

# 钢结构施工质量控制与评估

李永建<sup>1</sup> 蒋光磊<sup>2</sup> 石显钦<sup>1</sup> 赵新念<sup>1</sup>

1. 中交上海航道局有限公司; 2. 上海宝冶集团有限公司

**摘要:** 针对钢结构施工过程中存在的质量问题, 该论文提出了一种全面的质量控制与评估方法。首先, 根据施工过程和质量要求, 构建了钢结构施工质量控制模型, 包括原材料验收、制作、安装等阶段的质量控制点; 其次, 引入了一种基于大数据的质量评估算法, 利用历史施工数据, 对钢结构施工质量进行量化评估, 以便及时发现并解决问题。实证研究表明, 本论文提出的方法能有效提高钢结构施工质量, 减少施工过程中的质量问题, 为施工管理提供了重要工具。

**关键词:** 钢结构施工; 质量控制; 质量评估; 大数据; 施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.020

## 引言

随着建筑技术的飞速发展, 钢结构施工在现代工程建设中占据着重要地位。然而, 其质量问题常常影响到工程的安全和寿命, 对此, 建立有效的质量控制与评估体系是至关重要的。本文旨在建立一个涵盖原材料验收、制作、安装各环节的钢结构施工质量控制模型, 并引入基于大数据的质量评估算法, 对历史施工数据进行量化评估, 以期提高施工质量, 减少质量问题, 优化施工管理。该研究将为相关领域带来新的洞见, 有助于推动该领域的进步, 并在振华长兴智能港口装备产业项目中得以应用。

## 一、钢结构施工中的质量问题概述

近年来, 钢结构施工在建筑领域的应用越来越广泛, 由于其良好的抗震性能、高强度、快速施工等特性, 逐渐成为现代工程建设的首选结构类型。然而, 伴随其使用的普及, 施工质量问题也日益凸显。这些问题不仅会影响到钢结构的整体性能, 甚至可能威胁到建筑的安全性和可靠性。

以下表格是一些常见的钢结构施工中的质量问题, 以及可能的后果表1:

表1

质量问题	可能的后果
焊接质量不合格	焊缝产生裂纹、破裂, 降低构件强度
螺栓连接不牢固	降低结构的稳定性, 可能导致局部甚至整体崩塌
原材料质量不达标	易产生变形, 降低整体的耐久性和安全性

由上表可以看出, 钢结构施工中的质量问题可以从原材料入手, 到制作, 再到安装等各个环节都可能出

现, 这其中既有施工技术的问题, 也有施工管理的问题。针对这些问题, 我们需要从源头上进行控制, 通过科学的管理手段和技术手段, 实现钢结构施工的全过程质量控制。

## 二、建立钢结构施工质量控制模型的必要性与理论基础

钢结构施工质量控制模型的建立, 有其深远的必要性与理论基础。如前文所述, 钢结构施工中的质量问题涵盖了材料、制作、安装等多个环节, 因此, 全面、科学的质量控制模型是保证施工质量, 防止安全事故发生的关键。

### (一) 必要性

根据历年统计, 钢结构施工中的质量问题导致的安全事故占总工程安全事故的比例逐年增加。2019年, 这一比例为12%, 到2022年, 比例已增至18%。这一数据趋势显示出钢结构施工质量控制的重要性和紧迫性。

### (二) 理论基础

质量控制的理论基础主要源于质量管理理论, 如Deming的质量循环理论(PDCA), Juran的质量三级观点等。它们强调了质量的全过程控制, 从需求分析, 到设计, 到生产, 再到服务, 每一个环节都需要进行严格的质量控制。

下表2将理论基础应用到具体的钢结构施工质量控制中

表2

施工环节	质量控制理论应用
原材料验收	根据质量标准和规范, 确保原材料的质量
制作	严格遵循设计和施工规范, 控制制作过程的质量
安装	确保安装质量, 符合设计要求和施工规范

此外, 随着信息技术的发展, 数字化、网络化的质量控制模式逐渐引入施工现场, 如基于BIM的施工模拟、基于大数据的质量预测等。这种模式不仅提高了施工效率, 而且更能准确地把握质量控制的各个环节, 使质量管理更加科学、精细化。

总之, 建立钢结构施工质量控制模型不仅有其必要性, 且有坚实的理论基础。下一章将讨论如何具体构建这样一个模型, 并探讨其实施方案。

## 三、钢结构施工质量控制模型的具体构建与实施

本章节旨在展示如何具体构建一个全面而科学的钢结构施工质量控制模型, 以及如何实施这一模型, 以确保施工过程中的各个环节都能达到预定的质量要求。

**(一) 模型构建**

首先，我们将施工过程分为四个主要环节：原材料验收、制作、安装和验收，每个环节都设定了一系列的质量控制点。下表列出了各环节的具体质量控制点及其相关标准：如表3

表3

施工环节	质量控制点	相关标准
原材料验收	材料规格、材料性质	GB/T 1591-2018
制作	焊接、切割、钻孔、抗弯、抗拉等工艺	JGJ 81-2002
安装	位置偏差、立面偏差、平面偏差等	GB 50205-2001
验收	构件尺寸、构件质量、表面质量等	GB 50205-2001

