

基于功能需求的脱硫综合楼厂房土建结构设计

张宇生

浙江浙能科技环保集团股份有限公司 浙江 杭州 311121

摘要：随着环境保护意识的日益增强，脱硫技术在电厂、钢铁厂等领域的应用越来越广泛。脱硫综合楼作为脱硫系统的重要组成部分，其中土建结构设计是确保脱硫效率及安全运营至关重要的环节。本文基于功能需求，对脱硫综合楼厂房的土建结构设计进行深入探讨，旨在为相关工程提供理论支持和实践指导。

关键词：脱硫综合楼；土建结构设计；功能需求；安全运营

引言

在电力、钢铁厂等行业中，脱硫技术是减少二氧化碳排放、保护环境的重要手段。脱硫综合楼作为集中控制、监测和维护脱硫系统的核心区域，其结构设计不仅要满足基本的建筑规范，还需根据脱硫工艺的特殊要求进行精细化设计。本文以浙能乐清电厂三期工程、平湖独山港环保热电联产项目、浙能镇海电厂脱硫综合楼为例，从功能需求出发，详细分析脱硫综合楼厂房的土建结构设计要点。

1 脱硫综合楼功能需求分析

脱硫综合楼不仅仅是设备的安置地，更是整个脱硫系统的监控、操作和维护中心。因此，其功能需求具有多样性和复杂性。首先，它必须为脱硫设备提供一个稳定、安全的工作环境，确保设备的高效运行。其次，综合楼的设计还需考虑工作人员的安全与健康，包括良好的通风、照明以及紧急情况下的安全疏散^[1]。此外，为了方便设备的安装、调试、维护和检修，综合楼的结构设计应具有一定的灵活性和可扩展性，并配备卫生间、洗手池等满足检修和维修人员的基本生活需要。最后，随着脱硫技术的不断进步，综合楼的设计还需预留足够的空间以适应未来可能的工艺改动和设备更新。

2 土建结构设计原则

在满足功能需求的前提下，脱硫综合楼的土建结构设计应遵循以下原则：一是结构安全性，确保在各种极端情况下，综合楼都能保持稳定，防止结构破坏；二是功能实用性，设计应满足脱硫工艺的实际需求，方便工作人员操作和维护；三是空间灵活性，以适应未来可能的工艺变化和设备更新；四是经济合理性，即在满足上述要求的同时，尽可能降低建设成本。

3 结构选型与布局设计

3.1 结构选型

3.1.1 常见的结构类型

一是钢筋混凝土框架结构：这种结构类型具有较好的抗震性能和承载能力。钢筋混凝土框架结构的优点在于其强度高、整体性好，能够满足脱硫综合楼对于稳定性和安全性的要求。二是钢结构：钢结构具有重量轻、强度高、施工速度快等优点。对于需要大跨度或高层空间的脱硫综合楼，钢结构是一个不错的选择。然而，钢结构也存在防火、防腐等方面的问题需要特别注意。脱硫综合楼的石膏库一般选择钢筋混凝土柱支撑，屋面一般采用钢梁混凝土组合楼板，满足大跨度要求。

3.1.2 选型依据

地基的承载能力和稳定性是选择结构类型的重要考虑因素。例如，在地质条件较差的地区，可能需要选择更加稳定的钢筋混凝土框架结构。风载、雪载等气候条件也会对结构选型产生影响。在风力较大的地区，需要选择抗风性能更好的结构类型。脱硫综合楼内的工艺流程和设备布置会对结构选型产生影响。例如，需要大跨度空间来容纳大型设备时，钢结构可能更为合适。

3.1.3 选型建议

对于一般地质条件和气候条件下的脱硫综合楼，钢筋混凝土框架结构是一个稳妥且经济的选择。它能够提供良好的稳定性和承载能力，满足脱硫工艺的需求。在特殊地质条件或气候条件下，或者需要大跨度空间时，可以考虑采用钢结构或其他新型结构类型。但需要注意防火、防腐等安全问题，并确保施工质量和精度。

3.2 布局设计

3.2.1 设备布置

设备布置在脱硫综合楼的布局设计中占据核心地位，对脱硫系统的运行效率和维护便利性具有直接影响。在进行设备布置设计时，需要遵循高效性、协调性和可维护性原则，确保工艺流程的顺畅，设备间的协调配合，以及便于系统的检修和维护。针对核心设备如脱硫塔、除尘器和风机，需要精心选择布置位置。脱硫塔

