

施工降水中的环境保护及水资源合理利用

钟士国

(河南省建筑设计研究院, 河南郑州 450014)

【摘要】 城市缺水是目前带有普遍性的重大问题,但在城市建设过程中,宝贵的地下水资源遭到浪费的现象又大量存在,解决好施工降水与环境保护问题是关系到城市发展的重要问题之一,结合郑州市的工程实践,谈谈施工降水中的环境保护及水资源合理利用问题。

【关键词】 降水; 环境保护; 水资源; 合理利用

【中图分类号】 TU 473.3

Environmental Protection and Groundwater Resource's Rational Use in Dewatering Construction

Zhong Shiguo

(Henan Architectural Design and Research institute, zhengzhou henan 450014 China)

【Abstract】 The important and universal problem in city is lack of water resources. But a host of facts is wasting of valuable groundwater resources in city construction. So one of the important issue in city development is solving the problem between construction dewatering and environmental protection. Combining with engineering practice in zhengzhou, the environmental protection and rational use of groundwater resources in dewatering construction are discussed.

【Key Words】 dewatering; environmental protection; water resources; rational use

0 引言

郑东新区的建设是郑州城市发展的重点,规划中的郑东新区将在未来 20~30 年内建成。郑东新区开发建设作为河南省加快城市化进程的龙头项目,已被河南省政府作为重点工程。但是在郑东新区大规模的建设过程中,也出现了一些与规划中的共生城市和新陈代谢城市不协调的问题,施工降水中的水资源大量浪费是一个不容忽视的问题,下面结合郑东新区的地层特点,谈谈施工降水中的环境保护及水资源合理利用问题。

1 郑东新区的水文地质和工程地质条件

1.1 郑东新区的地层条件及物理力学性质指标

郑东新区位于黄河冲积平原的前沿,地形平坦,地层分布规律。浅部地层为黄河多次泛滥形成的地层,从上到下依次如下:

全新统(Q₄)地层:依岩性差异可分为上、中、下三段。上段(Q₄₋₃)为黄河冲洪积形成的褐黄色粉土、粉质粘土层,是人类活动以来的新近沉积土;中

段(Q₄₋₂)由灰色—灰黑色粉土、粉质粘土和有机质土组成,为黄河河漫滩形成的静水相或缓流水相的沉积物;下段(Q₄₋₁)由灰色—褐黄色粉细砂、粉土组成,为黄河冲洪积沉积物。

第四系上更新统(Q₃)地层:为冲积相,埋藏在地表下 30~60 m 范围内,岩性由棕红、褐黄色的粉质粘土、薄层粘土组成,普遍含钙核、铁质锈斑。

第四系中更新统(Q₂)地层:为冲洪积相,埋藏在地表下 60 m 以下,岩性由棕红、黄褐、灰绿色粘土、粉质粘土组成,普遍含钙核、铁质锈斑,局部钙核密集成层,平均厚度 50~60 m。

郑东新区某大型商住楼场地土层的物理力学性质指标,在郑东新区具有较强的代表性(见表 1)。

1.2 场地地下水情况

根据含水层的埋藏条件和水理特征,郑东新区地下水在工程施工影响深度内,可分为两个含水层,即上层潜水和下部的承压水。

表1 郑东新区典型土层分布及主要土层物理力学性质指标

层号	土层名称	厚度/m	地质年代	含水量 $w/\%$	孔隙比 e	塑性指数 $I_p/\%$	渗透系数 $k/(\text{cm}^2\text{s}^{-1})$	压缩模量 E_s/MPa	地基承载力 f_k/kPa
①	粉土	3.5	Q_{4-3}	23.4	0.833	8.8	6.4×10^{-4}	8.2	130
②	粉质粘土	1.5	Q_{4-3}	26.6	0.901	12.0	5.3×10^{-5}	4.3	110
③	粉土	1.5	Q_{4-3}	23.1	0.811	8.4	8.5×10^{-4}	8.2	130
④	粉质粘土	1.0	Q_{4-3}	26.6	0.892	13.0	5.3×10^{-6}	4.6	120
⑤	粉土	2.5	Q_{4-3}	23.0	0.776	9.0	7.5×10^{-4}	10.2	150
⑥	有机质粘土	2.0	Q_{4-2}	25.8	0.866	17.1	1.7×10^{-8}	5.1	125
⑦	粉土	1.5	Q_{4-2}	25.3	0.853	8.9	9.5×10^{-4}	12.1	160
⑧	弱泥炭质粉质粘土	2.3	Q_{4-2}	32.4	1.023	16.4	1.5×10^{-7}	3.8	100
⑨	粉土	0.7	Q_{4-2}	23.2	0.742	8.4	8.0×10^{-4}	14.1	190
⑩	粉砂	4.0	Q_{4-1}				3.0×10^{-3}	28.0	260
⑪	细砂	8.0	Q_{4-1}				9.4×10^{-3}	35.0	320
⑫	粉质粘土	6.0	Q_3	20.9	0.649	11.5	3.0×10^{-6}	12.0	300