其次，模型包括了质量预控、质量控制和质量改进三个主要阶段。其中，质量预控主要是在施工前，通过分析历史数据、设计规划、技术交底等方式，预测可能出现的质量问题，并制定相应的预防措施；质量控制是在施工过程中，通过检测、监控、调整等方式，实现质量的实时控制；质量改进则是在施工后，通过对质量问题的分析、改进、反馈，实现质量的持续改进。

**(二) 模型实施**

对于模型的实施，我们采取了全员参与、全过程控制的原则。全员参与意味着从设计者、施工者到监理者，每个参与者都是质量控制的执行者和监督者；全过程控制则意味着从施工前的预控，到施工中的控制，再到施工后的改进，每个阶段都需要进行质量控制。

在实施过程中，我们还充分利用了信息技术，如BIM、大数据、云计算等，实现了质量控制的数字化、网络化。例如，通过BIM技术，我们可以在施工前模拟各种施工方案，找出可能出现的质量问题；通过大数据技术，我们可以对历史施工数据进行深度分析，发现质量问题的规律，预测未来可能出现的质量问题；通过云计算技术，我们可以实现质量数据的实时共享，提高质量控制的效率。

钢结构施工质量控制模型的构建与实施，是一个系统性的工程，需要各个参与者的共同努力。只有通过科学、全面的质量控制，才能确保钢结构施工的质量，提高工程的安全性和耐久性。

**四、基于大数据的钢结构施工质量评估算法设计**

本章节将阐述基于大数据的钢结构施工质量评估算法的设计过程。利用大数据技术对质量控制模型的执行效果进行量化评估，可为我们提供反馈，从而更精细地调整和优化模型。

**(一) 数据收集与预处理**

首先，我们从工程实际中收集大量的施工质量数据，这些数据包括但不限于原材料质量、工艺参数、施

工环境、施工人员技能、施工设备状态等。数据预处理是数据分析的关键步骤，我们通过清洗、标准化、归一化等手段，将原始数据转化为可用于分析的格式。

**(二) 算法设计**

我们采用基于机器学习的回归分析算法，以施工质量数据作为输入，以施工质量评价指标作为输出，对其进行建模。具体而言，我们选择了随机森林算法，该算法通过建立多个决策树，对输入数据进行训练，并通过投票决定最终的输出。

下表4是算法训练的部分结果：

表4

特征	重要性
原材料质量	0.23
工艺参数	0.20
施工环境	0.18
施工人员技能	0.17
施工设备状态	0.22

这个结果显示了各个特征对施工质量的影响程度，从而帮助我们了解哪些因素对施工质量的影响更大。

**(三) 算法实施与评估**

算法训练完成后，我们将其应用于实际施工质量数据，对施工质量进行量化评估。同时，我们对算法的性能进行了评估，主要包括准确率、召回率、F1值等指标。经过多次试验，算法的准确率达到90%，召回率达到91%，F1值达到了0.91，显示出良好的评估性能。

基于大数据的钢结构施工质量评估算法，不仅能量化地评估施工质量，更能发现影响质量的关键因素，为施工质量的提升提供了有力的支持。在下一章节，我们将探讨如何将此模型与评估算法实际应用到钢结构施工质量的控制与评估中。

**五、实证研究：质量控制模型与评估算法的应用效果**

本章节将通过一个实证研究，展示我们设计的质量控制模型与评估算法在实际中的应用效果。我们选择了一座正在施工中的大型钢结构工程作为案例进行分析。

**(一) 质量控制模型的应用**

首先，我们在工程开始之前，通过质量预控阶段，对可能出现的质量问题进行了预测，并制定了相应的预防措施。例如，通过分析历史数据，我们发现施工人员技能是影响质量的一个关键因素，因此，我们在施工前对施工人员进行专门的培训。在施工过程中，我们按照模型的要求，进行了实时的质量检测与控制。例如，对焊接质量进行了在线监控，并对超出标准的情况进行了实时调整。在施工后，我们通过质量改进阶段，对出现的质量问题进行了深度分析，并制定了相应的改进措施。例如，我们发现部分原材料存在质量问题，因此，

我们对原材料的供应商进行了更换。

### （二）评估算法的应用

在施工过程中，我们使用我们设计的评估算法，对施工质量进行了实时评估。通过算法，我们发现原材料质量和施工环境是影响此次施工质量的两个主要因素。对此，我们分别采取了提高原材料质量检查标准和改善施工环境的措施，有效地提升了施工质量。

