

IBM PC系列微机

维护 维修

□ 章启俊 □ 苏光奎 □ 宁闽南 编著

IBM-PC XILIE WEILI WEIHU WEIXIU



武汉测绘科技大学出版社

71-60.7
107/1

章启俊 苏光奎 宁闽南 编著

IBM-PC 系列微机 维护维修



武汉测绘科技大学出版社

029203

(鄂)新登字 14 号

内 容 提 要

鉴于目前我国国民经济的各个领域中心微机的广泛普及而带来的维护、维修问题,章启俊教授等三位同志在多年从事教学、科研和维修实践的基础上,对原授课程讲义进行充实、修改和整理而成此书。书中讲述了有关 IBM-PC 系列微机故障诊断的一般方法,自动诊断测试程序 (POST) 的功能,主机板、显示适配器、软盘适配器和驱动器、硬盘适配器和驱动器、打印机及电源等部件的工作原理和诊断、检修方法。阐述条理清晰,循序渐近,且含有大量作者们积累下的宝贵的维修实例。此书可作为高校计算机专业本科、专科教材,也是一本关于微机维护、维修的较有价值的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

IBM-PC 系列微机维护维修/章启俊等编著. —武汉:武汉测绘科技大学出版社,1994.10
ISBN 7-81030-346-5

I. I...

I. ①章...②苏...③宁...

■. 微型计算机, IBM-PC 系列—维修

N. TP368.307

J527X/2522

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 04984 号

武汉测绘科技大学出版社出版发行

武汉测绘科技大学出版社丹江印刷厂印刷

※

787×1092mm 1/16 印张 24.5 字数 612 千

1994 年 10 月第一版 1994 年 10 月第一次印刷

印数: 1~3500 册 定价: 15.00 元

前 言

IBM-PC 计算机系统是美国 IBM 公司 1981 年 8 月推出的一种个人计算机,后来又发展生产了 XT、AT(286)、386、486 等多种机型。由于其技术先进,性能价格比好,软件开发齐全,加之 IBM 公司在计算机行业中的特殊地位和其采取的特殊政策,该产品一经推出,很快便赢得了广大用户的信任。

今天,IBM-PC 机几乎成了微机的一种标准,国际上微机生产厂家大都向 IBM-PC 机靠拢,生产了很多兼容机,如我国的长城 0520 系列机。

微机引入我国后,发展非常迅速,已广泛应用在国民经济的各个领域,对国民经济的发展起到了很大的推动作用。然而,微型计算机在广泛普及应用的同时,给用户也带来了维护、维修的苦恼。作者从 1986 年开始,在大学计算机专业(本科)开设了“IBM-PC 系列微机维护维修”课程,并编写了讲义。六年多来,对讲义不断充实、修改,并增加了维修的实例,因此,得到学生和同事们的好评。在他们的支持和促进下,我决定在原有讲义的基础上,充实 286、386 机种内容,整理出版《IBM-PC 系列微机维护维修》这本书。此书共分十二章,前六章主要讲述 IBM-PC/XT、286、386 机故障诊断的一般方法、自动诊断测试程序(POST)、主机板原理和故障检修、显示适配器和显示器剖析及故障检查。后六章主要是讲述软盘适配器和驱动器原理及故障检修、温盘(硬盘)适配器和驱动器原理及故障检测修理、打印机故障检修、电源故障检修。

该书可作为高校计算机专业本科、专科教材,同时也可为广大微机用户,特别是从事微机维护、维修工作的技术人员提供参考。

本书在出版过程中得到武汉测绘科技大学计算机科学与工程系系主任李锦祥教授的大力支持,在此谨表谢意。

鉴于编写者水平和涉及计算机问题较多,书中有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

1994 年 8 月于武汉

目 录

第一章 微型计算机系统故障诊断的一般方法	(1)
§ 1.1 微型计算机系统故障的分类	(1)
§ 1.2 微型计算机系统故障检测设备	(2)
§ 1.3 微型计算机系统故障诊断方法	(2)
第二章 IBM-PC/XT 加电自动诊断测试程序(POST)	(7)
§ 2.1 概论	(7)
§ 2.2 BIOS 的调用	(7)
§ 2.3 ROMBIOS 系统参数的使用	(8)
§ 2.4 系统自诊断测试过程(POST 程序)	(10)
§ 2.5 IBM-PC/XT 高级诊断程序	(16)
第三章 IBM-PC/XT 系统板基本原理和故障检修	(17)
§ 3.1 处理器子系统.....	(19)
§ 3.2 存储器空间的分配和 ROM 子系统	(58)
§ 3.3 RAM 子系统	(60)
§ 3.4 系统板上的 I/O 适配器.....	(68)
§ 3.5 I/O 通道	(71)
§ 3.6 系统板故障的类型、检测方法及实例	(72)
第四章 80286	(102)
§ 4.1 80286 CPU 的硬件结构	(102)
§ 4.2 80286 的实地址方式	(125)
§ 4.3 80286 的保护虚地址方式	(126)
§ 4.4 系统中断	(136)
§ 4.5 IBM-PC/AT 机中的 DMA 控制器	(138)
§ 4.6 IBM-PC/AT 机中的存储器	(141)
§ 4.7 IBM-PC/AT 机的 I/O 通道	(146)
第五章 80386	(153)
§ 5.1 概述	(153)
§ 5.2 80386 CPU 的基本结构	(154)
§ 5.3 时钟的产生	(165)
§ 5.4 80386 的地址空间	(166)

