

建筑电气工程供配电系统设计

文 / 龙潭林 粤水电轨道交通建设有限公司

摘要：建筑电气工程中供配电系统是核心电力保障，其设计质量直接影响建筑的安全性、可靠性及运行的经济性。本文围绕建筑电气工程供配电系统设计展开讨论，从建筑电气工程供配电系统设计的原则入手，分析建筑电气工程供配电系统设计要点，给出了详细的设计优化要点，以期对相关人士提供参考。

关键词：建筑；电气；设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.108

引言

建筑电气工程是建筑工程体系的重要组成部分，其中供配电系统承担着建筑物内电能输配、转换及安全防护的关键任务。随着建筑功能的综合化以及智能建筑理念的发展，供配电系统的规模与复杂性逐渐增加，探索建筑电气工程供配电系统设计要点，对于提升电气工程稳定性，具有重要意义。

一、建筑电气工程供配电系统设计的原则

（一）安全性与可靠性原则

安全性与可靠性是建筑电气工程供配电系统设计的首要原则，是系统稳定运行和人身安全的基础。安全性主要体现在防止触电、电气火灾及设备损坏。设计应严格执行相关标准，建立完善的接地与等电位系统，如常采用 TN-S 或 TN-C-S 方式，接地电阻宜不大于 1Ω 。可靠性要求系统在各种运行工况下都能保障重要负荷不间断供电，如根据负荷等级分级供电，一级负荷采用双电源或双回路供电，并配置应急电源；二级负荷宜采用双回路供电。

（二）节能性原则

节能性是现代建筑电气设计的重要目标，旨在降低能耗、提高设备效率和减少输配损耗。设计阶段应合理确定供电电压和变压器容量，使其运行在经济负载率范围内，并根据季节负荷变化采用多台变压器分担运行。设备选型应优先采用高效节能型设备，通过配置无功补偿装置，将功率因数提升至 0.95 以上，减少线路损耗。为降低谐波造成的附加损失，可配置有源或无源滤波器。

（三）灵活性与扩展性原则

灵活性与扩展性原则旨在保证系统能适应建筑在使用周期内的功能变化、负荷增长及技术升级。设计时应具有前瞻性，在变压器容量、干线及桥架等方面预留裕量，并为配电室及管线提供充足的扩展空间。例如，分期建设项目，应在总体规划阶段明确主干供电路径和预留接口，便于后期扩展；在系统结构上，应体现模块化与标准化。模块化设计可实现各分区独立运行与维护^[1]。

二、建筑电气工程供配电系统设计要点

（一）电力负荷计算与分级

电力负荷计算是建筑电气工程供配电系统设计的首要设计环节。首先，设计阶段应依据建筑的功能定位和用电性质选择合适的负荷计算方法，如需要系数法适用于住宅、办公及公共建筑的详细设计；利用系数法适合大型综合体、商业中心或工业建筑的整体负荷估算；单位指标法可用于方案阶段或初步设计阶段的概算分析。其次，设计师应结合建筑内各类用电设备的运行特征和使用规律，确定合理的需求系数、功率因数和同时系数，并在结果中预留适度容量裕量，为后续系统扩展及运行调整提供空间。负荷计算应分区、分系统进行，确保结果能够与建筑平面布局和功能区域对应，从而为配电系统分级设计、高低压配电所容量配置及供电回路布置提供直接依据。最后，在施工图与系统图设计阶段，应将计算结果落实到具体的设计参数中，明确各级负荷的等级、供电范围及回路分配关系，并在图纸及设计说明中标注主要负荷点、分配原则及电源连通逻辑^[2]。

（二）供电电源选择与配置

供电电源方案设计是建筑电气供配电系统的核心环节，其设计决策直接影响系统的安全性、可靠性与运行连续性。首先，在方案确定阶段，设计师应依据负荷计算结果与建筑功能定位，综合考虑用电规模、供电半径及电能质量要求，选择合理的供电电压等级与接入方式。其次，在系统结构设计中，应明确电源进线数量、接入路径及切换方式。设计应确保主、备电源具备电气与物理独立性，并通过合理布置实现快速切换。例如，一级与二级负荷建筑应采用双电源、双回路或环网结构，并配置自动切换装置，以满足连续供电要求。在备用与应急电源设计中，应根据负荷性质与运行时限确定配置方案，关键设备如医疗、通信、信息中心等应设置 UPS 系统（如图 1 所示），确保切换过程不中断。最后，在系统图与施工图设计阶段，应将方案落实到具体的回路配置与控制逻辑中。图纸应明确主、备电源的接入点、切换顺序及联锁方式，标注主要设备容量与控制参数，确保方案逻辑清晰、运行安全、运维便捷。



