

基于物联网技术的建筑工程施工系统架构设计

山承洋

湖北中天曜建设有限公司, 湖北 荆州 434000

[摘要]随着物联网技术的迅猛发展, 中国的建筑工程领域正面临着传统管理模式的深刻转型和升级挑战。文章提出了一种基于物联网技术的建筑工程施工系统方案, 旨在通过充分利用大数据信息和物联网技术的优势, 重新构思和改进项目管理方法。该系统架构分为四个关键层级, 即感知层、网络层、平台层和应用层, 以解决建筑工程项目中的成本控制、设计管理、采购协调和进度监测等问题提供了全面而创新的解决方案。这一方案有望推动工程建设项目向更集成化、智能化的管理方向迈进。

[关键词]物联网技术; 建筑工程; 施工系统; 架构设计

DOI: 10.33142/sca.v6i9.9966

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

Architecture Design of Building Engineering Construction System Based on Internet of Things Technology

SHAN Chengyang

Hubei Zhongtianyao Construction Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: With the rapid development of Internet of Things technology, the construction industry in China is facing profound transformation and upgrading challenges from traditional management models. The article proposes a construction system solution based on Internet of Things technology, aiming to re conceive and improve project management methods by fully utilizing the advantages of big data information and Internet of Things technology. The system architecture is divided into four key layers, namely the perception layer, network layer, platform layer, and application layer, providing comprehensive and innovative solutions for cost control, design management, procurement coordination, and progress monitoring in construction projects. This plan is expected to promote engineering construction projects towards a more integrated and intelligent management direction.

Keywords: Internet of Things technology; construction engineering; construction system; architecture design

引言

建筑工程在中国的经济发展中扮演着举足轻重的角色, 不仅为城市发展提供了基础设施支持, 还为就业创造了大量机会。然而, 尽管工程规模不断扩大, 传统的建筑工程管理模式却日益显露出其固有的弱点和不足。物联网技术的普及为建筑工程管理提供了新的工具和方法, 能够实现大规模数据的采集、分析和实时反馈。这一技术的广泛应用可以帮助我们重新构思传统的管理模式, 提高管理效率, 降低成本, 增强工程质量, 使工程建设行业更加智能和可持续。因此, 本文将探讨基于物联网技术的建筑工程施工系统方案, 旨在应对上述问题并为行业带来新的发展机遇。

1 建筑工程施工管理现状与问题

建筑工程施工管理现状与问题章节深刻反映了当前建筑工程领域所面临的重大挑战。这些挑战包括成本管控难、设计管理难、采购管理难以及进度管理难等核心问题。首先, 成本管控难是一个突出的问题。传统的成本控制方法依赖于手工操作和静态数据, 难以应对复杂和变化多端的工程项目。这种情况导致了成本估算的不准确性, 经常导致项目预算超支和资源的浪费。其次, 设计管理的复杂

性也常常令人头疼^[1]。建筑工程项目中, 设计变更、工程图纸的不一致以及设计方与施工方之间的协调问题, 常常导致工程进展受阻、进度延误, 增加了项目的风险。采购管理难是另一个关键问题。在工程项目中, 材料和设备的采购需要精细地协调和管理, 以确保工程不受供应链问题的干扰。然而, 传统的采购流程常常繁琐, 容易导致延误和资源浪费。最后, 进度管理难使项目管理者难以获取实时的工程进度和反馈信息。缺乏实时的监测和反馈机制, 使管理者无法及时采取措施来解决潜在问题, 这可能会对工程的进度和质量产生负面影响。

这些问题共同构成了建筑工程管理现状的重要挑战。为了应对这些挑战, 我们需要采用新的方法和技术, 如基于物联网技术的建筑工程施工系统。这一系统有望提高管理效率、降低成本、提升工程质量, 并使工程建设更加智能和可持续。接下来的章节将深入探讨基于物联网技术的系统架构和解决方案, 以解决这些问题。

2 基于物联网技术的建筑工程施工系统架构

2.1 系统功能特点

2.1.1 集成化

集成化是基于物联网技术的建筑工程施工系统的关

键功能特点之一。这一特点体现在系统能够无缝整合多个子系统、传感器、数据源以及各个管理环节的信息和数据，形成一个统一的信息平台。通过集成，不同数据源的信息可以被有效汇总和交互，使项目管理者能够获得全面、一体化的视图，进一步提高了决策的全面性和准确性。

