◆ 韩松峰　常俊超　主编

数据恢复技术与应用

Data Recovery Technology and Application

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

数据恢复技术与应用

Data Recovery Technology and Application

数据恢复技术与应用

韩松峰　常俊超　主　编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京・BEIJING

内 容 简 介

本书是北京众诚天合系统集成科技有限公司（以下简称“众诚天合”）依据多年数据恢复技术研发、数据恢复产品设计、中高职数据恢复教学等经验编写的一部适用于中高职院校学生及初中级数据恢复技术人员学习的教材，同时也是众诚天合进行数据恢复技术培训的指定教材。本书主要讲解与当代存储介质相关的数据恢复技术，知识面覆盖了常见各种数据恢复故障类型——逻辑类恢复、物理类恢复、数据恢复软件使用方法、数据恢复典型案例分析，以及利用数据恢复软件检测硬盘和恢复硬盘数据的相关知识。

本书不仅适合于初学者，包括中、高职学生，企业IT技术人员，数据恢复技术爱好者，同样也适用于正在从事数据恢复工作及相关领域的技术研究人员。

图书在版编目（CIP）数据

数据恢复技术与应用 / 韩松峰，常俊超主编. —北京：电子工业出版社，2014.9

ISBN 978-7-121-24182-6

Ⅰ. ①数… Ⅱ. ①韩… ②常… Ⅲ. ①数据管理—安全技术—职业培训—教材 Ⅳ. ①TP309.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第198886号

策划编辑：肖博爱
责任编辑：柴　灿
印　　刷：北京季蜂印刷有限公司
装　　订：北京季蜂印刷有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　　邮编 100036
开　　本：787×1 092　1/16　　印张：13.25　　字数：339.2 千字
版　　次：2014 年 9 月第 1 版
印　　次：2014 年 9 月第 1 次印刷
定　　价：35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

PREFACE 前言

随着信息技术的高速发展，电子产品日益普及到生活的方方面面，企业政府院校等信息化建设也在深入开展，计算机存储数据量急剧膨胀，全球已经进入大数据时代。与此同时，数据安全问题日益突出，由于存储介质存在固有的故障率、人为操作失误、意外事故等因素，造成存储介质数据丢失越来越普遍，作为数据安全的最后一道防线，数据恢复技术近几年已经受到各行各业的高度重视，由此而衍生的数据恢复行业也正在逐步形成发展并走向成熟，社会对于数据恢复技术人才的需求也正在增长，该行业的人才正成为信息技术领域中的一支重要有生力量。

本书以数据恢复工程师的技术岗位技能要求为标准，从理论到实践，从软件到硬件，从逻辑到物理，深入浅出地介绍了数据恢复技术的基础知识和关键技术，着重强调数据恢复理论与实践相结合的技能培养，全面阐述了数据丢失或损坏的现象及原因，解决问题的思路、方案及步骤，结合大量经典案例进行详细而全面地分析介绍，使读者能够快速掌握技术要点，学以致用，拨云见日，快速入门。学习本书之后，读者不但可以快速进入数据恢复技术领域，而且可以轻松跨过初级数据恢复工程师阶段。

本书由韩松峰，常俊超主编，田成、苏永、杨君、何琳、苑红、武宏、赵文力、徐浒、陶丙彦、陆发芹等老师给予指导并参加编写。本书是北京众诚天合系统集成科技有限公司出品的数据恢复技术丛书之一。由于编者水平所限，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2014 年 9 月

CONTENTS 目录

第1章

数据恢复技术概述

伴随着存储介质的普及，数据也逐步由原来纸式记录转变成数字存储的形式，照片、工作总结、财务报表、ERP 数据、数据库等无不体现了数字存储时代的到来。在数字存储时代中，重要数据的安全性及可恢复性至关重要。

社会上存在这样的现状

案例 1 某知名科技公司，自创业来，管理者能力强大，企业经营井然有序。企业成型之后，各部门条例有序，为了提高工作效率实现资源共享，公司架设了一台自己的服务器，所有数据都会上传到服务器以方便其他部门调用。但随着时间的推移，公司管理人员觉得个别部门一无是处，如“Help Desk”技术服务部，因为是科技公司，多数员工都不需要“Help Desk”的帮助，电脑的小问题自己都可以搞定，逐渐地企业架空了这个部门，最后将其解散，节省了开支。

