

西藏自治区建筑物混凝土在全寿命周期内降低碳排放分析

李依桐, 郝天琪*, 张雪
西藏大学, 西藏 拉萨 850000

摘要： 西藏自治区地处青藏高原环境恶劣，我们对其建筑物的使用寿命，混凝土结构的耐久性上颇为关注，随着全球气候变暖的影响，建筑物的节能减排是我们现阶段的研究重点，以西藏某建筑为例，此建筑物每年都需要进行修缮加大了能源的损耗致使碳排放量较大，本文研究的重点就是通过改变混凝土的配合比、混凝土的品种、混凝土的掺合料等在保证结构性能的条件下降低结构物的全寿命周期内的碳排放达到节能减排的目的。

关键词： 西藏；节能减排；混凝土；结构；全寿命周期

Analysis Of Carbon Emission Reduction Of Building Concrete During Its Life Cycle In Tibet Autonomous Region

Li Yitong, Hao Tianqi*, Zhang Xue
Tibet University, Lhasa, Tibet 850000

Abstract： Tibet Autonomous Region is located in the Qinghai-Tibet Plateau, where the environment is harsh, so we pay much attention to the service life of its buildings and the durability of concrete structures. With the impact of global warming, energy conservation and emission reduction of buildings are our current research focus. Take a building in Tibet as an example, it needs to be repaired every year, which increases the energy loss and leads to large carbon emissions. The focus of this paper is to reduce the carbon emission during the whole life cycle of the structure to achieve the purpose of energy saving and emission reduction by changing the mix ratio of concrete, the variety of concrete and the admixture of concrete under the condition of ensuring the structural performance.

Keywords： Tibet ; energy conservation and emission reduction; concrete; structure; life cycle

引言

针对目前全球变暖的趋势愈发的严峻，节能降碳是现阶段我们建筑发展的首要任务“十四五”是落实国家节能降碳的关键时期，在建筑领域坚持“绿色施工、节能减排”尤为重要^[1]。我们首先想到的就是低碳混凝土技术，它是指在混凝土生产、使用过程中，采用新的技术方法，能够直接或间接降低碳排放的技术。在国家双碳战略的推动下，建筑行业积极探索节能减排方案。国内学者已就不同建筑类型和施工工艺下的碳排放进行研究，为建筑减碳提供了可靠依据。据曾杰研究，低层建筑住宅中，木结构的碳排放量最低，但木质结构易腐蚀，难以保养。因此，降低混凝土结构的碳排放量成为首要目标。

一、项目概况

本次研究依托重点为西藏某建筑展开调查，该建筑的建筑风格为上窄下宽是一个典型的藏式风格建筑，根据此建筑物的碳排放清单将各种工程量进行汇总，并参考规范中提及的公式进行计算，充分了解各部分的碳排放数据，在不影响正常使用年限的前提下对其建筑物的碳排放量进行优化，达到节能减碳的作用。针对此建筑物的节能减碳进行研究可以对藏区内其余藏式建筑的

节能减碳有一定的参考意义。

二、西藏自治区的生态环境与地质条件

（一）西藏自治区的温度变化

西藏被誉为‘世界第三极’，平均海拔约为4500米，是全球气候系统的敏感区和脆弱区，由于西藏自治区的面积广阔，地形又呈现出多样化，因此它的气候特点是独特且复杂的，整体特点

作者简介：

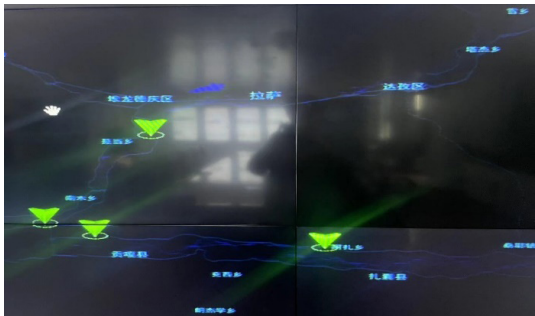
第一作者简介：李依桐（2001—），男，汉族，黑龙江省黑河市人，研究生在读，单位：西藏大学工学院，研究方向：防灾减灾及防护工程。

通讯作者简介：郝天琪（1999—），男，满族，辽宁省阜新市人，研究生在读，单位：西藏大学工学院，研究方向：桥梁与隧道工程。

第二作者简介：张雪（2000—），女，汉族，陕西省宝鸡市人，研究生在读，单位：西藏大学工学院，研究方向：道路交通运输。

就是高海拔、强紫外线、日照多但温度较低，气候随着海拔和纬度的升高而降低的。

因为高海拔的缘故，西藏处于太阳直射区，年辐射量在全国遥遥领先。西藏高原的气温南高北低，反映出了纬度对气温的影响。西藏夏季平均气温也不高，监测显示拉萨最热月为15.5℃，阿里地区西藏高原冬季1月份平均气温大部分地区均在0℃以下，那曲、阿里地区可低于-10℃。4月份平均气温在1~15℃之间，平均每日对地温度为2℃，最高温度为12℃，藏北高原大部分地区低于8℃，是我国盛夏温度最低的地区。西藏高原气温日变化以升温、降温迅速为主要特点^[2-3]。



