



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业院校数控维修专业任务驱动型教材

数控机床故障 诊断与维修

SHUKONG JICHUANG GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业院校数控维修专业任务驱动型教材

数控机床故障诊断与维修

主 编 刘加勇

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/刘加勇主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011
高等职业技术学院数控维修专业任务驱动型教材

ISBN 978-7-5045-8842-5

I. ①数… II. ①刘… III. ①数控机床-故障诊断②数控机床-维修 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029684 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 18.75 印张 430 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

定价: 34.00 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

高等职业技术学院数控维修专业教材 编写委员会

黄 志 孙大俊 胡旭兰 王希波 钱晓平
徐 明 朱慧敏 尤东升 张棉好 焦尼南

《数控机床故障诊断与维修》 编审人员

主 编 刘加勇
副主编 马春影 吴文斌
参 编 李春光 张振丰 姜艳芳 宋燕琴 陈晓丹
主 审 王 民 施冬旺

内 容 简 介

本书在数控机床众多故障中，精选了“返回参考点、主轴拉刀、主轴驱动、主轴传动、进给驱动、进给传动、回转刀架和刀库换刀”八大类典型故障，共20个典型企业案例进行了详细的诊断维修讲解。为了更好地使学生通过课程中有限的数控机床故障诊断与维修的学习，获得应对未遇故障的能力，还特别设计了52个故障任务拓展训练，供学生选学。在内容上并没有简单地将故障按照传统的分类方法进行安排，而是考虑到读者的心理认知顺序，由浅入深、由易到难、循序渐进，科学系统地分析维修案例，逐步培养学生的综合维修能力。

本书在编写过程中，得到了北京市工贸技师学院的大力支持，编者进行了广泛企业调研，参阅了大量资料，但时间仓促，水平有限，书中难免有不妥之处，请读者指正。

本书为国家级职业教育规划教材，适用于高等职业技术学院数控维修专业，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的相关专业教材，或作为自学用书。

前 言

随着数控加工设备的快速发展和日益普及，企业对数控维修人才的需求日益迫切。为满足高等职业技术学院培养高素质、高技能的实用型数控机床维修人才的需要，我办在充分调研的基础上，组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，开发了高等职业院校数控维修专业系列教材，包括《数控维修识图与公差测量》《机械基础》《数控专业英语》《机床控制与 PLC》《数控机床机械装调》《数控机床电气装调（FANUC 系统）》《数控机床电气装调（广数系统）》《数控机床故障诊断与维修》共 8 种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

第一，力求体现“以职业活动为导向，以职业能力为核心”的指导思想，根据企业的工作实际，从分析数控维修岗位的要求和工作内容入手，并依据国家职业标准《数控机床装调维修工》的要求，精选教材内容。

第二，充分考虑了各个学校教学条件和设备选型的差异，所选用数控设备、数控系统都是我国通用设备和主流系统，可较好地与国内现有数控维修实训平台和数控加工及维修仿真软件衔接，从而节约了教学成本，提高了教学可操作性。

第三，采用任务驱动的编写模式，以企业典型工作任务构建教材结构，有利于激发学生的学习积极性，变被动学习为主动学习，在掌握知识和技能的同时，获得学习的成就感。同时，使抽象的知识变得简单易懂，增强了教材的亲合力。

第四，根据数控加工设备和技术的发展趋势，尽可能多地在教材中充实数控机床维修方面的新知识、新技术、新设备和新工艺，体现教材的先进性。

第五，教材版面新颖，灵活采用图、文、表等各种呈现形式，尽量做到多图少文、图中嵌文、表中插图，方便学生阅读。

为了方便教学工作的开展，我们还配套开发了相关的习题册、教辅资源（教辅资源可通过出版社网站 <http://www.class.com.cn> 下载），力求为教师提供更好的教学服务。

在教材的编写过程中，得到了有关省市教育部门、人力资源和社会保障部门、高等职业院校和相关企业的大力支持，教材的编审人员做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

