

文章编号: 1672-7479 (2010) 02-0070-04

# 天津滨海新区某深大基坑工程的水文地质勘察和分析评价

屈新文

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300251)

## Hydraulic and Geological Investigation of Some Deep Foundation Pit Project in Binhai New District of Tianjin and Analytic Evaluation

Qu Xinwen

**摘 要** 天津滨海新区某深大基坑工程位于滨海平原区, 基坑深, 建筑面积大, 地下结构形式复杂。场地地层由海陆交互相构成, 地层分布的不规律性决定了水文条件极其复杂。通过大口径群井抽水试验, 查明了场地的水文地质条件, 结合工程特点给出了分析评价。

**关键词** 深基坑 水文地质勘察 地质条件

**中图分类号**: P641.7 **文献标识码**: B

### 1 工程概况

#### 1.1 工程概况

天津滨海新区某深大基坑工程位于规划的滨海新区某中心商务区的北端, 位于海河北岸, 东、西、南三面环水。总建筑面积约为 158 700 m<sup>2</sup>, 设计为地下三层。

其中, 规划的两条地铁线 A、B、C 交汇于本基坑工程, 形成交通枢纽。城际铁路也引入该基坑工程, 车场位于地下二层, 大致呈南北走向; 其东侧紧邻并行规划地铁 A 线, 规划地铁 B 线于于家堡站西侧通过, 大致呈南北走向; 规划地铁 C 线大致呈东西走向, 从 B 线、城际站场、A 线下方穿过。

该基坑工程将成为滨海新区商务核心区最主要的出租、铁路、城市轨道交通的综合换乘站。

#### 1.2 设计概况

城际车场、A 线和 B 线位于地下二层, A 线同城际铁路站台层基坑深度约 21 m, B 线基坑深度约 17 m; C 线位于地下三层, 基坑深度约 28.5 m; 配套的社会停车场、出租车场等区域基坑深度为约 10 ~ 17 m。

设计围护结构形式为地下连续墙; 大部分为明挖法施工, 部分为盖挖法; 设计预计采用的抗拔桩从结构

底板算起约为 40 ~ 65 m。

### 2 水文地质勘察需要解决的问题

查明场地的水文地质条件, 是基坑工程设计施工的关键, 直接影响到工程的成败。要求勘察阶段详细查明场地隔水层、含水层的分布范围; 详细查明各层地下水的水位、水量、渗透系数和影响半径等水文地质参数; 详细查明各层地下水的水力联系; 详细查明各层水的腐蚀性。同时要求勘察单位结合拟建工程场地的水文地质条件, 对设计和施工给出合理的分析评价和措施建议。

### 3 场地的地质条件

#### 3.1 地形地貌

工程所处地区为冲海积平原, 地形平坦开阔, 工程周围现均为既有建筑, 地面高程一般 - 0.49 ~ 0.21 m, 相对高差一般小于 2 m。

#### 3.2 地层岩性

勘探揭示, 场地范围内表层为第四系全新统人工填土层 (Q<sub>m1</sub>), 下为海陆交互相地层。具体分布如下。

分布在地表层的第四系全新统人工填土层: 主要为杂填土及素填土, 深度 0.6 ~ 3.2 m。

深度 3.2 ~ 22 m: 为第 陆相层 (Q<sub>13al</sub>)、第 海相层 (Q<sub>42m</sub>) 和第 陆相层 (Q<sub>41h+al</sub>) 层, 地层以粉质

收稿日期: 2010-01-26

作者简介: 屈新文 (1970—), 女, 1999年毕业于北方交通大学铁道工程专业, 工程师。

黏土、黏土、淤泥质粉质黏土为主,其次零星分布的粉土层多以透镜体形式存在,水平和垂直方向分布不连续,厚度一般为 0~4.4 m,构成上部潜水含水层。

深度 22~25 m:为第 Ⅰ 陆相层 ( $Q_4^{1h+al}$ ) 层,地层以粉质黏土、黏土为主,构成上部潜水层与下部承压水层的相对隔水层。

深度 25~58 m:为第 Ⅱ 陆相层 ( $Q_3^{2al}$ )、第 Ⅲ 海相层 ( $Q_3^{3mc}$ )、第 Ⅳ 陆相层 ( $Q_3^{4al}$ ) 层,地层以粉细砂、粉土为主、其次零星分布的粉质黏土及黏土透镜体。平均厚度约 30 m 的粉土、粉细砂层,构成本基坑工程范围