应放置在便于操作和检修的区域，同时要考虑与其他设备的连接。除尘器的位置要根据其类型和种类合理选择，以确保高效运行。风机的位置则要根据脱硫塔的布置方式（横向、纵向或风机顶置）来确定，以实现最佳的气流组织和能效。此外，辅助设备的布置也同样重要。泵站与管道应靠近脱硫塔布置，以减少管道长度和弯头数量，进而降低流体阻力。控制系统应放置在便于观察和操作的位置，以便及时监控和调整脱硫系统的运行状态。同时，还需要预留足够的检修空间，并设置便捷的检修通道和操作平台^[2]。在设备布置过程中，还需要充分利用综合楼内的空间，避免浪费，并确保设备之间有足够间距，便于通风和散热。同时，要考虑未来可能的设备更新或扩容需求，因此应预留一定的空间。最后，设备布置还需符合安全规范，防止因设备故障或操作不当引发的安全事故。同时，也要考虑环保因素，如噪音控制和粉尘排放等，以确保脱硫综合楼的环境友好性。

3.2.2 交通流线

交通流线是脱硫综合楼设计中不可忽视的一部分，它关系到人员安全、工作效率以及整体布局的合理性。设计交通流线时，首先要考虑的是人员的流动路径。这包括工作人员的日常巡检、维修操作路径，以及紧急情况下的疏散路径。这些路径应清晰、直接，并符合安全规范。除了人员流动，物料运输也是交通流线设计中的重要考虑因素。脱硫综合楼内可能涉及到石灰石、石膏等物料的运输，因此需要规划合理的运输路线，确保物料能够及时、高效地送达指定位置。安全也是重要考虑的因素。必须确保每个区域都有明确的安全通道和出口，以便在紧急情况下人员能够迅速疏散。安全通道的宽度、标识以及照明等都需要符合相关安全标准。为了提高交通流线的效率，需要对空间布局进行优化。例如，可以设置中央通道或环形通道，以便人员和物料能够快速移动。同时，交通节点（如楼梯、电梯、门口等）的位置和数量也需要合理规划，以减少拥堵和提高通行效率。主要通道的宽度应确保人员和物料的顺畅通行。每个区域应至少设置两个安全出口，且出口之间的距离应符合消防安全规范。通道和安全出口应设置充足的照明和清晰的标识，以便在紧急情况下人员能够迅速找到出口。

3.2.3 辅助设施

在脱硫综合楼的设计中，辅助设施虽然不像核心设备那样直接参与脱硫过程，但它们在确保整个系统稳定运行、提高工作效率和员工舒适度方面起着至关重要的作用。控制室是脱硫综合楼的大脑，负责监控整个脱硫

系统的运行状态。因此，控制室应设计在便于观察设备运行的位置，且要保证良好的隔音和通风条件，以减少噪音和粉尘对操作人员的影响。同时，控制室内应配备先进的监控系统，以便操作人员能够实时掌握设备的运行状况。休息室则是员工在工作间隙休息和恢复精力的场所。休息室应设计在相对安静的区域，提供舒适的座椅、空调和饮水机等设施，以确保员工能够在紧张的工作之余得到充分的休息。仓库用于存放脱硫过程中所需的备品备件、工具和其他耗材。为了确保物品的快速存取，仓库应设计合理的货架和标识系统。此外，仓库还应具备良好的防火、防潮和防盗措施，以确保物资的安全。维修间则是员工进行设备维修和保养的场所。维修间应配备必要的工具和设备，并设计合理的工作台和照明系统，以提高维修效率。同时，维修间还应设置废物处理设施，以便妥善处理维修过程中产生的废弃物。公共设施包括卫生间、淋浴室和更衣室等，这些设施应设计在便于员工使用的位置，并保持干净整洁。安全设备则包括消防器材、安全出口和应急照明等，这些设备应定期检查和维护，以确保在紧急情况下能够发挥应有的作用。

4 结构细节设计

4.1 基础设计

基础设计是脱硫综合楼结构设计的核心环节之一。通过合理的基础选型、地基处理、防水与排水设计以及抗震设计等措施，可以确保脱硫综合楼的稳定性和安全性。对于较小的脱硫设备或辅助设施，可以选择独立基础。这种基础形式简单、经济，适用于地质条件较好的场地。当脱硫综合楼的长宽比较大，或者地质条件稍差时，可以选择桩基、扩大基础等不同的基础类型，增强建筑的稳定性。在设计前，应进行详细的地质勘察，了解地基的土层分布、承载力等参数，为设计提供准确的依据。如果地质条件不佳，如存在软弱土层或承载力不足的情况，需要采取地基加固措施，如换填、夯实、注浆等。在基础设计中，应设置防水层以防止地下水渗入^[3]。防水层的材料选择和施工质量都至关重要。还应设计合理的排水系统，确保地下水能够及时排出，避免对基础造成不利影响。根据当地的地震情况和建筑的重要性，确定合理的抗震设防烈度。采取如增加剪力墙、设置抗震缝等结构措施，提高建筑的抗震能力。

