

文章编号: 1003-1480 (2004) 02-0048-03

油气井射孔用选发器的研究

罗兴平¹, 周 罍¹, 陈论韬², 朱安宁¹

(1. 中国兵器工业第 213 研究所, 陕西 西安, 710061 ;

2. 吐哈油田温米采油厂, 新疆 鄯善, 838202)

摘 要: 传统的射孔工艺在遇到薄层多而且相距较远的油气井时, 效率低下且危险性大。本文研究了在一次射孔过程中携带多节射孔枪, 进行多次射孔作业的射孔工艺。主要介绍了该系统中选发器的工作原理, 并就其重要组件——计数译码器的工作原理与工作过程进行研究, 对该射孔系统进行了过电缆试验与高温试验, 系统工作正常。

关键词: 射孔工艺; 选发器; 计数译码器

中图分类号: TJ510.2 **文献标识码:** A

The Research of Ignition Selector Used in Oil-gas Well Perforation

LUO Xing-ping¹, ZHOU Zhao¹, CHEN Lun-tao², ZHU An-ning¹

(1. The 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an, 710061 ;

2. Wen-mi Oil Extration of Tu-ha Oil Field, Xinjiang Shanshan, 838202)

Abstract : The traditional perforating process for the oil-gas well having many thin layers and longer distance between the layers is inefficient and dangerous. The perforating process of perforating many times during one procedure is studied. The principle of ignition selector is introduced, and the principle and process of counting decoder are studied. The perforating system works well under over-voltage and high temperature tests.

Key words : Perforating process; Ignition selector; Counting decoder

传统射孔装置由起爆装置、电缆、射孔枪连接而成。射孔时起爆装置产生的起爆信号传输到井下, 起爆磁电雷管, 磁电雷管产生的爆轰能起爆导爆索, 进而起爆与之相连的射孔弹, 完成射孔。该工艺属一次性起爆, 既一次性起爆所有射孔弹。其优点是当遇到厚油气层较多或几个作业薄层相距较近时, 每次可对预定的一个厚油气层或几个薄层进行射孔作业, 工序简单, 一般不会造成误射孔; 但对薄层较多而相距较远的井进行射孔作业时, 这种工艺存在费时、费料、危险性大等不足。

如果一次下井作业能够携带多根射孔枪, 每根射孔枪装几发至十几发射孔弹, 到预定的作业层位起爆

对应的射孔枪, 这样, 需几次才能完成的射孔作业在一次射孔中就可以完成。笔者把在一次下井过程中能够进行多次射孔作业的装置称为选发射孔装置, 这套装置包括两个部分: 一是传统的起爆装置(起爆仪); 二是对起爆仪的输出信号进行选择输出的装置, 称为选发器。本文主要讲述选发器的电路设计。

1 选发器的设计

1.1 选发器的设计原理

选发器是在起爆装置与射孔枪之间加一开关, 通过多个开关电路来控制起爆装置与多根射孔枪

收稿日期: 2004-02-23

作者简介: 罗兴平(1972-), 男, 在读硕士研究生, 工程师, 从事火工品产品研究。

的通断。电路包括两种功能：一是选通功能，这部分电路的作用是在起爆装置与多根射孔枪之间起选择导通作用，使得起爆信号能够到达预定的射孔枪，起爆射孔装置；第二种功能是监视功能，选通电路的作用是使起爆装置与预起爆的射孔枪之间导通相连，但是否导通甚至误选通，需借助于监视电路来完成，监视电路可反映选通电路的执行情况，确保正确地选通射孔枪。

系统的原理框图如图 1 所示。显示 1 电路与显示 2 电路为监视电路；计数译码器与选择开关为选通电路部分。选通信号到达后，分为两路，一路输出到显示 1 电路进行显示；另一路与计数译码器电路相连，经计数译码器译码后，输出为多路电平信号。每一路电平信号控制一路开关，在工作状态的任意时刻，计数译码器的多路输出只有一路为“1”，即高电平，其余为“0”，低电平。只需选择高电平有效导通的开关电路，这样一个选通信号就可以选通一个开关电路，第二个选通信号选通第二个开关电路，依此类推，达到选发的目的。

在选发器中，选通电路部分至关重要。计数译码器译码结果正确与否，直接关系射孔结果，译码错误意味着射孔事故。因此，在计数译码器的输出端加显示 2 电路来显示译码结果，显示 1 电路的显示与显示 2 电路的显示表示同一路选通信号，所以应该相同。若相同，译码正确，然后通过起爆系统起爆雷管。

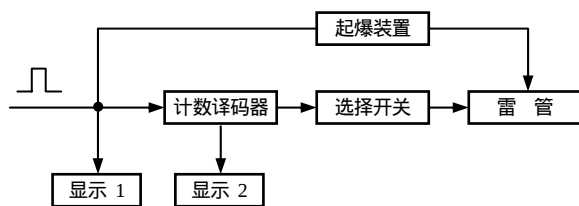


图 1 选发器工作原理图

1.2 计数译码器的工作原理

笔者选择的译码电路为十进制译码器，它的主要功能是计数功能，既每输入一个脉冲信号进行一次计数，计数满 10 产生一个进位输出信号。图 2 是十进制计数译码器的译码电路及管脚排列图。它含有十个译码输出端 Q0~Q9，12 脚为进位输出端，13 脚为时钟使能端，14 脚为时钟触发端，15 脚为复位端及两个电源控制端 16 脚（高电位）和 8 脚（低电位）。

