

数控机床机械手换刀装置故障与维修

■ 北京电子科技职业学院 (100176) 晁晓圆 牛立军

摘要：在数控机床的维修中，与换刀相关的故障极为多见。本文基于机械手换刀装置的结构与动作控制，结合维修实例，归纳常见故障现象、原因及处理措施，在数控机床的维修与改造中具有较大的现实意义，值得认真探索、交流与推广。

数控机床特别是数控加工中心高精度、高效率的重要原因之一在于其一次装夹、多工序自动加工，而实现这一功能的关键在于自动换刀装置。由于自动换刀装置工作频度高、控制机构复杂，包括刀库、刀具交换以及驱动等部分，因此出现故障的几率也大，在数控机床的维修中占有相当大的比例。了解其结构特点与控制机理，熟悉换刀的动作流程，总结归纳常见故障现象、原

因及解决措施，借鉴相关维修实例，有助于快速、准确地诊断并排除故障，提高维修工作的质量与效率。

1. 机械手换刀装置的结构

数控机床自动换刀功能的实现有多种方式，如多主轴换刀（见图1）、双主轴换刀（见图2）、转塔头式换刀（见图3）、斗笠式换刀（见图4）及机械手换刀（见图5）等。按是否由机械手换刀可将其分为两类：无机械

手换刀（如斗笠式）大多依靠主轴与刀库间的轴向相对运动实现拔刀与插刀，换刀时刀库移至换刀位置，主轴先将刀具还回刀库换刀位的空刀座上，然后刀库旋转使下一工序所需刀具进入换刀位置，主轴再从刀库取走新的刀具，还刀和取刀两个动作只能分步进行，加之主轴的轴向运动以及刀库的移动和转动，因此换刀时间长，加工效率低，刀库的容量也较小；目前数控机床更多采



图1 多主轴换刀



图2 双主轴换刀



图3 转塔头式换刀



图4 斗笠式换刀



图5 机械手换刀

用的是机械手换刀，利用机械手快速、准确地对调刀库中换刀位与主轴上的刀具，还刀、取刀同时进行，换刀时间大大缩短，而且刀库容量不受换刀机构限制。

刀库按刀具的布局可分为盘式、链式和格子式三种。盘式刀库刀具呈圆周状分布（见图6），链式刀库刀具布置在链条的各个环节上（见图7），格子式刀库刀具纵横排列（见图8）。盘式刀库空间利用率低、容量小，一般用于小型加工中心。链式与格子式刀库空间利用率高、容量大，用于中型与大型数控加工中心。刀库的作用不仅是存放加工过程中所需要的刀具，还负责把下一工序所要使用的刀具准确地送到换刀位置。

刀具交换装置的驱动方式有液压、伺服和交流异步电动机驱动三种。液压驱动需要足够的液压动力，且运动的速度和准确性

受油质、油压、油温及环境等因素影响，一般用于不需要频繁换刀的大中型机床。伺服电动机驱动的换刀装置换刀速度快、精度高、稳定性强，但成本较高。交流异步电动机驱动的换刀装置，借助凸轮机构（见图9），换刀速度快、定位准、稳定性高、连贯性好且成本低，广泛用于频繁换刀的中小型加工中心。

2. 机械手换刀动作流程与选刀方式

圆盘式刀库与凸轮式换刀机械手的换刀动作流程如图10所示。

刀库的选刀有顺序选刀、刀具编码选刀、刀座编码选刀和随机选刀四种方式。机械手换刀大多采用随机换刀方式，从主轴取下的刀具就近放入刀库中刚取走刀具的换刀位刀座内，取刀与还刀同步完成。其原理是在存储器中建立换刀数据表，表中存储单元的地址与刀座编号及主轴相对

应，因此数据表的容量为刀库中刀座数加1，存储单元中的数据与刀具编号一一对应，如附表所示。换刀时数据更新是先将主轴所对应的存储单元中的数据（换刀前刀具的编号）写入刀库换刀位刀座所对应的存储单元中，再将换刀指令中的刀具编号写入主轴所对应的存储单元，完成主轴与换刀位刀具编号的对换。假设数据表存储单元首地址为D300，该地址所对应存储单元中存放的数据即为主轴上刀具的编号，地址为D301~D（300+n）的存储单元中的数据，即刀库中从1#~n#刀座上刀具的编号。

