

化工厂供配电设计的技术要点

刘耀辉 秦 昊

惠生工程(中国)有限公司郑州分公司 河南 郑州 450000

摘要: 化工厂供配电设计直接关系到生产安全与运行效率。本文系统分析化工厂用电负荷特性,明确供配电系统设计需遵循安全、经济、适配、可靠等核心原则,并依托以行业规范与工程实践为技术依据。从系统总体设计、关键设备选型配置到安全设计等多方面展开探讨,旨在为化工厂构建科学合理、安全稳定的供配电系统,保障化工生产连续稳定运行,提升企业经济效益与本质安全水平。

关键词: 化工厂; 供配电设计; 负荷特性; 设备选型; 安全设计

引言: 化工行业是国民经济重要支柱产业,生产流程复杂且连续性强,对供配电系统稳定性要求极高。化工厂内各类设备用电负荷差异大,既包含需不间断供电的核心工艺设备,也存在大量间歇性用电设备,不同生产阶段负荷波动明显。同时,化工生产环境存在易燃易爆、腐蚀性强等高危特征,供配电系统一旦出现故障,不仅会导致生产中断,还可能引发严重安全事故。因此,开展科学、合理、合规的化工厂供配电设计,对保障化工生产安全、稳定、高效运行具有至关重要的意义。

1 化工厂供配电设计的基础构建

1.1 化工厂用电负荷特性分析

化工生产兼具连续性强、工艺复杂的双重特点,用电负荷的属性与运行状态直接决定生产系统的稳定运转。其用电负荷呈现出多等级、差异化分布特征,不同生产单元的用电需求随工艺环节推进呈现阶段性波动^[1]。生产主线的核心设备运行需维持恒定电力供给,电力中断将引发生产流程的连锁紊乱,此类负荷对供电的可靠性要求极高。辅助生产单元的用电需求相对灵活,负荷波动幅度可控,对供电连续性的要求低于主线生产设备。此外,化工生产过程中存在部分间歇性用电设备,其启停随生产指令动态调整,易形成用电负荷的短时峰值变化。这类负荷特性决定了供配电系统需具备弹性调节能力,以匹配不同环节的用电需求差异,实现电力资源在生产各环节的合理分配。

1.2 供配电系统设计的核心原则

供配电系统设计需围绕化工生产的安全与高效需求构建完整逻辑体系。安全原则贯穿设计全过程,从电源选型到线路规划,均需适配化工生产环境的特殊要求,消除电力系统运行过程中可能出现的安全隐患。经济原则要求在保障供电质量的前提下,优化电力资源配置,通过合理的系统架构与设备选型,降低全生命周期的运行与

维护成本。适配性原则强调供配电系统与化工厂生产工艺的深度契合,需结合生产流程的用电规律与负荷特点,搭建弹性可调的供电网络。可靠性原则聚焦于供电的持续稳定,通过冗余设计与分级保障机制,降低供电故障对生产的影响,确保生产环节的连续推进。这些原则相互支撑,共同构成供配电系统设计的底层逻辑框架。

1.3 供配电设计的核心技术依据

供配电设计以行业规范与工程实践的双重支撑,是设计工作开展的根本准则。行业层面出台的标准化文件明确了供配电系统的设计框架与技术指标,为系统架构搭建提供统一遵循。电力系统运行的基础理论为设计提供科学支撑,涵盖电力传输、负荷分配、设备匹配等多维度原理,保障设计方案的技术合理性。化工生产领域的专业技术要求,需融入供配电设计的各个环节,使系统设计适配化工生产的特殊场景。同时,既有技术经验为设计优化提供参考,通过对不同工况下供配电系统运行规律的总结,完善设计细节,提升方案的可行性与稳定性。各类技术依据相互融合,共同构成供配电设计的技术支撑体系,确保设计成果符合行业标准与生产实际需求。

2 化工厂供配电系统总体设计

2.1 供配电系统整体架构设计

供配电系统整体架构设计需立足化工厂生产工艺的连续性与用电负荷的差异化需求,搭建层级清晰、协同高效的电力传输与分配体系。架构设计需兼顾电力传输的经济性与安全性,合理划分高压配电、中压配电及低压配电层级,明确各层级的功能定位与衔接关系^[2]。高压层级主要承担外部电源接入与大功率负荷的电力输送,中压层级负责生产区域的电力分配与中转,低压层级聚焦终端设备的电力供给与控制。架构布局需结合厂区总平面规划,缩短电力传输距离,降低线路损耗,同时预

