

单元一 数控设备管理技术基础



学习目标

1. 了解数控设备管理的内容及其知识；
2. 熟悉数控设备管理的企业岗位及职责；
3. 了解企业数控设备管理常见模式及其发展趋势；
4. 认识封闭式管理模式和现代化联网集成管理的特点；
5. 初步掌握数控设备技术管理和经济管理的内容；
6. 熟悉企业设备管理制度。



教学要求

1. 观看数控设备管理的技术录像；
2. 参观数控加工技术企业及数控实训工厂；
3. 利用互联网查找数控设备管理的技术资料,进行案例分析；
4. 进一步熟悉数控设备的常见管理模式和管理流程。

随着科学技术的发展,对机械产品的加工相应提出了高精度、高柔性 with 高度自动化的要求,数字控制机床就是为了解决单件、小批量,特别是复杂型面零件加工的自动化并保证质量的要求而产生的。

数控机床的发展先后经历了电子管(1952年)、晶体管(1959年)、小规模集成电路(1965年)、大规模集成电路及小型计算机(1970年)和微处理机或微型计算机(1974年)等五代数控系统。

拥有数控设备是企业综合实力的体现,科学、规范地管理好数控设备,最大限度地利用设备,对提高企业生产效益是十分有益的。数控设备管理是一门十分丰富的综合工程科学。

一、数控设备管理基础知识

(一) 数控设备常见种类简介

设备是企业主要的生产工具,也是企业现代化水平的重要标志。设备既是发展国民经济的物质技术基础,又是衡量社会发展水平与物质文明程度的重要尺度。

随着生产的发展,设备现代化水平不断提高,数控设备的出现更是进一步提高了生产率,降低了工人的劳动强度。

数控设备是利用数字指令来控制设备实现动作的。数控机床是典型的数控设备,它集机械制造、计算机、气动、传感检测、液压、技术等于一体,具有柔性,能够进行复杂型面零件

的加工,解决工艺难题;能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化,代表了机床发展的方向。

数控机床的种类很多,分类方法也很多,主要有以下一些分类方法。

1. 按工艺用途分类

- ① 数控车床(NC Lathe);
- ② 数控铣床(NC Milling Machine);
- ③ 数控钻床(NC Drilling Machine);
- ④ 数控镗床(NC Boring Machine);
- ⑤ 数控齿轮加工机床(NC Gearing Holding Machine);
- ⑥ 数控平面磨床(NC Surface Grinding Machine);
- ⑦ 数控外圆磨床(NC External Cylindrical Grinding Machine);
- ⑧ 数控轮廓磨床(NC Contour Grinding Machine);
- ⑨ 数控工具磨床(NC Tool Grinding Machine);
- ⑩ 数控坐标磨床(NC Jig Grinding Machine);
- ⑪ 数控电火花加工机床(NC Dieseling Electric Discharge Machine);
- ⑫ 数控线切割机床(NC Wire Discharge Machine);
- ⑬ 数控激光加工机床(NC Laser Beam Machine);
- ⑭ 数控冲床(NC Punching Press);
- ⑮ 加工中心(Machine Center);
- ⑯ 数控超声波加工机床(NC Ultrasonic Machine);
- ⑰ 其他(如三坐标测量机等)。

2. 按控制的运动轨迹分类

(1) 点位控制系统

点位控制系统是指数控系统只控制刀具或机床工作台,从一点准确地移动到另一点,而点与点之间运动的轨迹不需要严格控制的系统。为了减少移动部件的运动与定位时间,一般先快速移动到终点附近位置,然后再低速准确移动到终点定位位置,以保证良好的定位精度。移动过程中,刀具不进行切削。使用这类控制系统的主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床等。如图 1-1 所示是点位控制加工示意图。

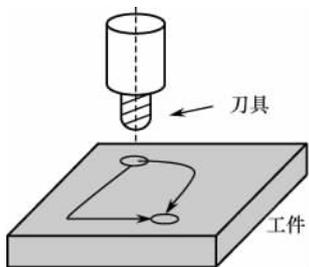


图 1-1 点位控制加工示意图

移动过程中,刀具不进行切削。使用这类控制系统的主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床等。如图 1-1 所示是点位控制加工示意图。

(2) 点位直线控制系统

点位直线控制系统是指数控系统不仅控制刀具或工作台从一个点准确地移动到下一个点,而且保证在两点之间的运动轨迹是一条直线的控制系统。移动过程中,刀具可以进行切削。应用这类控制系统的有数控车床、数控钻床和数控铣床等。如图 1-2 所示是点位直线控制切削加工示意图。

(3) 轮廓控制系统

轮廓控制系统也称连续切削控制系统,是指数控系统能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行严格连续控制的系统。它不仅能控制移动部件从一个点准确地移动到另一个点,

而且还能控制整个加工过程每一点的速度与位移量,将零件加工成一定的轮廓形状。应用这类控制系统的有数控铣床、数控车床、数控齿轮加工机床和加工中心等。如图 1-3 所示是轮廓控制数控加工示意图。

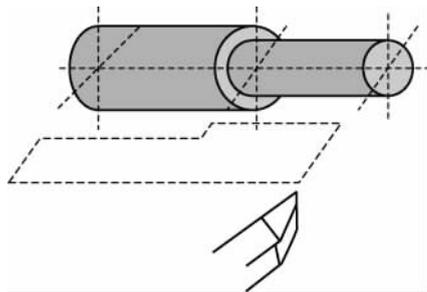


图 1-2 点位直线控制切削加工示意图

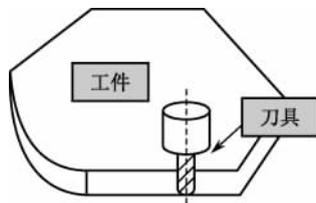


图 1-3 轮廓控制数控加工示意图

3. 按控制坐标联动轴数分类

数控系统控制几个坐标轴按一定的函数关系同时协调运动,称为坐标联动,按照联动轴数可以分为以下几种。

(1) 两轴联动

数控机床能同时控制两个坐标轴联动,适于数控车床加工旋转曲面或数控铣床铣削平面轮廓。

(2) 两轴半联动

在两轴的基础上增加了 Z 轴的移动,当机床坐标系的 X 和 Y 轴固定时, Z 轴可以作周期性进给。两轴半联动加工可以实现分层加工。

(3) 三轴联动

数控机床能同时控制三个坐标轴的联动,用于一般曲面的加工。普通的型腔模具均可以用三轴加工完成。

(4) 多坐标联动

数控机床能同时控制四个以上坐标轴的联动。多坐标数控机床的结构复杂,精度要求高,程序编制复杂,适于加工形状复杂的零件,如叶轮、叶片类零件。

通常,三轴机床可以实现二轴、二轴半、三轴加工;五轴机床也可以只用到三轴联动加工,而其他两轴不联动。

4. 按性能分类

(1) 经济型数控机床

经济型数控机床是数控机床的一种,又称简易数控机床。它的主要特点是价格便宜,功能针对性强。一般情况下,普通机床改装成简易数控机床后可以提高工效 $1\sim 4$ 倍,同时能降低废品率,提高产品质量,又可减轻工人劳动强度。

(2) 中档型数控机床

这类数控机床的数控系统功能较多,但不追求过多,以实用为准,除了具有一般数控系统的功能以外,还具有一定的图形显示功能及面向用户的宏程序功能等。采用的微型计算机系统一般为 32 位微处理器系统,具有 RS-232 通信接口;机床的进给多用交流或直流伺服

驱动,一般系统能实现 4 轴或 4 轴以下联动控制;进给分辨率为 $1\mu\text{m}$,快速进给速度为 $10\sim 20\text{m}/\text{min}$;其输入、输出的控制一般可由可编程控制器来完成,从而大大增强了系统的可靠性和控制的灵活性。这类数控机床的品种极多,几乎覆盖了各种机床类别,且其价格适中。目前它总的趋势是趋向于简单、实用,不追求过多的功能,从而使机床的价格适当降低。

(3) 高档型数控机床

高档型数控机床是指加工复杂形状工件的多轴控制数控机床,且其工序集中、自动化程度高、功能强,具有高度柔性。采用的微型计算机系统为 64 位以上微处理器系统;机床的进给大都采用交流伺服驱动,除了具有一般数控系统的功能以外,应该至少能实现 5 轴或 5 轴以上的联动控制;最小进给分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,最大快速移动速度能达到 $100\text{m}/\text{min}$ 或更高;具有三维动画图形功能和友好的图形用户界面,同时还具有丰富的刀具管理功能、宽调速主轴系统、多功能智能化监控系统和面向用户的宏程序功能,还有很强的智能诊断功能和智能工艺数据库,能实现加工条件的自动设定,且能实现计算机的联网和通信。这类系统的数控机床功能齐全,价格昂贵。

5. 按进给伺服系统分类

由数控装置发出脉冲或电压信号,通过伺服系统控制机床各运动部件运动。数控机床按进给伺服系统控制方式可分为三种类型:开环控制系统、闭环控制系统和半闭环控制系统。

(1) 开环控制系统

这种控制系统采用步进电机,无位置测量元件,输入数据经过数控系统运算,输出指令脉冲控制步进电机工作,如图 1-4 所示。这种控制方式对执行机构不检测,无反馈控制信号,因此称为开环控制系统。开环控制系统的设备成本低,调试方便,操作简单,但控制精度低,工作速度受到步进电机的限制。

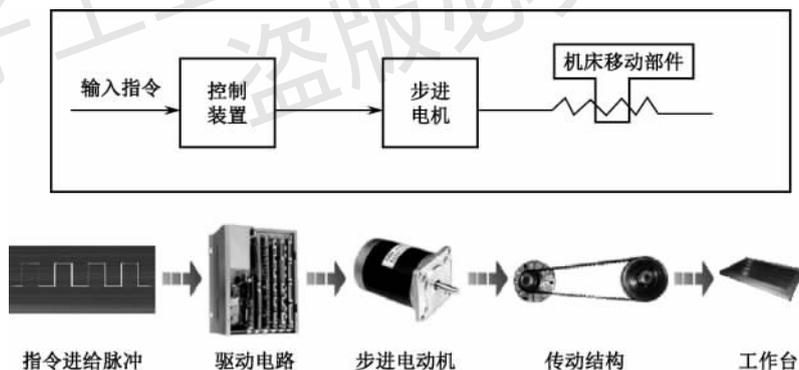


图 1-4 开环控制系统

(2) 闭环控制系统

这种控制系统绝大多数采用伺服电机,有位置测量元件和位置比较电路。如图 1-5 所示,测量元件安装在工作台上,测出工作台的实际位移值反馈给数控装置,位置比较电路将测量元件反馈的工作台实际位移值与指令的位移值相比较,用比较的误差值控制伺服电机工作,直至到达实际位置,误差值消除,所以称为闭环控制。闭环控制系统的控制精度高,但要求机床的刚性好,对机床的加工、装配要求高,调试较复杂,而且设备的成本高。

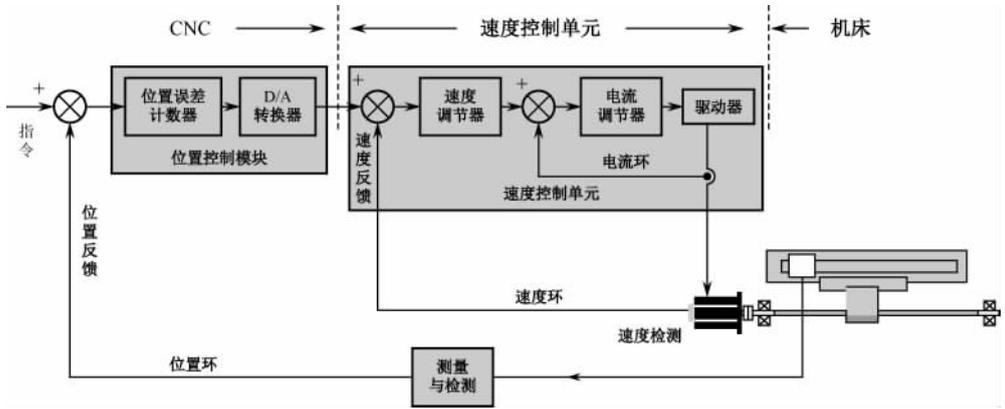


图 1-5 闭环控制系统

(3) 半闭环控制系统

如图 1-6 所示,这种控制系统的位置测量元件不是测量工作台的实际位置,而是测量伺服电机的转角,经过推算得出工作台位移值,反馈至位置比较电路,与指令中的位移值相比较,用比较的误差值控制伺服电机工作。这种用推算方法间接测量工作台位移,不能补偿数控机床传动链零件误差的系统,称为半闭环控制系统。半闭环控制系统的控制精度高于开环控制系统,调试比闭环控制系统容易,设备的成本介于开环与闭环控制系统之间。

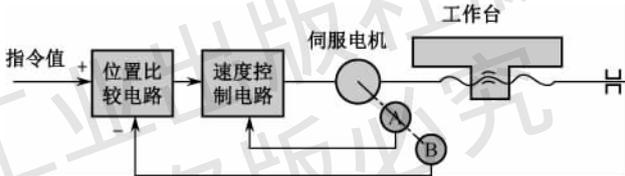


图 1-6 半闭环控制系统

常见的数控机床如图 1-7 所示。

(二) 数控设备管理的内涵

数控设备管理是指对数控设备从选择、评价、使用、维护修理、更新改造直至报废处理全过程的管理工作的总称。企业的数控设备在其使用寿命周期内有两种运动的形态：一是实物形态,包括数控设备的选购、进企业验收、安装、调试、使用、维修、改造更新等,对设备的物质运动形态的管理称为设备的技术管理;二是价值形态,包括设备的最初投资、维修费用支出、折旧、更新改造资金的支出等。对价值运动形态的管理称为设备的经济管理。工业企业的设备管理,应包括两种形态的全面管理。

1. 数控设备管理的形成与发展

数控设备管理是随着工业生产的发展、设备现代化水平的不断提高,以及管理科学和技术的发展逐步发展起来的,设备管理发展的历史主要体现在设备维修方式的演变上,大致经历了以下 3 个历史时期。

(1) 事后维修阶段

事后维修就是企业的机床设备发生了损坏或事故以后才进行修理,可划分为 2 个阶段。



(a) 卧式数控机床



(b) 立式数控机床



(c) 立式数控铣床



(d) 数控磨床



(e) 卧式加工中心



(f) 五轴加工中心



(g) 快走丝数控线切割机床



(h) 电火花机床

图 1-7 常见的数控机床

① 兼修阶段。在 18 世纪末到 19 世纪初,以广泛使用蒸汽机为标志的第一次工业革命后,由于机器生产的发展,生产中开始大量使用机器设备;但工企业规模小、生产水平低、技术水平落后、机器结构简单,机器操作者可以兼做维修,不需要专门的设备维修人员。

② 专修阶段。随着工业发展和技术进步,尤其在 19 世纪后半期,以电力的发明和应用为标志的第二次工业革命以后,由于内燃机、电动机等的广泛使用,生产设备的类型逐渐增多,结构越来越复杂,设备的故障和突发的意外事故不断增加,对生产的影响更为突出。这

时设备维修工作显得更加重要,由原来操作工人兼做修理工作已很不适应,于是修理工作便从生产中分离出来,出现了专职机修人员。但是,这时实行的仍然是事后维修,也就是设备坏了才修,不坏不修。因此,设备管理是从事后维修开始的。这个时期还没有形成科学的、系统的设备管理理论。

(2) 预防性维修阶段

预防性维修就是在机械设备发生故障之前,对易损零件或容易发生故障的部位,事先有计划地安排维修或换件,以预防设备事故发生。这个阶段,计划预防修理理论及制度的形成和完善,可分为以下 3 个阶段。

① 定期计划修理方法形成阶段。在该阶段中,苏联出现了定期计划检查修理的做法和修理的组织机构。

② 计划预防维修制度形成阶段。在第二次世界大战之后到 1955 年,机器设备发生了变化,单机自动化已用于生产,出现了高效率、复杂的设备。苏联先后制订出计划预防维修制度。

③ 统一计划预防维修制度阶段。随着自动化程度不断提高,人们开始注意到了维修的经济效果,制订了一些规章制度和定额,计划预防维修制度日趋完善。

(3) 设备综合管理阶段

设备的综合管理,是对设备实行全面管理的一种重要方式。它是在设备维修的基础上,为了提高设备管理的技术、经济和社会效益,针对使用现代化设备所带来的一系列新问题,继承了设备工程以及设备综合工程学的成果,吸取了现代管理理论(包括系统论、控制论、信息论),尤其是经营理论、决策理论,综合了现代科学技术的新成就(主要是故障物理学、可靠性工程、维修性工程等),而逐步发展起来的一种新型的设备管理体系。

