



数据恢复^和

PC-3000 for Windows 基础与应用案例全解析

陈健 戚小光 陈红敏 等编著

The background of the entire cover is filled with a pattern of small, light gray stars. A larger, semi-circular arc of dark gray stars is positioned above the main title.

★ 数据恢复^和

PC-3000 for Windows 基础与应用案例全解析

陈健 戚小光 陈红敏 宋玉强 汤沁泉 编著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

数据恢复技术作为一门新兴的技术,尚未得到足够的重视和普及,但是当数据意外丢失的问题发生时,就会立即引起当事人的高度关注。本书正是基于传播数据恢复基础知识、解决数据恢复问题的理念而编写的,重点从数据恢复基础、PC-3000 for Windows 应用指南和数据恢复案例解析这3个方面进行讲解,其中涉及磁盘基础知识、数据存储结构、数据恢复技术原理、磁盘固件,PC-3000 for Windows 基础知识和基本操作,以及数据恢复软件操作解析、软硬件故障与软硬件修复案例解析、数据存储安全等多方面内容。本书不但对数据恢复理论知识进行了全面深入的剖析,还配以大量的典型案例,手把手地教给读者具体的操作方法,实践性和实用性很强,一定会深受广大读者的喜爱。

本书是作者多年工作经验和技术的总结,既适合数据恢复的初学者阅读,也适合有一定基础但需要进一步深入研究数据恢复的读者阅读,是计算机硬件维修人员、信息安全管理与维护人员、计算机系统维护人员,以及数据恢复爱好者的课外学习资料、参考资料或培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据恢复和 PC-3000 for Windows 基础与应用案例全解析 / 陈健等编著. —北京: 电子工业出版社, 2013.11
ISBN 978-7-121-21607-7

I. ①数… II. ①陈… III. ①数据管理—安全技术IV. ①TP309.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 235353 号

责任编辑: 付 睿

印 刷: 北京京海印刷厂

装 订: 北京京海印刷厂

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: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 510 千字

印 次: 2013 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 55.00 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 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

我们已经大步迈进了信息化时代，计算机早已成为办公、生活和娱乐不可或缺的设备，而计算机的运行和使用主要依赖于存储载体的电子数据，一旦这些数据意外丢失，轻者会让使用者感到烦恼和惋惜，重者可能会严重影响工作的进展和生活的便利。正所谓“磁盘有价，数据无价”，如果处理及时得当，还是有机会把丢失的数据找回来的，但往往大多数人缺乏数据恢复的基本常识，故只能陷入无奈的困境。因此，数据恢复技术是与用户息息相关的，应该得到格外的关注和了解。

很多人认为数据恢复太高深莫测，望而却步，其实只要掌握数据恢复的一般原理性知识和方法，就足够应付日常的数据丢失问题了。本书主要从数据恢复基础知识着手，并结合大量的数据恢复典型案例，向大家清晰明了地展示数据恢复的本来面目，让读者能够受到启发，得到帮助。

读者对象

本书既适合数据恢复的初学者阅读，也适合有一定数据恢复基础但需要进一步深入研究该科目的读者阅读，可作为计算机硬件维修人员、信息安全管理与维护人员、计算机系统维护人员，以及数据恢复爱好者的学习参考资料或培训教材。

本书特点

这是一本通俗易懂、独具特色的数据恢复书籍，能够一步步引领读者完成以前或许不敢想象的数据恢复工作，其主要特点如下。

由浅入深讲解，可读性强。本书从磁盘基础知识的介绍开始，逐步引领读者了解存储载体、文件系统和数据恢复的相关知识，即使没有一点数据恢复基础的读者也能够通过本书学到自己感兴趣的知识，可读性很强。

基于常用系统，针对性强。现在绝大多数人都在使用 Windows 操作系统，因此数据丢失的事件基本上都发生在 Windows 系统之下，而本书正是基于该系统进行数据恢复技术讲解的，直接明了，针对性很强。

典型案例引领，实践性强。本书理论联系实际紧密，无论是在数据恢复软件使用操作方面，还是在磁盘软硬件故障修复和固件修复方面，本书都结合了大量常见的典型案例，手把手教会读者数据恢复的具体方法，让读者能够迅速上手，快速解决问题。

