

桥梁施工中的临时支撑结构设计与应用研究

陈仲祥

杭州交通工程监理咨询有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本文聚焦桥梁施工中临时支撑结构，深入研究其设计与应用。阐述临时支撑结构的定义与作用，强调其在保障施工安全、精度及辅助主体成型方面的关键作用。系统分析安全性、经济性、适用性和环保性设计原则，详细介绍从准备工作到图纸绘制的设计流程，以及施工要点与质量控制措施。研究成果为桥梁施工临时支撑结构的科学设计与高效施工提供理论与实践指导，有助于提升桥梁工程建设质量与效益。

关键词：桥梁施工；临时支撑结构；设计原理；施工应用

1 桥梁施工中临时支撑结构的基本理论

桥梁施工中的临时支撑结构，是在桥梁主体施工期间，为保障施工安全、确保施工精度、辅助主体成型而搭建的临时性工程结构，在桥梁主体达设计强度后会被拆除，常见形式有满堂支架、贝雷架等。它的作用至关重要，在承载施工阶段荷载方面，需承受竖向和水平等多种荷载，保障施工安全，避免结构坍塌；在保证施工精度上，为桥梁构件安装、混凝土浇筑等提供稳定平台，确保构件按设计位置和高程准确安装；在辅助主体结构成型时，像悬浇施工的挂篮、特殊结构桥梁体系转换，都离不开临时支撑结构的辅助^[1]。这些功能使临时支撑结构成为桥梁施工过程中不可或缺的组成部分，其理论基础为桥梁施工顺利推进提供了重要保障。

2 临时支撑结构的设计原则

2.1 安全性原则

安全性原则是临时支撑结构设计的首要原则。设计时必须充分考虑各种可能的荷载工况，包括永久荷载、可变荷载以及偶然荷载。永久荷载如结构自重、模板重量等；可变荷载如施工人员和设备荷载、风荷载、雪荷载等；偶然荷载如地震作用、船舶撞击力等。通过精确的荷载计算和分析，确保临时支撑结构在各种荷载组合下，其强度、刚度和稳定性满足要求。结构构件的强度需保证在荷载作用下不发生破坏，材料应力不超过其允许应力；刚度方面，要控制结构的变形，避免因变形过大影响桥梁主体结构的施工质量和安全；稳定性则要防止结构发生整体失稳或局部失稳现象。设计还应考虑结构的连接节点，确保节点连接牢固可靠，能够有效传递荷载，避免因节点失效引发结构破坏。另外，要制定完善的安全防护措施，如设置防护栏杆、安全网等，保障施工人员的安全。

2.2 经济性原则

在满足安全性和施工要求的前提下，临时支撑结构的设计应遵循经济性原则。设计人员需对不同的结构形式、材料和施工方案进行技术经济比较。例如，在选择支撑材料时，要综合考虑材料的价格、运输成本、周转次数等因素。钢材强度高、周转次数多，但价格相对较高；木材价格较低，但耐久性和周转次数有限。通过合理选择材料，在保证结构性能的同时降低成本。在结构形式上，应根据桥梁工程的规模、施工条件等，选择合适的临时支撑结构形式。对于小跨度桥梁，满堂支架可能是较为经济的选择；而对于大跨度、复杂环境的桥梁，贝雷架或钢桁架结构可能更具经济性。优化结构布置和构件尺寸，减少材料用量，提高材料利用率，也是实现经济性的重要途径。同时考虑临时支撑结构的重复利用性，对于可周转使用的构件，要合理设计和施工，降低工程成本。

2.3 适用性原则

临时支撑结构的设计应充分考虑桥梁工程的施工特点和实际需求，遵循适用性原则。不同类型的桥梁、不同的施工工艺对临时支撑结构的要求各不相同。例如，对于采用悬臂浇筑法施工的桥梁，挂篮临时支撑结构需满足分段浇筑、逐步前移的施工要求，其结构形式和尺寸要与梁体节段尺寸、重量相匹配；对于顶推法施工的桥梁，临时墩支撑结构要能够承受顶推过程中的水平力和竖向力，并保证梁体平稳推进。临时支撑结构的设计还应考虑施工场地条件，如地形地貌、水文地质情况等^[2]。在山区桥梁施工中，若场地狭窄、地形复杂，需设计便于安装和拆卸的临时支撑结构；在水域桥梁施工中，要考虑水流、水位变化等因素，确保临时支撑结构的稳定性和适用性。临时支撑结构的设计应便于施工操作，提高施工效率，减少施工难度和施工时间。