集成化的好处包括：**全面数据视图**：不同数据源的信息可以在一个中央平台上进行汇总和展示，使管理者能够同时了解项目的多个方面，如成本、进度、质量等。这有助于综合分析和综合决策，而无需在不同系统之间来回切换。**信息共享**：各级管理者和团队成员可以共享数据和信息，促进协作和沟通，提高工程的协调性。集成化的系统能够实现数据的共享和即时更新，使团队能够更好地协同工作。**快速决策**：集成化的系统能够提供实时的数据和信息，使管理者能够快速做出决策，应对潜在问题和风险。**实时数据的可用性**使管理者能够及时调整策略和采取措施，以确保工程的顺利进行^[2]。集成化的系统功能特点使基于物联网技术的建筑工程施工管理更加高效和精确，有助于解决建筑工程管理中的各种挑战。这种综合性的信息平台为工程管理者提供了更多的洞察力和控制力，有助于提高工程的质量和效率。

2.1.2 便捷化

便捷化是另一个关键的系统功能特点。基于物联网技术的建筑工程施工系统注重用户友好性，提供了直观和便捷的界面、工具和功能，以使工程管理变得更加轻松和高效。

便捷化的好处包括：**易用性**：系统的设计以用户为中心，确保各种用户，包括管理者、工程师、监理人员等，都能够轻松上手，无需复杂的培训。直观的界面和简化的操作流程使用户能够迅速掌握系统的使用方法。**实时监测**：系统提供实时监测功能，用户可以随时查看工程的进展和状态，而无需繁琐地手动操作。这使管理者能够及时获得工程的最新信息，从而更好地应对变化和风险。**远程控制**：便捷的远程控制功能使用户能够远程管理和控制设备，提高了工程的灵活性。这意味着管理者可以远程调整设备的操作参数，而无需亲临现场，从而节省时间和资源。**数据可视化**：系统以图形化的方式呈现数据和信息，使用户更容易理解和分析复杂的工程数据。通过可视化图表和报表，用户可以快速获取关键信息，帮助他们做出明智的决策。

2.2 系统构建

基于物联网技术的建筑工程施工系统的构建涵盖了多个关键层级，每个层级都具有特定的功能和任务，以确保系统的高效运行和数据流通。如图：



图 1 系统构建

2.2.1 感知层

感知层是系统的基础层级，负责数据的采集和监测^[3]。在建筑工程中，这包括各种传感器和设备，用于实时监测工程施工过程中的各项数据，例如温度、湿度、材料消耗、设备状态等。感知层的关键任务是将这些数据准确地捕获并传输到系统的上层层级，以进行进一步的处理和分析。

2.2.2 网络层

网络层建立了高效可靠的通信网络，确保感知层采集到的数据能够快速、安全地传输到系统的上层层级。这包括网络设备、通信协议和数据传输机制的设计和管理。网络的可用性和安全性至关重要，以保障数据的完整性和保密性。网络层的任务是实现数据的稳定和可靠传输，为系统提供坚实的通信基础。

2.2.3 平台层

平台层是整个系统的核心，通过大数据分析和人工智能技术，对感知层收集到的数据进行处理和挖掘，提供实时的决策支持。这一层级的平台还能够整合不同数据源，包括感知层、外部数据和历史数据，为各级管理者提供全面的项目状态可视化。平台层的任务包括数据存储、数据分析、决策支持和数据可视化。

2.2.4 应用层

应用层为各个管理环节提供了便捷的工具和界面，用以解决成本管控、设计管理、采购协调、进度监测等问题。这一层级包括各种应用程序和模块，为用户提供特定领域的功能和工具，以满足其管理需求。应用层的任务是将平台层的数据和分析结果转化为实际操作，帮助管理者做出明智的决策和行动。

