

CLS3700 系列测井系统丛书
主 编:张礼维
副主编:汉泽西
主 审:胡昌旭

CLS核测井仪器



迟云鹏 郑勇 编著

西安电子科技大学出版社

CLS 核测井仪器

迟云鹏 郑 勇

西安电子科技大学出版社

1996

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书论述了当今较为先进的 CLS 数控测井系统中的主要核物理测井仪器的测量原理、下井仪器原理及电子线路,并讲述了仪器的刻度校验及维修使用。全书共 6 章,第一章讲述自然伽玛测井仪器;第二章讲述补偿密度测井仪器;第三章讲述岩性密度测井仪器;第四章讲述补偿中子测井仪器;第五章讲述自然伽玛能谱测井仪器;第六章讲述碳氧比能谱测井仪器。

该书的主要特点是系统性强,章节分明,层次清楚,能反映国内外核测井仪器的现代水平,具有较高的实用价值。

本书不仅可作为石油高校的教材,而且也是从事测井工作的工程技术人员学习现代测井技术的教材,也是石油地质、地球物理勘探、油藏工程专业师生和研究生的参考书。

CLS 3700 系列测井系统丛书

CLS 核测井仪器

迟云鹏 郑 勇

责任编辑: 谭玉瓦

西安电子科技大学出版社出版发行

西安电子科技大学印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 12 12/16 插页 1 字数 300 千字

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷 印数 1-600

ISBN 7-5606-0398-X/TP·0157 定价: 24.00 元

CLS3700 系列测井系统丛书

主 编：张礼维

副主编：汉泽西

主 审：胡昌旭

序

编写这套丛书的设想是1991年提出的，初意是将我国测井界十余年来在引进、制造、使用、维修CLS 3700数控测井仪所做出的成果予以提炼，以供借鉴，使从事测井仪器的科技工作者和石油院校相关专业的师生有一部较完善、更贴近我国国情的参考书。

1992年4月，我们向中国石油天然气总公司勘探局呈交的《关于申报合作消化吸收3700数控测井仪的报告》，旨在“与西安石油勘探仪器总厂及有关油田合作，在消化吸收该引进技术的基础上，编写出较高质量的中文培训教材，以期提高油田使用水平、厂家生产水平和高校教学水平”。1992年11月，该报告得到了总公司勘探局的批准，同意立项，并拨专款予以支持。

随后，我们以西安石油学院石油勘探仪器及自动化系测井仪器教研室为主体，组成了15人的写作班子，与西安石油勘探仪器总厂对口的测井仪器专家们联合组成编写小组，在全面消化资料的基础上，精心编写书稿，历经三个春秋，终于与读者见面了。

在这套丛书的编写过程中，老教授、老专家带领一批年青教师勤奋钻研、勇挑重担。一批德高望重的学者专家，如国家级有突出贡献的测井专家、教授级高工杨焕成、地矿部著名学者尉中良教授等分别审校了各有关分册，对提高这套丛书的水平起到了重要作用。

这套丛书的问世，是厂校联合办学的一次有益尝试，今后这样的合作会更加紧密和深入。

本书仍存在一些不足之处，有待广大读者批评、指正。

张礼维

1995.4

前 言

受石油天然气总公司勘探局的委托,我们西安石油学院仪器系承担了对《3700 数控测井系统》的消化吸收和编写培训教材的任务。目的在于给从事石油测井工作的工程技术人员、有关高等院校的测井或仪器专业的学生提供一本参考书。通过学习,借鉴国外先进技术,不断地提高自己的技术水平,使我国的石油测井工作得到更好的发展。

放射性测井又称核测井,它通过探测井中各岩层的核物理信息,进而分析岩层及孔隙流体的地质特征,达到勘探石油、天然气、煤以及其它有用矿藏的目的。此外,还可用于石油地质、油井工程和油井开发等领域的研究,是地球物理测井中极重要的分支。

放射性测井不仅是勘探测井的重要手段,还是套管井和生产测井中识别岩性的唯一方法。尽管电法测井在套管井中的运用研究已初见成效,但距生产应用还有相当的距离,放射性测井在这一领域仍占据主导地位。

放射性测井方法很多,目前已达数十种。每种方法都以研究岩石及其孔隙流体的某种核物理性质为基础。根据使用的放射源或测量的放射性类型以及所研究的岩石核物理性质,可将放射性测井大致分为三类:

1. 伽玛测井:它是以研究伽玛辐射为基础的核测井方法,主要包括自然伽玛测井、自然伽玛能谱测井、地层密度测井以及各种放射性同位素测井等。
2. 中子测井:它是以研究中子与岩石及孔隙流体相互作用为基础的测井方法,主要包括超热中子测井、热中子测井、中子伽玛测井、脉冲中子非弹性散射伽玛能谱测井、脉冲中子俘获伽玛能谱测井和中子寿命测井等。
3. 核磁测井:这是利用核磁现象研究地层自由流体含量的测井方法。

西方阿特拉斯公司的 3700 数控测井系列的放射性测井仪种类较多,很具代表性。我们在深入理解原文的基础上,结合自己多年从事该方面的教学、科研经验,对原文资料进行提炼、加工,使之系统化、条理化,编写了本书,既可为石油测井界的工程技术人员所使用,也可作为有关大专院校的教师、学生的参考书。

本书由迟云鹏、郑勇编著。全书共六章,其中第一、第二、第四、第五章由郑勇编写,第三、第六章由迟云鹏编写。

本书承西安石油勘探仪器总厂研究所副所长彭琥高级工程师主审,在此表示衷心的感谢。

限于我们的学识水平和因时间仓促,错误及不当之处在所难免,敬请专家、同行及广大读者批评指正。

编者

1994. 11

目 录

序

前言

第一章 自然伽玛测井仪 1

§ 1-1 自然伽玛测井基本原理 1

§ 1-2 1309XA 自然伽玛测井仪 1

一、1309XA 的电路结构 2

二、1309XA 自然伽玛测井仪

电路分析 4

§ 1-3 自然伽玛测井仪地面通道 10

一、脉冲 GR 型地面信号流程及电路 10

二、直流 GR 型地面信号流程及电路 12

§ 1-4 1309XA 自然伽玛测井仪刻度

与操作 15

一、刻度 15

二、操作 18

§ 1-5 1309XA 自然伽玛测井仪的检测 19

一、一般说明 19

二、技术指标 20

三、仪器检测与调整 20

四、环境测试 24

五、维护与维修 26

第二章 补偿密度测井仪 29

§ 2-1 补偿密度测井基本原理 29

§ 2-2 2227XA 的基本结构与组成 31

一、总体结构 31

二、上端托架部分 32

三、导板机械部分 33

四、密度测量部分 34

五、信号传输 35

§ 2-3 2227XA 电路分析 36

一、低压电源电路 36

二、导板动力电路 36

三、高压调节板 37

四、高压电源模块 37

五、信号处理板 37

§ 2-4 地面电路 39

一、信号流程 39

二、电路原理 40

§ 2-5 统计起伏处理 44

一、辐射过程的统计起伏 44

二、系统变动对计数率的影响 45

§ 2-6 刻度及校验 46

一、概述 46

二、刻度及校验过程 47

§ 2-7 CDL 操作 51

一、程序输入 51

二、刻度操作 51

三、测井记录 52

四、测井数据回放 53

五、测井数据合并 54

六、计算曲线 55

§ 2-8 2227XA 仪器的检测与调整 56

一、S3T20 源的安装和拆除 56

二、操作台测试 57

三、电路检测 59

四、甄别和温度补偿电路的调整 61

第三章 岩性密度测井仪 64

§ 3-1 岩性密度测井原理 64

一、岩性密度测井的物理基础 64

二、岩性密度测井的地质基础 67

三、岩性密度测井的测量原理 69

§ 3-2 岩性密度测井仪器 74

一、岩性密度测井仪 2222XA 74

二、岩性密度测井仪极板 75

三、脉冲幅度放大器 78

四、输入/输出板(I/O) 80

五、脉冲幅度分析器(PHA) 84

六、中央处理机(CPU) 86

七、置位板 88

八、发送/接收板 89

九、PCM 接口板 89

十、上端电子线路的电源 94

§ 3-3 岩性密度测井的刻度 94

一、测井仪的刻度、校验原理 94

二、岩性密度测井的刻度、校验 95

三、刻度、校验命令 98

四、刻度管理程序(CALMG) 98

§ 3-4 岩性密度测井仪的测试与装配	99	§ 5-5 1318XA 自然伽玛能谱测井仪 的检测与维修	132
一、井下仪器测试	99	一、技术指标	132
二、井下仪器的检查与装配	104	二、检测要求	132