2010 年 3 月

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

模块一 返回参考点故障的诊断与维修	1
任务 1 加工中心返回时未找到参考点	1
任务 2 数控车床 X 轴回参考点时发生漂移	16
模块二 拉刀故障的诊断与维修	31
任务 数控铣床拉刀过程越来越慢	31
模块三 主轴驱动系统故障的诊断与维修	47
任务 1 数控车床停车时发出巨大响声	47
任务 2 数控铣床主轴运转声音沉闷	58
任务 3 加工中心主轴突然停止	67
任务 4 加工中心主轴定向不稳	90
模块四 主轴传动系统故障的诊断与维修	101
任务 1 数控车床主轴运转时振动、噪声很大	101
任务 2 数控车床加工途中突然停车	116
任务 3 数控铣床开机后主轴不转	126
任务 4 加工中心电主轴高速旋转时发热	132
模块五 进给驱动系统故障的诊断与维修	146
任务 1 数控铣床 Z 轴发烫	146
任务 2 数控车床 Z 轴剧烈振荡	161
任务 3 加工中心 Y 轴爬行	187
模块六 进给传动系统故障的诊断与维修	198
任务 1 加工中心频繁出现轮廓误差报警	198
任务 2 数控铣削中心加工零件的尺寸存在偏差	217

模块七 回转刀架故障的诊断与维修	231
任务 1 数控车床回转刀架不能启动	231
任务 2 数控车床刀架在某一刀位转不停	243
模块八 刀库换刀故障的诊断与维修	252
任务 1 加工中心刀库换刀时掉刀	252
任务 2 加工中心换刀过程中断	268
附录	278
附录一：故障诊断与维修一般步骤	278
附录二：故障诊断与维修注意事项	282
附录三：数控机床的日常维护与检修	284
附录四：典型故障诊断与维修的学习方法	287
参考文献	290

模块一

返回参考点故障的诊断与维修

任务1 加工中心返回时未找到参考点

教学导航

教学目标	掌握加工中心返回时未找到参考点故障的诊断思路及排除方法
知识要点	1. 数控机床返回参考点的工作原理 2. 数控机床返回参考点的工作方式 3. 加工中心返回参考点的工作过程 4. 加工中心返回参考点常见故障分析
技能要点	1. 加工中心故障现场的勘察及相关资料的查阅 2. 加工中心四种未找到参考点故障的综合诊断 3. 加工中心四种未找到参考点故障的维修与排除
教学准备	1. 设备：存在不同回参考点故障的 XH713/4 加工中心若干台 2. 资料：与设备对应的数控系统操作说明书，机床生产厂家提供的机械说明书、电气说明书、维修手册，机床使用单位提供的维修记录单等 3. 工具：机床维修工具箱、千分表或激光测量仪等
建议学时	18 学时



任务引入

XH713/4 加工中心在返回参考点时未找到参考点，出现超程报警（OVER TROVERL + X 或 + Y 或 + Z），回参考点绿灯不亮，数控系统出现“NOT READY”状态。

试从机械系统、电气系统、数控系统三个方面对故障现象产生的原因进行全面分析，并排除这一故障。



任务分析

手动回参考点操作是建立机床坐标系的前提，绝大多数数控机床开机后的第一动作一般都是手动操作回参考点。若回参考点出现故障将无法进行程序加工，回参考点的位置不准确将影响加工精度，甚至出现撞车事故，因此，分析和排除回参考点故障是非常必要的。

数控机床操作过程中，回参考点故障主要表现在出现超程并报警、回不到参考点、回参考点的位置不稳定、回参考点整螺距偏移、回参考点时报警并有报警信息等几个方面，根据回参考点的工作原理，就可以按顺序分步骤地进行排查，找到关键所在，应用正确的方法排除故障。



