

项目引领、任务驱动系列化教材

硬盘数据恢复及维修

YINGPAN SHUJU HUIFU JI WEIXIU

主 编 郭文武
副主编 李宗远 于 泳



国防工业出版社

National Defense Industry Press

项目引领、任务驱动系列化教材

硬盘数据恢复及维修

主 编 郭文武

副主编 李宗远 于 泳



国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是在多年中职教育教学改革与实践的基础上,结合中职的办学定位、岗位需求、生源的具体水平情况,专门为中职维修专业编写的。全书共三个单元,重点讲解硬盘的逻辑类故障(主引导记录、FAT32 文件系统、NTFS 文件系统等)、物理类故障(PCB 板、坏道)、开盘类故障等。

本书强调动手能力和实用技能的培养,读者通过学习能逐步掌握硬盘数据恢复及维修的知识,快速成为维修工程师。当然本书还可以作为硬盘数据恢复及维修的培训机构、技工学校和职业院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

硬盘数据恢复及维修/郭文武主编. —北京:国防工业出版社,2015.2

项目引领、任务驱动系列化教材

ISBN 978-7-118-09899-0

I. ①硬... II. ①郭... III. ①数据管理-安全技术-教材②硬磁盘-维修-教材 IV. ①TP309.3②TP333.307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 012050 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)

三河市腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 7 字数 160 千字

2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

北京市信息管理学校是国家级改革发展示范校,计算机与数码产品维修专业是示范校重点建设项目之一,本专业坚持走工学结合之路,在课程体系建设过程中完成所有核心专业课的开发工作,课程内容以工作过程为导向,对典型工作任务进行分析,对教学内容按照工作项目划分,采用任务驱动教学方法引领专业教学,注重对学生实践能力的培养。

本书由数码技术系专业教师 and 北京众诚天合系统集成科技有限公司资深工程师联合编写,以众诚天合系统集成科技有限公司研发生产的数据恢复机为依托,将维修一线资深工程师多年的维修经验与北京市信息管理学校专业教师的教学经验相结合,实用性和创新性相结合,理论与实践相结合,注重对学习者的实践能力的培养,使学习者建立清晰的维修恢复思路、掌握熟练的维修恢复技巧,为成为一名合格的数据恢复维修工程师做准备。

本书设置三个学习项目,以理论结合案例的方式编写,易学易用,生动形象。学习者在阅读此书后,不但能够知道数据恢复的知识、了解数据恢复的理论,还可以学会数据恢复的技术。掌握数据恢复知识的人,既可以保证自己的数据安全,亦可以帮助他人,协助公司,在关键信息危急时刻,可以拯救数据灾难。

本书在编写中参考了大量的文献资料,在此特向原作者表示敬意和感谢,同时对北京众诚天合系统集成科技有限公司的常俊超、欧季成、霍英东等工程师对本书编写工作给予的大力支持表示感谢。

参与本书编写的专业教师有李宗远、于泳等,由于作者水平与经验有限,书中错误和不足之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

绪论 数据恢复基本原理	1
-------------------	---

学习单元一 逻辑类数据恢复

项目 1 检修硬盘主引导记录故障	9
任务 1 恢复 MBR 故障	9
任务 2 恢复分区表故障	21
项目 2 恢复 FAT32 文件系统文件	27
任务 1 恢复误删除文件	27
任务 2 分区误格式化	36
项目 3 手工恢复 NTFS 文件系统	41
任务 1 恢复误删除文件	41
任务 2 恢复误格式化文件	46

学习单元二 物理类故障的数据恢复

项目 1 修复硬盘 PCB 故障	53
任务 1 更换损坏元器件	53
任务 2 更换 PCB 板	57
项目 2 修复坏道故障	60
任务 1 修复蓝屏死机故障	60

学习单元三 开盘类数据恢复

项目 1 修复硬盘 HDA 故障	81
任务 1 修复硬盘无法识别故障	82
任务 2 修复硬盘敲盘故障	91
任务 3 修复硬盘通电不转故障	104

绪论 数据恢复基本原理

1. 数据恢复概述

随着计算机使用人数的日益增加和互联网的迅速发展，人类社会越来越多地依赖于计算机和数字存储。人们在享受方便、便捷的办公生活的同时，隐患其实一直相随，因此数据安全的问题变得越来越重要。

