



从校园到职场

——数控机床维修入门与精通

数控机床故障诊断 与维修实例

严峻 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

从校园到职场——数控机床维修入门与精通

数控机床故障诊断与维修实例

严 峻 编著



机械工业出版社

本书汇集了数控车床、铣床、加工中心、镗铣床、磨床和电火花线切割机床等国内现有种类进口和国产数控加工设备控制系统发生故障的现象、原因和解决方法，整理和收集了故障诊断和维修实例 500 多例，可供维修人员借鉴，并可从中得到启发，拓展对故障分析处理方法的思路，避免维修过程出现差错而造成损失。

本书内容翔实全面，还部分地给出了数控机床故障诊断和维修的算法。书中有许多作者的独立见解和研究成果，是一本实用性较强的数控技术用书。可供从事数控维修的技术人员使用，也可供高等技术院校相关专业师生使用。

图书在版编目（CIP）数据

数控机床故障诊断与维修实例 / 严峻编著. —北京：机械工业出版社，2011.6

（从校园到职场·数控机床维修入门与精通）

ISBN 978-7-111-33822-2

I. ①数… II. ①严… III. ①数控机床—故障诊断—基本知识②数控机床—维修—基本知识 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 046205 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：周国萍 责任编辑：周国萍 李建秀

版式设计：霍永明 责任校对：申春香

封面设计：路恩中 责任印制：杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.5 印张·502 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-33822-2

定价：49.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

策划编辑（010）88379733

电话服务

社服务中心：（010）88361066

销售一部：（010）68326294

销售二部：（010）88379649

读者购书热线：（010）88379203

网络服务

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着数控机床应用的普及，对数控机床的有效利用率要求越来越高，这一方面要求数控机床的可靠性要高，另一方面要求数控机床出现故障后能尽快排除。所以要求数控机床的维修人员不但要有理论知识，而且要有快速发现问题、解决问题的能力和丰富的实际经验。对此，企业急需掌握数控设备维修技术的技术人员。同时，数控设备的操作人员、维修技术人员也急切希望提高自己的技术水平，以适应数控设备故障诊断和维修工作的需要。

目前我国使用的数控机床、数控系统种类繁多，为了使维修技术人员能有针对性地掌握数控机床控制系统故障诊断和维修的技术，本书介绍了数控车床、数控铣床、数控加工中心、数控镗铣床、数控磨床和数控电火花线切割机床等相关知识，介绍配置 FANUC 数控系统机床、SIEMENS 数控系统机床以及其他数控系统机床的故障诊断与维修实例。

本书依据数控机床的产品说明书，结合生产实践，整理收集了 500 多例数控机床故障诊断与维修实例，深入浅出地探讨了数控机床故障诊断与处理方法。一些诊断方法和维修技巧是作者在维修实践中摸索出来的，非常实用，可供维修技术人员借鉴，并可从中得到启发，拓展对故障分析处理方法的思路，避免维修过程出现差错而造成损失。

本书既是数控加工设备维修技术人员的参考书，也可作为数控系统维修人员的培训用书。希望数控机床维修行业的有识之士能够对本书提出宝贵意见，以提高作者的技术水平，达到共同提高的目的。