相关知识

一、数控机床返回参考点的工作原理

数控机床按照控制理论可分为闭环、半闭环、开环系统。闭环数控系统装有检测最终直线位移的反馈装置，半闭环数控系统的位置测量装置安装在伺服电动机转动轴上或丝杠的端部，也就是说，反馈信号取自角位移，而开环数控系统不带位置检测反馈装置。对于闭环、半闭环数控系统，通常利用位移检测反馈装置脉冲编码器或光栅尺进行回参考点定位，即栅格法回参考点。而开环数控系统则需另外加装检测元件，通常利用磁感应开关回参考点定位，即磁开关法回参考点，此法目前已很少使用。

栅格法回参考点根据检测反馈元件计量方法的不同又可分为绝对栅格法和增量栅格法。

采用绝对脉冲编码器或光栅尺回参考点的方法称为绝对栅格法，在机床调试时，通过参数设置和机床回零操作确定参考点，只要检测反馈元件的后备电池有效，此后每次开机，均记录有参考点位置信息，因而不必再进行回参考点操作。

采用增量式编码器或光栅尺回参考点的方法称为增量栅格法，在机床断电后编码器或光栅尺就失去了对各坐标位置的记忆，因而在每次开机后都必须首先让各坐标轴回到机床的一个固定点上，这一固定点就是机床坐标系的原点或零点，也称机床参考点，使机床回到这一固定点的操作称为回参考点或回零操作。目前，数控机床多数采用带减速挡块的栅格信号返回参考点控制，XH713/4 加工中心就是采用增量脉冲编码器进行回参考点定位的，即采用增量栅格法回参考点。

数控机床返回参考点是非常有必要的，这是因为：

1. 系统通过参考点来确定机床的原点位置，以正确建立机床坐标系，便于编程和加工。
2. 通过参考点可以消除丝杠间隙的累计误差及丝杠螺距误差，补偿对加工的影响。

无论采用哪种回参考点操作，为保证准确定位，在到达参考点之前必须使数控机床的伺服系统自动减速，因此在多数数控机床上安装减速挡块及相应的检测元件。图 1—1—1 所示为某数控机床参考点与原点位置关系图。