所谓数据恢复，就是把由于遭到破坏、物理缺陷、病毒破坏、人为误操作、意外事故等原因导致的存储介质无法访问或丢失的数据，通过专业的技术手段重现。

2. 硬盘的发展史

随着当今社会的进步，硬盘的生产技术及生产工艺得到了有效的冲击。从 1956 年 IBM 公司宣布第一块硬盘问世(图 0-1-1)。到如今，硬盘历经了 50 多年的发展。从当初只有 5MB 的存储空间、由 50 多块 24 英寸碟片组成的硬盘，到单片磁盘最大 1TB 的今天，从某种程度上来看，对数据恢复行业来说，将提出更高的技术要求。

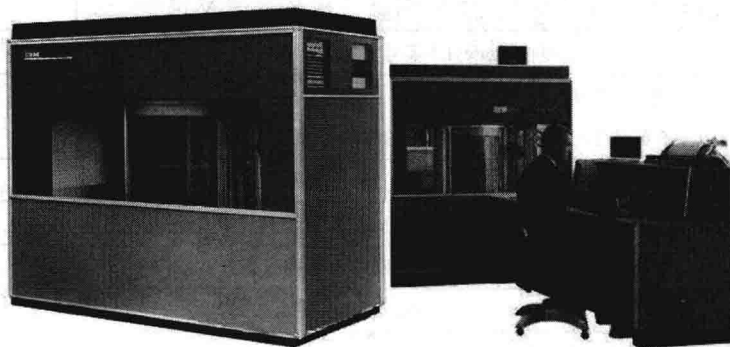


图 0-1-1 1956 年 IBM 公司生产世界上第一块硬盘

3. 硬盘的外部结构

硬盘从直观来看可以分为两部分，即盘体(HDA)及控制电路板(PCB)。硬盘外部结构如图 0-1-2 所示。

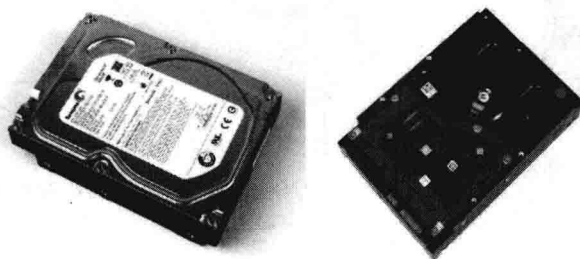


图 0-1-2 硬盘外部结构

硬盘的一些基本参数写在硬盘盘体(HDA)盖板上的硬盘标签上，如图 0-1-3 所示。



图 0-1-3 硬盘厂商标签

希捷(Seagate)ST3500320AS 3.5 英寸机械硬盘产品的参数内容如表 0-1-1、表 0-1-2 和图 0-1-4 所示。

表 0-1-1 希捷硬盘产品标签参数信息

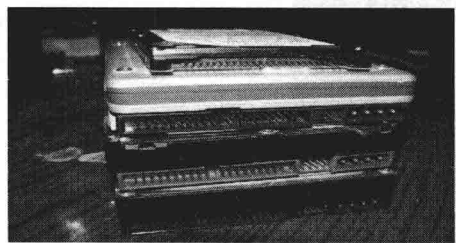
希捷(Seagate)3.5 英寸机械硬盘 ST3500320AS	
ST	Seagate(希捷)
3	3.5 英寸(1=3.5 英寸全高硬盘, 3=3.5 英寸半高硬盘)
500	500GB 硬盘容量(160=160GB, 250=250GB, 320=320GB)
3	32MB 缓存(8=8MB 缓存, 6=16MB 缓存)
2	两张碟片(1=一张碟片, 3=三张碟片, 4=四张碟片)
0	保留位
AS	Serial ATA 串行接口 (A=PATA 并行接口)

