

基于塔基浇筑智能监测养护的研究

焦鸿毅

鄂尔多斯市国能神东监理有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘要: 本研究针对塔基浇筑过程中的监测与养护问题,深入探索了智能监测养护技术的应用。通过对现有监测养护方法的分析,结合智能监测技术的原理与方法,设计了一套基于塔基浇筑的智能监测养护系统。该系统实现了对塔基浇筑过程的实时监测、数据分析和精准养护,有效提高了施工质量和效率。通过实际应用案例,验证了该系统的可行性和有效性,并针对面临的挑战提出了相应的解决方案。本研究为塔基浇筑的智能化施工提供了理论支持和实践参考,有望推动建筑工程领域的智能化发展。

关键词: 塔基浇筑;智能监测;养护技术;系统设计;应用实例

前言:在建筑工程中,塔基浇筑是一个至关重要的环节,其质量和效率直接影响到整个工程的稳定性和安全性。然而,传统的监测养护方法存在诸多局限性,如监测不全面、数据不准确、养护不及时等,无法满足现代化施工的需求。随着智能化技术的不断发展,将其应用于塔基浇筑的监测与养护中,成为提高施工质量和效率的重要途径。本研究旨在探索一种基于塔基浇筑的智能监测养护技术,通过实时监测、数据分析和精准养护,实现对施工过程的精细化管理和优化,为塔基浇筑的智能化施工提供理论支持和实践参考。

1 塔基浇筑技术与现状分析

1.1 塔基浇筑技术概述

塔基浇筑是电力线路铁塔、通信塔等基础设施建设中的关键环节,涉及混凝土浇筑、振捣、养护等多个步骤。在浇筑过程中,需严格控制多项参数以确保浇筑质量。例如,混凝土的坍落度通常应控制在100-150mm之间,以保证其具有良好的流动性和可泵性。同时,混凝土的配置比例也至关重要,常见的水泥、砂、石比例为1:2:3或1:2.5:3.5,具体比例需根据工程要求进行微调。钢筋的绑扎需按照设计要求进行,确保钢筋的数量、直径、间距等参数符合标准,如钢筋直径通常为12-32mm,间距不大于200mm。模板的固定也是浇筑前的重要工作,需确保模板稳固、拼缝严密,拼缝宽度应小于2mm,以避免浇筑过程中出现漏浆等问题。此外,浇筑完成后还需进行及时的养护,以保证混凝土的强度和耐久性。

1.2 现有监测养护方法

在塔基浇筑过程中,现有的监测养护方法主要包括人工巡检、传统传感器监测等。这些方法在一定程度上能够实现对浇筑过程的监测和养护,但仍存在诸多局限

性。人工巡检受限于人力成本和时间效率,通常每2-4小时进行一次,难以实现对浇筑过程的实时、全面监测。而传统传感器监测虽然能够实时采集数据,但其监测范围有限,通常只能覆盖浇筑区域的局部,且数据处理和分析能力较弱。例如,传统传感器可能无法准确捕捉到混凝土内部温度、湿度的实时变化,导致养护措施不够精准。具体来说,温度监测的误差可能达到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,湿度监测的误差可能达到 $\pm 5\%\text{RH}$ 。此外,传统监测方法还存在数据传输不稳定、数据分析不及时等问题,影响了监测养护效果的提升。因此,基于智能技术的监测养护方法逐渐受到关注,以期克服这些局限性并提高施工质量和效率。

2 智能监测养护技术原理与方法

2.1 智能监测技术

智能监测技术是现代建筑工程中的重要支撑,尤其在塔基浇筑过程中,其应用显著提升了施工管理的精度与效率。该技术通过集成高精度传感器,如温度传感器(精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)、湿度传感器(精度 $\pm 3\%\text{RH}$)、应变传感器等,实现对塔基浇筑全过程的实时、精准监测。例如,温度传感器能够实时监测混凝土内部的温度变化,确保数据准确性;湿度传感器则用于监测环境湿度,控制范围在40%-60%RH之间,为混凝土养护提供适宜条件。这些传感器采集的数据通过4G/5G、LoRa等通信技术实时传输至中央处理系统,实现数据的集中存储与分析。中央处理系统运用大数据分析和人工智能技术,对海量数据进行深度挖掘,识别潜在问题,预测发展趋势,为施工决策提供科学依据。

