

计算机工作原理半月通

(第二版)

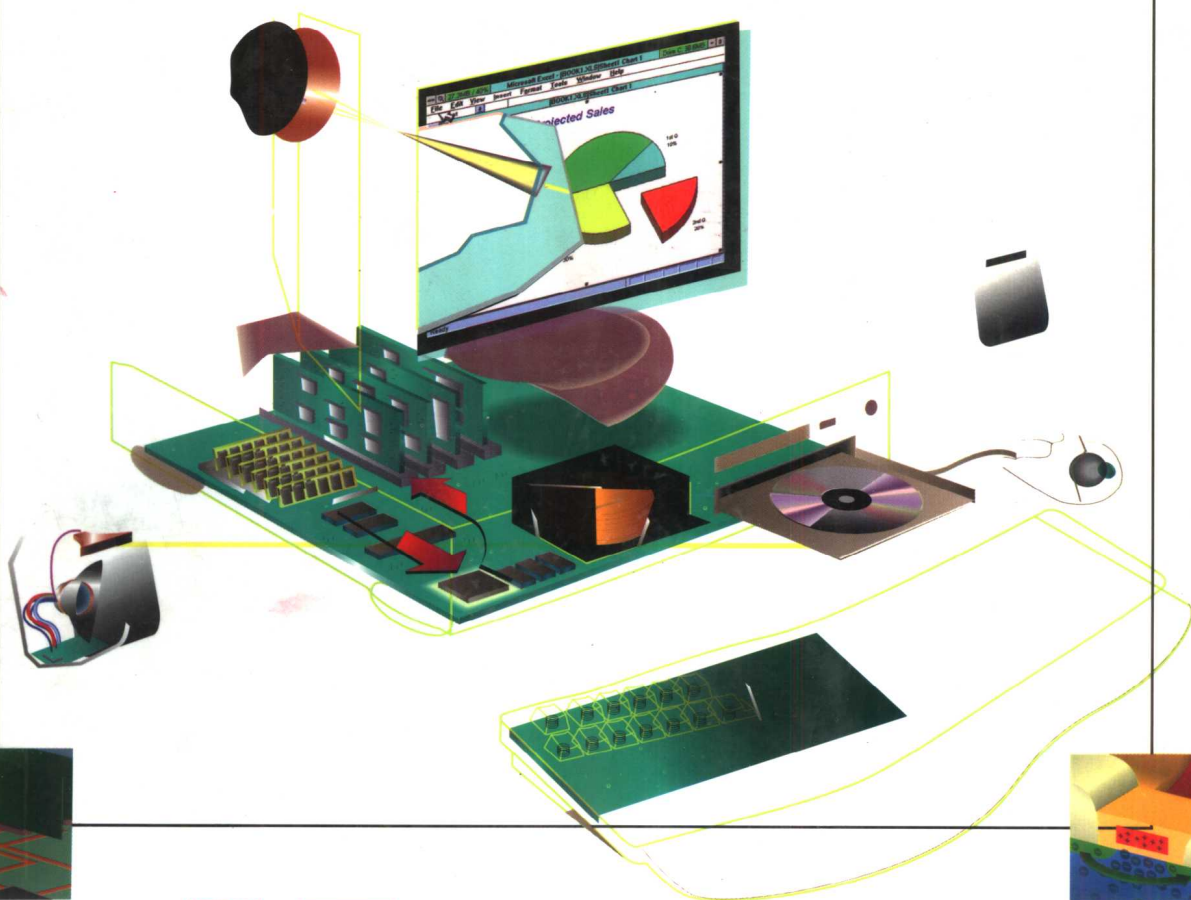
HOW COMPUTERS WORK (Second Edition)

[美] RON WHITE 著

肖文贵 肖丹 译

吴远珍 肖锋

石祥生 校



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

计算机工作原理半月通

(第二版)

HOW COMPUTERS WORK

(Second Edition)

[美] RON WHITE 著

肖文贵 肖丹 译

吴远珍 肖锋

石祥生 校



電子工業出版社

内容简介

本书是ZD公司的一套最新的科普读物之一。它用通俗易懂的语言使你了解计算机是如何工作的，帮助你探测它的内部奥秘。本书反映当前计算机技术的最新成果，如多媒体、网络、染料升华彩色打印机、软性和磁-光型磁盘、投币自动式CD-ROM驱动器。这些新技术不仅使一般读者大开眼界，而且对有关专业人员也大有启迪。



Copyright© 1995 by Ziff-Davis Press. All rights reserved.