潜水埋藏在深度 18.0 m 以内,主要含水层为埋藏在深度 2.5~14.0 m 范围内 Q_{4-3} — Q_{4-2} 的粉土、粉质粘土层,粉土与粉质粘土层呈互层结构,场地内上层潜水水位埋深 2.5 m。

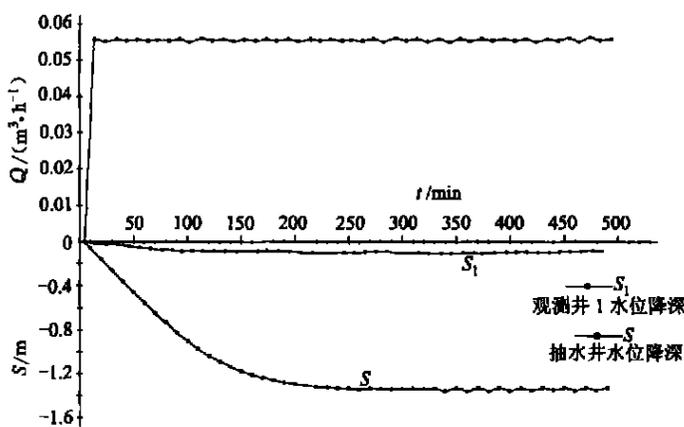
承压水埋藏在深度 18.0~30.0 m 之间,主要含水层为埋藏在深度 18.0~30.0 m 范围内全新统下段 Q_{4-1} 的粉细砂层和细砂层中,该土层赋水性好,透水性强,属强透水层,具有承压性;承压水水头埋

深 3.5 m,承压水顶板埋深为 18.0 m。

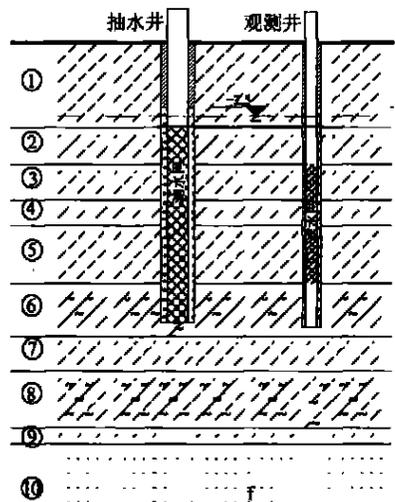
潜水与承压水被有机质粘土、弱泥炭质粉质粘土等相对隔水层分开,30.0 m 以下为厚度巨大的粉质粘土层,透水性很差。

1.3 场地地下水抽水试验情况

为了准确了解场地地下水的渗透性,在郑东新区某工程场地内进行了上层潜水抽水试验和潜水、承压水混合抽水试验,试验成果图表见图 1、图 2。



(a)



(b)

图1 现场抽水试验 S-t 曲线图(上层潜水抽水)

