

南京长江隧道到达井基坑降水设计与施工

代洪波

(中铁十四局集团有限公司, 山东 济南 252014)

摘要:南京长江过江隧道梅子洲明挖段基坑主要包括引道段和盾构到达井, 基坑规模大, 地下水丰富, 地质条件复杂, 使得该基坑降水成为整个过江隧道众多关键技术之一。本次在抽水试验基础上设计了基坑降水方案, 考虑到周边环境简单, 采取了“坑外降水为主, 坑内降水为辅”的降水方式, 实际结果表明: 降水方案合理可行, 未对周边环境造成过大的影响。

关键词: 基坑降水; 地面沉降; 南京长江隧道

中图分类号: U455 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2011)10-0077-03

Design and Construction of Dewatering in Foundation Pit of Vertical Shaft in Nanjing Changjiang Tunnel/DAI Hong-bo (China Railway 14th bureau Corporation Co., Jinan Shandong 252014, China)

Abstract: The foundation of Meizhou open excavation section mainly consisted of approach channel and shield excavation well. Due to the large-scale excavation, abundant groundwater and complex geological conditions, dewatering in foundation pit became one of many key technologies. Because of the simple circumjacent environment, the scheme of dewatering in foundation pit was designed based on the pumping test. It was proved that the scheme was rational and feasible without unfavorable influence to the environment.

Key words: dewatering in foundation pit; land subsidence; Nanjing Changjiang tunnel

1 工程概况

南京长江河道呈南南西-北北东向展布, 江面宽一般 2.0~3.0 km, 两侧河漫滩发育, 沿岸地区河网发育, 过江通道地形地貌为长江冲积平原区。梅子洲明挖段里程为 K6+620~K7+020, 其中 JB01~07 为引道段, 全长 126 m, 开挖深度约 0~9.5 m; JB08~15 为明挖暗埋标准段, 全长 204 m, 开挖深度约 9.5~18.5 m; 工作竖井为长 26 m × 宽 49.4 m ×

深 26.5 m。围护方式: JB01~03 为放坡开挖; JB04~11 为钻孔灌注桩; JB12~15 及工作竖井为地下连续墙。场地整平地面标高为 +7.5 m。基坑周边为大片农田及葡萄园, 环境简单。为保证施工安全和减少基坑开挖对周围环境的影响, 需要选择合适的方法降低基坑地下水位。

基坑平面布置如图 1 所示。

1.1 地层情况

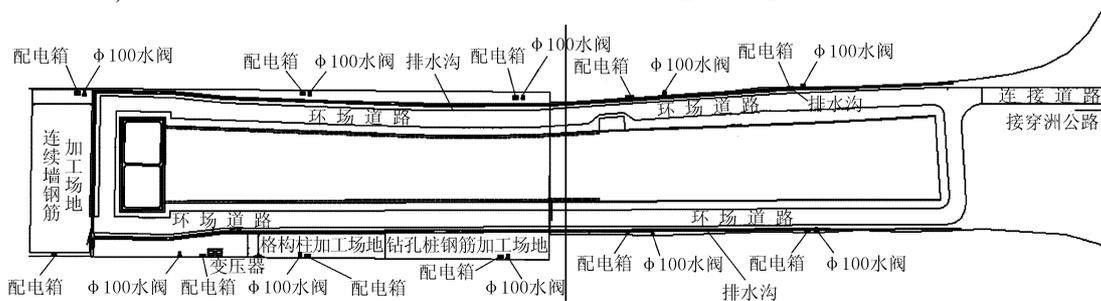


图 1 基坑平面图

根据勘察资料, 场地上部第四系地层主要有: 长江大堤处及其以北分布有填土(素填土)及表层“硬壳层”, 上部为第四系全新统冲积流塑淤泥质粉质粘土、粉质粘土夹粉土、粉砂等, 中部为第四系全新统中密~密实粉细砂组成, 下部为上更新统密实状

砾砂、圆砾等。

1.2 水文地质条件

梅子洲场地自上而下以粉细砂地层为主, 厚度 48 m 左右, 地下水水位埋深为 0.5 m 左右, 据场地抽水试验资料, 含水层渗透系数 K 取 18 m/d, 影

收稿日期: 2011-08-19

作者简介: 代洪波(1979-), 男(汉族), 河北保定人, 中铁十四局集团北京中铁房山桥梁有限公司项目经理、工程师, 土木工程专业, 从事桥梁与盾构隧道工程施工技术及安全管理工作, 北京市房山区大件路 17 号(102400), baiyang200108@shou.com。

响半径在 450 ~ 500 m。

2 降水井布置及降水效果

2.1 降水井布置

2.1.1 降水井数量

考虑到周边环境较为简单,本次采取“坑外降水为主,坑内降水为辅”的降水方式。方案设计时采取承压-潜水井公式^[1]:

$$Q = \frac{1.336K(2H_0M - M^2 - h_w)}{\lg(R_0/r_0)} = 53065 \text{ m}^3/\text{d}$$

