

复杂环境下钢桁架安装过程中的变形监测与控制技术

蒋 伟

四川金石东方新材料科技有限公司 四川成都

【摘要】钢桁架在复杂环境下的安装过程中，易因多种因素导致变形问题，影响结构安全与施工质量。本文针对复杂环境下钢桁架安装过程中的变形监测与控制技术展开研究。通过分析复杂环境因素对钢桁架变形的影响，建立变形监测体系，采用多种监测手段实时获取数据，并结合反馈机制进行变形控制。实践表明，该技术可有效减少变形，保障施工安全与质量，为类似工程提供参考。

【关键词】钢桁架；复杂环境；变形监测；控制技术；施工质量

【收稿日期】2025 年 3 月 5 日

【出刊日期】2025 年 4 月 6 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250156

Deformation monitoring and control technology of steel truss installation in complex environment

Wei Jiang

Sichuan Jinshi Dongfang New Material Technology Co., Ltd, Chengdu, Sichuan

【Abstract】 Steel trusses are prone to deformation issues during installation in complex environments due to various factors, affecting structural safety and construction quality. This paper focuses on the monitoring and control technology for deformation of steel trusses during installation in such environments. By analyzing the impact of complex environmental factors on truss deformation, a deformation monitoring system is established. Multiple monitoring methods are used to collect data in real-time, and a feedback mechanism is employed for deformation control. Practical experience shows that this technology can effectively reduce deformation, ensuring construction safety and quality, providing a reference for similar projects.

【Keywords】 Steel truss; Complex environment; Deformation monitoring; Control technology; Construction quality

引言

钢桁架结构因其良好的力学性能和适应性，被广泛应用于建筑工程中。在复杂环境下，如高温、大风、不均匀地基等，钢桁架安装过程中的变形问题尤为突出。变形不仅影响结构的精度和稳定性，还可能导致施工事故。研究复杂环境下钢桁架安装过程中的变形监测与控制技术具有重要意义。本文旨在探索有效的变形监测与控制方法，以解决复杂环境下钢桁架安装中的变形问题。

1 复杂环境对钢桁架变形的影响

复杂环境因素对钢桁架安装过程中的变形影响显著。在高温环境下，钢桁架材料的热胀冷缩特性会引发尺寸变化。钢材的热膨胀系数较高，当温度升高时，钢桁架的各构件长度会相应增加，而温度降低时则会收缩^[1]。这种尺寸变化可能导致构件之间的连接部位出现

应力集中，进而影响结构的整体稳定性。在夏季高温时段，若钢桁架暴露在阳光直射下，其温度可能迅速上升，导致构件膨胀变形，若未采取有效措施，可能会使安装精度难以保证，甚至引发结构局部失稳。大风天气对钢桁架安装过程中的变形也有显著影响。大风会增加结构的侧向荷载，尤其是在高空作业中，风力对钢桁架的横向作用力不容忽视。这种侧向荷载会使钢桁架产生局部变形，尤其是在结构的迎风面和薄弱部位，容易出现弯曲或扭转现象。若变形超出允许范围，不仅会影响安装进度，还可能对后续的结构使用性能产生长期影响。必须对大风环境下的钢桁架安装进行严格控制，采取有效的防风措施，如设置临时支撑或调整施工时间，以减少风荷载对变形的影响。

不均匀地基是导致钢桁架安装过程中变形的另一个重要因素。在实际工程中，地基的承载能力和沉降特

性往往存在差异。如果地基处理不当或地质条件复杂,钢桁架的基础可能会出现不均匀沉降。这种沉降不一致会导致钢桁架整体结构的倾斜和变形,进而影响结构的受力性能和使用功能^[2]。在软土地基或填土地基上安装钢桁架时,若未进行充分的地基加固处理,可能会在施工过程中或使用过程中出现基础沉降不均匀的情况,从而引发结构的整体变形。施工过程中的荷载施加顺序和支撑体系的不合理也会加剧钢桁架的变形。在安装过程中,如果荷载施加顺序不当,可能导致结构在某一阶段承受过大的局部应力,从而引发变形。

