

数控测井微型地面系统

熊晓东 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了作者研制的已在油田使用近两年的数控测井 JC-2 微型地面系统。内容主要包括：数控测井地面系统的一般原理，现阶段研制数控测井微型地面系统的意义，数控测井 JC-2 微型地面系统的功能、特点、硬件组成、软件组成、硬件原理、软件原理、软件流程、现场使用情况和现场测井资料。重点介绍数控测井 JC-2 微型地面系统的硬件原理、软件原理和软件流程。

虽然本书的主要内容是描写一种具体的数控测井地面系统，但就其原理来说不失一般性，它涉及的主要知识面包括：C 语言程序设计、PC 微型计算机接口技术、单片计算机硬件技术、模拟电子技术、数字电子技术、地球物理测井原理、地球物理测井仪器和数控测井系统。

本书可供数控测井系统的研制者、维护者和使用者使用，也可作为数控测井地面系统课程的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控测井微型地面系统/熊晓东著.

北京：石油工业出版社，2002.11

ISBN 7-5021-3941-9

I. 数…

II. 熊…

III. 油气测井：数字测井

IV. TE151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 070856 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里三区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 7.75 印张 200 千字 印 1-800

2002 年 11 月北京第 1 版 2002 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3941-9/TE·2843

定价：20.00 元

前言

测井地面系统的发展经历了模拟测井地面系统、数字测井地面系统、数控测井地面系统，现在已发展到成像测井地面系统。目前我国各大油田，虽然都拥有成像测井地面系统，但一般只在比较复杂的探井测井中才使用，对于大量的测井任务还是使用数控测井地面系统，而且在相当长的时期内，数控测井地面系统仍将是各测井公司的主力设备。

20 世纪 90 年代以来，笔者一直在从事数控测井地面系统的升级改造和下井仪器与数控测井地面系统之间配接方面的科研工作。在这些科研的过程中，笔者深深感到当时具有的各种数控测井地面系统，不管它是国产的还是进口的，一般来说，它们的硬件系统和软件系统都比较庞大。在硬件系统上，其庞大主要体现在硬件箱体比较多、元器件比较多、焊点比较多，因此，一般来说，这些地面系统维护成本不低，可靠性不高，出现故障后排除故障不易。在软件系统上，其庞大主要体现在程序种类多、测井之前输入参数多，因此，一般来说，这些软件使用起来比较烦琐，给使用者带来不便。

事实上，任何数控测井地面系统都是测井数据采集和记录系统，不论它貌似多么复杂，它的功能多么强大，它所采集的信号无非是深度信号、模拟信号、脉冲信号、声波信号和几种脉冲编码信号等屈指可数的几种信号，在电子技术和计算机技术高度发达的今天，完全可以在不降低功能和性能甚至功能和性能更高的前提下大大简化硬件系统和软件系统。

笔者与几位同事基于硬件高度集成、尽量以软代硬、尽量操作简便、尽量维修方便和尽量功能强大的指导思想于 1999 年年初开始研制数控测井 JC-1 微型地面系统，经过近两年的研究开发与反复现场试验，于 2000 年年底基本研制成功，并在辽河石油勘探局测井公司投入试运行。在试运行的过程中暴露出一些问题，这些问题均得到了及时解决。2001 年年底笔者将完善后的这套数控测井微型地面系统命名为数控测井 JC-2 微型地面系统。数控测井 JC-2 微型地面系统与其他数控测井地面系统相比，具有测井功能强、曲线质量高、可靠性高、体积小、重量轻、操作简便、携带方便、价格便宜等特点。

笔者在开发数控测井 JC-2 微型地面系统的过程中碰到了许多困难，有些困难是预料到的，有些困难完全没有料到。在克服这些困难的过程中，笔者积累了丰富的经验。将数控测井 JC-2 微型地面系统这套成熟技术的各方面主要内容撰写成书，一定会有对有关的同志们有所帮助，希望能起到抛砖引玉的作用。

虽然本书的主要内容是描写一种具体的数控测井地面系统（数控测井 JC-2 微型地面系统），但就其原理来说不失一般性，它涉及的主要知识面包括：C 语言程序设计、PC 微型计算机接口技术、单片计算机软硬件技术、模拟电子技术、数字电子技术、地球物理测井原理、地球物理测井仪器和数控测井系统。将数控测井 JC-2 微型地面系统的许多细节在本书中阐述清楚，是需要相当大篇幅的，也是没有必要的，笔者在本书中主要是从宏观上来介绍数控测井 JC-2 微型地面系统。

由于笔者水平有限加上撰写本书时间仓促，书中一定存在不少不妥甚至错误之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 系统简介	(1)
第一节 系统功能	(1)
第二节 硬件组成	(1)
第三节 软件组成	(3)
第四节 系统特点	(4)
第二章 硬件系统	(6)
第一节 主要器件简介	(6)
一、单片机	(6)
二、8255 并行接口	(7)
三、8253 定时计数器	(10)
四、DAC0832 与程控放大	(12)
五、IBM PC 总线	(14)
六、ISA 总线	(16)
第二节 电源箱	(18)
一、电源箱的面板结构	(18)
二、电源箱的主要功能	(18)
三、电源箱的开关描述	(19)
第三节 综控箱	(19)
一、综控箱面板结构	(19)
二、综控箱接线描述	(20)
三、控制开关描述	(20)
四、面板插孔描述	(22)
五、电路原理描述	(23)
第四节 继电器矩阵板 (板 1)	(24)
一、地址译码电路	(24)
二、继电器驱动电路	(24)
三、继电器与控制命令以及所控制电路的关系	(24)
第五节 深度及信号调理板 (板 2)	(26)
第六节 声波信号、能谱信号及 PCM 信号处理板 (板 3)	(35)
第七节 测井信号模拟器	(44)
一、四路模拟信号输出	(44)
二、四路脉冲信号输出	(44)
三、声波信号与 PCM3506、PCM3508 信号输出	(44)
四、能谱信号输出	(45)
第三章 软件系统	(46)