第四章 补偿中子测井仪	106	三、检测过程	133
§ 4-1 补偿中子测井基本原理	106	第六章 碳氧比能谱测井仪器	139
§ 4-2 2435XA 补偿中子测井仪 基本结构	107	§ 6-1 C/O 能谱测井基本原理	139
一、2435XA 补偿中子测井仪外形结构 ...	107	一、C/O 能谱测井的物理原理	139
二、2435XA 补偿中子测井仪原理	108	二、C/O 能谱测井的地质基础	142
§ 4-3 2435XA 补偿中子测井仪 电路分析	109	§ 6-2 C/O 能谱测井的测量	143
一、交流电源系统	109	一、能窗测量技术	143
二、中子前置放大器	110	二、MSI C/O 的谱线	146
三、中子信号处理器	110	§ 6-3 C/O 能谱测井仪器原理和框图	148
四、中子电缆驱动器	111	一、MSI C/O 能谱测井系统总框图	148
五、地面电路信号流程	113	二、探测器	148
§ 4-4 2435XA 补偿中子测井仪刻度 原理	113	三、脉冲中子源	152
§ 4-5 2435XA 补偿中子测井仪操作 原理	114	四、井下仪器电子线路框图	155
一、硬件配置和系统启动	114	§ 6-4 2727XA MSI C/O 仪器电路分析 ...	156
二、程序输入	114	一、MSI C/O 能谱放大器	156
三、刻度操作	115	二、MSI C/O 脉冲幅度分析器	158
四、测井记录操作	115	三、MSI C/O 的输入/输出板	160
五、测井数据回放操作	115	四、中央处理单元	162
§ 4-6 2435XA 补偿中子测井仪测试 和维修	116	五、发射/接收板	167
第五章 自然伽玛能谱测井仪	121	六、电源	168
§ 5-1 自然伽玛能谱测井基本原理	121	七、维纳斯电源	168
§ 5-2 1318XA(2704)型自然伽玛能谱 测井仪	122	§ 6-5 C/O 能谱测井仪地面系统	170
一、1318XA 自然伽玛能谱测井仪 基本组成	122	一、CLS 地面系统	170
二、1318XA 自然伽玛能谱测井仪 电路分析	123	二、地面接口电路	171
§ 5-3 自然伽玛能谱测井仪地面通道	125	§ 6-6 C/O 能谱测井仪的检测及刻度	182
§ 5-4 自然伽玛能谱测井仪操作	128	一、C/O 能谱测井仪器的检测	182
一、刻度操作	128	二、C/O 能谱测井仪器的刻度	187
二、自然伽玛能谱测井仪测井操作	131	§ 6-7 C/O 能谱测井仪的使用与维修	189
		一、C/O 能谱测井仪的使用	189
		二、C/O 能谱测井仪的维修	190
		参考文献	192
		附录 测井和有关应用允许使用的单位 及换算表	193
		编后语	197

第一章 自然伽玛测井仪

无论套管井还是裸眼井,都可以进行自然伽玛测井。自然伽玛测井仪还可以和任何其它测井仪器组合在一起进行下井测量,其测井曲线作为各种曲线深度取齐时的标准曲线。自然伽玛测井的主要用途是划分岩性、判断储集层、进行地层对比、求泥质含量等。

§ 1-1 自然伽玛测井基本原理

自然伽玛测井又称自然放射性测井,是以研究岩石或矿体的天然放射性为基础,进而研究岩石性质和有关地质问题的一种方法。自然伽玛测井是测量地层的天然放射性,而地层的放射性是由岩石中所含钾、钍、铀等放射性核素引起的。这些放射性核素在地层中的聚集与地层的沉积环境有密切关系,因此,测量地层的放射性可解决有关地质问题。

岩石中核素又分稳定核素和不稳定核素两种,不稳定核素的原子核能自发地放射某种射线,所以,不稳定核素又称放射性核素。原子核由于放射性而发生的衰变,称原子核衰变,因此,放射性与原子核衰变又有密切关系。由于不同核素放出伽玛射线的能量和数量均有区别,通过探测伽玛射线的强度和能量(能谱)有可能确定岩石中放射性核素的数量和种类,并进一步确定岩性。因此,人们将测量井中岩层的自然伽玛射线强度的方法叫自然伽玛测井法。

自然伽玛测井优点之一是井中可能出现的物质对测井曲线的影响很小。无论井中有空气、天然气、油、淡水、盐水或泥浆,其测井结果一样令人满意,有无套管对测量精度也没有很大影响。