为了有效应对复杂环境因素对钢桁架安装变形的影响,必须采取综合的监测与控制措施。首先,建立完善的变形监测体系是关键。通过在钢桁架的关键部位设置监测点,如节点、跨中和支座处,利用高精度的全站仪、水准仪和应变传感器等设备,实时采集位移、沉降和应变数据。这些数据能够帮助施工人员及时了解钢桁架的变形状态,以便采取相应的措施。其次,针对不同环境因素采取针对性的控制措施也至关重要。在高温环境下,可以通过合理安排施工时间,避免在高温时段进行高强度作业;在大风天气中,设置临时风缆或调整施工顺序,减少风荷载的影响;对于不均匀地基,进行充分的地基加固处理,确保基础的稳定性。

2 变形监测体系的建立

为准确掌握钢桁架在安装过程中的变形情况,建立完善的变形监测体系至关重要。该体系的构建需要从多个方面入手,首先是监测点的合理布置。监测点的选择应当基于对钢桁架结构特点和受力情况的深入分析,确保能够全面反映结构的变形状态。通常情况下,监测点应重点设置在钢桁架的关键部位,如节点、跨中和支座处^[3]。这些部位是结构受力的关键区域,也是变形最易发生的部位。通过在这些位置布置监测点,可以实时获取结构在安装过程中各关键部位的变形数据,为后续的控制提供基础信息。在节点处布置监测点,可以监测到由于连接部位的应力集中而产生的变形情况;在跨中布置监测点,则可以有效捕捉到由于自重和施工荷载作用下结构的最大变形情况;而在支座处的监测点则能够反映结构整体的稳定性变化。

在建立了合理的监测点布局之后,监测设备的选择同样关键。高精度的监测设备是获取准确数据的基础。全站仪、水准仪和应变传感器等设备是目前常用的高精度监测工具。全站仪能够精确测量钢桁架的位移变化,通过其高精度的测量能力,可以实时获取结构在三维空间中的位置变化情况,从而判断结构的整体变

形趋势。水准仪则主要用于监测结构的沉降情况,通过对支座和关键节点的沉降数据进行监测,可以及时发现由于地基不均匀沉降或施工荷载不均匀分布所导致的结构倾斜和变形问题。应变传感器则能够监测结构内部的应变情况,通过对钢桁架关键部位的应变监测,可以提前发现结构内部的应力集中区域,从而为预防结构局部破坏提供依据。

在获取了大量监测数据之后,数据的采集与处理成为变形监测体系中的关键环节。监测数据的有效处理能够帮助施工人员及时发现变形异常情况,并为后续的变形控制提供科学依据。需要借助专业的数据处理软件对采集到的大量数据进行处理^[4]。这些软件能够对监测数据进行实时处理和分析,通过数据的对比和趋势分析,快速识别出数据中的异常变化。通过对位移数据的时间序列分析,可以判断结构变形是否处于正常范围内;通过对应变数据的应力分析,可以判断结构内部是否存在潜在的危险应力区域。一旦发现数据异常,系统能够及时发出警报,提醒施工人员采取相应的措施。

3 变形控制技术的应用

在复杂环境下,钢桁架的安装过程面临着诸多变形风险。为了有效应对这些风险,基于变形监测数据的多种变形控制技术被广泛应用。施工顺序和荷载施加方式的优化是减少施工过程中附加变形的关键措施。在实际施工中,通过对施工流程的精细化管理,合理安排钢桁架各部件的拼装顺序,避免因施工操作不当而产生的局部应力集中^[5]。根据变形监测数据反馈的实时信息,动态调整荷载施加的顺序和速率,确保结构在施工过程中始终保持在安全的应力状态。

除了优化施工顺序和荷载施加方式外,临时支撑和加固措施也是确保钢桁架安装过程中结构稳定性的有效手段。在复杂环境下,如不均匀地基或强风区域,钢桁架结构的稳定性容易受到威胁。通过在关键部位设置临时支撑,可以有效分散结构荷载,减少局部变形对整体结构的影响。在软土地基上安装钢桁架时,可在支座处设置临时钢支撑,防止因地基沉降不均匀导致的结构倾斜。对结构薄弱部位进行加固处理,如增加节点刚度或在跨中增设辅助支撑,能够显著增强结构的整体稳定性。

