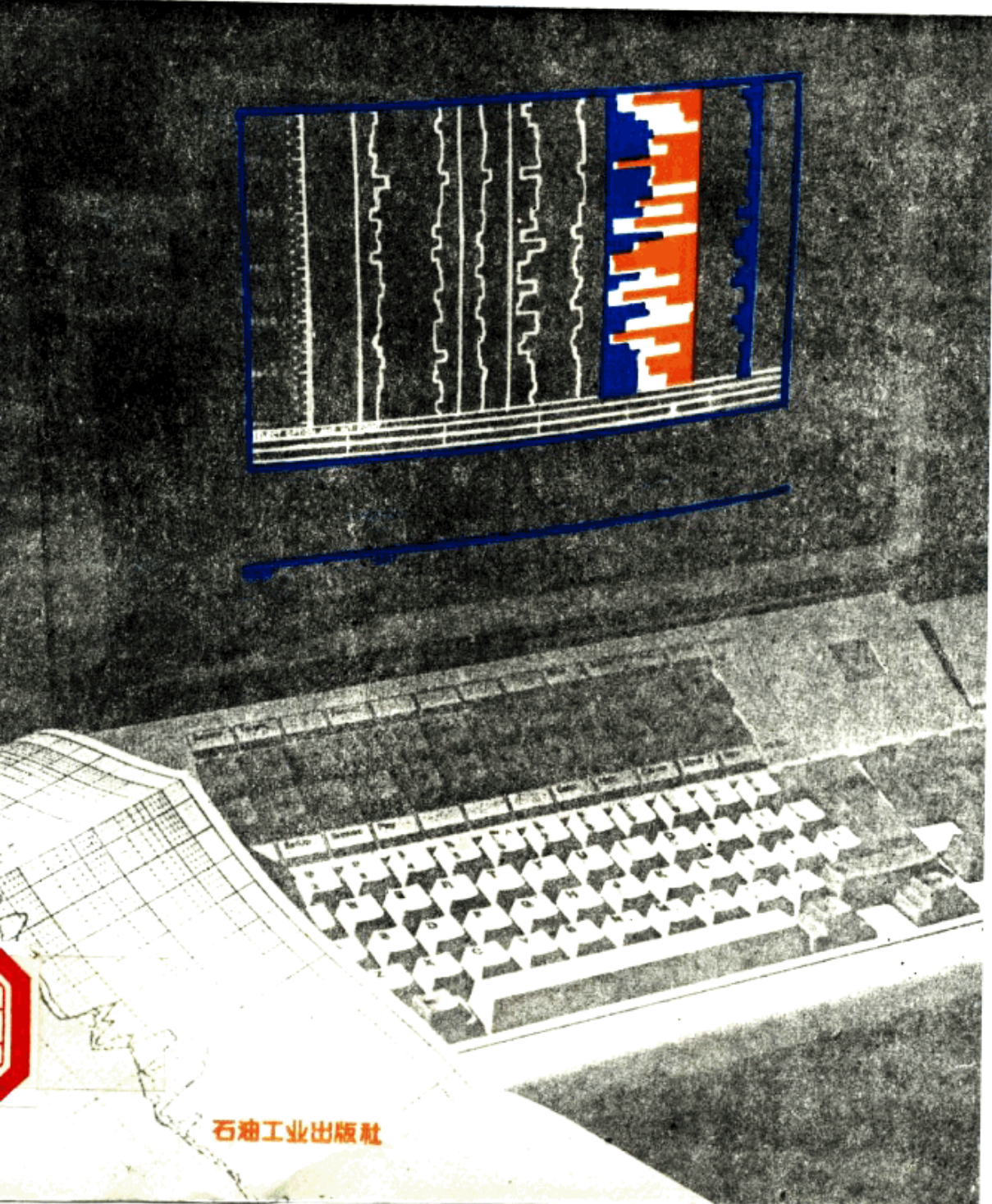


李明春 主编

数控生产测井下井仪器与资料解释



石油工业出版社

序

《数控生产测井下井仪器与资料解释》一书是由从事数控生产测井工作多年的工程技术人员集体编写。

编写本书的主要目的是为现场生产测井工程技术人员和从事油田地质的技术人员提供培训教材和专业参考书。

本书结合油田开发实际,以现用的测井下井仪器为例,详细地说明数控生产测井下井仪器的工作原理、基本电路结构、技术指标、仪器的维修与保养,测井资料的解释应用。

本书共分十一章,主要包括: $1\frac{7}{16}$ "多参数组合仪,1"生产测井组合仪,噪声井温组合仪,径向微差井温仪,X—Y井径仪,40臂井径仪,水泥胶结测井仪,垂直测井仪,碳氧比测井仪,数控生产测井下井仪器的现场测试与施工,以及测井资料的综合解释与应用。

在本书的编写过程中,李明春同志在书的总体结构上给予了指导,姚家骅同志负责具体策划与审阅;冯录华同志负责编写绪论、第一章~第七章的仪器部分;国庆忠同志负责编写第八章的仪器部分;李由杰同志负责编写第九章的仪器部分及第十章的第七、第八节;游佳雄同志负责编写第十章的第一~第六节;江景合同志负责编写第一章、第四章、第五章、第八章、第九章的资料解释与应用和第十一章;涂兴万同志负责编写第二章、第三章、第六章、第七章的资料解释与应用。

