6 按运动控制方式分类数控机床有哪几种类型?

答:按功能和运动方式分类,数控机床可分为点位运动控制数控机床、点位直线运动控制数控机床和轮廓运动控制数控机床。

(1) 点位运动控制数控机床 点位运动控制方式是指刀具或工作台从某一位置向另一位置移动,中间移动轨迹不需严格控制,而最终准确到达目标点位置的控制方式。点位控制数控机床在移动过程中刀具并不进行加工,而是先作快速向终点附近移动,然后以低速准确移动到终点预定位置。使用这类控制方式的有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控弯管机等。如图 1-1a 所示为点位运动控制数控钻床加工示意。

(2) 点位直线运动控制数控机床 点位直线运动控制方式是指数控系统不仅控制刀具和工作台从一个点准确地移动到另一个点,而且保证在两点之间的运动轨迹是平行于机床坐标轴的一条直线的控制方式。在移动过程中刀具进行切削,应用这类控制方式的有数控车床、数控钻床和数控铣床。如图 1-1b 所示为直线运动控制数控铣床加工示意。

(3) 轮廓运动控制数控机床 轮廓运动控制方式也称连续运动控制方式,是指数控系统能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行严格控制的系统,刀具相对工件的运动轨迹为任意曲线,即不仅能控制移动部件从一个点准确的移动到另一个点,而且还能控制整个加工过程每一个点的速度和位移量,将零件加工成一定的轮廓形状。应用这类控制方式的有数控铣床、数控车床、数控凸轮磨床、数控线切割机床和加工中心等。如图 1-1c 所示为轮廓运动控制数控铣床加工示意。

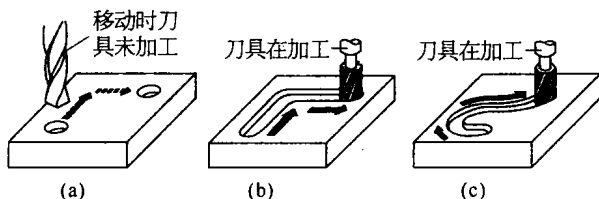


图 1-1 按运动控制方式分类的数控机床

(a) 点位运动控制; (b) 点位直线运动控制; (c) 轮廓运动控制

1—7 按伺服系统控制系统分类数控机床有哪几种类型?

答:按进给伺服系统控制方式分类,数控机床可分为开环控制系统数控机床、半闭环控制系统数控机床和闭环控制系统数控机床。

(1) 开环控制系统数控机床 数控机床的运动部件接受数控系统发出的运动指令而运动。这类数控机床没有位置反馈和校准控制系统,所以机床的定位精度主要取决于进给驱动装置的精度,定位精度一般在 $\pm 0.02\text{mm}$ 。这类数控机床结构简单,调试方便,价格低廉,属于经济型的数控

机床。如图 1-2a 所示为开环控制系统框图。

(2) 半闭环控制系统数控机床 数控机床的运动部件接受数控系统发出的运动指令而运动。这类数控机床设有角位移位置检测装置,因此具有位置反馈和校准控制系统,可以将机床进给传动误差中的大部分进行补偿,以提高数控机床的运动精度和定位精度。半闭环数控机床调试比较容易,稳定性好,通过补偿可达到较高的运动精度和定位精度,是目前应用最多的一种数控机床。如图 1-2b 所示为半闭环控制系统框图。

(3) 闭环控制系统数控机床 数控机床的运动接受数控系统发出的运动指令而运动。这类机床装有直线位移测量装置(回转坐标则仍用角位移测量装置)直接检测运动部

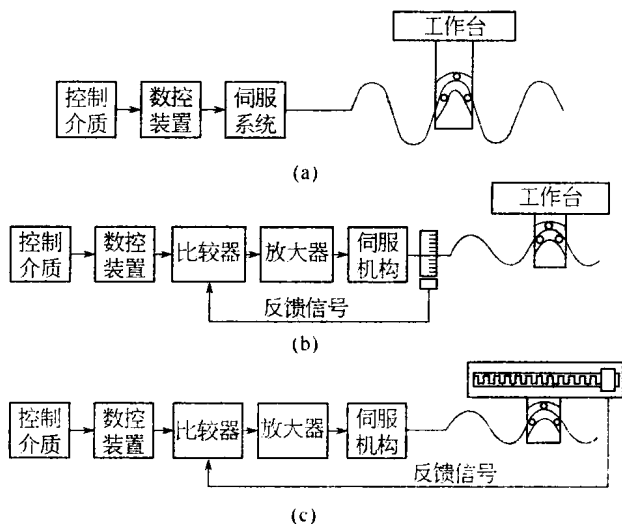


图 1-2 数控机床进给伺服控制系统

(a) 开环控制系统; (b) 半闭环控制系统; (c) 闭环控制系统

件的位移,通过位置反馈控制和校准控制系统,可对机床进给传动误差进行补偿,从而提高数控机床的定位精度,一般这类数控机床的定位精度可达到 $\pm 0.01\text{mm}$,高精度的可达到 0.001mm 。由于系统增加了检测、比较和反馈装置,因此结构比较复杂,调试和维修比较困难。这类数控机床属于大型和精密数控机床。如图 1-2c 所示为闭环控制系统框图。

1—8 按机床的可控制联动轴分类的数控机床有哪些类型?