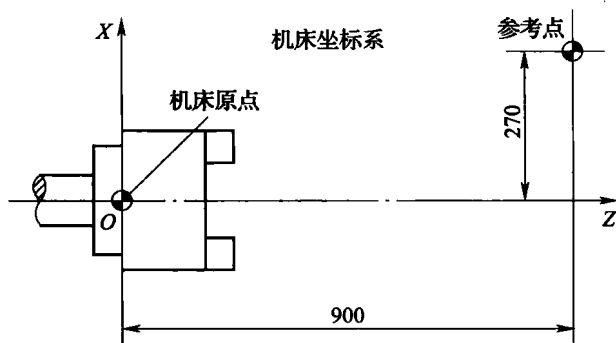


图 1—1—1 某数控机床参考点与原点位置关系图

二、数控机床返回参考点的工作方式

增量式检测装置的数控机床一般有四种回参考点方式，四种回参考点方式的比较如图 1—1—2 所示。

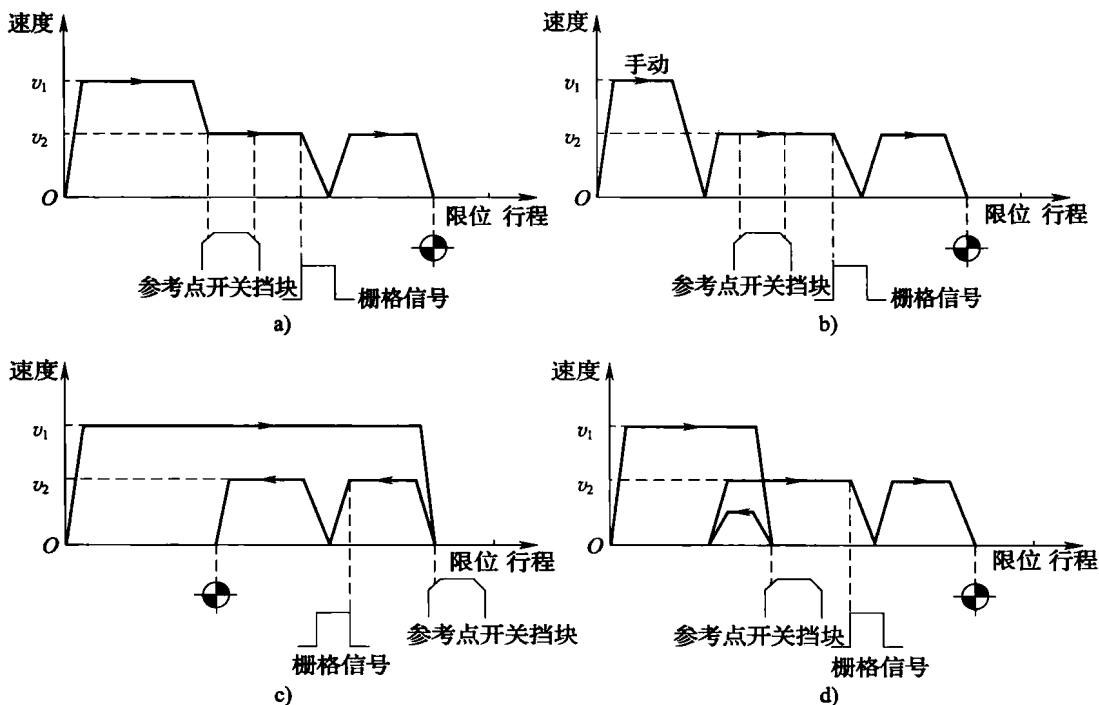


图 1—1—2 数控机床四种返回参考点方式比较

a) 方式一 b) 方式二 c) 方式三 d) 方式四

1. 方式一

回参考点时，轴先以速度 v_1 向参考点快速移动，碰到参考点开关挡块后，在减速信号的控制下，减速到速度 v_2 并继续前移，脱开挡块后，再寻找零标志。当轴到达测量系统零标志发出栅格信号时，速度即制动到零，然后再以速度 v_2 前移参考点偏移量而停止于参考点。

XH713/4 加工中心就是采用这种方式返回参考点的。

2. 方式二

回参考点前,先用手动方式以速度 v_1 快速将轴移到参考点附近,然后启动回参考点操作,轴便以速度 v_2 慢速向参考点移动。碰到参考点开关挡块后,数控系统即开始寻找位置检测装置上的零标志。当到达零标志时,发出与零标志脉冲相对应的栅格信号,轴速度即在此信号作用下制动到零,然后再前移参考点偏移量而停止,所停位置即为参考点。偏移量的大小通过测量由参数设定。

3. 方式三

回参考点时,轴先以速度 v_1 快速向参考点移动,碰到参考点开关挡块后速度制动到零,然后反向以速度 v_2 慢速移动,到达测量系统零标志产生栅格信号时,速度即制动到零,再前移参考点偏移量而停止于参考点。

4. 方式四

回参考点时,轴先以速度 v_1 向参考点快速移动,碰到参考点开关挡块后速度制动到零,再反向微动直至脱离参考点开关挡块,然后又沿原方向微动撞上参考点开关挡块,并且以速度 v_2 慢速前移,到达测量系统零标志产生栅格信号时,速度制动到零,再前移参考点偏移量而停止于参考点。

一般而言,配 FANUC 系统和北京 KND 系统的机床采用方式一或方式二回参考点,配 SIEMENS、美国 AB 系统及华中系统的机床采用方式三或方式四回参考点。

采用何种方式或如何运动,是通过 PLC 的程序编制和数控系统的机床参数设定决定的,轴的运动速度也是在机床参数中设定的,数控机床回参考点的过程是 PLC 系统与数控系统配合完成的,由数控系统给出回零命令,然后轴按预定方向运动,压向零点开关(或脱离零点开关)后,PLC 向数控系统发出减速信号,数控系统按预定方向减速运动,由测量系统接收零点脉冲,收到第一个脉冲后,设计坐标值。所有的轴都找到参考点后,回参考点的过程结束。

