



高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

数控机床故障诊断 与维修

主 编 陈江进 蔡明富

副主编 罗小梅 雷黎明 肖杨梅



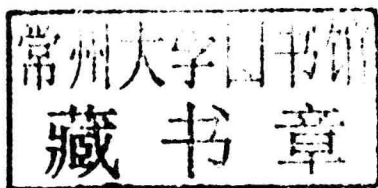
国防工业出版社
National Defense Industry Press

教育机电类专业“十二五”规划教材

数控机床故障诊断与维修

主 编 陈江进 蔡明富

副主编 罗小梅 雷黎明 肖杨梅



国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是在高等职业教育课堂教学模式发生根本性变革的大背景下组织编写的。全书采用项目式编写体例,共设12个项目。每个项目由项目导入、项目知识、项目实施、知识拓展、项目作业5个栏目组成,具体内容包括数控机床维护维修基础、数控机床精度检测与验收、数控系统的连接与调试等。

本书定位准确,内容丰富,层次清楚,重点突出,重视实践技能的培养,实用性较强。通过学习书中的大量维修实例,读者可从中总结出数控机床维修的思路和办法,诊断并排除数控机床的常见故障,从而使数控机床停机时间大大缩短,延长其平均无故障时间。

本书可作为高等职业院校数控、机械制造、机电一体化、自动控制专业及相关专业的学生用书,也可作为企业有关工种员工的培训教材,还可供从事数控加工工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/陈江进,蔡明富主编.

—北京:国防工业出版社,2011.1

高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07251-8

I. ①数... II. ①陈... ②蔡... III. ①数控机床—故障
诊断—高等学校:技术学校—教材②数控机床—维修—高等
学校:技术学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008681 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 15½ 字数 277 千字

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

数控机床是集合了计算机数字控制技术、可编程控制技术、伺服控制技术、机械传动技术、气动及液压技术的一体化产品。随着我国机械制造行业的不断发展,数控机床因其在高精度、柔性化、高效率等方面的优良特性,在加工领域得到了广泛的应用,同时对数控机床的使用和维修人员的培养也提出了较高的要求。

编者所在学校的数控技术专业在课程专家和行业专家的指导和参与下,以人才培养目标为依据选择典型载体,运用“现代行动导向”教学观创设教学情境,开发出了基于工作过程的典型项目教学课程体系。本书选择典型故障现象作为载体,采用项目式编写体例,培养学生的专业能力、方法能力和社会能力。

本书共设 12 个项目,每个项目由项目导入、项目知识、项目实施、知识拓展、项目作业 5 个栏目组成,具体内容包括数控机床维护维修基础、数控机床精度检测与验收、数控系统的连接与调试、数控机床参数设置和系统数据备份、数控车床操作面板无显示故障诊断与排除、数控车床开机后急停不能复位故障诊断与排除、数控车床无法返回参考点故障诊断与排除、数控车床进给轴抖动故障诊断与排除、数控车床主轴不转故障诊断与排除、数控车床刀架故障诊断与排除、加工中心主轴振动故障诊断与排除、数控机床机械故障诊断与排除。

本书由陈江进、蔡明富担任主编,由罗小梅、雷黎明、肖杨梅担任副主编。具体编写分工为:项目一、三、四、五由陈江进编写;项目二、六、七、八由蔡明富编写;项目九、十由罗小梅编写;项目十一由雷黎明编写;项目十二由肖杨梅编写。全书由陈江进统稿。本书在编写过程中参考了四机赛瓦股份公司提供的部分信息,并得到蔡子军高级工程师的大力支持和帮助,在此深表感谢。

本书可作为高等职业院校数控、机械制造、机电一体化、自动控制专业及相

关专业的学生用书,也可作为企业有关工种员工的培训教材,还可供从事数控加工工作的工程技术人员参考。

尽管编者在探索基于工作过程的项目式教材特色方面作了很多努力,但由于编者学识和水平有限,难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正,以便不断完善。