表 0-1-2 希捷硬盘产品标签参数信息

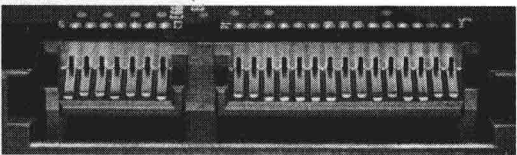
电源接口	说明
	白色的电源接口是 3.5 英寸台式机硬盘，与 ATA 配合使用“D 形 4 针电源接口”(俗称“大 4pin”)，由 Molex 公司设计并持有专利
	黑色的是 SATA 电源线

IDE(Advanced Technology Attachment)俗称：并口

SATA(Serial ATA)俗称：串口



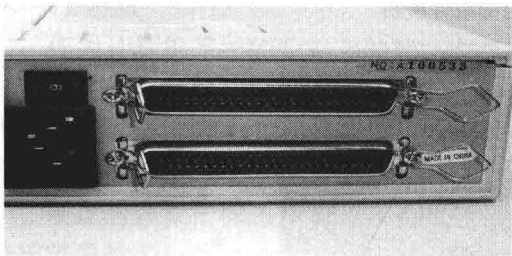
(IDE 接口)



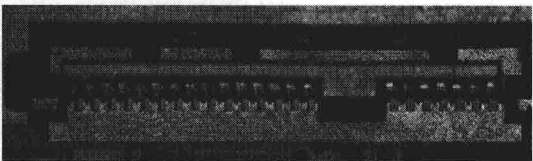
(SATA 接口)

SCSI(Small Computer System Interface)

SAS(Serial Attached SCSI)



(SCSI 接口)



(SAS 接口)

图 0-1-4 希捷硬盘产品标签参数信息

4. 硬盘的内部结构

应在无尘环境下打开硬盘，如图 0-1-5 和图 0-1-6 所示。

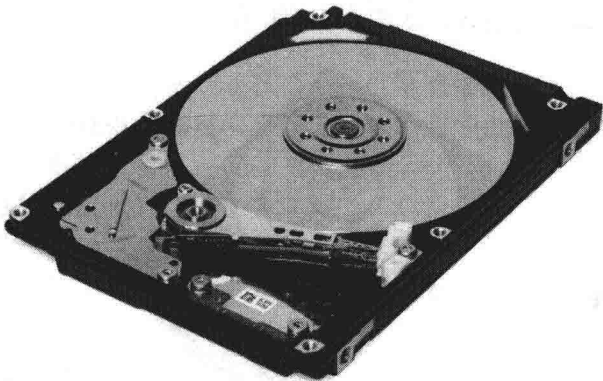


图 0-1-5 硬盘内部结构

1) 硬盘磁头(Head)

