DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.05.017

杭州紫之隧道地下水环境影响评价

杨建元[1],饶 猛[1],何桂凤[2],房云峰[1],董贵明[3]

(1.中国水电顾问集团华东勘测设计研究院浙江华东建设工程有限公司,浙江 杭州 310030;
2.昆明绿地环保工程咨询有限公司,云南 昆明 650228;3.中国矿业大学资源与地球科学学院,江苏 徐州 221116)

摘要:以杭州紫之隧道为例,阐述地下水环境影响评价过程,提出分段运用解析法、水文地质条件分析和水均衡法相结合的隧道地下水环境影响预测方法。结果表明:紫之隧道在施工期和永久运行期对地下水的影响小。

关键词:杭州紫之隧道;水文地质条件;地下水;环境影响评价;解析法;水均衡法

中图分类号:X820.3 **文献标志码**:A **文章编号**:1004-6933(2013)05-0079-07

Groundwater environmental impact assessment of Zizhi Tunnel in Hangzhou City

YANG Jianyuan[1], **RAO Meng**[1], **HE Guifeng**[2], **FANG Yunfeng**[1], **DONG Guiming**[3]

(1. *East China Construction Engineering Corporation of Zhejiang*, *HydroChina Huadong Engineering Corporation*, *Hangzhou* 310030, *China*;
2. *Kunming Green land Environmental Protection Engineering Consulting Co.*, *Ltd.*, *Kunming* 650228, *China*;
3. *School of Resource and Geoscience*, *China University of Mining and Technology*, *Xuzhou* 221116, *China*)

Abstract: Taking the Zizhi Tunnel in Hangzhou City as an example, this paper describes the process of groundwater environmental impact assessment. A piecewise method using the analytical method, hydrogeological condition analysis, and the water balance method is proposed for the prediction of the tunnel groundwater environmental impact. The results show that the Zizhi Tunnel will have little impact on groundwater during its construction period and permanent operation period.

Key words: Zizhi Tunnel of Hangzhou City; hydrogeological condition; groundwater; environmental impact assessment; analytical method; water balance method

在 HJ 610—2011《环境影响评价技术导则-地下水环境》[1](以下简称导则)开始实施以后,国内已经陆续开展了各类建设项目的地下水环境影响评价工作。工作的重点和难点是如何针对项目本身可能产生的水环境问题,依据导则要求,确定评价等级并采用合适的方法完成地下水环境影响评价。隧道工程由于其涌水问题突出,且往往位于基岩山区,水文地质条件一般较复杂,其地下水环境影响评价问题具有一定的难度,在导则实施以后尚未见到有相关的文献讨论这一问题。笔者以杭州市紫之隧道为例,提出分段运用解析法、水文地质条件分析和水均衡法相结合的隧道地下水环境影响预测方法,完成地下水环境影响工作,可为类似工程提供参考和借鉴。

1 地下水环境影响评价等级与要求

1.1 工程概况与项目类别

紫之隧道为“杭城第一隧”,南起之浦路,下穿五浦河、之江路、向西北方向进入山岭区域;经桃桂山、汤家山北侧、白虎湾、罗文尖东侧、竹竿山西侧、象鼻笼山西北侧、龙门山西北侧、美人峰西北侧、北高峰西侧、蔡国忠山西侧山体,向北下穿西溪路、天