Ziff-Davis Press and ZD Press are trademarks of Ziff Communications Company.

本书英文版由美国Ziff-Davis Press出版，Ziff-Davis Press已将中文版独家版权授予北京富国电子信息有限公司。未经许可，不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

计算机工作原理半月通

(第二版)

HOW COMPUTERS WORK

(Second Edition)

[美] RON WHITE 著

肖文贵 肖丹

吴远珍 肖锋 译

石祥生 校

责任编辑 张丽

电子工业出版社出版

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京富国电子信息有限公司排版

开本：787×1092毫米1/16 印张：13.25 字数：310千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数：0001-4000册 定价：22.00元

ISBN 7-5053-3410-7/TP·1328

著作权合同登记号

图字：01-96-0112号

引言

在我快要结束本书的第一稿时，我仓促地删掉了一些有关描述当时就已出名的双速CD-ROM驱动器和局部总线视频技术的章节。自然我只得暂停第一版的出版，以便能有时间在深度上充实这些技术的新进展的内容。但只此尚未完全解决问题，因为当时我已修订完第一版，以便能包括新的PC硬件。但是这些新技术如雨后春笋般地不断涌现出来，我已无法再拖延书的出版时间，来补充更多、更新的内容。

很清楚，只有计算机杂志才能尽可能及时地反映这些新技术的进展。对于使用计算机的任何人来说，技术的迅速发展无疑是天赐良机。一旦我们在用计算机解决问题时碰壁，新技术就会出现在我们面前来推倒这堵墙。局部总线数据传输，快而大的磁盘驱动器和新型的处理器的仅是这种新技术浪潮中的几朵浪花而已。

现在计算机的世代不是以年计算，而是以月计算的了。因此本书第二版所包括的内容是大多数人在几年前甚至连做梦也未曾见到过的硬件。其中许多新的发展是如此的重要，以致于很难选择哪个是最有价值的。排在最前面的当然是多媒体音像技术，它把CD-ROM从只携带大量的文稿和数字转变成集声音、音乐和活动图象于一体的魔盘。本书就有一章是专门论述多媒体技术的。

本书中的一些新发展是Internet、VESA和PCI局部总线传输和奔腾处理器。另外一些新技术虽然不是那么警世骇俗，但在本书中仍占有重要的一席之地，这些新技术是：软性磁盘驱动器、染料升华彩色打印机、投币自动式CD-ROM驱动器。

当我快要完成这个前言时，也就是为本版书写完最后一段时，我就知道在本书到达书店之前还会有我希望能够搜集进本书的若干新技术出现。P6处理器在最近将是技术竞技场上的一匹黑马。虽然我对厂商许诺的从奔腾处理器向P6处理器过渡是渐进的这一点感到放心，但毕竟这是一场具有革命意义的转变。远程通信和Internet正以日泻千里之势向前发展，几乎使有关它们的一切技术书籍都显得陈旧过时。但本书中有关Internet的章节，如果只是全面性不够的话，至少在近几年内不会因陈旧而过时。

甚至在我写本书时我就知道，CD-ROM技术如此突飞猛进势必很快就会有能存贮更多数据、能作为音响、电视和计算机数据交换手段使用的CD出现。目前有关CD如何保存数据的论战正如火如荼地在进行，但本书没有时间记下

这场论战的胜利者。

我想节录第一版中的一段话作为结论，当时表达感想依然贴切和真实：

魔法师们有他们的魔杖——一种威力无比，但对他们自己也是一种有着潜在生命危险的法宝。巫婆们也有她们一套熟悉的招术——将野物伪装成家畜，但野物一旦兽性发作，也会使巫婆自食其果。玄念大师有他们的精灵——一种用和木材混合成的灵物，能按主人的吩咐行事。