这些系统构建层级共同协作，确保基于物联网技术的建筑工程施工系统能够高效运行并提供所需的功能。感知层捕获数据，网络层传输数据，平台层分析数据，应用层将数据转化为实际操作，使系统成为一个完整而强大的工具，有助于解决建筑工程管理中的各种挑战。接下来的章节将深入探讨功能规划和具体应用示例。

2.3 功能规划

功能规划是基于物联网技术的建筑工程施工系统设计的核心部分。它旨在确定系统所需的各种功能和特性，

以满足不同管理需求。在功能规划中，系统应具备以下关键功能：系统应能够实时监测工程进展和状态，发出警报并提供通知，以在问题或风险出现时迅速采取行动。同时，系统应支持大数据分析和决策支持，为管理者提供关键洞察力和预测，助力各方面的决策制定。此外，系统还需要提供资源管理和优化功能，以帮助管理者更有效地分配和管理人力、物力、时间等资源，从而提高资源利用效率和降低成本^[4]。通信和协作工具的提供有助于项目团队之间的高效沟通和协作，确保信息的顺畅流通。质量控制和监督是另一个重要方面，系统应支持质量管理，包括检查、验收、质量报告和问题跟踪，以确保工程质量达到预期标准。安全管理和风险评估功能用于监测工程现场的安全状况，并进行风险评估和预防措施的规划。系统还需提供文件管理和工程数据存储功能，以有效管理工程文档、图纸和数据，以及远程操作和控制设备的能力，以支持远程监控和管理，提高工程的灵活性和响应能力。可视化报告和图表的生成有助于用户更容易理解和分析工程数据，用户权限和安全性管理则确保只有授权人员可以访问敏感数据和功能。通过功能规划，基于物联网技术的建筑工程施工系统能够满足各级管理者和团队的多样化需求，提高工程管理的效率、质量和可持续性，解决成本管控、设计管理、采购协调和进度监测等问题。

2.4 具体应用

2.4.1 钢筋生产

在建筑工程施工中，钢筋是一种关键的建材，其生产和管理对工程质量和进度至关重要。基于物联网技术的系统在钢筋生产领域具有广泛的应用，以下是针对钢筋生产的具体应用示例：（1）数据记录：系统可以自动记录钢筋生产过程中的关键数据，如生产日期、生产批次、材料规格、生产温度等。这些数据可以被准确地捕获和存储，以供后续分析和验证使用。（2）图表复核：系统能够生成图表和报表，显示钢筋生产数据的趋势和变化。这些图表可以帮助生产管理者监测生产质量和效率，及时发现问题并采取纠正措施。（3）数据连接：系统可以与其他相关系统和设备进行数据连接，例如温度传感器、质检设备等^[5]。这种数据连接可以实现实时数据共享和协同操作，提高生产效率和质量。（4）库存盘点：系统可以实时监测钢筋的库存情况，包括库存数量、位置和状态。这有助于管理者了解库存的实时情况，避免因材料短缺或过多而导致的工程延误。

2.4.2 钢筋运输

钢筋运输是建筑工程中至关重要的环节之一，它涉及到将生产好的钢筋从生产地点运送到工程现场，并确保运输过程中的安全和高效。基于物联网技术的建筑工程施工系统在钢筋运输领域也有着重要的具体应用，以下是针对钢筋运输的具体应用示例：（1）实时追踪：系统可以通过

物联网设备（如GPS跟踪器）实时追踪钢筋的运输路线和当前位置。这使管理者能够准确了解货物的位置，预测到达时间，并随时调整路线以应对交通等问题。（2）温湿度监测：对于特殊要求的钢筋，系统可以配备温湿度传感器，实时监测运输环境的温度和湿度。这有助于确保钢筋在运输过程中不受不利气候影响，保持质量。（3）安全性管理：系统可以提供运输车辆的实时安全状态监测，包括车速、急刹车、货物堆放稳定性等。一旦发现异常情况，系统可以发出警报并提供通知，以确保运输的安全性。（4）路线优化：系统可以利用实时交通信息和地理信息系统(GIS)来优化运输路线，以减少运输时间和成本。这有助于提高运输的效率和可持续性。

通过这些具体应用，基于物联网技术的建筑工程施工系统可以实现钢筋运输过程的实时监测和管理，提高运输效率、质量和安全性。这有助于解决钢筋运输中的问题，确保施工材料的及时供应和安全运送，从而促进整个建筑工程的顺利进行。

