

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 7 月 30 日 (30.07.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/109417 A1

(51) 国际专利分类号:

F42D 1/05 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2014/000073

(22) 国际申请日:

2014 年 1 月 21 日 (21.01.2014)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 北京丹芯灵创科技有限公司 (BEIJING DXSMART TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市丰台区明日嘉园 6 号楼 1107 室, Beijing 100067 (CN)。

(72) 发明人: 张文苑 (ZHANG, Wenyuan); 中国北京市丰台区航丰路 8 号 3 号楼 6118 室, Beijing 100071 (CN)。 杨贵丽 (YANG, Guili); 中国北京市丰台区航丰路 8 号 3 号楼 6118 室, Beijing 100071 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: ELECTRONIC DETONATOR BLASTING MANAGEMENT SYSTEM AND BLASTING CONSTRUCTION METHOD

(54) 发明名称: 一种电子雷管爆破管理系统及爆破施工方法

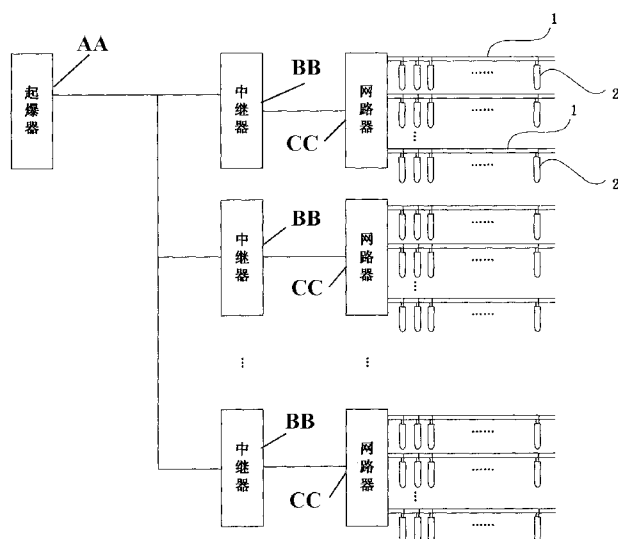


图 11 /FIG. 11

AA Initiator
BB Repeater
CC Network device

(57) Abstract: An electronic detonator blasting management system and a blasting construction method in the field of engineering blasting. The method comprises: inputting characteristic information to an electronic detonator by means of an electronic detonator characteristic reader-writer; after the electronic detonator is connected to an initiating branch and the initiating branch is connected to a network device, the network device calculating actual delay of the electronic detonator according to the characteristic information of the electronic detonator, and sending the actual delay to the electronic detonator; the electronic detonator stores the actual delay; a repeater providing an initiating voltage to the electronic detonator by means of the network device, and an initiator delivering an initiating instruction to the electronic detonator by means of the repeater and the network device; and after the electronic detonator receives the initiating instruction, the electronic detonator starting timing and initiating the blasting after the actual delay reaches. The system comprises an initiator, a repeater, a network device, an initiating branch, an electronic detonator, and an electronic detonator characteristic reader-writer. A blasting construction process is simplified, the efficiency of preprocessing before the blasting is improved, and the accuracy of the blasting is increased.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2015/109417 A1



工程爆破技术领域中的一种电子雷管爆破管理系统及爆破施工方法。通过电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息；电子雷管接入起爆支路且起爆支路接入网路器后；网路器根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并发送至电子雷管；电子雷管存储该真实延期；中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压，起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令；电子雷管在收到起爆指令后开始计时，并在到达真实延期时起爆；系统包括起爆器、中继器、网路器、起爆支路、电子雷管和电子雷管特征读写器。简化了爆破操作施工过程，提高了爆前预处理效率，增加了爆破准确度。

说明书

一种电子雷管爆破管理系统及爆破施工方法

技术领域

本发明属于工程爆破技术领域，尤其涉及一种电子雷管爆破管理系统及爆破施工方法。

背景技术

电子雷管已经逐渐取代传统雷管，成为工程爆破的主要材料。电子雷管与传统雷管相比，其优势主要体现在两个方面：一是电子雷管内部具有可设置延期值的控制电路，在起爆时间的控制上，比使用化学延期药的传统雷管更加准确；二是电子雷管内部写入电子雷管 ID 和密码，用于起爆前进行身份认证，比起传统雷管更加安全。

现有的电子雷管起爆系统如图 1 所示，包括负责控制起爆的起爆器，起爆器通过起爆支路 1 直接与电子雷管 2 相连。其爆破施工方法大致是，首先规划施工现场每个爆破孔的起爆延期，形成爆破孔与起爆延期的对应关系并存入起爆器/编码器中；然后在电子雷管埋入爆破孔时，读取电子雷管的 ID 并记录其埋入的爆破孔孔号，形成电子雷管与爆破孔的对应关系，再将电子雷管与爆破孔的对应关系存入起爆器/编码器；然后，由起爆器/编码器根据爆破孔与起爆延期的对应关系以及电子雷管与爆破孔的对应关系，确定每个电子雷管的起爆延期，通过通播的方式将起爆延期发送至电子雷管；最后，电子雷管根据起爆器的起爆指令，在到达起爆延期时起爆。这种起爆系统和爆破施工方法存在如下问题：

1) 当在隧道爆破施工时，由于施工环境较为恶劣，一般只能用规划好的编码器或子起爆器进行雷管的编码过程，需要按图索骥查找规划的炮孔，将放入炮孔内的电子雷管注册到相应的炮孔中。这个过程不能多人同时施工，效率低下。如果有多个设备同时操作，也需要将编码的结果汇总到子起爆器中。否则，若采用多个子起爆器，虽然施工效率有所提高，但每个子起爆器/编码器都需要进行各自的延期规划，操作繁琐。另外，编码器/子起爆器与所

连接的炮区需要多条支干线，爆破中这些炮线会跟着破坏掉。因此，在现场进行注册雷管的方式，施工效率低下，检测周期长，尤其出现个别连接短路或不可靠时，排除故障困难。

2) 在隧道中，现有的编码器/子起爆器大都预先注册电子雷管，即预先将电子雷管分为不同的段位，而不是为每只电子雷管分配一个孔号，这种方式需要在端面外操作，但管理起这些分段后的电子雷管也不容易，容易出错，这和现有毫秒延期雷管具有相同的弊病。由于编码器/子起爆器一般连接较多的雷管，将这些雷管连接在一起后，才进行组网可靠性测试，耗时较长，施工工人处于长时间等待过程，检测周期长，尤其出现个别连接短路或不可靠时，排除故障困难。

3) 在露天矿施工中，现有的编码器/子起爆器预先按照规划，存储了炮孔和延期的对应关系，有的方案是在雷管埋入后通过连接电子雷管读取雷管内部的 ID 号，并将 ID 号与对应的孔号建立关系，从而完成注册过程；而有的方案是在炮孔外还放置了规划好的炮孔编码和对应延期的条码标签，通过读取雷管 ID 或记录有雷管 ID 的标签和炮孔标签来实现雷管的注册过程。上述方案均存在的问题是，雷管延期是由计算机规划好，需要专人打印放置标签，需要雷管生产时读取雷管 ID 号并打印标签，这些操作都增加了生产管理成本，用户体验不好。尤其在恶劣天气下，这种施工方法会更加困难。

4) 在露天矿施工中，实际的炮孔和规划的炮孔不一定完全一致，由于孔的增删或移位对于其他或者后续孔的延期影响较大。这样，需要的延期和规划的延期有出入，达不到预期的效果，因此，需要通过计算机调整延期，操作起来非常耗时间，且容易出错；若仅调整个别孔延期时，不能达到理想的爆破效果，灵活性差。

发明内容

本发明的目的在于，提供了一种电子雷管爆破管理系统及爆破施工方法，用于解决目前电子雷管爆破施工中存在的问题。

为了实现上述目的，本发明提出的技术方案是，一种电子雷管爆破施工方法，其特征是所述方法包括：

步骤 1: 取一只电子雷管, 在所述电子雷管埋入爆破孔之前或者所述电子雷管埋入爆破孔之后, 将其接入电子雷管特征读写器;

步骤 2: 利用电子雷管特征读写器向所述电子雷管注入特征信息;

步骤 3: 电子雷管存储所述特征信息后, 断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接;

步骤 4: 在所述电子雷管埋入爆破孔之后, 将其接入起爆支路;

步骤 5: 如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息, 且所有电子雷管都接入到起爆支路, 则执行步骤 6; 否则, 返回步骤 1;

步骤 6: 将起爆支路接入网路器;

步骤 7: 在网路器接入中继器之前或者网路器接入中继器之后, 根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储;

步骤 8: 在中继器与网路器连接后, 中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压;

步骤 9: 起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令;

步骤 10: 电子雷管在收到起爆指令后开始计时, 并在到达真实延期时起爆。

所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期;

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的行首位时, 所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期; 当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的行首位时, 所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破阵列中同一行前一个爆破孔对应的真实延期的差值;

或者, 当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的列首位时, 所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期; 当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的列首位时, 所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破阵列中同一列前一个爆破孔对应的真实延期的差值。

所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 101: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 102: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器;

