

“疏+防”为主，“控+导”相辅

——浅谈数字化绿色建筑设计中在中共一大纪念馆项目地下空间防水设计中的应用

唐奕伦

上海华建工程建设咨询有限公司

摘要：新建中共一大纪念馆位于上海市中共一大会址西侧，紧邻“衡山路-复兴路历史文化风貌区”，设计团队结合项目风貌考虑，将地上建筑体量做到最小，以尊重原有城市风貌与尺度，并将主要展厅、库房均设置在地下，局部位于太平湖底。该设计策略同时也带来了新的挑战：地下空间如何满足展厅、库房的防水防潮及恒温恒湿需求。针对以上挑战，设计团队通过案例研究、数字化绿色建筑、多轮专家论证评审等方式，以零渗漏为设计目标对地下展厅防水防潮设计展开了一系列探究。

关键词：地下展厅；防水设计；数字化绿色建筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.094

新建中共一大纪念馆位于上海市中共一大会址西侧，紧邻“衡山路-复兴路历史文化风貌区”，设计团队从“城市风貌、立面形式、材料选择”这三个方面探究了新旧建筑和谐共生的策略：将地上建筑体量做到最小，以尊重原有城市风貌与尺度；将建筑融入整个街区，并将主要展厅、库房均设置在地下，局部位于太平湖底。这也给设计团队带来了新的挑战：地下空间如何

满足展厅、库房的防水防潮及恒温恒湿需求。

设计团队通过案例研究、数字化绿色建筑、多轮专家论证评审等方式，以零渗漏为设计目标对地下展厅防水防潮设计展开了一系列探究。

一、风貌区带来的新挑战——地下展厅

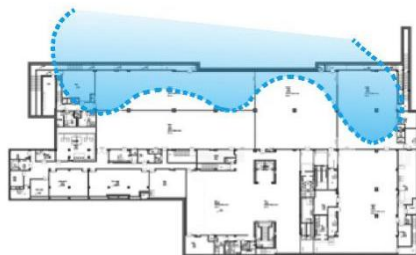
新建纪念馆的选址位于上海新天地东侧太平桥公园内，与“衡山路-复兴路历史文化风貌区”仅黄陂南路一路之隔，设计团队在设计过程中考虑尊重原有城市风貌与尺度关系，整体规划上延续兴业路至太平角公园视觉通廊，形成街区感。同时考虑地上建筑尽量精简，主要功能均设置在地下，且尽可能减小对太平桥绿地的影响，不减少太平湖湖面面积，因此主要地下展厅局部位于太平湖底。在建筑造型上，设计团队充分提取上海海派文化石库门特色，注重历史依托，体现城市生活归属感。

由于纪念馆的主要功能包括展厅、库房，其中不乏珍贵文物资料，对环境温湿度有较高要求。而地下建筑常常会有潮湿、或渗漏的隐患。地下空间的防水防潮做法如何满足展厅、库房恒温恒湿需求，是本项目设计的难点，也是整个设计团队考虑的重点。

二、相关文化建筑案例分析——确立防水设计理念



考虑到不破坏整体沿街风貌
主要展厅、库房均位于地下室



地下室顶板上部情况复杂
局部为太平湖池底

(设计难点分析)

地下室渗水、结露、发霉等现象的产生，主要有两个方面：其一，渗水主要由于地下室外部土壤中的地下水通过压力沿地下室外墙或顶板缝隙侵入地下室；其二，由于地下室内外温差，形成冷凝水，无法及时处理从而造成结露发霉现象。因此地下空间设计必须考虑防

水及防潮设计。

设计团队首先研究了上海主要功能位于地下的文化类建筑防水构造做法。分析各个项目防水做法的优缺点，并结合本项目地下空间贴临西侧保留建筑及市政道路黄陂南路的特点，形成了本项目防水设计的理念。

