

文章编号:1001-5485(2009)S1-0018-05

锦屏二级水电站引水隧洞三维渗流分析

许国安, 邵宇

(中国水利水电科学研究院 岩土工程研究所, 北京 100048)

摘要:锦屏二级水电站位于四川省雅砻江干流锦屏大河湾上,利用大河湾之间的水位落差,凿洞引水发电,是雅砻江上装机规模最大的水电站。其引水隧洞长约18~20 km,并具有超深埋、大直径特点。工程地质和水文地质条件极其复杂,采用反演分析方法来确定水文地质参数;由于研究的范围很大,而隧洞尺寸相对很小,计算模型采用大模型和小模型相结合的连续介质模型,对大结构面如断层则采用薄断层单元来模拟其导水率。通过计算分析研究,预测引水隧洞在施工中的最大渗水量,评价、分析和讨论了隧洞开挖和形成后对周围环境的影响,为设计施工提供参考依据。

关键词:锦屏二级水电站;引水隧洞;三维渗流分析;反求参数;渗漏量

中图分类号:TU443

文献标识码:A

1 概述

锦屏二级水电站位于四川省凉山彝族自治州木里、盐源、冕宁三县交界处的雅砻江干流锦屏大河湾上。该电站装机480万kW是雅砻江上装机规模最大的水电站

1.1 工程概况

锦屏二级水电站是利用雅砻江锦屏大河湾之间的水位落差,凿洞引水发电的引水式电站。其引水隧洞长约18~20 km,并具有超深埋、大直径特点。最大埋深2 525 m,开挖直径为11.0 m。上游校核洪水位为1 652.53 m,设计洪水位为1 651.24 m,正常洪水位为1 645.5 m,上游正常高水位为1 630.0 m,下游最低水位为1 325.6 m。引水发电工程由首部枢纽引水系统和地下厂房枢纽3大部分组成;引水系统由进水口、引水隧洞,上游混合式调压室高压管道尾水调压室、尾水隧洞及尾水出口等组成。

1.2 地质条件

锦屏二级水电站工程区位于云贵高原岩溶区与青藏高原岩溶区接壤地带的锦屏山雅砻江大河湾河间地块,为典型的高山峡谷地貌景观,山势雄厚峰迭嶂,河谷深切,峭壁陡立。最大相对高差达3 150 m,地形主分水岭稍偏于西侧,两侧地形不对称,东

侧宽缓,西侧窄陡。雅砻江水急多滩,坡降大,两岸岸坡陡峻,河谷呈“V”字谷形。

本区出露地层以三迭系为主,其中碳酸盐岩地层约占70%~80%,其次为砂板岩。主要断层有:F4、F5、F6、F8、F10、F11,工程区的节理以NNE向的顺层节理和NNW向张扭性节理最为发育,NNW是主要的导水通道。

本地区岩溶主要发育在白山组大理岩中,锦屏山体中部比东西两侧的岩溶发育程度强而形成一系列排泄高程较高的泉,如:老庄子泉群、磨房沟泉、三股水泉等;NNW向裂隙岩溶发育。溶蚀裂隙是本区最主要的渗流通道;白山组大理岩带是工程区岩溶发育相对较强的区域。本区以磨房沟泉和老庄子泉群为排泄基准面,抑制了岩溶向深部发育。钻孔资料表明,随钻孔深度的增加,溶孔、溶隙的发育强度明显减弱,规模逐渐变小。但探洞资料表明,即使在1 400 m高程以下,溶蚀裂隙对隧洞附近地下水运动的影响仍非常严重。

东部Ⅲ区盐塘组地层,为中、弱溶化岩组及非可溶岩成间层分布,不利于岩溶发育。据勘探资料:毛家沟201号钻孔位于白色大理岩中,孔口高程2 267.85 m,孔深300 m,未见溶蚀裂隙和溶孔,透水性极微弱,周家坪201号钻孔孔深514 m,周家坪探洞500 m,均未见大于0.2 m的溶蚀裂隙。溶蚀裂隙具有陡倾角特点,钻孔内揭露的概率较小,但钻孔