书中的疏漏和错误之处，敬请读者指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 数控车床维修实例 1

1.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断 与维修 1

1.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 1

1.1.2 伺服系统故障实例与诊断 8

1.1.3 主轴系统故障实例与诊断 15

1.1.4 刀架系统故障实例与诊断 19

1.1.5 机电部分故障实例与诊断 25

1.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 31

1.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 31

1.2.2 伺服系统故障实例与诊断 40

1.2.3 主轴系统故障实例与诊断 44

1.2.4 刀架系统故障实例与诊断 47

1.2.5 机电部分故障实例与诊断 50

1.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 56

1.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 56

1.3.2 伺服系统故障实例与诊断 59

1.3.3 主轴系统故障实例与诊断 63

1.3.4 刀架系统故障实例与诊断 64

1.3.5 机电部分故障实例与诊断 69

第 2 章 数控铣床维修实例 72

2.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断 与维修 72

2.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 72

2.1.2 伺服系统故障实例与诊断 74

2.1.3 主轴系统故障实例与诊断 77

2.1.4 工作台系统故障实例与诊断 79

2.1.5 机电部分故障实例与诊断 85

2.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 88

2.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 88

2.2.2 伺服系统故障实例与诊断 96

2.2.3 主轴系统故障实例与诊断 100

2.2.4 工作台系统故障实例与诊断 108

2.2.5 机电部分故障实例与诊断 114

2.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 119

2.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 119

2.3.2 伺服系统故障实例与诊断 124

2.3.3 主轴系统故障实例与诊断 130

2.3.4 工作台系统故障实例与诊断 132

2.3.5 机电部分故障实例与诊断 133

第 3 章 数控加工中心维修实例 138

3.1 配置 FANUC 数控系统 故障诊断与维修 138

3.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 138

3.1.2 伺服系统故障实例与诊断 142

3.1.3 刀库、机械手部分故障实例 与诊断 148

3.1.4 工作台部分故障实例与诊断 156

3.1.5 主轴系统故障实例与诊断 157

3.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 162

3.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 162

3.2.2 伺服系统故障实例与诊断 166

3.2.3 刀库、机械手部分故障实例 与诊断 168

3.2.4 工作台部分故障实例与诊断 170

3.2.5 主轴系统故障实例与诊断 177

3.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 181

3.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 181

3.3.2 伺服系统故障实例与诊断 183

3.3.3 刀库、机械手故障实例 与诊断 187

3.3.4 工作台部分故障实例与诊断	190	故障诊断与维修	249
3.3.5 主轴系统故障实例与诊断	194	5.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	249
第 4 章 数控镗铣床维修实例	200	5.2.2 伺服系统故障实例与诊断	261
4.1 配置 FANUC 数控系统		5.2.3 主轴系统故障实例与诊断	268
故障诊断与维修	200	5.2.4 辅助装置故障实例与诊断	274
4.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	200	5.3 配置其他数控系统故障诊断	
4.1.2 伺服系统故障实例与诊断	203	与维修	288
4.1.3 主轴系统故障实例与诊断	206	5.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	288
4.1.4 机电部分故障实例与诊断	209	5.3.2 伺服系统故障实例与诊断	292
4.2 配置 SIEMENS 数控系统		5.3.3 主轴系统故障实例与诊断	293
故障诊断与维修	211	第 6 章 数控电火花线切割机床数控	
4.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	211	系统维修实例	295
4.2.2 伺服系统故障实例与诊断	212	6.1 配置 FANUC 数控系统	
4.2.3 主轴系统故障实例与诊断	220	故障诊断与维修	295
4.2.4 机电部分故障实例与诊断	224	6.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	295
4.3 配置其他数控系统故障诊断		6.1.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	297
与维修	229	6.1.3 机电部分故障实例与诊断	299
4.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	229	6.2 配置 SIEMENS 数控系统	
4.3.2 伺服系统故障实例与诊断	232	故障诊断与维修	302
4.3.3 主轴系统故障实例与诊断	233	6.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	302
4.3.4 机电部分故障实例与诊断	236	6.2.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	305
第 5 章 数控磨床维修实例	238	6.2.3 机电部分故障实例与诊断	310
5.1 配置 FANUC 数控系统		6.3 配置其他数控系统故障诊断	
故障诊断与维修	238	与维修	312
5.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	238	6.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	312
5.1.2 伺服系统故障实例与诊断	242	6.3.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	315
5.1.3 主轴系统故障实例与诊断	246	6.3.3 机电部分故障实例与诊断	318
5.1.4 辅助装置故障实例与诊断	247	参考文献	319
5.2 配置 SIEMENS 数控系统			

第 1 章 数控车床维修实例

1.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

1.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 1-1】 CF5225 立式车床，采用 FANUC 7CT 数控系统对其左刀架进行数控改造。FANUC 7CT 系统“死机”故障。

故障现象：“死机”故障初期，起动 NC 柜时不是很容易。一般要起、停 2~3 次才能成功。这样一直持续了 2~3 个月。后来，无论如何也不能进入监控程序，处于“死机”状态。无任何报警信息。

故障检查与分析：构成 FANUC 7CT 有 7 个主要单元板：CPU（中央处理单元）板、MEM（存储器）板、I/O（输入/输出）板、MDI/DPL（手动数据输入/数码显示）板、电源单元、位置控制板、附加位置控制板。造成“死机”故障一般由时钟和 CPU 部分（含监控程序）等电路故障引起。这几部分都在 CPU 板上。监控程序 EPROM 封固完好，一般不会坏。对 CPU 的时钟电路进行分析和测试。其结果是 CPU 在起动机器时 4 片 2901 有时钟，经 2s 左右又消失，但时钟电路正常。造成这种时钟消失的原因是 CPU 部分工作不正常，由硬逻辑封锁时钟。所以 CPU 部分有故障。

FANUC 7CT 数控系统采用的是位片式结构：主 CPU 是用 4 片 2901 构成的 16 位 CPU，主 CPU 指令系统又是由微程序定序器支持，微程序定序器由 2 片 2911 构成，其原理框图如图 1-1 所示。

对于这种位片式 CPU 结构，CPU 故障包括：位片式微处理器 2901（4 片）、微程序定序器 2911（2 片）、微处理器监控程序、微程序定序器监控程序。分析至此，以防万一，我们又在在线测试仪上测试了以上四部分以外的元器件，都正常。对于这四部分，做如下分析：构成 CPU 的四部分，

很难确定是哪一部分出故障。对于微处理器监控程序和微程序定序器监控程序分别固化在 17 片和 9 片 1 位 EPROM 芯片上（有一位是 P/V 校验），一般很难丢失，不易发生故障。至于主

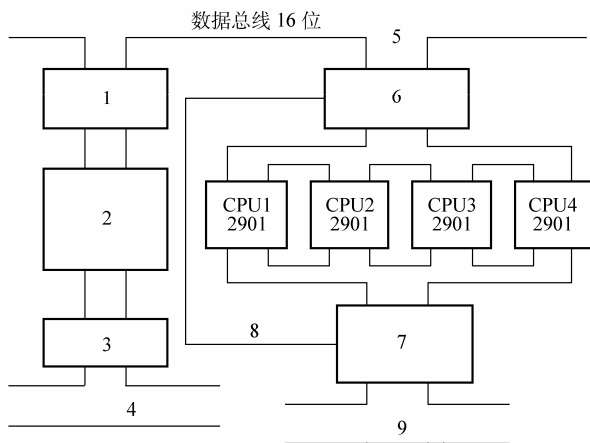


图 1-1 微程序定序器原理框图

- 1—指令寄存器及 O.E 映射
- 2—微程序定序器 2911 及其监控程序
- 3—中断处理
- 4—控制总线
- 5—数据总线 16 位
- 6—数据总线接口寄存器
- 7—地址锁存接口寄存器
- 8—主 CPU 侧
- 9—地址总线 16 位

CPU，它采用的是双极性位片式微处理器，发热量大，容易出现热损坏，所以决定另购 4 片 2901。

故障处理：更换 2901 后重新送电起动 NC 柜正常。对 FANUC 7CT 的常用操作功能 AUTO、EDIT、MDI、JOG、HANDWHEEL 进行检验，一切正常。

【例 1-2】 运动指令不能执行故障。

故障现象：某配套 FANUC 0T 系统的数控车床，在自动加工时，按下“循环起动”键，程序中的 M、S、T 指令正常执行，但运动指令不执行。

故障检查与分析：由于程序中的 M、S、T 指令正常执行，机床手动、回参考点工作正常，证明系统、驱动器工作均正常。而引起运动指令不执行的原因一般有以下几种：①系统的“进给保持”信号生效；②轴的“进给倍率”为零；③坐标轴“互锁”信号生效。

