

中梁一级水电站地下厂房洞室群围岩稳定的分析方法

刘 婷

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘 要:介绍了采用三维数值仿真分析方法对中梁一级水电站地下厂房洞室群的围岩稳定进行分析、为地下厂房洞室群的结构布置、开挖方式、围岩支护提供依据的过程,可为类似工程提供参考。

关键词:地下厂房;洞室群;围岩稳定分析方法;中梁一级水电站

中图分类号:TV7;TV554;TV22;TU45

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)06-0071-02

1 工程概述

中梁一级水电站位于重庆市巫溪县境内,为大宁河干流梯级开发的龙头电站,坝址位于中梁乡,距巫溪县城49 km。地下厂房位于坝址下游8 km的半溪沟口,主要建筑物包括主、副厂房、主变洞、尾闸室、进厂交通洞、主厂房排风洞、出线洞、尾水隧洞等。厂房安装3台单机容量为24 MW的混流式水轮发电机组,总装机容量72 MW。工程于2006年10月开工建设,2012年完工。

2 地下厂房围岩地质条件

地下厂房布置于右岸山体中,方向为NE36°,上覆岩体厚度约150 m,水平埋深约105 m。洞室群围岩为三叠系大冶组薄至中厚层泥质灰岩、灰岩,新鲜岩石的饱和抗压强度为50~80 MPa。岩层走向为NW278°~290°,倾向SW,倾角64°~68°,围岩类型为Ⅱ类~Ⅲ类。厂区地层岩溶不发育,洞室位于地下水位之下,岩体透水率为0.5~2 Lu。

3 地下厂房洞室群围岩稳定分析

3.1 地下厂房洞室群布置

厂房三大主洞室采用平行布置方式(图1),从上游向下游分别为主厂房、主变室、尾闸室,洞室间岩壁厚度分别为24.2 m和14 m。主厂房尺寸为57.6 m×16.3 m×36.6 m(长×宽×高),主变室尺寸为35 m×12.1 m×21.6 m(长×宽×高),尾闸室尺寸为19.3 m×10.1 m×11 m(长×宽×高)。尾水系统采用三机一洞的布置方式。主要洞室剖面见图2。

3.2 分析方法

收稿日期:2014-05-07

针对中梁一级水电站地下厂房洞室群的地形、地质条件和结构布置型式,采用FLAC^{3D}程序模拟围岩及支护的三维力学行为进行三维数值仿真分析研究围岩的稳定性。主要研究内容包括:

(1)模拟厂区的实际地形、地质条件,根据实测的初始地应力点及其测值,建立合理的厂区初始地应力反演回归分析模型,对厂区初始地应力场进行反演分析计算。

(2)对地下厂房洞室群采用无支护、喷锚支护方案的围岩稳定进行分析与比较,研究合理的地下厂房洞室群布置格局及主洞室合理的间距,根据初拟的地下厂房洞室群的开挖程序,研究最佳的开挖方案。

(3)在确定厂房位置、主洞室合理间距及施工开挖顺序后,分析比较各种支护措施下围岩与锚固系统的协调性,对围岩支护参数进行优化选择。

(4)针对地下厂房岩体物理力学参数的变化,对地下厂房洞室群围岩的稳定性进行敏感性分析。

3.3 研究成果

(1)数值分析成果表明,中梁一级水电站地下厂房洞室群围岩在各种分析工况下都能维持稳定状态,洞室群的结构布置合理、可行。

(2)初始地应力场的选取对计算结果影响较大。

(3)洞室群围岩最大的位移区发生在主厂房洞室上下游边墙的中部范围;从应力分布看,地下厂房洞室围岩出现了一定范围内的拉应力区,除局部拉应力略大于1 MPa外,其余部位的拉应力