收稿日期:2009-07-30

作者简介:许国安(1938-),男,福建泉州人,教授级高级工程师,主要从事岩土工程渗流分析方法和渗流控制的研究,(电话)010-63204021 (电子信箱)xuguonan1224@163.com。

中仍揭露出数 mm 至 20 mm 规模的溶蚀裂隙。老庄子 1 号钻孔还多处发现达 20 mm 宽的溶蚀裂隙和 5 mm 至 100 mm 的溶孔,实测单位面积涌水量大达 $57\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。它们对地下水活动具有举足轻重的影响。

工程区与大河湾外无水力联系,岩溶地下水的补给来源为大气降雨和降雪,降雪降水的高程效应十分明显。锦屏山分水岭地带大气降水中降雪占有相当份量,降雪融雪入渗的过程比降雨得多,从而大大地提高了降水的人渗率,此地带有的区域大气降水入渗系数可达 $0.598 \sim 0.748$ 。根据多年降水资料分析,各泉域的人渗系数为 $0.420 \sim 0.536$,工程区还普遍存在谷沟地表径流的下渗补给,它既是大气降水补给的持续,也是不同地质单元间地下水径表发生转换的一种形式。

1.3 分析方法

(1) 锦屏工程区工程水文地质条件复杂,地下水极为丰富,是典型的有溶蚀岩体渗流问题。由于目前关于岩溶的定量资料非常少,只能采用连续介质模型。把水在裂隙中流动,概化到整体岩体,认为岩体渗透性是各向异性,而对于位置确定的大结构面则采用薄断层导水单元来模拟其导水率^[1]。

大裂隙渗流通道的渗流运动可能偏离达西定律,但将裂隙流平均到整个岩体后可认为仍服从达西定律。为了简便起见,本文仍按符合达西定律来研究。

(2) 由于现有水文地质参数的资料较少,拟采用反演分析方法来确定水文地质参数。反演分析方法采用间接法^[2]。并利用已有的观测的有关资料,对反演分析结果进行验证和修正。

(3) 由于研究的范围很大,而隧洞尺寸相对很小,故在计算中模型采用大模型和小模型相结合。

2 模型设计

由于研究的范围很大,而隧洞尺寸相对很小,故在计算中模型采用大模型和小模型相结合。用大模型进行整个工程区水文地质参数的反演,并为小模型计算提供边界条件;用加密网格的小模型能较为合理地模拟隧洞尺寸。

2.1 大模型的范围和网络剖分

模型的东边界沿雅砻江中心线截取,底部取至 0.0 m 高程,将该两边界设置为不透水边界(第二类边界条件)即 $\partial H/\partial n = 0$ 。东边界雅砻江按江面高程控制设置已知水头值,模型的北边界取至接兴沟,模型的南边界取至大湾子附近。并设置不透水边界,

即 $\partial H/\partial n = 0$,模型的西边界南部以相对隔水层 T_3 砂板岩为界,西边界北部(隧洞线以北)以主分水岭为界。所研究区域内的东侧地下水出露的沟谷有磨房沟、楠木沟、木萨沟、大水沟、漫桥沟,地下水出露的岩溶大泉有磨房沟泉、老庄子泉、三股水泉。磨房沟泉位于高程 2 174 m 的磨房沟上游,出露于 T_{2b}/T_2 接触带的东侧,老庄子泉群位于老庄子沟高程 2 170 ~ 2 130 m,三股水泉位于三股水高程为 1 468 ~ 1 455 m,在地下水地露的地区模型按已知水位和地下水出露高程进行控制,东雅砻江南段、中段(即 $y = -10 \text{ km}$ 至 $y = 15 \text{ km}$)按 1 330 m 高程控制,北段(即 $y = 16 \text{ km}$ 至 22 km)按 1 400 m 高程控制。

计算网络设计:沿 y 方向(即垂直于隧洞线的方向)共分 27 个剖面,在所研究的区域内,一般每 1 km 一个剖面。但远离隧洞的区域每 2 ~ 4 km 一个剖面。沿 x 轴方向(即隧洞线方向)分 24 个网格,沿 z 轴方向(即垂直向上方向)分 9 个网格,共 5 616 个单元。总节点数 6 750 个,单元采用 8 个节点的等参数六面体单元。另外,我们用 4 个节点的等参数导水单元来模拟管道裂隙的水文地质单元,在所研究区域的 F_4, F_5, F_{10}, F_{11} 等主要断层,采用 4 个节点的等参数断层导水单元来模拟沿断层影响带的透水性。

