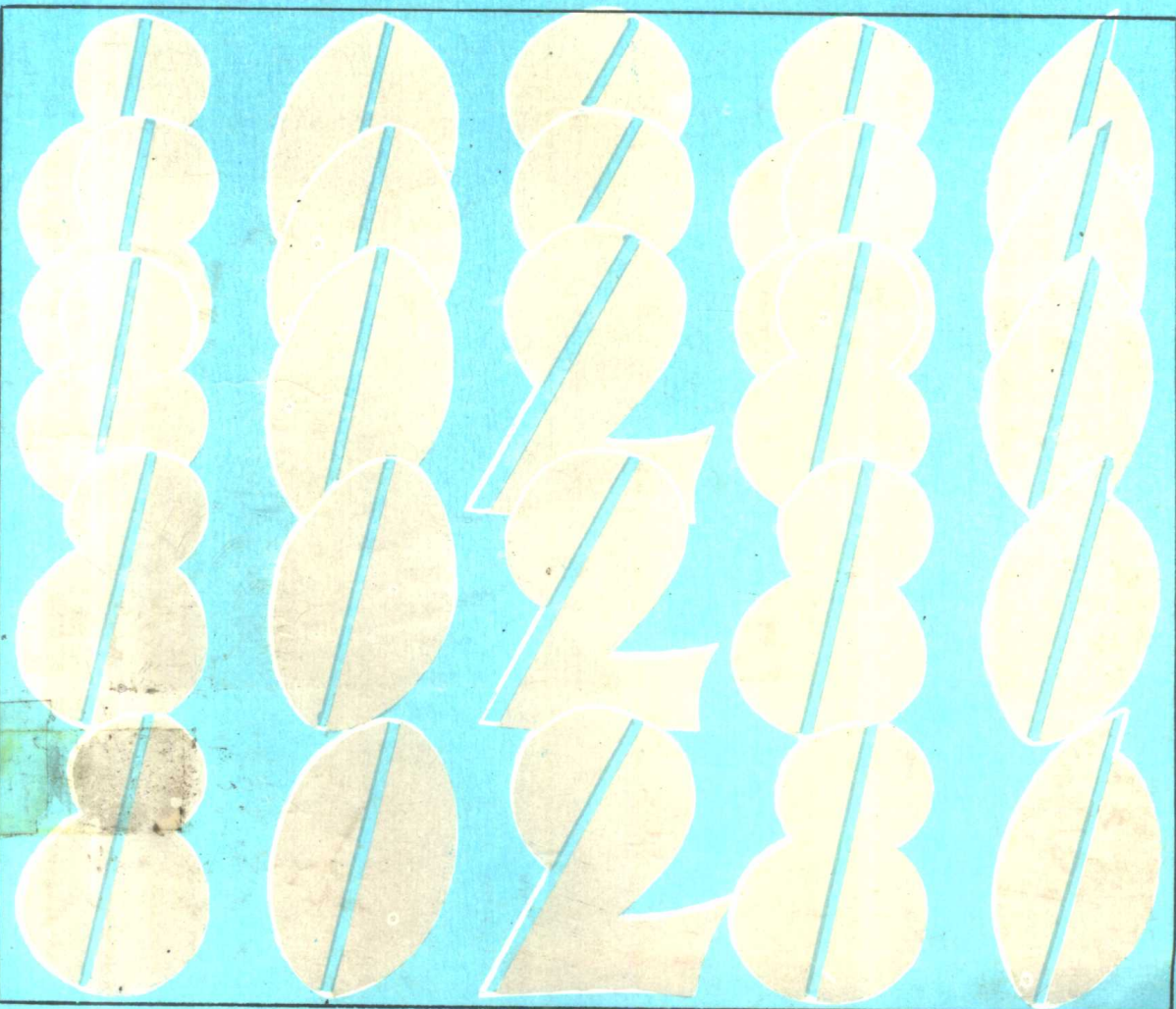


微型计算机应用专辑⑧

80286微机系统分析与维修

朱传乃 金国培 编著



软件报专辑第五期

80286微机系统分析与维修

微型计算机应用专辑（八）

朱传乃 金国培 编 著

软件报编辑部

1989.8 成都

责任编辑：董 明

封面设计：龚晓梅
技术

校 对：魏宗兰

微型计算机应用专辑如有错装、漏页承印厂负责调换

出版：《软件报》社

发行：成都计算机应用科技公司开发部

地址：成都金河街75号

地址：成都人民南路四段九号

广告经营许可证：292号

印刷：成都华新联营印刷二厂

国内统一刊号：CN51—0090

定价：18.00元

编者的话

近几年来,我国的微型计算机应用已遍及各行各业,微型机应用技术发展很快,很多用户都渴望掌握新的微机应用知识,以不断充实自己迎接新的挑战。为了使更多的人能够较快掌握微机应用新技术把微型机用得更好,在生产和管理中发挥更大的作用,创造出更好的效益,我们拟定组织有关方面的同志编辑一套《微机计算机应用专辑》以飨从事微机开发,应用专业人员和广大读者的需要。

这本《80286微机系统分析与维修》就是《微型计算机应用专辑》中的第八册。80286 CPU是Intel公司继8086/88、80186/188之后而开发的第三代高性能CPU。概括说来它有如下特性:(1)80286具有存储器管理功能,使每一个任务分配到的虚拟地址空间多达 2^{30} 字节(1G字节),可以映象到 2^{24} 字节(16M字节)的物理存储器上。(2)80286具有保护功能,可以对段的边界、属性和访问权等自动进行检查。通过4级保护环结构和任务之间的相互隔离,能够建立高可靠性的系统软件。(3)80286具有高效率的任务转换功能,非常适用于多用户、多任务系统。(4)80286同8086/88、80186/188是向上兼容的,因此,可以有效地利用8086系列的软件。(5)80286的工作时钟是以8MHz为标准的,这种CPU标作80286-8,此外还有6MHz的80286-6,以及更高速度的80286-10(10MHz)和80286-12(12.5MHz)等等。工作时钟的多样化,使用户在组成高性能价格比的系统时,有更多的选择余地。

