

高速公路桥梁施工中的抗风技术分析与实践

徐群

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要]高速公路桥梁建设涉及复杂的工艺与高风险作业,其中风力对施工的影响常常被忽视。作业的难度不仅增加了,强风还可能导致设备损坏甚至引发安全事故。随着施工环境的不断变化及技术手段的进步,风力控制已成为桥梁施工中的关键课题。深入分析风力对施工过程的影响,结合抗风设计的理论与实践提出切实可行的风力管理策略,为未来的桥梁施工提供参考与借鉴。

[关键词]高速公路桥梁;抗风技术;技术要点

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14761

中图分类号: U448.2

文献标识码: A

Analysis and Practice of Wind Resistance Technology in Highway Bridge Construction

XU Qun

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: The construction of highway bridges involves complex processes and high-risk operations, among which the impact of wind on construction is often overlooked. The difficulty of homework not only increases, but strong winds may also cause equipment damage and even lead to safety accidents. With the continuous changes in the construction environment and the advancement of technological means, wind control has become a key issue in bridge construction. In depth analysis of the impact of wind on the construction process, combined with the theory and practice of wind resistant design, proposes practical and feasible wind management strategies, providing reference and inspiration for future bridge construction.

Keywords: highway bridges; wind resistant technology; technical points

引言

高速公路桥梁作为重要的交通枢纽,施工过程中面临着多种挑战,其中风力的影响尤为突出。设备的不稳定、结构的变形以及施工人员安全的威胁,均可能由强风引发。如何有效应对风力变化采取科学合理的抗风技术,已成为确保施工顺利进行的关键因素。探讨风力对桥梁施工的影响,分析抗风技术的核心要点,并提出在施工阶段应采取的风力控制措施,为桥梁建设提供安全且高效的解决方案。

1 风力对高速公路桥梁施工的影响

风力对高速公路桥梁施工的影响不容忽视,特别是在施工过程中,风荷载直接关系到施工安全、进度及桥梁结构的稳定性。在强风天气下,施工环境的安全性受到严重威胁,吊装作业中风速的变化可能导致设备的不稳定,从而增加吊装重物失控的风险,甚至引发设备倾覆或物体脱落,进而带来安全隐患,风力的作用会降低施工人员的操作精度增大工作难度,最终导致工期的延长。桥梁结构在风力作用下的响应也同样显著,不同风速条件下桥梁的承载能力、变形行为以及振动特性均可能发生显著变化。尤其是在吊装及结构拼装阶段,风力的影响可能导致局部变形或结构位移,进而危及整体稳定性。悬臂结构在强风作用下变得不稳定,增大了变形幅度,进而对桥梁接缝及连接点产生不利影响,最终可能削弱结构的承载能力。这些因素在施工阶段尤为关键,必须采取有效控制措施以确保

桥梁的长期安全性。

2 高速公路桥梁施工中的抗风技术要点

2.1 风荷载计算与抗风设计规范

风荷载计算与抗风设计规范是保障高速公路桥梁施工稳定性与安全性的重要技术依据。风荷载的计算需综合考虑风速、风向变化及多种因素,如当地的气象数据、桥梁的结构形式及地理位置,在计算过程中桥梁的高度、跨度、风阻系数等关键参数必须重点考虑,进而对风力对桥梁各部位的影响进行全面分析,以确保计算结果的精准性。桥梁的抗风设计规范为抗风能力的评估提供了明确的标准,根据《桥梁抗风设计规范》及相关设计手册,抗风设计不仅要求整体结构具备一定的抗风能力,还需对细部构件(如桥塔、吊索、桥面板等)进行抗风性能分析。在设计时应合理选择防风措施,如通过优化桥梁外形或设置抗风支撑系统等方式来应对不同风荷载。同时,规范还要求在极端气候条件下,对桥梁的抗风性能进行专项计算,以确保桥梁在强风环境下的安全性。此外,抗风设计必须考虑风速变化以及突发风荷载对桥梁的影响。例如,剧烈的瞬时风速变化可能导致桥梁结构的振动或失稳,规范对风速变化速率及风压分布等方面的要求也十分严格。