子步骤 103: 网路器根据爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期, 计算每只电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列的行/列首位时, 根据公式 $D_A(k) = D_r(1)$ 计算电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列的行/列首位时, 根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i)$ 计算电子雷管的真实延期;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$D_r(i)$ 为当前行/列第 i 个爆破孔的相对延期;

n 为电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号;

子步骤 104: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 105: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 106: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息还包括孔内序号。

所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 201: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 202: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器;

子步骤 203: 网路器根据爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和网路器内置的孔内微差, 计算每只电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列的行/列首位时, 根据公式 $D_A(k) = D_r(1) + \Delta D \times (j-1)$ 计算电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列的行/列首位时, 根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i) + \Delta D \times (j-1)$ 计算电子雷管的真实延期;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$D_r(i)$ 为当前行/列第 i 个爆破孔的相对延期;

n 为电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号;

j 为孔内序号;

ΔD 为网路器内置的孔内微差;

子步骤 204: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 205: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 206: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 301: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 302: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器;

子步骤 303: 网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期, 计算每只电子雷管的真实延期;

电子雷管的真实延期的计算公式为 $D_A(k) = E_r(i)$;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期;

子步骤 304: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 305: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 306: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息还包括孔间微差。

所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 401: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 402: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器;

子步骤 403: 网路器根据爆破孔的段号和电子雷管顺序号, 统计每只电子雷管在所属爆破段中的段内序号;

子步骤 404: 网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号, 计算每只电子雷管的真实延期;

电子雷管的真实延期的计算公式为 $D_A(k) = E_r(i) + \Delta E \times (j-1)$;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期;

ΔE 为孔间微差;

j 为电子雷管在所属爆破段中的段内序号;

子步骤 405: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 406: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 407: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述步骤 3 中, 电子雷管存储所述特征信息后, 断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接之前, 还包括单只电子雷管检测过程, 具体为:

子步骤 A1: 电子雷管特征读写器向电子雷管发送工作状态检测指令;

子步骤 A2: 电子雷管收到工作状态检测指令后, 检测桥丝的通断状态, 如果桥丝的通断状态为连通状态, 则执行子步骤 A3; 如果桥丝的通断状态为断开状态, 则执行子步骤 A4;

子步骤 A3: 电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态正常的应答信号, 执行步骤 4;

子步骤 A4: 电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态异常的应答信号;

子步骤 A5: 断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接, 标记故障并返回步骤 1。

所述步骤 4 还包括起爆支路检测过程, 具体为:

子步骤 B1: 电子雷管特征读写器接入起爆支路;

子步骤 B2: 电子雷管特征读写器向起爆支路中的所有电子雷管依次发送点名指令;

子步骤 B3: 起爆支路上的电子雷管收到点名指令后, 向电子雷管特征读写器发送反馈信号;

子步骤 B4: 电子雷管特征读写器收到反馈信号后, 比较发出反馈信号的电子雷管的数量与实际接入所述爆破支路的电子雷管的数量, 如果发出反馈信号的电子雷管的数量与实

际接入所述爆破支路的电子雷管的数量相等，则断开电子雷管特征读写器与起爆支路的连接，执行步骤 5；否则，查找未发出反馈信号电子雷管。

所述步骤 9 之前还包括中继器巡检过程，具体为：

子步骤 C1：中继器通过网路器向电子雷管下发巡检指令；

子步骤 C2：电子雷管收到巡检指令后，将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期通过网路器发送至中继器；

子步骤 C3：中继器将收到的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至起爆器；

子步骤 C4：起爆器存储所有电子雷管的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期。

一种电子雷管爆破管理系统，其特征是所述系统包括起爆器、中继器、网路器、起爆支路、电子雷管和电子雷管特征读写器；

所述电子雷管接入起爆支路，起爆支路接入网路器，网路器接入中继器，中继器接入起爆器；

所述电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入特征信息；

所述网路器用于根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期，并将计算出的电子雷管的真实延期发送至电子雷管；

所述电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的特征信息以及网路器计算得到的电子雷管的真实延期；还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆；

所述中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压；

所述起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息还包括孔内序号。

所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号后，根据电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和内置的孔内微差，计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述特征信息还包括孔间微差。

所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差后，统计电子雷管在所属爆破段中的段内序号，再根据电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号，计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到网路器发送的真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，

比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

所述电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息后，还用于向电子雷管发送工作状态检测指令，并接收电子雷管发送的表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号；

所述电子雷管用于在收到电子雷管特征读写器发送的工作状态检测指令后，检测桥丝的通断状态，并根据检测桥丝的通断状态，向电子雷管编码器发送表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号。

所述电子雷管特征读写器还用于与起爆支路连接，并向起爆支路上的所有电子雷管依次发送点名指令，再根据起爆支路上的电子雷管发送的反馈信号确定起爆支路上的电子雷管连接是否正常；

所述电子雷管用于在收到点名指令后，向电子雷管特征读写器发送反馈信号。

所述中继器用于向电子雷管发送巡检指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期后，将其转发至起爆器；

所述起爆器用于接收中继器转发的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期并存储；

所述电子雷管用于接收中继器发送的巡检指令，并在接收到巡检指令后，将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至中继器。

本发明的效果在于：

1) 在露天矿中，既实现了导爆管雷管地表级联方式，又保留了电子雷管的高精度和可检测性，极大地提高了施工效率，消除了孔号、延期与雷管 ID 的对应过程，实现了所见即所得的效果，系统调整延期灵活性大大提高。

2) 在隧道中，实现了按施工作业面分区施工，符合现有的施工质量管理的要求。施工人员很清楚自己负责的炮眼类型，容易选择段位，并给电子雷管注入相应的信息。由于各爆破

分区同时可操作，极大提高了施工效率，充分适应了隧道施工的特点。

3) 真实延期的下发过程通过网路器完成，每个网路器只负责与自身相连的起爆支路上的电子雷管的真实延期的下发，整个起爆网络的延期下发由多个网路器同步完成，节省了延期下发的等待时间，特别适用于大规模起爆网络。

4) 中继器负责向电子雷管提供起爆电压，而中继器的位置与网路器之间的间距为标准距离，短距离提供电压避免了压降导致的电压损失，使网路的电气参数基本固化；同时多个中继器分别通过网路器向多条起爆支路输送起爆电压，确保了大规模爆破网络的电压需求。

5) 由于电子雷管特征读写器不是组网器件，可以由多人使用多个电子雷管特征读写器同时对多条爆破支路编码和检测，极大地提高了施工效率，实现了分区负责，提高了施工质量。

附图说明

图 1 是现有的电子雷管起爆系统结构图；

图 2 是实施例 1 提供的平面爆破施工规划图；

图 3 是电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息示意图；

图 4 是实施例 1 的起爆支路接入网路器示意图；

图 5 是电子雷管特征读写器检测起爆支路示意图；

图 6 是实施例 1 提供的电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期对应表；

图 7 是实施例 2 提供的平面爆破施工规划图；

图 8 是实施例 2 的起爆支路接入网路器示意图；

图 9 是实施例 2 提供的电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期对应表；

图 10 是隧道爆破施工规划图；

图 11 是本发明提供的电子雷管爆破管理系统结构图；

图 12 是本发明提供的电子雷管爆破管理系统的网路器与起爆支路连接示意图。

具体实施方式

下面结合附图，对优选实施例作详细说明。应该强调的是，下述说明仅仅是示例性的，而不是为了限制本发明的范围及其应用。

实施例 1

图 2 是实施例 1 提供的平面爆破施工规划图。在平面爆破中，爆破孔往往被凿成规则的阵列形式。根据爆破的要求，每个爆破孔的起爆延期，通常与同一列中前一个位置上的爆破孔的起爆延期有特定的差值，因此，注入雷管信息时只需要修改行号（孔号），操作简单，所见所得。在图 2 中，标出了第一行各个爆破孔的真实延期，同时标出了各列每个爆破孔与前一个爆破孔的起爆延期差值。然而，在电子雷管的实际施工过程中，往往是直接给每个雷管下载对应的真实延期。不像导爆管雷管地表延期方式那样方便，爆破孔之间的延期差值并没有被有效利用。针对这种情况，本发明给出一种爆破施工方法，该方法在电子雷管埋入爆破孔前，先利用电子雷管特征读写器对其注入特征信息，具体过程包括：

步骤 1：取一只电子雷管，在该电子雷管埋入爆破孔之前，将其接入电子雷管特征读写器。

步骤 2：利用电子雷管特征读写器向该电子雷管注入特征信息。

在本实施例中，特征信息包括准备埋入电子雷管的爆破孔在爆破孔阵列中的列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的列首位时，所述爆破孔的相对延期是电子雷管准备埋入的爆破孔对应的真实延期；当电子雷管准备埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的列首位时，所述爆破孔的相对延期是电子雷管准备埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破阵列中该准备埋入的爆破孔同一列前一个爆破孔对应的真实延期的差值。