编 者

目 录

项目一 数控机床维护维修基础	1
【项目导入】	2
【项目知识】	2
一、数控机床的组成	2
二、数控机床的维护	5
三、数控机床的故障与分类	10
四、数控机床故障排除的思路和原则	14
五、数控机床维修的基本步骤	17
【项目实施】	33
【知识拓展】	33
【项目作业】	36
项目二 数控机床精度检测与验收	37
【项目导入】	38
【项目知识】	38
一、数控机床的验收	38
二、软件补偿原理	53
【项目实施】	59
【知识拓展】	59
【项目作业】	62
项目三 数控系统的连接与调试	63
【项目导入】	64
【项目知识】	64
一、华中世纪星 HNC-21 数控系统综合接线图	64
二、HED-21S 数控系统综合实验台	65
【项目实施】	78
【知识拓展】	81
【项目作业】	83

项目四 数控机床参数设置和系统数据备份	84
【项目导入】	85
【项目知识】	85
一、数控系统的参数	85
二、华中 HNC - 21TF 数控系统的参数	88
【项目实施】	94
【知识拓展】	98
【项目作业】	100
项目五 数控车床操作面板无显示故障诊断与排除	101
【项目导入】	102
【项目知识】	102
一、数控系统显示故障和电源	102
二、数控系统与显示有关的故障分析	106
三、典型故障案例分析	107
【项目实施】	110
【知识拓展】	111
【项目作业】	114
项目六 数控车床开机后急停不能复位故障诊断与排除	115
【项目导入】	116
【项目知识】	116
一、急停与超程解除的设计	116
二、系统急停不能复位故障的原因	118
三、数控系统急停报警类故障维修实例	119
【项目实施】	120
【知识拓展】	122
【项目作业】	126
项目七 数控车床无法返回参考点故障诊断与排除	127
【项目导入】	128
【项目知识】	128
一、机床回参考点相关概念	128
二、机床回参考点故障分析	131
三、机床回参考点常见故障的类型及排除方法	134
四、机床回参考点故障维修示例	136

【项目实施】	137
【知识拓展】	139
【项目作业】	141
项目八 数控车床进给轴抖动故障诊断与排除	142
【项目导入】	142
【项目知识】	143
一、机床进给系统相关概念	143
二、机床进给系统故障分析	147
【项目实施】	152
【知识拓展】	154
【项目作业】	157
项目九 数控车床主轴不转故障诊断与排除	160
【项目导入】	161
【项目知识】	161
一、主轴伺服系统相关概念	161
二、数控机床主轴驱动系统故障的表现形式	165
三、主轴驱动系统故障分析	165
【项目实施】	170
【知识拓展】	172
【项目作业】	174
项目十 数控车床刀架故障诊断与排除	175
【项目导入】	176
【项目知识】	176
一、车床刀架相关概念	176
二、换刀过程刀架转位不正常的故障分析	180
【项目实施】	182
【知识拓展】	184
【项目作业】	190
项目十一 加工中心主轴振动故障诊断与排除	191
【项目导入】	192
【项目知识】	192
一、主传动系统相关概念	192
二、数控机床主轴振动故障分析	197

【项目实施】	201
【知识拓展】	204
【项目作业】	206
项目十二 数控机床机械故障诊断与排除	207
【项目导入】	208
【项目知识】	208
一、诊断方法	208
二、主轴部件	211
三、滚珠丝杠副	213
四、刀架、刀库及换刀装置	215
五、液压传动系统	217
【项目实施】	219
【知识拓展】	220
【项目作业】	221
附录	222
参考文献	240

项目一

数控机床维护维修基础

* 知识目标

1. 掌握数控机床的组成；
2. 掌握数控机床的维护；
3. 掌握数控机床的故障与分类；
4. 了解数控机床故障排除的思路和原则；
5. 熟悉数控机床维修的基本步骤。

