

# 基坑降水的地下水位控制与工程降水综合利用

张聚斌

(河北地矿建设工程集团公司,河北 石家庄 050081)

**摘要:**对基坑降水中基坑内外的地下水位控制措施进行了论述,并探讨了降水工程中排出的地下水进行综合利用的问题。

**关键词:**基坑降水;地下水位;控制;综合利用

**中图分类号:**TU46<sup>+</sup>3 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)03-0022-04

**Control on Ground Water Table for Foundation Pit Dewatering and Comprehensive Utilization of Engineering Dewatering/ZHANG Ju-bin** (Hebei Geo-engineering & Construction Enterprises Group, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

**Abstract:** The paper expounds the control on ground water table both in and out of foundation pit for foundation pit dewatering, and discusses the utilization of drained ground water in dewatering engineering.

**Key words:** foundation pit dewatering; ground water table; control; comprehensive utilization

随着我国城市化进程的加快,建设工程的数量越来越多,场地条件越来越复杂,当地下水水位高于基底时,基坑施工不可避免地会遇到降低地下水水位的问题——基坑降水。为保证基坑内的施工安全和减少降水对基坑周边建(构)筑物的损害,需对基坑内外地下水水位进行控制。基坑降水一般要排出地下水,长期以来,常把施工降水排入市政雨污管网,在如今我国水资源短缺不断加重的情况下,如何合理利用施工降水,应予以考虑。

## 1 基坑降水的地下水位控制

基坑降水一般是在基坑外缘(基坑较大时基坑内也布设)布设一定数量的井点,通过降低井点中的地下水水位,形成以该点为中心的降深场(抽水破坏了地下水原有平衡状态,水位降低可以形成以井为中心降落漏斗,该漏斗是由水位降所形成,可称为降深场),多个降深场的叠加形成以各个降水井为汇点以降水井连线为汇水槽的降深场,当降落曲线位于拟开挖基坑以外时,降水工程满足要求(见图1)。基坑降水,一是要在挖至设计基底标高时不出现流砂、基底隆起,保证基坑内正常施工作业;二是要防止基坑外的地下水位下降对周围已建建筑物、管线、道路路面所造成的各种危害。要满足这两个条件必须控制好基坑内水位和基坑外水位。

### 1.1 基坑内水位控制

基坑内水位的控制是整个基坑降水的核心,基

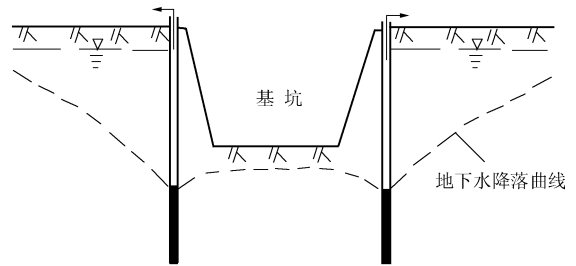


图1 基坑降水剖面图

坑降水的所有工作都是围绕着基坑内任意点的水位满足降水深度要求而展开的。基坑内水位的下降,是通过降低布设在基坑外缘相互干扰的降水井中水位,使降深场相互叠加对基坑内地下水水位实现削减的。基坑内水位可在降水勘察时实测抽水试验降深场利用叠加原理进行预测。该方法是降水勘察时进行多孔抽水试验,实测水位影响范围内流场,按势叠加原理预测计算不同布井条件下基坑内水位,也就是应用单井抽水时形成降深场进行叠加计算。基坑底部水位曲面最高点一般应控制在基底下0.5~1.0 m。

1994年1~7月衡水电厂翻车机室降水,施工前进行了降水勘察,基坑中心水位预测采用实测降深场叠加计算。当时地下水位埋深2.1 m,降水深度10.19 m,基坑中心水位在25天时达到设计标高,最终降水深度16.34 m。

