

# 桂林市迎宾路污水泵站地质和水文条件的分析及问题预测

## Geologic and Hydrogeologic Conditions and Problem Forecasting of Sewage Pumping Station at Yingbinlu in Guilin

程亚平, 蒋亚萍, 黄宗万

Cheng Yaping, Jiang Yaping, Huang Zongwan

(桂林工学院资源与环境工程系, 广西桂林 541004)

(Dept. of Resources & Environmental Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin, Guangxi, 541004, China)

**摘要:** 分析和评价桂林市迎宾路污水泵站的地形地貌、地层构造、岩溶发育特征和水文条件, 结合水质分析和小降深抽水试验, 预测施工阶段场地的涌水量及其可能出现的问题, 提出相应的工程措施和处理建议。

**关键词:** 污水泵站 工程地质条件 水文地质条件 涌水量 工程措施

中图法分类号: U412.2

**Abstract:** The sewage pump site at Yinbinlu in Guilin is analyzed in Terrain and physiognomy, geologic construct, karst characters, and hydrogeologic conditions. Combined with water quality analysis and pumping test, some problems that may appear in the coming operation were revealed, and some suggestions and treatments were also given.

**Key words:** sewage pumping station, engineering geologic condition, hydrogeologic conditions, discharge, engineering measures

桂林市迎宾路污水泵站位于桂林市桂阳公路迎宾路西侧, 由半地下式泵房、格栅间、配电房和机修仓库(砖混结构)组成, 平面布置图如图1所示, 总建筑面积1230 m<sup>2</sup>, 抗震设防烈度按六度设防(广西基础勘察工程有限公司. 桂林市迎宾路污水泵站岩土工程勘察报告. 广西基础勘察工程有限公司, 2002.)。

本工程安全等级为二级, 广西基础勘察工程有限公司已经对本场地进行了岩土工程勘察, 但未作地质和水文条件评价。本文通过所做的水质分析和简易抽水试验, 对场地的地质水文条件进行了综合评价, 对施工阶段场地的涌水量以及可能出现的问题作出了预测, 并提出工程措施和处理建议。

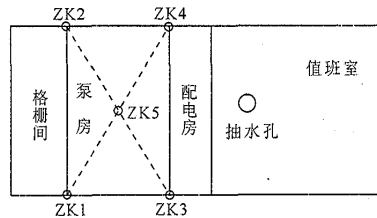


图1 简易抽水试验平面布置

### 1 污水泵站基本地质和水文条件

#### 1.1 地形地貌

桂林市处于南岭山地西段向贵州高原过渡地带, 也是湘南红色丘陵、黔东南山原与桂中喀斯特盆地三大地貌单元的结合部, 地貌形态众多, 类型复杂, 以中低山地丘陵为主, 面积21291 km<sup>2</sup>, 占76.6%; 台地面积占23.4%(桂林市水利局, 桂林工学院. 桂林市水资源保护规划, 2001.)。拟建场地位于桂林市桂阳公路迎宾路西侧, 现为鱼塘及水田, 地形稍有起伏, 属于岩溶峰林平原地貌。场地西高东低。西部为石峰区, 石峰呈锥状、塔状形态, 最高峰为290.7 m,

石峰的边坡坡度都很陡,一般为 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ;东部为平原区,地形开阔,地面高程149~156 m,高差7 m(广西基础勘察工程有限公司.桂林市迎宾路污水泵站岩土工程勘察报告.广西基础勘察工程有限公司,2002.)。

## 1.2 地层构造

桂林市出露地层有下泥盆统、中泥盆统、上泥盆统、下石炭统、三叠系上统、白垩系上统、上第三系、第四系(广西壮族自治区地质矿产局.桂林市区域环境水文地质调查报告,1997.)。拟建场地属浅覆盖型岩溶区,第四系土层厚度一般为2.35 m~7.20 m,强富水岩组为上泥盆统融县组灰岩,岩溶发育强烈,岩溶形态组合复杂,地下水活动频繁,是岩溶塌陷的易发区段。表层为第四系更新统残积粘土,自上而下可分为三层:(1)耕植土(Qml),黄褐色~褐黄色,松散,稍湿,主要由粘土组成,含少量碎石,植物根系较发达;(2)淤泥质粘土(Ql),灰褐色~灰黑色,软塑~流塑,饱和状,约含5%的动植物残骸,有腥臭味;(3)次生红粘土(Qel),褐黄色~灰黄色,含约5~10%的铁锰质结核,局部纵向裂隙较发育,被灰黄色软塑粘土充填,该层按状态不同可分为三个亚层:硬塑次生红粘土、可塑次生红粘土、软塑~流塑次生红粘土;下部为泥盆系上统融县组灰岩④(D<sub>3s</sub>) (广西基础勘察工程有限公司.桂林市迎宾路污水泵站岩土工程勘察报告.广西基础勘察工程有限公司,2002.),灰白~灰色,微晶构造,中厚层状构造,岩芯完整,岩质新鲜坚硬,裂隙发育。据实地调查和遥感判译,场地及外围均处于单斜地质构造。岩层走向 $205^{\circ}\sim 210^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $23^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,场地处岩层倾角为 $20^{\circ}$ ,且由西向东变缓。据区域地质资料,桂林市区从未发生过大于3.5级的地震,且未见明显的新构造活动迹象,属地质构造较稳地区。