由于编写人员的水平有限,选择内容的时间仓促,书中可能存在着不少的问题和错误,敬请读者不吝赐教。

编 者

1993. 4. 15

绪 论

生产测井指在油(水)井从投产到报废的过程中,采用地球物理测井方法,对油(水)井进行动态监测,录取井下的动态资料的一种测井方法。油田在开发过程中要求生产测井提供的资料主要有三种:一是油(水)井的动态资料,包括油井(自喷井和抽油机井)的分层产液量、分层产水量、分层压力、流体的性质,以及注水井的水层吸水量等。二是了解套管外地层性质的变化:包括确定油、气、水层及其界面,确定油层水淹和油层剩余油饱和度等地质情况。三是提供工程测井资料,包括检测套管接箍、套管的损伤、腐蚀、变形,检查射孔质量和水泥胶结质量,找漏找窜,评价压裂、酸化和封堵效果等。生产测井是贯穿油田开发过程中不可缺少的一种手段,它可以提供准确的井下动态资料,为调整注采方案。保持油田稳产高产提供科学的依据;同时还可以提供井身技术状况的变化资料,为油水井修井作业提供资料。总之,生产测井是油田地质家的眼睛,它是提高油(气)田最终采收率,科学、合理的开发油(气)田,最大限度的发挥油(气)田经济效益的重要手段。

中原石油勘探局各级领导非常重视生产测井的发展,自80年代中期,先后从斯仑贝谢、吉尔哈特、阿特拉斯等几家外国公司引进了多套代表80年代世界先进水平的生产测井仪器和装备。进一步充实和完善了生产测井的仪器系列,见表1。

中原勘探局是一个大型油气田,由于井深,井下温度高、压力大,断块多,地质复杂,油层物性差,给生产测井带来较大的困难。国外先进技术、先进仪器装备的引进,给中原油田动态监测带来新的活力。使中原油田的生产测井的队伍建设、技术素质,技术水平,测井手段,服务项目都有了长足的发展,上了一个大台阶。形成了一支技术先进,装备精良,能打硬仗,集科研、生产于一身的生产测井队伍。几年来在引进、消化、吸收的基础上,同油田外的其它科研院所联合研制成功了多种生产测井仪器。这些科研成果已经转化为生产力,并且在全国6个油田得到推广。

1. HDC—1型1"环空多参数组合仪

由中原石油勘探局与中国船舶工业总公司715所经过两年的室内和现场实验,终于研制成功了HDC—1型1"环空多参数组合仪。现已形成生产能力,并在全国几家油田推广应用,该仪器在技术指标、加工工艺,都赶上了80年代中期的世界先进水平,其中含水率仪器的测量精度优于吉尔哈特公司生产的1"含水率仪器。该仪器结构简单,操作维修方便,可以同DDL—Ⅲ地面系统兼容,是目前替代进口的理想仪器。

2. HDC—1型智能测井地面仪

中原石油勘探局与中国船舶工业总公司715所联合研制的HDC—1型智能测井地面仪,克服了HDC—1型1"多参数组合仪只能与DDL—Ⅲ地面系统配套的缺点,使1"多参数组合仪与HDC—1型智能测井地面仪配套,可以适应各种国产生产井地面系统。该地面仪具有模拟量和数字量两种输出,可以配JD—581、SD—81、SD—90等国产生产测井设备直接进行模拟量记录。可以配ZYS—912、SK—88等计算机系统进行数字处理。使我国的生产测井设备和生产测井仪器扩大了服务领域。为没有引进DDL—Ⅲ生产测井系统的油田,尽快开展

表 1 几家生产测井仪的对比

生产厂家	仪器名称	仪器代号	仪器用途和特点
吉 尔 哈 特 公 司	$1\frac{7}{16}$ " 生产测井组合仪	PLT- $1\frac{7}{16}$ "	一次下井可以同时测取自喷井的井下温度、压力、持水率、自然伽马、流体密度、涡轮流量、接箍定位等多种参数。也可以测量注水井的注入剖面
	1" 生产测井组合仪	PLT-1"	一次下井可以分次测量抽油机的井下温度、持水率、自然伽马、涡轮流量、放射性示踪流量、接箍定位等多种参数
	噪声井温组合仪	BATS	可以确定管外窜槽位置, 确定射孔层注产液出砂状况
	径向微差井温仪	RDT	通过测量井下某一深度井筒四周温度的异常确定井身在径向上的变化
	X-Y 井径仪	X-Y	确定井身或套管在两个垂直方向上井径的变化
	40 臂井径仪	40 ARM	可以测取套管最小内径和剩余壁厚从而确定套管变形和腐蚀情况
	$3\frac{1}{4}$ " 水泥胶结组合仪	$3\frac{1}{4}$ " CBL/GR/ N/CCL	可以在套管中下井检查水泥胶结质量, 和了解其它地质问题
斯 伦 贝 谢 公 司	$1\frac{11}{16}$ " 生产测井组合仪	PLT- $1\frac{11}{16}$ "	一次下井可同时测取温度、压力、流体密度、井径自然伽马、涡轮流量等多种参数
	中子寿命测井仪	TDT	寻找枯干层内的可动残余油气或测定其含水饱和度
	放射性示踪仪	TET-E	用放射性方法求取流体流速
	36 臂井径仪	BG-36	可提供 6 个半径测量值, 3 个最大值和 3 个最小值
	电磁厚度测井仪	ETT	利用电磁原理测定套管腐蚀状况

生产厂家	仪器名称	仪器代号	仪器用途和特点
斯公司	管子分析测井仪	PAT	进行套管技术状况监测
	X—Y井径仪	BGT	确定井筒式套管的变形和椭圆度
阿特拉斯公司	C/O 比能谱测井仪	C/O	确定剩余油饱和度
	垂直测井仪		进行套管腐蚀测井
计算井公司 计算机	1" 生产测井组合仪	AT—1"	可以连抽油烟机井中进行环室测井, 一次下井、分次测量井下温度含水伽马、流体密度及涡轮流量、示踪流量等参数

环空测井提供了极大的方便。另外, 该地面测井仪还可以与三参数、四参数吸水剖面测井仪配套, 进行油田注水井的吸水剖面测井, 更好地发挥了一板多用, 一专多能的智能效果。该地面仪现已形成生产能力, 并在全国几家油田得到推广。