对于承压水引起的基底隆起仅在基底为隔水层且降水井未穿透隔水层时予以验算临界水力坡度。

收稿日期:2006-10-11

作者简介:张聚斌(1973-),男(汉族),河北鹿泉人,河北地矿建设工程集团公司经营部副经理、工程师,水文地质和工程地质专业,从事岩土工程工作,河北省石家庄市中山西路800号,(0311)83612240、13933135584, zhjubin@yahoo.com.cn。

对基底地质条件差的软塑土、疏松的粉土、盐渍土,应考虑基坑开挖卸荷引起的基底隆起,进行必要的验算,当隆起产生危害时采取加深挡土结构或基底加固措施。

控制降水井中水位就可控制基坑内水位。降水井中的水位控制,一是可以将水位控制在预定位置,二是将水位控制在何种位置。

将水位控制在预定位置可通过泵型调配和配备液位继电器自动控制解决。

2004~2005 年西柏坡电厂三期工程翻车机室降水、主厂房降水、5 号循环泵房降水、6 号循环泵房降水、6 号凉水塔降水中降水井水位控制采用自动控制技术。液位继电器不但可以实现预定水位水泵的自动停启,而且可以减少看泵人员和水泵电机干烧率。

将水位控制在何种位置,在降水初期降水井中的水位降深可按下式估算:

$$S = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$$

式中:  $S$ ——降水井中水位降深,  $m$ ;  $h_1$ ——基坑深度,  $m$ ;  $h_2$ ——降水水位距离基坑底要求的深度,  $m$ ;  $h_3$ ——基坑中心到基坑边降水井中间的水位差,  $h_3 = ir_0$ ;  $i$ ——水力坡度,宜为  $0.1 \sim 0.15$ ;  $r_0$ ——降水井分布范围的等效半径或降水井排间距的  $1/2$ ,  $m$ ;  $h_4$ ——基坑边相邻降水井中间到降水井的水位差,  $h_4 = i_0 r/2$ ;  $i_0$ ——水力坡度,宜为  $0.05 \sim 0.1$ ;  $r$ ——相邻降水井间距,  $m$ ;  $h_5$ ——水跃值,  $m$ ;  $h_6$ ——降水期间的地下水位变幅,  $m$ 。

在基坑内任意点的水位均能满足降水深度要求且水位继续下降时,应通过调高降水井中水位或关闭部分降水井来保持基坑内水位不再持续下降,此时降水井中水位要根据观测井水位变化互动调整。

当基底下附近有有良好的隔水层时,可采用混凝土桩、钢板桩、防渗墙、连续墙等阻水结构形成阻水帷幕,阻断基坑内外地下水联系,使基坑内地下水成为封闭单元,把工程降水转化为排水。基坑有支护结构时采用阻水的支护结构形式。在降水周期较长情况下,采用该方法费用较低且安全环保。

基底以上隔水层与含水层相互间隔时,基坑侧壁可能由于残余水头的影响而渗水,当渗水较少时可浅插小孔径滤水管排水,渗水较大时可增加渗井将水引至下层。局部地段集中渗漏水严重,可在基坑外加降水井。

### 1.2 基坑外水位控制

理想的基坑降水是基坑内水位降到预定深度而

基坑外水位保持不变,地下水降落曲线呈台阶状,基坑外建(构)筑物不受基坑降水影响,但由于自然降落曲线常呈平滑状,如果基坑降水影响范围内存在建(构)筑物就有可能产生影响;地下水位下降时地基土发生固结压缩,由于基坑外发生固结的地基土厚度向基坑外呈尖灭状,因而产生不均匀沉降。要防止基坑外的地下水位下降对周围既有建筑物、管线、道路路面所造成的各种危害,应尽量保持通过建(构)筑物下降落曲线不变或者对建(构)筑物采取保护措施。

