

搅拌站数据采集及上传系统应用

钟海军

中铁建港航局集团有限公司第一工程分公司

摘要：混凝土的生产及应用已有数千年的历史，在19世纪以前，混凝土的胶结材料主要以黏土石灰、石膏等气硬性材料为主。混凝土发展经历了理论基础时代、预应力和干硬性混凝土时代、干硬性混凝土向流动性混凝土转变时代、高强混凝土应用和高性能混凝土推广时代。随着混凝土应用范围的扩大，对于混凝土性能的要求越来越高，相应地对各种材料使用、拌合设备运行情况的监控提出了新的要求，搅拌站数据采集及上传系统随之出现，主要对材料的一些指标、拌合设备的计量系统、配合比的执行情况进行监管和控制。

关键词：混凝土性能 高强、高性能 采集及上传系统

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.023

引言

在数字化、智能化飞速发展的引领下，基建行业也得到了前所未有的高速发展，钢筋混凝土、钢纤维混凝土、钢管自密实混凝土等高强、高性能混凝土发展也势如破竹，各种材料也更新迭代，而高强、高性能就预示着高的胶凝材料含量、高的外加剂含量，预示着高成本。

为防止混凝土在生产过程中检测、计量数据不准确、不及时等人为原因造成混凝土生产配合比发生大的偏差，致使质量无法保证、成本无法控制等，数据采集及上传系统按照设定频率自动采集数据，杜绝了人为的干扰，严格了数据收集的频率，能够很好的控制混凝土生产过程中各阶段数据的准确性，通过对数据的及时收集、整理和分析，避免了材料因计量偏差造成的浪费，将成本控制在一个可控范围，同时消除了配合比偏差，确保了混凝土实体质量。数据采集及上传系统在搅拌站的应用很有必要。

一、现场实地调研

长春至深圳国家高速公路河源热水至惠州平南段改扩建T3标段北起广东省河源市源城区埔前镇，途径河源市源城区、惠州市博罗县，南至广东省惠州市麻博罗县陂镇，起讫桩号为K3511+170~K3534+000。

项目合同工期24个月，主要工作集中在两侧扩建部分，扩建部分完工后作为保通道路，再进行原高速公路改造。扩建部分桥梁在整体化层完成进行沥青混凝土罩面后保通，桥面10cm厚C50钢筋混凝土整体化层作为主要的受力层，强度、耐久性要求高。

项目建有拌合站1处，采用德通DT2000型振动搅拌主机。砂石料含水量采用人工检测，其他材料采用拌合机电子秤称量，温度、湿度采用温湿度计测量。

二、存在的问题

（一）混凝土泵送浇筑，坍落度大，容易开裂

由于桥面整体化层为钢筋混凝土，混凝土搅拌运输车不能直接到达桥面；桥面整体化层混凝土厚度小、面

积大，采用料斗进行布料混凝土浇筑时间长，容易造成后浇筑混凝土浇筑时先浇筑混凝土已凝固的现象，导致先浇筑混凝土因后浇筑作业时的振动而开裂。

采用泵送方式可远距离进行混凝土输送，且浇筑速度快，可以解决上述两个问题，但泵送工艺要求坍落度较大。由于泵送混凝土水灰比大，而整体化层混凝土自身强度高，在收面不及时、养护不到位、天气变化明显等情况下容易造成开裂。

（二）料仓排水系统失效，砂石料含水量变化大

搅拌站料仓在初步设计阶段排水措施设置不规范，后期补充的排水系统效果不明显，无法及时排除砂石料含水；料仓进口位置设置的横向排水沟长期淤堵，冲洗地面多余的水容易越过排水沟流入料仓；细骨料由于毛细作用，顶层和底层含水量差别大。



图1 横向排水沟淤堵

（三）材料计量无法印证

砂石料、外加剂、胶凝材料采用电子秤进行称量。在混凝土生产过程中如计量设备出现问题发生材料用量不准确的情况不能及时发现，且不能印证，将错过最佳的处理时机。

（四）温度、湿度未有效监测

不同温度、湿度情况下，混凝土拌合及浇筑时的失水量不同，导致混凝土性能相应的也存在差别，混凝土浇筑期间反映为流动性差、振捣困难、收面困难，最终反映为混凝土外观质量差、强度等指标离散明显。采用温湿度计测量温度和湿度，从测量过程到最终读数，人的参与度高，人为因素影响较大，数据不准确。

（五）混凝土生产受人因素干扰大

为满足容易振捣、少振捣、容易布料、容易收面的不合理要求，拌合人员往往擅自调整配合比，使得正确的施工配比不能被严格执行，配合比控制随意性大，强度检测离散明显，质量问题突出；搅拌站为追求产量，最大限度满足现场浇筑需求，完成生产任务，严重减少搅拌时间，造成混凝土均匀性差，色差明显，强度不均匀。

