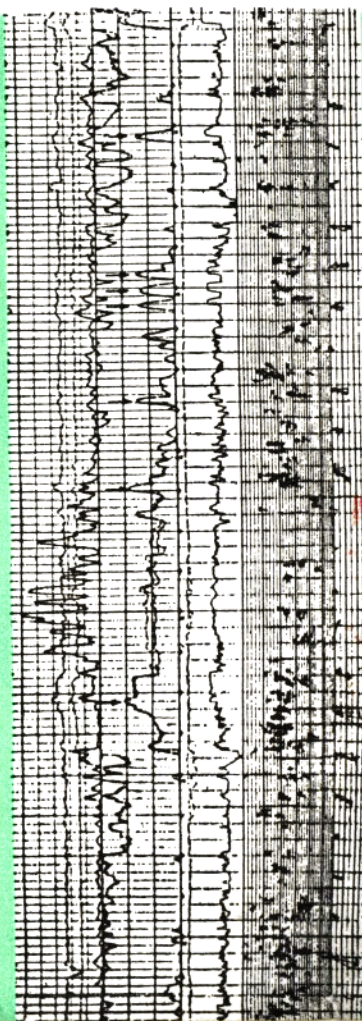


测井培训丛书

核测井仪器模块

石油工业出版社



测井培训丛书

核测井仪器模块

首祥云 编译 黄隆基 审校

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是《测井培训丛书》中的一种，共分七章。第一章概述了核测井模块（NSM）所允许的各种可能的组合方式及功能，后面六章则分别介绍了 NSM 包含的五块插板与岩性密度测井仪（LDT）有关的具体电路和工作状况。

这套丛书可做地球物理测井技术人员的培训教材，亦可供有关院校师生参考。

测 井 培 训 丛 书

核 测 井 仪 器 模 块

首祥云 编译 黄隆基 审校

*

石油工业出版社出版发行

（北京安定门外外馆东后街甲 36 号）

北京顺义燕华营印刷厂排版印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 1 $\frac{1}{4}$ 印张 2 插页 37 千字 印 1—2,500

1986 年 7 月北京第 1 版 1986 年 7 月北京第 1 次印刷

书号:15037·2674 定价:0.45 元

内 部 发 行

出版者的话

为了做到在引进国外测井仪器的同时,要注意消化、吸收和掌握国外先进的测井技术,提高我国石油测井技术人员的技术水平,我们出版了《测井培训丛书》。该丛书主要根据斯伦贝谢公司CSU数控测井系列编译的,包括有:

- 数控测井
- 声波测井
- 感应测井
- 双测向测井
- 微球形聚焦测井
- 电磁波传播测井
- 高分辨率地层倾角测井
- 补偿中子测井
- 自然伽马与自然伽马能谱测井
- 岩性密度测井
- 电缆通信系统
- 核测井模块
- 重复式电缆地层测试器
- 打捞技术

《测井培训丛书》每一分册的内容一般分为两部分,第一部分是操作、维修和现场解释人员必须具备的知识,介绍了测井方法原理,测量技术,仪器的基本框图、结构和技术特性,操作与维修须知,刻度与环境校正,质量控制与资料解释。第二部分是需要更深入了解的知识,主要介绍了测井方法的理论基础,详细框图以及需要详细说明的关键技术问题。因此该丛书可做为数控测井操作与维修技术人员、资料解释与技术管理人员的培训教材,也可做为测井技术人员及大专院校测井专业师生的参考书。

在《测井培训丛书》的编译出版过程中,石油部地质勘探司做了大量的组织工作;石油部科学技术情报研究所、华东石油学院承担了编译工作;大庆石油管理局测井公司、中原石油勘探局测井公司给予了大力支持和帮助;四川石油管理局井下作业处、华北石油管理局测井公司、大港石油管理局测井公司、江汉石油管理局测井公司、江汉石油管理局测井研究所、江汉石油学院物探系、辽河石油勘探局测井公司、西安石油勘探仪器总厂也给予了积极的支持和帮助,在此一并表示感谢。