公司服务器的存储器是由 4 块硬盘组成的磁盘阵列 RAID 5 结构，因公司把“Help Desk”部门解散，服务器 1 个月后有一块硬盘亮红灯警报，却没有人维护，而在随后的半个月后，第二块硬盘也亮红灯损坏，最终服务器的存储器崩溃。其数据如果不能在两周内找回，那么将损失 1500 万元人民币，后续还将赔偿客户 350 万元的误工费。

案例分析：此案例造成服务器崩溃的主要原因是硬盘坏道过多导致硬盘掉线，由于是 RAID 5 结构，所以掉线一块硬盘没有直接影响数据。由于企业解散了“Help Desk”部门，才会出现没有及时更换掉线硬盘的情况，进而导致第二块硬盘随着负载增加也跟着损坏了。

解决方案：当这种情况发生后可以找数据恢复公司通过专业的技术手段将 RAID 数据进行重组即可恢复数据，预计数据恢复成本约为 8000 元既可以挽回大于 1500 万元的损失。

案例 2 某金融公司，随着理财产品增多、业务质量及服务到位，受到了很多投资者及用户的支持，出于数据安全考虑，公司要求财务部门每周备份一次最新的业务数据，财务部的工作人员一直严格按照公司规定执行，定期备份，直到有一次公司的业务进入旺季，又是年底，业务部门忙不过来，很多数据都没有按照财务部的要求整理就提交了，所以工作压力都转到了财务部门。而财务部门加班加点赶工核对账目及整理数据，因此没有备份近一个月来的最新机要数据。

公司由于工作分配不合理，且财务部因忙于完成账目及数据整理并没有及时备份机要数据，这次该部门在年底结算的时候，打开之前整理的结算数据却是去年的，原来财务部的工作人员错把今年的新数据当作去年的数据删除了，该企业需要重新整理这些丢失的数据，每个员工周六日均加班，且需要连续工作 3 个月才可以在不影响当前工作的

情况下整理出之前未备份的数据，且不算加班费，该金融公司平均每天损失 50 万元人民币。

案例分析：此案例造成损失的主要原因是员工工作分配不合理，导致财务部员工工作压力较大不小心走神，没有备份并且误删了新的数据。

解决方案：这种情况在数据恢复专业领域中属于逻辑类的数据灾难，可由专业的数据恢复工程师通过软件分析底层数据结构，找到并恢复误删除的数据，预计恢复成本约为 600 元。

案例 3 某系统集成公司项目部，即将迎来一个可以影响公司今后发展的新型大项目，为此公司已经倾覆全力在项目招标前准备了 3 个多月，为这次项目招标提供项目数据和项目解决方案，当距离公开招标日还有 1 个星期的时候，项目部负责人完成了该项目数据和方案。

公司项目部没有更多地备份数据。在完成后的第二天公司开会来具体分工及说明该项目的时候，项目负责人的电脑蓝屏死机了，硬盘磁头损坏无法使用，如不能在项目招标前找回数据，该企业之前的付出都将为零，并且企业还会在招标中被淘汰。

案例分析：此案例除项目负责人没有备份重要数据之外，还没有定期检查机器的运行状态，导致长时间连续工作的硬盘老化，出现了磁头损坏的故障。

解决方案：解决方法只能通过数据恢复公司在 1000 级以内的洁净环境进行开盘以恢复数据，预计恢复成本约为 3500 元。

上述例子都是在实际工作中遇到的真实案例。通过对案例的分析不难看出，做好防护方案是数据安全最重要的环节，但是一旦这个环节失守，那么数据恢复技术将是挽救损失的最后一个稻草。

从医者的初衷，不外乎救死扶伤四字。倘若把计算机数据比作活生生的人，那么数据恢复工作者就可谓是拯救计算机数据的急救大夫了。

人类进入信息时代注定与数据结下不解之缘。随着信息量爆炸式增长，以数据为载体的信息安全越来越受到人们的重视。存储环境与介质、病毒处理、故障处理、信道过载、信息干扰等诸多因素都会对数据安全造成威胁。在网络传输过程中遇到的错误发送、非法拦截、信息泄漏、信息丢失等问题也将导致数据丢失或损害。数据丢失或者损害以后，人们自然会想对数据进行恢复或修复，数据恢复的市场需求随之产生。数据恢复作为数据安全的关键环节，其重要性已经引起人们的高度重视。数据恢复也已经逐步成长为一个新兴行业，在 IT 领域中占得了一席之地。

