

# 浅谈混凝土渗漏与结构自防水

高德财<sup>1</sup>, 易举<sup>2</sup>, 沐磊<sup>3</sup>

(1、海南省防水协会, 海南 海口市, 570100, 2、深圳市防水行业协会, 广东 深圳, 518000;  
3、上海凯顿百森建筑工程有限公司, 上海, 201600)

**摘要:** 本文针对混凝土结构自防水材料技术, 实际应用效果、应用优势以及目前存在的问题进行论述和分析, 阐明混凝土结构自防水的耐久性和对提高建筑结构整体防水效果具有重要的意义。

**关键词:** 混凝土; 自防水; 耐久性; 碳减排

高德财<sup>1</sup>, 易举<sup>2</sup>, 沐磊<sup>3</sup>. 浅谈混凝土渗漏与结构自防水. 生物多样性保护与绿色发展. 第 1 卷第 8 期. 2022 年 7 月. ISSN2479-9065

## Discussing on concrete leakage and structural self-waterproofing

Gao Decai<sup>1</sup>, Yi Ju<sup>2</sup>, Mu Lei<sup>3</sup>

(1. Hai Nan waterproof industry association, Hai Nan, Guangdong

2. Shenzhen waterproof industry association, Shenzhen, Guangdong, 518000, 3. Shanghai Durab Construction Engineering Co., Ltd., Shanghai, 201600)

**Abstract:** The self-waterproofing material technology, practical application effect, application advantages and existing problems of concrete structures self waterproofing were discussed and analyzed in this paper. Self-waterproofing of concrete structures played important roles in improving the overall waterproof effect of the building structures.

**Key words:** concrete, self-waterproof, durability, carbon emission reduction

### 1 前言

随着我国城市化进程的不断推进, 城市发展日新月异, 为了缓解城市空间发展与可用土地资源紧缺之间的矛盾, 各类建筑在向高空间发展的同时, 也在不断地向地下空间拓展使用。毫不夸张地说, 21 世纪是人类大力开发利用地下空间的世纪。地下工程作为建筑物不可分割的一部分, 同时也承担着一定的使用功能, 但因其长期处于地下水压的环境中, 只要有一点薄弱之处, 就会出现渗漏, 这将严重影响其使用功能, 同时由于渗漏导致钢筋锈蚀, 对建筑结构的使用寿命和安全也会产生很大的负面影响。大量工程实践证明, 一个地下工程项目的成败, 在很大程度上取决于地下防水及渗漏治理的效果, 可以说, 地下工程渗漏问题解决不了, 地下工程是没有用的。目前, 国内的建筑渗漏率常年居高不下, 而地下建筑渗漏率又排行榜首, 据有关数据显示, 目前全国的地下建筑渗漏率超过 80%, 地下室渗漏的症状 86.4% 有水痕。地下工程防水已成为学术界和工程界十分关注的热点问题, 也成为防水工作的重中之重。

### 2 渗漏原因

地下工程发生渗漏的原因可能有千万种，但从渗漏产生的本质因素去分析，归根结底其实就是以下三个因素共同作用的结果：一是工程结构所处环境存在外界水源（外因）；二是混凝土结构自防水存在缺陷，存在渗水通道（内因），包括工程施工人为因素以及混凝土天然缺陷形成的；三是水穿过渗水通道进入混凝土结构内部。如果将上述三因素中任意一个彻底解决，地下工程渗漏率将会大幅度降低。但就地下工程而言，水是无处不在的，意味着工程结构所处环境有水存在是一个无法改变的事实，不可能做到彻底解决。那么后两个因素引起的渗漏问题，是混凝土结构自防水缺陷中最为重要的原因，那该怎么解决呢？

要想使建筑结构达到良好的防水效果，就不能忽视混凝土的这些固有的天然缺陷，并且还要想办法解决，以提高混凝土结构的自防水性能。笔者通过对国内整个防水行业的了解，发现目前的防水设计主要关注点集中于采用“柔性外包式防水”，将外界水源阻挡在结构之外以达到防水的目的，但居高不下的渗漏率从侧面反映出仅仅“柔性外包式防水”的“防”并不能彻底解决混凝土结构内部的渗水通道，还得配合混凝土结构自防水系统，才能有效的解决渗水通道。本文将着重强调通过采取经济有效的混凝土结构内部防水技术，来增强建筑结构的内在“免疫力”，以便在不影响工期的基础上，短时间内有效地根治建筑结构内部渗漏水问题。如果不重视结构自防水，初始外在防护即使做的再好，整个结构机体还是会面临渗漏水的严重威胁。

### 3 混凝土结构自防水系统材料技术

除传统柔性外包原理的防水做法外，结构自防水系统做法是以混凝土本体密实防水原理为基本出发点，遵循另一种施工工艺做法，原理上与传统工艺做法并不冲突。甚至在特殊情况下，如：逆筑法、叠合式结构、贴红线浇筑砼，更能彰显其施工的便捷高效性。

