

试验能够确定材料脆性、强度等性质，为工程设计、工艺选择、质量把控等提供更多参数依据。以某钢筋拉伸试验为例，具体数据如下表所示：

表 1 钢筋拉伸试验表

试样名称		HRB335 ϕ 16 钢筋			
试样编号		Φ 16-1	Φ 16-2	Φ 16-3	Φ 16-4
试样尺寸	公称直径 mm	16	16	16	16
	长度 mm	—	—	—	—
	质量 g	—	—	—	—
	截面积 mm ²	201.1	201.1	—	—
	标距 mm	80	80	—	—
拉伸荷载 KN	屈服	72	72	—	—
	极限	114	114	—	—
强度 MPa	屈服点	358	358	—	—
	拉伸强度	567	567	—	—
断口形式		延性断裂	延性断裂	—	—
结论：试验结果表明，该材料的力学性能与《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》的要求相符					

硬度测试也是评估金属材料最主要的性能测试，常用布氏硬度测试法。在实际测试的过程中，选择硬度较高的钨球压入材料表面，根据压痕直径计算材料硬度值。硬度值通常采用布氏硬度的形式呈现，或者采用洛氏硬度测试，具体根据测试需求进行选择。

4 金属材料加工过程中的缺陷控制措施

4.1 优化加工参数

在金属材料加工的过程中，为避免出现缺陷问题，需要对加工参数进行严格把控。主要控制温度、压力与速度三项参数。在温度方面，根据金属的类型确定加工温度范围，避免温度过高或过低导致加工不当影响金属材料的化学性质和物理性能。温度控制时，主要对温度浮动情况进行控制，使加工温度保持在合理的区间内，避免出现热裂纹、晶粒度等内部缺陷^[9]。在现代金属材料加工生产的过程中，已经广泛应用精度较高的温控系统，能够实时监测温度的变化，并且对温度进行合理的调整与控制。

在金属材料加工中，压力会对材料的形态与形状产生影响，如果压力较大，会导致材料变形，容易出现夹渣、裂纹等缺陷。所以，必须严格控制加工的压力。例如，在锻造和冷挤压加工的过程中，可以利用机械设备精准控制压力。在铸造和焊接环节，主要从源头控制压力。例如，可以调节焊机上悬臂的减压阀来控制压力，使焊接压力保持在合理的范围内。

加工速度过快可能造成晶粒结构、表面质量变化等缺陷问题。如果加工速度较慢，则应力集中较少，能够降低热裂纹风险，但会造成加工的时间成本增加。所以需要根据实际加工需求，对加工速度与加工质量进行把控和平衡。

4.2 选择优质材料

在实际加工的过程中，原材料选择会直接影响加工质

量。在选择金属原材料时，需要从多个角度进行分析，主要包括原材料的物理性能和化学成分。不同金属材料的性能不同，一些材料的性能缺陷和优势都非常明显，必须根据加工需求进行选择。如果原材料选择不当，或者原材料本身就存在缺陷问题，则产品加工质量也会受到影响，加工过程中更容易出现缺陷^[10]。为此，在材料选择时，必须先进行严格的质量检验，确认材料的物理和化学参数，结合相关的技术标准 and 规范要求进行分析和选择。具体可以采用机械性能测试、显微组织分析等方式，编制材料的参数表格，通过图表可视化呈现材料各项参数，为材料对比选择提供依据。此外，原材料的运输、存放与处理也会对材料的性能和质量产生影响。很多金属材料在潮湿高温的环境中容易被腐蚀，出现锈蚀、裂纹等缺陷。所以必须控制环境温度，并且采取合理的防腐措施。不锈钢等材料可能需要在加工前进行预处理，如退火、淬火等处理环节，以此提升材料性能，减少材料的缺陷问题。

5 结语

综上所述，在金属材料加工的过程中，受到各种因素的影响，可能出现表面缺陷和内部缺陷。针对各类缺陷，可以采用无损检测 and 性能测试的方式进行缺陷定位与分析，然后采取有效的缺陷处理和控制措施。通过加工参数的优化与原材料的严格筛选，能够有效降低缺陷出现的概率，使金属产品加工制造的质量大幅提升。

参考文献

[1] 韩立洋,王涛,马服辉,等.激光切割在非金属材料加工中的应用研究[J].内燃机与配件,2025,(09):61-63.

[2] 刘李.有色金属材料的加工与发展措施研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,西南大学,重庆工商大学,重庆建筑编辑部.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集.浙江双银特材科技有限公司,;2025:448-450.

[3] 朱哲毅.材料成型与控制工程中的金属材料加工解析[J].冶金与材料,2025,45(03):103-105.

[4] 华攀峰.金属模具材料的钳工精细化加工过程[J].模具制造,2024,24(12):143-145.

[5] 王魁,白立刚,王连玉.金属材料加工过程中的缺陷分析与控制[J].冶金与材料,2024,44(01):13-15.

[6] 徐圆圆.陶瓷修复过程中金属材料加工和封接技术[J].铸造,2022,71(05):667.

