



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114166399 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 11

(21) 申请号 202111307888.X

(22) 申请日 2021.11.05

(71) 申请人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

(72) 发明人 卢文波 蒋宏杰 王高辉 陈明
严鹏 王洋

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 罗敏清

(51) Int. Cl.

G01L 5/14 (2006.01)

G01L 25/00 (2006.01)

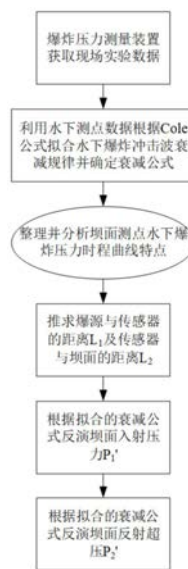
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,包括:将水下爆炸压力测量装置布置于水下测点及坝面测点处,以获取现场爆炸不同测点的爆炸压力;对测得的数据进行处理以获得水下测点爆炸压力时程曲线和爆炸压力峰值,并进行拟合获得衰减公式;根据衰减公式以及坝面测点的实测爆炸压力相关数据推算获得爆源与传感器的理论距离 L_1 和传感器与坝面的理论距离 L_2 ;将 L_1 及 L_2 进行叠加作为爆源与坝面的理论距离,并根据衰减公式反演坝面入射压力理论值;假定反射波与入射波的衰减规律相同,根据实测反射超压并结合衰减公式反演坝面反射超压理论值。本发明能根据现场水下爆炸实测数据确定传感器布置的真实位置,校正测量误差,实现坝面水下爆炸压力的准确合理反演。



1. 一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1,将水下爆炸压力测量装置布置于水下测点及坝面测点处,以获取现场爆炸不同测点的爆炸压力;

步骤2,对步骤1测得的水下测点数据进行处理以获得水下测点爆炸压力时程曲线和爆炸压力峰值,并根据不同测点的爆炸压力峰值、装药当量和爆心距拟合获得水下爆炸冲击波的衰减公式;

步骤3,根据步骤2拟合的衰减公式以及坝面测点的实测爆炸压力相关数据推算获得爆源与传感器的理论距离 L_1 和传感器与坝面的理论距离 L_2 ;

步骤4,将步骤3中爆源与传感器的距离 L_1 及传感器与坝面的距离 L_2 叠加作为爆源与坝面的理论距离,并根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值;

步骤5,假定反射波与入射波的衰减规律相同,根据实测反射超压并结合步骤2拟合的衰减公式反演坝面反射超压理论值。

2. 根据权利要求1所述的一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,其特征在于,步骤2中,根据Cole公式: $P=K(Q^{1/3}/R)^{\alpha}$ 拟合水下爆炸冲击波的衰减规律,其中 P 为爆炸压力峰值, Q 为装药当量, R 为爆心距, K 、 α 为相关系数,在拟合时,根据不同测点的爆炸压力峰值、装药当量和爆心距确定 K 、 α 值从而获得衰减公式。

3. 根据权利要求2所述的一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,其特征在于,步骤3中,爆源与传感器的理论距离 $L_1 = Q^{1/3}/\left(\frac{P_1}{K}\right)^{1/\alpha}$,其中 P_1 为实测入射压力峰值;

传感器与坝面的理论距离 $L_2 = \frac{1}{2} \times c \times t$,其中 c 为冲击波在水中的传播速度, t 为实测入、反射压力峰值的时间差。

4. 根据权利要求2所述的一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,其特征在于,步骤4中,根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值 $P'_1 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{L_1+L_2}\right)^{\alpha}$ 。

5. 根据权利要求2所述的一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,其特征在于,步骤5中,根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面反射超压理论值 $P'_2 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{Q^{1/3}/\left(\frac{P_2}{K}\right)^{1/\alpha} - L_2}\right)^{\alpha}$,其中, P_2 为实测反射超压。

一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法

技术领域

[0001] 本发明属于水下爆炸的技术领域,具体涉及一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法。

