



多哈新港挖入式港池 深井降水效果分析及参数优化

谢小明¹, 梁小丛²

(1. 中交四航局第二工程有限公司, 广东 广州 510300; 2. 中交四航工程研究院有限公司, 广东 广州 510300)

摘要: 挖入式港池基坑止降水对基坑的稳定性和安全性具有重要的影响。依托卡塔尔多哈新港项目, 通过对该挖入式港池深井降水效果进行数值模拟, 对地下水流向和井间距、井深及井径等参数进行优化。

关键词: 多哈新港; 挖入式港池; 深井降水; 效果; 参数; 优化

中图分类号: TU 463

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)09-0108-04

Effect and parameter optimization of dewatering of deep shaft in Doha Newport

XIE Xiao-ming¹, LIANG Xiao-cong²

(1. The Second Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510300, China;

2. CCCC Fourth Harbor Engineering Institute Co., Ltd., Guangzhou 510300, China)

Abstract: The precipitation and waterproof play an important role in the stability of the foundation. Based on Doha Newport in Qatar, we simulate the effects of deep shaft in the excavated basin, and optimize the flow of ground water, the distances between wells, the depth and diameter of wells.

Keywords: Doha Newport; excavated basin; deep shaft dewatering; effect; parameter; optimization

挖入式港池基坑由于靠近外海或河流, 地下水补充迅速, 其降排水工艺的优劣对基坑开挖施工和稳定性有很大影响^[1-3]。依托卡塔尔多哈新港项目, 通过有限元数值分析对基坑深井降水效果进行分析并对有关参数进行优化^[4-5]。

多哈新港地处卡塔尔 MASAED 工业城内, 离多哈市区 40 km。该项目为内挖式港口, 码头岸线长 7 845 m, 包括集装箱码头、散货码头、汽车码头、牲畜码头、海事码头等共 11 个码头, 工程场地原地面高程约为 2.0 m, 东侧及南侧为海, 平均海水位为 1.3 m, 港池基坑最深开挖至 -19.7 m 高程。基坑采用放坡方式进行干开挖。

1 深井施工

港池开挖区域采用从地表开始设置的深井进

行降水。深井由港池开挖区边沿布置的较为密集的深井 (A 类井) 以及开挖区内较为稀疏布置的抽水井 (B 类井) 组成。A 类深井主要作用为截断基坑外渗水, 防止渗透水从码头墙后棱体后岸坡上涌出, 降低开挖区周围地下水位, 保证码头岸墙前后水位无高差, 保证基槽底部的冲蚀稳定, 同时与 B 类深井一起保证码头的干作业条件; B 类深井主要作用为将岩层中原有水及部分渗漏水抽干, 保证石方爆破、开挖以及码头施工的干作业条件。开挖区周围深井 (A 类) 的抽水能力大于开挖区外部的地下水渗流量, 然后利用开挖区内部深井 (B 类) 降低岩层水位, 则能够达到干施工的目的。深井的平面布置见图 1。深井的主要构造包括: 钻孔、井壁管、过滤管、沉渣管和填砾料 (图 2)。

收稿日期: 2014-12-24

作者简介: 谢小明 (1984—), 男, 工程师, 从事港口工程施工管理工作。

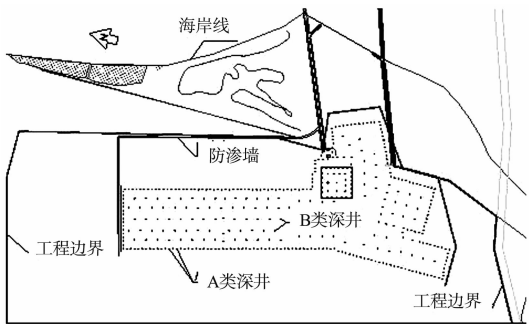


图 1 深井平面布置

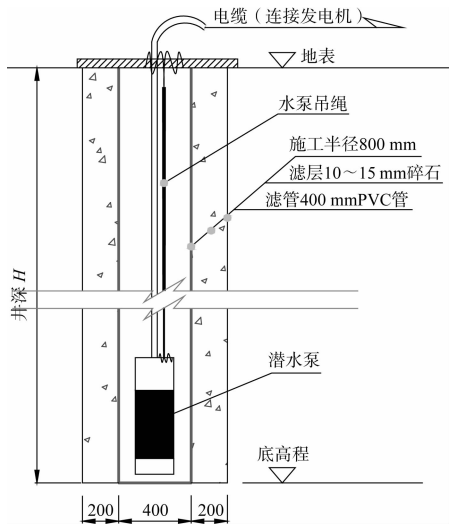


图 2 深井大样 (单位: mm)