* 能力目标

通过对数控机床进行预防性维护,从而延长电子器件的寿命和机械部件的磨损周期,预防各种故障,提高数控机床的平均无故障工作时间和使用寿命。

【项目导入】

华中数控车床一台。

质量要求:能够达到延长机床使用寿命的目的。

安全要求:严格按照安全操作规程进行项目作业。

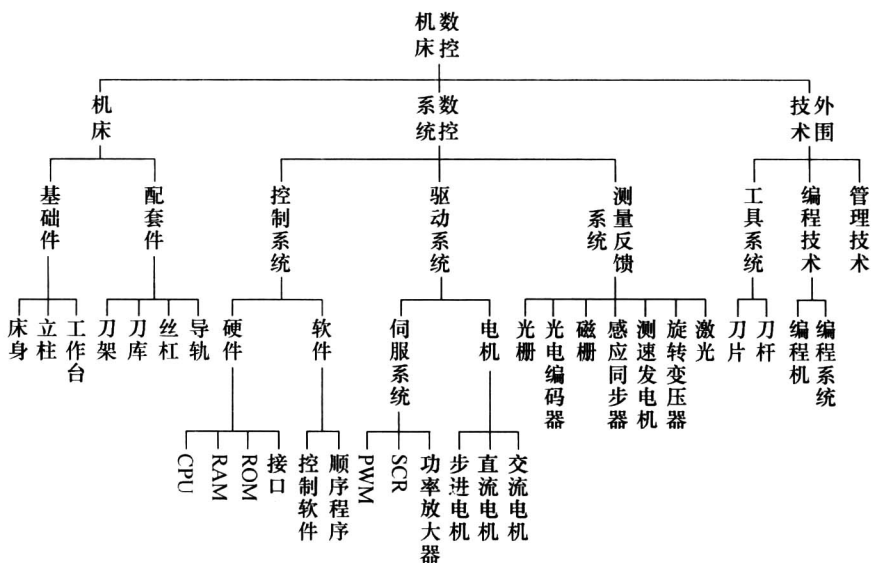
文明要求:自觉按照文明生产规则进行项目作业。

环保要求:努力按照环境保护要求进行项目作业。

【项目知识】

一、数控机床的组成

数控机床由机床、数控系统、外围技术三部分组成,如图 1-1 所示。



数控机床是由普通机床演变而来的,它的控制采用计算机数字控制技术,它各个坐标方向的运动均采用单独的伺服电动机驱动,取代了普通机床上联系各坐标方向运动的复杂齿轮传动链。数控机床的结构方框图如图 1-2 所示,它是由 X、Y、Z 三个坐标来实现刀具和工件间的相对运动的立式数控铣床。数控机床由信息输入、信息运算及控制、伺服驱动系统和位置检测反馈、机床本

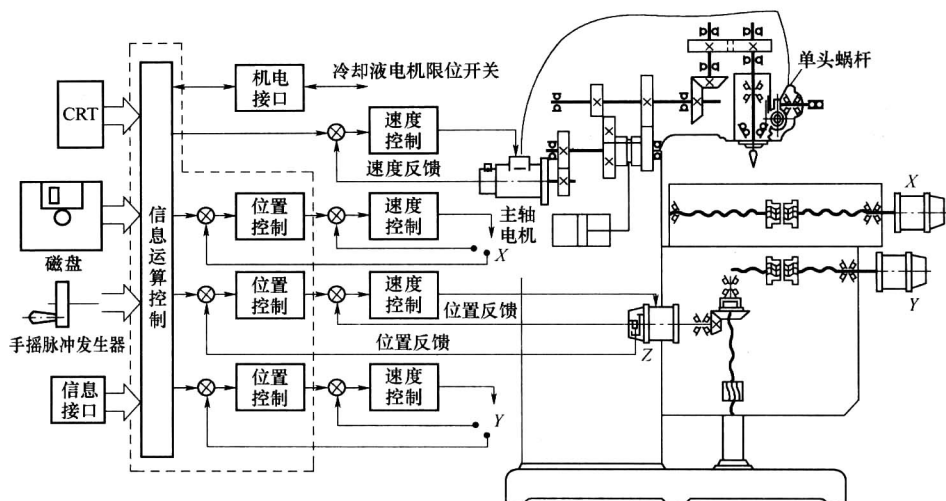


图 1-2 数控机床的结构方框图

体、机电接口五大部分组成。

1. 信息输入

这一部分是数控机床的信息输入通道,加工零件的程序和各种参数、数据通过输入设备送进计算机系统(数控装置)。早期的输入方式为穿孔纸带、磁带。目前较多采用磁盘;在生产现场,特别是一些简单的零件程序都采用按键配合显示器(CRT)的手动数据输入(MDI)方式;手摇脉冲发生器输入都是在调整机床和对刀时使用;通过通信接口,可由上位机输入。

