

数码电子雷管在岩塞爆破工程中的应用

郑华兵, 郑道明, 陈维

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:在岩塞爆破、围堰拆除爆破、控制爆破等技术要求高、控制要求严的爆破中,采用一般的雷管进行爆破时,其精度和可靠性很难得到保证,非电起爆系统都有一个共同的缺陷,就是网路连接完成后无法进行逐孔的整体检查。而电子雷管起爆系统在完成联网以后,可在电脑系统中进行逐孔的校验,起爆前还可以进行检查,电子雷管延期时间可以任意设置,而且精度较高并能达到实现逐孔微差精确控制爆破。

关键词:数码电子雷管;岩塞爆破;高可靠性;起爆系统;取水口

中图分类号:TV7;TV542;TV552

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)02-0094-04

1 概述

我国在水下岩塞爆破工程中采用电雷管起爆系统已近40多年,在施工中结合我国的实际情况,也成功应用电雷管起爆系统完成了17例岩塞爆破并取得一些成功经验,常规的毫秒电雷管引爆炸药是国内岩塞爆破中最常用的方法。由于毫秒电雷管在使用中存在诸多安全问题,即:毫秒电雷管在加工与装填时,在有较强电磁场和雷雨天气、施工现场存在杂散电流的工况下,对电雷管的爆破安全和现场施工人员的安全存在较大的隐患;同时,在大型岩塞爆破中采用毫秒电雷管时突出的缺陷是起爆网路较复杂,接线时只要有一个接头未联好,都会影响整个网路的起爆,而且需要通过网路计算,对各条支路进行电阻平衡,必须确保全部雷管安全可靠的起爆。所以,在设计和施工中采取措施确保电雷管起爆系统的安全、可靠起爆就显得尤为重要,也是直接关系到岩塞爆破成功的关键技术问题。

为了解决岩塞爆破时起爆系统的准爆、防杂散电流、简化起爆网路的问题,在响洪甸抽水蓄能电站工程岩塞爆破中,应用电磁毫秒电雷管,有效地解决了水下岩塞爆破电雷管起爆系统安全可靠的问题,同时简化了复杂的联网方式。随着三峡水利枢纽碾压混凝土围堰拆除时引进了国外的数码电子雷管起爆系统,开启了数码电子雷管在水利水电工程施工爆破中使用的先例。数码电子雷管是具有高可靠性、高精确性、高安全性、具有双

收稿日期:2013-12-11

线制双向无极性组网通信功能、雷管在线检测功能、长延期时间范围的新型高技术雷管产品。在贵州华电有限公司2×600 MW机组新建工程取水口岩塞爆破中,采用贵州久联民爆器材发展股份有限公司生产的数码电子雷管,解决了水下岩塞爆破起爆系统安全可靠的问题,并为水下岩塞爆破又增加了一套安全、可靠、简易的起爆系统。

2 数码电子雷管的特点和技术指标

数码电子雷管是一种新型起爆器材,该产品除具备一般毫秒电雷管的性能外,还具有以下特点:

(1) 延期时间精确。普通延期雷管在名义延时1 000 ms时间段的误差约为 ± 100 ms,名义延时越高,误差越大;数码电子雷管在同时间段的误差约为 ± 3 ms,且名义延时升高时误差变化很小。

(2) 不受段别限制。普通延期雷管因误差大,在延期时间需要做段别划分。即使进行了段别划分,仍然有窜段现象出现。在实际使用中,为防止窜段,将雷管跳段使用,使用时的配段受到一定限制。而数码电子雷管可以按照爆破工程需要设置时间、无窜段,可在爆破施工中实现逐孔微差精确控制爆破。

(3) 数码电子雷管具有良好的联网可检测性。而普通非电延期雷管在联网完成后只能靠人工检查,普通电延期雷管也只能用仪器做简单的通断检测,在大规模网路连接中,无法用通断检测来判断连接是否可靠。数码电子雷管可对联网雷管电脑系统对ID地址、延期时间进行扫描,可以

准确获得网路中每一发雷管的地址、延时时间值、运行是否正常等,从而确保可靠的起爆。

(4) 极高的安全性。数码电子雷管颠覆了传统的雷管起爆方式,只有采用安全性极高的专用起爆器并经过密码验证后才能起爆。普通的电源如电池、交流电、直流电甚至 220 V 工频电源均不能起爆数码电子雷管,静电、杂散电流、射频电等均不会误起爆数码电子雷管。

(5) 延期时间。数码电子雷管可以根据用户的自身要求在 0~15 000 ms 范围内自行设定,分段间隔不小于 5 ms,延期时间的误差不大于名义延时的 $\pm 1\%$ 。

