

微型计算机用 软磁盘

刘文伯 周希瑾 编著

科学出版社

微型计算机用软磁盘

刘文伯 周希瑾 编著

科学出版社

1991

内 容 简 介

软磁盘是微型计算机外存储设备用的磁记录介质,用以存储软件和微型计算机用户文件。随着微型机的普及,软磁盘的应用日益广泛。

本书系统地介绍了软磁盘在国内外的发展状况,讨论了软磁盘的结构与性能,作者根据多年来从事软磁盘研究和生产的实践经验,系统地总结了软磁盘的制造工艺、测试方法,并深入讨论了软磁盘容易出现的质量问题。

本书对于从事软磁盘开发、生产和质量测试的科技工作者是一本很有用的著作;对于使用微型计算机和软磁盘的科技人员也很有参考价值。

微型计算机用软磁盘

刘文伯 周希瑾 等著

责任编辑 黄岁新

科学出版社出版

北京中关村北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年10月第一版 开本: 850×1168 1/32

1991年10月第一次印刷 印张: 10 7/8

平 1—11500 插页: 精 2

印数: 精 1—3500 字数: 64 000

ISBN 7-03-002464-8/TP·183 (平)

ISBN 7-03-002465-6/TP 184 (精)

平 装 6.80 元
定价: 纸面精装 8.50 元

序

在《微型计算机用软磁盘》这本专集即将付印之际，我们仅向大家谈谈这本书的写作背景。

早在1976年，也就是IBM公司向计算机市场推出8 in (英寸) 单面单密度软磁盘四年之后，电子工业部第三十三研究所就开始了软磁盘的研制工作。我们从配制磁浆、涂布开始，到后道加工，用简陋的设备终于在1981年制成了我国第一张国产软磁盘片。此后，进口了涂布设备，开展了系列软磁盘的研制工作，并开发了软磁盘的测试设备。机电部在三十三所建立了全国软磁盘检测中心，并作为国家计算机标准化委员会柔性磁记录介质分委员会的组长单位，负责制定我国的软磁盘标准。

为了使科研工作与生产实践相结合，把科研成果转化为生产力，在党中央改革和开放政策的指引下，三十三所和香港资源电子科技有限公司以及华明计算机公司合作于1987年在深圳建立了合资企业华源磁电有限公司，专门从事软磁盘的生产，三十三所的科技人员负责生产技术和质量控制方面的工作，当年投产并向国外出口。1989年华源磁电有限公司生产了各种规格的软磁盘2000万片，预计1990年会达到接近年产3000万片的设计生产能力。

如果说，起初三十三所的工作着重于软磁盘原理方面的研究，那么，华源磁电有限公司的工作则着重于生产实际。我们在掌握进口自动化、半自动化设备，尽量吸收国外先进技术的同时，把生产过程中存在的工艺技术和质量方面的问题作为重要对象进行研究，然后把研究的成果迅速用于指导生产，这样我们很快地提高了产品的质量。例如，我们找出了5.25 in 软磁盘00磁道不能格式化的原因，这是一个困扰许多软磁盘生产厂家的问题。原理清楚之后，工艺上采取措施，从而产品质量得到了保证。这些经验已在

香港资源电子科技有限公司以及国内的一些公司进行了推广。

本书作者之一曾和董承举高级工程师合著《数字磁记录介质》(科学出版社, 1987)一书, 该书介绍了数字磁记录理论及作者在三十三所进行的工作, 因此本书不再在理论上过多论述, 而是着重于生产实际, 总结三年多在华源磁电有限公司生产软磁盘过程中的技术和质量等方面的工作, 所以本书具有研究报告专集的性质。

本书共分三个部分:

第一部分(第一章至第四章): 对软磁盘工业在国内、外的发展现状以及软磁盘的发展方向进行系统的介绍;

第二部分(第五章至第七章): 从涂布工艺开始, 全面介绍 5.25 in 和 3.5 in 软磁盘用的材料和加工工艺。

第三部分(第八章至第十二章): 从介绍软磁盘的国际标准开始, 介绍了软磁盘的测试设备、测试方法, 并且对 5.25 in 软磁盘及 3.5 in 软磁盘出现的质量问题做了较深入的分析讨论。

