



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108894758 A

(43)申请公布日 2018. 11. 27

(21)申请号 201810568155.3

(22)申请日 2018.06.05

(71)申请人 西安物华巨能爆破器材有限责任公司

地址 710000 陕西省西安市雁塔区朱雀大街和青松路口十字东北角

(72)发明人 罗兴平 常昕 刘帅 闵杰
刘正彦 王雪艳 李焱莹

(74)专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有限公司 11335

代理人 吴甘棠

(51) Int. Cl.

E21B 43/1185(2006.01)

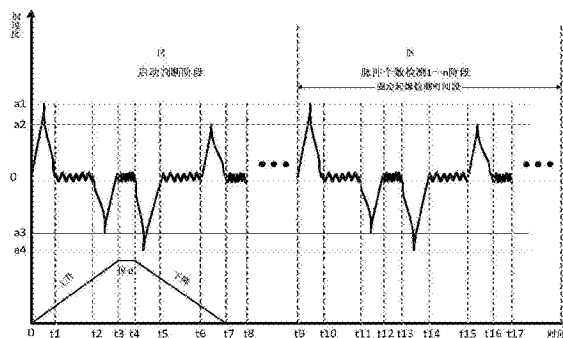
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,该方法通过加速度传感器将检测到的加速度数据传送到数字控制器,由数字控制器依次进行启动判断和加速度脉冲个数检测两个阶段的判断;启动判断阶段包括三组加速度脉冲信号周期的判断,每组加速度脉冲信号周期的判断包括上升判断阶段、停止阶段和下降判断阶段;当检测到已经启动了三组加速度脉冲信号周期后,停止1s后在固定起爆检测时间段t9~t17内,当检测到1个加速度脉冲信号周期,即第一级起爆器起爆;当检测到2个加速度脉冲信号周期,即第二级起爆器起爆;以此类推实现多级射孔起爆操作。该方法解决了现有多级射孔起爆技术中设备操作复杂,存在的起爆指令检测不准确的问题。



1. 一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,其特征在于,该方法通过加速度传感器将检测到的安装有加速度传感器的起爆装置的加速度数据传送至数字控制器,由数字控制器依次进行启动判断和加速度脉冲个数检测两个阶段的判断;启动判断阶段包括三组加速度脉冲信号周期的判断,每组加速度脉冲信号周期的判断包括上升判断阶段、停止阶段和下降判断阶段;

上升判断阶段的判断方法为:

1) 在 $0\sim t_1$ 阶段,加速度传感器在 $0\sim t_1$ 时间段内检测安装有加速度传感器的起爆装置的加速度,并将检测到的加速度数据传送至数字控制器,数字控制器每20ms采样一个加速度点,总共采样20个点 b_1, b_2, \dots, b_{20} ,数字控制器对20个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在400ms这段时间内的加速度值 a_1 与加速度方向,将加速度值 a_1 与正向加速度阈值 a_2 的值进行比较,若 $a_1 > a_2$,则判断此时刻加速度处于合理值范围,否则处于不合理范围;

2) 在 $t_1\sim t_2$ 阶段,数字控制器在18s内每间隔1s检测此时刻的加速度值,判断加速度值是否为0,若18s内检测的加速度值均为零,则判断安装有加速度传感器的起爆装置做匀速直线运动;

3) 在 $t_2\sim t_3$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间600ms内,每40ms取一个加速度点,总共取15个点分别为 c_1, c_2, \dots, c_{15} ,数字控制器对15个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在这段时间内的加速度值 a_3 的大小和加速度方向,将加速度值 a_3 与 a_4 进行比较,若 $a_3 < a_4$,且 a_3 为一个负向的加速度,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

停止阶段的判断方法为:

4) 在 $t_3\sim t_4$ 阶段,数字控制器在1s内检测15个点判断 $t_3\sim t_4$ 时间内的加速度值是否为0,若为0,则 $t_3\sim t_4$ 阶段起爆装置处于静止状态;

下降判断阶段的判断方法为:

5) 在 $t_4\sim t_5$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间400ms内,每20ms取一个加速度点,总共取得20个点分别为 d_1, d_2, \dots, d_{20} ,数字控制器对20个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到加速度值 a_4 的大小和加速度方向;将加速度值 a_4 和 a_3 进行比较,若 $a_4 > a_3$,且 a_4 是一个下降加速度,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

6) 在 $t_5\sim t_6$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,数字控制器在18s内每隔1s取一个点,检测此时刻的加速度值,判断加速度值是否为0,若18s内的检测的加速度值均为零,则判断安装有加速度传感器的起爆装置做匀速直线运动;