结构自防水技术是由一系列材料系统组成，这些材料早期主要源自欧美等国家进口，随后国产材料有了一定地发展，但鱼龙混杂，良莠不齐，致使防水效果差异性大，一度时期遭到业内专家和工程学者的质疑，束缚了其健康发展。实践表明：并非所有的混凝土外加剂材料都胜任结构自防水系统，这是不全面的。

美国混凝土协会(ACI)对各类型的混凝土外加剂材料进行了分类试验研究，第一类：憎水性化学品:包括皂类和长链脂肪酸衍生品、植物油（动物脂油、大豆基材料和润滑脂）及石油（矿物油、固体石蜡和沥青乳液）。这些材料能够沿混凝土内部微孔形成一个拒水层，且不堵塞微孔；第二类：固体细粉类:包括惰性填料（滑石粉、膨润土、硅粉、粘土、碳氢化合物树脂和硬煤沥青）和化学活性填料（石灰、硅酸盐和硅胶）。固体细粉可发挥增密作用，限制水分穿透微孔。有些专家还将辅助胶凝材料归入此类；第三类：结晶型材料:由以水泥和沙

子为载体的活性化学物质组成，受知识产权保护。这些材料具有一定的亲水性，可增加其水化硅酸钙密度和形成堵塞微孔的沉积物，能够有效阻止水分渗透。

美国混凝土协会(ACI)于2010年11月发布的混凝土化学添加剂报告(编号:ACI212.3R-10)研究表明：第一类和第二类是不能承受静水压力的外加剂。首次提出第三类渗透结晶添加剂是唯一的能承受高静水压力的减渗外加剂(PRAH),可用于结构自防水系统材料，结晶型材料具有在混凝土内部生成结晶、阻塞毛细孔、填充细微裂缝的功能,并在混凝土的使用寿命期内,这种修复功能一直发挥作用,可承受400英尺(122米)的水头压力,可降低混凝土的透水厚度50%-90%。目前，国内结构自防水系统主要通过向混凝土里直接加入水泥基渗透结晶型防水剂来实现混凝土修复功能，是合适且有质量保证的。它的防水作用原理是通过活性物质催化未水化的水泥颗粒，并与水泥水化产物发生反应，生成不溶于水的晶体，封堵和修复毛细孔隙和微裂缝等缺陷，切断结构内部存在的渗水通道，以提高混凝土结构自防水性能，从而达到防水目的；在使用方法上，水泥基渗透结晶型防水剂是掺入至混凝土中进行使用的，混凝土在拌和过程中，水泥基渗透结晶型防水剂会均匀地分散在混凝土中。从以上防水原理和使用方法来说，水泥基渗透结晶型防水剂能够更加有效地提高混凝土结构自防水性能。

#### 4 混凝土结构自防水应用

混凝土结构自防水不是新生事物，而是有着悠久的工程应用历史，如古罗马的万神庙（建于公元120~124年）、卡拉卡利大浴场（建于公元206~217年），现代的伦敦地铁（公元1863年开通）、巴黎地铁（公元1900年开通），北京城乡贸易中心（地下四层，建于1987年）、北京精品大厦（地下三层，建于1994年）、天津第一中心医院（地下二层，建于1988年）、石家庄北国商城（地下一层，建于1993年）、青岛王朝饭店（建于1989年）、大秦铁路景忠山隧道（建于1991年）、港珠澳大桥海底沉管隧道（2018年10月开通）等等。

沿海地区以海南为例，随着结构自防水技术近两百个建筑项目中得到应用，其中不乏一些重点建设项目，例如：省重点项目“儋州滨海医院”、“洋浦产城融合安居工程”……等等。大量的实际案例证明“地下混凝土结构自防水”技术在海南省特殊环境下（即“五高、二多”——高温、高湿、高盐、高辐射、高地下水位、多台风、多雨）的应用是非常成功的，完全可以达到地下工程一级防水标准“不渗水，表面无湿渍”的要求。2018年7月1日被纳入《海南省建筑工程防水技术标准》DBJ 46-048-2018并正式开始实施，这是全国率先提出“混凝土结构自防水”政府层面的标准性文件。

通过国内外大量的实际案例证明，采用混凝土结构自防水技术来实现建筑结构的有效防水不是遥不可及的，而是完全可以做到的。目前，以水泥基渗透结晶为结构自防水的技术，

在我国的案例应用已然成熟，并被业内接受并纳入规范。但是工程界对结构自防水的材料系统的认识还处于初级阶段，对混凝土在水泥水化全过程各种微观缺陷智能自修复认识不足，加之各种复杂外部因素的影响均对高品质结构自防水系统的健康发展提出的严峻地挑战。随着国家以及公民对建筑安全、环保以及品质要求的不断提升，混凝土结构自防水的耐久性、环保、便利、经济将是建筑防水未来发展的四大特性!