2. 信息运算及控制

数控装置是由中央处理单元(CPU)、存储器、总线和相应的软件构成的专用计算机,它接收到输入信息后,经过译码、轨迹计算(速度计算)、插补运算和补偿计算,再给各个坐标的伺服驱动系统分配速度、位移指令。这一部分是数控机床的核心。整个数控机床的功能强弱主要由这一部分决定。

3. 伺服驱动系统

伺服驱动系统又称为伺服驱动装置,它接收计算机运算处理后分配来的信号。该信号经过调解、转换、放大以后去驱动伺服电机,带动数控机床的执行部件运动。数控机床的伺服驱动装置分为主轴驱动单元(主要是速度控制)、进给驱动单元(包括速度控制和位置控制)、回转工作台和刀库伺服控制装置以及它们相应的伺服电机等。伺服系统分为直流伺服系统和交流伺服系统,而交流伺服系统正在取代直流伺服系统;以步进电机驱动的伺服系统在某些具体场合仍

可采用;直线电机系统是适应高速、高精度的一种伺服机构。在伺服系统中还包括安装在伺服电机上(或机床的执行部件上)的速度、位移检测元件及相应电路,该部分能及时将信息反馈,构成闭环控制(交流数字闭环控制中还包括电流检测反馈)。常用检测装置有测速发电机、旋转变压器、脉冲编码器、感应同步器、光栅、磁性检测元件、霍耳检测元件等组成的系统。一般来说,数控机床的伺服驱动系统,要求具有很好的快速响应性能以及能够灵敏而准确地跟踪指令的功能。所以,伺服驱动及检测反馈是数控机床的关键环节。

4. 主机(机床本体)

数控机床的主机包括机床的主运动部件、进给运动部件、执行部件和基础部件,如床身、底座、立柱、滑鞍、工作台(刀架)、导轨等。数控机床与普通机床不同,它的主运动、各个坐标轴的进给运动都由单独的伺服电机(无级变速)驱动,所以它的传动链短、结构比较简单。普通机床上各个传动链之间有复杂的齿轮联系,在数控机床上改由计算机来协调控制各个坐标轴之间的运动关系。为了保证数控机床的快速响应特性,在数控机床普遍采用精密滚珠丝杠和直线滚动导轨副。为了保证数控机床的高精度、高效率和高自动化加工的特点,机床的机械结构应具有较高的动态特性、动态刚度、阻尼精度、耐磨性以及抗热变形性能。在加工中心上还具备有刀库和自动交换刀具的机械手。同时还有一些良好的配套设施,如冷却、自动排屑、防护、可靠的润滑、编程机和对刀仪等,以利于充分发挥数控机床的功能。

5. 机电接口

数控机床除了点位、轨迹控制采用数字控制外,还有许多其他的控制方式,如主轴的启停,刀具的更换,工件的夹紧松开,各种辅助交流电动机的启停,电磁铁的吸合、释放,离合器的开、合,电磁阀的打开与关闭等。它们的动力来源是由电源变压器、控制变压器、各种断路器、保护开关、接触器、功率断路器及熔断器等组成的强电路提供的,而这种强电路不能与低压下工作的控制电路或弱电路直接连接,只能通过断路器、热动开关、中间继电器等转换成直流低压下工作的触点的开、合工作,成为继电器逻辑电路或 PLC 可接收的信号。其他还有为了保证人身和设备安全或者为了操作、兼容性所必需的,如急停、进给保持、循环启动、行程限位、JOG 命令(手动连续进给)、NC 报警、程序停止、复位、M 信号、S 信号、T 信号等也需由 PLC 来传送。这些动作都按机床工作的逻辑顺序由 PLC 来完成。PLC 控制的虽是动作先后逻辑顺序,但它处理的是数字信息。不管是由 PLC 本身所带 CPU、还是由数控装置内的 CPU 来处理这些信息,数控机床的计算机都能将数字控制信息和开关量控制信息很好地协调起

来,实现正常的运转和工作。

以上这些都是属于数控装置和机床之间的接口问题,统称为机电接口。解决这些问题,首先要知道数控机床上有哪些动作,其次是这些动作的先后顺序以及它们之间的逻辑(联锁、互锁等)关系。