自1984年8月IBM公司推出PC/AT机以来,国内、外涌现出了许多采用80286CPU的各类微机系统。在一段时间内由于缺乏技术资料 and 软件上的有力支持,这些系统中的80286多是作为8086的高档处理器在实模式下工作,没有充分发挥80286在保护模式下工作的巨大潜力。1987年1月IBM公司又推出了PS/2系列微机系统及配套的OS/2(操作系统/2)。OS/2的设计充分考虑了80286(包括80386)体系结构上的特点,是新一代微机操作系统,它适用于IBM PC/XT286、PC/AT和PS/2系列的50,60,80等各种类型的微型机。OS/2的开发成功,才真正把采用80286的微机系统的性能和应用推向了一个新的水平。

面对这种情况,国内许多从事系统开发和系统维修的用户,都急切希望了解80286 CPU在体系结构上的特点、性能、用法,系统构成和系统的检测与维修。但是,目前系统介绍这方面内容的资料和书籍很少,为此我们编写了本书。

本书共十五章。第一章为概述,从80286的引脚配置到80286的内部结构及寄存器功能和总线周期等,从整体上进行了介绍。

第二章为80286在实模式下的使用方法。这一章,对比8086的工作原理,对80286在实模式下的操作进行了介绍,同时对80286新扩充的一些指令作了说明。

从第三章开始着重介绍80286在保护模式下的工作原理。这些章节的内容包括:第

CTJ343/09

三章为保护模式下的使用方法，第四章为利用特权级的保护，第五章为中断处理，第六章为任务和任务转换，第七章为异常保护。

在深入而系统地介绍了80286的特性和用法之后，从第八章开始，以IBM PC/AT机为例，详细论述80286系统硬件结构。这一部分内容的突出特点是，从一般原理入手，然后再讨论具体系统的硬件结构。读者可以看到，这些原理对采用80286的系统，如PC/XT286和PS/2等是普遍适用的。

第八章为80286的硬件结构。这一章着重讨论80286核心部分的组成，除80286外，它包括时钟发生器82284和总线控制器82288的工作原理和使用方法，并对定时器8254、键盘控制器8024和RT/CMOS RAM电路等作了详细地介绍和说明。