解决方法多样，实用性强。在解析和解决数据恢复的典型案例时，本书都会尽量提供多种解决方案和方法，这不仅让读者了解更多的数据恢复方式方法，提升了数据恢复的成

功概率，而且更能开拓读者思路，起到举一反三、事半功倍的学习效果。

另外，本书内容丰富、结构合理、脉络清晰。书中除了翔实地介绍数据恢复的基础理论和原理知识外，还包含磁盘软件恢复、硬件故障排除、固件修复等实际问题，基本上涵盖了数据恢复的所有相关知识，层次条理十分清晰，让读者能够一目了然，既是一本很好的学习资料，也是一本很实用的查询资料。

主要内容

本书共分为上、中、下共 3 个篇章。

上篇主要讲解了数据恢复的基础理论知识和技术原理，分为 3 章进行讲解。

第 1 章是磁盘基础知识，重点从磁盘的接口分类、磁盘结构、数据寻址、技术指标、标签识别、磁盘阵列 RAID 和现代数据存储技术这几个方面向读者介绍了磁盘的常识性内容，为数据恢复做了前期的知识准备。

第 2 章是数据存储结构，分别从数据存储结构概述、文件系统重要概念、FAT 文件系统结构、NTFS 文件系统结构和文件系统的恢复分析 5 方面比较详尽地介绍了文件数据的存储与恢复知识，使读者更加深入理解数据存储原理，为做好数据恢复打下了扎实的理论基础。

第 3 章是数据恢复技术原理，主要从数据恢复基础知识、软故障恢复原理和硬故障维修技术 3 方面对数据恢复进行了讲解，不仅包含理论知识介绍，还列举了若干案例进行分析，实用性很强。

中篇主要讲解了 PC-3000 for Windows 的基本知识和操作应用，分为 6 章进行讲解。

第 4 章介绍了 PC-3000 for Windows 的基础知识、磁盘固件的基础知识、安装程序和步骤，以及有关的几个重要概念，使读者对 PC-3000 for Windows 的相关知识有了一定的认识和掌握。

第 5 章分别从软件故障诊断、硬件故障诊断、磁盘修复和驱动器的维修等方面做了详细讲述，并结合具体的修复案例使读者更易理解和掌握。

第 6 章针对富士通系列磁盘，讲述了其磁盘家族系列、PC-3000 for Windows 的工作前准备、工具菜单和扩展菜单，及其他操作等内容。

第 7 章针对日立系列磁盘，重点介绍了其磁盘家族系列、磁盘结构特性、PC-3000 for Windows 的工具功能、工具菜单和扩展菜单等内容。

第 8 章针对西部数据系列磁盘，主要讲解了磁盘的主要生产线、PC-3000 for Windows 的工具功能、工作模式、操作使用及逻辑测试等内容。

第 9 章针对希捷系列磁盘，对磁盘型号选择、操作模式、工具菜单，以及终端模式与连接等内容进行了讲解。

下篇主要针对数据恢复常见典型案例进行全面细致的解析，分为 4 章进行讲解。

第 10 章是数据恢复软件介绍，主要向读者介绍了 EasyRecovery、R-STUDIO、WinHex 和 MHDD 这 4 款数据恢复软件的主要功能和使用方法，并配以图片说明，十分清晰明了。

第 11 章是软故障恢复案例解析，重点向读者介绍了主引导记录的恢复、分区的恢复、FAT 文件系统损坏的恢复和 NTFS 文件系统损坏的恢复，以大量的实例向读者逐步讲解了常见的软故障恢复方法，实践性很强。

第 12 章是硬故障及固件修复案例解析，分别从磁盘坏道修复、硬故障修复和固件修复这 3 方面对磁盘的主要硬故障修复方法进行了讲解，具有广泛的应用性。

第 13 章是数据存储安全，包括数据加解密、电子取证、数据销毁、数据备份和磁盘维护这 5 方面内容，为读者的日常使用和维护磁盘数据提供了许多重要的方法和很好的建议，具有很强的实用性。

