 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v4i9.950

Key Points of Electrical Design for Residential Buildings—Taking Zhuque Jiayuan in Shaoyang City, Hunan Province, China as an Example

Fei Wang

Pan-China Construction Group Co., Ltd. Shanghai Design Branch, Shanghai, 200000, China

Abstract

With the development of modern society, various industries are also progressing, and the construction industry is developing by leaps and bounds. Therefore, electrical design in the residential construction industry has received more and more attention. In order to promote the development process of electrical design, find the existing design problems, and provide practical and effective positive suggestions, this paper takes residential products as the main research object. This paper takes residential products as the main research object, discusses the design points of their power supply and distribution systems, lighting systems, fire protection systems, and lightning protection and power connection systems, and selects the Zhuque Yayuan Phase I Project in Shaoyang City, Hunan Province, China as an example to provide practical and effective design solutions for its various designs, with the aim of providing positive suggestions for the electrical system design in the Chinese construction industry.

Keywords

residential building; electrical design; strategy research

住宅建筑电气设计要点——以中国湖南省邵阳市朱雀雅苑为例

王斐

泛华建设集团有限公司上海设计分公司，中国·上海 200000

摘　要

随着现代社会的发展，各个行业也在不断进步，建筑行业的发展突飞猛进，由此，住宅建筑行业下的电气设计，也得到了越来越多的关注。为了推进电气设计的发展进程，发现当下存在的设计难题，提供切实有效的积极建议，论文以住宅产品为主要研究对象，针对其供配电系统、照明系统、消防系统和防雷接电系统的设计要点展开讨论，并选择中国湖南省邵阳市朱雀雅苑一期工程为例，对其多方面设计提供切实有效的设计方案，旨在为中国建筑行业内电气系统设计提供积极建议。

关键词

住宅建筑；电气设计；策略研究

1 引言

随着社会的不断发展，人们的物质生活水平也在不断提高，对居住环境的要求也在不断上升，为此，针对当下高层住宅建筑设计，为了营造出更加适宜居住、提高多方面体验的住宅产品，其各方面设计也需要不断地提高。目前，越来越多的电子产品层出不穷，服务于生活的电器产品也应运而生，不断加入人们的日常生活之中，这也对住宅产品中的电气设计提出了考验。

论文基于以上社会背景，以高层住宅产品中的电气设计为研究重心，选取中国湖南省邵阳市朱雀雅苑一期工程为实际案例，从供配电系统、照明系统、消防系统和防雷接电系统四个方面进行分析和讨论，主要针对供配电系统中的项目适合负荷等级、配电系统及供电电源选择；照明系统则需要依据项目实际情况及相关规范，考虑空间的照度值范围，选取适合的照明方式以及灯具；消防系统则需要考虑设置火灾探测器、自动报警系统等；防雷接电系统则需要根据实际情况选取适合的防雷措施。从以上方面展开适宜的分析和讨论，由此提出切实有效的设计思路与方案，探索适合当下住宅产品的电气设计要点。

【作者简介】王斐（1989–），女，中国江苏淮阴人，本科，从事建筑电气研究。

2 电气设计的要点

本文选取中国湖南省邵阳市朱雀雅苑一期工程，总建

筑面积两万余平方米，该项目一期共有 17 层的高层住宅共三个单元，其中设有地下两层车库、两层高的商业用房，建筑高度为 46.25m。

2.1 供配电系统设计

2.1.1 负荷等级

根据 JGJ37—87《民用建筑设计通则》，对负荷进行级别划分，得到的结果如表 1 所示。

表 1 用户或用电设备所属负荷级别表

负荷级别	用户或用电设备所属负荷级别
一级	中断供电将造成人身伤亡、重大政治影响、重大经济损失、公共场所秩序严重混乱的用户或设备； 重要交通枢纽、重要通信枢纽、国宾馆、国家级及承担重大国事活动的会堂、国家级大型体育中心、经常用于重要国际活动的大量人员集中地公共场所等用电单位的重要电力负荷； 中断供电将影响实时处理计算机及计算机网络正常工作，或中断供电将发生爆炸、火灾及严重中毒负荷
二级	中断供电将造成较大政治影响、较大经济损失及公共场所秩序混乱的用户或设备； 中断供电将影响用电单位的正常工作，如交通枢纽、高层普通住宅、甲级电影院、中型百货商店、大型冷库等用户； 普通办公楼、高层普通住宅楼、百货商场等用户中的客梯电力，主要通道照明等用电设备
三级	除以上情况外

