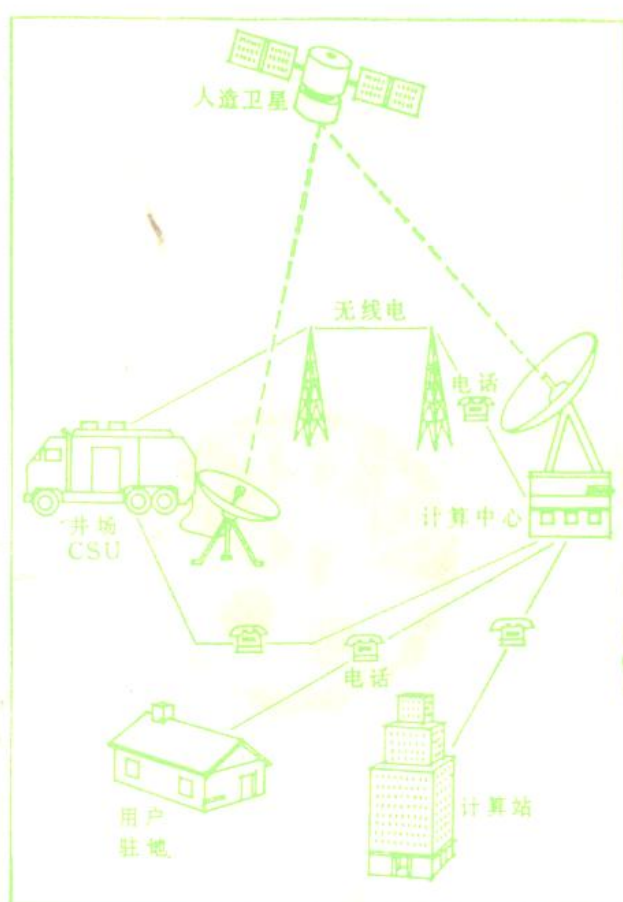


数控测井简明教程

殷修刚 编 冯启宁 审



石油大学出版社



数 控 测 井 简 明 教 程

殷修刚 编 冯启宁 审

石 油 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书较全面地介绍了车载计算机测井装备,内容包括:微机的基本原理;CLS数控测井系统;DDL-III数控测井系统;CSU数控测井系统。第一章讲解微机的入门知识,为学习后续章节奠定基础。然后分别介绍三种典型数控测井系统的硬件配置、软件结构、野外操作及井场资料处理,并配有丰富的插图,测井实例,人一机会话过程及屏幕菜单说明,同时还介绍了部分下井仪器。这些高层次的测井装备反映了八十年代测井技术的新水平。

本书实用性、适应性较强,具有取材新颖、条理清晰、通俗易懂、深入浅出的特点。可作为测井工程技术人员的参考书和大专院校测井专业的师生用书。

数控测井简明教程

殷修刚 编 冯启宁 审

*

石油大学出版社出版

山东省东营市

山东省新华书店发行

石油大学印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 13印张 333千字

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数 1—4 500册

ISBN7-5636-0104-X/TP·04

定价: 2.65元

前 言

随着测井技术的迅猛发展,在我国推广使用车载计算机测井系统已成大势所趋。据统计,截止到1988年底,我国拥有CSU数控测井系统十九套,CLS数控测井系统二十套,DDL-Ⅲ数控测井系统十余套。在新技术革命浪潮的冲击下,随着测井装备的引进、消化和吸收,使许多高科技产品不断渗透到测井领域,有力地推动了测井装备的更新换代。国内近年来相继研制成功多种不同层次的数控测井仪,这些新的测井设备性能日臻完善,工艺日趋成熟,批量不断扩大。相对于“独霸”测井现场三十年之久的多线电测仪而言,车载计算机测井系统使测井技术产生了“质”的飞跃,主要表现在测井操作的自动化,信息采集、处理的数字化。因此,迫切需要有一本全面介绍这三种典型数控测井系统的中文教材,供测井新技术培训使用。

三种典型的数控测井系统(CLS,DDL-Ⅲ,CSU)都是以小型计算机为核心,再配以若干外围设备组成的。在整个测井装备中,计算机及其通用的外围设备所占的比例是相当大的。而且,从目前的发展趋势看,小型机将被高档微机所取代。例如美国的哈里勃顿公司(包含原吉尔哈特公司,)新推出的HLS数控测井系统,就采用了32位微机和高分辨率彩色显示器;国内生产的各种数控测井仪也采用了微型机。因此,本书第一章首先简明、扼要地讲述微型计算机的基本原理,以作为学习上述技术的入门向导,为进一步学习数控测井仪扫清障碍。在具体介绍每一种数控测井系统时,着眼点放在操作及使用上,不涉及高深的理论基础和烦琐的数学分析。从用户的角度出发,扼要地介绍了计算机及其通用外设,比较详细地讲述了测井专用设备。考虑到国产数控测井仪尚未完全定型,故本书暂未收入。