2. 我国机电设备管理的发展与形式

由于中国长期处于封建社会,旧中国工业落后,设备管理工作很差,基本上是坏了就修,修好了再用,没有储备的备品配件,没有设备档案和操作规程等技术文件。新中国成立后,在设备管理方面,基本上是学习苏联的工业管理体系,照抄、照搬了不少规章制度,也引进了总机械师、总动力师的组织编制,这在当时对加强管理起了一定推动作用,使管理工作从无到有,逐步建立了起来;但是由于设备本身和技术水平比较落后,不考虑国情生搬硬套式的管理带来了一些弊病和负面影响。总地来说,在这个阶段还是为中国的工业管理打下了一定的基础。

从 20 世纪 50 年代末期至 60 年代中期,中国的设备管理工作,进入一个自主探索和不断改进阶段。其特点是:权力下放,解决权力过分集中的弊病,比如修订了“大修理管理办法”,简化了“设备事故管理办法”,改进了“计划预修制度”和“备品配件管理制度”,采取了较为适合各企业具体情况的检修体制,实行包机制、巡回检查制和设备评级活动等,使设备管理制度比较适合我国具体情况。

改革开放以后,通过企业整顿,建立、健全了各级责任制,建立并充实了各级管理机构,充实完善了部分基础资料;随着改革开放的深入,中国的设备管理也进入了一个新的发展阶段,国外的“设备综合工程学”、“全员维修”、“后勤工程学”和“计划预修制度”的新发展,给以启发和促进作用,加速了中国设备管理科学的发展。

我国企业内设备管理形式主要有两种。一种是在企业长(或经理)的统一领导下,企业

设备系统与生产系统并列,分别由两位副企业长(或副经理)领导各自系统的工作。有些企业内部成立了几大中心或多个公司,技术装备中心(或设备工程公司)是其中之一,承担对设备的综合管理。在经济体制改革过程中,随着各类承包责任制的推行,技术装备中心(设备工程公司)一般都逐步发展成为相对独立、自主经营、自负盈亏的经济实体。

另一种是基层设备管理组织形式,我国大多数企业在推行设备综合管理过程中,继承了我国“群众参加管理”的优良传统,参照日本 TPM(全员生产维护)的经验,在基层建立了生产操作工人参加的 PM 小组。

随着企业内部承包制的发展,在企业基层班组中出现了多种设备管理形式。其重要的特点是打破了两种传统分工:一是生产操作工人与设备维修工人的分工;二是检修工人机械、电气的分工,有些企业成立了包机组,把与设备运行直接有关的工人组成一个整体,成为企业生产设备管理的基层组织和内部相对独立核算的基本单位,并且每个操作工在设备使用过程中同时做好设备的维护和保养工作,减少故障发生率,延长设备使用寿命。

3. 数控设备管理的内容

设备管理的内容,主要有设备物质运动形态和设备价值运动形态的管理。企业设备物质运动形态的管理是指设备的选型、购置、安装、调试、验收、使用、维护、修理、更新、改造、直到报废,对企业的自制设备还包括设备的调研、设计、制造等全过程的管理。不管是自制还是外购设备,企业有责任把设备“后半生”管理的信息反馈给设计制造部门;同时,制造部门也应及时向使用部门提供各种改进资料,做到对设备实现从无到有应用于生产的“一生”管理。企业设备价值运动形态的管理是指从设备的投资决策、自制费、维护费、修理费、折旧费、占用税、更新改造资金的筹措到支出,实行企业设备的经济管理,使其设备“一生”总费用最经济。前者一般叫做设备的技术管理,由设备主管部门承担;后者叫做设备的经济管理,由财务部门承担。将这两种形态的管理结合起来,贯穿设备管理的全过程,即设备综合管理。设备综合管理有如下几方面内容。

(1) 设备的合理购置

设备的购置主要依据技术上先进、经济上合理、生产上可行的原则,一般应从下面几个方面进行考虑并合理购置。

- ① 设备的效率,如功效、行程、速度等;
- ② 精度、性能的保持性、零件的耐用性、安全可靠;
- ③ 可维修性;
- ④ 耐用性;
- ⑤ 节能性;
- ⑥ 环保性;
- ⑦ 成套性;
- ⑧ 灵活性。

(2) 设备的正确使用与维护

若将安装调试好的机器设备投入到生产使用中,能被合理使用,可大大减少设备的磨损和故障,保持良好的工作性能和应有的精度。严格执行有关规章制度,防止超负荷、拼设备现象发生,使全员参加设备管理工作。

设备在使用过程中,会有松动、干摩擦、异常响声、疲劳等,应及时检查处理,防止设备过早磨损,确保在使用时设备每台都完好,处在良好的技术状态。

(3) 设备的检查与修理

设备的检查是对机器设备的运行情况、工作精度、磨损程度进行检查和校验。通过修理和更换磨损、腐蚀的零部件,使设备的效能得到恢复。只有通过检查,才能确定采用什么样的维修方式,并能及时消除隐患。

(4) 设备的更新改造

应做到有计划、有重点地对现有设备进行技术改造和更新。包括设备更新规划与方案的编制、筹措更新改造资金、选购和评价新设备、合理处理老设备等。

(5) 设备的安全经济运行

要使设备安全经济运行,就必须严格执行运行规程,加强巡回检查,防止并杜绝设备的“跑、冒、滴、漏”,做好节能工作。对于压力容器、压力管道与防爆设备,应严格按照国家颁发的有关规定进行使用,定期检测与维修。水、气、电、蒸汽的生产与使用,应制订各类消耗定额,严格进行经济核算。

(6) 生产组织方面

合理组织生产,按设备的操作规程进行操作,禁止违规操作,以防设备的损坏和安全事故的发生。

二、数控设备的管理模式

(一) 封闭式管理模式与现代化管理模式

在数控设备使用初期,由于数控设备少,类型单一,并且集中在一、两个单位,因此,各有关单位自身形成数控设备管理、使用、维修三位一体的封闭式管理模式。

随着工业化、经济全球化、信息化的发展,机械制造、自动控制、可靠性工程及管理科学出现了新的突破,越来越多的设备使用了数控技术,许多生产车间都有了数控设备。封闭式管理模式就难以适应了,如若采用这种模式,每个单位均要建立维修机构及人员,必然造成人力、物力和财力的极大浪费,现实的条件也是不允许的。现代设备的科学管理出现了新的模式,即出现了数控设备使用、管理和维修各归相关部门负责并用计算机网络技术对设备实现综合管理的现代化管理模式。

(二) 设备现代化管理的发展方向

1. 设备管理信息化趋势

管理信息化是以发达的信息技术和发达的信息设备为物质基础对管理流程进行重组和再造,使管理技术和信息技术全面融合,实现管理过程自动化、数字化、智能化的全过程。现代设备管理的信息化应该是以丰富、发达的全面管理信息为基础,通过先进的计算机和通信设备及网络技术设备,充分利用社会信息服务为设备管理服务。设备管理的信息化是现代发展的必然。

设备管理信息化趋势的实质是对设备实施全面的信息管理,主要表现在以下几个方面。

(1) 设备投资评价的信息化

企业在投资决策时,一定要进行全面的技术经济评价,设备管理的信息化为设备的投资

评价提供了一种高效可靠的途径。通过设备管理信息系统的数据库获得投资多方案决策所需的统计信息、技术参数、经济分析信息等,为设备投资提供全面、客观的依据,从而保证设备投资决策的科学化。

(2) 设备经济效益和社会效益评价的信息化

由于设备使用效益的评价工作量过于庞大,很多企业都不做这方面的工作。设备信息系统的构建,可以积累设备使用的有关经济效益和社会效益评价的信息,利用计算机能够短时间内对大量信息进行处理,提高设备效益评价的效率,为设备的有效运行提供科学的监控手段。

(3) 设备使用的信息化

信息化管理使得记录设备使用的各种信息更加容易和全面,这些使用信息可以通过设备制造商的客户关系管理反馈给设备制造企业,提高机器设备的实用性、经济性和可靠性。同时,设备使用者通过对这些信息的分享和交流,有利于强化设备的管理和使用。

2. 设备维修社会化、专业化、网络化趋势

设备管理的社会化、专业化、网络化的实质是建立设备维修供应链,改变过去大而全、小而全的生产模式。随着生产规模化、集约化的发展,设备系统越来越复杂,技术含量也越来越高,维修保养需要各类专业技术和建立高效的维修保养体系,才能保证设备的有效运行。传统的维修组织方式已经不能满足生产的要求,有必要建立一种社会化、专业化、网络化的维修体制。

这样,可以提高设备的维修效率,减少设备使用单位备品配件的储存及维修人员,从而提高了设备使用效率,降低资金占用。

3. 可靠性工程在设备管理中的应用趋势

现代设备的发展方向是自动化、集成化。由于设备系统越来越复杂,对设备性能的要求也越来越高,因而势必提高对设备可靠性的要求。

可靠性是一门研究技术装备和系统质量指标变化规律的科学,并在研究的基础上制订能以最少的时间和费用,保证所需的工作寿命和零故障率的方法。可靠性科学在预测系统的状态和行为的基础上建立选取最佳方案的理论,保证所要求的可靠性水平。

可靠性标志着机器在其整个使用周期内保持所需质量指标的性能。不可靠的设备显然不能有效工作,因为无论是由于个别零部件的损伤,还是技术性能降到允许水平以下而造成停机,都会带来巨大的损失,甚至发生灾难性后果。

可靠性工程通过研究设备的初始参数在使用过程中的变化,预测设备的行为和工作状态,进而估计设备在使用条件下的可靠性,从而避免设备意外停止作业或造成重大损失和灾难性事故。

4. 在维修体制中应用状态监测和故障诊断技术的趋势

设备状态监测技术是指通过监测设备或生产系统的温度、压力、流量、振动、噪声、润滑油黏度、消耗量等各种参数,与设备生产企业提供的数据相对比,分析设备运行的好坏,对机组故障做早期预测、分析诊断与排除,将事故消灭在萌芽状态,降低设备故障停机时间,提高设备运行可靠性,延长机组运行周期。

设备故障诊断技术是一种了解和掌握设备在使用过程的状态,确定其整体或局部是否

正常或异常,早期发现故障及其原因,并能预报故障发展趋势的技术。

随着科学技术与生产的发展,机械设备工作强度不断增大,生产效率、自动化程度越来越高,同时设备更加复杂,各部分的关联越加密切,往往某处微小故障就会引发连锁反应,导致整个设备乃至与设备有关的环境遭受灾难性的毁坏,不仅造成巨大的经济损失,而且会危及人身安全,后果极为严重。采用设备状态监测技术和故障诊断技术,就可以事先发现故障,避免发生较大的经济损失和事故。

这一技术的应用深刻地改变了我国原有的维修体制,节省了大量维修费用。长期以来,我国对机械设备主要采用计划维修,常常不该修的修了,不仅费时花钱,甚至降低了设备的工作性能;该修的又没修,不仅降低设备寿命,而且导致事故。采用故障诊断技术后,可以变“事后维修”为“事前维修”,变“计划维修”为“预知维修”。

5. 从定期维修向预知维修转变的趋势

设备的预知维修管理是现代设备科学管理发展的方向,为减少设备故障,降低设备维修成本,防止生产设备的意外损坏,通过状态监测技术和故障诊断技术,在设备正常运行的情况下,进行设备整体维修和保养。在工业生产中,通过预知维修,降低事故率,使设备在最佳状态下正常运转,这是保证生产按预定计划完成的必要条件,也是提高企业经济效益的有效途径。

预知维修的发展是和设备管理的信息化、设备状态监测技术、故障诊断技术的发展密切相关的,预知维修需要的大量信息是由设备管理信息系统提供的,通过对设备的状态监测,得到关于设备或生产系统的温度、压力、流量、振动、噪声、润滑油黏度、消耗量等各种参数,由专家系统对各种参数进行分析,进而实现对设备的预知维修。

以上提到的现代设备管理的几个发展趋势并不是相互孤立的,它们之间相互依存、相互促进。信息化在设备管理中的应用可以促进设备维修的专业化、社会化;预知维修又离不开设备的故障诊断技术和可靠性工程;设备维修的专业化又促进了故障诊断技术、可靠性工程的研究和应用。

三、数控设备的技术管理与经济管理

(一) 数控设备的技术管理

技术管理是指企业有关生产技术组织与管理工作的总称,包括以下几个方面。

1. 设备的前期管理

设备前期管理又称设备规划工程,是指从制订设备规划方案起到设备投产止这一阶段全部活动的管理工作,包括:①设备的规划决策,②外购设备的选型采购和自制设备的设计制造,③设备的安装调试,④设备使用的初期管理四个环节。其主要内容包括:①设备规划方案的调研、制订、论证和决策,②设备货源调查及市场情报的搜集、整理与分析,③设备投资计划及费用预算的编制与实施程序的确定,④自制设备的设计方案的选择和制造,⑤外购设备的选型、订货及合同管理,⑥设备的开箱检查、安装、调试运转、验收与投产使用,⑦设备初期使用的分析、评价和信息反馈等。做好设备的前期管理工作,为进行设备投产后的使用、维修、更新改造等管理工作奠定了基础,创造了条件。

2. 设备资产管理

设备的资产管理是一项重要的基础管理工作,是对设备运动过程中的实物形态和价值形态的某些规律进行分析、控制和实施管理。由于设备资产管理涉及面比较广,应实行“一把手”工程,通过设备管理部门、设备使用部门和财务部门的共同努力,互相配合,做好这一工作。当前,企业设备资产管理工作的主要内容有如下几方面。

- ① 保证设备固定资产的实物形态完整和完好,并能正常维护、正确使用和有效利用。
- ② 保证固定资产的价值形态清楚、完整和正确无误,及时做好固定资产清理、核算和评估等工作。
- ③ 重视提高设备利用率与设备资产经营效益,确保资产的保值增值。
- ④ 强化设备资产动态管理的理念,使企业设备资产保持高效运行状态。
- ⑤ 积极参与设备及设备市场交易,调整企业设备存量资产,促进全社会设备资源的优化配置和有效运行。
- ⑥ 完善企业资产产权管理机制。在企业经营活动中,企业不得使资产及其权益遭受损失。企业资产如发生产权变动时,应进行设备的技术鉴定和资产评估。

3. 设备状态监测管理

(1) 设备状态监测的概念

对运转中的设备整体或其零部件的技术状态进行检查鉴定,以判断其运转是否正常,有无异常与劣化征兆;或对异常情况进行追踪,预测其劣化趋势,确定其劣化及磨损程度等,这种活动就称为状态监测(Condition Monitoring)。状态监测的目的在于掌握设备发生故障之前的异常征兆与劣化信息,以便事前采取针对性措施控制和防止故障的发生。

对于在使用状态下的设备进行不停机或在线监测,能够确切掌握设备的实际特性,有助于判定需要修复或更换的零部件和元器件,充分利用设备和零件的潜力,避免过剩维修,节约维修费用,减少停机损失。特别是对自动线、程式、流水式生产线或复杂的关键设备来说,意义更为突出。

(2) 状态监测与定期检查的区别

设备的定期检查是对生产设备在一定时期内所进行的较为全面的一般性检查,间隔时间较长(多在半年以上),检查方法多靠主观感觉与经验,目的在于保持设备的规定性能和正常运转。而状态监测是以关键的重要的设备(如生产联动线,精密、大型、稀有设备,动力设备等)为主要对象,检测范围比定期检查小,要使用专门的检测仪器对事先确定的监测点进行间断或连续的监测检查,目的在于定量地掌握设备的异常征兆和劣化的动态参数,判断设备的技术状态及损伤部位和原因,以决定相应的维修措施。

设备状态监测是设备诊断技术的具体实施,是一种掌握设备动态特性的检查技术。它包括了各种主要的非破坏性检查技术,如振动理论、噪声控制、振动监测、应力监测、腐蚀监测、泄漏监测、温度监测、磨粒测试、光谱分析及其他各种物理监测技术等。

设备状态监测是实施设备状态维修(Condition Based Maintenance)的基础。根据设备检查与状态监测结果,确定设备的维修方式,所以,实行设备状态监测与状态维修有以下优点:

- ① 减少因机械故障引起的灾害;

- ② 增加设备运转时间；
- ③ 减少维修时间；
- ④ 提高生产效率；
- ⑤ 提高产品和服务质量。

设备技术状态是否正常,有无异常征兆或故障出现,可根据监测所取得的设备动态参数(温度、振动、应力等)与缺陷状况,与标准状态进行对照加以鉴别,见表 1-1。

表 1-1 设备状态的一般标准

设备状态	部 件			设备性能
	应力	性能	缺陷状态	
正常	在允许值内	满足规定	微小缺陷	满足规定
异常	超过允许值	部分降低	缺陷扩大(如噪声、振动增大)	接近规定,一部分降低
故障	达到破坏值	达不到规定	破损	达不到规定