式中:Q——基坑总涌水量, m³/d; K——渗透系数,

18 m/d; M——含水层的厚度, m; H₀——承压水位至承压含水层底板的距离, m; h_w——井中水位至承压含水层底板的距离, m; r₀——引用半径, m, r₀ = 0.29(a + b); R₀——引用影响半径, m, R₀ = r₀ + R, 其中 R = 10S√K。

降水井主要布置在工作竖井和暗埋段周围(图2),在引道段的浅部,由于受工作竖井降水影响,其水位自然可以降到设计高程以下。实际降水时,开启了37口降水井,满足基坑开挖要求。降水井设计值及实际值见表1。

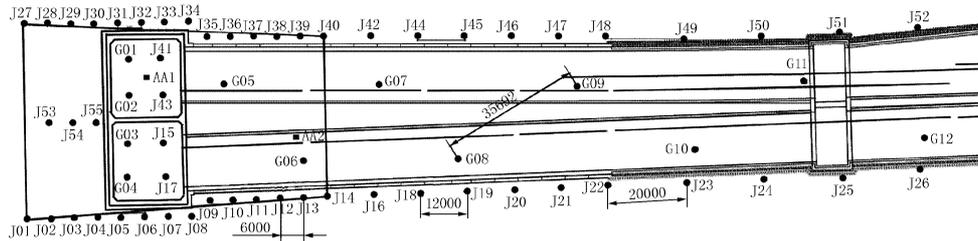


图2 降水井平面布置图

表1 降水井设计值及实际值部分参数对照表

参数	涌水量 /(m ³ ·d ⁻¹)	单井出水能力 /(m ³ ·d ⁻¹)	井数 /口	井深 /m
设计值	53065	1100	60	40
实际值	51000	1400	37	40

坑开挖底板附近采用实管以方便后期降水井封井; 基坑外降水井采用多孔混凝土花管, 井管内径 400 mm, 外径 500 mm, 泥孔径 800 mm, 井深 40 m; 基坑内井管采用高强度混凝土管, 内径 300 mm, 外径 360 mm, 泥孔径 700 mm, 井深 40 m, 在深度 24 ~ 28 m 为不透水的实管。详见图3。

2.1.2 降水井结构

坑外降水井为全孔滤管, 坑内降水井在靠近基

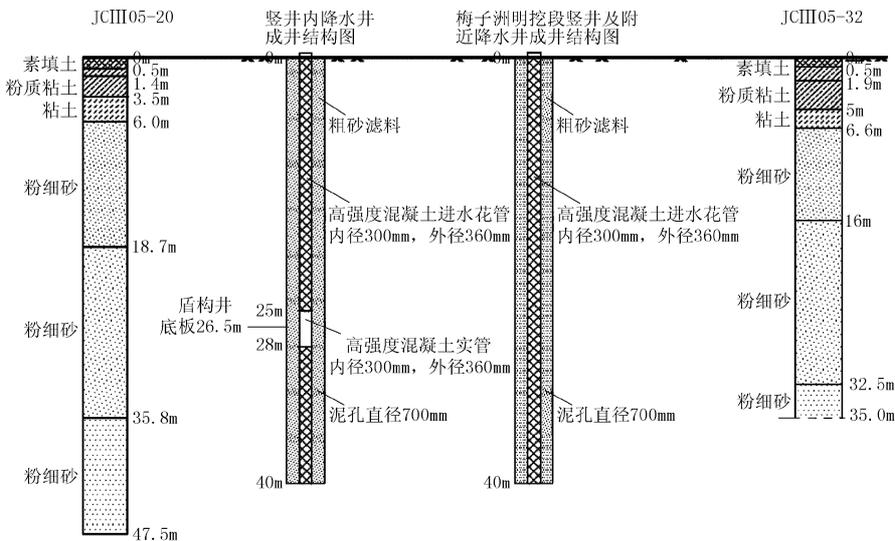


图3 降水井结构图

2.2 降水效果

根据上述降水井布置方式,实际开启37口降水井对基坑进行降水,竖井内降深达到30 m(设计水位降深为28 m),暗埋段水位降深也能达到20 ~ 28

m(设计水位降深18 ~ 26 m),水位降深满足基坑安全要求。地下水的水位埋深等值线图及水位降深等值线图详见图4、图5所示。

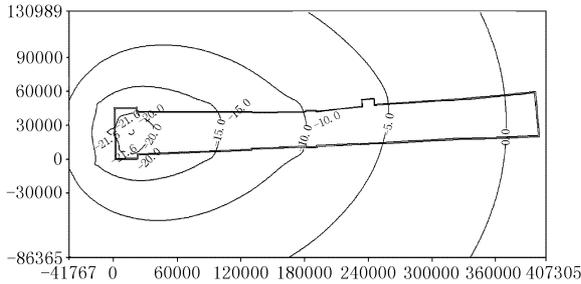


图 4 基坑降水 30 d 水位埋深等值线图(单位:m)