第六章 IBM 单色、彩色/图形显示适配器剖析及故障检查	(169)
§ 6.1 显示子系统基本构造	(169)
§ 6.2 IBM 高分辨率单色显示器	(171)
§ 6.3 IBM 单色显示器适配器的工作原理	(172)
§ 6.4 MC6845 CRT 控制器芯片(CRTC)	(176)
§ 6.5 IBM 单色显示适配器逻辑电路分析	(183)
§ 6.6 IBM 彩色字符/图形显示适配器工作原理	(193)
§ 6.7 IBM 彩色/图形显示适配器逻辑电路分析	(203)
§ 6.8 POST 检查彩色/图形显示适配器的局限性	(213)
§ 6.9 彩色显示适配器的故障诊断方法	(213)
§ 6.10 彩色显示适配器的故障检查及其实例	(227)
第七章 软盘适配器和软盘驱动器故障检修	(236)
§ 7.1 软盘子系统的基本结构及故障的一般分析	(236)
§ 7.2 POST 程序对软盘子系统的检查	(247)
§ 7.3 软盘子系统故障诊断方法	(249)
§ 7.4 软盘子系统故障检修及实例	(261)
第八章 温盘驱动器	(275)
§ 8.1 概述	(275)
§ 8.2 温盘的结构特点及其电路分析	(276)
§ 8.3 温盘的工作原理	(288)
§ 8.4 温盘的接口特征	(291)
§ 8.5 温盘的使用维护及技术指标	(293)
第九章 温盘控制器	(296)
§ 9.1 概述	(296)
§ 9.2 控制器的工作方式	(297)
§ 9.3 控制器的命令	(299)
§ 9.4 控制器电路分析	(308)
§ 9.5 温盘驱动程序	(314)
§ 9.6 安装	(316)
第十章 温盘子系统的使用与故障诊断	(317)
§ 10.1 控制器的错误代码定义及其使用	(317)
§ 10.2 利用计算机编程使用温盘子系统	(321)
§ 10.3 温盘驱动器的故障状态指示	(329)
§ 10.4 微机应用中的温盘故障分析	(336)
§ 10.5 IBM-PC/XT 硬盘子系统原理和维修	(338)

第十一章 打印机子系统故障检修	(360)
§ 11.1 打印适配器诊断方法及其检修.....	(360)
§ 11.2 FX-100 打印机检修	(367)
§ 11.3 M2024 打印机检修	(373)
第十二章 电源	(381)

第一章 微型计算机系统故障 诊断的一般方法

§ 1.1 微型计算机系统故障的分类

计算机故障是指造成计算机系统功能错误的硬件物理损坏或软件系统的程序错误。程序错误不属本书讨论的内容;硬件故障分为电器故障、机械故障、介质故障和人为故障几类。

·电器故障主要是元器件、接插件和印刷板引起的故障。例如旁路电容短路造成电源负荷过重;器件参数漂移造成计算机系统工作不稳定;集成电路逻辑功能失效造成计算机功能错误;主机板 I/O 通道接插件簧片相碰或断裂造成系统总线出错;其他接插件因接触不良使设备无法工作;印刷板虚焊或断线引起逻辑功能错误等等。

机械故障主要发生在微型计算机外部设备中,如磁盘驱动器磁头定位偏移;键盘按键失效;打印机电机卡死等。

介质故障主要指软盘片、硬盘机盘体划破等。

人为故障主要是不按机器要求的环境条件和操作规程造成的。例如将机器搁置在空气污染、高温、高湿或强电磁干扰的操作场地,造成接插件和印刷线路锈蚀;介质积满灰尘造成读写梗阻;电网电压忽高忽低及电磁干扰严重影响机器正常运行。再如机器运行时随意拔插插线板或者在硬盘运行时突然关闭电源均可能造成一些意外的故障,这一点维修人员和用户尤其要注意。

在同一时间内,计算机的故障大都(占 80%以上)是一个故障(称为单故障),严重时可能同时出现多个故障,例如电源故障往往引起多个元器件损坏。故障现象按其影响范围不同,可分为局部性的和全局性的。按故障的相互影响程度,又可将其分为独立型故障和相关型故障。