第一节 服务表	(46)
一、服务表的定义	(46)
二、常用的服务表	(49)
三、服务表软件流程	(49)
第二节 刻度	(66)
一、仪器刻度原理	(66)
二、刻度软件流程	(70)
第三节 测井	(73)
一、设计测井软件的基本思路	(74)
二、测井曲线的计算方法与特殊处理	(75)
三、测井软件的流程	(77)
四、常规数据记录格式	(78)
第四节 回放	(90)
第五节 地层倾角软件	(91)
一、设计倾角测井软件的基本思路	(92)
二、倾角测井的命令控制方式与数据特殊处理	(93)
三、倾角测井数据记录格式	(95)
第六节 图头软件	(96)
第七节 测后处理	(97)
第四章 测井资料	(99)
结束语	(111)
附录 1 部分仪器的缆芯分配情况	(113)
附录 2 常用芯片管脚图	(115)
参考文献	(118)

第一章 系统简介

第一节 系统功能

既然数控测井 JC-2 微型地面系统是测井地面系统，那么它的主要功能一定是挂接下井仪器进行测井。JC-2 主要可以挂接两大类下井仪器，一类是国产大多数下井仪器，主要包括：各种普通电阻率测井、声速测井、声波全波列测井、声波变密度测井、微电极/井径测井、连续测斜测井、取心射孔、各种恒功率双侧向测井、双感应八侧向测井、“新乡大组合两大串”测井，另一类是 3700 系统的大多数测井，主要是电法、声波、放射性、自然伽马能谱、地层倾角和 Z 密度测井。

JC-2 微型地面系统还能十分方便地挂接自带面板的许多测井下井仪器，如激发极化、中子寿命、C/O 能谱测井等。也可以根据用户的需要，挂接一些特定仪器。

JC-2 微型地面系统除了可以挂接多种下井仪器进行测井之外，还能十分方便地对所测得的资料进行必要的测后处理。

第二节 硬件组成

数控测井 JC-2 微型地面系统由硬件和软件两大部分组成。

图 1-1 为数控测井 JC-2 微型地面系统的硬件箱体安装示意图，该系统安装在测井仪器车的仪器机柜上，左边一列为左机柜，右边一列为右机柜，左右机柜分别安装着完全相同的两套系统，它们互为备份。一套系统接真正电缆，另一套系统接模拟电缆。每一套系统（由一个机柜安放）的硬件系统均由一个电源箱、一个综控箱、一个射取面板、一台热敏绘图仪和一台工控机（由主机、CRT 显示器、键盘和鼠标构成）组成。当然，也可以一个测井小队只配备一个机柜，即单系统。图 1-2 为数控测井 JC-2 微型地面系统硬件单系统的组成示意图。工控机（包括主机、CRT 显示器、键盘、鼠标）和热敏绘图仪是通用设备，可以直接买来使用，射取面板也不用我们开发，因为有些石油仪器生产厂家已经生产出了体积小、功能强、性能优的射取面板，也可以直接买来使用。笔者真正开发的硬件是电源箱、综控箱和工控机里的 ISA 总线接口板。



图 1-1 JC-2 系统硬件箱体安装示意图

另外，作者还开发了测井信号模拟器，它可以模拟各种下井仪器送给地面系统的信号。该模拟器的主要作用是给数控测井 JC-2 微型地面系统提供自检信号。

电源箱主要为地面系统和井下仪器提供电源。电源箱输入（由 PW2 输入）采用 220V/50Hz 的交流电源。电源箱输出有三组电源，第一组 220V/50Hz 供综控箱使用（由 CZ8 到

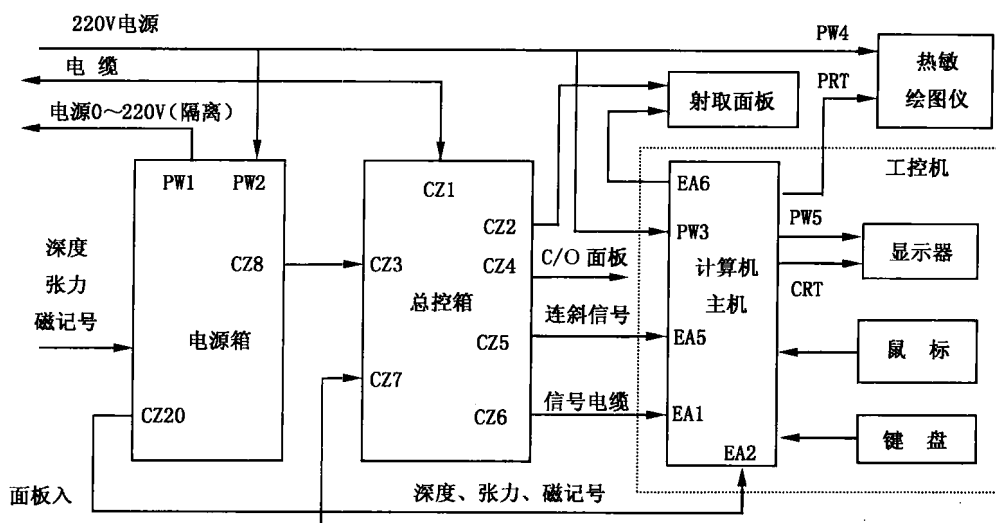


图 1-2 JC-2 硬件单系统组成示意图

CZ3)；第二组输出 0~250V 可调电源，作为井下仪器供电电源，或作为直流推靠电源使用（由 CZ8 到 CZ3，再通过 CZ1 送到电缆然后下井）；第三组电源作为备用电源，用于交流推靠电源或同步马达的 110V 激磁电源（由 PW1 输出）。第一、二两组电源在面板上设有交流电压指示和电流指示。电源箱还有一些与深度有关的功能，它提供马丁代克和同步马达两种工作方式。马丁代克方式由电缆绞车上的深度编码系统提供深度脉冲；同步马达方式由井口同步马达将电缆的运动传递到电源箱，在电源箱内将电缆的运动变成深度脉冲。不论是马丁代克工作方式还是同步马达工作方式，A、B 深度脉冲、张力和磁记号都由 CZ20 送到计算机的 EA2。