2.2 小模型的范围和计算剖分

在天然渗流场的模型范围内截取隧洞工程区加密网格,即在隧洞线以北 10 km 处截取,作为模型的北边界。在隧洞线以南处 10 km 截取,作为模型的南边界,东西边界和底部边界与天然渗流场模型范围一样,模型的南北边界,按已知边界控制,即用天然渗流场的计算结果作为其已知边界条件,为了提高求解精度,在引水隧洞附近区域加密网格,沿 y 方向(即垂直于隧洞线方向)共分 27 个剖面,沿 x 轴方向(即沿隧洞方向)分 24 个网格,沿 z 轴方向分 12 个网格,共 7 488 单元,总节点数为 8 775 个节点,单元仍采用 8 个节点的等参数单元,管道裂隙水文地质单元仍采用 4 个节点薄断层导水单元。

3 大模型范围内工程区天然渗流场反演分析

3.1 工程区各岩层渗透系数和地表降水量及其入渗系数的确定

3.1.1 各岩层渗透系数的确定

根据锦屏地区的工程地质岩溶水文地质和磨房

沟泉附近的 201 号钻孔和老庄子沟 1 号钻孔的勘探资料以及长探洞的有关资料,划定了水文地质分区。并初步确定了各个水文地质区域的主渗透方向及主渗透系数的相对关系,初步确定的渗透系数见表 1。然后进行实际可能的各种组合的反演计算。反演计算得到渗流场各节点的水头值以及磨房沟泉和老庄子泉的渗流量,与钻孔观测资料以及长探洞堵头的水压力观测资料比较;经过 20 多次的反演计算,反复修改各岩层的渗透系数最后确定的水文地质参数及相应的各泉水流量、长探洞流量的结果列于下面表 2 和表 3。从表 2 和表 3 中,可以看到反演计算成果值与实际观测值大体接近,虽然老庄子泉和磨房沟泉的反演计算值比平均观测值稍为偏大,但是观测的时间是 1967 年和 1992 - 1997 年期间,这段时间,长探洞的开挖对这两个泉水流量的观测值有一定影响。长探洞的反演计算值比观测值偏小,观测

值即为 1996 年 1 月 8 日 3 + 948 出水段封堵关闸前的涌水量,长探洞的涌水量是随洞深而变化,观测难免有所误差。另外长探洞涌水量那样大,说明白山组 T_{2b} 与盐塘组 T_{2y} 之间有一定的水力联系。但限于资料少,计算中没有模拟,故计算值偏小。可以认为,确定的渗透系数基本上反映了工程区的水文地质宏观情况。

3.1.2 地表降水量及其入渗系数的确定

根据岩溶水文地质观测资料,我们按不同岩层、不同高程分成几个不同降水量和不同入渗系数的区域。

3.2 天然渗流场分析

最后反演计算得出的渗流场就是工程区年平均意义下的天然渗流场,详见图 1。从图上可以看到:

(1) 研究区域内的地下水自西向东,成散流形式排向当地支沟或直接排向雅砻江的。

表 1 引水隧洞工程区各岩层渗透系数

地层岩性名称	富水性程度	高程层次	岩体代号	渗透系数初定值/($m \cdot d^{-1}$)	反求确定的渗透系数/($m \cdot d^{-1}$)		
					K_z	K_y	K_x
上统砂板岩	强	上层	T_a	<0.01	0.008	0.008	0.008
				1.0 ~ 1.5	1.2	1.2	1.2
中统白山组	强	中层	T_{2b}	0.01 ~ 0.3	0.2	0.04	0.2
三迭系		下层		<0.01	0.008	0.008	0.008
		上层		0.01 ~ 0.1	0.05	0.06	0.06
		中层	T_{2y}	0.01 ~ 0.05	0.05	0.0125	0.05
		下层		<0.01	0.008	0.008	0.008
中统盐塘组	弱		T_{2y}^5	0.01 ~ 0.3	0.011	0.2	0.2
	中						
二迭系上统	弱			<0.01	0.008	0.008	0.008
		上层		0.05 ~ 0.3	0.1	0.1	0.1
石炭系中上统黄龙 - 马平组	中	中层		0.01 ~ 0.3	0.1	0.02	0.1
		下层		<0.01	0.008	0.008	0.008
断层			F4	6.0	导水单元厚度为 12 m		
			F5	4.0	导水单元厚度为 10 m		
			F10	1.2	导水单元厚度为 5 m		
			F11	1.2	导水单元厚度为 5 m		