3. 机械手换刀装置的常见故障与排除方法

在数控机床维修的过程中，经常出现与换刀相关的故障，根据其结构特点及换刀动作过程，归纳刀库及机械手两大方面常见故障现象、产生原因与采取措施



图6 盘式刀库

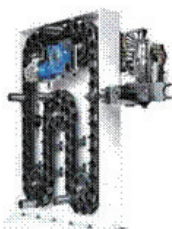


图7 链式刀库

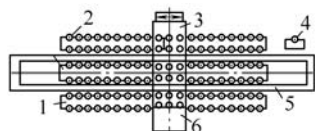


图8 格子式刀库

1. 刀具固定板架 2. 刀座 3. 换刀机械手
4. 换刀位置刀座 5. 取刀机械手纵向导轨
6. 取刀机械手横向导轨

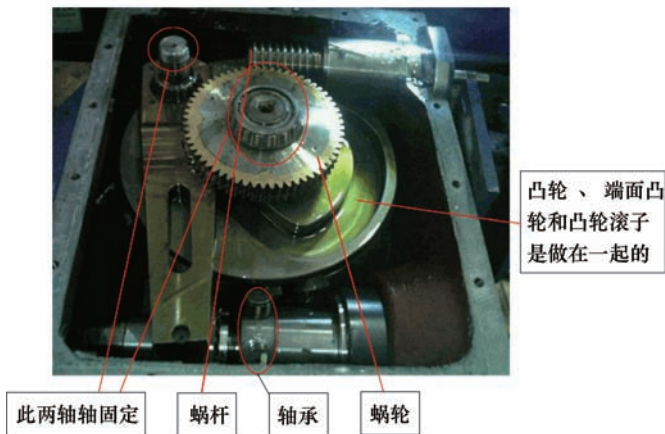
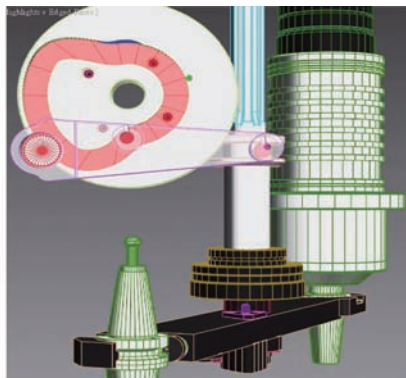


图9 凸轮式换刀机械手结构简图



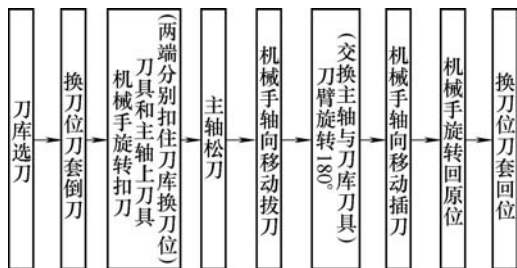


图10 换刀动作流程图

换刀数据表

对应位置	存储单元地址 (对应刀座编号)	存储单元数据 (对应刀具编号)
主轴	D300	3
刀库1#刀座	D301	5
刀库2#刀座	D302	1
...	...	...
刀库n#刀座	D (300+n)	M ($m \leq n$)

如下。

(1) 刀库故障。①常见故障1：刀库不能转动。可能原因：电动机轴与蜗杆轴的联轴器松动；变频器故障，电动机不得电；接近开关或磁簧开关故障；PLC无输出控制，或PLC有输出但接口板中的继电器失效；气压低。常用措施：检查调整联轴器；检查变频器的输入、输出电压是否正常；通过PLC的IO监控画面检查IO状态，调整或更换接近开关或磁簧开关，检查或更换继电器；调整气压达到规定值。②常见故障2：刀盘定位不准。可能原因：电动机刹车器磨损。常用措施：调整电动机刹车器中调节螺钉。③常见故障3：换刀位刀座在倒刀时不正常。可能原因：气压不符合要求、止动螺丝松动、气缸损坏、倒刀电磁阀接触不良或损坏、刀具超重或超长。常用措施：调整气压到符合要求、锁紧止动螺丝、更换气缸、检查电磁阀接点或更换元件、更换刀具。④常见故障4：刀套上下不到

位。可能原因：安装调整不当或拨叉位置不正确、限位开关安装不正确或调整不当，造成反馈信号错误。常用措施：检查、调整拨叉或限位开关位置，或更换元件。⑤常见故障5：倒刀时刀具掉落。可能原因：刀套内弹簧夹力不够或不能正常复位、刀柄和拉钉的距离不正确。常用措施：调整或更换元器件。⑥常见故障6：刀套破裂。可能原因：刀套未定位前有倒刀动作或未回位前刀盘转动、装入刀具时撞坏。常用措施：调整刀盘定位接近开关或倒刀气缸磁簧开关位置、更换刀套。⑦常见故障7：电动机烧坏。可能原因：电源缺相或电压不正确、刹车烧坏、刀具超重、组件不能运转。常用措施：检查接触器接点是否损坏、电源是否缺相及电压等级是否匹配；检测刹车器线圈是否损坏、接地是否正确；检查刀具质量是否超过允许值；检查刀套滑动部位是否顺畅。