综控箱是完成常规信号处理、井下仪器控制和电缆选择的综合箱体。常规信号处理方面包括：电阻率测量系统的供电和信号检测、自然电位隔离与放大、井径供电和信号检测；井下仪器控制方面包括：井下仪器推靠控制、电阻率仪器的刻度控制和声波仪器的增益控制；电缆选择方面具有：射孔取心、连斜测井、常规测井、电阻率测井、地层倾角测井、碳氧比测井、临时接线等功能，可通过开关方便地将电缆设置成所需要的标准状态。在面板上设有推靠电源的电流和电压指示，可通过电流的变化反应出井下推靠器的工作状态。在面板上还有自然电位的刻度开关和补偿调节系统，为系统操作带来很大方便。

最关键的各种接口电路（相当于 3700 的 3752 和 3764 或 XSKC-92 的 9204）均插在工控机主机的 ISA 插槽里，从外观看，JC-2 系统省掉了其他数控测井系统最为庞大的一个信号采集箱体。如图 1-3 所示，板 1 为继电器矩阵板，它将来自综控箱的信号电缆传来的信号分门别类，分别送到模拟处理电路、脉冲处理电路、声波处理电路、PCM 处理电路和能谱处理电路；板 2 为深度及信号调理板，负责深度信号的调理与采集以及模拟信号与脉冲信号的调理；板 3 为声波及 PCM 处理板，负责声波和 PCM 信号的调理以及 PCM 信号的采集；板 4 为高速 AD 采集板，负责采集声波全波列信号和自然伽马能谱仪器伽马脉冲峰值信号；板 5 为低速 AD 采集板，负责采集经过处理的低速模拟信号；板 6 主要有两部分功能，一部分功能是处理和采集连斜信号，另一部分功能是为射取面板提供取心控制信号。

有人可能会问：如图 1-1 所示，数控测井 JC-2 微型地面系统有十几个箱体，如此庞

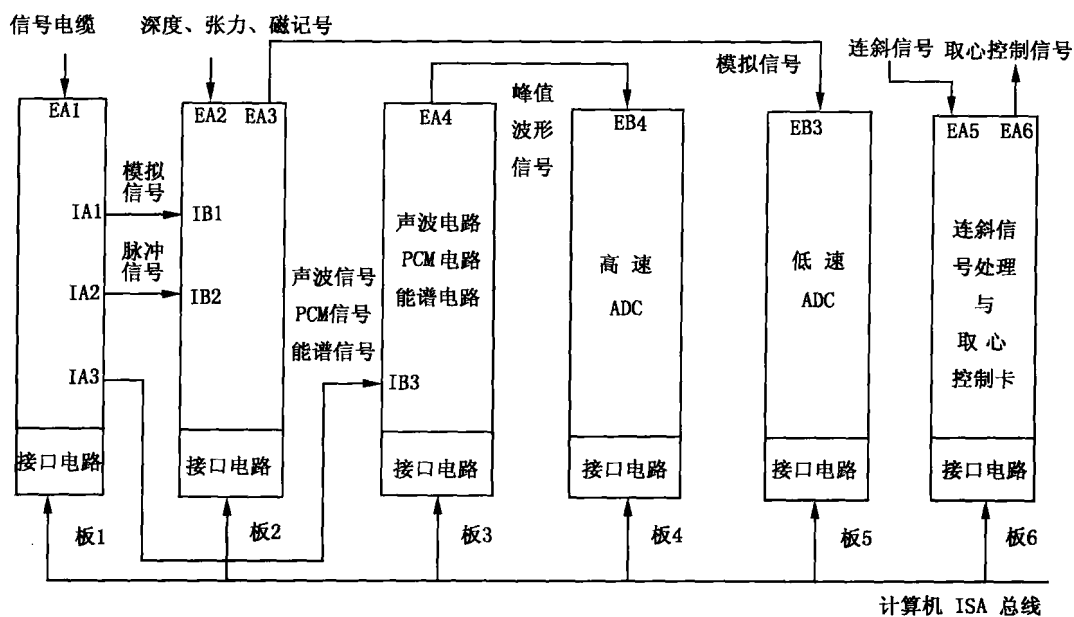


图 1-3 ISA 总线接口卡组成示意图

大还能称为微型地面系统吗？

的确，数控测井 JC-2 微型地面系统箱体是不少，但左右两个机柜上安装的是完全相同的两套单系统，仅一套单系统就完全可以完成数控测井 JC-2 微型地面系统的所有功能，如果将其中一套单系统舍弃掉，只保留另一套单系统，那么箱体将少得多。另外，数控测井 JC-2 微型地面系统挂接下井仪器的功能很强，如果只挂棋中大部分下井仪器，那么我们可以将电源箱和综控箱合二为一，从而箱体将更少，体积将更轻。

