

# 基于三维模型的混凝土重力坝全坝段动力

周钊

中国葛洲坝集团国际工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v3i10.2446

**[摘要]** 混凝土重力坝主要对抗震有重要的影响,对坝段主要采用的是二维模型。但是采用二维模型在地震强度较高的情况下,坝段间的动力之间的相互作用对重力坝的地震造成严重的影响。为了解决二维模型坝段间的动力作用对地震影响的问题,特别提出了三维有限模型,对影响混凝土全坝段之间发生地震的影响因素进行详细的研究,找出影响混凝土重力坝地震的各种因素,将三维有限模型投入到全坝段当中,提出抗震的措施。

**[关键词]** 混凝土重力坝; 全坝段; 三维重力分析

地震对混凝土重力坝的影响十分大,造成混凝土重力坝抗震效果不高的因素有很多种,原有的混凝土重力坝抗震主要采用的是二维模型,没有达到预期的抗震效果。在本文特地针对混凝土重力坝的抗震因素行了详细的分析。提出三维模型及全坝段三维模型的分析,根据不同的坝体阶段采用不同的分析模型,以此达到更好的抗震效果。

## 1 对混凝土重力坝模型的计算和方法

本文主要针对某一混凝土重力坝的全坝段的三维模型进行针对性的研究。此坝段的最大坝的高度为103米,它主要是由15个坝段组合形成的。坝轴线的长度是440米。这些具体的数据主要是根据当时具体的情况和结构的稳定性来分析研究的,根据专业人员的对重力坝的结构分析研究表明在100年的时间坝址区有多个地震的动峰值的加速度是0.57g。这也就是地

震的主要的控制工程。本文对厂房坝段三维模型和典型溢流坝段三维模型进行主要的分析,将这些坝段的地基范围提高到原有坝段地基的三倍,两岸也要进行相应的提高,这样才能够有效的分析出来对比的结果。

震的主要的控制工程。本文对厂房坝段三维模型和典型溢流坝段三维模型进行主要的分析,将这些坝段的地基范围提高到原有坝段地基的三倍,两岸也要进行相应的提高,这样才能够有效的分析出来对比的结果。

三维模型的坝段主要是按照无质量地基对地基和大坝动力之间的相互作用产生影响,横向向自由度有一定的约束,这也要记录到顺河向和竖向地震的因素之中。因为坝段的三维模型有不同的地基条件,主要是无质量地基和有质量地基,无质量地基的应用范围主要在和典型大段的三维模型比较方面,有质量地基主要应用在地基的侧边界和底边界,在这两个边界施加模拟无线与辐射阻尼效果的阻尼边界。阻尼边界和有质量地基相结合可以更有力的反应大坝与地基之间的动力的相互作用,还可以更准确的对大坝周边的地形状况进行分析,看地形对地震波反射和散射造成的影响效果。

## 4.2 四级和二级漏电保护器的应用

针对开关电器,触头以及连接线路,在运行中,若接触不良,开关触头会有所松动,进而在较大的范围内产生电气故障,引发严重的电路风险。在现阶段的电气设计中,很多工作人员均将故障原因归结为三相负荷不平衡。若线路的截面大于中心线路截面,为保证电气安全运行,需设置四级开关,避免发生中性线过载问题。在分析电流保护指标时,不需要将中性线断开,工作人员可在中性线上设计检测元件,将相线断开,从而发挥其阻断电流通过的作用,维护系统的安全平稳运行。

再者,结合工程实际采取四级/二级漏电保护器,能够在系统回路发生异常时使电源接地电阻中出现压浆现象,进而有效规避系统故障。如电气设备外壳接地,则会引发相对严重的系统运行故障,而且也会阻碍系统的安全与平稳运行。所以在应用四级或二级保护器的过程中,应当及时断开相线和中性线,切断电流,防止出现严重的安全事故。