数控机床除了实现加工零件轮廓轨迹控制外,还有其他许多动作。例如:数控车床上刀架的自动回转,加工中心上刀库的自动换刀,冷却液开、停,各坐标的行程限位,各个运动的互锁、联锁,机床的急停,循环启动,进给保持,程序停止,以及各种离合器的开、合,电磁铁的通、断,电磁阀的开、闭等。这些属于开关量控制,一般采用可编程控制器(也称顺序控制器,简称PC)来实现。

从图1-2中可以看出数控机床比普通机床的传动简单,传动件少,但要求零部件的制造精度高、刚度高,进给传动系统应轻快、灵敏,并采用无间隙传动。从计算机的硬件体系结构看,与一般计算机没有什么区别,主要区别在于软件。这里的软件应能支持计算机完成零件形状轨迹的插补运算,而对其科学计算和文字处理功能不作具体要求。普通计算机的外设多为打印机、绘图机等,而在数控机床上的计算机输出微弱信号后,要放大近百万倍才能驱动工作台移动,而且这种过程的响应时间是毫秒级,最小位移量约为 0.001mm 。

一般将信息输入、运算及控制、伺服驱动中的位置控制、PC控制统称为数控系统,将它们安装在一个柜式的装置中,称为数控装置。伺服驱动(常指速度控制环)单元、伺服电机、机械传动环节统称为伺服系统。伺服电动机(带检测反馈元件)及伺服驱动单元等在市场上都有配套产品。

二、数控机床的维护

1. 预防性维护方法的重要性

所谓预防性维护,就是要将有可能造成设备故障和出了故障后难以解决的因素排除在故障发生之前。

数控机床在运行一定时间之后,某些元器件或机械部件难免会出现一些损坏或故障现象,对这种高精度、高效益且又昂贵的设备,如何延长元器件的寿命和零部件的磨损周期,预防各种事故,特别是将恶性事故消灭在萌芽状态,从而提高系统的平均无故障工作时间和使用寿命,一个重要方面是要做好预防性维护。

数控机床通常是一个企业的关键设备,有时在运行中出现了一些不正常现象,如级别较低的报警,虽然不影响一时的运行,但如果怕停机影响生产,不及时进行维护和排除,而让其长时间“带病”工作,必然会造成“小病不治,大病吃

苦”的后果。例如有些地区电网质量差,电压波动大,常造成数控系统跳闸,有些使用者对此现象并不重视,让数控系统继续在恶劣的供电环境中运行,最后造成了主要模块烧坏的严重后果。

总之,做好预防性维护工作是使用好数控机床的一个重要环节,数控机床维修人员、操作人员及管理人员应共同做好这项工作。

2. 预防性维护工作的主要内容

对数控机床的维护要有科学的管理方法,要有计划、有目的地制定相应的规章制度。对维护过程中发现的故障隐患应及时加以清除,避免停机待修,以延长平均无故障工作时间,增加机床的开动率。数控系统的维护保养的具体内容,在随机的使用和维修手册中通常都做了规定。维护从时间上来看,分为点检与日常维护。

1) 点检

(1) 点检的概念。

所谓点检,就是按有关维护文件的规定,对数控机床进行定点、定时的检查和维护。从点检的要求和内容上看,点检可分为专职点检、日常点检和生产点检三个层次,图 1-3 所示为数控机床点检维修过程示意图。

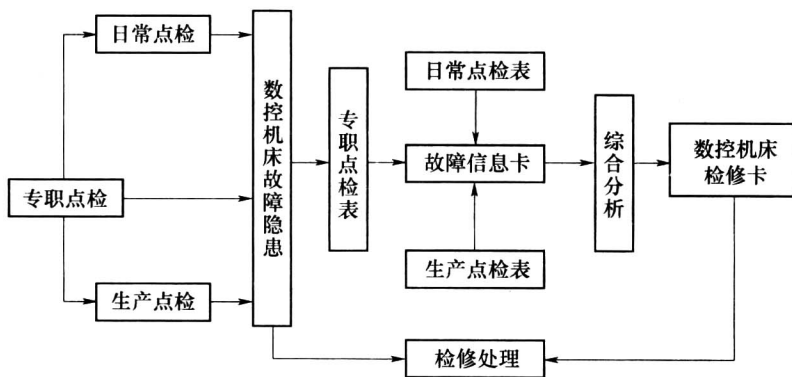


图 1-3 点检维修过程示意图

① 专职点检。专职点检人员负责对数控机床的关键部位和重要部位按周期进行重点检查、设备状态检测与故障诊断,制定点检计划,做好诊断记录,分析维修结果,提出改善设备维护管理的建议。

