

浅地下室防渗漏关键技术总结与研究

王 铭

上海建工二建集团有限公司 上海 200080

摘 要：浅地下室防渗漏关键技术施工是确保地下空间干燥、舒适的关键环节。主要技术包括底板、外墙和顶板三大防渗漏处理。施工前需彻底检查并修补裂缝，采用防水涂料、防水卷材等材料形成防水层。底板防水注重基层处理与卷材铺贴，外墙防水可选择外贴法或内贴法，结合防水砂浆与止水钢板等技术。同时，需安装有效排水系统，保持内外排水畅通。施工细节要专业精细，确保材料质量与施工规范，后期还需定期检查与维护防水层。这些措施共同构成浅地下室防渗漏关键技术施工的综合技术体系。

关键词：住宅建筑；地下防渗漏；施工技术

引言：上海作为长江三角洲冲积平原上的特大型城市，其独特的地质水文条件给地下防水工程带来了严峻挑战。本文基于上海地区特殊的地质构造和丰富的工程实践经验，系统分析了地下防水工程从桩基施工到结构封顶全过程的关键技术要点，针对含水量丰富区域的水层效应问题提出了解决方案，并详细阐述了不同结构部位的防水工艺差异及质量控制措施。

1 上海地区地质水文特征

1.1 上海区域地质构造与土层分布特点

上海地区地质结构呈现典型的“千层饼”式软土地层特征，自上而下可分为五大工程地质层：（1）人工填土层（厚度1-4m）；（2）滨海-浅海相软土层（灰色淤泥质粘土，厚度3-15m，含水量达50-65%）；（3）第一硬土层（暗绿色粘性土，厚度2-8m）；（4）砂质粉土与粉砂层（厚度10-30m，渗透系数 10^{-4} cm/s）；（5）深层砂砾层。这种层状异质性地层导致地下水赋存与运移呈现明显的各向异性特征，其中第②层淤泥质粘土和第④层砂质粉土构成了主要的含水层系统^[1]。

1.2 地下水的动态特征与水层效应

上海地区潜水位埋深一般为0.5-1.5m，受大气降水、地表水体补给和潮汐作用三重影响，呈现明显的季节性波动（年变幅1-2m）和潮汐效应（日变幅0.3-0.8m）。在基坑开挖过程中，这种动态水压力容易在防水层与结构体之间形成“水层效应”——即由于防水层与混凝土结构粘结不密实，地下水在两者之间的空隙中积聚并形成流动通道的现象^[2]。

水层效应的危害主要表现在三个方面：一是产生渗透压力（可达20-50kPa），导致防水层起鼓甚至剥离；二是形成优先流路径，加速防水材料老化；三是在温度变化时产生胀缩应力，引发接缝部位渗漏。2018年对上海

50个住宅项目的调查显示，约68%的地下室渗漏事故与水层效应直接相关。

2 住宅建筑地下结构常见渗漏原因分析

2.1 桩头渗水漏水

桩头处于地下，经常面临土壤湿度变化和地下水的侵蚀。水分会渗透至桩头内部，导致混凝土腐蚀、钢筋生锈，进而降低桩头的承载能力，影响整个建筑物的安全性。

2.2 地下室底板渗水漏水

结构混凝土收缩变形产生裂缝。渗漏路径主要包括：裂缝、施工缝、后浇带、加强带、防水层失效等。

2.3 地下室侧墙渗水漏水

地下室侧墙肥槽回填，材料选用不当，易形成“地下水廊道”，造成外墙渗漏，形成渗漏点。地下室侧墙渗水漏水其主要原因是地下水位高形成重压力渗水。渗漏路径主要包括：外墙螺杆洞、连通口、施工缝、穿墙管道等处都是渗水的重要部位。

