

砌体结构框架托换拆墙结构设计

武冠楠

(南京丰源建筑设计有限公司, 江苏 南京 210000)

【摘要】砌体结构框架托换拆墙结构设计是一种应对建筑物功能变化、提高空间利用率和实现结构优化的工程技术。在现代建筑设计中,对于需要进行砌体承重墙拆除或改造的情况,采用此设计方法可获得显著的经济效益与环保优势。通过精细化的结构分析,搭配恰当的钢结构支撑体系,托换拆墙结构设计可以实现建筑物结构性能的维护与提升。本文主要探讨砌体结构框架托换拆墙结构设计的基本原理、实施步骤和注意事项,旨在提高建筑结构设计水平。

【关键词】砌体结构; 框架托换拆墙; 结构设计; 抗震设计

一、砌体结构框架托换原理

砌体结构框架托换,作为一种典型的结构优化技术,主要应用于对现有建筑进行结构调整以满足空间功能需求变化或安全性能的提升。在理论上,砌体承重墙托换拆除后的荷载将通过新建钢结构框架来传递,从而在保证建筑结构安全稳定的前提下实现空间调整。托换原理的核心在于将原有砌体承重墙上的荷载通过预先设计的钢结构柱、梁来传递,以确保拆除承重墙后整体结构安全。实施过程中,首先需对原结构进行荷载分析和截面计算,评估原有砌体承重墙是否适用于托换设计。在筛选合适的项目后,钢结构柱梁的选型和截面尺寸依据设计标准和荷载要求而定。钢结构框架在实施托换时应完全融合至原有结构内。对于砌体结构,可能需要配合局部改造或加固(如加箍、加压等)以确保钢结构柱梁顺利嵌入。钢结构搭建过程中,关键节点和支撑体系的连接方式需要严格按照设计标准和施工规范来执行,以便充分发挥其力学性能。完成钢结构框架安装后,应对其进行整体稳定性、刚度与强度的检测。确保各节点剪力、弯矩均未超过允许值,钢结构安装的质量也需符合设计要求。只有经过严密的检测和调整,才能保证实施砌体结构框架托换时整体结构的安全稳定,从而满足工程需求。

二、砌体结构框架托换拆墙结构设计原则

(一) 结构安全性

砌体结构框架托换拆墙结构设计的首要原则是确保结构安全性。设计与施工过程中应严格遵循相关法规、标准以及技术规范,切实保证现有结构在承受荷载以及环境影响的过程中仍能保持稳定。为达到这一目标,需要关注以下几个核心方面。首先,

替代砌体承重墙承担部分荷载的钢结构框架设计应用适当材料和截面尺寸,满足强度和刚度要求,以确保拆墙后结构不出现倾斜、弯曲或充分发挥钢结构力学性能的问题。其次,钢结构框架与原有结构的结合处需要进行深入的荷载传递分析和节点设计,确保荷载能够平稳、有效地传输,避免局部破坏。最后,施工过程中的支撑、固定和防护措施都应符合安全标准,避免意外事故的发生。此外,施工后需要对新建框架进行详细的检测和验收,确保其稳定性、刚度和强度满足设计要求,为保障建筑的安全性打下基础。

(二) 功能合理性

在砌体结构框架托换拆墙结构设计中,功能合理性原则同样具有重要价值。设计前需对项目进行全面的分析和评估,明确项目的实际需求、具体功能、预期效果等。此外,需要在设计方案的制定阶段就充分考虑结构的空间布局和功能组合,尽可能将各种功能和空间的需求进行融合,兼顾结构安全性与建筑性能。例如,通过砌体结构框架托换拆墙方式实现开放式空间设计,可以在提高空间利用率的同时满足业主对于室内空间改造的需求。从空间流线到设施配置,各个方面都应满足使用功能,提升居住者或使用者的生活品质和舒适度。同时,在功能布局设计中也要注意公共安全设施的合理设置,为不同年龄层、有特殊需求的使用者提供普及性、便捷性保障。

(三) 经济性与环保性

在砌体结构框架托换拆墙结构设计过程中,经济性与环保性也是同等重要的原则。经济性涉及工程投资、施工成本、后期运营等多个层面。设计过程中需充分评估工程造价,为客户提供经济适用的方案。此外,合理选择优质的建筑材料及节能环保的设备

和系统，有利于提高建筑物的生命周期成本效益。环保性方面，应优先考虑采用绿色建筑材料和能源，减少施工过程中产生的环境污染。还应考虑废弃物的回收利用，如拆除墙体产生的废弃物可用于再生砖、粉刷砂浆等建筑材料制造。同时，设计时应充分利用土地资源、水资源等，降低对环境的压力。在实现砌体结构框架托换拆墙结构设计过程中的功能性和安全性的同时，以经济性与环保性为导向，实现建筑项目的可持续性。