作者简介:杨建元(1980—),男,白族,高级工程师,主要从事水文地质、地下水环境、地质灾害方面的研究。E-mail:83556509@qq.com

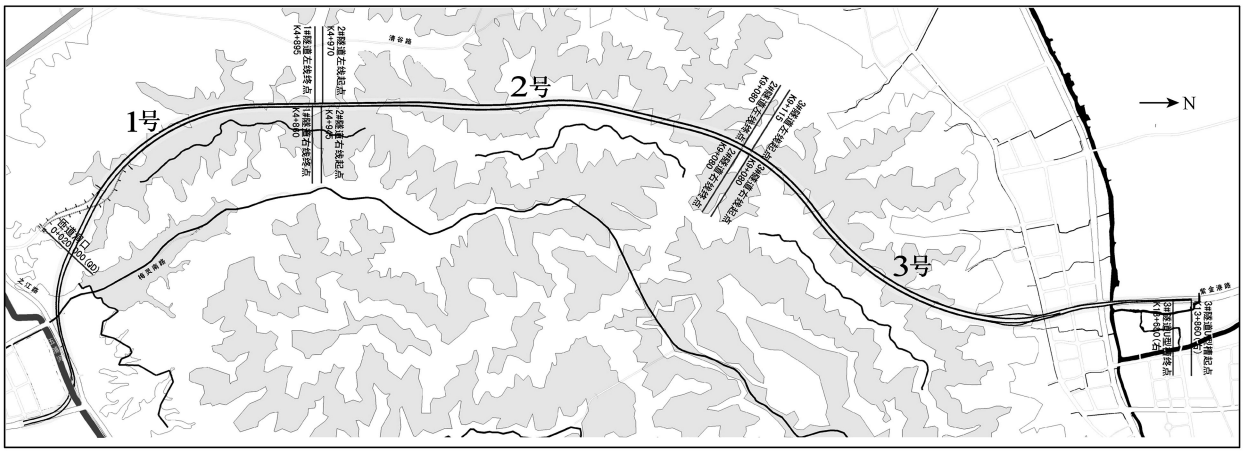

图1　紫之隧道平面布置

目山路、沿山河至北出口终点紫金港路。隧道全长13.9 km,分左右两线,两线几近平行展布,各线包含3座隧道(自南往北分别为1号、2号、3号)、2座桥梁(图1);桥梁总长200 m,隧道与隧道之间采用高架桥形式连接;隧道采用矿山法暗挖后衬砌支护,高架桥采用钻孔灌注桩基础。隧道两端出洞口段采用明挖U型槽及明挖矩形槽暗埋方式。

紫之隧道项目属于线性工程类(隧道)项目,根据隧道工程建设特点及其周边水文地质、工程地质、环境地质条件,在项目建设、永久生产运行过程中,不会造成地下水水质污染,但在项目建设、永久运行过程中,可能引起地下水流场或地下水水位变化,可能导致环境水文地质问题,属Ⅱ类建设项目。

1.2　地下水环境影响评价等级

根据导则[1]规定,Ⅱ类建设项目地下水环境影响评价工作等级按以下条件分为3个级别(表1):①供、排水(或注水)规模;②地下水水位变化范围;③地下水环境敏感程度;④环境水文地质问题的大小等。

表1　Ⅱ类建设项目评价工作等级分级

评价等级	供水、排水(或注水)规模	地下水水位变化范围	地下水环境敏感程度	环境水文地质问题大小
一级	小~大	小~大	敏感	弱~强
	中等	中等	较敏感	强
		大	较敏感	中等~强
	大	大	较敏感	弱~强
			不敏感	强
		中	较敏感	中等~强
		小	较敏感	强
二级	除一级和三级以外的其他组合			
三级	小~中	小~中	不敏感~较敏感	弱~中

紫之隧道地下水排水量按大气降水渗入法[2]计算,约为0.55万 m^3/d,按径流模数法计算约为0.95万 m^3/d。根据导则中的分级标准,建设项目工程供水、排水(或注水)规模分级为中等。

建设项目引起的地下水水位变化区域范围可用影响半径来表示。影响半径是在隧道上方地下水位降至隧道顶部高程的条件下,根据库萨金公式[1]进行计算的。

$$R = 2S\sqrt{DK} \tag{1}$$

式中:R 为影响半径;S 为降深,这里取值为隧道上方含水层厚度;D 为含水层厚度;K 为含水层渗透系数。

根据文献[3]和相关研究结果,对于裂隙含水层,库萨金公式的计算结果一般比实际值偏小2~5倍。考虑到紫之隧道下部风化作用明显变弱,渗透系数明显变小,此处将库萨金公式计算值的3.5倍作为公式估算结果,为31.9~1 154.3 m,根据导则中的分级标准,建设项目引起的地下水水位变化范围分级为小~中等。

紫之隧道影响区域内无名泉分布,地处地质灾害低易发区,表现为小规模崩塌,地质灾害发育不强烈,工程区隧道路线走廊丘陵植被覆盖率超过90%,水土流失问题不突出。主体工程所采取的施工工艺、施工方法等基本符合水土保持要求,各项防治措施实施后,将有效控制工程建设可能产生的水土流失,减轻施工对项目区环境的影响,工程不存在重大的水土保持制约性因素。根据导则中的分级标准,建设项目场地的地下水环境敏感程度为不敏感~较敏感。

