

富水地区可周转预制钢筋笼降水井应用研究

王任杰¹ 宫世科² 万栋子¹ 冯港旗¹ 杨秀文¹

1.中国建筑第八工程局有限公司华南分公司 广东 广州 510660

2.佛山市顺德城建集团有限公司 广东 佛山 528000

【摘要】：针对富水地区深基坑工程中传统降水井施工成本高、材料利用率低、过滤效果差易堵塞水泵等问题，结合工程实践需求，开展富水地区可周转预制钢筋笼降水井应用研究。通过以施工现场常用的钢筋、兜底网、安全网为核心材料，设计并制作以钢筋笼为主龙骨、兜底网为次龙骨、安全网为过滤系统的可周转降水井，明确其施工流程与技术要点，并对比传统降水井验证其技术可行性与经济合理性。结果表明，该可周转预制钢筋笼降水井制作简易、安装便捷，降水效果显著，且可重复利用，相比传统疏干降水井成本降低 30% 以上，能有效贯彻绿色施工理念，适用于基坑深度较大、地下室水位较高的富水地区基坑工程，具有广阔的推广应用前景。

【关键词】：富水地区；基坑工程；可周转预制钢筋笼；降水井；绿色施工

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.094

随着城市化进程的加速与土地资源的日益紧张，高层建筑与地下空间开发成为建筑业发展的重要方向。在此背景下，建筑物地基基础埋置深度不断增加，大量工程需在富水地层中开展基坑开挖作业。富水地层中施工时，若未能有效控制地下水位，易引发土层坍塌、流沙等失稳现象，不仅威胁施工安全，还会影响工程进度与质量。因此，降水工程作为富水地区基坑施工的关键环节，其技术合理性与经济性直接决定整体工程效益。传统基坑降水多采用钢制滤管降水井，虽能实现降水目的，但存在明显缺陷：一是钢制滤管需专门定制加工，原材料成本高，且制作周期长，难以适配现场快速施工需求；二是钢制滤管在使用后易因腐蚀、变形等问题无法重复利用，造成材料浪费，不符合绿色施工理念；三是部分传统降水井过滤系统设计不合理，过滤精度不足，易导致泥土杂质进入井内堵塞抽水泵，增加设备维修成本与施工中风险。

为解决上述问题，本研究基于施工现场材料便捷性与绿色施工要求，提出一种可周转预制钢筋笼降水井技术。该技术以钢筋笼替代传统钢制滤管作为降水井主龙骨，结合兜底网与安全网构建过滤系统，通过优化设计与施工工艺，实现降水井的快速制作、高效降水、重复周转，旨在为富水地区基坑工程提供经济、环保、可靠的降水解决方案。

1 工程概况

1.1 项目基本情况

本项目为佛山市顺德区大良街道碧桂路以东、南国东路以南地块项目二期施工总承包工程，位于佛山市顺德区大良街道，项目总用地面积约 6.3 万平方米，其中 A 区用地面积约 6.09 万平方米，总建筑面积约 11.5 万平方米，总计容面积约

6.089 万平方米(北区山姆会员商店约 4.34 万平方米，南区商业约 1.74 万平方米)，地上建筑面积约 6.46 万平方米，地下建筑面积约 5.11 万平方米(北区山姆地下一层建筑面积约 3.08 万平方米，南区商业地下 2 层建筑面积约 2.03 万平方米)。

1.2 设计概况

(1) 设计原则：可周转预制钢筋笼降水井设计遵循“材料便捷化、结构模块化、功能一体化、使用周转化”原则：①材料便捷化：优先选用施工现场常见的钢筋、兜底网、安全网等材料，减少特殊材料采购流程，降低材料运输与存储成本。②结构模块化：将降水井分为主龙骨（钢筋笼）、次龙骨（兜底网）、过滤系统（安全网）三个核心模块，各模块可单独预制，现场组装，提高施工效率。③功能一体化：整合“支护-透水-过滤”功能，钢筋笼主龙骨承担结构支护作用，兜底网与安全网协同实现透水与过滤，避免多系统叠加导致的结构复杂问题。④使用周转化：通过优化材料选型与防腐处理，提升降水井耐久性，使用后经检查、修复可再次投入其他项目，实现周转利用。