如图 2 所示，如果电子雷管准备埋入爆破孔阵列中第一行第一列的爆破孔中，则该电子雷管的特征信息为（1，1，20）。其中，括号中第一个数字代表电子雷管准备埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行号（孔号），第二个数字代表电子雷管顺序号，第三个数字代表爆破孔的相对延期。由于该爆破孔位于爆破孔阵列中第一列，之前没有其他爆破孔，因此该爆破孔中的爆破孔的相对延期设定为其真实延期。图 2 中，圆圈代表爆破孔，圆圈中的数字

代表准备埋入该爆破孔的电子雷管顺序号。

进一步，对准备埋入爆破孔阵列中第二行第一列的爆破孔的电子雷管，其特征信息为(2, 2, 9)。对准备埋入爆破孔阵列中第三行第一列的爆破孔的电子雷管，其特征信息为(3, 3, 10)。对准备埋入爆破孔阵列中第一行第二列的爆破孔的电子雷管，其特征信息为(1, 4, 25)。对准备埋入爆破孔阵列中第二行第二列的爆破孔的电子雷管，其特征信息为(2, 5, 7)。对准备埋入爆破孔阵列中第三行第二列的爆破孔的电子雷管，其特征信息为(3, 6, 10)。其他准备埋入爆破孔阵列的电子雷管以此类推。

图3是电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息示意图。如图3所示，通过电子雷管特征读写器，根据上述方式，能够为爆破孔阵列中的所有电子雷管注入特征信息。电子雷管特征读写器与电子雷管之间的通讯电压远远小于电子雷管的起爆电压，能够确保电子雷管的通讯安全。

步骤3：电子雷管存储注入的特征信息后，断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接。

在断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接之前，还可以增加单只电子雷管检测过程，包括：

子步骤A1：电子雷管特征读写器向电子雷管发送工作状态检测指令。

子步骤A2：电子雷管收到工作状态检测指令后，检测桥丝的通断状态，如果桥丝的通断状态为连通状态，则执行子步骤A3；如果桥丝的通断状态为断开状态，则执行子步骤A4。

子步骤A3：电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态正常的应答信号，执行步骤4。

子步骤A4：电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态异常的应答信号。

子步骤A5：断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接，标记故障并返回步骤1。

经过上述单只电子雷管检测过程，可以确定准备埋入爆破孔的电子雷管的工作状态。对于检测出工作异常的电子雷管，可以及时更换。避免起爆网络连接好，发现工作异常的电子雷管后，难以更换的问题。

步骤 4: 将该电子雷管埋入爆破孔, 然后将其接入起爆支路。

在本实施例中, 将埋入爆破孔阵列的同一列的电子雷管接入同一条起爆支路, 接入后如图 4 所示。

如果电子雷管接入起爆支路后, 该起爆支路用于连接电子雷管的位置都连接上电子雷管, 或者该起爆支路不再接其他电子雷管, 则本步骤还包括起爆支路检测过程。该过程用于检测起爆支路上的电子雷管是否全部连通。在现有技术中, 电子雷管的工作状态通过起爆器发送的巡检指令进行检测, 其主要目的是检测网路连接的可靠性。这种检测方式时间过长, 并且发现电子雷管起爆网络中存在工作异常的电子雷管后, 无法知道其确切位置, 更换电子雷管费时费力。为此, 本发明在完成一条起爆支路连接后, 立即使用电子雷管特征读写器检测该起爆支路电子雷管的工作状态, 避免起爆器巡检时等待时间过长。同时, 使用电子雷管特征读写器检测支路, 容易发现连接的故障点, 可快速排查问题。值得说明的是, 由于电子雷管特征读写器不是组网器件, 可以由多人使用多个电子雷管特征读写器同时对多条爆破支路注入特征信息和检测, 极大地提高了施工效率, 又实现了分区负责, 提高了施工质量。该过程包括:

子步骤 B1: 电子雷管特征读写器接入起爆支路。

图 5 是电子雷管特征读写器检测起爆支路示意图, 如图 5 所示, 在检测起爆支路时, 将电子雷管特征读写器接入待检测的起爆支路。

子步骤 B2: 电子雷管特征读写器向起爆支路中的所有电子雷管依次发送点名指令。

子步骤 B3: 起爆支路上的电子雷管收到点名指令后, 向电子雷管特征读写器发送反馈信号。

子步骤 B4: 电子雷管特征读写器收到反馈信号后, 比较发出反馈信号的电子雷管的数量与实际接入所述爆破支路的电子雷管的数量, 如果发出反馈信号的电子雷管的数量与实际接入所述爆破支路的电子雷管的数量相等, 则说明起爆支路上的所有电子雷管工作正常, 此时断开电子雷管特征读写器与起爆支路的连接, 而后执行步骤 5。否则, 说明起爆支路上有电子雷管工作异常, 此时查找未发出反馈信号的电子雷管。

步骤 5: 如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息, 且所有电子雷管都接入到起爆支路, 则执行步骤 6; 否则, 返回步骤 1。

步骤 6: 将起爆支路接入网路器。

步骤 7: 在网路器接入中继器之前, 根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储, 包括:

子步骤 101: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令。

子步骤 102: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔阵列中的行号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器。

子步骤 103: 网路器根据爆破孔阵列中的行号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期, 计算每只电子雷管的真实延期。

对于埋入爆破孔阵列中第一行第一列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (1, 1, 20)。由于该电子雷管处于第一列首位, 因此其真实延期为 $D_A(1) = D_r(1) = 20$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第一列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (2, 2, 9)。由于该电子雷管不处于列首位, 且其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行号为 2, 即 $n=2$ 。因此, 该电子雷管的真实延期为 $D_A(2) = \sum_{i=1}^2 D_r(i) = D_r(1) + D_r(2) = 29$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第三行第一列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (3, 3, 10)。由于该电子雷管不处于列首位, 且其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行号为 3, 即 $n=3$ 。因此, 该电子雷管的真实延期为 $D_A(3) = \sum_{i=1}^3 D_r(i) = D_r(1) + D_r(2) + D_r(3) = 39$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第一行第二列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (1, 4, 25)。由于该电子雷管处于第二列首位, 因此其真实延期为 $D_A(4) = D_r(1) = 25$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第二列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (2, 5, 7)。由于该电子雷管不处于列首位, 且其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行号为 2, 即 $n=2$ 。因此, 该电子雷管的真实延期为 $D_A(5) = \sum_{i=1}^2 D_r(i) = D_r(1) + D_r(2) = 25 + 7 = 32$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第三行第二列的爆破孔的电子雷管, 其存储的特征信息为 (3,

6, 10)。由于该电子雷管不处于列首位, 且其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行号为 3, 即 $n=3$ 。因此, 该电子雷管的真实延期为 $D_A(6) = \sum_{i=1}^3 D_r(i) = 25 + 7 + 10 = 42$ 毫秒。

通过上述方式, 可以计算出埋入爆破孔阵列中的所有电子雷管的真实延期, 图 2 给出的实施例中, 各个电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期如图 6 所示。

子步骤 104: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令。电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系即为图 6 所示的关系。

子步骤 105: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管。

子步骤 106: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

步骤 8: 将中继器与网路器连接, 中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压。

步骤 9: 起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

在起爆器向电子雷管下发起爆指令前, 还包括中继器巡检的过程, 具体为:

子步骤 C1: 中继器通过网路器向电子雷管下发巡检指令。

子步骤 C2: 电子雷管收到巡检指令后, 将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期通过网路器发送至中继器。

子步骤 C3: 中继器将收到的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至起爆器。

子步骤 C4: 起爆器存储所有电子雷管的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期。

步骤 10: 电子雷管在收到起爆指令后开始计时, 并在到达真实延期时起爆。

实施例 2

图 7 是实施例 2 提供的平面爆破施工规划图。在该平面爆破中，爆破孔被凿成规则的阵列形式。根据爆破的要求，每个爆破孔的起爆延期，通常与同一行中前一个位置上的爆破孔的起爆延期有特定的差值，因此注入特征信息时只需要修改列号（孔号），操作简单，所见所得。在图 7 中，标出了第一列各个爆破孔的真实延期，同时标出了各列每个爆破孔与前一个爆破孔的起爆延期差值。另外，根据爆破要求，一个爆破孔中可能会有多个电子雷管，每个电子雷管在所处爆破孔的真实延期基础上，还有个微差。针对这种情况，本发明给出一种爆破施工方法，该方法在电子雷管埋入爆破孔后，利用电子雷管编码器向其注入特征信息，具体过程包括：

步骤 1：取一只电子雷管并埋入爆破孔，然后将其接入电子雷管特征读写器。

步骤 2：利用电子雷管特征读写器向该电子雷管注入特征信息。

在本实施例中，特征信息包括埋入电子雷管的爆破孔在爆破孔阵列中的列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号。

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的行首位时，爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期；当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的行首位时，爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破孔阵列中同一行前一个爆破孔对应的真实延期的差值。