图1 UPS系统

(三) 变配电所设计

变配电所承担电能变换、分配和保护等核心功能，其设计应兼顾可靠性、经济性和维护性。首先，在选址与布置设计中，应根据负荷中心和供电路径综合分析，优先将变配电所布置在接近负荷中心、运输与吊装条件便利的位置，以缩短供电半径、减少线路损耗。通过建筑平面与剖面协调，合理划分高压室、变压器室、低压室及电缆间等功能区，并设置独立通道以满足设备运输、检修及应急疏散要求。设置在地下或封闭空间的变配电所，应配置机械通风、防潮、排水系统，并将进出线口设置在防洪标高以上，确保运行安全。其次，在变压器（如图2所示）配置设计中，应依据负荷计算结果确定容量、数量及运行方式，使设备运行在经济负载率范围内。供电连续性要求高的建筑，可采用双变压器并联运行，按N-1原则配置容量，确保任意一台停运时系统仍具供电能力。根据安装位置与防火要求选择变压器类型：干式变压器适用于建筑内部，具有防火、低噪声的特点；油浸式变压器宜用于独立式变电所，设计中应设置防油池、隔离墙及自动灭火装置。散热与噪声控制可通过合理通风、隔声结构与减震基础实现，确保设备安全稳定运行。最后，在控制与保护设计方面，应将一次系统、二次回路及自动化装置统一规划。设计应明确回路联锁与保护逻辑，确保故障能迅速定位与隔离。对于综合性或负荷密集型建筑，宜配置综合自动化监控系统，如微机保护、远程监控、数据采集模块等，实现运行状态的实时监测与可视化管理。

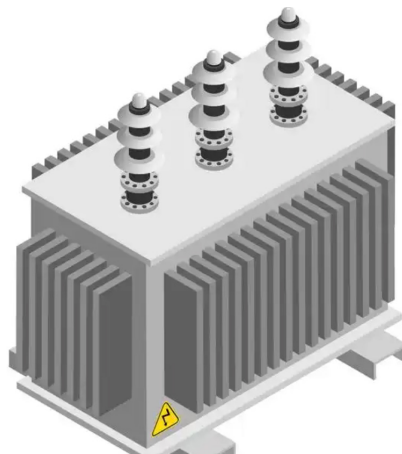


图2 变压器

(四) 配电线路设计

配电线路设计是建筑电气系统的关键组成部分，其合理性直接关系到供电安全与能效。首先，根据建筑规模和用电分布确定配电层级与供电模式，如一般建筑可采用总配电室、分配电箱、末端箱的三级体系；高层或大型综合体应按功能分区设置楼层或区域配电室，以缩短线路路径、降低电压损耗并便于分区管理。综合分析重要负荷与普通负荷的特性，针对空调机房、水泵、电梯等大功率设备应采用独立放射式回路，而照明与插座线路宜采用树干式或混合式供电，在经济性与可靠性之间实现平衡。其次，在导线与电缆设计中，应以电流计算为依据，综合考虑载流量、允许电压降、热稳定性及机械强度，合理选择电缆型号与截面。常用型号包括交联聚乙烯绝缘电缆、阻燃型电缆和耐火型电缆。设计计算中应严格校核线路电压降，如干线 $\leq 5\%$ ，支线 $\leq 3\%$ ，并通过合理的线缆路径与配电分级降低损耗。最后，在线路敷设（如图3所示）方式设计中，应依据建筑结构形式、使用功能及环境条件选择敷设路径和工艺，如室内干线宜采用金属电缆桥架或母线槽系统，以增强载流能力和维护便利性；竖井内部电缆穿越楼层处应设置防火隔断和封堵，防止火灾蔓延；室外线路可采用直埋电缆或电缆沟敷设，并在设计中考虑防潮、防腐及机械保护措施。大型建筑群或园区，宜设置电缆隧道或综合管廊系统，以提升检修可达性与系统运行安全水平。



图3 线路敷设

（五）配电设备选型

配电设备选型直接影响系统运行安全性、稳定性与智能化水平，应在总体方案确定后进行综合设计。首先，在高压配电系统设计阶段，应根据电源数量、供电结构与运行方式确定主接线方案。设计可采用 KYN28 型铠装移开式金属封闭开关柜或 HXGN 环网柜，并依据供电需求选择单母线、单母线分段或双母线结构，以满足系统可靠性及灵活性要求。所有高压开关设备的额定参数应满足短路电流、分断能力及热稳定性校核结果，并在设计中配置微机保护装置、自动重合闸及备用电源切换功能，实现电网运行的智能化监测与控制。设计图纸应明确五防联锁实现方式，防止误操作，保障运行安全。其次，在低压配电系统设计中，应根据配电层级与回路分布确定设备形式与安装方案。主配电室宜采用 GCS、MNS 或 GGD 系列柜体，分配电室及末端回路可采用标准化模块化设备，以提高安装与维护效率。设计中应根据不同回路功能配置相应断路器，主回路选用智能型框架断路器，分回路采用塑壳断路器或小型断路器，并对特定负荷配置漏电保护器。最后，在电能质量与能效控制设计中，应在配电系统设计阶段同步纳入无功补偿及谐波治理措施。设计应基于负荷分布特性确定集中、分层或就地补偿方式，使功率因数保持在 0.9 以上；对于含大量非线性负荷区域，宜配置有源电力滤波器或静止无功发生器，并在系统图中标明接入位置、容量及控制策略，以保证电能质量达到运行标准^[3]。