的主要含水层,对设计施工的影响最大,也是水文地质勘察的重点。

深度 58~90 m:为第 Ⅴ 陆相层 ( $Q_3^{5al}$ )、第 Ⅵ 海相层 ( $Q_3^{6mc}$ )、第 Ⅶ 陆相层 ( $Q_3^{7al}$ ) 和第 Ⅷ 海相层 ( $Q_3^{8mc}$ ) 层,岩性以粉细砂、粉土、粉质黏土和黏土呈互层状存在。其中的粉土、粉砂层构成了下部含水层。

综合分析:本基坑工程地层特点是,海相层较厚,陆相沉积地层对较薄,约 25 m 以上主要为黏性土,以下主要为粉土、粉细砂,局部分布黏性土层。地层和含水层大致分布情况见图 1。

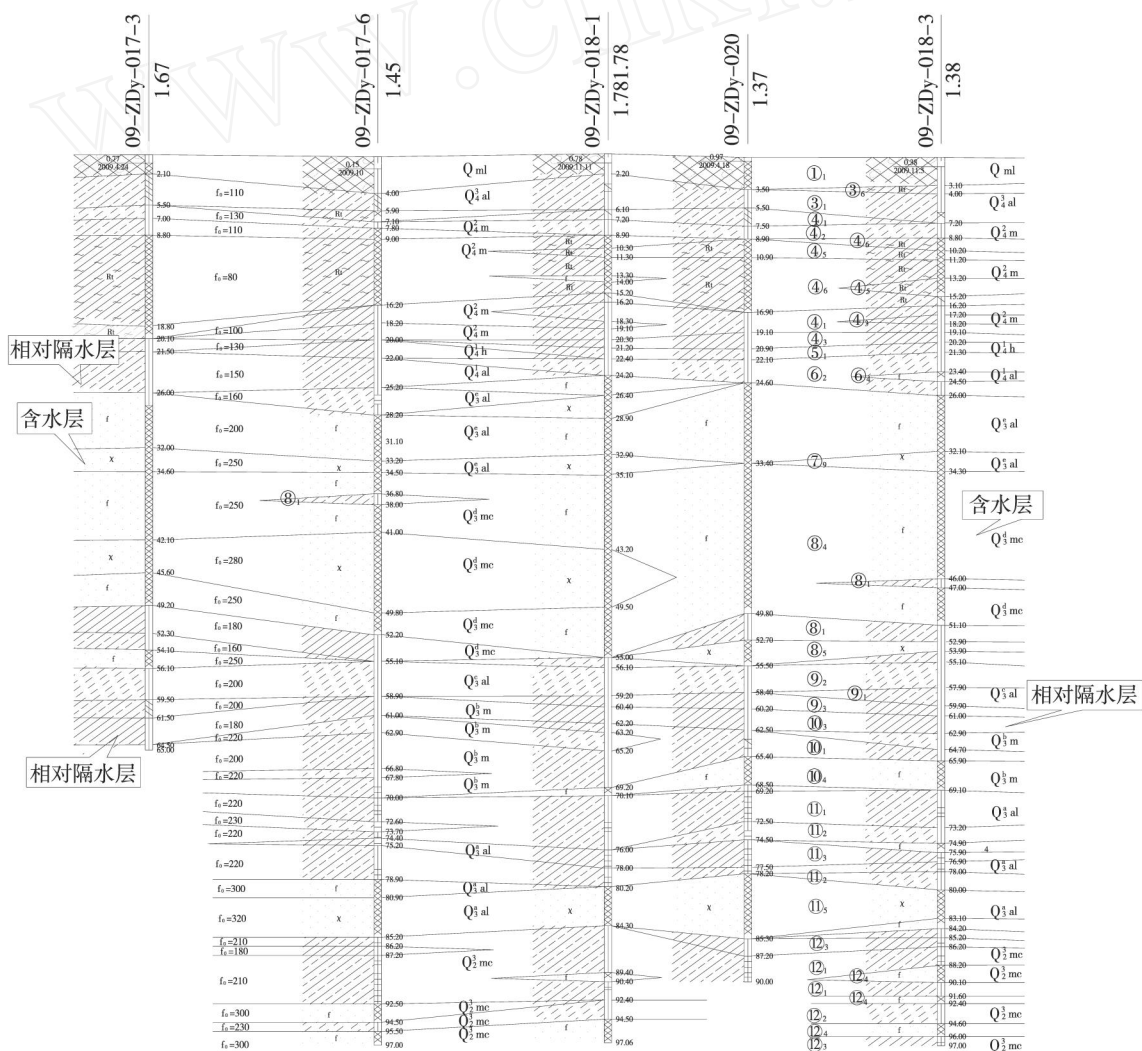


图 1 代表性地质剖面

### 3.3 水文地质条件的区域性认识

受基底构造、地层岩性和地形、地貌、气象以及海进、海退等综合因素影响,天津地区水文地质条件复杂。场地地下水类型可分为浅层地下水和深层承压水。对本工程影响较大的主要为浅层地下水,浅层地下水又分为上部潜水层和下部承压水层。粉土、粉细

砂层构成含水层,黏性土层构成相对隔水层。

## 4 水文地质试验工作量及成果

### 4.1 试验井工作量及井的布置

本次针对该基坑范围地下水进行专项的水文地质勘察,为查清场地的潜水层、承压水层水文性质,布置

大口径群井抽水一处。

依据本场地的工程地质条件、含水层组的埋藏深度与分布特征,以及场地现场条件,布置抽水井和观测井。

在潜水层布置 1 口观测井 (G3)。

2、4、9 层 26.5~33.9 m 承压含水层布置 1 口观测井 (G4)。

4、5 层 33.9~51.0 m 承压含水层布置 5 口井 (抽水井 K1~K3;观测井 G1~G2)。