深井的成孔施工机械设备选用自带护筒驱动器, 可以自行埋设护筒的旋挖钻、冲击钻头的工程钻机及其配套设备。采用旋挖钻 (干挖) 成孔工艺及下井壁 (过滤) 管、围填碎石等成井工艺。深井施工工艺流程为: 测放井位→安装钻机→钻进成孔→放入 PVC 管→填砾料→洗井→安泵试抽→排水。

2 排水渠及沉淀池

从深井中抽出的水将注入排水渠, 经排水渠引入沉淀池, 经过沉淀, 满足悬浮固体颗粒含量不大于 50 mg/L 的要求之后, 将水排放入海 (图 3、4)。

3 深井降水数值模拟

3.1 地下水流向

工程场地东侧及南侧为海, 通过渗流场计算得到水头等值线 (图 5)。由图 5 可见, 地下水的

流向为从东及南侧的海岸线往西和往北。港池基坑东北侧的水力坡降最大, 相应地, 位于该位置的深井出水量最大。



图 3 排水渠



图 4 沉淀池

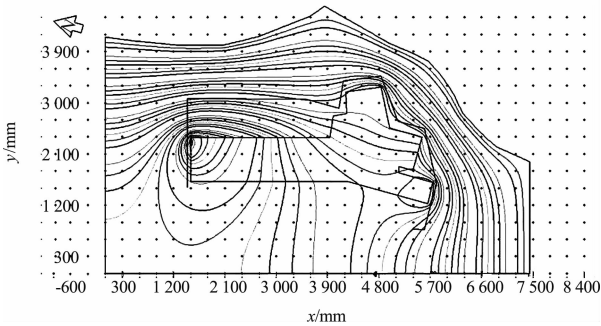


图 5 水头等值线

3.2 深井降水数值模拟及优化

多哈新港工程开挖范围巨大, 开挖施工为分片区进行, 除防渗墙为整体性降水措施外, 其余降水方法将在开挖相应片区时进行, 即总体降水顺序为从南至北逐步推进片区基坑的降水, 各片区开挖完成后, 均继续进行维护性抽水直至港池充水, 因此对深井降水效果的有限元数值模拟仅选取局部片区进行。

此外，多哈新港工程中的 A 类井布置于港池基坑边线，共 242 口，井间距为 50 m，主要作用为截断基坑外渗水；B 类井布置于港池基坑内，主要作为疏干井，因此有限元数值模拟仅考虑基坑边线处的 A 类井。地层渗透系数按表 1 取值。对井间距，井深及井径进行不同工况的优化。

表 1 地层渗透系数

地层高程/m	渗透系数 $k/(10^{-4} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1})$
2 ~ -6	5
-6 ~ -14	10
-14 ~ -30	1

