

数控设备典型维修 100 例

李海宁 主编

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书是一部融数控设备故障维修、系统软件维护、精度补偿、技术改造为一体的实用技术指导书。

全书共分为四章，第一章主要总结了数控设备维修实例近百例，每一例都从故障现象、故障检查与分析、故障排除三方面进行阐述；第三章汇总了数控精度检测与补偿方法十余例；第四章集中了部分典型数控设备技术改造实例。

本书主要适用于数控机床用户和从事数控设备维修的专业人员。可作为数控维修行业的技术资料和培训教材，也可作为设备改造人员的技术参考书。

图书在版编目 (C I P) 数据

数控设备典型维修 100 例/李海宁主编. --北京 :
航空工业出版社, 2010. 10

ISBN 978 - 7 - 80243 - 624 - 4

I. ①数… II. ①李… III. ①数控机床—维修 IV.
①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 199865 号

数控设备典型维修 100 例

Shukong SheBei Dianxing Weixiu 100 Li

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京天宇万达印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2010 年 10 月第 1 版

2010 年 10 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 13.25

字数: 330 千字

印数: 1—5000

定价: 55.00 元

序

当前，数控设备在加工制造业发挥着越来越重要的作用。数控设备的广泛应用，改变了人们对生产加工的理解。生产能力提升，产品质量改善，工人劳动强度降低，这些数控设备体现出来的优点是不言而喻的，但随着数控设备的自动化和集成化程度越来越高，数控设备的维修也已成为企业的一大难题。

西安航空发动机（集团）有限公司是中国航空工业集团公司下属的一家国有大型航空发动机制造企业（简称中航工业西航），有各类数控设备800余台，基本涵盖了目前机械加工行业数控设备的所有种类，拥有丰富的数控设备维修实践经验。这本《数控设备典型维修100例》就是由公司主管生产管理的副总经理李海宁同志主持汇编的。该书所选案例均来自生产一线维修服务现场，所有案例均为常见数控设备经常出现或突发的故障现象，全书图文并茂，可操作性强，具有“全、深、准、实”4个特点。

“全”即本书所汇总的数控设备维修案例，覆盖了目前机械制造行业绝大多数数控设备、数控特种工艺设备及精密设备，而且每一个实例都针对不同的设备型号。同时，本书还总结、提炼出了具有代表性的部分数控设备系统备份、数据恢复、精度检测与补偿和改造案例。

“深”表现在每一个设备维修实例首先简述数控设备的故障现象，接着对故障进行检查与分析，最后给出了排除故障的方法。部分案例还加注了注意事项，对维修人员具有很强的指导性。整个过程由浅入深，层层递进，针对不同的故障现象有针对性地阐述了数控设备故障问题的排除方法。

“准”即针对每一个案例，本书都从故障根源出发，结合生产现场设备使用情况，广泛听取、吸收设备操作者、技术人员等多方面意见，准确把握设备故障的关键。同时，大部分案例在进行文字叙述的同时，还配置了插图，特别

是部分零件以及现场加工制造的图片，直接把问题呈现在读者眼前，使问题显性化。在维修过程中时，维修人员可与书中图片进行对比，更为准确地发现问题和解决问题。

“实”即本书所列举的案例中，都是通过生产实践验证后的维修成果。这些案例不仅可应用于设备维修和保养方面，而且为数控设备日常保养和故障的预防提供了保证，从保障数控设备正常工作的角度更好地确保加工零件的进度、效率和质量。

因此，《数控设备典型维修100例》是中航工业西航多年来数控设备维修经验的积累和智慧的体现，凝结着广大设备维修人员的心血与汗水。我衷心地希望该书的出版，能为行业内外各企业的设备维修专业人员提供有益的启示和借鉴，能为生产效率的提升做出贡献。

中航工业西航董事长



2010年10月

前 言

近几年，随着数控技术的快速发展，数控设备已成为机械制造行业的关键设备。但是，由于数控系统技术复杂、种类繁多，企业长期以来对数控设备的维修缺乏相关的知识总结和经验积累，使生产一线因数控设备故障而必须停机等待的时间不断延长，已经严重影响到各项生产任务的完成。此外，通过企业质量部门的统计分析，在造成产品质量问题的所有因素中，因设备故障造成的废品、超差品已经占到很大比例。因此，为有效提升数控设备的维修质量和效率，及时、全面地做好维修方法和经验传承共享，给企业培养更多的、更为专业的数控维修人员，更好地促进企业生产任务的完成，我们组织相关人员编写了《数控设备典型维修100例》。

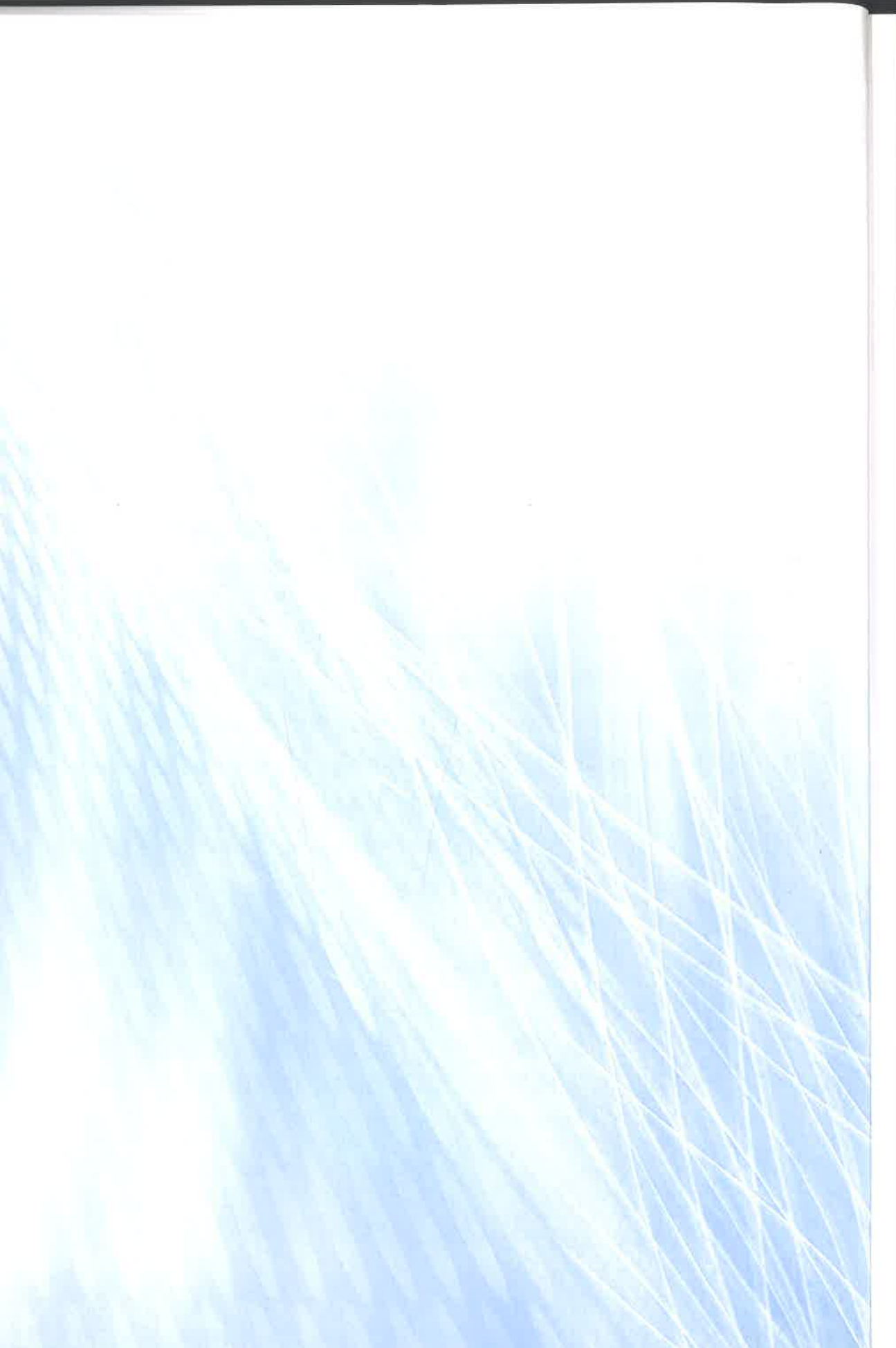
在编写过程中，我们重点把握了以下两个方面的主导思想：一是要把数控设备常见的维修方法总结汇集到书中；二是使数控设备的维修案例显性化、直观化。在这样的主导思想下，本书所有编写人员首先对中航工业西航数控设备使用情况进行了认真调研，多次召开技术研讨会进行讨论、分析、总结；同时以指导数控设备维修为出发点，认真梳理我们在维修实际中遇到的常见数控设备故障及维修方法，通过总结归纳，从中选择了100多个典型案例，从故障现象、故障检查与分析、故障排除等多个方面阐述了数控设备的维修方法。之所以采取这样的编写思路，其目的就是实战的角度帮助维修人员真正掌握维修技巧、提高维修水平。

《数控设备典型维修100例》共分4章。内容以设备维修实例为主，在此基础上适当拓宽了知识面，对系统备份、数据恢复、精度检测与补偿和数控设备改造等方面也进行了较为详细的介绍。

本书在编写过程中得到了中航工业西航设备部的张建国同志以及广大维修技术人员的大力支持，他们为本书的成稿付出了辛勤的汗水并提出了宝贵的意见，在此向他们表示衷心的感谢。另外，由于时间仓促、水平有限，文中如有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

李海宁

2010年10月



目 录

第一章 设备维修实例	1
1 数控设备	1
1.1 数控车床	1
【例 1】CKQ6110 数控车床刀架故障的修理	1
【例 2】130-CNC 数控车削中心 43# 报警的故障的修理	2
【例 3】数控车床典型刀架换刀故障的修理	4
【例 4】数控车床四方刀架常见故障的修理	5
【例 5】肖特刀架在加工时出现不能锁紧故障的修理	6
【例 6】LD-40 数控卧车液压刀架故障的应急修理	8
【例 7】130CNC 数控车削中心 8001# 报警故障的修理	10
【例 8】法国立车 TFM125N 无法传输程序故障的修理	10
【例 9】武重立车 CH5112B 主轴轴承的装配调整	11
【例 10】VL12-DCR 数控立车无法换刀故障的修理	13
【例 11】TV-1800 数控立车换刀位置错误故障的修理	14
【例 12】数控卧车 CKQ61100 液压系统故障的修理	15
【例 13】法国立车 KFM160 换刀无动作故障的修理	16
【例 14】数控卧车 CK-3B 零件加工尺寸不稳定故障的修理	18
【例 15】数控卧车 V-46 加工内孔有波纹故障的修理	19
【例 16】V-36 数控卧车主轴无换挡动作、无空挡故障的修理	20
【例 17】125-CCN 数控卧车电池报警及机床零点丢失故障的修理	20
【例 18】CKS6125A 沈阳车电动刀架不换刀故障的修理	21
【例 19】SML-20 数控车床系统“死机”故障的修理	22
【例 20】CKQ6185 数控车床 Z 轴移动时出现“监控”报警的修理	23
【例 21】T2-1000 数控卧车“PLC 停止工作”故障的修理	23