磁头是硬盘中最昂贵的部件，是硬盘技术中最重要和最关键的一环，是硬盘中对盘片进行读写工作的工具，如图 0-1-7 所示。

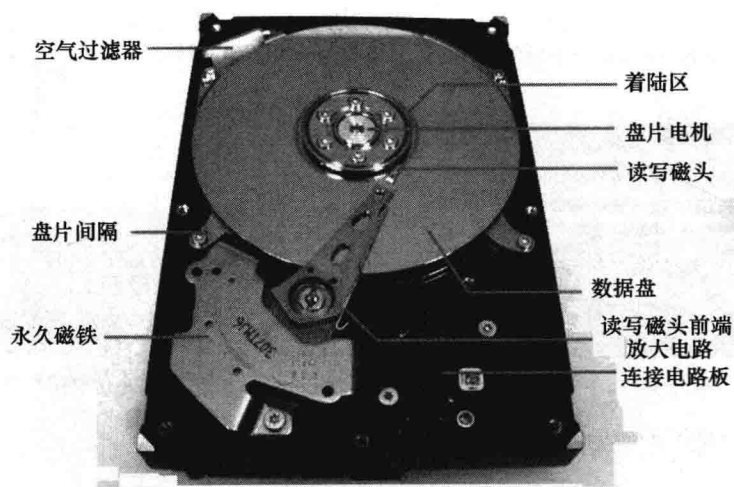


图 0-1-6 硬盘内部组件解析

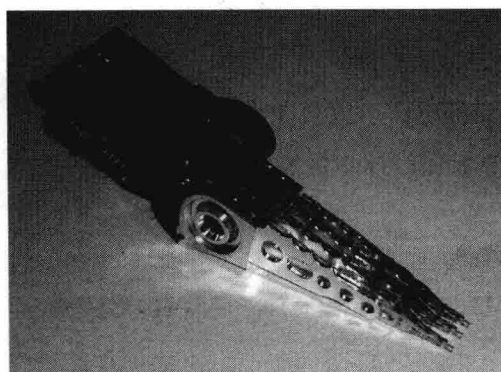


图 0-1-7 硬盘读写磁头

2) 硬盘盘片

硬盘盘片是硬盘数据的载体，如图 0-1-8 所示。

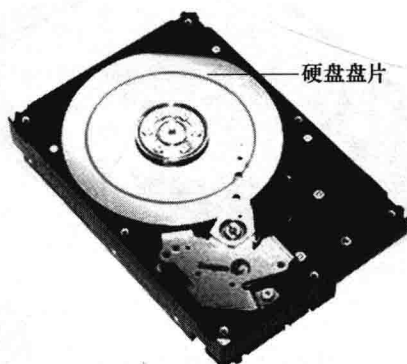


图 0-1-8 硬盘盘片

3) 硬盘电机

硬盘电机是带动硬盘盘片高速旋转的一种驱动设备，如图 0-1-9 所示。

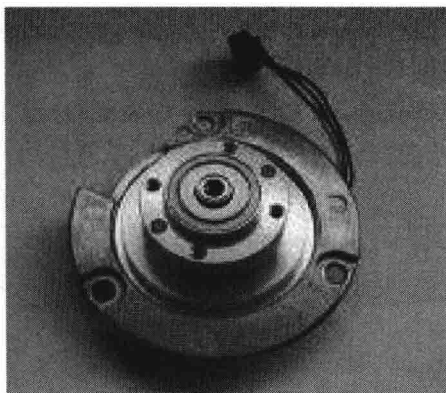


图 0-1-9 硬盘电机

5. 硬盘的基本参数

1) 容量

作为计算机系统的数据存储器，容量是硬盘最主要的参数。

硬盘的容量以兆字节(MB)或吉字节(GB)为单位， $1\text{GB}=1024\text{MB}$ 。但硬盘厂商在标称硬盘容量时通常取 $1\text{GB}=1000\text{MB}$ ，因此在 BIOS 中或在格式化硬盘时看到的容量会比厂家的标称值要小。

硬盘的容量指标还包括硬盘的单碟容量。所谓单碟容量是指硬盘单片盘片的容量，单碟容量越大，单位成本越低，平均访问时间也越短。

对于用户而言，硬盘的容量就像内存一样，永远只会嫌少不会嫌多。Windows 操作系统带给我们的除了更为简便的操作外，还有文件大小与数量的日益膨胀，一些应用程序动辄就占用上百兆的硬盘空间，而且还有不断增大的趋势。因此，在购买硬盘时，适当的超前是明智的。近两年主流硬盘是 1T，而 2~4T 以上的大容量硬盘亦已开始逐渐普及。

2) 转速

转速(Rotationl Speed 或 Spindle Speed)，是硬盘内电机主轴的旋转速度，也就是硬盘盘片在 1min 内所能完成的最大转数。转速的快慢是标示硬盘档次的重要参数之一，它是决定硬盘内部传输率的关键因素之一，在很大程度上直接影响到硬盘的速度。硬盘的转速越快，硬盘寻找文件的速度也就越快，硬盘的传输速度也就得到了提高。硬盘转速以每分钟多少转来表示，单位表示为 r/min。转速越大，内部传输速率就越快，访问时间就越短，硬盘的整体性能也就越好。

硬盘的主轴电动机带动盘片高速旋转，产生的浮力使磁头飘浮在盘片上方，将所要存取资料的扇区带到磁头下方，转速越快，则等待时间也就越短。因此转速在很大程度上决定了硬盘的速度。

家用普通硬盘的转速一般有 5400r/min、7200r/min 两种，高转速硬盘也是现在台式机用户的首选。服务器用户对硬盘性能要求最高，服务器中使用的 SCSI 硬盘转速基本都采用 10000r/min，甚至 15000r/min。