最后, 在附录中还介绍了选用软磁盘的方法, 使用、维护注意事项等。

目前我国已有二十几家软磁盘生产厂, 从事软磁盘生产、开发、质量管理和销售的人员日益增多, 微型计算机和软磁盘的用户也日益增加。我们相信, 这本书的出版对从事上述工作的人员是有益的, 对我国软磁盘工业也会有促进作用。

本书的出版受到了香港资源电子科技有限公司总经理兼华源磁电有限公司总经理张健强先生, 华源磁电有限公司副董事长杨林元副教授, 董事张维健先生的大力支持, 作者表示深为谢忱。华源磁电有限公司技术部主任刘善述高级工程师, 藏小刚主任等给予作者技术上很多帮助, 张秀花同志完成了大量测试工作, 王若茗同志协助出版, 作者均表以深深的感谢。

本书写作仓促, 疏漏之处在所难免, 敬希各位读者指正。

刘文伯

1990年6月

目 录

序

第一部分 软磁盘工业的发展趋势

第一章 软磁盘的产生、特点及应用	1
第一节 信息存储的历史回顾	1
第二节 软磁盘的产生	2
第三节 软磁盘的特点	5
第四节 软磁盘的应用	8
第二章 世界软磁盘工业发展趋势与展望	11
第一节 引言	11
第二节 软磁盘随同微型计算机发展而发展	11
第三节 软磁盘向小型、大容量和低价格方向发展	13
第四节 90 年代软磁盘发展预测	18
第五节 90 年代有前途的新产品——2 英寸软磁盘及其应用前景	23
第三章 世界各地及我国的软磁盘工业	30
第一节 概述	30
第二节 美国的软磁盘工业	31
第三节 日本的软磁盘工业	36
第四节 欧洲的软磁盘工业	41
第五节 亚洲地区软磁盘工业	43
第六节 我国的软磁盘工业	49
第四章 软磁盘的存储容量及提高软磁盘存储容量的途径	55
第一节 引言	55
第二节 软磁盘驱动器的工作原理	56
第三节 软磁盘的记录密度	61
第四节 软磁盘的存储容量	64
第五节 提高软磁盘存储容量的途径	67

第六节 结束语	75
---------	----

第二部分 软磁盘的生产工艺

第五章 软磁盘的涂布工艺	79
第一节 引言	79
第二节 软磁盘盘片及磁浆用原材料	81
第三节 磁浆配方及制备	85
第四节 涂布机和涂布工艺	89
第五节 磁层的压光	91
第六节 盘片的冲裁及热处理	93
第七节 涂布工艺的质量控制	93
第八节 提高软磁盘容量和软磁盘寿命之间的关系	94
第九节 结束语	99
第六章 5.25 英寸软磁盘	101
第一节 引言	101
第二节 5.25 英寸软磁盘的结构	101
第三节 软磁盘外套用材料	105
第四节 5.25 英寸软磁盘后加工工艺	108
第五节 抛光工艺	112
第六节 结束语	121
第七章 3.5 英寸软磁盘	122
第一节 引言	122
第二节 3.5 英寸软磁盘的结构	122
第三节 3.5 英寸软磁盘与 5.25 英寸软磁盘的比较	128
第四节 3.5 英寸软磁盘用的材料	129
第五节 3.5 英寸软磁盘生产工艺	136
第六节 3.5 英寸软磁盘的典型性能数据指标	138
第七节 容量为 4 兆字节的 3.5 英寸软磁盘	139
第八节 结束语	152

第三部分 软磁盘的测试及质量问题的分析

第八章 软磁盘的测试标准	155
--------------	-----

第一节	引言	155
第二节	软磁盘国际标准简介	157
第三节	基准软磁盘	160
第四节	ISO 标准对软磁盘的要求	162
第五节	小结	168
第九章	软磁盘的电性能测试	169
第一节	引言	169
第二节	软磁盘分析仪	170
第三节	软磁盘鉴定仪	213
第四节	各种电学参数之间的关系	220
第五节	结束语	226
第十章	利用信号幅度包络线和梯度曲线分析软磁盘的性能	228
第一节	引言	228
第二节	信号幅度包络线和梯度曲线的意义	229
第三节	软磁盘性质的分析	230
第四节	小结	240
第十一章	软磁盘产生冒码的原因分析	242
第一节	引言	242
第二节	软磁盘出现冒码的规律性	244
第三节	产生冒码原因的分析	248
第四节	关于冒码分析的小结	260
第十二章	软磁盘质量保证体系	262
第一节	质量保证体系的建立	262
第二节	生产过程中的质量控制	264
第三节	产品质量分析和废品产生的原因分析	268
第四节	结束语	270
	关于附录的说明	271
附录一	软磁盘的分类	272
附录二	软磁盘选用注意事项	278
附录三	软磁盘使用过程中的故障分析	282
附录四	软磁盘存放、运输和使用注意事项	290
附录五	未格式化容量为 1.6 兆字节 5.25 英寸高密度软磁盘	