防水设计主要考虑“疏+防”结合。“防”，即是通过地下室混凝土自身防水、柔性防水材料进行防水。“疏”，即是在构造层次中通过排水板、导水管等措施，将地下水导出至地下室范围外土壤中。

防潮设计主要考虑的是“控+导”结合。“控”，即是空调温度、湿度的控制，以满足特殊展品、文物的需求。“导”，同防水设计中“疏”的作用类似，即是在地下室墙顶地构造中添加便于冷凝水导流、收集、排出的构造层次。

三、关于数字化绿色建筑设计理念

建筑设计首先需要满足使用者对建筑空间的需求，即在保证安全的情况下，以经济合理的方案实现使用者对建筑空间声、光、热等方面舒适度的需求，而绿色建筑则是在此基础上强调对环境影响的控制以及对资源和能源的节约。

传统的绿色建筑方法更多依赖于建筑师对建筑空间的理解和对绿色设计知识的掌握，而缺少了数字化技术手段对绿色建筑设计的支撑作用。相比之下，数字化绿色建筑方法通过数字化方法，高效、直观、量化地对建筑设计的环境影响和能耗情况进行评价，从而为设计方案调整和修改提供基础。这里的数字化方法包括建筑信息建模技术和建筑性能仿真模拟技术，其中前者能够使设计者对建筑的布局、形态、结构、材料、纹理和运行参数进行调整，而后者则能够使设计者对建筑设计的各种性能有直观和量化的掌握，在绿色建筑设计中，重点关注的建筑性能有建筑能耗、自然采光和热舒适等，因为这些性能直接关系到建筑运营阶段人为调控所需要耗费资源能源的成本和对环境造成的负担。

参数化建筑设计方法可以以设计者设定生成规则为导向，通过改变建筑设计中形态、材料、构造等设计参量的方式实现建筑元素的自组织式生成，提高了建筑师的设计效率。比如以绿色性能为优化目标的参数化建筑设计方法，可以在设计者设定的规则下，改变建筑空间参数以寻找节能减排性能最优的建筑设计方案。

四、数字化绿色建筑设计介入——寻找建筑防水薄弱点

数字化绿色建筑是指：在建筑的规划设计阶段，以满足建筑需求为前提，以数字化智能建模仿真技术为主要手段，以减少建筑建设和运维中资源能源消耗并减少环境污染为导向的建筑设计理念和方法。

本项目主要通过建筑信息化技术，对建筑进行信息技术化模拟，建立数字化建筑模型，对项目地下室与外部环境交接处有了较直观的认识。同时，通过数字化模型找出项目中需要着重考虑的地下室防水的特殊部位，例如：南侧地下室外墙紧邻市政道路地下室外墙与基坑围护桩距离较近部位、北侧地下室展厅顶板上部临太湖底、地下室顶板高低跨等特殊部位，进行有针对性的分析，设计团队与施工团队并考虑采取不同防水措施与

施工工艺。

五、大数据客流反演辅助支撑防水设计等级

考虑使用者对空间的使用需求以及空间使用体验是建筑设计中非常重要的因素。本项目作为供公众参观的纪念馆类建筑，需要考虑参观访客在参观和学习馆内展陈项目时的空间感受，也需要考虑纪念馆客流规模对地下展厅的防水设计要求。

本课题研究对象作为纪念馆类建筑，特别是中国共产党第一次全国代表大会的纪念馆，建筑设计时需要考虑参观游客彼此之间合适的距离以营造参观和学习中国共产党诞生这一伟大历史事件时庄严肃穆的氛围与历史厚重感，同时需要保证游客密度处在让人感到舒适的范围内；而除了满足纪念馆正常使用需要的情况下，还需要考虑在发生紧急事件时人群需要在满足设计规范的事件内进行紧急疏散和撤离，显然，如果馆内建筑设计不合理，或者参观游客参观路线设置不当，在人群惊慌状态下，在建筑空间内某些位置会发生人群拥堵甚至会发生踩踏事件，这一点需要在设计阶段给予慎重考虑。