目前,存在于岩石中能够放射出足够强的伽玛射线并为现代技术所探测的放射性核素为 ^{40}K , ^{235}U , ^{232}Th , 这些元素发出的伽玛射线被探测器接收后,在探测器中被转换成电脉冲。单位时间内输出的电脉冲数目与接收的伽玛射线强度成正比,即脉冲数目的多少,反映射线强度的大小。电脉冲经过自然伽玛测井下井仪中电子线路的处理后通过测井电缆送到地面,由地面电路的计数器进行计数和记录,计数率的多少反映井下岩层伽玛射线的强弱,而伽玛射线的强弱反映所测量地层中含放射性物质的多少,从而确定地层的性质及有关地质问题。

§ 1-2 1309XA 自然伽玛测井仪

在放射性测井方法中应用最早的是自然伽玛测井法,并一直沿用至今。自然伽玛测井仪可测量地层总的天然放射性。美国西方阿特拉斯公司的 3700 系列 1309 XA 自然伽玛测井仪的特点如下:

温度 $204\text{ }^{\circ}\text{C}\left(\frac{1}{2}\text{ h}\right)$
 $150\text{ }^{\circ}\text{C}(4\text{ h})$

最大耐压	1 400 kg/cm ²
仪器重量	54.5 kg
探测器	闪烁型探测器 D7G8
供电	180 V(AC)、60 mA 150 V(DC)、40 mA
最大测速	9 m/min(540 m/h)
使用电缆	直流供电：单芯 交流供电：多芯
刻度源	C—933(P. N. 870933)
刻度响应	1.8 英寸晶体 195 cps(11 700 cpm) 2.0 英寸晶体 230 cps(13 800 cpm)

自然伽玛测井仪探测地层的自然伽玛射线强度的过程是：首先，地层的伽玛射线进入晶体而产生光子，光子打入光电倍增管后便形成电脉冲，其脉冲的数目正比于伽玛射线强度；光电倍增管的输出进入鉴别器取出有用的脉冲信号，通过分频和整形后，由电缆驱动器把经过整形的脉冲信号经过电缆发送到地面计数器；放射性脉冲在一固定时基下计数，所计数值即为计数率数字信号，并以 16 位数据形式送到 PAB 总线上并进入计算机。

1309XA 自然伽玛测井仪的信号传输分为直流方式(简称直流 GR)和脉冲方式(简称脉冲 GR)。当 1309XA 与双侧向(DLL)测井仪组合时，使用脉冲 GR；当与其它核测井仪器如补偿密度(CDL)、补偿中子(CNL)测井仪组合时，使用直流 GR，这是由于地面处理部分只有四个计数器，要全部用于补偿密度和补偿中子的计数，故 GR 信号以直流方式传输到地面后再通过 A/D 变换成数字量进入计算机。

为了便于在不同的测井系列中选择不同的缆芯作供电和传输信号用，使用了缆芯选择开关。其中第 1、2 档适用于单芯电缆直流供电，也适用于不包括感应、声波和中子寿命测井在内的交流供电，此时信号经缆芯 2、10 传输。第 3、4 档适用于与感应测井仪组合，信号仍经缆芯 2、10 传输。第 5、6、7 档适用于和中子寿命测井仪组合。第 8 档适用于与声波测井仪组合，信号经缆芯 2、5 传输。交流供电均经缆芯 4、6 输往井下。

为了在自然伽玛测井仪与水泥胶结测井仪组合时，使用单芯电缆传输两种信号而不相互干扰，采用了分时传输方式。

一、1309XA 的电路结构

整个 1309XA 自然伽玛测井仪由线路处理部分和探测器部分组成。线路处理部分由直流供电模块、交流供电模块和开关 S1、S2 组成；探测器部分由晶体、光电倍增管、高压稳压器和电子线路组件组成，其中电子线路组件包括前放和鉴别器、分频和整形器(率表整形器)、水泥胶结选通门、电缆驱动器(DC 电缆驱动器)。各部分均采用插件结构。自然伽玛测井仪 1309XA 的电路从功能上分有两种结构。

(1) 脉冲型 GR 电路。其结构如图 1-1 所示。

(2) 直流型 GR 电路。其框图如图 1-2 所示。

别的选择取决于从4号板来的增益码。BGA的输入端有一2:1分压器,造成总增益范围为0.5~64。

9号板的三道BGA完全相同。BGA2的滤波器由三级运算放大器 A_4 、 A_5 、 A_6 组成,滤波器的输出经 R_{19} 、 R_{20} 分压网络作2:1分压后送到BGA模块的输入端。BGA模块的增益取决于从4号板来的增益码,它使得模块内部运算放大器反馈电阻取相应的值。不同反馈电阻有不同的增益。