数据恢复技术自 2000 年从欧美市场发展到中国市场以来，一直受到众多人热捧，甚至成为了近几年来 IT 技术发展最快的分支。如何避免数据丢失保护现有重要数据也成为了越来越多人更多关注的话题。

1.1 数据丢失的原因

数据丢失的原因可以简单地划分为两类：① 逻辑故障造成的数据丢失；② 物理故

障造成的数据丢失。

逻辑故障主要是在存储介质没有损坏的情况下造成的数据丢失，简单地说就是和文件系统（FS-File System）有关的数据丢失，但介质可以正常工作。如常见的误删除、误格式化、分区无法正常打开、单击分区盘符时提示格式化、RAID 阵列配置参数信息丢失等都属于逻辑故障引起的数据丢失的范畴。如误删除，文件一旦彻底被删除，在正常的情况下，是无法看到丢失的数据的，但实际上已删除的数据并没有被清除。

物理故障主要指存储介质存在明显的物理损坏，造成存储介质本身无法正常工作，从而存储在介质上的数据无法被正常读取和访问，常见的物理故障如下。

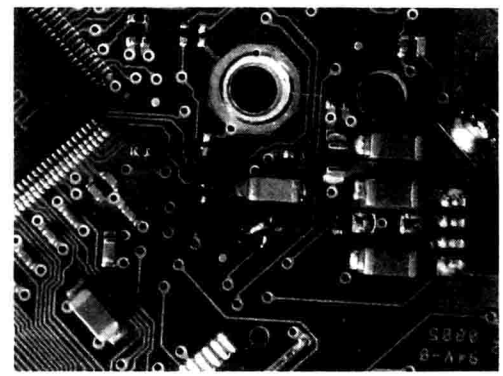


图 1-1　PCB 板上的电元器件烧毁

① 硬盘 PCB 板上的元器件（ROM、NV-RAM、主控电机芯片、主控芯片等）损坏、硬盘磁头组损坏、盘片存在划痕、盘片存在大量坏扇区、RAID 卡烧坏等故障（如图 1-1 所示）。

② 硬盘电路故障。主轴电机失速，引起啸叫，伴随有硬盘指示灯不断闪烁，自检时显示出错信息："1701，Hard Disk Error"，这说明硬盘控制电路部分有故障。硬盘电路故障在硬盘故障统计中占的比例不大，一般都暴露在自检过程中，且故障现象较为单一。读和写控制电路的故障会同时发生，几乎没有只能读（不能写）或只能写（不能读）的现象。

③ 硬盘腔体故障。机器加电后，硬盘腔体有异常响声，自检过程中有明显的"哒哒哒"的长时间磁头"撞车"声，说明硬盘腔体内有机械故障。这大多是磁头步进钢带松动或断裂，故障起因于盘体受到严重撞击或振动。

④ 硬盘适配器或接插件故障系统加电自检到硬盘子系统时，自检不能通过，且硬盘指示灯不亮，同时屏幕显示如下一些信息："1701，Hard Disk Error"或"HDD Controller Error"，该故障现象如果不是硬盘的主引导记录损坏，就是硬盘子系统的硬件故障。例如，硬盘适配卡、硬盘驱动器损坏，或者硬盘适配卡与主板 I /O 插槽和与硬盘驱动器之间连接的接插件和电缆损坏或接触不良。

⑤ 硬盘 0 柱面损坏。硬盘经较长时间自检后，在引导时显示："Disk Boot Failure TRACK 0 BAD"，如果在此后立即死机致使引导失败，可能是磁盘 0 柱面损坏，其结果是导致硬盘主引导扇区，或者 DOS 引导扇区被破坏，以致硬盘不能使用。该故障虽然属于物理故障的范畴，但是可用软件的方法来进行修复。

