

土木工程结构设计与施工策略分析

翟麦富 戚迎花

郑州中粮科研设计院有限公司 河南 郑州 450052

摘要：文章聚焦土木工程结构设计与施工策略。阐述结构设计需遵循安全性、适用性、经济性原则，介绍容许应力与极限状态设计法及流程，分析承重性、稳定性、空间布局等关键问题。探讨施工准备、技术设备选择、过程管理及环保策略，提出设计与施工协同优化，通过互动、信息化技术及效果评估实现高效优质工程建设。

关键词：土木工程；结构设计；施工策略

引言：土木工程作为国家基础设施建设的重要领域，其结构与施工策略直接影响工程的质量、安全与效益。科学合理的设计是工程顺利实施的基础，而有效的施工策略则是保障设计意图完美呈现的关键。深入研究土木工程结构设计与施工策略，探索二者协同优化方法，对提升土木工程整体水平具有重要意义。

1 土木工程结构设计基础

1.1 结构设计原则与目标

土木工程结构设计需遵循关键原则，安全性居首。结构需在重力、风、地震等预期荷载下不破坏、不倒塌，保障生命财产安全。如在地震区，建筑结构设计要考虑地震力，采用合理抗震构造措施，提升抗震性能，减少灾害损失。适用性原则也不可或缺，结构设计要契合建筑物使用功能，保证空间布局合理、采光通风良好、设备运行顺畅。经济性原则要求在保证安全与适用前提下，合理控制造价。这涉及材料选择、结构形式确定及施工工艺优化等^[1]。例如在满足强度要求下，优化结构截面尺寸、合理选材以降低造价，提高项目经济效益。结构设计目标是提供科学合理的结构体系，确保结构全寿命周期内安全可靠、经济适用、美观协调，与周围环境融合，提升建筑物整体品质与价值。

1.2 设计方法与流程

土木工程结构设计方法主要有容许应力设计法与极限状态设计法。容许应力设计法基于弹性理论，认为材料应力不超过容许应力即为安全，计算简单但未充分考虑材料塑性性能，设计结果偏保守。极限状态设计法更科学合理，考虑结构不同使用阶段的承载能力极限状态与正常使用极限状态。前者指结构或构件达最大承载力或出现不适于继续承载的变形，后者指达正常使用或耐久性能的某项规定限值，采用此法能更准确评估结构安全性，充分发挥材料性能。结构设计流程通常包括前期资料收集、结构选型、结构计算与分析、施工图绘制

等阶段。前期需了解工程地理位置、地质条件、使用功能、荷载要求等信息，为后续设计提供基础数据。结构选型依据工程特点与要求，选择合适结构体系。结构计算与分析阶段运用专业软件进行力学分析，确定构件内力 and 变形，确保满足设计要求。最后在施工图绘制阶段，将设计结果详细表达在图纸上，为施工提供准确依据。

1.3 常见结构设计类型

常见土木工程结构设计类型有建筑结构、桥梁结构、道路结构等。建筑结构设计涵盖住宅、商业建筑、公共建筑等多种类型，不同类型设计特点各异。住宅建筑结构注重空间合理利用与居住舒适性，常采用框架结构或剪力墙结构以满足居住需求。商业建筑结构因需大跨度营业空间，可能采用钢结构或大跨度混凝土结构，实现灵活空间布局。桥梁结构设计依据桥梁跨度、使用功能和地质条件等，分为梁式桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥等多种类型。梁式桥结构简单、施工方便，适用于中小跨度桥梁；拱桥造型优美、承载能力强，常用于城市景观桥梁和山区河流桥梁；斜拉桥和悬索桥适用于大跨度桥梁，具有跨越能力强、造型独特等优点。道路结构设计主要考虑交通流量、地质条件、使用年限等因素，包括路面结构设计和路基设计。路面结构设计要保证路面有足够强度、平整度和抗滑性能，提供安全舒适行车条件；路基设计需确保路基稳定性，防止沉降、变形等问题。

2 土木工程结构设计中的关键问题

2.1 承重性与稳定性分析

承重性与稳定性分析是土木工程结构设计的核心内容。结构需要承受自身重量、使用荷载以及外部环境荷载的作用，因此必须具备足够的承载能力。在进行承重性分析时，设计人员需要准确计算结构构件在不同荷载组合下的内力，如轴力、剪力、弯矩等，并根据材料的强度特性进行构件截面设计，确保构件在荷载作用下不