1.2 数控铣床	23
【例 22】KCM510 数控铣坐标轴无润滑故障的修理	23
【例 23】MV50 数控铣 ALM 911 报警的修理	24
【例 24】数控铣 KBA1200 零件加工尺寸不稳定故障的修理	25
【例 25】XK5032A 数控立式铣床 Z 轴误差过大故障的修理	27
【例 26】XKF-718 数控仿型铣 Y 轴抖动故障的修理	27
【例 27】XK5032A 数控立铣运行中出现 ALM414、ALM411 报警的修理	27
【例 28】XK5032A 数控立铣 Z 轴无法回零故障的修理	28
【例 29】VC4 数控铣液压故障的修理	28
【例 30】FP3A 数控铣坐标移动引起主轴空挡故障的修理	29
【例 31】CR15V4 的 B 盘放松锁紧机构故障的修理	30
【例 32】CR15V4 的 B 盘气液增压泵故障的修理	31
【例 33】XK716 数控铣床无“在线加工”功能故障的修理	34
1.3 数控磨床	35
【例 34】数控平磨 PLANOMAT MC 408 砂轮转速不正常故障的修理	35
【例 35】数控平磨 PLANOMAT MC 616 主轴不转故障的修理	35
【例 36】数控平磨 PLANOMAT MC408 修整器故障的修理	36
【例 37】MGC210 数控立磨过滤纸误动作故障的修理	36
【例 38】数控坐标磨 MK2945C 加工孔位置度差的故障的修理	36
【例 39】数控成形磨 PLANOMAT MC607 砂轮自动平衡器故障的修理	43
【例 40】数控立磨 MGC210 C 轴没有松开故障的修理	44
【例 41】数控立磨 MGC210 B 轴或主轴冷却报警故障的修理	45
【例 42】数控平磨 PL616 系统主板故障的修理	45
【例 43】数控刀具磨床 HPP 报警故障维修总结	46
【例 44】数控磨齿机 S375G 300101# 报警的修理	46
【例 45】数控成形磨 PROFOMAT MC407 600102# 报警故障的修理	48
【例 46】双头数控磨床 MKLD7140 磨头限位报警故障的修理	49
【例 47】数控磨 MC607 C 轴轮廓监控报警故障的修理	50

【例 48】 缓进磨床 WE-06 直线坐标传动比的测量和计算	51
1.4 数控加工中心	52
【例 49】 N40 MC*4500 车铣加工中心 B 轴故障的修理	52
【例 50】 THM5660 数控加工中心 X 轴异响与振动故障的修理	53
【例 51】 FTV-1063 数控加工中心 Z 轴过热报警的修理	53
【例 52】 UCP-1000 数控加工中心 X 轴报警的修理	54
【例 53】 W428 五轴加工中心 FANUC 系统串行伺服总线故障的修理	54
【例 54】 THK46100 数控卧式加工中心主轴精度超差的修理	56
【例 55】 THM5660 加工中心加工圆盘时出现凸台故障的修理	59
【例 56】 瑞士 43CNC 加工中心 Z 轴下滑故障的修理	60
【例 57】 2033VMC 数控加工中心加工零件尺寸超差故障的修理	61
【例 58】 THK46100 数控加工中心旋转工作台 (B 盘) 故障的修理	61
【例 59】 U3 数控加工中心液压系统掉压故障的修理	62
【例 60】 H5-800 数控加工中心立卧转换位置偏差故障的修理	63
【例 61】 MV50 数控加工中心刀库乱刀的修理	64
【例 62】 BK3 数控加工中心系统启动故障的修理	65
【例 63】 BK3 数控加工中心刀库换刀故障的修理	66
【例 64】 SAJO12000 加工中心 B 盘转动时异响故障的修理	66
【例 65】 W428 五坐标数控加工中心 C 轴定位方式错误的修理	68
【例 66】 AG-106 数控加工中心不能回零故障的修理	69
【例 67】 囊式蓄能器在机床液压配重中的应用	70
2 数控特种工艺设备	73
2.1 探伤机设备	73
【例 68】 超声水浸探伤机 NIPSCAN 转台精度故障的修理	73
【例 69】 蜂窝探伤机无检测信号故障的修理	74
【例 70】 探伤机 LS-200 转台传动机构 (谐波齿轮减速机构) 故障的修理	75
附: 谐波齿轮减速机构介绍	79

2.2 等离子喷涂设备	80
【例 71】 等离子喷涂设备 PT-A3000S “烧喷嘴”故障的修理	80
【例 72】 PT-A3000 等离子喷涂载气报警故障的修理	83
【例 73】 等离子喷涂 Unicoat 机械手 38031# 报警故障的修理	83
【例 74】 GTV 等离子喷涂送粉器故障的修理	85
2.3 数控喷丸机	86
【例 75】 数控喷丸机探头报警故障的修理	88
【例 76】 数控喷丸机送丸系统故障的修理	89
2.4 激光设备	90
【例 77】 激光打孔机 JK700 激光器输出能量不足故障的修理	93
【例 78】 LASERDYNA780 激光打孔机 207# 报警故障的修理	93
【例 79】 LASERDYNA780 激光打孔机激光功率部分故障的修理	94
2.5 真空电子束焊机设备	95
【例 80】 CVE 真空电子束焊无栅极电压故障的修理	97
【例 81】 CVE 真空电子束焊无法加高压故障的修理	98
【例 82】 IGM 真空电子束焊翻转阀故障故障的修理	98
【例 83】 ES700 真空电子束焊机 Y 轴电机过流报警的修理	98
【例 84】 IGM 真空电子束焊 F45# 报警故障的修理	99
【例 85】 IGM 真空电子束焊 F7# 报警故障的修理	100
【例 86】 真空电子束焊机抽真空系统机械泵的修理	100
【例 87】 KS55-G150 真空电子束焊高真空抽速慢故障的修理	102
【例 88】 KS55-G150KM 真空电子束焊束斑变形故障的修理	103
2.6 数控高速拉床设备	103
【例 89】 SRHE 22/6000 高速卧式拉床分度圆盘回原点位置有偏差故障的修理	103
3 精密设备	105
【例 90】 395M 光学曲线磨床投影屏视场黑暗故障的修理	105
【例 91】 M9015 光学曲线磨床主轴滑板导轨间隙大故障修理	106
【例 92】 Y7520W 螺纹磨手柄失控故障的修理	106

【例 93】 DIXI-75 卧式光学坐标镗床回转工作台分度故障的修理	107
4 其他类设备	108
4.1 数控电加工设备维修实例	108
【例 94】 DK7632 数控线切割加工效率低故障的修理	108
【例 95】 数控电火花 SE2 出现 E009# 回退过长报警的修理	109
【例 96】 数控电火花 Y 轴步进伺服驱动故障的修理	109
【例 97】 E46P 数控电火花放电加工时直接回退故障的修理	111
【例 98】 ZT-010B 数控电火花 S 轴传动故障的修理	112
4.2 平衡机维修实例	112
【例 99】 平衡机控制通气阀门线圈烧毁的处理	112
【例 100】 HK3UB 平衡机转速显示不稳定	113
【例 101】 HK40UB 平衡机量值显示不稳	113
第二章 系统备份与数据恢复	115
【例 1】 SINUMERIK 840D 数控系统数据备份与恢复	115
【例 2】 FANUC 0i 数控系统数据备份及恢复方法	121
【例 3】 1433/8558 数控喷丸机数据备份及恢复方法	129
【例 4】 GTV-MF-P 等离子喷涂设备数据备份与恢复方法	132
【例 5】 西门子 S7-300 PLC 用户程序的上传与下载	137
【例 6】 SHRE-MK II 高速卧式拉床数据备份与恢复方法	141
【例 7】 SRHE 22/6000 卧式高速拉床数据备份与恢复	142
【例 8】 UniCoat 等离子喷涂设备数据备份与恢复	147
【例 9】 RD1A 数控电火花数据的备份方法	154
第三章 数控系统精度检测与补偿	158
【例 1】 数控系统螺距误差补偿方法汇总	158
【例 2】 加工中心主轴偏转坐标定位精度的修正	164
【例 3】 VMC-1250 立式数控加工中心位置精度超差故障的修理	166
【例 4】 双导程蜗轮蜗杆测绘与计算	170

第四章 数控设备改造实例	175
1.1 简介	175
1.2 改造实例	175
【例 1】 P250H 数控滚齿机电气系统改造	175
【例 2】 双过程数控系统在数控机床改造中的应用	178
【例 3】 NUM 数控系统在公司专用机床数控化改造中的应用	180
【例 4】 卧式高速拉床技术改造	189
【例 5】 液压仿型双面车数控技术改造	195

第一章 设备维修实例

1 数控设备

1.1 数控车床

【例 1】CKQ6110 数控车床刀架故障的修理

故障现象：CKQ6110 是上海重型机械厂有限公司生产的数控卧式车床，车床刀架不能正常执行换刀动作。

故障检查与分析：CKQ6110 数控卧式车床采用的是西门子 810D 数控系统和进口的四工位立式自动回转刀架。当执行手动换刀时，刀架不动作，电机温升很快；此时如果用手触压一下锁紧到位开关，刀架抬起并不停转动，再压下手动换刀操作键，刀架可定位锁紧。

(1) 检查四工位的刀位信号的输入情况（如图 1 所示）

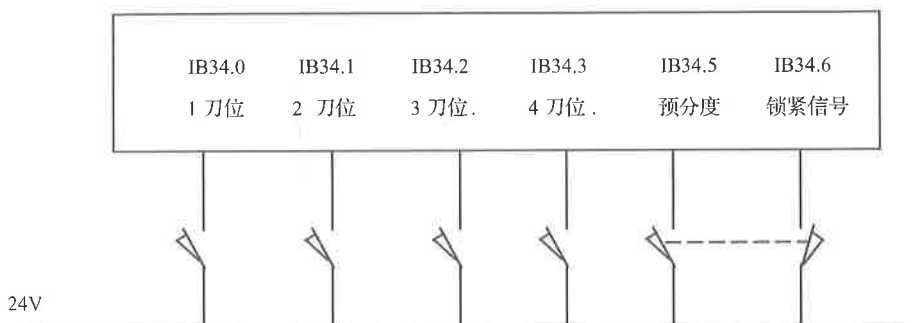


图 1

该刀架刀位的检测是通过一滑动触头与四个固定触片的分别触碰来实现的。当触头与刀位 1 的固定触片接触时，1 号刀位接通 24V 电源，使 PLC 的 I/O 接口的 I34.0 为“1”。同理，其他刀位与触头接通时 PLC I/O 对应的输入信号均为“1”。在 NC 系统的诊断菜单下，打开 PLC 状态页面，输入“IB34”后即可显示 IB34 的 6 个输入信号的状态。IB34.0，IB34.1，IB34.2，IB34.3 为四个刀位信号，手动转动触头，可以看到四个刀位信号依次为 1 的变化。由此可见，四个刀位输入信号正常。

(2) 检查锁紧信号情况

刀架的锁紧检测元件采用的是微动开关，其工作原理是：当刀架到位锁紧时，其输入信号为“1”，当刀架在抬起换刀时其输入信号为“0”。同样，通过 PLC 状态表可以看到 I34.6 输入变化正常。

(3) 观察输出信号是否正常

刀架的输出接口信号与电气原理如图2、图3所示。在PLC状态表里，输入“QB43”，可以显示QB43字节的输出状态，当刀架不换刀时“QB43=00000001”，即制动磁铁动作，刀架锁死，当刀架执行换刀时“QB43=00000100”，电机应该正转——刀架抬升并转动到指定刀位，但实际上刀架没有动作。检查KM600交流接触器的吸合情况正常，测量电机三相电压正常，触摸电机外壳很快发热，将电机脱开，手动盘刀架转动正常。送电再次执行换刀，发现电机正转方向与刀架的正转方向相反。所以在换刀时，电机一开始先执行刀架反转，由于刀架最初是锁死的无法反转，电机很快发热，如果接下来再压下锁紧开关，电机反转而使刀架正转——刀架抬升并不停转动，如果再压下换刀按钮，刀架又反转执行定位锁死，正如前面所述。