(6) 专用设备。数码电子雷管使用专用起爆器和专用控制器进行起爆,每台专用起爆器可以组网起爆 100 发电子雷管,每台专用控制器可控制 64 台专用起爆器同时起爆。

(7) 数码电子雷管具有检查功能。用数码电子雷管组成的起爆网路具有在线检测功能,当雷管装入炮孔后,可以通过专用起爆器检测到起爆网路内的雷管数量、每发雷管的 ID 地址和延期时间。

(8) 其它指标:① 抗杂散电流能力。当输入 2 000 个频率 100 Hz、幅值 10 V、占空比 50 脉冲信号雷管不发生爆炸。② 静电感度。数码电子雷管在 121 kV/2 000 pF 的静电条件下,对数码电子雷管壳脚、两极间放电,雷管均不发生爆炸。③ 抗高低温性能。数码电子雷管在气温 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下静置 2 h,其雷管能正常起爆。

3 数码电子雷管在岩塞爆破中的应用

3.1 选择电子雷管为岩塞爆破起爆系统的原因

国内在 1998 年前施工爆破的 18 例岩塞爆破均采用电雷管起爆,电雷管价格便宜,购买方便,但施工比较复杂,每条爆破网路的电阻必须平衡,杂散电流对电雷管影响很大,况且电雷管在施工中安全隐患大,施工强度高。而施工单位普遍使用的普通塑料导爆管雷管非电起爆技术,其使用熟练、价格便宜、分段灵活,不受散杂电流和雷电影响。塑料导爆管雷管是水电行业爆破施工中最主要的爆破器材,但塑料导爆管非电起爆系统也存在自身的缺陷,其主要缺点为:

(1) 延时误差大:塑料导爆管毫秒雷管 ms1

和 ms2 段雷管的延时为 25 ms,测试中雷管 ms1 和 ms2 的误差却达到 $\pm 10\text{ ms}$;而 ms15 段雷管的延时是 880 ms,但雷管误差却达到了 $\pm 60\text{ ms}$ 。由于雷管误差大带来了一个不容忽视的问题:当低段雷管和高段雷管组合使用时,高段雷管的误差已超过低段雷管的延时,若在岩塞爆破中使用,易导致起爆顺序紊乱。

(2) 雷管延时的分布容易导致重段:塑料导爆管毫秒雷管的延时顺序是 25 ms、50 ms、75 ms、110 ms、150 ms、175 ms... ,延时中都有公约数 5。当爆破网路比较大时,极容易重段。

(3) 塑料导爆管脚线抗拉强度偏小:岩塞爆破炮孔较深并有一定上倾角度,孔中一般都有水存在,装药时非常困难并容易损坏塑料导爆管脚线,导致拒爆发生。

岩塞爆破追求一次爆通和成形,获得最佳的抛掷方向和爆堆形状,得到最佳的减震效果。岩塞爆破对起爆顺序和起爆时间的准确性要求很高,而传统的电雷管和非电起爆系统难以满足要求。为了保证爆破效果,尽量减小爆破振动对取水口围岩的影响,对孔间起爆时差提出了更高的要求,所以,塘寨工程岩塞爆破最终决定采用数码电子雷管起爆系统。

3.2 电子雷管起爆系统

塘寨火电厂引水隧洞双取水口水下岩塞爆破采用排孔爆破方案,1#岩塞轴线与水平线的夹角为 30° ,岩塞内口直径为 3.5 m、外口直径为 6.17 m,上沿厚度 3.63 m、下沿厚度 4.56 m,岩塞平均厚度 4.095 m。2#岩塞轴线与水平线的夹角亦为 30° ,内口直径 3.5 m,外口直径 6.02 m,上沿厚度 3.97 m,下沿厚度 4.31 m,岩塞平均厚度 4.14 m。岩塞爆破的炸药采用经敏化剂敏化混合而成的乳化炸药,雷管经考察、测试和试用,最终选用了贵州久联民爆器材发展股份有限公司生产的数码电子雷管起爆系统。

(1) 数码电子雷管的质量检测:岩塞爆破前,对选取用于本次爆破所用的电子雷管不同段位各 3 发,分别把雷管在水中浸泡 3 d 后,把雷管从水中取出,用专用仪器测试电子雷管的延期时间精度及起爆可靠度。

(2) 导爆索在水中浸泡后起爆性能的检测:浸泡前导爆索爆速不低于 6 500 m/s,把导爆索放

在水下浸泡3 d后取出,其爆速不低于6 000 m/s,浸泡后的导爆索能可靠传爆和起爆炸药,用导爆索与φ32药卷相连接,用雷管起爆索导爆。

(3)起爆网路模拟试验:为检测所采用的爆破网路的可靠性,岩塞爆破前对实际爆破网路进行了模拟试验。为节约起爆器材,减少试验工作量,现场只进行了实际网路的简化模拟,因为该简化模拟试验已能反映整个网路传爆可靠性和实际延期时间。在试验时,模拟网路的传爆雷管、起爆雷管全部按设计的时间引爆,证明所采用的网路是可靠的。