2.2 桥梁抗风设计的关键要素

桥梁抗风设计的关键要素包括桥梁结构形式、材料选择、风荷载分布以及支撑系统等多个方面,结构形式对抗

风性能的影响直接而显著。对于高大结构,如悬索桥和斜拉桥由于其较大的表面积,强风容易对其产生影响。在设计这些桥梁时必须特别关注风力作用合理优化桥塔形状,以减少风阻并增强抗风能力。尽管梁式桥等低矮结构受到的风力影响相对较小,桥面板的抗风设计仍不可忽视,需确保在较大风速下不产生过大的振动。材料选择在抗风设计中扮演着至关重要的角色,材料的强度、韧性及耐久性直接决定了桥梁在强风中的表现,对于风力影响较大的部位,通常选用高强度钢材或复合材料,以提高抗风性能并减少结构变形。同时,沿海或气候恶劣的区域设计中,材料的抗腐蚀性同样需纳入考虑,设计不仅要应对风速,还应防止风带来的湿气及腐蚀问题。风荷载的分布同样在抗风设计中占据重要地位,风荷载通常呈现不均匀分布,作用在桥梁不同部位的强度各有差异。为准确评估桥梁在不同风速下的响应,设计时必须精确计算风压分布,并合理分配风荷载至各构件,确保每个部件均能承受相应的风力。支撑系统的设计则是抗风设计中的另一个关键组成部分,通常抗风支架、抗风绳索及特殊的风阻装置等支撑系统被用来减轻风力对桥梁的影响,防止在强风作用下桥梁发生剧烈晃动或结构变形。支撑系统的灵活性及适应性同样需加以考虑,确保能够根据风速变化有效发挥作用,从而增强整体抗风能力。

2.3 风力防护材料与技术选择

在高速公路桥梁抗风设计中,风力防护材料与技术的选择占据了至关重要的位置。通过合理的防护措施可以显著提升桥梁的抗风性能,降低因风力变化引发的安全风险,在材料的选取上,抗风性能、耐久性以及经济性是关键的考量因素。常用的防护材料包括高强度网格、金属风屏障及复合防护板,网格材料能够有效减缓风速同时保证空气流通,减少风对桥梁的直接冲击;金属屏障适用于风速较大的区域,能够承受较大的风压并有效减少结构振动,复合防护板具有较强的弹性和抗冲击性,尤其适合用于施工风险较高的区域。在材料选择时,耐候性和抗腐蚀性也应考虑,尤其是在沿海或湿润地区使用时,不锈钢或铝合金等材质的选用有助于延长防护设施的使用寿命,从而减少长期维护的费用。风力防护技术的应用也是设计中的重要部分,随着技术的不断进步,许多创新型防护技术逐渐被引入到桥梁施工中。例如,可调节风力防护系统能根据实时风速自动调节防护设备的角度和高度,从而确保在不同风速条件下都能提供最佳的防护效果。此外,风速监测与反馈系统的应用,使防护设施能够根据风力的变化及时做出调整,有效减少风力对施工过程的干扰。将风力防护材料与技术有机整合,是确保抗风设计充分发挥其作用的关键,设计时应综合考虑桥梁所在区域的风力特征、结构特点以及施工阶段的需求,选择最合适的防护材料与技术。这样一个多层次、全方位的风力防护体系,能够最大程度

地提升桥梁的抗风能力,确保施工的顺利进行。

2.4 风速监测与预警系统的设计

风速监测与预警系统在高速公路桥梁施工中的抗风防护中扮演着至关重要的角色。随着施工对环境条件的高度依赖,实时监测风速为施工团队提供了及时的预警信息,帮助管理人员做出科学决策,确保施工的安全性。有效的风速监测系统设计要求选用高精度的风速计、风向标等仪器,这些设备能够精准捕捉不同风速范围内的风力变化并实时采集数据^[1]。根据桥梁建设地点的风力特征,监测系统应覆盖整个施工区域,确保关键位置能够获得实时的数据反馈。除了硬件设备的选择外,数据传输与处理同样至关重要,风速数据一旦采集完成,应通过稳定的通讯网络实时传输至中央控制平台并进行智能化分析,通过物联网技术,风速监测系统能够与现场的其他监控设备(如结构健康监测系统、环境监测系统等)实现联动,进行数据整合与分析。当风速超过设定的阈值时,系统将自动触发预警,提醒施工人员采取适当的应急措施。在预警系统的设计中,可靠性与灵活性是关键,根据风速的变化系统能够动态调整预警级别,并结合风速的持续时间与强度,对施工活动进行相应调整。达到特定标准时,预警系统能够通过语音警报、短信通知或电子显示屏向现场工作人员、项目管理团队及安全负责人发出警示,确保及时采取安全防护措施。同时,系统能够与施工计划衔接,在预警发生时自动暂停或调整高风险作业,避免在不安全的风速条件下进行施工。风速监测与预警系统的设计不仅要求具备高精度监测能力,还需具有在复杂及极端天气条件下稳定运行的应急响应能力。

2.5 施工阶段的风力控制与管理

风力控制与管理在高速公路桥梁施工中至关重要,是确保施工顺利进行的核心理念。强风可能对吊装、安装及高空作业产生不良影响,导致设备不稳定或结构变形。因此,必须采取切实有效的应对措施以保障施工安全。实时风力监测是基础保障,通过风速与风向监测系统,施工团队能及时掌握风力变化,并评估对施工活动的潜在影响。一旦风速达到设定的危险阈值,监测系统将自动触发警报,施工方可以根据预警信息调整作业安排,暂停高风险作业,确保施工过程的安全性。根据不同施工区域的风力特点,设置临时风屏障或防风网能够有效降低风速,保护作业人员与桥梁构件的安全。移动式防风网或临时风挡墙等设施,能显著减轻风荷载对桥梁构件的作用,防止由于风力过大而导致的结构损伤。在施工组织上应灵活应对风力变化,在大风天气下作业计划需及时调整,优先安排适应当前风力条件的工作任务,严格控制高空作业,确保相关人员佩戴防护设备,降低安全风险。此外,定期进行风力安全培训,提高员工在风力变化情况下的应急反应能力,也有助于减少突发事件的发生。当突如其来的强风发生时,应迅