致谢

特别要感谢晏强、张亚平、徐建平、马建民、高银法、马刚、伍小蓉、周宇、梁刚定、王亚奇、景秋实、韩化冰、路遥、申新楼、李超、盖鹏乐、杨乾、何磊、戚作凯、陈根、韩建勇、张海洋、原晶晶、潘俊明等人。

结束语

由于时间仓促，水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，希望读者朋友们能够谅解，也欢迎所有的朋友们给予批评指正，我们愿与大家广泛交流，共同进步！

“磁盘有价，数据无价。”最后希望读者能够远离数据丢失的困扰，不再为数据恢复而发愁！

编 者

目 录

上篇 数据恢复基础

第 1 章 磁盘基础知识	2
1.1 接口分类	2
1.2 磁盘结构	4
1.3 数据寻址	6
1.4 技术指标	7
1.5 标签识别	8
1.6 磁盘阵列 RAID	13
1.6.1 RAID 概述	13
1.6.2 RAID 级别	14
1.6.3 RAID 构建	17
1.6.4 RAID 数据恢复	19
1.7 现代数据存储技术	20
1.7.1 超大容量数据存储	20
1.7.2 固态硬盘存储技术	22
第 2 章 数据存储结构	31
2.1 数据存储结构概述	31
2.1.1 主引导记录	31
2.1.2 磁盘分区	32
2.2 文件系统重要概念	35
2.3 FAT 文件系统结构	38
2.3.1 FAT 文件系统概述	38
2.3.2 FAT12 文件系统	39
2.3.3 FAT16 文件系统	40
2.3.4 FAT32 文件系统	41
2.3.5 分配策略	56
2.4 NTFS 文件系统结构	56
2.4.1 NTFS 文件系统概述	56
2.4.2 NTFS 文件系统的总体结构	58
2.4.3 引导扇区 DBR	59

2.4.4	主文件表 MFT	61
2.4.5	文件记录 MFT 项	62
2.4.6	MFT 项属性	69
2.4.7	文件系统元文件	81
2.4.8	分配策略	83
2.4.9	重点解析	83
2.5	文件系统的恢复分析	84
2.5.1	FAT 文件系统的恢复分析	84
2.5.2	NTFS 文件系统的恢复分析	86
第 3 章	数据恢复技术原理	97
3.1	数据恢复基础知识	97
3.1.1	准备知识	97
3.1.2	分区对磁盘数据的改变	98
3.1.3	格式化对磁盘数据的改变	98
3.1.4	磁盘检测	100
3.1.5	磁盘镜像	101
3.2	软故障恢复原理	102
3.2.1	主引导记录恢复	102
3.2.2	分区恢复	103
3.2.3	删除恢复	107
3.2.4	DBR 损坏后恢复	126
3.3	硬故障维修技术	128
3.3.1	硬件组成	128
3.3.2	故障现象	129
3.3.3	故障原因	130
3.3.4	故障诊断	132
3.3.5	维修常用方法	134
3.3.6	维修流程	135
3.3.7	实例分析	136

中篇 PC-3000 for Windows 应用指南

第 4 章	PC-3000 for Windows 基础知识	146
4.1	PC-3000 for Windows 的基础知识	146
4.1.1	概述	146
4.1.2	基本功能	146
4.1.3	主要操作	147

4.1.4	重要特性	148
4.1.5	组件构成	149
4.2	磁盘固件的基础知识	152
4.2.1	基本认识	152
4.2.2	主要来源	152
4.2.3	模块组成	153
4.2.4	作用效能	155
4.2.5	故障修复	156
4.3	几个重要概念	157
4.3.1	ROM 数据结构	157
4.3.2	ROM 微代码和固件模块的兼容	158
4.3.3	适配参数的使用	159
4.3.4	模块表	159
4.3.5	磁盘空间结构	159
4.3.6	驱动器结构的改变	160
4.3.7	十六进制编辑器	160
4.4	PC-3000 for Windows 的安装	160
4.4.1	PC-3000 for Windows 电路板的安装	160
4.4.2	PC-3000 for Windows 软件程序的安装	161
4.4.3	PC-USB-TERMINAL 适配器的驱动安装	162
4.4.4	PC-3000 for Windows 数据库	162
第 5 章	PC-3000 for Windows 修复技术	164
5.1	软件故障诊断	164
5.1.1	微代码损坏	164
5.1.2	模块损坏	164
5.1.3	替换电路板	166
5.2	硬件故障诊断	166
5.3	磁盘修复	166
5.3.1	硬件修复	166
5.3.2	软件修复	168
5.4	驱动器的维修	169
5.4.1	硬件维修	170
5.4.2	软件维修	171
第 6 章	富士通系列磁盘	172
6.1	磁盘家族系列	172
6.2	准备工作	173