3. 1— $\frac{7}{16}$ " 生产井组合仪

中原石油勘探局与中国船舶工业总公司 715 所联合研制的自喷井生产测井组合仪, 经过三年的努力, 现已研制成功, 正投入紧张的现场实验。室内实验结果表明, 该仪器技术指标、加工精度、耐温、耐压指标, 均达到了 80 年代中期世界水平, 是目前更新换代, 替代进口的理想仪器。

4. GZC—1 型高分辨率噪声测井仪

中原石油勘探局与中国船舶工业总公司 715 所联合研制的 GZC—1 型高分辨率噪声测井仪, 在距离分辨率和频率分辨率方面都优于同类进口产品。能够更精确的确定声源位置, 能从精细的频谱分析中识别井内流质。该仪器的井下探头与 DDL—III 完全兼容, 可以互换。声性能优于进口探头, 实现了噪声、井温探头的国产化。地面电路部分有频谱分析与记录系统, 与 DDL—III 噪声测井同时工作对 0~10 kHz 的声信号进行频谱分析, 输出 256 条幅度谱线, 每根谱线的频带宽度为 39 Hz。这是国内首先将频谱分析技术用于噪声测井。它为深入分析研究井下噪声, 进一步开发噪声测井技术提供了重要手段。

5. ZYS—912 数字生产测井地面系统

由中原石油勘探局自行研制的 ZYS—912 数字生产测井地面系统, 实现了计算机操作, 热敏绘图和软盘记录。可以实时出图、计算机预处理, 实现了测井数字化。对于提高测量精度, 克服手动操作误差, 实施动态监测都起到了很好的作用, 产生了很好的效果。1991 年, 在石油天然气总公司与江汉石油管理局召开的生产测井装备会上, 该地面系统被列为优选产品。

6. XDC—1 型单芯传输吸水剖面组合仪

由中原石油勘探局与中国船舶工业总公司 715 所联合研制的 XDC—1 型单芯传输吸水剖面组合仪, 采用引进设备的先进技术和大部进口的高温器件, 使仪器在技术性能、加工工

艺,耐高温、高压等方面都达到了 80 年代中期的世界先进水平,在国内具领先地位。特别对付中原石油勘探局 3600 m 以上的超深井,该仪器起到了重要作用。该仪器采用单芯电缆传输,这对于目前 5.6 mm、8 mm 油矿电缆的国产化无疑带来了很大的优势。该仪器已在全国几个油田得到推广,科研正转化为生产力。

7. 数控生产测井解释软件

由中原石油勘探局自行研制的数控生产测井解释软件现已投产使用。该软件可以实现测井磁带编辑、自动识别装机、深度自动校正、流体总的表观速度计算、分相流体表观速度计算、制作流体时速度交会图、解释图版计算和处理、输出单条和组合曲线图、输出解释成果图等。该软件的投产使用,实现了生产测井解释自动化。大大提高了解释符合率。这无疑对于进一步摸清油田地下动态,油田增储上产,合理调整注采方案,以及保证油田稳产高产,将产生重大的影响。

实践表明,随着油田进入中后期开发,生产测井技术越显示其重要性。因为生产测井可以对油气生产过程中的许多问题,给予可靠而又经济的分析。可以对很多注水过程中的井下流体动态,提供可靠而又准确的资料。因此,生产测井对保证油田的稳步发展无疑是起着重要的指导作用。

目前,生产测井面临的任务还很艰巨,需要解决的问题还很多。国内各油田生产测井技术发展还很不平衡。国内生产测井水平距离国际先进水平还有差距。许多新技术,例如:井周成象测井(CBIL)、偶极子声源横波成象测井(DSI)、阵列声波测井、分割式水泥胶结测井(SBT)等井下成象技术,以及水平井的生产测井技术,都有待于学习、消化、吸收、研究。高新技术的发展,以及对高新技术的学习、应用和推广,都需要加快培养一支基础理论扎实、专业水平较高、肯为生产测井事业献身的生产测井技术队伍。

目 录

第一章 $1\frac{7}{16}$ "多参数组合仪	(1)
第一节 WTC 与下井仪器数据收发板	(2)
第二节 自然伽马测井仪	(10)
第三节 流体密度测井仪	(13)
第四节 温度测井仪	(15)
第五节 压力测井仪	(18)
第六节 含水率测井仪	(23)
第七节 涡轮流量计	(26)
第八节 套管接箍定位器	(30)
第九节 测井资料的解释方法与应用	(31)
第二章 $1"$ 生产测井组合仪	(68)
第一节 自然伽马测井仪	(68)
第二节 涡轮流量计	(70)
第三节 流体识别仪	(73)
第四节 温度测井仪	(75)
第五节 放射性示踪流量计	(77)
第六节 套管接箍定位器	(78)
第七节 测井资料的解释方法与应用	(79)
第三章 噪声井温组合仪	(87)
第一节 仪器的测量原理与结构	(87)
第二节 测井资料的解释方法与应用	(91)
第四章 径向微差井温仪	(96)
第一节 仪器的测量原理与结构	(96)
第二节 测井资料的解释方法与应用	(100)
第五章 X—Y 井径仪	(103)
第一节 仪器的测量原理与结构	(103)
第二节 测井资料的解释方法与应用	(107)
第六章 40臂井径仪	(110)
第一节 仪器的测量原理与结构	(110)
第二节 测井资料的解释方法与应用	(113)
第七章 水泥胶结测井仪	(116)
第一节 $3\frac{1}{4}"$ CBL/GR/N/CCL组合仪	(116)