(3) 设备状态监测的分类与工作程序

设备状态监测按其监测的对象和状态量划分,可分为两方面的监测。

① 机器设备的状态监测:指监测设备的运行状态,如监测设备的振动、温度、油压、油质劣化、泄漏等情况。

② 生产过程的状态监测:指监测由几个因素构成的生产过程的状态,如监测产品质量、流量、成分、温度或工艺参数量等。

上述两方面的状态监测是相互关联的,例如生产过程发生异常,将会发现设备的异常或导致设备的故障;反之,往往由于设备运行状态发生异常,出现生产过程的异常。

设备状态监测按监测手段划分,可分为两种类型的监测。

① 主观型状态监测:即由设备维修或检测人员凭感官感觉和技术经验对设备的技术状态进行检查和判断。这是目前在设备状态监测中使用较为普及的一种监测方法。由于这种方法依靠的是人的主观感觉和经验、技能,要准确地做出判断难度较大,因此必须重视对检测维修人员进行技术培训,编制各种检查指导书,绘制不同状态比较图,以提高主观检测的可靠程度。

② 客观型状态监测:即由设备维修或检测人员利用各种监测器械和仪表,直接对设备的关键部位进行定期、间断或连续监测,以获得设备技术状态(如磨损、温度、振动、噪声、压力等)变化的图像、参数等确切信息。这是一种能精确测定劣化数据和故障信息的方法。

在实施状态监测时,应尽可能采用客观监测法,在一般情况下,使用一些简易方法是可以达到客观监测的效果的。但是,为能在不停机和不拆卸设备的情况下取得精确的检测参数和信息,就需要购买一些专门的检测仪器和装置,其中有些仪器装置的价值比较昂贵。因此,在选择监测方法时,必须从技术与经济两个方面进行综合考虑,既要能不停地迅速取得正确可靠的信息,又必须经济合理。这就要将购买仪器装置所需费用同故障停机造成的总损失加以比较,来确定应当选择何种监测方法。一般地说,对以下四种设备应考虑采用客观监测方法:发生故障时对整个系统影响大的设备,特别是自动化流水生产线和联动设备;

必须确保安全性能的设备,如动能设备;价格昂贵的精密、大型、重型、稀有设备;故障停机修理费用及停机损失大的设备。

4. 设备安全环保管理

设备使用过程中不可避免地会出现以下问题:

① 废水、废液——如油、污浊物、重金属类废液,此外还有温度较高的冷却排水等。

② 噪声——泵、空气压缩机、空冷式热交换器、鼓风机以及其他直接生产设备、运输设备等所发生的噪声。

③ 振动——空气压缩机、鼓风机以及其他直接生产设备等所产生的各种振动。

④ 恶臭——产品的生产、储存、运输等环节泄漏出少量有臭物质。

⑤ 工业废弃物——比如金属切屑。

这些问题处理不好,会影响到企业环境和正常生产,因此在设备管理过程中必须考虑到设备使用的安全环保问题,确定相应处理措施,配备处理设备,同时还要对这些设备维修保养好,将其看做生产系统的一部分进行管理。

5. 设备润滑管理

将具有润滑性能的物质施入机器中做相对运动的零件的接触表面上,以减少接触表面的摩擦、降低磨损的技术方式。施入机器零件摩擦表面的润滑剂,能够牢牢地吸附在摩擦表面上,并形成一种润滑油膜,这种油膜与零件的摩擦表面结合得很强,因而两个摩擦表面能够被润滑剂有效地隔开。这样,零件间接触表面的摩擦就变为润滑剂本身的分子间的摩擦,从而起到降低摩擦、磨损的作用。设备润滑是防止和延缓零件磨损和其他形式失效的重要手段之一。润滑管理是设备工程的重要内容之一,加强设备的润滑管理工作,并把它建立在科学管理的基础上,对保证企业的均衡生产、保证设备完好并充分发挥设备效能、减少设备事故和故障、提高企业经济效益和社会效益都有着极其重要的意义。因此,搞好设备的润滑工作是企业设备管理中不可忽视的环节。

润滑的作用一般可归结为:控制摩擦、减少磨损、降温冷却、可防止摩擦面锈蚀、冲洗作用、密封作用、减振作用等。润滑的这些作用是互相依存、互相影响的。如不能有效地减少摩擦和磨损,就会产生大量的摩擦热,迅速破坏摩擦表面和润滑介质本身,这就是摩擦时缺油会出现润滑故障的原因。必须根据摩擦副的工作条件和作用性质,选用适当润滑材料;根据摩擦副的工作条件和性质,确定正确的润滑方式和润滑方法,设计合理的润滑装置和润滑系统,严格保持润滑剂和润滑部位的清洁,保证供给适量的润滑剂,防止缺油及漏油,适时清洗换油,既保证润滑又要节省润滑材料。

为保证上述要求,必须做好润滑管理。

(1) 润滑管理的目的和任务

控制设备摩擦、减少和消除设备磨损的一系列技术方法和组织方法,称为设备润滑管理,其目的是:给设备以正确润滑,减少和消除设备磨损,延长设备使用寿命,保证设备正常运转,防止发生设备事故和降低设备性能,减少摩擦阻力,降低动能消耗,提高设备的生产效率和产品加工精度,保证企业获得良好的经济效益,合理润滑,节约用油,避免浪费。

(2) 润滑管理的基本任务

① 建立设备润滑管理制度和工作细则,拟订润滑工作人员的职责。

② 搜集润滑技术、管理资料,建立润滑技术档案,编制润滑卡片。

③ 指导操作工和专职润滑工搞好润滑工作,核定单台设备润滑材料及其消耗定额。

④ 及时编制润滑材料计划,检查润滑材料的采购质量,做好润滑材料进库、保管、发放的工作。

⑤ 编制设备定期换油计划,并做好废油的回收、利用工作。

⑥ 检查设备润滑情况,及时解决存在的问题,更换缺损的润滑元件、装置、加油工具和用具。

⑦ 改进润滑方法,采取积极措施,防止和治理设备漏油。

⑧ 做好有关人员的技术培训工作,提高润滑技术水平,贯彻润滑的“五定”原则——定人(定人加油)、定时(定时换油)、定点(定点给油)、定质(定质进油)、定量(定量用油),总结推广和学习应用先进的润滑技术和经验,以实现科学管理。

6. 设备维修管理

设备维修管理工作有以下主要内容:

① 设备维修用技术资料的管理。

② 编制设备维修用技术文件——主要包括:维修技术任务书、更换件明细表、材料明细表、修理工艺规程及维修质量标准等。

③ 制订磨损零件的修、换标准。

④ 在设备维修中,推广有关新技术、新材料、新工艺,提高维修技术水平。

⑤ 设备维修用品、检具的管理等。

7. 设备备件管理

(1) 备件的技术管理

主要是技术基础资料的收集与技术定额的制订工作,包括:备件图纸的收集、测绘、整理,备件图册的编制;各类备件统计卡片和储备定额等基础资料的设计、编制及备件卡的编制工作。

(2) 备件的计划管理

备件的计划管理是指备件由提出自制计划或外协、外购计划到备件入库这一阶段的管理工作。可分为年、季、月自制备件计划,外购备件年度及分批计划,铸、锻毛坯件的需要量申请、制造计划,备件零星采购和加工计划,备件的修复计划。

(3) 备件库房管理

备件的库房管理是指从备件入库到发出这一阶段的库存控制和管理工作。包括:备件入库时的质量检查、清洗、涂油防锈、包装、登记上卡、上架存放;备件收、发及库房的清洁与安全;订货量与库存量的控制;备件的消耗量、资金占用额、资金周转率的统计分析和控制;备件质量信息的搜集等。

(4) 备件的经济管理

主要是备件的经济核算与统计分析和统计工作,包括:备件库存资金的核定、出入库账目的管理、备件成本的审定、备件消耗统计和备件各项经济指标的统计分析和统计等。经济管理应贯穿于备件管理的全过程,同时应根据各项经济指标的统计分析和统计结果,来衡量、检查备件管理工作的质量和水平,总结经验,改进工作。

备件管理机构的设置和人员配置,与企业的规模、性质有关。表 1-2 中所列为一般机械行业配置情况,可供参考。表中所列人员的配置是企业自行生产和储备备件情况下的组织机构。在备件逐步走入专业化生产和集中供应的情况下,企业备件管理人员的工作重点应是科学、及时地掌握市场供应信息,减少人员,并降低备件储备数量和库存资金。

表 1-2 备件管理机构和人员配置

企业规模	组织机构	人员配置	职责范围
大型企业	①在设备管理部门领导下成立备件科(或组) ②备件专门生产车间 ③设置备件总库	备件计划员 备件生产调度员 备件采购员 备件质量检验员 备件库管员 备件经济核算员	备件技术管理、备件计划管理 自制备件生产调度 外购备件采购 备件质量检验 备件检验、收发、保管 备件经济管理
中型企业	①设备科管理组(或技术组)分管备件技术、管理工作 ②设置备件库房 ③机修分企业(车间)负责自制备件	备件技术员 备件计划员(可兼职) 备件采购员 备件库管员 备件经济核算员(可兼职)	同上(允许兼职)
小型企业	①设备科(组)管理备件生产与技术工作 ②备件库可与材料库合一	备件技术员 备件库管员(可兼职)	满足维修生产,不断完善备件管理工作

8. 设备改造革新管理

(1) 设备改造革新的目标

① 提高加工效率和产品质量。设备经过改造后,要使原设备的技术性能得到改善,提高精度和增加功能,使之达到或局部达到新设备的水平,满足产品生产的要求。

② 提高设备运行安全性。对影响人身安全的设备,应进行针对性改造,防止人身伤亡事故的发生,确保安全生产。

③ 节约能源。通过设备的技术改造提高能源的利用率,大幅度地节电、节煤、节水,在短期内收回设备改造投入的资金。

④ 保护环境。有些设备对生产环境乃至社会环境造成较大污染,如烟尘污染、噪声污染以及工业废水的污染。要积极进行设备改造,消除或减少污染,改善生存环境。

此外,对进口设备的国产化改造和对闲置设备的技术改造,也有利于降低修理费用和提高资产利用率。

(2) 设备改造革新的实施

① 编制和审定设备更新申请单。设备更新申请单由企业主管部门根据各设备使用部门的意见汇总编制,经有关部门审查,在充分进行技术经济分析论证的基础上,确认实施的可能性和资金来源等方面情况后,经上级主管部门和企业长审批后实施。设备更新申请单的主要内容包括:

- 设备更新的理由(附技术经济分析报告);
- 对新设备的技术要求,包括对随机附件的要求;
- 现有设备的处理意见;
- 订货方面的商务要求及要求使用的时间。

② 对旧设备组织技术鉴定,确定残值,区别不同情况进行处理。对报废的受压容器及国家规定淘汰设备,不得转售其他单位。目前尚无确定残值的较为科学的方法,但它是真实反映设备本身价值的量,确定它很有意义。因此,残值确定的合理与否,直接关系到经济分析的准确与否。

③ 积极筹措设备更新资金。

9. 设备专业管理

设备的专业管理,是企业内设备管理系统专业人员的管理。它是相对于群众管理而言的,群众管理是指企业内与设备有关的人员,特别是设备操作、维修工人参与设备的民主管理活动。专业管理与群众管理相结合可使企业的设备管理工作上下成线、左右成网,使广大干部职工关心和支持设备管理工作,有利于加强设备日常维修工作和提高设备现代化管理水平。

(二) 数控设备的经济管理

经济管理是指在社会物质生产活动中,用较少的人力、物力、财力和时间,获得较大成果的管理工作的总称。

经济管理的内容包括:

- ① 投资方案技术分析、评估;
- ② 设备折旧计算与实施;
- ③ 设备寿命周期费用、寿命周期效益分析;
- ④ 备件流动基金管理。

(三) 数控设备管理制度

1. 数控机床的管理规定

数控机床的管理要规范化、系统化并具有可操作性。数控机床管理工作的任务概括为“三好”,即“管好、用好、修好”。

① 管好数控机床。企业经营者必须管好本企业所拥有的数控机床,即掌握数控机床的数量、质量及其变动情况,合理配置数控机床。严格执行关于设备的移装、调拨、借用、出租、封存、报废、改装及更新的有关管理制度,保证财产的完整齐全,保持其完好和价值。操作工必须管好自己使用的机床,未经上级批准不准他人使用,杜绝无证操作现象。

② 用好数控机床。企业管理者应教育本企业员工正确使用和精心维护好数控机床,生产应依据机床的能力合理安排,不得有超性能使用和拼设备之类的行为。操作工必须严格遵守操作维护规程,不超负荷使用及采取不文明的操作方法,认真进行日常保养和定期维护,使数控机床保持“整齐、清洁、润滑、安全”的标准。

③ 修好数控机床。车间安排生产时应考虑和预留计划维修时间,防止机床带病运行。操作工要配合维修工修好设备,及时排除故障。要贯彻“预防为主,养为基础”的原则,实行计划预防修理制度,广泛采用新技术、新工艺,保证修理质量,缩短停机时间,降低修理费用,

提高数控机床的各项技术经济指标。

2. 数控机床的使用规定

(1) 强化技术工人的技术培训

为了正确合理地使用数控机床,操作工在独立使用设备前,必须经过基础知识、技术理论及操作技能的培训,并且在熟练技师指导下,进行上机训练,达到一定的熟练程度,同时要参加国家职业资格的考核鉴定,经过鉴定合格并取得资格证后,方能独立操作所使用数控机床。严禁无证上岗操作。

技术培训、考核的内容包括:数控机床结构性能、数控机床工作原理、传动装置、数控系统技术特性、金属加工技术规范、操作规程、安全操作要领、维护保养事项、安全防护措施、故障处理原则等。

(2) 实行定人定机持证操作

数控机床必须由持职业资格证书的操作工担任操作,严格实行定人定机和岗位责任制,以确保正确使用数控机床和落实日常维护工作。多人操作的数控机床应实行机长负责制,由机长对使用和维护工作负责。公用数控机床应由企业管理者指定专人负责维护保管。数控机床定人定机名单由使用部门提出,报设备管理部门审批,签发操作证;精密、大型、稀有、关键设备的定人定机名单,设备部门审核报企业管理者批准后签发。定人定机名单批准后,不得随意变动。对技术熟练能掌握多种数控机床操作技术的工人,经考试合格可签发操作多种数控机床的操作证。

(3) 建立使用数控机床的岗位责任制

① 数控机床操作工必须严格按“数控机床操作维护规程”、“四项要求”(详见下文)、“五项纪律”(详见下文)的规定正确使用与精心维护设备。

② 实行日常检查,认真记录。做到上班前正确润滑设备;上班中注意运转情况;下班后清扫擦拭设备,保持清洁,涂油防锈。

③ 在做到“三好”要求下,练好“四会”(详见下文)基本功,搞好日常维护和定期维护工作;配合维修工人检查修理自己操作的设备;保管好设备附件和工具,并参加数控机床修后验收工作。

④ 认真执行交接班制度和填写好交接班及运行记录。

⑤ 发生设备事故时立即切断电源,保持现场,及时向生产工长和车间机械员(师)报告,听候处理;分析事故时应如实说明经过;对违反操作规程等造成的事故应负直接责任。

(4) 建立交接班制度

连续生产和多班制生产的设备必须实行交接班制度,交班人除完成设备日常维护作业外,还必须把设备运行情况和发现的问题,详细记录在“交接班簿”上,并主动向接班人介绍清楚,双方当面检查,在交接班簿上签字。接班人如发现异常或情况不明、记录不清时,可拒绝接班。如交接不清,设备在接班后发生问题,由接班人负责。

企业对在用设备均需设“交接班簿”,不准涂改撕毁。区域维修部(站)和机械员(师)应及时收集分析、掌握交接班执行情况和数控机床技术状态信息,为数控机床状态管理提供资料。

3. 数控机床安全生产规程

(1) 操作工使用数控机床的基本要求

① 数控机床操作工“四会”基本功。

● 会使用——操作工应先学习数控机床操作规程,熟悉设备结构性能、传动装置,懂得加工工艺和工装工具在数控机床上的正确使用。

● 会维护——能正确执行数控机床维护和润滑规定,按时清扫,保持设备清洁完好。

● 会检查——了解设备易损零件部位,知道完好检查项目、标准和方法,并能按规定进行日常检查。

● 会维修——熟悉设备特点,能鉴别设备正常与异常现象,懂得其零部件拆装注意事项,会做一般故障调整或协同维修人员进行排除。

② 维护使用数控机床的“四项要求”。

● 整齐——工具、工件、附件摆放整齐,设备零部件及安全防护装置齐全,线路管道完整。

● 清洁——设备内外清洁,无“黄袍”,各滑动面、丝杠、齿条、齿轮无油污,无损伤;各部位不漏油、漏水、漏气,铁屑清扫干净。

● 润滑——按时加油、换油,油质符合要求;油枪、油壶、油杯、油嘴齐全,油毡、油线清洁,油窗明亮,油路畅通。

● 安全——实行定人定机制度,遵守操作维护规程,合理使用,注意观察运行情况,不出安全事故。

③ 数控机床操作工的“五项纪律”