7) 在 $t_6\sim t_7$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间600ms内,每隔40ms取一个加速度点,总共取15个点分别为 e_1, e_2, \dots, e_{15} ,数字控制器对15个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在这段时间内的一个正向的加速度 a_2 的加速度值大小和加速度方向,将加速度值 a_2 与 a_1 进行比较,若 $a_2 < a_1$,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

8) 在 $t_7\sim t_8$ 阶段,数字控制器在1s内检测15个点判断 $t_3\sim t_4$ 时间内的加速度值是否为0,若为0,则 $t_7\sim t_8$ 阶段起爆装置处于静止状态,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

9) 当三组加速度脉冲信号周期的判断均处于合理值范围时,起爆装置启动判断条件完成准备起爆,否则回到0位置重新进行检测;

加速度脉冲个数检测包括以下步骤:

10) 当检测到已经启动了三组加速度脉冲信号周期后, 停止1s后在固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$ 内, 当检测到1个加速度脉冲信号周期, 即第一级起爆器起爆; 当检测到2个加速度脉冲信号周期, 即第二级起爆器起爆; 以此类推实现多级射孔起爆操作, 其中, 每一级射孔起爆器都预设好起爆命令编码个数, 相应的级数对应其相应的加速度脉冲检测个数。

2. 根据权利要求1所述的基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法, 其特征在于, 当检测到已经启动了三组加速度脉冲信号周期后, 停止1s后在固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$ 内, 若检测到加速度脉冲信号周期的脉冲个数与设定不相等, 当固定时间结束时则该级起爆装置不输出点火命令, 转入启动判断阶段。

一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于计算机应用及电力电子技术领域,本发明涉及一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法。

背景技术

[0002] 基于压力编码的多级射孔起爆是比较常见的油井射孔起爆方法,但是其适用性比较差,对于不同情况的井况,其起爆成功率也不尽相同。在采用压力编码的油气井射孔操作过程中,针对于井况比较好的井打压效果好、压力幅度变化明显,射孔成功率较高;对于井况比较差的油井其打压后井下压力变化较小,射孔成功率较低,而且地面打压设备操作复杂繁琐,造成操作人员工作压力较大。

[0003] 基于电缆编码的多级射孔起爆方式,对于施工环境复杂的油井大大提高了起爆的准确率,但是该编码方式需要上位机与下位机同时配合使用,并且由于单芯同轴电缆材料的不同,起爆的成功率也会受到一定的影响,有时会无法有效区分事先设定的命令编码产生误爆情况,造成工程事故、工期延误和财产损失。

[0004] 综上所述,上述两种起爆方法虽然在油井作业中使用率较高,但都需要另外增加地面操作繁琐的大型设备。为了解决上述问题,需要采用一种新的操作手段和编码方法,将射孔过程进一步简化,减小操作人员的劳动强度,同时达到射孔起爆高成功率的目的。

发明内容

[0005] 本发明为了解决上述技术问题,提供了一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,解决了现有多级射孔起爆技术中设备操作复杂,存在的起爆指令检测不准确的问题。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,该方法通过加速度传感器将检测到的安装有加速度传感器的起爆装置的加速度数据传送至数字控制器,由数字控制器依次进行启动判断和加速度脉冲个数检测两个阶段的判断;启动判断阶段包括三组加速度脉冲信号周期的判断,每组加速度脉冲信号周期的判断包括上升判断阶段、停止阶段和下降判断阶段;

[0008] 上升判断阶段的判断方法为:

[0009] 1) 在 $0 \sim t_1$ 阶段,加速度传感器在 $0 \sim t_1$ 时间段内检测安装有加速度传感器的起爆装置的加速度,并将检测到的加速度数据传送至数字控制器,数字控制器每20ms采样一个加速度点,总共采样20个点 b_1, b_2, \dots, b_{20} ,数字控制器对20个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在400ms这段时间内的加速度值 a_1 与加速度方向,将加速度值 a_1 与正向加速度阈值 a_2 的值进行比较,若 $a_1 > a_2$,则判断此时刻加速度处于合理值范围,否则处于不合理范围;

[0010] 2) 在 $t_1 \sim t_2$ 阶段,数字控制器在18s内每间隔1s检测此时刻的加速度值,判断加速

度值是否为0,若18s内检测的加速度值均为零,则判断安装有加速度传感器的起爆装置做匀速直线运动;