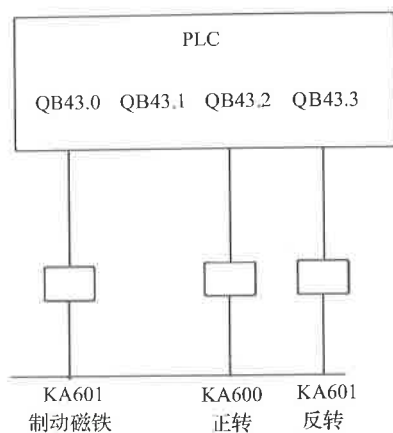


图2

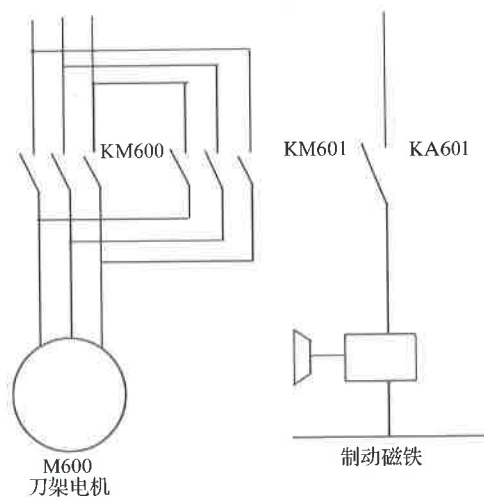


图3

故障排除：查找电机反转原因，原来电机前期因线圈绕组短路送去修理过，有可能在重新绕制线圈时改变了相序。将外部接线进行调整后刀架换刀正常。

【例2】130-CNC数控车削中心43#报警的故障的修理

故障现象：机床送电后，出现报警43#：“PLC-CPU NOT READY FOR OPERATE”（PLC-CPU未准备好），此报警出现时机床操作面板不起作用。

故障检查与分析：该机床使用的数控系统是西门子840C，根据报警号查看诊断手册，解释出现此故障的原因为：

- ① PLC或PLC数据接口存在硬件或者软件错误；
- ② PLC数据错误或者没有一致的用户数据；
- ③ PLC程序错误；
- ④ 译码选择错误。

西门子 840C 控制系统使用的 PLC 是 S5，检查 DMP(分散式机床外设)模块，发现供电的 DC24V 电源损坏，更换 DC24V 电源后重新开机，报警依然存在；进一步检查，未发现其他硬件故障，机床操作面板、控制面板各按键均不起作用，怀疑是由于 NCK 中的 PLC 程序或数据丢失引起的，因此需要对系统的 PLC 数据和程序进行重装。

故障排除：

数据重装过程如下：

(1) 对 PLC 数据进行总清、总复位。

首先进入系统主操作页面(见图 1)，然后按 DIAGNOSIS 并依次选择 START UP → GENERAL RESET MODE(见图 2)，然后依次选择 PLC GENERAL RESET → FORMAT NCK AWS → DRIVE GENERAL RESET → END OF GENERAL RESET MODE，完成。

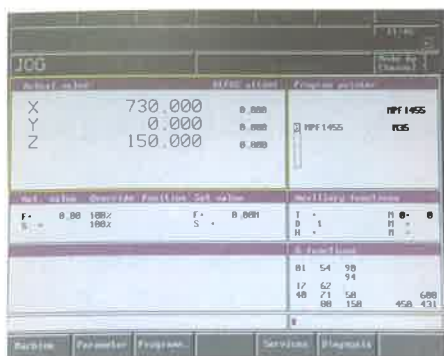


图 1

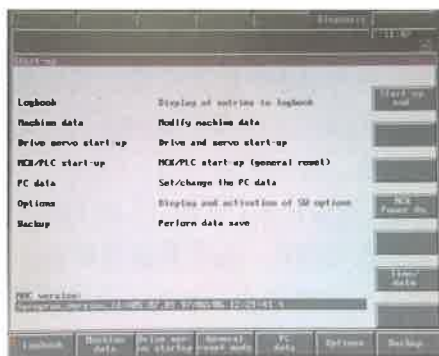


图 2

(2) 对 PLC 数据重新装载。

在 DIAGNOSIS 下依次选择 START UP → MACHINE DATA → FILE FUNCTION(见图 3) → 选择备份在 840C 系统硬盘中的数据文件 → LOAD START。

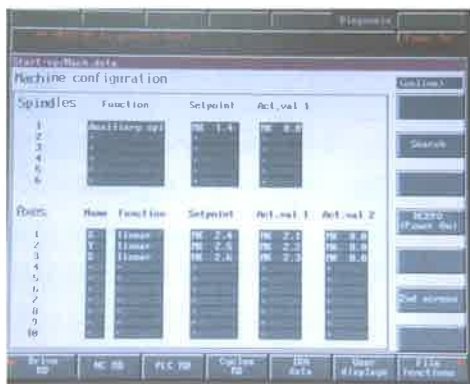


图 3

(3) 这时会出现“数据正在装载”的提示，待数据完成后试车，报警消失。

【例3】数控车床典型刀架换刀故障的修理

故障1 故障现象：机床刀架换刀后，刀架不正。

故障检查与分析：刀架抬刀、换刀正常，下降锁紧时，位置不正，极有可能是定位销失效。用手扳动刀架，能晃动，拆开刀架，发现果然是定位销断裂。重新更换装配，故障排除。

故障2 故障现象：刀架找不到4号刀位。

故障检查与分析：该刀架在换4号刀时旋转不停，其他刀位正常，很有可能是4号刀位检测开关有问题。查看PLC状态，对应输入点在刀架转过时无状态变化，用万用表测量，霍尔元件工作电压正常，但输出电压无变化。证实是检测开关故障，将相应霍尔元件拆下更换，故障排除。

故障3 故障现象：V800车床刀架不能换刀。

故障检查与分析：检查发现，刀架抬起后转不够一个刀位就开始下降。拆开刀架观察，发现感应块和霍尔元件根本对应不上，元件感应不出信号。调整发信盘位置将它加高，使之能对上感应块，故障排除。

故障4 故障现象：肖特(SAUTER)刀架锁不紧。

故障检查与分析：通过对该刀架换刀过程分析知道，刀架要锁紧，需要两个条件，即：①上下刀体鼠牙齿啮合；②电机抱闸锁紧。后经检查，抱闸的刹车片太光滑，摩擦力不够，导致刀架锁不死，对抱闸部分进行吹砂处理，使其摩擦力增大，机床修复。

数控车床典型刀架结构原理

数控车床刀架按照外形分类，有四方刀架、圆刀台等，它是最简单的自动换刀装置，按照驱动方式可以分为电动刀架、液压刀架等。部分车削中心的圆形刀台结构更为复杂，它的某些刀位要与动力电机连接后才能作为动力头旋转，完成铣削等工作。下面简单介绍典型数控车床刀架的换刀原理。

① AKANG台湾数控卧车，采用液压驱动、电气控制的超精密自动四工位刀塔，具备就近找刀功能。机床采用FANUC0操作系统，换刀过程：从NC输入M06T**，这个信号对应F153进入PMC，将此信号用MOVE指令送入D453数据存储器中。用ROT指令计算目标位置与当前位置差值，正转还是反转，用COIN指令不断比较当前刀号与D453目标刀号是否一致，如不一致，就继续抬刀、旋转、换下一个刀位；如果一致，结束换刀，刀架下降、锁紧。

用三个接近开关LS5、LS6、LS7组合判别当前刀号，编为BCD码存入D450。刀台松开通过油缸推动齿条，齿条带动鼠牙齿盘脱离啮合，刀架体抬起；油缸退回，刀架体落下，与鼠牙齿盘啮合、锁紧。

②德国SAUTER刀架，该刀架属电动刀架，其电机与刀架融为一体，区别于国产刀架电机在刀架旁边的布置形式。这样可靠性更高，换刀更快。结构如图1所示。

它的换刀过程是这样的：

预分度销子在电磁线圈（见图2）作用下拨开，电机正转，上刀体与下刀体的齿脱开，电机继续正转找寻所需新刀，由接近开关决定刀位，当找到所要刀位，预分度销子在电磁线

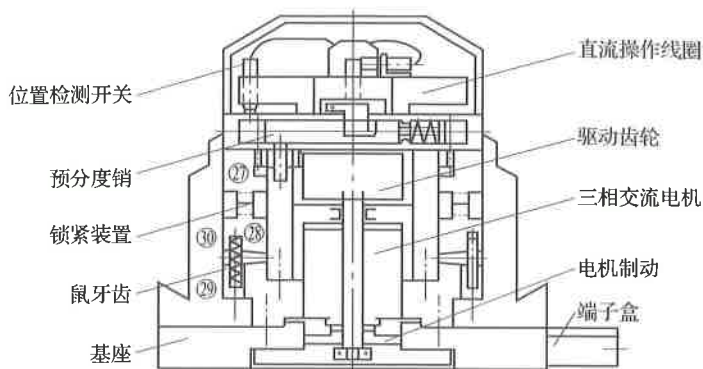


图 1

圈作用下插入，电机反转锁紧，上下刀体鼠牙齿啮合，电机停止转动。电机制动抱闸线圈得电，锁死电机。预分度销的电磁线圈断电，指示块浮起，锁紧开关得电，表示刀架锁紧。

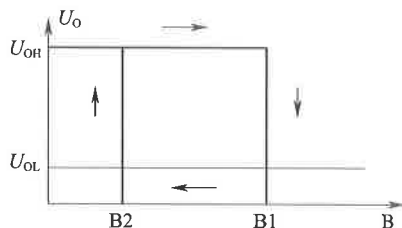


图 2

【例 4】数控车床四方刀架常见故障的修理

故障现象：

- ①电机转不动或上刀台不转动。
- ②上刀台连续转动不停止或程序所给定刀号找不到。
- ③刀台锁不紧或电机转动刀台没有动作。
- ④刀台换刀位时不到位或过冲太大。
- ⑤工件加工表面出现波纹。

故障分析与检查：数控车床常见的四方刀台（例如：型号 LDB4），典型结构如图 1 所示。

该刀架具有 4 个工位，转位信号由加工程序指定。当换刀指令发出后，电动机 1 正转，通过联轴器 2 带动蜗杆轴 3 转动，从而带动蜗轮丝杠 4（蜗轮与丝杠是整体结构，在蜗轮的上部外圆柱加工有外螺纹，所以该零件称为蜗轮丝杠）旋转，蜗轮转动时丝杠一起转动。上刀台 7 内孔加工有内螺纹，与蜗轮丝杠 4 的丝杠旋合，蜗轮丝杠 4 内孔与刀台中

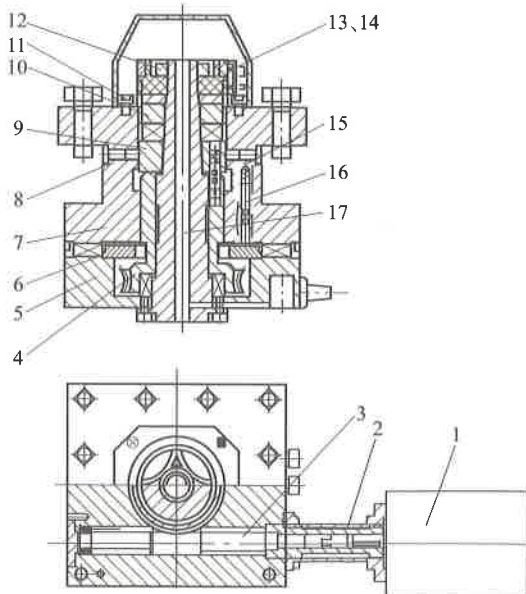


图 1

- 1—电动机；2—联轴器；3—蜗杆轴；4—蜗轮丝杠；5—刀台底座；
- 6—粗定位盘；7—上刀台；8—球头销；9—转位套；10—电刷座；
- 11—发信体；12—螺母；13、14—电刷；15—销轴；
- 16—粗定位销；17—中心轴