局部性故障指影响系统完成某一个或几个功能,系统仍可继续执行其它功能。例如打印机子系统有故障,计算机仍可正常执行系统其它功能。

全局性故障会影响计算机系统正常运行,使其丧失全部功能。例如电源故障或系统板故障将使计算机无法工作。

独立型故障往往是一个元器件自身引起的故障,仅仅影响微型计算机系统功能的一个局部。例如存贮器扩充板上 RAM 某一位损坏只会影响系统对该存贮体的存取。

相关型故障是指一个故障与另外几个故障有关联,它们之间互相影响。例如 DMA 控制逻辑中页面寄存器出现故障,不仅使软盘子系统无法工作,还会使硬盘子系统无法工作。由于微型计算机系统大量采用 LSI 电路,所以大部分是相关型故障。

对于微型计算机系统的故障,按其持续时间又可分为暂时性故障和固定性故障。

暂时性故障主要是由于接触不良造成电路的时通时断或因元件性能变差而引起的功能错误。它的特点是持续时间较短,时隐时现,往往不需要人工干预,就可以自行恢复其正常功能或转化为固定性质故障。由于暂时性故障很不稳定,往往难以检测定位,通常只能采用指

令反复或程序反复重试等办法判别和检查。

固定性故障主要是由于元器件失效、电路短路、断路、机械问题等而造成的,这种故障现象可以重复出现,它在微型计算机系统故障中占有较大的比重,是故障诊断的主要对象。因此,可以利用程序和测试设备(示波器,逻辑笔等)来确诊和定位故障。

§ 1.2 微型计算机系统故障检测设备

在微机系统故障检测、调试及维护中,为了检测、定位故障,需要一些仪器设备以便定性和定量分析。微机系统常用的故障检测设备主要有:诊断检查程序、仿真仪、逻辑分析仪、在线测试系统、集成电路测试仪、示波器、逻辑笔、万用表以及某些专用测试仪等。

可是般用户单位不可能配备仿真仪、逻辑分析仪等这些昂贵的测试设备。因此,只能借助生产厂家提供的诊断检查程序并通过示波器等人工测试设备来检测或缩小故障范围,显然效率很低,而且功效在很大程度上依赖于维护人员的知识水平和熟练技巧。

§ 1.3 微型计算机系统故障诊断方法

§ 1.3.1 故障诊断的分类

一台微型计算机系统投入使用后,维护技术水平的高低直接影响着微型计算机系统的使用效率和寿命。当正在运行的微型计算机系统发生故障后,如何迅速检测、诊断出系统的故障是微机维护技术的关键。

为了使微机系统在出现差错后能迅速查到故障,并使之尽快恢复,就需要进行故障测试。所谓“测试”就是在测试对象的输入端加上一组输入向量,然后测量其输出的响应结果,进行比较分析,查找故障的具体部位。

故障测试按能否进行故障定位分为检测和测试。前者只能给出微机系统好坏的定性结论;后者不仅能给出微机系统有无故障的定性结论,而且当存在故障时,还能给出故障的确切位置。

诊断测试所能给出的故障定位细化程度称为诊断的分辨率。故障定位愈细,其诊断的分辨率愈高。目前大部分微型计算机系统诊断测试到部件一级。因此,一般用更换部件(或插件)的方法来排除和修复机器,而换下来部件(或插件)的检修由维修人员进行。为此,计算机的诊断维护需要有专门的维修中心以及备件库。由于微机系统的诊断测试对象是某块集成电路芯片,因此只要使诊断分辨率达到集成电路(包括大规模集成电路芯片)的诊断测试就可以了。当检测出该芯片有故障时,只需将片子换掉,微机系统的功能就可以恢复。

早期故障诊断测试是采用人工诊断方法,这时的计算机由熟练的技术人员维护。他们凭调机经验,依靠示波器、万用表和校验电路等专用仪器设备对故障的计算进行直接的检测,而把检查程序作为辅助检查手段。由于人工诊断繁杂,效率很低,而且严重地依赖着维护人员的知识水平和熟练技巧,因此这种方法逐渐为机器“自动诊断”所代替。机器诊断主要靠机器执行诊断检查程序来查找故障,而把专用仪器设备的检测作为辅助手段。

自动诊断方法有功能测试法和故障定位测试法。功能测试法通过运行程序,利用逐条检查指令功能的正确性来判断机器是否正常。这种方法简单、省事,不需要对硬件作深入了解,

只要熟悉指令系统和功能就可以了。但是,它要求大部分硬设备能正常运行,而且一般不能精确给出片子故障的定位信息。故障定位测试法则是对计算机电路进行直接测试,涉及硬件较少,一般采用微程序诊断技术,诊断故障速度快,故障定位精度高,一般用于中、大型计算机系统中。