[0011] 3) 在 $t_2 \sim t_3$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间600ms内,每40ms取一个加速度点,总共取15个点分别为 $c_1, c_2 \dots c_{15}$,数字控制器对15个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在这段时间内的加速度值 a_3 的大小和加速度方向,将加速度值 a_3 与 a_4 进行比较,若 $a_3 < a_4$,且 a_3 为一个负向的加速度,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

[0012] 停止阶段的判断方法为:

[0013] 4) 在 $t_3 \sim t_4$ 阶段,数字控制器在1s内检测15个点判断 $t_3 \sim t_4$ 时间内的加速度值是否为0,若为0,则 $t_3 \sim t_4$ 阶段起爆装置处于静止状态;

[0014] 下降判断阶段的判断方法为:

[0015] 5) 在 $t_4 \sim t_5$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间400ms内,每20ms取一个加速度点,总共取得20个点分别为 $d_1, d_2 \dots d_{20}$,数字控制器对20个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到加速度值 a_4 的大小和加速度方向;将加速度值 a_4 和 a_3 进行比较,若 $a_4 > a_3$,且 a_4 是一个下降加速度,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

[0016] 6) 在 $t_5 \sim t_6$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,数字控制器在18s内每隔1s取一个点,检测此时刻的加速度值,判断加速度值是否为0,若18s内的检测的加速度值均为零,则判断安装有加速度传感器的起爆装置做匀速直线运动;

[0017] 7) 在 $t_6 \sim t_7$ 阶段,数字控制器检测加速度传感器传过来的数据,在持续时间600ms内,每隔40ms取一个加速度点,总共取15个点分别为 $e_1, e_2 \dots e_{15}$,数字控制器对15个采样点进行滤波处理并求取平均值,得到在这段时间内的一个正向的加速度 a_2 的加速度值大小和加速度方向,将加速度值 a_2 与 a_1 进行比较,若 $a_2 < a_1$,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

[0018] 8) 在 $t_7 \sim t_8$ 阶段,数字控制器在1s内检测15个点判断 $t_3 \sim t_4$ 时间内的加速度值是否为0,若为0,则 $t_7 \sim t_8$ 阶段起爆装置处于静止状态,则判断此时刻加速度处于合理值范围;

[0019] 9) 当三组加速度脉冲信号周期的判断均处于合理值范围时,起爆装置启动判断条件完成准备起爆,否则回到0位置重新进行检测;

[0020] 加速度脉冲个数检测包括以下步骤:

[0021] 10) 当检测到已经启动了三组加速度脉冲信号周期后,停止1s后在固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$ 内,当检测到1组加速度脉冲信号周期,即第一级起爆器起爆;当检测到2组加速度脉冲信号周期,即第二级起爆器起爆;以此类推实现多级射孔起爆操作,其中,每一级射孔起爆器都预设好起爆命令编码个数,相应的级数对应其相应的加速度脉冲检测个数。

[0022] 当检测到已经启动了三组加速度脉冲信号周期后,停止1s后在固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$ 内,若检测到加速度脉冲信号周期的脉冲个数与设定不相等,当固定时间结束时则该级起爆装置不输出点火命令,转入启动判断阶段。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0024] 本发明实现了针对复杂井下条件,尤其是油田复杂井下条件的多级起爆的全数字

化控制,采用等间隔时间内检测加速度脉冲编码的方法,准确识别某级起爆装置进行射孔,提高了多级起爆器的起爆的成功率。该方法适用于针对复杂井况射孔起爆操作,可以在较小的加速度变化范围内有效地对井下射孔起爆器加速度变化阶段进行检测和准确判断,克服了下井过程中的干扰影响,保证了起爆的准确安全进行。

附图说明

[0025] 图1为本发明提供的基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法中起爆装置的应用电路原理图;

[0026] 图2加速度脉冲编码起爆时序图;

[0027] 图1中,1.电源,2.电源电压监控,3.稳压电源,4.驱动电路,5.通信接口,6.存储器,7.数字控制器,8.加速度传感器,9.温度传感器,10.功率开关管Q1,11.输出端。

[0028] 图2中,时序图分为各个阶段,①启动判断阶段,②脉冲个数检测阶段。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0030] 参加图1,本发明基于图1的油气井多级射孔起爆装置的应用电路,为了提高命令识别的准确率,针对井下加速度变化问题,提出下面的加速度脉冲起爆时序(如图2所示),从而准确安全地完成多级起爆。