② 日常点检。日常点检人员负责对机床的一般部位进行检查,处理和排除数控机床在运行过程中出现的故障。

③ 生产点检。生产点检人员负责对生产运行中的数控机床进行检查,并负责润滑、紧固等工作。

(2) 点检管理。

数控机床的点检管理一般包括下述内容。

安全保护装置:

- ① 开机前检查机床的各运动部件是否在停机位置;
- ② 检查机床的各保险及防护装置是否齐全;
- ③ 检查各旋钮、手柄是否在规定的位罝;
- ④ 检查工装夹具的安装是否牢固可靠,有无松动、移位;
- ⑤ 刀具装夹是否可靠以及有无损坏,如砂轮有无裂缝;
- ⑥ 工件装夹是否稳定可靠。

机械及气、液压仪器仪表:(开机后先让机床低速运转 3min ~ 5min,然后检查如下项目)

- ① 主轴运转是否正常,有无异味、异声;
- ② 各轴向导轨是否正常,有无异常现象发生;
- ③ 各轴能否正常回归参考点;
- ④ 空气干燥装置中滤出的水分是否已经放出;
- ⑤ 气压、液压系统是否正常,仪表读数是否在正常值范围之内。

电气防护装置:

- ① 各种电气开关、行程开关是否正常;
- ② 电动机运转是否正常,有无异声。

加油润滑:

- ① 机床低速运转时,检查导轨的供油情况是否正常;
- ② 按要求位置及规定的油号加注润滑油,注油后,将油盖盖好,然后检查油路是否畅通。

清洁文明生产:

- ① 设备外观应无灰尘、无油污,呈现本色;
- ② 各润滑面无黑油、无锈蚀,应有洁净的油膜;
- ③ 丝杠应洁净、无黑油,亮泽有油膜;
- ④ 生产现场应保持整洁有序。

表 1-1 所列某加工中心的维护点检表。

表 1-1 某加工中心的维护点检表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量,及时添加润滑油,确认润滑泵能否定时启动及停止
2	每天	X、Y、Z 轴向导轨面	清除切削物及脏物,检查润滑油是否充分,导轨面有无损坏
3	每天	压缩空气气源压力	检查气动控制系统压力是否在正常范围
4	每天	气源自动分水滤气器和自动空气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分,保证自动空气干燥工作正常
5	每天	气液转换器和增压器油面	发现油量不够时及时补足油
6	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常,油量充足并调节温度范围
7	每天	机床液压系统	油箱、液压泵无异常噪声,压力表指示正常,管路及各接头无泄漏,工作油面高度正常
8	每天	液压平衡系统	平衡压力表指示正常,快速移动时平衡阀工作正常
9	每天	CNC 的输入/输出单元	光电阅读机清洁,机械结构润滑良好
10	每天	各种电柜散热通风装置	各电柜冷却风扇工作正常,风道过滤网无堵塞
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等应无松动、泄漏
12	每半年	滚珠丝杠	清洗丝杠上旧的润滑脂,涂上新油脂
13	每半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器,清洗油箱箱底,更换或过滤液压油
14	每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器,更换润滑油
15	每年	检查并更换直流伺服碳刷	检查换向器表面,吹净碳粉,去除毛刺,更换长度过短的电刷,并应磨合后才能使用
16	每年	润滑油压泵、滤油器清洗	清理润滑油池底,更换滤油器
17	不定期	检查各轴导轨上镶条、压滚轮松紧状态	按机床说明书调整
18	不定期	冷却水箱	检查液面高度,切削液太脏时需更换并清理水箱底部,经常清洗过滤器
19	不定期	排屑器	经常清理切屑,检查有无卡住等
20	不定期	清理废油池	及时抽走滤油池中废油,以免外溢
21	不定期	调整主轴驱动带松紧	按机床说明书调整