紫之隧道工程区四季交替明显,水量充沛,日照充足,无可溶岩分布,工程区不具备产生地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、海水入侵、湿地退化、土地荒漠化等环境地质条件,含水层疏干现象不明显,工程建设不会出现土壤盐渍化、沼泽化问题。根据导则中的分级标准,建设项目造成的环境水文地质问题分级为弱。

根据导则规定,结合上述指标,按表1地下水评价等级划分依据,确定紫之隧道地下水环境影响评

价工作等级为三级。

1.3 评价范围及评价要求

紫之隧道工程建设、永久生产运行过程中可能引发地下水流场或地下水位变化的主要为1号、2号、3号隧道。南、北两端平原区明挖暗埋段、U型槽段施工及运行期均采取止水处理措施,引起地下水流场、地下水位变化的可能性小,因此紫之隧道地下水环境影响评价范围确定为紫之隧道(1号、2号、3号隧道)项目所处的水文地质单元,评价范围面积约43 km^2。

紫之隧道地下水环境影响评价工作等级为三级,建设项目类别为Ⅱ类,评价工作应在搜集、分析紫之隧道工程区及其周边现有资料基础上,补充必要的水文地质钻探、压水试验、地下水监测,说明评价区地下水分布情况,了解当地的主要环境水文地质条件、项目所在区域的地下水开采利用现状与规划;了解建设项目环境影响评价区的环境水文地质条件,进行地下水环境现状评价;结合具体的环境水文地质条件有针对性地进行现状监测,通过地下水均衡法、解析法、水文地质条件分析等方法进行地下水影响分析与评价;提出紫之隧道切实可行的环境保护措施。

2 地下水环境现状

2.1 气象水文特征

工程区属于亚热带季风气候区,四季交替明显,水量充沛,日照充足。历年年平均降水量为1 435 mm,年最大降水量达1 755.6 mm,年最小降水量仅为774.4 mm。24 h最大降水量为252.4 mm,72 h最大降水量为306.5 mm。研究区水系属钱塘江水系,隧道南端穿越五浦河、现状河等河流,北段穿越沿山河等河流。

2.2 地形、地层、构造特征

工程区属杭嘉湖平原的西南端、天目山系余脉的低山丘陵地貌,区域地势呈西高东低之势。南部出口为钱塘江冲海积平原,隧道走廊基本位于丘陵地貌区,沿线植被覆盖率超过90%,地形坡度约5~35°,北线接口则与杭州西部湖沼积平原接壤。

隧道走廊出露的地层以志留系(S)安吉组、大白地组、康山组、唐家坞组粉砂岩,泥盆系(D)西湖组石英砂岩、第四系坡洪积层黏性土夹砂砾石为主,两端出口以冲海积、冲湖积黏质粉土为主。

工程区地质构造较复杂,节理发育,以北东、北西走向,中~陡倾角节理为主,受区域构造影响,紫之隧道主要发育北东向断层带和北西向断层带。北东向断层带以压性为主,断裂带中多胶结,导水性差。

2.3 水文地质条件

根据环境水文特点,按照各岩土类的渗透性、富水性等共分为3个环境水文地质单元(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ),其中丘陵山区层状基岩裂隙水分为2个环境水文地质亚单元($Ⅲ_1$、$Ⅲ_2$)(图2)。即,

Ⅰ:平原区孔隙水。含水组岩性为全新统冲海积砂质粉土、粉细砂潜水含水层(al-mQ_4)、全新统冲湖积粉质黏土潜水含水层(al-lQ4),为沿孔隙渗透补给渗透性弱的松散土堆积区地下水。

Ⅱ:山前谷地孔隙潜水。含水组岩性为全新统洪冲积(p1-alQ_2)、更新统冲洪积、坡洪积砂砾(卵)石为主的潜水含水层(al-p1Q_3、dl-p1Q_3、dl-p1Q_2),为沿孔隙补给渗透性中等~强的松散土堆积区地下水。

Ⅲ:丘陵山区层状基岩裂隙水。含水层岩性为基岩山区层状石英砂岩、粉砂岩、细砂岩、粉砂岩。根据岩性及渗透性等可分为2个亚单元:$Ⅲ_1$为志留系细砂岩构造裂隙水含水岩组的渗透补给、渗透性弱的碎屑岩类地下水;$Ⅲ_2$为泥盆系上统西湖组石英砂岩构造裂隙水含水岩组的沿孔隙裂隙呈层状渗透补给、渗透性中等的碎屑岩类地下水。