[0031] 本发明提出的基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,其是一种等间隔时间内检测加速度脉冲编码个数的方法。该方法通过加速度传感器8将检测数据传送至数字控制器7,由数字控制器7依次进行相关判断,判断过程分为如下两个阶段:

[0032] 阶段①(时间:0~t₉)启动判断阶段,启动判断阶段由三组加速度脉冲信号组成,0时刻从起始点开始安装有加速度传感器的起爆装置上升距离为10m,上升时间是20s,在0~t₁阶段产生一个a₁的加速度,正向加速度阈值为a₂,a₁>a₂,并且起爆装置在400ms内做匀加速直线运动上升,加速度传感器8在此时间段内检测安装有加速度传感器的起爆装置的加速度,数字控制器7每20ms采样一个点,总共采样20点b₁,b₂……b₂₀,数字控制器对20个点进行滤波处理并求取平均值,得到这段时间内的加速度值与加速度方向,判断其此时刻加速度是否处于合理值范围;

[0033] t₁~t₂阶段,安装有加速度传感器的起爆装置做匀速直线运动18s,加速度为0,加速度传感器将检测数据发送给数字控制器7,数字控制器7在18s内每间隔一秒检测此时刻的加速度值,将检测数据进行处理,判断加速度值是否为0;

[0034] t₂~t₃阶段,起爆装置会产生一个负向的加速度,这个加速度的值为a₃,a₃<a₄,而且持续时间为600ms,因此数字控制器7检测加速度传感器8传过来的数据,每40ms取一个加速度点,总共取15个点分别为c₁,c₂……c₁₅,并判断其加速度a₃的大小和方向;

[0035] t₃~t₄阶段起爆装置处于静止状态,持续时间为1s,数字控制器在1s内检测15个点判断t₃~t₄时间内的加速度值是否为0,此时起爆装置已经距离起始点10m,起爆装置在这个阶段就完成了上升过程中的加速度检测。

[0036] 下降阶段是从t₄~t₅阶段开始,由于起爆装置是从静止开始下放,会产生一个下

降加速度 a_4 ,而且 $a_4 > a_3$, $t_4 \sim t_5$ 阶段的持续时间是400ms,每20ms取一个加速度点,总共取得20个点分别为 $d_1, d_2 \dots d_{20}$,数字控制器7对数据进行滤波处理,得到加速度值的大小和方向; $t_5 \sim t_6$ 阶段起爆装置处于匀速直线运动状态,时间为18s,每隔1s取一个点,数字控制器7对数据进行处理分析判断此时的加速度值是否为0;

[0037] $t_6 \sim t_7$ 阶段起爆装置产生一个正向的加速度 a_2 , $a_2 < a_1$,持续时间为600ms,每隔40ms取一个加速度点,总共为15个点分别为 $e_1, e_2 \dots e_{15}$,对这15个采样点进行处理得到加速度方向和大小;

[0038] $t_7 \sim t_8$ 阶段处于静止状态,且停留在起始点位置,持续时间为1s,因此在1s内取15个加速度点,检测加速度值是否为0,至此即完成了一组加速度脉冲信号周期,分为三个小阶段,上升判断阶段、停止阶段和下降判断阶段。这三个小阶段的时序判断图如图2阶段①所示,如果有一处状态出错或者时间(时间误差范围在 $0 \sim t_1$ 阶段为 $\pm 10\text{ms}$, $t_1 \sim t_2$ 阶段时间误差 $\pm 0.5\text{s}$, $t_2 \sim t_3$ 阶段时间为 $\pm 20\text{ms}$, $t_3 \sim t_4$ 阶段为 $\pm 0.1\text{s}$, $t_4 \sim t_5$ 阶段为 $\pm 10\text{ms}$, $t_5 \sim t_6$ 阶段时间误差 $\pm 0.5\text{s}$, $t_6 \sim t_7$ 阶段时间为 $\pm 20\text{ms}$, $t_7 \sim t_8$ 阶段为 $\pm 0.1\text{s}$)出现较大差距则数字控制器从0时刻开始重新检测。上述为一组加速度脉冲信号周期判断的条件,作为启动判断阶段,阶段①共有三组启动判断加速度脉冲信号周期,第二组和第三组与第一组类似,可以判断出加速度状态和时间。如上所述,当三组各个运行状态的时间和加速度值符合图2阶段①所示状态时,起爆装置启动判断阶段条件完成准备起爆,否则回到0位置重新进行检测。