孔内序号是指，同一个爆破孔中埋入多个电子雷管时，每个电子雷管在该爆破孔中的顺序号。

如图 7 所示，如果两只电子雷管分别埋入爆破孔阵列中第一行第一列的爆破孔中，则向其中第一只电子雷管注入的特征信息为（1，1，20，1）。其中，括号中第一个数字代表爆破孔在爆破孔阵列中的列号（孔号），第二个数字代表电子雷管顺序号，第三个数字代表爆破孔的相对延期，第四个数字代表孔内序号。由于该爆破孔位于爆破孔阵列中第一列，之前没有其他爆破孔，因此该爆破孔中的爆破孔的相对延期设定为其真实延期。向第二只电子雷管注入的特征信息则为（1，2，20，2）。图 7 中，圆圈代表爆破孔，圆圈中的数字代表埋入该爆破孔的电子雷管顺序号。

进一步,对于埋入爆破孔阵列中第一行第二列的爆破孔的两只电子雷管,其特征信息分别为(2, 3, 5, 1)和(2, 4, 5, 2)。

对于埋入爆破孔阵列中第一行第三列的爆破孔的三只电子雷管,其特征信息分别为(3, 5, 7, 1)、(3, 6, 7, 2)和(3, 7, 7, 3)。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第一列的爆破孔的两只电子雷管,其特征信息分别为(1, 8, 25, 1)和(1, 9, 25, 2)。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第二列的爆破孔的两只电子雷管,其特征信息分别为(2, 10, 7, 1)。

其他埋入爆破孔阵列的电子雷管以此类推,不再赘述。

步骤3:电子雷管存储埋入电子雷管的爆破孔在爆破孔阵列中的列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号后,断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接。

步骤4:将该电子雷管接入起爆支路。在本实施例中,将埋入爆破孔阵列的同一行的电子雷管接入同一条起爆支路,接入后如图8所示。

步骤5:如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息,且所有电子雷管都接入到起爆支路,则执行步骤6;否则,返回步骤1。

步骤6:将起爆支路接入网路器。

步骤7:网路器接入中继器,然后根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储,其过程包括:

子步骤201:网路器向电子雷管发送真实延期计算指令。

子步骤202:电子雷管收到真实延期计算指令后,将自身存储的爆破孔阵列中的列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器。

子步骤203:网路器根据爆破孔阵列中的列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和网路器内置的孔内微差,计算每只电子雷管的真实延期。

对于埋入爆破孔阵列中第一行第一列的爆破孔的两只电子雷管,由于爆破孔处于第一行首位,因此其真实延期根据公式 $D_A(k) = D_r(1) + \Delta D \times (j - 1)$ 计算。其中, j 为孔内序号, ΔD

为网路器内置的孔内微差。本实施例中, $\Delta D = 3$ 毫秒。该爆破孔中第一只电子雷管的特征信息为 (1, 1, 20, 1), 则其真实延期为 $D_A(1) = D_r(1) + \Delta D \times (j-1) = 20 + 0 = 20$ 毫秒。该爆破孔中第二只电子雷管的特征信息为 (1, 1, 20, 2), 则其真实延期为 $D_A(2) = D_r(1) + \Delta D \times (2-1) = 20 + 3 = 23$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第一行第二列的爆破孔的两只电子雷管, 其真实延期根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i) + \Delta D \times (j-1)$ 计算。其中, n 为其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的列号为 2, 则 $n=2$ 。该爆破孔中第一只电子雷管的特征信息为 (2, 3, 5, 1), 则其真实延期为 $D_A(3) = \sum_{i=1}^2 D_r(i) + \Delta D \times (j-1) = 20 + 5 = 25$ 毫秒。该爆破孔中第二只电子雷管的特征信息为 (2, 4, 5, 2), 则其真实延期为 $D_A(4) = \sum_{i=1}^2 D_r(i) + \Delta D \times (2-1) = 20 + 5 + 3 = 28$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第一列的爆破孔的两只电子雷管, 由于爆破孔处于第二行首位, 因此其真实延期根据公式 $D_A(k) = D_r(1) + \Delta D \times (j-1)$ 计算。其中, j 为孔内序号, ΔD 为网路器内置的孔内微差。本实施例中, $\Delta D = 3$ 毫秒。该爆破孔中第一只电子雷管的特征信息为 (1, 8, 25, 1), 则其真实延期为 $D_A(8) = 25 + 0 = 25$ 毫秒。该爆破孔中第二只电子雷管的特征信息为 (1, 9, 25, 2), 则其真实延期为 $D_A(9) = 25 + 3 = 28$ 毫秒。

对于埋入爆破孔阵列中第二行第二列的爆破孔的一只电子雷管, 其真实延期根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i) + \Delta D \times (j-1)$ 计算。其中, n 为其埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的列号为 2, 则 $n=2$ 。该爆破孔中电子雷管的特征信息为 (2, 10, 7, 1), 则其真实延期为 $D_A(10) = \sum_{i=1}^2 D_r(i) + \Delta D \times (j-1) = 25 + 7 + 0 = 32$ 毫秒。

通过上述方式, 可以计算出埋入爆破孔阵列中的所有电子雷管的真实延期, 图 7 给出的实施例中, 各个电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期如图 9 所示。

子步骤 204: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 其对应关系如图 9 所示。生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令。

子步骤 205: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管。

子步骤 206: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

步骤 8: 将中继器与网路器连接, 中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压。

步骤 9: 起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

步骤 10: 电子雷管在收到起爆指令后开始计时, 并在到达真实延期时起爆。

在本实施例中, 特征信息增加了孔内序号, 并且网路器内置孔内微差。这样在计算真实延期时, 可以为一个爆破孔中的多个电子雷管分别设置不同的真实延期, 从而使得爆破更加精确。

实施例 3

图 10 是隧道爆破施工规划图。如图 10 所示, 在隧道爆破施工中, 通常进行起爆规划时, 会将操作面分成若干个区, 然后为每个施工人员分配一个区, 一个施工人员只要负责一个区的电子雷管的安装即可。但是, 每个区都会有若干个爆破孔, 同一区内的爆破孔的起爆延时可能会不尽相同。一般同一个区内起爆延时相同的爆破孔会设为一个爆破段, 这样一个区内就会有若干爆破段。针对这种情况, 本发明给出的爆破施工方法包括:

步骤 1: 取一只电子雷管, 在该电子雷管埋入爆破孔之前, 将其接入电子雷管特征读写器。

步骤 2: 利用电子雷管特征读写器向该电子雷管注入特征信息。

在本实施例中, 特征信息包括电子雷管准备埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。其中, 爆破孔的相对延期是电子雷管准备埋入的爆破孔所属爆破段的起始延期。

如图 10 所示, 如果在 G 区爆破段 3 有两个爆破孔准备埋入电子雷管, 则这些电子雷管的特征信息为 (3, 1, 20) 和 (3, 2, 20)。其中, 括号中第一个数字代表电子雷管准备埋

入的爆破孔的段号。第二个数字代表电子雷管顺序号，该顺序号在 G 区中唯一。第三个数字代表爆破孔的相对延期。

再比如，G 区爆破段 5 的有四个爆破孔准备埋入电子雷管，这些电子雷管的特征信息分别为 (5, 3, 35)、(5, 4, 35)、(5, 5, 35) 和 (5, 6, 35)。

步骤 3：电子雷管存储特征信息后，断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接。

步骤 4：将电子雷管埋入爆破孔，然后将该电子雷管接入起爆支路。

步骤 5：如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息，且所有电子雷管都接入到起爆支路，则执行步骤 6；否则，返回步骤 1。

步骤 6：将起爆支路接入网路器。

步骤 7：在网路器接入中继器之前，根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储，其过程包括：

子步骤 301：网路器向电子雷管发送真实延期计算指令。

子步骤 302：电子雷管收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器。

子步骤 303：网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期，计算每只电子雷管的真实延期。

电子雷管的真实延期的计算公式为 $D_A(k) = E_r(i)$ 。其中， $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期； $E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期。

以 G 区爆破段 3 的第一个爆破孔中的电子雷管为例，其特征信息为 (3, 1, 20)，则其真实延期为 $D_A(1) = E_r(3) = 20$ 毫秒。第二个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (3, 2, 20)，则其真实延期为 $D_A(2) = E_r(3) = 20$ 毫秒。

再以 G 区爆破段 5 的四个爆破孔为例，第一个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 3, 35)，则其绝对延期为 $D_A(3) = E_r(5) = 35$ 毫秒。第二个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 4, 35)，则其真实延期为 $D_A(4) = E_r(5) = 35$ 毫秒。第三个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 5, 35)，则其真实延期为 $D_A(5) = E_r(5) = 35$ 毫秒。第四个爆破孔的电子雷管的特征信

息为 (5, 6, 35), 则其绝对延期为 $D_A(6) = E_r(5) = 35$ 毫秒。

依照上述方式, 网路器能够计算出与之相连的起爆支路上的所有电子雷管的真实延期。

子步骤 304: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令。

子步骤 305: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管。

子步骤 306: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

步骤 8: 在中继器与网路器连接后, 中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压。

步骤 9: 起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

步骤 10: 电子雷管在收到起爆指令后开始计时, 并在到达真实延期时起爆。

实施例 4

还是如图 10 所示, 在隧道爆破施工中, 虽然同一个区内起爆延时相同的爆破孔会设为一个爆破段, 但有时为了爆破需要, 同一爆破段内的个别爆破孔之间会设定微小的延期差值, 即孔间微差。针对这种情况, 本发明给出的爆破施工方法包括:

步骤 1: 取一只电子雷管埋入爆破孔, 然后将其接入电子雷管特征读写器。

步骤 2: 利用电子雷管特征读写器向该电子雷管注入特征信息。

在本实施例中, 特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差。其中, 孔间微差是爆破孔所属爆破段内的爆破孔之间的真实延期的差值。

如图 10 所示, 如果在 G 区爆破段 3 的有两只爆破孔埋入电子雷管, 则这两只电子雷管的特征信息分别为 (3, 1, 20, 1) 和 (3, 2, 20, 1)。其中, 括号中第一个数字代表电子雷管埋入的爆破孔的段号, 第二个数字代表电子雷管顺序号, 即电子雷管在 G 区的顺序号, 第三个数字代表爆破孔的相对延期, 第四个数字代表爆破孔的孔间微差。

再比如, G 区爆破段 5 的有四只爆破孔埋入电子雷管, 这四只电子雷管的特征信息分别为 (5, 3, 35, 1), (5, 4, 35, 1), (5, 5, 35, 1) 和 (5, 6, 35, 1)。

步骤 3: 电子雷管存储上述特征信息后, 断开电子雷管特征读写器与该电子雷管的连接。

步骤 4: 将电子雷管接入起爆支路。

步骤 5: 如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息, 且所有电子雷管都接入到起爆支路, 则执行步骤 6; 否则, 返回步骤 1。

步骤 6: 将起爆支路接入网路器。

步骤 7: 将网路器接入中继器, 根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储, 其过程包括:

子步骤 401: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令。

子步骤 402: 电子雷管收到真实延期计算指令后, 将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器。

子步骤 403: 网路器根据爆破孔的段号和电子雷管顺序号, 统计每只电子雷管在所属爆破段中的段内序号。

电子雷管在所属爆破段中的段内序号的统计方式为: 先确定电子雷管所属爆破段中, 最小的电子雷管顺序号; 然后, 用电子雷管顺序号减去该最小的电子雷管顺序号后, 再加 1 即为该电子雷管在所属爆破段中的段内序号。

子步骤 404: 网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号, 计算每只电子雷管的真实延期, 其计算公式为 $D_A(k) = E_r(i) + \Delta E \times (j - 1)$ 。其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期, $E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期, ΔE 为孔间微差, 且本实施例中, $\Delta E = 1$ 毫秒, j 为电子雷管在所属爆破段中的段内序号。

在图 10 中, 以 G 区爆破段 3 的第一个爆破孔为例, 其中的电子雷管的特征信息为 (3, 1, 20, 1), 统计出电子雷管在所属爆破段中的段内序号为 1, 则其真实延期为 $D_A(1) = E_r(3) + \Delta E \times (1 - 1) = 20$ 毫秒。第二个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (3, 2, 20, 1),

统计出电子雷管在所属爆破段中的段内序号为 2，则其真实延期为 $D_A(2) = E_r(3) + \Delta E \times (2-1) = 21$ 毫秒。

再以 G 区爆破段 5 的四个爆破孔为例，第一个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 3, 35, 1)，则其真实延期为 $D_A(3) = E_r(5) + \Delta E \times (1-1) = 35$ 毫秒。第二个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 4, 35, 1)，则其真实延期为 $D_A(4) = E_r(5) + \Delta E \times (2-1) = 36$ 毫秒。第三个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 5, 35, 1)，则其真实延期为 $D_A(5) = E_r(5) + \Delta E \times (3-1) = 37$ 毫秒。第四个爆破孔的电子雷管的特征信息为 (5, 6, 35, 1)，则其真实延期为 $D_A(6) = E_r(5) + \Delta E \times (4-1) = 38$ 毫秒。

依照上述方式，网路器能够计算出与之相连的起爆支路上的所有电子雷管的真实延期。

子步骤 405：网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令。

子步骤 406：网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管。

子步骤 407：电子雷管收到真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同，则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

步骤 8：在中继器与网路器连接后，中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压。

步骤 9：起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

步骤 10：电子雷管在收到起爆指令后开始计时，并在到达真实延期时起爆。

在上述实施例 2、实施例 3 和实施例 4 中，电子雷管存储特征信息后，断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接之前，也可以包括单只电子雷管检测过程，即使用电子雷管特征读写器对电子雷管的工作状态进行检测。另外，在步骤 4 中，也可以包括起爆支路检测过程。再有，在步骤 9 之前，还可以包括中继器巡检过程。

本发明还提供了一种电子雷管爆破管理系统。如图 11 所示，该电子雷管爆破管理系统包括起爆器、中继器、网路器、起爆支路 1、电子雷管 2 和电子雷管特征读写器。电子雷

管 2 接入起爆支路 1，起爆支路 1 接入网路器，网路器接入中继器，中继器接入起爆器。

与实施例 1 给出的方法相对应，本发明提供的管理系统中，电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入特征信息。特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期。网路器还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号与与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管。

电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的爆破孔的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。电子雷管还用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器。在收到网路器发送的真实延期设置指令后，电子雷管用于比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。电子雷管还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆。

中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压，起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

与实施例 2 给出的方法相对应，本发明提供的管理系统中，电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号。

网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号后，

根据电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和内置的孔内微差，计算电子雷管的真实延期。网路器还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管。

电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号。电子雷管还用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器。在收到网路器发送的真实延期设置指令后，电子雷管用于比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。电子雷管还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆。

中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压，起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

与实施例 3 给出的方法相对应，本发明提供的管理系统中，电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期。网路器还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管。

电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。电子雷管还用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器。在收到网路器发送的真实延期设置指令后，电子雷管用于比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。电子雷管还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆。

中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压，起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

与实施例 4 给出的方法相对应，本发明提供的管理系统中，电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差。

网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差后，统计电子雷管在所属爆破段中的段内序号，然后根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号，计算电子雷管的真实延期。网路器还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管。

电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差。电子雷管还用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器。在收到网路器发送的真实延期设置指令后，电子雷管用于比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电

子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。电子雷管还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆。

中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压，起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

另外，上述与实施例 1-4 对应的结构中，电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息后，还用于向电子雷管发送工作状态检测指令，并接受电子雷管发送的表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号。电子雷管则还用于在收到电子雷管特征读写器发送的工作状态检测指令后，检测桥丝的通断状态，并根据检测的桥丝的通断状态，向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号。

进一步，上述与实施例 1-4 对应的结构中，电子雷管特征读写器还用于与起爆支路连接，并向起爆支路上的所有电子雷管依次发送点名指令，再根据起爆支路上的电子雷管发送的反馈信号确定起爆支路上的电子雷管连接是否正常。电子雷管则还用于在收到点名指令后，向电子雷管特征读写器发送反馈信号。

最后，上述与实施例 1-4 对应的结构中，中继器还可以用于向电子雷管发送巡检指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期后，将其转发至起爆器。起爆器则用于接收中继器转发的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期并存储。电子雷管则还用于接收中继器发送的巡检指令，并在接收到巡检指令后，将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至中继器。

如图 12 所示，本发明提供的电子雷管爆破管理系统，电子雷管的真实延期与孔号和首排孔的延期有关，和连接顺序无关。真实延期是按照孔号增加的方向递增的。并且，起爆器通过标准工业总线连接中继器，通信距离可达 1000 米，同时可达到系统方便于扩展的目的；中继器通过标准长度的支干线连接对应的网路器，各网路器及下辖的爆破支路与其他网路器之间相对独立，起爆能量单独供给，提高了系统的可靠性；网路器内部具有多个独立的通信模块，可同时分别独立地连接多个起爆支路，网路器对这些起爆支路的操作相

对独立，互不干扰。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种电子雷管爆破施工方法，其特征是所述方法包括：

步骤 1：取一只电子雷管，在所述电子雷管埋入爆破孔之前或者所述电子雷管埋入爆破孔之后，将其接入电子雷管特征读写器；

步骤 2：利用电子雷管特征读写器向所述电子雷管注入特征信息；

步骤 3：电子雷管存储所述特征信息后，断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接；

步骤 4：在所述电子雷管埋入爆破孔之后，将其接入起爆支路；

步骤 5：如果所有电子雷管都已经埋入爆破孔并注入了特征信息，且所有电子雷管都接入到起爆支路，则执行步骤 6；否则，返回步骤 1；

步骤 6：将起爆支路接入网路器；

步骤 7：在网路器接入中继器之前或者网路器接入中继器之后，根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储；

步骤 8：在中继器与网路器连接后，中继器通过网路器向电子雷管提供起爆电压；

步骤 9：起爆器通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令；

步骤 10：电子雷管在收到起爆指令后开始计时，并在到达真实延期时起爆。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征是所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期；

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的行首位时，所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期；当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的行首位时，所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破阵列中同一行前一个爆破孔对应的真实延期的差值；

或者，当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列中的列首位时，所述爆破孔的相对延

期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期；当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列中的列首位时，所述爆破孔的相对延期是电子雷管埋入的爆破孔对应的真实延期与爆破阵列中同一列前一个爆破孔对应的真实延期的差值。