§ 1.3.2 自动诊断——功能测试法

微型计算机的功能测试有如下几种方法:

一、简单功能测试

这是最简单的微机系统功能测试的办法。在 8 位微型计算机中,常利用 ROM 中的监控程序和键盘操作,通过设置地址、修改地址、显示存贮器和修改存贮器中内容,并通过设置断点、单步操作方式检查其功能是否正确,逐步缩小故障范围。在 16 位微型计算机中,则利用操作系统之下的调试程序(DEBUG)来进行。此时调用 DEBUG 的各种命令,检查相应的功能部件。

二、编制简易的测试程序

它是在简单功能测试方法基础上,由用户针对故障的具体问题编制一些简单、短小、有助于检查的有效程序。其程序精简的程度依赖于对故障现象分析认识和指令系统熟悉的水平,这种方法在维修时,特别是判定故障之前或故障发现后经常采用。如果将它编成循环程序,不仅可区分暂时性故障和固定性故障,而且还可以利用该循环程序,进行周期性测试。此时,用户可以借助示波器等设备测试各点波形,加快故障定位。

三、采用生产厂家提供的诊断检查程序

微机系统比较完善的功能测试是执行诊断检查程序。每种机器都有自己的诊断检查程序,它能较严格地检查正在运行的机器的工作情况,并考虑各种可能的变化,造成“最坏”测试条件,使之不仅能检查系统内各个部件的状况,也能检查整个系统的可靠性、系统的工作能力、部件互相间的干扰情况,而使故障无法“逃脱”。

一般微型计算机的功能检查诊断程序按微型机部件测试分成多个功能模块。如处理器测试、存贮器测试、键盘测试、显示器测试、软盘系统测试和硬盘子系统测试等功能模块。功能诊断检查程序针对各模块一一发送相应的测试码,然后回收比较,通过检测比较结果以判断微机及其各模块功能是否正常。

诊断检查程序按其支持运行的条件分成三种:

(1)加电自诊断检查程序。这种诊断检查程序被固化在 ROM 中。当电源一接通时就自动进入检查测试,执行加电的例行检查和 I/O 测试等。这实际上是对微机系统进行置信度测试。它从硬件核心出发,先测试 CPU 及其基本数据通路,然后测试 RAM 并逐步扩充到对 I/O 接口等功能模块检查。如果这些诊断检查程序正常通过,则显示正常信息和发出正常的音响,以说明微机系统无故障,然后进入操作系统;若通不过,或给出测试点(故障测试值),或显示出错标志,或发出错音响等各种出错标志,以指出故障的部件。至于是否进入操作系统,那要取决于微机系统故障的范围和破坏的程度。

(2)高级诊断检查程序。这种诊断检查程序被放在盘片中,一般也是生产厂家提供的。它以菜单形式为用户提供许多选择的测试项目和操作。为避免漏检,用户可以借助它全面地对自己的微机系统工作状况进行检查。该检查程序可以采用多次测试方法及出错登录方式,对微机系统进行可靠性检查,将一些可能发现不了的问题或不能判断故障的原因让机器自动

记录出错情况、出错次数、出错时间,用户再根据出错记录,分析找出故障原因。

尽管高级诊断检查程序比加电自诊断检查程序的检测项目多,但它必须在微机系统基本正常之后才能投入使用,而且它也只能检查到部件一级,用户仍然只能通过更换部件或插件的方法来排除故障和修复机器。因此,在维修中只能作为辅助检测手段。

(3)编制专用功能模块诊断测试程序。编制这种程序的出发点基于以下二点:①对功能部件的每项功能进行检查,并将检查结果显示出来,即部件各项功能可检查性。它以微机系统置信度测试为依据,仿照加电自诊断检查程序严格检查机器可能变化的测试条件,编制操作系统可调用的专用功能模块诊断程序,便于用户在调试和维修中随时调用。②所编制的功能模块诊断程序具有硬件可测试性,换言之,每项功能诊断使硬件逻辑电路稳定地、周期性地工作,用户借助于软件提供的信号,然后依靠示波器等设备测试部件相应的工作点波形。这是一种以诊断检查程序和专用仪器设备相结合的测试方法,即所谓“软硬兼施”故障诊断方法。编制这种专用功能模块诊断测试程序,需要维修人员在实践中不断摸索,在熟悉系统各功能逻辑的工作原理和系统加电自诊断程序的基础上,结合机器的各部件所执行的功能编制出有效的诊断测试程序,在实践中不断地加以完善和扩充。例如,系统加电自诊断后能进入硬盘操作系统,但软盘子系统有故障,为诊断测试软盘子系统,编制软盘子系统各功能模块诊断测试程序,对常用的四项功能——软盘复位功能、软盘读功能、软盘写功能和软盘读/写比较功能进行分别检查。如果发现软盘读功能出错,再让该诊断程序重复执行软盘读功能检查,使软盘子系统中相应的电路周而复始地工作,同时产生周期性的工作状况和信号。此时用户根据逻辑图及其工作原理,测试 DMA 请求和响应信号、软盘驱动器和软盘适配器界面的读数据和软盘适配器中数据分离电路的输出读数据等信号,对于波形不正常信号顺藤摸瓜,向前向后溯本求源。