留架构扩展空间, 适配未来生产规模扩大或工艺升级带来的用电需求变化。设计依托电力系统规划理论与化工行业设计规范, 确保架构设计既符合电力传输规律, 又适配化工生产的特殊场景要求。

2.2 电源选择与接入方式设计

电源选择与接入方式设计是保障供配电系统稳定运行的关键环节, 需结合厂区用电负荷等级、区域电网条件及化工生产安全要求综合确定。电源选择优先选用区域公共电网的供电能力与稳定性, 满足生产核心负荷的不间断供电需求。对于负荷等级较高、生产连续性要求严格的厂区, 应配置备用电源, 形成双重电源供给模式, 避免单一电源故障导致的生产中断。接入方式设计需遵循电网接入规范, 合理确定接入电压等级、接入点位置及线路敷设方式, 确保接入过程符合电力系统安全运行要求。接入线路的设计需考虑抗干扰能力与防护性能, 适配化工厂生产环境中可能存在的腐蚀性气体、粉尘等恶劣环境, 保障电源接入的稳定性与安全性。

2.3 变配电所设计要点

变配电所作为供配电系统的核心枢纽, 设计要点围绕设备布局、安全防护、运行效率三大核心展开。选址需结合厂区总平面布局, 优先选择地势平坦、通风良好、远离易燃易爆区域的位置, 同时靠近主要用电负荷中心, 减少电力传输损耗。设备布局需遵循电力设备安装规范, 合理划分高压配电室、低压配电室、变压器室等功能区域, 确保设备操作与检修空间充足, 同时满足设备散热与绝缘要求。安全防护设计需适配化工生产的危险环境特点, 设置完善的防雷、接地、防火、防爆设施, 防范电气故障引发的安全风险。运行效率方面, 需合理选型变压器、断路器等核心设备, 优化设备运行参数, 降低设备能耗, 同时配置完善的监测与控制装置, 实现变配电所运行状态的实时监控与精准调控, 保障供电质量与运行稳定性。

3 化工厂供配电关键设备选型与配置

3.1 变压器选型与配置

变压器选型与配置需结合化工厂用电负荷的等级、波动规律及供电质量要求, 严格遵循电力设备选型规范与化工行业相关标准^[3]。选型需重点考量容量匹配性, 结合厂区实际用电负荷总量及未来扩展需求, 合理确定变压器额定容量, 避免容量过大造成能耗浪费, 或容量不足影响供电稳定性。损耗指标是选型核心考量因素, 优先选用低损耗节能型变压器, 契合工业节能与绿色生产要求, 降低长期运行成本。接线方式需适配供配电系统架构, 贴合厂区负荷的三相平衡特性, 保障电压输出的稳定性与均衡性。配置阶段优化布局, 结合变配电所整体

设计, 合理规划变压器安装位置, 确保散热良好、检修便捷, 同时配套完善的保护装置, 防范过载、短路等故障对设备及供电系统造成损害。

3.2 高低压配电设备选型与配置

高低压配电设备选型与配置需立足化工厂生产环境的特殊性, 兼顾安全性、可靠性与经济性, 严格遵循低压配电设计规范及化工电气设计相关标准。化工生产环境复杂, 对高低压配电设备的要求较高, 必须确保设备能够安全、可靠地运行。高压配电设备选型需注重绝缘性能与抗干扰能力, 适配化工厂生产中可能存在的腐蚀性介质、粉尘等环境因素, 确保设备长期稳定运行。低压配电设备需贴合终端负荷的用电需求, 合理选型断路器、接触器等核心部件, 保障开关动作的可靠性与精准性, 实现对终端负荷的有效控制与保护。核心部件的性能直接影响低压配电设备的运行效果, 必须严格选型。配置过程中需优化设备布局, 明确高低压配电设备的分区摆放, 保障操作空间与检修通道畅通, 同时注重设备间的协同配合, 确保电力分配的合理性与高效性。设备选型需兼顾通用性与适配性, 便于后期维护、检修及部件更换, 降低运维成本。

3.3 配电线路选型与敷设计

配电线路选型与敷设计直接影响供配电系统的传输效率与运行安全, 需结合厂区环境条件、负荷分布及电力传输要求, 遵循线路设计与敷设相关规范。线路选型需重点考量导体材质与截面尺寸, 结合传输距离、负荷电流大小, 合理选择铜芯或铝芯导体, 确定适配的截面尺寸, 降低线路损耗, 保障传输容量。绝缘层材质需适配化工厂生产环境, 优先选用耐腐蚀、耐老化、阻燃性能优良的材质, 避免环境因素对线路造成的损坏。敷设计需结合厂区总平面布局与生产区域划分, 合理选择架空敷设或电缆敷设方式, 架空敷设需避开易燃易爆区域与生产设备, 电缆敷设需做好防护措施, 避免机械损伤与腐蚀。敷设过程中需优化线路路径, 缩短传输距离, 同时做好线路的固定、接地与防雷处理, 保障线路运行的安全性与稳定性。