1.2　数据的存储安全

1. 造成数据存储安全隐患的主要因素

经验不熟练的人员的一些误操作，备份策略不够完善，采用的阵列类型不具备容灾

能力是常见的造成数据存储安全隐患的主要因素。

2. 安全存储数据的方法

针对上述造成数据安全隐患的主要因素，可以采取相应的策略以避免。熟练的技术人员是数据安全的第一保障，再好的容灾策略，如果不在专业的人员管理下，同样也会造成数据灾难。完善的备份策略是保障数据安全的最好方式，常见的数据库备份方式有：热备、冷备、逻辑备份、差异备份、增量备份，根据不同的需求和状况可以采取对应的备份方式。阵列上的重要数据要经常进行异盘备份，所谓的异盘备份可以简单地理解为把备份的数据存储在不同的介质上。可以设想一下如果把数据仍旧备份在同一个介质上，一旦此介质发生了故障，备份的数据也随之丢失，备份也失去了意义，这就是为什么要把备份的数据存储到不同的介质上的原因。

图 1-2　机架式服务器

现如今重要数据的备份策略是保障数据安全的最有效的方式。在磁盘阵列（RAID）中，经常采用数据冗余的技术来应对在损坏一块或者两块盘的情况，这时阵列依旧可以正常工作，数据依旧可以恢复。常见的具备容灾能力的阵列类型有 RAID 1、RAID 5、RAID 6、RAID 5E、RAID 5EE、RAID 10、RAID 6 等，如图 1-2 所示为机架式服务器。

3. 如何保护存储介质延长其使用寿命

良好地使用规范是保护存储介质并延长其使用寿命的最好方式，如尽量避免在高温、高湿环境下使用和存放存储介质；不对存储卡施重压，不弯曲存储卡；避免存储卡掉落和受撞击；要远离静电、磁场（如避开电视机、喇叭箱）；在存放和运输途中，尽可能将存放影像文件的存储卡置于防静电盒中；远离液体和腐蚀性的材料；平时不要随意拆卸存储卡，避免触及存储卡的存储介质；要经常对存储卡上的信息进行备份，以防不测。

1.3　数据恢复技术

即便是再好的备份策略，再熟练的技术管理人员，再好的 RAID 级别类型都有可能发生数据灾难。数据灾难一旦发生了，能尽最大可能地恢复出丢失的数据是最好的补救方式。数据恢复技术就是在这种背景下诞生的，数据恢复技术主要针对数据在发生灾难

以后所进行的一系列的补救和恢复的手段。

据有关数据统计，每年有 70%以上的用户在使用 U 盘、移动硬盘等存储设备时因为误删、病毒破坏、物理损坏、硬件故障等问题遭遇过数据丢失灾难。这说明我们在享受数据信息带来的便利的同时，也不得不面对数据丢失带来的巨大损失。

相对于有价的存储介质（硬盘、U 盘、CF 卡、Flash 存储），无价的数据更显得弥足珍贵，于是找回丢失的数据，尽可能降低损失成为了一件迫在眉睫的事情。面对巨大的信息安全漏洞，数据恢复技术应运而生。

1.3.1 什么是数据恢复

简单地说，数据恢复就是把存储在介质上的无法正常访问的数据重现出来的过程。

当存储介质（包括硬盘、移动硬盘、U 盘、软盘、闪存、磁带等）由于软件问题（如误删除、病毒、系统故障等）或硬件原因（如震荡、撞击、电路板或磁头损坏、机械故障等）导致数据丢失时，便可通过数据恢复技术把资料全部或者部分还原。因此，数据恢复技术分为软件问题数据恢复技术和硬件问题数据恢复技术。其中，软件问题，如在由格式化误删或者病毒引起的资料损失的情况下，大部分数据通过数据恢复软件（如 Easy Recovery、FinalData、Recovery My File 等），加上一些使用技巧和经验，仍能将其恢复，除非数据已被完全覆盖。因为损失的只是数据的连接环节，重新恢复连接数据区连接环节的话，便可以重新将数据恢复。而因为硬盘本身问题无法读取数据时，则需要通过专业的数据恢复工程师配合专业数据恢复设备（开盘机、DCK 硬盘复制机等），在无尘环境下维修和更换发生故障的零件，但因硬盘的款式繁多，而且每个品牌或者型号会使用不同的零件，所以专业数据恢复公司会建立完善的零件库，储存大部分存储介质的零件，以配合数据恢复技术服务。如图 1-3 所示为抽象的硬盘物理故障的修复检修服务。

