

高性能混凝土在医院建筑施工中的应用探究

孙鹏盛
河北医科大学第二医院，中国·河北 石家庄 050000

摘要：混凝土作为建筑工程中的重要材料，对建筑工程质量起着决定性作用。高性能混凝土是一种全新的混凝土，其应用于医院建筑不仅能够提升医院建筑的质量、延长使用寿命，而且还可以减少能源消耗，满足医院低碳高质量发展。论文结合多年工作实践，通过剖析高性能混凝土的特征及构成，阐述高性能混凝土应用于医院建筑施工中的价值，最后提出高性能混凝土在医院建筑施工中的应用技术要点，以此为今后工作提供参考。

关键词：高性能混凝土；医院建筑；施工；技术要点

Exploration of the Application of High Performance Concrete in Hospital Construction

Pengsheng Sun
Hebei Medical University Second Hospital, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Concrete, as an important material in construction engineering, plays a decisive role in the quality of construction projects. High performance concrete is a new type of concrete that can not only improve the quality and prolong the service life of hospital buildings, but also reduce energy consumption and meet the low-carbon and high-quality development of hospitals. The paper combines years of work practice, analyzes the characteristics and composition of high-performance concrete, elaborates on the value of using high-performance concrete in hospital construction, and finally proposes the key technical points of applying high-performance concrete in hospital construction, providing reference for future work.

Keywords: high-performance concrete; hospital buildings; construction; technical points

0 前言

混凝土是目前用量最大的建筑材料之一，加强混凝土施工质量是保证建筑工程质量的基础。2021 年 10 月，国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》明确提出要推进建材行业碳达峰。加强新型胶凝材料、低碳混凝土等低碳建材产品研发应用。混凝土是医院建筑施工的主要原材料，面对人民群众对医院建筑施工质量要求的不断提升，高性能混凝土依托轻量化、大跨化、高耐久化的优势成为当前医院建筑施工的主要原料。

1 高性能混凝土的构成概述

高性能混凝土是一种新型的混凝土，其以建筑工程设计和施工对混凝土性能特定要求为目标，采取优质常规原材料、合理掺加外加剂和矿物掺合料，采用较低水胶比并优化配合比，通过绿色预拌生产方式制成既能符合特殊性综合与均匀性要求的混凝土。高性能混凝土具有自密实性、体积稳定性、高强度以及耐久性的优势。例如与传统混凝土相比，高性能混凝土的抗压强度达到 200MPa，其成本与同级高强混凝土相比，直接节约 32 元 / 每平方米。

高性能混凝土主要是由水泥、矿物掺合料、外加剂以及骨料等组成：①水泥是高性能混凝土的主要原材料，其为硅酸盐水泥，水泥中的 C3A 含量小于 8%、细度控制在 10% 以内；②矿物掺和料。矿物掺和料能够缓解水泥水化

过程中水化粒子的凝聚，能够减轻坍落度损失。在矿物掺合料的选择上要满足粉煤灰的细度 $\leq 20\%$ ，烧矢量 $\leq 5\%$ ，含水量 $\leq 0\%$ ，氯离子含量 $\leq 0.02\%$ 。③外加剂。外加剂应该与水泥相适应，外加剂中的氯离子含量不得大于 0.2%。④骨料在高性能混凝土中起着骨架、填充以及稳定体积的作用，其主要由粗骨料和细骨料组成。粒径大于 4.75mm 的岩石颗粒为粗骨料，例如卵石、碎石属于粗骨料的范畴。细骨料则是粒径小于 4.75mm 的岩石颗粒组成，如天然砂、人工砂、混合砂都是常见的细骨料。按照要求细骨料颗粒配比应该按照表 1 要求。

表 1 细骨料颗粒级配

孔筛尺寸/mm	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	筛底
人工砂 分级筛余/%	0~5	10~15	10~25	20~31	20~30	5~15	0~20
天然砂 分级筛余/%	0~10	10~15	10~25	20~1	20~30	5~15	0~10

2 高性能混凝土应用于医院建筑施工中的价值

高性能混凝土是建筑项目原材料发展的主要趋势，结合多年实践调查，高性能混凝土应用于医院建筑施工中具有巨大的价值：

①满足医院建筑功能的必然选择。不同于其他建筑，医院建筑不仅要考虑建筑工程的安全性问题，而且还要兼顾

医院建筑的特殊性，如防辐射等要求。传统的混凝土虽然在强度上能够满足医院建筑工程施工要求，但是其在耐久性以及防辐射性等方面存在不足。高性能混凝土通过绿色工艺以及使用特定的配合比解决传统混凝土耐久性不足、防辐射性差的问题，进而显著提升医院建筑的整体质量，满足医院建筑医疗、办公以及消防等功能的要求。例如，医院 CT 大厅要求建筑混凝土的厚度要达到 2m 以上并且要在混凝土内侧墙进行二次铅板加装。高性能混凝土通过掺加高性能骨料后将混凝土的表观密度提高至 2800~3600kg/m³，这样能够有效抵抗医疗设备运行过程中产生的辐射影响，从而提升医院建筑的功能。