保持通过建(构)筑物下降落曲线不变措施有:回灌技术和隔离技术。

#### 1.2.1 回灌技术

即在建筑物与基坑之间布置回灌设施,在基坑降水的同时向回灌设施中注入一定的水量,通过注水形成的反漏斗改变和控制地下水降落曲线形态,保持已有建筑物所在地原有的地下水位,从而有效地防止降水的影响。回灌技术有回灌井(见图 2)和回灌沟(见图 3),分别适用不同的地质条件。如果建筑物离基坑稍远,且为较均匀的透水层,中间无隔水层,则可采用回灌沟。如果建筑物离基坑近,且为弱透水层或透水层中间夹有弱透水层和隔水层时,需用回灌井进行回灌。

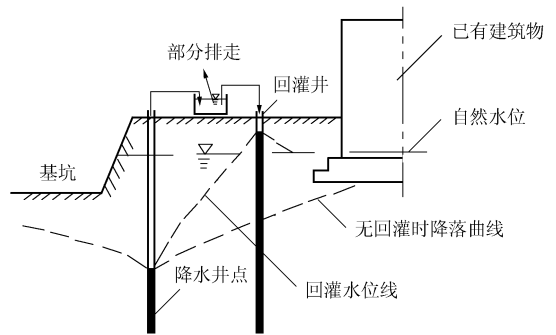


图 2 井点降水与井点回灌示意图

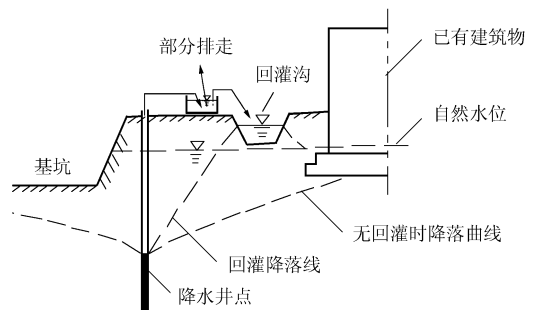


图 3 井点降水与回灌沟回水示意图

回灌井点系统的布置应按照水井注水理论进行计算,抽灌系统必须进行现场试验优化后确定。在

降水运行期间坚持信息化施工,即在建(构)筑物受降水影响范围内的不同部位设置必要数量水位观测孔和沉降观测点,定时进行观测和分析,及时对抽灌系统进行调整。回灌系统应根据实际地下水位的变化及时调整,既要防止回灌量过大而渗入基坑影响施工,又要防止回灌水量过小,使地下水水位失控影响回灌效果。

回灌井点与抽水井点之间的距离一般不宜少于5 m。回灌井点的结构应从自然水位以下设置滤水管,井深应根据含水层深度确定,确保基坑施工安全和回灌效果。回灌井点必须在降水井点抽水前或抽水同时向井中注水,不得中断。

在采用回灌技术时可在有回灌井的一侧适当提高降水井中的水位,在没有回灌井一侧适当降低降水井中水位,形成一个不对称降深场(见图4),可降低回灌井侧降落曲线的控制难度,同时减少对既有建(构)筑物的影响。

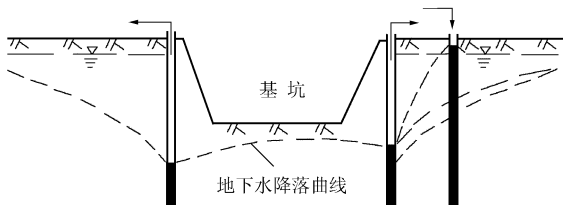


图4 不对称降深场示意图

### 1.2.2 隔离技术

即阻断基坑内外或建(构)筑物基础与周围地下水之间联系。隔离技术的应用需要在合适的位置有一定厚度隔水层的存在。

当基底下附近有良好的隔水层时,可考虑在基坑外缘与支护结构相结合采用混凝土桩、钢板桩、防渗墙、连续墙等阻水结构形成阻水帷幕,阻断基坑内外地下水联系,使基坑内形成封闭单元,使基坑外地下水位不受降水影响。当基底以上有隔水层而基底附近无隔水层时,用阻水结构将隔水层上透水层阻断(见图5),在阻水结构处自然水位与隔水层之间可形成垂直的降落曲线,保持阻水结构外侧地下水位不变。

