



数控机床传动系统磨损故障诊断

孝感工业学校 (湖北 432011) 邹福召

数控机床一般工作在高速或重载下,其传动系统容易发生磨损类故障,这一类故障危害很大。故障初期会导致机床设备工作状态不稳定,加工精度降低,如不及时处理,甚至会导致整个机床丧失工作能力。由此可见,对机床设备传动系统的磨损状态进行监测和状态诊断就显得十分重要了。

1. 机床传动系统的失效分析

(1) 机床传动系统零部件失效分析 机床传动系统主要依靠成组的传动齿轮传递动力。作为传动系统的主要零件,齿轮的工作状态对整个系统起着至关重要的作用,而齿轮失效导致的系统故障在所有故障系统中所占比例通常也最大。表1列举了传动系统中各类零件的损坏比例。从表中可见,齿轮损坏比重高达60%,从而成为我们研究的重点。

表1 传动系统各类零件的失效比例

失效部件	齿轮	轴承	轴	箱体	紧固件	油封
比例 (%)	60	19	10	7	3	1

齿轮本身,作为高度复杂的成形零件,其制造和装配精度往往低于其他零件。在高速、重载下运行的齿轮,其工作条件也要比其他零件恶劣得多。据统计,造成齿轮故障的各种原因中,由于磨损直接或间接导致的故障占很大比例,具体如表2所示。

表2 齿轮失效形式及其所占百分比

损坏形式	轮齿折断			表面失效(磨损类)			其他
	疲劳 断齿	过载 断齿	数齿 冲断	点蚀	磨损 (含胶合)	塑性 变形	
损坏比例 (%)	32.8	9.5	4.3	30.3	13.2	5.3	4.6

(2) 齿轮磨损故障分析 传动系统中的磨损故障主要出现在齿轮和轴承处,磨损形式主要是疲劳磨损、磨料磨损和腐蚀磨损。下面主要以齿轮为例分析传动系统的磨损故障。齿轮在啮合过程中,齿面出现材料摩擦损失,工作面被逐渐磨损而致报废。新安装的齿轮,开始出现跑合磨损,磨损率较高;运行一段时间后,跑合阶段即会结束而转入正常磨损阶段,磨损率随之降低。正常磨损阶段,齿

面光滑,没有宏观擦伤,磨损率基本上是常数。从失效前期开始,磨损率才急剧增大。整个磨损过程故障率可归结为图1所示的浴盆曲线。

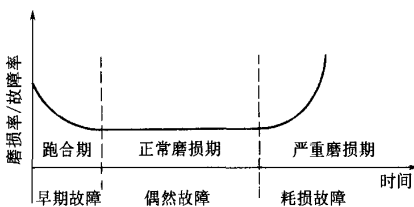


图1 磨损过程与磨损故障率

2. 传动系统磨损故障智能诊断技术

(1) 磨损故障智能诊断技术基本原理 机床传动系统一般采用闭式润滑系统,润滑油流经各齿轮啮合处及各轴承,这些部件发生磨损后,产生的磨损颗粒进入润滑系统。润滑油中的磨粒正是携带了大量反映零部件磨损状态的信息元。因此,对润滑油进行采样,使用专门仪器制成磨粒谱片,通过显微镜观察分析谱片上的磨粒分布,就可以在机床不解体的前提下推断出传动系统的磨损状况,指导机床进行合理的保养和维修工作。

根据分析润滑油来诊断磨损故障时,磨粒的分析是关键技术之一。传统铁谱分析技术采用人工观察显微镜谱片视场的方法,不但要求较高的专业知识,不易推广应用,而且分析速度慢,人为误差大。所以,综合应用计算机视觉和人工智能技术可以较好地解决这一问题。

首先,用图像采集系统将磨粒谱片的显微视场采集到计算机中,存储为数字图像;在对磨粒图像进行预处理后,应用磨粒分析软件对图像中的磨粒进行分析计算,给出磨粒统计分类;最后由状态诊断专家系统软件结合人机对话给出故障预报或状态诊断与定位。

在整个系统中,磨粒智能分类统计是一大难题。首先要应用图像分析技术,确立一套磨粒图像特征参数,包括尺寸参数、形状参数、颜色参数、纹理参数、结构参数和分维参数等,用它们来提取磨粒的形态特征。具体分析时先用统计识别法识别特征明显的切削磨粒和球状磨粒,再利用BP神经



