

住宅小区建筑电气设计及节能措施探析

文/天津大学建筑设计研究院 丁 玮

只有对住宅小区的建筑电气做出科学合理的设计，才能够体现建筑电气节能的特征与作用，适应国家的环保与节能降耗战略。在简单分析住宅小区建筑电气节能设计的重要性的基础上探究相应的实践措施，有助于满足住宅小区的建筑电气节能设计需求。

住宅小区建筑是城市规划建设的重点，其电气设计是否合理在一定程度上会影响城市经济建设，不仅对建筑内部结构设计有重要意义，还能满足新时代的一体化发展需求。因此，电气工程作为住宅小区建筑的核心，必须强调设计阶段的优化设计，确保电气设备能够按照对应的操作流程与标准实现合理的安装，确保电气设计的有效性，将电气系统的价值效益充分发挥出来，满足住宅小区建筑用户的实际需求，最终适应住宅小区的良性发展需要。

住宅小区建筑电气节能设计的重要性

在国家积极倡导实施环保战略的大背景下，最近几年实施的建筑领域节能降耗战略初见成效，在一定程度上控制和减少了能源消耗，实现建筑节能目标。只是和发达国家相比，国内建筑节能依旧存在较大差距。从各种各样的住宅小区建筑设计情况可以看出，建筑电气设计过程中的节能设计依旧有较大提升空间，为进一步促进建筑设计有效性以及节能降耗战略的持续深入实施，推动建筑设计的革新与发展，建筑设计必须和绿色节能社会的建设、发展挂钩。尤其是在经济与社会高速发展的新时代，破坏环境、消耗资源的问题越来越突出，尽管国家正在有力执行节能降耗政策，但依旧有人在设计住宅小区建筑时

缺乏电气节能意识，无法实现真正意义上的建筑节能降耗。并且在住宅小区建筑电气设计中，科技手段的缺失，资金和技术等支持的不足，导致建筑领域的电气节能降耗设计工作者显得力不从心。建筑电气节能设计已经成为组成建筑节能降耗的重要部分，加强住宅小区建筑电气节能设计势在必行，且迫在眉睫。

尤其是近些年，国家的基础建筑建设进入高峰期，住宅小区建筑建设的规模越来越大、速度越来越快，大众对住宅的需求量越来越大，并且人们的物质生活条件越来越好，对住宅小区建筑的要求也越来越高。如人们希望住宅小区生活更便利、舒适度更高和建筑智能化程度更高等，这使得住宅小区建筑的能耗日益增加，但国内建筑能耗在总能耗中占据约40%的比重，只有有效控制建筑电气能耗问题，才能提高住宅小区建筑电气节能设计水平，有效解决能耗问题，实现可持续发展。

住宅小区建筑电气设计及节能的实践措施

1. 住宅小区建筑概况

以某市某住宅小区为例，该小区的东西南北四面都是街道抑或是规划道路。小区一共有6栋高层住宅楼，地下2层、地上31层，建筑总面积为124 081.27 m²，其中地下建筑面积为

28 681.94 m²，首层是架空层，即内庭花园，车库与设备用房都设置在地下室，它在建筑设计防火分类中属于一类高层住宅建筑。

2. 建筑电气系统设计

(1) 明确负荷等级

该住宅小区的6栋建筑都是高层住宅建筑，涉及较多人口，因而电气设计要求比较严格。按照国家现行JGJ16—2008《民用建筑电气设计规范》提出的要求，小区消防所用的水泵、电梯、疏散用客梯、卷帘、正压风机、补风与排烟机、应急照明、航空障碍灯以及电梯基坑水泵都是一级负荷范畴的消防负荷；生活水泵、排污泵、通信机房、弱电监控以及走廊照明和人防用电都是一级负荷范畴的非消防负荷；其他没有特别说明的就是三级负荷。一级负荷通过双电源供电，三级负荷通过单回路供电，消防负荷还要通过双电源双回路实行末端切换供电。