## 1.3 岩溶发育特征

场地处于桂林市区岩溶区内,碳酸盐岩为质纯层厚的石灰岩,岩溶作用十分强烈,岩溶发育主要有4个方面的特征:(1)岩溶地貌为峰林平原。岩溶石峰表面和被覆盖的基岩(D<sub>3r</sub>石灰岩)表面呈石芽、溶沟和凹槽,起伏强烈。被覆盖的基岩面因差异岩溶作用,起伏差最大值达6.4 m,而且是呈频繁的沟牙状起伏;(2)地下浅部岩溶较发育。据岩土工程勘察报告,场地地下岩溶发育形态主要有溶沟、溶洞、溶孔、溶缝、溶蚀裂隙等,其中溶蚀裂隙发育的最大深度达18 m,18 m以下岩溶弱发育;(3)构造对岩溶发育的影响较明显。场地一带基岩中切层的陡倾裂

隙较发育,沿此裂隙多有1~5 mm的溶蚀开口;(4)岩溶发育不均匀。场地大部分孔段揭露的岩体为完整、较完整状,但浅部也揭露出不少溶洞(广西基础勘察工程有限公司.桂林市迎宾路污水泵站岩土工程勘察报告.广西基础勘察工程有限公司,2002.)。

拟建场地附近还可见2个塌陷,如图2所示。塌陷是岩溶区典型的地质灾害,常伴随土洞的出现,是土洞进一步发展的结果。塌陷常分布于低洼地带,分布密度与岩溶发育程度密切相关,其成因可分为自然塌陷和人为塌陷<sup>[1]</sup>。场地属于峰林平原地貌,东侧鱼塘内的2个塌陷除受除自然因素影响之外,2001年9月因管线施工大量抽取地下水也是鱼塘形成塌陷的主要原因。

## 1.4 水文条件

场地地处桂林市区,属亚热带湿润季风气候,全年冬无严寒,夏无酷暑,年平均气温在 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,由北向南递增。降水丰富,大部分地区年降雨量在1700 mm以上,一般雨季从三月开始,8月结束,连续4个月最大降雨量出现在4~7月。降雨时空分布不均匀,一般北部较南部多,山区高于河谷和平原,降雨量年际变化与季风活动势力强弱有关。桂林春夏秋冬四季分明,雨热同季,气候条件十分优越(桂林市水利局,桂林工学院.桂林市水资源保护规划,2001.)。区内主要河流为漓江,属珠江水系,具雨源型河流特征,场区水系处于漓江二级支流——南湾河(属相思江支流)上游。南湾河从场地南40 m处流过,常年有水,其流量约为 $0.2\sim 1\text{ m}^3/\text{s}$ ,枯季河(溪)水面高程约148.4 m。在场地以西和以北的大片地带分布有众多地表水体(串状水塘),现均用于养鱼,鱼塘水面高程均高于地下水面 $0.4\sim 1.0\text{ m}$ 。

根据1:20万《区域水文地质普查报告》(桂林幅1983年)可知,场地及周边地区处于桂林市区南区地下水中~强富水的水文地质单元内,属地下水补给——径流区。区域西部地带的地下水水位较高,高程为152~154 m;北部和南部地下水略低,高程为148.5~150 m;中部及茶店村地下水水位较浅,高程147~149 m。地下水基本上由西流向东(图2)。场地存在两种类型的地下水,即以耕植土①为主要含水层的上层滞水和以灰岩④为含水层的岩溶裂隙——溶洞水。本区赋存岩溶水的石灰岩④,连续分布于整个工作区,厚度巨大,含水丰富,属强富水的含水岩组。

区内地下水埋深一般在 $0.24\sim 0.74\text{ m}$ ,以岩溶裂隙——溶洞水为主,水量丰富。场地构造裂隙发

育,溶洞较多,连通性较好,并具有多层性。据区域调查,区内地下水的主要补给源是大气降水;地下水多赋存于岩溶管道、溶洞、裂隙之中,从北部的原电化厂、塑制厂、西部的常家一带向东至本勘察场地转移,并向东部的茶店村方向流出区外。