2.4 环保性原则

随着环保意识的不断提高,临时支撑结构的设计也应遵循环保性原则。在材料选择上,优先选用可回收、可再生的环保材料,减少对环境的污染。在施工过程中,要采取有效的环保措施,减少施工废弃物的产生和排放。对于施工产生的建筑垃圾、废弃材料等,要进行分类收集和处理,可回收利用的材料进行回收,不可回收的进行合理处置,避免随意丢弃造成环境污染。同时,要注意施工噪声、粉尘、废水等对周边环境的影响,采取降噪、降尘、污水处理等措施,将施工对环境的影响控制在最小范围内。在临时支撑结构拆除后,要对场地进行清理和恢复,尽量减少对生态环境的破坏,保护周边自然景观和生态平衡。

3 临时支撑结构的设计方法与流程

3.1 设计前的准备工作

设计临时支撑结构前,需进行充分的准备工作。首先,要详细了解桥梁工程的设计文件,包括桥梁的结构形式、跨度、高度、设计荷载等信息,明确桥梁施工的工艺要求和施工顺序,以便确定临时支撑结构的功能和技术指标。其次,开展施工现场勘察,掌握场地的地形地貌、地质条件、水文情况等。地形地貌影响临时支撑结构的布置和基础形式选择,如在平坦场地可采用满堂支架,而在陡峭山坡则需考虑特殊的支撑基础;地质条件决定基础的承载能力和稳定性,通过地质勘察报告了解土层分布、岩土力学性质等,为基础设计提供依据;水文情况对于水域桥梁施工的临时支撑结构设计至关重要,需明确水位变化、水流速度、冲刷深度等参数,确保临时支撑结构在水中的稳定性。还需收集当地的气象资料,如风速、降雨量、气温等,以考虑风荷载、洪水等对临时支撑结构的影响。同时,调研市场上可获取的材料和设备情况,了解其规格、性能、价格等信息,为结构设计和材料选择提供参考。

3.2 荷载分析与计算

荷载分析与计算是临时支撑结构设计的关键环节。根据桥梁施工过程和场地条件,确定临时支撑结构可能承受的各类荷载。永久荷载计算包括临时支撑结构自身构件重量、模板重量等,可根据构件的尺寸和材料密度精确计算。可变荷载中,施工人员和设备荷载需根据施工组织设计,确定不同施工阶段同时在支撑结构上作业的人员数量和设备重量;风荷载根据当地气象资料和桥梁所在地区的风荷载标准,结合临时支撑结构的高度、迎风面积等参数进行计算;雪荷载则依据当地的积雪深度和雪荷载规范确定。对于偶然荷载,如地震作用,需根据桥梁所在地区的地震设防烈度,按照相关规范采用

合适的计算方法进行分析。在确定各类荷载后,进行荷载组合,考虑不同荷载同时作用的可能性,按照规范要求选取最不利荷载组合进行结构计算,确保临时支撑结构在各种荷载工况下的安全性。

3.3 结构选型与布置

根据荷载分析结果和桥梁施工要求,进行临时支撑结构的选型与布置。在结构选型时,综合考虑桥梁跨度、高度、施工场地条件、施工工艺等因素。对于中小跨度桥梁,满堂支架结构具有构造简单、搭设方便的优点;对于大跨度桥梁或跨越障碍物的桥梁,贝雷架、钢桁架等结构形式能够提供较大的跨越能力和承载能力^[3]。在结构布置方面,要合理确定支撑结构的间距、高度和层数。支撑间距需根据荷载大小和结构构件的承载能力确定,确保结构受力均匀;高度要满足桥梁施工净空要求;层数则根据桥梁高度和结构稳定性需求进行设计。同时要考虑结构的整体性和稳定性,合理设置水平支撑、剪刀撑等构件,增强结构的空间刚度和抗侧移能力。结构布置还应便于施工操作和材料运输,为施工创造良好的作业条件。

3.4 结构计算与验算

完成结构选型与布置后,需对临时支撑结构进行详细的计算与验算。采用合适的结构力学计算方法和软件,对结构的强度、刚度和稳定性进行分析。强度计算主要是校核结构构件在荷载作用下的应力是否小于材料的允许应力,确保构件不发生破坏。刚度验算通过计算结构的变形量,控制结构的挠度、位移等指标,避免因变形过大影响桥梁主体结构的施工质量和安全。稳定性验算包括整体稳定性和局部稳定性验算,整体稳定性分析主要考虑结构在荷载作用下是否会发生倾覆、滑移等失稳现象;局部稳定性验算则关注结构构件,如受压杆件、薄壁构件等是否会发生局部屈曲。对于复杂的临时支撑结构,可采用有限元分析方法,建立精确的结构模型,模拟结构在各种荷载工况下的受力和变形情况,全面评估结构的性能。通过计算与验算,若发现结构不满足设计要求,需对结构进行调整和优化,直至满足各项设计指标。