目 录

第一章 概论.....	(1)
第二章 CPU通信.....	(5)
第一节 证实.....	(5)
第二节 控制寄存器.....	(5)
第三章 GEU 通信	(7)
第一节 使用的GEU计数器.....	(7)
第二节 接口功能.....	(8)
第四章 井下仪器模拟器.....	(10)
第一节 LDT方式	(10)
第二节 NGT方式.....	(10)
第三节 接收器.....	(11)
第五章 NSM-005 印刷插板、译码器和信号处理	(13)
第一节 斜波发生器.....	(13)
第二节 斜波幅度控制回路.....	(14)
第三节 信号分类.....	(14)
第四节 稳峰回路信号处理.....	(15)
第六章 NSM -002 印刷插板及稳峰回路控制.....	(19)
第七章 井径电路.....	(22)

第一章 概 论

NSM-A是CSU系统的下井仪器模块。因为，它是下井仪器接口单元（TIU）的组成部分。

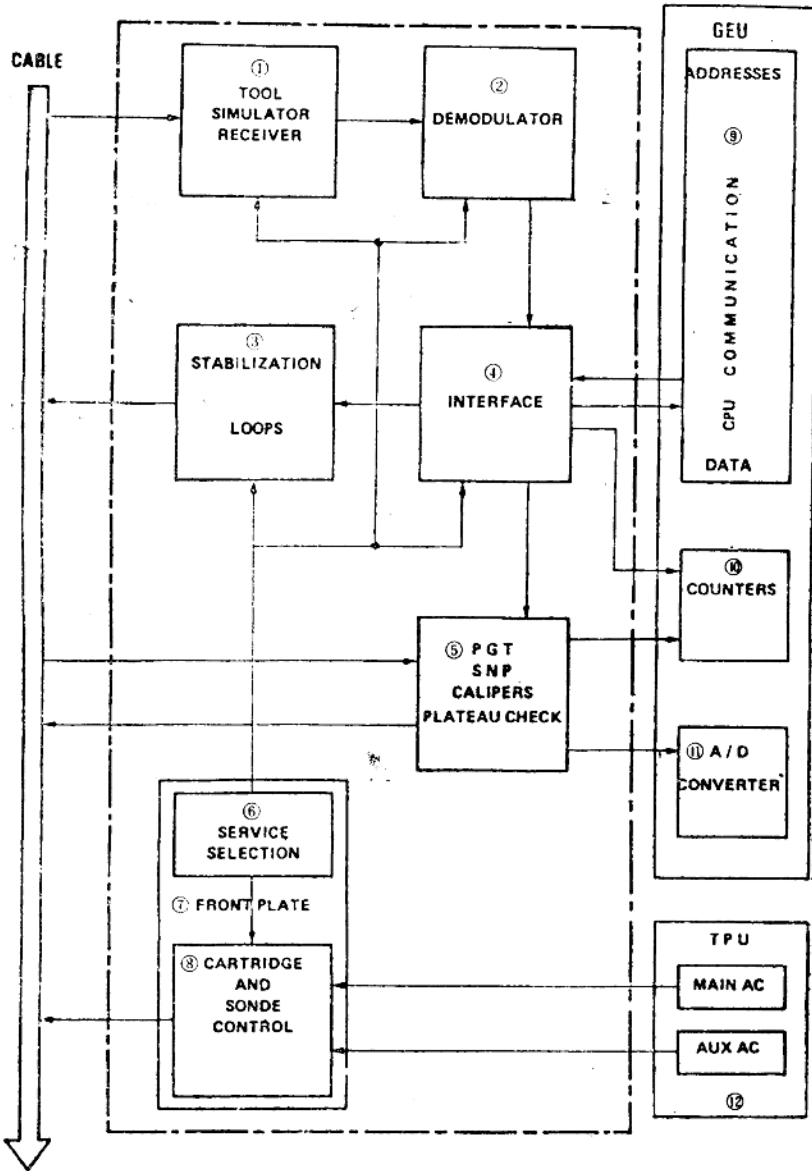


图1 NSM-A功能框图

①井下仪器模拟信号接收器；②解调器；③稳定回路；④接口；⑤PGT、SNP并径平稳状态校验；⑥测量项目选择；⑦前面板；⑧电子线路和探测器控制；⑨CPU通信：地址；数据；⑩计数器；⑪A/D转换；⑫主AC及备用AC电源