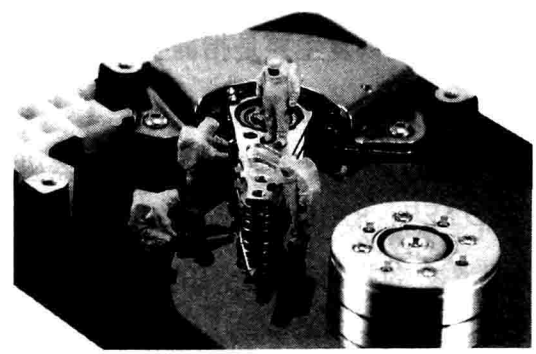


图 1-3 检修服务

1.3.2 数据的可恢复性

从原理上讲，数据只要没有被覆盖或者数据在盘片上的物理存储位置没有遭到物理破坏的情况下是都可以恢复的。但在实际中，即便是数据没有被覆盖或者物理破坏，在某些情况下也是非常难恢复的，如 Linux 和 UNIX 下的误删除文件（该文件类型没有特殊的标致头特征），FAT16/32 文件系统的下的误删除文件（文件存储不连续的情况下）等情况，完整地恢复出误删除的问题还是比较困难的。另外，硬盘底层固件中的重要模块出现问题时，如 P-list 表、适配模块等，由于这些模块具备唯一性的特点，因此无法在备件盘中找到完全相同的模块内容，从而使数据无法恢复。因此说来，数据的可恢复性是一个很复杂的评判标准，它和文件系统、硬盘固件类型等一系列因素相关。

1.3.3 数据恢复类型

数据恢复按照故障类型可以划分为四类：逻辑类恢复，物理类恢复，开盘类恢复，RAID 类恢复。

1．逻辑类恢复

逻辑类恢复是根据文件系统存储的工作原理进行的恢复（介质没有物理损坏）。如常见的由于病毒破坏造成的数据丢失，一些误删除的文件或者文件夹，在还原系统时出现的操作失误（如误 Ghost），以及分区无法正常打开，提示格式化等一系列的故障类型都属于逻辑类的恢复范畴。

2．物理类恢复

物理类恢复指硬盘 PCB 板元器件损坏和盘片存在一些坏道的恢复，一般表现为电脑蓝屏，系统无法正常启动，或者启动非常缓慢，或者死机，电机不转（手放到硬盘上丝毫感觉不到硬盘的转动）等。除电机不转的情况一般由硬盘 PCB 板损坏或者主轴电机损坏造成，其余的一般由硬盘存在坏的扇区引起。这种类型的恢复主要采用更换相应的元器件进行恢复（不需要打开盘体）。

3．开盘类恢复

开盘类恢复主要是指需要在洁净的环境进行打开盘体，更换磁头组或者电机的操作。

4．RAID 类恢复

RAID 类恢复主要是针对服务器磁盘阵列的恢复，如 RAID 0、RAID 5、RAID 5E、RAID 5EE、RAID 6 等的重组与恢复。

1.3.4 数据恢复技术的前景

随着纸式存储介质的淘汰，数字存储时代的到来，越来越多的数据依赖于像硬盘一样的存储介质，伴随着硬盘价格的越来越低，存储容量越来越大，组成硬盘的各个元器件越来越精密，硬盘出现故障的概率会逐渐增大，数据灾难数量也随之增多，进而数据恢复的案例也日趋增加，因此数据恢复技术有着很光明的未来，同时也伴随着越来越多的挑战——恢复技术日新月异，故障类型也逐步多样化、复杂化。这就要求从事该行业的人员要时刻补充新知识，吸取新能量。

1.4 数据恢复业务运行的条件要求

一个成熟的数据恢复公司至少拥有几名数据恢复技术熟练的中高级工程师，对硬盘故障检测、修复、恢复、验证等流程要求熟练，电话客户能力也要熟练，只有这样，客户在电话咨询的过程中才能感觉到专业性，进而在众多的数据恢复公司中被选择。一般

情况下，数据灾难都是偶发性的事件，因此客户的数据一旦发生丢失事件，第一个想到就是在搜索引擎上搜索数据恢复公司或者解决方法，因此做好网络搜索引擎的竞价排名或者 SEO 优化是让客户找到的最有效的方式。因此专业的互联网人员也是成功的数据恢复公司必备的条件。可以这样认为，数据恢复工程师、网络竞价工程师、电话客服人员是不可缺少的三个部门或者职位。