目前油田正在使用的许多数控测井地面系统，有些也自称为双系统，但那些都不是真正的双系统，而只是部分箱体（譬如计算机箱体、信号采集箱体）有备份，其他箱体仍然是单的。这样的地面系统一旦出现故障，一般来说，要通过拔插箱体后面的“线”，才能起用备用箱体。如果没有备用箱体的箱体出现故障，那么，现场操作员将会非常麻烦，有时不得不打电话要求仪修车间派专人送箱体上井增援。而对数控测井 JC-2 微型地面系统来说，如果一旦出现故障，则只需调换一下模拟电缆和真正电缆，就可启用整套备用系统，这样现场操作员将感到非常方便。

第三节 软件组成

开发数控测井 JC-2 微型地面系统的指导思想是：硬件高度集成、尽量以软代硬、尽量操作简便、尽量维修方便和尽量功能强大。该指导思想体现在软件系统上，则主要是尽量操作简便、尽量以软代硬和尽量功能强大。图 1-4 是数控测井 JC-2 微型地面系统软件系统组成示意图。

服务表软件实现服务表的显示与编辑功能。一串下井仪器对应一个服务表。数控测井 JC-2 微型地面系统的整套软件是以服务表为核心的，服务表的各项参数是作为全局变量在测井和刻度软件中使用的。

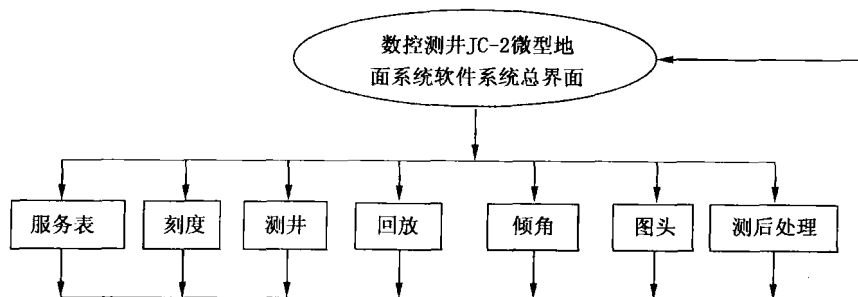


图 1-4 JC-2 软件系统组成示意图

刻度软件完成需要进行刻度的所有下井仪器的主刻度、主校验、测前校验、测后校验和刻度摘要的输出。

测井软件完成实时测井和回放测井功能。实时测井就是真正的测井，它一边采集从下井仪器传送上来的测井数据，一边在地面处理数据、显示数据、记录数据和绘制测井曲线等。在实时测井的过程中记录两个文件，一个叫数据文件，另一个叫原始数据文件。数据文件是已经处理好准备交给数解中心的文件资料；而原始数据文件是未作任何处理的原始采集数据形成的文件。回放测井是利用以前实时测井所记录的原始数据文件进行“测井”的过程，跟实时测井的差别在于回放测井的数据来源于原始数据文件，而不是来源于下井仪器。如果测井时使用的刻度信息不准（如下井仪器没有刻度好），之后，可重新刻度仪器，然后利用新的刻度信息和原始数据文件进行“测井”。

回放软件完成测井数据文件的 CRT 回放和绘图仪回放。CRT 回放就是将实时测井过程中记录的数据文件中的数据以曲线的形式滚动显示在计算机的 CRT 屏幕上；绘图仪回放就是将实时测井过程中记录的数据文件中的数据以曲线的形式打印在热敏绘图仪上，也可以同时在 CRT 屏幕上滚动显示。

由于地层倾角测井软件与常规测井软件有很大的差异，因此倾角测井软件与常规测井软件是两套相互独立的软件。倾角测井软件由倾角测井、倾角回放、倾角刻度、倾角刻度摘要四部分组成。倾角测井软件控制 3700 的 1016 地层倾角下井仪器完成实时测井任务，倾角测井过程中记录下一个倾角原始数据文件，文件格式见第三章第五节。倾角回放软件的功能是利用原始数据文件回放产生出数据文件，同时，CRT 显示器和热敏绘图仪上输出倾角测井曲线。1016 地层倾角的大多数测井曲线不需要刻度，这里的倾角刻度程序是针对 1016 地层倾角的两条井径曲线而言的。倾角刻度摘要程序完成两条井径曲线刻度信息的打印。

图头软件实现测井图头的编辑、显示与打印。对应一串下井仪器的测井曲线，就应当从热敏绘图仪输出一个图头信息。图头软件首先能实现图头信息的编辑功能，然后能将以前编辑好的图头信息显示出来，最后能将图头信息从热敏绘图仪输出。

测后处理软件实现测井数据的测后处理工作。该处理软件能对数控测井 JC-2 微型地面系统的测井数据文件进行文件快速扫描、深度平移、曲线伸缩、深度平差、曲线拼接、曲线合并、曲线删除、曲线数据显示与打印、服务表编辑等处理。

第四节 系统特点

(1) 由于数控测井 JC-2 微型地面系统一般是完全双系统，因此，当一套系统正在测井

时，另一套系统可进行资料处理和下一串仪器的刻度、校验和检查工作（通过模拟电缆与躺在地面的下井仪器相连）。两套系统互为备份，一旦一套系统出现故障，不用在井场进行检修，可直接起用另外一套系统进行测井。从这两方面来看，数控测井 JC-2 微型地面系统可大量节省测井小队的上井时间。

（2）设计数控测井 JC-2 微型地面系统时，电路上尽量优化，尽量用单片机、GAL 门电路、FPGA 来代替分离元件和中小规模集成电路，能用软件实现的功能尽量用软件实现。硬件高度集成，尽量以软代硬带来该系统的高可靠性和低故障率特点。