NSM-A取代NLM作为井下核仪器与CSU之间的接口。

它包括岩性密度测井仪 (LDT)，自然伽马能谱测井仪 (NGT)，电动推靠伽马-伽马测井仪 (PGT)，补偿中子孔隙度测井仪 (CNT)，自然伽马测井仪 (SGT)，套管接箍定位器 (CCL) 和井径仪等仪器的接口电路。

它允许下列各种可能的组合：

单个LDT
LDT+SGT
LDT+CNT
LDT+CNT+SGT
单个NGT
NGT+CNT
NGT+CNT+PGT
NGT+PGT
单个CNT
CNT+SGT
CNT+PGT
CNT+PGT+SGT
单个PGT
PGT+SGT
单个SGT

注意：由于井下测量不兼容，LDT-A/NGT-B不能组合。

除NSM-A外再插入相应的模块，能与下列非核仪器构成另外一些标准组合。

SLT (用SLM模块)
DST (用DLM模块)
BGT (用BGM模块)
IRT (用IEM模块)

NSM-A有下列功能 (图1)：

- (1) 控制下井仪器，并由TPU (备用或主AC电源) 给电子线路供交流电。
- (2) 接收和解调通过电缆到达的不同核测量信号。
- (3) 把CNT、PGT和SGT的整形脉冲送到GEU中的计数器。
- (4) 把NGT和LDT的数字数据直接送CPU。
- (5) 把井径模拟量输送到GEU模-数转换器。
- (6) 把CCL信号传送到GEU的CCL输入端。

前面板有五个开关，用以选择开启一个或组合的井下核仪器。

当串接的井下核探测器有推靠装置时，模块连到ACA的电缆线。

当核探测器没有推靠装置时，模块连到LCA电缆线。

当运行LDT时，SONDE OPEN-CLOSE开关将辅助交流电源与DRS接通 (图2)。

当上述开关在SURVEY位置时，辅助交流电源 (AUX、AC) 的固态继电器是断开的。

上述开关转向OPEN (开) 或CLOSE (关) 位置的过程中，在经过中间位置时，主交流电源 (MAIN、AC) 的固态继电器是断开的；而当到达OPEN或CLOSE的位置时，辅助