的国际标准.....	294
附录六 未格式化容量为 4 兆字节的 3.5 英寸软磁盘的 ANSI 标准(草案).....	309
英文缩写词、单位中英文对照表.....	337
参考文献.....	338

第一部分 软磁盘工业的发展趋势



第一章 软磁盘的产生、特点及应用

第一节 信息存储的历史回顾

信息是现代化社会文明的重要支柱,信息的收集、整理、存储、分析和传输等已经构成了一门重要的学科——信息学 (Informatics)。在各种信息存储中,磁记录是重要的信息存储方式,而软磁盘则是最重要的数字磁记录介质之一。

从广义上讲,信息存储可以追溯到遥远的太古时代。那时我们的祖先是结绳记事的,应该说这是信息存储的开始。一个绳结是一个信息符号,而绳子则是最原始的记录介质。大家知道,人类用大脑记事与计算机内存储器的机理很相似。正常人脑细胞有 10^{10} 之多,加上联想与推理能力,一个人的大脑可存储 10^{13} 个信息。但是人们很早就知道单凭脑子记忆是不够的。

随着社会的发展,不仅信息增加,而且需要交流和长期保存,这样就出现了文字。文字是比绳结和图形先进得多的信息符号。在我国,秦始皇统一了中国的文字和度量衡制度,实际上是人类历史上最早进行标准化的开始。但在那个时代,记录文字还只能用竹板、木板或布帛之类的材料,这些记录介质存储信息的容量是很有限的。

东汉蔡伦发明造纸技术使记录文字的介质向轻量化和大密度前进了一大步,对推动人类文明起了极大的作用。

爱迪生发明留声机以及摄影技术的发展使人们能够存储声音和画面。但是对社会影响最大的是 1898 年丹麦人 Poulson 发明

的磁记录技术,以及随后发展的磁带、软磁盘和硬磁盘。这些磁记录介质正随着录音机、录象机、计算机进入办公室和家庭。磁记录介质可以被看作是现代化的“纸”;而录音机、录象机以及磁盘驱动器上的磁头则是现代化的“笔”。当然,磁头不仅能向磁记录介质上写入信息,而且能够从介质上读出信息。因此,磁头还起到眼睛和耳朵的作用。

在计算机上使用磁记录介质是从本世纪 40 年代末计算机登上历史舞台开始的。记录介质的变化使信息符号也发生了变化。磁带、磁盘在计算机中记录的数字信号(逻辑 0 和 1)是经过电信号转化为磁信号而记录的。这些磁信号是一个个一边为 N 极一边为 S 极的磁性单元。我们把计算机用的磁带、软磁盘和硬磁盘统称为数字磁记录介质 (Digital Magnetic Recording Media)。

数字磁记录介质的发展是和计算机的广泛应用密切相关。大量的信息存储在磁带、软磁盘和硬磁盘中,用计算机进行快速处理,使信息的存储、分析处理、传输等有了巨大的飞跃。所以说,信息社会是和计算机、磁记录技术和磁记录介质的迅速发展紧密相关的。

第二节 软磁盘的产生

在 40 年代末期和 50 年代初期计算机登上历史舞台不久,人们就从实践中认识到单纯依靠计算机的内存储器不能满足大量数据的存储要求。解决这一问题的途径是建立外存储设备来存储软件和其它待处理或处理完毕的数据。而当时外存储的主要方式是磁记录方式。

人们最早用来作为磁记录介质的是磁带,磁带作为数字式磁记录介质有存储容量大等许多优点。磁带是采用聚酯薄膜带基,涂敷上一层由磁性材料、粘合剂、助剂和溶剂等均匀配制的浆液而制成的。磁带用的原材料很便宜,而且涂布工艺技术在工业上比较成熟,能连续大批量生产,所以成本低。自磁带付之应用之后,