十进制译码器有两种实现译码方式，如表 1 所示，

复位输入端为高电平有效，当复位端输入为高电平时，译码输出端清“0”，既输出全为低电平。在复位端输入为低电平的前提下，若时钟触发端保持低电平，或使能端为高电平时，译码输出端处于保持态，不能实现计数译码功能；若使能端保持低电平，时钟触发端为脉冲上升沿触发译码，时钟触发端每输入一个脉冲信号，在时钟上升沿到达时，译码器进行一次计数译码，当下一个时钟上升沿到达时，进行第二次计数译码，依此类推，实现计数译码功能；当时钟触发端保持高电平，这时使能端就变成了译码输入端，属下降沿触发，在每一个下降沿到达时，进行计数译码，实现计数译码功能。

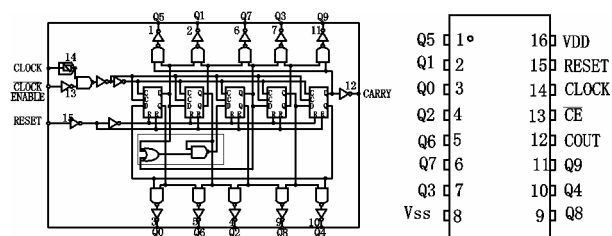


图 2 十进制译码器

表 1 十进制译码器功能表

时钟	使能端	复位	输出 (=n)
0	×	0	n
×	1	0	n
×	×	1	Q0
—	0	0	n+1
—	×	0	n
×	—	0	n
1	—	0	n+1

1.3 计数译码器的工作过程

以时钟触发端作为译码输入端为例说明译码器的译码过程：在电源接通后，电阻 R4、电容 C4 组成的复位电路对译码器复位，译码器输出端 Q0~Q9 除 Q0 外全为低电平，此时译码器的编码为“1000000000”。当第 1 个译码输入脉冲信号上升沿到达时，译码器进行计数，Q1 由低电平变为高电平，其余全为低电平，编码为“0100000000”；第 2 个脉冲信号到达时，Q2 由低电平变为高电平，其余全为低电平，编码为“0010000000”，依此类推。当第 9 个脉冲信号上升沿到达时，编码为“0000000001”，

当第 10 个脉冲信号上升沿到达时, Q0 由低电平变为高电平, 其余全为低电平。上面这个过程以 10 为单位循环执行, 实现十进制计数译码器译码功能。

通过以上叙述可知, 任一时刻十进制计数译码器的输出 Q0~Q9 之中只有一路为高电平 (且仅有一路为高电平), 其余输出均为低电平, 在下一个计数脉冲到来之前, 计数译码器状态保持不变, 这种情况符合设计的要求。选择 10 路数字开关与十进制计数译码器输出端相连, 数字开关受高电平控制或脉冲边沿

触发导通, 电源接通后的任一时刻, 10 路开关中只可能有 1 路 (且仅有 1 路) 保持导通状态。每输入 1 个计数脉冲给译码器, 译码器输出发生 1 次改变, 与计数译码器输出端相连的开关电路也相应发生 1 次改变, 这样, 就可以通过译码器控制 10 路数字开关的导通。实现电路如图 3 所示, 其中 R4、C4 为复位清零电路, 作用是当接通电源时, 复位清零端加瞬间高电平, 计数器清零。通过单稳态电路提供选通信号。

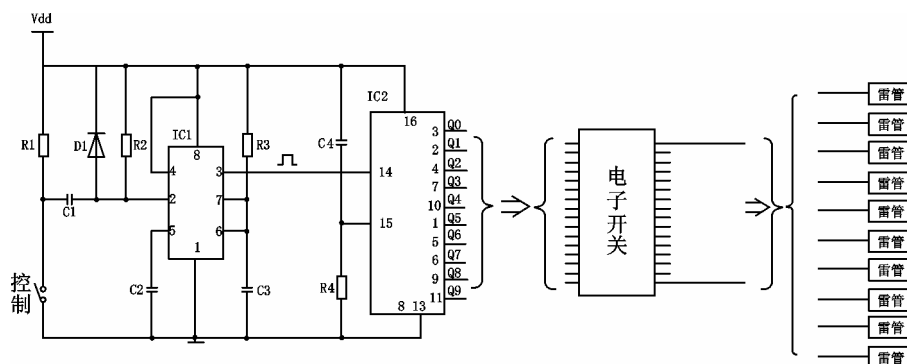


图 3 选通电路

2 系统测试

2.1 过电缆试验

取 20 发磁电雷管, 5 发为一组, 试验结果如表 2 所示。4 组只有 1 发未起爆, 其余全爆, 分析原因为脚线松动, 导致接触不良。

表 2 过电缆试验结果

序号	充电电压 / V	试验结果
1	140	5 发起爆
2	150	5 发起爆
3	140	5 发起爆
4	130	4 发起爆, 1 发未起爆

注: 电缆长 5 000m, 直径 8mm。

2.2 高温试验

选发器需要下井的电子线路部分, 在 140℃、高温 12h 条件下, 以及 180℃、高温 7h 条件下, 工作正常。

3 结语

通过以上试验, 可见选发器电路原理可行, 目前处于实验室阶段, 下一步工作是去油田进行实际测试, 在实践中不断改进。

参考文献:

- [1] (日本) 田崎阳治等. 磁电感应起爆系统 [J]. 火工品, 1988, (1).
- [2] 江晓安. 数字电子技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [3] 罗朝杰. 数字逻辑设计基础 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1982.
- [4] Fletcher, W. I., An engineering approach to digital [M]. Engle-wood Cliffs, N. J., Prentice Hall, Inc, 1980.
- [5] 江晓安. 模拟电子技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.