3) 平均访问时间

平均访问时间(Average Access Time)是指磁头从起始位置到达目标磁道位置，并且从目标磁道上找到要读写的数据扇区所需的时间。

平均访问时间体现了硬盘的读写速度，它包括了硬盘的寻道时间和等待时间，即：
平均访问时间=平均寻道时间+平均等待时间。

硬盘的平均寻道时间(Average Seek Time)是指硬盘的磁头移动到盘面指定磁道所需的时间。这个时间当然越小越好，目前硬盘的平均寻道时间通常为 8~12ms，而 SCSI 硬盘则应小于或等于 8ms。

硬盘的等待时间，又叫潜伏期(Latency)，是指磁头已处于要访问的磁道，等待所要访问的扇区旋转至磁头下方的时间。平均等待时间为盘片旋转一周所需的的时间的 1/2，一般在 4ms 以下。

4) 传输速率

传输速率(Data Transfer Rate)是指硬盘读写数据的速度，单位为兆字节每秒(MB/s)。硬盘数据传输率又包括了内部数据传输率和外部数据传输率。

内部传输率(Internal Transfer Rate)也称为持续传输率(Sustained Transfer Rate)，它反映了硬盘缓冲区未用时的性能。内部传输率主要依赖于硬盘的旋转速度。

外部传输率(External Transfer Rate)也称为突发数据传输率(Burst Data Transfer Rate)或接口传输率，它标称的是系统总线与硬盘缓冲区之间的数据传输率，外部数据传输率与硬盘接口类型和硬盘缓存的大小有关。

目前，Fast ATA 接口硬盘的最大外部传输率为 16.6MB/s，而 Ultra ATA 接口的硬盘则达到 33.3MB/s。

5) 缓存

与主板上的高速缓存(RAM Cache)一样，硬盘缓存的目的是为了解决系统前后级读写速度不匹配的问题，以提高硬盘的读写速度。目前，大多数 SATA 硬盘的缓存为 8MB，而 Seagate 的“酷鱼”系列则使用了 32MB 缓存。

6. 硬盘的逻辑结构

1) 磁道

当磁盘旋转时，磁头若保持在一个位置上，则每个磁头都会在磁盘表面划出一个圆形轨迹，这些圆形轨迹就叫做磁道(Track)，如图 0-1-10 所示。

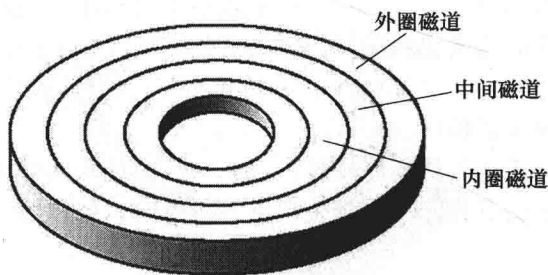


图 0-1-10 硬盘磁道

2) 扇区

磁盘上的每个磁道被等分为若干个弧段，这些弧段便是硬盘的扇区(Sector)。硬盘的第一个扇区叫做引导扇区。每个扇区可以存放 512B 的信息，磁盘驱动器在向磁盘读取和写入数据时，要以扇区为单位，如图 0-1-11 所示。

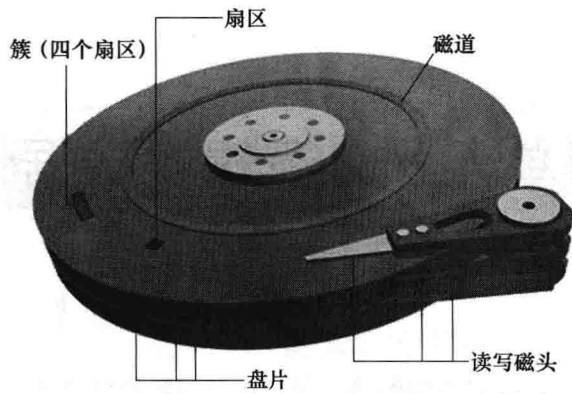


图 0-1-11 硬盘扇区

3) 柱面

硬盘通常由重叠的一组盘片构成，每个盘面都被划分为数目相等的磁道，并从外缘的“0”开始编号，具有相同编号的(处于同一半径的)磁道形成一个圆柱称为磁盘的柱面(Cylinder)。磁盘的柱面数与一个盘单面上的磁道数是相等的，如图 0-1-12 所示