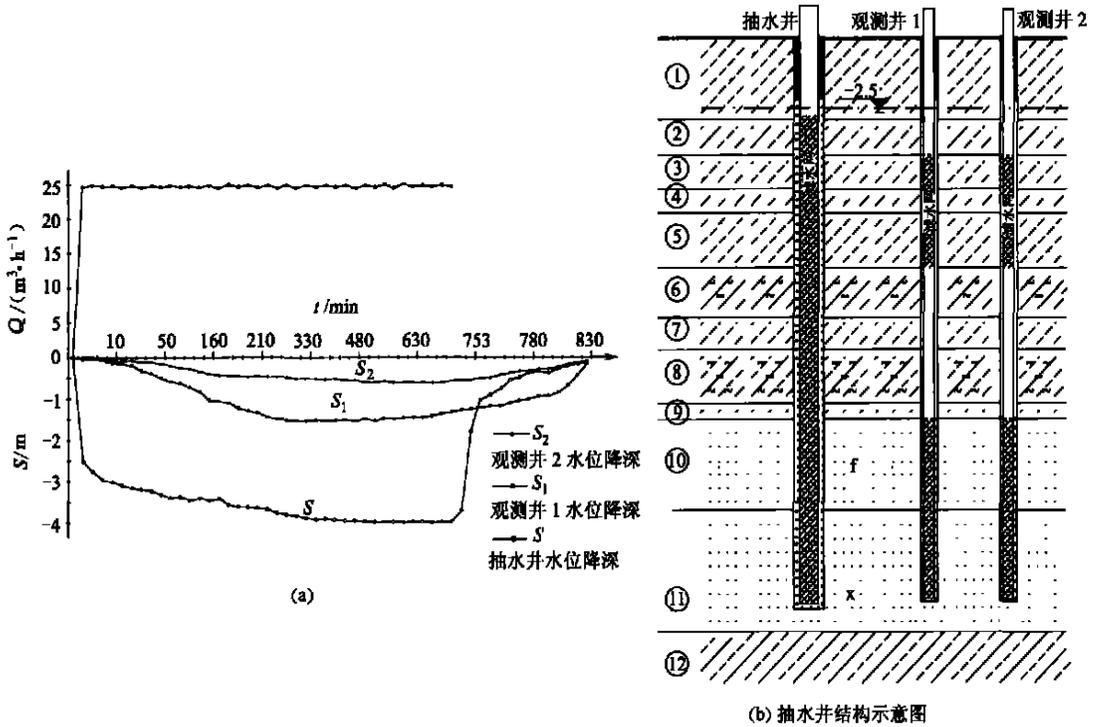


图2 现场抽水试验 S-t 曲线图(混合抽水)

根据抽水试验结果, 郑东新区 0~30 m 内土层渗透性差异显著, 上部土层渗透性小, 下部土层渗透性较大; 浅部粉土、粉质粘土互层综合渗透系数为 0.5 m/d, 下部砂层综合渗透系数为 8 m/d。

2 同一建筑基坑采用不同降水方案的差别

同一建筑基坑, 因采用不同的降水方案, 降水的影响半径、基坑涌水量及对周围环境的影响差异显著, 下面以郑东新区某商住楼为例, 简单介绍同一建筑基坑采用不同降水方案的差别。

基坑尺寸: 长 140 m, 宽 70 m, 基坑深度 10.5 m, 潜水水位在地面下 2.5 m, 承压水位 3.5 m, 基坑施工要求水位控制在基底 0.5~1.0 m, 约在自然地面下 11.0~11.5 m, 基坑远离河流边界。

基坑降水方案 1: 采用二级轻型井点, 只抽取上层地下潜水, 隔水层抗渗流稳定性验算不满足时用水泥土桩对基底土层进行加固。

基坑降水方案 2: 采用管井同时抽取上部潜水和下部承压水。

2.1 降水影响范围的不同

依据地下水的相关理论, 两种情况下基坑降水影响半径分别按下式验算:

1) 潜水

$$R = 2 \cdot S \sqrt{h_w \cdot k} \quad (1)$$

2) 承压水

$$R = 10 \cdot S \sqrt{k} \quad (2)$$

根据计算结果并参考现场降水水位观测情况, 两种降水方案影响半径差别显著, 方案 1 按均质含水层潜水完整井计算, 基坑远离边界, 降水影响半径 $R = 42$ m; 而方案 2 按承压水非完整井计算, 基坑远离边界, 井深 22.0 m, 降水影响半径 $R = 212$ m。由于工程施工中井内水位低于上述水位, (工程施工中井内水位在地面下 15.0 m), 降水量测影响半径达 300 多米^[1]。

2.2 降水水量不同

采用不同的降水方案, 基坑涌水量差别巨大: 方案 1 按均质含水层潜水完整井计算, 基坑远离边界, 计算基坑涌水量 $Q = 405$ m³/d; 而现场施工采用方案 2, 基坑远离边界, 井深 22.0 m, 实测降水涌水量 $Q = 1\,914$ m³/d。