我们也有我们的个人计算机。

PC也是一个神通广大的精灵，通常它用C: >提示符敲出魔术般的咒语，或者用上窜下跳的精灵——鼠标器来完成那些如果没有某种自然神力的帮助、我们这些凡夫俗子连想也不敢想的任务。甚至在计算机成功地执行我们的命令时，“是不是有妖术作怪”这一念头一直在扰乱我们。

有时我们的PC又像一个恶作剧的小丑，打开了关押魔鬼的地狱之门，把我们精心布好的数字八卦阵和巧夺天工的图案搞得一片狼藉、面目全非。此情此景，真让我们相信是在玩一种只有神仙才敢玩的魔瓶；稍有不慎，就会酿成弥天大祸！

本书以两个思想为基础。第一个思想是我们懂得的要比我们不懂得魔术更安全和更有威力。这不是一本直述式的使用手册，不要为解决某个问题而在本书中寻求具体指示。但如果你对计算机的细节知道得愈多，则在出现差错时就愈容易对付。本书的第二个思想是“书中自有黄金在，无穷乐趣从中来”。本书是为解除你每天几个小时“坐在佳人前，不知其芳心”的苦闷而写的。如果本书能为你排忧解难，那就是作者的最大安慰了。

虽然我相信魔术师将把戏后面所隐藏的秘密曝光后，不致于使他的表演失色。但同时也有真正的危险，因为神秘和知识一样使人深信不疑。所以我不想使你读完本书后，在你用PC进行宏伟而新奇的工作时失去奇异之感。我希望的倒是本书能使你成为一个自信心十足的魔术师。