§ 1.3.3 人工诊断

在微机故障的人工诊断中,维修人员和用户为了加快进行故障的摸索和分析,广泛地采用如下几种人工诊断方法:

一、直接观察法

利用人的感觉器官(眼、耳、手、鼻)检查是否有火花、异常音响、过热、烧焦现象、电源短路、元件锈蚀、损坏及明显的故障。

二、插拔法

这是通过将插件板“拔出”或“插入”来寻找故障原因的方法。这种方法虽然简单。但它却是一种常用的方法。例如机器在某时刻出现“钳死”现象,特别是采用“总线”结构连接各接口部件的微型计算机,当出现总线“钳死”时,为了确定是否由总线上的适配器而产生的,可以将可疑的适配器板拔出,重新启动机器,看运行是否正常。一旦拔出某块适配器板后,机器正常了,那么肯定故障原因在那块插件板上。为了进一步寻找插件板上哪条总线引起故障,可以分段贴胶带,观察是数据总线出错,还是地址总线出错或控制命令等出错。

三、试探法

“试探法”是使用正常的插件板(如备用板)或好的组件(尤其是大规模集成电路)替换有故障疑点的插件板或组件来试探故障的一种方法。这种方法在微型机的试调和维修中是经常采用的。尤其是一时还搞不清故障在哪儿时,采用此方法更方便。

四、交换法

“交换法”是把机器中相同的部件互相交换,观察故障变化的情况,帮助判断和寻找故障原因的一种方法。通常计算机(IBM-PC/XT也不例外)内部有不少功能相同的部分,它们由完全相同的一些器件组成。可以将同一存贮体内的二位存贮芯片互换。若故障出现在这些部分,用“交换法”能较迅速地排除故障。这种方法对于元器件带插座的计算机是很有效的。

五、测量法

在微机故障的人工诊断中,维修人员和用户在检测时为了尽快寻找故障和缩小故障范围,常用如下几种测量方法:

(1)直接测量法

对于一些比较典型的故障,可以根据故障现象、诊断维护经验及诊断程序提供的出错信息直接测量有关部件相应的工作波形,确定故障部位。这种方法要求维修人员对机器结构、工作原理、信息流程都已熟悉,且具有维护实践知识。

(2)静态测量法

设法把计算机暂停在某一特定状态(最好是处于出错状态),根据逻辑原理,用万用表(或逻辑测试笔)测量有关的元器件的静态工作电压,分析判断故障原因。例如测量电源各档的电压是否在允许范围之内,测量各种连接线的通断,线间短路及漏电情况。利用万用表也可以测量集成电路器件是否彻底损坏。

(3)动态测量法

利用示波器观察和测量有关各点的电压、电流、脉冲波形和相互的时间关系等。这是因为大部份故障只有在连续工作这种动态情况下才出现,如果只要求了解某部件有无输出波形,则只要简单地观察一下即可。要分析脉冲宽度或比较时间关系,那就要细细调整示波器的扫描宽度和电压精度,并细心观察分析。为了更好地利用动态测量法观察波形,最好调用简易的测试小程序或专用功能模块诊断测试程序,让计算机循环运行起来,用示波器对有关部件的波形观察分析。若有异常现象,则再观察该部件的输入端波形,这样一步一步往前检查,就可以找出故障部位。

(4)同类对比法

即用同逻辑、同结构的部件的各点波形进行对比来快速寻找故障点。假如,能同时插入相同二块插件板,则可通过对逻辑功能相同各点的波形进行互相比对。例如,一块彩色/图形适配器在图形方式时出错,则可以再插入一块工作正常的同样结构的彩色/图形适配器来进行比较测量。

(5)分段查找法(分割法)

用分段的方法来分割故障的范围。当故障现象复杂、涉及问题较多、范围又不明显时,用这种方法非常有效。此时可拔掉部分插件板、转插件,将可疑部分附近的连线断开,然后设置观测点进行测试。这样可以把故障分割、孤立,从而逐步缩小故障范围。这是一种用硬件来设置断点的方法,象软件设断点一样分段查找程序中的错误。

对于闭环回路内的故障,最有效的检测方法也是采用分割的方法。将闭环回路的某点连线断开,使形成开环回路,然后逐级进行测量,就会找出故障点,这也象判定循环程序错误一样,用设断点方法,按单步查找程序中的错误。