三、XH713/4 加工中心返回参考点的工作过程

XH713/4 加工中心在下列情况下需要返回参考点操作:机床首次开机时,机床按下急停开关后,机床出现故障并修复后需要返回参考点操作一次。

XH713/4 加工中心采用增量栅格法回参考点,可通过移动栅格(可由系统参数设定)来调整参考点位置。该方法的特点是如果机床接近原点的速度小于某一固定值,则数控机床总是停止于同一点,也就是说,在进行回原点操作后,机床原点的保持性好。

不同数控系统返回参考点的动作、细节有所不同,图 1—1—3 中以 FANUC Oi 系统为例,简要叙述了 XH713/4 加工中心返回参考点的过程。在图 1—1—3 中,快速进给速度参数、慢速进给速度参数、加/减速时间常数、栅格偏移量等参数分别由数控系统的相应参数设定。

XH713/4 加工中心返回参考点的操作流程如图 1—1—4 所示。

第一步,将方式开关拨到“回参考点”挡,选择返回参考点的轴,按下该轴正向点动按钮,该轴以快速移动速度移向参考点。

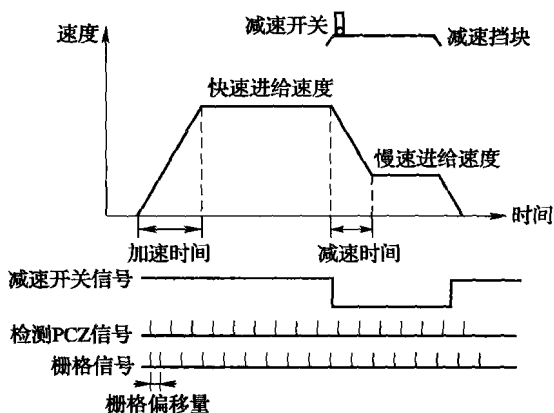


图 1—1—3 XH713/4 加工中心返回参考点工作过程

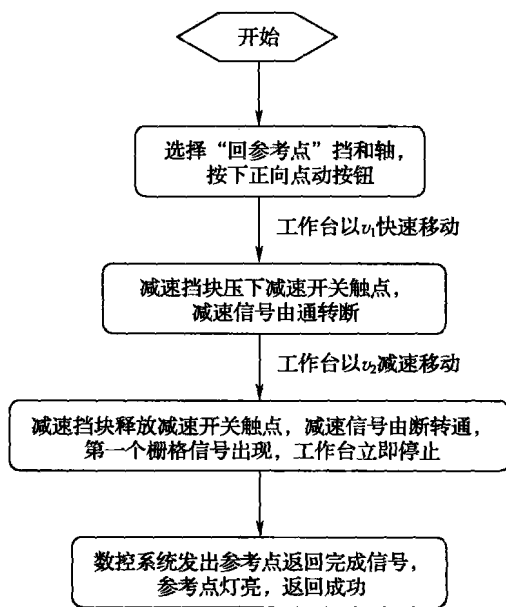


图 1—1—4 XH713/4 加工中心返回参考点的操作流程

第二步，当与工作台一起运动的减速挡块压下减速开关触点时，减速信号由通（ON）转断（OFF），工作台进给减速，按参数设定的慢速进给速度继续移动。减速可削弱运动部件的移动惯量，使零点停留位置准确。

第三步，栅格法是采用脉冲编码器上每转出现一次的栅格信号（又称一转信号 PCZ）来确定参考点的，当减速挡块释放减速开关触点，触点状态由断转为通后，FANUC Oi 数控系统将等待编码器上的第一个栅格信号出现。该信号一出现，工作台运动就立即停止，同时数控系统发出参考点返回完成信号，参考点灯亮，表明 XH713/4 加工中心该轴回参考点成功。