心轴 17 属于间隙配合，在刀台旋转时，中心轴 17 固定不动，蜗轮丝杠 4 环绕中心轴旋转。当蜗轮旋转时，由于刀台底座 5 和上刀台 7 的端面齿处于啮合状态，并且蜗轮丝杠的轴向处于固定状态，这时上刀台 7 抬起，当上刀台抬至一定距离，端面齿脱开。转位套 9 用销钉 15 与蜗轮丝杠连接，随蜗轮丝杠一起转动，当端面齿完全脱开，转位套 9 正好旋转 160° ，球头销 8 在弹簧力的作用下进入转位套 9 的槽中，带动上刀台 7 旋转。上刀台旋转时带动（电刷座 10）霍尔元件一起转动，当转到程序指定的刀号时，粗定位销 16 在弹簧力的作用下进入粗定位盘 6 的槽中进行粗定位，同时感应开关反馈给系统信号（电刷 13 接触导体），使电动机反转，由于粗定位销 16 已经进入定位槽中，限制了位置，上刀台 7 不能转动，使其在该位置垂直落下，上刀台和刀台底座的端面齿啮合，实现精定位。电动机继续反转，此时蜗轮停止转动，蜗杆继续旋转，随夹紧力的增大转矩不断加大，达到一定值时，在感应开关和电机反转时间的控制下，上刀台达到夹紧状态。从工作原理对以上故障现象分析，可从以下几方面着手：

分析一：刀架电机三相电源线相序接反或者是电压偏低所导致。

分析二：霍尔元件电源故障、霍尔元件某刀位信号线接触不良、感应开关与磁钢接触不好、磁钢磁极装反。

分析三：端面轴承锈蚀使上刀台转动不灵活、电机与蜗杆连接的联轴器坏或平键已经磨损、刀架电机反转时间不够，刀架电机正反转接触器的接线接触不良及接触器的触点磨损不能正常使用。

分析四：磁钢在圆周方向相对霍尔元件太前或太后、蜗杆两端的支撑轴承锈死或磨损严重、机床动作控制程序中，刀架电机正转停止和反转开始之间，插入时间较长，机械检查定位销是否断裂或弹簧力没有达到要求。

分析五：刀架没有充分锁紧、整个刀体松动，车刀刀杆太细。

故障排除：

①切断电源，调整电机相序。

②去掉刀架上端盖，检查霍尔元件的接线是否有松动、短路或开路现象；霍尔元件电压是否正常；调整磁钢磁极方向；调整霍尔元件与磁钢的位置；检查霍尔元件的方法是用万用表测量信号线的电压，所指定刀位的电压应为 $0V$ ，其余 3 个刀位的电压为直流 $24V$ 。

③重设刀架反转锁紧时间；将电机拆掉检查电机与蜗杆连接的联轴器，如果损坏或磨损，将其更换或进行配修；更换端面轴承。

④调整磁钢在圆周方向相对霍尔元件的位置；修改程序、更换轴承，删除在刀架电机正转停止和刀架电机反转开始之间的延时。机械更换定位销或弹簧。

⑤蜗轮两端的支撑轴承转动不灵活导致刀架没有完全锁紧，更换轴承适当调整刀架锁紧时间；由于刀杆太细、伸出较长，振刀严重，更换车刀刀杆。

【例 5】肖特刀架在加工时出现不能锁紧故障的修理

故障现象：肖特刀架在加工时出现不能锁紧的故障

故障检查与分析：肖特 (SAUTER) 电动刀架，其结构与工作原理为：换刀最基本的动作为

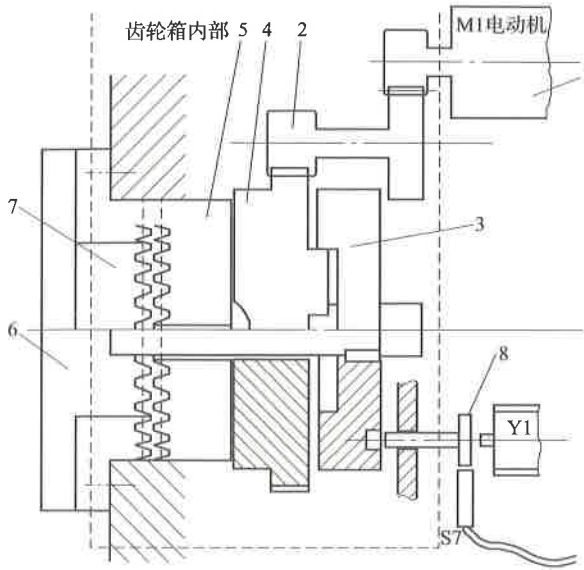


图 1

1—电动机，2—齿轮，3—定位盘，4—齿盘，5—鼠牙盘，6—刀盘，7—鼠牙盘，8—销子

脱齿（放松）—分度—合齿定位（夹紧）。图1为电动刀架的结构简图，整个换刀过程为：电动机 M1 正转带动齿轮 2 转动，齿轮 2 带动齿盘 4 转动，齿盘 4 转动过程中带动定位盘 3 转动，同时齿盘 4 带动鼠牙盘 5 转动右移，完成放松动作，电动机继续转动通过中心轴带动鼠牙盘 7 转动，刀盘 6 在鼠牙盘 7 的带动下转动，当编码器发出到位信号，在电磁铁 Y1 的作用下使销子 8 左移，这时检测开关 S7 发出销子定位信号，电动机 M1 开始反转，带动齿轮 2 反向转动，齿轮 2 带动齿盘 4 反转，此时定位盘固定，齿盘 4 推动鼠牙盘 5 左移，与定鼠牙盘啮合完成换刀动作。

根据其机械结构及电路控制原理，引起 SAUTER 刀架偶尔锁不紧或刀塔分度不到位的主要原因有：

① 编码器信号不稳定：刀塔分度是由编码器控制，编码器损坏或编码器线接触不良，信号时有时无，使编码器信号接收不准确；

② 控制电路中的接触器故障造成；

③ 电机反转时间过长或过短；

④ 刀塔卡销（即定位销）弹不出。

故障排除：

① 检查编码器位置，在 1 号刀锁紧状态下检查编码器指示灯是否亮，不亮时微调编码器角度直到灯亮。无灯的编码器，则调出 PLC 状态指示，看信号标识，在信号保持的前提下旋转编码器并记录所转角度。将编码器调整至旋转区域的中间位置，编码器的线接触不良会造成在刀塔的旋转过程中使信号的数据读出发生了误码，从而造成了刀塔分度不到位或者找不到刀号，检查编码器的接线是否接触不良，应紧固接线柱或更换编码器到检测板的线。

② 检查控制电路中的接触器。驱动电机的正反转由接触器控制，理论要求电机正反转接触器的延时为 40ms(max)，若电机的接触器触点松动打火，就会造成接触器的吸合延时，

这样，将造成刀架定位精度不准确，以致刀架在受到外力作用下就会转动，此时应更换接触器。

③电机反转过多或过少，可以调整机床 PLC 的刀架正反转的延时参数。

④刀架卡销（即定位销）弹不出。是芯轴中心线与定位销中心线不平行造成，重新校正芯轴即可。最后对机械部件进行排查，手动对刀架进行锁紧，如果能锁紧则证明刀架机械部件正常。

注意事项：

①通过手动方式把刀盘锁紧（锁紧位置任意，如：锁在 1 号刀位），并使定位销处于打入定位孔的状态。可以拆下定位销后面的电磁铁，然后摘除定位销上的弹簧，即可使定位销一直处于打入状态。另外如果现场有加工条件的话，可以加工一根定位销（尺寸取定位销实测直径，公差按 h7 加工，配合处的长度约为 40mm，定位销总长度不少于 120mm，后端加工成四方形状，便于旋转）替换原刀塔上的定位销，因为其端部有一段直径偏小。

②刀盘拆掉后，注意紧固螺钉不用全部松掉，只松开四、五圈，然后用橡胶锤或铜棒轻轻敲击凸台端部的螺帽，也可以用内六角扳手晃动此螺帽，以卸掉芯轴因两轴线不平行造成的扭矩。

【例 6】LD-40 数控卧车液压刀架故障的应急修理

故障现象：数控卧车 LD-40 因刀架发生碰撞，导致刀架大量漏油、无法转动。

故障检查与分析：该刀架为液压刀架，型号：HP-250，其正常换刀动作为：升降缸下腔进油，刀台上升，进给油缸进油，刀台转动，到位后升降缸上腔进油，刀台下降锁死。液压动作原理如图 1 所示。

检查刀架部分的液压管路，无泄漏。分解刀架上半部分，发现控制刀架升降动作的液压油缸外壁有明显裂纹，确定了漏油根源；继续分解刀架下半部分，将刀架底部盖板打开，发现用于定位刀架的固定齿块和带动刀架转向的排齿条（如图 2 中元件 07 所示）已严重变形，齿轮被卡死不能旋转，致使换刀动作无法继续。刀架内部其余各部件检查均正常。刀架结构见图 2。

故障排除：

①升降液压缸缸体是铸铁材料，裂纹不宜补焊处理；刀架整体更换，费用高、周期长（5~6 个月的订货期）；采用镗缸、镶套的修理工艺对缸体裂纹进行修理。镶套厚度为 3mm，精镗内孔，内孔尺寸与活塞滑动配合，可达到封油的目的。镶套情况如图 3 所示，黑色区域为镶套区域。