因此检查重点放在上述三种信号上，即重点检查系统的“进给保持”信号、“进给倍率”、坐标轴“互锁”信号。

维修和诊断的步骤：

1) 按 MDI 面板上的[SYSTEM]键，再按“诊断”软键，显示系统的诊断页面，检查状态显示为“1”的项。如图 1-2 所示，检查该机床的“进给保持”状态（见图 1-2 中 a 处）、“进给倍率是否为零”状态（见图 1-2 中 b 处），均为“0”，信号正确，而机床锁定项的状态为“1”（见图 1-2 中 c 处），因此初步判断产生问题的原因与坐标轴的“互锁”信号有关。

号	信息	显示
000	WAITING FOR FIN SIGNAL	:0 ← 等待完成信号 FIN
001	MOTION	:0 ← 运动中
a. 002	DWELL	:0 ← 暂停
003	IN-POSITION CHECK	:0 ← 到位检测
b. 004	FEEDRATE OVERRIDE 0%	:0 ← 进给倍率为 0%
c. 005	INTERLOCK/START LOCK	:1 ← 互锁状态
006	SPINDLE SPEED ARRIVAL CHECK	:0 ← 主轴速度到达检查
010	PUNCHING	:0 ← 数据输出中(穿孔)
011	READING	:0 ← 数据输入中(读入)
012	WAITING FOR(UN) CLAMP	:0 ← 等待放松(夹紧)
013	JOG FEEDRATE OVERRIDE 0%	:0 ← 连续进给位率为 %
014	WAITING FOR RESET,ESP,RRW OFF	:0 ← 等待复位、急停信号结束
015	EXTERNAL PROGRAM NUMBER SEARCH	:0 ← 外部程序号搜索

图 1-2 FANUC 系统诊断页面

2) 依次按[SYSTEM]键→[PMC]键→[PMCDGN]键→[STATUS]键，进入可编程序机床控制器（PMC）接口状态显示画面，发现系统坐标轴的“互锁”信号*IT（地址 G8.0）的状态为“0”，表明机床处于坐标轴锁定状态。

3) 进一步检查机床的可编程序逻辑控制器（PLC）程序设计，发现引起坐标轴“互锁”的原因是刀架不到位，重新调整刀架位置后，机床恢复正常。

【例 1-3】 FANUC 10T 系统 OT001~OT003 软超程报警。

故障现象：日本西铁城公司的 F12 数控车床，其数控系统为 FANUC 10T 系统。由于编程时操作失误而发生 OT001~OT003 软超程报警，机床停止运行。

故障检查与分析：此故障有时以超程方向的反方向运动而解除报警，若此办法无效时，

可按如下方法解除：

- 1) 同时按下[-]和[.]键并起动车源。
- 2) CRT 上显示 IPL (系统启动) 方式及以下内容：

```

1 CUMP MEMORY
2 —
3 CLEAR FILE
4 SETTING
5 —
6 END IPL

```

- 3) 按下[4]、[INPUT]键去选择“4 SETTING”。

- 4) 按下[N]键之后，显示“CHECK SOFT AT POWER ON?”

5) 第 1) 项的内容再次显示出之后按下[6]、[INPUT]键，则改变了 IPL 方式且报警自然消除。

【例 1-4】 FANUC 3T-A 系统“NOT READY”故障的处理。

故障现象：在加工一产品零件时，机床发出报警信号，CRT 显示“NOT READY”，机床不能工作。

故障检查与分析：CK7815/1 型数控车床采用日本 FANUC 公司的 3T-A 闭环 CNC 控制系统。进给伺服机构采用 FANUC-BESK 直流伺服电动机 (FB-15 型)。主轴驱动采用 FANUC-BESK 直流主轴电动机，可在宽范围内实现无级调速和恒速切削。机床顺序控制由 3T-A 系统内装的可编程序控制器来实现。

出现上述故障时，调故障自诊断程序。按下[ALARM]键，CRT 上没有显示报警内容，这说明控制单元或伺服系统中有一个没有准备好。检查机床系统的梯形图 (见图 1-3) 发现没有机床准备好的信号输出，由此可以针对信号 CK24、CK100、MRDY-M 进行检测。调 PLC 的输入输出接口 (见图 1-4)，检查输出地址号 00.7 无信号，即系统没有检测到 AC 100V 电压信号，故伺服系统不工作，产生“NOT READY”报警。检查提供交流 100V 电源电路 (见图 1-5)，在 300 和 301、

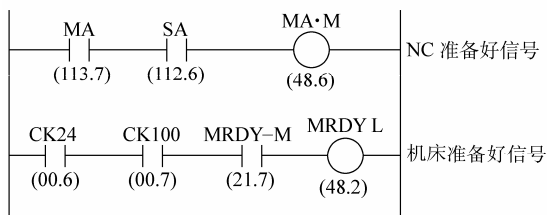


图 1-3 机床系统的梯形图 (部分)

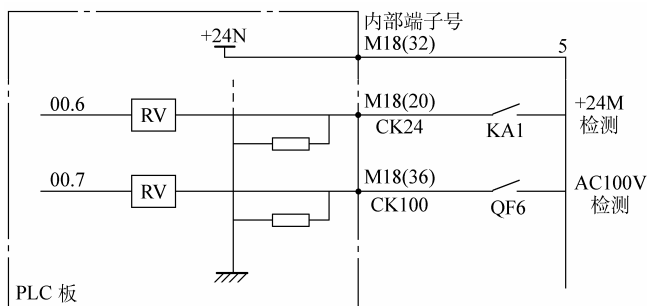


图 1-4 机床 PLC 输入输出接口 (部分)

300 和 302、300 和 303 两端用万用表测得 100V 交流电压，再检查 PLC 板上端子 M18 的 36P，测出直流 24V 电压。至此，机床 AC 100V 信号已进入 PLC 板的输入接口，可是在地址 00.7 却没有信号，说明这一路 RV 损坏。