尽管硬件技术的进步是有目共睹的，但第一版的第一段开场白仍然真实可信：

任何真正先进的技术是很难与魔术相区别的！

——Arthur C.Clark

阅读前请注意：

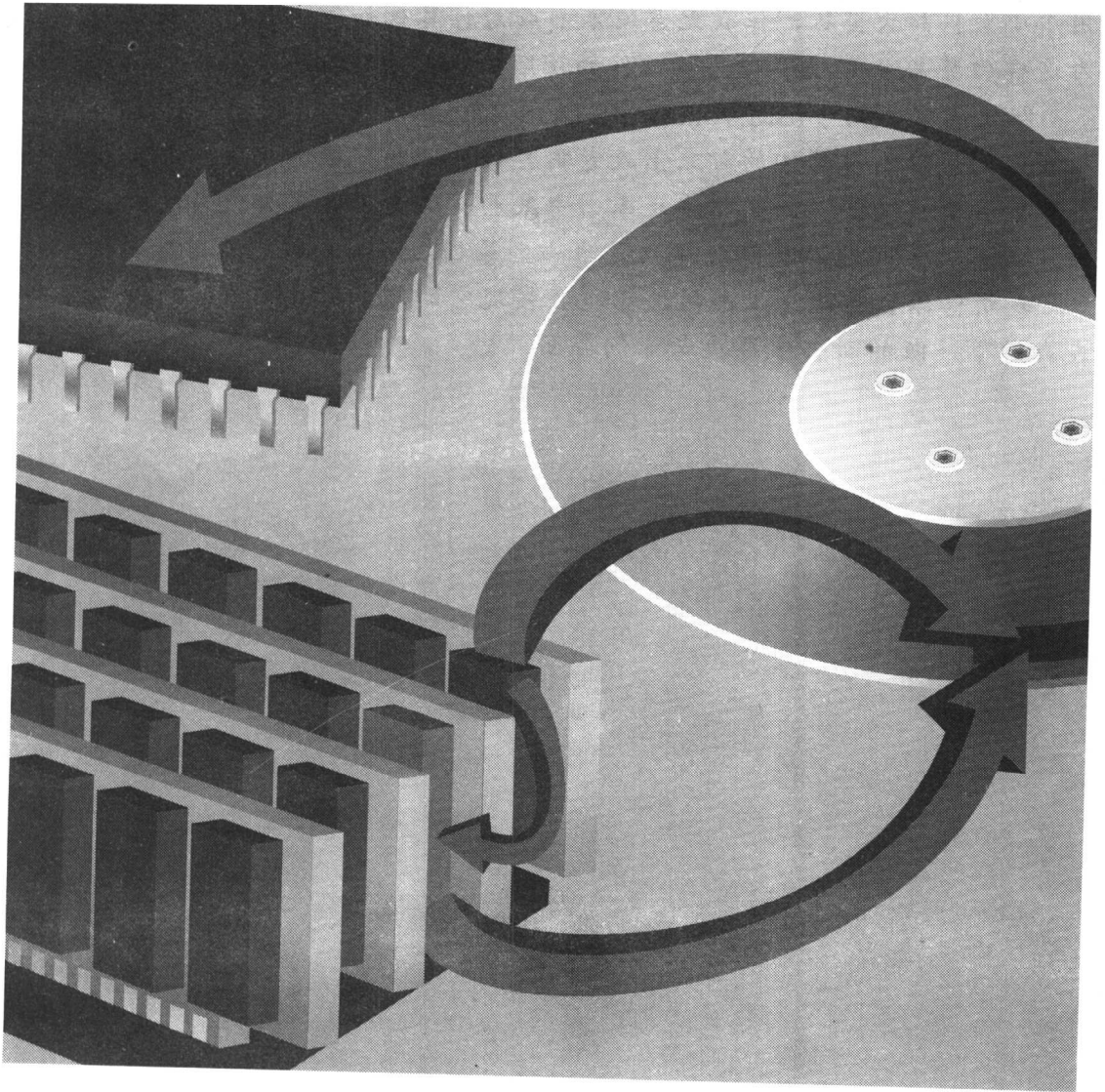
本书是针对特定的个人计算机——IBM PC兼容机而写的，通常这类型号的计算机配备的是Intel微处理器，并且经常运行MS-DOS操作系统和某种版本的Windows，因此书中阐述的许多具体问题只适用于该类型及其相关的硬件。

一般地说，书中的阐述也适用于Micintosh计算机、Unix工作站，甚至也适用于小型机和大型机，但我无意使本书成为计算机如何工作的通用说明。因为这样作势必会有损于对具体硬件的理解。

即使这样，由于IBM /Intel /MS-DOS的PC世界中的型号繁多，我不得不把我的阐述限制在具体的对象上或者把具体情况的范围加以延伸，使之阐述尽可能具有广义性。如果你发现本书中某些叙述有不当之处，我必须请求原谅，我对具体问题的有限解释权是唯一的原因。

我相信你会喜欢这本书的，你还会发现它的内容新颖之处。希望几年后在我的下一版的新书中再次与你们会面。

052914



致 谢

“计算机如何工作”曾作为一个称为Help的新栏目刊载在1989年的PC/Computing上。如果我们早知道有一种最好的方法能图解计算机各部件和软件是如何工作的话，我该会是多么的高兴；可惜当时我们不知道。很长一段时间，我都在想重作我们早先作过的一些工作。这本书就给了我这样一个机会，使我能将PC/Computing中登载过的一些随意性的题目以一种合理编排的顺序重献给读者。

虽然我有优先发表这本书的权利：但几年来许多人都曾作过一些工作，对他们做过的研究和解释表示感谢。向Herb Brody、Brett L.Glass、Preston Gralla、Christine Grech、Marty Jerone、Raymond Jones、Matthew Lake、Jack Nimersheim、Randy Ross、Stephen Sagman、Jan Smith、Dylan Tweney、Dougvan Kirk、Mark L.Van Name和Bill Catchings以及Kenan Woods表示深切的谢意。