在现场调研期间,得到了胜利石油管理局测井公司张志荣同志和张洪明同志的大力支持,对编写本书的指导思想和方法提出了宝贵意见。

本书由杨思伟同志审阅了第一章和后续章节中有关计算机的内容;高效曾同志和凌佩杰同志审阅了第二章;金国基同志审阅了第三章;石油大学冯启宁付教授统一审校了全书。张庚骥教授、雍世和付教授给予热心指导。各位专家、教授对初稿提出了许多宝贵意见。在编写过程中,邱乃树同志提供了第三章的测井实例,并给出了部分井场操作步骤。吕幸端同志整理了测井实例中的插图,同时参加了审稿工作。刘振宇、贾生平、方胜兵、卢金来、王志祥、刘伯亭等同志先后提供了原文资料并给予指导。郭洪芳、陈序三、高喜、葛孚云和陈洪霞同志给予热心帮助。在此谨向以上诸位同志表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中一定存在错误及不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

1989年11月

目 录

绪言	1
第一章 微型电子计算机是怎样工作的	4
第一节 什么是微型电子计算机	4
一 微型计算机与微型计算机系统的基本概念	4
二 微型计算机系统的硬件组成	7
三 微型计算机系统的软件组成	9
四 微型计算机的简单工作过程	11
五 微型计算机主要技术特性	11
第二节 电子计算机在测井中的应用	12
一 计算机在下井仪器中的应用	12
二 计算机在地面仪器中的应用	13
三 计算机在测井资料处理解释中的应用	14
第三节 微型电子计算机的内存储器	14
一 存储器的种类和用途	14
二 内存存储器的结构及工作原理	15
第四节 微型电子计算机的“心脏”——中央处理机	19
一 中央处理机芯片	19
二 揭开中央处理机的秘密	20
第五节 微型电子计算机的外围设备	24
一 键盘	24
二 CRT显示器	25
三 磁盘机	26
四 打印机	27
第一章思考题和习题	28
第二章 CLS数控测井系统	29
第一节 什么是CLS数控测井系统	29
一 CLS数控测井系统概述	29
二 CLS数控测井系统的特点	31
第二节 CLS数控测井系统的主要硬设备	32
一 计算机	32
二 3785/3796硬磁 盘 机	32
三 3753磁带机	33
四 3759/3760绘图仪	34
五 3762 CRT 显示器	35
六 3756/3787电传打字机	36

七	3766信号模拟器	37
八	3765接线控制面板	39
第三节	CLS测井系统使用的3782计算机	42
一	有关3782计算机的一般技术说明	42
二	主机与外围设备之间的信息传送	42
三	3782计算机的前面板控制	43
第四节	CLS数控测井系统的下井仪器专用接口	44
一	下井仪器专用接口概述	44
二	模拟信号通道	46
三	脉冲信号通道	48
四	脉冲编码调制信号通道	49
五	声波测井信号通道	53
第五节	CLS测井装备的深度系统	59
一	深度测量系统概述	59
二	测井方向分辨电路及深度时钟的产生	64
三	手动校正	65
四	自动校正	66
五	YO-YO校正	66
六	深度信息的传送与记录	68
第六节	CLS数控测井系统的软件	69
一	CLS系统配备了哪些软件	69
二	现场测井服务程序FSYS	70
三	测井服务表	72
第七节	CLS数控测井系统配置的下井仪举例	76
一	1609系列声波测井仪	76
二	1311系列自然伽马测井仪	79
三	2213系列密度测井仪	81
第八节	CLS数控测井系统的操作及现场资料处理	83
一	测井准备工作	83
二	系统的刻度、校验与测井	84
三	现场测井资料的处理解释	93
第二章	思考题和习题	101
第三章	DDL-Ⅲ数控测井系统	102
第一节	什么是DDL-Ⅲ数控测井系统	102
一	DDL-Ⅲ数控测井系统概述	102
二	DDL-Ⅲ数控测井系统的用途	104
三	DDL-Ⅲ数控测井系统的特点	105
第二节	DDL-Ⅲ数控测井系统的主要硬设备	105
一	计算机	105
二	九轨磁带机	105

三 盒式磁带机	107
四 CRT记录仪	108
五 实时显示器 (RTD)	109
六 HP 150 终端	110
七 开关矩阵	111
八 射孔面板	111
九 接插面板	113
第三节 DDL-Ⅲ数控测井系统使用的主计算机HP-1000 A900	114
一 有关A900计算机的一般技术说明	114
二 A900计算机与系统中外围设备的连接	115
三 A900计算机的内部控制开关	117
第四节 仪器输入/输出控制器 TIOC	118
一 仪器输入/输出控制器的原理方框图和结构	118
二 仪器输入/输出控制器的用途	122
三 五种类型的测井信号在TIOC中的转换及加工	122
四 TIOC面板的控制器及指示器	127
第五节 下井仪跟踪系统	128
一 下井仪跟踪系统的基本原理	128
二 下井仪跟踪系统的操作	130
三 下井仪跟踪系统的接口	132
四 下井仪跟踪系统的特点	134
第六节 DDL-Ⅲ数控测井系统配置的下井仪器举例	134
一 自然伽马/中子/水泥胶结组合测井仪	134
二 1英寸环空组合测井仪	142
第七节 实时执行系统	145
一 实时执行系统的概况	145
二 操作系统模块	147
三 系统的装载及运行	150
四 DDL-Ⅲ系统的软件设计特点	152
第八节 DDL-Ⅲ数控测井系统的现场操作	152
一 多级菜单式操作方式	153
二 井场操作过程	156
第三章思考题和习题	162
附录 DDL-V数控测井系统简介	164
第四章 CSU数控测井系统	169
第一节 什么是CSU数控测井系统	169
一 CSU数控测井系统概述	169
二 CSU数控测井系统的用途	171
三 CSU数控测井系统的特点	173
四 CSU数控测井系统的发展	173