4、5、2、4 混合层 51.6~58.8 m 承压含水层布置 1 口观测井 (G5)。

2、4 混合层 62.2~69.9 m 微承压含水层布置 1 口观测井 (G6)。

施工井群平面布置见图 2。

井的结构剖面见图 3。

## 4.2 资料整理分析

### (1) 单井抽水试验分析

不同流量下的单井抽水试验进行了 2 次降深,当  $Q = 26.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,主抽水井的水位降深为 6.04 m;当  $Q =$

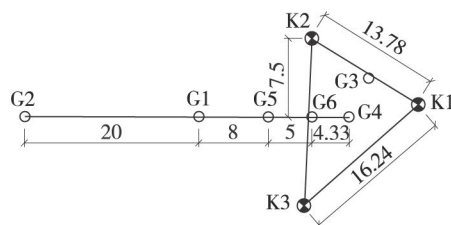


图 2 井群平面布置 (单位:m)

53.42  $\text{m}^3/\text{h}$ 时,主抽水井的水位降深为 11.48 m。即可得  $S-Q$  的关系 (如图 4 所示),计算得 K1 井的单位涌水量约为 1.16  $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。在抽水层中,各观测井的水位与观测井与抽水井距离的关系如图 5 所示。当用小流量抽水时,其影响半径为 100.4 m;当用大流量抽水时,其影响半径为 102 m。

利用承压水非完整井稳定流理论可以计算得到 2 至 2 层 (20.7~58.8 m) 混合含水层的渗透系数为

$$K = \frac{Q}{2.73S_w(B+D)}$$

$$B = \frac{m_1}{\frac{1}{2a_1} \left[ 2 \lg \frac{4m_1}{r_w} - A_1 \right] - \lg \frac{4m_1}{R}}$$

