

# 多种技术手段在基坑地下水控制中的应用

孙加永

(中铁电气化局西铁工程公司,陕西西安710032)

**摘要:**通过一例基坑地下水控制的实例,介绍了多种手段在基坑地下水控制的综合应用,特别是在厚砂层中的帷幕施工及局部地下水的控制,对类似基坑有参考意义。

**关键词:**基坑工程;地下水控制;止水帷幕

**中图分类号:**TU46<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)05-0067-03

**Application of Several Technology Means in Foundation Pit Underground Water Control/SUN Jia-yong** (CREC Electrification Bureau Xi'an Railway Engineering Co., Ltd., Xi'an Shaanxi 710032, China)

**Abstract:** The paper introduced the comprehensive application of several technology means in foundation pit underground water control with an engineering case, the local underground water control with water-sealing curtain in deep sand formation would be the reference to the similar engineering.

**Key words:** foundation pit engineering; underground water control; water-sealing curtain

## 1 工程概况

北京市设计师大楼工程,位于东北郊,为地下3层、地上6层公建,建筑物南北长120 m,东西宽60 m,实际基坑开挖深度13.0 m,局部开挖深度15.0 m。由于工程所在地区地下水丰富,水位高,下部存在厚达3 m的粉细砂层,地下水的控制成为施工重点,本文主要对工程中地下水的控制进行论述。

## 2 工程地质、水文地质条件

### 2.1 工程地质条件

根据岩土工程报告提供的资料,在25.0 m勘察深度内的地层主要为人工土层及一般第四纪沉积层,根据其沉积年代、成因类型及岩性的不同,共划分为7个大层,自上而下分述如下:

(1)人工填土层( $Q^m$ )

①大层:表层为粘质粉土、粉质粘土填土①层,房渣土①<sub>1</sub>层,该层厚度0.30~2.30 m。

(2)第四纪沉积层( $Q^{al+pl}$ )

②大层:层顶标高32.08~33.50 m以下为褐黄色、中密、可塑~硬塑的粉质粘土、砂质粉土②层及褐色、中密、可塑的粉质粘土②<sub>1</sub>层,该层厚度1.60~3.30 m;

③大层:层顶标高29.29~31.00 m以下为黄色、灰色、中密、可塑的重粉质粘土、粉质粘土③层,黄色~灰色、中~中上密、可塑~硬塑的粘质粉土、

砂质粉土③<sub>1</sub>层及灰色、中密、可塑的粘土③<sub>2</sub>层,该层厚度2.00~5.00 m;

④大层:层顶标高25.08~28.90 m以下为灰~褐黄色、密实的细砂、粉砂④层及灰~黄灰色、中密、可塑的砂质粉土,该层厚度6.00~9.90 m;

⑤大层:层顶标高18.49~20.22 m以下为灰~黄灰色、中上密、可塑~硬塑的粉质粘土、粘质粉土⑤层及灰~黄灰色、中上密、可塑的砂质粉土⑤<sub>1</sub>层,该层厚度1.20~2.90 m;

⑥大层:层顶标高16.41~17.60 m以下为褐黄~灰黄色、中~中上密、硬塑的粉质粘土、重粉质粘土⑥层及褐黄~黄灰色、中上密、硬塑的粘质粉土⑥<sub>1</sub>层,该层最大揭露厚度为8.10 m;

⑦大层:层顶标高9.08~9.23 m以下为褐黄色、密实的粉砂⑦层,该层最大揭露厚度为1.20 m。

### 2.2 水文地质条件

第一层地下水静止水位标高为31.73~33.38 m(埋深0.40~2.40 m),地下水类型为上层滞水。

第二层地下水静止水位标高为28.33~31.28 m(埋深3.00~6.00 m),地下水类型为潜水。

历年最高水位标高:1959年接近自然地表;近3~5年水位标高32.00 m。

## 3 地下水控制方案

### 3.1 基本方法

收稿日期:2010-03-05;修回日期:2010-04-27

作者简介:孙加永(1976-),男(汉族),江苏徐州人,中铁电气化局西铁工程公司机械化公司副总经理,水文地质与工程地质专业,从事施工与管理工作,陕西省西安市东二环金花北路25号,40070426@qq.com。

考虑到本工程地下水位较高,水量丰富的特点,并满足北京市2008年3月《北京市建设工程施工降水管理办法》与《北京市建设工程施工降水管理办法实施细则》限制基坑施工进行地下降水的规定,本工程不得使用管井降水。