三、建筑电气工程供配电系统设计的优化

（一）智能化

建筑电气供配电系统的设计正由传统的静态配置转向智能感知与协同控制的方向。智能化趋势的核心在于设计不再仅是功能布置与容量匹配，而是通过数据驱动的设计逻辑实现系统的自监测、自诊断与自优化。在设计理念上，智能化促使设计师从单纯强调安全和可靠转向可感知、可调节、可延展。系统方案阶段应根据建筑的功能需求确定智能供配电的总体架构，明确监测层、控制层和管理层的设计边界与通信路径。在设备选型与布置设计中，应重点考虑智能断路器、智能电能表、环境与温度传感器等终端单元的设计配置，使其与监控系统形成完整的信息链。设计文件中应包含传感终端的布置方式、数据采集接口及联动逻辑，从而形成设计即数据基础的理念^[4]。

（二）绿色与可持续设计

绿色与低碳理念正成为建筑电气供配电系统设计的重要导向。设计的重心从单一安全运行转为节能、高效与环保并重，推动供配电系统在源、网、荷、储多个环节实现能效优化。在方案设计阶段，绿色趋势体现在系统布置的经济性与能耗控制上。设计师应根据负荷分布优化配电半径与线路路径，降低线路损耗，并在设计阶段进行能效计算和节能校核，确保总体能耗处于合理区间。在设备与系统配置设计中，应优先选用高效变压器、

节能电机、变频控制装置及智能照明系统。设计过程中还应预留分项计量与能耗监测接口，为能源管理系统的后期接入提供条件，实现从设计层面对能耗的可测与可控。在可再生能源设计方面，应将分布式光伏、风能及储能单元纳入配电系统设计。设计阶段需确定逆变、储能与并网控制逻辑，确保系统满足双向功率流与负荷平衡功能，使建筑具备能量自循环与应急供电能力。同时，在材料与环保策略中，应在设计图纸与说明书中明确采用低烟无卤电缆、环保绝缘介质等材料，减少环境负担。通过设备余热再利用及电能回馈系统设计，进一步提高能源利用率。

（三）集成化与协同化设计

随着建筑智能化技术的发展，供配电系统的设计已从独立能源系统向多系统集成与协同控制平台方向演进，设计的重点正在由单系统优化转为跨系统协调与数据共享。在总体设计层面，供配电系统需要与暖通空调、照明、消防、安全监控等建筑机电系统进行协同设计。设计师应在方案阶段确定供配电与其他系统的接口关系，统一通信协议规范，如 KNX、BACnet、Modbus、IEC61850，并通过数据总线或智能网关实现系统互联互通。在功能联动设计中，协同化趋势体现在控制逻辑的前置规划。设计阶段应明确应急联动策略：当消防系统启动时切断非消防电源并投入应急电源；当楼宇控制系统调整照明策略时，供配电系统应同步调节负载分配。此类跨系统交互逻辑需在设计文件与系统图纸中清晰定义，使运行管理建立在设计标准化基础上^[5]。

结语

综上所述，建筑电气工程的供配电系统设计是一项系统性、综合性工程，其优劣直接关系到建筑的安全运行和能源效率。设计应在安全可靠的基础上，兼顾节能性与灵活扩展性。通过科学的负荷计算、合理的电源配置、规范的变配电设计与智能化的管理手段，供配电系统能够实现高效、安全、绿色的目标。未来，随着智能化、绿色能源与信息化技术的不断发展，建筑供配电系统将迈向高度集成与智慧化阶段。

参考文献

- [1] 黎芬. 建筑电气供配电线路的设计与保护 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024 (21): 4-6.
- [2] 隋国栋. 建筑电气供配电系统的节能设计 [J]. 电子技术, 2023 (5): 134-135.
- [3] 郭忠跃, 杨阳. 建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术分析 [J]. 建材发展导向, 2023 (6): 195-198.
- [4] 蔡小琦. 建筑电气供配电系统设计要点探讨——以某园区生产污水水质监控中心为例 [J]. 房地产世界, 2023 (24): 58-60.
- [5] 丑凤麟. 某超高层建筑供配电系统设计探讨 [J]. 建筑电气, 2024 (1): 8-12.

作者简介：龙潭林 (1998.03-), 男, 汉, 湖南常德人, 学士本科, 助理工程师, 从事建筑电气设计工作。