3. 根据权利要求2所述的方法，其特征是所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括：

子步骤 101：网路器向电子雷管发送真实延期计算指令；

子步骤 102：电子雷管收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器；

子步骤 103：网路器根据爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期，计算每只电子雷管的真实延期；

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列的行/列首位时，根据公式 $D_A(k) = D_r(1)$ 计算电子雷管的真实延期；

当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列的行/列首位时，根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i)$ 计算电子雷管的真实延期；

其中， $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期；

$D_r(i)$ 为当前行/列第 i 个爆破孔的相对延期；

n 为电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号；

子步骤 104：网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令；

子步骤 105：网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管；

子步骤 106：电子雷管收到真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同，则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征是所述特征信息还包括孔内序号。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征是所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 201: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 202: 电子雷管收到真实延期计算指令后,将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器;

子步骤 203: 网路器根据爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和网路器内置的孔内微差,计算每只电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔位于爆破孔阵列的行/列首位时,根据公式 $D_A(k) = D_r(1) + \Delta D \times (j-1)$ 计算电子雷管的真实延期;

当电子雷管埋入的爆破孔不位于爆破孔阵列的行/列首位时,根据公式 $D_A(k) = \sum_{i=1}^n D_r(i) + \Delta D \times (j-1)$ 计算电子雷管的真实延期;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$D_r(i)$ 为当前行/列第 i 个爆破孔的相对延期;

n 为电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号;

j 为孔内序号;

ΔD 为网路器内置的孔内微差;

子步骤 204: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系,并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 205: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 206: 电子雷管收到真实延期设置指令后,比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号,如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同,则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征是所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 301: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 302: 电子雷管收到真实延期计算指令后,将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器;

子步骤 303: 网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期,计算每只电子雷管的真实延期;

电子雷管的真实延期的计算公式为 $D_A(k) = E_r(i)$;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期;

子步骤 304: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系,并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 305: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 306: 电子雷管收到真实延期设置指令后,比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号,如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同,则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征是所述特征信息还包括孔间微差。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征是所述根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期并存储包括:

子步骤 401: 网路器向电子雷管发送真实延期计算指令;

子步骤 402: 电子雷管收到真实延期计算指令后,将自身存储的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器;

子步骤 403: 网路器根据爆破孔的段号和电子雷管顺序号, 统计每只电子雷管在所属爆破段中的段内序号;

子步骤 404: 网路器根据爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号, 计算每只电子雷管的真实延期;

电子雷管的真实延期的计算公式为 $D_A(k) = E_r(i) + \Delta E \times (j-1)$;

其中, $D_A(k)$ 为电子雷管顺序号为 k 的电子雷管的真实延期;

$E_r(i)$ 为爆破孔的段号为 i 的爆破孔的相对延期;

ΔE 为孔间微差;

j 为电子雷管在所属爆破段中的段内序号;

子步骤 405: 网路器建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系, 并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令;

子步骤 406: 网路器将真实延期设置指令发送至电子雷管;

子步骤 407: 电子雷管收到真实延期设置指令后, 比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号, 如果真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同, 则存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

10. 根据权利要求 1-9 任意一项权利要求所述的方法, 其特征是所述步骤 3 中, 电子雷管存储所述特征信息后, 断开电子雷管特征读写器与所述电子雷管的连接之前, 还包括单只电子雷管检测过程, 具体为:

子步骤 A1: 电子雷管特征读写器向电子雷管发送工作状态检测指令;

子步骤 A2: 电子雷管收到工作状态检测指令后, 检测桥丝的通断状态, 如果桥丝的通断状态为连通状态, 则执行子步骤 A3; 如果桥丝的通断状态为断开状态, 则执行子步骤 A4;

子步骤 A3: 电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态正常的应答信号, 执行步骤 4;

子步骤 A4: 电子雷管向电子雷管特征读写器发送表示电子雷管工作状态异常的应答信

号;

子步骤 A5: 断开电子雷管特征读写器与电子雷管的连接, 标记故障并返回步骤 1。

11. 根据权利要求 1-9 任意一项权利要求所述的方法, 其特征是所述步骤 4 还包括起爆支路检测过程, 具体为:

子步骤 B1: 电子雷管特征读写器接入起爆支路;

子步骤 B2: 电子雷管特征读写器向起爆支路中的所有电子雷管依次发送点名指令;

子步骤 B3: 起爆支路上的电子雷管收到点名指令后, 向电子雷管特征读写器发送反馈信号;

子步骤 B4: 电子雷管特征读写器收到反馈信号后, 比较发出反馈信号的电子雷管的数量与实际接入所述爆破支路的电子雷管的数量, 如果发出反馈信号的电子雷管的数量与实际接入所述爆破支路的电子雷管的数量相等, 则断开电子雷管特征读写器与起爆支路的连接, 执行步骤 5; 否则, 查找未发出反馈信号的电子雷管。

12. 根据权利要求 1-9 任意一项权利要求所述的方法, 其特征是所述步骤 9 之前还包括中继器巡检过程, 具体为:

子步骤 C1: 中继器通过网路器向电子雷管下发巡检指令;

子步骤 C2: 电子雷管收到巡检指令后, 将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期通过网路器发送至中继器;

子步骤 C3: 中继器将收到的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至起爆器;

子步骤 C4: 起爆器存储所有电子雷管的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期。

13. 一种电子雷管爆破管理系统, 其特征是所述系统包括起爆器、中继器、网路器、起爆支路、电子雷管和电子雷管特征读写器;

所述电子雷管接入起爆支路, 起爆支路接入网路器, 网路器接入中继器, 中继器接入起爆器;

所述电子雷管特征读写器用于在电子雷管接入起爆支路之前，向电子雷管注入特征信息；

所述网路器用于根据电子雷管的特征信息计算电子雷管的真实延期，并将计算出的电子雷管的真实延期发送至电子雷管；

所述电子雷管用于存储电子雷管特征读写器注入的特征信息以及网路器计算得到的电子雷管的真实延期；还用于接收起爆器下发的起爆指令，并在收到起爆指令后，到达真实延期时起爆；

所述中继器用于通过网路器向电子雷管提供起爆电压；

所述起爆器用于通过中继器和网路器向电子雷管下发起爆指令。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，其特征是所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔在爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

15. 根据权利要求 14 所述的系统，其特征是所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

16. 根据权利要求 14 所述的系统，其特征是所述特征信息还包括孔内序号。

17. 根据权利要求 16 所述的系统，其特征是所述网路器用于向电子雷管发送真实延期

计算指令，并在收到电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号后，根据电子雷管发送的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔内序号和内置的孔内微差，计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的爆破孔阵列中的行/列号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔内序号发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

18. 根据权利要求 13 所述的系统，其特征是所述特征信息包括电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期。

19. 根据权利要求 18 所述的系统，其特征是所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期后，利用爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号和爆破孔的相对延期发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号

对应的电子雷管的真实延期。

20. 根据权利要求 18 所述的系统，其特征是所述特征信息还包括孔间微差。

21. 根据权利要求 20 所述的系统，其特征是所述网路器用于向电子雷管发送真实延期计算指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差后，统计电子雷管在所属爆破段中的段内序号，再根据电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期、孔间微差和电子雷管在所属爆破段中的段内序号，计算电子雷管的真实延期；还用于在计算出电子雷管的真实延期后，建立电子雷管的真实延期和电子雷管顺序号的对应关系，并生成包含电子雷管顺序号和与其对应的电子雷管的真实延期的真实延期设置指令，再将真实延期设置指令发送至电子雷管；

所述电子雷管用于接收网路器发送的真实延期计算指令，并在收到网路器发送的真实延期计算指令后，将自身存储的电子雷管埋入的爆破孔的段号、电子雷管顺序号、爆破孔的相对延期和孔间微差发送至网路器；还用于在收到网路器发送的真实延期设置指令后，比对真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号，并在真实延期设置指令中的电子雷管顺序号和自身存储的电子雷管顺序号相同时，存储真实延期设置指令中所述电子雷管顺序号对应的电子雷管的真实延期。

22. 根据权利要求 13-21 任意一项权利要求所述的系统，其特征是所述电子雷管特征读写器向电子雷管注入特征信息后，还用于向电子雷管发送工作状态检测指令，并接收电子雷管发送的表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号；

所述电子雷管用于在收到电子雷管特征读写器发送的工作状态检测指令后，检测桥丝的通断状态，并根据检测桥丝的通断状态，向电子雷管编码器发送表示电子雷管工作状态正常或者工作状态异常的应答信号。

23. 根据权利要求 13-21 任意一项权利要求所述的系统，其特征是所述电子雷管特征读写器还用于与起爆支路连接，并向起爆支路上的所有电子雷管依次发送点名指令，再根据起爆支路上的电子雷管发送的反馈信号确定起爆支路上的电子雷管连接是否正常；

所述电子雷管用于在收到点名指令后，向电子雷管特征读写器发送反馈信号。

24. 根据权利要求 13-21 任意一项权利要求所述的系统，其特征是所述中继器用于向电子雷管发送巡检指令，并在收到电子雷管发送的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期后，将其转发至起爆器；