有的数控机床在减速信号由通（ON）转为断（OFF）后，减速向前继续运动。当脱开开关后，轴则向相反的进给方向运动，直到数控系统接收到第一个零点脉冲，轴停止运动。

四、XH713/4 加工中心返回参考点常见故障分析

1. 故障类型

根据企业维修经验,针对不同型号、不同系统的加工中心,出现此类回参考点故障主要有以下三种类型:

类型一:出现超程并报警。

类型二:回不到参考点,参考点指示灯不亮。

类型三:回参考点时报警,并有报警信息。

在本任务中,XH713/4 加工中心返回参考点故障非常典型,同时兼有三种类型的特征,即出现超程报警,有报警信息,参考点指示灯不亮。

2. 故障原因

三种故障类型可以统一归结为:找不到参考点。在本任务中,XH713/4 加工中心就是因为未找到参考点而出现报警。通常情况下,找不到参考点主要表现为机床超程报警,其主要原因是:

(1) 机床回零过程无减速动作或一直以减速回零,多数原因为减速开关及线路故障。

(2) 机床回零动作正常,而系统得不到一转信号,原因可能是电动机编码器及线路故障或系统线路板故障。

3. 故障分析点

返回参考点常见故障应重点检查的关键点:

(1) 检查减速挡块和减速开关的状态

如减速挡块有无松动现象,减速开关是否牢固、有无损坏;减速挡块的长度是否合适;移动部件回原点的起始位置、减速开关位置与原点位置的相对关系是否适当。

(2) 检查回原点的模式

检查是否为开机后的第一次回原点,是否采用绝对式位置检测装置。

(3) 检查各种参数设置

检查伺服电动机每转的运动量指令倍乘比及倍乘比的设置;检查回原点快速进给速度的参数设置、接近原点速度的参数设置、快速进给时间常数的参数设置以及参考计数器的设置是否合适等。

4. 返回参考点故障诊断与维修一般流程

当数控机床回参考点出现故障时,首先应由简单到复杂进行全面检查。返回参考点动作涉及电气、机械及数控系统,系统中任何一个环节失效都会引起返回参考点动作故障。数控机床回参考点不稳定,不但会直接影响零件加工精度,对于加工中心机床,还会影响到自动换刀。根据经验,数控机床回参考点故障大多出现在机床侧,以硬件故障居多,但随着机床元器件的老化,软故障也时有发生。

由图 1—1—5 所示返回参考点故障诊断与维修一般流程图可知,诊断流程步骤如下:

第一步,在机床停止状态下,先检查原点减速挡块是否松动、减速开关固定是否牢固、开关是否损坏,如果减速挡块松动、减速开关固定不牢固,则拧紧即可;若开关损坏,则更换开关。