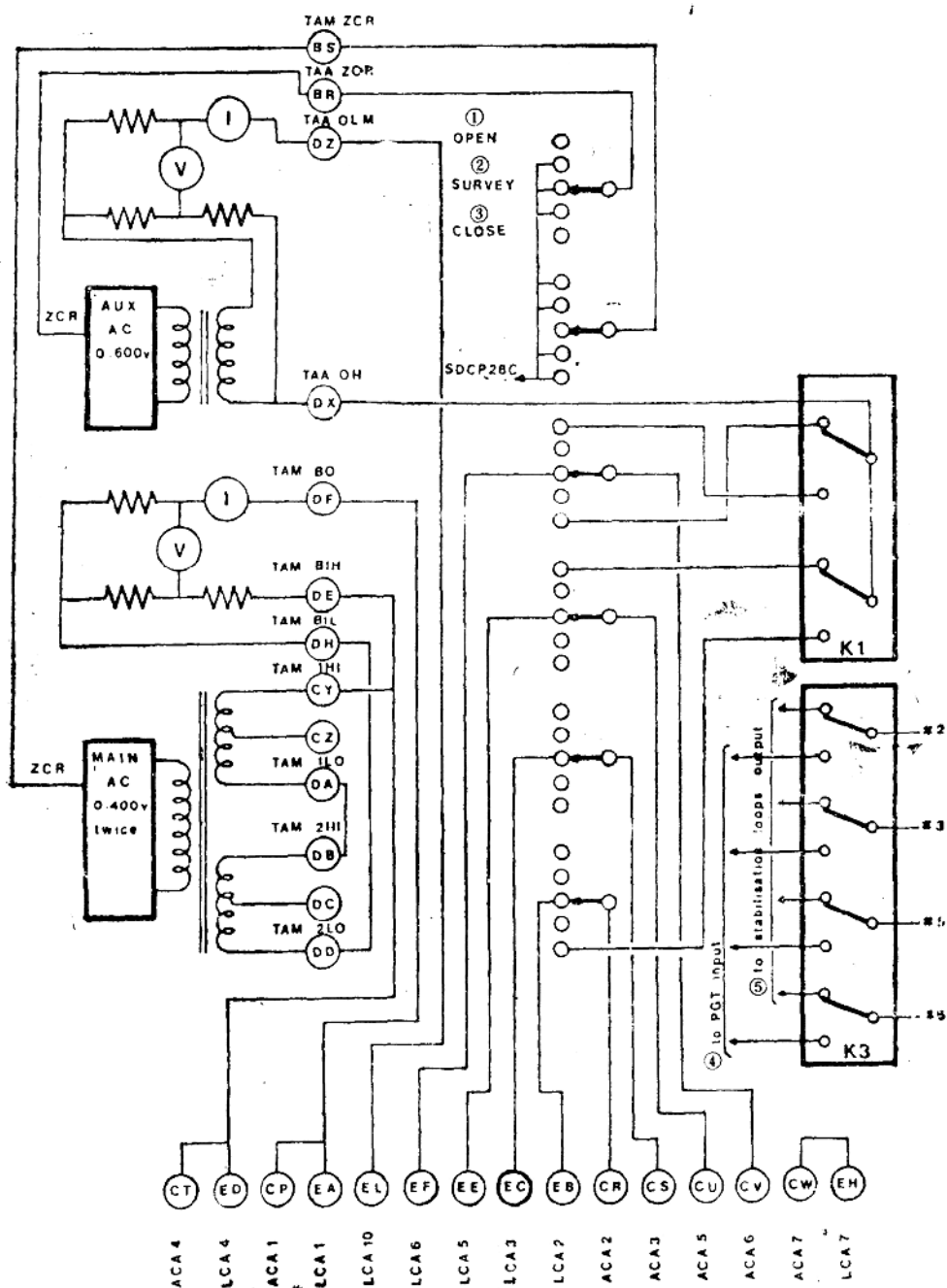


图2 系统配电图

①开；②测量；③关；④到PGT输入端；⑤到稳定回路输出

交流电源 (AUX、AC) 接通。只要 TPU 工作得令人满意, 下井仪器和电子线路的电源控制就是保险的。

如果改进2型线路已经装配好, 则对组合串中所有的测量项目 (包括自然伽马), NSM 前面板上的服务项目选择开关均应接通。这种改进线路是在EPS由厂家安装在NSM811及其后来出厂的模块上。较早生产的模块也应该改过了 (必须改)。不过, 你应该检查模块的铭牌上打的印记, 看其系列号是否低于811。在改进2型使用以前, 不必将GR选择开关置于ON 的位置, 即可直接进行GR数据处理。

对某些模块连接组合 (IEM-BB+NSM) 可能看到 (依赖于所用软件的版本), 井径仪增益在2左右。这是因为两个模块的井径电路是并联的, 井径仪的电流信号被分成两路。最新的IEM-BD型模块和V120软件将使这种情况正常化。因为CSU可以计算出正确的井径读数, 所以不需有任何忧虑。

注意:

在张开或收紧下井仪器时, 电子线路的电源总是断开的。

LDT 稳定回路远距离测量使用电缆: 当模块为LDT方式时, ACA接头2—3—5—6端与LDT电缆驱动器联接。

当模块不在LDT方式时, 电缆驱动器受阻。

在全部方式中, 电流方式井径电路通过平稳状态校验电路, 连接到了电缆线ACA7。当进行平稳状态校验时它断开。

NSM是一个包含五块插板 (NSM1-5) 的单槽模块。在下面正文中只讨论与LDT有关的电路。

第二章 CPU 通信

第一节 证 实

根据所选用的下井仪器和NSM-A在TIU中的位置,此模块将对五种仪器中的1~3个地址做出响应。

	地 址	
下井仪	存储区1~3	存储区4~6
LDT	767240	767640
NGT	767242	767642
PGT	767050	767450
CNT	767044	767444
SGT	767040	767440