(2) 机械手故障。①常见故

障1：刀具夹不紧，时常掉刀。可能原因：卡爪弹簧的压力太小、弹簧后面的螺母松动、机械手卡紧锁不起作用、刀具超重。常用措施：拧紧弹簧后螺母、调整或更换卡紧锁、更换弹簧、更换刀具。②常见故障2：刀具夹紧后松不开。可能原因：卡爪弹簧压合过紧，卡爪缩不回。常用措施：调松螺母或更换弹簧，使最大载荷不超过额定值。③常见故障3：刀具交换时掉刀。可能原因：换刀时主轴箱没回到换刀点或换刀点漂移；机械手抓刀时没有到位就开始打刀或拔刀、刀臂及刀具的夹刀点不正确，打刀缸松拉刀位置不准确，打刀缸压力不够，松刀不正常、刀具太重、刀臂变形。常用措施：应重设定换刀点；校正夹刀点、调整打刀缸松刀行程、调整压力值、检查刀具质量、更换刀臂。④常见故障4：刀臂不回位。可能原因：电路接触不良、无夹刀或松刀信号、刀臂弯曲。常用措施：执行手动换刀，检查是否电路故障；用PLC监看夹刀或松刀信号，调整接近开关位置、调整或更换刀臂。

4. 维修实例

(1) 案例1。故障现象：加工中心VMC1000C换刀时出现主轴掉刀故障。

故障诊断与排除方法：①检查机械手臂上两个卡爪的弹簧及附件，没有发现异常，说明机械手夹持刀具没有问题。②拆开主轴检查碟簧能否对刀具夹持紧固，发现碟簧完好。③打开PLC的IO监控画面，反复按压主轴刀具夹紧到位行程开关，发现其“0”、“1”状态与实际动作不

一致,说明该行程开关有问题,更换后故障排除。

(2) 案例2.故障现象:加工中心BX-110P机械手取送刀具时不能缩爪。

故障诊断与排除方法:打开PLC的IO监控画面,发现相应的限位开关没有压合;调整其位置后,机床恢复正常。但一段时间之后,再次出现此故障,检查限位开关没有松动,但却没有压合,进一步检查发现液压缸拉杆顶端锁紧螺母的紧固螺钉松动,致使液压缸伸缩的行程发生了变化;调整锁紧螺母并拧紧紧固螺钉后,此故障排除。

5. 结语

机械手换刀装置是数控机床

最重要的功能部件之一,掌握其结构特点、控制机理,不断总结归纳常见故障现象、原因及解决措施,不但有助于提高维修数控机床的效率与质量,对机床的维护与改造也有重要的参考意义。

参考文献:

- [1] 刘永久. 数控机床故障诊断与维护技术 (FANUC系统) [M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 谭光恒. 大型刀库及自动换刀装置的研制[J]. 机械工程师, 2010 (7): 40-41.
- [3] 张跃明, 邓卫平, 官文. 链式刀库的控制系统设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2012 (9): 20-23.

- [4] 龚仲华, 孙毅, 史建成. 数控机床维修技术与典型实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [5] 张跃明. 基于PLC的自动换刀系统研究[J]. 机械设计与制造, 2012 (11): 69-70.
- [6] 陈芳, 李继中. 盘式刀库加工中心自动换刀系统控制[J]. 机械设计与制造, 2010 (10): 149-151.
- [7] 潘海丽. 数控机床故障分析与维修[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.
- [8] 韩越梅. 加工中心自动换刀装置的研究进展[J]. 装备制造技术, 2010 (5): 128-129.

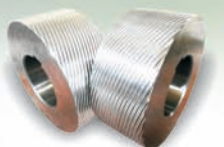
MW (收稿日期: 20160310)



高精度油压滚丝机 NC伺服滚丝机 滚丝轮 NC 高速重切削全自动圆锯机



SHA-8CMD
SHA-12CMD
SHA-80A
SHA-90A
三轴滚丝机



进口滚牙轮、滚丝轮



CS-28(S)CM
CS-36(S)CM
CS-46(S)CM
NC高速重切削全自动圆锯机



SHC-25CM



SH-3T



SHC-18CM



SHC-10CM
SHC-13CM
SHC-15CM
SHC-18CM
SHC-25CM

台湾
原
装
制
造

总汇各型滚丝轮: 如普通牙、蜗杆牙、梯型牙、电子螺杆牙轮、滚珠丝杆牙轮、直花、十字花、PT牙、NPT牙等各种牙轮的外径大小、厚度长短均可订做。

东莞市嵩濠五金机械有限公司
地址: 广东省东莞市长安镇振安路聚和国际五金城1楼B区9号
电话: 0769-85359660 85359670
传真: 0769-85477511 手机: 013925860379
Http://www.song-hao.com
E-mail: song-hao.com@163.com

上海嵩濠五金机械有限公司
地址: 上海市松江区思贤路2399弄619号101室
电话: 021-57710182
传真: 021-57710182
手机: 013925860379

嵩濠五金机械有限公司
地址: 台湾省台中市潭子区民生街120号
E-mail: Zang5429@gmail.com

◆广告 查询编号: 2563