3.3 起爆方案

岩塞爆破采用数码电子雷管起爆方案,起爆

顺序为周边预裂孔首先起爆,形成预裂缝,然后中间掏槽孔药包起爆,待岩塞中间贯通后,辅助爆破孔最后起爆,使岩塞最终爆通成型。预裂炮孔每孔中均装两发电子雷管和2根导爆索,其他爆破孔每孔中均装1根导爆索,装2发电子雷管。每个岩塞均分4段起爆,其中预装孔为1段、掏槽孔分2段,辅助爆破孔分1段。

2#取水口岩塞爆破钻孔参数、爆破参数和起爆网路和1#取水口岩塞相同。为减少爆破震动效应,1#岩塞比2#岩塞滞后250 ms起爆。为了保证爆破安全,采用一台起爆器同时击发起爆。1#取水口岩塞爆破起爆网路见图1。

3.4 药包起爆分段编排

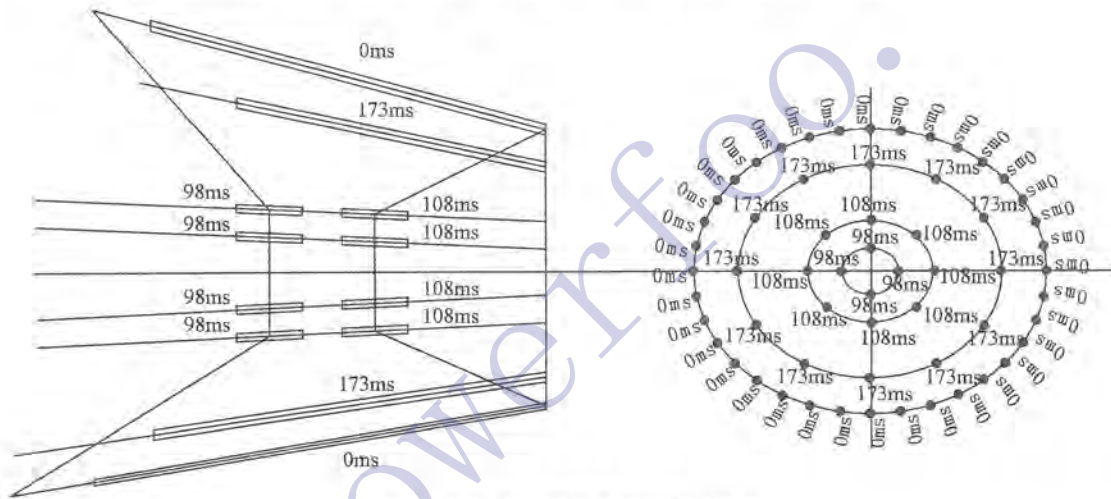


图1 1#取水口岩塞爆破起爆网路图

设计确定掏槽孔药包分为2段,辅助爆破孔分为1段,预裂孔分为1段。由于塘寨发电有限公司2×600 MW机组新建工程取水口岩塞爆破

较小,爆破时分4段起爆即可,其中预裂孔为1段,掏槽炮孔分为2段,辅助爆破孔分为1段,掏槽孔(集中药包)起爆分段编排情况见表1。

表1 药包起爆分段编排表

项 目	预裂孔	掏槽孔	掏槽孔	辅助孔
孔 数	36	4	8	12
雷管段别	1	2	3	4
间隔时间/ms	0	98	108	173
雷管数量/发	72	8	16	24
导爆索	每孔2根	每孔1根	每孔1根	每孔1根

3.5 数码电子雷管起爆系统

塘寨电厂岩塞爆破采用贵州久联民爆器材发展股份有限公司生产的智能电子雷管起爆系统,该系统可任意设置延时时间,雷管的正负误差能控制在1~2 ms以内,克服了其它起爆雷管存在的误差问题。岩塞爆破使用的雷管均为定制并具有较强的抗水能力。

电子雷管是起爆系统的关键部分,爆破施工之前,在施工现场对所有要使用的数码电子雷管进行了延期时间设置,可根据工程要求在0~15 000 ms范围内设定,分段间隔不小于5 ms。对岩塞爆破延期时间设计要结合岩塞爆破要求进行,将设计的延期时间输入到雷管中后,爆破网路已建成,建成的爆破网路必须遵循安全准爆的原则。