答:(1) 两坐标联动数控机床 数控机床能同时控制两个坐标轴联动,如数控车床可以 X 、 Z 轴联动加工各种曲线轮廓的回转体零件;又如数控铣床有 X 、 Y 、 Z 三个坐标,可以同时控制两个坐标联动,经过坐标变换,可以分别实现 ZX 、 ZY 和 XY 两坐标联动。如图 1-3a 所示为分别采用 ZX 、 ZY 两轴联动加工的零件沟槽。

(2) 三坐标联动数控机床 数控机床能同时控制三个坐标联动,如三坐标联动的数控铣床可用于加工如图所示如图 1-3b 所示的曲面零件。

(3) 两轴半坐标联动数控机床 数控机床有三个方向坐标运动,但只能实现两轴联动,第三个坐标只能作等距周期移动,如图 1-3c 所示为 ZX 坐标平面实现两轴联动, Y 轴方向采用周期进给移动加工立体曲面。

(4) 多坐标联动数控机床 能同时控制四个以上坐标的数控机床,主要用于加工形状复杂的零件,如图 1-3d 所示为五轴联动数控铣床加工曲面形状示意。

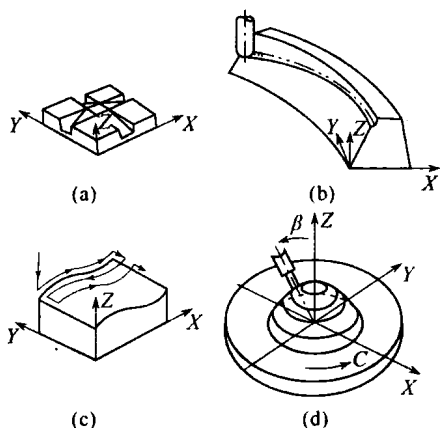


图 1-3 联动可控轴数控机床

- (a) 两坐标联动控制; (b) 三坐标联动控制;
(c) 两轴半联动控制; (d) 多坐标联动控制

1—9 数控车床有哪些基本类型?

答: 除了按基本分类方法外, 按车床的特点, 数控车床的类型与通用车床的分类有所类似:

(1) 按车床主轴位置分类 分为立式数控车床和卧式数控车床。立式数控车床的主轴垂直于水平面, 有一个直径很大的圆形工作台装夹工件。卧式数控车床分为水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床。

(2) 按工件加工类型和装夹方式分类 如适用于加工盘套类零件的有卡盘式数控车床; 适用于加工轴类零件的有顶尖式数控车床。

(3) 按刀架的数量分类 分为单刀架数控车床和双刀架数控车床。如图 1-4a 所示的是单刀架数控车床; 如图

1-4b所示的是双刀架数控车床。

(4) 按特殊和专用性能分类 分为螺纹数控车床、活塞数控车床、曲轴数控车床等。

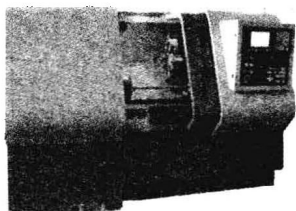
(5) 按结构性能层次分类 分为普及型数控车床和多功能数控车床(图 1-4c、d);半封闭数控车床和全封闭数控车床。



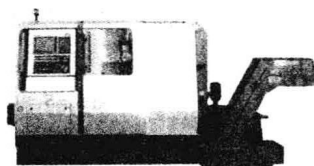
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-4 数控车床

(a) 单刀架数控车床; (b) 双刀架数控车床

(c) 普及型数控车床; (d) 多功能数控车床

1—10 数控铣床有哪些基本类型?

答: 常见中大型数控铣床的类型如图 1-5 所示。除了按基本分类方法外,按铣床的特点,数控铣床的类型与通用

铣床的分类有所类似：

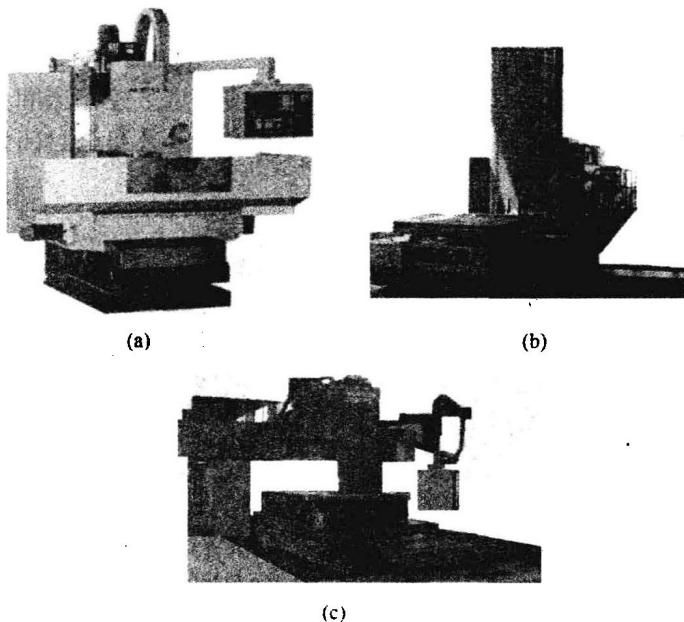


图 1-5 中、大型数控铣床

(a) 立式数控铣床；(b) 卧式数控铣床

(c) 龙门铣床

(1) 按 Z 坐标的运动方式分类 数控铣床有升降台式数控铣床和固定台座式数控铣床。小型数控铣床采用升降台形式，中型和大型数控铣床采用固定台座式。

(2) 按主轴的位置分类 数控铣床有立式数控铣床和卧式数控铣床。还有立卧两用的数控铣床，立卧两用数控铣床的主轴方向可以进行更换，采用数控万能主轴头的立卧两用数控铣床，其主轴头可以任意转换方向，可以加工出与水平面呈各种不同角度的工件表面。