故障排除：解决办法有三种：①更换 PLC 板，这样最简单，但是不经济；②更换损坏回路所在的集成元件；③更改检测 AC 100V 信号的地址。

【例 1-5】 瑞士 SORAUBLIN110 数控车床 510 号报警的排除方法。

故障现象：开动机床回参考点时 CRT 显示 510 号报警。

故障检查与分析：SORAUBLIN 110 CNC 数控车床是瑞士 SCRAUBLIN 公司的系列产品，系统为 FANUC 0TC 系统。

首先把检查的重点放在与 X 坐标有关的三个位置传感器上。通过最简单的方法，即在手动运行机床的状态下，由电箱中的 PLC 显示来直接观察三个位置传感器的工作状态。观察中发现：当机床向 -X 方向运行时，在 -X 极限位置处，X3073.1 (RefX) 闪烁一下又常亮（表明 SB150 到位并有一负脉冲输出，从而证明其工作正常），继续沿该方向向前运行一小段距离后，X3073.6 (-X) 闪烁一下又常亮（表明 SB145 到位并有一负脉冲输出，从而证明其工作正常）。此后机床将自动停机并显示 1012 号报警（提示内容为可能碰撞）。

重新起动机床并向反方向（即向 +X 方向）运行，直至超过 +X 方向的极限位置而出现 510 号报警（+X 超程）且停机时，X3073.1 (RefX) 和 X3073.7 (+X) 均一直常亮并未闪烁过。为了进一步确认该两传感器（SB150 和 SBA148）工作状态的好坏（实际上，前面的一个检测步骤已经证实了 SB150 的工作是正常的），可以将该两只传感器由工作位置上拆下来，用靠近铁质物体的方法来检查，证明两只传感器的工作都是正常的。这样一来，就出现了这样一种情况，即虽然出现了 510 号报警，但三只传感器的工作却都是正常的。

这样的现象，粗看似乎不容易发现，但只要仔细分析前面提到的前、后两种测试过程就不难发现，后面一个测试中，两只传感器（SB150 和 SB148）虽一直常亮未闪烁，但机床却出现了 510 号报警，并且已经知道两只传感器工作是正常的。那么就只存在着一种可能来解释这种现象：就是表面上虽然超过了极限位置而且出现了超程报警，而实际上是两只传感器均未到达极限位置。出现这种情况看来只有一种可能，即机床硬件所限定的极限位置与机床软件所设定的极限位置间产生了误差，从而导致出现 510 号报警（如果为 -X 方向超程将出现 511 号报警）。

上述的设想与分析可以用图 1-6 所示的示意图来予以说明。

由图 1-6 可以看出，这种故障实际上是机床硬件所限定的 X 行程（由 SB145、SB148 和 SB150 所决定）与机床软件所设定的 X 行程（+X 的位置由参数 700 决定，-X 的位置由参数 704 决定）间偏移了一个误差带而产生的。因此，解决的方法可以有两种，即软件的方法和硬件的方法：软件的方法是修改机床的软件参数（参数 700 和 704），将软件所设定的 X 行程区间向 +X 方向移动一个误差带，使之与机床硬件所限定的 X 行程区间相对应；硬件的方法是将机床硬件所限定的 X 行程区间向 -X 方向移动一个误差带，使之与机床软件所设定的 X 行程

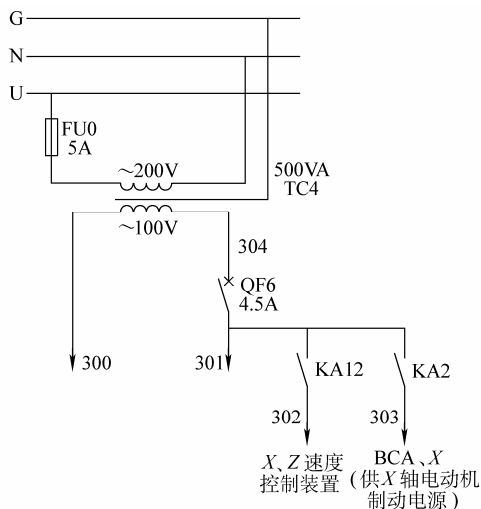


图 1-5 交流电源电路

区间相对应。这两种方法的前提都是保证机床原有的 X 行程不变。

比较两种方法,软件方法简单易行,实施方便;而硬件的方法实施较为麻烦。但是由于是在维修场合,必须考虑机床原有的工作状态,即引起机床故障的根本原因。经仔细向操作者了解方得知,在一次运行机床至 $+X$ 极限超程位置并死机后,操作者曾自己用手工的方法将 X 坐标的滚珠丝杠向 $+X$ 方向调整了一段距离使之退出超程位置。

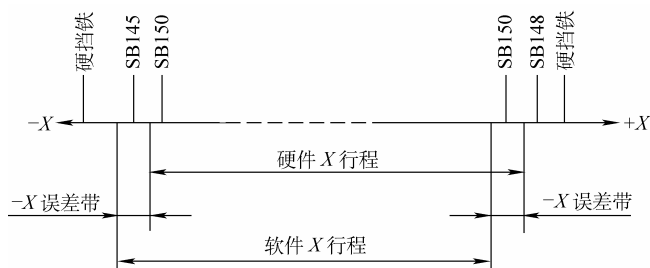


图 1-6 机床软、硬件行程偏差示意图

这样一来问题就十分清楚了,故障是由人为因素的错误调整而造成的。在这种情况下,如采用上面所介绍的软件方法来改变机床参数虽简单易行,但却容易造成机床参数的混乱而带来不必要的麻烦;采用硬件的方法虽然调整过程稍显繁琐,但却可使机床真正恢复到原有的正确状态。因此应考虑采用硬件的方法,即调整 X 坐标丝杠使之恢复到原有的位置。

