

[建筑节能]

节能视域下民用建筑供电线路设计研究

文/李潇云

浙江利恩工程设计咨询有限公司

常规的民用建筑供电线路主要使用点对点矩阵布线法连接元器件引脚，易受高输入热功率损耗影响，导致线路静态功耗较高。优化改进后的实例分析结果表明，设计的民用供电线路设计方法的线路静态功耗较低，证明设计的建筑供电线路优化设计方法的节能效果较好，具有可靠性。

随着人们生活水平的不断提高，民用建筑对供电线路的要求也越来越高。在节能视域下，如何合理设计民用建筑供电线路，以满足人们的用电需求，同时降低能源消耗和环境污染，已成为当前研究的热点问题。民用建筑是一种用于居住的常见建筑，主要由多个不同的室内空间组成^[1]，常见的民用建筑包括住宅、办公楼等。受城市现代化建设影响，我国的民用建筑数量越来越多^[2]，组成越来越复杂，内部的电力负荷也越来越高，经常出现过载问题^[3]，影响民用建筑的正常供配电。研究表明，现有的民用建筑供电线路的静态功耗较低，不符合节能视域下的建筑可持续发展要求，为了解决上述问题，本文设计了一种全新的民用建筑供电线路设计方法。

节能视域下民用建筑供电线路优化设计方法

1. 节能视域下计算建筑供电线路功耗

在节能视域下，需要满足民用建筑的供电低功耗要求，因此，在设计民用建筑的供电线路时，需要计算供电线路的既定能耗^[4]，首先可以根据电压损耗关系计算供电线路的导线截面积为

$$A = \frac{M_C + A_M}{C \times \Delta u} \quad (1)$$

式中， M_C 为计算端的功率矩； A_M 为分支线功率矩和^[5]； C 为计算系数； Δu 为功率转换系数。

在该导线截面积下，导线的功耗较低，损耗部分较少。民用建筑供电线路在导线末端的线路功率矩较高，需要进一步计算线路的电压损耗为

$$\Delta U = \frac{M}{U_{CA}} \quad (2)$$

式中， M 为主干线负荷； U_{CA} 为末端电压变化值^[6]。

此时可以结合供电线路的动态平均输出关系计算位移占空比，得到的供电线路功耗为

$$V_0 = D + v_0 \quad (3)$$

式中， v_0 为交流分量； D 为线路负载，代表基于上述计算的供电线路功耗可以确定线路的回流功率基准值，为后续优化改进供电支线作参考。

2. 优化改进建筑稳压供电支线

常规的建筑稳压供电支线设置的供电元件电位会随电流大小发生相应的改变，导致供电线路的热功率损耗较大，传输效率过低，针对该问题，本文利用VDMOS管进行了替代，增加原本的电阻阻值，有效地提供供电电压，优化后的建筑稳压供电支线如图1所示。

由图1可知，使用上述的建筑稳压供电支线可以快速调整线路的电压范围，提高放大倍数，使供电

线路的栅极电压满足民用建筑的供配电要求，最大程度上提高民用建筑供电线路的供电可靠性。

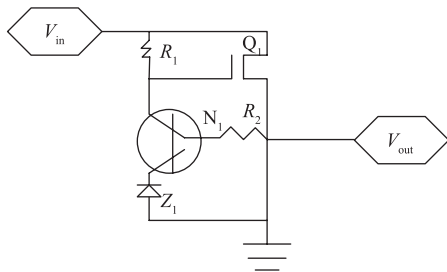


图1 建筑稳压供电支线

3. 节能视域下设计民用建筑供电线路

为了在节能视域下进行民用建筑供电线路设计，按照以下步骤实现。

1) 数据收集。首先，需要收集相关的数据，包括建筑的类型、结构和功能等信息，以及建筑内的电器设备的功率和使用时间等方面的数据。

2) 能耗分析。根据收集到的数据，对建筑内的电器设备进行能耗分析。通过计算各个设备的平均功率消耗，得出整体建筑的能耗情况。

3) 电线路规划。在设计电线路时，考虑使用高效节能的电线材料，如铜芯电线等。根据建筑的结构和电器设备的位置，合理规划供电线路的布局，并确保线路长度最短，减少线路功率损耗。

4) 线路负载均衡。在设计电线路时，根据各个电器设备的功率需求，采用分段供电或多个分支线路的方式来实现负载均衡。

5) 额定功率选择。在电线路设计中，根据建筑的电器设备功率总和确定适当的额定功率。

6) 实验验证。最后，通过实例分析，对设计的供电线路进行评估和改进。监测建筑的能耗情况，比较不同设计方案的节能效果，并对结果进行分析和总结。

实例分析

1. 概况及准备

为验证设计的节能视域下民用建筑供电线路设计方法的设计效果，本文选取X民用建筑施工工程作为研究对象，进行了实例分析。已知X民用建筑工程属于大底盘式建筑工程，包含8层地上结构与1层地下结构，建筑总面积为25 364 m²。根据GB 50034标准对其内部的照度进行了规划，该民用