第二节 CSU数控测井系统的主要设备.....	173
一 PDP-11/34小型计算机.....	173
二 磁带机子系统.....	175
三 光学记录子系统.....	176
四 键盘/打印机.....	176
五 下井仪器接口子系统.....	176
六 深度子系统.....	181
七 发电机.....	182
八 磁盘机子系统.....	182
第三节 电缆通讯系统.....	182
一 CTS系统的组成及基本工作原理.....	183
二 CTS系统的特点.....	188
三 CTS系统的主要技术指标.....	188
第四节 CSU数控测井系统的软件、现场工作过程及资料处理.....	189
一 CSU数控测井系统的软件.....	189
二 CSU数控测井系统的现场工作过程.....	190
三 CSU数控测井系统的井场资料处理.....	190
第五节 CSU数控测井系统的下井仪举例.....	194
一 CET水泥评价仪.....	194
二 DD BHC长源距声波测井仪.....	197
第四章思考题和习题.....	197
参考文献.....	198

绪 言

数控测井是七十年代中期发展起来的一种地球物理测井技术，它是以车载计算机为核心的实时控制测井系统。数控测井系统的诞生，是与微电子技术及计算机科学的高速发展分不开的。由于它具有传统的测井装备所没有的许多优点，所以，自问世以来就赢得了地球物理测井界的高度重视和赞赏。因此，在最近十几年的时间里得到了长足地发展，充分显示了它旺盛的生命力和光明的前景。目前，西方许多测井公司纷纷采用了数控测井技术，并在不断地进行改进。在新技术革命浪潮的冲击下，我国奋起直追，目前正全力向数控测井的方向迈进。

自从1939年，我国著名地球物理学家翁文波老先生首次开展测井工作以来，到现在已经历了半个世纪的时间。在这漫长的岁月当中，从事地球物理测井工作的队伍，从当时的五、六人发展到现在的数万人；所使用的测井装备，由四十年代自制的手动电测仪发展到今天的全自动大型数字测井仪及尚在研制、试验进程中的国产数控测井系统；油气评价手段，则从早期的人工点测计算、解释发展到目前的电子计算机处理。纵观我国测井仪器、设备五十年的发展史，大抵可分为以下四个时期。

一、萌芽期 1939年到1949年，是我国测井技术发展史上的萌芽期。1939年12月20日，是我国的测井诞生日。在这个不平凡的日子里，中国的测井创始人翁文波先生，在四川石油沟1号井首次进行了电测井试验。利用简单的电工仪表组成测井装置，勘探地下宝藏——石油和天然气。结果发现了高产气层。

1941年到1945年期间，翁文波先生同赵仁寿先生先后在玉门油矿的10多口井上进行了电测井的探索工作，成功地找到了油层。

从此，开创了我国测井技术的新纪元。

1947年夏天，我国在玉门油矿成立了第一个电测站，测井界的老前辈刘永年先生任站长。他在十分困难、简陋的条件下，利用三根粗一点的电工包皮线、麻绳和胶布等制成电缆。利用自己焊的手摇绞车和一些简单的电工仪表制成一个简单的电位计，十分艰难地开展了测井工作。后来，有幸找到了一台照相示波仪和一只精度较高的“0”位检流计，研制成一台半自动电测仪，从而成为我国测井仪器的奠基人。

1948年秋天，王曰才先生从台湾带回一台美式电动绞车和一根四芯麻包电缆，从而大大改善了玉门电测站的测井装备条件。到了1949年春天，在刘永年先生和王曰才先生的共同努力下，终于制成第一个同轴直流放大机，用它同照相示波仪配套，制成了我国第一台自动电测仪的雏型，并进行了一次下井同时测量多条曲线的试验。

二、成长期 在新中国成立后的十几年时间里，测井队伍的规模迅速扩大，测井装备的研制、生产速度加快。1954年，我国研制成功第一台多线电测仪样机，在青海、玉门等地进行了试验。1956年到1957年，对这台样机的某些问题作了技术改进。1958年6月，多线电测仪正式通过了当时石油工业部的技术鉴定，定名为“JD-581型多线式自动井下电测仪”。这就是至今仍在我国各油田广泛使用的有名的“JD-581”。

多线电测仪的诞生,标志着我国测井技术已跨入一个新的阶段,在测井史上写下了光辉的一页。后来经国家科委审定批准为创造发明一等奖项目。

在五十年代初期,我国曾经进口了苏联的半自动电测仪AKC-50型和自动电测仪AKC-51型,后来又进口了几台匈牙利的自动电测仪。当时这些仪器在我国油、气田的勘探中起了积极的作用。

自1954年至1959年近6年的时间里,我国相继产生了温度测井、自然伽马测井、中子伽马测井和声波速度测井,并成立了我国第一个气测队。

三、发展期 1962年,在大庆油田开始了生产测井,从此,石油测井工作扩展到了油田开发领域。5年之后,即1967年,在胜利油田牛庄攻关队发展了声波测井、感应测井和聚焦测井,首创了“声感侧”新仪器,初步形成了孔隙度和含油饱和度测井系列。1973年,脉冲中子测井仪在西安石油仪器厂试制成功并通过了技术鉴定。它为含油饱和度的定量计算及油、气层的定性解释创造了条件。1975年,我国第一台电缆地层测试器又在西安石油仪器厂试制成功,为地层的取样分析提供了手段。