2.4 地下室顶板渗水漏水

地下室顶板受外部影响最大，施工动荷载和静荷载、沉降荷载等作用下容易产生裂缝。渗漏路径主要包括：施工缝、后浇带、裂缝、地下室顶板与外墙转角处等。

2.5 材料选型差异造成渗水漏水

机制砂混凝土裂缝形成的原因：机制砂混凝土产生裂缝有多种原因，主要是温度和湿度的变化、机制砂混凝土的脆性和不均匀性、原材料的技术指标控制不当（机制砂的粉尘含量、碱骨料反应）、基础不均匀沉降等。

温度裂缝是机制砂混凝土硬化期间水泥放出大量水化热，内部温度不断上升，形成内外温差而在机制砂混凝土表面引起拉应力；或是施工在降温过程中，由于受到基础或老混凝土的约束，也会在机制砂混凝土内部出

现拉应力；或是在结构运行期间环境气温过大的突变也会在机制砂混凝土表面引起极大的拉应力。当这些拉应力超出机制砂混凝土的抗裂能力时，温度裂缝因此而产生。在大体积机制砂混凝土中内部湿度的变化很小或变化较慢，但表面湿度可能变化较大或发生剧烈变化，在这种情况下，若养护不及时而使机制砂混凝土表面时干时湿，表面干缩形变受到内部机制砂混凝土的约束，也会导致裂缝产生。

3 建立防水防渗漏质量保障机制

(1) 组织架构：成立专项小组，明确职责分工。

(2) 针对施工现场重要节点工序，由现场质量员及施工员进行全工序录像拍摄记录，并做好电子留档，每两周进行备份和更新，做到工程质量可追溯。

(3) 样板引路制度：结构阶段样板以工艺展板结合实体样板的形式开展，工艺内容包括：桩头防水、侧墙支模、板下架体支撑、板面防水、施工缝。并对上述工艺从图纸要求的技术参数、施工工艺流程、质量验收标准及完成效果进行展现，使各项工艺的制作要求直观明了，使现场施工参与者充分了解施工要求。

4 住宅建筑地下防渗漏施工技术

4.1 桩头防水系统构建技术

桩头防水处理采用“三涂一嵌”工艺：首先用钢丝刷清理桩头表面，露出新鲜混凝土；然后涂刷水泥基渗透结晶型涂料（厚度0.8mm）；接着涂布聚合物改性沥青防水涂料（厚度1.2mm）；最后在桩头与垫层交接处嵌填遇水膨胀止水胶条（截面20×15mm）。施工注意要点：①桩头钢筋根部用密封箍处理（不锈钢箍宽度≥30mm）；②防水层应上翻至桩顶以上150mm；③养护期间采取防踩踏措施。④桩头剔除至设计标高，并用聚合物水泥砂浆找平。⑤清除基层灰尘、浮浆。⑥桩头水泥基渗透结晶防水涂料延伸至桩头周边不少于300mm，分两层涂刷，第二层涂料半干状态后开始喷水养护，不少于3天。⑦底板防水卷材施工至桩根部，与水泥基渗透结晶防水涂料搭接不少于300mm，桩身与防水卷材交接处采用防水密封胶密封。⑧桩头钢筋底部采用遇水膨胀止水环。⑨防水施工完成后，保护层应及时施工。

4.2 地下室底板防渗漏系统构建技术

将原设计后浇带分割成的“大块”重新细分为较小的跳仓法“小块”，而“小块”“停滞”一定时间可释放本身的大部分早期温升收缩变形、减少约束，即先“放”；经过一定时间后，再合拢连成整体，剩余的降温及收缩作用将由混凝土的抗拉强度来抵抗，即后“抗”，做到“抗放兼施，先放后抗”，最后“以抗为