为了在设计时合理考量以上要素，设计之前需要首先收集该纪念馆和类似纪念馆的历史游客数据，在该数据收集工作基础上，对收集到的数据加以科学分析，深入挖掘数据背后的规律，并初步得到空间设计的指导规则；在纪念馆历史数据基础上，结合新时期纪念馆改建工作对展陈空间的需求，进行空间分析，以客流数据反演空间人流密度曲线，对建筑空间内游客的空间使用体验进行量化评价并反馈到建筑设计当中，如此迭代和优化空间设计；与此同时，根据历史数据和当前建筑空间设计方案，使用相应方法和软件对发生紧急情况时，纪念馆内人员紧急疏散情况讨论和模拟，以寻找空间设计不合理之处，进而优化空间分配方案，访客参观路线以及疏散策略。

纪念馆历史客流数据收集：为了能够对纪念馆内参观人数有合理的预测，也为了进一步能够更好地设计馆内空间，本项目对中共一大会址纪念馆改扩建前访客数据进行了收集。

（一）网络搜索热度数据

伴随居民收入增长，参观各类纪念馆和博物馆成为人们闲暇时间丰富生活的重要选择，与此同时，随着通信基础设施的发展，我国网名数量已经突破10亿。在人们出行参观各类博物馆和纪念馆时，通常会借助网络工具对目标场馆进行检索和信息收集，百度和谷歌等搜索引擎提供的搜索指数为我们提供了一个了解民众参观意愿和收集参观反馈意见的渠道，通过百度搜索指数等，我们可以实时了解民众的参观意愿，同时，与实际到馆人数相对比，可以挖掘搜索指数与实际参观人数的关系。研究发现，实际到馆访问人数与纪念馆的搜索指数呈现显著正相关关系，且由于两者的先后逻辑，实际到馆人数曲线的峰值和谷值较搜索指数呈现一定的滞后

性。

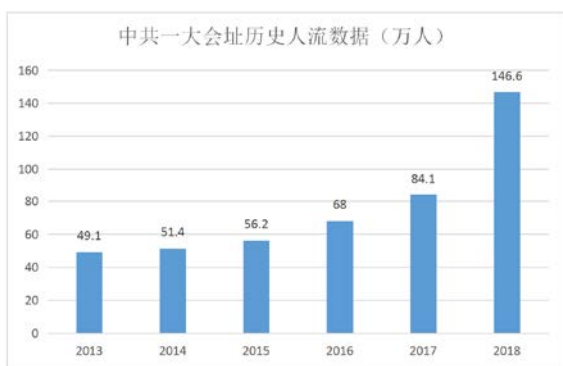
（二）馆内客流数据

一大会址纪念馆近年来客流量成直线上升趋势。据统计数据显示，2017年之前，一大会址纪念馆年客流量在30~50万人次左右；2017年，党的十九大胜利召开之后，一大会址纪念馆客流量呈爆发性增长，2017年11月1日至2018年10月30日一年间，全国各地前往一大会址纪念馆参观的党员群众络绎不绝，参观人数已达到153万人次。

表1 中共一大会址纪念馆2013-2018年观众接待量
(单位: 人次)

年份	观众接待总量	未成年人	境外游客	备注
2013	49.1万	8.4万	2.4万	
2014	51.4万	8.1万	2.5万	
2015	56.2万	11万	2.4万	
2016	34.0万	3.3万	0.5万	1-6月闭馆改造
2017	84.1万	6.7万	0.9万	
2018	146.6万	7.4万	1.68万	