地下水控制的总体思路为:通过帷幕切断地下水的补给,通过排水对所施工土体进行疏干。

采用护坡桩+高压旋喷桩的形式组成帷幕进行隔水,切断地下水的绝大部分补给;采用管井方式对开挖范围内土体中水进行疏干,便于土方开挖作业;基槽底部采用明沟排水,对坑内水进行汇集排出;对局部加深部位采用超轻型井点方式对地下水进行强排,保证结构施工的进行(参见图1)。

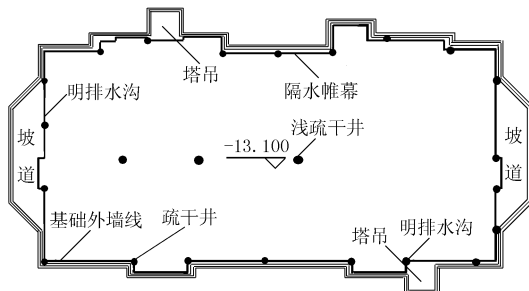


图1 隔水及降水简图

## 3.2 地下水控制方案

### 3.2.1 围护结构

围护结构由护坡桩+高压旋喷桩联合组成,护坡桩及旋喷桩间重合部分为100 mm,通过两种桩的咬合,组成闭合的围护结构,阻断地下水的补给。具体参数如下:

护坡桩桩径600 mm,桩间距1.20 m,桩顶位于地表下4.5 m,桩长16.00 m,保持桩端进入相对的隔水层⑤粘土层不小于1.0 m,为达到经济合理的效果,护坡桩有配筋部分长度为12.0 m。

高压旋喷桩桩径800,桩间距为1200 mm,两侧与护坡桩相切100 mm,桩顶标高及桩底标高与护坡桩顶标高一致。

### 3.2.2 疏干措施

疏干部分针对围护结构内的土体进行,整体采用疏干井对土体进行疏干,便于土方作业的进行,在开挖至设计深度后,对残留水采用明沟排水方式进行,由于帷幕不具有降水的作用,针对基坑中局部加深部位,采用了超轻型井点方式进行了地下水的抽排,保障了结构施工的进行。

疏干井主要布置在基坑围护结构内侧施工肥槽中线上,孔径600 mm,井间距15.0 m,深度20.0 m,

井管为直径400 mm的水泥砾石滤水管,共设计疏干井20眼。井管外填入直径为2~4 mm的砾石及中粗砂的混合料。为加快疏干速度,基坑中部也进行布置,深度12.0 m,避免扰动地基土层。

在肥槽内设置宽度500 mm、深度400 mm的排水明沟,排水沟坡度为1%,地层中渗出的地下水通过排水沟流入集水坑,用污水泵将水排出基坑。

图2为地下水的控制系统剖面图,止水帷幕起截水作用,疏干井对维护结构内土体水进行疏干,对地下水进行控制。

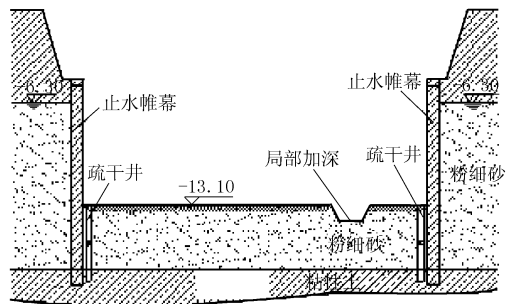


图2 地下水控制剖面图

### 3.2.3 局部处理

由于基坑内部存在局部加深的集水坑及电梯井(一般深度2.0 m),为保证正常的结构施工,采用超轻型井点进行局部降水,超轻型井点的井间距为1.0 m,井点深度2.5 m,每组井点的数量不大于30个,保证较好的真空度达到强制抽排的效果。参见图3。

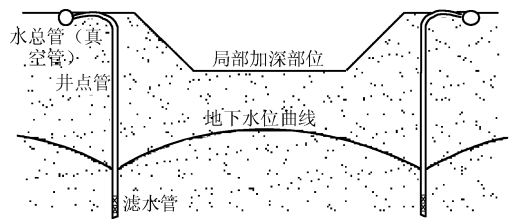


图3 局部处理剖面图

## 4 施工过程

总体施工顺序为:排水井施工→护坡桩施工→高压旋喷桩施工→土方开挖→基槽底部排水沟及局部超轻型井点施工。

### 4.1 排水井施工

采用反循环钻机进行施工,在滤水管外包覆80目纱网,滤料选用干净石屑及中粗砂混合物,针对地层中粉细砂层较厚的特点,要求滤料混合均匀,填料要连续均匀,达到较好的滤砂效果。在填料完成后