建筑的低压配电中心如图2所示。

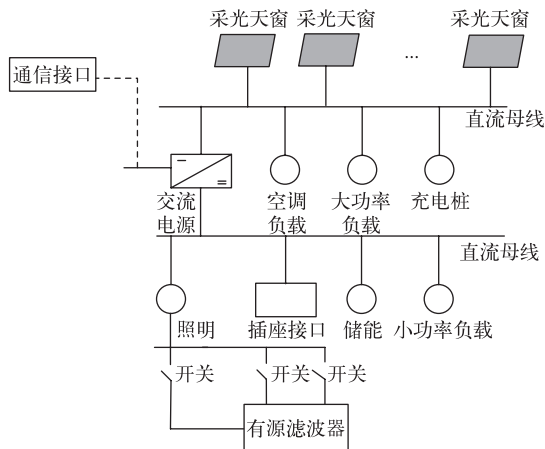


图2 X民用建筑低压配电中心

由图2可知，该民用建筑内部选择了高效光源，安装了若干个采光天窗，使用手动、自动和智能三种方法控制供电线路的开闭状态，灵活性较强。在供电线路优化设计前，该民用建筑的整体静态功耗较高，线路工作效率较低，经常出现跳闸等事故。因此，本文使用设计的方法进行了供电线路改造，使用ATECLOIUD-IC自动化测试仪测量线路的静态功耗，输出可靠性的实例分析结果。

2. 结果与讨论

根据上述的工程概况及准备，可以进行供电线路优化设计实例分析，即对选取的研究工程线路进行编号，调整供电场景与供电负载，使其接近常规状态下的线路使用要求。此时可以使用本文设计的节能视域下民用建筑供电线路优化设计方法对该工程的电气线路进行优化设计，记录优化前后不同线路的静态功耗与工作效率，计算公式分别为

$$P = I^2 \times R \quad (4)$$

$$\eta = \frac{P_Y}{P_Z} \times 100\% \quad (5)$$

式中， I 为静态电流； R 为线路电阻； P_Y 为线路的有功功率； P_Z 为线路的总功率。

利用上述公式分别计算本文设计的方法优化前、优化后线路的静态功耗和工作效率，得到实例分析结果见表1。

由表1可知，使用本文设计的民用建筑供电线路优化设计方法设计后，该民用建筑的静态功耗大幅度下降，线路工作效率大幅度提升，证明本文设计的民用建筑供电线路设计方法具有可靠性，符合节

能视域下的民用建筑供配电要求，具有有效性，有一定的经济价值。

表1 实例分析结果

民用建筑 供电线路 编号	优化前线路 的静态功耗 /W	优化后线 路的静态 功耗/W	优化前线路 的工作效率/ (%)	优化后线路 的工作效率/ (%)
WPH*22	125.65	45.85	75.48	95.41
WPH*23	154.15	34.14	74.14	94.33
WPH*24	112.13	28.51	61.36	91.25
WPH*25	136.58	34.74	72.85	92.46
WPH*26	154.46	36.46	73.46	93.35
WPH*27	123.28	33.85	76.25	96.84
WPH*28	112.58	42.96	75.44	95.23
WPH*29	143.33	45.33	76.23	94.63
WPH*30	156.65	41.54	68.66	95.52
WPH*31	134.74	33.12	74.84	94.74
WPH*32	112.22	49.58	75.35	95.22
WPH*33	138.39	38.37	66.53	93.69

结束语

综上所述，在城市化进程加速背景下，民用建筑的数量越来越多，功能性越来越强。很多民用建筑的规模较大，楼层较高，供电能耗过高，不符合节能视域下的建筑绿色化要求，因此，需要对民用建筑的供电线路进行优化设计。受供电线路的接地需求、防雷需求和保护需求等影响，容易增加民用建筑的静态功耗。因此，本文结合民用建筑特征，计算了有效功耗，设计一种全新的民用建筑供电线路优化设计方法。实例分析结果表明，设计的民用

建筑供电线路设计方法的静态功耗较低，线路效率较高，具有一定的节能性，为推动节能视域下的绿色建筑发展作出了一定的贡献。**EA**

(收稿日期：2024-08-10)

参考文献

[1] 袁奇. 不停电作业应急电源快速接入装置在城市照明10 kV供电线路故障抢修中的应用分析[J]. 智能建筑电气技术, 2023, 17(6): 67-71.

[2] 杨帆, 宿磊, 杨志淳, 等. 基于改进CEEMDAN分解与时空特征的低压供电线路串联故障电弧检测[J]. 电力系统保护与控制, 2022, 50(12): 72-81.

[3] 郭新伟. 单回路供电线路中济柴H16V-190ZLT4-2燃气发电机的故障诊断及处理分析[J]. 机械管理开发, 2022, 37(8): 336-337+342.

[4] 周焯. 深化产学研协同推动建筑能碳双控——2023年第十届全国近零能耗与零碳建筑大会在烟台举行[J]. 中国科技产业, 2023, (12): 4-5.

[5] 朱虹旭, 冯俊杰, 刘宏成, 等. 改性玻化微珠复合板粘锚托外墙外保温装饰体系在居住建筑外墙的应用研究——以长沙市为例[J]. 建设科技, 2023(23): 21-23+26.

[6] 黄瑞, 余敏琪, 刘奕珏, 等. 基于Karrenbauer相模变换的低压供电线路阻抗量测方法[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2021, 48(8): 90-95.