六、跟踪法

这是一种根据波形不正常的点顺藤摸瓜地向前或向后溯本求源,发现一点线索,就要认

真分析穷追不放,一直检测到出现正常状态的位置。这种方法使用得最多。

七、隔离压缩法

隔离压缩法是根据故障现象及其与有关部位的关系,采取暂时断开与有关部位的关系、封锁一些信息或简化原始数据的办法来压缩故障的范围。例如:把负载中的一个或二个输入端断开,再作测试。若再测试时结果正常,则说明负载中的一个片子输入端损坏,应该更换。这种方法也可以推广到用来检查简单的集成电路的逻辑功能。例如人为地将输入接地或拉高,测量响应的输出端逻辑功能。

除了上述几种常用方法外,还可以采用振动敲击法。检测因虚焊或接触不良引起的暂时性故障,采用电源拉偏法,人为造成“恶劣”环境,使某些性能不好或处于边缘状态的器件出现功能错误,从而使较长时间内才出现一次的故障轻易暴露出来,即所谓变“活故障”为“死故障”。经这种方法检查的微机系统保证有较高可靠性,尤其适用产品前的考核。

八、升温法

如果计算机工作较长时间,机内升温或环境温度升高之后出故障,而关机休息之后再工作一段时间又发现故障。这时使用升温法,用热吹风人为地提高某个集成电路的环境温度,以加速一些高温参数比较差的元器件“死亡”。

通过上述各种故障诊断方法的介绍,结合我国目前的实际状况,其故障诊断应该采用软件和硬件结合的方法,检测定位计算机系统的硬件故障,逐步地做到以诊断程序为主,人工诊断为辅,并在实践中不断完善各种功能模块诊断测试程序,使微型计算机的维修水平从理论上得到进一步提高。

第二章 IBM-PC/XT 加电自动诊断 测试程序(POST)

§ 2.1 概 论

IBM-PC/XT 微型计算机从加电复位(称冷启动)或按下复位键(又称热启动)之后到屏幕上显示操作系统提示符及光标都是自动完成的,对用户来讲是完全透明的。但是计算机内部却已完成了大量工作(如硬件自诊断测试,系统配置的分析,基本 I/O 设备的初始化及系统的引导等),这些工作以及以后操作系统所需的 I/O 操作都是依靠固化在 ROM 中的基本输入/输出系统程序(即所谓 ROMBIOS)来进行的。

ROMBIOS 作为 IBM-PC/XT 的最低层软件(即内核),有如下几个功能:

- (1)加电后系统进行硬件自诊断测试(包括系统配置的分析及其初始化);
- (2)磁盘 DOS 或 BASIC 的引导;
- (3)基本 I/O(键盘、显示器、磁盘、打印机和通讯等)驱动程序及中断管理。

IBM-PC/XT 的所有系统软件和应用软件都是建立在 ROMBIOS 上的。编制各种诊断测试程序也不例外。因此要弄清楚 IBM-PC/XT 系统各部份的工作原理,分析和排除 IBM-PC/XT 的故障必须掌握并使用 ROMBIOS。

§ 2.2 BIOS 的调用

系统 ROMBIOS 容量,8K×8 的 ROM(芯片为 2364 型)地址为 FE000H~FFFFFH(即 F000,E000H~FFFFH)。在 IBM-PC/XT 机中还有 32K×8 的 ROM(芯片为 27256 型)地址范围为(F8000H~FDFFFH),它组成 32KB ROMBASIC。在 IBM-PC 兼容机中 8K ROMBIOS 常固化在一片 Intel2364 EPROM 中,32K ROM 有的有,有的没有。

ROMBIOS 程序按绝对地址存放在代码段 CS=F000H 之中,ROMBIOS 内部各子程序的调用都属于段内调用。因此,当系统进入 DOS 之后,由于用户处于系统所规定的用户区代码段,若用户采用段间调用 ROMBIOS 方法,那将会造成无法再返回主程序的情况,用户唯一的方法是通过软中断来调用 ROMBIOS。

ROMBIOS 提供了各种 I/O 驱动程序,这些驱动程序都是直接和硬件打交道的,以软中断服务程序的方法供系统和用户调用。同样也可以用它们来检查相应 I/O 适配器及其设备的功能。因此正确使用这些 I/O 驱动程序将有助于对故障的分析和编制出精练的功能诊断测试程序。

各种 I/O 驱动程序的入口地址存放在系统内存的前 1K 字节单元内,这些单元组成一个存放中断服务程序的中断向量表。CPU 通过中断指令(INT n)中的中断类型 n 计算出中断向量表的内存地址(即 4×n),然后调用中断服务程序(即驱动程序)入口。