表2 中共一大会址历史人流



注：2016年仅7-12月开放，图中68万的数据为按全年推算数据。

纪念馆历史客流数据分析与预测：通过对纪念馆历史客流数据进行分析，可以总结出以下几点规律：

- 1、到馆人数与网络搜索指数呈现明显的正相关性，前者较后者有一定滞后性。
- 2、到馆人数分布呈现一定的周期性。全年范围内呈现淡旺季的分布状态，寒暑假，小长假的参观人数明显高于平时；周末到访参观人数，特别是个人游客高于工作日；单日内，到馆人数分布曲线呈现出“双驼峰”特点，在中午前后达到峰值。

2021年是中国共产党建党百年，考虑到这一点，到馆参观人数预期会有较高的峰值；而纪念馆扩建项目本身也是扩大项目影响力，提高场馆游客容纳能力的过程。因此，综合以上两个主要因素，在本项目设计过程中可以按照2018年场馆日均接待4000人的标准，在此基础上翻倍，即按照日均到访8000人次，年均230万人次来设计进行馆内建筑空间设计。根据以往客流数据所反映的波动规律，峰值客流量可取均值的2倍左右，本项

目中取16000人次/日为估计峰值进行建筑设计。由此，客流的等级决定了防水等级需按照最高要求进行设计。

六、多重防护措施——目标零渗漏

通过以上案例分析、BIM模型分析、结合多轮专家论证评审的方式，新建纪念馆的地下防水防潮设计理念终于确定。

在建筑构造上，主要考虑“抗+防+排”的构造设计。抗：充分发挥结构混凝土的自防水性能。防：迎水面设置附加防水层；排：背水面设置排水系统。在防水材料的选择上，主要采取防水涂料与防水卷材相结合，防水材料直接贴合地下室结构面，以封闭混凝土毛细孔的方式，同时设计团队与施工团队探讨，在渗漏易发部位（如施工缝等）作补强处理，目标零渗漏。

新建纪念馆地下结构由于展厅净高需求，整个地下室层高较高，约10米，因此地下室的底板和外墙也较厚，底板厚度将近1米，外墙厚度约0.7米。设计团队与施工团队探讨，提出跳仓法混凝土浇筑施工，以减少超长、超厚大体积混凝土的出现裂缝。此外，在施工团队严格控制原材料品质及配合比前提下，在混凝土中增加纤维素纤维、外墙保护层内设置抗裂钢丝网片，以确保结构混凝土自防水质量。

在地下室墙顶地不同部位，结合不同部位特性，采用不同防水材料。在地下室底板，采用耐老化、有效防止窜水，同时也具备无需加热、粘剂剂，施工速度较快的预铺反粘防水卷材；在地下室外墙，采用高粘抗滑水性橡胶沥青防水涂料，以对抗立面抗滑移风险；在地下室顶板，上部采用自粘改性沥青防水卷材及耐根穿刺防水卷材，直接作用于结构面的防水材料采用粘结性以及抗疲劳性都非常强、流淌性较好的非固化防水涂料，其自愈性能能在受到外界刺穿受损时，自动杜绝渗水通道，从而达到阻挡渗水目的。

在展厅及库房室内的侧墙及地面做法中，增加排水板导流构造空腔，使得冷凝水能随着找坡尽快汇集至排水暗沟内，迅速排出，减小结露、发霉等现象发生。

地下室防水防潮设计，是建筑的隐蔽工程设计，设计团队通过数字化绿色建筑设计方法的运用，不放过每一个细节，深入思考，事事全力以赴，不留遗憾，让新建的中共一大纪念馆以更好的形式展现在大家的眼前。

参考文献

- [1] 丁洁民, 张峰, 尹武先, 等. 数字技术下的建筑与结构一体化设计[J]. 建筑技艺, 2018(7): 20-25.
- [2] 李冲. BIM技术在绿色建筑设计中的应用[J]. 建材与装饰, 2019(28): 109-110.
- [3] 徐婧, 叶海, 罗森. 建筑风——光环境性能的数字化设计方法初探[C] 2018国际绿色建筑与建筑节能大会论文集, 2018: 505-512.

上海市“科技创新行动”社会发展科技攻关项目
(编号: 20dz1201902)