(2) 计算短路电流

本住宅小区建筑配电系统有出现短路事故的可能性，包括单相短路、两相短路、两相接地短路和三相短路等。如果配电系统短路，就会危及建筑用电的安全性、持续性，所以必须精确计算短路电流，提供住宅小区建筑电气设计的科学依据。如下图所示。当住宅小区建筑配电系统出现三相短路事故时，因在电气设计中要尽可能平衡三相负荷，所以短路回路三相阻抗，依旧保持三相短路电流与电压的对称，仅限于短路时的电流值大于正常情况下的电流值。住宅小区建筑中三相短路事故的发生几率较小，不过其危害很大，务必要精确计算其电流，明确三相短路电流的稳态值，并在电气设备与导线的校验中使用该值，确保建筑电气设备的安全运行。

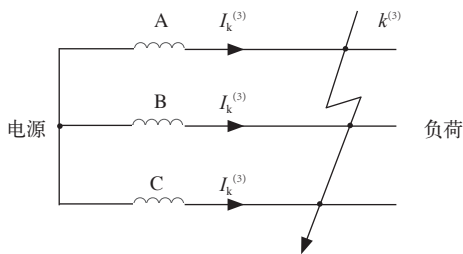


图 住宅小区建筑配电系统三相短路示意

(3) 分析变压器的台数与容量

分析和确定供配电设备的容量是住宅小区建筑电气设计的重要工作之一。在设计时应充分考虑日后用电设备的更新与发展需求，保留其扩容

量余地。在所有的建筑电气设备中，确定变压器的台数、容量是最为关键的。变压器的台数和建筑电气工程建设中一次设备投资的大小，同时影响设备在后期的利用率高低，确定合理的变压器台数能有效实现电气节能目标，控制住宅小区建筑电气工程成本。

针对变压器容量，应站在提高效率的角度合理选择变压器容量，考虑电气设备与住宅小区建筑的用电负荷系数，不能直接以电气设备安装容量为基础选择变压器。该系数是指同时利用电气设备的情况，建筑用户越多，系数一般就越小。在该住宅小区中一共有720个住户，需要系数可选择0.35，进行综合地考量之后将住宅小区建筑地下一层设置的综合配电房确定使用2台变压器，其容量都是1 000 kV·A。此外，通过对住宅小区建筑地下室、公共部分和电梯等设备用电、照明用电进行统计、计算，在地下一层另一综合配电房确定使用1台变压器，其容量也是1 000 kV·A。

(4) 无功补偿设计

按照计算电力负荷的结果，该住宅小区建筑供电功率因数并没有达到国家标准，所以应使用无功补偿提高功率因数。根据该住宅小区建筑实际情况，决定使用变压器低压侧集中自动补偿装置，并通过自动循环投切方式确定电容器组，实现对功率因数的实时采集，从而控制电容器投切。该投切选择整组投入的方式，维护方便、操作简单，能显著提高利用变压器的效率。在使用无功补偿之后，把功率因数提高到满足供电部门要求的标准。而为提升补偿的准确性，设计者按照建筑电气施工图，同时借鉴过去的工作经验，科学估算补偿容量。只是不得把估算的容量直接用于设计无功补偿，最终应基于各种负荷统计功率因数，计算负荷，在对容量补偿之后的总负荷功率因数进行验算、估算，确认其是否比要求值大。

(5) 建筑配电设计

该住宅小区建筑电力负荷的等级是不同的，消防用电为一级负荷，照明用电为三级负荷，因而要基于不同供电要求选择不同变压器。通过考虑建筑电气系统的状况，决定低压配电系统选择结合放射式、树干式的方式，容量较大的单台设备用电负荷抑或是重要负荷选择放射式实现供电，照明系统和一般用电负荷选择结合树干式、放射式的方式供电。其中，一级负荷范畴的消防

负荷选择双电源供电，同时在末端自投；一级负荷范畴的非消防负荷选择双重电源供电，并于恰当的位置上互投，一旦其中一个电源出现故障，另一个电源不会被损坏；三级负荷则选择单电源实现供电。