(2) 核心结构设计：可周转预制钢筋笼降水井主要由钢筋笼主龙骨、兜底网次龙骨、安全网过滤系统三部分组成，具体设计参数如下：

①钢筋笼主龙骨设计：钢筋笼主龙骨作为降水井的核心承重结构，需具备足够强度以承受土压力与水压力，同时保证透水通道畅通。设计参数如下：钢筋选型：选用 HRB400 螺纹钢，该型号钢筋强度高、延性好，且为施工现场常规材料，采购便捷。其中，纵向钢筋选用 C16 钢筋，间距 200-300mm，承担竖向荷载与抗变形作用；水平钢筋与加强钢筋选用 C18

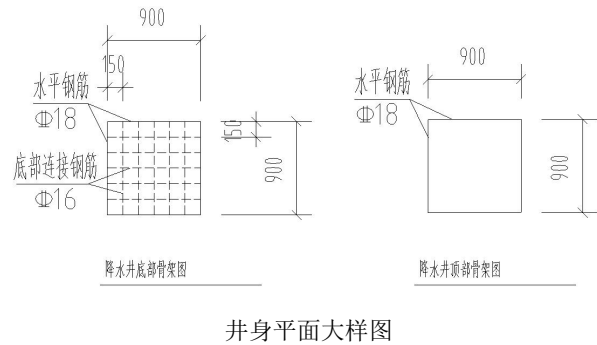
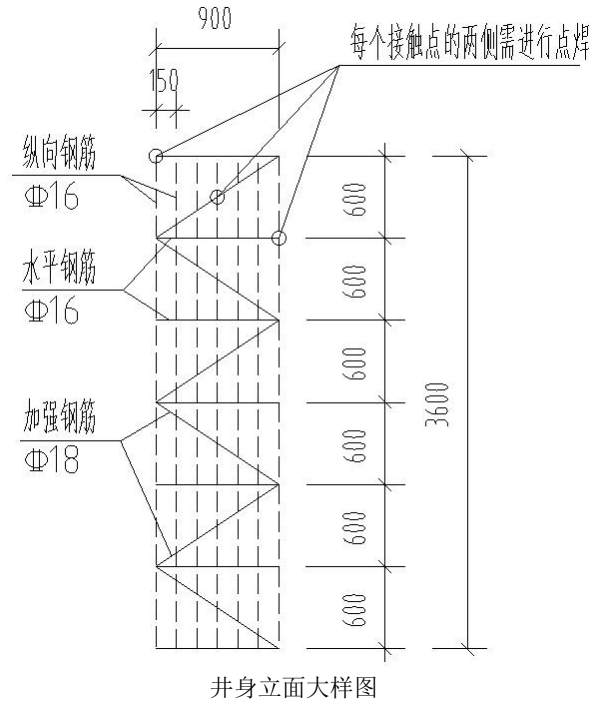
钢筋，水平钢筋间距 500mm，沿纵向均匀布置，斜向加强钢筋呈 45° 角设置，每隔 1.5m 布置一道，用于增强钢筋笼整体稳定性。焊接工艺：钢筋笼采用双面焊接成型，纵向钢筋与水平钢筋每个接触点两侧均需点焊，焊点长度不小于 10mm，焊接电流控制在 180-220A，避免电流过大烧伤主筋影响强度。焊接完成后，需清除焊渣，检查焊点饱满度，确保无虚焊、漏焊现象。防腐处理：为提升钢筋笼耐久性，延长周转次数，在钢筋表面涂刷两遍防锈漆，第一遍防锈漆干燥后再涂刷第二遍，涂刷厚度控制在 0.1-0.2mm，确保钢筋表面无漏涂区域。

②兜底网次龙骨设计：兜底网作为次龙骨，主要作用是承载安全网传递的土压力，并将荷载均匀传递至钢筋笼主龙骨，同时辅助安全网形成稳定的过滤空间。设计参数如下：材料选型：优先选用高强度聚乙烯兜底网，该材料具有抗老化、耐腐蚀、强度高的特点，断裂强力不小于 3kN，网眼尺寸不大于 100mm，既能保证土压力传递效率，又能避免网眼过大导致安全网局部受力集中。若施工现场钢丝网储备充足，可根据成本对比选用钢丝网替代，钢丝网需满足丝径不小于 2mm，网眼不大于 100mm，且表面做镀锌防腐处理。安装方式：兜底网沿钢筋笼纵向铺设，覆盖钢筋笼四个侧面，采用 20 号铁丝与纵向钢筋绑扎固定，绑扎点沿纵向间隔 500mm 设置，每个绑扎点需缠绕 3-4 圈并拧紧，确保兜底网与钢筋笼紧密贴合，无松动、褶皱现象。