第二节	$1\frac{11}{16}$ "CBL/GR/N/CCL 组合仪	(123)
第三节	测井资料的解释方法与应用	(130)
第八章	垂直测井仪	(137)
第一节	垂直测井仪的工作原理	(137)
第二节	垂直测井仪的刻度	(143)
第三节	垂直测井仪的技术指标	(145)
第四节	垂直测井仪的保养与检修	(147)
第五节	测井资料的解释方法与应用	(166)
第九章	碳氧比 (C/O) 测井仪	(169)
第一节	碳氧比测井仪的工作原理	(169)
第二节	碳氧比测井仪的刻度	(176)
第三节	碳氧比测井仪的技术指标	(177)
第四节	碳氧比测井仪的保养与检修	(178)
第五节	测井资料的解释方法与应用	(179)
第十章	数控生产测井下井仪器的现场测试与施工	(191)
第一节	$1\frac{7}{16}$ "多参数组合仪的现场测试与施工	(191)
第二节	1"生产测井组合仪的现场测试与施工	(193)
第三节	噪声井温组合仪的现场测试与施工	(195)
第四节	X—Y 井径仪的现场测试与施工	(196)
第五节	40臂井径仪的现场测试与施工	(196)
第六节	水泥胶结测井仪的现场测试与施工	(197)
第七节	垂直测井仪的现场测试与施工	(198)
第八节	碳氧比测井仪的现场测试与施工	(201)
第十一章	测井资料的综合解释与应用	(206)
第一节	产出剖面测井资料的解释处理软件	(206)
第二节	吸水剖面测井资料的综合解释	(211)
第三节	产出剖面测井资料的综合解释	(212)
第四节	产出剖面与吸水剖面测井资料对比	(215)
第五节	产出剖面指导增产措施	(217)
第六节	工程测井综合解释	(220)
第七节	产出剖面与 C/O 资料对比	(226)
附录一	符号注释	(227)
附录二	参考文献	(234)

第一章 1-7/16" 多参数组合仪

1-7/16" 多参数组合仪是自喷井的产出剖面测井和注水井的注入剖面测井重要的测井仪器。它包括：流量、密度、含水、温度、压力，自然伽马、WTC（多路遥测系统）、接箍定位器等八种仪器。该仪器一次下井可以同时测取井内流体的体积流量、密度、视含水率、温度梯度、温度微差、压力梯度、自然伽马射线强度套管接箍深度等多种参数。它的测井资料可以研究生产井的分层动态和注水井的分层吸水量。是目前国内生产测井中较好的测井仪器。图1—(1)

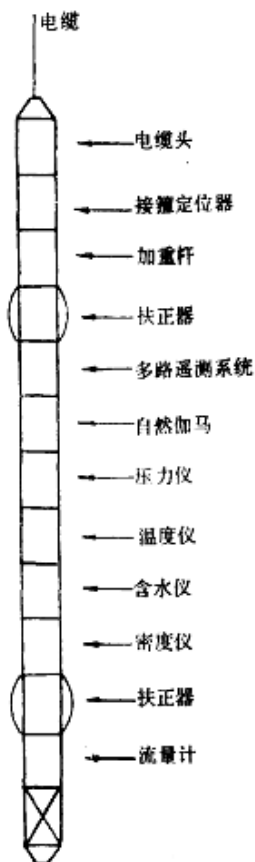


图1—(1) 多参数组合仪的一般配制

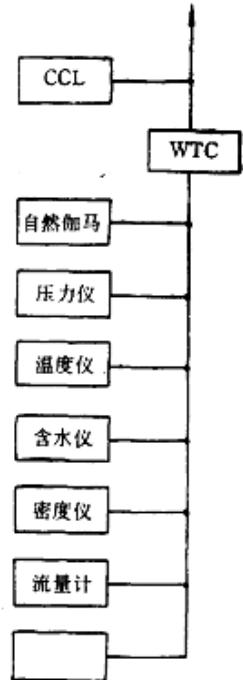


图1—(2) 组合仪各仪器间的关系框图

是多参数组合仪一般的连接方式，其中 WTC 是其它仪器（CCL 除外）的控制和服务设备。它对各种仪器依次进行寻址，并把各种仪器发送的数据重新编辑，通过电缆依次送到地面系统中去。每种探测仪器所做的工作就是将测量的参数转换成数据，以响应 WTC 的寻址。各种仪器对应的地址号分别是，流量计——1；密度仪——2；含水率仪——3；温度仪——4；压力仪——5；自然伽马仪——7，CCL 仪器不需要 WTC 传送，所以它不需要设置地址。该仪器设计的 WTC 具有传输十种信号的能力，所以现在还有四个备用道（6，8，9，10）供以后开发新仪器使用。图 1—(2) 示出了多参数组合仪仪器之间的关系。从图中可以看出，CCL 不受 WTC 控制，也就是说，不管测量何种参数，接箍信号都可以随时测取。而其它六种参数是并联在总线上受 WTC 控制，它们必须按照 WTC 的寻址依次将信号送到电缆上去。

第一节 WTC与下井仪器数据收发板

DDL—Ⅲ的多参数组合仪采用了先进的多路传输技术——电缆遥测系统（WTC）。WTC 由五块电路板组成（另外附加一个电缆/仪器总线隔离器）。WTC 很方便地使单芯电缆完成

