

建筑材料领域预拌混凝土产品的技术与质量管控研究

李国斌

广东中联新材料科技有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/ADA.2024040017

摘 要： 预拌混凝土产品技术与质量管控意义重大。其各原材料科学配比影响性能，生产工艺需把控多要点。技术参数、质量标准、生产计划、供应链协同等管控必不可少，实时监控、大数据分析助力质量提升。此外，还需识别关键控制点，预防质量风险，利用PDCA循环及数字化平台持续改进，通过指标评价与效果验证确保方案有效，推动行业发展。

关 键 词： 预拌混凝土；技术管控；质量控制

Research on the Technology and Quality Control of Pre mixed Concrete Products in the Field of Building Materials

Li Guobin

Guangdong Zhonglian New Materials Technology Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

Abstract： The technology and quality control of ready mixed concrete products are of great significance. The scientific ratio of raw materials affects performance, and the production process needs to control multiple key points. Technical parameters, quality standards, production plans, supply chain collaboration and other control measures are essential, and real-time monitoring and big data analysis help improve quality. In addition, it is necessary to identify key control points, prevent quality risks, use the PDCA cycle and digital platform for continuous improvement, ensure the effectiveness of the plan through indicator evaluation and effect verification, and promote industry development.

Keywords： ready mixed concrete; technical control; quality control

引言

随着建筑行业的快速发展，预拌混凝土作为重要建筑材料，其技术与质量管控备受关注。2023年颁布的《绿色建材产品认证实施方案》强调提升建材产品质量与绿色属性，为预拌混凝土技术与质量发展指明方向。预拌混凝土各原材料科学配比影响关键指标，生产工艺、技术参数控制、质量标准等多方面共同构建起技术与质量管控体系。同时，柔性生产计划优化、供应链协同管理等策略也不可或缺，实时监控系統架构、大数据分析应用等进一步助力质量提升，形成体系化解决方案，推动行业高质量发展。

一、预拌混凝土产品的技术基础

（一）材料组成与性能关系

预拌混凝土由水泥、骨料、外加剂等多种原材料组成，各组分配比深刻影响其关键技术指标。水泥作为胶凝材料，其强度等级、细度及矿物成分等，直接关乎混凝土强度，强度等级高的水泥能有效提升混凝土强度。骨料分粗细，粗骨料的粒径、形状及级配影响混凝土骨架结构，良好级配可降低孔隙率，提高强度与耐久性；细骨料的细度模数与颗粒形状，影响工作性，较细的细骨料能改善和易性。外加剂虽用量少但作用大，减水剂可在保持工作性前提下降低水灰比，增强强度与耐久性；引气剂能引入微小气泡，提升抗冻性等耐久性指标。各原材料通过科学配

比，共同构建起预拌混凝土的性能基础^[1]。

（二）生产工艺技术要点

预拌混凝土生产工艺的技术要点在于多个方面。搅拌环节，需精准把控搅拌时间与速度，适宜的搅拌时间确保物料充分混合，一般强制式搅拌机搅拌时间不少于30秒，保证混凝土匀质性；合适的搅拌速度可提升搅拌效率，又防止过度搅拌影响性能。原材料计量务必精确，水泥、砂石、外加剂等用量偏差应严格控制在规定范围内，如水泥计量误差控制在 $\pm 1\%$ ，砂石 $\pm 2\%$ ，确保配合比准确执行^[2]。搅拌顺序也不容忽视，合理的投料顺序可提高搅拌质量，通常先投入砂石，再加入水泥和部分水，搅拌一定时间后再加入剩余水和外加剂。同时，需关注搅拌设备的维护与更新，保证设备稳定运行，为生产优质预拌混凝土奠定基础。

二、技术管控体系构建

（一）生产过程技术参数控制

在建筑材料领域预拌混凝土产品的生产过程中，技术参数控制极为关键。建立配合比实时调整机制与环境参数补偿模型是确保工艺参数动态受控的重要手段。通过对生产现场的实际情况进行密切监测，利用先进的传感器和监测设备，实时获取原材料性能、搅拌时间、温度、湿度等关键参数^[3]。依据这些实时数据，配合比实时调整机制能够迅速且精准地对混凝土配合比进行优化，使各组成材料的比例始终处于最佳状态。同时，环境参数补偿模型会根据环境因素的变化，如温度与湿度的波动，自动对工艺参数作出相应调整，从而保证预拌混凝土在不同环境条件下都能保持稳定的质量和良好的工作性能，实现生产过程技术参数的动态、精准控制。

（二）质量标准与检测技术

在建筑材料领域预拌混凝土产品的技术管控体系构建中，质量标准至关重要。基于 ISO 标准体系下的质量指标体系，对预拌混凝土的各项性能做出了明确规范，涵盖强度、耐久性、工作性等关键方面，为产品质量提供了坚实的衡量准则^[4]。与此同时，现代检测技术的应用极大提升了质量检测的精准性与高效性。例如，超声波检测技术能够快速、无损地探测混凝土内部结构缺陷，准确判断其密实度与均匀性。智能传感技术可实时监测混凝土在生产、运输及浇筑过程中的性能参数变化，如温度、湿度等，及时反馈数据，以便工作人员及时调整生产工艺，保障预拌混凝土产品质量始终符合高标准要求。