### 1.2.3 其他措施

当基坑面积较大,而拟保护的建(构)筑物面积较小、对基坑采取隔离技术相对不经济时可考虑对建(构)筑物采取隔离技术。对建(构)筑物采取隔离措施后,建(构)筑物处形成相对封闭的地下水位孤岛,从而减少降水对建(构)筑物的影响。

当不具备采用隔离技术或回灌技术条件时,需

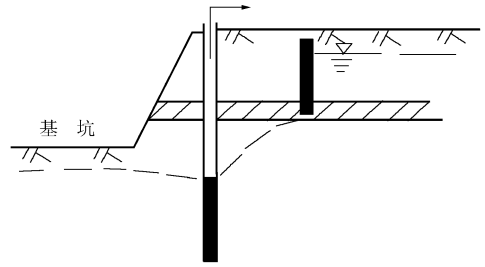


图5 降水井与阻水帷幕阻水示意图

要对建(构)筑物采取保护措施。这些措施包括:在已有建筑物旁打护坡桩;对已有建筑物基础与上部结构进行加固处理。

### 1.2.4 实例

西柏坡电厂三期工程6号凉水塔降水,采用建筑物隔离和回灌技术。6号凉水塔环基半径62.588 m,地下水位-4.5 m,基坑开挖-8.35 m,基坑水位计划控制深度-10.50 m,在6号塔东侧距基坑开挖线5.0 m有一栋3层车库综合楼在建(主体完工)。共布设降水井43眼,深度17.5 m,在车库综合楼和基坑之间设置双排深12 m、长100 m的深层搅拌桩阻水帷幕,阻水帷幕后布5眼深度8.5~10.0 m的回灌井。车库综合楼处的平面布置如图6所示。自2004年4月4日开始抽水,到4月15日中心水位降至-10.65 m,为控制中心水位持续下降,停用部分降水井,到2004年11月1日降水结束,中心水位基本稳定在11 m,车库综合楼未观测到沉降现象。

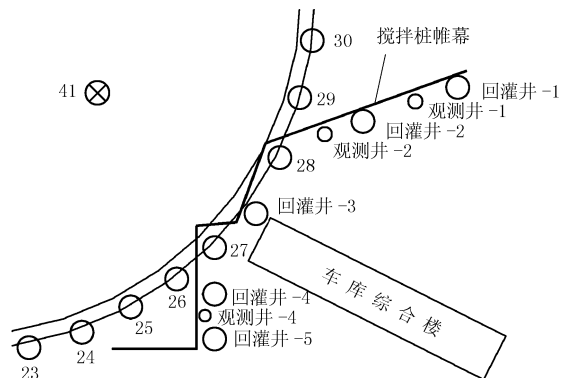


图6 车库综合楼处降水工程布置图(局部)

西柏坡电厂三期工程拟建的翻车机室紧邻一期翻车机室铁路线,地下水位-8.0 m,基槽开挖深度-15.7 m,基坑铁路侧采用桩锚结构加土钉墙对铁路进行保护。

在降水设计时对细颗粒软弱土,填砾粒径、填砾厚度、过滤器选择要予以充分重视,防止抽水涌砂。同时要对建(构)筑物在降水期间的沉降和沉降差异进行预测,并评价其危害程度。在施工时防止塌

孔、涌砂引起建(构)筑物基础下沉。

## 2 工程降水的综合利用

我国属缺水国家,干旱缺水成为主要自然灾害,部分地区供水靠超采地下水解决,地下水的连年超采已引发地面沉降和地裂缝等地质灾害。现在我国每年进行大量的基础建设,由于地下水位的存在会出现降水问题。长期以来基坑施工降水的利用很少有人关注,工程降水将大量的水资源排入市政雨污管道,在日益缺水和用水成本不断增长的大背景下,不论从节约资源,还是从经济效益角度讲,施工降水应合理利用。施工降水合理利用有以下几方面。