速启动应急预案撤离高危区域,确保人员安全。通过预设的撤离通道、避风设施及完善的通讯系统,可以有效保障施工现场人员的生命安全,确保工程在恶劣天气条件下的持续安全进行。

3 高速公路桥梁施工中的抗风技术实践

3.1 风力监测与施工现场的实时预警

风力监测与施工现场的实时预警系统在高速公路桥梁施工的安全保障中扮演着至关重要的角色。尤其是在高空作业与吊装环节,强风常常带来不可预测的风险,为有效应对这一挑战,安装高精度的风速监测设备显得尤为必要,这些设备能够实时获取风速与风向数据,并依据风力变化及时向施工管理人员提供预警信息。监测系统通常由多个风速计、气象传感器与数据采集终端组成,且这些设备一般被布置在施工区域的关键位置,以确保覆盖所有关键作业点。采集到的数据通过与中央控制平台的连接,能够实时传输并在经过处理与分析后提供精确的预警。当风速达到或超过设定的阈值时,系统会自动发出警报,提醒现场管理人员采取必要的安全措施,例如暂停高空作业、停止吊装或撤离作业人员,从而避免在强风条件下继续施工^[2]。为了提高预警系统的准确性,风速数据并非唯一参考依据,其他环境因素,如气温、湿度与风速变化速率等,也将被纳入综合分析,通过对这些数据的分析,系统能够预测未来风速的变化趋势并提前做好应对准备,进而有效减少突发性天气对施工进度与人员安全带来的影响。此外,为确保风力监测与预警系统的顺利运行,施工现场的操作人员需接受专业培训,掌握系统的操作流程以及应急预案的执行方法。在风速异常时,管理人员能够迅速评估情况及时调整施工安排,并通过预设的应急措施作出反应。实时的监测与预警系统使得施工方可在恶劣气候条件下灵活调整作业计划确保施工安全,并为桥梁工程的顺利实施提供有力保障。

3.2 风力防护设施的设置与管理

在高速公路桥梁施工中,风力防护设施的设计与管理至关重要,特别是在风速较大的环境下通过合理设置防护设施,风力对施工进度及人员安全的潜在威胁能够有效降低。适当选择防护设施需根据现场的具体情况进行评估,常见的设施类型包括临时风屏障、风挡网及抗风支架等。

例如,在高空作业时,临时风挡网或帆布屏障能够有效减缓风速,从而降低风力对结构件及作业人员的冲击。设施的布置应根据施工的不同阶段与现场环境进行合理安排,在吊装作业阶段,围绕作业区域搭建风挡墙可有效减缓风速对桥梁构件的作用力,从而保证吊装过程的平稳进行。在风力较强的区域可选用可调节风屏障,实时风速变化可使设施的高度与密度灵活调整,以确保施工期间的安全性。防护设施的管理与维护同样至关重要,定期检查设施的稳定性与有效性应成为常规操作。经过长时间使用后,风挡网或风墙可能会出现磨损或损坏需及时修复或更换,避免出现安全隐患^[3]。此外,设施的清洁与防腐处理也不可忽视,特别是在潮湿或腐蚀性较强的环境中,定期的维护保养能够延长设施的使用寿命。在实际管理过程中,应结合风速预警系统与实时监测数据灵活调整防护措施,尤其是在风速变化较大的区域。施工人员应根据实时风速信息及时更新防护设施,确保始终有效,进而保证施工过程的顺利进行。

4 结语

在高速公路桥梁施工中,抗风技术对于确保施工安全及顺利推进至关重要。风力的变化,特别是在高空作业与吊装等关键环节,可能对施工过程造成严重影响。因此,实施科学的风力监测、合理配置防护设施,以及采取及时的应急响应措施显得尤为重要。通过有效结合风荷载计算、抗风设计规范与防护技术的应用,风力带来的风险得以显著降低。随着技术的不断进步,智能化风力控制与实时预警系统的应用,将进一步提升施工现场的安全性,从而保障桥梁建设项目能够顺利进行。

[参考文献]

- [1]田浩亮,战昂,王峰.基于BIM的大跨度桥梁风致振动抗风稳定性监测技术[J].公路工程,2023,48(2):24-29.
 - [2]崔桐,张宇,王瑞曦.基于大数据的桥梁抗风及行车安全预警系统研究[J].中国战略新兴产业,2022(32):82-84.
 - [3]赵林.强台风环境大跨桥梁抗风关键技术及应用[D].上海:同济大学,2020.
- 作者简介:徐群(1995.1—),男,现任职称路桥中级,籍贯:江西九江。