其各段的起爆时间如下:预裂孔为0 ms,掏槽孔为98 ms、108 ms,辅助爆破孔为173 ms。

4 网路的连接与起爆

4.1 网路的连接

贵州省贵阳市塘寨火电厂取水口工程的岩塞体布置掏槽集中药包2层(排孔),共计12个孔,辅助爆破排孔12个,周边预裂孔36个。预裂孔每孔中用2根导爆索同时装2发电子雷管,其它爆破孔每孔均下1根导爆索,也装2发电子雷管。岩塞体分4段起爆。其中预裂孔为1段,掏槽孔分2段,辅助爆破孔分1段,各段的起爆时间为:0 ms、98 ms、108 ms、173 ms。

起爆网路是岩塞爆破成败的关键。因此,在起爆网路施工中,必须保证岩塞能严格按设计的起爆顺序、起爆时间安全准爆。但必须强调一点,数码电子雷管的连线接头不能置于水中,应对水中网路做好防护工作,防止充水过程中损坏起爆网路。网路连接过程应设专人跟班检查,防止错接或漏接,网路连接完成后应组织专人进行全面检查,同时,所有雷管脚线都要引到地面进行时间设置并输入专用起爆器中形成起爆网路。因此,在雷管脚线上引过程中,需要注意对脚线的保护和固定,所有的其他工作都不得危及雷管脚线的

安全。

4.2 起爆

在把岩塞爆破雷管脚线引到地面层后,给每一发雷管按设计好的时间输入到雷管中,数码电子雷管连接到专用起爆器中,每台专用起爆器可组网起爆100发电子雷管,组网后对联网雷管的ID地址、延期时间进行扫描,检查网路中每一发雷管的地址、延时时间值、运行是否正常等,确保岩塞可靠起爆。塘寨水电站取水口岩塞爆破在联网完成并进行了最后的检查后,随着指挥部一声令下,在一阵沉闷的爆破声中,两股水柱从水库水面升起,随后岩塞部位的水面形成了两个巨大的旋涡,说明取水口岩塞爆破顺利贯通,也证明了采用高精度电子雷管在水下岩塞爆破工程中的应用获得成功。

作者简介:

郑华兵(1975-),男,湖北荆门人,工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工作;

郑道明(1955-),男,重庆市人,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工作;

陈维(1986-),男,湖北京山人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

川藏联网工程开建

3月18日,随着北京主会场一声令下,川藏联网巴塘分会场和西藏昌都分会场的挖掘机同时开挖,川藏联网工程正式开工建设。这是继青藏联网工程之后,我国又一项穿越高寒高海拔地区的输变电工程。川藏联网工程途经四川省甘孜州乡城县、巴塘县、西藏昌都地区的芒康县、察雅县、都昌县、八宿县和江达县,既是藏区电网的骨干网络,又是西藏昌都地区和甘孜南部水电外送大通道,将解决甘孜南部18.9万以及西藏东部50万农牧民群众的用电问题。工程总投资66.3亿元,将新建巴塘、昌都2座500千伏变电站和邦达、玉龙2座220千伏变电站,巴塘至昌都500千伏线路1009.2公里,昌都至邦达220千伏线路512公里。目前已有2万多名电力建设者陆续进场施工,预计2015年上半年建成。工程沿线平均海拔3850米,最高海拔4980米,65%为高山峻岭地段,先后穿越巴楚河、金沙江、澜沧江等“三江”断裂带,工程建设面临施工条件恶劣、交通运输条件差、高原生理反应严重等难题,堪称世界上最具挑战性的输变电工程。

乌东德移民安置规划取得阶段性成绩

经过为期6天的现场查勘后,3月15日至20日,水电水利规划设计总院分别会同云南省移民开发局、四川省扶贫和移民工作局在昆明、成都主持召开了乌东德水电站移民安置《规划大纲》审查会议。会议听取了长江勘测规划设计研究有限责任公司关于《规划大纲》编制情况及主要内容的汇报,分六个专题组对大纲进行了认真的审议和讨论,提出了修改完善意见,会议要求《规划大纲》下一步按照水电工程建设征地的有关政策和规定抓紧修改完善,报送云南、四川两省和水电水利规划设计总院核定。水电水利规划设计总院党委书记、副院长彭程,三峡集团副总经理毕亚雄,云南省移民开发局副局长李勇信,四川省扶贫和移民工作局副局长向伟益出席会议并讲话,他们就进一步完善优化《规范大纲》和下一阶段的移民工作提出了具体要求,希望有关各方通力合作、相互配合,积极加快推进乌东德水电站移民工作,为尽快核准项目和稳妥有序实施移民安置工作创造条件。云南、四川两省政府办公厅及有关部门,有关市(区、县)政府办公厅及有关部门,有关市(区、县)政府相关负责人,三峡集团,长江勘测规划设计公司,中国水电顾问集团西北、华东勘测设计公司等单位的领导、专家和代表参加了会议。