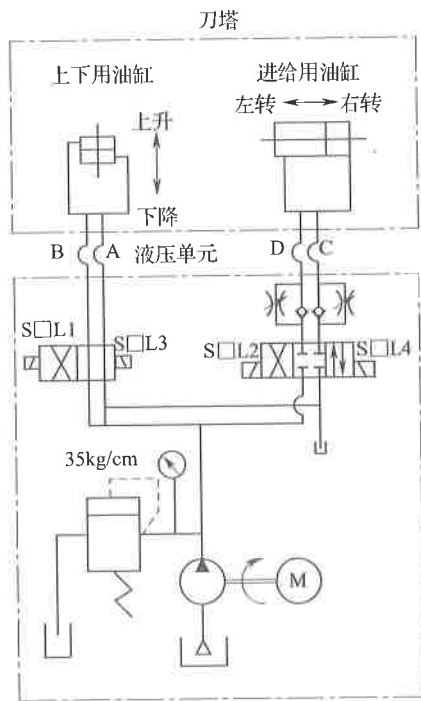


图 1

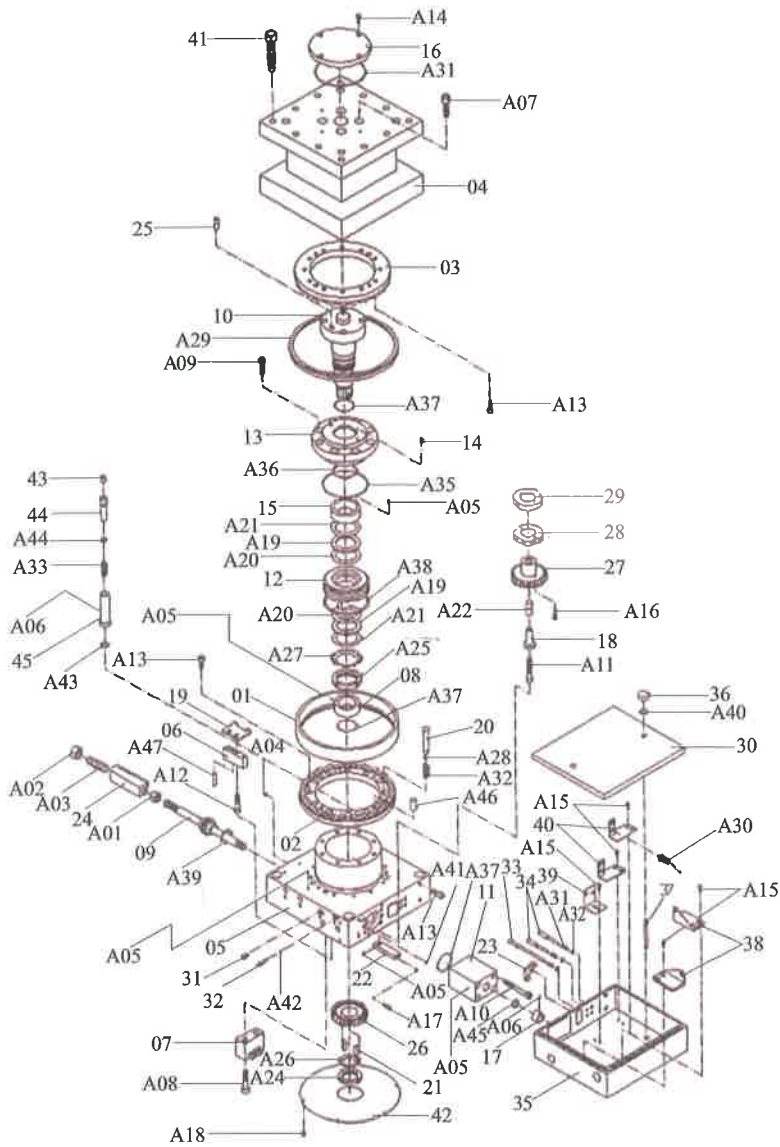


图 2

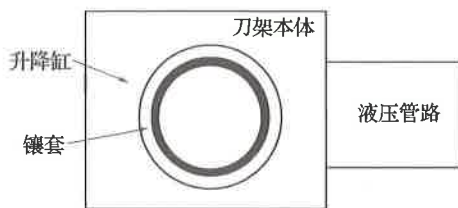


图 3

②更换固定齿块和排齿条，调整齿块和齿条位置以达到转位准确。
故障排除后刀架转位恢复正常，半年后再次复查，运行状态良好。

【例 7】130CNC 数控车削中心 8001# 报警故障的修理

故障现象：130CNC 是瑞士肖伯林公司生产的数控车削中心，数控系统采用西门子 840C，可用于车削和铣削加工。机床送电后系统正常启动，显示器上显示已进入主操作页面，观察 MMC 板七段显示数码管显示“7”。操作工踩脚踏开关装夹零件时，主轴液压卡盘可正常向内夹紧零件，但在显示器上出现报警 ALM8001：“workpiece not clamped”，提示工件未夹紧，反复操作几次，报警仍存在，在这种情况下，系统 PLC 不输出主轴控制使能信号，导致主轴无法旋转。

故障检查与分析：针对上述故障，首先判断可能是外围输入信号的问题，根据机床电气图检查了 PLC 输入信号状态，信号状态可以从西门子 I/O 模块上看到，其中主要观察下面几个信号：

主轴卡爪夹紧 / 松开脚踏开关：	E6.7
卡爪向内夹紧的检测开关：	E6.6
卡爪向外松开的检测开关：	E6.5

首先测试上述几个信号的工作状态，脚踩脚踏开关给出“卡爪夹紧”指令，这时 E6.7 由“0”变为“1”，随之 E6.6 由“0”变为“1”，同时 E6.5 也由“1”变为“0”，然后再次踩脚踏开关给出“卡爪松开”指令，这时 E6.7 再次由“0”变为“1”，随之 E6.5 由“0”变为“1”，同时 E6.6 也随由“1”变为“0”，通过上述动作测试说明：主轴卡爪部分控制回路、执行回路均正常。

通过进一步仔细对比另一台同型号机床的全部输入、输出信号，发现在操作主轴卡爪向内夹紧时 PLC 输入信号均一致，输出信号只有 A0.2 不一致，查看电气图得知：A0.2 为工件向内夹紧状态指示，由面板上按钮 E0.2 控制。根据原理图仔细检查终于发现：与操作面板上的一个钥匙选择开关有关，将开关转到操作模式后按压此输入按钮，E0.2 由“0”变为“1”后，输出信号 A0.2 立即由“0”变为“1”，这样问题就应刃而解了。

故障排除：在操作面板上用此钥匙开关选择操作模式，再按下 E0.2 按钮，输出信号 A0.2 状态由“0”变为“1”，说明工件向内夹紧状态已经选中，再踩下主轴卡盘夹紧 / 松开脚踏开关，给出“主轴卡盘夹紧”指令，主轴卡爪遂向内夹紧，8001 号报警消失，主轴功能恢复正常。

【例 8】法国立车 TFM125N 无法传输程序故障的修理

故障现象：TFM125N 是由法国进口的一台数控立车，采用 SINUMERIK 810-T 系统控制。近期出现机床无法传输程序，机床开机后出现 43# 报警“PLC-CPU NOT READY FOR OPERATE”（PLC-CPU 未准备好）。

故障检查与分析：据操作工反映：每次传程序前必须先删掉系统里所存的一个程序才能传进去一个新程序，而机床内部所存的零件程序都是近期内加工要用的程序，这样每次传程序时操作工要做重复的删、传工作，极大地影响了工作效率。当时第一判断：可能是因系统版本低、存储空间小所致。后向操作工了解情况：此类故障原来没发现（原来批量生产，加工程序少），是最近几个月发现的。通过对零件程序的查看、分析，确定不是存储器容量的问题，

而是零件程序存储个数的限制。因为由相同系统控制的其他立车并没有这种现象。查看系统资料：西门子 810-T 系统对每一个加工程序号，系统开销 10 字节用于管理。系统可处理的程序和子程序可达 10000 个。但是，通常留驻于存储器的程序远小于此数（最大为 200），以使一个有效的存储器不得不保持空。为了防止这一点，本参数设置应与实际预期的零件程序数相匹配。

故障排除：查找西门子 810-T 安装说明书，找到 NC 机床数据，其中参数 MD 8 为加工程序最大个数的设置，允许值 0~200，默认值 50，查看机床实际值为默认值 50，将此数值 50 改为 200，生效后故障即排除。

参数修改过程如下：

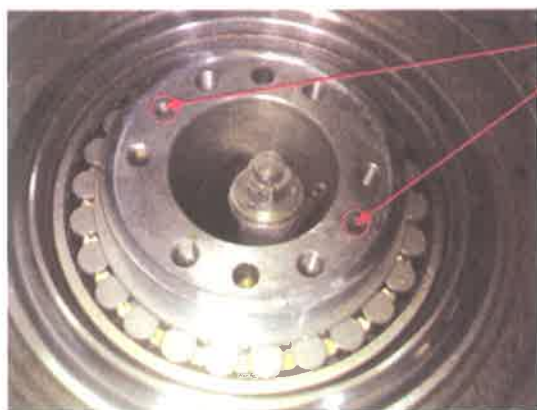
- ① “眼睛”键—密码—诊断—扩展—机床数据—将 MD 8 数值改为 200—返回；
- ② 注意：本参数值修改后，必须按“FORMAT USER MEM.”（用户存储区格式化）及“CLEAR PARTPR”（清除零件存储区）软键后才生效。

【例 9】武重立车 CH5112B 主轴轴承的装配调整

武重立车 CH5112B 主轴轴承为双列向心短圆柱滚子轴承。轴承内径为 $\phi 180\text{mm}$ ，轴承内环内锥为 1:12，该主轴轴承型号为 3182136，拆卸及装配时需注意以下事项。

(1) 轴承内环的拆卸

当主轴齿圈拆卸后，仅剩轴承时（如图 1 所示），因该轴承内环与芯轴属于过盈配合，过盈量大不易拆卸。正确拆卸方法应为：将图 1 红圈所示的两个堵头拆除（螺纹是 $M10 \times 1$ ），一端接上图 1 右图所示的手动加油泵，先加油将缝隙中空气挤出，然后用堵头封住另一个螺纹孔，继续用手动泵加油加压使轴承内环涨大，压力大约升至 $150\text{bar}^{\text{①}}$ ，轴承内环自动脱开，即可用手将内环轻推出。



两个螺纹孔中 ($M10 \times 1$)，一个加装堵头，一个外接油管



手动加油泵（泵耐压 31.5MPa ，定制油管耐压 20MPa ）

图 1

(2) 轴承预紧及调整垫尺寸的确定

该轴承为双列向心短圆柱滚子轴承，轴承内径为 $\phi 180\text{mm}$ ，轴承内环内锥为 1:12，该精

① $1\text{bar}=0.1\text{MPa}$ 。

度等级的轴承径向游隙在 0.035~0.075mm 范围内，轴承的预紧就是要通过改变轴向位移来消除该间隙。计算方法可参照如下经验公式：

$$\text{实际轴向移动尺寸} = 0.8 \times 12 \times \text{轴承的实际径向游隙}$$

↓
↓

经验系数 锥度比

当轴承径向游隙在 0.035~0.075mm 范围时，对比调整时轴向需移动尺寸：

当径向游隙为 0.035mm 时，轴向需调整距离约为 0.35mm ；

当径向游隙为 0.075mm 时，轴向需调整距离约为 0.75mm。

故而可看到，即使轴承属同一精度等级，但在预紧时，因轴承径向游隙的个体差异导致调整垫尺寸有较大差异。理论上，每次更换轴承都应该测量计算调整垫尺寸。

主轴轴承装配图可简化示意如图 2 所示。

若新轴承径向游隙已知，可按上述方法计算；若未告知径向游隙，可借鉴下述方法计算调整垫尺寸：

①先将轴承轻轻装在芯轴上，用垫块将轴承外环支撑住。

②从轴承上端给调整垫 3 施加预紧力，边压紧边晃动轴承滚柱，当轴承滚柱晃动时开始有阻力，停止加压，此时轴承外环 6 已与轴承内环 5 及滚动体涨紧在一起（此时外环已无法用手取下）。

③用块规测量轴承下端面与芯轴基面之间的尺寸（如图 2 所示：相当于调整垫 7 的位置）。

④将上述测量尺寸再减去 0.1~0.2mm（因为测量时给定预紧力不够；新轴承也有个磨合过程），得到下调整垫尺寸（要求调整垫两端面平行度误差控制在 0.02mm 以内）。

⑤通过对比下垫尺寸变化，来相应改变上垫尺寸（下垫若加厚，则上垫相应减薄，尺寸量可对等，反之亦然）；或者用卡尺测量轴承内环上端面距芯轴端面的尺寸，调整垫尺寸即为该距离，调整垫两端面平行度误差控制在 0.02mm 以内。

(3) 试车

当主轴轴承装配后（如图 3 所示），接上润滑油管，工作台台面可先不安装，让主轴由低速开始空转 10min；观察，测轴承温升，正常后继续提高转速空转（50r/min 空转 10min）；继续观察，测轴承温升，正常后继续提高转速空转（100r/min 空转 20min）；观察，测轴承温升，一切正常后继续回装工作台台面。

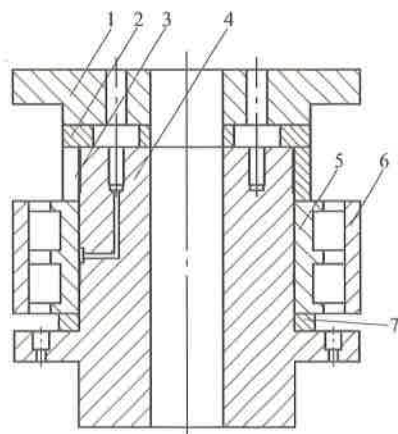


图 2

- 1—压板；2—轴承压紧垫，3—轴承调整垫（上垫），
4—立车芯轴，5—轴承内环，6—轴承外环，
7—轴承调整垫（下垫）



图 3

经过调整，车端面及内孔光度明显变好，能够满足零件工艺要求。车削零件效果见图 4。



图 4

【例 10】VL12-DCR 数控立车无法换刀故障修理

故障现象：VL12-DCR 数控立车在换刀过程中出现刀具未夹紧或未松开的报警，造成刀库无法换刀。

故障检查与分析：该机床盘式刀库的结构如图 1 所示，由液压马达驱动小齿轮带动与刀盘同轴的大齿轮（即部件 1）转动，在刀库下方装有固定不动的刀座号编码检测开关。当换刀指令发出时圆盘转动，刀具经过刀座号检测开关并读出自身编号，再与输入指令比较，如果两者一致时，表明找到所要求的刀座号，随即发出信号，通过减速电磁阀使刀盘减速、定位到换刀位置，检测到到位信号后，液压缸的活塞杆带动定位销使刀盘定位，开始刀具交换。