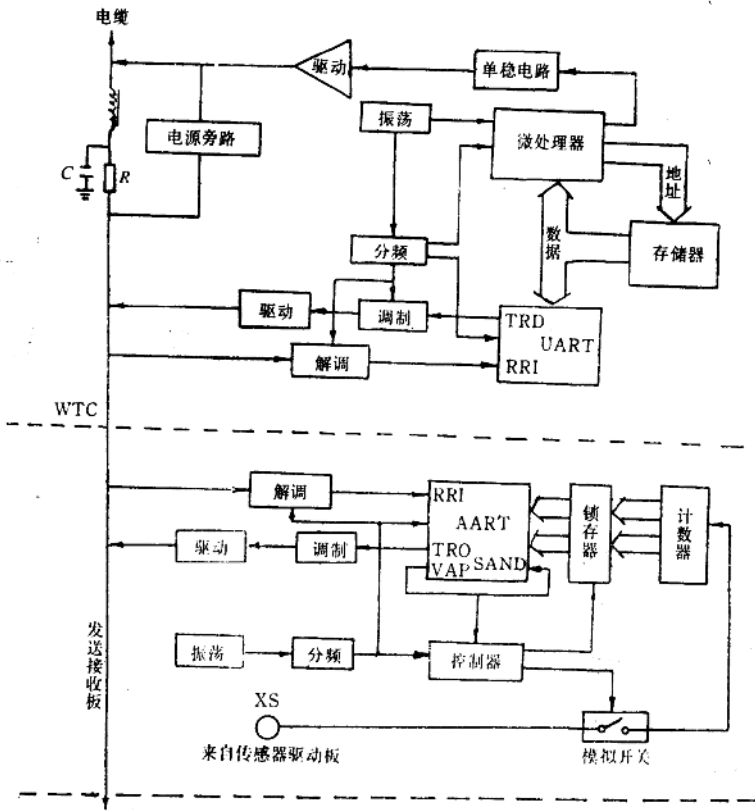


图 1—1—1 WTC 下井仪器数据收发板原理框图

了两个功能：一方面使地面仪器通过单芯电缆向井下仪器供电；另一方面井下各种信号通过单芯电缆传到地面。

一、WTC 各板的功能

图 1—1—1 的上半部分为 WTC 的框图，具体线路分五块板。

A_1 板为电源分离板，此板由场效应管 Q_1 、 CR_1 、 CR_2 、 CR_3 、齐纳二极管和 VR_1 稳压管组成。 A_1 板的主要功能是用来对井下仪器提供大电流，当供电电压在仪器头上高于 75 V 时，场效应管自动导通，从而短路了 100 Ω 电阻

和扼流圈，它是为将来井下仪器加入带马达的仪器而设计的，目前该电路还没有什么用途。

A_2 板为传输驱动板。此板电路见附图 1—1—3 A_2 板完成三个功能：①将不归零的曼切斯特 II 信号转换成归编制曼切斯特信号经过电缆驱动器送到电缆上。②把仪器寻址信号通过 R_{10} 、 Q_3 、 CR_5 倒向送到仪器总线上。③仪器总线上来的数据信号通过 C_1 送入时序板 A_4 。

A_3 板为应用板。此板有三个功能：①为 WTC 提供两种直流电源 +9 V、+6.4 V，②监视仪器总线上的电压，并提供一个电压监视信号，③产生 2.933 MHz 的时钟脉冲送到 A_4 、 A_5 板。见附图 1—1—4。

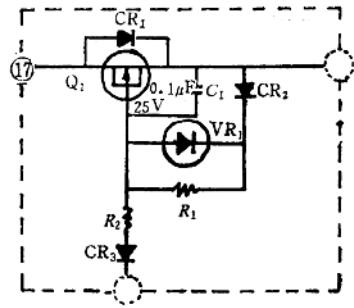


图 1—1—2 电源分离板线路图 (A_1)

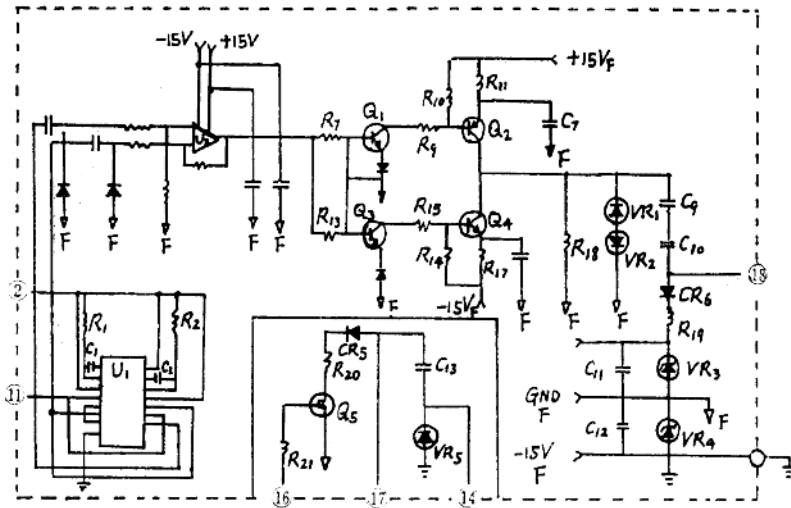


图 1—1—3 传输驱动板线路图 (A_2)

A_4 板为定时板。此板有个两功能：①把从控制板 A_3 送来的不归零信号调制成占空度为 12.7% 的信号送到仪器总线上。把从仪器总线上来的返回零数据信号解调成 A_5 板上，UART 能接收的高占空度的不归零信号，这是因为在仪器总线上即要传输数据，又要提供直流电源，为了尽量减少传输数据对直流电源的影响，降低总线上的功耗，所以总线上传输的数据

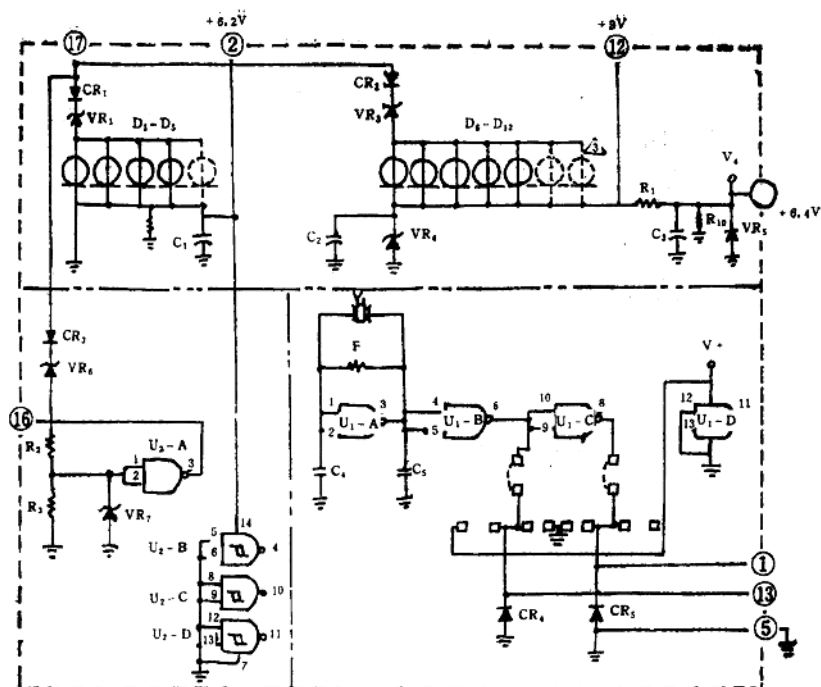


图 1-1-4 应用板线路图 (A₃)