1.4.1 恢复涉密数据的要求

有些单位的数据具有非常严格的保密性特点，因此恢复此类的数据，不仅要求数据恢复技术高，同时需要的环境也较其他类型严格，如涉密的环境，是否具备国家保密局颁发的专项涉密资质，涉密所使用的一切存储介质在完成涉密数据恢复之后的安全处理（数据怎样安全擦除）等方面都有严格的标准和要求，对于涉密类型的数据恢复工作需要，如图 1-4 所示为国家保密局及国家信息安全中心颁发的“数据恢复单项的涉密资质”。


涉及国家秘密的计算机信息系统集成
资质证书
编号:BM
有效期限：
2008

图 1-4 数据恢复单项涉密资质

1.4.2 数据恢复的技术要求

硬件设备工具：PC3000、众诚天合固件修复机、效率源的 Data Compass（数据恢复指南针），XRY，Soft Center 研发的 Flash 恢复设备、PC3000 for Flash、众诚天合 Flash 恢复机等。

软件工具：R-Studio、Winhex、UFS Explorer、MHDD 等。

工程师人员：熟练硬盘检测、修复、恢复、验证等流程。

1.5 数据恢复业务运行流程及操作流程

1. 数据恢复业务运作流程

数据恢复业务运作流程可以概括为以下几个步骤：客户电话咨询→客户送盘到公司恢复→客户填写相应的工作单和协议→工程师根据工作单描述的故障进行检测→20 分钟左右的检测时间后工程师根据故障类型进行报价→客户接受价格→工程师开始恢复数据（3 天左右）→数据恢复完毕后通知客户验证数据→客户来公司验证数据（客户同时携带用于复制恢复数据的介质）→数据验证无误 交钱付款 签字确认→通知财务开具发票给客户→订单送到客服部门定期进行回访。

2. 数据恢复操作流程

如图 1-5 所示为数据恢复公司的服务操作流程。

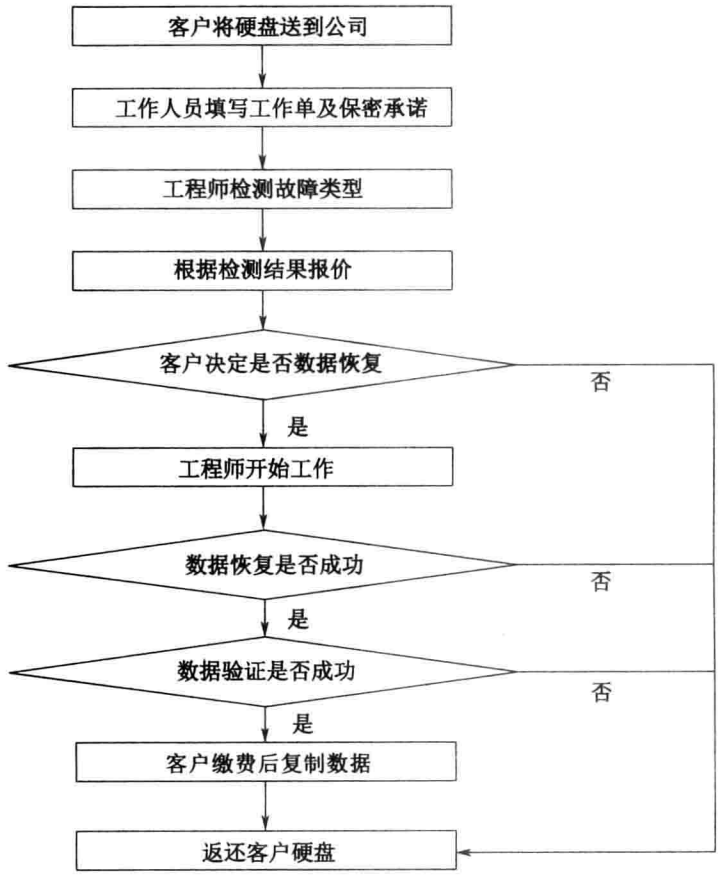


图 1-5　数据恢复公司服务操作流程

第2章

硬盘的物理结构和逻辑结构

2.1 硬盘的物理结构

在所有的IT领域分支中，数据恢复虽然起步较晚，但自数据恢复这个行业成立以来，就以一种蓬勃发展的趋势成长起来，数据恢复软件和数据恢复硬件设备层出不穷。用户对数据的重要性和安全性越来越重视，在信息化的今天，数据多以磁盘存储的形式出现。在众多的存储介质类型中，硬盘是最常用，也是最普及的，因此，数据恢复还可以称为硬盘数据恢复。要想对硬盘数据恢复技术深入掌握，必须要从硬盘的物理结构谈起。