第九章和第十章为系统中断和DMA控制器。这两章主要介绍中断控制器8259和DMA控制器8237在级联方式下的使用方法。

第十一章为存储器接口电路。介绍了系统存储器的构成原理，对IBM PC/AT机中的实际存储器电路进行了分析。

第十二章为数值运算协处理器80287，系统地说明80287和8087的不同点，以及它在系统中的使用方法。

第十三章为系统的输入/输出通道，介绍了总线控制方式的构成原理，以及IBM PC/AT机的I/O通道等。

第十四章介绍IBM PC/AT机的系统BIOS。主要包括系统BIOS的用法，系统BIOS中的加电自检程序，列出了出错提示信息的含意，这些信息对系统维修是很有用的。

第十五章为IBM PC/AT微机系统常见故障的诊断方法及维修技术，详细介绍了系统板板级与片级维修的基本技能，着重分析了系统板的故障原因，诊断、检测和处理方法等。这一章是请杨福平同志编写的，他具有多年的实践经验，其内容是针对PC/AT机的，但是也适用于任何采用80286 CPU的微机系统。

本书最后为附录部分，除附有IBM PC/AT机和SP/AT机的全套电路图外，详细列出80286CPU中所使用的各种描述符，以及80286和80287的指令系统。并用附注说明80286在保护模式下有关指令的动作过程。

本书在中国科学院计算所编写的“80286微机系统分析”一书的基础上作了进一步修改和补充，增加了系统维修方面的内容。在编写和修改本书的过程中，我们得到中国科学院计算所李盛碧、戴庆元高级工程师及丁彤、岳方辰、王力波、李美勤、田希等同志的大力支持和鼓励，在此向他们表示衷心的感谢！限于我们的水平，书中错误和不当之处一定很多，敬请读者批评指正。

编 者

1989年8月于成都

软 件 报

在计算机领域中,《软件报》为全国所创,是第一家在全国公开发行的报纸。它的订户每年上升,即使是在今年各报刊订数普遍下降的情况下也竟比去年增长了34.8%,它辟有:实用程序、编程技巧、微机故障维修、软件交流、初学者园地、世界电脑、软件新闻、大中学生园地及各种机型的专栏等,它还刊登一年一度的全国软件人员水平考试和全国青少年程序设计竞赛试题、题解及有关信息与复习资料。最近又与四川大学成人教育学院联合招收计算机技术函授及面授学员有意者可向本报培训部索取招生简章。

本报为周报,全国各地邮局均可订阅,月价0.78元,订阅代号:61—74,可免费试读两期。

本报1988年合订本,附录丰富,实用程序众多,正在发行,每本6.50元,《1986年至1988年全国软件人员水平考试题解与辅导》每本8.80元,《1986年至1988年全国青少年计算机程序设计竞赛试题解答与辅导》每本5.00元,均含邮费。

欢迎在本报刊登广告

本报地址:成都市金河街75号 电话: 667581转12

成都计算机应用科技公司开发部

专业服务 独树一帜

开办各类计算机培训班

转让高科技产品生产技术

承接工业生产自动化控制项目

承担微机软件加密、解密工作

资助国内高水平计算机专著出版

代销各类计算机软件

批发、邮购计算机资料

维修计算机和外部设备

欢迎各界用户前来洽谈业务

地 址：成都人民南路四段九号（科分院计算所内）

邮政编码：610015

电 话：（028）581260—964

技、工、贸三位一体的经济实体

成都计算机应用科技公司

公司成立于一九八二年，隶属中国科学院成都计算机应用研究所，技术力量雄厚，设备配套，具有经济实力。机房装修是唯一取得四川省建委颁发的各类机房室内外全套装修资质的专业单位。

公司经营信守合同、讲求质量，价格合理，用户至上，被誉为技术精湛，可信赖的单位。曾多次被评为四川省省级机关、成都市的先进单位。

公司下设三室、六部。承接计算机技术应用项目，电子设备产品的开发、生产、各类机房室内外全套装修工程、制冷系统工程、水电设备安装、地下水开发。同时为用户提供计算机各种资料、计算机及机房配套设备、UPS电源、计算机消耗材料等。