六十年代初期到七十年代中期,我国的测井技术无论是横向的开拓还是纵向的深化,都比五十年代有明显的发展。改变了以横向测井为主的单一模式,增加了寻找油、气藏的手段,开阔了认识储集层的思路,完善了测井系列。并且随着交会图技术的广泛应用进一步提高了解释符合率。

四、奋进期 1976年,引进了3600系列数字测井仪,加快了测井数字化的进程,开始了测井信息的数字记录、数字处理新时期。这些设备在油、气田的勘探、开发中发挥了突出的作用。同时,在引进、消化、吸收的过程中也促进了新一代测井仪器的研制和生产。1977年,西安石油仪器二厂研制了一台数字测井仪样机,先后在河南南阳油田和山东的胜利油田等地取得了五口井的试验资料,并成功地送入了计算机进行处理。1979年,郑兴斋等发明了SDC-3型曲线-数字转换仪并获得国家三等发明奖。1980年,西安石油勘探仪器总厂研制成功国产大型、多功能SJD-801型数字测井仪,经多次试验、改进之后于1982年7月通过了石油工业部的技术鉴定。该仪器具备两套测井记录系统:其中一套为模拟胶片记录;另一套则为数字磁带记录,直接送计算中心或计算站进行计算机处理。1986年,国产数字测井仪SJD-801荣获国家新产品金龙奖和石油工业部一等科技奖。它的研制成功标志着我国测井地面记录仪器的更新换代已经开始,标志着光点检流计式的模拟记录方式开始被数字磁带记录方式所取代,我国测井事业进入了一个新时期。

自从七十年代末期以来,在生产测井技术方面,也有了较大的进展。1981年,西安石油勘探仪器总厂填补国内生产测井空白,生产了SD81型专用生产测井仪。该仪器在1983年12月通过了石油部的技术鉴定。从此之后,我国有了自己的生产测井系列仪器,为解决油田开发过程中的技术问题提供了有效的手段。

在进入八十年代之后,随着高技术产业的发展和对外文化技术的交流,对测井装备的技术性能提出了更高的要求。特别是微型计算机的出现对测井事业起着巨大的促进作用。它特有的程序控制原理和智能化的服务模式引起测井科技人员的极大兴趣。在短短十几年的时间里,电子计算机在测井装备中得到了广泛的应用,至今方兴未艾。

1975年,美国的斯仑贝谢(SCHLUMBERGER)公司和吉尔哈特(GEARHART)公司先后研制成功CSU(CYBER SERVICE UNIT)数控测井系统和DDL-I(DIRECT DIGITAL LASER LOGGING SYSTEM)数控测井系统。1977年,美国的德莱赛·阿特拉

斯 (DRESSER ATLAS) 公司研制了CLS (COMPUTERIZED LOGGING SERVICE) 数控测井系统。这三种测井装备都是以车载计算机为核心的实时控制测井系统。它们以测井过程的程序控制取代人工操作; 以数字记录和CRT显示方式取代光点检流计; 并实现了测井现场的快速直观解释。数控测井系统的问世在世界测井史上是一个飞跃。它宣告第三代测井装备的兴起和第二代测井装备的衰败。自诞生以来生机勃勃, 并在不断地改进。

为了加快石油勘探、开发的步伐, 缩小我国测井装备同西方发达国家之间的距离。我国近年来先后引进了数十套数控测井系统, 其中有CLS测井系统, 也有CSU测井系统, 还有数控开发测井系统DDL-II和DDL-III。同时, 在消化、吸收和借鉴国外先进技术的基础上, 我国先后研制成功数种不同层次的微计算机控制测井仪。例如: 1985年12月, 石油大学与北京核仪器厂共同研制成功MCB-DLT型数控式补偿密度测井面板并通过了技术鉴定; 1986年12月, 大庆油田测井公司地球物理研究所与航天工业部706所联合研制成功MNC851型微机数据采集系统并通过了技术鉴定, 该系统赋予JD-581多线电测仪以新的生命, 所测资料可直接进入PE-3220或PE-3230计算机进行处理; 1987年2月, 中原石油勘探局测井公司与解放军信息工程学院、西北电讯工程学院共同研制成功SCT-1型测井数字采集系统并通过了技术鉴定, 该系统在JD-581多线电测仪的基础上, 增设了微计算机控制系统和实时显示器, 采用软磁盘记录测井数据, 经预处理可输入到计算站的PE3230计算机进行资料处理和解释; 1986年, 胜利油田测井研究所研制、组装了一套DCLS-1型数控测井系统并通过了技术鉴定, 目前已经投产。

从目前的发展趋势看, 九十年代将是我国数控测井技术的兴盛期。

随着科学技术的发展, 人们对石油、天然气的勘探、开发技术要求更高。希望通过电缆获取更多、更全面的地层信息, 以满足进一步研究、认识地下宝藏的愿望。数控测井系统虽然解决了测井过程的自动化和测井资料的实时处理, 但由于它仍沿用五十年代的钢丝铠装七芯电缆, 故井下信号的传输能力受到限制, 只能作到数万位/秒。虽然新的测井方法不断出现, 但由于大量的地层信息取不到或无法向上传输, 故进一步提高解释符合率仍有困难。据初步估计, 电法测井的信息现在只用到30~50%, 而声波测井和放射性测井的信息却只用到10%, 其原因都是因为受电缆传输能力的限制。目前, 有的测井新方法要求传输信息的速度高达数兆位/秒。要实现测井信息的超高速率传输必须寻求新的途径。因此, 近年来国内外已有人研究第四代测井仪器, 叫做光缆遥测遥控数字测井系统, 又叫光缆数控测井系统。该系统采用光导纤维制成测井光缆, 与普通电缆相比, 其信息传输能力可提高100倍以上。光缆数控测井系统可望在九十年代问世, 它将成为21世纪使用的测井新技术。