(2) 数据采集系统 DAS 电路分析

如图1-20,经过INT/EXT选择器的模拟信号送到8号板,作为多路选择器的输入信号MUX-IN-1至MUX-IN-16。四位通道地址PAB12-15加到地址寄存器的输入端。延迟输出连到地址寄存器的加载端。选择高模或低模通道的命令译码SR和CMD50+60加于STORE的输入端。这个信号启动延时器生成正脉冲,地址寄存器加载有效,把出现在PAB12-15位上的通道号加载到地址寄存器。被选择的通道信号通过多路选择器送到采样保持电路的输入端。

延迟输出信号还连到A/D转换器上,在延迟信号的负边沿启动A/D转换器。延时器产生8 μ s的延迟,在这段时间里,选择通道信号和进行采样保持。当单稳时间延迟到的时候,正是延迟信号的负变沿,从而启动A/D转换。A/D转换器输出的状态线(EOC)反映A/D转换器的状态。在A/D转换期间变高,经过4号板送给CPU作为状态信息。同时,EOC信号送到采样保持电路(S/H)的输入控制端,使它处于保持状态,直到A/D转换结束。

A/D转换结果的12位数字量保存在三态输出缓冲器中。经过状态测试,检测到转换完成信息时,发出状态请求,经4号板触发器后从4号板32端经8号板44端引到8号板生成8号板A/D转换器总线允许信号AD-BUSS-END,作为三态门的控制信号,为高时打开三态门,使模数转换结果送到总线PAB0-11位。同时,控制信号也打开三态门IC3使PAB12-15位变为低电平有效状态,可以接收下一次的通道寻址。

另外,来自INT/EXT选择器的信号到达采样保持电路,一路送给低速A/D转换器,另一路信号经运放放大送给高速A/D转换器。

PAB总线缓冲器为二选一多路选择器,当计数器加载时,它们可以不向总线加载。

§ 1-4 1309XA 自然伽玛测井仪刻度与操作

数控测井系统需对井下仪器进行刻度,找出由测量值转换为工程值时的线性关系,在精确确定测井曲线显示的横向比例后方可进行正常的测井操作。

一、刻度

刻度是建立高精度测量地层储集参数的基础。刻度方法有两点刻度法和一点刻度法。

两点刻度法需要使用两个刻度器或者在一个刻度器上读取高、低两个刻度值。用这两个刻度值配合其两个对应的刻度器工程值,即可在以测量值和工程值为坐标的平面图上得到两个点。此两点之间连一条直线,即为测量值和工程值关系直线,称为刻度线。根据刻度线可用作图法得到乘系数和加系数。

一点刻度法主要根据经验。已知有的井下仪器进行刻度时其刻度线具有过零点的规

律,对这样的井下仪器用刻度器读取一个高刻度值时,可用这个刻度值配合其对应的刻度器工程值,在以测量值和工程值为坐标的平面图上画出一条过零点的直线。

刻度的目的:

① 测井时所获得的测量值是一间接数据,并不直接反映地层的储集性质,必须找出测量值转换为反映地层物理参数工程值之间的精确的关系。用刻度建立这种转换关系的精度取决于刻度时所用装置的级别以及井下仪器制造条件与测量精度等因素。

② 检验井下仪器工作是否正常。因为每种井下仪器的刻度高值和低值都有一定的允许范围,如果超出了这个范围,则认为仪器工作不正常。

③ 检查井下仪器的线性和稳定性。

根据现场测井程序(FSYS、CSYS)的结构特点和要求进行刻度时,需要根据测井表中所列出的测井方法逐个调用相应的刻度子程序对井下仪器进行刻度。刻度子程序执行的过程主要包括对井下仪器进行高低值刻度,并根据高低值刻度值计算出确定刻度线的乘和加系数,再将所计算出的乘和加系数存放在计算机内存中,以备对采样数据由测量值转换为工程值时使用,最后还应打印出刻度摘要等步骤。

1. 刻度环境

自然伽玛测井仪应该在距地面 1/2 英尺(150 mm)处进行刻度以减小地面的影响。在刻度区域不应有任何放射性物质,所有测井源应放在至少 30 英尺(9 m)远。仪器不应该长时间靠近任何强放射源贮存,因为这样将促使晶体激活,从而导致刻度时显示异常高的计数。