● 凭操作证使用设备,遵守安全操作维护规程。

● 经常保持机床整洁,按规定加油,保证合理润滑。

● 遵守交接班制度。

● 管好工具、附件,不得遗失。

● 发现异常,立即通知有关人员检查处理。

(2) 数控设备的预防性维护

① 保证工作环境的适宜,数控机床的工作环境直接影响机床的运转和使用寿命,诸如温度、湿度、电网电压等。

② 严格遵循操作规程,加强对相关人员的培训,避免因操作不当引起故障。

③ 防止数控装置过热,定期清理数控装置的散热通风系统,必要时应及时加装空调装置。

④ 保持数控装置内部清洁,尽量少开电气柜门。

⑤ 定期保养伺服电机,如果数控机床闲置半年以上,应取出直流伺服电机的电刷,避免换向器表面腐蚀,损坏电机。

⑥ 定期检查和更换存储器用电池,一般应1年更换1次电池。更换电池一般要在数控系统通电状态下进行,避免存储数据丢失。

⑦ 数控机床长期闲置时,在机床锁住情况下,让其空运行。夏季应天天通电,电气元件发热会驱走数控柜内的潮气,保证零部件的可靠性。

四、数控设备管理技术个案剖析

(一) 数控设备管理模式案例剖析

某企业在 20 世纪 90 年代就开始进行高度自动化的现代化生产,该企业从投产起就具有完整的三级计算机管理和控制系统,生产控制和生产管理全部采用计算机,投产后,又建成了办公和数据管理局域网。由于当时受引进设备的条件限制,在引进的生产控制系统和后期自己开发的企业内部办公和数据管理局域网中都没有包含设备管理的功能,因此,所有的设备运行记录、故障登记、检修计划、备件台账、备件领用等,仍采用传统的手工记录或 PC 单机处理方式。为此,从 2005 年底开始,该企业采用计算机网络技术对设备实现了综合管理。

1. 系统结构和系统框架

到 2005 年下半年,该企业已建成投运的计算机网络结构如图 1-8 所示。

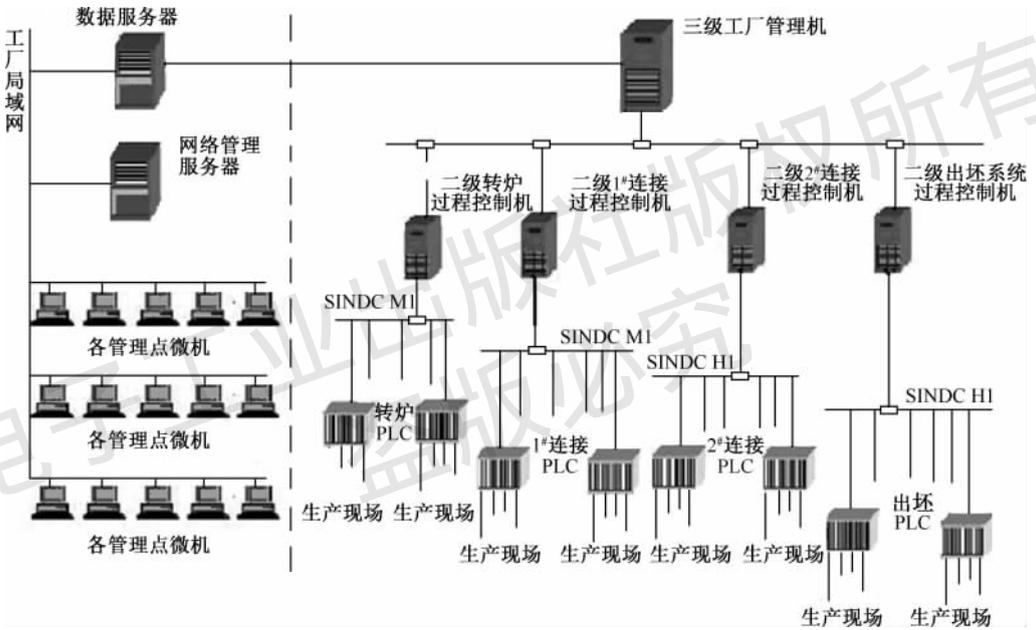


图 1-8 某企业计算机网络结构示意图

由图 1-8 可见,企业内部建有生产控制网和管理局域网两个网络,这两个计算机网络相对独立,又有一定的数据通信管道。根据设备管理系统主要功能是管理,对控制系统仅限于对个别数据进行收集的特点,企业在系统规划时就决定不牵涉生产控制系统,在管理网络上增加一台独立服务器完成设备管理的全部功能,同时将管理网络延伸到生产现场各控制室和维修点以收集设备数据。改造后的网络结构如图 1-9 所示。

在软件系统设计方面,整个系统以 SQL 数据库为核心,所有设备数据存入 SQL 数据库中,界面采用最新的浏览器/服务器(B/S)架构,以 Web 页显示。根据系统管理的需要,企业把系统的全部软件设计分为设备运行管理、设备检修管理、备品备件管理、其他管理等四大模块。

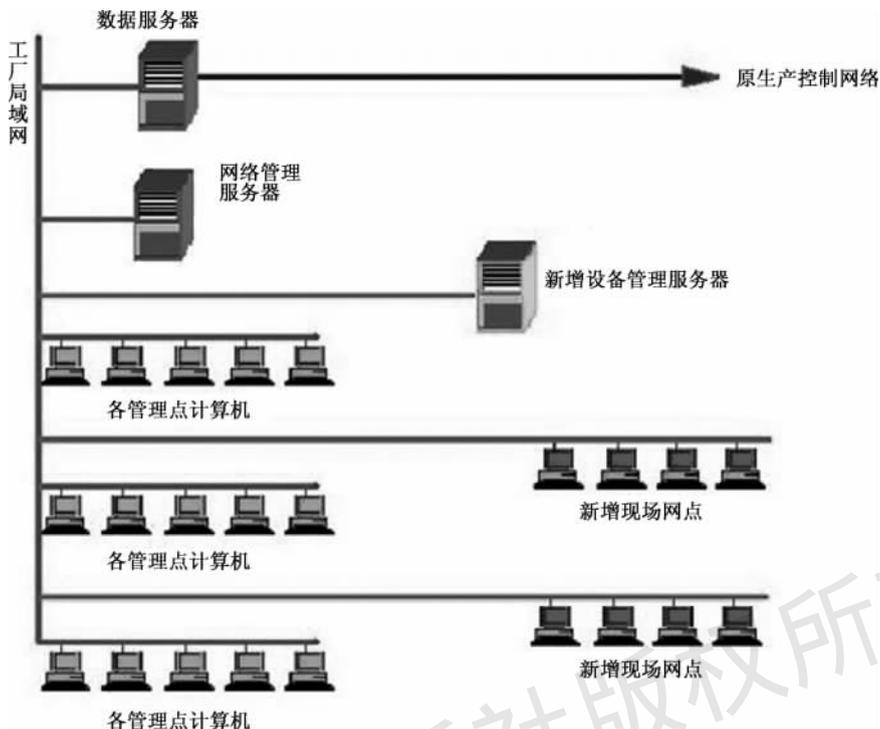


图 1-9 改造后的计算机网络结构

设备管理系统软件结构图如图 1-10 所示。

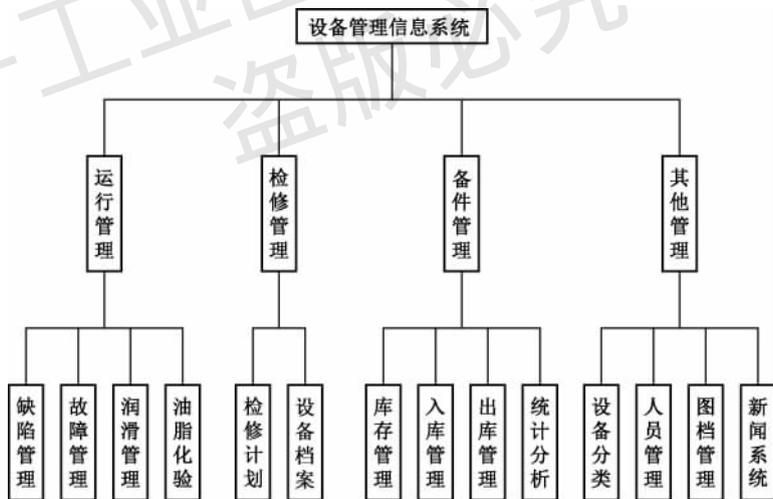


图 1-10 设备管理系统软件结构图

2. 系统功能及其实现

在局域网上的所有微机终端均可通过 Web 浏览设定网页地址而进入系统。

系统中的所有数据是完全、充分共享的。进入各专用数据处理功能必须输入其用户名和密码,否则只能浏览基本数据。

(1) 运行管理模块

运行管理的目的是保证各级使用、维护和管理设备的人员对设备的运行状态有充分的了解,能够对设备的各种突发事件在最短的时间内做出决策,从而保证在线设备的正常运行。运行管理模块的四项主要功能——缺陷管理、故障管理、润滑管理和油脂化验都是为达到以上目的而设置的。

① 缺陷管理。缺陷管理是指把设备运行过程中,维护人员在、巡检时发现的设备缺陷进行登记和处理的过程。在设备管理中,缺陷管理强调的闭环管理,即问题从发现一直跟踪到最终解决都有记录。因此,在该功能的设计时,企业在计算机中建立了发现问题、计划处理、处理结果三个档案,由维护人员在计算机上登录填写。

② 故障管理。故障管理和缺陷管理在本质上是相似的,其区别只是在于,缺陷是维护人员在设备还在正常运行时发现的、可能造成故障的设备问题;而故障则是已造成设备不能正常运行的缺陷。

③ 润滑管理与油脂化验。设备润滑状态的好坏,一方面与是否按制度进行润滑有关,同时也和润滑剂的质量以及油脂使用中的成分变化有关,因此,要管理好设备运行,必须要及时掌握设备的润滑状态。企业在系统中设计了润滑管理和油脂化验两个输入界面,以便专业人员随时掌握设备的润滑和油脂情况。

(2) 检修管理模块

设备的检修管理,主要功能是根据设备的运行状态,制订出设备检修计划,并在生产允许的情况下进行实施。对已造成设备不能运行的故障进行检修,虽然在处理故障时一般已进行了检修,但由于生产的紧迫性,大部分故障仍需要在生产允许时实施彻底检修。

首先是由管理人员在计算机上确定定检计划时间,形成一个空白的定检计划表;然后各车间工程师根据自己掌握的情况,按“生产线—设备—单体设备”提交各单体设备的检修计划;提交后的检修计划由计算机自动汇入定检计划表,管理人员对计划表进行删选、平衡、审核后批准,车间按计算机上已批准的定检计划进行准备和执行。该模块的处理流程图如图 1-11 所示。

(3) 备件管理模块

设计备件管理模块时,企业保留了备件管理的正常流程,把原来的手记账本转换成计算机的数据库账本,增加了库存备件的查询功能和备件的分类汇总和统计功能。这样,使所有备件领用人员在申请前就可知道库中是否有自己需要的备件。因此,既降低了备件库存,也减少了仓库保管员和备件计划员的工作量。备件管理模块的工作流程图如图 1-12 所示。

备件管理模块不但可以对库存进行统计,还能对备件的领用消耗进行一定的分析,便于设备管理人员对资金流向等进行掌握。

(4) 其他管理模块

由于系统是基于 Web 浏览的,因此任何在企业局域网上的 PC 机均可使用 Internet 浏览器登录和访问本系统。为保证系统的安全和数据的准确性,人员管理模块详细地设置了各类不同的权限,系统运行时将跟踪记录用户的存在情况,以便在需要时进行数据追溯。

图档管理是为了设备资料的查询方便而设计的,它可以方便地链接到企业档案室的档案管理计算机系统中,不需要到档案室就可以利用本系统方便地查找各类图档资料。

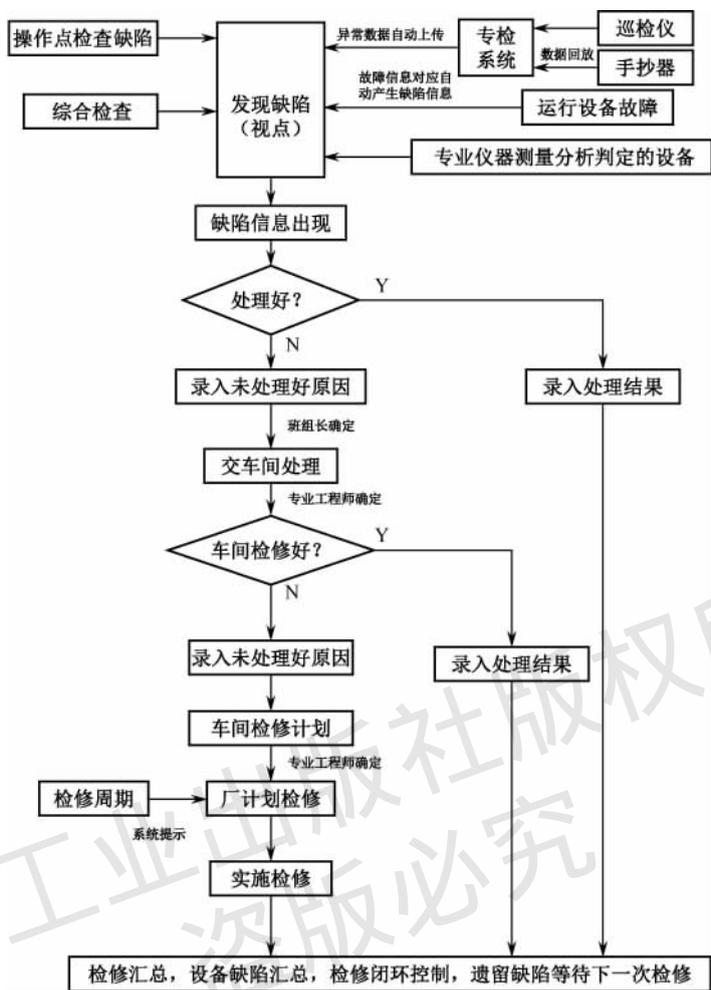


图 1-11 检修管理模块程序处理流程图

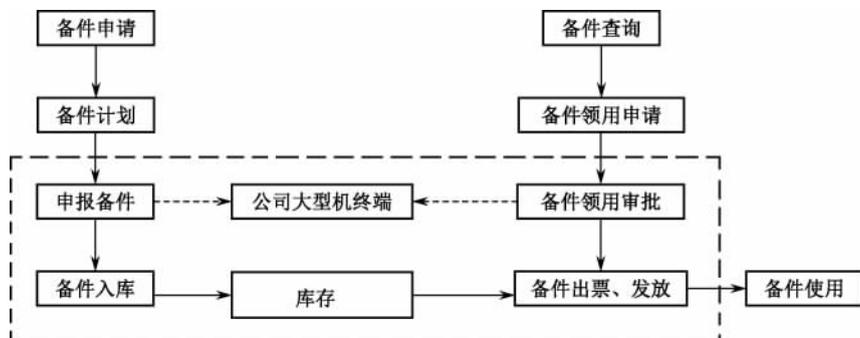


图 1-12 备件管理模块的工作流程图

新闻系统主要用于进行设备系统内的通知、纪要、工作通报的发布,部分替代办公自动化系统的功能,方便管理人员的工作。

3. 系统分析

该计算机设备管理系统从 2005 年下半年开始酝酿,2006 年开始实施,2006 年下半年各项功能陆续投入运行,到目前为止,系统运行良好,数据准确,受到了广大设备、生产人员的欢迎和好评。本系统具有以下几方面的特点。

(1) 数据完整可靠

由于在计算机中进行记录时每人有自己的权限和工作范围,无法进行替代,出现问题时便于追踪和分清责任,保证了原始记录的及时和完整。系统投入运行后,企业已取消了原来各岗位上的各种设备记录(如点、巡检记录,设备故障记录,设备运行报表等),数据却更加完整可靠。