表 2 研究区域内泉水点和长探洞的流量观测值与反演计算最后成果值的比较

项目名称	所在岩层	高程/m	观测值/($m^3 \cdot s^{-1}$)			反演计算值/($m^3 \cdot s^{-1}$)	误差/($m^3 \cdot s^{-1}$)	平均观测的观测时间
			最小值	最大值	平均值			
老庄子泉群	白山组大理岩	2 130 以上	0.20	9.66	1.96	2.175	0.125	1967 年,1992 - 1997 年
磨房沟泉	白山组理岩	2 174	0.0	11.68	5.203	5.62	0.417	1967 年,1994 - 1997 年
长探洞	盐塘组 T_{2y}^4 、 T_{2y}^5 、 T_{2y}^6	1 350 以上			3.32	2.535	-0.785	1996 年月封堵关闸前

表 3 研究区域内长探洞的堵头水压力观测值与反演计算最后成果值的比较

项目名称	位置及所在岩层	高程/m	观测水压力值			反演计算值/m
			最小值/MPa	最大值/MPa	平均值/MPa	
2 845.5 出水段	盐塘组 T_{2y}	1 380.5	7.73	9.32	8.33	2 213.5
3 500 出水段	盐塘组 T_{2y}	1 380.5	7.77	9.34	8.40	2 220.5

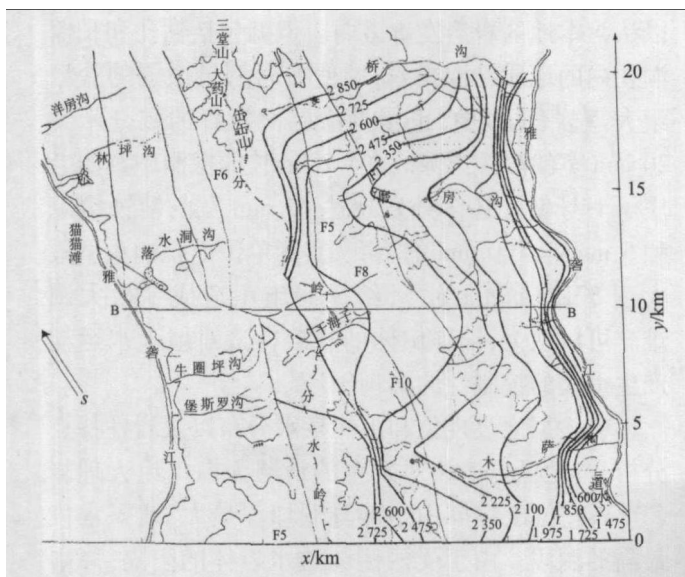


图1 初始渗流场地下等水位线

(2) I区三迭系中统白山组大理岩地区地下水埋藏较深,均在1 000 m以上,且地下水变化平缓,近似水平,这是因为白山组岩溶发育,渗透性大,节理、断层倾角陡,顺层溶蚀裂隙形成垂直或近垂直的岩溶化带,而白山组两边又有渗透性很小的砂板岩 T_3 和二迭系上统变质岩 P_2 起了阻隔作用,使白山组地带成为地下水贮存场所。