## 5 漏电保护器使用中的注意事项

水利工程泵站电气设计中,漏电保护器设计操作方法简单,成本较低,因此,漏电保护器设计在漏电系统设计中较为常见。电子漏电保护器和电磁漏电保护器特点鲜明,电磁漏电保护器能够充分利用故障电流来控制电流值,电子漏电保护器在故障单回路脱扣电压的作用下,可发挥其作用。如故障点靠近漏电保护器,则电压值较低无法有效规避安全事故。为此,在应用电子漏电保护器时,要与插座保持适度的距离,从而确保系统运行安全。同时,在泵站设计中应用漏电保护器也需注意多个事项。

首先,漏电保护器利用电源中性点接地,以电阻和电抗接地系统的独

特优势展现其在继电保护上的作用,但是电源中性接地系统中不能应用漏电保护器,系统运行中可形成泄露回路,如系统发生运行异常,则无法第一时间切断电源,不利于系统安全稳定运行。

其次,在漏电保护器线路保护过程中,系统内的中性线要在零序电流互感器的协助下才能充分展现其功能和优势,若未设置中性线,则会受到不平衡电流的影响,发生严重的系统误动情况。

最后不可利用零序电流互感器实现零线保护的功能。保护线路在通过零序互感器时,漏电流通过PE保护线的电流互感器,抵消了电流,且如果发生故障,则机电系统也无法发挥保护作用,控制回路中无法使用中性线重复接地。如出现重复接地的情况,则部分工作电流会经由冲突接地返回到电源中性点,进而破坏系统运行的平衡性,降低电气系统运行的质量。另外,如系统出现故障漏电问题,则电流可经过电流互感器,抵消电流,无法实现理想的电气保护效果。

## 6 结语

综上所述,水利工程泵站电气设计的过程中会受到诸多因素的影响,容易出现电气故障,破坏系统和泵站的平稳运行。

对此,应结合工程实际,利用漏电保护器减少电气故障,使其充分发挥自身的作用和价值,以此为水利工程泵站的安全与平稳运行保驾护航。

## [参考文献]

- [1]田玉柱.水利工程泵站电气设计中漏电保护器的应用探究[J].科技创新导报,2019,16(06):59+61.
- [2]袁兵.水利工程泵站电气设计中漏电保护器的应用探究[J].价值工程,2019,38(23):264-265.
- [3]赵宇.漏电保护器在水利工程泵站电气设计中的应用[J].黑龙江水利科技,2004,(01):108-109.

坝段间的横缝受地震的影响会出现开合的状态, 坝段间的整体效果就会遭受到影响, 所以在计算过程当中要运用非线性动力接触算法来模拟坝段间横缝的开合状态, 还要与无缝坝的计算结果进行有效的对比, 找到二者之间全坝段地震的影响因素。

## 2 分析计算的结果

关于自振特性方面:

三维分析模型有五个阶段的振型, 第一个阶段是顺河向阶段, 第二个阶段的振型为竖向, 3、4、5阶段也主要为顺河向阶段。对溢流坝段三维模型分析也可以分为三个阶段, 第一个阶段的振型为顺和向, 第二个阶段的振型为闸墩横河向, 第三个阶段为竖向阶段。根据坝段三维得到的基频与平面有限元和材料力学法得到的结果相一致, 并且高阶段的模态阵型的一致性也有很好的效果, 出现差异的主要原因在于频率不一样, 根据频率可以大幅度地看出三维模型与平面模型之间的差别。因为篇幅之间的限制所以文中没有列出平面有限元的结果。

最高坝段是全坝段三维模型的基本振型的主要阶段。全坝段的振动状态主要体现在顺河向的位移的变化, 它的一般频率为2.406Hz, 这个频率也比一般的坝段略高, 这样的结果可以有效的反映微幅振动条件下两侧坝体的约束。第二个阶段的模态也主要体现在顺河向为主的振动, 在坝轴线方向出现的拐点处进行延伸。在根据规定的频率状态下, 对沿坝轴线方向出现的拐点可以达到七个高阶状态, 但是连高层出现拐点的状态在第九阶段, 分布在厂房坝段顺河向内, 这个阶段出现的拐点的状态频率比其它的坝段三维出现的频率状态明显高出很多。出现这种状态的主要原因是由于把段高度之间的不同所造成的频率竖向振动状态存在明显的差异。关于闸墩横河向振动的状态主要频率大约为4.1赫兹。主要原因在与溢流坝段之间的结构基本相同的状态下产生的大概相同的频率, 但是变形方向不同组合的多个闸墩在同频状态下的频率比结构相同的状态下的频率高出很多。