3.5 设计图纸绘制与说明

在结构计算与验算合格后,进行临时支撑结构设计图纸的绘制与说明。设计图纸应包括结构布置图、构件详图、节点构造图等。结构布置图要清晰展示临时支撑结构的整体布局、各构件的位置和尺寸关系;构件详图详细标注构件的形状、尺寸、材料规格等信息,以便加工制作;节点构造图重点绘制构件连接节点的构造形式、连接方式

和详细尺寸,确保节点连接牢固可靠。同时在图纸上要注明相关的技术要求和施工注意事项,如构件的加工精度、安装顺序、焊接质量要求等。设计说明中,需阐述临时支撑结构的设计依据、设计原则、荷载取值、计算方法等内容,使施工人员能够准确理解设计意图,保证施工质量。设计图纸和说明应符合相关的制图标准和规范,做到内容完整、表达清晰、准确无误。

4 临时支撑结构施工要点与质量控制

4.1 施工前的准备工作

临时支撑结构施工前,要做好充分的准备工作。首先,组织施工人员进行技术交底,详细讲解临时支撑结构的设计图纸、施工方案、施工工艺和质量标准,使施工人员熟悉施工要求和技术要点,明确各自的工作职责。其次,对施工材料和设备进行检验和验收。材料方面,检查钢材、木材、构配件等的质量证明文件,对材料的规格、型号、数量进行核对,并按规定进行抽样检验,确保材料质量符合设计要求;设备方面,对起重设备、运输设备、焊接设备等进行调试和检查,保证设备性能良好,能够正常运行。同时做好施工现场的准备工作,清理施工场地,平整场地,根据设计要求进行基础施工。基础施工质量直接影响临时支撑结构的稳定性,对于软弱地基,需进行地基处理,如换填、压实、打桩等,提高地基承载力;在水域施工时,要做好围堰、筑岛等工作,创造良好的施工条件。另外,还需制定施工安全措施和应急预案,配备必要的安全防护用品和应急救援设备,确保施工安全。

4.2 施工过程中的技术要点

在临时支撑结构施工过程中,需严格把握技术要点。在构件安装方面,按照设计图纸和施工方案进行构件的吊装、拼接和连接。对于钢结构,要保证构件的垂直度、平整度和安装精度,采用合适的连接方式,如焊接、螺栓连接等,并确保连接质量。焊接时,控制焊接电流、电压、焊接速度等参数,保证焊缝饱满、无气孔、夹渣等缺陷;螺栓连接要按照规定的扭矩拧紧螺栓,确保连接牢固。在满堂支架搭设过程中,要控制立杆的垂直度和间距,保证横杆、斜杆的连接紧密,形成稳定的空间结构。同时注意支架与基础的连接,确保支架能够有效传递荷载。在临时支撑结构的拆除过程中,也有严格的技术要求。拆除顺序

应遵循先支后拆、后支先拆的原则,对称、均衡地进行拆除,避免因拆除顺序不当导致结构失稳。拆除过程中要加强对结构的监测,发现异常情况及时停止拆除,并采取相应的措施进行处理。

4.3 质量控制措施

为确保临时支撑结构的施工质量,需采取有效的质量控制措施。建立质量管理体系,明确质量责任,实行质量目标管理,将质量责任落实到具体的部门和人员。加强施工过程中的质量检验,设置质量控制点,对关键工序和部位进行重点检查^[4]。在基础施工阶段,检查基础的尺寸、标高、承载力等是否符合设计要求;在构件安装阶段,检查构件的安装位置、连接质量、垂直度等;在结构搭设完成后,对整体结构的稳定性、强度、变形等进行全面检测。采用先进的检测技术和设备,如全站仪、水准仪、应力应变测试仪等,对结构进行精确测量和监测,及时发现质量问题并进行整改。加强原材料和构配件的质量控制,从采购、运输、存储到使用全过程进行管理,防止不合格材料和构配件用于工程施工。定期对施工人员进行质量培训和教育,提高施工人员的质量意识和操作技能,确保施工质量符合要求。

结束语

综上所述,桥梁施工临时支撑结构的设计与应用涉及多学科知识与技术。合理的设计原则、科学的设计流程及严格的施工质量控制,是保障临时支撑结构安全可靠、经济适用的关键。随着桥梁建设技术的发展,对临时支撑结构的性能要求不断提高。未来,应进一步结合新材料、新技术,深入研究临时支撑结构的优化设计与智能化施工,提高其在复杂环境下的适应性,为桥梁工程高质量发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]王鹏程.市政道桥施工中桥梁梁体安装技术的研究[J].车时代,2025(2):235-237.
- [2]何振刚.市政道路桥梁结构设计加固方法探析[J].林业科技情报,2024,56(01):184-187.
- [3]杜武军.梁柱式钢结构桥梁护栏结构设计研究[J].运输经理世界,2023,(36):110-112.
- [4]陈伟慧,李娜."桥梁结构优化设计方法的研究与应用[J].结构工程与管理,2023,36(2):45-52.