(3) 在低洼地带和个别沟边和江边有渗流出逸现象,个别地处相对隔水层地带的泉水出口高程不能代表当地的地下水位,如缶缶山附近的水泉。

4 小模型范围内长探洞开挖后的计算成果及分析

工程区的各岩层渗透系数、地表降水量及其入渗系数同大模型。

长探洞洞口高程为1 350 m高程,探洞坡比为12‰,探洞直径约为3.0 m。我们进行了长探洞开挖长度为3.6 km和4.2 km的方案计算,计算成果见图2,从图上可以看到,在长探洞开挖后附近2 km的范围内地下水位下降200.0 m以上,在长探洞附近3 km范围内地下水下降100 m以上,对于开挖长度为3.6 km,在老庄子泉域和磨房沟泉域附近地下水位下降10~20 m。对于开挖长度为4.2 km,在老庄子泉域和磨房沟泉域附近地下水位分别下降20~26 m。在远离长探洞的地区,地下水位下降在10 m以下。长探洞开挖对老庄子泉和磨房沟泉的流量影响较大,对于开挖长度为3.6 km磨房沟泉的流量下降至 $1.868 \text{ m}^3/\text{s}$,老庄子泉流量下降至 $1.639 \text{ m}^3/\text{s}$;对

于开挖长度为4.2 km,磨房沟泉的流量下降至 $1.678 \text{ m}^3/\text{s}$,老庄子泉的流量下降至 $1.351 \text{ m}^3/\text{s}$,这与长探洞开挖的观测情况基本一致。

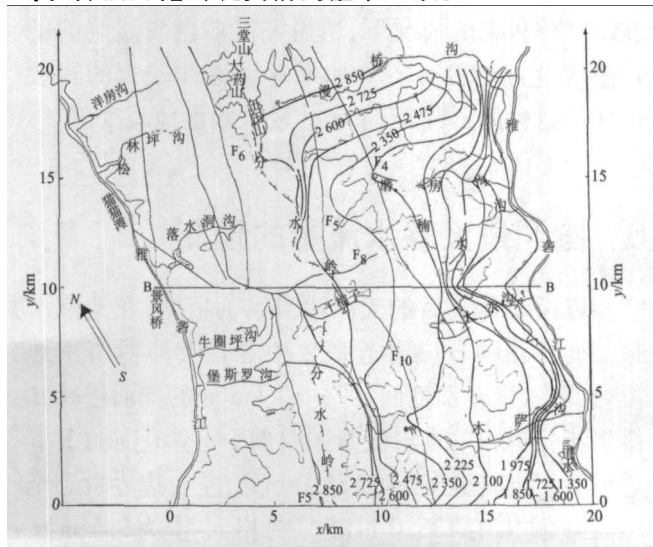


图2 长探洞渗流场的地下等水位线

5 小模型范围内隧洞形成后的计算成果及分析

为了简便起见长隧洞轴线高程按1 600 m高程控制隧洞直径为11.0 m。考虑到长隧洞大部分地段的岩体较完好,在进行计算时,认为长隧洞不做衬砌是透水的。长隧洞方案的计算结果见图3。从图上可以看到在隧洞附近的南面4 km范围内和北面3 km范围内地下水位下降150 m以上,在隧洞南面的5 km范围内和北面的4 km范围内地下水位下降100 m以上,在小模型范围内的其他区域地下水位