4 化工厂供配电系统安全设计

4.1 短路保护与过载保护设计

短路保护与过载保护设计是化工厂供配电系统安全运行的核心保障, 需严格遵循低压配电设计规范及化工电气安全设计标准, 结合厂区用电负荷特性与设备运行规律开展^[4]。短路保护设计需精准匹配线路与设备参数, 合理选型熔断器、断路器等保护装置, 确保短路故障发生时能快速切断故障线路, 防止故障扩大蔓延, 避免电

气设备损坏及火灾等安全风险。保护装置的动作参数需经过科学核算,兼顾保护灵敏度与选择性,避免误动作影响正常生产供电。过载保护设计需贴合设备运行负荷阈值,通过合理设置保护装置的动作时限,实现对电气设备的有效防护,防止设备因长期过载运行导致绝缘老化、温升过高,进而引发设备损坏或安全事故。保护系统需与供配电系统架构深度适配,形成全方位、多层次的保护体系,保障电力系统及设备的安全稳定运行。

4.2 防雷与接地系统设计

防雷与接地系统设计需适配化工厂生产环境的特殊性,遵循建筑物防雷设计规范及化工企业防雷接地技术标准,构建完善的防雷接地防护体系。防雷设计需覆盖供配电系统的各个环节,包括外部防雷与内部防雷,外部需设置避雷针、避雷带等防雷装置,拦截雷电直击,内部需配置浪涌保护器,抑制雷电感应过电压,避免雷电能量侵入供电系统损坏设备。接地系统设计需注重接地电阻的控制,通过合理布置接地极、优化接地网络,确保接地电阻符合行业标准要求,实现电气设备外壳、线路金属外皮等的可靠接地,将漏电流快速导入大地,防范人员触电风险。接地系统需与防雷系统协同工作,形成相互支撑的防护格局,同时考虑化工生产环境中腐蚀性介质的影响,选用耐腐蚀的接地材料,提升接地系统的使用寿命与稳定性。

4.3 防爆电气设计要点

防爆电气设计要点围绕化工厂易燃易爆的生产环境特点展开,严格遵循爆炸危险环境电力装置设计规范,确保电气设备与系统在危险环境中安全运行。设计需首先划分生产区域的爆炸危险等级,根据危险介质的种类、浓度及环境温度等参数,合理选型防爆电气设备,确保设备的防爆等级与危险区域等级相适配。防爆电气设备的

密封性能、绝缘性能需经过严格考量,避免设备内部产生电火花、电弧,防止引燃周围易燃易爆介质^[5]。设备安装与接线需符合防爆要求,避免接线松动、接触不良等情况引发电气故障,同时做好设备的防护处理,防止腐蚀性介质、粉尘等对设备造成损坏。此外,需优化防爆电气系统的整体布局,避开危险介质易积聚的区域,配套完善的监测装置,实时监控设备运行状态,及时发现并排查安全隐患,保障供配电系统在爆炸危险环境中的安全可靠。

结束语

化工厂供配电设计是一项复杂且关键的系统工程,涉及多个环节与众多技术要点。从用电负荷特性分析到系统架构搭建,从关键设备选型配置到安全防护设计,每一步都紧密关联化工生产的稳定与安全。设计人员需充分考虑化工生产的特殊性与复杂性,严格遵循相关规范标准,综合运用专业知识与工程实践经验,确保供配电系统满足化工生产需求。通过科学合理的设计,为化工厂打造安全可靠、经济高效、绿色节能的电力供应体系,助力化工行业持续健康高质量发展。

参考文献

- [1]王宝英.工厂供配电系统优化分析[J].电气技术与经济,2023(05):231-233+238.
- [2]彭霞丹.基于节能需求的工厂供配电系统设计[J].电气开关,2023,61(03):45-51.
- [3]王昝翔,李永恒,王智,等.工厂供配电系统运行和维护的安全技术要求分析[J].中国设备工程,2023(04):59-61.
- [4]林瀚.工厂供配电系统节能设计方法研究[J].光源与照明,2023(04):222-224.
- [5]王雯.化工厂供配电设计的技术要点[J].中国设备工程,2022(24):202-204.