(2) 查询快速方便

系统投入运行后,各类设备问题和故障的查询不但变得及其简单和方便,而且由于能按生产线、单体设备系统进行汇总查询,便于设备管理人员对问题进行分析、预防。

(3) 备件领用效率大大提高

备件管理系统的投运,取消了原来的各种备件申请单、批准单、领用单以及各级部门的签字、审核等,全部由计算机系统的电子化和各级人员的权限签名替代。既节约了纸张,又提高了工作效率,加快了备件的领用速度,提高了全企业的生产率。而备件库存的网上查询,使设备维护人员及时了解自己工作范围内的备件库存情况,彻底避免了原来经常出现的到库后找不到所需备件而影响工作的情况;使库存和流动资金周期得到了有效的改善。

(4) 备件系统统计功能增强

备件系统的汇总统计功能,不但降低了月底盘存时的工作量,提高了数据的正确性,而且由于能随时进行各类统计,使仓库人员对自己保管的备件资金情况能随时心中有数,提高了资金的使用效率。

综上所述,该系统根据计算机及网络技术优势,将企业的日常设备管理的各方面均实现了计算机管理,取消和替代了大量的原始记录和管理人员的琐碎工作,能极大地提高设备管理的工作效率。

当然,数据在计算机上的高度集中,带来了数据安全性的问题,可采用双服务器备份和人工及时备份给予解决。

(二) 数控设备管理流程案例剖析

某工业公司的设备管理部门设置了设备管理处,负责实施设备的管理,指导设备使用单位正确使用,维护设备,对各单位维修人员进行业务指导。协作单位有质量管理处、标准化处、检验处、技改办、工艺处、冶金处、设备工程分公司与设备使用单位等。

该工业公司的设备管理活动及其流程如图 1-13 所示。

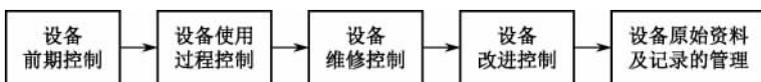


图 1-13 设备管理活动及其流程

1. 设备的前期控制

(1) 设备的选型、购置

所选设备应体现技术的先进性、可靠性、维修性、经济性、安全性及环境保护等要求,进口设备必须通过技术经济论证,严格控制所选型设备的技术参数,保证所配置设备充分满足加工产品的工艺要求和质量要求;新购设备到企业要开箱复验,严格按合同及装箱单进行清点,对设备质量、运输情况、随机附件、备件、随机工具、说明书及图纸技术资料等进行鉴定、清点、登记与验收。

(2) 设备的安装、验收与移交

设备的安装位置应符合工艺布置图要求,严格按设备说明书规定安装调试,达到说明书规定的技术标准后予以验收,方可移交使用单位使用。设备管理处对选型、购置、安装、调试至设备的最后移交进行资产登记、管理分类、设备标识、图书资料归档等项目的办理,并做好设备前期管理的综合质量鉴定。

2. 设备的使用过程控制

① 严格实行机动设备合格证的管理。

② 设备使用单位要制订机动设备使用责任制,生产线上必须使用张贴合格证的完好设备,设备不允许带故障加工,动力工艺、供应设备的使用必须贯彻安全防护规定及仪器、仪表的试验、鉴定、校验制度。

③ 设备操作工人必须通过专业培训,应熟悉自己所使用设备的结构和性能。

④ 设备的使用严格执行“五定”,操作工人一般凭操作证使用设备,并做到“三好四会”(管好、用好、维修好;会使用、会保养、会检查、会排故)。

⑤ 多人操作的设备、生产流水线,实行机长负责制,交接班执行设备技术状况交接记录。

⑥ 使用单位对有特殊环境要求的动力控制中心和精密、专用、数控设备,要保持室内温度、湿度、空气、噪声等参数符合国标的规定。

⑦ 定期进行设备的检查与评级

企业设备性能检查的实施方法有以操作工为主的巡回检查、设备的定期检查和专项检查。

● 实行以操作工为主的巡回检查。

巡回检查是操作工按照编制的巡回检查路线对设备进行定时(一般是1~2h)、定点(规定的检查点)、定项(规定的检查项目)的周期性检查。

巡回检查一般采用主观检查法——五字操作法,即用听(听设备运转过程中是否有异常声音)、摸(摸轴承部位及其他部位的温度是否有异常)、查(查一查设备及管路有无跑、冒、滴、漏和其他缺陷隐患)、看(看设备运行参数是否符合规定要求)、闻(闻设备运行部位是否有异常气味);或者用简单仪器测量和观察在线仪表连续测量的数据变化。

巡回检查的内容一般包括有:检查轴承及有关部位的温度、润滑及振动情况;听设备运行的声音,有无异常撞击和摩擦的声音;看温度、压力、流量、液面等控制计量仪表及自动调节装置的工作情况;检查传动带的紧固情况和平稳度;检查冷却液、物料系统的工作情况;检查安全装置、制动装置、事故报警装置、停车装置是否良好;检查安全防护罩、防护栏杆是否完好;检查设备安装基础、地脚螺栓及其他连接螺栓是否有松动或因连接松动而产生的振动,检查设备、管路的静、动密封点的泄漏情况。

检查过程中发现不正常的情况,应立即查清原因,及时调整处理。如发现特殊声响、振动、严重泄漏、火花等紧急危险情况时,应做紧急处理后,向车间设备员或设备主任报告,采取措施进行妥善处理,并将检查情况和处理结果详细记录在操作记录和设备巡回检查记录表上。

● 设备的定期检查。

设备定期检查一般由维修工人和专业检查工人,按照设备性能要求编制的设备检查标准书,对设备规定部位进行的检查。设备定期检查一般分为日常检查、定期停机或不停机检查。

日常检查是维修工人根据设备检查标准书的要求,每天对主要设备进行定期检查。检查手段主要以人的感官为主。

定期检查可以停机进行;也可以利用生产间隙停机、备用停机进行;也可以不停机进行。必要时,有的项目也可以占用少量生产时间或利用设备停机检修时进行。

定期检查周期,一般由设备维修管理人员根据制造企业提供的设计和使用说明书,结合生产实践综合确定。有些危及安全的重要设备的检查周期应根据国家有关规定执行。为了保证定期检查能按规定如期完成,设备维修管理人员应编制设备定期检查计划。这个计划一般应包括检查时间、检查内容、质量要求、检查方法、检查工具及检查工时和费用预算等。

● 专项检查。

专项检查是对设备进行的专门检查。除前文介绍的几种检查方法外,当设备出现异常和发生重大损坏事故时,为查明原因,制订对策需对一些项目进行重点检查。专项检查的检查项目和时间由维修管理部门确定。

3. 设备的维修控制

① 严格执行设备“五级保修制”。一、二级保养由操作者进行,维修工人检查;三级保养由维修工人按计划完成,设备管理处验收;四级为项修;五级为大修。

② 维修工人实行区域负责制,坚持日巡视检查、周检查,以减少重复故障。设备管理处按设备完好标准进行经常性抽检和季度设备大检查工作。对发现的问题及时整改,以提高设备的维护保养质量,保证设备正常运行。

③ 为了正确地评价设备维修保养的水平,掌握设备的技术状况,设备管理处要把每年进行的状态监测调查的单台设备动态参数,反复筛选,进行综合质量评定。并在规定的表格中填写各类设备的完好率,逐级上报并需汇总出班组、车间、全企业设备完好率情况,作为制订下年设备管理工作计划和机动设备大(项)修计划的依据。

设备完好率计算公式如下:

$$\text{设备完好率} = \frac{\text{完好设备台数}}{\text{设备总台数}} \times 100\%$$

式中,完好设备台数——包括在用、备用、停用和在计划检修前属完好的设备;

设备总台数——包括在用、备用和停用设备。

设备技术状况统计见表 1-3,设备技术状况汇总见表 1-4。

表 1-3 设备技术状况统计表

填表单位:

年 月 日

全部设备			主要设备			静密封的泄漏率		
总台数	完好台数	完好率%	总台数	完好台数	完好率/%	静密封点数	泄漏数	泄漏率/%
其中:主要设备技术状况								
序号	主要设备名称	台数	完好台数	完好率/%	主要缺陷分析			
1								
2								
3								
:								

企业负责人:

企业主管部门:

填表人:

表 1-4 设备技术状况汇总表

填表单位:

年 月 日

序号	单位	设备总台数	完好台数	完好率/%	主要设备台数	主要设备完好率/%	备注
	全厂合计						
1							
2							
:							

主管:

审核:

制表:

凡经评定的设备,对完好设备、不完好设备分别挂上不同颜色的牌子,并促其改进。不完好设备,经过维护修理,经检查组复查认可后,可升级为完好设备更换完好设备牌。

● 设备评定范围包括完好设备和不完好设备,全企业所有在用设备均参加评定,正在检修的设备按检修前的状况评定。停用一年以上的设备可不参加评定(并不统计在全部设备台数中)。全部设备和主要设备台数无特殊原因应基本保持不变(一年可以调整一次)。

● 完好设备标准(一般规定)有这么几个方面:设备零部件完整、齐全、质量符合要求;设备运转记录、性能良好,达到铭牌规定功能;设备运转记录和技术资料齐全、准确;设备整洁,无跑、冒、滴、漏现象,防腐、防冻、保温设施完整有效。

④ 各部门严格执行设备大修、项修、改造计划。此计划是公司科研生产计划的组成部分。

⑤ 机修车间要对计划大(项)修的设备,按照设备生产科下达的设备技术修理任务书,从工艺、备件、原材料、工具、拆卸、修配刮研、零件修复与替换、重复安装、喷漆、调试,到恢复精度的全过程都要严格控制行业维修标准的执行。检验科技大(项)修理技术标准检验。对生产用户所要求的特殊修理部件,要全面消除缺陷,必须达到质量要求。

⑥ 特种工艺设备修理车间和动力设备修理车间,在大(项)修计划的任务书下达后,遵照特种工艺控制的质量要求,要特别注重对生产线有特性要求的焊接设备、热处理设备、空压和通风设备、制冷加热设备及压容设备的修理控制,所修设备必须达到行业维修标准。对修理过程中的原材料、备品备件,要做修前质量检查,禁用不合格品。检验科大(项)修后要有检验过程及值班记录。修理不达标准的设备必须返工。

⑦ 精专设备企业对精密、专用、数控设备的维修,建立专业维修质量保证体制,制订机床精度与加工精度对照表,把设备诊断技术作为设备维修质量控制的软件工具,组织实施日常维护检修和计划大(项)修,达到控制设备劣化趋势的预防维修效果。

⑧ 设备修理质量的检查和验收实行以专职检验员为主的“三检制”(即零件制造和修理要经过自检、互检和专职检验;修理后装配、调试要实行使用工人、修理工人和检验员检验),并实行保修期制度,保修期为六个月。

4. 设备的改造控制

设备改造要以产品加工特定要求和设备本身的特点为基础,设备管理处制订年度设备改造计划必须具有超前性,技改办合理控制技术改造与更新的速度,长远规划逐步实施,年度计划可同大修进行。

① 设备改造项目的确定。

② 控制三个基准点:生产线上的单一设备;零件加工工艺有专项要求的设备;出现故障多难修复的设备或精度高难保持高精度的设备。

③ 预选要改造的设备,决定要采用的新技术。考核设计与实验,购置备品部件,改造装配过程是否可行。

④ 进行经济技术论证分析,得出结论性数据。确定要改造的项目并纳入计划。

⑤ 设备改造项目的实施控制。

根据设备技术改造任务书,设备管理处为主管单位,组织由预修、设计、生产、供应、检验有关科室组成的设备技改小组,进行质量跟踪。

生产部门制订设备技改作业程序必须在技术文件、工具和材料上保质保量;人员与时间要有可靠性分配;实际装配操作要规范控制;工艺指令填写与签印要准确;检测调试要制定程序单。

⑥ 设备改造项目完工后,设备管理处组织鉴定。检验科做专项精度检验,并办理验收和移交手续。技术资料完整归档,所技改设备合格移交使用单位,并办理固定资产手续,按标准对设备进行维修和管理。

5. 原始资料及记录管理

设备图纸、说明书、技术资料、安装及检修和各种质量文件及原始记录由设备管理处归档保存;国外进口设备说明书及图纸资料由档案馆存档;设备的周查月评、保修手册记录由使用单位保管。

习题与思考一

1. 企业数控设备的管理与维护对企业经济效益有何影响?
2. 数控机床主要有那些分类方法?

3. 数控设备管理的发展大致可以分为哪三个大的历史时期？
4. 我国企业内部设备管理形式主要有哪些？
5. 封闭式管理模式与现代化管理模式的内涵分别是什么？
6. 数控设备的技术管理内容包括哪些？
7. 润滑管理的目的和任务是什么？
8. 设备维修管理工作有哪些主要内容？
9. 设备改造革新的目标有哪些？
10. 数控机床管理的规定内容是什么？
11. 操作工使用数控机床的基本要求有哪些？
12. 数控设备的预防性维护内容有哪些？

电子工业出版社版权所有
盗版必究

单元二 数控机床机械部件维护保养技术基础

学习目标

1. 了解数控机床安装、调试、验收常识；
2. 了解数控机床在使用环境等方面的要求；
3. 熟悉数控机床机械部件维护保养的基础知识及相关制度；
4. 熟悉机床精度的检测方法；
5. 掌握机床精度维护与保养的技术；
6. 认识卧式数控车床的机械传动结构；
7. 掌握数控车床主传动链、导轨副、滚珠丝杠部件及换刀装置的维护技术；
8. 了解数控铣机械部件的维护保养技术；
9. 了解加工中心自动换刀装置的维护技术基础。

教学要求

1. 通过现场教学法帮助学生熟悉数控机床机械部件维护保养基础知识；
2. 观看数控设备机械部件的维护保养技术录像；
3. 利用网络技术查找数控设备机械部件维护保养的技术资料；
4. 组织学生参与数控机床机械传动部件的简单维护与保养。

数控机床机械部件的正确操作和维护保养是正确使用数控设备的关键因素之一，正确的操作、使用能够防止机床非正常磨损，避免突发故障；做好日常维护保养，可使设备保持良好的技术状态、延缓劣化进程、及时发现和消灭故障隐患，从而保证安全生产。

一、数控机床安装、调试、验收常识

数控机床在购买时签订了一定的标准要求，在机床到位以后必须要检验这些机床是否达到这些标准。数控机床即使在出厂时一切技术参数都符合相关的标准，但是机床在包装运输过程中，可能会因为各种原因导致机床的各部分的位置关系发生变化，导致某些零部件磨损或者损坏。数控机床的精度不仅受制造环节的影响，而且受机床使用环境、机床安装调试水平的限制，通过调整机床的相关部件以及相关参数能够改善机床性能。

（一）数控机床验收常识

1. 调试、验收的流程

① 制造厂内验收：保证机床在制造过程中，或者是在制造环节能够达到签订的标准以及用户的需求。

② 用户方的最终验收,按照合同要求的各项标准,以及通行的检验验收标准和检验检测手段进行机床的最终验收,以使机床能够满足用户的生产需要。

2. 数控机床验收的常见标准

① 通用类标准:这类标准主要是对数控机床这一大类产品,规定了通用的调试验收及检验方法、相关检验检测工具的使用方法,以及一些具体数据。

② 产品类标准:规定了具体某种类型数控机床的检验方法,制造、调试和验收的具体要求。在实际的工作中,就某一个产品的具体验收方法,是由生产厂家和客户在合同签订过程中谈判协商而成的(依据大家都能够接受的标准)。

(二) 数控设备安装常识

1. 数控机床安装地基的准备

查阅相关规范,与机床生产厂商联系,索取相关机床对地基的要求,以及机床外形尺寸、底座形状和尺寸,并且要求机床生产厂商提供机床的地基图。按照相关规范的要求,以及机床厂商提供的机床外形尺寸、机床地基图,准备相关的安装场地以及做好机床安装基础。

2. 准备电源

数控机床是机电一体化高度集成的设备,其中的控制系统和伺服系统对电源有较高的要求。主要的要求如下:

① 电压波动范围应该在 $-15\% \sim +10\%$ 之间。

② 对于场内有多个用电设备,应该避免多个设备共用一个电源。

③ 对于同一台(套)机床上的不同附件,应该将电源接到统一电源上(通常附件都是由机床自身提供)。

④ 按照机床厂商提供的机床总功率,准备相应的电源、稳压设备及线缆。

3. 准备气源

数控机床上通常会有使用压缩空气的附件或者是机构,如换刀机构、松紧刀机构等。因此,数控机床在工作时一般要求准备压缩空气以供上述机构使用,对于提供给数控机床的压缩空气,通常会有压力、流量、清洁度、干燥度等方面的要求,应该按照机床厂商提供的有关参数做好准备。

4. 搬运、拆箱和就位

机床到达用户厂区内,需要将机床从运输工具上卸载下来,将机床搬运到用户的指定位置,这个过程牵涉以下几个环节。

① 拆箱:在这个环节,首先要注意拆箱前包装箱的状态,如果有破损,要注意有没有损坏机床。如果有条件可以在开箱前用数码相机将包装箱外观拍摄下来,拆箱时要注意拆除外包装的顺序,防止包装箱砸到机床。

