

硬盘磁头故障诱发原因研究

谢建全

(湖南税务高等专科学校, 湖南长沙 410116)

摘要: 硬盘的磁头一旦发生故障, 硬盘上的数据就会全部丢失, 会给用户带来较大的数据或经济上的损失. 本文分析了磁头碰撞、磁头与盘片粘连、磁头臂与磁头臂支撑架粘连、磁头污染等硬盘磁头故障的诱发原因, 并针对故障产生原因, 提出了通过改进硬盘设计来减少磁头故障的方法.

关键词: 硬盘; 磁头; 数据安全

中图分类号: TP302

文献标识码: A

文章编号: 1000-1220(2003)06-1102-03

Research to Causes of Magnetic Head Breakdown in Hard Disks

XIE Jian-quan

(Hunan Tax College, Changsha 410116, China)

Abstract: The data in the hard disk will be completely lost and the economic and data loss of the user will occur if the magnetic head of hard disk fails to work. This article analyzes the causes of head-disk interface shock, the coherence of the access arm and access arm stretcher, the magnetic head pollution and breakdown of magnetic head in hard disk. By analyzing the causes of the breakdown, it also suggests ways to reduce the magnetic head breakdown by improving the hard disk design.

Key words: hard disk; magnetic head; data safety

1 引言

磁头是磁存储设备的关键性部件, 由它完成电信号与磁信号的转换. 现在使用的硬盘都是盘头组件一体化, 即磁头、盘片做在一个密封的腔体中, 用户是不能单独更换盘片或磁头的. 硬盘的磁头一旦发生, 磁盘的读写工作就无法进行, 其表现为无法读取硬盘上的数据, 严重时机器无法识别硬盘的存在.

硬盘的磁头出现故障后, 无法用软件方法修复故障, 一般的计算机维修公司由于不具备维修硬盘所需的超净化环境条件, 也无法完成磁头故障的维修, 需要专业的维修部门才能进行维修, 这样维修周期就很长, 并且不能承诺保证数据不丢失, 也就意味着磁盘上的数据可能会全部丢失, 这对用户来说损失往往是非常大的. 因此了解硬盘磁头故障的诱发原因, 尽量减少磁头故障的发生对广大计算机用户来说是非常重要的, 对硬盘生产厂家和计算机经销商也是一个不可忽视的问题.

目前硬盘的磁头故障主要表现在如下几个方面:

- 磁头碰撞
- 磁头与盘片粘连
- 磁头臂与磁头臂支撑架粘连
- 磁头污染

2 磁头碰撞可能造成的损坏及诱发原因

磁头与盘片发生碰撞的现象, 我们称之为“磁头碰撞”, “磁头碰撞”是磁头故障的主要产生原因. 硬盘里的磁头质量都很轻, 如果硬盘在不工作时, 磁头碰到盘片上是不会产生任何影响的, 事实上, 硬盘在不工作时, 磁头不是处于悬浮状况, 而是停在盘片上的. 但硬盘在工作时情况就完全不同了, 此时盘片是高速转动的, 磁头悬浮于盘片上方, 尽管磁头的质量很轻, 当发生磁头碰撞时产生的碰撞力还是很大的, 从而导致磁头和有关盘片表面的损坏, 并且磁盘的转速越快, 损坏的程度就越严重.

发生磁头碰撞直接导致磁头损坏的情况并不多见, 多数只引起盘片表面局部区域的损坏, 也就是说发生磁头碰撞的当时只会导致盘片上局部区域的数据丢失, 如果发生碰撞的区域没有用户的有效数据, 用户一般是感觉不到问题的, 但随着运行时间的增加, 盘片表面损坏的区域会不断增加, 用户在扫描磁盘时, 可清楚地看到这一现象. 例如硬盘在读写某个文件出错时, 用磁盘扫描软件扫描磁盘可能只发现一个坏块, 但过几天再次扫描时, 就可能发现坏块不只一个了, 并且坏块的数量越多, 坏块的增长速度越快, 要不了多久这个磁盘就无法读写了.