根据全坝段三维无质量地基模型研究表明, 顺河向地震的影响程度的高低与坝段的高度有密切的联系, 并且出现地震最大加速度的峰值主要出现在中间厂房坝段的坝顶阶段, 这个阶段与厂房坝段三维模型得到的顺河向加速度程度相互吻合。大体看出地震反应程度最大的加速度出现在厂房坝段的最右侧阶段。根据闸墩结构悬臂比较高的原因, 线弹性分析行和向峰值加速度很大最大值甚至超过116米每秒。这在实际的结果运用当中是不能够发生的, 不能发生的主要原因在于闸墩的最顶端有启闭机横梁等相关的结构模型中的没有模拟的相关模型, 第二个原因是闸墩根部发生开裂进入非线性阶段, 这样就会限制墩顶部加速度的增加值。坝体的竖向形地震反应程度最大的家峰值出现在第一个溢流坝段的最左侧。这个反应程度与溢流坝段的三维有限元结果相互吻合。并且厂房坝段竖向的最大加

速度的峰值比坝段的三维有限元结果小很多。

根据全坝段三维无质量地基模型结果显示顺河向地震反应最大程度出现位移的状况发生在中间厂房坝段。在这个阶段出现的地震位移长度占据整个厂房坝段的多个部分, 并且出现这个唯一的主要原因有两个分为两侧坝段的约束和地基范围变化的影响。这两个影响因素还对溢流坝段的闸墩顶的位移变化造成相应的影响。因为闸墩的影响竖向地震出现位移的地点主要发生在河床溢流坝段墩顶的位置, 这个位置和研究的模型结果数据表明相互一致, 虽然厂房坝段的位移距离比研究结果位移距离存在一定的差距。地震位移主要的发声点在溢流坝段, 在这阶段当中出现的位移的反应曲线可以看出, 在闸墩部位出现了强烈的共振。根据出现共振的结果相互显示, 出现这个结果的主要原因是受材料线弹性假定条件的影响, 实际在发生地震的状况下闸墩根部的混凝土会出现裂缝现象。

以上结果表明, 两种模型的厂房坝段地震响应程度的效果出现一致性的良好, 根据数值可以显示全坝段三维结果的数值比较大源自于横河向地震作用的贡献, 由于产生地震程度的不同, 厂房坝体的主要高低程度也就有相应的明显变化。受三维模型当中其他相关因素的影响, 全坝段的发生地震的反应状况也就有了明显的变化, 由此也就产生了两种不同的结果。虽然二者之间的结果在一定程度上有明显的不同, 但是影响地震, 成都的因素也有多种, 三维模型在抗震方面起到了明显的作用, 对抗震效果带来了更多的推动力。

## 3 结束语

综上所述, 可以看出本文主要研究的是混凝土重力坝全坝段抗震的程度, 从传统的全坝段混凝土二维模型可以看出抗震能力比较低, 对全坝段的保护作用比较弱, 为了提高混凝土全坝段的抗震能力, 本文提出了三维有限模型投入到全坝段的抗震过程当中, 对厂房坝段和闸墩部位坝段两种相互运用的数据进行对比和分析, 发现投入三维有限模型可以有效的提高抗震的程度, 对混凝土重力坝全坝段有重要的保护作用。

## [参考文献]

- [1] 王海波, 杨会臣. 混凝土重力坝全坝段三维动力分析[J]. 水力发电学报, 2011, 30(06): 133-137.
- [2] 王海波. 混凝土重力坝全坝段三维动力分析[A]. 中国水力发电工程学会抗震防灾专业委员会. 现代水利水电工程抗震防灾研究与进展(2011年)[C]. 中国水力发电工程学会抗震防灾专业委员会: 中国水力发电工程学会, 2011: 8.
- [3] 张兰, 张继勋, 孙永明, 等. 永定桥碾压混凝土重力坝三维有限元动力分析[J]. 人民珠江, 2016, 37(07): 61-65.