2.3 降水对周围建筑、管线影响的不同

采用不同的降水方案, 对周围环境的影响差异很大, 区别在于: 采用降水方案 1, 受降水影响的管线和建筑集中在基坑外 40 m 范围之内, 降水引起的坑边最大沉降约为 53 mm, 受影响的范围较小, 但降水造成的差异沉降较大, 计算最大处的倾斜约为 0.265%; 而采用方案 2, 受降水影响的管线和建筑集

中在基坑外 210 m 范围之内,降水引起的坑边最大沉降约为 53 mm, 受影响的范围很大,但降水造成的差异沉降较小,计算最大处的倾斜约为 0.05 %。

显然,采用降水方案 1 影响半径较小,基坑涌水量小,但对基坑周围的建筑影响较大^[2,3]。

3 城市基坑过量降水引起的环境问题

随着城市的快速发展,道路、管线和工业与民用建筑的地下设施越来越庞大,修建这些设施所要开挖的基坑数量和深度也快速增加,施工降水(或堵水)成为工程施工的一个重要环节,降水造成的问题也越来越

多,下面就过量抽取地下水引起的环境问题进行分析。

3.1 降水引起城市地下水水位下降

降水引起地下水水位下降道理显而易见,以郑东新区为例,随着 2002 年至今郑东新区开发步伐的加快,郑东新区的地下水环境已发生了明显的变化,郑东新区 CBD 周围数平方公里的建筑基坑密集区水位快速下降,速度之快令人吃惊。根据收集到的位于郑东新区 CBD 中心区的一个观测点 1992—2004 年的地下水(承压水层)水位变化情况(见图 3),能够全面反映建筑基坑降水对该区地下水的影响。

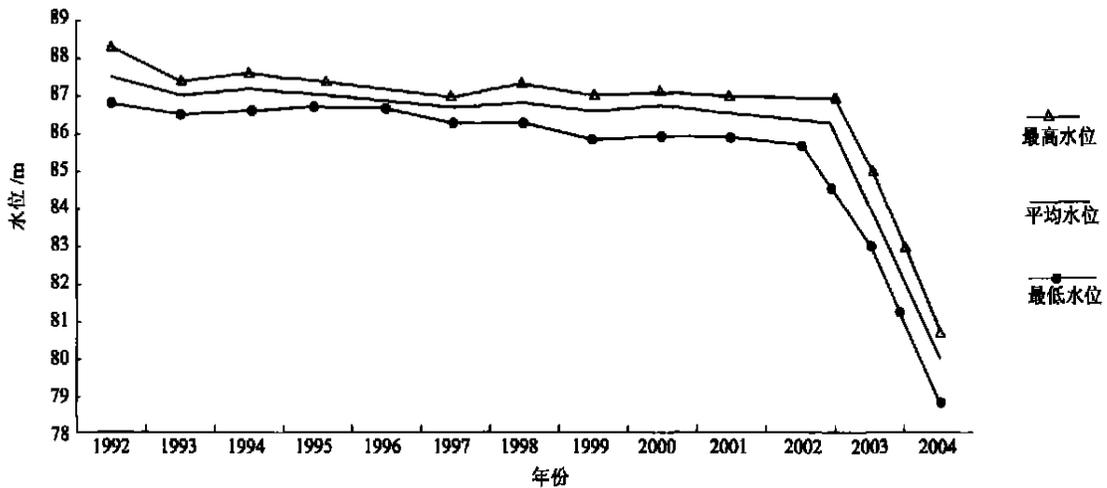


图 3 郑东新区 CBD 区域 1992—2004 年地下水动态曲线(承压水)

从上述地下水动态曲线可以看出,1992—2002 年郑东新区为市郊农田,10 年内水位变化不大,从 2002 年下半年开始建设郑东新区,受众多的高层建筑基坑降水影响,虽关闭了许多浇灌农田的水井,但郑东新区 CBD 中心区的承压水位仍快速下降,在短短的 2 年时间内,水位下降达 6.8 m。

3.2 降水引起地面沉降

目前郑州尚未开展地面沉降监测工作,但降水引起的地面沉降是客观存在的,以前面所述某工程为例,当基坑降水深度为 10.0 m 时,计算降水引起的最大沉降达 53 mm,连续大片的基坑降水会引起地面下沉。国内外不少城市出现了不同程度的地面下沉,任其发展下去必然对现有建筑和市政设施产生不利影响。