下面我们来分析一下坏块会出现扩散现象的原因: 当某个区域出现坏块时, 该区域的盘片表面就不平整了, 当磁头经

过该区域时,作用于磁头的悬浮力就会出现变化,从而直接导致磁头的上下抖动,这时当稍有外力作用于硬盘时,就容易发生新的磁头碰撞现象,严重时,不加外力都有可能产生磁头碰撞现象,从而导致磁盘其它区域的损坏.除此之外,磁头碰撞过程中,在损坏盘片的同时还可能会产生颗粒,这些颗粒对于高速旋转的盘片来说无疑是致命的,盘片上很快就会出现各种划伤,进而完全报废.

由于磁盘的坏块会出现扩散的原因,当发现磁盘上有坏块时,该磁盘就不能用于存储重要文件了.现在的问题是当磁盘上出现坏块后,用户往往不能及时发现坏块,因为平时在使用时不停地用扫描软件查看磁盘上是否有坏块是不现实的,当读某个文件读不出来时,这时已出现了数据丢失,因为要在坏的磁盘介质上读出文件一般是不可能,为了防止这种情况的发生,现在有不少硬盘使用 S. M. A. R. T 技术(Self Monitoring Analysis And Reporting Technology,自我监测、分析和报告技术),可有效地保护用户的硬盘上的数据.S. M. A. R. T 技术能够检测硬盘的某些特性,如硬盘磁头的飞行高度,如果磁头出现飞得太高或太低的现象时,硬盘可能要出错,此时给出报警信息,用户的有用数据一般还没出现丢失现象.此时只要将这些数据复制到工作正常的磁盘上,就可避免数据的丢失,这是一种对硬盘故障预先发出报警的廉价数据保护方案.

目前引起磁头碰撞的原因主要有三方面:

1. 硬盘在进行读写操作的时候,遇到震动.
2. 硬盘腔体内有尘埃粒子.
3. 硬盘在进行读写操作时切断电源.

硬盘在工作时,磁头悬浮于盘片上方,但盘片与磁头之间的间隙做得非常小,只有 $0.2\mu\text{m}$ 至 $0.5\mu\text{m}$,当由于震动等外界原因使磁头上下抖动时就易发生磁头碰撞现象,如果工厂生产硬盘时加大盘片与磁头之间的间隙,虽然可减少震动产生的磁头碰撞现象,但这样会影响磁盘的记录密度,降低存储容量,这是一对矛盾,因此为减少因震动而产生的磁头碰撞现象,主要靠用户使用时多加注意.

普通工作环境中,飘浮的尘埃粒子的直径可达 $40\mu\text{m}$,远大于盘片与磁头之间的间隙,如果这种尘埃或污物落到了盘片上,磁头在读写时,由于盘片是高速转动的,若磁头碰到该尘埃就会弹起来,然后再落到盘片上,从而发生磁头碰撞.为了防止因尘埃粒子引起的磁头碰撞,必须保证硬盘的头盘组件工作在超净的环境中,必须与外界隔离,通常的做法是在各机械结合部位采用橡胶密封衬圈,并在密封舱内的空气循环通道上安装空气过滤器,将 $0.3\mu\text{m}$ 以上的灰尘过滤掉,理论上可保证腔体内完全不出现 $0.3\mu\text{m}$ 以上的尘粒.但是,为了保持硬盘内外的气压平衡,在腔体上都开有一个呼吸孔,即硬盘的腔体不是完全密闭的,在灰尘严重的环境下,硬盘很容易吸引空气中的灰尘颗粒,进行过腔体维修的硬盘中更难保证不出现 $0.3\mu\text{m}$ 以上的尘粒.