刀具在碟簧力的作用下被夹紧，换刀时电磁阀控制液压缸活塞伸出将碟簧压缩，即可松开刀具。发生故障时，由于电磁阀未动作导致松刀后松刀信号无变化，机床超时报警。

故障排除：经检查发现电磁阀损坏，更换后再进行手动装刀操作，发现拉刀杆始终处于松刀状态，无法夹紧。调出 PLC 梯形图（见图 2），查看换刀部分的控制程序和相应输入、输出点的 PLC 状态，得知刀库准备条件 R513.6（X、Z 轴第二参考点位置）、R522.1（手动方式）、R514.0（手动松刀开始准备信号）、K12.3（控制刀具）松开以及 R508.7（辅助刀具选择）等均未满足换刀条件。

移动 X、Z 轴到达机床第二参考点，调整操作方式与状态，确认参数中主轴上刀号与刀库目前所处换刀位置刀号相同，同时将 K12.3（控制刀具）设置为“0”，让刀具默认为夹紧状态，检查 PLC 以上各点状态正常后，再进行换刀操作，完全正常。

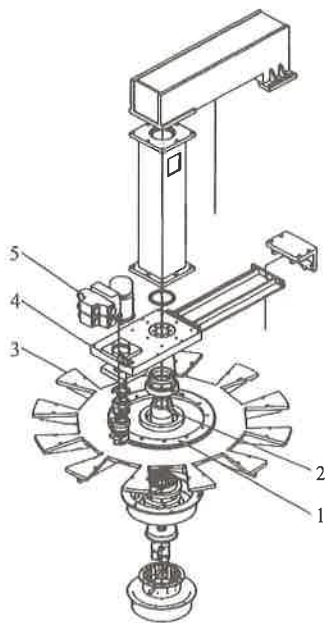


图 1 刀盘结构图

1—齿轮；2—轴；3—刀盘；4—轴承座；5—电磁阀

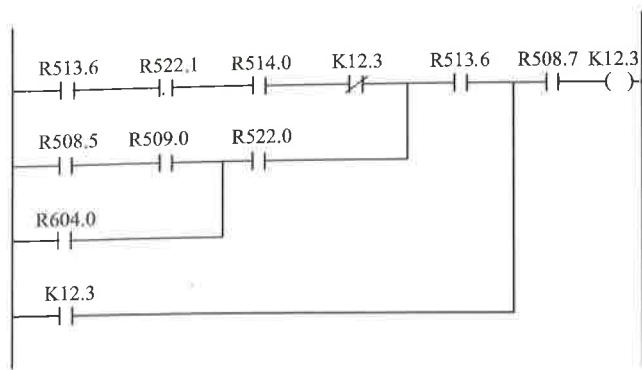


图2 部分PLC控制梯形图

【例11】TV-1800 数控立车换刀位置错误故障的修理

故障现象：数控立车TV-1800采用西门子840C数控系统，其Z轴上端漏油，机械部分修理完毕后，在执行自动换刀时，刀柄和刀库的刀盘相蹭，换刀无法进行。

故障检查与分析：执行换刀程序，并用倍率开关将X轴速度放慢，发现Z轴的放刀位置出现偏离，比正常时高出6mm。分析其原因是传动部分重装时，用于位置测量的光电编码器和传动丝杠的相对位置发生变化，致使Z轴参考点发生偏离，而以参考点为基准的换刀点自然发生偏离，如果调整机械部分，费时费力，因此确定通过修改换刀程序来改变换刀位置。

换刀程序如下：

```

N10 H6；——刀库门开
N15 H8；——刀库转动
N20 G00 Z40；
N25 G00 X2300；
N30 G00 Z=R801+16；
N35 G00 X=2600；
N40 G94 X=R800；
N45 G01 Z=R801+6 F100；
N55 H1；——松刀
N57 H3；——吹气
N60 Z=R801+16 F100；
N65 G00 Z40；
N70 G04 F1；
N75 H8；——刀库转动
N80 G00 Z=R801+16；
N85 G01 Z=R801+2 F100；
N90 H3；——吹气
N95 H2；——抓刀
    
```

```

N100 G04 F1 ;
N105 G01 Z=R801+16 F100 ;
N120 G00 Z=40 ;
N125 G00 X=1500 ;
N130 M30。

```

故障排除:

①确定换刀点所在语句:经观察换刀程序执行时的状态页面,确定 N45 条语句中的 Z 值是换刀点。

②将该句的 Z 值数值改小,重新执行换刀程序,其放刀动作正常,但是,在执行抓刀动作时,其位置又不正常,比正常又高出 6mm,鉴于此,重新对换刀程序进行分析,发现程序中有一个 R801 参数,它出现在多处,从程序说明得知它存放的是换刀抓刀时 Z 轴和刀库的相对位置。N45 只是放刀点,只有改 R801 才能将抓放刀位置都调整正常。

③在 R 参数画面修改 R801,重新换刀,发现 Z 轴位置没有改变,没有达到向下移动的效果。再看 R801 的数值又变成和未改前一样。经分析,断定系统肯定又给 R801 重新赋值。

④重新观察换刀程序执行时的状态页面,发现系统还执行了一个子程序 SPF6。这个子程序内容如下:

```

N10 R800=3054 ;
N15 R801=-229 ;
N20 M30。

```

在此程序中有一个给 R801 的赋值语句,修改该语句,抓放刀动作正常。

【例 12】数控卧车 CKQ61100 液压系统故障的修理

故障现象:主轴箱润滑报警、主轴无法换挡。

故障检查与分析:出现润滑报警的原因有。①到主轴箱的润滑油无法满足要求(无油);②润滑检测开关损坏。首先观察液压系统压力,发现压力低于系统额定压力,脱开进入齿轮箱的油管发现润滑油管无油,同时换挡时油管压力明显不足,继续排查二位二通电磁阀 7、低压溢流阀 9 等控制元件,人为地让电磁阀 7 吸合,发现压力表压力明显下降,可排除油管不畅和电磁阀 7 的问题。压力下降的原因是由于溢流阀 3 的损坏,使系统压力不能满足额定压力,主轴变速换挡所使用的液压系统与主轴箱润滑是同一系统,所以液压油无法正常推动换挡油缸中的换挡杆移动,引起主轴变速也无法正常进行换挡。

故障排除:更换溢流阀 3、精网式过滤器滤芯,进行试机,故障解决。

液压系统原理说明:

此机床液压系统总压力由电机带动齿轮泵提供并由低压溢流阀进行调节。压力油经过过滤器、单向阀后分为两路,一路由二位二通电磁阀控制,供主轴箱润滑,低压溢流阀调节润滑压力。另一路用来驱动主轴箱变速油缸,实现主轴高、低两挡速度的自动变换,由三位四通电磁阀、叠加式液控单向阀、叠加式单向进油节流阀及一套单杆液压活塞缸组成,溢流

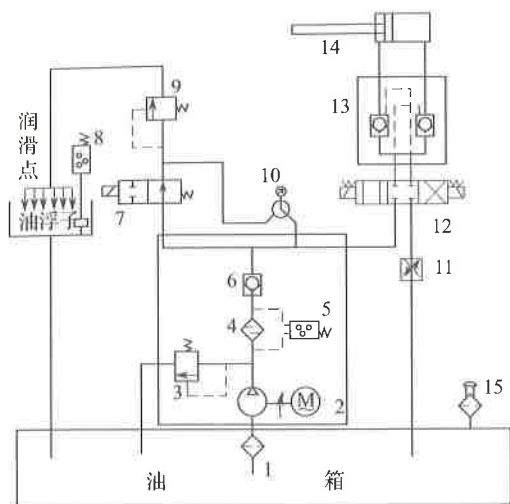


图1 液压系统图

1—过滤器；2—电机与泵；3、9—溢流阀；4—精滤芯；5、8—压力继电器；6—单向阀；

7—二位二通换向阀；10—压力表；11—调速阀；12—三位四通换向阀；13—液压锁；14—换挡油缸；15—空气过滤器

阀控制。液压油缸推动拨叉，拨叉拨动滑动齿轮来实现主轴的高低挡转速转换，压块施压于常闭限位开关给系统提供信号。

【例13】法国立车 KFM160 换刀无动作故障的修理

故障现象：机床换刀动作无法执行。

故障检查与分析：KFM160 立式车床在换刀过程中出现故障：刀库旋转到指定换刀位置时本应正常抓刀的拉刀杆失去动作，无法正常换刀，机床显示报警。换刀时，系统确定好刀库中所要换取的目标刀，刀库转动到指定位置时停止，Z轴下端的拉刀杆下移，由拉刀头来完成换刀动作。根据报警信息提示通过初步判断，排除了电机和刀库发生故障的可能，因此分析故障就在固定于Z轴内部的拉刀杆。弄清楚拉刀杆的内部结构及其工作原理是排除故障的前提，通过查阅机床资料图样得到拉刀杆的结构和工作原理如下。

拉刀杆为柱状壳体结构，由一段花键联轴节，带有内花键孔的螺纹筒，拉刀头，圆螺母及弹簧组成，并由Z轴上方的电动机带动一组2级行星减速齿轮共同完成换刀动作（见图1）。

将换刀分解为抓刀和松刀两个过程：抓刀时，电动机通过同步传动系统带动花键联轴节转动，使得螺纹筒向下旋转，并带动拉刀头下移。拉刀头与螺纹筒采用螺纹连接并用一个定位销定位，拉刀头带有凸台。当拉刀头下移一定位置时凸台接触到下端面轴承而被限制住，停止动作。此时拉刀头已经旋进所要抓刀的刀台之内，而螺纹筒则继续转动，套在其上的螺母沿着筒壁上升，不断压缩弹簧，弹簧受力而拉紧刀座。刀座被拉至指定位置时触动拉刀杆下端面上的行程开关1，而与此同时，同步带传动系统的上端，即电机轴端的行程开关2也被松开，如图2所示。此行程开关2在执行抓刀动作之前一直处于压紧状态，压紧它的螺母用花键固定在电机轴端并和下端螺纹筒上的螺母同步，不同的是两个行程开关的动作相反，