我公司将热情为您提供优质服务，欢迎来人来函洽谈业务。

地 址：成都市人民南路四段九号（蜀分院内）。

电 话：581260转964或944 电报：0050

联系人：金航立、王书成、陈孝齐

中国科学院成都计算机应用研究所

引进国外部件 全电脑化设计 国内首家生产

《SMR智能磁卡阅读机》

可用于：职工考勤、会议报到、银行取款
公路收费、仓库领料、身份识别
安全管理、过程控制等领域

·技术性能

- 1、阅读机分手动/电动两种（机头为国外件）

SMR-1型（手动）2800元/台

SMR-2型（电动只读）4500元/台

SMR-3型（电动，读/写）8500元/台

SMR-4型（电动读/写带CRT）
11000元/台

- 2、进口磁卡每张2.5元。
- 3、该机可独立使用，亦可与IBM PC等联网。
- 4、备有各种应用软件，供用户选择。
- 5、长期供应备件，保修一年。

联系地址：

中国科学院成都计算机应用研究所
通信：成都237信箱生产部

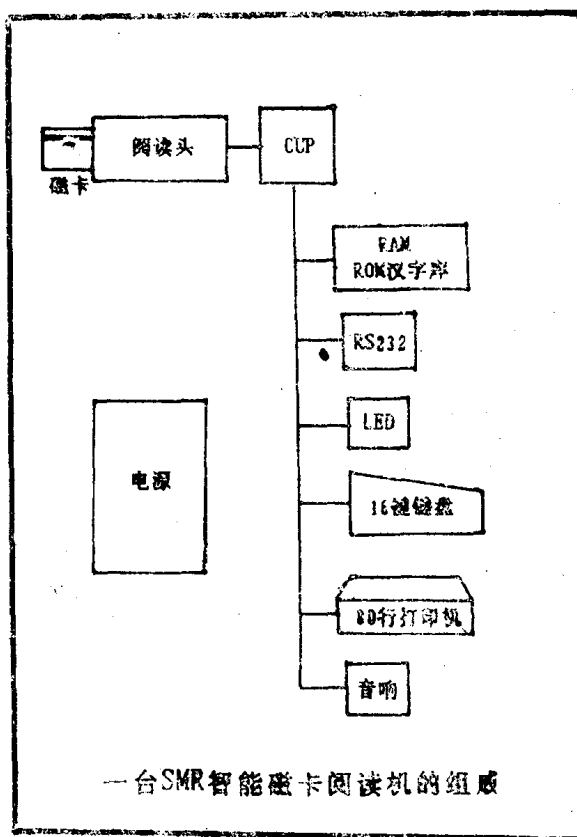
邮政编码：610015

地址：成都市人民南路四段九号

电话：581260—910或553838

电报挂号：成都0050

联系人：熊瑞祥、杨国权



目 录

第一章 80286的概况	(1)
1.1 从8086到80286.....	(1)
1.1.1 16位微处理器的历史.....	(1)
1.1.2 80286的必要性.....	(1)
1.2 微型机的构成.....	(3)
1.2.1 微型机的基本构成	(3)
1.2.2 总线	(3)
1.3 总线周期.....	(4)
1.3.1 总线周期的组成.....	(4)
1.3.2 流水线寻址.....	(5)
1.3.3 命令周期和等待周期.....	(5)
1.4 80286的内部构成.....	(6)
1.4.1 80286的内部部件.....	(6)
1.4.2 寄存器构成.....	(8)
1.5 分段.....	(10)
1.5.1 段和逻辑地址.....	(10)
1.5.2 段寄存器的使用.....	(10)
1.6 实地址模式和保护模式.....	(11)
1.6.1 80286的工作模式.....	(11)
1.6.2 实模式的逻辑地址	(12)
第二章 实模式的使用	(15)
2.1 80286的指令系统概述.....	(15)
2.1.1 按照处理器的级别进行分类.....	(15)
2.1.2 按照特权级进行分类.....	(16)
2.2 存储器、I/O的访问指令和传送指令.....	(18)
2.2.1 存储器、I/O的地址指定.....	(18)
2.2.2 传送命令.....	(18)
2.2.3 堆栈的使用.....	(20)
2.2.4 对I/O的数据传送.....	(21)
2.3 运算指令.....	(23)