②提升医院建筑结构强度和稳定性的内在要求。随着人们对医疗水平要求的不断提升，现代医院建筑规模越来越大，尤其是大型综合医院，其不仅建设面积越来越大，而且高度也越来越高，高层建筑成为医院建设的主要趋势。高层建筑施工要求医院要采取高性能混凝土，高性能混凝土具有高强度、弹性模量高的优势，这样可以有效减少高层建筑纵向受力结构的截面尺寸，扩大医院建筑使用面积，降低医院建筑裂缝等通病的发生。

③提高医院建筑施工效率的必要手段。医院建筑具有公益性，为满足群众就医需求，提升建筑施工效率，缩短施工周期是打造群众满意医院、优化医疗资源配置的重要举措。高性能混凝土依托于独特的施工技术能够缩短混凝土浇筑养护的时间，并降低混凝土裂缝、麻面等通病的发生，这样能够大大提升医院建筑的施工效率。例如，UHPC 高性能

混凝土是一种将预制的 UHPC 挂板直接安装在建筑结构上的施工方法，通过此种施工方法能够大大提升混凝土施工效率。高性能混凝土具有良好的流动性和可泵性，其能够避免因混凝土运输过长等因素造成的离析问题，并且依托于良好的流动性而均匀地填充施工模版的各个区域，提升泵送浇筑工作效率。

3 高性能混凝土在医院建筑施工中的应用技术要点

3.1 优化配合比设计，严格控制水灰比

高性能混凝土的优势在于强度高、耐久性以及施工性，为满足高性能混凝土的功能需要合理设计配合比：首先要合理选择原材料。原材料的选择对高性能混凝土的质量起着关键性的影响，在医院建筑施工过程中需要结合医院建筑结构、使用年限以及地质水文等情况精准选择原材料。例如，在水泥的选择上不仅要考虑强度等级，而且还要关注其化学组成以及细度。在集料的选择上则要充分考虑粒径分布、粒形和材质；其次合理选择配比参数。不同的配比参数所产生的效果不同，医院建筑在设计高性能混凝土配比时需要对比水胶比、集料用量以及外加剂比例进行调整。例如，当水胶比为 0.29，矿渣和粉煤灰掺量分别为 20% 和 30% 时，高性能混凝土 28c 的强度达到 98.5MPa。为更好阐述配合比设计的重要性，以某大型综合医院门诊楼建设为例，该门诊楼建设 16 层高，采取钢筋混凝土结构，结合门诊楼设计结构，科学设计配合比（如表 2 所示）。

表 2 高性能混凝土试配信息

水泥 /kg	中砂 /kg	碎石 /kg	1 级粉煤灰 /kg	水 /kg	PCA/kg	塌落度 /mm	强度级别
271	796	1055	106	155	3.77	180~220	C30
286	785	1041	111	155	3.98	180~220	C35
308	751	1039	119	155	4.28	180~220	C40

3.2 做好高性能混凝土搅拌，科学设计运输路线

优化高性能混凝土配合比后，施工人员需要按照设计的配合比做好拌合工作，具体就是严格按照标准要求称量各类原材料的用量，确保集料用量偏差不能超过 2%，水泥、外加剂的用量偏差不能超过 1%。完成各种原材料的称量工作后，施工人员需要先将水泥和细集料进行搅拌，拌和的时间要长一些，控制在 30s 以上，确保两种材料完全混合后再掺入水和外加剂，同样拌和 30s 以上，当其完成成为水泥砂浆形态后再掺入粗集料等，持续拌和 60s 以上制成高性能混凝土，并经过检验合格后才能将高性能混凝土应用到医院建筑施工中。高性能混凝土对运输条件要求相对较高，需要施工企业采取混凝土罐车进行运输，运输过程中要保持平稳行驶，在行驶过程中要持续转动料罐。由于医院建设场地多为城市中心或者人口密集区域，因此在运输高性能混凝土时要做好运输线路规划，避免在出行高峰期或者拥堵路段行驶。

进入施工现场后，监理人员要对高性能混凝土进行检验，高性能混凝土的塌落度损失不能超过 10%。在冬季运输过程中要做好保温措施，避免因外部气温过低造成高性能混凝土性能下降。例如，混凝土罐车使用保温被覆盖，在高性能混凝土中加入防冻剂等。