## 4 混凝土结构自防水的四大特性

### 4.1 耐久性

耐久性是衡量防水工程效果可靠性的最重要指标，由于地下工程的防水不具备重新更换的维修条件，因此其防水使用年限应该与结构同寿命。正因如此，住建部 2019 年发布的《建筑和市政工程防水通用规范（征求意见稿）》和《住宅项目规范（征求意见稿）》提出“地下工程防水设计工作年限不低于结构设计工作年限”，明确要求地下防水工程要与结构同寿命，“建筑不倒、地下不漏”是未来防水行业的最终要达到的质量目标，这既是对防水工程的耐久性做出要求，也是对防水材料的耐久性提出要求，然而目前尚未发现何种有机防水材料的使用年限能够做到与混凝土结构同等寿命，一般有机防水材料的使用年限仅为 20~30 年，如果将结构自防水排除在外，单靠有机类外设防水层，防水工程又怎能做到与建筑结构同寿命。因此，发展与结构同寿命、防水与承重结构一体化的混凝土结构自防水技术对于保证地下工程防水质量具有重要意义，同时也是最经济、可行的技术方案。

### 4.2 环保性

随着国家“双碳”战略的推进，建筑节碳减排是一道不可跨越的关口，防水作为建筑行业的重要组成部分，未来一定是贴合“双碳”政策，追求绿色可持续发展，用最低碳的方法实现不漏水的目标。本文作者沐磊在其撰写的《无机防水材料节碳减排优势分析与探讨》一文中从工程实际应用角度出发，探讨分析了无机防水材料以及混凝土结构自防水在材料生产加工、现场施工作业、回收再利用三个阶段的节碳减排优势。论文数据显示，应用于混凝土结构自防水的无机防水材料在生产阶段每平米的碳排放量比有机类防水材料降低至少 53.36%，最高降幅可达 99.84%；而在施工阶段，以 50000m<sup>2</sup> 单层地下室防水工程为例（按一级防水标准施工），混凝土结构自防水相较于“柔性外包式防水”由于节约了找平层和保护层，100% 节约了找平层和保护层施工而产生的碳排放，同时混凝土结构自防水相较于“柔性外包式防水”工期最短节约了 72d，由此可使整个项目因水电消耗而带来的碳排放至少降低约 21.90t；而在回收再生阶段，混凝土结构自防水回收再生所产生的碳排放量相较于“柔性外包式防水”降低至少 57.43%<sup>[1]</sup>，由此可见，混凝土结构自防水具有明显的节碳减排优势，可整体有效降

低工程项目的碳排放，完全可以做到“用最低碳的方法实现不漏水的目标”。除此以外，有机防水材料在生产、使用及回收处理过程中会产生大量的有毒有害废气和废水，会对周边环境及生物多样性造成严重的负面影响，故而大力推广混凝土结构自防水对建筑领域的节碳减排、资源节约和环境保护具有积极的意义。

#### 4.3 施工便利性

采用混凝土结构自防水系统，对环境要求不高，故施工工艺简单高效。混凝土结构自防水相较于“柔性外包式防水”无疑具有明显的优势。在施工便利性方面，混凝土结构自防水可以有效规避现行防水模式下的防水材料基层、温度、湿度等复杂环境的适应性选择问题，同时有效规避现行防水模式下额外增加的防水施工环节，可以有效提高防水工程的施工效率；

#### 4.4 经济性

用最低的成本做出最好的防水工程，一直是防水业界追求的目标，而混凝土结构自防水相较于“柔性外包式防水”节约找平层和保护层，相应地也就节约了找平层和保护层所涉及到的材料费、人工费、机械使用费等直接费用，同时混凝土结构自防水相较于“柔性外包式防水”在工期方面亦有很大程度的节约，相应地也就节约了因工期而产生的银行贷款利息、水电费支出等费用。可以说，在满足建筑防水功能的前提下，混凝土结构自防水是最经济的防水工程设计方案。

综上所述，混凝土结构自防水在耐久性、环保性、便利性和经济性方面均具有明显的优势，而且通过技术途径也是可以完全实现不漏水的目标。

### 5 高品质混凝土结构自防水系统发展前景

混凝土结构自防水是节能、环保、绿色防水技术，是防水工程实现“碳达峰、碳中和”双碳目标的发展方向。开发高耐久性的绿色建筑防水产品是对建筑防水行业碳减排的最大贡献。因此，我国自主研发高品质的结构自防水各系统材料势在必行。反复研究实践发现，通过固废再利用植入微量元素对混凝土内部进行梯度优化调节，可以有效地改良混凝土内部微循环环链系统，取得高强、超韧等效果，从而推动我国混凝土结构自防水技术向多功能、高质量、多用途方向可持续健康发展。

### 6 结语

混凝土结构自防水在耐久性、环保性、便利性和经济性方面具有明显的优势，而且在技术层面上也是可行的，整个防水行业需要从防水设计理念、标准层面打破对混凝土结构自防水的限制和约束，同时从工程采购与服务模式、工程招投标模式以及建筑精细化施工等方面加以改进和提升，促使混凝土结构自防水在建筑防水工程领域发挥其应有的作用。

## 参考文献

- 【1】 沐磊. 无机防水材料节碳减排优势分析与探讨[J]. 中华建设, 2022 (6) : 109-114.
- 【2】 团体标准 T/SZWA003-2020 《混凝土内产型自修复防水材料及施工技术规程》
- 【3】 DBJ46-48-2018 《海南省建筑工程防水技术标准》