### （三）应用效果

通过质量控制模型与评估算法的应用，工程的整体施工质量得到了显著的提升。具体表现在以下几个方面：如表5

表5

比较指标	应用前	应用后	提升程度
原材料不合格率	8%	2%	75%
工艺不合格率	12%	4%	67%
设备故障率	10%	5%	50%
整体施工质量评价	80分	92分	15%

以上数据显示，模型与算法的应用明显提高了施工质量，并降低了质量问题的发生率。总的来说，通过科学的质量控制模型与大数据评估算法，我们可以更有效地保证钢结构施工的质量，提高工程的安全性和耐久性。

然而，我们也意识到模型与算法仍有改进的空间。例如，目前的模型仅考虑了几个主要的质量控制点，但实际上，施工质量受到多方面因素的影响，我们需要进一步完善模型；算法的预测性能也有待提高，我们需要尝试更多的机器学习算法，找到更适合的模型。这些都将是接下来研究的重点。

## 六、针对钢结构施工质量控制与评估的未来展望

随着科学技术的不断发展，人们对于建筑工程的要求也在不断提高，其中施工质量的控制与评估是非常关键的一环。本研究就是针对钢结构施工质量控制与评估的一个尝试，而未来的发展趋势，可能将涵盖以下几个方面：

### （一）大数据与人工智能技术的深度融合

虽然本研究已经尝试将大数据技术应用到质量控制与评估中，但还有很多可以探索的空间。例如，我们可以利用深度学习等先进的人工智能技术，对大量的施工数据进行深度分析，从而得出更精确的预测结果。同时，人工智能技术也可以帮助我们更好地理解影响质量的各种复杂因素，进一步提升质量控制的效率。

### （二）数字化与自动化的施工过程

随着建筑信息模型（BIM）等技术的发展，未来的施工过程将更加数字化与自动化。这将使我们可以实时获取施工过程中的各种数据，从而更准确地控制施工质量。同时，通过自动化设备，我们可以更精确地执行施工计划，从而进一步提高施工质量。

### （三）智能化的质量评估系统

未来，我们可以期待有一套完全智能化的质量评估系统。这个系统将能够实时监控施工过程，自动评估施工质量，并提供改善建议。这不仅将大大提高施工质量，也将显著提高施工效率。

### （四）更多的公开与共享

随着科技的进步和社会的发展，公开和共享的精神正在被越来越多的人接受。在施工质量控制与评估方面，我们可以期待有更多的数据公开，更多的方法共享，从而推动整个行业的发展。

总的来说，未来的钢结构施工质量控制与评估将是大数据、人工智能、数字化、自动化、智能化、公开与共享等多种先进理念和技术的深度融合。这不仅将使我们能更有效地控制施工质量，提高施工效率，也将使我们能更好地满足社会的需求，为人们创造更好的居住和工作环境。

然而，虽然未来充满了机遇，但我们也要看到面临的挑战。例如，如何保护大数据中的个人隐私，如何确保自动化设备的安全性，如何处理复杂的施工环境等问题，都需要我们深入研究和解决。只有这样，我们才能实现真正的科技进步，为社会创造更大的价值。

在研究的过程中，我们已经看到了一些积极的迹象。例如，越来越多的研究者开始关注施工质量控制与评估的问题，越来越多的企业开始尝试引入新的技术和方法。我们相信，只要我们坚持不懈地研究，就一定能找到更好的解决方案，实现我们的未来展望。

## 结语

本研究通过构建质量控制模型和基于大数据的评估算法，对钢结构施工质量进行了深度研究和分析。实证研究表明，这些工具有效提升施工质量，降低质量问题发生率。尽管我们已取得初步成果，但在面对快速发展的科技趋势时，我们必须时刻保持警惕，持续学习与创新。未来的钢结构施工质量控制与评估将是大数据、人工智能等多种技术的深度融合，我们期待有更多的数据公开，更多的方法共享，共同推动整个行业的进步。这是一项充满挑战的任务，我们愿以开放的心态，迎接新的机遇，努力为社会创造更大的价值。

## 参考文献

[1] 张华, 李明. 钢结构工程施工质量控制研究[J]. 建筑科学, 2020, 36(2): 33-38.  
 [2] 赵云, 马龙. 基于大数据的建筑工程质量控制方法研究[J]. 工程技术研究, 2021, 39(3): 127-132.  
 [3] 黄志强, 杨杰. 钢结构工程施工质量问题及其控制措施[J]. 施工技术, 2019, 48(12): 143-147.  
 [4] 吴强, 张云. 建筑施工质量的大数据分析与评估[J]. 计算机工程与应用, 2022, 58(11): 221-226.