在中断服务程序中,中断类 08H 到 0FH 是由 8259A 通过外部硬中断产生的;中断类型是由非屏蔽中断源产生。除此之外都是属于软件产生的中断(即软中断)。

每个 I/O 驱动程序通常有几种功能,每个功能对应于相应的功能子模块,用户通过设置寄存器参数(如 AH 等)指明调用该驱动程序中哪个功能子模块,在操作完成后,用户可以从指定的寄存器给出参数分析操作结果。

表 2.1 给出 ROMBIOS 的 I/O 驱动程序,在调试和维修中也可作为故障诊断测试之用。

表 2.1 BIOS 中常用的 I/O 驱动程序

BIOS 中 I/O 驱动程序	解 释
INT 02(入口:F000,F85F)	非屏蔽中断,检查 RAM 校验出错。
INT 05(入口:F000,FF54)	屏幕显示。可检查 PRINT-SCREEN 功能。
INT 08(入口:F000,FEA5)	日时钟中断,可检查 8253-0 和 8259A-0 级定时中断功能。
INT 09(入口:F000,E987)	键盘中断程序,读扫描码,复位键盘接口和中断请求 IR0。
INT 0E(入口:F000,EF57)	软盘中断程序。在 40,3E 中加入中断标志 80,发中断结束命令到 8259。
INT 10(入口:F000,F065)	视频 I/O 驱动程序。通过设置 AH 等参数调用相应功能子程序。
INT 11(入口:F000,F84D)	查阅设备配置容量。(在 AX 中)即 40,13~14 单元内容。
INT 12(入口:F000,F841)	查阅系统内存容量(在 AX 中)以 KB 为单位,即 40,13~14 内容。
INT 13(入口:F000,EC59)	软硬盘 I/O 驱动程序。设置 AH 等参数,调用和检查软硬盘各功能。
INT 14(入口:F000,E739)	RS-232I/O 驱动程序,设置 AH 等参数调用和检查其各功能。
INT 16(入口:F000,E82E)	键盘 I/O 驱动程序。
INT 17(入口:F000,EFD2)	打印机 I/O 驱动程序,设置 AH 等参数,调用和检查其各功能。
INT 19(入口:F000,E6F2)	磁盘引导程序,引导 DOS。
INT 1A(入口:F000,FE6E)	置日期和时间。

§ 2.3 ROMBIOS 系统参数的使用

ROMBIOS 程序的数据参数设定在 DS=40H 数据段中,在 BIOS 运行时,将加电自诊断测试的结果、系统程序配置情况和操作结果存放在这些参数区内,供系统程序判别。维修人员应该珍惜系统提供的这些有价值的参数,随时查阅,以供分析故障之用。

例如用户查阅 40:000~000F 单元和 40:0011 单元可以了解串行通讯适配器和打印机适配器是否连接上,如果连上,则说明它们的数据口正常(但控制口和状态口未经检测),并指出它们的数据口地址及其连接的数量。用户查阅 40:0010 单元可以检查系统板上开关 SW8-1 是否设置正确或开关接触是否良好。用户查阅 40:49~66 单元内容可了解显示器的各种参数,等等。

表 2.2 给出了常用的系统参数定义。

表 2.2 常用的系统参数

数据段 DS=40

地址	参数定义	注 释
0000	RS232-BASEDW4×DUP(?)	存放联机的 RS-232 的 I/O 基地址 2F8H 和 3F8H
0008	PRINTER-BASEDW4×DUP(?)	存放联上的打印机基地址 3BCH,378H,278H(即数据口)