（3）该系统测井曲线质量高。从硬件和软件两方面提高信号采样的精度，从软件上提高曲线绘制精度，从而提高了曲线质量。对于特殊曲线进行特殊处理，比如，对声波这条曲线笔者从软件上采取了很多措施，从根本上改善了该曲线的质量。

（4）该系统测井功能强。JC-2 系统挂接的测井项目完整，其基本功能就完全能够满足辽河油田内部市场的要求，也能满足大多外部市场的需要。

（5）设计数控测井 JC-2 微型地面系统时，充分考虑了维修的方便和维护的便利。硬件箱体少、硬件电路板少、元器件少、焊点少、箱体与箱体之间的连线少、测试点多带来该系统维修方便和维护便利。

（6）由于硬件箱体少，可操作的开关和旋钮少，软件种类少，需要输入的参数少，因此，该系统操作特别简单。稍做培训，操作员就可操作使用。

（7）该系统携带方便。如果某小队在井场出了问题，一般来说，可随便找一辆车（比如面包车）将一个电源箱、一个综控箱和一个工控机主机（里面插有接口板）拉上井增援。

（8）该系统有很高的性能价格比。由于笔者使用了最新的电子技术和计算机接口技术，在不降低系统功能和性能甚至功能和性能更高的前提下大大降低了硬件成本。

（9）该系统软硬件留有充分的扩展余地，能够满足未来新仪器挂接的需求。

第二章 硬件系统

由第一章可知, 由一个机柜安放的 JC-2 微型地面单系统的硬件系统由一个电源箱、一个综控箱、一个射取面板、一台热敏绘图仪和一台工控机组成。由于射取面板、热敏绘图仪和工控机均可直接买来, 笔者开发的硬件是电源箱、综控箱和工控机里的 ISA 总线接口板。下面先简单介绍本系统常用的器件和 IBM PC 总线与 ISA 总线, 然后再分别介绍电源箱、综控箱和几块 ISA 总线接口板的功能和原理, 最后简单介绍信号模拟器的基本原理。

第一节 主要器件简介

一、单片机

单片机是指在一块芯片上集成了计算机的基本部件, 包括中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM/ROM)、输入/输出接口 (I/O)、定时器/计数器以及相关部件。一块芯片就构成了一台计算机。单片机的种类很多, 下面只简单介绍 MCS-51 系列单片机。

1. 内部结构

MCS-51 系列单片机有 1 个运算器和控制逻辑组成 CPU, 1 个 128 字节的 RAM, 21 个特殊功能寄存器, 2 个优先级别的 5 个中断源, 2 个 16 位的定时器/计数器, 1 个全双工异步串行端口。MCS-51 系列有三种基本产品, 包括 8031 (片内不含 ROM 或 EPROM)、8051 (片内含 ROM) 和 8751 (片内含 EPROM)。实际中 8031 用的最多。

2. 引脚及片外总线结构

MCS-51 单片机为 40 引脚芯片, 如图 2-1 所示。各引脚功能如下:

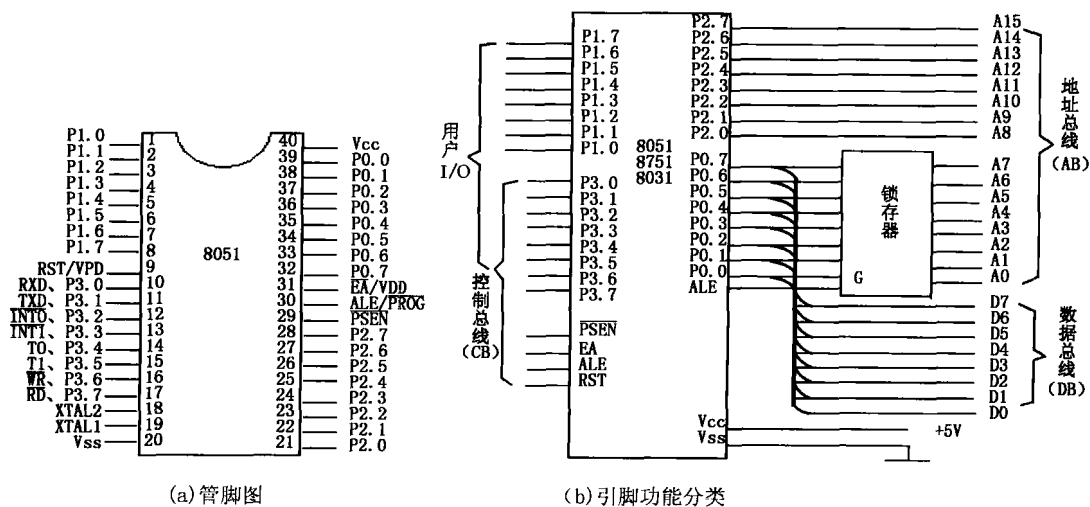


图 2-1 MCS-51 单片机引脚及总线结构

XTAL1、XTAL2: 内部振荡电路的输入端和输出端, 这两端接上晶体和电容, 内部振荡电路便自激振荡。

RST/VPD: 复位输入端。+5 伏电源通过 RC 微分电路接至复位端, 可实现电自动复位, 也可采用按钮开关来复位。

$\overline{EA}$: 内部和外部程序存储器选择端。

ALE: 地址锁存信号输出端。在 ALE 为高电平时, 单片机输出低位地址信号。

$\overline{PSEN}$: 外部程序存储器读选通信号输出端。

P0、P1、P2、P3: 4 个 8 位 I/O 端口。

I/O 口线不能用作用户 I/O 口线。除 8051/8751 外真正可完全为用户使用的 I/O 口, 只有 P1 口, 以及部分作为第一功能使用时的 P3 口。