2.1.2 低压配电系统的选择

低压配电系统需要考虑建筑类型、建筑面积、所需负荷量等，故对低压配电系统进行分类，可根据线路排布方式分为放射式、树干式和环式三种。以保护接地方式可分为 TN-C 系统、TN-S 系统、TN-C-S 系统、IT 系统和 TT 系统。

TN-C 系统又称三相四线制系统，其中性线 N 和保护线 PE 是一根，当三相不平衡时设备金属外壳会带电，不利于使用，故需要选择合适的导线截面尺寸以及保护装置，如图 1 所示。

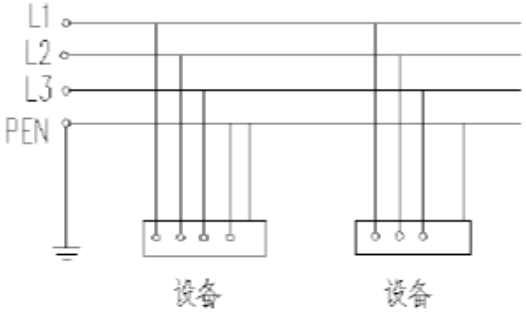

图 1 TN–C 系统图

TN-S 系统又叫做三相五线制，将 N 线和 PE 线分开设置，避免对连接设备产生电磁干扰或影响其他部分，但分开设置会提高经济成本，故用于本项目中，其具体设置如图 2 所示。

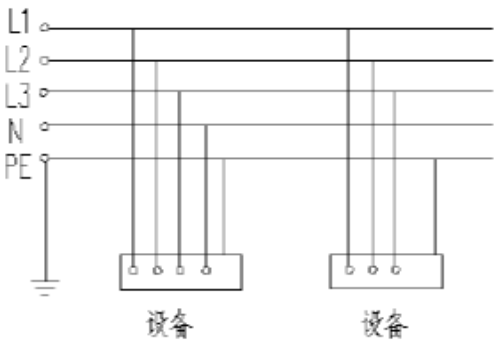

图 2 TN–S 系统图

TN-C-S 系统是将 N 线和 PE 线部分合并，因此适用于配电系统末端环境较差或对抗电磁干扰能力要求较高的项目，其具体设计如图 3 所示。

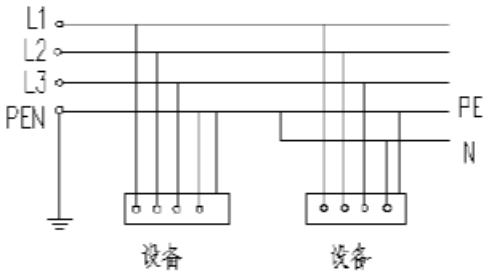

图 3 TN–C–S 系统图

IT 系统的特点是电源没有与地相接或其中一点经高电阻的低压配电接地保护系统，故其用电设备外壳均单独接地，如图 4 所示。

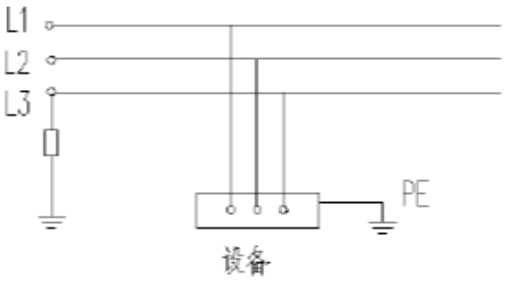

图 4 IT 系统图

TT 系统则是设备金属外壳直接与地相接，其系统设计如图 5 所示。

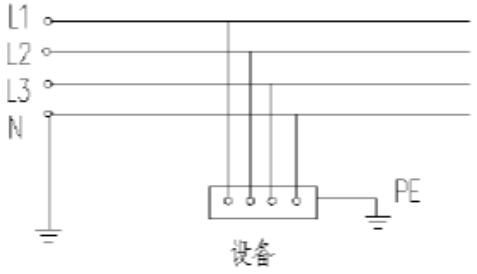

图 5 TT 系统图

2.1.3 供电电源的选择

供电电源的选择需要根据项目的负荷级别进行判断，该项目属于二级负荷，需设两个供电电源，一个来自电网，另一个为备用电源，即准备发电机或是依靠附近供电点等，但是需要注意该类电源不可以与正常电源同时运行。此外还有用于消防事件的应急电源，需独立设置，并且禁止和普通电源同时运行，防止电源系统发生故障时应急电源向正常电源系统负荷送电而失去作用，影响使用 [1]。