故障处理:①按照机床机械维修手册中的介绍,拆下 X 坐标滑枕最下方的端盖;②用一内六角扳手插入端部外露的丝杠端面的内六角孔中,旋转丝杠,可使台面上下移动;③打开机床开关,并按下[E-STOP]键,仔细观察电柜中的PLC显示;④旋转丝杠,使台面(滑枕)向上($+X$ 方向)运动一段距离(每次调整量以10mm左右为宜);⑤松开[E-STOP]键,用手动方式使机床向 $+X$ 方向运行至极限位置且出现510号报警,此时应特别留意观察PLC中X3073.1是否闪烁过一下(原为常亮);⑥如出现510号报警而X3073.1常亮不闪烁时,应使机床向 $-X$ 方向运行退回,并再次旋转丝杠使台面向 $+X$ 方向移动一段后再重复上述操作,注意观察;⑦反复调整丝杠使台面移动,机床在手动运行状态下达到,在 $+X$ 方向上:X3073.1闪烁一下,而X3073.7常亮不闪;

在 $-X$ 方向上:X3073.1闪烁一下,而X3073.6常亮不闪为止。

如果在 $+X$ 方向上出现X3073.1闪烁一下后X3073.7也闪烁一下时,则为丝杠调整过头,应使台面向反方向($-X$ 方向)调整。

如果在 $-X$ 方向上出现X3073.1闪烁一下后X3073.6也闪烁一下时,则为丝杠调整不足,应继续向 $+X$ 方向调整台面。

至此,调整操作即告完成。

重新启动机床,510号报警消除,机床恢复正常运行。

【例 1-6】 一台数控车床加工程序执行不下去。

数控系统:FANUC OTC 系统。

故障现象:在执行自动加工程序时,程序执行不下去。

故障检查与分析:观察程序的运行发现,在程序执行到G01 Z-8.5 F0.3时,程序就不往下运行了。因为机床回零点,手动移动 X 、 Z 轴和在这段程序开头时的G00快移指令正常执行都没有问题,并且也没有报警,所以伺服系统应该没有问题。用MDI功能测试,G00快移也没有问题,但G01、G02、G03都不运行,因为这几个指令都必须指定进给速率 F ,故障现象很像设定的 F 数值为零。使 F 为零有以下几种可能:

1) 在程序中 F 设定为 0, 这种可能检查加工程序后很容易就排除了。

2) 进给速率的倍率开关设定到 0, 或者倍率开关出现问题, 但检查这个开关并没有发现问题; 当旋转这个旋钮时, PMC 的输入 X21.0~X21.3 都变化, G121.0~G121.3 的状态也跟随变化, 说明倍率开关正常, 没有问题; 另外, 诊断参数 700 号的第五位 COVZ 为“0”, 也指示倍率开关没在 0 位上。

3) 在机床数据设定中, 将切削速度的上限设定到最小, 但检查机床数据 No.527, 发现设定的数值是 5000, 为正常值, 也没有问题(将另一台好的机床的这个数据更改成最小值 6, 运行程序时确实出现过这个现象)。

4) CNC 的控制部分出现问题, 但将机床设定到空运行时, 程序还能运行, 只是速度很慢, 说明控制系统也没有什么问题。

进一步研究机床的工作原理发现, 这台机床 X 轴和 Z 轴的进给速度与主轴速度有关, 检查主轴在进给之前确实已经旋转, 主轴达速信号也已经置“1”, 没有问题; 再仔细观察显示器上主轴的速度显示, 在主轴旋转时发现 S 的值为“0”, 没有显示主轴的实际转速, 为此认为没有主轴速度反馈; 当打开机箱检查主轴编码器时发现, 主轴与编码器连接的牙带断开, 主轴旋转时, 主轴转速编码器并没有旋转。

故障处理: 更换新的牙带, 机床故障消除。

因为这台机床的工件切削速度与主轴的旋转速度成比例, 主轴旋转没有反馈, 导致进给速度变成 0, 出现 G01、G02、G03 指令都不运行的问题。

【例 1-7】 一台数控车床开机屏幕没有显示。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象: 这台机床在长期停用后重新使用时, 通电开机系统屏幕没有显示。

故障检查与分析: 因为机床长期停用, 所以怀疑系统后备电池电量不足使系统数据丢失, 造成系统无法起动。

故障处理: 在系统通电的同时, 按[Reset]+[Delete]两个按键, 系统强行起动, 这时系统恢复正常显示, 但系统数据被恢复成默认数据, 机床不能工作。为此, 必须重新输入原机床数据, 使机床恢复正常功能。

输入机床数据可采用两种方法:

1) 手动输入法, 通过键盘将原机床数据逐个输入。这种方法比较简单, 但工作量比较大, 并且容易出错。

2) 使用计算机将备份数据文件传回系统, 在数控系统和用于传输数据的计算机都断电的状态下, 将通信电缆分别连接到数控系统和计算机的 RS-232C 串行通信接口上。计算机开机进入 PCIN 数据传输软件, 设置通信协议参数, 如所用计算机的通信口号、数据起始位、数据位、传输速率、奇偶校验位等。通信协议参数的设置应与机床数控系统通信参数的设置保持一致, 否则传输工作不能正常进行。

机床侧的操作顺序如下:

- 1) 打开机床总电源。
- 2) 按下机床急停按钮。
- 3) 打开机床程序保护锁。
- 4) 将机床操作状态设置为 EDIT 状态。

5) 按功能键 DGNOS/PARAM, 出现参数设置页面, 将 PWE 设定为 1, 并设定下列通信参数:

ISO=0

I/O=0

数据设置如下:

No. 2.0=1

No. 2.7=1

No. 552=10

No. 553=10

No. 250=10

No. 251=10

6) 手工输入机床数据 No.900 及其后的保密参数。输入 No.900 数据时, 系统显示器上出现 000P/S 报警, 这是正常的。输入 No.901 数据时, 系统显示器上出现下列信息:

WARNING (警示):

YOU SET No.901 # 01, THIS PARAMETER DESTORY NEXT FILE IN MEMORY FROM 0001 TO 0015, NOW NECESSARY TO CLEAR THESE FILE, WHICH DO YOU WANT? (你设置 No.901#01 这个数据, 将会损坏存储器后面 0001~0015 的文件, 现在必须清除这些文件, 你要做哪一项?)