2.4	控制指令	(24)
2.4.1	JMP指令	(24)
2.4.2	CALL指令和RET指令	(25)
2.4.3	间接的JMP、CALL指令	(25)
2.4.4	条件JMP指令	(26)
2.5	数据串指令	(28)
2.5.1	数据串指令的操作和种类	(28)
2.5.2	带REP前缀的数据串指令	(31)
2.6	扩充指令	(32)
第三章	保护模式的使用	(36)
3.1	段高速缓存器	(36)
3.1.1	保护模式的逻辑地址	(36)
3.2	描述符表	(38)
3.2.1	描述符表	(38)
3.2.2	段选择器和描述符表	(39)
3.2.3	描述符的定义	(42)
3.3	段寄存器的保护	(45)
3.3.1	DS、ES的保护	(46)
3.3.2	SS的保护	(48)
3.3.3	CS的保护	(49)
3.4	存储器访问的保护	(50)
3.5	虚拟存储	(51)
3.5.1	实存储器和虚拟存储器	(51)
3.5.2	虚拟地址的实现	(52)
3.6	描述符表的处理	(53)
3.7	保护模式的初始设定	(55)
3.8	进入和退出保护模式的程序举例	(57)
第四章	特权级保护	(66)
4.1	特权级别	(66)
4.1.1	OS的保护	(66)
4.1.2	80286的特权保护	(67)
4.2	数据段、堆栈段的特权保护	(69)
4.3	代码段的特权保护	(70)
4.4	调用门转移	(71)
4.5	堆栈的保护	(73)
4.6	用RET指令的转移	(74)

4.7	符合代码段·····	(75)
4.8	“托罗衣木马”问题·····	(76)
4.8.1	托罗衣木马·····	(76)
4.8.2	用ARPL指令解决“托罗衣木马”问题·····	(77)
4.9	I/O访问的保护·····	(83)
第五章	中断处理·····	(84)
5.1	中断原因·····	(84)
5.2	中断过程和IDT·····	(85)
5.2.1	中断处理和IDT·····	(85)
5.2.2	用中断门、陷阱门的控制转移·····	(87)
5.2.3	中断处理的优先权·····	(87)
5.2.4	中断程序的定义·····	(88)
5.2.5	实模式的IDT·····	(89)
5.3	硬中断·····	(89)
5.4	软中断·····	(91)
5.4.1	INTO指令·····	(91)
5.4.2	程序调试用中断·····	(91)
5.4.3	BOUND指令·····	(93)
5.5	内部中断·····	(94)
5.6	实模式和保护模式下的中断类型·····	(94)
第六章	任务与任务转换·····	(98)
6.1	单任务系统·····	(98)
6.2	多任务系统·····	(98)
6.2.1	多任务系统的工作原理·····	(98)
6.2.2	80286CPU的TSS·····	(99)
6.2.3	TSS的定义·····	(100)
6.3	LDT与LDT描述符·····	(100)
6.4	任务的定义·····	(102)
6.5	任务转换·····	(104)
6.5.1	任务转换的过程·····	(104)
6.5.2	任务转换指令·····	(104)
6.5.3	任务转换指令的用法·····	(106)
6.6	任务门·····	(106)
6.7	任务转换的例子·····	(107)
第七章	异常保护·····	(113)
7.1	异常保护·····	(113)