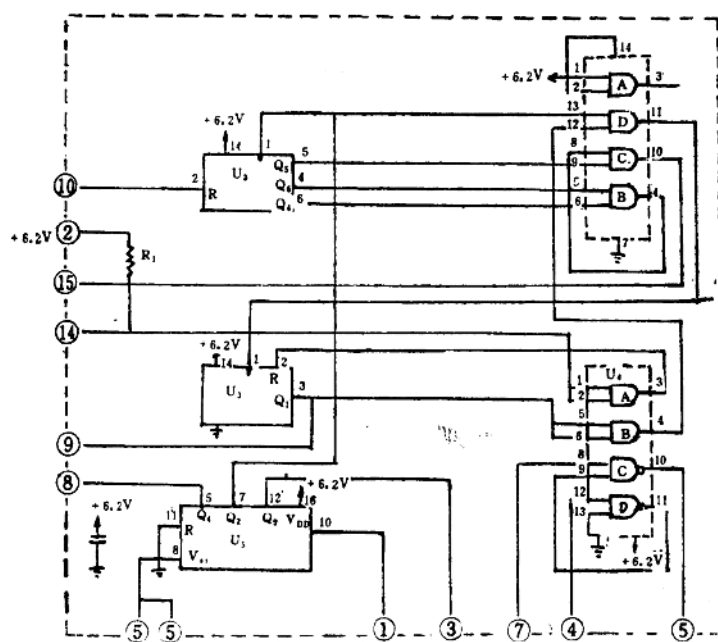


图 1-1-5 定时板线路图 (A₄)

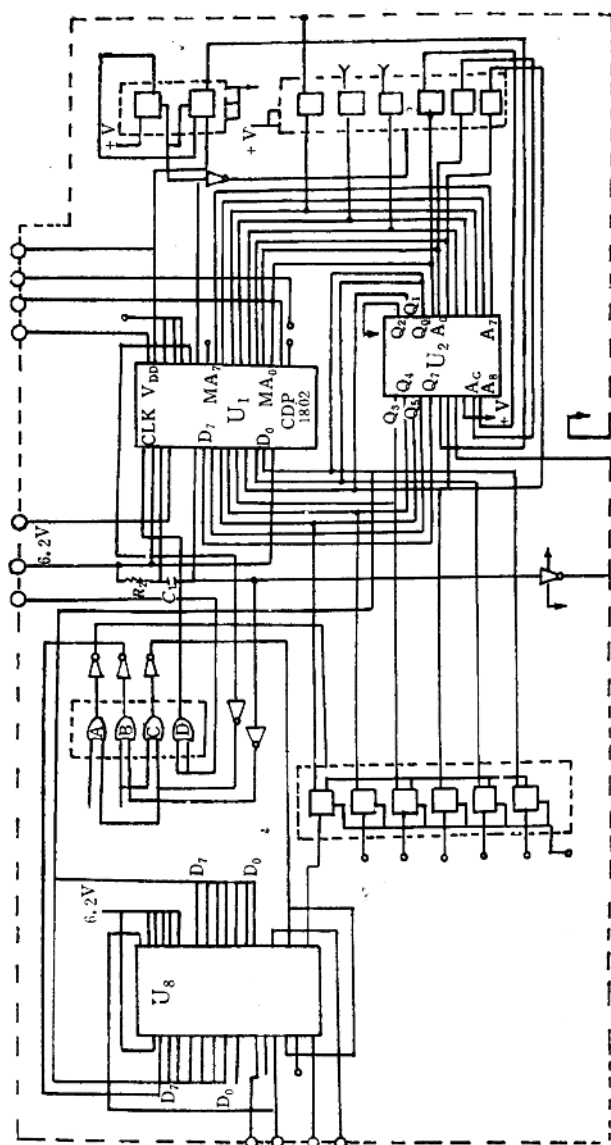


图 1—1—3 控制板线路图 (A₅)

选为归编码，而 UART 只能接收和发送不归零信号，因此，调制和解调电路正是为完成这两种形式的编码之间的转换而设置的。驱动器的作用是为了使加到总线上的归编制码有足够的幅度。②把 2.933 MHz 的时钟信号分别分频成 5.729 kC, 183.25 kC, 733.25 kC, 各种频率的时钟信号，以满足其它板时钟的需要。见图 1—1—5。

A₅板为控制板。此板是 WTC 的心脏。该板由 UART、存储器、微处理器和一些触发器组成。存储器中存储着维持微处理器工作的全部程序。微处理器在程序的控制下，主要完成着以下工作：①向 UART 发送下井仪器的地址；②读出 UART 接收的井下仪器的数据，并以曼切斯特码串行从 Q 端输出；③寻址存储器，并执行其内容。UART 的主要作用是实现串、并行的转换（不是简单的转换，而是加上或删除起始位，奇偶校验位）一方面接收微处理器并行发出的仪器地址，以串行形式输出，另一方面又接收仪器发出的解调后的串行数据，以并行形式送到微处理器中去。见附图 1—1—6。

在图 1—1—1 WTC 框图中，电感 L 、电容 C 和电阻 R 组成一个滤波网络，即为仪器总线/电缆隔离器。系统通过电缆加给井下仪器的直流电源通过电感和电阻加到仪器总线上，而仪器总线上传输的信号由于滤波网络的作用不致传到电缆上，起到了电缆/总线隔离作用，防止了电缆上和总线上传输信号的相互干扰。图 1—1—7 示出了 WTC 各板的逻辑关系。