2.4 地下水环境条件

结合钻孔水位监测及现状水井、河流等水位测量,水位监测孔及民用水井监测井水位均存在一定的波动,平原区地下水位波动幅度最小,一般地下水位埋深为0.5~2.9 m;山前谷地地下水位波动亦不大,一般地下水位埋深为1.0~4.9 m;丘陵山区地下水水位受降水等气候影响较大,地下水位埋深较大,水位均处于基岩中,一般埋深约10~35 m,个别监测

图2 紫之隧道水文地质平面简图

点枯季埋深达 70 m。

评价区降水充沛,植被发育,地下水以层状基岩裂隙水为主,地下水化学类型为为 HCO_3-Ca 型,评价区内无环境污染源,未有需重点保护目标,无强地下水开采,评价区未发现环境水文地质问题。

3 地下水环境影响预测评价方法

工程沿线在项目建设、永久运行过程中的隧道涌水会引起地下水位的下降,还可能会引起河流的渗漏。地下水位的下降可能会对工程区植被、泉流量、生活用水井产生影响。根据导则中地下水环境影响三级评价工作的要求,且鉴于紫之隧道工程的重要性,其地下水环境影响预测评价采用解析法与水文地质条件分析的组合法、水均衡法分析隧道涌水的影响,进而对隧道产生的环境水文地质问题进行评价。

3.1 解析法与水文地质条件分析的组合方法(方法一)

隧道南北两端处于平原区,地表水水系发达,隧道涌水对含水层水位影响不明显,但会引起河流的渗漏。因此,隧道南北两端仅预测河流的渗漏量。隧道大部分位于基岩山区,隧道涌水将引起地下水位的下降,在基岩山区将预测分析隧道涌水的影响范围和对地下水位的影响。

根据隧道工程特点、含水层厚度变化、含水层边界条件和其他水文地质条件的不同将隧道进行分段,从南向北依次将隧道分成 14 段,各段的基本情况如表 2、图 3 所示。表 2 中隧道长度为隧道纵剖面上量取的水平长度;隧道高程为该段隧道顶部平均高程;当在某段隧道中进行水文地质试验时,渗透系数取值为相应试验平均值,未进行水文地质试验时,取全部水文地质试验结果平均值;给水度取经验值;地下水位取监测期间的平均值。

根据地形地质条件,隧道东侧大部分有山脊线,山脊线处为地下水分水岭,即零通量边界。西侧大部分不存在地下水分水岭,隧道处地下水整体上从分水岭处向西运动。隧道东侧水位变化采用解析法计算分析,西侧采用水文地质条件分析的方法进行

表 2 隧道各分段基本情况

隧道编号	隧道长度/m	隧道高程/m	渗透系数/(m·d^{-1})	给水度	隧道底部以上含水层平均厚度/m	距离东侧分水岭平均距离/m	预测内容	预测方法	
								西侧	东侧
1	1 235	−3.2	3.3	0.15	20.1	无分水岭	河流渗漏量	解析法	
2	900	12.5	0.01	0.02	46.3	无分水岭	水位降深及影响范围	水文地质条件分析	水文地质条件分析
3	900	35.2	0.02	0.02	37.8	221			
4	1 070	61.8	0.01	0.02	34.1	132			解析法
5	1 040	82.2	0.01	0.02	隧道在地下水位以上	—	—	—	—
6	1 040	89.6	0.000 8	0.01	56.7	247	水位降深及影响范围	水文地质条件分析	解析法
7	1 030	93.7	0.000 9	0.01	86.5	327			
8	1 105	97.6	0.016	0.02	95.5	163			
9	730	96.1	0.01	0.02	隧道在地下水位以上	—	—	—	—
10	1 165	75.3	0.01	0.02	55.1	240	水位降深及影响范围	水文地质条件分析	解析法
11	1 000	43.8	0.01	0.02	39.7	355			
12	510	23.7	0.01	0.02	19.9	496			
13	485	8.5	0.01	0.02	19.4	无分水岭			水文地质条件分析
14	1130	−7.2	0.5	0.25	22	无分水岭	河流渗漏量	解析法	