背景技术

[0002] 坝面爆炸压力是估算坝面混凝土模态参数的重要参考依据,获取可靠的坝面爆炸压力的是准确估算混凝土模态参数的前提。现有坝面水下爆炸压力的确定方法主要是利用传感器等水下爆炸压力测量装置直接获取实测数据,然而现有水下爆炸冲击波传感器工作状态始终与坝面有一定距离,所获取的数据并非坝面的真实压力。同时由于现场实验条件限制和各种不确定因素,坝面传感器的布置难免产生安装误差。例如大坝迎水壁面与竖直方向存在一定小角度时,水下传感器产生的测量误差可能进一步扩大,这对准确确定坝面水下爆炸压力和坝面混凝土模态参数提出了挑战。因此,通过一定方法利用压力传感器实测数据反演坝面水下爆炸压力对准确评估坝面水下爆炸压力及估算混凝土模态参数具有重要意义。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对现有技术的不足之处,提供一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,该方法能根据现场水下爆炸实验实测数据,确定传感器布置的真实位置,校正其测量误差,实现坝面水下爆炸压力的准确合理反演。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤1,将水下爆炸压力测量装置布置于水下测点及坝面测点处,以获取现场爆炸不同测点的爆炸压力;

[0007] 步骤2,对步骤1测得的水下测点数据进行处理以获得水下测点爆炸压力时程曲线和爆炸压力峰值,并根据不同测点的爆炸压力峰值、装药当量和爆心距拟合获得水下爆炸冲击波的衰减公式;

[0008] 步骤3,根据步骤2拟合的衰减公式以及坝面测点的实测爆炸压力相关数据推算获得爆源与传感器的理论距离 L_1 和传感器与坝面的理论距离 L_2 ;

[0009] 步骤4,将步骤3中爆源与传感器的距离 L_1 及传感器与坝面的距离 L_2 叠加作为爆源与坝面的理论距离,并根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值;

[0010] 步骤5,假定反射波与入射波的衰减规律相同,根据实测反射超压并结合步骤2拟合的衰减公式反演坝面反射超压理论值。

[0011] 进一步地,步骤2中,根据Cole公式: $P=K(Q^{1/3}/R)^\alpha$ 拟合水下爆炸冲击波的衰减规律,其中 P 为爆炸压力峰值, Q 为装药当量, R 为爆心距, K 、 α 为相关系数,在拟合时,根据不同测点的爆炸压力峰值、装药当量和爆心距确定 K 、 α 值从而获得衰减公式。

[0012] 进一步地,爆源与传感器的理论距离 $L_1 = Q^{1/3}/\left(\frac{P_1}{K}\right)^{1/\alpha}$,其中 P_1 为实测入射压力峰值;

[0013] 传感器与坝面的理论距离 $L_2 = \frac{1}{2} \times c \times t$,其中 c 为冲击波在水中的传播速度, t 为实测入、反射压力峰值的时间差。

[0014] 进一步地,根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值 $P'_1 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{L_1+L_2}\right)^\alpha$ 。

[0015] 进一步地,根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面反射超压理论值 $P'_2 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{Q^{1/3}/\left(\frac{P_2}{K}\right)^{1/\alpha} - L_2}\right)^\alpha$,其中, P_2 为实测反射超压。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:本发明能够在水下爆炸压力测量装置实测数据的基础上,确定传感器的真实安装位置,对实测数据进行校正,可反演出更合理可靠的坝面水下爆炸压力;此外,本发明实施简便,不用对测量装置的安装精度提出较高要求,为受现场实验条件的限制时反演合理可靠的坝面水下爆炸压力提供保障。

附图说明

[0017] 图1为本发明实施例一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法流程图;

[0018] 图2为本发明实施例中某水下爆炸实验现场布置的示意图;

[0019] 图3为本发明实施例中坝面水下爆炸压力时程曲线示意图。

具体实施方式

[0020] 下面将结合本发明实施例对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0022] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明,但不作为本发明的限定。

[0023] 如图1所示,本发明提供一种用于反演坝面水下爆炸压力的方法,包括以下步骤:

[0024] 步骤1,将水下爆炸压力测量装置布置于水下测点及坝面测点以获取现场爆炸实验不同测点的爆炸压力;以某现场实验为例,其中6个水下测点垂直于坝面布置在水深10m处,4个水下测点平行于坝面布置在不同水深;7个坝面测点沿水平方向布置于水深10m处,4个坝面测点沿垂直方向布置于不同水深;其中部分布置见图2,图2示意了沿垂直方向布置的3个坝面测点;

[0025] 步骤2,对步骤1测得的水下测点数据进行处理以获得水下测点爆炸压力时程曲线和爆炸压力峰值,并根据不同测点的爆炸压力峰值、装药当量和爆心距拟合获得水下爆炸