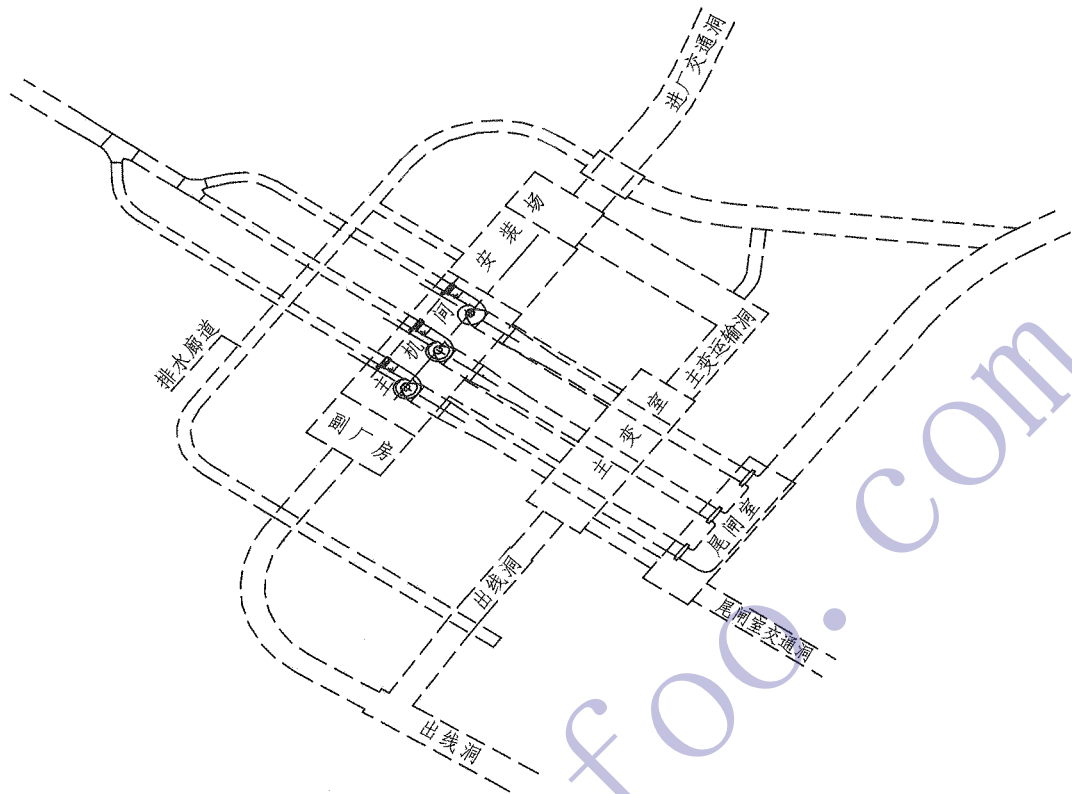


图1 地下厂房平面布置示意图

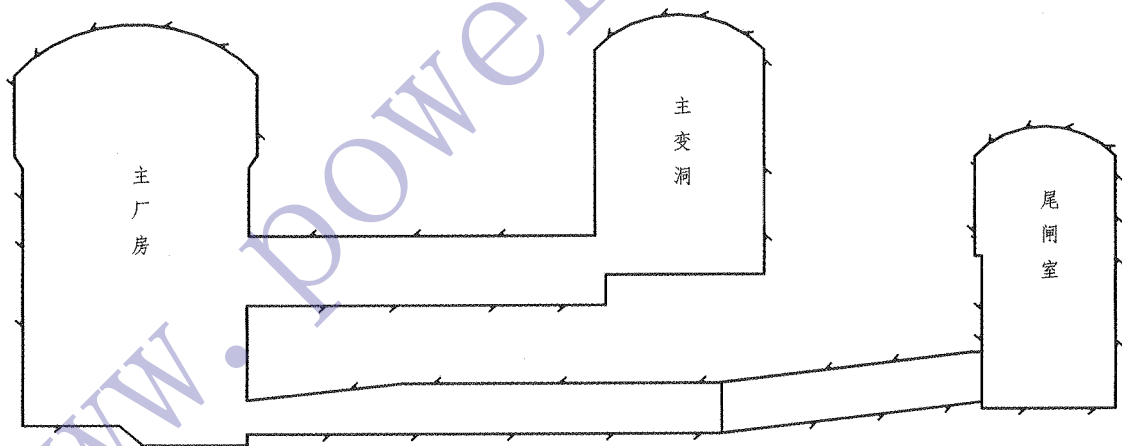


图2 主要洞室剖面图

均小于1 MPa;从塑性区分布情况看,最危险部位发生在各洞室之间的岩体、洞口交接处岩体等部位。

(4)采用锚杆支护措施,可以有效地减少厂房上下游边墙岩体在后续开挖过程中引起的变形,同时可以减小或消除围岩中的拉应力,说明适当设置锚杆对增加边墙的稳定性的十分必要。在主变室和主厂房之间的岩体设置对拉预应力锚索对增加岩体的稳定性十分有利,在洞室开挖过程中,

锚索发挥了较好的作用。

(5)敏感性分析表明:岩体内摩擦角的取值对围岩稳定的影响较大。

4 结语

中梁一级水电站地下厂房洞室群的三维数值仿真分析计算表明:选择合理的支护型式、支护范围及支护参数,可以有效改善围岩的应力分布和变形状况,同时可对支护工程进行有效地优化,有

(下转第76页)