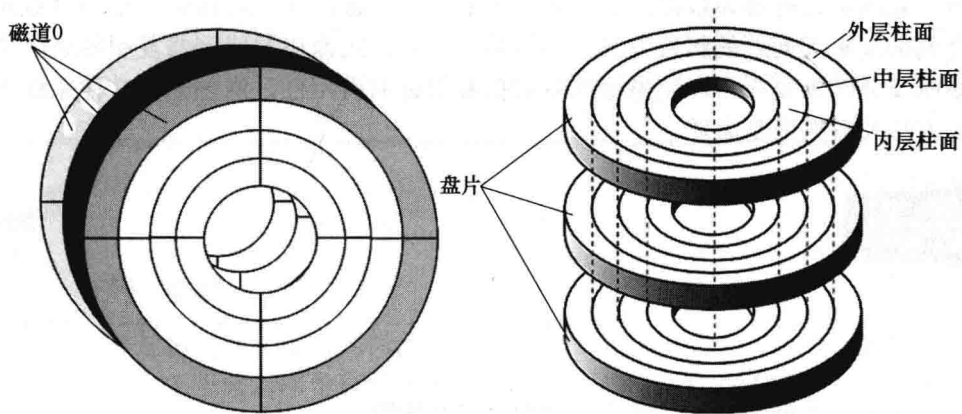


图 0-1-12 硬盘柱面

学习单元一 逻辑类数据恢复

单元情景

通过本单元的学习,能够掌握硬盘引导记录故障的检修方法、磁盘引导记录及分区表项的结构、WinHex软件的基本使用方法,同时具备手工填写分区表进行修复的能力,以及引导故障导致的无法开机问题的解决; FAT32、NTFS文件系统的结构介绍,文件删除与分区格式化恢复的方法及原理说明。

单元概要

本单元的学习内容为数据恢复行业的重要内容,通过本单元的学习,能够掌握实际生活中遇到的逻辑类问题的解决方法,自行排出故障,还原引导错误修复引导扇区从而使操作系统及分区恢复正常,完整地恢复数据并保证其可用性,掌握常见文件系统下的数据恢复方法及数据恢复原理。



- (1) 了解磁盘主引导记录的结构和每字节作用。
- (2) 了解FAT32、NTFS文件系统结构。
- (3) 了解文件误删除及分区误格式化后的数据恢复原理。
- (4) 掌握逻辑运算级数位计数制以及16进制编辑工具Winhex的使用方法。
- (5) 掌握数据恢复软件R-Studio的基本使用方法。
- (6) 能够熟练地与客户进行有效的沟通。
- (7) 能够根据客户的描述准确地做出故障判断,并制定安全、有效的数据灾难拯救方案。

项目 1 检修硬盘主引导记录故障

任务 1 恢复 MBR 故障



学习内容

数位计数制, 逻辑运算, 进制转换, 磁盘LBA0扇区数据结构(446B引导代码, 64B分区表项, 55AA为结束的两个字节), 进制之间的转换, 分区表结构解析(尤其是活动分区标志80或者00), 计算机启动过程中的整个流程, 磁盘编辑软件WinHex的基本使用方法。



任务描述:

小常同学是在企业刚实习的新员工, 部门主任所使用的个人台式计算机, 由于无法开机而找到了小常。小常详细了解之后得知, 部门主任在昨晚下班的时候因计算机无法关机而强制关机, 今早在启动计算机时发现无法正常进入操作系统, 开机提示: “please select boot device”。



任务实施

1. 接待客户(小常)

首先根据客户所描述故障现象, 进行相应的信息填写, 首先填写“数据恢复服务协议单”, 如图1-1-1所示, 主要记录了介质的一些信息, 如介质类型、容量大小、接口类型、SN号、Model号、故障信息、需要恢复的数据信息(位置、大小、类型等)、客户个人联系信息等内容。