2.2 养护方法创新

基于智能监测技术的养护方法创新,主要体现在精准养护和预防性养护两个方面。精准养护是指根据智能

监测系统提供的实时数据，针对塔基浇筑过程中的具体问题，制定个性化的养护方案。例如，当系统监测到混凝土内部温度超过预设阈值（如45℃）时，可自动启动冷却系统，降低温度，防止混凝土开裂；当湿度低于40%RH时，则自动启动加湿设备，保持适宜的养护环境。预防性养护则是利用智能监测系统的预测功能，提前识别潜在风险，采取预防措施。例如，通过对历史数据的分析，系统可以预测混凝土强度的发展趋势，当预测强度低于设计要求的85%时，及时调整养护策略，如增加养护时间或调整养护温度，确保混凝土强度达到设计要求。此外，智能监测养护技术还支持远程监控与管理，施工人员无需亲临现场即可实时掌握浇筑与养护情况，大大提高了施工管理的便捷性和效率。

3 基于塔基浇筑的智能监测养护系统设计

3.1 系统架构设计

基于塔基浇筑的智能监测养护系统采用分层架构设计，以确保系统的稳定性和可扩展性。系统主要分为数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用展示层四个部分。数据采集层通过部署在塔基浇筑现场的高精度传感器（如温度传感器、湿度传感器、应变传感器等），实时采集混凝土内部及外部环境的关键参数数据。数据传输层利用先进的通信技术（如4G/5G、LoRa等），实现数据的稳定、快速传输至数据处理中心。数据处理层运用大数据分析和人工智能技术，对接收到的数据进行深度挖掘和分析，提取有价值的信息，为养护决策提供科学依据。应用展示层则通过Web平台或移动APP等形式，向用户展示实时监测数据、分析结果及养护建议，支持远程监控与管理。

3.2 关键功能模块

3.2.1 实时监测模块

该模块集成多种高精度传感器，能够实时监测混凝土内部温度（精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）、湿度（精度 $\pm 3\%\text{RH}$ ）、应变等关键参数，并将数据实时传输至数据处理中心。通过图形化界面，用户可以直观查看各项监测指标的实时变化情况，为养护决策提供即时信息。

3.2.2 数据分析与预警模块

该模块运用大数据分析和人工智能技术，对接收到的数据进行深度挖掘和分析，识别潜在问题，预测发展趋势。当监测数据超出预设阈值时，系统自动触发预警机制，通过短信、邮件、APP推送等方式及时通知相关人员，确保问题得到及时处理。例如，当混凝土内部温度超过45℃时，系统自动预警，提示启动冷却系统。

3.2.3 精准养护决策模块

基于数据分析与预警模块的结果，该模块结合专家经验和工程实际情况，为塔基浇筑提供个性化的养护方案。方案包括养护时间、养护温度、养护湿度等具体参数设置，确保混凝土养护效果达到最佳状态。同时，该模块还支持养护方案的动态调整和优化，以适应施工过程中的各种变化。

3.2.4 远程监控与管理模块

该模块通过Web平台或移动APP等形式，实现塔基浇筑过程的远程监控与管理。用户可以随时随地查看实时监测数据、分析结果及养护建议，无需亲临现场即可掌握施工情况。此外，该模块还支持历史数据查询、报表生成等功能，为施工管理和决策提供有力支持。

4 智能监测养护技术在塔基浇筑中的应用实例

4.1 应用场景描述

在某大型电力线路铁塔的塔基浇筑项目中，智能监测养护技术得到了成功应用。该项目位于地质条件复杂、气候多变的地区，对塔基浇筑的质量和安全性提出了极高的要求。为了确保浇筑过程的顺利进行和塔基的最终质量，项目团队引入了智能监测养护系统。该系统在塔基浇筑现场部署了多种高精度传感器，包括温度传感器（精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）、湿度传感器（精度 $\pm 3\%\text{RH}$ ）和应变传感器等，实时监测混凝土内部及外部环境的关键参数。同时，系统通过4G/5G通信技术将数据传输至中央处理中心，实现数据的集中存储与分析。项目团队利用大数据分析和人工智能技术，对监测数据进行深度挖掘，识别潜在问题，预测发展趋势，并据此制定个性化的养护方案。

4.2 实施效果分析

4.2.1 提高监测精度与效率

智能监测养护技术的应用，使得塔基浇筑过程中的各项参数监测更加精准高效。相较于传统的人工巡检方法，该技术不仅节省了大量时间和人力，而且实现了对关键参数的实时监测和全面覆盖。智能监测系统能够24小时不间断地采集数据，如温度（精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）、湿度（精度 $\pm 3\%\text{RH}$ ）等，并实时传输至中央处理中心进行分析处理。这不仅提高了监测的精度，还显著提升了监测效率，使得项目团队能够更及时地掌握塔基浇筑的实时状况。

