



典型数控机床案例学习模块化丛书

FANUC系列

数控机床维修案例

主编 胡家富

FANUC XILIE SHUKONG JICHUANG WEIXIU ANLI

上海科学技术出版社

典型数控机床案例学习模式

FANUC 系列数控机床维修案例

胡家富 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

FANUC 系列数控机床维修案例 / 胡家富主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2013. 8

(典型数控机床案例学习模块化丛书)

ISBN 978-7-5478-1760-5

I. ①F… II. ①胡… III. ①数控机床—机械维修
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 094135 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 889×1194 1/32 印张 12.375

字数: 350 千字

2013 年 8 月第 1 版、2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-1760-5/TH·39

定价: 38.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书以数控机床装调维修工的技能鉴定标准相关内容为依据进行编写,并按照 FANUC 系列数控机床装调维修工岗位的实际需要进行编排。内容包括数控车床装调维修、数控铣床装调维修、加工中心(复合中心)装调维修和其他数控机床装调维修。

本书可供数控车床、数控铣床、加工中心和
其他数控机床装调维修工上岗培训和自学使用,适用于初、中级数控机床装调维修工的技术培训和考核鉴定,对于初学数控机床装调维修的技术工人,是一本可供自学和参考的实用书籍。本书也可供数控机床装调维修工岗位职业培训和技能鉴定部门参考使用。

本书有大量的装调维修和鉴定考核实例,可有效帮助读者掌握 FANUC 系列数控机床常见和典型故障的维修基础知识和相关技能,帮助读者达到数控机床装调维修工岗位各项技能要求。

前 言

数控机床装调维修工是机械制造业紧缺的技术人才,数控加工机床是柔性自动化加工的主要机床设备,数控车床、数控铣床和加工中心是数控金属切削加工机床中最常用、最典型的数控机床设备,数控磨床、数控专用机床、数控电加工机床、数控成形加工机床也是各种制造业常用的数控机床。本书以 FAUNC 系列数控车床、数控铣床、加工中心和其他数控机床装调维修工的岗位能力要求为主线,以数控机床装调维修工职业鉴定标准为依据,将数控机床装调维修的知识和技能通过通俗易懂、循序渐进、深入浅出的实例叙述,引导读者克服数控机床装调维修“难”的障碍,抓住数控机床维修诊断中常见的问题,把数控机床装调维修工岗位必须掌握的技术基础、诊断方法、维修技能、经验积累等融入各种典型和特殊的故障维修实例,使初学者通过实例,了解和熟悉 FANUC 系列数控车床、数控铣床、数控加工中心、数控磨床和数控专用机床等的常见故障现象观察、原因分析、诊断技术和维修方法。在岗人员能通过实例分析,熟悉故障诊断维修的基本方法、学会生产中数控机床常见故障的维修方法、解决生产中典型故障的诊断分析方法、指导难以解决故障的排除途径。读者在实际工作中,遇到问题可得到书中实例对照的现场帮助;面临难题可通过书中实例借鉴而茅塞顿开。

本书中各项任务综合实例特点进行简要介绍,实例通过故障现象、故障原因分析、故障诊断和排除、维修经验归纳和积累四个基本模块,融入数控机床装调维修的基本知识和技能,解决生产实际问题的方法,职业鉴定知识和技能考核范围的主要内容。本书的内容除了基本知识和技能的介绍外,还介绍了数控机床装调维修经验的归纳、积累、技巧的启示和分析,以便读者在本书指导下,快速达到数控机床装调维修工岗位要求,在岗位实践中逐步提高独立解决问题的能力。编写中,力求做到精辟通俗、图文并茂、步骤清晰、便于借鉴,使本书适合装调维修 FANUC 系列数控机床的初、中级工实际维护维修参考选用。本书具有重点突出、内容精练、表达通俗、起点较低、循序渐进、可读性强等特点。读者结合生产实际和数控机床装调维修的仿真演示,按本书实例进行自学训练,便能从容应对数控

机床装调维修工计算机模拟培训和考核方式。

本套丛书的编写人员有胡家富、尤道强、王庆胜、李立均、韩世先、周其荣、程学萍、李国樑、纪长坤、何津、王林茂、朱雨舟、储伯兴；其中，胡家富担任主编，李国樑、纪长坤、何津、王林茂、朱雨舟、储伯兴等同志主要负责本书编写。限于编者的水平，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