6.3	ROM 操作	173
6.3.1	读取 ROM	173
6.3.2	更换电路板 ROM	175
6.4	工具菜单	176
6.4.1	工具状态	176
6.4.2	固件区	177
6.4.3	磁盘格式化	184
6.4.4	逻辑扫描	184
6.4.5	清除 S.M.A.R.T.	184
6.4.6	缺陷表	185
6.5	工具扩展菜单	185
6.6	其他操作	187
6.6.1	磁盘 3Dh 模块修复	187
6.6.2	翻译表的生成	187
6.6.3	适配参数的使用	187
第 7 章	日立系列磁盘	188
7.1	磁盘家族系列	188
7.2	磁盘结构特性	189
7.3	工具功能	191
7.4	准备工作	191
7.5	启动工具	191
7.6	工具菜单	193
7.6.1	工具状态	193
7.6.2	固件区信息	193
7.6.3	电路板数据读取	199
7.7	工具扩展菜单	199
7.7.1	模块表	199
7.7.2	其他功能菜单	200
第 8 章	西部数据系列磁盘	201
8.1	生产线	201
8.2	工具功能	201
8.3	准备工作	201
8.4	工作模式	202
8.4.1	普通模式	202
8.4.2	自测试监控模式	203
8.5	工具操作	204

8.5.1 固件区操作	204
8.5.2 逻辑测试	208
8.5.3 其他操作	209
第 9 章 希捷系列磁盘	210
9.1 磁盘型号选择	210
9.2 操作模式	210
9.3 工具菜单	211
9.3.1 “Tests” 菜单	211
9.3.2 “Tools” 菜单	212
9.4 终端模式与连接	212
9.4.1 终端模式	212
9.4.2 终端连接	212

下篇 数据恢复案例解析

第 10 章 数据恢复软件操作解析	216
10.1 EasyRecovery	216
10.1.1 简介	216
10.1.2 主要功能	216
10.1.3 使用方法	218
10.2 R-STUDIO	226
10.2.1 简介	226
10.2.2 主要功能	226
10.2.3 使用方法	226
10.3 WinHex	232
10.3.1 简介	232
10.3.2 主要功能	232
10.3.3 使用方法	233
10.4 MHDD	239
第 11 章 软故障恢复案例解析	240
11.1 主引导记录的恢复	240
11.1.1 主引导记录损坏现象	240
11.1.2 主引导记录损坏原因	241
11.1.3 恢复原理及思路	241
11.1.4 恢复方法	241
11.2 分区的恢复	244

11.2.1	分区损坏现象	244
11.2.2	分区损坏原因	244
11.2.3	恢复原理及思路	244
11.2.4	恢复方法	244
11.3	FAT 文件系统损坏的恢复	251
11.3.1	文件误删除恢复	251
11.3.2	分区误格式化恢复	255
11.3.3	文件系统损坏恢复	257
11.4	NTFS 文件系统损坏的恢复	264
11.4.1	文件误删除恢复	264
11.4.2	分区误格式化恢复	265
11.4.3	文件系统损坏恢复	265
第 12 章	硬故障及固件修复案例解析	271
12.1	磁盘坏道修复	271
12.1.1	出现坏道的原因	271
12.1.2	出现坏道的现象	271
12.1.3	磁盘坏道的修复	271
12.1.4	PC-3000 提取磁盘坏道数据	273
12.2	硬故障修复	286
12.2.1	硬故障的检测	286
12.2.2	电路板损坏的修复	287
12.2.3	内腔器件损坏的修复	288
12.3	固件修复	293
12.3.1	修复日立磁盘固件	293
12.3.2	解密富士通磁盘	297
第 13 章	数据存储安全	299
13.1	数据加解密	299
13.1.1	概述	299
13.1.2	磁盘加解密实现方式	299
13.1.3	密钥管理探要	300
13.1.4	磁盘加解密技术发展	301
13.2	电子取证	301
13.2.1	概述	301
13.2.2	电子取证过程	302
13.2.3	常用技术	303
13.2.4	法律问题	305