所述起爆器用于接收中继器转发的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期并存储；

所述电子雷管用于接收中继器发送的巡检指令，并在接收到巡检指令后，将自身存储的电子雷管 ID、电子雷管顺序号和电子雷管的真实延期发送至中继器。

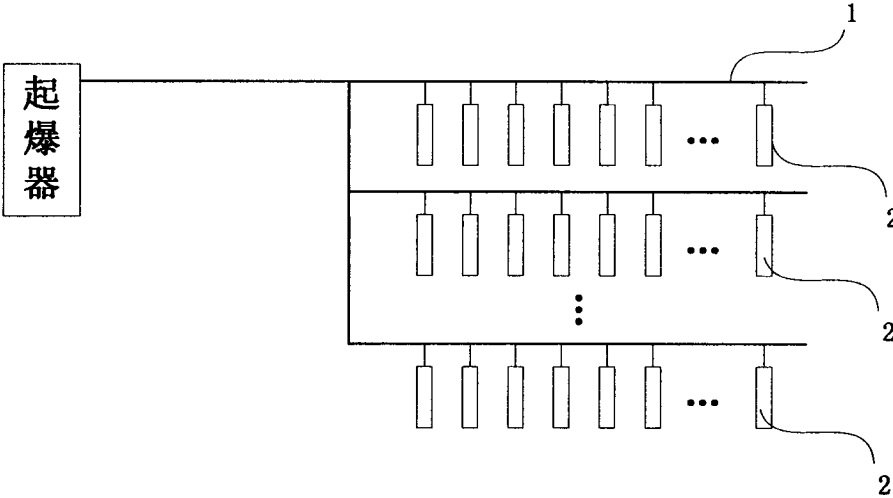


图 1

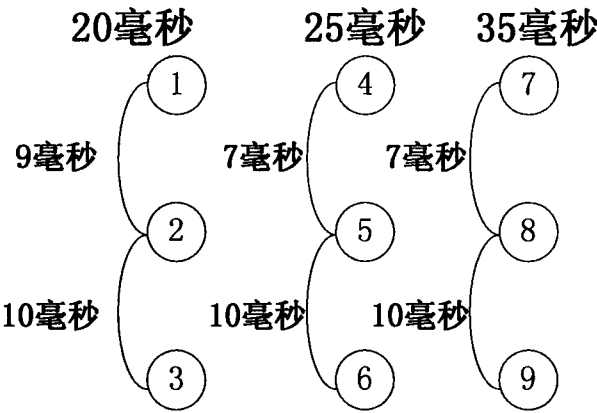


图 2

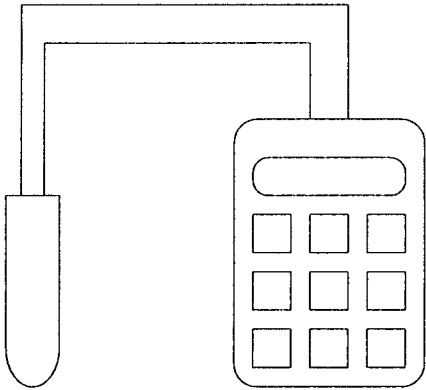


图 3

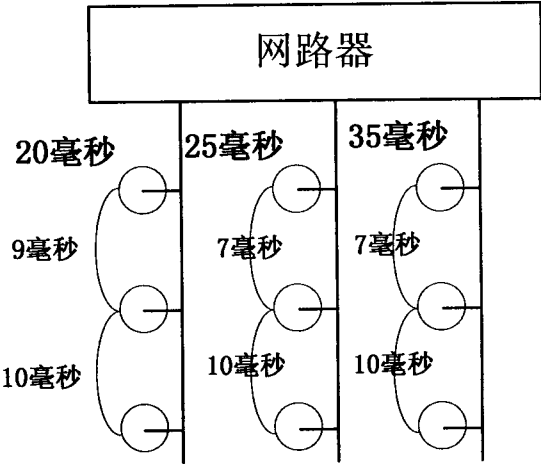


图 4

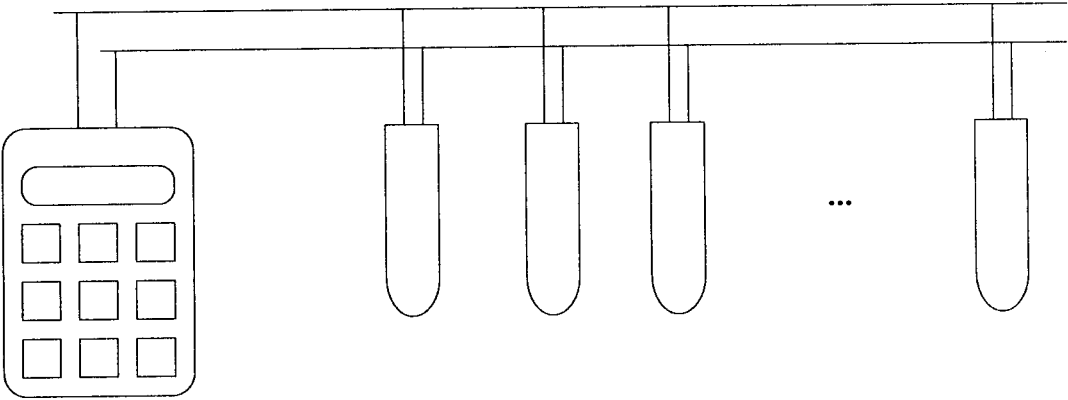


图 5

电子雷管顺序号	电子雷管的真实延期
1	20 毫秒
2	29 毫秒
3	39 毫秒
4	25 毫秒
5	32 毫秒
6	42 毫秒
7	35 毫秒
8	42 毫秒
9	52 毫秒

图 6

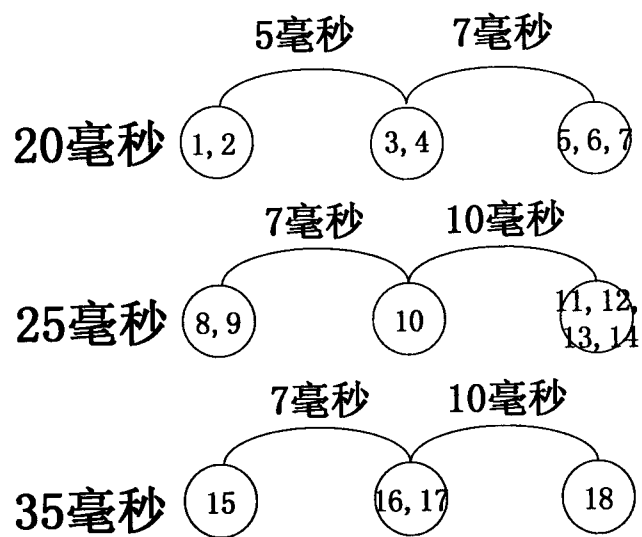


图 7

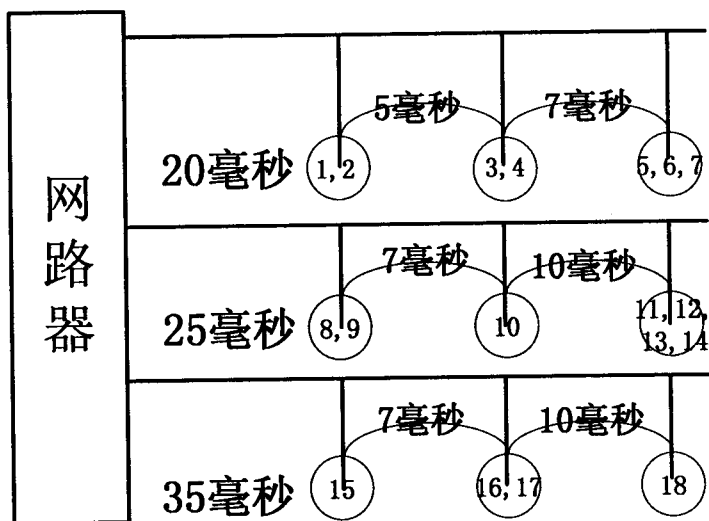


图 8

电子雷管顺序号	电子雷管的真实延期
1	20 毫秒
2	23 毫秒
3	25 毫秒
4	28 毫秒
5	32 毫秒
6	35 毫秒
7	38 毫秒
8	25 毫秒
9	28 毫秒
10	32 毫秒
11	42 毫秒
12	45 毫秒
13	48 毫秒
14	51 毫秒
15	35 毫秒
16	42 毫秒
17	45 毫秒 </td
18	52 毫秒