模块一 数控车床装调维修	1
项目一 机械部分故障维修	1
任务一 数控车床床身导轨部件故障维修	1
任务二 数控车床主轴部件故障维修	10
任务三 数控车床刀架部件故障维修	20
任务四 数控车床进给传动部件故障维修	30
项目二 气、液系统故障维修	43
任务一 数控车床气动系统故障维修	44
任务二 数控车床液压系统故障维修	49
项目三 电气部分故障维修	58
任务一 数控车床电源和主电路故障维修	60
任务二 数控车床电气控制电路故障维修	63
项目四 数控系统故障维修	67
任务一 数控车床 PLC 控制系统故障维修	68
任务二 数控车床 CNC 系统故障维修	74
任务三 数控车床主轴伺服系统故障维修	89
任务四 数控车床进给伺服系统故障维修	99
任务五 数控车床检测装置故障维修	104
项目五 辅助装置故障维修	107
任务一 数控车床冷却装置故障维修	107
任务二 数控车床润滑系统故障维修	108
任务三 数控车床排屑装置故障维修	110
任务四 数控车床防护装置故障维修	112
模块二 数控铣(镗)床装调维修	116
项目一 机械部分故障维修	116
任务一 数控铣床导轨部件故障维修	116
任务二 数控铣床进给部件故障维修	130
任务三 数控铣床主轴部件故障维修	138

项目二 气、液系统故障维修	145
任务一 数控铣床气动系统故障维修	145
任务二 数控铣床液压系统故障维修	146
项目三 电气部分故障维修	150
任务一 数控铣床电源部分故障维修	151
任务二 数控铣床控制电路故障维修	153
项目四 数控系统故障维修	158
任务一 数控铣床 PLC 系统故障维修	162
任务二 数控铣床 CNC 系统故障维修	168
任务三 数控铣床主轴伺服系统故障维修	171
任务四 数控铣床进给伺服系统故障维修	175
任务五 数控铣床位置检测装置故障维修	179
项目五 辅助装置故障维修	185
任务一 数控分度头故障维修	185
任务二 数控回转台故障维修	190
模块三 加工中心(复合中心)装调维修	196
项目一 机械部分故障维修	196
任务一 加工中心导轨部件故障维修	197
任务二 加工中心进给部件故障维修	207
任务三 加工中心主轴部件故障维修	213
项目二 气、液系统故障维修	222
任务一 加工中心液压系统故障维修	222
任务二 加工中心气动系统故障维修	234
项目三 电气部分故障维修	240
任务一 加工中心电源电路部分故障维修	242
任务二 加工中心控制电路部分故障维修	247
项目四 数控系统故障维修	254
任务一 加工中心数控系统参数丢失和设置故障维修	260
任务二 加工中心数控系统电源与控制部分故障维修	272
任务三 加工中心主轴伺服系统故障维修	279
任务四 加工中心进给伺服系统故障维修	288
任务五 加工中心位置检测装置故障维修	291
项目五 刀具交换系统故障维修	299

任务一 加工中心不能换刀故障维修	303
任务二 加工中心换刀动作不到位故障维修	305
任务三 加工中心刀架、刀库故障维修	310
项目六 辅助装置故障维修	317
任务一 加工中心排屑装置故障维修	317
任务二 加工中心防护装置故障维修	318
模块四 其他数控机床装调维修	321
项目一 数控磨床故障维修	321
任务一 数控磨床回参考点故障维修	322
任务二 数控磨床系统报警故障维修	328
任务三 数控磨床主轴故障维修	332
项目二 数控电加工机床故障维修	335
任务一 数控线切割机床 CNC 系统故障维修	337
任务二 数控线切割机床脉冲电源故障维修	341
任务三 数控线切割机床伺服装置故障维修	345
项目三 数控专用机床故障维修	349
任务一 数控专用加工中心故障维修	349
任务二 数控专用孔加工机床故障维修	354
任务三 数控专用车床故障维修	357
任务四 数控专用铣床故障维修	359
任务五 数控组合机床故障维修	363
项目四 数控冲床和弯形机床故障维修	368
任务一 数控冲压机床故障维修	368
任务二 数控弯形机床故障维修	377