我还要感谢PC工业界的许多朋友，正是他们无私地奉献其知识、图表和手稿，才使得本书精确无误。并对本书编辑出版过程中给予极大帮助的PC/Computing的编辑们和推动本书问世的前出版商Mike Edelhart，以及对我那种在插图和章节编号上粗枝大叶的“骑士”作风总是抱宽容态度的ZD出版公司的Juliet Langly、Cindy Hudson、Melinda Levine和Valerie Perry，以及给予我大力支持的我的助手Margaret Ficklen一并表示万分的感谢。对给我以极大鼓励和耐心整理我的手稿的妻子Sue表示深切的谢意。最后还对指出本书第一版中错误和写信赐教的读者们表示感谢。

我早就知道，一位作者的技巧在很大程度上取决于他对别人经验教训的借鉴能力。除了一些编辑和自由撰稿人对本书有贡献外，还有三本书对PC内部细节特别有价值，即：Peter Norton著的“*Inside the IBM PC*”、John Woranm著的“*The PC Configuration Handbook*”、Winn Rosch著的“*The Winn Rosch Hardware Bible*”。David Macaulay著的“*The Way Things Work*”也是很有帮助的，因为它不仅以其计算机的内容丰富的阐述见长，而且还提供了一个把内容与表达技巧完美结合的范例。

最后，如果没有Timothy Edward Downs和Sarah Ishida的艺术加工，本书就不会像现在这样精美绝伦。他们不仅把我这本粗雕之作变成色彩鲜明、内容丰富的插图世界，而且也把它加工成惊人的科普之花。