网络强大的分类能力识别出疲劳剥块和正常磨损磨粒等其他磨粒。整个磨粒识别过程是以一套长期试验积累的特征磨粒图谱库为识别依据的。

(2) 机床传动系统磨损状态诊断依据 通过分析磨粒来进行磨损状态诊断时需要建立判断何种磨粒为异常磨粒, 以及出现异常磨粒后诊断、定位故障并给出维修建议的依据。

通过对各类机械设备长期的磨粒故障监测试验, 积累一套完整的特征磨粒图谱库, 作为进行磨粒分类诊断的依据。图 2 所示为一些特征磨粒。图中所示的切削磨粒形状细长, 是磨料磨损的产物, 在传动系统中一般产生于齿轮啮合部位。圆形的球状磨粒和剥片状疲劳剥块磨粒是由疲劳磨损产生的, 但是在传动系统中, 球状磨粒只产生于轴承部位。因此, 如果发现疲劳剥块磨粒伴随球状磨粒, 则可以断定传动轴承发生了疲劳磨损。红色氧化物是润滑油中含有水分的标志, 而黑色氧化物磨粒的出现则表示润滑系统故障导致润滑不良, 摩擦接触部位过热。

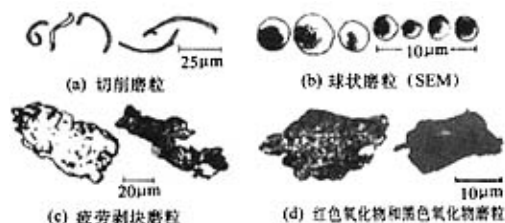


图 2 部分特征磨粒示意图

在对磨粒进行正确的识别及分类统计的基础上, 就可以利用这些统计数据对系统进行磨损故障预报与诊断, 指导维护人员采取适当的措施以保障系统正常运行。表 3 所列是在大量监测试验的基础上总结而得出的传动系统磨损状态监测依据。

表 3 传动系统磨损状态监测依据

磨粒	正常	需要注意并采取措施	严重警告 (失效前夕)
切削状磨粒	无	偏少	中量以上
球状磨粒	无	偏少	中量以上
其他磨粒 (含疲劳、粘着、微缓等类磨粒)	> 25μm: 少量以下	25 ~ 60μm: 偏少 > 60μm: 少量以上	25 ~ 60μm: 中量 > 60μm: 偏少以上
有色金属磨粒	极少	偏少	中量以上
污染颗粒	极少	少量	中量以上

(3) 智能化铁谱诊断系统的实现 应用上面讨论的磨损故障智能诊断技术, 可以开发出 DMAS 磨损故障智能诊断系统。

全自动颗粒制谱仪可以自动地将油样制成磨粒谱片以供分析之用; 而自动扫描显微镜、彩色 CCD 摄像头、彩色图像采集卡、PC 机以及单片机组成了磨粒图像采集系统以采集磨粒谱片的显微镜视场; PC 机中装有磨粒智能分析软件和磨损状态诊断专家系统软件, 经分析后给出诊断结论和建议。

(收稿日期: 20040509)

《机械工人》(热加工) 2004 年第 10 期要目

经典展会 再创辉煌

——访展会组委会负责人、焊接专家、中国机械工程学会副理事长兼秘书长

我国制造业焊接生产现状与发展战略研究

螺柱焊机及其焊接工艺的研究 (上)

高频电阻焊变压器的设计

比照法在钢结构焊缝质量管理中的应用

高合金工具钢热处理工艺改进的探讨

渗氮在产品图样中的标注

鳄鱼剪床剪刀崩刃原因分析及解决方法

钢的淬火加热时间与黄金数字

45 钢细长轴淬火变形、开裂原因及改进措施

QT500—7 厚大球墨铸铁件的开发生产

42CrMo 大型齿轮的铸造

均衡凝固原则在铣床方滑枕中的应用

离心铸造高铬双金属泥浆泵缸套的缺陷及故障分析

3Cr13、1Cr17 显像管模具的铸造工艺

如何提高铁型覆砂的生产效率

内燃机车大型柴油机连杆自动掉头制坯辊锻工艺

组合式制动梁梁架工艺方案的确定

斜楔结构在对焊接头生产中的应用

现场处理折纹浅淡