[0039] 阶段②加速度脉冲个数检测阶段(时间: $t_9 \sim t_{17}$),固定时间(下井前提前设定)的脉冲个数检测,阶段①完成后表明起爆装置可以进行起爆操作,每一级射孔起爆器都预设好起爆命令编码个数,相应的级数对应其相应的加速度脉冲检测个数,当检测到加速度启动三组脉冲后,停止1s后在固定起爆检测时间段(图2中阶段②固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$)内当检测到1个加速度脉冲周期,即第一级起爆器起爆;当检测到2个加速度脉冲周期,即第二级起爆器起爆;以此类推实现多级射孔起爆操作。

[0040] 具体的,井上快速进行上升、下降、停止过程,井下数字控制器7连续采集加速度点并与阶段①所示加速度值、方向以及持续的时间进行比较,当加速度值和方向以及持续时间与阶段① $0 \sim t_3$ 一致时,系统认为是加速度检测脉冲为上升阶段;静止状态加速度和时间与阶段① $t_3 \sim t_4$ 一致时,系统认为是脉冲保持时间;当加速度值和方向以及持续时间与阶段① $t_4 \sim t_8$ 一致时,系统认为是脉冲下降阶段,因此一组加速度脉冲信号周期即为上升阶段、保持阶段、下降阶段三个阶段,井下数字控制器7重复上述操作可以在固定时间(图2中阶段②固定起爆检测时间段 $t_9 \sim t_{17}$)内判断出井上打压的脉冲个数,与下井前设定的脉冲个数相比较,若脉冲个数相等,当固定时间结束时则该级起爆装置输出点火命令完成起爆过程;若脉冲个数不相等,当固定时间结束时则该级起爆装置不输出点火命令,转入启动前重复上述阶段①到阶段③的判断过程。

[0041] 阶段①阶段②在井下工作时,井上伴随着按规定好的时间进行上升、下降和静止操作,阶段①为启动判断过程,从初始点开始的上提产生加速度到匀速直线运动然后产生一个反向的加速度停止一定的时间,然后进行下降操作,产生一个加速度到匀速直线运动然后产生一个反向的加速度停止回到起始点位置。阶段②为固定时间内检测加速度脉冲个数阶段。

[0042] 本发明基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,依赖于图1所示的控制电路,具体按照以下方式实施:

[0043] 步骤1、输入直流电压,直流电压为12V~16V;

[0044] 步骤2、对步骤1中输入的直流电压进行电压变换控制,步骤包括:

[0045] 2.1) 数字控制器7对加速度传感器8获取的加速度信号进行检测,满足启动条件时,启动起爆判断及数据记录,否则,继续采集加速度信号;

[0046] 2.2) 数字控制器7在阶段中进行脉冲个数的检测,检测的脉冲个数与设定的脉冲个数相同时,固定时间结束后启动点火输出;

[0047] 2.3) 点火持续时间完成后,关闭功率开关管MOSFETQ1、经过以上步骤,即完成一次点火的判断及操作。

[0048] 本发明提供的基于加速度计的油气井多级射孔起爆控制方法,针对具有复杂井况的油井,解决了现有多级射孔起爆技术中设备操作复杂,存在的起爆指令检测不准确的问题。

[0049] 本发明实现了针对复杂井下条件,尤其是油田复杂井下条件的多级起爆的全数字化控制,采用等间隔时间内检测加速度脉冲编码的方法,准确识别某级起爆装置进行射孔,提高了多级起爆器的起爆的成功率。该方法适用于针对复杂井况射孔起爆操作,可以在较小的加速度变化范围内有效地对井下射孔起爆器加速度变化阶段进行检测和准确判断,克服了下井过程中的干扰影响,保证了起爆的准确安全进行。