会发生强度破坏^[2]。稳定性分析则关注结构在荷载作用下的整体稳定性,防止结构发生失稳破坏设计人员需要通过计算和分析,确定结构的临界荷载和稳定系数,采取相应的构造措施,如增加支撑、设置拉索等,提高结构的稳定性。对于大跨度结构,如体育馆屋盖、会展中心等,结构在自重和活载作用下可能会产生较大的变形,影响结构的正常使用和稳定性。

2.2 空间布局与力学优化

合理的空间布局能够提高结构的力学性能和经济性。在结构设计中,应根据建筑物的使用功能和力学要求,合理布置结构构件的位置和尺寸。例如,在框架结构设计中,通过优化柱网布置,可以使结构的受力更加合理,减少构件的内力,降低工程造价。同时,合理的空间布局还能够提高建筑物的使用效率和空间感受。力学优化旨在通过调整结构的几何形状、材料分布等参数,使结构在满足各项性能要求的前提下,达到最优的力学性能。在桥梁结构设计中,通过优化主梁的截面形状和尺寸,可以降低结构的自重,提高桥梁的跨越能力。

2.3 材料选择与性能要求

材料选择对土木工程结构的性能和造价有着重要影响。常见的建筑材料包括混凝土、钢材、木材等。混凝土具有强度高、耐久性好、可塑性强等优点,广泛应用于各类土木工程结构中。但混凝土的自重大,抗拉强度较低,需要采取相应的措施来提高其抗裂性能。钢材具有强度高、韧性好、施工速度快等优点,适用于大跨度结构和高层建筑。然而,钢材的耐腐蚀性较差,需要进行防腐处理。木材具有质轻、强度适中、易于加工等特点,常用于一些小型建筑和装饰工程,但其易燃、易腐朽等缺点限制了其在大规模工程中的应用。在选择材料时,需要根据结构的使用要求、环境条件、经济性等因素进行综合考虑。同时对所选材料的性能也有明确要求,如混凝土的强度等级、耐久性指标,钢材的屈服强度、抗拉强度、伸长率等,必须满足设计规范和相关标准的要求,以确保结构的安全可靠。

3 土木工程施工策略分析

3.1 施工准备与计划

施工准备是土木工程施工的重要环节,包括技术准备、物资准备、劳动力准备和施工现场准备等方面。技术准备阶段,施工人员需要熟悉施工图纸,进行图纸会审和技术交底,编制施工组织设计和专项施工方案,为施工提供技术指导。物资准备要根据施工进度计划,提前采购和储备所需的建筑材料、构配件和施工机具设备,确保施工的顺利进行。劳动力准备则要根据工程规

模和施工进度,合理安排施工人员的数量和工种,进行必要的技术培训和安全教育。施工现场准备包括场地平整、临时设施搭建、施工用水用电接入等工作,为施工创造良好的条件。施工计划是指导施工的重要依据,需要根据工程项目的特点、工期要求和资源状况进行编制。施工计划应明确各施工阶段的开始时间、结束时间、施工内容和关键节点,合理安排施工顺序和施工进度,确保工程能够按照预定的工期完成。施工计划还应考虑施工过程中可能出现的风险因素,制定相应的应对措施,提高施工计划的可行性和可靠性。

3.2 施工技术与设备选择

施工技术是保证土木工程施工质量的关键,不同的工程类型和结构形式需要采用相应的施工技术。例如,在基础工程施工中,常见的施工技术有桩基础施工、筏板基础施工等。桩基础施工需要根据地质条件和设计要求,选择合适的桩型和施工方法,如预制桩施工、灌注桩施工等。在主体结构施工中,混凝土浇筑技术、钢筋连接技术等对结构质量有着重要影响。采用先进的混凝土浇筑技术,如大体积混凝土分层分段浇筑、振捣技术等,可以有效避免混凝土裂缝的产生,提高混凝土的密实性和强度。施工设备的选择应根据施工技术和工程规模进行合理配置,先进的施工设备能够提高施工效率和质量,降低劳动强度。在道路桥梁施工中,采用大型摊铺机、压路机等设备可以保证路面的平整度和压实度,提高工程质量。

3.3 施工过程管理

施工过程管理是确保土木工程施工顺利进行的重要保障。施工过程管理包括质量管理、安全管理、进度管理和成本管理方面。质量管理是施工过程管理的核心,需要建立完善的质量管理体系,加强对原材料、构配件和施工过程的质量控制,严格执行质量检验制度,确保工程质量符合设计要求和相关标准。安全管理是施工过程中的重中之重,要建立健全安全管理制度,加强安全教育培训,落实安全防护措施,定期进行安全检查和隐患排查,防止安全事故的发生。进度管理要根据施工计划,合理安排施工进度,及时解决施工过程中出现的问题,确保工程能够按照预定的工期完成。成本管理则需要加强对施工过程中的各项费用支出进行控制,优化施工方案,降低工程成本,提高项目的经济效益^[3]。