“DELT (删除)”: CLEAR THESE FILE; (清除这些文件)

“CAN (取消)”: CANCEL (取消)

PLEASE KEY-IN “DELT” OR “CAN” (请按[DELT]或[CAN]键)

按显示器下方对应的[DELT]软键, 重新显示机床数据画面; 依次输入其后的保密数据后, 关闭机床系统电源, 数分钟后重新开机。

7) 按系统显示器下方的[PARAM]键。计算机一侧进入 PCIN 的 OUT 数据输出菜单, 调入备份的机床数据文件作为待输出文件, 按回车键后, 等待机床侧数据输入操作。

8) 按 NC 系统面板上的[INPUT]键, 这时, NC 数据开始输入。

9) NC 数据输入后, 接着输入 PMC 数据, 重复操作步骤 7) 和 8) (只是在计算机侧要将备份的 PMC 数据调到输出文件中)。

上述步骤完成后, 将 PWE 参数设置为 0, 关闭系统电源, 数分钟后开机, 机床数据恢复完毕。

FANUC 0C 系统数据 0900~0939 为保密参数, 是 FANUC 系统的一些选择功能的设定。在正常传输时, 这些参数是不能传输到计算机中进行备份的。在系统出现故障、参数丢失时, 只能通过 MDI 方式手动输入, 不能同其他参数一起用计算机输入。下面介绍的方法可以使这些参数与其他参数一起全部传出保存, 输入参数时就可以与其他参数一起输入。方法如下:

1) 将操作方式开关设定到 EDIT 状态。

2) 按[PARAM]键, 选择显示参数的页面。

3) 将外部传输设备设定在准备接收数据状态。

4) 按[E0B]键不放开, 再按[OUTPUT]键。

这时系统全部参数, 包括保密参数即可全部传出。

系统数据安装结束后，关机数分钟后开机，机床恢复正常工作。

【例 1-8】 一台数控车床开机不回参考点。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床一次开机回参考点时 X 轴不走，但显示屏幕上 X 轴的坐标数值一直在变。

故障检查与分析：手动移动 X 轴也是滑台不动，只是屏幕坐标数值在变化，并且没有报警。试验 Z 轴也是如此。对机床操作面板进行检查，发现一个按钮被按下，这个按钮是进给保持按钮，恰巧这个按钮的指示灯损坏，所以机床操作人员没有注意到这个误操作。

故障处理：将进给保持按钮开启后，机床进给恢复正常。

【例 1-9】 一台双轴数控车床更换存储器板后出现报警。

数控系统：FANUC 0TDII 系统。

故障现象：这台机床存储器板损坏，更换并恢复 NC 系统后，开机时屏幕出现如下显示：

1>LOAD FROM I10

3>RUN

4>RUN WITHOUT PMC

选择 1 或 3 后，系统提示“LADDER NOT EXIST（梯形图不存在）”。

故障检查与分析：此故障的发生是由于某种原因导致 PMC 程序无法加载，该机使用的 PMC 类型是 PMC-L，其程序被固化在两块 EPROM 芯片上，芯片应安装在存储板上标明为 OE1 和 OE2 的芯片槽内，但检查新更换的存储板上根本没有这两个芯片，而且原损坏的存储板上也没找到。

故障处理：按照纸版程序通过 ANEX86E1 软件手工录入，然后再利用 FANUC 专用 EPROM 写入器编译并烧录两块 EPROM 芯片后，将其装入存储板上，再试机，机床恢复正常运行。

1.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 1-10】 GF NDM25/100 全功能数控车床，CNC 系统采用 FANUC 6TB 系统。X 轴自动抖动故障的排除，X 轴无规律振动故障。

故障现象：X 轴无进给命令自动上下抖动，X 轴无规律振动。

故障检查与分析：该机床为 GF NDM25/100 全功能数控车床，CNC 系统采用 FANUC 6TB 系统。伺服系统采用全闭环伺服控制方式。其进给系统如图 1-7 所示。根据系统的组成，全闭环伺服控制系统框图如图 1-8 所示。

由图 1-7 和图 1-8 可以看出，该系统具有位置和速度两个控制环节。根据其故障现象，由系统稳定性判据条件定性分析，查知光栅、速度放大、测速发电机、位置放大环节均正常。观察机床工作状况，在伺服准备好状况下，X 轴无进给命令自动上下抖动，有进给命令时偶尔发生 410 跟随误差报警，故而断定问题出在机械传动部分。

该机床为 GF NDM25/100 全功能数控车床，该故障在低速时触摸有振动感觉，快速时感觉不明显。加工工件尺寸正常。但在车削圆锥面，即 X 轴有插补进给时，工件表面有沟痕出现，且无任何报警。根据图 1-7 和图 1-8，应用稳定性的判定原理分析，故障不在位置环，而