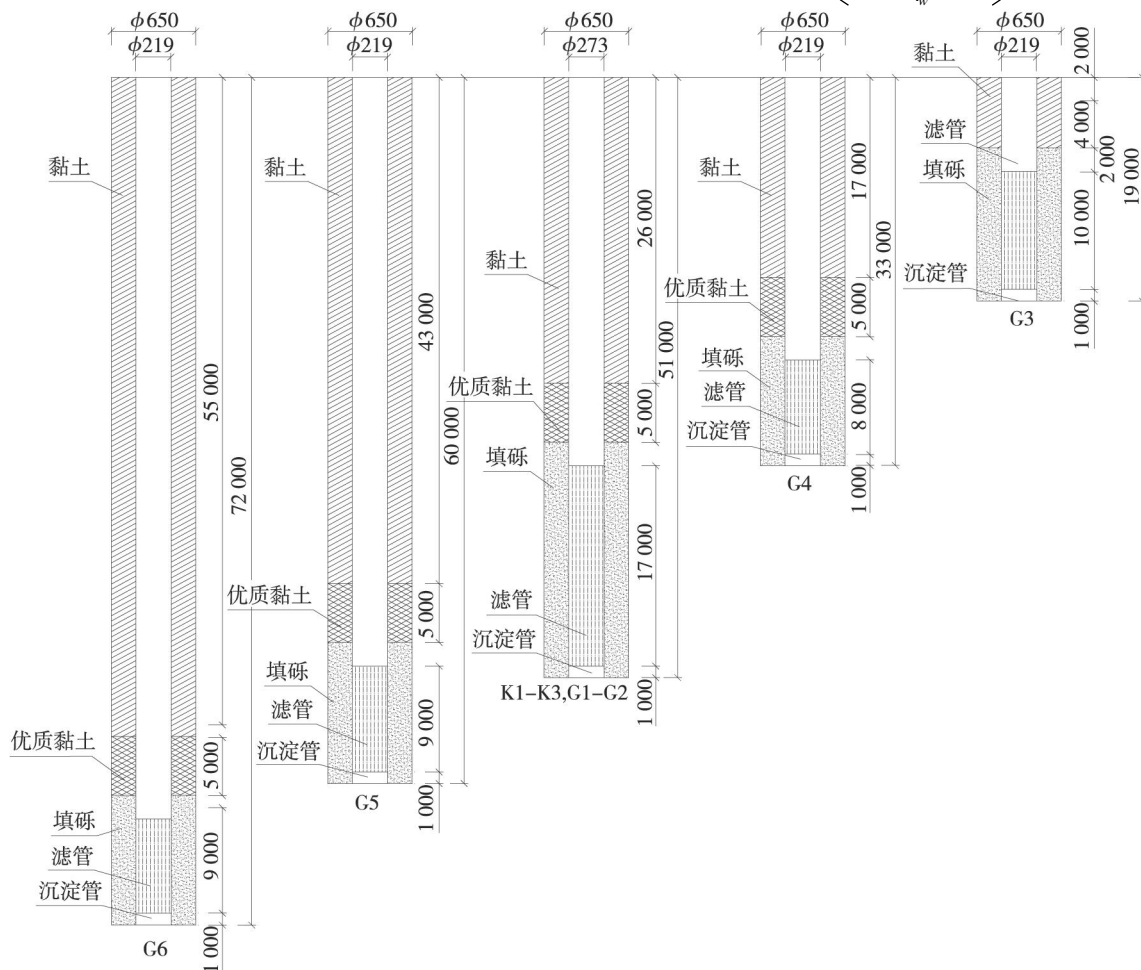


图 3 井结构剖面 (单位:mm)