Ron White
San Antonio

目 录

引言

第1部分 自举过程

第1章

加电自检工作过程

第2章

磁盘引导工作过程

第3章

“即插即用”工作原理

第2部分 微型芯片

第4章

晶体管工作原理

第5章

RAM工作原理

第6章

计算机如何完成加法运算

第7章

微处理器的工作原理

第8章

CISC和RISC处理器的工作原理

第3部分 数据存贮器

第9章

磁盘存贮器如何工作

第10章

软盘驱动器如何工作

第11章

硬盘驱动器如何工作

第12章

磁-光盘和软性盘驱动器如何工作

第13章

后援磁带驱动器如何工作

第4部分 输入/输出设备

第14章

总线如何工作

第15章

键盘如何工作

第16章

计算机显示器如何工作

第17章

串行口如何工作

第18章

并行口如何工作



第19章

鼠标器如何工作

第20章

调制解调器如何工作

第21章

扫描器如何工作

第22章

数字摄影机如何工作

第23章

PC卡(PCMCIA卡)如何工作

第5部分 多媒体技术

第24章

CD-ROM驱动器如何工作

第25章

多媒体声卡如何工作

第26章

多媒体图象卡如何工作

第6部分 网络

第27章

LAN的拓扑结构

第28章

Internet网如何工作

第29章

磁盘阵列如何工作

第7部分 打印机

第30章

位图字体和轮廓字体的工作原理

第31章

点阵式打印机如何工作

第32章

激光打印机如何工作

第33章

彩色喷墨打印机如何工作

第34章

腊热感式打印机如何工作

第35章

染料升华彩色打印机如何工作

131

134

142

146

151

154

162

166

173

176

182

186

190

194

198

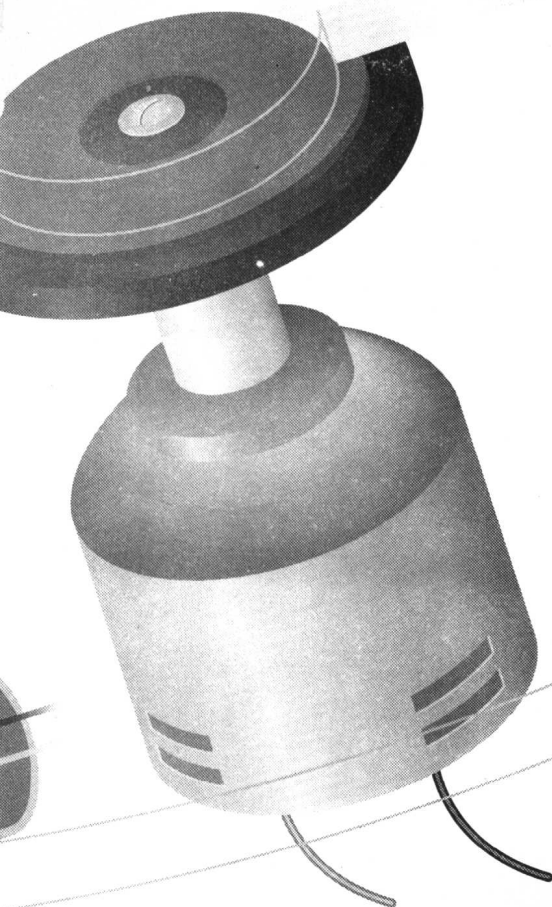
106

110

116

122

126



1

自举过程

第一章：加电自检工作过程

4

第二章：磁盘引导工作过程

12

第三章：“即插即用”工作原理

18

在你的个人计算机加电前，所有的金属板、塑料和金属印制线、以及微型硅片等都是一堆没有生气的东西。当你按下电源开关时，一个仅有3到5伏的电脉冲就发起一连串的神奇的事件，带你遨游现代化的“太虚幻境”。

虽然加电能激起PC的生命之火，但一开始PC仍处在朦胧之中，开始正常工作时，它才恢复知觉，开始摸一下手臂和腿是否都在，所有的关节是否还灵活。但此时除了检查自己所拥有的资源外，刚睡醒的PC仍然什么活也不会干，更谈不上智慧过人了。刚睡醒的PC充其量不过是去向智慧之神——操作系统求救。这位智慧老人给毛头毛脑的PC注入灵气，佩上盔甲，使之成为一个活灵活现的变形金刚。此时才开始给它进行应用软件方面的正规教育，教它如何比人干得快，比人干得更完美，让其青出于蓝而胜于蓝。

但并非所有类型的计算机每次加电都得经受这一痛苦的再生过程。你经常会碰到许多这样的计算机，她们一加电就是一些楚楚动人的佳人，你以为他们不是计算机，但他们却是：计算器、汽车上的电点火器、微波炉上的计量器、VCR上的老谋深算的编程器。

你的台式计算机和那些单片计算机之间的差别就在硬接线上。那些只完成一项任务的计算机——干这项任务时效率特好——都是硬接线的，但这意味着他们只是一些能服侍其“主人”的奴仆，而不是一个智多星。

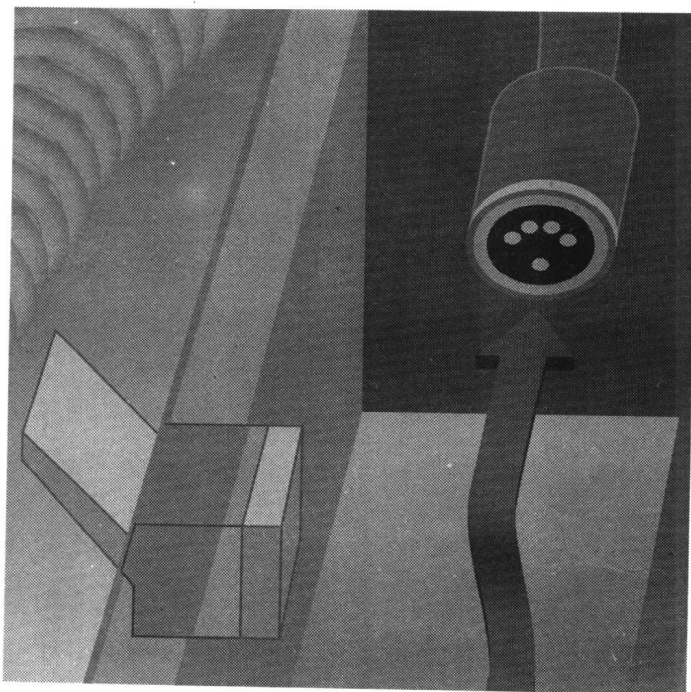
什么东西使你的PC在一加电后就立即成为如此神奇的设备？是一块名叫tabula rase的智能件，能按你的设计意图作任何事情；或者更确切地说，是以一个专职程序员进行创造性的工作。你可以把他想像成为一台计算器，艺术大师的一块油画布，神奇的打字机，从不出错的会计师，以及形形色色的工具。为了把他从一个人转给另一个人只要将埋在芯片内的显微开关进行设置即可，但实际工作时只要键入一条命令或者在显示屏上的某个细小的图符上按一下你的鼠标器就可以了。