三、生产与质量管理实践

（一）生产管控策略

1. 柔性生产计划优化

在建筑材料领域预拌混凝土产品的生产中，柔性生产计划优化至关重要。基于订单驱动的生产排程算法与产能动态平衡方法是关键所在。通过对订单的精准分析，如订单的数量、交货时间、混凝土强度等级等信息，运用科学的算法来合理安排生产顺序与进度，避免资源的浪费与闲置。同时，要充分考虑产能的动态变化，结合设备的运行状况、原材料的供应稳定性以及人员的工作效率等因素，实时调整生产计划，以达到产能的动态平衡^[5]。这样不仅能满足多样化的客户需求，还能提高生产效率，降低生产成本，增强预拌混凝土产品在市场中的竞争力，确保企业在复杂多变的市场环境下稳健发展。

2. 供应链协同管理

在建筑材料领域预拌混凝土产品的生产管控策略中，供应链协同管理至关重要。构建原料供应商—生产单位—施工方的全链条质量控制协同机制，是实现供应链协同管理的核心。原料供应商需严格按照生产单位的质量标准供应原材料，确保其质量稳定。生产单位不仅要对原材料进行严格检验，还要在生产过程中精准把控各环节参数，保证产品质量符合施工方需求。施工方则需及时反馈产品

在使用过程中的问题，以便生产单位和供应商及时调整优化。通过这种全链条质量控制协同机制，各方共享信息、相互协作，形成紧密的供应链共同体^[6]，从而有效提升预拌混凝土产品从生产到使用全过程的质量，降低质量风险，提高建筑工程整体质量。

（二）质量监控技术创新

1. 实时监控系统架构

实时监控系统架构以物联网技术为核心，构建全方位的预拌混凝土坍落度监测体系。在混凝土生产设备及运输车辆上部署各类传感器，如压力传感器、位移传感器等，实时采集与坍落度相关的数据，包括搅拌时间、物料配比、运输振动等参数。这些数据通过无线通信模块快速传输至云端服务器，借助先进的数据处理算法，对采集的数据进行深度分析，精准计算出混凝土的实时坍落度数值。同时，系统具备远程诊断功能，一旦坍落度出现异常，平台会立即发出警报，并将相关数据推送给专业技术人员。技术人员可通过手机、电脑等终端设备远程查看数据及现场视频，快速做出诊断与决策，确保预拌混凝土产品质量稳定。此架构实现了从生产到运输全过程的实时监控与智能管理，有效提升了预拌混凝土产品质量管控水平^[7]。

2. 大数据分析应用

在建筑材料领域预拌混凝土产品的质量监控中，大数据分析应用具有重要意义。借助大数据技术，能够全面收集预拌混凝土生产过程中的各类数据，如原材料性能参数、搅拌时间、运输距离与时间、浇筑环境参数等^[8]。通过对这些海量数据进行深度挖掘与分析，可准确识别出影响混凝土质量的关键因素，例如某些原材料批次变化与混凝土强度波动间的潜在联系。利用大数据分析建立的预测模型，能提前预判混凝土可能出现的质量问题，为质量控制提供前瞻性指导。同时，基于大数据的可视化技术，以直观图表形式呈现质量数据动态变化，方便管理人员实时掌握生产状况，及时调整生产参数，实现对预拌混凝土产品质量的精准监控与高效管理。

四、全过程质量管控体系

（一）质量风险识别与控制

1. 关键控制点识别

在建筑材料领域预拌混凝土产品的质量管控中，关键控制点识别至关重要。运用 FMEA 方法对原料验收、计量精度等风险节点进行失效模式分析，能够精准确定关键控制点。原料验收环节，要严格控制水泥、砂石、外加剂等原材料质量，如水泥的强度等级、砂石的含泥量等不符合要求，将直接影响混凝土性能。计量精度方面，称量设备的准确性与稳定性影响混凝土配合比的精确性，哪怕微小偏差也可能导致强度波动。通过 FMEA 方法对这些风险节点深入分析，找出潜在失效模式、后果及原因，评估风险程度，进而识别出对预拌混凝土质量有重大影响的关键控制点，为后续质量控制提供精准方向^[9]。

2. 预防控制措施

在预拌混凝土产品质量风险的预防控制方面，首先应加强原材料质量把控。对水泥、骨料、外加剂等原材料严格检验，依据

标准和工程要求筛选合格供应商，从源头降低质量风险。生产过程中，精确控制配合比，通过智能控制系统确保各种材料用量精准，同时定期校准计量设备。搅拌环节，按照规定的搅拌时间与转速操作，保证混凝土搅拌均匀。运输阶段，合理规划运输路线，根据路程与混凝土性能要求调整运输时间，防止混凝土离析或坍落度损失过大。施工现场，对到场混凝土再次检测坍落度等指标，如发现异常，立即启动过程异常快速响应机制，分析原因并采取措施调整，同时依据制定的环境因素应对预案，应对诸如高温、雨季等特殊环境，全方位保障预拌混凝土产品质量^[10]。