主”的原则控制裂缝。

跳仓法施工条件下，防水系统需做特殊设计：①分仓缝处设置中埋式止水带（宽度≥300mm）；②相邻仓块浇筑间隔控制在7天内；③后浇带防水采用“U”型构造，即底板防水层上翻至侧墙，再水平延伸至相邻仓块1m以上。④止水钢板折角翻向迎水面，搭接长度不小于50mm，搭接处双面满焊。⑤钢丝网应固定牢固，防止混凝土浇筑时外溢。⑥在封仓前安排施工人员将杂物及时清理，将混凝土污染的钢筋擦洗干净，混凝土浇筑时，重点加强对接缝处的振捣，必须分层浇筑、分层振捣，确保混凝土密实。凿毛要在混凝土终凝后进行，要求细致到位、不留死角。⑦在相邻施工段混凝土浇筑前对该处施工缝保持湿润，且不得有积水。⑧浇筑完成严格按照方案进行养护。

4.3 地下室侧墙防渗漏系统精细化施工

4.3.1 地下室外墙肥槽回填施工工艺

肥槽回填必须采用低渗透性材料（渗透系数≤10⁻⁶cm/s），通常选用粘土（掺8%水泥）分层夯实，每层厚度≤300mm。严禁使用砂石回填，因为：①砂石颗粒间存在优先流通道，易形成“地下水廊道”；②在动水压力作用下细颗粒流失，导致地面塌陷；③冬季冻胀作用明显。

4.3.2 侧墙混凝土振捣施工工艺优化

(1) 侧墙混凝土单方向分层浇筑，单次分层厚度控制在500mm，每8m配置一个振捣工，采用振捣棒进行振捣，振捣时间控制在20~30s，并且在20~30min后对其进行二次复振，分层多次振捣，以防止结构裂缝。(2) 在现场使用的振捣器上制作标识，便捷控制振捣深度，保证侧墙混凝土振捣效果。防止因振捣棒插入深度不足导致的侧墙问题。

4.4 地下室顶板防渗漏系统与细部处理

4.4.1 地下室顶板防渗漏施工工艺

顶板清理，刷水泥浆一道→20mm厚防水砂浆找平层→防水卷材铺贴→30mm厚砂浆保护层→最薄处70mm厚细石混凝土保护层，内置直径4mm双向钢筋网片→玻纤布一道→成品防排板→土工布→素土回填。施工注意要点：①基层处理，卷材铺贴前清理干净。②防水卷材搭长边和短边搭接长度均不小于100mm。③防水卷材厚度应满足设计要求。④细石混凝土保护层应沿纵横方向间距不大于6m*6m的做分缝处理。⑤卷材铺贴前基层应干燥无积水。

4.4.2 地下室顶板加固防渗漏施工工艺

地下室顶板施工动荷载会对地下室顶板造成裂缝形成，做顶板加固措施可以减少裂缝产生。加固方

式为H型钢加固，支撑上部施工荷载的H型钢间距为@2.0m×2.0m，立柱长度为3.65m，型号为HM250×175。

荷载计算：

①等效均布活荷载标准值 $q_{e1} = T_{总}/300 \times 35 = 650/300 \times 35 = 75.8\text{kN/m}^2$

②轮压计算等效均布活荷载标准值 $q_{e2} = 17.3/(0.0965 \times 3^2) = 19.92\text{kN/m}^2$

③车轮后轮压计算等效均布活荷载标准值 $q_{e2} = 64.2/(0.0965 \times 3^2) = 73.9\text{kN/m}^2$

按以上①~③式

则等效均布活荷载标准值 q_e 按75.8kN/m²，进行支撑加固设计，计算时取80kN/m²

由于顶板作为临时道路时混凝土达到设计强度，结构板自重由本身承担，施工荷载由架体承担，覆土前回顶架体所受总荷载设计值（覆土前考虑荷载动力系数）：

回顶型钢承担荷载由荷载计算章节可知：

覆土前： $Q_1 = \gamma_0[\gamma_G[G_{gk}/(l_a \times l_b) \times H_d] + \gamma_Q \gamma_L (K \times q_e)] = 1.0 \times [1.3 \times [0.436/(2.0 \times 2.0) \times 3.65] + 1.5 \times 1 \times (1.2 \times 80)] = 144.33\text{kN/m}^2$