P0 口可驱动 8 个 TTL 门电路, P1、P2、P3 则只能驱动 4 个 TTL 门。P3 口是双重功能口, 其双重功能如图 2-1 (a) 所示。

单片机的引脚除了电源、复位、时钟接入及用户 I/O 口外, 其余引脚都是为实现系统扩展而设置的。这些引脚构成了三总线形式, 即:

(1) 地址总线 (AB)。地址总线宽度为 16 位, 因此, 其外部存储器直接寻址范围为 64K 字节。16 位地址总线由 P0 口经地址锁存器提供低 8 位地址 (A0—A7); P2 口直接提供高 8 位地址 (A8—A15)。

(2) 数据总线 (DB)。数据总线宽度为 8 位, 由 P0 口提供。

(3) 控制总线 (CB)。由 P3 口的第二功能状态和 4 根独立控制线 RST、 $\overline{EA}$ 、ALE、 $\overline{PSEN}$ 组成。

3. 存储器和外接 I/O 接口

单片机内部虽已具有构成主机电路的微处理器、存储器和输入输出接口等, 但其存储容量较小, ROM 只有 4K 字节 (8051、8751), RAM 只有 128 个字节, 在研制存储容量较大的微机系统时需要加以扩展。对 8031 而言, 其片内无 ROM, 故必须外接 EPROM, 这样 P0 和 P2 口就不能作为 I/O 端口使用了。P3 口往往用于控制功能, 一般也不用做 I/O 端口。真正能用做 I/O 端口的只有 P1 口, 这在许多场合是不够的, 因此, 通常需要外接存储器和接口电路。

1) 外接存储器

8031 单片机外接存储器时, P2 口先输出存储器地址的高 8 位, P0 口分时输出地址的低 8 位和传送指令字节或数据。P0 口先输出低 8 位地址信号, 在 ALE 有效时将它锁存到外部地址锁存器中, 然后 P0 口作为数据总线使用。地址锁存器通常采用 74LS373。

当 $\overline{PSEN}$ 有效时, ROM 指令字节通过 P0 读入 CPU, RAM 的读写则由 $\overline{RD}$ 和 $\overline{WR}$ 控制。不同的控制信号使得 ROM 和 RAM 各自有独立的 64K 字节扩展空间。 $\overline{RD}$ 和 $\overline{WR}$ 信号是由专门的外部 RAM 访问指令产生的。

2) 外接接口电路

I/O 接口可采用锁存的三态缓冲器 74LS373、8212 或 8282 等, 也可采用功能较强的可编程 I/O 接口芯片 8155、8255 等。

在数控测井 JC-2 微型地面系统里使用的单片机都是 89C51。89C51 也是 51 系列的单片机, 它跟 8751 很相似, 主要差别是 89C51 的内置程序存储器为 8K 的电可擦除存储器, 89C51 为 CMOS 工艺制造。

二、8255 并行接口

并行接口就是在很多根数据线上, 以数据字节为单位与 I/O 设备或被控制对象传送信

息。在实际应用中，当 CPU 与外设之间同时需要传送两位以上的信息，就要采用并行接口，若设备所需的并行数据宽度超过 8 位，则可用两次或多次传送。

并行接口可分为硬线连接接口和可编程接口。硬线连接接口是直接使用导线将外设或被控对象连接到主机，其工作方式和接口功能不能通过软件编程来改变，若并行接口的工作方式和功能可通过程序来改变，则就是可编程并行接口。8255 是实际中广泛使用的并行接口芯片，下面简单介绍其工作原理。

1. 基本特征

(1) 8255 具有两个 8 位 (PA 和 PB) 和两个 4 位 (PC 高/低 4 位) 并行输入/输出端口，PC 端口具有按位复位/置位功能；

(2) 有 0 方式、1 方式和 2 方式等，可适应 CPU 和 I/O 接口的多种数据传送方式，分别对应无条件传送、应答查询传送和中断传送等。

(3) PC 端口除作数据端口外，当工作在方式 1 和方式 2 时，它的部分引线被分配为专用联络信号，PC 端口可单独指定，按位控制，作状态信号使用等。

(4) 8255A 内部主要由控制寄存器、状态寄存器和数据寄存器组成，PA、PB 和 PC 均具有输出锁存、输入缓冲功能。

2. 8255A 内部结构

8255A 采用 40 线双列直插封装，其中 24 线用于连接 I/O 设备，其内部结构如图 2-2 所示。

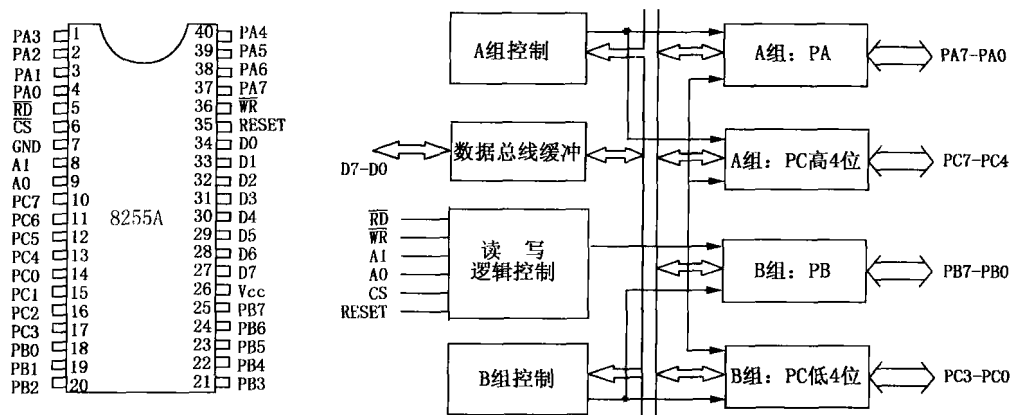


图 2-2 8255A 引脚定义及内部结构框图

1) 数据总线缓冲器

这是一个三态双向 8 位缓冲器，是 8255A 与 CPU 系统数据总线的接口，所有的数据发送和接收以及 CPU 发出的控制字和从 8255A 输入的状态信息均通过该缓冲器传送。