③安全网过滤系统设计：安全网过滤系统是保证降水井水质、防止水泵堵塞的关键，需具备良好的透水性与过滤精度。设计参数如下：材料选型：选用密目式安全网，该安全网网目密度不小于 2600 目/100cm²，断裂强力不小于 2kN，既能有效过滤泥土、砂粒等杂质，又能保证地下水顺利进入井内。安全网需满足外观质量要求，网体无断纱、破洞、变形等缺陷，边缘部位开眼环扣牢固可靠。若工程对过滤精度要求更高，可选用排水反滤型土工布替代安全网，土工布需满足渗透系数不小于 1×10^{-3} cm/s，等效孔径 O_{90} 不大于 0.1mm，利用其透水性好、孔隙小的特点进一步降低水泵堵塞概率。铺设要求：安全网铺设在兜底网外侧，同样覆盖钢筋笼四个侧面，与兜底网同步绑扎固定。绑扎时需确保安全网包裹严密，无空隙、重叠现象，纵向搭接长度不小于 100mm，搭接部位采用铁丝加密绑扎，防止泥土从搭接缝进入井内。

(3) 结构尺寸适配性设计：为满足不同深度基坑的降水需求，可周转预制钢筋笼降水井结构尺寸采用模块化调整设计：①长度调整：钢筋笼主龙骨长度根据基坑降水深度确定，常规深度 6-10m 的基坑，降水井长度取 12-15m（超出降水深度 2-3m 以保证降水效果）；深度 10m 以上的深基坑，可通过钢筋焊接延长钢筋笼，延长部位需增设斜向加强钢筋，确保整

体强度一致。②直径设计：降水井内径根据抽水泵型号确定，常规选用内径 500-600mm，既能适配常用抽水泵（直径 300-400mm），又能保证井内水流通道畅通，避免因通道狭窄导致抽水效率下降。



2 施工难点

本项目具有三大特点：一是基坑深度大（7.3m）、地下水位高（-1.2m），对降水效率与稳定性要求高；二是周边临近居民区（距离基坑东侧约 8m），需控制降水过程中土体沉降，避免影响周边建筑；三是项目工期紧张（总工期 18 个月），降水井需快速制作与安装，缩短前期准备时间（参考“超厚淤泥层地质条件下减小挤土效应管桩施工方法”项目特点表述逻辑）。

3 施工方法

3.1 施工原则

(1) 绿色高效：优先使用现场现有材料，减少运输与定

制环节；简化施工流程，提高降水井制作与安装效率；（2）质量可控：严格控制钢筋笼焊接质量、兜底网与安全网绑扎精度，确保井身结构稳定与过滤效果；（3）可周转性：施工中保护钢筋笼与过滤系统完整性，为后续回收修复、重复利用奠定基础。

3.2 施工流程

（1）钢筋笼预制：在施工现场设置预制场地，按设计参数加工 C16 纵向钢筋、C18 水平及斜向加强钢筋；采用双面焊接成型，每个接触点两侧点焊（焊接电流控制在 180-220A，防止烧伤主筋）；钢筋表面涂刷防锈漆（2 遍，厚度 0.1-0.2mm），提升耐腐蚀性；（2）兜底网与安全网绑扎：将兜底网（断裂强力 $\geq 3\text{kN}$ ，网眼 $\leq 100\text{mm}$ ）横向铺设于钢筋笼外侧，采用 20 号铁丝沿纵向钢筋间隔 500mm 绑扎；再将安全网（断裂强力 $\geq 2\text{kN}$ ，网目密度 ≥ 2600 目/100 cm^2 ）覆盖于兜底网外侧，确保包裹严密、无空隙，纵向搭接长度 $\geq 100\text{mm}$ ；（3）降水井成孔：采用长螺旋钻机成孔，孔径 750mm（比钢筋笼外径大 150mm），孔深 10.5m（比钢筋笼长 0.5m）；成孔后用抽渣管清理孔底沉渣，沉渣厚度 $\leq 100\text{mm}$ ；（4）钢筋笼安装：通过吊车将预制钢筋笼垂直吊入孔内，用全站仪监测垂直度（偏差 $\leq 1\%$ ），确保钢筋笼居中；在钢筋笼与孔壁之间回填 2-5mm 级配砂石滤料，分层夯实（每层厚度 300mm），防止滤料架空；（5）井口固定与抽水调试：井口浇筑 300mm 厚 C20 混凝土护圈（高于地面 200mm，防止地表水流入）；安装水泵（型号 QS25-15-2.2），连接排水管道；启动水泵调试，记录出水量（单井 $\geq 5\text{m}^3/\text{h}$ ）与水质（含砂量 $\leq 1/100000$ ），确保满足设计要求；（6）周转回收：降水工程结束后，拆除水泵与管道，用吊车匀速拔出钢筋笼；清理表面泥土与滤料，检查钢筋锈蚀、网体破损情况：轻微锈蚀钢筋用砂纸打磨后补刷防锈漆，破损面积 $< 30\%$ 的网体裁剪修复，破损严重的网体整体更换；修复后分类存放于干燥通风场地，待后续项目使用。