## 2 水质分析和抽水试验

根据现场所取的地下水样的水质分析结果:pH

值为 6.20~6.30,侵蚀性 CO<sub>2</sub> 含量为 12.80~15.24 mg/L,Cl<sup>-</sup> 含量为 28.00~29.00 mg/L,SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量为 48.03~49.90 mg/L,结合《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)可知:场地地下水对混凝土无腐蚀性。

为取得含水层的综合渗透系数值,同时避免抽水引起地面塌陷,对场地进行了一组小降深抽水试验,其抽水试验平面布置见图 1,观测结果见表 1。

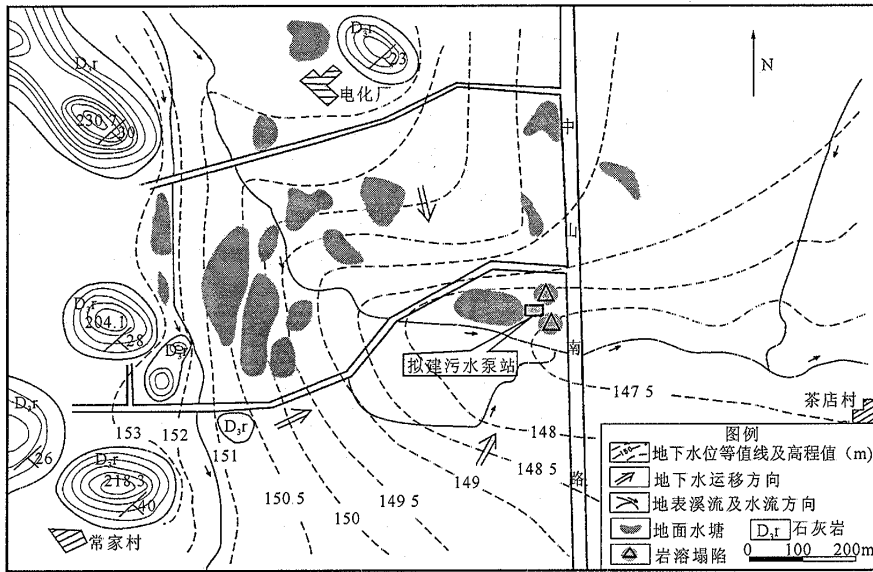


图 2 迎宾路污水泵站区域水文地质略图

因场地地下水具有弱承压性,并符合《GB50027-2001》规范的限制条件: $M > 150r, l/M > 0.1$ <sup>[2]</sup>,按下式可求得  $K$  的值:

$$K = \frac{Q}{2\pi s M} \left( \ln \frac{R}{r} + \frac{M-l}{l} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right) =$$

1.91 m/d.

式中,  $K$ : 含水层综合渗透系数,单位 m/d;  $s$ : 抽水孔(原 ZK<sub>0</sub> 孔)水位降深为 3.4 m;  $M$ : 含水层厚度,根据地质条件,取有效值 20 m;  $R$ : 影响半径,根据观测孔数据,按图解法求得,约 30 m;  $r$ : 抽水孔半径,为 0.065 m;  $l$ : 过滤器长度,为 10 m。

## 3 污水泵站基坑涌水量和排水效应预测

拟建泵房长 11 m,宽 12 m,深 9 m,因场地处于强岩溶区,基坑开挖可能引起的涌水问题就十分突出。拟建建筑物基坑开挖深度将  $> 9$  m,在此条件下基坑涌水可视为潜水非完整井,边界为无限补给边界,可用大井法以下式作基坑涌水量预测计算<sup>[3]</sup>:

$$Q = 1.366K \frac{(2h_0 - s)s}{\lg R - \lg r} + 2\pi k r s =$$

$$1022(\text{m}^3/\text{d}), r = \eta \frac{a+b}{4}.$$

式中,  $Q$ : 预测基坑涌水量,单位 m<sup>3</sup>/d;  $K$ : 岩体综合渗透系数,单位 m/d;  $h_0$ : 静止水位至井底高度,取  $h_0 = 10$  m;  $R$ : 影响半径,单位 m,  $R = 2s \sqrt{HK} = 122$  m;  $r$ : 井筒引用半径,  $r = \eta \frac{a+b}{4}$ ,  $a, b$  为基坑长与宽;  $s$ : 水位降深,取  $s = 10$  m。

由于场地完全具备发育岩溶塌陷的地质条件,且在小规模扰动条件下已产生过岩溶地面塌陷。基坑开挖时不作防渗治理的涌水量预计为 1022 m<sup>3</sup>/d,影响半径约为 122 m,因而在基坑排水时,将有更大强度和更大规模的扰动,定会产生岩溶地面塌陷灾害,并可能诱发岩溶塌陷灾害。故基坑(基础)施工前,应采取必要的预防措施,防止岩溶塌陷灾害带来的地质环境破坏。(下转第 178 页)

建议开发钦州湾海岸要:(1)严格控制围海、填海项目,维护航道水动力平衡;(2)在巩固和发展传统围涂养殖的同时,大力发展天然滩涂的养殖;(3)重视水体的交换率和自净能力,使港口和临海工业建设对湾内海洋生物和水产养殖影响降到最小。

#### 参考文献:

- 1 李树华,黎广钊.中国海湾志第十二分册(广西海湾).北京:海洋出版社,1993.144~216.
- 2 王文介,黄金森,毛树珍,等.华南沿海和近海现代沉积

北京:科学出版社,1991.

