

桥梁工程中大跨径连续桥梁施工技术探讨

贾旭斌

中铁一局集团第六建设有限公司 天津 300143

摘要：文章聚焦桥梁工程中大跨径连续桥梁施工技术，剖析其定义、施工技术难点，深入探讨悬臂、支架、顶推等关键施工技术。针对地形复杂、支架搭设高、挠度难控等问题，提出优化设计、加强监测、提升人员水平等应对策略，并展望智能化、新材料、模块化等未来发展趋势，为该领域施工提供理论与实践参考。

关键词：桥梁工程；大跨径连续桥梁；施工技术

引言：大跨径连续桥梁凭借跨越能力强、行车平顺等优势，在交通基础设施建设中占据重要地位。然而，其施工常面临地形复杂、技术要求高等难题。随着交通建设需求增长，深入研究大跨径连续桥梁施工技术，攻克施工难点，对保障桥梁建设质量与效率，推动桥梁工程技术发展具有重要意义。

1 桥梁工程中大跨径连续桥梁的定义



桥梁工程如图所示

在桥梁工程领域，大跨径连续桥梁是极具代表性的桥梁结构形式。从结构特征来看，它由多个连续的桥跨组成，梁体不间断地跨越多个桥墩，形成连续的受力体系，这种结构形式使得桥梁整体受力均匀，能够有效分散荷载，增强桥梁的稳定性和承载能力。关于“大跨径”的界定，目前在行业内并没有一个绝对统一的标准，其划分会因不同的桥梁类型、建设时期、技术发展水平以及地区规范而存在差异。在铁路桥梁领域，由于列车荷载较大，对桥梁的承载能力和稳定性要求更高，主跨跨径达到128米及以上连续桥梁，往往被认定为大跨径连续桥梁^[1]。在一些特殊的桥梁工程中，如跨海、跨江等大型桥梁建设项目，大跨径连续桥梁的主跨跨径可能会达到数百米甚至上千米，这类桥梁在设计 and 施工上都面临着更高的挑战，需要运用更为先进的技术和材料。

大跨径连续桥梁凭借其跨越能力强、行车平顺性好、造型美观等优点，广泛应用于跨越江河、山谷、交通要道等复杂地形和交通环境，在国家交通基础设施建设中发挥着至关重要的作用，是现代桥梁工程技术发展的重要标志之一。

2 大跨径连续桥梁施工技术难点

2.1 地形复杂，支架基底处理难度大

大跨径连续桥梁往往需要跨越江河、山谷等复杂地形，这些区域的地质条件通常较为复杂多变。在江河地带，可能存在深厚的软土地基，其承载能力低、压缩性大，容易产生不均匀沉降；在山谷地区，可能会遇到岩石地基，岩石的风化程度、裂隙发育情况等都会影响地基的稳定性。部分地区还可能存在溶洞、暗河等不良地质现象，进一步增加了支架基底处理的难度。在支架基底处理过程中，不仅要确保地基能够承受支架和桥梁上部结构的巨大荷载，还要防止因地基沉降不均匀导致支架变形，从而影响桥梁的施工质量和安全。常规的地基处理方法如换填法、注浆加固法、条形基础等，在复杂地形条件下可能无法达到预期效果，需要根据具体的地质情况，采用复合地基处理、桩基加固等更为复杂的技术手段，这无疑增加了施工的复杂性和成本，同时也对施工技术人员的专业水平提出更高的要求。

2.2 支架搭设高度大

由于大跨径连续桥梁跨越的空间较大，常常需要搭设高度较高的支架。当支架搭设高度达到一定程度时，其自身的稳定性和安全性面临巨大挑战。随着高度的增加，支架结构受到的风荷载、施工荷载等外力作用的影响更加显著，容易发生整体或局部失稳。高支架的搭设对施工设备和施工工艺也有严格要求，在搭设过程中，必须精确控制支架各构件的安装位置，并确保其连接牢固可靠，以满足设计要求中的垂直度和水平度标准。高支架的拆除也是一项危险系数较高的工作，必须制定详

细的拆除方案,按照规定的顺序逐步拆除,避免因拆除不当引发安全事故^[2]。而且,高支架施工会增加施工人员的高空作业量,加大了施工安全管理的难度,对施工人员的身体素质和安全意识都是严峻的考验。