3.4 环境保护与可持续发展

在土木工程施工过程中,应高度重视环境保护与可持续发展。施工过程中会产生大量的粉尘、噪声、废水、废渣等污染物,对周围环境造成严重影响。因此需

要采取有效的环境保护措施,减少施工对环境的污染。例如,在施工现场设置围挡,对易产生粉尘的物料进行覆盖,采用湿法作业等方式,减少粉尘排放;选用低噪声的施工设备,合理安排施工时间,减少噪声对周围居民的影响;对施工废水进行处理后达标排放,对废渣进行分类回收和合理处置。在土木工程设计和施工中,应积极推广应用绿色建筑材料和节能技术,提高资源的利用效率,降低能源消耗,实现土木工程的可持续发展。

4 结构设计与施工策略的协同优化

4.1 设计与施工的互动关系

结构设计与施工是土木工程项目中两个紧密相连的环节,二者相互影响、相互制约。结构设计为施工提供了蓝图和依据,施工则是将设计意图转化为实际工程的过程。在项目实施过程中,设计与施工需要保持密切的互动关系。设计人员应充分考虑施工的可行性和经济性,在设计方案中合理采用成熟的施工技术和工艺,避免设计过于复杂或难以施工的情况发生。施工人员则应及时向设计人员反馈施工过程中遇到的问题和困难,为设计优化提供实践依据。例如,在施工过程中发现某些结构构件的施工难度较大或成本过高,施工人员可以与设计人员沟通,共同探讨是否可以通过调整设计参数或结构形式来解决问题,实现设计与施工的协同优化。

4.2 信息化技术在协同优化中的应用

随着信息技术的快速发展,信息化技术在土木工程结构设计与施工协同优化中发挥着越来越重要的作用。建筑信息模型(BIM)技术是信息化技术在土木工程领域的重要应用之一。BIM技术通过建立三维数字化模型,将结构设计和施工过程中的各种信息进行集成和共享,实现了设计与施工的无缝对接。在设计阶段,设计人员可以利用BIM技术进行结构分析和优化设计,直观地展示设计效果,及时发现设计中的问题并进行修改。在施工阶段,施工人员可以利用BIM模型进行施工模拟和进度管理,提前发现施工过程中可能出现的碰撞和冲突,优化

施工方案,提高施工效率和质量。物联网、大数据、云计算等信息技术也在土木工程中得到了广泛应用,为结构设计与施工的协同优化提供了有力的技术支持。

4.3 协同优化策略的实施效果评估

为了确保结构设计与施工协同优化策略的有效实施,需要建立科学合理的实施效果评估体系。评估指标可以包括工程质量、工程进度、工程造价、环境影响等方面^[4]。通过对这些指标的定量分析和评价,可以全面了解协同优化策略的实施效果,发现存在的问题和不足之处,并及时采取改进措施。例如,如果评估结果显示工程进度未达到预期目标,可以分析是由于设计变更频繁、施工组织不合理还是其他原因导致的,然后针对性地调整设计和施工策略,提高项目的整体效益。同时实施效果评估还可以为今后的土木工程项目提供经验借鉴,推动结构设计与施工协同优化技术的不断发展和完善。

结束语

土木工程结构设计与施工策略的协同优化是提升工程品质的关键。通过明确设计与施工的互动关系,借助信息化技术实现信息共享与协同作业,并对协同优化策略的实施效果进行科学评估,能够有效提高工程质量、进度和经济效益,同时降低环境影响。未来,应持续探索创新,推动土木工程领域不断发展。

参考文献

- [1]唐伟桓.土木工程结构的设计与施工策略在土木工程技术上的应用[J].中华建设,2023,(2).149-151.
- [2]王雄勇.土木工程结构的设计与施工策略分析[J].建筑与装饰,2023(14):41-43.
- [3]郭涵宇,刘云飞阳.土木工程结构的设计与施工策略分析[J].工程管理与技术探讨,2025,7(8).DOI:10.37155/2717-5189-0708-13.
- [4]费铁成.土木工程结构的设计与施工策略探讨[J].砖瓦世界.2020,(4).DOI:10.3969/j.issn.1002-9885.2020.04.027.