3 施工保障体系构建

3.1 成本保障体系

3.1.1 优化组织架构

在建筑工程施工管理中，优化组织架构是关键的成本控制策略之一。通过重新审视和改进工程项目的管理和团队结构，可以实现更有效的资源配置和决策流程。以下是在优化组织架构方面可采取的措施：首先，明确各级管理者的职责和权限。确保不同层级的管理者能够清晰地了解他们的职责范围以及可以做出的决策。这有助于加速决策流程，减少不必要的审批延误。其次，建立一个高效的项目管理团队。这个团队应包括项目经理、工程师、财务人员等不同专业领域的专家。项目经理应负责整个项目的协调和决策，而不同领域的专家可以提供专业的建议和支持。第三，简化决策层级。减少不必要的中间环节和冗余的审批程序，以提高决策效率。将决策权下放到合适的层级，使问题能够迅速得到解决。最后，建立有效的沟通和协作机制。确保信息能够顺畅地在各个部门和团队之间传递，避免信息滞后和误解。使用协同工具和项目管理软件可以帮助加强沟通和协作。通过优化组织架构，建筑工程项目可以更好地管理资源，提高决策效率，从而实现更好的成本控制。这有助于确保项目按预算和计划进行，降低不必要的支出，提高经济效益。

3.1.2 推行总承包模式

总承包模式是一种综合性的工程管理方法，对于成本控制和效率提升具有重要作用。在总承包模式下，一个承包商负责管理整个工程项目，包括设计、采购、施工和监理等多个职能领域，从而减少了中间环节和管理层次，有助于降低项目成本。

总承包模式的优势体现在以下几个方面：整合性管理：

总承包商能够更好地协调各个阶段,减少信息丢失和不一致性。由于各个职能部门归属于同一家承包商,项目管理更加高效。成本控制:总承包商可以更好地管理项目的成本。通过整合采购和资源管理,他们能够更有效地控制成本,避免不必要的支出。时间节省:总承包模式通常能够加速工程进度,因为不需要等待不同承包商之间的协调。单一的总承包商可以更快地推动工程的各个阶段。然而,推行总承包模式需要注意确保合同的明确性和透明度,以减少潜在的纠纷和风险。合同管理和监督必须做到位,以确保项目按照预期进行。

3.2 设计保障体系

在建筑工程施工中,设计保障体系起着至关重要的作用,它关系到工程的质量和效率。下面我们将讨论两个关键方面的策略,以建立一个稳固的设计保障体系。

3.2.1 建立项目管理机制

建立有效的项目管理机制是确保设计质量和进度的关键一步。这包括制定明确的项目管理计划,明确项目的目标、里程碑和时间表。同时,建立一个高效的项目管理团队,确保不同领域的专业人员能够协调工作,并负责监督和管理设计过程。另外,项目管理机制还应包括风险管理和变更管理。这意味着要预测和评估潜在的风险,并采取措​​施来减轻其影响。同时,要建立变更管理流程,以便处理设计变更请求,确保设计的一致性和完整性。

3.2.2 完善考核机制

设计质量的考核机制对于保障工程质量至关重要。这包括制定明确的设计标准和规范,并确保设计团队按照这些标准执行工作。同时,建立设计审查和评估流程,以便及时发现和纠正潜在的问题。考核机制还应包括监督和评估设计团队的绩效。这可以通过定期的设计质量审查和评估来实现,以确保设计团队达到预期的水平。如果发现问题,应采取纠正措施并提供培训,以提高设计团队的能力。

3.3 采购保障体系

在建筑工程施工中,采购保障体系对于确保项目的材料和设备供应具有关键性作用。下面我们将探讨两个重要的策略,以建立强大的采购保障体系。

3.3.1 采用固定单价合同

选择适当的采购合同类型对于成本控制至关重要。采用固定单价合同是一种有效的策略,它在合同中明确了每种材料和设备的单价,以及数量和质量要求。这种合同类型有以下好处:成本控制:由于单价是固定的,项目管理者可以更容易地预算和控制成本,避免不必要的支出和超支。透明度:固定单价合同提供了供应商和工程项目之间的透明度,确保了价格的公平性和合理性。风险分担:风险通常由供应商承担,因为他们必须按照合同规定的价格和质量要求供应材料和设备。