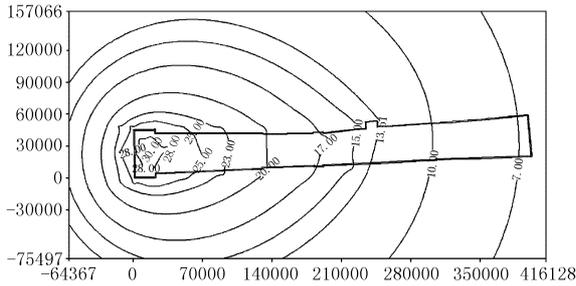


图 5 基坑降水 30 d 水位降深等值线图(单位:m)

3 降水引起的地面沉降分析

降水形成的地下水水位下降,会导致含水层失水固结,将引起地面沉降,并对周边的建筑造成一定的安全隐患^[2];地下水水位下降还会造成鱼塘渗漏失水,以及周边葡萄园的干旱等。降水引起的地面沉降主要是由于以下几方面的原因^[3]:(1)水位波动改变了土粒间的浮托力,水位下降使得浮托力减小;(2)水头压力的改变,土层中产生水力梯度,由此导致渗透压力的产生;(3)成井质量差,抽水时带走地层中的粉砂等细小颗粒,从而引起地面明显下沉,引起破坏性的差异沉降,本次降水井含砂量 < 1/20 万,符合国家引用水标准。

在降水期间,降水面以下的土层通常不产生明显的固结沉降,而降水面至原始地面的土层因排水条件好,会在所增加的自重应力下很快产生沉降^[4]。因此,可以用公式进行估算降水引起的沉降值^[5]:

对于粘性土类:

$$s = \alpha \Delta P \Delta H / (1 + e_0) = \alpha \Delta H^2 \gamma_w / (1 + e_0)$$

对于砂土类:

$$s = \Delta P \Delta H / E = \Delta H^2 \gamma_w / E$$

式中: s ——降水所引起的沉降值; α ——计算土层的压缩系数; e_0 ——计算土层的孔隙比; ΔP ——降水产生的自重附加应力; ΔH ——降水深度; γ_w ——水重度; E ——降水深度范围内土层的压缩模量。

计算以工作井附近的 J2 - III05 - 19 井资料为依据,计算结果见表 2。

表 2 地层最大沉降量表

层号	层厚/m	孔隙比	压缩系数	压缩模量	最大沉降量/mm
② ₃	0.2	1.133	0.58		0.053
④	2.5	1.14	0.72		10.304
④ ₂	3.8	0.903	0.33	7.29	9.706
⑦ ₁	10.1	0.742	0.15	12.63	39.576
⑧	9.4	0.686	0.14	13.14	32.950
总计	26.0				92.589

由表 2 可以看出,当地下水降深达 26 m 时,其地面的最大沉降量为 92.6 mm,根据表 2 及把⑦₁层和⑧层再划分分层计算其沉降量,得到地面沉降与地下水降深之间的关系曲线,如图 6 所示。从图 6 可以看出,地面沉降量与地下水水位降深之间的趋势线呈直线关系,平均每米地下水水位降深引起的地面沉降量为 3.547 mm。

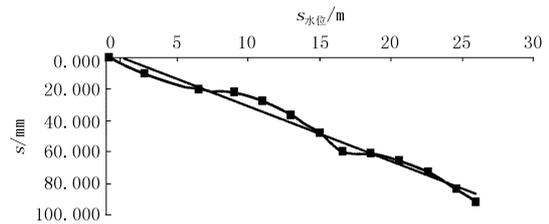


图 6 地面沉降量与水位降深之间的关系曲线图

4 结论

(1)本基坑工程周边环境简单,采取“坑外降水为主,坑内降水为辅”的降水方案,方便基坑开挖,同时便于降水井的后期运营维护。

(2)降水方案设计基于抽水试验,实际降水效果验证了方案设计的合理性。

(3)本工程成井质量控制较好,单井出水量达到 1400 m³/d,抽水含砂量控制在 1/20 万,有效控制了因抽水带出细颗粒而造成的地面沉降。

(4)采取坑外降水方式,并未对周边环境造成破坏性影响,打破了传统的坑内降水方式。

参考文献:

[1] 姚天强,石振华. 基坑降水手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
 [2] 杨钧. 对基坑降水若干问题的思考[J]. 中国高新技术企业, 2008,(16):34-38.
 [3] 李春兰. 浅谈基坑深井降水[J]. 山西焦煤科技,2008,(S1):24-25.
 [4] 刘泽强. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,2006.
 [5] 刘瑛文,李梅远,胡青松. 浅谈喷射井点法在软基开挖时的应用[J]. 黑龙江水专学报,2003,30(3):81-82.
 [6] 张智博. 南京长江隧道大型泥水盾构施工风险分析及对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):65-69.