冲击波的衰减公式；

[0026] 在该步骤中,筛选并整理步骤1得到的水下测点数据以获得水下测点爆炸压力时程曲线,在本实施例中得到如图3所示的曲线,并从爆炸压力时程曲线上获取爆炸压力峰值,且根据Cole公式: $P=K(Q^{1/3}/R)^\alpha$ 拟合水下爆炸冲击波的衰减规律,其中,P为爆炸压力峰值,Q为装药当量,R为爆心距,K、 α 为相关系数,在确定爆炸压力峰值、装药当量和爆心距后即可确定K、 α 值,从而获得水下爆炸冲击波的衰减公式;在本实施例中,拟合得到的水下爆炸冲击波衰减公式为 $P=53.41(Q^{1/3}/R)^{1.14}$;

[0027] 步骤3,根据步骤2拟合的衰减公式以及坝面测点的实测爆炸压力相关数据推算获得爆源与传感器的理论距离 L_1 和传感器与坝面的理论距离 L_2 ;

[0028] 在本实施例中,首先整理分析坝面测点爆炸压力时程曲线的特点,爆炸压力时程曲线呈现如图3所示双峰值的特点,结合现场实验条件,坝面与竖直方向存在 9° 夹角,推测出现有传感器无法准确贴合坝面以及其安装误差是产生该现象的原因;根据误差产生的原因利用传感器实测入射压力峰值并结合步骤2拟合的衰减公式推算爆源与传感器的理论距离 L_1 。

$$[0029] \quad L_1 = Q^{1/3} / \left(\frac{P_1}{K} \right)^{1/\alpha};$$

[0030] 其中,Q为装药当量, P_1 为实测入射压力峰值。

[0031] 再利用实测入、反射压力峰值的时间差 t 推算传感器与坝面的理论距离 L_2 为:

$$[0032] \quad L_2 = \frac{1}{2} \times c \times t;$$

[0033] 其中 c 为冲击波在水中的传播速度,取1480m/s。

[0034] 在本实施例中,如图2所示,以BP13测点为例,装药当量 $Q=20\text{kg}$,入射压力实测值 P_1 为7.30MPa,实测入、反射压力峰值的时间差 t 为0.61ms,可求得爆源与传感器的理论距离 $L_1=15.6\text{m}$,传感器与坝面的理论距离 $L_2=0.5\text{m}$,爆源与坝面的实际 $L=18.3\text{m}$ 。

[0035] 步骤4,将步骤3中爆源与传感器的距离 L_1 及传感器与坝面的距离 L_2 叠加作为爆源与坝面的理论距离,并根据步骤2拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值;

[0036] 在该步骤中,设定爆源与坝面的理论距离为步骤3中爆源与传感器的距离 L_1 及传感器与坝面的距离 L_2 的叠加,根据拟合的衰减公式反演坝面入射压力理论值为:

$$[0037] \quad P'_1 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{L_1+L_2} \right)^\alpha;$$

[0038] 在本实施例中,根据上述数据可求得测点BP13的坝面入射压力理论值 $P'_1=7.07\text{MPa}$ 。

[0039] 步骤5,假定反射波与入射波的衰减规律相同,根据实测反射超压并结合步骤2拟合的衰减公式反演坝面反射超压理论值。

[0040] 在该步骤中,假定反射波与入射波衰减规律相同,即其K、 α 值相等,利用实测反射超压,根据衰减公式反演坝面反射超压理论值为

$$[0041] \quad P'_2 = K \times \left(\frac{Q^{1/3}}{Q^{1/3}/\left(\frac{P_2}{K}\right)^{1/\alpha} - L_2} \right)^\alpha;$$

[0042] 测点BP13的反射超压实测值 $P_2=3.60\text{MPa}$,可求得坝面反射超压理论值 $P_2'=3.66\text{MPa}$ 。

[0043] 由于传感器的真实位置与坝面存在较大距离,现根据实验实测数据求得坝面反射系数为49.3%,而根据本发明的方法反演的水下爆炸压力数据求得坝面的反射系数为51.8%,与数值模拟结果更为接近,这表明本发明提出的水下爆炸压力反演方法可以有效反演合理可靠的坝面水下爆炸压力数据。

[0044] 以上仅为本发明较佳的实施例,并非因此限制本发明的实施方式及保护范围,对于本领域技术人员而言,应当能够意识到凡运用本发明说明书内容所作出的等同替换和显而易见的变化所得到的方案,均应当包含在本发明的保护范围内。