如果没有用电的特殊要求，当变压器是三级负荷时，可选择低压单母线分段运行方式，在母线之间设置手动开关，方便联络；如果变压器是一级负荷，市电电源和备用发电机电源之间可选择可靠连锁合闸程序，确保不会出现两者并列运行的情况；如果连接发电机的变压器运行停止，应启动备用发电机，促使消防负荷、重要负荷获得电力供应。

(6) 设计继电保护

为确保住宅小区建筑能够安全实现供配电，应将继电保护装置设置在电网之中，测量一次系统，并执行监视与控制、保护等操作，尽可能降低故障影响，预防损坏电气设备。按照该住宅小区建筑的实际用电情况，决定设计10 kV继电保护，即：将三相定时限过电流保护设置在进线柜处，同时设置零序保护、带时限电流速断保护；将时限过电流保护设置在出线柜处，同时设置零序与超温保护、电流速断保护；将时限过电流保护、电流速断保护都设置在母联柜处。在明确继电保护装置设计之后，整定各个保护装置的电流，明确保护动作出现时的电流整定值。在此之后还要校验继电保护装置的灵敏度，保证各个保护装置及时动作，不会出错，具备继电保护功能。

(7) 设计自备电源

由于该住宅小区建筑涉及较多一级供电负荷，为确保安全可靠供电，应设计自备电源。在实际工作中要综合考虑供电安全、经济效益和自备负荷容量等因素，建议使用柴油发电机式自备电源。在消防情况下，应将柴油发电机上的非消防负荷切除，储油箱也要满足小区消防设备供电时间大于2 h的要求。如果市电停电抑或是变压器同时发生故障，通过变压器低压进线主开关辅助接点可以获取启动柴油发电机的信号，将其传送给发电机的控制器，在延时0~10 s之后发电机组会自动启动，并在30 s以内达到额定的电压、转速与频率，投入额定负载，使小区消防设备运行。如果市电停止并且面临消防要求，在消防控制中心确认火灾之后应手动将非消防设备用电切除，在市电恢复30~60 s之后通过ATS自动将市电

供电恢复，柴油发电机在冷却和适当的延时之后自动停止。

3. 使用新技术节能设计措施

在高科技快速发展的新时代，怎样对住宅小区建筑用电情况实施即时监控、即时调节，这是电气节能设计面临的重要课题。为解决好这一问题，运用电力载波技术、网络信息技术的智能节能系统随之出现，即时监控和即时调节都有实现的可能。通过应用能源管理系统以及实现对电表数据的远程采集，就可以有效管理住宅小区建筑电气节能设计，促使人们改掉不好的用电习惯，提高建筑节能效果。该智能能源管理系统能基于住宅小区建筑电气需求合理调整供电电量，减少不必要的消耗。如设计使用室内红外传感器，就能在无人时即时关闭灯具；将二氧化碳传感器应用于地下车库，就能基于车库中二氧化碳的浓度正常及时关闭新风系统，在满足实际需求的前提下尽量减少电能消耗。

在该住宅小区建筑电气设计中使用发光二极管，也就是LED光源，能有效减少因照明产生的电能消耗。在电气设计中也可通过灯具控制方式的优化，提高电气节能控制效果。

在住宅小区建筑电气节能设计中怎样充分利用自然光源是一个重点，毕竟太阳光是清洁的、免费的光源，如果能将其合理利用，就能很好地满足节能目标。如在住宅小区建筑地下车库需要长期进行人工照明，因而可设计使用导光筒，这是有效的替代方案之一，白天阳光充足时可完全放弃人工照明，达到节能的效果；针对建筑室外照明，可设计使用太阳能发电系统，在白天把太阳能变成电能加以储存，将其用于夜间小区景观照明，弥补住宅小区建筑电气设计中景观照明路线长、分散的缺点，使节能效果更显著。

结束语

住宅小区建筑是人们重要的生活场所，电力系统安全稳定运行与改善小区整体环境、提高人们生活质量有密切联系，做好电气设计并执行节能战略是适应当下经济与社会发展中多方面用电需求的关键性路径。在实践中，设计者务必要充分认识住宅小区建筑电气节能设计的重要性，采取行之有效的措施优化建筑电气系统设计，使用新技术提升节能设计水平，为可持续发展目标的实现提供保障。EA