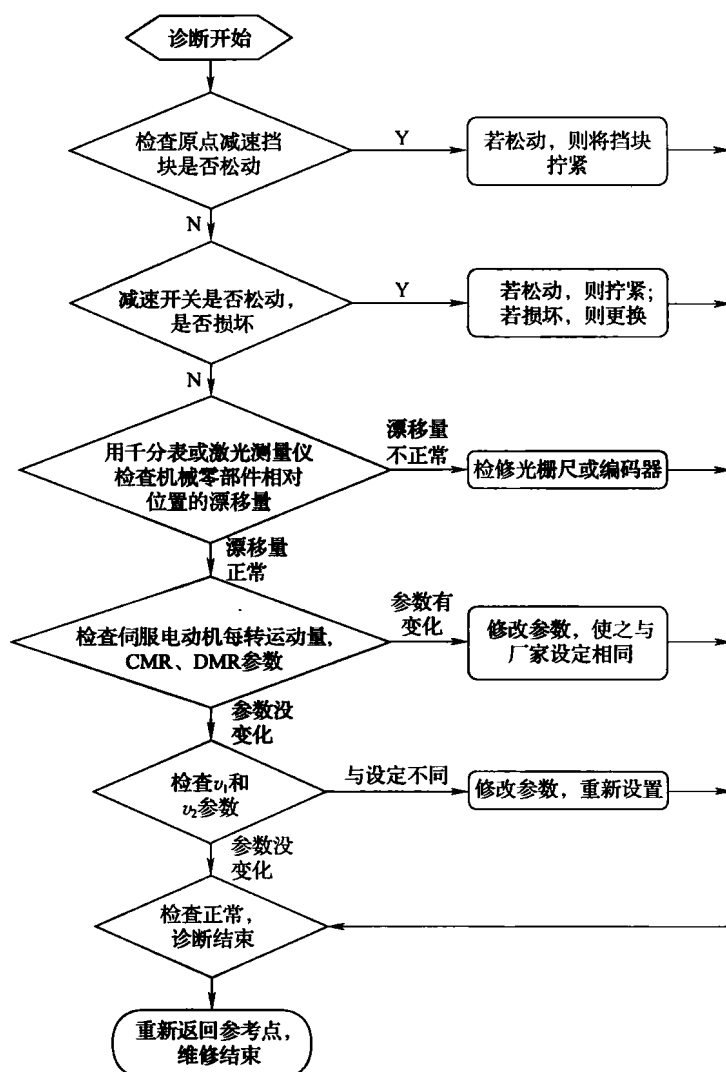


图 1—1—5 返回参考点故障诊断与维修一般流程图

第二步, 如果第一步不存在问题, 应进一步用千分表或激光测量仪检查机械零部件相对位置的漂移量, 若多次检测漂移量不在允许范围内则需检修光栅尺或编码器。

第三步, 如果第二步不存在问题, 则检查伺服电动机每转的运动量、指令倍率比 (CMR) 及检测倍乘比 (DMR) 是否与厂家设定相同, 若不同则需修改。

第四步, 如果第三步不存在问题, 则检查回原点快速进给速度的参数及接近原点的减速速度的参数是否与设定一致, 若不同则需修改。

第五步, 如果以上各步检查均正常, 则诊断结束。

5. 数控机床返回参考点维修过程中的注意事项

- (1) 事先掌握数控机床实际出厂时的机床参考点的具体位置。
- (2) 如果机床参考点位置偏移或与出厂实际位置不符, 调整后要重新进行机床螺距误差补偿和重新对刀进行刀具补偿。

(3) 如果机床为加工中心, 还要对换刀点进行重新调整, 否则容易出现换刀时撞刀故障。

任务实施

一、任务准备

设备: XH713/4 加工中心若干台。

资料: 与设备对应的数控系统操作说明书, 机床生产厂家提供的机械说明书、电气说明书、维修手册, 机床使用单位提供的维修记录单等。

工具: 机床维修常用工具包 (见图 1—1—6)、千分表或激光测量仪等。



图 1—1—6 数控机床维修常用工具包

二、故障勘察

经过现场勘察, 了解到该加工中心配用 FANUC - OMD 控制系统, 采用半闭环控制方式, 使用增量脉冲编码器作为检测反馈元件, 采用方式一返回参考点, 即挡块压零点开关, 减速前行, 脱离零点开关, 开始寻找零点的方式。操作面板出现超程报警 (OVER TROVERL +X 或 +Y 或 +Z), 回参考点绿灯不亮, 数控系统出现 “NOT READY” 状态。出现故障后, 操作工人没有再开动过机床, 也没有断电。XH713 加工中心故障设备如图 1—1—7 所示。

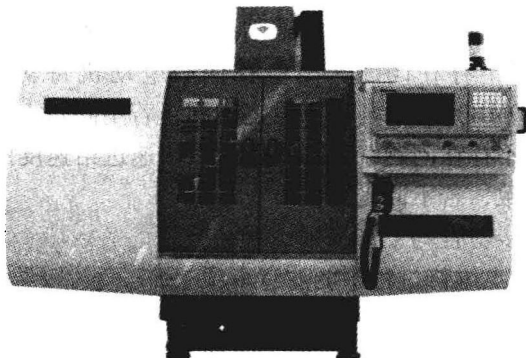


图 1—1—7 XH713 加工中心实物图