硬盘在进行读写操作时切断电源是最易被人们所忽视的问题,在正常状态下当然没人会做这么无聊的操作,但是当出现一些诸如显示卡或是内存没插好、视频线松了的情况,导致

电脑开机无显示的时候,很多人就只埋头于解决看到的问题,频繁的开机、关机,插拔板卡,再开机,而没留意硬盘在一次次电源的开关下所受到的冲击,尤其是开机没显示,因此常在开机只有几秒钟的时间,硬盘的初始化动作还没完成,磁头正处于敏感位置,一下子被切断电源停机,然后在不到几秒钟的情况又受到电流冲击,此时就有可能磁头上下抖动造成与盘片发生碰撞,发生故障的机率会大大增加.因此在检查与硬盘无关的故障时,建议将把硬盘的电源线拔掉,待故障排除后,再接上硬盘的电源.除此之外如果电源的输出直流电压纹波过大,也会导致硬盘转速不稳和磁头抖动,使得磁头与高速旋转的盘片碰撞.

3 磁头与盘片粘连的故障现象及产生原因

磁头与盘片粘连的故障现象为硬盘在上次使用时工作很正常,但下次开机时计算机不认硬盘,加电后盘片不转动,更换好的电路板后,故障依旧,但有时硬盘又能工作,只要开机时盘片能转动,硬盘就能正常工作到关机.

对该类故障的硬盘进行解剖,可发现用手转动盘片时,有明显的阻力(正常硬盘是感觉不到阻力的),有些甚至无法转动盘片,如果强行转动盘片,磁头还可能会从磁头臂上脱落下来,造成硬盘的彻底损坏.造成磁头与盘片粘连故障的原因是硬盘长期工作在温度较高的环境下,导致盘片温度过高,使磁粉的粘着物的性质发生变性,将磁头粘在盘片上了;同时腔体内温度过高还会使磁头臂的张力发生改变,使得磁头在静止时对盘片的压力过大,增大了盘片的启动力矩,当该力矩超过一定值时,盘片就无法转动.

引起硬盘温度过高的原因一是环境温度过高,如没有安装空调的机房,原因之二是机器本身散热不好,如灰尘过多引起机箱的散热孔堵塞,因此磁头与盘片粘连故障常发生于长期处于开机状况而工作环境又不佳的服务器中.随着硬盘转速的不断加快,硬盘本身的发热量也增加,如果散热不畅,发生温度过高的情况还会更多.

4 磁头锁定机构故障及产生原因

在硬盘内一般有磁头锁定机构,硬盘停止工作后,磁头自动回到起始区,然后由磁头锁定机构将磁头锁定在起停区,使磁头不会因机器的搬动而离开起停区,保证磁头能可靠地在起停区起落.

当磁头锁定机构出问题后,磁头被锁定,无法自由移动,硬盘无法执行正常的自检,硬盘加电一会儿后,会进入保护状况,自动降低盘片的转速,直至盘片停止转动,过一段时间后,再自检,因此出现该故障后,能多次听到硬盘主轴加速和减速的声音,而听不到磁头移动的声音.

根据硬盘的不同,磁头锁定机构有两种不同的开锁方法,一种是由电磁铁产生的吸引力开锁,这种硬盘无故障时,当加电不久盘片达到正常转速后,可听到“哒”的一声响(电磁铁吸合),然后就是执行自检时磁头移动的声音;另一种是利用盘片转动时产生的气流将锁“吹”开.

磁头锁定机构打不开的主要原因都是开锁时遇到的阻力过大,产生阻力过大的原因之一是硬盘工作环境温度过高引起开锁机构的支撑杆的润滑油变性,失去了润滑效果;原因之二是磁头臂上的防撞橡胶环发生硫化反应而发粘,使得磁头臂与磁头臂支撑架粘连,对该种故障现象的硬盘进行解剖,可发现其防撞橡胶环明显变软和发粘,严重的甚至呈半流体状,和我们日常生活中有些橡皮筋发生硫化现象而发粘的情况一模一样,该类故障主要发生在空气污染较严重,空气中含硫量过高的环境中。