二、井下仪器接收发送的功能

每一个需要 WTC 传输数据的仪器内部都有一个发送接收板，它们除去地址设置不同外，其它基本相同，如图 1—1—7 所示。

该板内有一个与 WTC 中 UART 相对应的器件——AART。正是这个器件实现了响应 WTC 的寻址，并发送测量数据的目的。这里的调制、解调、驱动电路与 WTC 中的一样，设计该电路的理由也与 WTC 中的相同——即为了完成归编码和不归编码之间的转换。计数

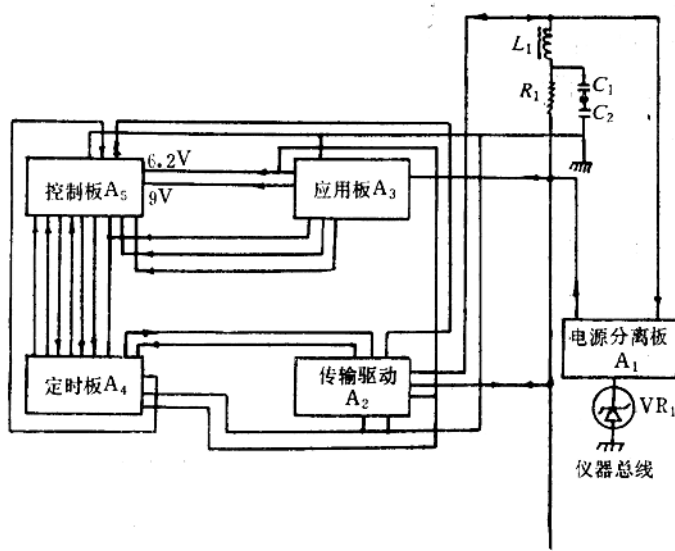


图 1—1—7 WTC 各板的逻辑关系

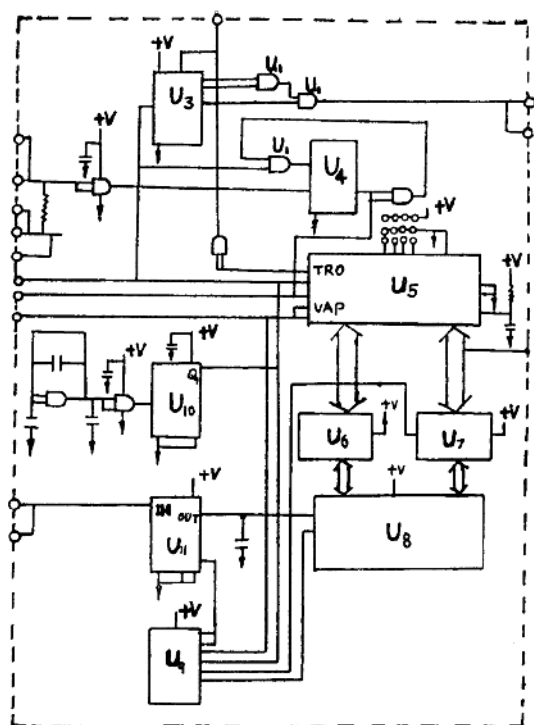


图 1—1—8 接收发送板线路图

器累加与测量参数相对应的脉冲数，即将与测量参数相联系的频率数转换成二进制数。这里的锁存器是为了保证 AART 发送数据时，AART 并行输入端的数据不改变，锁存器的加载信号是由控制器提供的。模拟开关的作用是使锁存器加载时，保证计数器的数据不改变。它的控制信号也是由控制器产生的。振荡器产生基本的 2.933 MHz 的时钟信号，其分频信号用于 AART，调制、解调、控制器作为时钟信号。

三、WTC 和发送接收板工作原理

在给组合仪供电后，6.2 V 的电源通过 R_2 、 C_1 产生一个复位脉冲加到 1802 微处理器的复位端，使微处理器首先清零。然后在存储器中程序的支持下，发出 1 号仪器的地址（流量计）。该地址经 UART 变为串行形式，经调制器、驱动器，加到仪器总线上。由于所有仪器共用一条总线，所以每支仪器发送接收板的解调电路都要对这一地址进行解调，并送入 AART。AART 接收到该地址后，与本身所设置的地址相比较，如果接收的地址与自己设置的地址相同，则在 VAP 端输出一个地址有效脉冲。如果地址不相同，则没有任何动作。因此 WTC 每次寻址只有一个 AART 做出响应。例如：WTC 发出的地址为“0”（流量计仪器 1 号地址），只有流量计发送接收板中的 AART 有 VAP 信号输出（地址有效脉冲）。该信号触发控制器首先产生一个模拟开关断开信号以停止计数器计数。然后产生一个锁存器加载信号，从而把计数器中的 12 位数据存到锁存器中。VAP 信号还同时加到 AART 的发送端，以触发 AART 发送其并行输入的数据。12 位数据被分成两个字节发出。经调制、驱动后加

到仪器总线上。此数据信号经 WTC 的解调电路连到 UART。UART 将它转变为并行数据送入微处理器。微处理器将 1 号仪器地址 (0) 和接收到的数据以不归零曼切斯特码的形式从 Q 端输出。经单稳态电路后变为归编曼切斯特码, 再经驱动器加到电缆上。因此最后在电缆上看到的信号有四个地址位, 12 个数据位, 还有一个奇偶校验位和占 3 个位时间宽度的同步脉冲, 如图 1-1-9。