三、数据采集及上传系统

（一）优越性

1. 数据自动采集、上传，人工干预少

设备按照设定的采集频率要求对所有监测数据自动完成采集和上传，固化的程序避免了数据被修改的风险，基本无人工干预，杜绝了人工操作的误差。

2. 数据监测偏差小，混凝土质量稳定

设备灵敏度高，数据传输占用带宽少，数据监测反馈及时，系统调整速度快，按照砂石料含水量及时调整砂石料用量和拌合用水量，按照温湿度微调用水量，通过对材料称量设备的监控进行材料用量复核，确保各种材料用量准确，配合比执行彻底，混凝土工作性能、外观、强度满足要求。

3. 与BIM系统结合，实现多用户监管

将数据自动采集及上传系统与BIM系统结合，后台服务器进行数据中转和处理，通过网络可直接访问监测数据，实现多用户监管。

通过数据采集及上传系统与搅拌站其他计量和检测系统数据的对比，及时发现并解决存在的问题，确保混凝土生产各阶段各指标准确无误。

4. 自动生成数据表格，减少人工整理

数据采集上传后，自动生成数据表格，并可根据需要按照不同的类别和使用要求以常用软件格式导出文件，进行整理和汇总分析，减少了人工整理的劳动量，杜绝了数据的任意修改，确保了数据的真实性和唯一性。

5. 智能化提醒，及时采取处置措施

数据采集并上传后，经过处理发现数据不正常的情况下，系统会通过手机短信等方式提醒客户端，及时采取措施进行处理，避免因数据信息未及时发现而造成质量问题。

(二) 系统设置

1. 系统架构

混凝土搅拌站数据采集及上传系统采用物联网技术，包括传感器、传输网络和数据处理三个部分。传感器负责搅拌站料仓、料斗、空气温湿度、拌合水温各项参数以及称量设备、搅拌设备运行情况的数据采集，传输网络作为载体，通过一定的格式将传感器采集到的信号、数据传输到数据处理中心，数据处理中心负责对数据进行收集、整理、对比、分析和存储，同时将重要数据上传到服务器。

客户端根据系统反馈的分析数据判断搅拌站运行情况是否正常，可以通过数据库查找数据，追根溯源，找到问题存在的根本原因，制定合理的整改和处理措施，完善管理制度、提升管理水平。

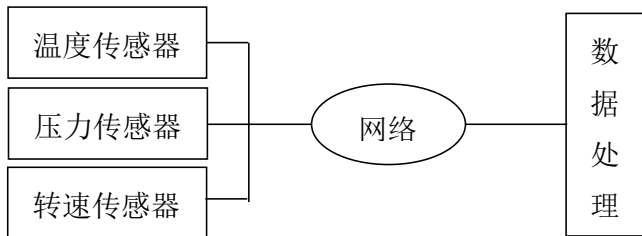


图2 系统架构图

2. 传感器设计

传感器作为数据采集的重要设施，主要将采集对象的相关信息以信号的方式进行存储和传输。传感器根据不同需求选择使用，如温度、湿度、压力、转速、振动传感器等。传感器要求具有反应速度快、稳定性好、维修保养方便、精度高的特点，以确保反应的信息真实、完整、准确。



图3 温湿度传感器

原材料含水量测定、站内空气温湿度监测、称量设备运行情况监测、设备运转运行情况监测对于混凝土搅拌具有非常重要的意义。通过含水量传感器、温湿度传感器、压力传感器、转速传感器的使用对各阶段生产要素进行监测、控制并与设计、其他设备数据进行对比，出现问题及时采取措施进行调整。

3. 传输网络

传输网络是信息传输的通道、载体，是指用一系列的线路经过电路的调整变化依据网络传输协议来进行通信的过程。网络传输需要网络中发送方与接收方之间的物理通路，也就是传输介质，它对网络的数据通信具有一定的影响，常用的传输介质有：双绞线、同轴电缆、光纤、无线传输媒介。传输网络需要保证传输的稳定性和安全性，避免数据丢失或被篡改。

目前采用比较多的是光纤和无线传输媒介，光纤传输距离远，信号稳定，相对价格低，无线传输较方便，容易受干扰，相对价格高。在当前智能建造、绿色建造、节能减排大力推行的浪潮下，钢筋加工场、混凝土搅拌站、试验室“三集中”在建筑行业备受青睐。综合考虑钢筋加工场对电磁信号的干扰、传输距离的优势，以及信号的稳定性，搅拌站一般使用光纤进行信号传输的情况比较多。

(三) 系统实现与应用

传感器对监测对象进行感知，将监测信号通过网络传输至处理器，经过数据的对比分析，最终将结果呈现给决策者。

搅拌站通过设置温湿度传感器、材料指标监测传感器、生产过程运行情况传感器等，采集信息后利用光纤将信息传输至数据处理中心进行数据处理，通过对比自动判断数据信息的处理方式，以正常方式进行展示或以警报方式提示决策者，从而达到一种通过动态调整保持混凝土各项性能的稳定状态，确保质量等检测指标满足要求。