② 吊装:机床吊装应该是一项非常专业的工作,所以应该由专业的吊装人员来完成。在现场,应该根据机床吊装图确定吊装位,以及准备适当的吊具(或者由生产商来提供)。

③ 就位:机床就位,是指将机床从卸载现场搬运至机床安装位。机床就位也是一项专业性比较强的工作,因此这项工作也应该由专门的人员来完成,用户或者是生产商的技术人员,应该指导搬运人员将机床就位时地脚螺栓等安装到位,并且将混凝土灌注到位。

(三) 数控设备的安装调试常识

1. 设备的安装

(1) 接通电源、气源

按照数控机床铭牌上的要求,接入合适的电源。在电源接入数控机床前,必须确认电源是否符合机床要求。

(2) 机床上电

在确认机床接入了正确电源后,打开机床强电开关,启动系统,确认系统运行正常,根据机床上的某一个电气附件的运行状态,确认机床电源的相序正确与否。

(3) 机床安装

在机床上电后,按照“机床机械手册”的指引,去除机床的紧固件以及支撑部件,去除机床厂商在机床移动部件上涂抹的防锈油或者其他防锈层,安装好防护罩。

(4) 机床附件安装

安装机床附件,必须按照说明书以及机床上和附件上的标识,正确地连接电缆线以及各种各样的管线。通常,每一种附件的电缆及管线的外形尺寸都有差异,即使是没有差异,在附件的电缆及管线上均有一致的标识。在附件安装完成以后,要再次确认每一种附件的运行状态是否正确,否则要调整电源的相序。

2. 数控设备的调试与验收

(1) 设备的调试

设备的调试主要有几何精度的调试、位置精度的调试、数控功能的调试等。精度的调试应按照机床验收的标准进行,对于不合格的项目,要调整机床相关部件,以期达到预设的要求。

① 几何精度的调试。

几何精度的调试有工作台运动的真直度、各轴向间的垂直度、工作台与各运动方向的平行度、主轴锥孔面的偏摆、主轴中心与工作台面的垂直度等的调试。

机床真直度检验调试方法是将两个水平仪,以相互垂直的方式放置在工作台上(其中一个与 X 向平行,一个与 Y 向平行)。如图2-1所示,在检测时将工作台沿 X 向移动,在左、中、右三个点上分别查看水平仪的数据,比较这些数据的差值,使其最大值不超过允差值为限。

如果机床真直度不能够达到标准要求,可以通过调整机床地脚螺栓,使其达到要求。如图2-2所示,在调整地脚螺栓的过程中,必需要把机床看成一个既有一定刚性,又有一定塑性的整体,通过调整几个关键的地脚螺栓,将数控机床的真直度调好。

三轴数控铣削机床一共有三根轴,垂直度的检查就要检查这三项。机床各轴相互间垂直度的检验,包括 X 和 Y 轴间垂直度、 X 和 Z 轴间垂直度、 Y 和 Z 轴间垂直度三项内容。

检验 X 和 Y 轴间垂直度,将方尺平放在工作台上,用千分表找平 X 向或者 Y 向任意一边,然后用千分表检验另外一边,两端读数的差值为误差值,如图2-3所示。

检验 X 和 Z 轴间垂直度,将检验方尺沿 X 向放置,把千分表夹持在 Z 轴上,再将千分表靠在方尺检验面上,沿 Z 轴上下移动,这时从千分表上读到的上下差值即为该项的精度值,如图2-4所示。

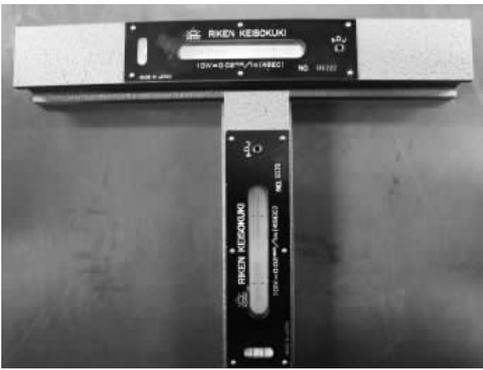


图 2-1 机床真直度检验调试

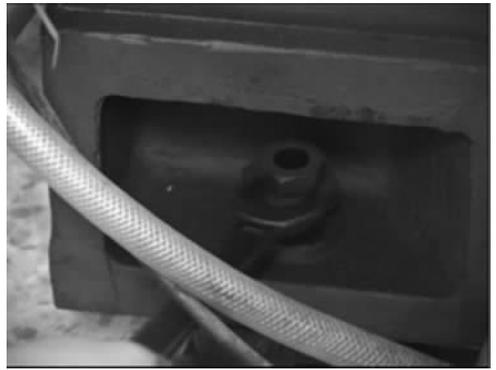


图 2-2 调节地脚螺栓

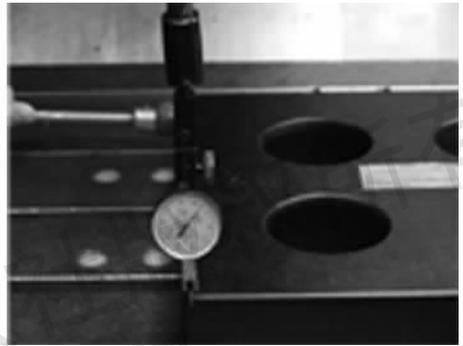
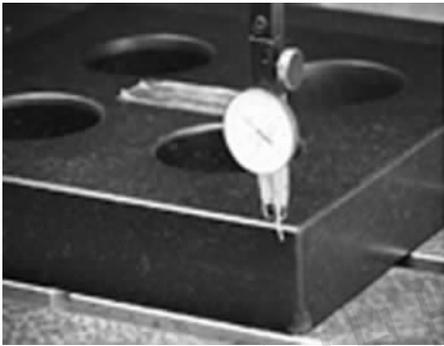


图 2-3 X 和 Y 轴间垂直度的检验

Y 和 Z 轴间的垂直度的检验方法与 X 和 Z 轴间垂直度的检验方法是一致的,只不过将检验方尺的方向做一个 90° 的旋转,如图 2-5 所示。

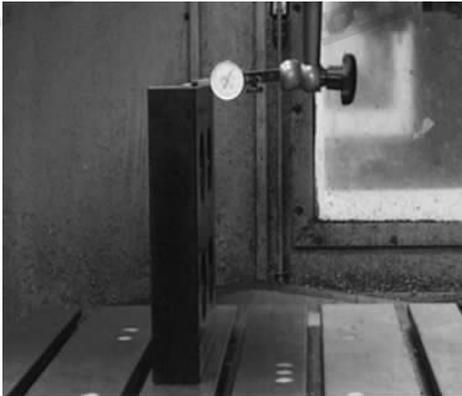


图 2-4 X 和 Z 轴间垂直度的检验

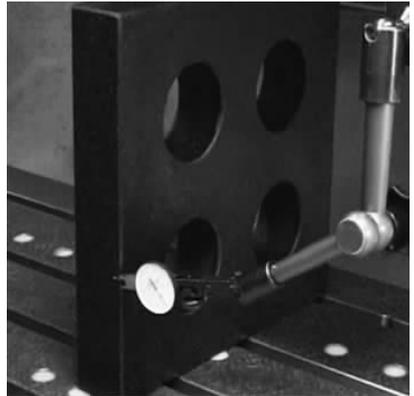


图 2-5 Y 和 Z 轴间垂直度的检验

主轴中心对工作台的垂直度检验方法是,将千分表置于主轴上,将主轴置于空挡或者易于手动旋转的位置上,将千分表环绕主轴旋转,设置并确认千分表的触头相对于主轴中心的旋转半径为 150mm,将千分表在工作台上旋转一周,记录其在前后以及左右的读数差值,这两组差值反应了主轴相对于工作台面的垂直度,检验方法如图 2-6 所示。



图 2-6 主轴中心相对于工作台的垂直度的检验

工作台与 X 向、Y 向运动的平行度,该项精度由以下两项组成。

- 工作台与 X 向运动的平行度的检验。将千分表夹持在 Z 轴上,将表触头置于工作台上,然后将工作台从 X 原点移至负方向的最远点,其间,读数的最大值以及最小值的差值为其精度值,检验方法如图 2-7 所示。

- 工作台与 Y 向运动的平行度的检验。将千分表夹持在 Z 轴上,将表触头置于工作台上,然后将工作台从 Y 原点移至负方向的最远点,其间,读数的最大值以及最小值的差值为其精度值,检验方法如图 2-8 所示。



图 2-7 X 向与工作台的平行度



图 2-8 Y 向与工作台的平行度

梯形槽跳动度检验。用千分表拉住工作台上的主梯形槽,其读数的最大、最小值为梯形槽的跳动值,检验方法如图 2-9 所示。

主轴内孔偏摆度检验。在主轴上装入测量长为 300mm 的标准芯棒,用千分表顶住主轴近端以及远端 300mm 处,在主轴旋转过程中千分表变化的最大值,分别为这两处的偏摆测定值,检验方法如图 2-10 所示。

主轴轴向跳动度的检验。将千分表顶住主轴端面,旋转主轴千分表会出现测量值的变动,这一变动的数值即为主轴轴向跳动。也可将千分表顶住标准芯棒的下端,旋转主轴,观察千分表的变化,检验方法如图 2-11 所示。

② 位置精度的调试。

数控机床的位置精度主要包括定位精度、重复定位精度和反向偏差三项。定位精度是



图 2-9 梯形槽跳动度检验

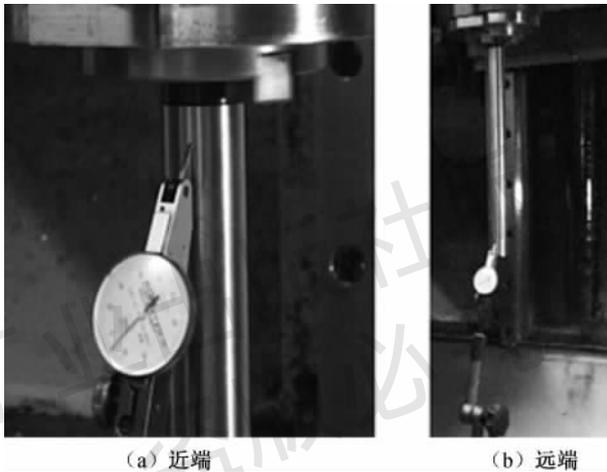


图 2-10 主轴内孔偏摆度检验

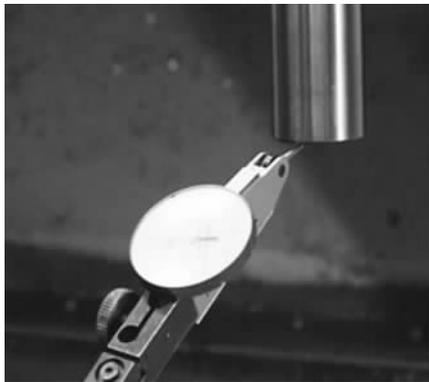


图 2-11 主轴轴向跳动度的检验

指机床运行时,到达某一个位置的准确程度,该项精度应该是一个系统性的误差,可以通过各种方法进行调整。重复定位精度是指机床在运行时,反复到达某一个位置的准确程度。

该项精度对于数控机床则是一项偶然性误差,不能够通过调整参数来进行调整。反向偏差是指机床在运行时,各轴在反向时产生的运行误差。位置精度测量一般采用双频激光干涉仪作为检测仪器,如图 2-12 所示。



图 2-12 使用双频激光干涉仪测量位置精度

根据检验方法,数控机床按照一定程序运行,用激光干涉仪来检查机床运行是否正确。下面以一个 X 轴行程为 1000mm、螺距为 25mm 的数控机床的 X 轴的检验为例,编制一个检验程序。

```
O0001
G91 G28 X0;
M98 P0002 H7;
M30;
O0002
G91 G00 X5. ;
      X- 5. ;
G04 X6. ;
M98 P0003 H20. ;
G91 G00 X- 5. ;
      X5. ;
G04 X6. ;
M98 P0004 H20;
M99;
O0003
G91 G00 X- 50. ;
M99;
O0004
G91 G00 X50. ;
M99;
```

运行以上检验程序,测出数控机床的位置精度值以后,可以利用数控机床特有的误差补偿功能,将每一个点上的位置误差尽量减小。每一个系统的补偿方法会有一定的差别,在进行补偿时请遵照说明书的指导进行。

(2) 设备的空运行

设备在做空运行时,主要是为了检验机床在长时间运行过程中,机床各部分的性能能否达到预设要求、各项功能能否正确执行。设备的空运行,主要是进行以下内容的测试:

- ① 温升检验；
- ② 主运动和进给运动检验；
- ③ 动作检验；
- ④ 安全防护装置和保险装置检验；
- ⑤ 噪声检验；
- ⑥ 液压、气动、冷却、润滑系统的检验。

设备空运转的时间应该符合相关规定，并且是连续无故障运行。

(3) 设备的功能检验

① 数控功能检验。

数控设备在各项精度调试完成后，必须做数控功能检验，以验证购买的数控机床功能是否符合合同要求(尤其是采用 FANUC、三菱系统)。进行数控功能检验主要有对机床各常规运行功能的检验、各外围设施运行功能的检验、插补功能的检验等。除此以外，还要按照所签订的合同进行特殊功能的检验等。

② 手动功能检验。

在手动的条件下，对数控机床的常规动作和各种装置进行检验，以保证数控机床动作平稳、安全，设施运行可靠。

(4) 切削试件

在完成数控机床的各项精度调试检验后，就要进行试件切削，因为对于一台设备，其动态的精度(性能)远比静态精度重要，对于用户来讲，动态的加工性能其实是最重要的。

试件的切削分为两种：一种是标准形式的试件切削，一种是客户要求的特定产品的切削。

二、数控机床机械部件维护保养基础知识

(一) 数控设备使用中应注意的问题

1. 数控设备的使用环境

为提高数控设备的使用寿命，一般要求应避免阳光的直接照射和其他热辐射，避免太潮湿、粉尘过多或有腐蚀气体的场所。精密数控设备要远离振动大的设备，如冲床、锻压设备等。

2. 良好的稳压电源保证

为了避免电源波动幅度大(大于 $\pm 10\%$)和可能的瞬间干扰信号等影响，数控设备一般采用专线供电(如从低压配电室分一路单独供数控机床使用)或增设稳压装置等，都可减少电气干扰。

3. 制订有效操作规程，操作过程中严格遵守

制订和遵守操作规程是保证数控机床安全运行的重要措施之一。实践证明，众多故障可由遵守操作规程而减少。

4. 数控设备不宜长期封存

购买数控机床以后要充分利用，尤其是投入使用的第一年，使其容易出故障的薄弱环节尽早暴露，得以在保修期内排除。加工中，尽量减少数控机床主轴的启停，以降低对离合器、

齿轮等器件的磨损。没有加工任务时,数控机床也要定期通电,最好是每周通电 1~2 次,每次空运行 1 小时左右,以利用机床本身的发热量来降低机内的湿度,使电子元件不致受潮,同时也能及时发现有无电池电量不足的报警,以防止系统设定参数的丢失。

(二) 数控机床操作维护规程

1. 数控机床维护与保养的基本要求

- ① 在思想上重视维护与保养工作。
- ② 提高操作人员的综合素质。
- ③ 数控机床良好的使用环境。
- ④ 严格遵循正确的操作规程。
- ⑤ 提高数控机床的开动率。
- ⑥ 要冷静对待机床故障,不可盲目处理。
- ⑦ 严格执行数控机床管理的规章制度。

2. 数控机床操作维护规程的制订原则

① 一般应按数控机床操作顺序及班前、班中、班后的顺序将相关注意事项分列,力求内容精炼、简明、适用。

② 按照数控机床类别将结构特点、加工范围、操作注意事项、维护要求等分别列出,便于操作工掌握要点,贯彻执行。

③ 各类数控机床具有共性的内容,可编制统一标准通用规程。

④ 重点设备及高精度、大重型及稀有关键数控机床,必须单独编制操作维护规程,并用醒目的标志牌张贴在机床附近,要求操作工特别注意,严格遵守。

3. 操作维护规程的基本内容

① 班前清理工作场地,按日常检查卡的规定项目检查各操作手柄、控制装置是否处于停机位置,安全防护装置是否完整、牢靠,查看电源是否正常,并做好点检记录。

② 查看润滑、液压装置的油质、油量,按润滑图表规定加油,保持油液清洁、油路畅通、润滑良好。

③ 确认各部位正常无误后,方可空车启动设备。先空车低速运转 3~5min,查看各部运转正常,润滑良好,方可进行工作,不得超负荷、超规范使用。

④ 工件必须装卡牢固,禁止在机床上敲击、夹紧工件。

⑤ 合理调整行程撞块,要求定位正确、紧固。

⑥ 操纵变速装置必须切实转换到固定位置,使其啮合正常,停机变速不得用反车制动变速。

⑦ 数控机床运转中要经常注意各部位情况,如有异常应立即停机处理。

⑧ 测量工件、更换工装、拆卸工件都必须停机进行,离开机床时必须切断电源。

⑨ 数控机床的基准面、导轨、滑动面要注意保护,保持清洁,防止损伤。

⑩ 经常保持润滑及液压系统清洁,盖好箱盖,不允许有水、尘、铁屑等污物进入油箱及电器装置。

⑪ 工作完毕,下班前应清扫机床设备,保持清洁,将操作手柄、按钮等置于非工作位置,切断电源,办好交接班手续。

(三) 数控机床的日常维护

1. 每班维护(每班保养)