三、砌体结构框架托换拆墙结构设计要点

（一）荷载分析

对砌体结构框架托换拆墙结构进行设计时，荷载分析是十分关键的一环，分析需涵盖原有砌体承重墙以及预设钢结构框架所承受的荷载特点。对于原有砌体承重墙，需要进行全方位的荷载计算与评估，包括活荷载、死荷载、风荷载以及地震作用等。根据不同的的重要性系数，荷载可按 1.4 倍或高达 1.6 倍的设计值进行分析。与此同时，也要针对新钢结构框架所需承担的荷载特性进行预测和计算。以一个 30 平方米的砌体墙体为例，设计师在进行荷载分析后，需要依据计算结果规划钢结构框架的尺寸、规格与连接节点设计，从而保证拆墙后的荷载能够有效传递。为确保砌体结构框架托换拆墙结构的安全性能，设计师需要对荷载传递路径、分布范围以及局部应力集中进行细致分析。例如，当一个建筑物的最大活荷载为 5 kN/m²，死荷载为 10 kN/m²，地震作用为 0.3g 时，设计师需要根据这些数据合理安排钢结构框架的参数，保证其在拆墙后可以有效承担这些荷载。此外，在设计过程中，还需要考虑不同荷载作用下的构件变形和承载能力。如弯矩、剪力和轴力等。针对各种应力、变形和荷载组合情况，分析方案中采取的措施及增强设计策略，尤为关键，例如，为满足承重墙拆除后荷载传递，当荷载作用在一个跨度为 12 米的钢结构框架上时，设计师需要进行结构计算，分析节点连接以及优化设计，才能确保整个结构在荷载作用下的安全稳定。深入的荷载分析和充分考虑不同因素影响，设计师能够更好地对钢结构框架的参数进行调整和优化，以满足整个砌体结构框架托换拆墙结构的安全需求，在此基础上，才能保证建筑物在经历拆墙后依然具备良好的稳定性和持久耐久性。

（二）结构选型

钢结构框架选型要充分考虑砌体建筑物的拆墙需求和特点，钢构件在材料类型、尺寸、连接节点和施工工艺等层面存在多种差异。常见选型中包含

Q235、Q345 等钢材所制成的 H 型钢、矩形钢管框架和相互结合的组合结构。以 Q235 钢材为例，其弹性模量约为 2.1×10^5 MPa，而 Q345 钢材的弹性模量为 2.2×10^5 MPa，需要根据这些性能参数进行详细的结构分析，以确定适宜的钢结构类型。选型过程中，设计师应注意钢结构的强度、刚度、抗震性能及耐火能力，以确保在满足空间调整需要的同时，仍然能保持较长期的结构稳定与安全。例如，在一个跨度为 24 米、结构高度 20 米的建筑物中，设计师需要根据荷载特性、局部地理条件以及行业规范来评估钢结构框架的最佳选型。钢结构节点设计、连接方式也是选型时需要关注的方面。精确的节点设计可以确保荷载有效传递，避免局部应力过大而引发潜在安全隐患。考虑到施工方便性和经济性，焊接、螺栓连接及铆钉连接等方式有望取得良好的实际效果。另外，在选型过程中，环保因素同样不容忽视。设计师应充分探讨钢结构材料的循环利用、绿色生产等方面的环保特点，以降低整个工程的碳排放水平。恰当的砌体结构框架托换拆墙钢结构选型有助于确保建筑物在空间调整后的整体性能以及安全稳定。设计师需要从多个层面入手，同时还需兼顾施工周期、成本和环保要求等多重因素，为实现全面、高效的托换拆墙工程提供关键保障。

（三）节点设计

优化的节点设计可以促进有效的力学响应传递、减少局部应力集中现象，并提高整个结构系统稳定性与安全性。针对原有结构特点以及新钢结构框架的荷载性能，连接节点应经过深入的筛选与设计。例如，在办公楼改建工程中，钢结构梁与柱的节点设计有利于实现墙体平稳拆卸。对于荷载设计值为 180 kN/m 的建筑物，设计师需要评估荷载状况并据此决定合适的节点设计。钢结构框架的连接节点主要包括焊接、高强度螺栓连接、铆钉连接等类型，具体选用哪种连接方式取决于项目实际需求和结构特点。焊接连接具有较高刚性、强度和整体性，适用于力学性能要求较高以及梁柱节点较为复杂的情况，但需特别注意焊接质量。高强度螺栓连接则具有可拆卸性、便于调整与维修，且接头刚度可通过螺栓预紧力调整，如 M20 高强度螺栓荷载承受能力约为 100kN，适用于各种工程应用。铆钉连接具有连接质量稳定，抗疲劳性能好等优点，不过施工过程较为繁琐，应用范围相对有限。根据连接节点所承受的荷载性质（如轴心力、剪力及弯矩等）以及结构应力分布，还需要详细分析节点的力学性能需求和设计目标，确保各项性能指标