但这种智能又是何等的脆弱和短命！试想一下，这数以千万计的显微开关都要及时地随电流波而不断地翻来复去，其中只要一个显微开关误动作，这个外强中干的精灵就会颤栗不已，只要轻轻地碰一下断电开关，刚才还生气勃勃的精灵一下子就成了一具僵尸。

然而当你再次接通电源时，一个活灵活现的精灵又会出现在你的面前。



第 1 章 加电自检 工作过程



当你按下PC加电开关时，头几秒钟似乎什么事情也没有发生。其实，你的计算机正在进行一系列复杂的操作，以断定它的所有元件都在正确地工作；如果有一点不对头，就向你报警。此操作还只是一个更复杂的、名叫自举过程中的第一步。自举这个词来自于人都是靠自身的“自举”机构而站立起来的这一思想。在PC中，自举能力是必须有的，因为PC必须有某种方法能把自己所有的元件激活，以便能完成加载操作系统这一目的。然后操作系统承担起那些单靠自举代码是无法完成的更复杂的任务，其中包括使PC的硬件和软件进行交互作用。

但是在你的PC能加载操作系统之前，它必须确信它的所有硬件都在运行，CPU（中央处理器）和存贮器都能正确工作。这一工作叫加电自检（POST）。

加电后PC要作的第一件事就是POST。如果某个元件有故障，你就会收到第一个告警，当POST从显示器、存贮器、键盘或其它基本元件检测到一个错误时，它就在你的显示器上、以提示信息的形式报警——如果你的显示器也卷进此故障中，则以一串嘟嘟声来报警。不管是嘟嘟声还是显示屏上的提示信息都不能很明确地告诉你是什么故障。因为设计它们的目的是向你指出故障元件的大致方位。

一个嘟声再加上显示屏上出现正常的DOS提示符表示所有的元件都已通过POST测试。但不断的短嘟嘟声和长嘟嘟声交替出现通常表示有问题。即使一点嘟嘟声都没有也表示有问题。