图 9

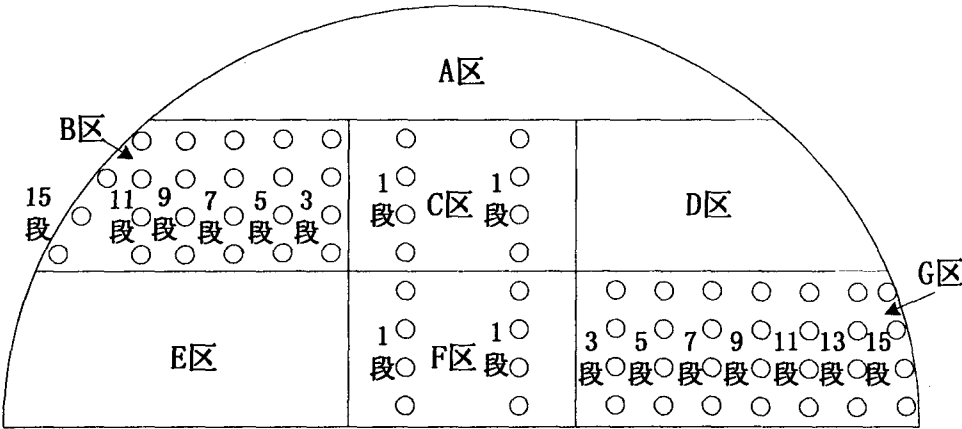


图 10

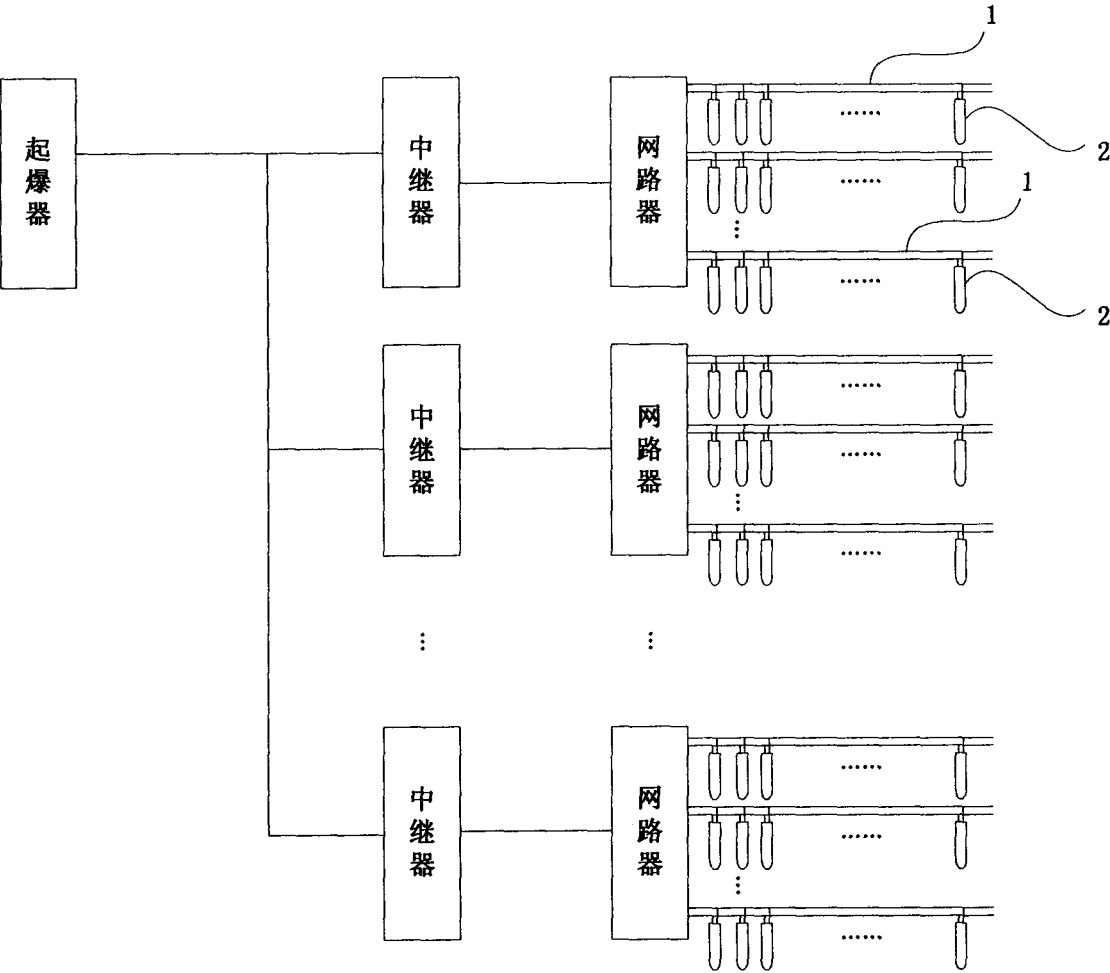


图 11

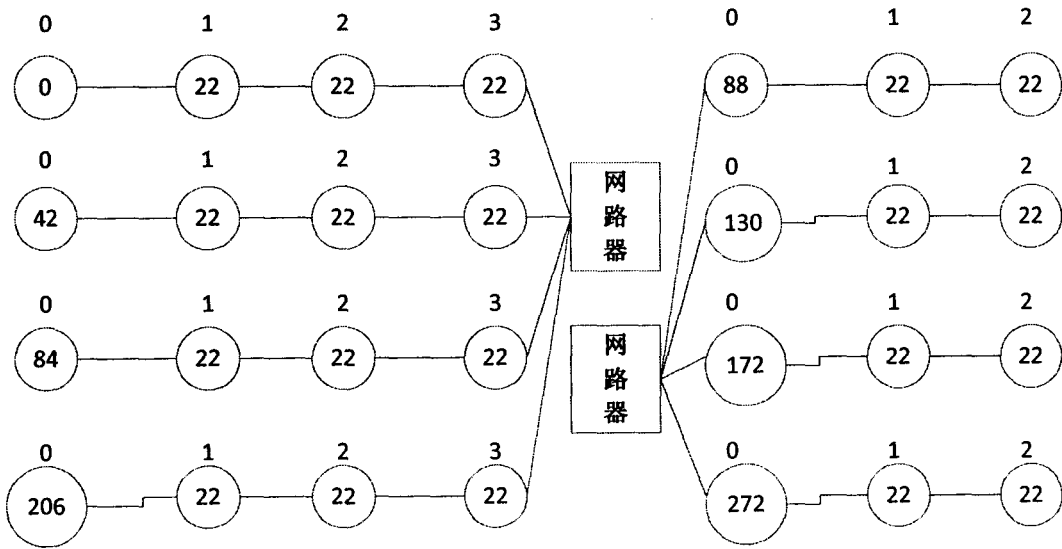


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F42D 1/05 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F42D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: row, relay, difference value, detonation branch, voltage, blast hole, router, inject, read-write, electronic detonator, delay, time, read, write, hole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203216393 U (GEZHOUBA EXPLOSIVE CO., LTD.), 25 September 2013 (25.09.2013), see description, paragraphs [0028]-[0042]	1-24
A	CN 103307940 A (BEIJING DANXIN LINGCHUANG TECHNOLOGY CO., LTD.), 18 September 2013 (18.09.2013), the whole document	1-24
A	CN 101464116 A (BEIJING EBTECH TECHNOLOGY CO., LTD.), 24 June 2009 (24.06.2009), the whole document	1-24
A	US 2011265677 A1 (ORICA EXPLOSIVES TECHNOLOGY PTY LTD.), 03 November 2011 (03.11.2011), the whole document	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 October 2014 (08.10.2014)	Date of mailing of the international search report 27 October 2014 (27.10.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHAO, Xiaochun Telephone No.: (86-10) 62413113

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/000073

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203216393 U	25 September 2013	WO 2014134913 A1	12 September 2014
CN 103307940 A	18 September 2013	None	
CN 101464116 A	24 June 2009	None	
US 2011265677 A1	03 November 2011	WO 2009143585 A1	03 December 2009
		CA 2723970 A1	03 December 2009
		EP 2300776 A1	30 March 2011
		AU 2009253752 A1	03 December 2009
		ZA 201008076 A	25 July 2012

A. 主题的分类		
F42D 1/05 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
F42D		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 电子雷管, 延期, 行, 中继器, 差值, 起爆支路, 电压, 爆破孔, 网路器, 注入, 时间, 读写, electronic detonator, delay, time, read, write, hole		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 203216393 U (葛洲坝易普力股份有限公司) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 见说明书第[0028]-[0042]段	1-24
A	CN 103307940 A (北京丹芯灵创科技有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18) 全文	1-24
A	CN 101464116 A (北京铤铎隆芯科技有限责任公司) 2009年 6月 24日 (2009 - 06 - 24) 全文	1-24
A	US 2011265677 A1 (ORICA EXPLOSIVES TECHNOLOGY PTY LTD) 2011年 11月 03日 (2011 - 11 - 03) 全文	1-24
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 10月 08日		2014年 10月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		赵晓春
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62413113

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/000073

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	203216393	U	2013年 9月 25日	WO	2014134913	A1	2014年 9月 12日
CN	103307940	A	2013年 9月 18日	无			
CN	101464116	A	2009年 6月 24日	无			
US	2011265677	A1	2011年 11月 03日	WO	2009143585	A1	2009年 12月 03日
				CA	2723970	A1	2009年 12月 03日
				EP	2300776	A1	2011年 3月 30日
				AU	2009253752	A1	2009年 12月 03日
				ZA	201008076	A	2012年 7月 25日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)