3.3 规范施工工序，强化施工安全管理

在高性能混凝土浇筑作业过程中，施工管理人员要加强施工现场的安全管理工作，确保施工工序符合施工方案要求：第一，施工管理人员要结合医院建筑施工现场情况合理安排泵送车等大型设备，做好相关设备的安全检查工作。例如施工管理人员要做好人员配置工作，在临边等区域设置安全警示标志；第二，规范施工流程。为了提升高性能混凝土浇筑效率，施工企业要根据医院建筑浇筑量要求选择多台输送泵进行浇筑，在浇筑过程中要控制浇筑的高度，高性能混凝土浇筑高度不可以超过 2m，如果超过 2m 需要设置设溜

槽或串筒进行辅助下料,以防离析。在尺寸较小的医院建筑结构区域采取一次连续浇筑成型的方案,这样能够使得浇筑成型的建筑结构具有完整性。在浇筑过程中需要采取平缓的方式将高性能混凝土泵送入模,浇筑时间尽快控制在 5h 内完成。在浇筑过程中施工人员需要做好振捣,通过振捣将高性能混凝土中的气泡排出,以此提升混凝土的密实性。如果医院建筑为多层时需要控制上下两层的浇筑时间间隔,并且使用振动棒加强交接部位,直到该区域没有气泡、不下沉、表面有浮浆后停止振捣。在处理梁柱节点钢筋密集区域时,按照先高标号、后低标号的顺序依次浇筑混凝土,并采取直径为 30mm 的振捣棒进行振捣。

3.4 改进养护工艺,提升医院建筑施工质量

高性能混凝土早期强度增长较快,一般 3d 达到设计强度的 60%,7d 达到设计强度的 80%。可见早期养护工作非常重要。医院建筑在完成高性能混凝土浇筑后要及时做好养护工作。完成混凝土浇筑后在没有拆除模板前采取顶端自动喷水浇水养护工艺,通过环向高压泵将压力水输向环向施工给水管网,给水管网主管采用直径 $\Phi 100$ 镀锌钢管,剪力墙墙体当必要时应及时松动两侧模板,离缝 3~5mm,就近接入连接在墙体顶部架设淋水养护喷淋、喷雾的给水支管养护,可用 $\Phi 15$ 的镀锌钢管上钻上 2mm@200 细孔,使孔成喇叭,便于水呈伞状喷出,利用自来水压力对两个侧面喷洒浇水。需要注意的是,如果高性能混凝土是在夏季完成浇筑的则采取降低混凝土浇筑温度或者覆盖具有隔热性能的材料,以此防止高性能混凝土出现龟裂等通病。如有条件拆模后要立即涂刷养护液,在混凝土表面形成一道保护膜。如果医院建筑高性能混凝土浇筑处于低温环境,则需要使用不透明的塑料薄膜或者喷洒养护液进行养护。在寒冷气候条件下需要额外

使用加热线圈等方式提供热量,避免混凝土水分损失。

总之,基于“双碳”目标的实施,高性能混凝土以其强度高、力学性能好、耐久性强等优势成为现代建筑施工的主要材料之一。基于人民群众对医院建筑功能要求的不断提升,将高性能混凝土应用到医院建筑领域是优化医院建筑施工工序、提升医院建筑施工质量、满足医院建筑功能的重要举措,因此在医院建筑施工过程中要积极推广高性能混凝土施工技术,以此减少环境污染,提升医院建筑使用寿命。

参考文献:

- [1] 麻庆松.高性能混凝土配合比设计探究[J].新材料·新装饰,2024(4):16-19.
- [2] 曹浩鹏,袁芬,刘隽江.复合型掺合料高性能混凝土抗硫酸盐侵蚀性能研究[J].混凝土世界,2024(3):30-37.
- [3] 梁健健.高性能混凝土性能分析及制备要求[J].新材料·新装饰,2024(9):25-28.
- [4] 张蔚.高性能混凝土在建筑施工中的应用[J].江苏建材,2024(1):28-30.
- [5] 江伟全.医院直线加速器治疗室防射线、防渗漏高性能混凝土养护施工工艺研究[J].四川建筑,2020(4):245-247.
- [6] 龚守同,董必钦.深圳滨海医院高性能混凝土耐久性对策研究[J].广东土木与建筑,2010(6):43-47+31.
- [7] 王殿元.高性能混凝土水下桩基中机制砂的应用分析[J].交通世界,2024(10):169-171.
- [8] 林庆.土木工程中绿色高性能混凝土材料的应用与改进[J].居舍,2023(11):43-46.

作者简介:孙鹏盛(1988-),男,中国河北清河人,硕士,工程师、科员,从事建筑工程研究。