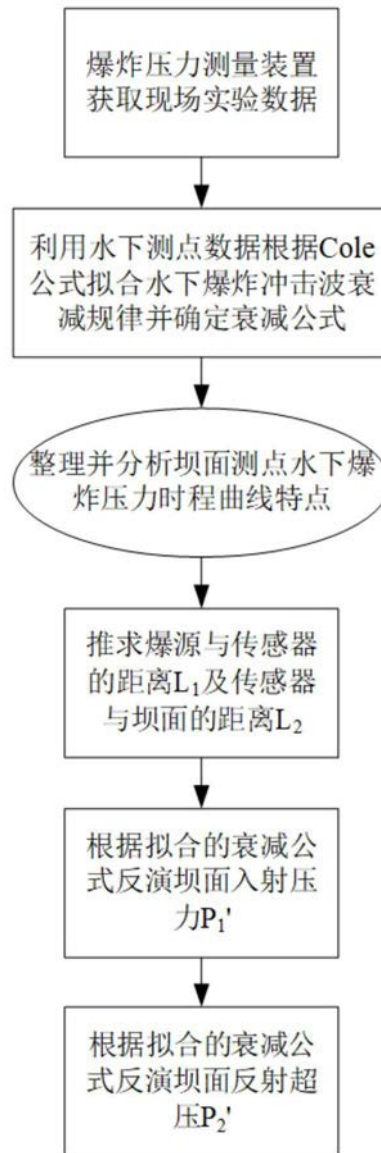


图1

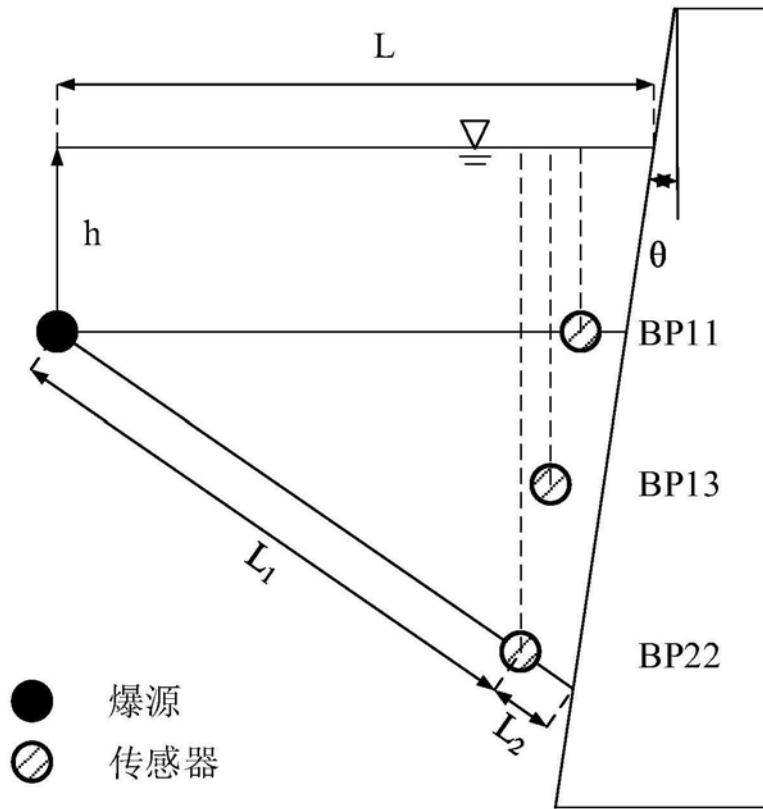


图2

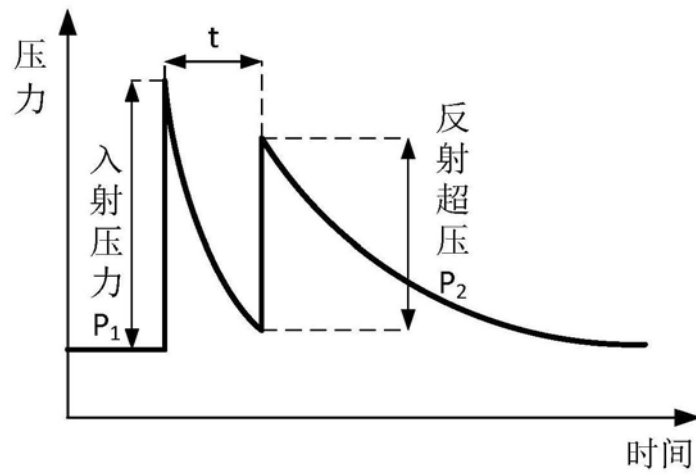


图3