磁记录介质在计算机存储领域内一直稳步发展。但是，磁带作为计算机的外存储有着严重的缺点：它以串行方式进行存取，工作效率低，不能满足计算机快速运算的需要。

针对磁带数据传输率低的缺点，50年代初期美国一些公司发明了磁鼓，磁鼓是一种圆形筒状的磁记录部件，在鼓的表面电镀上一层钴磷（Co-P）磁性层。磁鼓的存取效率高于磁带，但数据存储容量低，体积庞大，使用仍然不够方便。

1956年，美国国际商业机器公司（IBM公司）发明了硬磁盘，以铝镁合金作为盘基材料，在盘的双面离心甩涂上氧化物磁性层。磁盘高速旋转（通常为3600 r/min），磁头在盘面上伸缩运动寻找目的磁道，写入或读出数据。硬磁盘的工作方式称为随机存取方式，与磁带存取数据的方式对比，速度要快得多，基本上满足了计算机对外存储器的速度要求，加之硬盘可以由多片组成盘组，存储容量很大。所以，现在所有大、中、小型计算机和高档微型机均配置硬磁盘。

但是硬磁盘也有其弱点：

（1）硬磁盘驱动器采用浮动式磁头机构，其原因在于防止磁头划伤高速旋转的磁盘表面的磁记录层。磁头浮动高度为0.2—0.5 μm 左右，这种机构（通常称温彻斯特（Winchester）技术或简称温盘）在机械上实现是困难的，因此硬盘驱动器较昂贵，大容量硬磁盘驱动器每台几万美元，微型机配用的小型温盘也要几百美元，非一般用户力所能及；

（2）硬磁盘片的盘基加工工艺精密，加之一片片甩涂磁性氧化物层或溅射磁性金属层，因而介质成本昂贵。目前一片5.25in*盘基的价格就是几美元，整个加工好的硬盘就要10—20美元。盘片价格昂贵加大了存储成本；

（3）温盘中盘片和磁头密封在一个盘腔中，不能随意取出，人们称之为固定盘，存储数据后不能单独取出盘片，像磁带和软磁盘

* 1 in = 0.0254m = 25.4mm，下同。

一样脱机存放。

由于以上原因,硬磁盘的应用也受到了限制。

在发展了磁带,磁鼓和硬磁盘等数字磁记录介质的基础上,IBM 公司在 60 年代末期开始开发软磁盘,并在 1972 年宣布了 8 in (200 mm) 软磁盘作为数据输入系统用于 3740 工作站上。在磁记录发展进程中最令人感兴趣的介质要算是软磁盘了。软磁盘(Flexible Disk, Floppy Disk 或 Diskette)是一种进行数字式数据交换的磁性介质,它是一张很薄的具有柔韧性的双面涂有磁层的圆盘,用软磁盘驱动器的磁头在圆盘表面随机存取数据。

软磁盘的材料类似于磁带,驱动器磁头的读写方式与磁带机一样是接触式,这与硬盘的浮动方式不同。

大家知道,在 70 年代初期微型计算机尚未问世,软磁盘作为数据输入系统是代替穿孔纸带的,软磁盘和穿孔纸带相比有容量大,可以反复使用等许多优点,因此它一问世即震动了整个外存储市场。

但是软磁盘的真正迅速发展是从 70 年代中期开始,也就是微型计算机发展之后。微型计算机需要有能与之相匹配的外存储器,无论是体积庞大的磁带机还是价格昂贵的硬磁盘(当时硬磁盘尺寸均为 14 in)都不能与体积较小,价格较低的微型机相匹配,而软磁盘作微型计算机的外存储器是再合适不过的了。

继 IBM 的 8 in 软磁盘之后,1976 年美国 Shugart 公司开发了 5.25 in (130mm) 软磁盘,并从单面单密度发展成双面倍密度。由于 5.25 in 驱动器的重量和体积比 8 in 驱动器小得多,所以许多微型机选择了 5.25 in 软磁盘作为外存储器。特别是 IBM 公司发展的微型计算机 PC、PC-XT 和 PC-AT 都选择了 5.25 in 软磁盘,大大促进了 5.25 in 软磁盘发展,造成了取代 8 in 软磁盘的必然趋势。