模块一 数控车床装调维修

内容导读

数控车床的装调维修包括机械部分、气液系统、电气部分、数控系统和辅助装置的装调维修。数控车床的装调维修是本专业工种中级技能鉴定标准的主要内容,也是数控机床维修工岗位的上岗技能要求。维修 FANUC 系统数控车床,首先应熟悉数控车床的基本配置和结构特点,掌握数控车床的操作和程序释读方法, FANUC 系统的组成和特点,重点掌握伺服系统和装置的故障诊断和维修,兼顾报警显示故障和典型无报警显示故障的诊断分析方法、检测排除和维修调整方法。在实践中应注重直观法、隔离法等故障基本检测方法的训练,掌握数控车床基本组成部分(主轴伺服、进给伺服和刀架、尾座等)的装拆、调整和检修方法。

项目一 机械部分故障维修

数控卧式车床由数控系统和机床本体组成。机床本体包括床身、主轴箱、刀架、纵横向驱动装置、冷却系统、液压系统、润滑系统和安全保护系统等。数控卧式车床按其导轨类型可分为平床身数控车床和斜床身数控车床。如图 1-1 所示为 CKA6150 数控卧式平床身车床的基本组成。

任务一 数控车床床身导轨部件故障维修

1. 数控机床导轨的技术要求与典型结构

(1) 数控机床导轨的技术要求 机床导轨的主要功能是为运动部件(如刀架、工作台等)提供导向和支承,并保证运动部件在外力作用下能准确地沿着预定的方向运动。导轨的精度及其性能对机床加工精度,承载能力等有着重要的影响,因此对数控机床的导轨有如下技术要求:

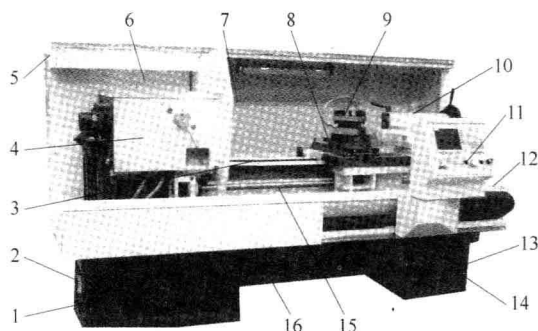


图 1-1 CKA6150 数控卧式车床的基本组成

- 1—前床腿；2—主电动机；3—床身；4—主轴箱；5—电气箱；
6—全封闭防护；7—电气柜；8—床鞍及横向驱动；9—刀架；
10—尾座；11—操纵箱；12—集中润滑箱；13—冷却水箱；
14—后床腿；15—纵向驱动；16—接屑盘

- ① 具有较高的导向精度；
- ② 具有良好的摩擦特性；
- ③ 具有良好的精度保持性；
- ④ 结构简单，工艺性好，便于加工、装配和维修。

(2) 数控机床常见滑动导轨截面的形式及其特点(表 1-1)

表 1-1 数控机床常用滑动导轨截面形式及其特点

截面形式	示 图	特 点
山形截面		山形截面导轨导向精度高，导轨磨损后靠自重下沉自动补偿，下导轨用凸形，有利于污物排放
矩形截面		矩形截面导轨制造方便，承载能力大，新导轨导向精度高，磨损后不能进行自动补偿，需用镶条调节导向间隙

(3) 数控机床导轨的常用种类(表 1-2)

2. 滚动导轨的结构特点

(1) 滚动导轨基本特点 滚动导轨是在导轨工作面间放入滚珠、滚柱或滚针等滚动体，使导轨面间形成滚动摩擦的机床导轨。滚动导轨摩擦因数小($\mu=0.0025\sim0.005$)，动、静摩擦因数很接近，且不受运动速度变

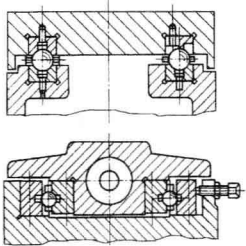
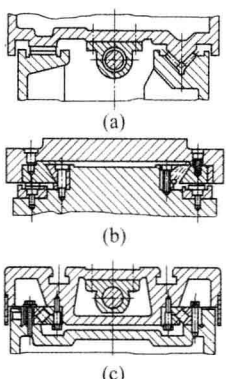
表 1-2 数控机床常用导轨的种类