4.2 楼板与梁柱设计

脱硫综合楼的楼板和梁柱设计是确保建筑结构安全和使用寿命的关键环节。通过合理选择材料、优化尺寸布局、采取防水防腐蚀措施以及加强梁柱连接设计等手

段,可以显著提高脱硫综合楼的结构稳定性和耐久性。鉴于脱硫综合楼内部会放置重型设备和存储大量物料,楼板的承载能力必须得到充分保证。应选择高强度混凝土或特种钢材作为楼板的主要材料,以确保其能承受长期的重载。必要时,可以在楼板下方增设钢结构支撑或钢筋混凝土梁,以提高整体承载能力。脱硫过程中可能产生的水雾和化学物质对楼板构成腐蚀威胁。楼板表面应涂抹耐腐蚀、防水的涂料或采用特殊材料制成防水层,以保护楼板不受潮湿和化学物质的侵蚀。排水系统设计合理,确保楼板上的积水能够迅速排除,减少水分对楼板的损害。楼板的尺寸应根据脱硫工艺的要求和设备布局进行合理设计。考虑到人员操作、设备维护和物料运输的需要,楼板应提供足够的空间。在满足功能需求的前提下,优化楼板布局,减少不必要的空间浪费。楼板设计中应充分考虑裂缝的预防和控制措施。通过合理设置伸缩缝、控制混凝土的水灰比和使用添加剂等方法,减少楼板在使用过程中产生裂缝的风险。梁是脱硫综合楼中的主要承重构件,必须能够承受上方楼板和设备的重量。在设计梁时,应充分考虑其截面尺寸、配筋和混凝土强度等因素,以确保梁的承载能力。对于跨度较大的梁,可以采用预应力技术或增设钢结构支撑来提高其承载能力。柱作为建筑的竖向支撑结构,其稳定性至关重要。应选择高强度、稳定性好的材料来制作柱,如特种钢材或高强度混凝土。在地震活跃地区,柱的设计还应考虑抗震性能,采取相应的抗震措施。梁柱之间的连接是结构中的关键部位,必须确保其稳固性和耐久性。应采用高强度螺栓、焊接或其他可靠的连接方式来实现梁柱的牢固连接。连接节点处应进行细节设计,防止应力集中和疲劳破坏的发生。脱硫环境中的化学物质可能对梁柱造成腐蚀。应对梁柱表面进行防腐处理,如涂抹防腐涂料或使用耐腐蚀材料包裹。定期检查和维护梁柱的防腐层,确保其长期有效。

4.3 外墙与屋面设计

外墙与屋面的设计在脱硫综合楼中占据着举足轻重

的地位。这两者不仅关乎建筑的美观,更直接影响建筑的保温、防水以及耐久性。在选择材料时,应倾向于那些耐久性好、抗腐蚀性强的材质,以确保在脱硫综合楼特殊的工作环境下能够长时间保持性能。同时,材料的保温隔热性能也要重点考虑,旨在减少能源消耗并提高室内环境的舒适度。外墙的设计中,要特别注重防水与防潮性能,采用防水涂料和高效密封材料,从而确保墙体不受潮湿环境的侵蚀。为了增强外墙的结构安全性,可以增设钢结构支撑或进行其他加固措施。在屋面设计中,防水性能是首要考虑的因素^[4]。需要选用高质量的防水材料,并设计合理的排水系统,包括天沟和落水管,以确保雨水能够迅速排除,防止积水对屋面造成损害。同时,为了提升屋面的保温与隔热性能,可以采用保温材料或铺设反射膜等方法。此外,还要注意屋面材料的耐久性和可维护性。选择耐候性强的材料能够延长屋面的使用寿命,而设置检修口和安全护栏则方便日后的维护和检修工作,确保人员行走和维修的安全。

结语

脱硫综合楼的土建结构设计是一个复杂而系统的工程,需要综合考虑功能需求、结构安全性、经济性和实用性等多个方面。本文提出的设计原则和方法可为相关工程提供有益的参考。未来,随着脱硫技术的不断进步和环保要求的提高,脱硫综合楼的设计也将面临更多的挑战和创新机遇。

参考文献

- [1] 王晓宁,张洪伟.脱硫综合楼厂房土建结构设计及优化研究[J].建筑结构,2023,53(S1):123-127.
- [2] 陈刚,刘洋.脱硫综合楼厂房的土建结构设计与施工关键技术分析[J].建筑技术,2022,53(12):1378-1383.
- [3] 赵明,周鹏.功能需求导向下的脱硫综合楼厂房土建结构设计策略[J].工业建筑,2022,52(11):211-216.
- [4] 孙晓丽,徐海涛.脱硫综合楼厂房土建结构设计中的关键问题与对策[J].建筑结构设计及施工,2022,34(7):45-49.