不管如何建立控制方式,下井仪器模块总是对SGT地址做出响应,除非在仪器串中有NGT仪器。虽然假设在核仪器的组合中总是包含GR,但不是必须使它运行。

第二节 控制寄存器

2.1 稳定回路控制:2个地址

	存储区1~3	存储区4~6
LS 回路	767244	767644
SS 回路	767246	767646

有12位二进制数字数据输入(DDI01到15)

2.2 下井仪器模拟器控制:1个地址

	存储区1~3
SIMU	767250
	存储区4~6
SIMU	767650

有2位二进制数字数据输入,控制模拟器的方式如下表:

DDI		模 拟 器 状 态
02	03	
1	1	ON
0	0	OFF

2.3 平稳校验控制：2个地址

存储区1~3

P.C. CNT 767046

P.C. PGT 767052

存储区4~6

P.C. CNT 767446

P.C. PGT 767452

用2位二进制数字数据输入，按下表方式控制平稳校验状态：

DDI		平 稳 校 验
00	01	状态
1	0	负
1	1	正
0	0	终止

第三章 GEU通信

第一节 使用的 GEU 计数器

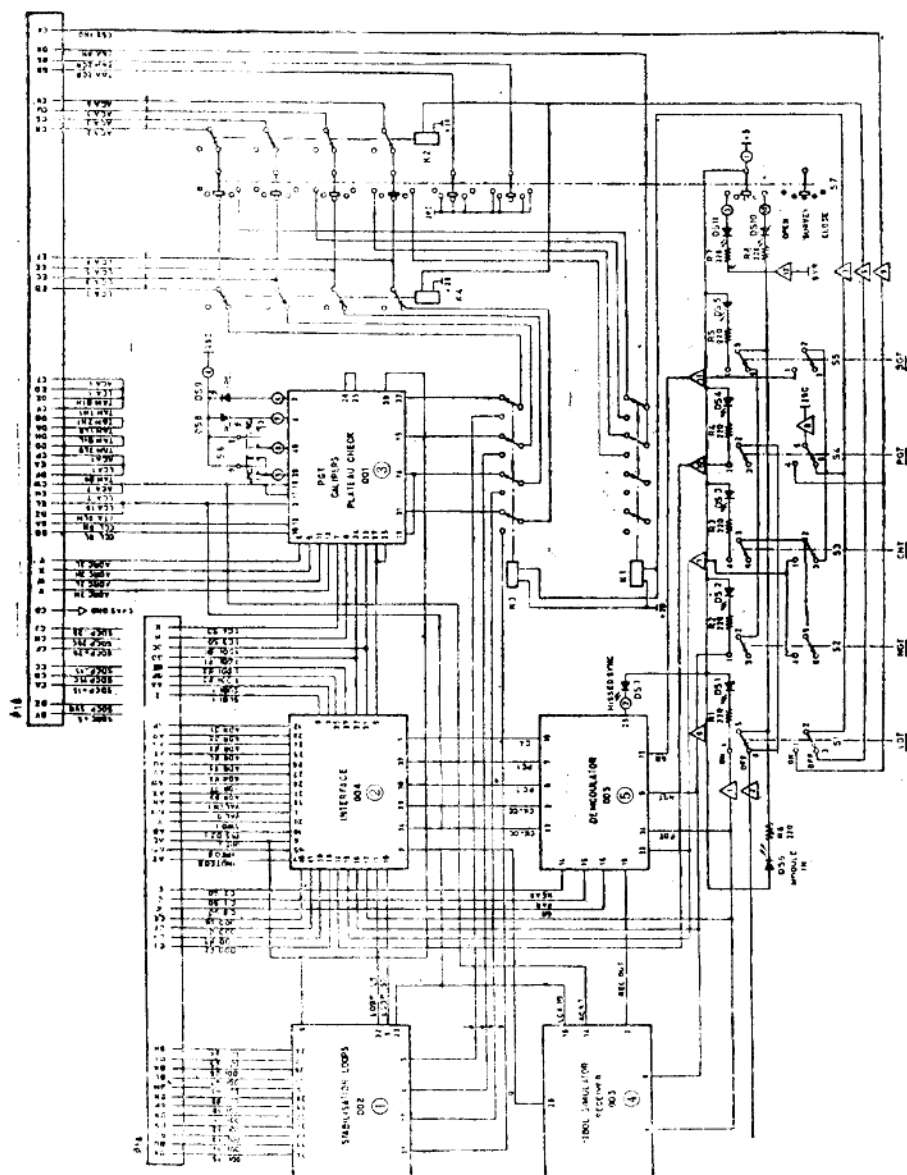


图3 NSM-A 电路示意图

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

使用的 GEU 计数器表示如下:

C0	GR		} 来自 NSM-005 的规格化脉冲
C1	CNL	FAR	
C2	CNL	NEAR	
C3	PGT	LS	} 来自 NSM-001 的规格化脉冲
C4	PGT	SS	

模数转换器

在 LDT 和 NGT 状态下, CPU 从接口插板 NSM-004 的 4 个数字数据输出位上读取数据 (图1)。

第二节 接口功能 (图3, 图4)

CPU 通过输入的 4 个一组的二进制数字数据对输出存储器寻址。

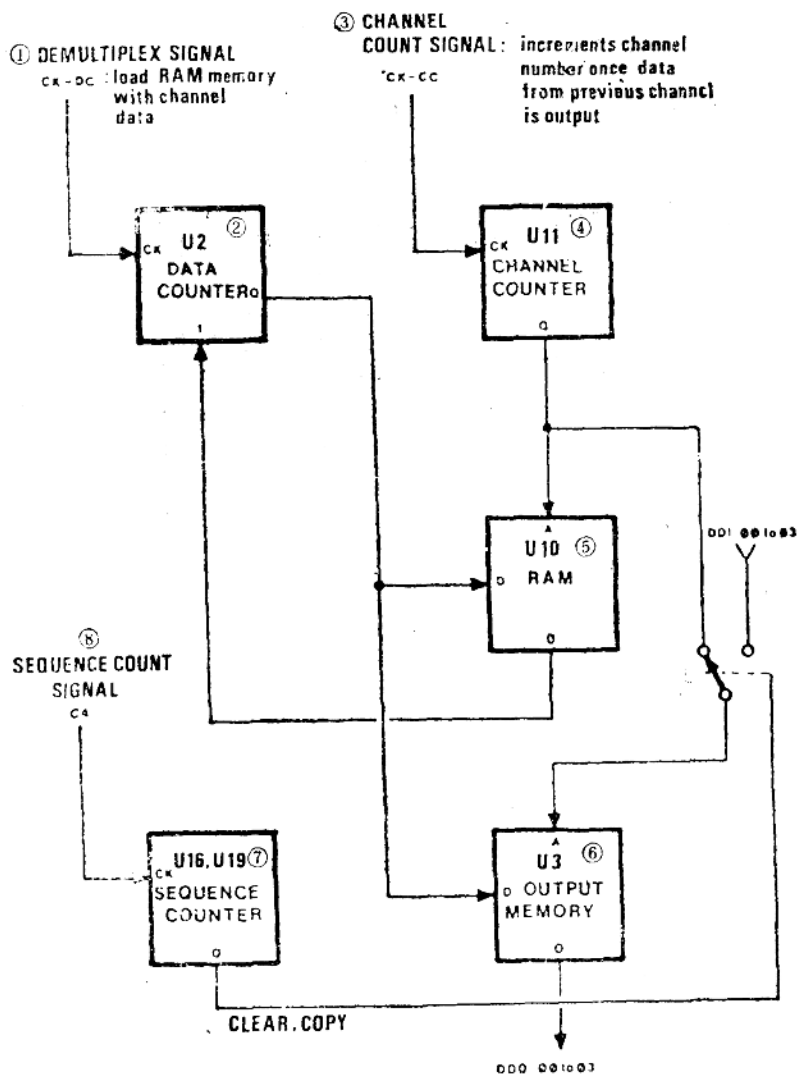


图4 接口功能图

① 译码指令 CX-DC: 把通道数据装入 RAM 存储器; ② U₂: 数据计数器; ③ 通道计数指令 CX-CC: 一次数据后对当前的通道增加通道号后再输出; ④ U₁₁: 通道计数器; ⑤ U₁₀: RAM; ⑥ U₃: 输出存储器; ⑦ U₁₆、U₁₉: 指令序列计数器; ⑧ 指令序列计数指令