第一章 微型电子计算机是怎样工作的

众所周知,十八世纪后半叶人类发明了蒸汽机,从而发生了第一次工业革命,使人类在征服自然、改造自然的方式上产生了深刻的变化。十九世纪后半叶出现了电力,电力与机器分担了人类大量的繁重而危险的体力劳动,有效地推动了生产力的发展。这在当时的历史时期内,都算得上是“惊天动地”的事情。而在二十世纪中叶发明的电子计算机,则开创了第二次工业革命的新纪元。由于电子计算机能够模仿人脑的某些思维活动,因此,它不仅能够神奇地完成人力无法完成或难以完成的科学计算,而且可以参与事务管理和许多工业、国防设备的自动控制。这种变革比几千年来任何历史时期的变革都深刻得多,广泛得多。因此可以说:电子计算机正在创造人类历史上的“奇迹”!

如今,电子计算机得到了广泛的应用。例如,在航空、航天高技术领域,它可以控制人造地球卫星准确地进入预定轨道;可以控制航天飞机发射升空,进行科学考察,然后按预定轨道返航,安全着陆;也可以控制宇宙飞船进入太空进行科学研究。在军事科学领域,利用电子计算机“算得快,算得准”的本领,可以控制导弹准确无误地命中目标。在工业技术领域,它可以控制机床进行精密工件的切削和加工;可以使许多仪器仪表增加统计分析和逻辑判断能力,从而给这些传统的仪器仪表以新的智能化的功能。在校园里,它可以百问不厌地教你学外语及其它课程,参与完成电化教学的神圣使命。在办公室里,它可以帮助主人处理某些事务,而且又快又准确,被人们誉为“电子秘书”。在家庭中,用微电脑制成的机器人可以帮助主人管理家庭事务,完成诸如做饭、洗衣、调节室内温度和照明,管理视听设备及看守门户等大量繁琐的简单劳动。由此可见:电子计算机作为一种单纯计算工具的时代已经过去了,它的威力及神通已经波及到各个领域。当然,在石油的勘探、开发方面也不例外,各种类型、不同档次的电子计算机已经闯入这个领域,正在发挥着越来越大的作用。因此,一个学习计算机,使用计算机的热潮正在测井界蓬勃兴起。

计算机科学的知识浩如烟海,不可能用几句话或短小的篇幅说清楚。而今介绍计算机技术的书籍也可汗牛充栋。因此,本章的意图不是系统地讲述计算机,而是为初学者介绍一下有关微型计算机的入门知识,为学习计算机控制的测井系统扫清障碍。本章所讲的知识侧重于基本概念、专用技术术语、计算机(特别是微型机)的基本结构和基本工作原理等。这些知识虽然是初步的,但是,对于初次接触数控测井系统的人来说,恰恰是必要的。学好本章的内容对于掌握后边的三种数控测井系统很有帮助。

第一节 什么是微型电子计算机

一、微型计算机与微型计算机系统的基本概念

1. 二进制数与二进制运算规则 计算机能够直接识别和运算的数据不是日常生活中人们熟悉的十进制数,而是二进制数。这是因为自然界中具有两个稳定状态的元件很容易找到,例如电平的高低,开关的通断和电灯的亮灭等等。但是,要想找到具有十个稳定状态的元件去

表示十进制数，就比较困难了。因此，电子计算机普遍采用二进制运算法。

大家知道，十进制数有十个数码：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，运算时“逢十进一”；二进制数却只有两个数码：0，1，运算时“逢二进一”。例如，十进制数1可表示成二进制数码0001；十进制数2可表示成二进制数码0010；同理，十进制数5可表示成二进制数码0101。依次类推，可得到15以内的十进制数与二进制数的对照表1-1。由此可见，二进制数是由0和1组成的一串代码。在计算机中所说的“位”系指代码中的某一位，通常用它作为量度信息的最小单位。二进制数的基本运算规则是：

求和

$$\begin{aligned} 0+0 &= 0 \\ 1+0 &= 0+1=1 \\ 1+1 &= 10 \end{aligned}$$

求积

$$\begin{aligned} 0\times 0 &= 0 \\ 1\times 0 &= 0\times 1=0 \\ 1\times 1 &= 1 \end{aligned}$$

表1—1 二—十进制数对照表

十进制数	二进制数	十进制数	二进制数
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	1010
3	0011	11	1011
4	0100	12	1100
5	0101	13	1101
6	0110	14	1110
7	0111	15	1111