得到满足。在高层建筑钢制梁柱节点设计时，例如柱断面尺寸为 $350\times 350\text{mm}^2$ ，具体荷载情况下，设计师需兼顾结构各项性能指标以满足实际需求。同时，在满足力学性能的前提下，优化节点设计以追求经济效益最大化，同时兼顾施工工艺、工期和质量等关键因素。整个节点设计过程中，带有专业性数据的分析和运用是不可或缺的。这有助于设计师对于各类荷载、荷载组合、结构刚度和强度要求进行更加严谨的计算分析，从而保障砌体结构框架托换拆墙工程的可靠性和安全性。通过专业性数据分析，可为工程提供包括临时支撑选型、施工工艺选择以及结构可靠性评估等方面的有利解决方案和建议。

（四）整体稳定性分析

为确保结构的安全可靠，关键在于让新增的钢结构框架和原有建筑结构达到高度融合，共同构建一个稳定的结构系统。在此过程中，应针对建筑在施工及使用阶段面临的外部荷载、应力分布、振动响应等多方面因素，进行全面的性能评估。设计师需运用结构力学和动力学知识，借助有限元分析软件及其他可行计算工具，对整个结构系统展开模拟及分析。随后，应在评估结构变形、刚度、强度等方面的基础上，保障新的钢结构框架在拆墙完成后，能够有效承受原砌体承重墙所面临的荷载，进而全方位确保建筑物的安全性能。拿一栋四层建筑举例，其中砌体承重墙荷载水平为 700 kN/m ，框架柱拉压力为 2000 kN 。首先，要通过计算梁柱的刚度及其抵抗挠曲的能力。例如，采用Q345钢制作的梁在弹性模量为 $2.2\times 10^5\text{ MPa}$ 的情况下，需对其达到 $1/500$ 的挠度限值进行计算。进一步，针对风荷载和地震荷载的影响，可以参照当地标准进行计算，以提供关键的数据支持。确定抗风基本风压和基本地震加速度之后，可以综合考虑建筑物的高度、楼层数、结构类型以及底部剪力等因素来进行整体稳定性分析。例如，针对一个四层住宅楼，具有20米高度、每层5米楼板跨度，可以计算出框架结构的侧向刚度为 $750\text{ kNm}^2/\text{rad}$ 。

（五）抗震性分析与加固设计

在砌体结构框架托换拆墙结构设计中，对抗震性能的评估和加固措施制定显得尤为重要。为防止地震等自然灾害对建筑物安全造成影响，设计师有必要针对托换拆墙后结构体系的抗震性进行全方位分析。首要工作是就地区地震活动性和地震采区将进行细致研究，按照行业规范选用动力加载方式，对原砌体结构与预建钢结构框架的抗震性能进行计算评估。

期间，需对各类地震概率振动所引发的参数以及由此产生的地震波动效应加以分析。在确保原结构安全与稳定的基础上，根据抗震性评估所得数据，采取针对性加固措施，提高拆墙后结构体系抗震性。例如，某一建筑物使用GB50011-2010抗震设计规范时，需关注地震烈度划分、基岩类别以及地质状况等多个因素，以确保合理加固设计。具体加固措施应针对原有建筑中的砌体、基础及钢筋混凝土构件等部分实施适当加固，以降低地震可能带来的风险。一般来说，建筑物的抗震性能可以通过将原有砌体墙体与新钢框架进行混合加固，使建筑物具备峰值加速度达到 $0.2g$ 至 $0.4g$ 的抗震能力。此外，对已完成拆墙后建筑进行定期抗震性能检测，可确保其性能始终满足设计安全标准。如通过振动台试验，对结构的振动反应特性和破坏模式进行实际检测，以监测抗震性能是否符合预期要求。密切关注结构的抗震性能，设计师可确保砌体结构框架托换拆墙后建筑既满足结构设计规范，同时具备较高的抗震能力。

结束语：

综上所述，砌体结构框架托换拆墙结构设计旨在满足现有建筑物的功能改造需求，同时保障其结构安全和稳定。通过深入研究设计原则、荷载分析、结构选型、节点设计、施工方法以及整体稳定性和抗震性分析，设计师可以确保钢结构框架与原有砌体承重墙良好融合，形成稳定的结构体系。此外，环保性和经济性也应纳入考虑，力求在实现空间优化的同时，为业主提供高性能、高品质的建筑解决方案。在砌体结构框架托换拆墙设计实践中，需始终关注技术创新与可持续发展，以推动现代建筑设计领域不断迈向新的高峰。

参考文献：

- [1] 张佳利. 砌体结构框架托换拆墙结构设计[J]. 建筑结构, 2022, 52(S1):2067-2070.
- [2] 李鑫, 刘志强, 顾怀琛. 某超限底部框架-抗震墙砌体结构截桩增设基础隔震层加固设计实践[J]. 四川建筑科学研究, 2021, 47(05):52-60.
- [3] 马晓飞. 混凝土框架-配筋砌块砌体混合结构体系直接基于位移的抗震设计方法研究[J]. 建筑结构, 2020, 50(S1):478-484.

作者简介：武冠楠（1989-），男，汉族，安徽宿州人，本科，一级注册结构工程师，主要从事结构设计、校审工作。