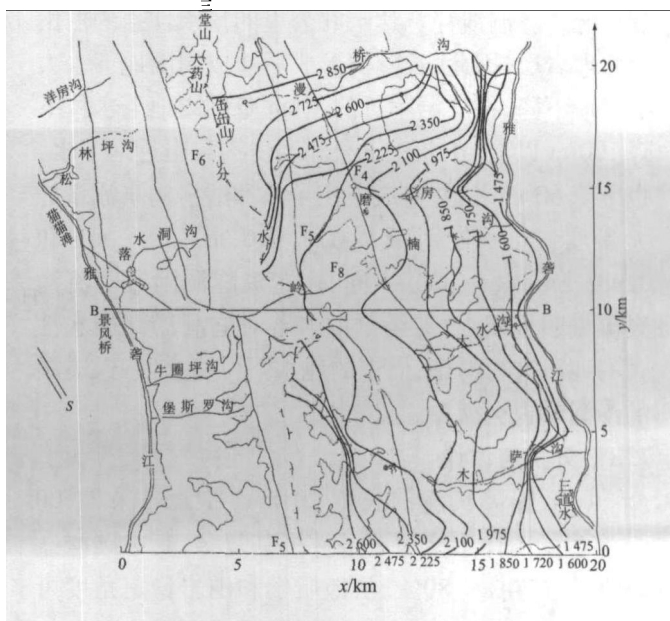


图3 长隧洞形成后渗流场的地下水等水位图

也有不同程度的下降。在老庄子泉和磨房沟泉附近地下水位分别下降 58 m 和 66 m。这两口泉水流量也有很大减少,分别为 $1.016 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $0.983 2 \text{ m}^3/\text{s}$ 。在不考虑衬砌的情况下,所研究区域内长隧洞的稳定渗流量为 $5.08 \text{ m}^3/\text{s}$ 。如果对渗透性较大的岩层地区进行衬砌,其渗流量将会较大幅度地减少。

6 隧洞最大渗水流量的预测

以反演计算后的天然渗流场为依据,在地下水最高而所在的岩层渗透系数相对较大的白山组地段,选取一个典型剖面,即 $x = 7 \text{ km}$ 处的剖面进行二维渗流分析和单宽渗流量的计算,模型范围的上下边界取至距离隧洞中心 175.0 m 处,左右边界也到至距离隧洞中心 175.0 m 处。网格尺寸为 $2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$,共 4 900 个等参数四边形单元,总节点数 5 041 个,模型四周边界采用初始渗流场计算结果的水头值作为已知边界值。隧洞洞壁边界按 1 600.0 m 高程控制,计算结果的单宽渗流量为 $0.003 87 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。

同时,我们按上述模型范围进行电网络法渗流试验,试验测得的单宽渗流量为 $0.003 89 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$,计算和试验结果基本一致。

7 评价与分析讨论

7.1 长隧洞形成后对周围环境影响的评价

隧洞工程区岩溶发育程度总体较弱,但岩溶发育特征主要是垂直系统为主,不存在广泛的层状岩溶系统。隧洞线穿宽达十几公里的富水性强的白山组大理岩层,因此,长隧洞形成后造成周围地下水大幅度下降,在隧洞附近的 4 km 范围内地下水位下降 100 m 以上。在老庄子泉和磨房沟泉附近地下水,也下降 60 m 多,并造成老庄子泉和磨房沟泉流量的大幅度减少,分别减少为 $1.016 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ 和 $0.983 2 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。同时,造成隧洞附近明流沟渠流量明显减小,甚至干涸。若对隧洞局部透水性大的地段进行衬砌,周围的地下水位将会回升,隧洞的渗漏量也会减少。

7.2 分析与讨论

(1) 锦屏长隧洞长近 20 km,最大埋深 2 500 m,穿过的山体水文地质条件极其复杂,其中碳酸盐岩地层占 70% ~ 80%。从地质学和围岩稳定角度可

以认为本地区岩溶发育微弱。但据包括钻孔和长探洞在内的地质勘探揭露,即使在岩溶最微弱的盐塘组大理岩(T_{2y})中,也屡见沿层面发育的数毫米到 20 mm 宽的溶蚀裂隙。在 4.2 km 长的探洞中查明老庄子 1 号钻孔还多处发现达 20 mm 宽的溶蚀裂隙和 5 mm 至 100 mm 的溶孔,实测单位面积涌水量最大达 $57 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,给探洞施工造成了极大困难。可以认为,锦屏山体的岩溶构造对地下水运动产生重大的控制性的影响。

(2) 据地表现象和山体泉水分布以及岩性特点分析,本地区岩溶相对发育的地层为白山组大理岩(T_{2b}),它位于锦屏山中部隧洞埋深最大、地下水位最高的洞段。由于受两侧弱透水岩体的阻隔,降雨渗入 T_{2b} 沿较高部位以泉水的方式排泄,形成本地区水文地质的主要特点。目前尚不知隧洞高程(1 600 m) T_{2b} 溶蚀裂隙发育程度。但从高程仅为 1 350 ~ 1 400 m 的探洞中揭露,岩溶发育程度较弱的 T_{2y} 岩层中已见有大量溶蚀裂隙,不难推测,高程为 1 600 m 的长隧洞穿过 T_{2b} 时将可能遇到更为发育的岩溶管道和溶蚀裂隙。