按不同的接触面间摩擦性质分类	种 类
滚动导轨	滚动导轨常用的有滚珠导轨、滚柱导轨和滚针导轨
塑料导轨	塑料导轨常用的有贴塑导轨和注塑导轨
静压导轨	静压导轨常用的有液体静压导轨和气体静压导轨

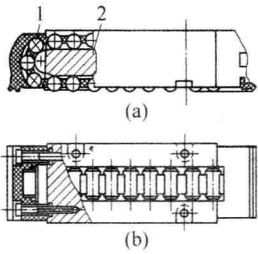
化的影响,因而运动轻便灵活、所需驱动功率小、摩擦发热少、磨损小、精度保持性好、低速运动时不易出现爬行现象、定位精度高。滚动导轨可以预紧,通过预紧可显著提高刚度。因此,适用于要求移动部件运动平稳、灵敏,能实现精密定位的数控机床。

(2) 常用滚动导轨的种类与特点(表 1-3)

表 1-3 常用滚动导轨的特点

滚动导轨种类	示 图	特 点
滚珠导轨		这种导轨结构紧凑,制造容易,成本较低,由于是点接触,因而刚度低,承载能力小。因此适用于载荷较小(小于 2 000N)、切削力矩和颠覆力矩都较小的机床。导轨用淬硬钢制成,淬硬至 60~62HRC
滚柱导轨	 (a) (b) (c)	这种导轨的承载能力和刚度都比滚珠导轨大,适用于载荷较大的数控机床,滚柱导轨对导轨面的平行度要求比较高,否则会引起滚柱的偏移和侧向滑动,使导轨磨损加剧和精度降低。图 a 所示的滚柱导轨结构比较简单,制造较方便,导轨一般采用镶钢结构,如图 b 所示。图 c 为十字交叉短滚柱导轨,滚柱长度比直径小 0.15~0.25mm,相邻滚柱的轴线交叉成 90°排列,使导轨能承受任意方向的力,这种导轨结构紧凑,刚性较好,不易引起振动,但制造比较困难

(续表)

滚动导轨种类	示 图	特 点
滚针导轨	—	滚针比滚柱的长径比大,由于直径尺寸小,故结构紧凑。与滚柱导轨相比,可在同样长度上排列更多的滚针,因而承载能力大,但摩擦也相应大一些。通常适用于尺寸受限制的情况
直线滚动导轨块(副)组件	 (a) (b)	近年来数控机床常采用由专业生产制造厂制造的直线滚动导轨块或导轨副组件。这种导轨副组件本身制造精度很高,对机床的安装基准面要求不高,安装、调整都非常方便,现已有多种形式、规格可供选择使用。图示是一种滚柱导轨块组件,其特点是刚度高、承载能力大,导轨行程不受限制。当运动部件移动时,滚柱 1 在支承部件的导轨与本体 2 之间滚动,同时绕本体 2 循环滚动。每一导轨上使用导轨块的数量可根据导轨的长度和负载的大小决定

3. 机床导轨的装配与调整

(1) 滑动导轨的精度要求(表 1-4)

(2) 直线滚动导轨安装精度要求(表 1-5)

表 1-4 滑动导轨的精度要求

检 测 项 目	精 度 要 求
导轨面平面度	0.01~0.015mm
长方向的直线度	0.005~0.01mm
侧导轨面的直线度	0.01~0.015mm
侧导向面之间的平行度	0.01~0.015mm
侧导向面对导轨底面的垂直度	0.005~0.01mm
镶钢导轨的平面度	0.005~0.01mm
镶钢导轨的平行度、垂直度	0.01mm 以下
贴塑导轨	应保证粘接剂厚度均匀、粘接牢固

表 1-5 滚动导轨的安装精度要求

检 测 项 目	精 度 要 求
直线滚动导轨精度等级	一般选用精密级(D级)
安装基准面平面度	一般取 0.01mm 以下
安装基准面两侧定位面之间的平行度	0.015mm
侧定位面对底平面安装面之间的垂直度	0.005mm