注:编号 1 和 14 为平原区,其他为基岩山区。

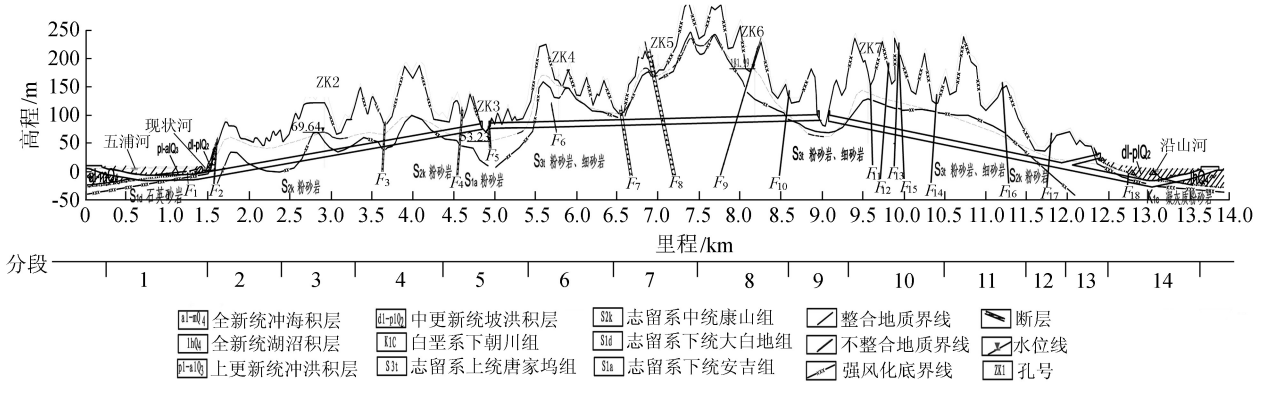

图 3 紫之隧道剖面布置

分析,河流渗流量采用解析法计算。

在解析法降深预测中考虑隧道上方地下水位瞬间降至隧道底部高程,分别计算 1 d、10 d、30 d、90 d、180 d 和 365 d 的地下水位降深情况。地下水降深计算分析不考虑降水补给,降深和渗漏量计算分析均考虑为隧道处于无衬砌或衬砌完全失效状态。

3.2 水均衡法(方法二)

均衡法仅对基岩山区的地下水位降深进行预测。隧道分段情况、地下水位、隧道西侧边界、渗透系数和给水度取值与方法一相同。隧道东侧以分水岭为边界。考虑降水入渗补给,降水入渗系数按照表 2 取值。均衡期为 1 年,预测 25%、50%、75% 不同降水频率和多年平均降水量下的地下水位平均降深。假设隧道处于无衬砌或衬砌完全失效状态。

4 地下水环境影响预测评价

4.1 方法一的预测评价

地下水环境影响预测分析方法一是解析法与水文地质条件分析的组合方法。具体包括隧道东侧存在分水岭边界条件下降深计算的解析法、西侧以及东侧不存在分水岭边界条件下降深的水文地质条件分析法和平原区河流渗漏量的解析法。根据现场勘探分析,第 5 段隧道和第 9 段隧道位于地下水位以上,隧道工程建设对地下水文地质条件影响小,故不再进行这 2 个隧道两侧地下水位降深预测。

4.1.1 分水岭边界条件下地下水位降深预测评价

隧道所在含水层为潜水含水层,假设隧道涌水过程中地下水以垂直于隧道的方向进行一维运动,隧道上方含水层水位瞬间降至为隧道顶部高程。分水岭边界条件下概化后形成如式(2)所示的数学模型。

$$\begin{cases} a\dfrac{\partial^2 H}{\partial x^2}=\dfrac{\partial H}{\partial t} & (0<x<\infty,t>0) \\ H(x,0)=H_0 & (0<x<\infty) \\ \left.\dfrac{\partial H}{\partial t}\right|_{x=0}=0 & (\text{分水岭边界},t>0) \\ H(L,t)=H_0-S & (t>0) \end{cases} \tag{2}$$

其中 $$a=\frac{K(2H_0-S_c)}{2\mu}$$

式中:a 为导压系数;$H=H(x,t)$ 为在 t 时刻与 x 点的水位;x 为隧道垂直方向上距离,从分水岭处算起;t 为涌水时间;L 为隧道至分水岭的距离;H_0 为整个含水层厚度,计算中设定含水层底板标高为 −50 m,经过多次试算,含水层底板标高从 −30 m ~ −70 m变化时,结果相差不大,总体上,含水层厚度越大,所得降深结果越大;S 为地下水位降深;S_c 为该段隧道上方平均含水层厚度;μ 为给水度。