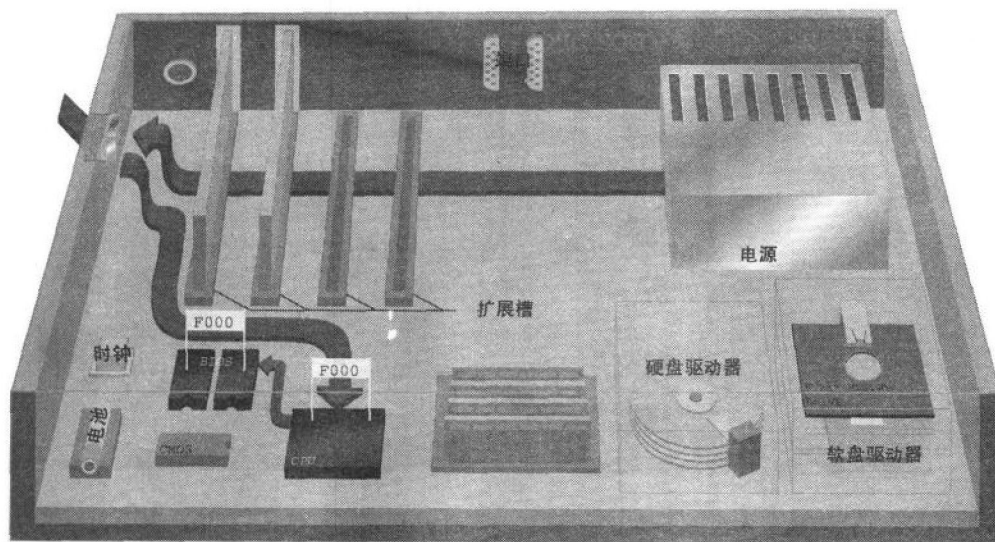
下表告诉你如何翻译短嘟嘟声（·）、长嘟嘟声（-）或无嘟嘟声。

嘟嘟声	显示器	故障范围
无	无	电源
无	只有光标	电源
无	DOS提示符	扬声器
·	DOS提示符	正常
·	BASIC屏	磁盘
· -	无	监视器
· ·	无	监视器
· ·	示错码	通常是存贮器
几个·	305示错码	键盘
几个·	其它什么内容	电源
连续不断地嘟嘟声	其它什么内容	电源
- ·	其它什么内容	系统板
- · ·	其它什么内容	监视器
- · · ·	其它什么内容	监视器

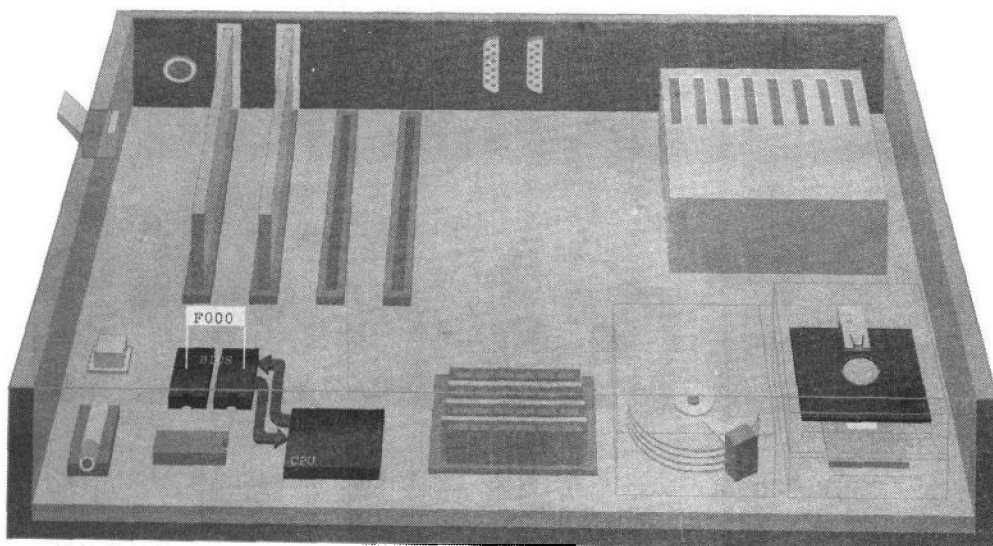
如果没有提示信息出现或是没有嘟声，这并不表示你的系统的所有硬件都工作正确。**POST**只能检测大多数一般性错误。它能告诉你硬盘是不是按照要求装好，但它不能告诉你驱动器的格式化方面的问题。

总之，**POST**并不是想象中的那么神通广大，这是因为大多数**PC**工作非常可靠，以致于**POST**报警非常罕见。**POST**的好处是很微妙的，但又是决不可少的基础设施。没有它，你对**PC**执行任务的正确性和可靠性永远心中无底。

加电自检



- 1** 当你的PC加电后，电信号沿着到CPU的固定编程路径去清除芯片的内部存储器寄存器的残留数据。电信号将名叫程序计数器的CPU寄存器重新置位成特定的数。如果是AT型PC和更新的机型时，程序计数器中的这个特定数是F000，程序计数器中的数通知CPU下一个要处理的指令的地址。在本情况下，下一个地址就是固定存储在—组ROM芯片（只读存储器）上的自举程序的开始地址F000。这组ROM芯片含有基本输入/输出系统（BIOS）。



- 2** CPU用该地址找到并调用ROM BIOS自举程序，该程序反过来又去调用一系列系统检查程序，即加电自检程序（POST）。CPU首先检查自己，POST程序读出不同单元内的代码，并将此代码与完全等同的固定记录进行对照检查。