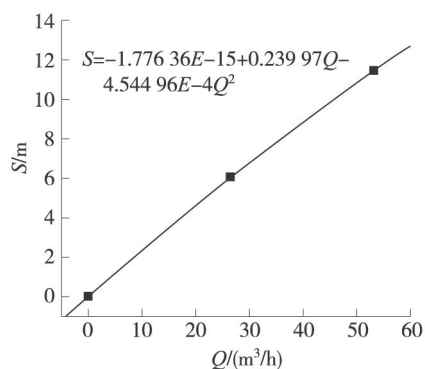


图 4 S-Q 关系曲线

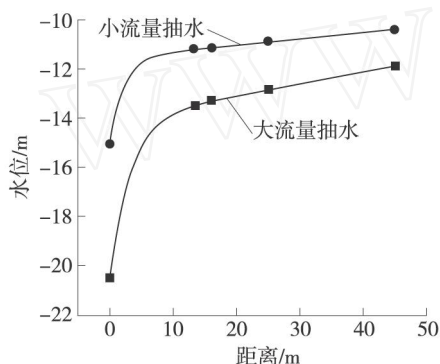


图 5 各观测井的水位与观测井与抽水井距离的关系

$$D = \frac{m_2}{\frac{1}{2a_2} \left( 2 \lg \frac{4m_2}{r_w} - A_2 \right) - \lg \frac{4m_2}{R}}$$

$$A_1 = f(a_1); a_1 = \frac{0.5l}{m_1}$$

$$A_2 = f(a_2); a_2 = \frac{0.5l}{m_2}$$

式中:  $m_1, m_2$  为过滤器中部到隔水层的距离;  $l$  为过滤器长度;  $A$  与  $a$  的关系可以通过曲线图求得。

通过单井试验结果根据上式求得混合含水层 (2至 4层) 的渗透系数为  $K=4.56 \text{ m/d}$ 。

### (2) 群井抽水试验

利用 K1, K2 和 K3 三口井同时抽水, 其他井作为观测井。

三口抽水井启动抽水后, 每口井的出水量比较稳定, K1 井平均出水量为  $25.5 \text{ m}^3/\text{h}$ , K2 井平均出水量为  $35.5 \text{ m}^3/\text{h}$ , K3 井平均出水量为  $13.2 \text{ m}^3/\text{h}$ , 群井抽水试验抽水持续 7 d, 井的出水能力并无衰减。三口井同时运行后, 平均总出水量约为  $74.2 \text{ m}^3/\text{h}$ , 每日出水量约  $1780.8 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

### (3) 水力联系分析

G4, G5 和 G6 三井的水位降深值大, 说明各承压含水层间水力联系密切, 而 G3 水位基本未变化, 说明

潜水含水层与各承压含水层间水利联系微弱。观测井 G6 水位降深达到 5.91 m, 说明其上覆隔水层隔水效果差。

### (4) 水位恢复试验

在群井抽水试验 (K1、K2 和 K3 同时抽水) 结束后, 对每个观测井的水位均进行了水位跟踪观测, 直到水位稳定为止。

通过分析得出下述结论: 水位恢复 10%, 大约需要 3 min; 水位恢复 20%, 大约需要 8 min; 水位恢复 60%, 大约需要 5 h。

### (5) 水文试验

各层水的静止水位如下。

潜水含水层: 1.43 m。

2、4、9 微承压含水层: 8.00 m。

4、5 微承压含水层: 9.00 m。

4、5、2、4 微承压含水层静止水位: 9.10 m。

2、4 微承压含水层静止水位为 9.62 m。

根据单井抽水试验结果, 计算得到了抽水井的影响半径范围为 100 m, 深度 50.00 m 的抽水井的单位涌水量为  $1.16 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ , 通过单井试验结果, 混合含水层的渗透系数为  $k=4.56 \text{ m/d}$ 。

通过群井抽水试验数值模型的识别与验证, 水头随时间的动态变化可以看出, 模拟计算的曲线与实际观测的曲线拟合很好, 说明单井抽水试验取得的水文地质参数真实的反映了含水层的水文地质特性。