来自译码器 NSM-005插板的 CK.CC, CK.DC, C1, PC1 和 PC2 五条指令用来计算多路解调和存储数据, 以便送往CPU。

为了寻址随机存储器的不同通道, CK.CC指令增加通道计数器的值。每经过一个新的C4指令序列, 计数器就清零。对每一个通道, 如果有数据存在, 由CK.DC指令把计数器的值加到存储器上去。

数据计数器输出后写入RAM存储器U₁₀。(图4)。

在0到15序列脉冲作用期间, 为了写入输出存储器U₃, 清除U₁₀和U₂, 序列计数器U₁₀和U₁₀给出必要的COPY和CLEAR指令。

在第14位序列期间, 数据计数器的输出写入输出存储器U₃。

在序列的第15位, 中断传输, 输出存储器可由CSU读出。

在第15位序列期间, 由CK.DC指令在重新获取之前清除U₂计数器。

由FPLA (U₁₂) 产生地址译码和寄存器。

存储器寻址寄存器

存储区1~3 存储区4~6

地址 767252 767652

4个二进制位数字数据输入

DDI (存储器地址)				通 道	
00	01	02	03	LDT	NGT
0	0	0	0	SC	W ₁
1	0	0	0	LU1	W ₂
0	1	0	0	LOOP SS	W ₃
1	1	0	0	LOOP LS	W ₄
0	0	1	0	SS2	W ₅
1	0	1	0	LL	STAB
0	1	1	0	SS1	
1	1	1	0	LITH	
0	0	0	1	LU2	
1	0	0	1	FORM SS	
0	1	0	1	FORM LS	
1	1	0	1	PF	

控制的主要逻辑功能。

该存储寄存器

存储区1~3 存储区4~6

地址 767254 767654

4个二进制位数据输出: DDO, 00, 01, 02, 03。

第四章 井下仪器模拟器 (NSM 003 插板, 图3)

在没有井下仪器的情况下, 提供LDT, NGT或CNT的软硬件快速检查。

通过软件调用“ALLOW SIMU”获得模拟信号。注意, 在模拟器工作时 (Simulator Status), GEU显示状态灯 (第15位) 接通 (亮)。

在刻度和测井记录阶段也能使用下井仪模拟器。

模拟器是一个可编程存储器构成的发生器, 发出假的随机脉冲。

第一节 LDT方式

模拟器给出的计数率与在铝块中对下井仪器做车间刻度时相同。

通 道	计数率 (CPS)
ILL	110
LU1	110
LU2	110
LU1.2	220
LS	220
LITH	55
SS1	220
SS2	220
PRTY	$5608 \pm 1\%$
FCNL	2220
NCNL	4000
NRAT	$NCNL/FCNL = 1.8$
GR	140

第二节 NGT方式

计数率模拟的地层含有:

TH	0.80ppm
U	6.30ppm
K	2.50%

通 道	计数率 (CPS)
W ₁	242

W_2	121
W_3	40
W_4	20
W_5	9
SIAB	80
SGR	102
FCNL	484
NCNL	968
NRAT	NCNL/FCNL=2

第三节 接收器 (NSM 003 插板图 5 和图 6)

接收器处理的信号不是从下井仪的电缆线7和外皮间就是从模拟器得到,这取决于 K_1 和 K_2 继电器开关各自的位置。当其中的一个继电器开关断开,另一个则接通, (K_1 关闭时,接收井下信号)。

第一级是一个差分器(U_{15} 和有关的元件)。经整形后,差分器的输出信号(可在校验点TP2获得)送到第二级。

当继电器开关 K_3 断开(LDT或NGT方式),第二级是抗远距离测量稳定回路和其它寄生振荡信号串线干扰的低通滤波器。

在第二级的输出端,用比较器 U_{14} 把脉冲升到合适的电平(峰值5V),使它们能触发后面的两个单稳态多谐振荡器。

在插板2端的输出信号“REC OUT”将送到NSM-005插板。

阅读下面的描述时请参阅图6(NSM-003接收器插板)。

当继电器 K_3 通电后(CNT或SGT方式) K_3 接触的1~7和14~8端关闭,第二级是一个自动偏压电路放大器。脉冲信号超过阈值后,输出端才有正脉冲(TP3)。