2. 刻度操作

将电缆头和仪器相连并给仪器加电。对测量氧氢比(O/H),电缆头电压应为 180 V (AC),而对测量碳氢比(C/H)电缆头电压为 150 V(DC),允许 30 分钟的预热时间。如果现场刻度器能得到,那将在原始刻度之后进行原始校验。

(1) 原始刻度(脉冲型)。

CABL	;操作员使用刻度指令,要求进行刻度。
SELECT LOG	;
GR	;操作员给出刻度仪器名称(此时调用子程序)。
TRIP NO. 1?	;是第一次运行吗?
1	;是。
ENTER ASSET NO.	;输入仪器资产号。
GR1	;GR1 仪器。
PRIMARY? (Y/N)	;问是否是主刻度?
Y	;是。
CAL VALUE (API)?	;程序询问所用刻度器数值?
150	;150API
CALIBRATOR OFF?	;程序提醒不要放刻度器。
Y	;不装刻度器。
44.2 GR CPS	;本底计数率。
CALIBRATOR ON?	;提醒安放刻度。
Y	;安放刻度器。

270.4 GR CPS	;本底计数和刻度值。
CAMERA SCALES <LOW, HIGHT>?	;GR 高、低刻度值是多少?
GR?	;确定 GR 曲线绘图仪记录
	;刻度尺。
0, 100	;低值为 0API 单位, 高值为 100API 单位。
CALIBRATION COMPLETED, GR,	;GR 刻度完成。
COPY IN PROGRESS, PLEASE WAIT	;拷贝正在进行, 请稍等。
COPY COMPLETED	;拷贝完毕。
TSUM GR (CALB DONE FOR GR)	;刻度完毕, 打印摘要表。
CURVE MILLIVOLTS COUNTS/SEC SCALING FACTORS RATIO	
LOW HIGHT LOW HIGHT	ADD MULT
GR 44.2 270.4	- -

(2) 原始校验。

如果现场刻度器能得到, 输入 VERIFY, 选择 PRIMARY(主)。

VARI	;校验子程序。
SELECT LOG	;给刻度仪器名称 (请选择检验项目)。
GR	;自然伽玛测井仪。
TRIP NO. 1	;是第一次运行吗?
1	;是第一次运行。
ENTER ASSET NO	;请输入资产编号。
GR1	;第 1 号仪器。
PRIMARY, BEFORE, AFTER(P, B, A)?	;是原始校验, 还是测前、测后校验?
P	;原始校验。
CALIBRATOR OFF?	;是否刻度器断开情况? (距仪器至少 10 英尺远)
Y	;是。
45.0 GR CPS	;脉冲计数为 45.0。
29, 84 API UNITS	;相当于 29.84API。
CALIBRATION ON?	;是否刻度器连接情况? (和仪器正确连接)
Y	;是。
269.5 GR CPS	;脉冲计数 269.5。
178.69 API UNITS	;相当于 178.69。
VERIFY COMPLETED, GR	;GR 校验完毕。

输入 TSUM GR 允许用户在 TTY 终端上打印刻度、校验和数据摘要并存在磁盘上。

测前校验(VERIFY B)。

输入 VERIFY 选择 BEFORE, 指当仪器位于垂直位置并且任何测井源还未加入时重复以上校验操作, 目的是为了测井前检查仪器工作是否正常。

测后校验(VERIFY A)。

输入 VERIFY 选择 AFTER, 当刻度已完成并且所有测井源已从刻度区域移开时重复以上校验过程。

TSUM 检测仪器是否在误差范围之内, VERIFY P, VERIFY A, VERIFY B 之间误差应为 ±10API 单位。如果测井和刻度误差已经认可, 运行 PCAL(允许用户启动绘图仪将结果

记录在胶片上)。

二、操作

数控测井系统在完成现场刻度之后即可进行测井记录工作。刻度完毕之后现场测井程序可进入等待方式,当操作员使用“记录”(RECORD)指令时,程序可进入测井记录方式。在测井记录过程中,操作员除了使用一些指令控制进程外,还要进行数控测井系统面板、CRT 监视、深度校正曲线合并和计算曲线等项操作工作。

现场测井程序进入等待方式,操作员使用“记录”(RECORD)指令,使程序进入测井记录方式以控制测井系统进行测井记录。操作如下:

RECORD ;程序由等待方式进入记录方式。
FILE 1 ;程序通知本次测井将用磁带中的 1 号文件记录。测井曲线,(每下井测井一次所得结果形成一个测井数据文件)。
5177 ;起始深度为 5 177 m。

起始深度的深度值由程序输出,测井时当井下仪器下放到测井起始深度以后,操作员即把此深度精确地作为深度预置值,并通过 3752 采样面板上深度预置拨码开关预置到深度计数器上。

在记录过程中还要使用“曲线移动”和“曲线增益”指令,使用这两个指令的目的是为了改善测井曲线记录质量,“曲线移动”指令实质是保持曲线乘系数恒定而改变曲线加系数,可使曲线左右移动而不改变其幅度大小。“曲线增益”指令实质是保持曲线加系数恒定而改变曲线乘系数,可使测井图中曲线幅度得到放大或缩小。

RECORD ;开始记录(测井)。
FILE 1 ;用磁带第一号文件记录。
91464 ;测井的起始深度为 9 146.4 m。
SHIFT GR, 0.5 ;改变加系数为 0.5
L ;曲线移动方向向低比例尺方向移动。
91271 ;测井深度为 9 127.1 m。
L ;曲线移动方向向低比例尺方向移动(左移)。
91268 ;测井深度为 9 126.8 m。
D ;停止指令执行。
SUMN ;操作员用“SUMN”指令,要求打印标准化刻度摘要。

CURVE	MILLIVOLTS	SCALING	FACTORS	RATIO	
	LOW	HIGHT	ADD	MULT	-
CR	0.0	0.0	-1.0	2.0	-

GAIN GR, 0.1 ;使用“曲线增益”指令。
I ;要求放大曲线,乘系数改变量为 0.1。
91074 ;测井深度为 9 107.4 m。
I ;继续放大曲线。
91071 ;测井深度为 9 107.1 m。
D ;乘系数减小 10%。
91064 ;测井深度为 9 106.4 m。
S

SUMN ;打印刻度摘要表。
 OK TO UPDATA PREVIOUS CALIBRATION VALUES (Y/N)?
 Y

CURVE MILLIVOLTS COUNTS/SEC SCALING FACTORS RATIO

	LOW	HIGHT	LOW	HIGHT	ADD	MULT	-
GR	0.0	0.0			-1.0	2.1	
STOP							;停止记录。
91050							;停止记录的深度为 9105.0 m。
DIRECTION(U/D)?							;请回答测井方向?
U							;上提测量。
COMPUTED CURVES(Y/N/D)?							;可有计算的曲线吗?
N							;没有

以上是自然伽玛测井的全过程。一次完整的测井过程还包括 50 m 的重复测量曲线和测井后的刻度,这里就不一一介绍了。对于其他测井项目,其实施过程与此类同。

当表明程序已转入测井记录方式后操作员即可通知绞车操作员开动绞车上提或下放测井了。测井过程如下:

① 按测井表规定的采样间隔逐点进行数据采集工作,并根据数据特点进行模数转换或计数率计算。

② 根据测井表所列深度延迟数值对采样数据进行深度延迟。

③ 根据刻度所计算出的乘和加系数把测量值转换为工程值。

④ 对有关数据进行数字滤波。

⑤ 对数据进行专门处理。

⑥ 进行测井曲线计算。

⑦ 把测井数据送到绘图仪、CRT 显示器和磁带中进行显示和记录。

§ 1-5 1309XA 自然伽玛测井仪的检测

一、一般说明

1309XA 自然伽玛(γ)测井有如下几个特征:

- 用保温瓶使探测器部分隔热。
- 采用插入式电子模块。
- 有可交替变化的 AC 和 DC 电源设备。
- 有回转式(旋转式)开关 S1: 其中 1—AC/DC 运行(操作), 2—信号类型, 3—载芯信号。
- 用双刀二选一连动开关 S2 改变信号极性。
- 1.88 英寸直径或 2.00 英寸直径的晶体。
- 对直流信号可选择 DC 电缆驱动器和单稳态模块。