5 磁头污染

当硬盘工作在空气湿度较大的环境下时,腔体内的空气也会湿度变大,如果腔体中有霉菌,若较长一段时间不使用硬盘,有些硬盘的盘片上就可能产生霉斑,这和软盘在潮湿的环境下容易产生霉斑的情况完全相同。在硬盘启动的最初阶段,磁头和盘片是接触式的,这样盘片的霉斑就会有一部份转移到磁头上,引起磁头污染。当磁头被污染后,轻者会引起磁盘读写速度的明显下降,并伴有无规律的读写出错,读某些文件时突然很慢,硬盘发出“咯咯咯...咯咯咯...”的长时间的异常声音。重者会划伤磁头,使硬盘彻底报废,并且磁头污染也会像磁头上出现坏块后坏块会不断增加一样,故障现象会随着使用时间的延续而变得越来越严重。

6 对硬盘设计的改进

从前面介绍的磁头故障原因中可得知,引发磁头故障的原因主要是使用者使用不当或使用环境不佳,在使用方法上用户多加注意可减少磁头故障的发生,但使用环境的不佳往往不是用户所能改变的,特别是大环境的影响是用户个人所无法改善的,如空气污染使空气中含硫量过高而引发的腔体中防撞橡胶环的硫化现象,但硬盘生产厂家可通过改善设计来解决这些问题。

从原理上讲只要完全隔离腔体内外空气的交换,即可解决空气中含硫量过高导致的磁头故障,也可彻底防止灰尘进入腔体,防止灰尘导致的磁头碰撞现象。经过实验表明,在使用中通过气压平衡通道的气体很少,因此从设计原理上讲只要在现有硬盘中的内外气压平衡通道上安装一张易变形的尼龙或塑料薄膜(如图1所示),就可保持内外气压的平衡,又能完全防止腔体外的空气进入腔体,防止相关故障的发生。

由于薄膜完全不透气,可在腔体内外起良好的隔离作用,防止灰尘、有害气体、霉菌进入腔体内部;由于薄膜易形变,当腔体内外气压稍有不平衡时,通过薄膜的形变可使内外气压

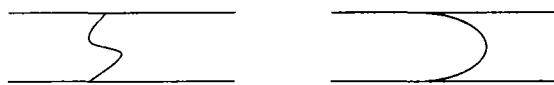


图1 内外气压平衡通道上安装隔离装置示意图

Fig.1 Sketch map of installing the isolating device on the internal-external air pressure balance passage

自动获得平衡。该装置也可用阻力较小的活塞或可伸缩的气囊来实现。

References:

- 1 Kumar S Vijay Khana D, Sri-Jayantha M. A study of the head-disk interface shock failure mechanism [J]. IEEE Trans on Magn, 1994, 4155~4157.
- 2 Yang Xiao-yuan. Maintenance and diagnosis of the auxiliary storage devices failure [M]. Beijing, Science Publishing House, 1998.
- 3 Xie Jian-quan. Servicing technique of computer and external devices [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2000.
- 4 Zhong Zhong-shu. Data management and servicing technique of the high capability hard disk [M]. Beijing, University of Electronic Science and Technology of China Publishing House, 2000.
- 5 [EB/OL]http://www.ncdiy.com/huasong/zl3.htm
- 6 Zhu Tian-long. A study of the floating characteristics of the magnetic head-analysis of the head-disk crash [J]. Computer & Peripherals, 1993, 17(1):11~13.

附中文参考文献:

- 2 杨晓元. 外存储设备故障诊断与维护 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- 3 谢健全. 计算机与外部设备维修技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- 4 张钟澍. 大容量硬盘修复技术及数据管理 [M]. 北京: 电子科技大学出版社, 2000.
- 7 祝天龙. 磁头浮动特性研究——头盘碰撞分析 [J]. 电子计算机外部设备, 1993, 17(1):11~13.