2.3 挠度变化大,梁体线形难控制

大跨径连续桥梁在施工过程中面临挠度变化大、梁体线形难控制的挑战。梁体自身重量、施工荷载、混凝土收缩徐变及温度变化等多重因素共同作用下,挠度变化错综复杂。悬臂浇筑过程中,随着梁段递增,挠度也随之不断变化,若无法精准预测与控制,将导致梁体线形偏离设计,不仅影响桥梁外观与行车舒适性,更可能威胁桥梁结构安全。为有效应对这一难题,需采取一系列挠度控制方案。首要任务是建立挠度监测系统,于桥梁关键部位设置监测点,利用高精度传感器实时监测挠度变化,通过数据分析系统及时发现并预警异常。同时,采用预拱度技术,依据设计要求和施工荷载预设梁体预拱度,通过调整模板标高或预压装置抵消部分挠度,确保线形符合设计。另外,优化混凝土配合比亦至关重要,通过调整配比减少收缩徐变影响,提高抗裂性能与耐久性。施工过程中,应严格控制荷载大小与分布,合理安排施工顺序与进度,以减少挠度变化。同时,加强温度控制,根据季节变化采取相应措施,喷淋系统洒水降温或保温材料覆盖、加热养护等,避免温度变化引起挠度异常。值得一提的是,自适应控制技术在当前大跨径连续桥梁施工中得到广泛应用,这种技术通过实时监测挠度与应力状态,自动调整施工参数与模板标高,实现线形精确控制。

3 大跨径连续桥梁施工关键技术探讨

3.1 悬臂施工法关键技术

悬臂施工法是大跨径连续桥梁施工中应用最为广泛的方法之一,它包括悬臂浇筑和悬臂拼装两种方式。在悬臂浇筑施工中,挂篮是关键的施工设备。挂篮的设计和安装质量直接影响到悬臂浇筑施工的安全和效率。挂篮应具有足够的强度、刚度和稳定性,能够承受梁段混凝土的重量、施工荷载以及风荷载等。在挂篮的设计过程中,需要根据桥梁的结构特点、施工工艺和荷载工况,合理确定挂篮的结构形式和尺寸参数。在悬臂浇筑过程中,混凝土的浇筑顺序和浇筑速度对梁体的受力和变形有着重要影响。为降低梁体变形和裂缝风险,通常采用分层分段、对称浇筑的策略,即按照预先规划的分层厚度和分段区域,从悬臂的根部逐渐向悬臂的端部进行均匀且连续的混凝土浇筑,确保浇筑过程对称进行,以避免产生过大的应力集中和变形。并确保浇筑速度适

中,避免挂篮变形过大或梁体受力不均。此外,预应力施工是悬臂浇筑不可或缺的环节,预应力筋的张拉时间、顺序及张拉力的控制直接关乎梁体的结构性能与使用寿命。另外,预应力施工也是悬臂浇筑施工的关键环节,预应力筋的预应力筋的张拉时间、张拉顺序和张拉力的控制,直接关系到梁体的结构性能和使用寿命。

3.2 支架施工法关键技术

在支架施工中,支架的设计和搭设是关键环节。首先要根据桥梁的结构形式、跨径大小、荷载情况等因素,合理选择支架的结构形式,采用梁柱式支架等。支架的材料应具有足够的强度和稳定性,常见的支架材料有钢管、型钢等。在支架搭设过程中,要严格按照设计要求和施工规范进行操作,确保支架各构件之间的连接牢固可靠。同时需要对支架进行预压,预压的目的是消除支架的非弹性变形,检验支架的承载能力和稳定性,并根据预压结果调整支架的预拱度。预压荷载一般取桥梁结构自重和施工荷载之和的1.1-1.2倍。在支架施工过程中,要加强对支架的监测,及时发现支架的变形和位移情况,并采取相应的措施进行处理,确保施工安全。

3.3 顶推施工法关键技术

顶推施工法是一种在大跨径连续桥梁施工中采用的有效方法,其特点是在桥头或特定施工区域内连续构造结构体,而非传统的预制方式。利用水平千斤顶等专用顶推设备,将构造完成的结构体平稳、连续地向前顶推至设计的桥跨位置。在此过程中,施工区域的规划与管理尤为重要,必须确保该区域便于结构体的连续构造、顶推作业以及必要的运输环节。在顶推施工工艺里,挂篮行走工艺是关键一环,以下为具体说明:(1)挂篮准备:在顶推施工前,需对挂篮进行全面检查与调试,确保其结构完整、各部件连接牢固,液压系统、行走系统等运行正常。同时,根据结构体设计尺寸和施工要求,精确调整挂篮的位置和姿态,使其与模板紧密贴合。(2)行走轨道安装:在施工区域或已顶推完成的结构体上,按照设计要求安装挂篮行走轨道。轨道安装要保证水平、平直,间距准确,且与结构体固定牢固,以承受挂篮行走时的荷载。(3)挂篮行走操作:当结构体某一节段混凝土浇筑完成并达到设计强度后,开始挂篮行走作业。首先,解除挂篮与已浇筑部分的临时锚固,启动挂篮行走系统,通过液压千斤顶等设备,使挂篮沿着行走轨道缓慢、平稳地向前移动。在行走过程中,要严格控制行走速度,一般控制在每小时几厘米到几十厘米不等,确保挂篮移动的同步性和稳定性。同时,安排专人实时监测挂篮的行走状态,包括轨道的变形情况、挂篮