[0050] 另外该方法起爆控制采用井下电池供电,与传统的压力射孔技术和电缆射孔技术相比较,不需要增加地面的打压设备和电缆,简化了操作过程。

[0051] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

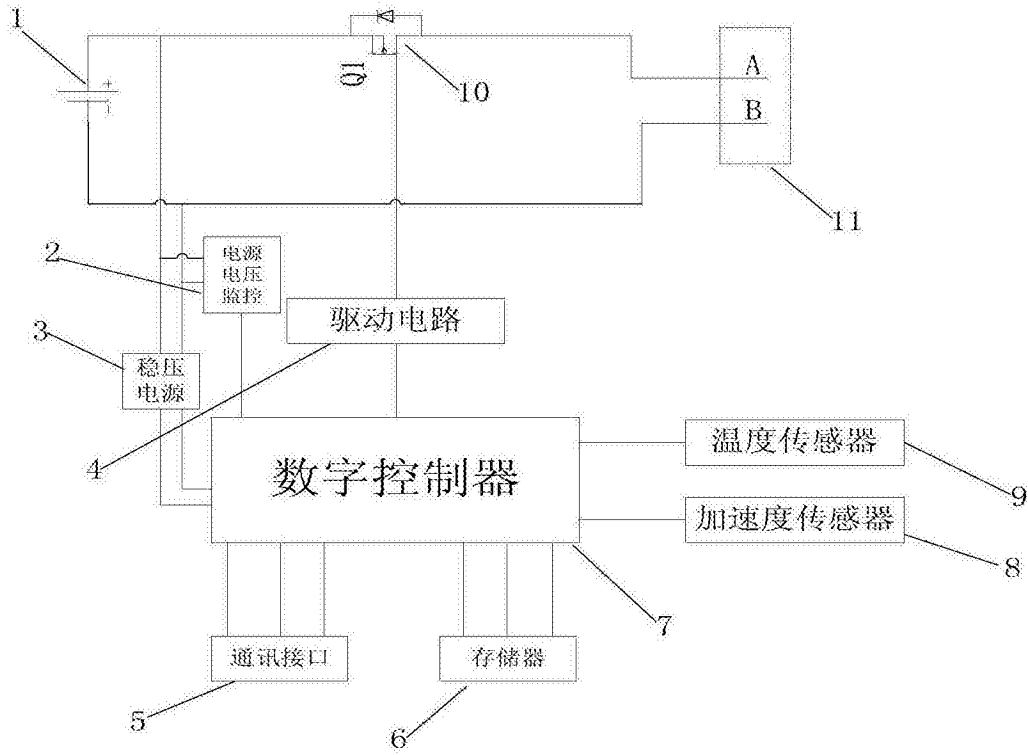


图1

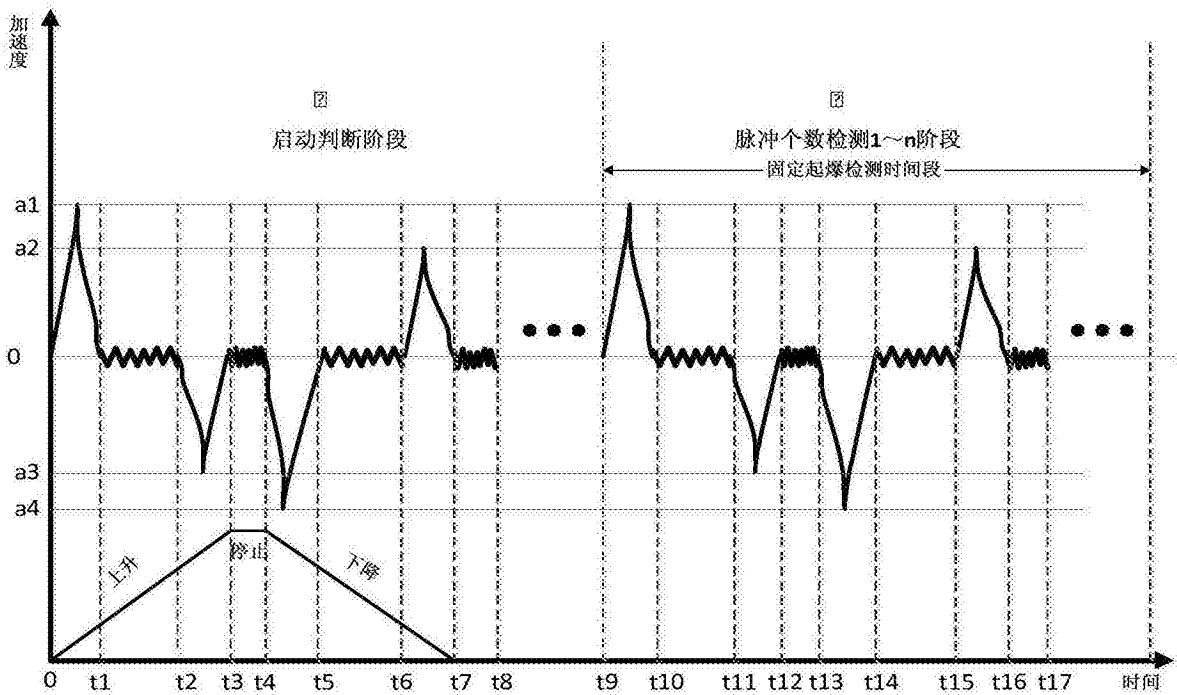


图2