应在速度环，检查速度环发现测速发电机个别电刷已全部磨损。

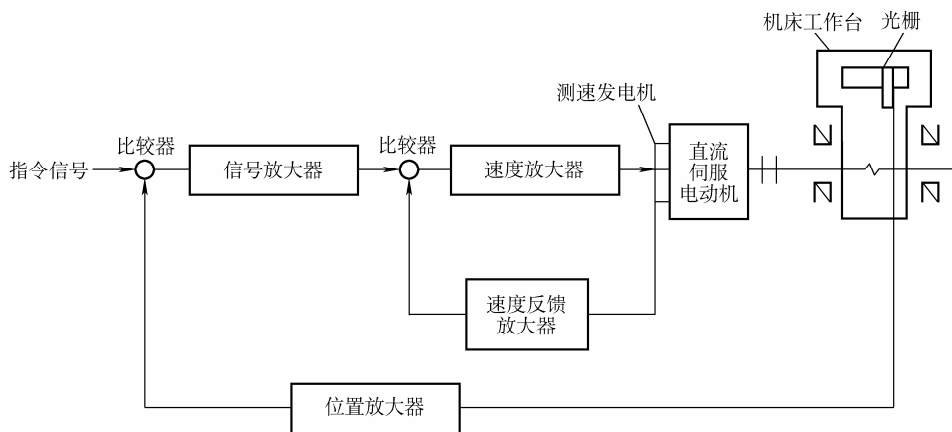


图 1-7 全闭环伺服进给系统图

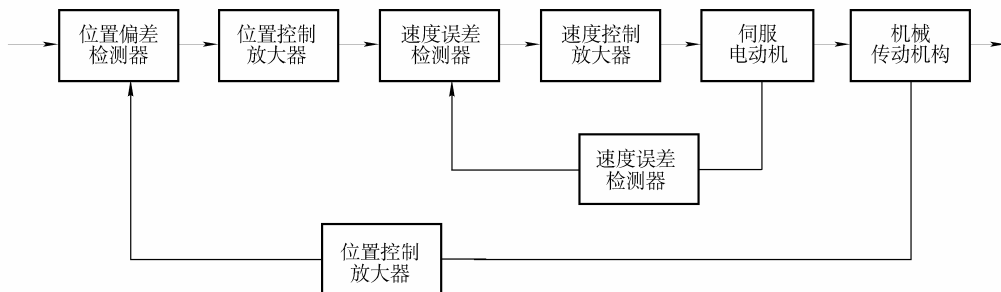


图 1-8 全闭环伺服控制系统框图

故障处理：经查 X 坐标轴向定位松动，机械处理后，故障排除。更换新电刷后故障排除。

说明：通过对全闭环直流伺服系统的理论分析与实践处理，可认为理论对实践的指导作用是不可忽视的。在此条件下，可以减少盲目性，提高准确性，缩短维修时间。可以说，这种理论与实践的结合对于维修工程师是行之有效的方法。

【例 1-11】 配备 FANUC 数控系统的数控车床，进给驱动为直流伺服电动机和晶闸管逻辑无环流可逆调速装置。

故障现象：Y 轴正向进给正常，反向进给有时移动、有时停止，采用手摇脉冲发生器进给时也是如此。

故障检查与分析：通过用交换法诊断，将故障定位在 Y 轴的驱动位置上。如图 1-9a 所示为 FANUC 系统晶闸管逻辑无环流可逆调速装置控制线路简图。用手摇脉冲发生器让 Y 轴正、反向进给，将示波器测试棒接 CH19 和 CH20 两测试端，观察电动机电流波形，如图 1-9b 所示。从图看出，反向波形有时为一条直线，偶尔闪出几个负向波形，可见电动机负向供电不正常。用万用表测量速度调节器输出端 CH8 点电压，其极性随正、反向进给而改变，无断续现象。测方向控制电路脚电压，正向进给时为 0V，反向进给时为 6.6V，方向控制输入电压正常。再测该电路输出脚 9 和 10 端电压，正向进给时 SGA 为低电平，SGB 为高电平；反向进给时 SGA 为高电平，SGB 为低电平，但有时会出现 SGA 和 SGB 皆为高电平的异常现象，

这时反向就停止。

对逻辑无环流可逆控制系统，不允许正、反面组晶闸管同时导通，在该逻辑切换电路中，切换过程是电源向电容 C20 充电产生延时而获得的。可见故障是由于 M7 印制电路板外围电容 C20 不良引起的，从而产生 SGA 和 SGB 同时为高电平的异常现象。