$Q_2 = \gamma_0[\gamma_G[G_2]] = 1.0 \times 1.3 \times 3.75 = 4.87\text{kN/m}^2$

$Q_{max} = Q_1 + Q_2 = 144.33 + 4.87 = 149.2\text{kN/m}^2$

设梁板下用于支撑上部施工荷载的H型钢间距为@2.0m×2.0m，可得：

$N = Q_{max} \times l_a \times l_b = 149.2 \times 2 \times 2 = 596.8\text{kN}$

1) 长细比验算

立柱长细比 $\lambda = H_d/i = 3650/42.1 = 86.7 \leq [\lambda] = 150$

满足要求！

2) 稳定性验算

$\lambda = 86.7$ ，查表得，取 $\varphi = 0.641$

$\sigma = N/(\varphi A) = 596.8 \times 10^3 / (0.641 \times 5549) = 167.78\text{N/mm}^2 \leq [f] = 215\text{N/mm}^2$

满足要求！

结果：通过计算可以得出地下室顶板通过顶板加固措施能有效的抵消施工阶段的动荷载对顶板结构造成影响，进而减少顶板裂缝的产生。

5 提升优选性能防渗漏材料措施

(1) 桩头防水需采用多道设防工艺，首先用水泥基

渗透结晶材料（用量1.2kg/m）处理桩头混凝土；然后安装遇水膨胀止水环（截面尺寸 $\geq 20 \times 10\text{mm}$ ）；最后用聚合物水泥防水砂浆（厚度15mm）找平并形成排水坡度^[3]。（2）地下室底板防水首选1.5mm厚预铺式高分子自粘胶膜卷材（如P类），其优势在于：①可与后浇混凝土形成分子级结合，消除水层效应；②基面要求低，节省找平层施工时间；③具有0.6MPa的抗穿刺强度，抵御钢筋绑扎损伤。（3）侧墙防水推荐使用2.0mm厚反应型高分子防水卷材，配合非固化橡胶沥青涂料（用量1.5kg/m²）组成复合系统。这种组合的优势在于：①非固化材料具有自愈性能，可封闭微小裂缝；②卷材采用满粘法施工，避免风压造成的剥离；③系统延伸率超过450%，适应上海地区常见的剪力墙裂缝（通常宽度0.1-0.3mm）。（4）防水层保护采用创新性的无纺布复合砂浆：先在防水层表面铺设300g/m²聚酯无纺布；然后浇筑40mm厚C20细石混凝土（掺聚丙烯纤维）；养护7天后涂刷渗透结晶型保护剂。该体系兼具刚性保护和柔性缓冲功能，实测可抵御1.5J的冲击能量。（5）细骨料需选用天然砂，以保障密实性，慎重选择使用机制砂，减少混凝土自身造成的渗漏风险。

结语：综上所述，浅地下室防渗漏关键技术是一项系统工程，需综合考虑地质条件、材料性能、施工细节及后期维护等多方面因素。通过采用高性能防水材料、精细施工与技术创新，能够有效提升地下空间的防水效果和使用寿命。未来，随着防水材料的不断研发和施工技术的持续进步，浅地下室防渗漏关键技术将更加高效、环保和智能化。我们应不断探索和实践，确保浅地下室防渗漏关键技术的质量和安全性，为人们创造更加宜居的生活环境。

参考文献

- [1]王勇.住宅建筑防水设计要点分析[J].中国建筑装饰装修,2023,(10):97-98.
- [2]刘亚梅;齐琳.住宅建筑工程屋面防水施工技术及其质量控制[J].居舍,2023,(04):41-42.
- [3]薛楠.防水防渗施工技术在建筑工程中的运用[J].住宅与房地产,2023,(15):150-151.