班前要对设备进行点检,查看有无异状,检查油箱及润滑装置的油质、油量,并按润滑图表规定加油,查看安全装置及电源等是否良好,确认无误后,先空车运转待润滑情况及各部位正常后方可工作。下班前用约 15min 时间清扫擦拭设备,切断电源,在设备滑动导轨部位涂油,清理工作场地,保持设备整洁。

2. 周末维护(周末保养)

在每个周末和节假日前,用 1~2h 时间较彻底地清洗设备,清除油污,达到维护的“四项要求”,并由机械员(师)组织维修组检查、考核评分,公布评分结果。

(四) 数控机床的定期维护(定期保养)

数控机床定期维护是在维修工辅导配合下,由操作工进行的定期维修作业,按设备管理部门的计划执行。设备定期维护后要由机械员(师)组织维修组逐台验收,设备管理部门抽查,作为对车间执行计划的考核。数控机床定期维护的主要内容有如下几方面。

(1) 日检

- ① 检查液压系统。
- ② 检查主轴润滑系统。
- ③ 导轨润滑系统的润滑。
- ④ 检查冷却系统。
- ⑤ 检查气压系统。

(2) 周检

- ① 检查机床零件。
- ② 检查主轴润滑系统。
- ③ 清除铁屑
- ④ 机床外部杂物清扫。

(3) 月检

- ① 真空清扫控制柜内部。
- ② 检查、清洗或更换通风系统的空气滤清器。
- ③ 检查全部按钮和指示灯是否正常。
- ④ 检查全部电磁铁和限位开关是否正常。
- ⑤ 检查并紧固全部电缆接头,查看有无腐蚀、破损(的现象)。
- ⑥ 全面查看安全防护设施是否完整、牢固。

(4) 两月检

- ① 检查并紧固液压管路接头。
- ② 查看电源电压是否正常,有无缺相和接地不良。
- ③ 检查全部电机,并按要求更换电刷。
- ④ 检查液压马达是否有渗漏并按要求更换油封。
- ⑤ 开动液压系统,打开放气阀,排出油缸和管路中空气。
- ⑥ 检查联轴节、带轮和带是否松动、磨损。

⑦ 清洗或更换滑块和导轨的防护毡垫。

(5) 季检

① 清洗冷却液箱,更换冷却液。

② 清洗或更换液压系统的滤油器及伺服控制系统的滤油器。

③ 清洗主轴齿轮箱,重新注入新润滑油。

④ 检查联锁装置、定时器和开关是否正常运行。

⑤ 检查继电器接触压力是否合适,并根据需要清洗和调整触点。

⑥ 检查齿轮箱和传动部件的工作间隙是否合适。

(6) 半年检

① 抽取液压油液化验,根据化验结果,对液压油箱进行清洗换油,疏通油路,清洗或更换滤油器。

② 检查机床工作台是否水平,检查全部锁紧螺钉及调整垫铁是否锁紧,并按要求调整至水平。

③ 检查镶条、滑块的调整机构,调整间隙。

④ 检查并调整全部传动丝杠负荷,清洗滚动丝杠并涂新油。

⑤ 拆卸、清扫电机,加注润滑油,检查电机轴承,酌情予以更换。

⑥ 检查、清洗并重新装好机械式联轴节。

⑦ 检查、清洗和调整平衡系统,视情况更换钢缆或链条。

⑧ 清扫电气柜、数控柜及电路板,更换维持 RAM 内容的失效电池。

要经常维护机床各导轨及滑动面的清洁,防止拉伤和研伤,经常检查换刀机械手及刀库的运行情况、定位情况,保持机床精度。

三、数控车床机械部件的维护保养技术基础

(一) 概述

1. 数控车床的分类

数控车床的外形与普通车床相似,即由床身、主轴箱、刀架、进给系统、液压系统、冷却和润滑系统等部分组成。数控车床的进给系统与普通车床有质的区别,传统普通车床有进给箱和交换齿轮架,而数控车床是直接用伺服电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀架实现进给运动,因而进给系统的结构大为简化。数控车床品种繁多,规格不一,分类方法见表 2-1。

表 2-1 数控车床分类

分类方法	类 型	相关说明
按 车 床 位 置 分 类	卧式数控车床 如图 2-13(a)所示	又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性,并易于排除切屑
	立式数控车床 如图 2-13(b)所示	其车床主轴垂直于水平面,直径很大的圆形工作台用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件
按 刀 架 数 量 分 类	单刀架数控车床 如图 2-13(c)所示	数控车床一般配置有各种形式的单刀架,如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架
	双刀架数控车床 如图 2-13(d)所示	这类车床的双刀架配置平行分布,也可以是相互垂直分布

分类方法	类 型	相关说明
按功能分类	经济型数控车床 如图 2-13(e)所示	采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床。其成本较低,但自动化程度和功能都比较差,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工
	普通数控车床 如图 2-13(f)所示	根据车削加工要求,在结构上进行专门设计并配备通用车床而形成的数控车床。其数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴
	车削加工中心 如图 2-13(g)所示	在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和动力头,更高级的数控车床带有刀库,可控制 X、Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是(X、Z)、(X、C)或(Z、C)。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工

2. 数控车床的组成结构

数控车床一般均由车床主体、数控装置和伺服系统三大部分组成。如图 2-14 所示是数控车床的基本组成方框图。

除了基本保持普通车床传统布局形式的部分经济型数控车床外,目前大部分数控车床均已通过专门设计并定型生产。

(1) 主轴与主轴箱

① 主轴 数控车床主轴的回转精度直接影响零件的加工精度;其功率大小、回转速度影响加工的效率;其同步运行、自动变速及定向准停等要求,影响车床的自动化程度。

② 主轴箱 具有有级自动调速功能的数控车床,其主轴箱内的传动机构已经大大简化;具有无级自动调速(包括定向准停)的数控车床,其机械传动变速和变向作用的机构已经不复存在了,主轴箱也成了“轴承座”及“润滑箱”的代名词;对于改造型(具有手动操作和自动控制加工双重功能)数控车床,则基本上保留原有的主轴箱。

(2) 导轨

数控车床的导轨是保证进给运动准确性的重要部件。它在很大程度上影响车床的刚度、精度及低速进给时的平稳性,是影响零件加工质量的重要因素之一。除部分数控车床仍沿用传统的滑动导轨(金属型)外,定型生产的数控车床已较多采用贴塑导轨。这种新型滑动导轨的摩擦系数小,其耐磨性、耐腐蚀性及吸震性好,润滑条件也比较优越。

(3) 机械传动机构

除了部分主轴箱内的齿轮传动等机构外,数控车床已在原普通车床传动链的基础上,做了大幅度的简化。如取消了挂轮箱、进给箱、溜板箱及其绝大部分传动机构,而仅保留了纵、横进给的螺旋传动机构,并在驱动电动机至丝杠间增设了(少数车床未增设)可消除其侧隙的齿轮副。

① 螺旋传动机构 数控车床中的螺旋副,是将驱动电动机所输出的旋转运动转换成刀架在纵、横方向上直线运动的运动副。构成螺旋传动机构的部件,一般为滚珠丝杠副,如



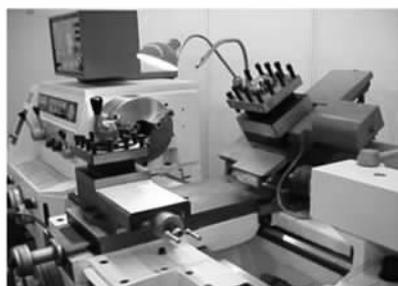
(a) 卧式数控车床



(b) 立式数控车床



(c) 单刀架数控车床



(d) 双刀架数控车床



(e) 经济型数控车床



(f) 普通数控车床



(g) 车削加工中心内部示意图

图 2-13 各类数控车床实物图

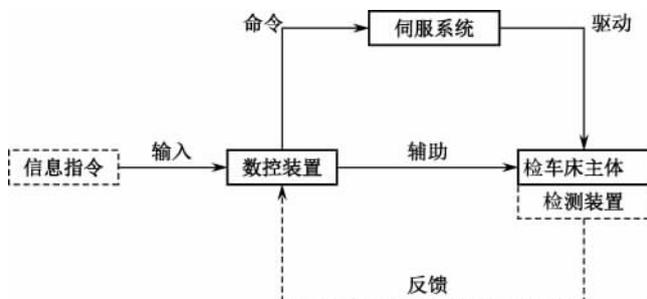
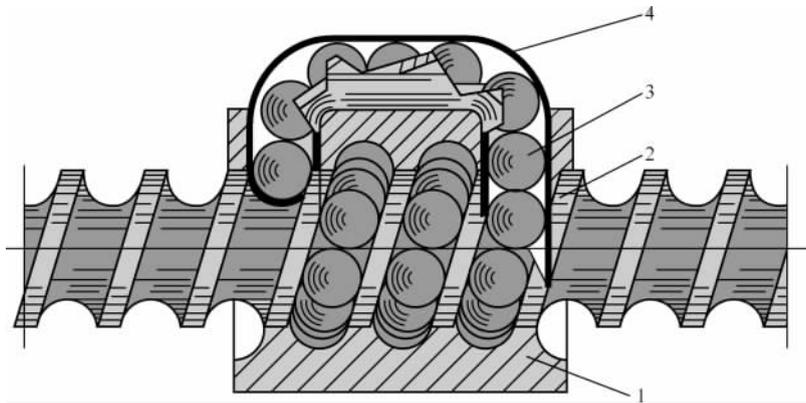


图 2-14 数控车床的基本组成方框图

图 2-15 所示。

滚珠丝杠副的摩擦阻力小,可消除轴向间隙及预紧,故传动效率及精度高,运动稳定,动作灵敏。但结构较复杂,制造技术要求较高,所以成本也较高。另外,自行调整其间隙大小



1—螺母；2—丝杠；3—滚珠；4—滚珠循环装置

图 2-15 滚珠丝杠副

时,难度也较大。

② 齿轮副 在较多数控车床的驱动机构中,其驱动电动机与进给丝杠间设置有一个简单的齿轮箱(架)。齿轮副的主要作用是,保证车床进给运动的脉冲当量符合要求,避免丝杠可能产生的轴向窜动对驱动电动机的不利影响。

(4) 自动转动刀架

除了车削中心采用随机换刀(带刀库)的自动换刀装置外,数控车床一般带有固定刀位的自动转位刀架,有的车床还带有各种形式的双刀架。

(5) 检测反馈装置

检测反馈装置是数控车床的重要组成部分,对加工精度、生产效率和自动化程度有很大影响。检测装置包括位移检测装置和工件尺寸检测装置两大类,其中工件尺寸检测装置又分为机内尺寸检测装置和机外尺寸检测装置两种。工件尺寸检测装置仅在少量的高档数控车床上配用。

(6) 对刀装置

除了极少数专用性质的数控车床外,普通数控车床几乎都采用了各种形式的自动转位刀架,以进行多刀车削。这样,每把刀的刀位点在刀架上安装的位置,或相对于车床固定原点的位置,都需要对刀、调整和测量,并予以确认,以保证零件的加工质量。

(7) 数控装置

数控装置的核心是计算机及其软件,它在数控车床中起“指挥”作用。数控装置接收由加工程序送来的各种信息,并经处理和调配后,向驱动机构发出执行命令;在执行过程中,其驱动、检测等机构同时将有关信息反馈给数控装置,以便经处理后发出新的执行命令。

(8) 伺服系统

伺服系统准确地执行数控装置发出的命令,通过驱动电路和执行元件(如步进电机等),完成数控装置所要求的各种位移。

3. 数控车床的主要技术参数的含义

数控车床的主要技术参数包括最大回转直径、最大车削长度、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、刀架定位精度等,见表 2-2。

表 2-2 数控车床的主要技术参数

类别	主要内容	作用
尺寸参数	X、Z 轴最大行程	影响加工工件的尺寸范围(重量)、编程范围及刀具、工件、机床之间干涉
	卡盘尺寸	
	最大回转直径	
	最大车削直径	
	尾座套筒移动距离	
	最大车削长度	
接口参数	刀位数, 刀具装夹尺寸	影响工件及刀具安装
	主轴头型式	
	主轴孔及尾座孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	刀架快进速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电机功率	影响切削负荷
	伺服电机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	刀架定位精度、重复定位精度	
其他参数	外形尺寸(长×宽×高)、质量	影响使用环境

数控车床与普通车床的加工对象结构及工艺有着很大的相似之处,但由于数控系统的存在,也有着很大的区别。与普通车床相比,数控车床具有以下特点:

① 由于数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动,所以它的传动链短。不必使用挂轮、光杠等传动部件,用伺服电动机直接与丝杠联接带动刀架运动。伺服电动机丝杠间也可以用同步皮带副或齿轮副联接。

② 多功能数控车床是采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴,按控制指令作无级变速,主轴之间不必用多级齿轮副来进行变速。为扩大变速范围,一般还要通过一级齿轮副,以实现分段无级调速,即使这样,床头箱内的结构已比传统车床简单了很多。数控车床的另一个结构特点是刚度大,这是为了与控制系统的高精度控制相匹配,以便适应高精度的加工。

③ 数控车床的第三个结构特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠副是数控车床的关键机械部件之一,滚珠丝杠两端安装的滚动轴承是专用轴承,它的压力角比常用的向心推力球轴承要大得多。这种专用轴承配对安装,是选配的,最好在轴承出厂时就是成对的。

④ 为了拖动轻便,数控车床的润滑都比较充分,大部分采用油雾自动润滑。

⑤ 由于数控机床的价格较高、控制系统的寿命较长,所以数控车床的滑动导轨也要求耐磨性好。数控车床一般采用镶钢导轨,这样机床精度保持的时间就比较长,其使用寿命也可延长许多。

⑥ 数控车床还具有加工冷却充分、防护较严密等特点,自动运转时一般都处于全封闭或半封闭状态。

⑦ 数控车床一般还配有自动排屑装置。

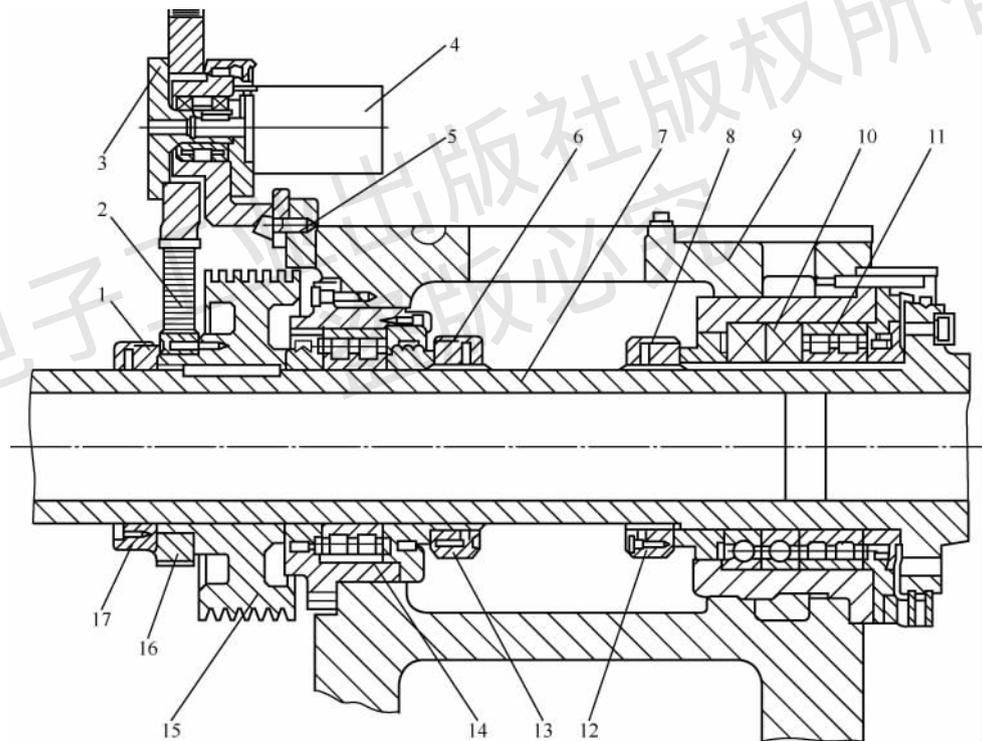
(二) 卧式数控车床主传动系统的维护技术基础

数控车床的主传动系统包括主轴电动机、传动系统和主轴组件。系统一般采用直流或交流无级调速电动机,通过皮带传动,带动主轴旋转,实现自动无级调速及恒线速度控制。

1. 主轴部件的结构与工作原理

(1) 主轴结构与工作原理

主轴部件是机床实现旋转运动的执行件,其结构及工作性能直接影响被加工零件精度、加工质量和生产率以及刀具的寿命。它包括主轴的支撑、安装在主轴上的传动零件等,结构如图 2-16 所示。