[7] 张立荣,孟祥海,张伟.机械加工过程中金属材料表面质量及精度控制方法[J].中国金属通报,2022,(02):52-54.

[8] 朱泽晖.金属模具材料的钳工精细化加工过程研究[J].世界有色金属,2021,(08):175-176.

[9] 杨永刚.金属材料加工过程的转炉冶炼终点控制技术应用[J].世界有色金属,2020,(21):8-9.

[10] 杨仲生.基于智能工厂施工的有色金属材料控制加工过程[J].世界有色金属,2020,(19):11-12.

Research on Optimization of Green Production Technology for Commercial Concrete and Carbon Emission Control Pathways

Yijun Su

Dali Science and Technology Achievement Transformation Center, Dali, Yunnan, 671000, China

Abstract

As the issue of global climate change becomes increasingly severe, reducing carbon emissions has become a common goal for all countries. The construction industry, especially the production of commercial concrete, is one of the main sources of carbon emissions. The green production and carbon emission control of commercial concrete are of great significance. This paper takes Yunnan Province as the research background and explores the optimization path of green production technology and carbon emission control measures for commercial concrete. By analyzing the production process and carbon emission sources, the process optimization, material substitution and application of low-carbon technologies were studied, and a green production path suitable for Yunnan Province was proposed. Research shows that by optimizing production processes, using green raw materials and improving energy efficiency, carbon emissions can be effectively reduced, providing technical support for the green transformation of the construction industry in Yunnan Province.

Keywords

Ready-mixed concrete; green production technology; carbon emissions; Yunnan Province; low-carbon technology

商品混凝土绿色生产技术优化及碳排放控制路径研究

苏益军

大理市科技成果转化中心, 中国 · 云南 大理 671000

摘要

随着全球气候变化问题日益严峻, 减少碳排放成为各国共同目标。建筑业, 特别是商品混凝土生产, 是碳排放的主要来源之一。商品混凝土的绿色生产和碳排放控制意义重大。本文以云南省为研究背景, 探讨了商品混凝土绿色生产技术优化路径和碳排放控制措施。通过分析生产流程及碳排放源, 研究了工艺优化、选材替代及低碳技术应用, 并提出了适合云南省的绿色生产路径。研究表明, 通过优化生产流程、使用绿色原料和提高能效, 能够有效减少碳排放, 为云南省建筑业绿色转型提供技术支持。

关键词

商品混凝土; 绿色生产技术; 碳排放; 云南省; 低碳技术

1 引言

在全球应对气候变化的大背景下, 减少温室气体排放已成为各国政府的重要目标。建筑业, 特别是商品混凝土的生产, 是碳排放的重要领域之一。混凝土作为基础建筑材料, 其生产过程中消耗大量能源并排放大量二氧化碳, 因此推动商品混凝土的绿色生产和碳排放控制, 已成为建筑行业发展的重点课题。

云南省作为我国西南部的重要省份, 近年来基础设施建设和城市化进程中对混凝土的需求日益增加。然而, 如何

平衡经济发展与环境保护之间的矛盾, 尤其是在建筑行业的绿色生产方面, 已成为云南省亟待解决的问题。因此, 研究商品混凝土的绿色生产技术优化和碳排放控制路径, 对于云南省的建筑行业实现绿色可持续发展具有重要的理论和实践价值。本文将从商品混凝土生产过程的碳排放源分析入手, 探讨如何通过技术创新、工艺优化及绿色原料的使用减少碳足迹, 为云南省建筑行业提供理论支持和技术路径。

2 商品混凝土的生产工艺及碳排放源分析

2.1 商品混凝土的生产工艺

商品混凝土作为现代建筑中广泛应用的材料, 由散装水泥、骨料(砂子、石子)、水以及外加剂等按特定配比混合而成。其生产工艺涵盖原料采购与存储、搅拌、运输、

【作者简介】苏益军(1968-), 男, 中国云南大理人, 本科, 工程师, 从事经济, 法律研究。

浇筑以及后期养护等多个环节，每个环节都与碳排放息息相关。

原材料采购与储存阶段，散装水泥是核心原材料，其生产中石灰石煅烧和燃烧会释放大量二氧化碳，骨料开采运输也有环境负担，企业应优先选低碳水泥和可持续开采骨料。搅拌过程能源消耗和碳排放显著，企业需采用高效搅拌技术、低能耗设备。运输与浇筑环节，传统运输工具碳排放大，应优化路线、采用低碳工具。养护过程碳排放相对低，但高温干燥有能耗，合理控制温湿度可减少碳排放。

总之，要降低商品混凝土生产过程中的碳排放，需从各个环节入手，采用绿色原材料、高效技术和低碳设备，优化运输路线，合理控制养护条件，推动商品混凝土生产向绿色、低碳方向发展。