式(2)通过分离变量方法求解,可得降深表达式:

$$S(x,t)=H_0-\left[h_0+\frac{4(H_0-h_0)}{\pi}\right]\cdot \sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n\frac{\cos\dfrac{(2n+1)\pi x}{2L}}{(2n+1)}e^{-\frac{(2n+1)\pi^2 at}{4L^2}} \tag{3}$$

式中:h_0 为隧道至含水层底板平均距离。

由表 2 可知,共有 8 段隧道需使用解析法进行涌水后的地下水降深预测。表 3 给出了在隧道东侧距离隧道为 100 m 和分水岭处各时刻的降深计算结果。

由表 3 可知,随着时间的增加,降深不断变大。在涌水发生 365 d 时,3、4、8 和 10 段隧道东侧降深较大,主要是因为相应段渗透系数和隧道以上含水层厚度相对较大。在有分水岭的各隧道段,隧道涌

表 3 隧道东侧和分水岭处地下水位降深预测结果

距离	隧道编号	桩号+里程范围(m)	水位降深/m					
			t=1 d	t=10 d	t=30 d	t=90 d	t=180 d	t=365 d
隧道东侧距隧道100 m 处	3	2+393 ~ 3+294	0.14	1.36	4.02	10.98	17.79	24.04
	4	3+294 ~ 4+366	0.14	1.45	4.28	11.59	18.26	22.94
	6	5+409 ~ 6+450	0.02	0.26	0.79	2.36	4.70	9.34
	7	6+450 ~ 7+480	0.06	0.40	1.19	3.56	7.10	14.12
	8	7+480 ~ 8+588	0.93	9.28	26.55	60.20	78.43	84.98
	10	9+319 ~ 10+487	0.15	1.49	4.44	12.70	20.34	27.52
	11	10+487 ~ 11+489	0.05	0.47	1.40	4.14	7.94	14.09
	12	11+489 ~ 11+972	0.00	0.00	0.13	1.06	1.97	2.85
分水岭处	3	2+393 ~ 3+294	0.09	0.89	2.65	7.72	14.15	22.16
	4	3+294 ~ 4+366	0.13	1.34	3.99	11.02	17.86	22.85
	6	5+409 ~ 6+450	0.01	0.16	0.47	1.40	2.81	5.67
	7	6+450 ~ 7+480	0.01	0.18	0.55	1.65	3.30	6.67
	8	7+480 ~ 8+588	0.77	7.65	22.36	55.66	76.91	84.87
	10	9+319 ~ 10+487	0.09	0.91	2.72	8.06	12.52	17.55
	11	10+487 ~ 11+489	0.02	0.20	0.60	1.79	3.57	7.11
	12	11+489 ~ 11+972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.29

水的影响边界在分水岭处,分水岭向东受隧道涌水影响明显变小。

4.1.2 隧道西侧及东侧无分水岭各段预测评价

受地形的影响,隧道西侧地下水整体向西运动。当隧道涌水后,由于隧道处地下水位快速下降,因此,隧道西侧一定范围内的地下水将向反方向运动,即向东流入隧道。随着涌水时间的延长,隧道涌水在西侧的影响半径不断变大,地下水水位将继续下降。在某些隧道段的西侧,存在局部的分水岭(长度小于相应的隧道段长度),该部分仍然以分水岭为影响边界;在某些隧道段的西侧,也存在当一直延伸到坡底时,地下水位仍高于隧道底部高程的部分,此时,主要结合库萨金公式再进行对比分析影响半径;隧道段西侧其他条件下以地下水位与隧道底部高程相等处为边界。各隧道段的影响边界均为该隧道段各部分影响边界的平均值。隧道东侧无分水岭条件下(包括有局部分水岭的隧道段)的分析同隧道西侧。各段隧道的最大水位降深为隧道处的水位降深,即隧道处的含水层厚度。隧道西侧及东侧无分水岭各段地下水位降深预测结果如表4所示。

表4 隧道西侧及东侧无分水岭各段地下水位降深预测结果 m

隧道编号	最大水位降深	影响半径	隧道编号	最大水位降深	影响半径
2	46.3	217.2(191.3)	8	95.5	314.6
3	37.8	72.6	10	55.1	231.1
4	34.1	121.8	11	39.7	137.5
6	56.7	222.3	12	19.9	103.4
7	86.5	200.1	13	19.4	158.3(71.9)