二进制数方便了机器而麻烦于人，为了计算方便又引入了八进制和十六进制。它们可以依照法则相互转换。

2. 计算机的发展简史及其分类 1946年，世界上第一台电子计算机在美国诞生了，取名叫埃尼阿克（ENIAC）。它在一秒钟内可以完成 5000 次加法运算，使众人惊叹不已！这是人类智慧的结晶。在当时的年代里，研制这台电子计算机主要是用于科学计算。例如，在军事上计算炮击火力表时，使用埃尼阿克计算机计算40点弹道轨迹只要 3 秒钟，而改用人工计算就得一个星期。它能够取代90名工作人员，而且计算准确无误。这种高速度和高效率在人类计算史上是从来没有过的。但是，研制这台电子计算机却耗资巨大，它使用了约 18000 个电子管、1500个继电器、占地140平方米、重达20吨、耗电150千瓦。而40年之后的今天，具有同样功能的计算机可以放在手心里，耗电不足一瓦。这真是今非昔比了！

埃尼阿克计算机早已退役，如今保存在美国的一家博物馆内。但它开创了人类计算史上的新纪元。

埃尼阿克计算机的问世，极大地促进了计算机科学的发展。在短短40多年的时间里，从所使用的元器件及功能的扩充角度看，已经发展到了第五代。自1946年到1958年左右为第一代，在这个时期内计算机采用电子管器件，主要用于科学计算；自 1959 年到 1964 年为第二代，第二代计算机改用了体积小、重量轻、耗电少的晶体管元件，而且应用领域也从科学计算扩大到数据处理；自1965年到1970年为第三代，计算机的制造开始采用中、小规模集成电路，使其体积和耗电进一步减小，而功能却进一步加强，应用领域进一步拓宽；自1971年到

1980年为第四代，由于微电子技术的迅速发展，终于迎来了大规模集成电路计算机时代。在这十年左右的时间里，计算机的性能急剧提高，体积急剧缩小，价格急剧下降，从而使计算机的应用遍及各行各业，走进了千家万户；一般认为，自1980年以后为人工智能计算机时代，搞计算机的人叫它第五代，这种计算机能够模仿人的某些智力活动。能够使用人类的日常语言，目前正处于研究和发展阶段。

电子计算机虽然“神通广大，奥妙无穷”，但在七十年代之前，由于它价格昂贵，且占地大、耗电多，因此，一般人无缘使用。要想真正实现计算机的广泛使用，必须达到“家家买得起，处处放得下，人人用得上”的程度，换句话说就是：又小又轻又便宜又好用。

七十年代以来，大规模集成电路的制造技术逐渐成熟，成本和售价大幅度下降。因此，上边提到的“家家买得起，处处放得下，人人用得上”的局面已经来临。

通常，根据计算机规模的大小和功能的强弱相对地划分成巨型计算机、大型计算机、中型计算机、小型计算机和微型计算机。它们之间的界限并不十分清楚，而且具有向上延伸和覆盖的发展趋势。例如，目前的32位高档微型计算机的性能已经赶上或超过早期的小型计算机。初学者可以这样简单地理解：巨型机用于尖端科学，因为它算得快，记忆强，本领大；大型机和中型机用于计算中心或控制中心，其功能比不上巨型机，但仍可处理规模很大的作业项目；而小型机和微型机，因为小巧玲珑、价格低廉而独具优势，常用于仪器仪表的控制、实时处理及流动作业的场合，也是数控测井系统中使用的主要机型。

3. 微型计算机与微型计算机系统的概念 各种计算机（系统）的构成及配置虽然不同，但都有五个基本功能部件，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。简单地说：完成运算和“思考”的部件叫运算器；管理、调度运算器及其余设备的部件称为控制器；保存数据和工作程序的部件叫存储器；录入数据和工作程序的装置统称输入设备；显示或打印结果的设备叫输出设备。

运算器和控制器是计算机的核心部件，二者合在一起称为中央处理机。由于在英语中这个词是“Central Processing Unit”，所以，取字头CPU作为中央处理机的简称，有些书上也叫中央处理器，这两个词往往混用。

目前，中央处理机已经能够用一块大规模集成电路芯片做成，这块大规模集成电路就是经常所说的微处理器，也有人叫它微处理机。

微处理器本身还不是微型计算机，而是微型计算机的一个主要部件。微处理器再配上存储器、输入输出设备及必要的接口，才构成了微型电子计算机。其中接口是CPU与输入输出设备之间配合用的转接电路，它与存储器都可以由集成电路实现。

上边说的微型计算机只是一些物理设备，其特征是看得见，摸得着，因此在计算机科学中称为硬件。计算机只有硬件还不能投入正常运行。它只有配上按着人的意志和特定规则编好的工作程序，以及管理这些工作程序和物理设备的程序——操作系统，再加上额定电源才能正常工作。我们把这些没有固定躯体和形状的程序叫做软件。微型计算机的全部硬件和必要的软件加在一起，统称微型计算机系统。

如果把微处理器、存储器、输入/输出接口和输入命令及数据用的键盘安装在一块精制的印刷电路板上，便组成了单板微型计算机，简称单板机。单板机善长作过程控制机。近年来，已在测井面板中采用。