4. 机床导轨的常见故障与诊断方法(表 1-6)

表 1-6 机床导轨副的常见故障诊断及排除

故障现象	故障原因	排除方法
导轨研伤	1. 机床失准:机床经长期使用,地基与床身水平有变化,使导轨局部单位面积负荷过大 2. 使用不当:长期加工短工件或承受过分集中的负载,使导轨局部磨损严重 3. 维护不好: ① 导轨润滑不良 ② 导轨里落下脏、异物 4. 制造质量差: ① 刮研质量不符合要求 ② 导轨材质不佳	1. 定期进行床身导轨的水平调整,或修复导轨精度 2. 注意合理分布短工件的装夹位置,避免负荷过分集中 3. 加强机床保养,调整导轨润滑油量,保证润滑油压力;保护好导轨防护装置 4. 采用改进措施: ① 刮研修复提高导轨精度 ② 采用电镀加热自冷淬火对导轨进行处理,导轨上增加锌铝铜合金板,以改善摩擦情况
导轨上运动部件运动不良或不能移动	1. 导轨面研伤 2. 导轨压板研伤 3. 导轨镶条与导轨面接触不良 4. 导轨镶条与导轨间隙太小,调得太紧 5. 导轨镶条调节螺钉锁紧螺母松动	1. 用 180# 砂布修磨机床导轨面上的研伤部位 2. 卸下、修复压板,重新调整压板与导轨间隙 3. 卸下镶条,刮研修复镶条 4. 松开镶条止退螺钉,调整镶条螺栓,使运动部件运动灵活,保证 0.03mm 塞尺不得塞入,然后锁紧止退螺钉 5. 检查锁紧螺母螺纹,若损坏应更换

(续表)

故障现象	故障原因	排除方法
加工面在接刀处不平	1. 导轨直线度超差	1. 调整或修刮导轨,控制导轨直线度在 0.015mm/500mm 以内
	2. 机床水平失准,使导轨发生弯曲	2. 调整机床安装水平,保证平行度、垂直度在 0.02mm/1 000mm 之内
	3. 滑动导轨接触面不良	3. 修复导轨接触面和接触刚度
	4. 工作台镶条松动或镶条弯曲度太大	4. 修复镶条,镶条弯曲度在自然状态下小于 0.05mm/全长,调整镶条间隙
	5. 静压导轨油膜厚度不均匀	5. 工作台各点的浮起量应相等,并控制好最佳原始浮起量 A (油膜厚度)
	6. 静压导轨油膜刚度差	6. 各油腔均需建立起压力,并使各油腔中的压力 p_1 与进油压力 p_s 之比接近于最佳值;在工作台全部行程范围内,不得使有的油腔中的压力为零或等于进油压力 p_s
	7. 贴塑导轨精加工精度差	7. 检测贴塑导轨的研磨精度
	8. 贴塑导轨局部磨损	8. 检测配对金属导轨的硬度和表面粗糙度,并进行修复

5. 数控车床导轨部件的故障维修实例

【实例 1-1】

(1) 故障现象 某 FANUC 系统数控车床,在加工过程中,工件表面固定部位有痕迹。

(2) 故障原因分析

① 修前调查。短时加工几个零件的表面都很好,经过一段时间的运行,故障现象出现,加工表面固定位置有一段痕迹。

② 查阅资料。查阅驱动电气原理图和说明书;查阅机械结构图。

③ 现象分析。采用外圆加工和内孔加工进行切削试验,外圆加工和内孔加工后都在轴向同一位置出现痕迹。

④ 检查分析。先检查数控系统部分,因系统能执行各种加工的指令,指令的位置准确,推理判断数控系统基本无问题。初步推断故障原因可能是机械部分。

⑤ 罗列成因。估计滚珠丝杠或导轨部分有问题:

- a. 丝杠滚道有损伤;
- b. 导轨研伤;
- c. 导轨上移动部件运动不良或不能移动。

(3) 故障诊断和排除

① 故障诊断步骤。对出现痕迹对应位置的丝杠滚道和导轨进行检查。机床断电,用手拧转丝杠,在拧到工件出现问题的那一段时,注意传动机构的异常情况。

② 故障部位确认。检查滚珠丝杠,丝杠部分无故障迹象。但到了有痕迹的对应位置,转动丝杠感觉有轻微的卡滞,转矩有所增加,将滑板退回去,检查导轨的相应部位,发现导轨面上对应部位有异物粘附,很牢固,将粘连的东西用砂纸除去一部分,然后再试运行一段时间,发现加工表面有痕迹的故障有所改善。由此确认,故障是由于机床导轨上粘附的异物造成滑板移动不顺畅,出现轻微的卡滞而产生进给运动误差,从而产生表面加工有痕迹的故障现象。

③ 故障排除方法。

a. 用刮刀、砂纸和油石等导轨维修工具,把导轨上粘连的异物除去,对该部位的导轨面进行清洁修复。

b. 为了保障导轨的清洁和润滑,避免异物的粘附,对机床导轨的润滑部分进行疏通检修,使机床导轨面达到润滑的技术要求。

c. 试运行 3h,没有出现任何问题。观察数日,出现加工痕迹的位置无故障重现,故障排除。

【实例 1-2】

(1) 故障现象 某 FANUC 系统数控卧式平床身车床,车削端面时出现绸纹形状的痕迹,并沿 X 向具有一定的排列间距规律。

(2) 故障原因分析 本例数控车床 X 向中滑板为燕尾导轨,采用镶条进行导轨间隙调整;传动丝杠为滚珠丝杠,采用直流伺服调速电机驱动。查阅有关资料和故障显示的含义,因系统能执行程序指令运行正常,推断系统基本无故障;用替换法检查伺服电机,故障现象依旧。初步分析为机械部分故障,故障原因:

- ① X 向导轨有故障。
- ② X 向滚珠丝杠有故障。

(3) 故障诊断与排除

① 故障诊断方法。检查导轨面,未发现有研伤和异物粘附;用手转动

丝杠,发现有周期性的阻滞现象,脱离负载后检查滚珠丝杠及其轴承,未发现异常情况;检查导轨的镶条,并调整配合间隙后重新试车,故障依旧。由此,判断镶条与导轨的配合面精度有问题。拆下镶条进行研点检查,发现镶条的平面度和研点不符合精度要求。进而检查导轨的平面精度,符合精度要求。由此确定镶条的平面度精度降低是造成中滑板周期性阻滞的基本原因。

② 故障排除方法。用标准平板对镶条进行研刮修整;基本符合要求后与机床上的滑板导轨配合部位进行对研配刮,进一步修整镶条的斜度及其与导轨面的配合精度,用 0.03mm 的塞尺检测保证配合间隙。配刮、安装调整后,用不同的 X 向进给速度进行端面车削试车,端面出现等间距绸纹的故障排除。

【实例 1-3】

(1) 故障现象 某 FANUC 0TC 系统数控车床,出现报警 #411 “SERVO ALARM:X AXIS EXCESS ERROR”(伺服报警:X 轴超差错误)和 #414 “SERVO ALARM:X AXIS DETECT ERROR”(伺服报警:X 轴检测错误)。报警指示 X 轴伺服驱动有故障。

(2) 故障原因分析

① 现场询问。询问操作人员,故障在开机运行一段时间后发生。出现故障后,关机一段时间再开机,机床还可以运行一段时间。

② 罗列成因。X 轴伺服电动机有故障;X 向机械传动机构有故障;X 向导轨部件有故障。

(3) 故障诊断和排除

① 据理推断。由于机床开机后能正常运行一段时间,因此伺服电动机在初始阶段是正常的。故障发生时,伺服电动机应有异常。

② 数据诊断。出现故障后利用系统诊断功能检查诊断数据 DGN720,发现 DGN720bit7 为“1”,指示 X 轴伺服电动机过热。此时检查 X 轴伺服电动机,发现确实过热。

③ 因果诊断。伺服电动机发热可能是电动机故障,替换检查后伺服电动机无故障;由此判断为机械负载过重。

④ 检查诊断。将 X 轴伺服电动机拆下,手动转动 X 轴滚珠丝杠,发现阻力很大;拆开 X 轴的护板,发现导轨上堆积大量切屑,导轨磨损、划伤也很严重。

⑤ 故障排除方法。