2.1.4 用电设备的选择

①变压器。

针对当下高层住宅建筑，其负荷总量正在逐步上升，为了保证其正常运行、减少设备损耗、延长使用年限，需选择适合的变压器类型，目前主要分为油浸式、干式、密闭式、防雷式和有载调压式等，油浸式主要用于普通环境下的变电所，干式主要用于环境潮湿、多灰尘且防火要求较高的环境，密闭式用于会产生严重影响的环境下，利于化学气体、导电可燃粉尘带来的影响等，防雷式多用于多雷环境，有载调压式则是用于电力系统供电电压不足或电压波动较大的环境。由于高层建筑对于防火、防潮、防尘、负荷量等方面的要求较高，故选择干式变压器 [2]。

②电线电缆。

首先根据材料划分，可知强电系统中的母线作为重要组成部分，大多使用铝、铜、钢等材质，利于电流的引导和分流，其中又分为封闭和裸母线，其不同之处在于前者需要外壳保护，两者一般采取相间隔立放的形式，由于该种形式散热快、便于检修等，常用于架空形式的输送线路设计，但由于所需空间较大，并且受到外部环境因素影响较大，需要尽可能布置在空旷的场地。此外，低压绝缘导线由于使用场景更为灵活，并且由于其自身设计更安全，也常常应用于设计之中。

针对本工程需从市电力局引来的一路 10kV 电源，随后分配至地库的变配电房，并经过内部金属桥架引至各用电点。另一路自备电源来自设于地库备用电源室，并要求其在停电后 15s 内自行启动，保证消防及重要负荷的正常的供电，该工程低压电源采用 380/220V，TN-S 系统，另外在变配电室的低压侧装设电容器组，用以无功补偿，使功率因数达到 0.92 以上。

2.2 照明系统设计

针对照明系统设计，需要保证各空间的照度值尽可能接近，且误差不宜大于 10%，并需要设置应急照明系统保证正常使用，此外，尽可能选择节能灯具，节省能源、降低成本。

2.2.1 照度值

控制建筑内多个空间的照度值尽可能处于同一区间，是照明系统设计需要考虑的重要因素，其具体情况如表 2 所示。

表 2 居住建筑内部空间照明所需照度标准表

房间		参考平面及高度	照度标准值（xl）	Ra
起居室	活动	0.75m 水平面	100	80
	阅读		300	
卧室	活动	0.75m 水平面	75	80
	阅读		150	
餐厅		0.75m 餐桌面	150	80
厨房	活动	0.75m 水平面	100	80
	操作台	台面	150	
卫生间		0.75m 水平面	100	80

在设计过程中，需要根据项目需要，针对不同空间选择合适的照度标准值，便于人们使用。

2.2.2 照明方式

而当下照明的方式主要分为三种，如普通照明，是为了给室内空间提供所需的照明强度，满足使用者的需求；局部照明，多用于小范围的照明设计，起到增加局部亮度、烘托氛围感的效果；混合照明是结合了以上两种的照明形式，在实际项目中根据需求进行设计 [3]。

2.2.3 照明系统设计

根据民用建筑照明系统设计手册，本工程需要根据空间功能设置合理的照度值及功率密度值，并根据各空间面积、灯具的额定功率以及光通量，确定各房间所需要灯具数量，选用系数法校验照度，允许误差在 ±10% 以内，其具体设计如图 6 所示。