2.2 碳排放源分析

商品混凝土生产过程的碳排放主要来自以下几个方面：

水泥的生产与使用：水泥的生产过程会排放大量二氧化碳，主要来源于石灰石的煅烧和燃烧。这是整个商品混凝土生产过程中最重要的碳排放源。石灰石在高温下煅烧生成石灰，同时释放二氧化碳，约占水泥生产过程总排放的60%左右。随着水泥需求的增长，减排水泥生产过程的二氧化碳排放是减少商品混凝土整体碳排放的核心。

运输过程中的能源消耗：商品混凝土的生产涉及多个环节，包括原材料的运输、生产厂内的运输以及混凝土浇筑的运输等。运输环节尤其是依赖化石燃料的交通工具，如卡车和搅拌运输车及固定泵、汽车泵，在运输使用过程中也会消耗大量能源，并且排放大量二氧化碳。因此，优化运输路线、使用节能型交通工具及结合本地资源减少运输距离，能有效减少碳排放。

能源消耗与生产设备：商品混凝土生产过程中的搅拌、浇筑等环节，使用的生产设备大多依赖于电力或燃料，能源消耗较大。这些环节涉及大量的机械设备，尤其是电动搅拌机、混凝土泵车等设备，其运行产生的能耗和碳排放直接影响到整体的碳足迹。因此，提高设备能效、采用低碳能源，能够显著降低生产过程中碳排放。

2.3 商品混凝土生产中的碳排放影响因素

商品混凝土碳排放受多因素影响。原材料选择影响显著，水泥是碳排放主要源头，其生产中石灰石煅烧和燃烧释放大量二氧化碳，用粉煤灰等替代部分水泥可显著减碳；选当地环保骨料，如多孔骨料等，能降低运输距离，减少运输碳排放。生产工艺效率是减碳关键，采用高效搅拌技术、节能设备，优化生产流程，合理优化搅拌时间与频率，可避免能量浪费；科学调度和规划能提高效率、减少能耗。外加剂使用也不可忽视，采用环保型外加剂，如速凝剂等，能提升性能、减少水泥用量，间接降低碳排放。综上所述，通过优化商品混凝土生产工艺，使用低碳原材料和绿色技术，从原材料选择、生产工艺效率提升到外加剂合理应用等多方面入

手，能够有效减少碳排放，为建筑行业的绿色转型提供切实可行的路径。

3 商品混凝土绿色生产技术优化路径

3.1 优化生产工艺与提高能效

在商品混凝土生产过程中，搅拌和运输环节的能源消耗与碳排放问题较为突出，不过通过优化生产工艺、提升生产效率，可有效降低碳排放。

搅拌技术创新是关键。采用高效能搅拌机，能显著缩短搅拌时间，在减少能源消耗的同时，提升混合质量和生产效率。这种技术不仅能保证混凝土的均匀性，还能提高整体生产效率，避免能源浪费。通过精确控制搅拌时间和速度，对搅拌过程进行优化，能耗得以降低，碳排放也随之减少。运输过程优化同样重要。运输环节的碳排放商品混凝土生产中占比较大。为减少这一环节的碳排放，可选用低碳排放的运输工具，例如电动混凝土搅拌车。同时，优化运输路线、提高运输效率、减少不必要的运输次数，都能有效降低能源消耗和碳排放。优化生产流程也不容忽视。引入自动化和信息化管理系统，能实现生产过程的精细化管理。通过实时监控生产环节、优化生产计划、协调资源使用，可减少不必要的能源消耗和浪费。智能化的生产管理系统还能自动调节生产设备的运行状态，提升设备能效，进一步降低能耗和碳排放。

总之，通过搅拌技术创新、运输过程优化以及生产流程优化，商品混凝土生产过程中的碳排放问题将得到有效缓解，推动行业向绿色、低碳方向发展。

3.2 绿色原材料的使用

在商品混凝土生产中，使用绿色原材料是降低碳排放的有效手段，通过替代部分水泥或传统骨料，可显著减少生产过程的碳足迹。

替代水泥是重要举措。工业废渣如粉煤灰、矿渣，以及天然矿物如石膏、膨润土等，都可部分替代水泥。这些材料的应用不仅能降低碳排放，还能减少资源浪费。以粉煤灰为例，它是火电生产的副产品，作为环保替代水泥使用材料，碳足迹较低，能大幅减少水泥用量，进而降低生产中的二氧化碳碳排放。

低碳骨料的使用同样关键。传统混凝土生产中，砂子和碎石的开采和运输会造成较大环境负担。而采用可再生或低碳骨料，如多孔材料、无害化建筑废弃物等，可减少对自然资源的开采，降低环境压力。这些替代骨料不仅有助于减少碳排放，还能推动废弃物循环利用，契合绿色发展理念。

绿色外加剂的应用也不容忽视。外加剂在混凝土生产中作用重大，使用低碳、无害的外加剂，如新型混凝土促进剂、速凝剂等，能减少水泥用量，提升混凝土性能，同时降低碳排放。绿色外加剂不仅能提高混凝土的工作性和耐久性，还能间接减少水泥使用，降低生产过程中的碳足迹，有