（二）建筑结构所用原料

由于西藏地区的高辐射，昼夜温差较大，因此在建筑物所用的原材料选择上同内地存在着差异为了适应环境的需要，响应国家低碳节能的号召，我们应该在整个建筑的全生命周期内，对混凝土的节能减碳进行研究。生命周期内的减碳技术与碳汇技术是低碳混凝土的核心理念。所以我们在选取混凝土材料的时候应该尽量使用一些替代品，替代品的燃烧会减少碳的排放，解决在生产过程中的污染。

三、煤矸石低碳混凝土研究

（一）降低水泥中碳排放研究

常用的水泥熟料中都是因为碳酸钙的含量较高，会导致制作时产生大量的热，引起碳排放的升高，所以在研究时候，计划采用不含碳酸钙，或者含有较少含量的碳酸钙成分制备水泥熟料，例如煤矸石等^[4-5]材料在水泥的制备过程中进行掺入，将会减少碳排放。可燃性煤矸石是煤燃烧后的固体废料，我们可以针对这种材料进行深入的探究，将其掺入混凝土的制作中用以降低含有碳酸钙的物质降低其碳排放，下图为煤矸石取样图片。



（二）提升水泥的制备效率研究

在水泥的制备过程中，由于燃烧的不充分也会导致碳排放的升高，我们可以在水泥的制备过程中采用富氧燃烧技术，使得水泥在制备的过程中得到了充分的燃烧。同时，我们也可以吸收在燃烧过程中排放的二氧化碳，使得燃烧产生的二氧化碳得到重复利用，减少向空气中的排放。

（三）建筑物的结构性能与煤矸石混凝土结合

本文研究建筑物的梁体结构都是现浇混凝土梁，我们应该在充分考虑整个建筑物的结构性能的同时，应该在建筑物降低碳排放量的问题上进行细节研究，做到绿色施工，节能环保。在混凝土中大量的掺入煤矸石，是现阶段研究的重点，通过实验数据分析判断在煤矸石掺入量在20-30之间时不会影响建筑物主梁的正常使用，还会对其主梁内的钢筋的防腐有着很大程度的防腐作用，但是对其耐久度还是会有轻微的影响^[6-7]。对建筑结构的柱体结构方面，由于混凝土掺杂了煤矸石含有碳元素，可以对整个结构的抗氧化方面得到显著的提升，同时不会影响柱体结构的正常使用。经过分析发现这种材料在现阶段对其耐久性使用方面，还会有一些问题但这是趋势所向，经过后续的配合比设计，调整混凝土结构的水胶比，煤矸石材料制备混凝土一定会对结构的益处大于弊端。

四、高性能混凝土的研究

高性能混凝土（High Performance Concrete, HPC）是当前混凝土领域发展的重要趋势之一。针对HPC的配合比设计，在国内外学者的研究中涌现出了许多方法。目前，普遍采用的技术路线包括低水胶比、高性能减水剂以及超细活性矿物掺合料的复合技术。这些方法与传统混凝土相比，能够显著提升混凝土的抗压强度、耐久性和耐久性。

高性能混凝土的复合技术需要考虑多种因素，其中包括采用不同的矿物掺合料和多种化学外加剂（其组成可多达10种）。同时，对混凝土材料提出了新的要求。这导致混凝土拌和物的组成变得极为复杂，需要更为精细的配合比设计和施工管理。除此之外，高性能混凝土的研究还涉及了混凝土的自流动性、自密实性、耐久性、抗渗性以及高温抗裂性等方面的考量，这些构成了高性能混凝土研究的重要内容^[8-13]。

目前国际上针对这种混凝土的设计提供了如下方法：

（1）美国混凝土协会（ACI）的方法

ACI 211委员会的指南是混凝土设计与施工领域的权威之一，它提供了混凝土配方设计和施工实践的指导。其中，《使用粉煤灰和硅酸盐水泥的高强混凝土设计指南》针对掺粉煤灰的高强混凝土提供了详细的配合比设计和优化方法。这些方法适用于一系列抗压强度在41至83MPa范围内的普通容重非引气混凝土。通过实验和分析不同比例和用量的胶凝材料，该指南能够帮助工程师确定最佳的配合比，以满足特定项目需求并确保混凝土的性能和可持续性。