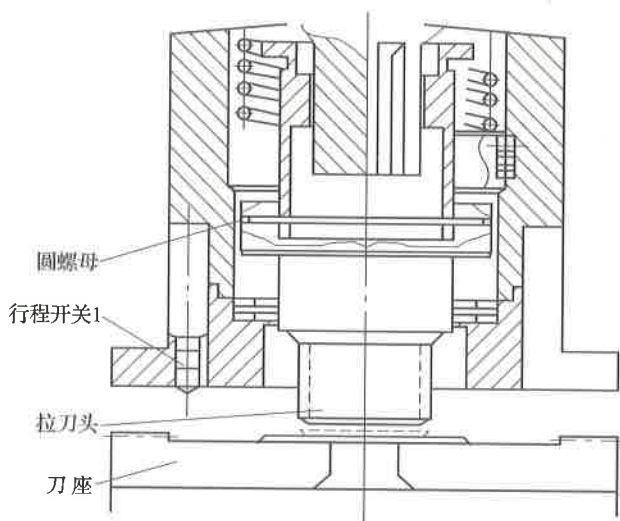


图 1

当下端的压紧时上端的松开。电动机得到这两个行程开关给出的信号时便停止转动，抓刀动作完成。而此刻位于上端行程开关 2 另一侧的行程开关 3 被压紧。

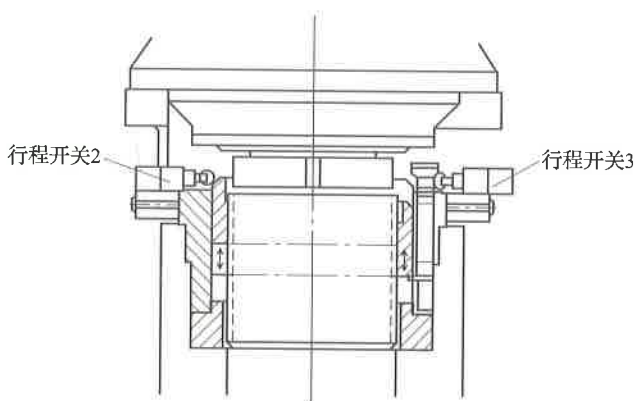


图 2

此前行程开关 3 一直处于松开状态，行程开关 3 打开，电动机得到信号开始反向旋转，压紧行程开关 2 的螺母由于位置的限制没有下移而是一直在另一端压紧开关 3。同时，拉刀杆下面的拉刀头开始回缩，螺母下降，压紧的弹簧松开，行程开关 1 松开，开关 2 压紧，电动机停止工作，松刀动作完成，同时整个转刀过程完成。

弄清楚换刀过程工作原理后，寻找故障点所在就变得很顺利。整个拉刀杆传动系统由上下两部分组成且这两个部分在换刀时是同步的，卸掉电动机，行程开关 2 外观明显被损坏，拆下通过检查证明已经不能正常工作；卸掉下端的拉刀杆经打开检查，发现套在螺纹筒上的螺母和拉刀头因摩擦而研死，把两处归结到一起便得到故障发生的原因：行程开关 2 失灵，电动机因此不能得到停起的信号而错误工作，导致螺纹上的螺母与拉刀头发生研死，拉刀头不能正常上下动作，换刀过程中断。

故障排除：针对此故障我们制定了如下维修方案：①首先换掉损坏的行程开关；②将研死在一起的螺母同拉刀头分开。通过施加外力企图分开二者的方法失败，因此必须将螺母和拉刀头二者其一破坏掉再换上新零件。考虑到拉刀头制造工艺复杂，表面加工质量要求高，造价昂贵，故选择破坏掉螺母。安装新的螺母和行程开关并调试，机床换刀动作正常，故障排除。

【例 14】数控卧车 CK-3B 零件加工尺寸不稳定故障修理

故障现象：数控卧车在进行外圆加工时，外径尺寸不稳定，变动量达 0.12mm。

故障检查与分析：首先检查 X 坐标精度，定位精度小于 0.01mm；重复定位精度小于 0.005mm；反向间隙小于 0.005mm，精度合格。检查刀台也无松动。排除这两种因素后，进行试件加工观察。

该工件加工步骤简化如下：

- ①车端面；
- ②首件对刀，精车外圆尺寸，记录坐标值 X_0 ，并将该值送入零件加工程序；
- ③执行工件程序，移动 Z 坐标，车外圆；
- ④切断棒料，零件 1 加工完毕；
- ⑤车端面；
- ⑥程序自动执行。X 方向进刀到坐标 X_0 ，Z 方向走刀车外圆面；
- ⑦切断棒料，完成零件加工。

循环执行⑤、⑥、⑦步骤，继续工件加工，直至棒料余量不够加工一个工件为止。

如图 1 所示，一根棒料能加工 1、2、3、4、5、6 等 6 个工件，逐一测量，发现外径尺寸有波动，变化范围 0.12mm 左右。测量这 6 个零件尺寸发现规律：每个外径尺寸以 0.02mm 作等量变化，即：

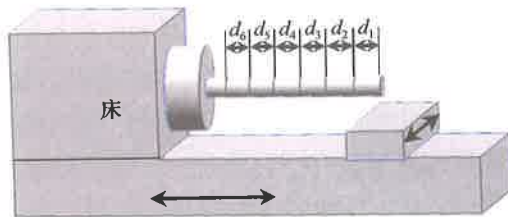


图 1

- ϕd_2 比 ϕd_1 大 0.02mm,
- ϕd_3 比 ϕd_2 大 0.02mm,
- ϕd_4 比 ϕd_3 大 0.02mm,
- ϕd_5 比 ϕd_4 大 0.02mm,
- ϕd_6 比 ϕd_5 大 0.02mm。

通过比较分析其实是设备加工外圆的圆柱度超差，因每个工件较短，误差被均化，单件测量不易发现。

故障排除：

卧式车床加工外圆带锥度，原因是主轴回转中心线与机床 Z 轴方向运动的平行度超差。用车削一长棒料当作检测、调整机床的参考试件，测量大小头尺寸差并按比例来调整床头箱，逐次调整直至车外圆带锥度现象消除。

此类机床主轴回转中心线的常用调整方法

参考如下（见图 2）：

- ① 稍微放松主轴箱与床身连接的固定螺栓。
- ② 用量表与检验芯棒测试主轴与床身的平行度。
- ③ 如果主轴中心偏前，先放松调整螺栓 B 和螺栓 C，再逆时针调整螺栓 A 和螺栓 D；使主轴中心向后移。
- ④ 如果主轴中心偏后，先放松调整螺栓 B 和螺栓 C，再顺时针调整螺栓 A 和螺栓 D；使主轴中心向前移。
- ⑤ 直到主轴中心与床身的平行度符合标准，将放松的调整螺栓锁紧。
- ⑥ 将主轴箱与床身的固定螺栓锁紧。

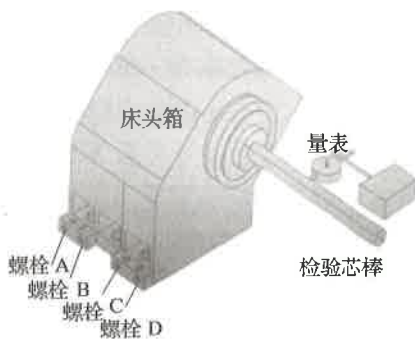


图 2

【例 15】数控卧车 V-46 加工内孔有波纹故障的维修

故障现象：数控卧车 V-46 加工内孔有波纹。

故障分析与排除：此类零件加工光度不好常见的主要原因有如下几种情况：

(1) 加工工艺参数不配套

该零件加工为已固化的参数，排除该种情况。

(2) 机床坐标在运动时是否存在爬行现象

机床坐标运动时观测系统中的负载表，负载平稳；慢速进给，压百分表检测，观察表针变化，未有跳跃现象，排除爬行因素。

(3) 零件加工时工件与刀具间的轻微振颤

① 检查主轴精度及轴承有无松动：主轴的径向跳动和端面跳动都在 0.005mm 以内，轴承间隙小于 0.005mm，轴承精度合格，预紧状态良好，排除主轴因素；

② 检查机床坐标有无松动：检测坐标反向间隙小于 0.005mm，良好，排除该因素；

③ 检查 X 坐标导轨楔铁有无松动：旋紧楔铁的调整螺钉，楔铁能继续调紧约 10mm，说明楔铁较松。

故障排除：重新调整楔铁，使楔铁和压板之间间隙 0.03mm 的塞尺不得塞入，再次进行试加工，零件加工光度良好，故障排除。

【例 16】V-36 数控卧车主轴无换挡动作、无空挡故障的修理

故障现象：主轴无换挡动作、无空挡。

故障检查与分析：该机床主轴换挡为液压换挡，分为 GN 挡、G1 挡、G2 挡（即空挡、低挡、高挡）。工作原理是：三位四通电磁阀控制液压缸动作位置（左位—中位—右位），并通过液压缸端部的圆凸台碰撞微动开关检测换挡信号。当凸台碰到微动开关时给机床发出指令，机床检测到换挡到位指令后，电磁阀通电结束，完成换挡。机床三个挡位检测信号分别对应于机床的 PLC 输入口 X2.7、X4.0、X4.1。

故障排除：首先检查液压控制系统，系统压力正常，排除由于液压压力不足造成无法换挡的因素；接着检查三位四通电磁阀，发现严重损坏，进行更换后，主轴可以换高、低挡，但无空挡。暂时不考虑电磁阀因素，检查微动开关，观察 X2.7、X4.0、X4.1 信号的状态，在分别压下三个微动开关后 X2.7、X4.0、X4.1 的状态都能够由“0”变为“1”，开关功能正常。随后继续检查液压调速回路中的节流调速阀，将节流阀流量由小到大进行调节试验，随着流量的增加，油缸的速度由慢变快，同时观察换挡动作：当流量调整一定范围时，换挡可以执行，没有出现无空挡现象，随着流量的增加又出现了无空挡现象，说明无空挡是由于节流调速阀调整不当造成的。当油缸带动凸台快速越过微动开关时，开关状态保持时间过短，未满足 PLC 信号采集的延时要求，故无空挡信号。因此调整节流阀，改变液压缸动作速度，使凸台压下微动开关的保持时间能满足 PLC 延时所需的时间，即可以检测到信号，故障排除。

【例 17】125-CCN 数控卧车电池报警及机床零点丢失故障的修理

故障现象：机床开机后出现 ALM306：“电池电量不足”，ALM300：“X、Z 轴需要回零点”。

故障检查与分析：该数控卧车采用的是 GE FANUC 20-T 系统，X 轴、Z 轴均使用绝对位置编码器作为机床位置检测元件，在 FANUC 伺服驱动模块 CX5X 插头上连接有 DC6V 电池单元，在机床断电时，能够保持绝对位置编码器当前位置信息。根据 306# 报警检查伺服模块电池电量，测量后发现电量为 DC2.6V，远远低于 DC6V 的标准，所以机床会产生 ALM306 报警。由于电池电量不足，导致存储在伺服模块内的机床位置数据丢失，引起 ALM300 报警。

故障排除 在开机状态下更换电池后重新断电开机，ALM306 报警消失，但 ALM300 报警依然存在，因此需要重新为 X 轴、Z 轴建立机床参考零点。方法及步骤如下：

- ① 在手动方式下，将 X 轴、Z 轴开到机床参考零点位置；
- ② 选择 MDI 方式，选择 SETTING 菜单，将机床参数写保护 PWE 改为“1”；
- ③ 选择 PARAM 菜单，将参数 1815#4 改为“1”，确立机床参考点位置。
- ④ NC 系统断电重启，X 轴、Z 轴零点重新确立，报警消除。

注意：在更换电池的时候要注意电池的极性，切不可接反；其次如果机床开机后只出现 ALM306（电池电量不足）报警，说明系统只检测到电池电量低，但机床位置并未丢失，此时应在开机状态下更换电池，如果断电后更换电池则有可能造成位置丢失引起 ALM300 报警。对于这种可以预防的故障，应该每隔一年就更换一次电池，保证机床的正常工作。

【例 18】CKS6125A 沈阳车电动刀架不换刀故障的修理

故障现象：CKS6125A 沈阳车电动刀架不转动，执行换刀指令时，刀架无任何动作，用扳手在电机轴端盘刀架也无动作，刀架已卡死。

故障检查与分析：首先要了解电动刀架的工作原理和各个部件的作用，由外围到内部，由简单到复杂，逐个排除可能导致电动刀架不工作的原因，从而找到问题所在，排除故障。电动刀架结构原理见图 1。