各部件的受力情况等,一旦发现异常,立即停止行走并进行处理。(4)挂篮就位与锚固:挂篮行走至预定位置后,及时进行精确调整,使其满足下一节段施工的精度要求。然后,将挂篮与结构体进行可靠的锚固,确保在后续的混凝土浇筑等施工过程中,挂篮保持稳定。

在结构体构造阶段,严格控制尺寸精度与混凝土质量是至关重要的,这不仅关乎顶推过程的顺畅性,也是确保桥梁整体质量的关键。顶推作业时,要精准调控顶推力大小与方向,维持结构体稳定,实时监测其受力变形,预防裂缝和结构失稳。为减小顶推中结构体内力积累,需依其结构特性及顶推条件,综合考量跨度、材料特性、顶推速度等因素,合理设计前端导梁的长度、刚度与重量,保障顶推顺利及桥梁长期安全。

4 桥梁工程中大跨径连续桥梁施工技术难点的应对策略探讨

4.1 加强施工监测与控制

为了有效控制大跨径连续桥梁施工过程中梁体的挠度变化和保证梁体线形,必须加强施工监测与控制。在施工前,要建立详细的施工监测方案,确定监测项目、监测点的布置和监测频率。监测项目主要包括梁体的高程、位移、应力、温度等。通过高精度的测量仪器和先进的监测技术,对施工过程中的各项参数进行实时监测。在监测过程中,要及时对监测数据进行分析 and 处理,将实测数据与理论计算值进行对比,分析两者之间的差异及其原因^[3]。根据分析结果,及时调整施工参数,如混凝土的浇筑顺序、调整预应力钢绞线的张拉力和张拉顺序等,以保证梁体的受力和变形符合设计要求。要建立施工监测预警机制,当监测数据超过预警值时,及时采取相应的措施进行处理,确保施工安全和桥梁质量。

4.2 提升施工人员技术水平

大跨径连续桥梁施工技术复杂,对施工人员的技术水平要求较高。因此,必须加强对施工人员的技术培训,提高施工人员的专业素质和操作技能。可以通过组织内部培训、邀请专家讲座、参加技术交流会议等多种方式,使施工人员了解和掌握大跨径连续桥梁施工的新技术、新工艺和新方法。在培训过程中,要注重理论与

实践相结合,通过实际操作演练,让施工人员熟悉施工流程和操作要点,提高施工人员解决实际问题的能力。同时要建立完善的施工人员考核制度,对施工人员的技术水平和工作表现进行定期考核,考核结果与个人的薪酬、晋升等挂钩,激励施工人员不断学习和提高自身的技术水平,还可以引进高素质的专业技术人才,充实施工队伍,为大跨径连续桥梁施工提供技术支持。

5 大跨径连续桥梁施工技术的未来发展趋势

随着科学技术的不断进步和桥梁建设需求的日益增长,大跨径连续桥梁施工技术也将不断发展和创新。在施工技术方面,智能化施工将成为未来的发展趋势。利用物联网、大数据、人工智能等先进技术,实现对桥梁施工过程的实时监测、智能控制和优化管理^[4]。在施工材料方面,新型高性能材料将得到更广泛的应用。如高强度、高韧性的混凝土材料,新型复合材料等,这些材料具有重量轻、强度高、耐久性好等优点,能够有效减轻桥梁结构的自重,提高桥梁的跨越能力和使用寿命。绿色环保材料也将成为未来桥梁建设的发展方向,减少桥梁建设对环境的影响。

结束语

综上所述,大跨径连续桥梁施工技术的研究与应用对现代桥梁建设至关重要。通过解决现有施工难点,推广应用关键技术与应对策略,结合未来智能化、新材料、新工艺发展趋势,有望进一步提升桥梁施工水平,满足不断增长的交通建设需求,为社会发展提供坚实的交通保障。

参考文献

- [1]王壮.大跨径连续桥梁工程的控制要点和施工技术[J].工程机械与维修,2022(01):184-185.
- [2]王东.大跨径连续桥梁施工技术在桥梁施工中的应用[J].江西建材,2021(04):123-124.
- [3]许云峰.桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术研究[J].建筑与装饰,2022(20):175-177.
- [4]胡海洋,邓滔.桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(11):104-106.