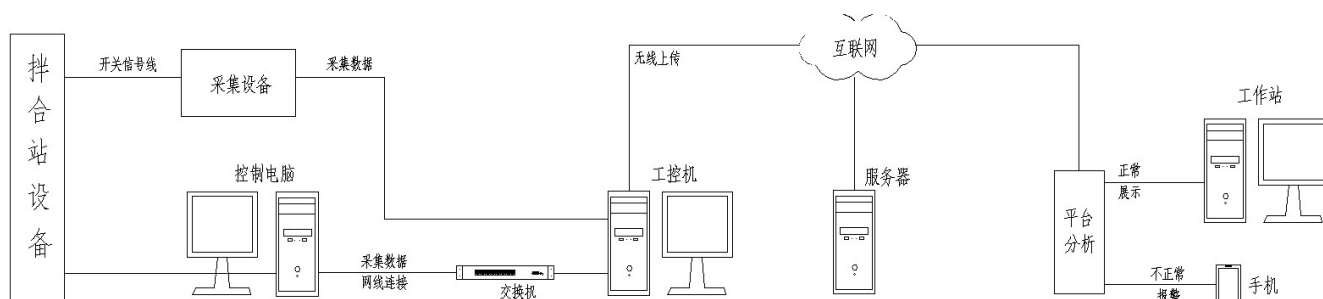


图4 系统实现与应用示意图

1. 数据采集

常用的数据采集方法包括人工记录、手动输入和远程监控等，但这些方法存在数据准确性差、效率低下和实时性不足等问题；通过传感器配套相应的软件进行采集能够解决准确性、工作效率、实时性等方面存在的问题。

数据采集系统通常由硬件系统、软件平台和数据管理3个部分组成。

(1) 硬件系统

传感器通过自身设计感知外在事物，按照一定的格式形成后台可以识别和传输的信号。

常用的传感器包括温湿度传感器、压力传感器、转速传感器、含水量传感器等，可以监测搅拌站的空气温湿度、压力、转速、含水量等参数。数据采集卡将传感器采集到的模拟信号转换为数字信号，方便后续的数据处理和分析。

(2) 软件平台

软件平台包括数据处理软件、数据库管理系统等，可以对采集到的数据进行处理、分析和存储。数据处理软件可以对采集到的数据进行处理和分析，包括数据清洗、数据转换、数据挖掘等；数据库管理系统可以存储和管理采集到的数据，方便后续的数据分析和决策支持。

(3) 数据管理

数据管理包括数据备份、安全防护、权限管理等功能，可以提高数据的安全性和可靠性。

数据管理是搅拌站管理的重要一环，也是混凝土质量控制的关键步骤，数据管理水平的高低也是数据展示真实性是否可靠的决定因素。搅拌站混凝土生产各阶段参数、指标通过传感器进行采集，利用网络传输至数据管理系统，第一手数据的备份、存储安全、权限设置以及使用过程的数据安全管理对于混凝土搅拌质量、成本分析至关重要。只有加强各阶段、各流程有效管理，杜绝数据被篡改，确保数据真实可靠，各端口得到的数据一致，才能保证后续运行计算基础数据的准确性，各端

口计算结果才有可比性。

2. 数据上传

采集到的数据经过软件平台的处理、分析后，按照需要的文本格式和需要展示数据的序列进行上传。

根据标准对数据进行甄别，稳定、可靠、正常的数据进行展示，离散、突变、存在问题的数据进行警报，提醒客户端进行处理。

3. 应用情况

项目已完成温湿度传感器、压力传感器、含水量传感器配套设施的安装和使用，同时对设备运行情况进行了远程视频监控，并将数据接入BIM系统，通过网络可多用户进行数据的读取。通过系统的应用，可以及时了解混凝土生产各阶段材料的使用情况和设备运行情况，强化了配合比和搅拌程序的严格执行，提高了混凝土配制精度，减少了高性能材料的浪费，保证了混凝土工作性能和强度等指标。

结语

搅拌站数据采集、上传系统的介入，提供了混凝土生产过程中的第一手数据，确保了数据的准确性、真实性、稳定性，对于严格执行混凝土配合比、搅拌参数起到了重要作用，提高了质量管理和成本管理水平，对于工程建设具有重要意义。

参考文献

[1] 罗小蓉, 混凝土搅拌站配料精度提升设计[J]. 工程机械与维修, 2017. 1
 [2] 孙运波, 邹勇贤, PLC在混凝土搅拌站自动控制系统的应用[J]. 中国仪器仪表, 2001. 6
 [3] 黄璐, 薛敬明, 陈兵, 基于 2G/3G 模块的远程数据采集系统[J]. 混凝土, 2014. 10

作者简介: 钟海军(1983-), 男, 本科, 高级工程师, 从事公路、铁路工程、水利工程施工技术管理工作。

基金项目: 本文为“中国铁建港航局集团有限公司2023年度科研计划课题: 高速公路大临设施绿色智能建造技术应用研究”的研究成果。