（2）英国 Domone 等的方法

该方法基于最大密实度理论^[14]。首先根据混凝土的强度与水

胶比关系选择混凝土的水胶比，然后确定高效减水剂的掺量；再利用特定仪器测量不同砂率下集料颗粒堆积物的空隙含量确定空隙率最小时的砂率；试验研究集料堆积物的空隙含量与其表面积的综合效应；最后确定的参数是最优砂率。

通过上述的实验我们可以在混凝土的设计阶段可以对其进行性能上的提升，同时也能对其碳排放量进行有效的控制，这种高性能绿色混凝土可以有效地帮助我们解决在建筑中碳排放超标的问题。

五、低碳混凝土同传统混凝土的优势

在建筑结构上的优势：

低碳混凝土相比传统混凝土在建筑结构具有以下性能优势^[15]：

强度和耐久性提升：低碳混凝土通过使用替代材料，降低了碳排放，同时还能提高混凝土的强度和耐久性，减少了维护成本。

抗裂性能改善：低碳混凝土中的替代材料通常具有较好的抗裂性能，能够减少混凝土的裂缝产生和扩展，降低了混凝土的开裂风险，减少了维修和维护的成本。

环保性能：通过掺杂煤矸石作为熟料可以减少对天然资源的

开发和消耗，降低了碳排放，减少了对环境的负荷，对环境更加友好。

防震性能提高：低碳混凝土中的替代材料通常具有一定的伸缩性和韧性，能够提高混凝土的抗震性能，降低建筑物的倒塌风险。

可降解性更好：低碳混凝土中的替代材料通常具有较好的可降解性，能够减少建筑垃圾的产生和对环境的污染，能够减少建筑垃圾的产生，对环境更加友好。

结论

针对双碳的大环境下，我们需要对建筑结构中碳排放量进行有效的控制，本文的研究从混凝土入手，对掺杂煤矸石等材料的混凝土进行了分析，探讨了其可行性。并对于低碳混凝土的优势进行了分析，在强度和耐久性方面低碳混凝土可以满足建筑物的结构要求。

总体而言，低碳混凝土在建筑物结构性能方面与传统混凝土相比没有明显的劣势，甚至在一些方面具有优势。然而，具体的性能取决于所使用的替代材料和混凝土配比的具体设计，因此在实际应用中需要进行详细的研究和评估。

参考文献：

- [1] 李远华. 生态环境流量流向评价方法及其在西藏生态环境评价中的应用 [D]. 导师：姜琦刚. 吉林大学，2008.
- [2] 蒋正武，高文斌，杨巧，李晨，任强. 低碳混凝土技术理念与途径思考 [J]. 建筑材料学报：1-12.
- [3] 陈炫. 煤矸石掺量对混凝土力学性能的影响研究 [J]. 砖瓦，2023,(06):70-73.
- [4] 潘铖. 煤矸石混凝土弹塑性本构模型及损伤断裂机理研究 [D]. 导师：李永靖；崔正龙. 辽宁工程技术大学，2021.
- [5] 曹启坤. 自燃煤矸石在水泥、混凝土及路基中应用的试验研究及机理分析 [D]. 导师：张向东；周梅. 辽宁工程技术大学，2013.
- [6] 金立兵，段杰，吴强，周品，焦鹏飞，董天云. 高性能混凝土的配合比设计研究综述 [J]. 混凝土，2023,(05):168-174.
- [7]ACI. 2011. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, in ACI 318-11. Farmington Hius; American Concrete Institute.
- [8]W. Price,P. Domone.Exploitation of research into self-compacting concrete [J]. Magazine of Concrete Research,2007,59(8).
- [9]Habib A. Mesbah, Mohamed Lachemi, , Pierre-Claude Aitcin.Determination of Elastic Properties of High-Performance Concrete at Early Ages [J]. Materials Journal,2002,99(1).
- [10]Pierre-Claver Nkinamubanzi,Pierre-Claude Aitcin.Cement and Superplasticizer Combinations: compatibility and Robustness [J]. Cement, Concrete, and Aggregates,2004,26(2).
- [11]Foshag W F. 1921. The chemical composition of hydrotaleite and the hydrotalcite group of minerals, Washington, 58: 147-153.
- [12] 陶璐璐. 混凝土碳减排技术路径 [N]. 中国建材报，2022-03-21(003)
- [13] 张宝贵. 低碳混凝土与环境艺术漫谈 [J]. 建筑设计管理，2018,35(09):51-54.
- [14] 王芷芸. 低碳高性能混凝土 行业大势所趋 [N]. 广东建设报，2022-01-07(008)
- [15] 王宏利. 绿色高性能混凝土材料的研究 [J]. 四川水泥，2022,(01):5-6.