3.3 降水造成水资源浪费

城市缺水是全球关注的问题,城市供水不足,影响工业生产和人民生活。郑州是个严重缺水的城市,人均水资源占有量仅为全国平均水平的 1/10。而降水造成的水资源浪费是惊人的,一个基坑降水的涌水量就多达 1 913 m³/d(如前面所提到的建筑基坑),降水时间按 6 个月计算,此基坑降水抽

取的水量多达 344 340 m³,根据调查 2003 年郑州市有降水基坑 150 个,加上市政管线、市政隧道施工降水,降水对水资源的浪费可想而知。

3.4 基坑降水加速了地下水水质的恶化

城市地下水水质的恶化是带有普遍性的问题,大量抽取地下水使地表水体入渗加快,城市地表的有害废物必然也随着地表水体入渗,加速了浅层地下水的恶化;也将逐步影响到深层地下水的水质。

3.5 基坑降水造成城市运营费用增加

降水造成的地面不均匀沉降会造成道路开裂,管线受损、市政设施使用年限变短、维修费用增加;基坑降水大量进入雨水管道,加重雨季城市管网的负担。部分基坑将抽取的地下水排入污水管道,造成污水处理费用的增加,根据城市职能部门提供的数据,目前郑州每立方米的污水处理费高达 0.6 元。

4 合理利用浅层地下水资源与加强施工降水管理的思路

4.1 重新认识浅层地下水的作用

目前有些人认为基坑降水抽取的浅层地下水受污染较严重,达不到城市供水标准,不能直接饮用,

所以就忽略了浅层地下水的价值。事实上, 浅层地下水通过土层的过滤, 是深层优质水源的补给来源, 是优质地下水资源再生的初级产品; 其次, 浅层地下水可有效地供给城市绿化植物, 减少人工浇水; 第三, 浅层地下水对于减少尘土、调节气温和空气湿度具有重要的作用。

4.2 制定地下空间降水节水标准

目前郑州市的基坑降水工程处于无序状态, 一处降水周围大面积地下水位下降的例子有不少。位于市中心的某工程甚至出现了连续降水3年的超长降水周期, 致使地下水资源大量浪费。政府建立地下空间基坑降水节水标准, 使基坑降水有章可依显然很有必要。

4.3 加强对基坑降水方案的审查

目前对于岩土工程勘察报告、施工图设计文件的审查工作已严格实施, 对建筑安全和国计民生具有良好的作用, 但对城市基坑降水方案的审查, 郑州市目前尚未进行这方面的工作, 政府职能部门加强对基坑降水方案的审查, 从源头上淘汰粗犷型的降水方案, 推广先进、节水、环保的降水技术, 以防基坑降水对环境影响进一步增大和造成区域性的地下水位下降; 同时也可逐步树立工程技术人员的节水环保理念。

4.4 应尽早建立地下水抽取与补给的综合平衡体系

合理利用水资源最关键的是要采补平衡, 地下水是可以再生的资源, 对再生的环节采取主动的措

施目前可从以下两个方面入手:

1) 推广先进、节水、环保的降水技术和降水方法, 合理地缩短降水周期, 对于基坑降水在技术可行的情况下要进行回灌, 力争做到抽取水量与回灌量大致相当;

2) 对于城市上游的某些地区应在雨季加强地下水的回灌工作, 特别是对于象郑东新区的渗透性好、厚度大、埋藏浅的砂层更应加大回灌的力度。

5 结 论

1) 对于强透水层埋深较浅的建筑基坑, 基坑降水以抽取上层潜水为主, 尽可能避免在强透水层中抽取大量的地下水, 这样无论对水资源利用和环境保护都大有好处。

2) 应加强基坑降水制度建设。地下水作为一种重要资源, 在城市建设中应加强管理, 特别应加强象基坑降水这样未被重视的领域, 通过工程技术人员对基坑降水方案的优化, 通过职能部门的科学管理和正确的指导, 逐步建立起技术先进、生态环保、经济适用的基坑降水新体系。

参 考 文 献

- 1 常士骥主编, 工程地质手册(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- 2 GB 50007—2002 建筑地基基础设计规范
- 3 JGJ 120—99 建筑基坑支护技术规程

收稿日期: 2004-12-27