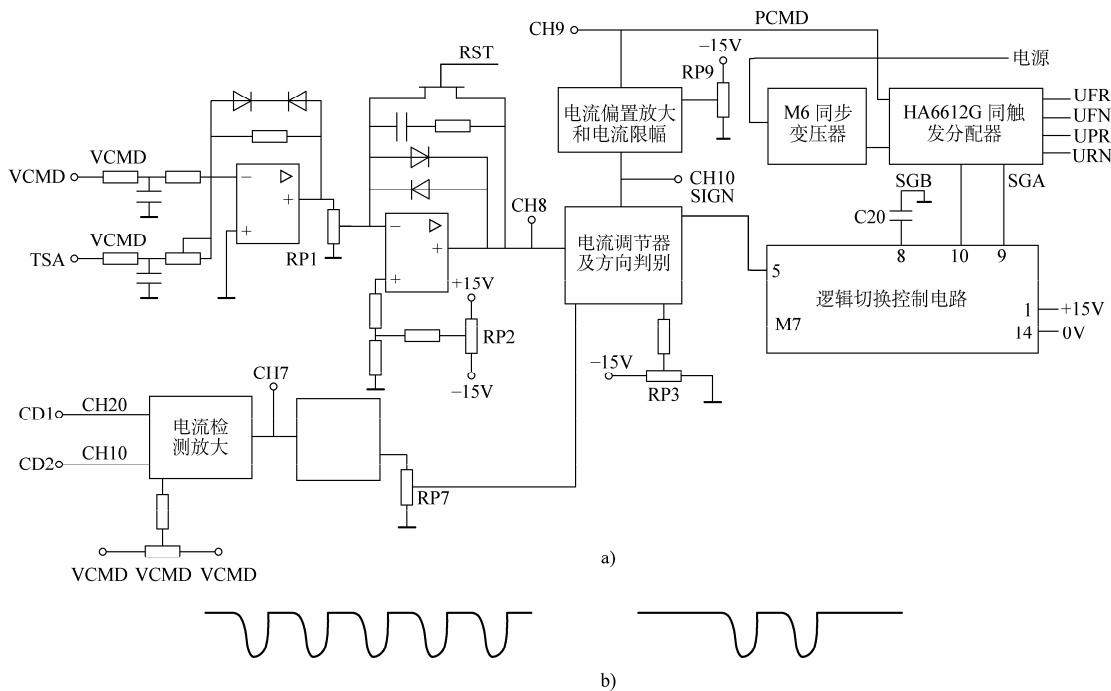


图 1-9 FANUC 系统晶闸管逻辑无环流可逆调速装置控制线路

a) 控制线路简图 b) 电动机电流波形

故障处理：经调换印制电路板外围电容 C20，故障排除。

【例 1-12】 FANUC 0TE 系统 401 号报警故障。

故障设备：济南第一机床厂 MJ-50 型数控车床，采用 FANUC 0TE-A2 数控系统，轴进给为交流伺服。

故障现象：X 轴伺服板 PRDY（位置准备）绿灯不亮，0V（过载）、TG（电动机暴走）两报警红灯亮，CRT 显示 401 号报警。通过自诊断 DGNOS 功能，检查诊断数据 DGN23.7 为“1”状态，无“VRDY”（速度准备）信号；DGN56.0 为“0”状态，无“PRDY”信号。X 轴伺服不走。断电后，NC 重新送电 DGN23.7 为“0”，DGN56.0 为“1”，恢复正常，CRT 上无报警。按 X 轴正、负方向点动，能运行，但走后约 2~3s，CRT 又出现 401 号报警。

故障检查与分析：因每次送电时，CRT 不报警，说明 NC 系统主板没有问题，故障可能发生在伺服系统。采用交换法，先更换伺服电路板，即 X 轴与 Z 轴伺服板交换（注意：短路棒 S 的位置）。交换后，X 轴可走，但不久出现 400 号报警，而 Z 轴不报警，说明故障在 X 轴上，继续重换驱动部分（MCC）后，X 轴正、负方向走动正常并能加工零件，但加工第二个零件时，又出现 400 号报警。

查 X 轴机械负载，卸传动带，查丝杠润滑，用手可使刀架上下运动，确认机械负载正常，

变伺服电动机，绝缘正常，电动机电缆、插接头绝缘正常，用钳形电流表测量 X 轴伺服电动机电流，电流值在 6~11A 范围内变动。查说明书，X 轴伺服电动机为 A06B-0512-B205 为 05 型，额定电流为 6A，而现空载电流已大于 6A，但机械负载正常，只能怀疑是制动抱闸没有松开。电动机带抱闸转动。用万用表检查，果然制动电源 90V 没有，查保险管又未熔断，再查，发现保险座锁紧螺母松动，板后保险管座的引线脱落，造成无制动电源。

故障处理：将上述部位修复后，故障排除。

说明：由于 X 轴电动机刚抱闸还能转动，容易误认为抱闸已松开，可实际是过载。因伺服电动机电流过大，造成电流环报警，引起 NC 系统出现“PRDY”（位置准备）信号没有，接触器 MCC 不作用又使“VRDY”（速度准备）信号没有，从而出现 401 号报警及 0V 和 TG 红灯亮。当电流大到一定程度就会出现 400 号报警。因此，不能单纯按照说明书检查步骤去查，而应从原理上思考分析后，去伪存真，抓住本质解决问题，以免走弯路。

【例 1-13】 数控车床数字伺服系统故障。

故障设备：美国 CS-42 数控车床，采用 FANUC 0TB 数控系统。

故障现象：随机性报警停车，CRT 上显示信息为 401 SEVO ALARM (VRDY OFF) 414 SEVO ALARM X 轴 DETECT ERR 424 SEVO ALARM Z 轴 DETECT ERR 434 SEVOALARM 3 轴 DETECT ERR，伺服板上 HC 二极管发亮显示报警。

故障检查与分析：根据报警内容，判断 401 号报警的原因可能是数字伺服控制单元上的电磁接触器 MCC 未接通，数字伺服控制单元没有加上 100V 电源，数字伺服控制板或主控制板接触不良。414、424、434 号报警是 X 轴、Z 轴和第 3 轴数字伺服系统有故障，很可能是这三个轴的输入电源电压太低，伺服电动机不能正常运转。而 HC 报警的主要原因是伺服板上有电流穿过伺服放大器。根据以上分析，检测 MCC 接触器的线圈、连接导线、浪涌吸收器等元件均无异常。进一步检测观察，发现热保护动作有问题。

故障处理：调整 MCC 热保护开关，使其完全复位。

【例 1-14】 FANUC 0TD 系统误差的排除。

故障现象：机床运转正常，CRT 显示器参考点位置没变，但每次按程序加工时，Z 轴方向总是相差 5mm 左右。

故障检查与分析：该机床为沈阳第三机床厂生产的 S3-241 数控车床，数控系统原为美国 DYNAPATN 系统，后改造为日本 FANUC 0TD 系统。故障产生的这 5mm 误差显然不能由刀具补偿来解决，肯定有不正常因素。经调查了解到，前一天加工时，因 Z 轴护挡板坏了，中间翘起，迫使 Z 轴走不到位（Z 轴丝杠转不动）而停机。修好护挡板，开机时就出现此故障。

检查：轴的减速开关、挡铁都未松动，实际参考点位置与 CRT 显示值也相差 5mm 左右，而丝杠的螺距是 8mm，因此正好差半圈左右。NC 发令 Z 轴电动机运转，而 Z 轴丝杠因挡板卡住而转不动，很可能造成联轴器打滑。打滑后机床返回参考点时，减速开关释放后，找编码器栅格“1 转”PC 信号。原来转小半圈就找到了“1 转”信号，而现在估计要转大半圈才找到“1 转”PC 信号（见图 1-10）。这样参考点尺寸位置就相差半个螺距了。

故障处理：松开 Z 轴联轴器，转动 Z 轴电动机轴半圈（丝杠轴不动）。再试返回参考点，出现有时小于 5mm，有时大于 5mm 的现象。我们估计“1 转”信号处于临界位置，再松开联轴器，再转 1/4 圈，再试返回参考点和各程序动作，位置尺寸正常，实践与分析一致，故障排除。