2) 读写控制逻辑

读写控制逻辑由读信号 RD、写信号 WR，片选信号 $\overline{CS}$ 以及端口选择地址信号 A1A0 来实现。读写控制逻辑控制总线的开放和关闭以及信息的传送路径 (通道) 和传送方向，它可把 CPU 的控制命令或数据传送到相应端口，也可控制外设信息或输入数据从相应端口传送到 CPU，其操作功能如表 2-1 所示。

3) 数据端口 PA、PB、PC

8255A 包括 3 个 8 位的输入输出端口，每个端口都有一个数据输入寄存器和一个数据输出寄存器，根据处理器对接口的要求，作为输入端口都有三态输入缓冲和输出锁存功能。在实际应用中，PC 的 8 位可分为两个 4 位端口（仅在 0 方式下），也可分为一个 5 位端口和一个 3 位端口（1 方式下）来使用。

4) A 组和 B 组控制电路

PA、PB 和 PC 三个端口的工作方式是 CPU 通过向 A、B 两组控制寄存器写方式控制字来设定的。A 组控制 PA 和 PC 的高 4 位，B 组控制 PB 和 PC 的低 4 位，A 组和 B 组的控制寄存器还接收 PC 的按位控制命令，以实现 PC 的按位置位/复位的功能。

3.8255A 控制字

控制字用于控制 8255A 各个端口的工作方式和端口的输入/输出，它通过 $\overline{CS} + 11$ 端口输入到 8255A。8255A 控制字格式如下：

D7	D6 D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	A 组方式	PA 口	PC7-4	B 组	PB 口	PC3-0
特征位	PA 方式：	A 口 I/O：	PC7-4：	PB 方式：	B 口：	PC3-0
	00=0 方式	0 输出	0 输出	0=0 方式	0=输出	0=输出
	01=1 方式	1 输入	1 输入	1=1 方式	1=输入	1=输入
	1×=2 方式					

表 2-1 8255 基本操作与端口地址

$\overline{CS}$	A1	A0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	读写操作	内 容
0	0	0	0	1	PA→数据总线 (CPU)	数据
0	0	1	0	1	PB→数据总线 (CPU)	数据
0	1	0	0	1	PC→数据总线 (CPU)	数据、状态
0	0	0	1	0	PA←数据总线 (CPU)	数据
0	0	1	1	0	PB←数据总线 (CPU)	数据
0	1	0	1	0	PC←数据总线 (CPU)	数据
1	×	×	×	×	总线三态	控制字

其中 D7 位为特征位，当 D7=1 时，8255A 将输入的命令解释为控制字。利用控制不同的组合代码，可设置 8255A 各个端口的工作方式和端口的输入/输出情况。如：PA 设置为 1 方式输入，PC 高 4 位为输出，PB 设置为 0 方式输出，PC 低 4 位为输入，则控制字为 10110001B 或 B1H。若将该数值从 $\overline{CS} + 11$ 端口写入到 8255A，即可实现对 8255A 进行相应的控制。

设置 8255A 工作方式等操作称为 8255 初始化，在实际应用时，首先必须对 8255 初始化，才能进行数据的输入/输出，初始化程序段为：

```
MOV DX, 8255CS + 3    8255A 控制寄存器端口地址 = CS + 11B
```

```
MOV AL, 8255CW      8255A 控制字 CW
OUT DX, AL          输出到 8255A 控制寄存器
```

4. PC 置位/复位

为了实现控制的需要，PC 可按位置位/复位，置位/复位格式定义如下。

利用置位/复位控制字可将 PC 端口 8 位中的任意一位置成高电平或低电平，如把 PC3 置成高电平，则置位字为 00000111B 或 07H，程序段为：

```
MOV DX, 8255CW
MOV AL, 00000111B
OUT DX, AL
```

D7	D6	D5	D4	D3 D2 D1	D0
0	NC	NC	NC	选择置位/复位	S/C
特征位		不用		000 = PC 口 0 位	1 = 置位
				001 = PC 口 1 位	0 = 复位
				010 = PC 口 2 位	
					
				111 = PC 口 7 位	

5. 8255 工作方式

8255A 有三种工作方式，其中 0 方式是一种基本输入/输出工作方式，0 方式把 8255A 的 4 条 I/O 线全部都用作传送数据，不设置应答信号线，常用于简单（无条件）传送，在 0 方式下，输出有锁存，输入只有缓冲能力而无锁存功能。1 方式是一种选通输入输出方式，PA、PB 用于传送数据，PC 的部分引脚被指定为固定的专用应答信号，这种方式常用于查询（条件）传送或中断传送，数据的输入/输出都具有锁存能力。2 方式是双向选通输入/输出方式，PA 作为双向数据输入/输出端口，PC 的部分线用作专用的应答信号线，8255A 只有 PA 才可以工作在 2 方式。

三、8253 定时计数器

目前在测控系统中，通常采用可编程定时/计数器芯片来进行延时，这种可编程定时/计数器芯片既能很容易地被 CPU 初始化产生给定的时间间隔，又能对外部事件进行计数，方便地实现对控制对象的控制。8253 是最常用的定时计数器，它具有 3 个独立的 16 位计数通道，使用单 +5V 电源，是 24 个引脚的双列直插式芯片。