将硬盘连接到数据恢复机上，打开磁盘管理器后提示磁盘未初始化，由此可以断定 MBR 被破坏了，使用 16 进制编辑软件 WinHex 打开查看，如图 1-1-2 所示。

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0000000010	4C	7E	4B	4F	F2	F5	15	90	6B	C2	50	0A	80	41	E2	5B	L~K0ôð kÂP lAâ[
0000000020	28	66	DD	91	6F	8D	CF	8A	20	CF	F5	5F	E2	AF	5A	49	(fY'°o Îl Îô_â"ZI
0000000030	AB	B3	43	EE	6C	E6	FF	EC	B5	4A	4A	80	21	D7	E8	71	«³CilæyijJJl xèq
0000000040	7A	5A	66	18	4C	75	DC	9F	3B	EF	67	B6	AC	D6	44	EA	zZf LuÜl;ig¶-ÔDè
0000000050	89	1E	37	F3	96	F1	CE	74	E4	4E	F4	19	13	D6	BF	4F	l 7ôlHItaNô 0z0
0000000060	32	B0	C4	E1	96	DA	21	E8	0D	C7	E1	08	2F	ED	31	D4	2*ÂâIUlê Çâ /i10
0000000070	42	A5	E5	BB	E5	46	AD	77	FA	55	ED	F6	C7	D0	51	17	BWâ»âF-wuUioÇDQ
0000000080	CB	EA	1B	28	17	38	D8	DE	D1	B4	6C	8F	8C	7A	34	04	Èè (80»N'1 lz4
0000000090	6A	0C	39	37	61	28	9A	23	67	56	E4	2F	25	1C	45	EB	j 97a(l#gVâ/% Èè
00000000A0	F0	17	7D	16	17	EB	31	3B	99	BE	21	D0	54	10	D6	4F	ð } æl;IwIDT 00
00000000B0	08	7E	D9	2A	81	43	55	94	91	8F	66	B8	A6	ED	4B	FE	~Ü= CUI' f,;iKp
00000000C0	54	48	2F	80	58	35	C4	22	72	ED	1D	74	B1	D7	D2	19	TH/IX5Å"ri t±x0
00000000D0	FF	E5	90	70	F4	76	89	73	27	75	2D	51	9B	6B	CE	63	yâ pövls'u-Qlkïc
00000000E0	5D	17	C4	5A	CA	A6	40	B0	7B	6B	18	F6	7B	30	35	63	] ÄZÊ;@*{k ô{05c
00000000F0	6C	4E	C2	D8	2C	3D	91	36	BC	12	BA	D9	6E	C7	77	D9	lNÂ0,-'6w eÜNÇw
0000000100	04	28	EE	5C	0E	08	7A	24	68	DF	3C	5F	1B	6A	79	B2	(i\ zshB<_ jy²
0000000110	EE	CF	A3	C3	65	D6	43	B6	CD	36	5C	BB	35	DB	63	4D	iifÄeOC¶I6»50cM
0000000120	2D	27	33	08	A8	BE	1D	D4	16	32	9F	CF	90	FA	56	A3	~'3 % Ô 2lî úVe
0000000130	B1	56	E2	2A	E5	2B	6E	3B	08	35	2B	A8	6E	3A	43	4F	±Vâ*â+n; 5+~n:CO
0000000140	89	63	D4	ED	31	48	D2	3D	60	D8	11	66	BE	D3	41	42	lcôl1H0~'0 f×0AB
0000000150	0A	FB	D5	A8	FA	25	D6	35	7A	91	F2	BC	FB	26	4B	BC	âÜ'âz05z'ôwâSKw
0000000160	60	80	4E	54	EC	55	F0	44	DA	05	5C	68	1A	33	42	01	~INTlUâDÜ ~h 3B
0000000170	D5	1D	23	11	C4	91	86	81	4C	E4	A2	7A	AF	81	EF	40	Ô # 'Â' lLâcz~ iè
0000000180	D5	F4	3F	0B	48	6E	1C	FD	12	87	0F	8A	AF	6E	35	DD	Ôô? Kn y l l'n5Y
0000000190	31	DC	CF	C4	D9	E9	11	C9	47	C0	A9	23	C5	EF	00	E7	lUÎAUê EGâ@#Âi ç
00000001A0	DE	C1	D7	73	82	B2	BC	9E	D3	D4	3C	AD	4A	80	A6	EF	pÂxsI²wI00<-Jl;i
00000001B0	6D	E7	E4	5C	A5	63	7B	9A	FA	35	24	FA	00	00	80	20	mçâWc{Iâ5Sâ l
00000001C0	21	00	07	DF	13	0C	00	08	00	00	00	20	03	00	00	DF	l B B
00000001D0	14	0C	07	FE	FF	FF	00	28	03	00	00	10	3D	06	00	FE	byy (= b
00000001E0	FF	FF	07	FE	FF	FF	00	38	40	06	00	00	B9	07	00	00	yy byy 8è ' :
00000001F0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	55	AA	Uâ