7.2	堆栈错	(113)
7.3	TSS错	(115)
7.4	P位错	(116)
7.5	一般的保护错	(117)
7.6	双重错	(118)
7.7	异常处理和再执行	(118)
第八章	80286 CPU 的硬件结构	(120)
8.1	CPU核心部分的组成	(120)
8.1.1	CPU的引脚及其功能	(120)
8.1.2	时钟发生器82234	(123)
8.1.3	总线控制器82288	(128)
8.2	IBM PC/AT机的CPU核心部分	(131)
8.3	系统板上I/O接口电路的选中控制	(136)
8.4	系统定时/计数器(T/C)电路	(137)
8.4.1	定时/计数器的功用	(137)
8.4.2	8254—2的功能框图和编程控制	(138)
8.4.3	8254—2的工作方式	(144)
8.5	键盘控制器	(148)
8.5.1	键盘控制器的功能	(148)
8.5.2	键盘控制器的接口电路	(154)
8.6	键盘	(157)
8.6.1	电源接通时所完成的功能	(158)
8.6.2	由系统向键盘发送的命令	(159)
8.6.3	键盘输出	(161)
8.6.4	键盘送到系统的命令码	(161)
8.6.5	时钟和数据信号	(162)
8.7	实时时钟/互补金属氧化物半导体(RT/CMOS)RAM	(164)
8.7.1	实时时钟信息	(166)
8.7.2	CMOS RAM配置信息	(168)
8.8	IBM PC/AT机中的RT/CMOS RAM电路和I/O操作	(171)
第九章	系统中断	(172)
9.1	IBM PC/AT机的中断结构	(172)
9.2	8259A可编程中断控制器	(172)
9.2.1	8259A的逻辑功能	(173)
9.2.2	中断的响应过程	(176)

9.2.3	8259A的编程.....	(177)
9.2.4	在IBM PC/AT机中对8259A的初始化.....	(185)
9.2.5	8259A的操作方式.....	(185)
9.3	IBM PC/AT机中的中断控制逻辑.....	(189)
第十章	IBM PC/AT机中的DMA控制器	(190)
10.1	DMA控制器和页面寄存器的地址分配.....	(191)
10.1.1	页面寄存器的口地址分配.....	(191)
10.1.2	DMA控制器的口地址分配.....	(194)
10.2	8237DMA控制器	(196)
10.2.1	8237的引脚功能.....	(196)
10.2.2	8237的内部寄存器.....	(198)
10.3	IBM PC/AT机中的DMA操作的应答过程.....	(203)
第十一章	存储器.....	(205)
11.1	存储器的结构.....	(205)
11.1.1	基本的存储器结构.....	(205)
11.1.2	使用特殊选通信号的存储器.....	(205)
11.1.3	利用流水线进行存取.....	(207)
11.2	IBM PC/AT机中的存储器.....	(209)
11.2.1	地址空间的分配.....	(209)
11.2.2	ROM	(209)
11.2.3	RAM	(210)
第十二章	数值运算协处理器80287.....	(216)
12.1	80287的体系结构	(216)
12.2	数值的表示方法.....	(218)
12.3	寄存器堆栈的基本用法.....	(219)
12.3.1	寄存器堆栈的组成.....	(219)
12.3.2	对寄存器堆栈的加载.....	(220)
12.3.3	寄存器堆栈的存储.....	(221)
12.4	运算指令和函数指令.....	(222)
12.4.1	基本的运算指令.....	(222)
12.4.2	函数指令.....	(224)
12.5	80287同80286的连接.....	(225)
12.5.1	80287与80286之间的连接方法.....	(225)
12.5.2	80287的时钟	(227)
12.5.3	80287的指令执行	(227)

12.6	异常处理.....	(228)
12.7	对80287的支持环境.....	(228)
12.7.1	80286的支持.....	(229)
12.7.2	任务转换中的80287.....	(229)
12.7.3	80287的仿真器.....	(230)
12.7.4	MSW的初始化.....	(230)
12.8	在IBM PC/AT机中的80287.....	(231)
第十三章	输入/输出 (1 / 0) 通道.....	(234)
13.1	总线的控制方式.....	(234)
13.1.1	一般的总线控制方式.....	(234)
13.1.2	局部总线控制方式.....	(235)
13.1.3	系统总线控制方式.....	(236)
13.2	IBM PC/AT机的I/O通道.....	(237)
第十四章	IBM PC/AT机的系统BIOS.....	(248)
14.1	系统BIOS.....	(248)
14.1.1	系统BIOS的用法.....	(248)
14.1.2	BIOS编程提示.....	(253)
14.2	键盘的编码和用法.....	(254)
14.2.1	编码.....	(254)
14.2.2	扩展编码.....	(256)
14.3	BIOS中的加电自检程序.....	(259)
第十五章	IBM PC/AT微机系统常见故障的诊断方法及维修.....	(263)
15.1	维修方法介绍.....	(263)
15.1.1	微机系统的板级维修与片级维修.....	(263)
15.1.2	板级维修.....	(263)
15.2	诊断程序及其使用方法.....	(266)
15.2.1	诊断程序的结构和功能.....	(266)
15.2.2	诊断程序中的功能诊断模块.....	(267)
15.2.3	诊断程序的应用实例.....	(268)
15.2.4	诊断程序中常用代码含义.....	(272)
15.3	片级维修方法简介.....	(277)
15.3.1	TTL芯片常见故障的性质和现象.....	(278)
15.3.2	检查TTL芯片的几种常用方法.....	(279)
15.3.3	TTL芯片的简单知识.....	(283)
15.4	系统板的片级维修.....	(284)