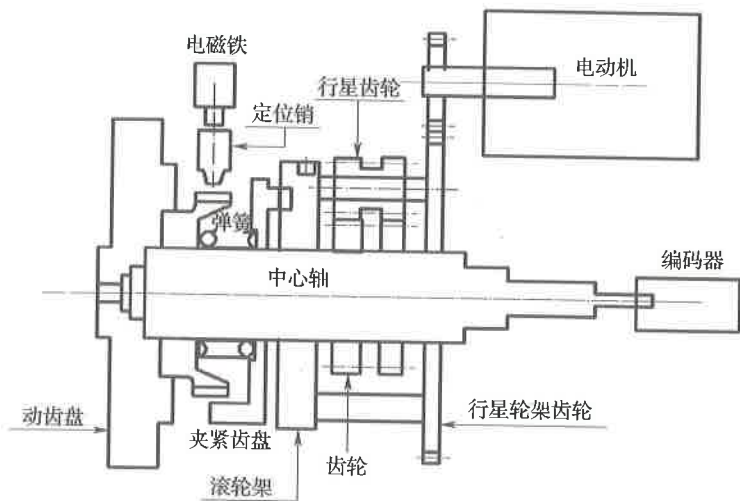


图 1

电动刀架的工作原理：电机得电以后，电机将旋转动力通过与其相连的齿轮传递到行星轮架齿轮，行星轮架齿轮带动行星齿轮转动，促使结合子齿轮转动，滚轮架转动 30° ，使齿盘啮合脱开，滚轮架停止不动，行星齿轮推动中心轴及刀盘转动，当转至所选刀位时，编码器发出到位信号，由电磁铁做预定位动作，预定位到位后电机反转，使滚轮架恢复原位推动凸轮及夹紧齿盘啮合到位，滚轮架恢复原位后由接近开关检测夹紧是否到位，到位后发出到位信号，电机停止，换刀动作完成。该电机可以正反转，刀架可以进行顺时针旋转，也可以进行逆时针旋转，它将根据刀号就近选择刀位。

故障排除：

① 首先检查电机连接线以及电机是否有问题。经检查，电机接线正确，电压正常；把电机与负载脱开单独上电，发现电机可以正常转动，因此，排除电机故障。

② 检查编码器是否损坏，接线是否正确。经过检查测量，接线全部正确，编码器的信号都正常，排除编码器故障。

③ 检查电磁铁是否有干涉。检查电磁铁的支架发现，电磁铁在断电时没在高位，可能顶住定位销，导致定位销卡在转盘中，从而刀架无法转动。因此，对电磁铁支架中的脏东西进行清理，并对电磁铁的铁芯进行挫削和润滑处理，复装之后，刀架依旧不转。再检查电磁铁铁芯工作是否正常，发现电磁铁铁芯动作都很正常，没有任何问题。

④ 检查锁紧接近开关工作是否正常。用扳手手动旋转刀架，发现在高位时，接近开关指示灯亮，说明工作正常。

⑤外部检查完之后，故障无法排除，因此，只有分解刀架的传动部分总成了。根据电动刀架原理图的示意，进行拆分，发现行星轮架齿轮和结合子之间的一组推力轴承的松环断裂，从而导致刀盘卡死，更换该推力轴承后，用扳手在电机轴端盘动刀架，旋转正常。现场整体复装后试验，刀架换刀动作恢复正常。

【例 19】SML-20 数控车床系统“死机”故障的修理

故障现象：SML-20 数控车床出现系统“死机”现象，操作 NC 面板没有任何反应，伴随 417#、427# 报警

故障检查与分析：SML-20 数控车床采用 FANUC-0TD 数控系统，经查阅发现部分 NC 参数已发生变化，具体表现为：8120/8220 电机型号参数超出指定范围；8122/8222 电机旋转方向未设置适当值；8123/8223 电机的每转速度反馈脉冲数设置了非法数据；8124/8224 电机的每转位置反馈脉冲数设置了非法数据；8184/8185 以及 8284/8285 柔性进给传动比未设定，需要进行 NC 参数恢复。

故障排除：利用机床原备份参数进行恢复，具体操作步骤和方法如下：

① CLEAR（清除）剩余参数：同时按下 NC 面板上功能键 **RESET** 和 **DELETE**，NC 上电，待显示屏出现系统版本号再松开。

② 输入 NC 参数：按下“急停”，选择 MDI 模式，按功能键 **PARAM** 进入参数页面，打开参数写保护（PWE=1），准备输入参数。

a. 手动输入 P900~P935 功能参数。

b. 机床侧准备：手动设置参数 P552=11；P553=11（波特率=9600），同时按下 NC 面板上的功能键 **EOB** 和 **INPUT**，这时在 CRT 屏幕右下角会出现“SKP”（标头）闪动等待参数输入。计算机侧准备：打开 DNC 通信软件，设置通信参数：波特率（9600），奇偶校验（EVEN），数据位（7），停止位（2）。在“输出”功能菜单下找到系统参数存放位置，选择待输入的参数文件，然后按“ENTER”，此时机床显示屏上的“SKP”变为“INPUT”闪动，说明通信连接正常，参数正在输入中。

c. 按功能键 **PARAM** 进入 DGN 诊断页面，输入 DGN 参数（定时器参数、计数器参数、位功能参数），具体操作方法与上述参数输入方法相似，不再赘述。

③ 试机各项功能：

a. 机床送电后，试验机床各轴回参考点功能。在 X、Z 轴回零过程中可能会出现 510#、511# 报警（超出 X 轴软限位）或 520#、521# 报警（超出 Z 轴软限位），可修改软限位参数设置：将 P700、P701 设为 99999999；P703、P704 设为 -99999999，注意：修改前将参数原设置值记录下来。然后重新手动回各轴参考点，执行完毕后，再将 P700、P701、P703、P704 的值修改为原设定值即可。

b. 仔细检查机床其他各项操作功能，机床恢复正常。

【例 20】CKQ6185 数控车床 Z 轴移动时出现“监控”报警的修理

故障现象:上海重型机床厂生产的 CKQ6185 数控车床,当 Z 轴移动时出现“监控”报警。

故障检查与分析:该机床采用西门子 810D 数控系统, X、Z 轴均配置有光栅尺作为位置反馈元件。进入西门子 810D 数控系统的诊断 [DIAGNOSIS] 页面,在 [Service Displays] 分菜单下,有 [Service axis] 和 [Service drive] 两个子功能菜单,其中 [Service axis] 的主要功能:①检查给定值,如:位置给定、速度给定、主轴速度给定编程;②检查实际值,如:位置实际值,测量系统 1/2,速度实际值,轴位置控制状况,跟随误差、控制差异、伺服增益因子;③检查轴的整个控制回路,如:位控给定值与实际值的比较,速度给定值与实际值的比较;④检查硬件故障,如:编码器检查,如果轴被机械移动,则位置实际值应有变化;⑤设定和检查轴的监控功能。[Service drive] 的主要功能:①检查使能和控制信号状态,如:脉冲使能、驱动使能、电机选择参数组设定,检查 FDD/MSD 运行模式,如设定模式、停用的轴等;②温度报警显示;③检查驱动状态信息;④显示当前斜坡上升的阶段;⑤显示组故障信息。

根据此故障现象,我们选择 [Service axis] 诊断功能页面,按下急停按钮,手动转动 Z 轴丝杠,观察 Z 轴“Position actual value measuring system 1 (测量系统 1 位置实际值)”显示,发现丝杠转动时显示数值却没有变化,而 Z 轴“Position actual value measuring system 2 (测量系统 2 位置实际值)”数值随着丝杠旋转而有规律变化,因此排除光栅尺损坏的因素。另在手动方式下按 Z 轴手动移动指令,“测量系统 1 位置实际值”显示数值变化,而“测量系统 2 位置实际值”显示数值无变化,根据此现象,判断是电机与丝杠连接部件传动故障。

故障排除:拆开 Z 轴电机与丝杠连接部分外护罩,发现电机与丝杠之间的同步带断裂,更换同一型号的同步带后故障排除,设备运转正常。

【例 21】T2-1000 数控卧车“PLC 停止工作”故障的修理

故障现象:T2-1000 数控卧车启动电源后出现“PLC 停止工作”报警,机床无法启动。

设备停机,PLC 停止工作。PLC 停止灯点亮,以 840C 为数控装置的数控卧车显示屏上显示“PLC 停止”。

故障检查与分析:首先目测观察可见西门子 840C 数控系统 PLC 板上报警红灯点亮。根据该现象分析,出现此报警的原因包括:①该 PLC 板硬件故障;② I/O 接口板故障;③ MCP 操作面板故障;④通信故障。对于此类故障应采取由简到繁的排故思路,应按照先 I/O 模块板,再 MCP 键盘,再 PLC 板的排故顺序进行检查。经检查发现是 I/O 接口板硬件故障。

故障排除:更换 I/O 接口板,机床启动后报警消除,恢复正常使用。

1.2 数控铣床

【例 22】KCM510 数控铣坐标轴无润滑故障的修理

故障现象:KCM510 数控铣坐标轴无润滑,仔细检查后确定润滑站不能正常工作。拆卸

后发现润滑装置蜗轮、蜗杆已严重损坏，无维修价值，决定更换新润滑装置。新购润滑装置为齿轮式集中润滑站，与原先的活塞式集中润滑站有所区别，需要对新的润滑控制站进行改造。

故障检查与分析：原润滑站为活塞式集中润滑方式，它是由蜗轮、蜗杆传动，利用凸轮来带动活塞完成抽、吸油动作的。润滑流量靠调节活塞行程进行控制，无须电气控制。新润滑泵为齿轮式集中润滑方式，它由电机直接带动齿轮泵完成抽、吸油动作。润滑工作时间由机床内部或外部设定控制。润滑流量通过调节泵口的溢流阀来进行控制，自身无控制系统。由于新润滑泵需要外部控制才能实现间歇工作，而该设备此前无机床内部润滑控制装置，未编写 PLC 程序，考虑到重新编写、输入 PLC 程序较麻烦，于是决定利用在机床电气柜内加装时间继电器的办法来实现此功能。如图 1 所示为该设计的逻辑电路图。

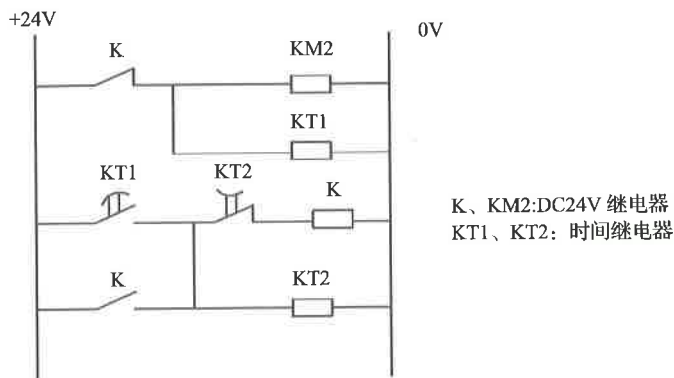


图 1

KM2 接触器接润滑装置电机。当 KM2 线包吸合时，润滑装置电机开始工作，同时 KT1 线包吸合，当经过 KT1 设定时间后，KT1 延时触点接通，K 继电器线包吸合，K 常闭触点断开，KM2 线包断电，润滑装置电机停止工作。当 KT2 设定时间到达，KT2 延时断开，K 继电器线包断电，K 常闭触点闭合，KM2 线包得电，润滑装置电机再次工作。如此反复，实现间歇控制。

故障排除：经上述方案的实施后，该设备润滑系统的润滑时间和润滑间隔就可以根据需要随意设定，例如：要完成每 30min 润滑一次，每次润滑 10s 的功能，只需将时间继电器 KT2、KT1 分别设定为 30ms、10s 就可以了，成功地实现了用新的齿轮式集中润滑站完成间歇润滑的功能。

【例 23】MV50 数控铣 ALM 911 报警的修理

故障现象：数控铣 MV50 采用 FANUC-0M 系统，在系统电源接通后，无规律间断出现 ALM 911 报警。

故障检查与分析：查阅 FANUC-0M 数控系统资料，ALM 911 报警的含义是“MAIN RAM PARITY”（主 RAM 奇偶性错误）。

(1) RAM 奇偶性分析

数据在进行传输过程中，为了保证数据传输的正确性，除了传输数据位、停止位以外，