及时洗井,保证成井质量。

### 4.2 护坡桩施工

采用长螺旋钻机成孔,在提钻过程中通过钻杆中心泵送混凝土压灌成素混凝土桩,然后通过振动送笼装置将钢筋笼插入混凝土中形成护坡桩,在成桩过程中加强垂直度及压灌混凝土质量控制。主要工艺流程如图 4 所示。

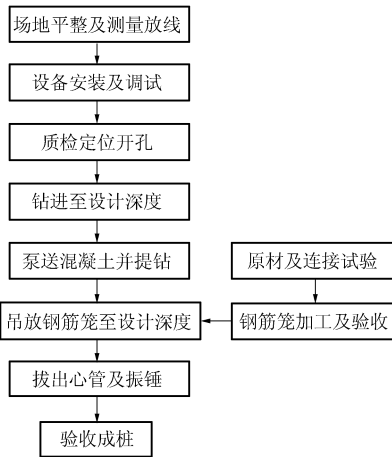


图 4 护坡桩工艺流程

### 4.3 高压旋喷桩施工

旋喷桩采用长螺旋高压旋喷方式施工,比传统工艺,成桩直径大(可达到 800 m),在砂卵石地层中成形理想。工艺为先采用长螺旋钻机带水钻进至设计深度,使桩体部分土体松散,然后采用反转钻杆方式提钻,将钻头提出后进行通浆,然后反向转动钻进并喷射高压水泥浆,如此反复进行旋喷,形成桩体。高压旋喷的主要施工要点为浆体压力及垂直度及提钻速度的控制,就本工程来说,较理想参数为:喷射压力 10 ~ 15 MPa,浆泵流量 85 ~ 120 L/min,浆液配比 0.6: 1 ~ 0.5: 1,提升速度 0.05 ~ 0.25 m/min,旋转速度 10 ~ 25 r/min。

工艺流程如图 5 所示。

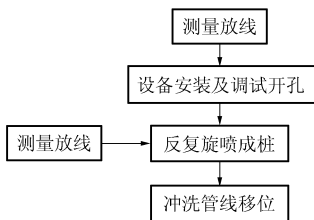


图 5 高压旋喷桩工艺流程图

### 4.4 排水沟及超轻型井点的施工

排水沟位于预留肥槽内,由于地层为粉细砂层,

在使用过程中易造成淤积影响排水效果,因此经现场试验后在成形水沟底部及侧面铺 80 目纱网,在水沟内填入 5 ~ 20 mm 碎石缓解粉砂的淤积,达到排水的目的。在主体结构施工回填肥槽前,在水沟上部采用塑料布覆盖,有效保持填料的通水性,防止上部回填土造成淤积。

由于隔水帷幕缝隙的存在及地层中水的存在,局部加深部位采用超轻型井点进行单独处理,超轻型井点施工部位为局部加深的电梯井及集水坑,井管采用直径 20 mm 铁管,下部设滤水段,采用水冲法成孔,填入中粗砂作为滤料。集水管采用暗管埋入垫层下部,通过主管道接至真空泵,与传统的大口井方式相比,超轻型井点具有不影响结构的施工、排水系统便于维护的优点。

## 5 实际效果

从基坑完成后的实际效果看,本体系能够有效地控制地下水,土方开挖完成后基底干燥,局部加深部分无水,帷幕隔水效果良好,结构施工能正常进行,特别是由于采用了长螺旋高压旋喷工艺,隔水的同时使厚粉细砂层得到固化,解决了桩间土支护的流砂问题,提高了支护施工的进度及安全性。

但也存在明显的不足部分,主要表现为两个方面:(1)部分桩咬合不紧密,造成帷幕的渗漏,主要原因为桩及旋喷桩施工过程中个别桩存在偏差,主要是垂直度的偏差造成咬合不好造成渗水及流砂;(2)由于地下水位较高,随深度增加水压增大,造成在锚杆施工过程中地下水从锚孔中流出,因此锚杆注浆过程有浆体流失现象,通过二次压浆进行了补偿。

## 6 结语

随着北京市《北京市建设工程施工降水管理办法》与《北京市建设工程施工降水管理办法实施细则》的实施,本工程多种手段控制地下水的方式可供类似工程的参考。

### 参考文献:

- [1] 滕延京,等.地基基础工程技术实践与发展[M].北京:知识产权出版社,2008.
- [2] 虎胆.吐马尔白,等.地下水利用[M].北京:中国水利水电出版社,2008.
- [3] GB50021-2001,岩土工程勘察规范[S].