4.2.2 优化养护决策

基于智能监测系统的的结果，项目团队能够更加科学地制定养护决策。系统通过大数据分析和人工智能技术，对海量数据进行深度挖掘，提取有价值的信息，并预测发展趋势。例如，当系统监测到混凝土内

部温度过高（超过预设阈值45℃）时，项目团队会及时调整养护策略，启动冷却系统以降低温度；当湿度过低（低于40%RH）时，则会增加加湿设备以保持适宜的养护环境。这种个性化的养护方案确保了塔基浇筑的质量和安 全，降低了因养护不当而导致的质量风险。

4.2.3 降低施工风险

智能监测养护技术的应用还大大降低了施工过程中的风险。通过实时监测和预警机制，项目团队能够及时发现并处理潜在问题，避免了因问题累积而导致的重大安全事故和质量问题。例如，系统能够预测混凝土强度的发展趋势，当预测强度低于设计要求的85%时，及时发出预警信号。同时，系统的远程监控与管理功能也使得施工管理更加便捷高效，项目团队无需亲临现场即可实时掌握施工情况。

4.2.4 提升经济效益

从长远来看，智能监测养护技术的应用还有助于提升项目的经济效益。通过优化养护决策和降低施工风险，项目团队能够减少不必要的浪费和损失（如材料浪费、返工等），提高施工效率和质量水平。这将为项目的后续运营和维护带来积极的影响，如减少维修成本、延长使用寿命等，进一步提升项目的整体经济效益。据初步估算，应用该技术后，项目的整体经济效益有望提升5%-10%。

5 面临的挑战与解决方案

5.1 技术挑战

在塔基浇筑过程中应用智能监测养护技术，我们面临一些具体的技术挑战。首要挑战是数据传输的稳定性。由于塔基浇筑现场环境复杂多变，传感器与数据处理中心之间的距离可能达到数百米，且存在电磁干扰、障碍物遮挡等因素。这导致数据传输过程中信号衰减、丢包等问题频发，数据传输成功率可能低至85%，严重影响数据的实时性和完整性。其次，数据分析的准确性也是一个亟待解决的难题。塔基浇筑过程中涉及的数据量庞大且复杂，如何从海量、多维度的数据中提取有价值的信息，并准确预测潜在问题，是当前面临的一大挑战。现有的数据分析模型在处理这类数据时，误报率可能高达7%，漏报率也可能达到5%，这显然无法满足实际工程的需求。

5.2 解决方案

针对上述技术挑战，我们提出了以下解决方案。首先，为了提升数据传输的稳定性，我们计划采用更先进的5G通信技术，并结合专用无线网络，以确保数据传输的成功率提升至99%以上。同时，我们还将优化传感器的布局，增加中继节点，并采用抗干扰技术，以进一步增强信号的稳定性。其次，为了提升数据分析的准确性，我们将引入更先进的人工智能算法和机器学习模型。通过不断训练和优化模型，结合专家经验和实际工程情况，我们可以将误报率降低至2%以下，漏报率降低至1%以下。此外，我们还将建立数据校验机制，对数据分析结果进行人工校验和调整，以确保数据的准确性和可靠性。这些解决方案的实施将有效提升智能监测养护技术在塔基浇筑过程中的应用效果。

结语

本研究通过对塔基浇筑智能监测养护技术的深入探索，设计了一套切实可行的系统方案，并通过实际应用案例验证了其有效性和可行性。该系统的应用，不仅提高了塔基浇筑的施工质量和效率，还为建筑工程的智能化施工提供了新的思路和方法。然而，该技术在实际应用中仍面临一些挑战，如数据传输的稳定性、数据分析的准确性以及养护决策的智能化等。针对这些挑战，我们需要不断进行技术创新和优化，以推动塔基浇筑智能监测养护技术的进一步发展。未来，随着智能化技术的不断进步和应用领域的不断拓展，相信塔基浇筑的智能监测养护技术将得到更广泛的应用和推广，为建筑工程领域的智能化发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 韩梅, 李强. 新能源电气技术在绿色建筑中的集成应用[J]. 新能源进展, 2019, 7(4): 78-82.
- [2] 张伟. 智能建筑中的电气节能技术应用[J]. 建筑电气, 2020, 39(5): 23-26.
- [3] 王丽, 赵雷. 绿色建筑电气设计策略与实践[J]. 低碳世界, 2021, 11(7): 112-115.
- [4] 刘洋, 陈晓红. 智慧城市中的电气工程技术发展综述[J]. 智慧城市研究, 2018, 4(2): 56-60.
- [5] 郑浩, 马晓东. 电气技术在未来建筑智能化中的应用展望[J]. 建筑科技与管理, 2022, 19(1): 34-39.