3.3.2 加强数据管理

数据管理在采购保障体系中扮演着关键角色。有效的数据管理可以帮助项目管理者跟踪和管理供应链,确保材料和设备的及时交付,以及满足质量要求。以下是数据管理的关键方面:实时监控:采用物联网技术和传感器,实时监控供应链中的材料和设备的运输和存储条件。这有助于避免损坏和浪费。库存管理:建立有效的库存管理系统,确保材料和设备的准确记录和跟踪。这有助于减少库存积压和过多的资金占用。数据分析:利用大数据分析技术,对供应链数据进行分析,识别潜在的问题和瓶颈,并采取相应的措施。

3.4 施工保障体系

在建筑工程施工中,施工保障体系是确保项目按时交付、高质量完成以及安全生产的关键要素。以下是三个重要的施工保障策略。

3.4.1 落实安全生产责任制

安全生产是建筑工程施工中的首要任务。为确保施工现场的安全,必须建立明确的安全生产责任制度。这包括以下措施:任命专职安全管理人员,负责监督和协调施工现场的安全事务。建立安全培训计划,确保所有工作人员了解安全规程和应急措施。定期进行安全检查和风险评估,及时纠正潜在的安全问题。实行严格的施工现场准入制度,确保只有经过培训和授权的人员可以进入工地。

3.4.2 实现设备操作可视化

设备操作可视化是通过物联网技术将设备和机械的操作状态实时可视化的策略。这可以通过以下方式实现:安装传感器和监测设备,监控设备的运行状态、温度、湿度等关键参数。将监测数据传输到中央控制系统,以便操作员实时监控设备状态。利用数据可视化工具,将设备状态以图形化方式呈现,以便操作员更容易理解和分析。设备操作可视化提高了设备操作的效率和安全性,减少了设备故障和停工的风险。

3.4.3 实现动态数据信息化

动态数据信息化是指将施工现场的关键数据和信息实时收集、分析和共享的策略。这可以通过以下方式实现:使用移动设备和应用程序,允许工作人员在施工现场轻松记录数据和信息。将数据上传到中央数据库,使项目管理者能够实时访问和分析数据。利用大数据分析技术,识别施工中的潜在问题和趋势,以便及时采取措施。实现动态数据信息化有助于提高项目的管理效率和决策质量,减少项目延误和资源浪费。通过落实安全生产责任制、实现设备操作可视化和实现动态数据信息化,施工保障体系能够确保项目的安全、高效和高质量完成。这些策略有助于降低风险,提高工程管理的现代化水平。

4 结语

随着物联网技术的迅猛发展,建筑工程领域正经历着

深刻的转型和升级。基于物联网技术的建筑工程施工系统为工程管理带来了创新性的解决方案,有望推动工程建设项目向更集成化、智能化的管理方向迈进。这些技术和策略将为中国建筑工程领域的可持续发展和提高管理效能做出重要贡献。随着技术的不断演进,我们可以期待更多创新和进步,以满足未来建筑工程管理的挑战和需求。

[参考文献]

- [1] 邹小伟,张丹,马辉. 基于 BIM 和物联网的装配式建筑施工作业安全预警平台的建立[J]. 工程管理学报,2019,33(2):124-129.
- [2] 赵峰,刘刚. 基于 BIM 和物联网的预制装配建筑信息管

理平台的研究及应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2021,13(3):101-106.

- [3] 刘小伟. 建筑工程施工中信息化管理的应用研究[J]. 中国建设信息化,2022(23):70-72.
- [4] 闫小磊. 计算机辅助系统在建筑工程施工中的运用[J]. 工业建筑,2022,52(5):276.
- [5] 邓浩. 基于物联网的工程施工管控信息系统[J]. 电脑编程技巧与维护,2020(6):83-84.

作者简介:山承洋(1989.10—),男,单位名称:长江大学、湖北中天曜建设有限公司,毕业学校和专业:武汉工程大学、土木工程。