（二）质量管控模型构建

1. PDCA 循环改进模型

在建筑材料领域预拌混凝土产品的质量管控中，PDCA 循环改进模型发挥着关键作用。计划阶段，依据产品标准、工程需求等，制定详细的预拌混凝土生产计划，明确原材料选用、配合比设计等质量目标与标准。执行环节，严格按照计划进行生产操作，确保原材料计量准确、搅拌工艺达标等。检查阶段，运用多种检测手段，对原材料、生产过程及成品进行全面检查，采集数据与质量标准比对。处理阶段，针对检查发现的问题，分析原因并制定改进措施，成功经验纳入标准规范，未解决问题转入下一轮 PDCA 循环。通过如此周而复始的循环，持续优化预拌混凝土生产流程，提升产品质量。

2. 数字化质量管理平台

在建筑材料领域预拌混凝土产品的技术与质量管控研究中，数字化质量管理平台至关重要。该平台集成 ERP、MES 系统的质量管理模块，实现对预拌混凝土生产全流程数据的实时收集与分析。通过整合原材料采购、生产配比、搅拌运输等各环节信息，平台能精准监测质量动态。例如，对原材料的质量参数即时反馈，以便及时调整生产策略，防止因原材料波动影响混凝土质量。借助数据分析功能，可挖掘潜在质量风险，提前预警，为质量管控提供科学依据。同时，该平台还能实现各部门间信息共享，打破数据壁垒，提高沟通协作效率，保障预拌混凝土产品从生产到交付的整体质量。

（三）质量管理效能评价

1. 评价指标体系

在建筑材料领域预拌混凝土产品的质量管理效能评价中，评价指标体系极为关键。强度合格率是重要指标之一，它直接反映预拌

混凝土实际强度达到设计要求的比例，关乎建筑结构的安全性与稳定性。客户投诉率体现客户对产品质量、服务等方面的满意程度，较高投诉率暗示产品或服务存在问题。还应纳入原材料质量稳定性指标，考察水泥、砂石等原材料质量波动情况，因其对预拌混凝土性能影响显著。生产过程参数偏差率也不可或缺，反映搅拌时间、温度等生产参数的控制精度，精准控制参数才能保证产品质量的一致性。这些指标相互关联，共同构成全面、科学的评价指标体系，助力准确评估预拌混凝土产品的质量管理效能。

2. 改进效果验证

在建筑材料领域预拌混凝土产品的质量管控中，改进效果验证至关重要。借助 SPC 控制图对预拌混凝土产品质量波动趋势进行分析，以此来验证管控措施的有效性。SPC 控制图能直观呈现质量数据随时间的变化情况，若在实施管控措施后，控制图显示数据波动逐渐稳定在合理区间，且超出控制界限的点明显减少，表明改进措施发挥了积极作用，有效提升了预拌混凝土产品质量稳定性。相反，若控制图依旧波动较大、异常点频繁出现，则需重新审视管控措施，查找问题根源，进一步优化改进，确保预拌混凝土产品在技术与质量方面满足建筑工程的高标准要求。

五、总结

在建筑材料领域，预拌混凝土产品的技术与质量管控至关重要。通过系统总结，形成了针对预拌混凝土技术管理与质量控制的体系化解决方案，涵盖从原材料把控到生产流程监控，再到运输与浇筑环节的全流程管理，确保预拌混凝土的质量稳定可靠。同时，智能工厂建设与全生命周期管理成为未来发展方向。智能工厂可借助数字化、自动化技术，提升生产效率与质量稳定性；全生命周期管理则从混凝土设计、生产、使用到后期维护，全方位保障其性能与质量。这些举措不仅有利于提升预拌混凝土产品在建筑工程中的应用效果，也推动建筑材料领域的可持续发展，为行业的高质量发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 刘永来. PZCD 卷筒铸造部件质量管控研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2021.
- [2] 钟武昌. 数据驱动的产品质量问题管控技术与方法研究 [D]. 宁波大学, 2022.
- [3] 张磊. 基于孪生数据的产品装配质量管控研究 [D]. 合肥工业大学, 2021.
- [4] 唐小毅. 重庆 GN 公司产品质量管控研究 [D]. 重庆大学, 2022.
- [5] 蒋经纬. F 公司新产品开发质量管控优化研究 [D]. 吉林大学, 2021.
- [6] 王克祥, 廖绍锋. 预拌混凝土生产技术与质量控制 [J]. 工程与建设, 2021, 35(4): 824-825.
- [7] 杨波. 预拌混凝土企业的均衡生产管控体系构建研究 [J]. 大众标准化, 2022(5): 163-165.
- [8] 陈晓育. 预拌混凝土检测问题和质量控制分析 [J]. 中国高新科技, 2022(9): 60-61.
- [9] 李能强. 预拌混凝土生产技术与质量控制方法的探讨 [J]. 砖瓦, 2022(5): 103-105.
- [10] 林晓森. 预拌混凝土氯离子检测技术探讨 [J]. 广东建材, 2021, 37(9): 42-44.