如果把微处理器、存储器和输入/输出接口等集成在一块芯片上，则这块大规模集成电路芯片就叫单片微型计算机，简称单片机。由于单片机仅包含计算机本身，而不包含显示器、

键盘等输入/输出设备，所以体积最小，重量最轻，耗电最少。近年来国内外将它用在测井设备的下井仪器中，这就是常说的“微机下井”。

微型计算机及微型计算机系统种类繁多，结构和形状各不相同。例如，一种微型计算机系统如图1—1所示。上部象一台电视机模样的设备叫CRT（阴极射线管）显示器，它是微型计算机系统的输出设备之一，工作时可以利用它显示数据、程序及图形，有彩色和黑白之分，在测井技术中可用它显示一段测井曲线。下部为主机和键盘，二者组合在一起，这样使体积更小。主机包括中央处理机、内存储器及各种必要的接口等，它是系统的主体；键盘为输入设备，可以输入数据和工作程序。通常，CRT显示器和键盘合在一起称为终端。左侧的设备叫打印机，在微机系统中属于输出设备，它能把微机的处理结果在纸上打印出来。右侧那个小方块叫软磁盘驱动器，它是一种存储器，特点是存储容量大（相对于内存），但是，速度相对较慢。软盘驱动器可以安装在主机内部，键盘也可以脱离主机而自成一体。

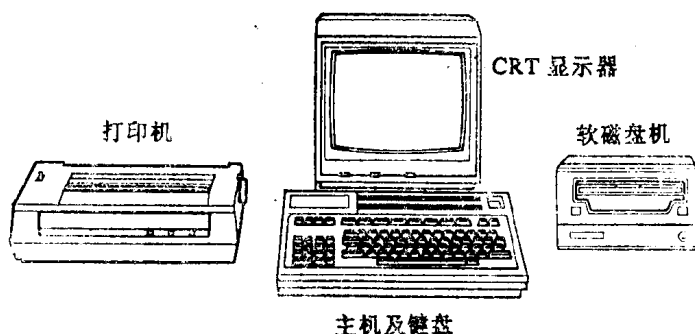


图1—1 一种微型计算机系统

图1—1所示的微机系统可以从容地摆放在一张不大的书桌上，供家庭及个人使用，因此，又有人称它是“个人计算机”。但个人计算机并不一定表示功能弱，也不表示别人不能用，只是意味着它体积小、重量轻、价格便宜及使用方便等。

二、微型计算机系统的硬件组成

在微型计算机系统中采用微处理器之后，其硬件组成可表示为图1—2的形式。

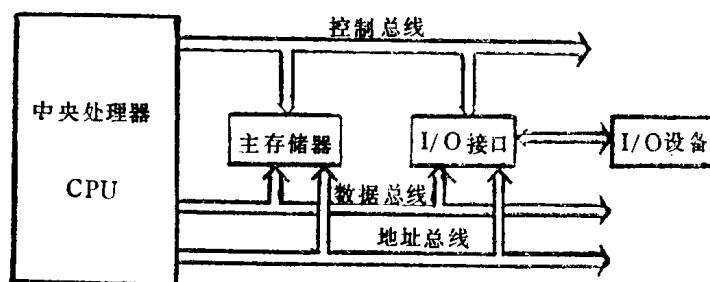


图1—2 微机系统的组成

1. 中央处理器（CPU） 中央处理器包括运算器、控制器两个关键性的功能部件。图中用一个大方框突出了它的地位和作用。

（1）运算器是执行算术运算和逻辑运算的部件。它不仅能实现 $+$ 、 $-$ 、 $\times$ 、 $\div$ 等基本算术运算，而且还能进行比较和逻辑判断，这种运算称为逻辑运算。那么，如何处理那些复杂的科学计算呢？原来，任何复杂、高深的科学及工程计算问题，在教学上都有办法分解成有

限次算术运算，再用程序控制一步步完成就可以了。

运算器内部有专门执行运算的电子电路，也有专门负责暂时保存信息的场所，称为寄存器。参加运算的数据由存储器提供，经运算得出的结果又可以送到存储器进行保存。

(2) 控制器是中央处理器内部另一个重要的功能部件，它不仅能按照工作程序的要求控制运算器一步步执行运算，而且要控制存储器进行信息的存入和取出，控制输入输出设备完成各种信息的输入和输出，统一调度、指挥整机进行有次序的工作。因此，在这个意义上可以说：它是微机系统的“司令部”。

控制器在工作过程中，还要不断地接受系统内部各执行部件的反馈信息。例如运算器送来的运算结果、状态标志及外部设备的工作请求等。这些反馈信息为控制器判断下一步该干什么提供了依据。换句话说：它具有管理和“思考”的能力。

运算器和控制器均采用高速电子电路，又集成在一块芯片内，这样不仅缩短了连线，减小了体积，而且可以获得很高的工作效率和工作速度。

2. 主存储器 存储器是记忆参加运算的数据和工作程序的部件。通常根据其“记忆”能力的强弱和工作速度的高低分为主存储器和辅存储器，记忆能力在计算机技术中又叫存储容量。其中主存储器工作速度高而容量小；辅存储器工作速度低而容量大。工作时二者相辅相成，互为补充。主存储器装在主机内部，又叫内存储器。辅存储器，例如磁盘机、磁带机等，有的装在主机内部，有的装在主机外部。因此，辅存储器又叫外存储器。外存储器放在外围设备一节去讲，下边先说说主存储器。

主存储器一般由若干集成电路芯片组成，每个芯片包含许多电子电路，可以保存一定数量的信息。主存储器的容量用存储单元的数目表示，每个单元按顺序有一个编号，这个编号叫存储单元的地址。要想对一个特指的存储单元存入新的信息或取出原有的信息，则一定要先给出其地址，再顺着地址找到其中的内容。