13.2.5	发展趋势	308
13.2.6	电子取证下的数据恢复特性	308
13.2.7	数据恢复技术进行取证分析	309
13.3	数据销毁	312
13.3.1	数据存储原理	312
13.3.2	数据销毁常见问题	313
13.3.3	数据销毁原理及途径	315
13.3.4	数据销毁技术发展趋势	319
13.4	数据备份	319
13.4.1	数据备份的定义	319
13.4.2	系统数据的备份方法	320
13.4.3	用户数据的备份方法	321
13.4.4	数据备份注意事项	321
13.5	磁盘维护	322
参考文献		324

上 篇

数据恢复基础

- ➔ 第 1 章 磁盘基础知识
- ➔ 第 2 章 数据存储结构
- ➔ 第 3 章 数据恢复技术原理

第 1 章 磁盘基础知识

1.1 接口分类

磁盘接口是一种连接磁盘驱动器和计算机的专用部件，它在一定程度上影响着计算机性能，并对计算机连接其他设备的扩充升级能力有一定的制约作用。根据形态和性能，当前的磁盘接口主要可以分为以下几种类型。

1. IDE 接口

IDE 接口的英文全称是 Integrated Drive Electronics，以前曾是最主流的磁盘接口，包括光存储类的主要接口都属于 IDE 接口。IDE 接口使用一根 40 芯或 80 芯的扁平电缆连接磁盘与主板，每条线最多连接两个 IDE 设备（磁盘或光驱），可分为主、从两种接口类型。

IDE 接口主要有 UDMA/33、UDMA/66、UDMA/100、UDMA/133 等。在 1996 年年底，昆腾和英特尔公司宣布共同开发了 Ultra DMA/33 新型 EIDE 接口，因其数据传输速率为 33MB/s，故称 UDMA/33。依据同样的道理，UDMA/66、UDMA/100、UDMA/133 也由此得名。值得一提的是，Ultra DMA 采用总线控制方式，在磁盘上有直接内存通道控制器，可大大降低磁盘在读写时对 CPU 的占用率，但是要实现 Ultra DMA 功能，还需要支持 Ultra DMA 规格的主板和相应的驱动程序。

所有的 IDE 磁盘接口都使用相同的 40 针连接器，如图 1-1 和图 1-2 所示。

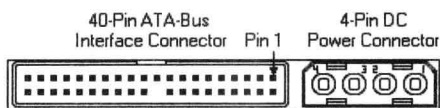


图 1-1 IDE 接口图

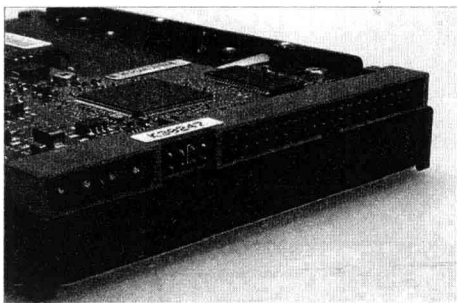


图 1-2 IDE 接口磁盘

2. SATA 接口

SATA 是一种比 IDE 更加先进的新型接口标准，目前已成为磁盘的主流接口，其英文全称是 Serial-ATA。它的外部接口传输速度更加迅速，数据校验措施也更加完善，初步的传输速率已经达到 150MB/s，高于 IDE 最高的 UDMA/133 传输速率。

SATA 接口采用串行线路来传输数据信号，因为串行线路相互之间的干扰比起并行线路而言要小很多，所以其总线频率也比原来的并行总线提高了很多，由此带来了更高的数

据传输率，例如 SATA 1.0 标准的传输速度可以达到 150MB/s，SATA 2.0/3.0 标准可提升到 300~600MB/s 等。

另外，SATA 接口具有更加简便快捷的布局连线方式，很大程度上降低了内部的电磁干扰，也有效提升了内部的散热效果。

SATA 磁盘的接口及数据线如图 1-3 所示。



图 1-3 SATA 接口磁盘

3. SCSI 接口

SCSI (Small Computer System Interface) 接口，也称作“小型计算机系统接口”。SCSI 接口的磁盘被广泛应用于网络级服务器、工作站和小型计算机系统设备上。