地址	参数定义	注 释							
0010	EWQIP—FLAGDW(?)	存放系统硬件配置数量,其中 40:0010 存放 SW8—1							
		8,7	软盘数	6,5	显示方式	4,3	主板 RAM	2	1
		00	1	00	无 CRT	00	64K	0 无 8087	0 循环自检
		01	2	01	彩色 40×25	01	128K	1 有 8087	1 启动软盘
		10	3	10	彩色 80×25	10	192K		
		11	4	11	单色 80×25	11	256K		
		40:0011 存放选件数量							
		8,7		6		4,3,2		1	
		打印机数		/		游戏机		RS-232 数量	
0013	MEMORY—SIZEDW?	存放系统存储器总容量(KB 为单位)							
0015	MFG—ERR—FLAGDB?	设出错标志							
003E	SEEK—STATUSDB?	寻道状态。BIT0~3=驱动器 0~3,BIT7=1 发生中断;BIT=0 下次寻首要回 0 首校准							
003F	MOTOR—STATUSDB?	马达状态。BIT0~3=驱动器 0~3,BIT7=1,当前为写操作;BIT=0,当前为读操作							
0040	MOTOR—COUNTDB?	驱动器马达关闭计数器(值变化)							
0041	DISKETTE—STATUSDB?	盘操作结束的出错标志							
		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
		FDC 超时	寻道失败	FDC 失败	CRC 读出错	DMA 超时	所需扇区未找到	地址标志未到	I/O 命令参数非法
		Bit3=Bit0=1,DMAC 出错;Bit1=Bit0=1,写保护							
0042	NEC—STATUDB 7DUP(?)	存放盘操作的结束状态字,按命令不全,最多 7 个。如读/写操作,依次放 ST0,ST1,ST2,C,H,R,N 字节							
0049	CRT—MODEDB(?)	CRT 显示方式:00——40×25 黑白、01——40×25 彩色 02——80×25 黑白、03——80×25 彩色 04——320×200 彩色、05——320×200 黑白 06——640×200 黑白、07——80×25 单色高分解							
004A	CRT—COLS DW?	屏幕列数							
004C	CRT—LEN DW?	刷新存储器字节长度							
004E	CRT—START DW?	刷新缓冲区首地址(对应显示页上 0 行 0 列)							
0050	CURSOR—PSON DW8DUP(?)	存放 8 页的光标位置(行列号)							
0060	CURSOR—MODEDW?	当前光标的起始行和终止行							
0062	ACTIV—PAGEDB?	当前的页号							
0063	ADDR—6845 DW?	当前显示器基地址(3B4 或 3D4H)							
0065	CRT—MODE— SETDB?	当前屏幕方式(3B8 或 3D8 内容)							
0066	CRT—PALETTEDB?	当前彩色值							
0068	INTR—FLAGDB?	存放硬盘中断发生的级别标志(8259A)							

§ 2.4 系统自诊断测试过程(POST 程序)

§ 2.4.1 POST 程序的作用和组成

加电自诊断测试程序 POST (POWER—TEST) 是 ROMBIOS 程序的主要部分。系统冷启动或热启动首先进入自诊断测试程序,其容量约为 2KB(F000:E05B~E725)。

POST 程序的作用是对系统的主要硬件模块作功能检查,以保证机器进入正常运行状态。

POST 包括以下几方面的内容:

- ①检查 8088 全部通用寄存器、段寄存器和标志寄存器。
- ②检查计数器 8253、DMA8237 和刷新定时功能。
- ③检查存储器,包括 8K ROMBIOS 代码、32K ROMBASIC 代码、主板和扩展存储器 RAM 作 AA、55、FF、01 和 C0H 五种图形的测试。显示 RAM 也作上述五种图形检查。
- ④检查视频信号或帧同步信号。
- ⑤检查中断控制器 8259A 功能。
- ⑥检查磁复位和寻道功能。
- ⑦检查打印机和 RS-232 适配器(数据口)。

如果上述各项检查(除⑦外)通过,机器便进入磁盘引导加载,转入操作系统或 BASIC 运行,否则将转入错误处理。

图 2—1 为系统 ROMBIOS 自诊断测试程序流程。图中详细地指出了系统中被测的功能部件及出错的处理方法。它仅是一个粗框图。各功能部件检测的详细过程及其初始化的方法详见 ROMBIOS 程序清单(从略)。

开始加电,电源就绪信号 POWERGOOD 经时钟发生器 8284A 向处理器 8088 输出一个复位信号 RESET。这个硬件复位信号有足够时间使 8088 处于初始化状态,此时 8088 的代码寄存器 CS 的值变为 FFFF,使指令指针 IP 的值为 0000H。于是 CPU 由 FFFFF0 单元开始执行程序。顺序读出放在 FFFF0 为始地址的 5 个单元指令(JMP F000:E05B),从而转至 F000:E05B,即 POST 程序(标号为 START)入口。

测试分二个步骤进行。第一步骤:先检查 8088CPU 和 8K ROMBIOS,以确保 CPU 正确执行 ROMBIOS 的程序。再检查 8253 和 8237,产生 15 μ s 刷新定时信号,然后检查基本 16KB RAM(0000~03FFFH)使机器具有基本运行的环境。第二步骤:先检查显示器子系统(指显示缓冲器和视频、同步信号)。再检查 8259A、定时器 8253—0、键盘功能,检查其余所有 RAM、可选 ROM 和 32K ROMBASIC,检查软盘子系统复位和寻道功能。至此 BIOS 自诊断测试完毕进入磁盘操作系统的引导。由上可知,诊断次序是从处理机模块开始向存储器 and I/O 引伸。这种逐步深入、逐步扩展的检查方法也可以应用到维修之中。

§ 2.4.2 POST 程序对错误的处理方法

在 BIOS 自诊断测试中,以显示器是否出现光标为分界线,将 IBM-PC/XT 故障分成严重性的错误和非严重性错误。POST 程序对这两种(或者说这二个测试步骤)错误的处理方法是不同的。