注:( )中为相应东侧影响半径。

从表4可以看出,隧道西侧整体影响半径小于东侧,除8号隧道影响半径略超过300 m外,其他各段影响半径均小于300 m,最小为72.6 m。

4.2 方法二的预测评价

均衡区内现状地下水埋深较大(大部分均在10 m及其以上),当隧道发生涌水后,地下水位还将下降,因此,均衡方程中不考虑潜水蒸发,均衡项仅为降水、隧道涌水和潜水含水层的重力释水。均衡方程为

$$10^{-3}P\beta F - 365Q_{涌水} = \mu\Delta HF \tag{4}$$

式中:P为降水量;β为降水入渗系数;F为均衡区面积;$Q_{涌水}$为分段隧道涌水量;ΔH为水位变化量。

涌水量$Q_{涌水}$采用文献[4]中的裘布衣理论公式计算:

$$Q_{涌水} = ZK\frac{H^2 - h^2}{R' - d} \tag{5}$$

式中:Z为分段隧道长度,取值见表2;H为隧道底部以上潜水含水层平均厚度,取值见表2;h为隧道内水深,取0.2 m;R'为隧道涌水影响半径,取值见表4,取东西两侧影响半径的平均值。

采用1956—2011年降水量进行频率计算。经计算,25%、50%、75%不同频率下和多年平均降水量分别为1 667 mm(1970年)、1 542 mm(2009年)、1 360 mm(2000年)和1 537 mm。均衡时段和均衡期均为1年。均衡法计算结果如表5所示。

对比表5和表3、表4可以看出,考虑降水入渗补给条件下,均衡法预测的1年末地下水位降深明显变小了。其中,第6、7、11、12和13隧道段涌水量小于降水入渗补给量,因此,在这些地方隧道涌水对地下水位降深整体下降很小。

4.3 河流渗漏量预测评价

根据文献[3],河流渗漏量计算公式选择为

$$Q = \alpha' BK\frac{P_y - P_0}{0.37\lg\left(\mathrm{ctg}\left(\frac{\pi d}{8h'}\right)\right)} \tag{6}$$

式中:Q为河流渗漏量;α'为河水浑浊程度系数;B为河流下方隧道长度;P_y为河流水面至隧道顶的距离;P_0为隧道内水压;d为隧道直径;h'为河床至隧道底的距离。

河流渗漏量计算结果如表6所示。

表5 均衡法计算结果

隧道编号	桩号+里程范围(m)	涌水量/(万 $m^3 \cdot a^{-1}$)	P=25%		P=50%		P=75%		多年平均	
			补给量/(万 $m^3 \cdot a^{-1}$)	降深/m	补给量/(万 $m^3 \cdot a^{-1}$)	降深/m	补给量/(万 $m^3 \cdot a^{-1}$)	降深/m	补给量/(万 $m^3 \cdot a^{-1}$)	降深/m
2	1+501~2+393	3.63	3.19	0.60	2.95	0.92	2.60	1.39	2.94	0.93
3	2+393~3+294	6.86	2.20	8.82	2.04	9.13	1.80	9.58	2.03	9.14
4	3+294~4+366	3.88	2.26	2.99	2.09	3.30	1.85	3.75	2.09	3.31
6	5+409~6+450	0.43	4.07	整体下降很小	3.76	整体下降很小	3.32	整体下降很小	3.75	整体下降很小
7	6+450~7+480	1.00	4.53		4.19		3.69		4.17	
8	7+480~8+588	25.72	4.40	20.20	4.07	20.52	3.59	20.97	4.06	20.53
10	9+319~10+487	5.72	4.57	1.05	4.23	1.36	3.73	1.81	4.22	1.37
11	10+487~11+489	2.44	4.10	整体下降很小	3.80	整体下降很小	3.35	整体下降很小	3.78	整体下降很小
12	11+489~11+972	0.25	2.55		2.36		2.08		2.35	
13	11+972~12+476	0.63	0.93		0.86		0.76		0.86	

5 结 论

a. 隧道大部分位于基岩山区,岩性以砂岩类为主,无可溶岩分布,工程建设后不会产生地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷和土地荒漠化等环境水文地质问题。