1、6、8—螺母; 2—同步带; 3、16—同步带轮; 4—脉冲编码器; 5、12、13、17—螺钉;
7—主轴; 9—主轴箱体; 10—角接触球轴承; 11、14—双列圆柱滚子轴承; 15—带轮

图 2-16 卧式车床主轴结构

主轴的工作原理如下:

交流主轴电动机通过带轮 15 把运动传给主轴 7, 主轴有前后两个支撑, 前支撑由一个

圆锥孔双列圆柱滚子轴承 11 和一对角接触球轴承 10 组成, 轴承 11 用来承受径向载荷, 两个角接触球轴承一个大口向外(朝向主轴前端), 另一个大口向里(朝向主轴后端), 用来承受双向的轴向载荷和径向载荷, 前支撑轴的间隙用螺母 8 来支撑, 螺钉 12 用来防止螺母回松, 主轴的后支撑为圆锥孔双列圆柱滚子轴承 14, 轴承间隙由螺母 1 和 6 来调整, 螺钉 17 和 13 是防止螺母 1 和 6 回松的, 主轴的支撑形式为前端定位, 主轴受热膨胀向后伸长。前后支撑所用圆锥孔双列圆柱滚子轴承的支撑刚性好, 允许的极限转速高, 前支撑中的角接触球轴承能承受较大的轴向载荷, 且允许的极限转速高。主轴所采用的支撑结构适宜低速大载荷的需要。主轴的运动经过同步带轮 16 和 3 以及同步带 2 带动脉冲编码器 4, 使其与主轴同速运转。脉冲编码器用螺钉 5 固定在主轴箱体 9 上。

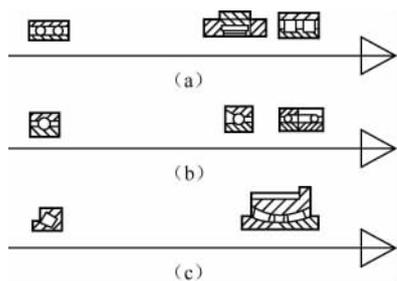


图 2-17 数控机床主轴轴承的配置形式

(2) 主轴的支撑

数控机床主轴前后轴承类型和配置的选择取决于数控机床加工对主轴部件精度、刚度和转速的要求。主轴轴承一般由 2 个或 3 个角接触球轴承组成, 或用角接触轴承与圆柱滚子轴承组合, 这种轴承经过预紧后可得到较高的刚度, 常用主轴轴承的配置形式主要有以下 3 种, 如图 2-17 所示。

① 前支撑采用双列短圆柱滚子轴承和 60° 角接触双列向心推力球轴承组合, 后支撑采用成对向心推力球轴承, 如图 2-17(a) 所示。此配置可提高主轴的综合刚度, 可满足强力切削的要求, 普遍应用于各类数控机床主轴。

② 前支撑采用高精度向心推力球轴承, 如图 2-17(b) 所示。向心推力轴承有良好的高速性, 但它的承载能力小, 适用于高速、轻载、精密的数控机床主轴。

③ 双列和单列圆锥滚子轴承, 如图 2-17(c) 所示。这种轴承径向和轴向刚度高, 能承受重载荷, 尤其是可承受较强的动载荷, 其安装、调整性能好, 但限制主轴转速和精度, 适用于中等精度、低速、重载的数控机床主轴。

2. 主轴部件的基本要求

无论哪种机床的主轴部件都应能满足下述几个方面的要求: 主轴的回转精度高, 主轴部件的结构刚度和抗震性好, 运转温度和热稳定性好, 以及部件的耐磨性和精度保持性等。

3. 主轴部件的维护

(1) 主轴润滑

为了保证主轴有良好的润滑, 减少摩擦发热, 同时又能把主轴组件的热量带走, 通常采用循环式润滑系统, 用液压泵供油强力润滑, 在油箱中使用油温控制器控制油液温度。

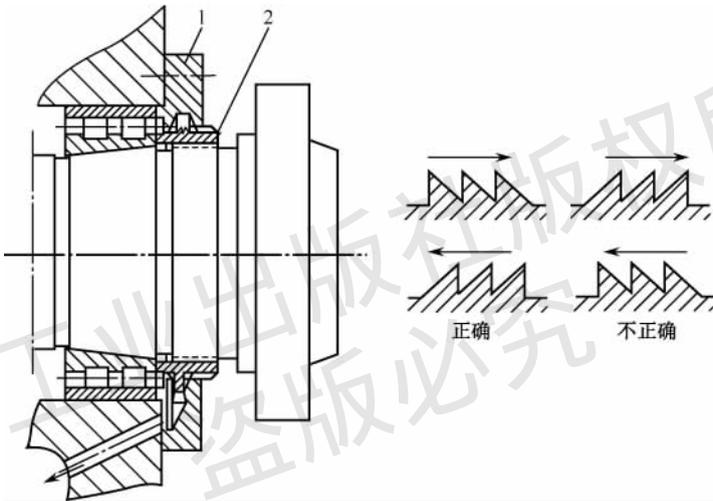
① 油气润滑方式 这种润滑方式近似于油雾润滑方式, 所不同的是, 油气润滑是定时定量地把油雾送进轴承空隙中, 这样既实现润滑, 又不致因油雾太多而污染周围空气, 后者则是连续供给油雾。

② 喷注润滑方式 将较大流量的恒温油(每个轴承 $3\sim 4\text{L}/\text{min}$) 喷注到主轴轴承, 以达到润滑、冷却的目的。这里要特别指出的是, 较大流量喷注的油, 不是自然回流, 而是用排油泵强制排油; 同时, 采用专用高精度大容量恒温油箱, 把油温变动控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

(2) 主轴密封

在密封件中,被密封的介质往往是以穿漏、渗透或扩散的形式越界泄漏到密封连接处的另外一侧。造成泄漏的基本原因是流体从密封面上的间隙中溢出,或是由于密封部件内外两侧介质的压力差或浓度差,致使流体向压力或浓度低的一侧流动。

对于循环润滑的主轴,润滑油的防漏主要不是靠“堵”,而是靠疏导,单纯地“堵”,例如用油毛毡,往往不能防漏,“疏导”的例子之一如图 2-18 所示主轴轴承防漏。其润滑油流经前轴承后,向右经螺母 2 外溢。螺母 2 的外圆有锯齿形环槽,主轴旋转时的离心力把油甩向压盖 1 内的空腔,然后经回油孔流回主轴箱。锯齿方向应逆着油的流向,如图 2-18 中的小图所示。图中的箭头表示油的流动方向。环槽应有 2~3 条,因油被甩至空腔后,可能有少量的油会被溅回螺母 2,前面的环槽可以再用。回油孔的直径应大于 $\phi 6\text{mm}$,以保证回油畅通。要使间隙密封结构能在一定的压力和温度范围内具有良好的密封防漏性能,必须保证法兰盘与主轴及轴承端面的配合间隙。



1—压盖; 2—螺母

图 2-18 主轴前支撑的密封结构

① 法兰盘与主轴的配合间隙应控制在 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ (单边)范围内。如果间隙过大,则泄漏量将按间隙的 3 次方扩大;若间隙过小,由于加工及安装误差,容易发生与主轴局部接触,使主轴局部升温并产生噪声。

② 法兰盘内端面与轴承端面的间隙应控制 $0.15\sim 0.3\text{mm}$ 之间。小间隙可使外溢油直接被挡住,并沿法兰盘内端面下部的泄油孔流回油箱。

③ 法兰盘上的沟槽与主轴上的护油槽对齐,以保证被主轴甩至法兰盘沟槽内腔的油液能可靠地流回油箱。

在油脂润滑状态下使用该密封结构时,取消了法兰盘泄油孔及回油斜孔,并且有关配合间隙适当放大,经正确加工及装配后同样可达到较为理想的密封效果。

另外,要保证主轴部件的正常运转,还应定期调整主轴驱动带的松紧程度,防止因带打滑造成的丢转现象;检查主轴润滑的恒温油箱、调节温度范围,及时补充油量,并清洗过滤

器;主轴中刀具夹紧装置长时间使用后,会产生间隙,影响刀具的夹紧,需及时调整液压缸活塞的位移量。

主轴部件的常见故障及其诊断排除方法见表 2-3

表 2-3 主轴部件的常见故障及其诊断排除方法

序号	故障现象	故障原因	排除方法
1	加工精度达不到要求	机床在运输过程中受到冲击	检查对机床精度有影响的各部位,特别是导轨副,并按出厂精度要求重新调整或修复
		安装不牢固,安装精度低或有变化	重新安装调平、紧固
2	切削振动大	主轴箱和床身连接螺钉松动	恢复精度后紧固连接螺钉
		轴承预紧力不够,游隙过大	重新调整轴承游隙。但预紧力不宜过大,以免损坏轴承
		轴承预紧螺母松动,使主轴窜动	紧固螺母,确保主轴精度合格
		轴承拉毛或损坏	更换轴承
		主轴与箱体超差	修理主轴或箱体,使其配合精度、位置精度达到要求
		其他因素	检查刀具或切削工艺问题
3	主轴箱噪声大	如果是车床,则可能是转塔刀架运动部位松动或压力不够而未卡紧	调整修理
		主轴部件动平衡不好	重做动平衡
		齿轮啮合间隙不均匀或严重损伤	调整间隙或更换齿轮
		轴承损坏或传动轴弯曲	修复或更换轴承,校直传动轴
		传动带长度不一或过松	调整或更换传动带,不能新旧混用
		齿轮精度差	更换齿轮
润滑不良	调整润滑油量,保持主轴箱的清洁度		

(三) 卧式车床进给传动系统的维护技术基础

1. 数控机床进给系统机械部分的组成与基本要求

(1) 数控机床进给系统机械部分的基本组成

与数控机床进给系统有关的机械部分一般由导轨、机械传动装置、工作台等组成,基本结构如图 2-19 所示。

数控车床 Z、X 两方向的运动由伺服电机直接或间接驱动滚珠丝杠运动同时带动刀架移动,形成纵横向切削运动,从而实现车床进给运动。

(2) 数控机床进给系统机械部分的基本要求

① 低惯量。进给传动系统由于经常需启动、停止、变速或反向运动,若机械传动装置惯量大,就会增大负载并使系统动态性能变差。因此,在满足强度与刚度的前提下,应尽可能减小运动部件的自重及各传动元件的直径和自重。

② 高刚度。数控机床进给传动系统的高刚度主要取决于滚珠丝杠副(直线运动)及其支撑部件的刚度。刚度不足和摩擦阻力会导致工作台产生爬行现象及造成反向死区,影响

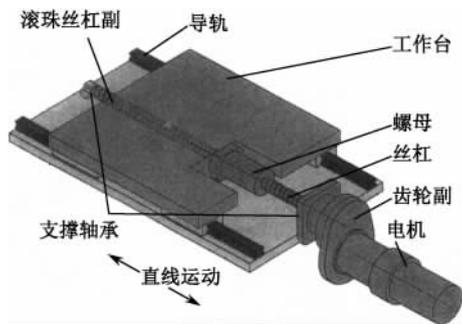


图 2-19 数控机床进给系统基本结构

传动准确性。缩短传动链,合理选择丝杠尺寸及对滚珠丝杠副和支撑部件的预紧是提高传动刚度的有效途径。

③ 无传动间隙。为了提高位移精度,减小传动误差,首先要保证所采用的各种机械部件的加工精度,其次要尽量消除各种间隙。这是因为机械间隙是造成进给传动系统反向死区的另一主要原因。因此,对传动链的各个环节,包括联轴器、齿轮传动副及其支撑部件均应采用消除间隙的各种结构措施。但是采用预紧等各种措施后仍可能留有微量间隙,所以在进给传动系统反向运动时仍需由数控装置发出脉冲指令进行自动补偿。

④ 高谐振。为了提高进给的抗震性,应使机械构件具有较高的固有频率和合适的阻尼,一般要求进给传动系统的固有频率应高于伺服驱动系统固有频率的 2~3 倍。

⑤ 低摩擦阻力。进给传动系统要实现运动平稳、定位准确、快速响应特性好,必须减小运动件的摩擦阻力和动摩擦系数与静摩擦系数之差。所以,导轨必须采用具有较小摩擦系数和高耐磨性的滚动导轨、静压导轨和滑动导轨等。此外,进给传动系统还普遍采用了滚珠丝杠副。

2. 进给传动系统的典型结构的维护技术基础

(1) 滚珠丝杠螺母副

① 滚珠丝杠螺母副的结构。

滚珠丝杠螺母副是把由进给电动机带动的旋转运动,转化为刀架或工作台的直线运动。螺母的螺旋槽的两端用回珠器连接起来,使滚珠能够周而复始地循环运动,管道的两端还起着挡珠的作用,以防滚珠沿滚道掉出,滚珠丝杠螺母副必须有可靠的轴向消除间隙的机构,并易于调整安装,具体如图 2-20 所示。

② 滚珠丝杠螺母副的维护。

定期检查、调整丝杠螺母副的轴向间隙,保证反向传动精度和轴向刚度,定期检查丝杠与床身的连接是否有松动,丝杠防护装置有损坏要及时更换,以防灰尘或切屑进入。

● 轴向间隙调整。

数控机床的进给机械传动采用滚珠丝杠将旋转运动转换为直线运动,滚珠丝杠副的轴向间隙,源于两项因素的总和:第一是负载时滚珠与滚道型面接触的弹性变形所引起的螺母相对丝杠位移量,第二是丝杠与螺母几何间隙。丝杠与螺母的轴向间隙是传动中的反向运动死区,它使丝杠在反向转动时螺母产生运动滞后,直接影响进给运动的传动精度,其结构



图 2-20 滚珠丝杠螺母副结构

形式有下述三种：

第一种是双螺母垫片调隙式，如图 2-21 所示。其结构是通过改变垫片的厚度，使两个螺母间产生轴向位移，从而两螺母分别与丝杠螺纹滚道的左、右侧接触，达到消除间隙和产生预紧力的作用。这种调整垫片，结构简单可靠、刚性好，但调整费时，且不能在工作中随意调整。

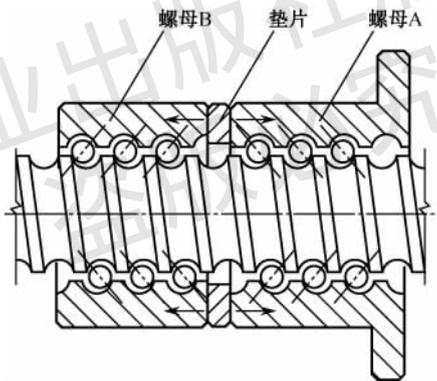


图 2-21 双螺母垫片调隙式结构

第二种是双螺母螺纹调隙式，如图 2-22 所示。其结构为利用螺母来实现预紧的结构。两个螺母以平键与外套相联，平键可限制螺母在外套内转动，其中右边的一个螺母外伸部分有螺纹。用两个锁紧螺母能使螺母相对丝杠作轴向移动。这种结构既紧凑，工作又可靠，调整也方便，故应用较广，但调整位移量不易精确控制，因此，预紧力也不能准确控制。

第三种是双螺母齿差调隙式，如图 2-23 所示，其结构为双螺母齿差调隙式调整结构。

在两个螺母的凸缘上分别有齿数为 z_1 、 z_2 的齿轮，而且 z_1 与 z_2 相差一个齿。两个齿轮分别与两端相应的内齿圈相啮合，内齿圈紧固在螺母座上。调整轴向间隙时使齿轮脱离内齿圈，令两个螺母同向转过相同的齿数，然后再合上内齿圈，两螺母间轴向相对位置发生变化从而实现间隙的调整和施加预紧力。如果其中一个螺母转过一个齿时，则其轴向位移量