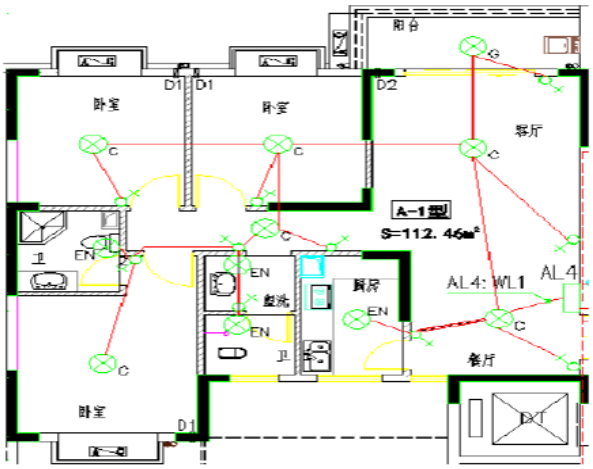

图 6 一单元第 13 层 A–1 户型的普通照明设计图

此外，在电梯的前室、楼梯走道、走廊等设置的应急照明，均需要备用电源，若遇到紧急情况，备用源会在 1s 内开启使用，如图 7 所示。

2.3 消防系统设计

由于现代建筑对于电力的需求量不断增加，随之而来

的安全隐患也在不断加重，为了保障人们正常用电，减少意外发生，消防系统的设计必不可少，故其设计重点主要在于根据相关规范布置所需的消防设备，如火灾探测器、自动报警装置等。

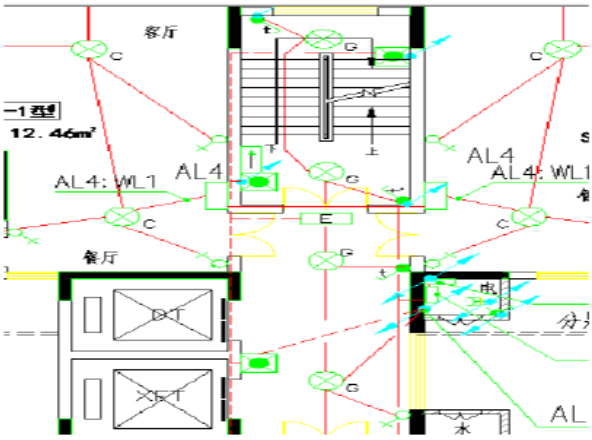

图 7 一单元第 13 层应急照明设计图

2.3.1 火灾探测器

当下消防设计中，火灾探测器居于重要地位，合理设置探测器可以尽可能快速报警，进行处理。火灾探测器的种类分为以下五种，感烟探测器主要用于探测燃烧过程中的固体或小分子液体，例如火灾前期的气溶胶或烟粒子，当周围环境内浓度较高时则会触发报警装置；感温探测器用于捕捉周围环境温度变化的频率和差值等；感光探测器主要用于探测物体燃烧过程中产生的光辐射，主要为红外和紫外火焰，由此检测周围环境是否发生意外；气体探测器则用于检测环境中可燃气体浓度；负荷探测器则是包含上述至少两种特点的探测器，主要用于多种需求的环境下，保障使用安全。

火灾探测器的设置，需要根据建设项目的总高以及民用建筑防火规范 GBJ16—87 中的相关规定对其进行等级判定。

2.3.2 自动报警系统

当下项目中的自动报警系统多为自动报警和手动报警并存的方式，自动报警部分可依赖于监测装置，该系统主要分为三种，即区域报警系统，它只需要在所需区域内安装一个，但控制层数大于一层的时候，需要在所控制楼层处安装控制器；集中报警系统主要用于一、二级保护对象，但要与消防联动系统相连接、控制设备及失火位置信号，并配有专业人员进行管理和操作；控制中心报警系统主要用于一级与特级保护对象，需要与消防联动系统相连接，并且需要设有专人专室进行控制，因此设计最为复杂。

本项目共 17 层，根据民用建筑防火规范 GBJ16—87，属于二级保护对象，故需要在合用前室、消防电梯、楼道前室、走道、设备室及地下车库布置火灾探测器并设计火灾自动报警系统及消防控制室，尽可能避免意外的发生，保证业主的居住安全性。