3.2.1 井间距优化

计算工况 1：开挖区面积 300 m × 300 m，降水井沿边线布置，井间距 50 m，当抽水量为 500 m³/d 时，计算得等水头线（图 6）。

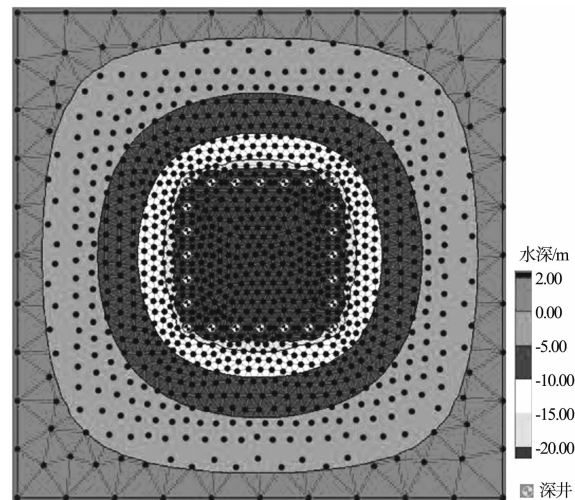


图 6 工况 1 等水头线

由图 6 可见，300 m × 300 m 开挖区的水位均在 -20 m 以下，而港池基坑的最深开挖高程为 -19.7 m，因此可保证港池基坑的干开挖要求。现场共 242 口 A 类井，单井抽水量按 500 m³/d，则总抽水量为 12.1 万 m³/d。现场测得沉淀池往海里的排水量为 5 300 m³/h，即 12.7 万 m³/d。可见，计算值与实测值接近。

由于深井的出水能力及抽水机的抽水能力均超过 500 m³/d，因此可考虑提高单井抽水量，并增大井间距，从而在保证相同水位降深的前提下，减少井数量，节省施工成本。见计算工况 2 及计

算工况 3。

计算工况 2：开挖区面积 300 m × 300 m，降水井沿边线布置，井间距 100 m，当抽水量为 1 000 m³/d，计算得等水头线（图 7）。由图 7 可见，300 m × 300 m 开挖区大部分区域的水位在 -20 m 以下，然而由于井间距拉大，导致小部分区域的水位在 -20 ~ -15 m，不满足干施工要求，因此须加大抽水量。

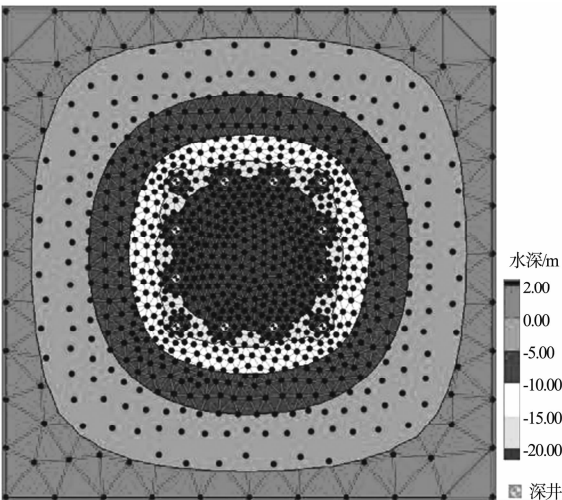


图 7 工况 2 等水头线

计算工况 3：开挖区面积 300 m × 300 m，降水井沿边线布置，井间距 100 m，深井抽水量增大至 1 100 m³/d，计算得等水头线（图 8）。由图 8 可见，300 m × 300 m 开挖区的水位均在 -20 m 以下，可保证港池基坑的干开挖要求。相比工况 1，工况 3 的深井数量减少一半。

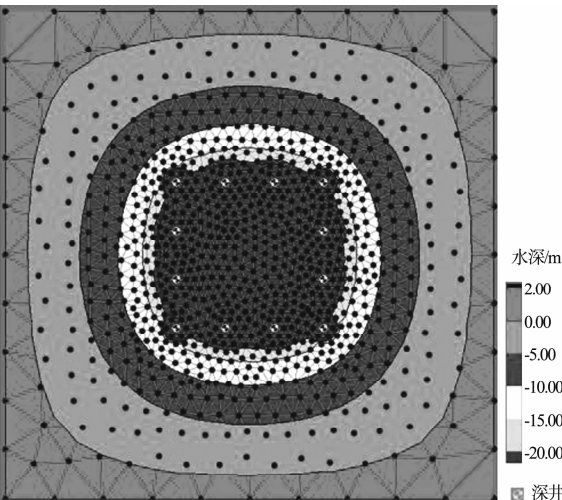


图 8 工况 3 等水头线

3.2.2 井深优化

计算工况 4: 开挖区面积 300 m × 300 m, 降水井沿边线布置, 井间距 100 m, 井底高程为 -22 m, 井水位降至 -20 m, 计算得等水头线 (图 9)。由图 9 可见, 300 m × 300 m 开挖区内的水位为 -14.5 m, 即降水深度不足, 不能满足港池基坑的干开挖要求。