1．硬盘的外部结构

硬盘外部结构可以分成控制电路板（如图2-1所示）和外壳（如图2-2所示）两个部分。

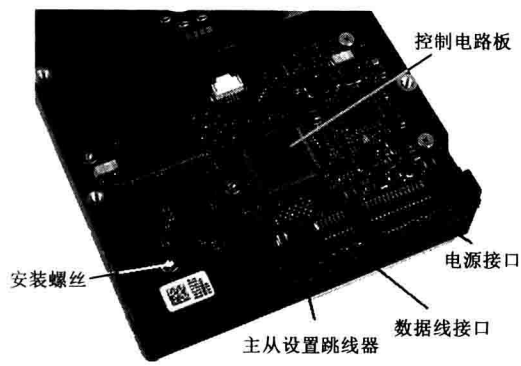


图2-1 硬盘控制电路板

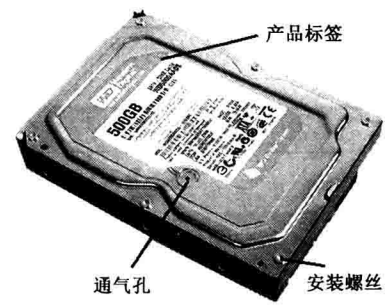


图2-2 硬盘外壳

希捷硬盘外壳上的标签如图2-3所示，标签说明见表2-1。西部数据硬盘外壳上的标签如图2-4所示，标签说明见表2-2。

图2-3 希捷硬盘标签

表2-1 希捷硬盘标签说明

希捷（Seagate）硬盘的型号—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）
1000	1000GB容量（160=160GB，250=250GB，320=320GB，以此类推）
5	代表缓存cache
2	两张碟片（1：单碟，3：三碟，4：四碟）
4	代表硬盘系列或代数
AS	Serial ATA串行接口（A：PATA并行接口）

图 2-4　西部数据硬盘标签

表 2-2　西部数据硬盘标签说明

西部数据（Western Digital）硬盘型号—WD2500JS-00SGB0	
WD	Western Digital（西部数据）
5000	500GB 容量（1600=160GB，3200=320GB，以此类推）
AAKX	表示硬盘系列，其中 AAJS 表示缓存为 8MB；AAKS 表示缓存为 16MB；新出的 AAKX 所使用的缓存也是 16MB 接口为 SATA3

硬盘尺寸见表 2-3，硬盘电源接口见表 2-4，硬盘数据线接口类型见表 2-5。

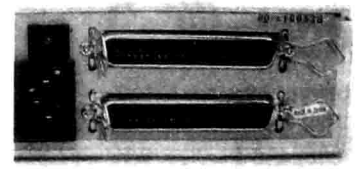
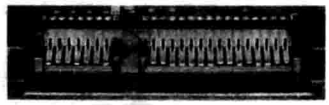
表 2-3　硬盘尺寸

硬盘的尺寸	说　明
0.85 英寸	多用于手机等便携设备中
1 英寸	（微型硬盘，Micro Drive），多用于数码相机（CF Type II 接口）
1.8 英寸	多用于笔记本计算机及外置硬盘盒中
2.5 英寸	多用于笔记本计算机及外置硬盘盒中
3.5 英寸	多用于台式机中，采用 3.5 英寸硬盘的外置硬盘盒需要外接电源
5.25 英寸	多为早期之台式机使用。今已无厂商生产

表 2-4　硬盘电源接口

硬盘电源接口	说　明
	电源接口，白色的是 3.5 寸的台式机硬盘，与 ATA 配合使用的是“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

表 2-5　硬盘数据线接口类型

IDE 接口（Advanced Technology Attachment），俗称并口 	SCSI 接口（SmallCompute rSystem Interface） 
SATA（SerialATA）接口中，俗称串口 	SAS（SerialAttachedSCSI）接口