预变形技术是另一种重要的变形控制手段,它通过在钢桁架安装前对其进行预调整,使其在安装过程中能够更好地适应复杂环境的影响。在实际应用中,根据变形监测数据和结构受力分析结果,预先确定钢桁

架的变形趋势和程度,然后通过调整构件的初始形状或安装位置,使其在施工过程中能够自动抵消部分变形。在高温环境下安装钢桁架时,可以预先考虑热胀冷缩的影响,对构件进行适当的预拉伸或预压缩处理^[6]。在大跨度钢桁架安装中,通过在跨中设置预拱度,能够有效减少因自重和荷载作用导致的下挠变形。

4 实践应用与效果分析

在某大型桥梁工程中,复杂环境对钢桁架安装提出了严峻挑战。该工程地处沿海地区,经常受到强风、高温以及潮汐变化等自然因素的影响,同时施工场地狭小,周边交通繁忙,这些都给钢桁架的安装带来了极大的困难。为了确保施工质量和结构安全,项目团队采用了先进的变形监测与控制技术^[7]。通过精心设计的变形监测体系,利用高精度的全站仪、水准仪和应变传感器,实时采集钢桁架在安装过程中的位移、沉降和应变数据。这些监测设备分布在钢桁架的关键部位,如节点、跨中和支座处,能够全面反映结构的变形状态。监测数据通过无线传输系统实时传输到控制中心,技术人员利用专业的数据分析软件对数据进行处理和分析,及时发现变形异常情况,并迅速采取措施进行调整。

经过严格的监测和控制,该大型桥梁工程的钢桁架安装取得了显著成效。实践结果表明,钢桁架的变形得到了有效控制,施工过程安全顺利,结构精度完全符合设计要求。在强风天气下,通过实时监测和调整,钢桁架的位移和应变始终保持在安全范围内;在高温环境下,通过预变形和优化施工顺序,有效减少了热胀冷缩对结构的影响。施工团队还根据监测数据,及时调整临时支撑的位置和强度,确保了结构在施工过程中的稳定性。这些措施不仅保障了施工质量,还为后续的施工提供了有力支持^[8]。该实践验证了变形监测与控制技术在复杂环境下钢桁架安装中的有效性,为类似工程提供了宝贵的经验。

这一成功案例为未来复杂环境下的钢桁架安装工程提供了重要的参考和借鉴。随着监测技术的不断进步和控制方法的日益完善,变形监测与控制技术将在更多类似的大型工程项目中得到广泛应用。未来,我们

有望通过更智能化的监测系统和更精准的控制算法,进一步提高钢桁架安装的精度和稳定性,推动钢结构工程在复杂环境下的发展。

5 结语

复杂环境下钢桁架安装过程中的变形监测与控制技术是保障施工质量和结构安全的关键。通过建立完善的监测体系和应用有效的控制措施,能够有效减少变形风险。未来,随着监测技术的不断进步和控制方法的优化,有望进一步提高钢桁架安装的精度和稳定性,推动钢结构工程的发展。

参考文献

- [1] 周国梁,王桂龙,李元春,等.重型大跨度钢桁架安装施工技术应用与研究[J].建筑技术,2025,56(05):527-531.
- [2] 张加宝,常伟斌,苏铠,等.双子塔超高空屋面钢桁架施工技术[J].建筑技术开发,2024,51(12):31-33.
- [3] 梁刚,王婷云,刘云贺,等.长悬挑结构施工安装现场监测及数值模拟分析[J/OL].西安理工大学学报,1-10[2025-04-02].
- [4] 冯宇,罗佳,陈翠,等.基于 BIM 的大跨度跨层钢桁架倒吊式施工技术[J].四川建筑,2024,44(05):220-221+225.
- [5] 刘小宁,于晨,李文龙,等.一种大跨度空间钢管桁架临时支撑胎架的应用[J].建筑技术开发,2024,51(10):109-112.
- [6] 魏军.大跨度钢桁架圆屋盖工程施工技术要点分析[J].四川水泥,2024,(10):146-148.
- [7] 史磊.大空间复杂钢结构分块安装施工关键技术[J].中国建筑金属结构,2024,23(09):39-41.
- [8] 魏晓军.大跨度超重钢桁架结构吊装施工模拟分析[J].甘肃科技,2024,40(09):12-17+24.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