通过单井试验及群井试验数值反演结果, 场地的水文地质参数建议采用表 1 的数据。

表 1 群井抽水试验成果

层 位	水平渗透系数 $k_h$ /(m/d)	垂直渗透系数 $k_v$ /(m/d)
2层 (20.7~26.5 m)	0.30	0.04
2、4、9层 (26.5~33.9 m)	1.80	1.00
4、5层 (33.9~51.0 m)	4.2	1.1
4、5、2、4混合层 (51.0~58.8 m)	3.6	0.53
3、1层 (58.8~62.2 m)	0.35	0.35
2、4混合层 (62.2~69.9 m)	1.22	1.10

群井试验中, 各观测井测得的水位变化表明, 各承压含水层间水力联系密切, 而潜水含水层与承压含水层间水力联系微弱。

通过水位恢复试验分析得出下述结论: 水位恢复 10%, 大约需要 3 min; 水位恢复 20%, 大约需要 8 min; 水位恢复 60%, 大约需要 5 h。

文章编号: 1672-7479 (2010) 02-0074-04

# 长春至白城铁路扩能工程建设方案研究

阎建斌 李永金

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300142)

## Scheme on Construction of Changchun - Baicheng Railway Capability Enlargement Project

Yan Jianbin Li Yongjin

**摘 要** 长春至白城铁路横贯吉林省西北部,位于吉林省与黑龙江省和内蒙古自治区结合部,既有铁路标准较低。随着国民经济的快速发展,既有单线铁路的运能、效率与运输质量已不能满足要求,需进行扩能改造。从客货运量、客货流特点、既有设备状况、地形地貌及本线的地理位置、重要经济据点及铁路中长期规划等因素,提出既有线增二线形成通道内二线格局、新建双线通道内形成三线格局两大建设方案,在此基础上对速度目标值进行了分析对比,推荐采用新建双线,速度目标值 200 km/h,以客为主、兼顾货运,保留既有长白线形成三线方案。

**关键词** 铁路扩能改造 客货共线 客货分线 建设方案

**中图分类号**: U212.1 **文献标识码**: A

收稿日期: 2009-12-28

第一作者简介: 阎建斌 (1970—),男,2008年毕业于石家庄铁道学院土木工程专业,工程师。

### 1 概述

#### 1.1 既有长白铁路概况

##### (1)既有长白铁路修建及历次改建情况

疏干井的深度应针对不同挖深段,结合含水层分布情况分别考虑,原则上深度不要超过 14 m;以最大限度地拉大井底深度与下部承压水顶板之间的距离,避免沟通下部承压水为宜;疏干井与坑底之间的潜水可采用集水明排解决。

### 参 考 文 献

- [1] 铁道部第一勘测设计院. 铁路工程地质手册 [M]. 中国铁道出版社, 1999
- [2] TB10049—2004 铁路工程水文地质勘察规程 [S]
- [3] GB50307—1999 地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范 [S]
- [4] GB50021—2001 岩土工程勘察规范 [S]
- [5] DB 29—20—2000 岩土工程技术规范 [S]
- [6] TB10012—2007 铁路工程地质勘察规范 [S]
- [7] 《岩土工程手册》编写委员会. 岩土工程手册 [M]. 北京: 中国建筑出版社, 2001
- [8] 吴林高,等. 工程降水设计与基坑渗流理论 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002

### 5 建议

场地地质条件复杂,加上工程的重要性,建议选择具备相应资质的单位进行专项的降水设计和降水施工。

地下一层挖深 10 m 部分基底位于第 Ⅱ海相层的淤泥质土和黏性土层中,考虑采用疏干井疏干上部潜水层,维持干槽作业即可;经初步计算,下部承压水含水层对基底渗流稳定没有影响,不必设置减压井;地连墙深度可不必考虑封闭下部的承压水含水层,满足稳定性要求即可。

地下二层挖深 17 ~ 21 m 基底大部分位于第 Ⅱ海相层和的黏性土层中,部分位于第 Ⅲ、Ⅳ陆相层的粉土承压含水层中;地下三层挖深 28.5 m 基底大部分位于第 Ⅳ陆相层的粉砂承压含水层中。除维持疏干井疏干潜水以外,必须考虑下部承压水对基底渗流稳定性的影响,需设置减压井。