必须强调指出：某某存储单元的地址和其中所保存的信息内容是截然不同的两回事。前者只表示该存储单元的编号，后者才是我们所关心的存储对象。

3. 输入设备与输出设备 (I/O设备) 输入设备与输出设备通常简称 I/O 设备，它们是人 与计算机交换信息的界面。I/O 设备种类繁多、形式多样，而且仍在不断地发展。例如：键盘、手写汉字输入板、CRT 显示器、打印机和绘图仪等。这些设备通常是一些机电、光电及电磁设备，其工作速度与 CPU 相比慢得多，又常常装在主机外部，所以也叫它们外围设备或外部设备，简称“外设”。外围设备是为主机服务的设备。

用户手中的工作程序和待处理的数据，先通过输入设备变成计算机能够识别的电信号，再送到存储器中存储起来，待需要时再调出使用。微机系统中最常用的输入设备是键盘，用户可以利用各个键把数据和工作程序输进计算机。

经过计算机处理之后的中间结果或最终结果，必须通过输出设备以容易观察和使用的方式输送出来，才能达到预期的目的。微机系统中最常用的输出设备是 CRT 显示器和打印机。前者可以把运算、处理结果显示在屏幕上，也可以进行人机联作；后者则能把处理结果打印在纸上，便于永久保存。

4. 输入/输出接口 (I/O接口) 输入/输出接口简称 I/O 接口，它是 I/O 设备与中央处理器 CPU 打交道用的媒介电路。不同的 I/O 设备，需要配制不同的 I/O 接口。那么，为什么这些 I/O 设备不直接与 CPU 交往、传递信息呢？原来，CPU 系采用高速电子电路制成的，其工作速度极快，而 I/O 设备的工作速度则一般要比 CPU 低几个数量级，因此需要接口电路

进行协调；其次是，CPU在控制I/O设备进行工作时，需要了解I/O设备当前的状态，例如是“忙着”？还是已经“准备就绪”，以便向设备发送控制命令。

外部设备必须通过相应的接口与中央处理机相连接，而中央处理机对外部设备的控制和信息交换也要通过接口来完成。因此，接口是微型计算机系统不可缺少的部件。

5. 总线 微型计算机系统包含着许多复杂的功能部件，如CPU、存储器、I/O接口及设备。每个功能部件及设备又包含着一片甚至几片大规模集成电路芯片，芯片内部又分成众多的电子电路单元，各功能部件之间及芯片内部各单元之间需要频繁地传递信息，开拓这些信息通路则需要大量的物理连线。如果仍采用传统的作法，一对一进行连接，则不仅会造成工艺加工的困难，而且会使传送信息的可靠性下降，因为所用的连线实在太多了。为了完成多个信号源及多个负载之间的信息传送，增强系统的灵活性及可扩展性，采用了具有传输和控制双重功能的总线结构。那么，是不是物理连线“多”就叫总线呢？不是的！在连接单信号源及单个负载的情况下，连线再多也不叫“总线”，因为它只对一组对象的工作单独服务，不具备控制功能。而在总线结构中，信号可以从多个信号源中的任一个发出，通过总线送到多个信号接收部件中的任一个部件。也就是说，这多组服务对象可以共用总线传递信息而互不干扰。其原因就是因为总线具有分时服务的控制功能，这是它区别于一般谈及的“多”条物理连线的本质所在。例如，在传统的测井面板中，各插座间物理连线很多，有时捆成手指粗细的小把，但它不叫总线。

在集成电路芯片内部的总线叫内部总线。例如中央处理机CPU内部各部分电路之间的数据通讯就采用了内部总线。内部总线在图1—2中未能画出。各功能部件及设备之间的总线一般称为外部总线。例如CPU与存储器之间、CPU与I/O接口之间用的总线都叫外部总线，如图1—2所示。线条一端的箭头表示传送方向，只能单方向传送信息的总线叫单向总线；往返两个方向都能传送信息的总线叫双向总线。根据总线传送信息的不同，又分为数据总线、地址总线和控制总线。其中数据总线是双向的，用于传送数据；地址总线是单向的，一般由CPU中的地址锁存器发出，用来为存储器数据交换提供地址；控制总线则用于传送控制信号。

微机与外设之间，不同的微机系统之间的通信采用通信总线。它不是微机系统所特有的，大多数通信总线是由电子工业领域借鉴来的，其发展历史比任何型号的微型机都要早。根据通信方式的不同分为串行和并行两大类。例如EIA-RS232C、EIA-RS422和RS423是标准的串行总线；IEEE-488是标准的并行总线。有关串行总线和并行总线的内容将在第三章进一步说明。

三、微型计算机系统的软件组成

软件是计算机中各种程序系统的总称，是计算机的灵魂，没有它，计算机就“转”不起来，等于一堆废铁。因为它没有确定的驱体和形状，因此又叫软设备，软设备是系统资源不可分割的重要组成部分。

当代计算机系统的软件，体系庞大、内容丰富、功能齐全，并在不断发展。因此，严格分类比较困难，但从应用的角度看，可大致分为系统软件、程序设计语言和应用软件三类。

1. 系统软件 这类软件由计算机厂商提供，作为系统资源的一部分卖给用户，例如操作系统、汇编程序、编译程序和诊断程序。这些程序都是公共服务程序，用户不得随意修改。

操作系统是系统软件的主要组成部分，是管理、调度硬件和软件的系统。可以提高计算机系统的使用效率，充分挖掘系统的潜力，扩大计算机的使用功能，尽量减少人工干预并实现操作程序的自动化。操作系统具有处理机管理，存储器管理，输入/输出管理，文件管理