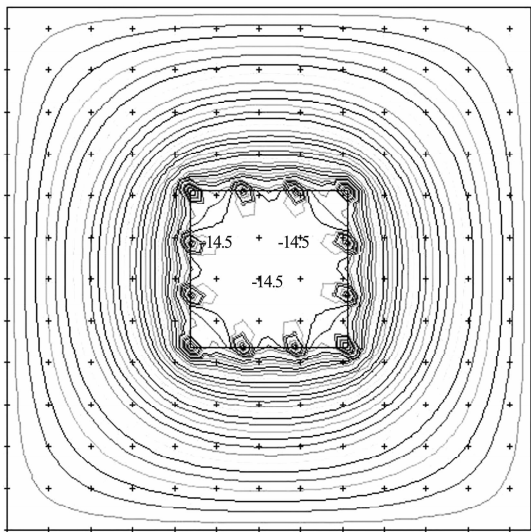


图 9 工况 4 等水头线

3.2.3 关于井径

由于多哈新港工程深井的井径为工程降水井的常规直径, 受制于钻孔机械的尺寸规格, 深井的井径不便于调整。

计算工况 5: 开挖区面积 300 m × 300 m, 降水井沿边线布置, 井间距 100 m, 井底高程为 -25 m, 井水位降至 -23 m, 计算得等水头线 (图 10)。由图 10 可见, 300 m × 300 m 开挖区的水位降至坑底高程以下, 即井底高程为 -25 m 即可, 比原设计的井底高程 (-30 m) 节省 5 m 的钻孔量及 PVC 管材。

4 结论

1) 对多哈新港工程的港池基坑降排水工艺, 包括深井、排水渠及沉淀池进行简要的阐述。

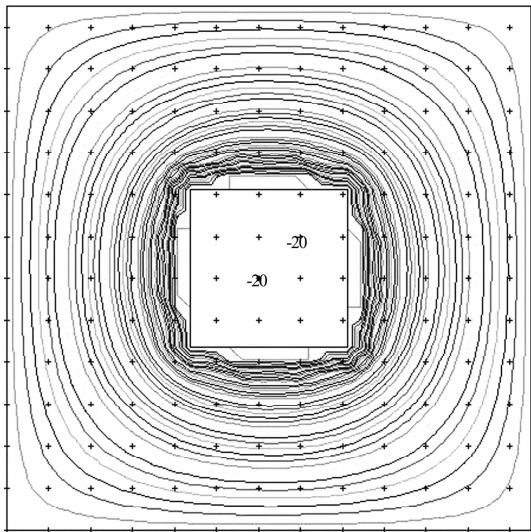


图 10 工况 5 等水头线

2) 原设计的 A 类深井的井间距为 50 m, 经有限元数值模拟计算, 井间距可增大 1 倍, 即至 100 m, 仍可保证港池基坑的干开挖要求。

3) 原设计的 A 类深井底高程位于基坑底高程以下 10 m, 经有限元数值模拟计算, 井底高程至基坑底高程以下 5 m 即可, 可节省 5 m 的钻孔量及 PVC 管材。

参考文献:

- [1] 李书涛. 深基坑深井布置施工技术探讨[J]. 工程与建设, 2014, 28(8): 99-101.
- [2] 刘波, 周沛, 刘超, 等. 深基坑敞开式降水设计及其对地面沉降的影响[J]. 安全与环境工程, 2013, 20(6): 173-176.
- [3] Bredehoeft J D. The water budget myth revisited, why hydrogeologists model [J]. Ground Water, 2002, 40(4): 340-345.
- [4] 裴晓宇, 张平, 任振东. 基坑降水支护工程设计与施工[J]. 水运工程, 2004(10): 114-118.
- [5] 王晓霞, 温天胜, 万怡, 等. 连城电厂冷却塔地段施工降水井的优化设计[J]. 电力勘测设计, 2004, 3(1): 27-30.

(本文编辑 郭雪珍)