图 1-1-2 WinHex 查看故障盘 MBR

2. 故障判断

此次系统无法引导的主要问题是 MBR 引导代码及分区表项被破坏，需要修复 MBR 引导代码部分。

3. 修复操作

MBR 在机器开机启动的过程中起着重要的作用，没有 MBR，计算机的操作系统是无法正常启动的，在 MBR 共 512B 的主引导扇区里，主引导程序(Boot Loader)占 446B；Partition Table 区(分区表)即 DPT 占 64B，硬盘中分区数量以及每一分区的大小都记在其中；Maigic Number(魔数)占 2B，固定为 55AA。详细的主引导记录结构如图 1-1-3 和表 1-1-1 所列。

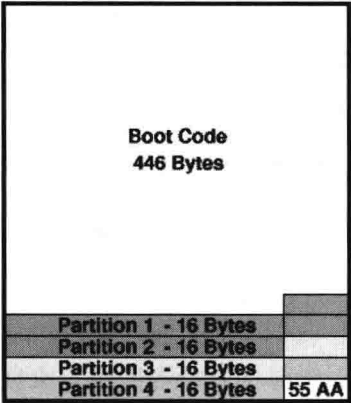


图 1-1-3 MBR 主引导记录表

表 1-1-1 主引导记录结构

地址		描述		长度(字节)
Hex(16 进制)	Dec(十进制)			
0000	0	代码区		440
01B8	440	磁盘签名		4
01BC	444	一般为空值; 0x0000		2
01BE	446	标准 MBR 分区信息表 (4 个 16byte 的主分区表入口)		64
01FE	510	55h	MBR 有效标志: 0x55AA	2
01FF	511	AAh		
MBR, 总大小: 446+64+2				512

计算机启动的全部过程如下:

- (1) 开机。
- (2) BIOS(PowerOnSelfTest)加电自检, 内存地址为 0fff:0000。
- (3) 将硬盘第一个扇区(第 0 磁头、第 0 磁道第 1 扇区, 也就是 MBR)读入内存地址 0000:7c00 处。
- (4) 检查(WORD)0000:7dfe 是否等于 0xaa55。若不等于则提示 Invalid partition table. Error loading operating system。
- (5) 跳转到 0000:7c00 处执行 MBR 中的程序。
- (6) MBR 先将自己复制到 0000:0600 处,然后继续执行。
- (7) 在主分区表中搜索标志为活动的分区, 如果发现没有活动分区或者不止一个活动分区,则停止。
- (8) 将活动分区的第一个扇区读入内存地址 0000:7c00 处。
- (9) 检查(WORD)0000:7dfe 是否等于 0xaa55,若不等于则显示 “Missing operating system”, 然后停止,或尝试软盘启动。
- (10) 跳转到 0000:7c00 处继续执行特定系统的启动程序。

所以这次系统不能启动问题就在于MBR没有完整地引导代码, 所以需要进行修复才可以还原。

向客户描述检测结果: 因客户强制关机导致主引导记录被破坏, 从而磁盘无法引导计算机进入操作系统。解决方案为修复MBR主引导记录, 将本机硬盘的MBR前446B粘贴至故障盘对应的字节即可。



可以使用DOS命令FDISK/MBR。这个命令只是用来恢复引导代码, 不会引起分区改变和数据丢失。