### 2.1 回灌

为了保护水资源,可以考虑将抽出的水再次灌入同一含水层中,避免地下水流失,保持水资源的均衡,这种情况下一般不会由于水质问题产生污染。另一种是将抽出的水再次回灌入更深的含水层中,这种情况下须考虑水质问题,《城市地下水开发利用保护管理规定》第二十条规定:采用人工回灌的水质要符合国家有关标准的规定。在选择地下水回灌时,要了解周围的工程地质和水文地质条件,避免水质污染和由于地下水位变化引起地质灾害。

### 2.2 工地自行使用

在工地修建相通蓄水池,把地下水进行沉淀后用于施工现场;冲洗进出工地车辆,施工现场的降尘洒水,混凝土搅拌养护和工地绿化消防用水。利用成本较低,使用方便,但与每天抽出的水量相比利用率较低。

### 2.3 补充城市河流、湖泊、公园水景、城市绿地、消防用水

缺水城市工程降水可以进入城市河流、湖泊,或用于公园水景补充用水,进入天然水系后可回渗地下,补充地下水资源。也可以沉淀后进入消防用水系统,用于城市绿地浇灌,城市街道降尘等。

### 2.4 补充社区水景

在缺水的北方,水景楼盘的开发商可在后期开发中将工程降水引入先期的水景中,既可节省排水

费又可节省购水费,可谓一举两得。

### 2.5 补充生产用水

对于多期开发的工业耗水项目,可考虑在后期施工中工程降水处理后,引入生产用水系统,如发电厂、炼钢炼铁厂等用水大户,可节约大量水费。

### 2.6 用于农业灌溉

靠近田野施工时,在灌溉季节可将施工降水用于农业灌溉,或利用农用井做回灌井点。

西柏坡电厂三期工程翻车机室及1号输煤廊道降水,抽水自2004年11月23日开始,至2006年1月6日降水结束,总排水量479.232万 $m^3$ ,除工地使用外基坑排水全部通过800m管路泵入厂前池,进入冷却水系统,为电厂节约水费200多万元。

## 3 结语

(1)应用降深场进行基坑内水位预测是可行的。

(2)应用液位继电器可实现降水井中预定水位时水泵的自动停启,与泵型相配合可将降水井中水位控制在预定位置。

(3)基坑外水位控制可采用回灌技术和隔离技术。当具备应用隔离技术条件时,隔离方案可作为一种比选方案。

(4)工程降水可在回灌,工地自行使用,补充城市河流、湖泊、公园水景、城市绿地、消防用水,补充社区水景,补充生产用水,农业灌溉等方面进行合理利用,既节约资源,又可增加综合效益,具有一定的可行性,应予提倡。

## 参考文献:

- [1] JGJ/T 111-98, 建筑与市政降水工程技术规范[S].
- [2] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993.
- [3] 古自纯, 徐启昆. 地下水动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- [4] 工程降水形势所迫 亟待突破建筑节能节水盲点[EB/OL]. <http://www.jianshe99.com/html/2006/4/sh02322530711146002665.html>, 2006-4-11.

## 大理—瑞丽铁路开工建设

大瑞铁路全长350km,由铁道部与云南省合资建设,是继内昆铁路之后在云南投资最大的铁路建设项目,估算总额147亿元。大瑞铁路自广大铁路大理站接轨,经过大理、保山、德宏、瑞丽等4个州市和7个县市区。铁路按国铁I级单线、电气化铁路标准修建,设计运输能力为客车每日12

对,货运每年1200万t,桥梁、隧道总长占线路全长的75%,建设工期为6年。

大理至瑞丽铁路是我国《中长期铁路网规划》中完善路网布局和西部开发性新线项目之一,也是我国西南进出境通道之一的中缅国际铁路通道的重要组成部分。