15.4.1 系统板常见故障的简单分析	(284)
15.4.2 从维修角度看系统板的结构	(286)
15.4.3 PC/AT机系统板的测试方法	(288)
15.4.4 系统板内存部分的维修	(294)
15.4.5 系统板中几个I/O接口模块的维修	(300)
15.4.6 总线故障时的维修	(307)
15.4.7 系统板维修小结	(313)
附图 I IBM PC/AT机电路图	(314)
附图 II SP/AT机电路图	(338)
附录 I 段与段描述符小结	(352)
附录 II 80286的指令代码	(354)
附表 1 80286的指令代码	(355)
附表 2 mod代码和意义	(369)
附表 3 r/m代码和意义	(370)
附表 4 reg和r/m表示寄存器时的意义	(370)
附表 5 reg表示段寄存器时的代码	(370)
附注 指令的处理	(371)
附表 6 80287协处理指令系统	(387)
参考资料	(393)

第一章 80286的概况

80286微处理器具有16位寄存器组和16位数据总线。微处理器8086的应用程序，几乎不用修改就可执行。80286有两种工作模式。在实地址模式中，80286作为高速8086来动作。但在另一种模式，即保护模式中，80286就能充分发挥其本来的能力。

1.1 从8086到80286

1.1.1 16位微处理器的历史

如表1.1所示，INTEL公司的微处理器的历史，是从四位微处理器4004开始的。4004的主要目的是用来控制台式电子计算机的，但是它具有的顺序执行记录在存储器中的程序的功能，即存储程序方式和运算能力等，使4004具有了完整的中央处理器（CPU）的特征。

到8位微处理器8080时，已研制了CP/M等磁盘操作系统（DOS），并用于微型计算机的开发系统和个人计算机中。不过，8085多用于控制方面。但是8位微处理器与16位小型计算机比较，性能上还有不少差距。

16位微处理器8086却已具备了能够替换部分小型机的功能。在8086系统中普及了CP/M、MS-DOS等磁盘操作系统，并出现了8086上运行的大量应用程序。据说其全世界的总额，1986年已达60亿美元。

1.1.2 80286的必要性

对如图1.1(a)所示单任务、单用户系统中，8086的能力已足够满足要求，但在如图1.1(b)、1.1(c)所示多任务系统中，有些情况下用8086已难于满足要求。这里所谓任务就是可执行的程序。在多任务系统中，存储器中存储多个程序，CPU根据需要分时处理这些程序（如图1.2所示）。

图1.1(b)所示实时系统可作为多任务系统的应用实例。在这个系统中，机械手的任务是往输送带上放置元件，但根据环境的变化，也可以执行下一个程序。两个任务可以是完全不同的程序，也可以是相同的程序。

在图1.1(c)所示系统中，一台计算机连接两台以上终端，可由多个用户各自通过自己的终端共用一个系统。两个用户可以执行各自不同的程序，也可以使用同一个编辑程序编制各自的文本。这一系统中各用户运行的程序就是各个任务，各任务分时使用CPU。当然，如图1.2所示，由于分时使用CPU，使每个任务的运行时间变长。但是，用户使用终端进行操作时，感觉不到这种执行时间的变化。各用户与其他用户无关，认为自己独占了全部系统。

多任务系统，需要有对各任务的CPU转换、存储器管理、文件管理等功能。例如图1.1(c)所示系统中，不允许由于某一用户程序的失控而破坏其他用户程序的正常运行，也不允许记录在磁盘中的重要数据被其他用户所读取或改写。这虽然是操作系统的