80 年代初期,人们预料到微型机将进入家庭,这时将会需要尺寸更小的软磁盘。在此期间先后出现了几种形式的尺寸在 3—4 in 的软磁盘:IBM 公司的 4 in 软磁盘,索尼公司的 3.5 in (90mm)

软磁盘, Dysan 公司的 3.25 in 软磁盘, 日立、松下和万胜等公司的 3.0 in 软磁盘, 它们相互竞争, 最后于 1984 年国际标准化组织 (ISO) 承认 3.5 in 盘为微型软磁盘的标准。

1986 年 IBM 公司宣布在其新发展的 PS/2 型微型计算机上配置 3.5 in 软磁盘, 使软磁盘的发展进入了新阶段, 决定了 3.5 in 软磁盘将成为主流产品的趋势。

1988 年日本东京电子展览会上又推出了用于家用电子照相机的 2 in 录象软磁盘。用于文字处理机和膝上型微机的 2 in 软磁盘在 80 年代末期也相应得到发展, 容量已达到 1 MB(兆字节)。

在表 1.1 中, 我们把软磁盘的发展历史进行了总结。

表 1.1 软磁盘的发展简史

年代	大 事 记
1972	IBM 发表了 8 in 单面单密度软磁盘
1976	IBM 发表 8 in 双面倍密度软磁盘
1976	Shugart 发表 5.25 in 单面单密度软磁盘
1977	Shugart 发表 5.25 in 双面倍密度软磁盘
1980	索尼宣布 3.5 in 微型软磁盘
1981	日立、日立-万胜、松下宣布 3.0 in 软磁盘
1981	Dysan 推出 3.25 in 软磁盘
1982	东芝推出 3.5 in 垂直磁记录软磁盘
1984	ANSI 鉴定了 3.5 in 软磁盘, ISO, ECMA 和 JIS 选用了 3.5 in 软磁盘为最初工业标准
1986	索尼、松下、佳能推出用于电子照相机上的 2 in 录象软磁盘

第三节 软磁盘的特点

软磁盘在短短的十几年中发展如此迅速, 是和它的许多优点分不开的:

(1) 软磁盘成本低, 价格便宜 软磁盘的制造吸取了磁带的加工技术, 采用平涂工艺, 所以能大规模制造, 使盘片的价格低廉。软磁盘的盘基是聚酯薄膜(75 μm 厚), 一片聚酯薄膜的成本

比起精密加工的铝镁合金硬磁盘基片要便宜得多，因此软磁盘的价格比起硬磁盘的价格低得多；

(2) 软磁盘驱动器结构简单，价格低 软磁盘驱动器中磁头和介质之间是相互接触的，因而其结构比起浮动式磁头结构的硬盘驱动器要简单得多。正因为如此，软磁盘驱动器的价格也便宜得多。5.25 in 软磁盘驱动器的价格每台 50 美元左右，而 5.25 in 硬磁盘驱动器售价在 200 美元左右；

(3) 采用随机存取的工作方式 软磁盘吸取了硬磁盘随机存取工作方式的优点，有较快的数据存取速度，这一点优于磁带；

(4) 体积小、重量轻、便于携带 软磁盘驱动器和盘片都具有体积小、重量轻的优点。例如 3.5 in 软磁盘驱动器仅 600 g 重，放在便携式计算机中十分方便。5.25 in 软磁盘片连同外套仅重 10g 左右，而 3.5 in 软磁盘的边长 90 mm，可放在信封内邮寄，也可放在衣服口袋里携带；

(5) 良好的互换性并适于脱机存储 不论是哪一个国家或哪一家公司制造软磁盘均按国际标准制造，因此，软磁盘在各类型的微型机上均可使用，这样对于计算机用户来说就十分方便了。软磁盘可以脱机存储，并且在某台计算机上写入的软件或文件可以拿到另一台计算机上使用或进行处理。在这一点上软磁盘优于温式硬磁盘；

(6) 数据可以写入，抹除，再写入 软磁盘和其它磁记录介质一样，可以用磁头抹除写入的数据再重新写入新数据。这一方面优于只读式光盘；

(7) 使用寿命长 虽然软磁盘介质材料和磁带相近，但软磁盘在工作状态下不像磁带那样反复拉伸运动，所以使用寿命比磁带长；

(8) 记录的数据可以长期保存 软磁盘上记录的信息在电源切断后可以长期保存，这一点优于半导体随机存储器件 (RAM)。

总之，软磁盘不仅很实用，而且价格便宜。任何一种产品，单有

实用性是不行的。例如 70 年代初发展的磁泡,虽然也很有实用价值,但是由于成本过高,应用上很受限制,未能普遍采用。

以上所列举的软磁盘的种种优点,只是说明了其所以迅速发展原因,但并不是说软磁盘可以代替一切其它形式的数字式记录介质。

软磁盘由于存在下列缺点使其应用领域受到限制:

(1) 存储容量较低 目前广泛使用的软磁盘存储容量在 1MB 左右,而硬磁盘容量从几十兆字节至上千兆字节,磁带容量也在上百兆字节。因此,大容量存储时不能采用软磁盘,而只能用硬盘、磁带或光盘。

(2) 数据传输率低 软磁盘驱动器转速低,8 in 软磁盘驱动器的转速为 360 r/min,5.25 in 驱动器为 300 r/min。相当于硬磁盘转速(3600r/min)的 1/10 或者 1/12。所以数据传输率也相应地低了一个数量级(假设位密度一致)。因此,在大、中、小型计算机中联机存储是采用硬磁盘系统。

(3) 靠机械运动存储数据 软磁盘和磁带、硬磁盘一样,依靠记录介质的机械运动来存取数据,驱动器占较大空间,需要精密的机械控制系统及机械部件,系统操作中机械精度和机械运动速度的限制影响了数据传输率的提高和容量的增加。这一点不如磁泡或半导体集成电路存储器。

从以上分析可以看出,软磁盘、硬磁盘和磁带各有优缺点,彼此相互竞争但各有各的应用领域。近两年来光盘和集成电路存储器发展起来了。光盘最大的优点是存储容量大,但光盘单机成本较高,非一般用户所能使用。在大容量文件档案存储上光盘有可能代替一部分磁带,而在微型计算机的应用上取代软磁盘比较困难。由于光盘数据传输率较低,取代硬盘就更不容易。而集成电路存储器没有机械运行部件是它的优点,但其重量大、成本高,发展也受到一定限制。

因此我们认为软磁盘、硬磁盘、磁带三者之间有相互竞争的关系,有技术上相互借鉴的关系,也有相互补充的关系。这三种关系

好像运输工具中汽车、飞机和火车的关系一样。

例如小型温盘的发展会侵占一部分软磁盘的市场，但是小型温盘又需要软磁盘做后援存储。硬磁盘在联机存储上侵占了磁带的市场，但大容量磁盘需要磁带作为后援。因此，在相当一段时间内，三种磁记录介质会同时共存。

第四节 软磁盘的应用

年产量近 30 亿片的软磁盘用在何处？这里我们简单地讨论一下这个问题。

大家知道，一台微型计算机系统由主机和外部设备组成。主机主要由中央处理机 (Center Processing Unit) 和内存存储器 (Internal Memory Unit) 组成。外部设备包括：输入设备——键盘，输出设备——显示器、打印机以及外存储器 (见图 1.1)。

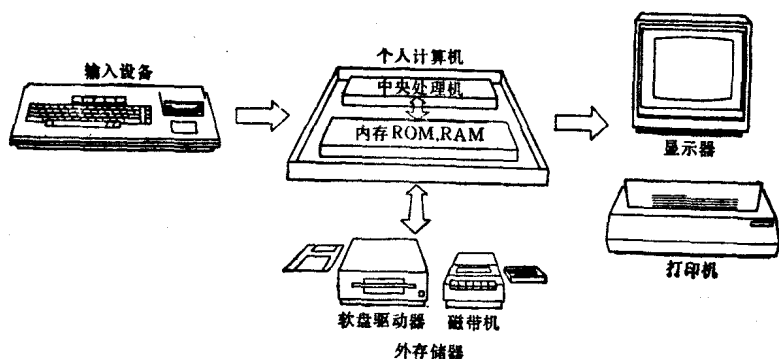


图 1.1 微型机配置图

外存储器的配置随微型计算机的档次而定，但不论档次高低，总要配置一台或两台软磁盘驱动器作为外存储器。目前全世界微型计算机已装机 1.1 亿台，统计平均每台微型计算机每年消耗 30 片软磁盘，那么全世界软磁盘生产 30 亿片是必需的。

软磁盘在微型计算机上有两个主要方面的应用。