表 6 河流渗漏量计算结果

隧道编号	河流名称	参数值						河流渗漏量/($m^3 \cdot d^{-1}$)
		α'	B/m	K/($m^3 \cdot d^{-1}$)	P_y/($m^3 \cdot d^{-1}$)	h'/m	d/m	
1	五浦河	0.7	60	0.6	9.3	15.3	10	1 090.3
	现状河	0.7	52.5	0.6	7.2	14.1	10	648.5
14	沿山河	0.7	37.6	0.5	18.3	24.9	11	860.5

b. 隧道西侧的平均影响半径为 177.7 m,隧道东侧主要以分水岭为影响边界,平均影响半径为 244.1 m。在假设隧道处于无衬砌或衬砌完全失效状态的条件下,分别采用不考虑降水补给的解析法及水文地质分析组合方法、考虑不同频率下的降水补给水均衡法对隧道排水对地下水位的影响进行预测。结果表明,隧道涌水 1 年后地下水位降幅最大部位位于隧道顶部,地下水位降深由隧道处向东西两侧渐变小;若考虑降水的补给,隧道涌水 1 年后的地下水位降深明显比方法一变小了,且基岩山区的共 12 个隧道段中,第 5、6、7、9、11、12 和 13 隧道段地下水位降深整体下降很小或者基本无变化。

c. 隧道大部分位于基岩山区,民用水井和水库高程均低于隧道开挖高程,隧道涌水对民用水井取水影响小。隧道涌水在一定范围内会引起一定程度的地下水位下降,可能会对影响范围内的植被生长产生影响,但由于工程区降水量丰富,且经隧道内采取堵水措施以后,可有效降低对植被的影响。隧道工程南北两端为平原区,地表水系发达,隧道涌水对地下水位影响不明显。

d. 山岭隧道全断面衬砌,可有效避免地下水渗漏问题;隧道南、北两段平原区明挖暗埋段施工过程中可采用 SMW 工法桩围护结构、钻孔灌注桩加止水帷幕围护结构等措施做好基坑围护与止水,运行期采用防水钢筋混凝土进行结构自防水,结构外缘设置全包式的防水板。

e. 在有效止水措施作用下,隧道永久运行期基本不对工程区及其周边的地下水环境产生影响,施工期对隧道部分区段的地下水环境有一定的影响,但在有效防渗措施情形下项目建设运营对地下水水质影响很小。在相关保护措施实施后,该项目对地下水环境的影响是可以接受的。

参考文献:

[1] HJ 610—2011 环境影响评价技术导则:地下水环境[S].

[2] 田海涛,董益华,王延辉. 隧道涌水量预测的研究[J]. 水利与建筑工程学报,2007,5(3):75-77,97. (TIAN Haitao,DONG Yihua,WANG Yanhui. Study on forecasting for water-gushed yield of tunnel[J]. Journal of Water Resources and Architectural Engineering,2007,5(3):75-77,97. (in Chinese))

[3] 施鑫源,王世杰,石松山,等. 供水水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1983.

[4] TB 10049—2004 铁路工程水文地质勘察规程[S].

[5] DZ 0225—2004 建设项目地下水环境影响评价规范[S].

[6] 地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1983.

[7] 杨维,张戈,张平,等. 水文学与水文地质学[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

[8] 张蔚榛. 地下水非稳定流计算和地下水资源评价[M]. 北京:科学出版社,1983.

(收稿日期:2013-04-23 编辑:徐 娟)

·简讯·

河海大学 3 种期刊入选 2013-2014 年度 CSCD 核心期刊

经过中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database,简称 CSCD)新一轮的定量遴选、学科专家评审和中国科学引文数据库来源期刊遴选委员会的评议,2013-2014 年度中国科学引文数据库核心期刊日前正式发布。由河海大学主办的《水科学与水工程》(英文)和《水利水电科技进展》首次入选,《河海大学学报(自然科学版)》继续入选。

CSCD 建于 1989 年,有“中国的 SCI”称。2013-2014 年度 CSCD 共收录 780 种核心期刊,其中中文期刊 657 种,中国出版的英文期刊 123 种。

CSCD 来源期刊每 2 年遴选一次。每次遴选均采用定量与定性相结合的方法,即在定量数据分析的基础上,聘请国内各学科领域的专家对期刊进行评审,定量与定性综合评估结果构成了 CSCD 来源期刊。

(本刊编辑部 供稿)