3.3 施工要点

（1）钢筋笼焊接质量控制：每个焊点需饱满、无夹渣与气孔，抽样 10% 焊点进行超声波探伤，确保焊接强度；钢筋加工长度误差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ，弯曲角度偏差 $\leq 3^\circ$ ；（2）过滤系统完整性控制：绑扎前检查兜底网与安全网，无断纱、破洞、

变形等缺陷；绑扎时力度适中，避免网体移位或变形，绑扎完成后人工拉扯测试牢固性；（3）成孔与安装精度控制：孔位偏差 $\leq \pm 50\text{mm}$ ，成孔过程中实时监测垂直度，偏差超 1% 时调整钻机位置；钢筋笼安装后，再次复核垂直度，确保符合要求；（4）运行监测：抽水期间每日监测地下水位（通过观测井记录），确保稳定在 -8.5m 以下；每日取样检测水质，若含砂量超标，检查安全网是否破损并及时修复。

3.4 周转使用工艺

可周转预制钢筋笼降水井在完成当前项目使用后，需按以下流程进行回收与修复，为后续项目周转做好准备：

（1）回收拆除：降水工程结束后，先拆除水泵与排水管道，再采用吊车将钢筋笼从孔内拔出；拔出过程中需缓慢匀速，避免钢筋笼因受力不均变形；（2）清理检查：清除钢筋笼表面的泥土与滤料，检查钢筋、兜底网、安全网的损坏情况；对于轻微锈蚀的钢筋，采用砂纸打磨后重新涂刷防锈漆；对于破损的兜底网与安全网，裁剪破损部位后重新拼接绑扎，若破损面积超过 30%，需整体更换；（3）存储保管：修复完成的钢筋笼需分类存放于干燥通风的场地，底部采用方木垫高，防止钢筋受潮锈蚀；兜底网与安全网需折叠整齐，避免日晒雨淋导致老化；（4）二次适配：用于后续项目时，根据新项目基坑深度与降水要求，调整钢筋笼长度，补充绑扎兜底网与安全网，经质量检查合格后即可再次投入使用。

4 结语

（1）本项目因富水地层（地下水位 -1.0m）与临近小区的复杂环境，传统钢制滤管降水井存在成本高、易堵塞、不可周转的问题，而可周转预制钢筋笼降水井技术有效解决了这些难题。（2）周边环境复杂或地质特殊（如富水、淤泥质土）的基坑项目，在正式开工前，应充分考虑降水工程对周边的影响：一是需提前勘察地层分布，若粉砂层较厚，用排水反滤型土工布替代安全网，进一步减少细砂进入，提前记录周边道路、建筑标高，施工中安排专人每日监测，及时处理异常，避免与周边居民因沉降问题产生纠纷，影响工期。（3）可周转预制钢筋笼降水井技术凭借材料便捷、成本低、可周转的优势，在富水地区基坑工程中具有较高适用性。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑基坑支护技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [2] 李进军,王卫东,吴江斌.富水软土地区深基坑降水优化设计与实践[J].岩土工程学报,2016,38(S1):112-116.
- [3] 刘金龙,黄茂松,王卫东.深基坑工程降水技术及应用研究进展[J].岩土力学,2014,35(S2):1-8.
- [4] 中国建筑股份有限公司.建筑施工绿色施工评价标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [5] 赵维炳,陈惠发.软土基坑工程降水与支护协同作用分析[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.