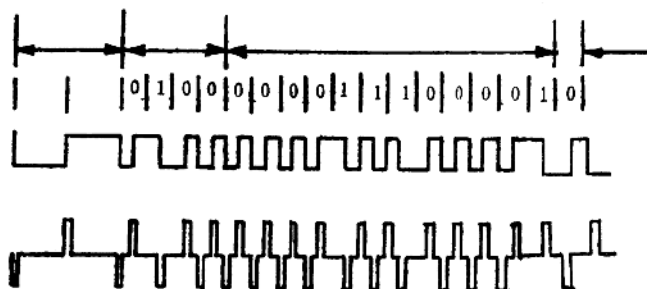


图 1-1-9 电缆上归编和不归编信号对照图

曼切斯特 II 信号的格式在时钟间隔内所对应的上升沿为“0”, 下降沿为“1”。而归编信号的格式在时钟间隔内所对应的正脉冲为“0”, 负脉冲为“1”。

微处理器从 Q 端发送 1 号仪器地址和数据的同时, 还向 UART 发送 2 号仪器的地址 (1), 其过程与上面所讨论的相同。只不过这次响应的仪器不是流量计, 而是密度计。依此类推。WTC 向上发送 2 号地址和数据的同时, 还向下寻址 3 号仪器的地址。这种过程不断进行, 直到 WTC 寻址完 10 号仪器的地址后 (目前只有 6 种仪器, 其余几种仪器数据位全用 0 填充。) WTC 在 EPROM 中程序的支持下, 又重新开始新的循环。因此, 电缆上数据的传输率为 5.729 千字节/秒, 而总线上的数据传输率为 11.458 千字节/秒。总线上的数据格式见图 1-1-10。



图 1-1-10 总线上的数据格式

每支仪器被寻址一次用 4 ms, 那么 10 支仪器要用 40 ms。寻址这 10 支仪器称为帧, 所以每秒将有 25 帧数据产生。这样, 每支仪器的地址和数据被不断地送到地面设备中, 地面系统将这些信息处理后, 即可得到每个仪器的测量参数。

另外需要说明的是, 无论在仪器寻址和回答的数据中, 每一个字节的数据位第 8 位硬件

(UART 和 AART) 都对其在仪器总线上的状态作了如下的规定:

AART 对于 UART 发来的地址命令中的第 9 位要求其在仪器总线上的状态为“1”, 这样才能保证 AART 不发生地址识别错误(即先接收地址再接收识别位, AART 才开始向 UART 发送数据)。而 UART 则要求从 AART 发来的仪器回答数据信号第 9 位在仪器总线上的状态为“0”, 这样 UART 向下发出地址问寻以后, 先接收返回的数据, 再接收识别位, 方知是下面仪器的响应。(第二个字节的第 9 位跟第一个字节的第 9 位状态相同)。

每支仪器上的发送接收板线路基本相同, 只有两点区别:

① AART 的 $A_0 \sim A_3$ 为仪器的地址端, 由每支仪器的接法不同来确定仪器各自的地址。

② 对于流量计在 AART 的 24 端没有与 U_7 的 15 脚相连, 直接与流量计的正/反转标志信号相连。因此流量计在曼切斯特信号中, 数据位只有前 11 位, 而第 12 位为流量计的涡轮正/反转标志位。这对流量计来说少了一位不影响流量计计数(流量计的转数脉冲记不到第 12 位)。而其它仪器 AART 的 24 脚直接跟 U_7 的 15 脚相连, 作为最高有效位。AART 的输入端 $D_0 \sim D_2$ 和 $D_3 \sim D_5$ 为第一个字节的输入端, $S_0 \sim S_2$ 和 $S_3 \sim S_5$ 为第二个字节的输入端。

DDL—III 地面系统的仪器输入输出控制板一旦接收到数据同步时, 就确定了一个数据通道开始, 当四位地址信号到来时就开始解码地址信号, 确定后面的数据为那种仪器数据。当接收到数据后, 马上进行解码变成二进制数, 送入内存或送入 A 900 主机进行处理。当数据接收完毕收到停止位后即表示第一通道结束, 第二通道的数据同步紧接着输入。

四、WTC 的保养与检修

每次上井返回都要认真清洗仪器。仔细检查短节头总线, 香蕉插头是否松动, 密封圈是否完好, 用万用表检查仪器总线对地绝缘情况总线对地, 正向电阻为 ∞ , 反向电阻为 $10k\Omega$ 。

进行通电检查时, 由于电源分离板的原因 WTC 应与组合仪中至少两支仪器连接。接通电源调节电压, 使仪器总线电压为 33 V, 用示波器可以观察到仪器地址信号和跟在相应地址后面的仪器输出信号, 如果后面接的是涡轮流量计和井温仪器, 用嘴吹动涡轮, 可以看到流量计地址后面的流量信号在变化。如果给井温传感器改变温度, 可以看到井温地址后面的井温仪器信号在变化。

仪器故障的检修:

1. 仪器无地址信号

仪器没有地址信号。首先应检查应用板 A_3 上的电源 6.2 V、6.4 V、9 V 是否正常, 容易出现故障是稳压管损坏, 稳压管性能不良不能稳压, 或者恒流管损坏造成电源不正常。还有可能是晶体振荡器损坏而造成标准时钟信号 2.933 MHz 不准或者没有。还应检查时序板 A_4 上的分频器 U_5 的分频信号 5.729 kHz, 183.25 kHz, 733.25 kHz 是否正常, 如果不准或者没有那就是分频器 U_5 损坏。还应检查 A_2 板上的 Q_5 是否完好, Q_5 损坏也是造成仪器无地址信号。控制板 A_3 的微处理器损坏也是造成无地址信号的原因, 应该认真检查。

2. 仪器有地址信号无双归编信号

仪器有地址信号而无双归编信号, 首先要检查驱动板 A_2 的 U_1 双向单稳态触发器是否完好, 还应检查 U_2 和驱动级 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 是否完好, 另外应该检查 A_3 板上微处理器是否损坏, 就可以找到故障点。

3. 仪器信号紊乱, 分不出是哪个参数

如果晶体振荡器输出频率不是标准 2.933 MHz 信号会造成仪器信号紊乱, 或者微处理