发现任何变形破坏迹象。同时,由于该堆积体形成于晚更新世中期(Q3),为冰碛堆积体,颗粒之间嵌合较紧密,具有一定的胶结,故经综合判断认为该堆积体现状稳定。

4.2 稳定性计算

计算参数的选取以室内强度试验成果为基础,结合工程类比、参数反演等综合选取,所选择的计算参数见表1。根据水电工程的特点,主要考虑天然、暴雨、地震、蓄水、蓄水+暴雨、蓄水+地震等六种工况。地震工况下坝址区50 a 10%的基岩水平峰值加速度峰值为164 gal。

表1 堆积体稳定性计算参数取值表

岩土名称	天然状态			饱水状态		
	容重 /kN·m ⁻³	内聚力 /kPa	摩擦角 /°	容重 /kN·m ⁻³	内聚力 /kPa	摩擦角 /°
冰碛堆积体	21.4	50	35	23.3	30	31
基岩	27	1 600	50	27	1 600	50

根据极限平衡原理,采用土质边坡常用的简化毕肖普法(Bishop法)及摩根斯坦-普赖斯法(M-P法),选取堆积体的两个代表性剖面进行稳定性计算。堆积体整体稳定计算以基覆界面作为底滑面,局部稳定计算采用圆弧滑面搜索潜在滑面,稳定计算成果见表2。

表2 堆积体稳定性系数计算成果表

计算方法	计算剖面	滑面	天然	暴雨	地震	蓄水	蓄水+暴雨	蓄水+地震	备注
简化 Bishop 法	纵1-1	基覆界面	1.47	1.26	1.26	1.35	1.21	1.16	整体稳定
	纵2-2	基覆界面	1.33	1.16	1.56	1.31	1.12	1.14	
M-P 法	纵1-1	基覆界面	1.44	1.27	1.24	1.35	1.23	1.18	
	纵2-2	基覆界面	1.3	1.14	1.12	1.28	1.1	1.11	
简化 Bishop 法	纵1-1	潜在滑面	1.33	1.15	1.16	1.19	1.08	1.04	局部稳定
	纵2-2	潜在滑面	1.26	1.12	1.1	1.17	1.04	1.03	
M-P 法	纵1-1	潜在滑面	1.33	1.16	1.16	1.18	1.07	1.03	
	纵2-2	潜在滑面	1.24	1.08	1.09	1.16	1.03	1.02	

稳定计算成果表明:①在六种计算工况下,整体稳定性系数均大于1.1,整体稳定性较好;②在蓄水+暴雨、蓄水+地震工况下,局部稳定系数大于1,小于1.05,堆积体局部稳定性处于临界状态。

5 结语

通过上述对坝前堆积体成因机制分析及稳定性计算,可以得出以下结论:

- (1)堆积体属我国西部地区末次冰期冰川运动遗留的冰碛堆积体,形成于晚更新世中期。
- (2)堆积体地表没有发现任何变形破坏迹象,加之成因为冰碛堆积,坝前堆积体现状稳定。
- (3)稳定计算成果表明,堆积体整体稳定性较好,在蓄水+暴雨、蓄水+地震工况下,坝前堆积体局部稳定性处于临界状态。
- (4)定性分析和定量计算分析结果表明,坝

(上接第72页)

利于减少投资并缩短工期。因此,采用三维数值仿真分析方法对地下厂房洞室群围岩稳定进行分析计算,可以为地下厂房的结构布置及围岩支护设计提供依据和验证,不失为一种行之有效的分

前堆积体整体稳定性较好,对枢纽布置方案选择及后期施工和运营影响较小。

参考文献:

- [1] 杨俊彪,向强.某近坝岸堆积体形成机制及稳定性分析[J].地质灾害与环境保护,2006,17(4):47~50.
- [2] 晏长根,祁生文,伍法权,等.大渡河猴子岩水电站库尾段藏碛群斜坡巨型堆积体的成因分析[J].工程地质学报,2006,14(2):159~164.
- [3] 崔杰,王兰生,徐进,等.深切河谷岸坡大型堆积体成因及稳定性研究[J].灾害学,2007,22(2):46~49.
- [4] 张伟元,王士天,王兰生.工程地质分析原理[M].北京:地质出版社,1994.

作者简介:

李小波(1976-),男,四川邻水人,高级工程师,硕士,从事水电工程地质工作;
 吴莉(1978-),女,河南信阳人,副教授,硕士,从事公路桥梁专业的教学与科研工作;
 吉华伟(1980-),男,河北藁城人,工程师,学士,从事水电工程地质工作。
 (责任编辑:李燕辉)

析计算方法,可为类似工程的设计和提供一定的参考。

作者简介:

刘婷(1968-),女,湖南攸县人,副设计总工程师,高级工程师,学士,从事水电站设计工作。

(责任编辑:李燕辉)