SCSI 磁盘和普通磁盘的外观没有太大区别，SCSI 磁盘的最高转速已达 1500r/min 以上，大幅缩短了平均寻道时间，提高了数据传输率。SCSI 磁盘的 CPU 占用率是非常低的，平均在 5% 左右。

SCSI 接口是一种总线型系统级的接口，连接的设备可同时使用数据总线进行数据传输交换，并且 SCSI 接口至少可以连接 7~15 台设备进行工作。

目前 SCSI 磁盘接口主要有 3 种，分别是 50 针、68 针和 80 针的，如图 1-4 所示。其中，80 针的 SCSI 磁盘大多数都支持在线热插拔，如图 1-5 所示的就是最常见的一种 80 针 SCSI 接口磁盘。

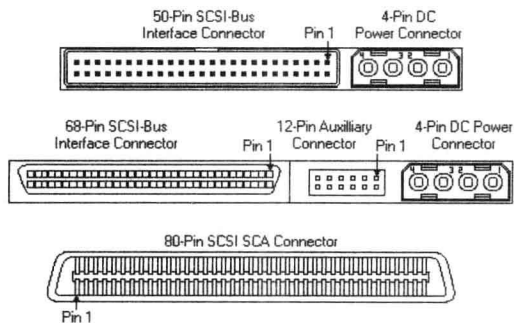


图 1-4 3 种 SCSI 接口图

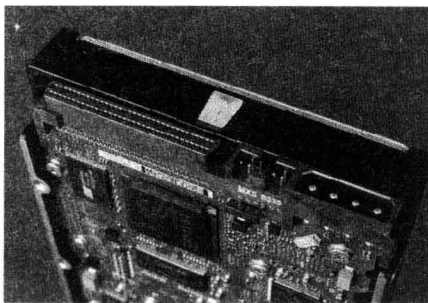


图 1-5 80 针 SCSI 接口磁盘

4. SAS 接口

SAS 的英文全称是 Serial Attached SCSI，即串行 SCSI 接口，是 SCSI 技术的更新与换

代, 具有更加优良的性能。SAS 接口采用串行技术以获得较高的传输速率, 并通过缩短连接线的长度来改善内部空间, 如图 1-6 所示。



图 1-6 SAS 接口

另外, SAS 接口能够在物理层和协议层上同时兼容 SATA 接口。SAS 系统的背板既可以连接具有双端口、高性能的 SAS 驱动器, 也可以连接高容量、低成本的 SATA 驱动器。因此, SAS 驱动器和 SATA 驱动器可同时存在于同一个存储系统之中。

5. IEEE 1394 接口

确切地说, IEEE 1394 接口并不是磁盘专用接口, 但它可以方便地连接包括硬盘在内的数十种不同设备, 并支持即插即用和在线热插拔, 如图 1-7 所示。另外, IEEE 1394 接口可以提供 100MB/s、400MB/s、1.2GB/s 等多档次的高速传输率。

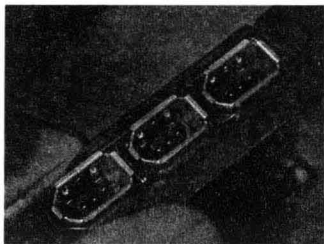


图 1-7 IEEE 1394 接口

1.2 磁盘结构

磁盘结构主要分为物理结构和逻辑结构, 下面就从这两个方面进行讲解。

1. 磁盘物理结构

磁盘包含有不同的可移动部件, 是一个综合复杂的机电一体化装置。磁盘物理结构主要包括控制电路板和盘体两大部分。

(1) 控制电路板

控制电路板由磁盘接口、DSP 处理器、ROM、缓存、磁头驱动电路和盘片电机驱动电路等部分组成。

- 磁盘接口包括电源接口和数据接口, 以及磁盘内部的盘片电机接口、磁头接口。其