2.4 防雷接地设计

由于当下建筑设计高度逐渐升高，且春夏季雷雨天气较为密集，建筑的防雷措施也显得愈发重要，因此，针对当下住宅建筑的需求，需要重点考虑防雷措施。

防雷措施主要分为防直击雷、防侧击雷、防雷电波系统的方法。

防直击雷法主要体现为在建筑顶部设置避雷针或者避雷网，并且可以利用建筑内钢筋作为接地装置，节省设计成本。

防侧击雷法主要针对具有钢结构且高度大于 30m 的建筑，需要建筑的金属构建的顶部、底部以及竖向金属管道都需要和防雷装置相连，且建筑内的混凝土钢筋要与钢材质的构架相连，但内部钢筋可以用作引下线，节约建筑成本。

防雷电波入侵法需要将防雷接电装置连接于其引进点，所设置的闪接器需要覆盖被保护建筑全体，且所有主配电线路必须穿钢管，钢管两端分别连接配电箱和金属外壳，电缆最好由地下引入建筑，其外皮需要与防雷、接地类装置相连。

经计算，该项目为三类防雷。建筑物的防雷所采取的措施为加设避雷网，所有突出屋面的墙沿、水箱边、楼梯顶等部位，都装设不大于 20m × 20m 或 24m × 16m 的避雷网格；所有突出屋面的天沟边、屋顶构架边等装设接闪带，接闪带使用直径为 10mm 的热镀锌圆钢；所有比屋面高的金属材质的部件，如成品水箱等都要与接闪带做焊连，并与接地引下线做焊连。防雷电波侵入措施：所有进入建筑物的各条线路和管道尽量全部埋入地下再引进建筑物内。进线电缆在塔火处这个位置布置了阀型避雷器 FS2-0.38。另外，将桩基底板钢筋笼焊连作为接地极；利用基础梁纵筋（不少于二根）焊连做接地连线；把承受主要重量的钢筋（柱钢筋）作引下线，如图 8 所示。

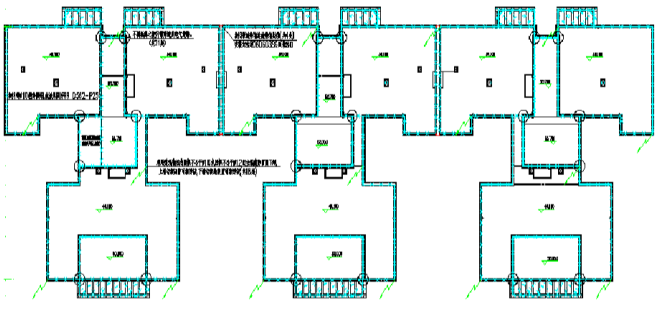

图 8 屋顶防雷平面图

3 总结

综上所述，随着社会进步，建筑行业的发展也在不断地加速，与之而来的是建筑层高上升以及空间类型的增加所带来的居住群体对于使用感受要求的提高，因此对于电气系

统设计的要求也在不断增加[4]。

论文聚焦于当下住宅产品中的高层住宅建筑，以湖南省邵阳市朱雀雅苑一期工程为例，针对项目内部的电气系统设计中的配电系统、照明系统、消防系统和防雷接电系统等四个方面，展开分析和讨论，得到的结果如下，在配电系统设计方面可针对项目情况判定负荷等级，选择适合的低压配电系统及用电设备；对于照明系统，可根据不同空间所需照度值进行设计考量，并选取适合的照明方式和类型；对于消防系统，需要针对不同情况设置必需的火灾探测器以及自动报警系统，保障使用者的安全；对于防雷接电系统的设计，则需要采取切实有效的防雷措施，结合项目实际情况，在屋顶平面进行防雷设计，尽可能减少意外发生。

由此，对中国当下高层住宅建筑设计中的电气部分提出部分建议，期望对中国建筑行业电气设计的发展提供积极参考，尽可能通过设计方面的综合考量与设计方案提高人民的居住生活品质、降低生活环境中意外的发生概率。

参考文献

[1] 王海鸿.基于建筑电气设计中的消防配电设计研究[J].建筑技术开发,2022,49(24):18-20.

[2] 李祖嵩.建筑电气设计中存在的问题及对策研究[J].中国设备工程,2022(21):135-137.

[3] 刘靖宇.高层民用建筑中的消防电气设计要点探讨[J].建设科技,2022(20):80-82+86.

[4] 杜艳萍.住宅小区的建筑电气设计研究[J].居业,2022(8):100-102.