(3) 根据分析结果得出地下水最大埋深为 1 000 m。这是恒定流的分析成果,即按平均入渗率计算的成果。真实的情况是,全年降雨极不平衡。由于 T_{2b} 在地表不仅裂隙发育,且多见落水洞,岩溶洼地,岩溶斜井等垂向导水构造。当遇暴雨时,大量降水进入这些构造,但又受深部岩溶裂隙及过水能力的约束,可能形成极高的通达山顶地表的地下水位,对衬砌产生短时特大的外水压力,或在施工时形成短时间特大的突发流量。天生桥二级水电站引水隧洞通过岩溶发育的灰岩,暴雨时山顶落水洞就常短时间存水。但天生桥深部岩体中有岩溶暗河体系,排水通畅,对外水压力起到减压作用。而锦屏山体中无暗河体系,受东西两侧弱透水岩层影响, T_{2b} 排水受阻,暴雨引起的外水压力可能将更为严重。

参考文献:

- [1] 杜延龄,许国安. 渗流分析的有限元法和电网络法[M]. 北京:水利电力出版社,1992.
- [2] 杜延龄,许国安. 反求水文地质参数方法[J]. 水利水电技术,1994,244(2):30-34.

(编辑:曾小汉)

(下转第 28 页)

- [13] Van GENUCHTEN M Th. A closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils [J]. Soil Sci Soc Am J, 1980, 44:892 - 898.
- [14] GREEN W H, AMPT G A. Studies on Soil Physics, Part I, the Flow of Air and Water Through Soils[J]. J. Agric. Sci., 1911,4(1): 1 - 24.
- [15] 朱 伟,秦建设,高玉峰. 求解非饱和土堤初始浸润线的一种解析法[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2003,31(3):314 - 317.
- [16] 张蔚榛. 地下水与土壤水动力学[M]. 北京:中国水利出版社,1996.
- [17] 荣 冠,张 伟,周创兵. 降雨入渗条件下边坡岩体饱和和非饱和. 渗流计算[J]. 岩土力学,2005,26(10): 1545 - 1550.
- [18] 彭 华,陈胜宏. 饱和-非饱和非稳定渗流有限元加速技术[J]. 武汉大学学报(工学版),2001,(3):9 - 12.

(编辑:周晓雁)

Infiltration Effect Research on Atomized Rain into Slope

LI Xin-qiang¹, XIE Xing-hua²

(1. Department of Geotechnical Engineering, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: With the construction of high dams with large reservoir in China, the stability problem of slopes under atomized rain area is outstanding. Atomized rain usually lasts rather a long time with heavy precipitation, which is very difficult to maintain the stability of a slope. The strength reduction of geomaterial and the load increase of atomized rain inside the slope are the cause which makes the slope failure. However, the coupling action is less considered. On the basis of the theoretical analysis, two suggestions are proposed: The infiltration boundary condition must be redefined in seepage analysis; The conception that the matrix suction is not equal to negative pressure of unsaturated zone is formed during the process of stress and strain analysis, and the matrix suction involves in spacing ratio, saturation, etc. In combination with an example, the coupling analysis of seepage and stress is performed with a hydraulic slope under atomized rain.

Key words: slope; atomized rain; unsaturated; coupling analysis

~~~~~  
(上接第 22 页)

## Three Dimensional Seepage Analysis on Diversion Tunnel of Jinping No. 2 Hydropower Station

XU Guo-an, SHAO Yu

(China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Jinping No. 2 Hydropower Station is situated at the large river bend of the main stream of Yalon River in Sichuan Province. It is a diversion type hydropower station with the largest installed capacity on Yalon River. The diversion tunnel is 18 - 20 km long. It has large diameter and lies in very deep rock stratum. Owing to the very complicated geological conditions of rock stratum and insufficient technical data, back analysis method is used for determining the parameters. As the wide range of study field and the small dimension of the tunnel, the large model combined with small model is applied in the analysis. The analysis uses the continuous medium model. For the large structure face, such as fault, a thin layer water conduction element is used to simulate its conductivity. From the analysis, the maximum leakage of the tunnel during construction is predicted. The impact of tunnel excavation on the surrounding environment is evaluated.

**Key words:** Jinping No. 2 Hydropower Station; diversion tunnel; three dimensional seepage analysis