- 3 刘敬合,叶维强,陈美帮,等.广西岛屿类型划分及其特征.海洋通报,1991,10(1):50~55.
- 4 黎广钊,梁文,刘敬合,等.钦州湾水下动力地貌特征.地理学与国土研究,2001,17(4):70~75.
- 5 范航清.红树林——海岸环保卫士.南宁:广西科学技术出版社,2000.
- 6 范航清,梁士楚.中国红树林研究与管理.北京:科学出版社,1995.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第173页)

表1 简易抽水试验观测结果

时间间隔 $t$ (min)	抽水孔		观测水位降深(m)				
	降深 (m)	涌水量 ( $\times 10^{-3}$ $m^3/s$ )	ZK <sub>1</sub>	ZK <sub>2</sub>	ZK <sub>3</sub>	ZK <sub>4</sub>	ZK <sub>5</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.40	0.22	0	0	0	0	0
2	2.37	0.22	0	0	0	0	0
2	1.72	0.22	0	0	0	0	0
2	1.23	0.22	0	0	0.05	0.05	0
5	1.10	0.22	0.01	0.01	0.07	0.10	0
5	1.10	0.22	0.02	0.03	0.10	0.14	0
10	1.10	0.22	0.13	0.04	0.11	0.17	0
15	1.10	0.22	0.04	0.07	0.12	0.19	0
20	1.10	0.22	0.05	0.10	0.12	0.20	0
20	1.10	0.22	0.06	0.13	0.13	0.21	0.01
20	1.70	0.51	0.07	0.16	0.17	0.23	0.02
20	1.70	0.51	0.08	0.20	0.18	0.28	0.04
20	1.70	0.51	0.10	0.25	0.19	0.36	0.07
20	1.70	0.51	0.12	0.32	0.20	0.42	0.08
20	2.30	0.61	0.13	0.33	0.22	0.43	0.10
20	2.30	0.61	0.15	0.34	0.24	0.45	0.12
20	2.30	0.61	0.17	0.36	0.25	0.46	0.14
20	2.30	0.61	0.19	0.38	0.25	0.46	0.15
20	3.40	0.87	0.20	0.39	0.27	0.54	0.15
20	3.40	0.87	0.20	0.39	0.29	0.63	0.16
20	3.40	0.87	0.20	0.39	0.30	0.67	0.16
20	3.40	0.87	0.20	0.39	0.30	0.67	0.16

## 4 工程措施和处理建议

通过对工程地质和水文条件的分析可知,拟建场地构造裂隙发育,溶洞较多,连通性较好,并具有

多层性;基坑开挖时不作防渗治理的涌水量预计为 $1022 m^3/d$ ,影响半径约为122 m;场地属浅覆盖型岩溶区,第四系土层厚度一般为2.35~7.20 m,强富水岩组为上泥盆统融县组灰岩,岩溶发育强烈,岩溶形态组合复杂,地下水活动频繁,是岩溶塌陷的易发区段。因此,工程实施前必须作合适的地基处理后才宜建筑,工程措施和处理建议有2点:

(1)对土层采用高压旋喷浆处理,侧向处理厚度(基坑壁向外)2 m,加固软土;对侧向基岩的处理建议采用钻孔压力灌浆,形成止水帷幕,围堵从水平方向和垂直方向上运移的地下水,侧向处理厚度为1.5~2 m,形成钻孔压力灌浆帷幕墙;底部处理范围建议为基坑底面以下9 m,加固底板,形成钻孔压力灌浆帷幕板;

(2)因半地下式泵房的墙壁埋深达9 m,覆盖层最深处才达7.2 m,在开挖基坑时,应对基岩进行爆破。在设计爆破装置时建议采用合适的强度与方式,以免破坏止水帷幕与灌浆帷幕墙(板)。

#### 参考文献:

- 1 牟春梅,陈余道.桂林市东二环路工程地质条件评价.桂林工学院学报,2000,20(增刊):100~104.
- 2 GB50027-2001.供水水文地质勘察规范.2001.
- 3 柴登榜主编.矿井地质工作手册.北京:煤炭工业出版社,1981.

(责任编辑:黎贞崇)