1. 主要功能

- (1) 一片上有 3 个独立的 16 位计数器通道，最大计数范围为 0~65535；
- (2) 每个计数器都可以按照二进制或二十进制计数；
- (3) 每个计数器的计数速度可高达 2MHz；
- (4) 每个通道有 6 种工作方式，可通过程序设置来改变；
- (5) 所有的输入和输出都与 TTL 兼容。

2. 内部结构及引脚功能

8253 内部可分 6 个模块，如图 2-3 所示。

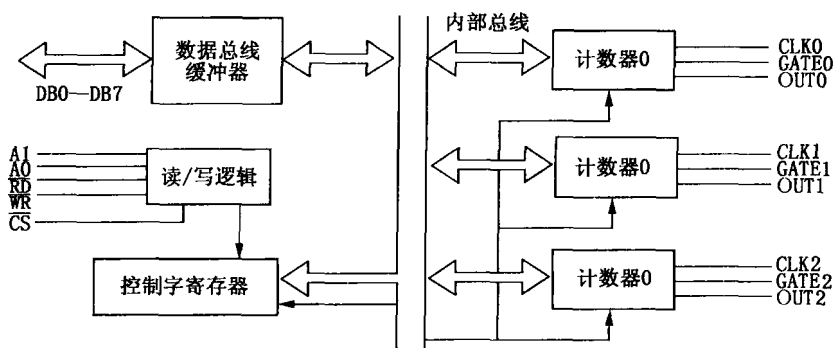


图 2-3 8253 内部逻辑图

(1) DB0—DB7: 双向数据总线，用于传输数据和控制字，计数器的计数值也通过数据总线读取。

(2) $\overline{CS}$: 片选信号，低电平有效，当 $\overline{CS}=0$ 时才能选中定时/计数芯片，实现对它的读写。

(3) $\overline{RD}$, $\overline{WR}$: 读写控制信号，低电平有效。

(4) A0、A1: 8253 内部计数器和控制寄存器编码选择信号，其功能如表 2-2 所示。

(5) CLK0~2: 每个计数器的时钟输入端，计数器对该时钟进行计数，CLK 最高频率为 2MHz。

(6) GATE0~2: 门控信号，用于控制计数器是否计数。当 GATE=1 时计数器正常计数，GATE=0 时计数暂停。

(7) OUT0~2: 计数器输出信号，根据不同的工作方式输出不同的波形。

表 2-2 8253 读写操作功能表

$\overline{CS}$	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	A1	A0	操 作
0	0	1	0	0	写入计数器 0 初值
0	0	1	0	1	写入计数器 1 初值
0	0	1	1	0	写入计数器 2 初值
0	0	1	1	1	写控制字
0	1	0	0	0	读计数器 0 当前计数值
0	1	0	0	1	读计数器 1 当前计数值
0	1	0	1	0	读计数器 2 当前计数值
1	×	×	×	×	三态禁止
0	1	1	×	×	无操作（三态）

3. 控制字寄存器

当 A1A0=11 时，选中控制寄存器，然后它从总线接收数据，并存入到寄存器中。控制寄存器存储的信息控制每个计数器的工作方式和计数方式，控制字寄存器的信息只能写入，不能读出。控制字寄存器功能定义如下所示。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SC1	SC0	RL1	RL0	M2	M1	M0	BDC
通道选择:		I/O 格式:		计数方式:		计数方式:	
00 = 计数器 0		00 = 计数锁存		00 = 方式 0		0 = 二进制计数	
01 = 计数器 1		01 = 低 8 位有效		00 = 方式 1		1 = BCD 计数	
10 = 计数器 2		10 = 高 8 位有效		00 = 方式 2			
11 = 非法		11 = 先高后低		00 = 方式 3			
				00 = 方式 4			
				00 = 方式 5			

(1) 计数方式: 计数方式取决于计数范围, 二进制计数的计数范围为 0~65535, 十进制计数的范围为 0~9999。

(2) 计数方式: 8253 有 6 种计数方式, 用户可根据自己的需要选择所需的计数方式。

(3) I/O 格式: I/O 格式与用户的计数范围和计数精度有关, 当选择高 8 位有效时其 8 位为 0; 选择低 8 位有效时高 8 位为 0。

(4) 通道选择: 用于选择当前控制字设置的通道, 在编程中应注意与初值写入 I/O 地址相吻合。如在 PC 机中, D7D6 = 00 (0# 通道), 则初值应从 40H 端口 (0# 通道 I/O 地址) 写出。

控制字设置是 8253 编程所必须的, 读者应熟记控制字的各个二进制位的含义及其设置方法, 才能在编程控制中灵活应用。

四、DAC0832 与程控放大

1. 芯片的框图与引脚

DAC0832 可以直接与 8031 微处理器直接接口。其框图和引脚如图 2-4 所示。它主要由两个寄存器和一个 8 位可乘 D/A 变换器组成。由于使用了两个寄存器 (输入寄存器和 DAC 寄存器), 所以可进行两次缓冲操作, 使该器件的操作具有更大的灵活性。例如, 它在输出对应于某一数字信息的电流时采集下一个数据。又如在多个变换器同时工作的情况下, 可同时更改起输出的模拟量。其典型的接线如图 2-5 所示。因为芯片内的反馈电阻 $R_{fb} = R$, 故:

$$V_{OUT} = -B \cdot V_{REF}/2^8$$

式中 B 为 DAC 寄存器中的二进制。

下面介绍各引脚的含义。

(1) $\overline{CS}$ (片选): 输入, 低电平有效。

(2) ILE (输入寄存器允许): 输入, 高电平有效, 它与 $\overline{CS}$ 信号共同控制 $\overline{WR1}$ 选通输入寄存器。

(3) $\overline{WR1}$: 输入, 低电平有效, 用来将数据总线上的数据装入输入寄存器。进行这种