当从ACA 7来的第一个正脉冲到达 U_{15} 反向输入端后,它输出的负脉冲由 CR_3 、 CR_9 限幅,并迅速向 C_{28} 充上负电压(时间常数为 $R \cdot C_{28} = 10\mu s$,其中 $R = R_{35} + R_{17}$,通过 R_{18} 送到 U_{15} 反向输入端,从而变成一个正脉冲向 C_{31} 充电。由于 R_{18} 和 C_{31} 提供4.7 μs 的时间常数,输入的又是窄脉冲,经过几个脉冲后 C_{31} 的电压近似于脉冲峰值。 C_{31} 通过 R_{21} 和 U_{15} 的反向输入端慢慢放电。这时由二极管 CR_4 把 U_{15} 的输出与 C_{13} 隔开。这样在 C_{31} 端上的峰电压要减去 C_{28} 端上的脉冲电压乘以系数:

$$\frac{R_{21}}{R_{18}} = \frac{22 K}{47 K} \approx 0.5$$

只有当来的负脉冲相当于两倍的峰电平, U_{15} 的输出电平才变正,对 C_{31} 充电。

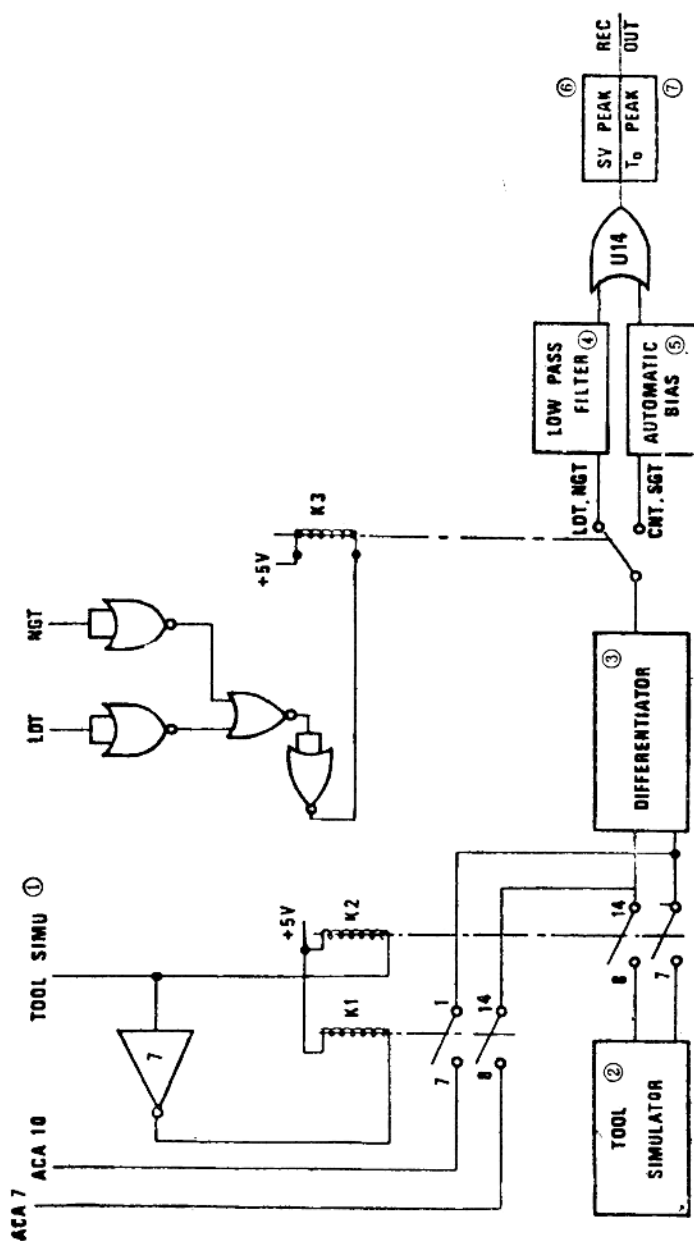


图5 NSM003插板总体示意图

①井下模拟信号; ②井下仪器模拟器; ③差分器; ④低通滤波器; ⑤自动偏压; ⑥SV峰; ⑦T₀峰