二、技术指标

型号:	106196
温度:	400°F(204°C)/1/2 h 300°F(105°C)/4 h
最大耐压:	20 000P(1 400 kg/cm ²)
重量:	1 201 磅(54.5 kg)
探测器:	闪烁 D7G8
电源(电缆头):	150 V(DC)/40 mA 180 V(AC)/60 mA
最大测井速度:	30 英尺/min(9 m/min)
电缆类型:	直流供电: 单芯电缆 交流供电: 多芯电缆
刻度器:	C—933(P.N. 870933)
刻度响应(AP1=150, 误差±5%):	
1.8 英寸直径晶体	每秒钟计数 195(每分钟计数 11 700)
2.0 英寸直径晶体	每秒钟计数 230(每分钟计数 13 800)
缆芯使用:	1. 交流供电 直流供电 缆芯 4&6 缆芯 2&10 2. 脉冲 GR 直流 GR 缆芯 2, 5 缆芯 2 或 2, 10

三、仪器检测与调整

1. 测试仪器要求

可变的交流电源供电 0~200 V。

可变的直流电源供电 0~200 V。

计数率计数板系列 3621(3700 系统)。

记录仪或照相机。

7 芯测井电缆或类似 7 芯测井电缆的电缆。

TEK531 示波管或代用品。

碾轮式 260 型伏特——欧姆计或代用品。

静电伏特计——1 500 V 范围。

镅测试源——类型 S17S1。

伽玛射线刻度器——型号 C-933。

电缆测试匹配器(选择工厂制作)。

铯源 10 μ C 型号 S3J。

2. 电压测量

测量步骤如下:

- (1) 在线路处理部分安装交流电源设备。
- (2) 装配探测器和具有烟囱状筒身的电子插件，电子插件完全模块化。
- (3) 连接线路处理部分、探测器和电子线路组件。
- (4) 旋转开关 S1 到位置 1。
- (5) 置极性开关 SW2 到“正”位置。
- (6) 置鉴别器球形电位计到 500。
- (7) 将可变化的交流供电设备和缆芯 4、6 相连。
- (8) 使用的电压为 180 V(AC)，输入的电流为 60 mA，最大误差+10%。
- (9) 在 VR101 处检测高压： $+1\ 350\text{ V(DC)}\pm 2\%$ 。
- (10) 在 VR101 阴极检测电压。

(注意：电压代表调整器的电流。例： $0.5\text{ V(DC)}-50\text{ mA}$ ， $1.0\text{ V(DC)}-100\text{ mA}$ 最大误差： $+3.0\text{ V(DC)}$ ；最小误差： $+0.5\text{ V(DC)}$)

(11) 在高压稳压器插件的插脚 1 检测高压： $+1\ 000\text{ V(DC)}\pm 2\%$ 。

(12) 在高压稳压器插件的插脚 5 检测高压：最大 $+3.0\text{ V(DC)}$ ，最小 $+0.5\text{ V(DC)}$ 。

(注意：希望两个稳压器的阴极电压相等，最大不超过 $+3.0\text{ V(DC)}$ ，最小不低于 $+0.5\text{ V(DC)}$ ，可通过轻微调节 AC 电源设备的 R_{103} 来完成这个功能。)

(13) 检测电源设备的 R_{105} 上的压降为： $16.5\text{ V(DC)}\pm 10\%$ 。

(14) 检测电源设备的 D_{105} 上的 B+ 为： $24\text{ V(DC)}\pm 5\%$ 。

(15) 在下列测试点检测 B+：

插槽 7 的插脚 5： $24\text{ V(DC)}+5\%$

电缆驱动器的插脚 5： 24 V(DC) ，插脚 2： 24 V(DC)

选通门的插脚 5： 24 V(DC)

分频器的插脚 5： 24 V(DC)

鉴别器的插脚 3： 24 V(DC) ，插脚 5： $11.7\text{ V(DC)}\pm 5\%$

3. 信号处理

该部分的测试按如下步骤进行：

- (1) 紧挨着晶体放置铯源。
- (2) 把示波器的 $10\times$ 探头接到鉴别器的插脚 7。
- (3) 调节鉴别器电位器(R_4)到全量程(示值为 $1\ 000\text{ V}$)。
- (4) 当电源为 180 V(AC)时，检验脉冲幅度是否在 1.5 V 到 4.0 V 范围，如果不在，先调节脉冲幅度电位器(P_s)，如仍达不到则检查或替换晶体或光电倍增管。
- (5) 按表 1-1 进行调整脉冲高度。

表 1-1

模 块	插 脚 号	脉 冲
鉴 别 器	6	-12 V ， $2\text{ }\mu\text{s}$ 宽
分 频 器	2	-12 V ， $2\text{ }\mu\text{s}$ 宽
分 频 器	7	-12 V ，矩形
选 通 门	7	-12 V ，矩形
线驱动器	1	-12 V ，矩形