

「电网」

低压配电网接线模式综述

文/国网淮北供电公司 吴明新 郭世飞 张玉林 崔宝娣

低压配电网采用放射型、树干型及混合型的接线方式，加上装备技术水平低，运行管理薄弱，因配电网故障、检修或工程改造引起的停电现象时有发生，引发客户投诉抱怨频繁。对国内外低压配电网接线模式进行综述并分析各自的优缺点，为以后提供参考。

近年来，高中压配电网的规划建设逐步完善，尤其是中压配电网基本实现环网接线，配电自动化等技术手段的应用日趋成熟，网架可靠性和灵活性已处于较高水平。中压配电网转供电广泛应用，通过中压转供电进一步减少停电时间的空间已越来越小。同时，配电变压器停电时低压侧负荷无法转供电，已经成为城市电网供电可靠性提升的瓶颈。

低压配电网作为与用户直接相连的底层供电网络，将电能输送到用户，其供电可靠性的高低直接关系到居民的日常生活，是做好供电服务“最后一公里”的重要环节。随着城市的发展和人民生活水平的不断提高，人们对连续、安全用电需求升高，部分重要客户（如高层建筑、精密工厂、银行和证券公司等）对不间断供电有更迫切的需求，对停电甚至是短时停电都十分敏感。传统低压配电网普遍采用放射型供电方式，在用户接入、缺陷处理、设备定检、维护、事故处理以及上级电网施工检修等情况下都会产生停电，造成停电次数较多，时间较长，影响了企业正常生产，也给人民生活带来诸多不便。为适应居民用户对供电可靠性提升的要求，国家能源局电力可靠性管理中心已经制定终端用户供电可靠性评价规程，将供电可靠性评价考核的范围由中压用户进一步延伸至终端用户。

为满足用户更高的用电需求，低压配电网应采用合理的环网接线模式。因地制宜、合理选用接线方式，优化低压配电网网架，对供电可靠性

提升具有显著效果。

低压配电网接线模式简介

目前，低压配电网发展不仅受用户供电可靠性重要程度、配电变压器布点和负荷水平的限制和约束，还受经济、地理条件的影响，因此，低压配电网接线方式应与区域发展、负荷特点相匹配。

国内低压配电网主要采用辐射供电模式，根据低压主干线路与分支线路的拓扑关系，可进一步细分为放射式、树干式和混合式3类。

1. 放射式

低压配电网放射式接线模式如图1所示。

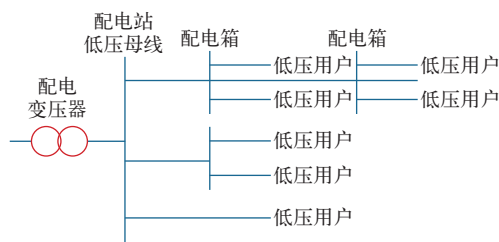


图1 低压配电网放射式接线方式

放射式线路通过配变低压侧母线或经配电箱出线后，直接为低压用户供电。此类接线方式的优点是供电可靠性相对较高、维护便利等，缺点在于总体线路较长、线材消耗量大。常用于对供电要求较高的低压用户供电。

2. 树干式

低压架空线路、电缆线路的树干式接线模式

分别如图2、图3所示。

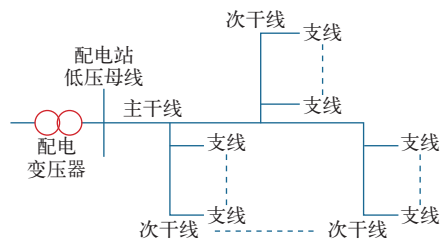


图2 低压配电网树干式接线方式（架空线路）

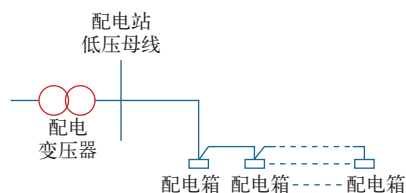


图3 低压配电网树干式接线方式（电缆线路）

低压架空线路树干式接线按照低压“主干线—次干线—分支线”的拓扑结构，接线灵活、可以就近增加支线，减少走线距离，但其分支较多，故障定位较为烦琐，一旦出现故障往往影响范围比较大。多用于低压用户规则分布且单个容量较小的场合。

低压电缆线路树干式接线通过配电箱逐级出线，此类方式接线灵活、可以就近增加支线，减少走线距离，但其分支较多，故障定位较为烦琐，一旦出现故障往往影响范围比较大。城市居民用电网络多采用此种形式。

3. 混合式

低压配电网混合式接线模式如图4所示。

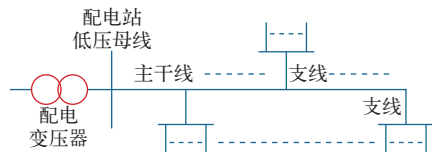


图4 低压配电网混合式接线方式

混合式接线方式的优点是运行灵活，接线简单，线路金属消耗量少。缺点是主干线故障或检修影响范围较大。适合于负荷容量较大、分布集中或较为重要的低压用户。

国内外典型地区低压配电网接线模式对比分析

1. 济南电网

济南供电公司为提高一些大容量低压用户的

用电可靠性，每座配电室一般配置2台变压器，一供一备400 V单母线分段接线方式，运行方式较为灵活。但是，这种供电方案往往一台变压器运行时另一台处于冷备用闲置，而且运行变压器部分用户全年负荷率可能不足变压器容量的50%，这样既造成备用容量空闲，又增加运行变压器空载损耗。特别是一些时段性用电客户，如大专院校、旅游景区和文体场馆等，当学校假期和旅游或比赛淡季到来，用电负荷大大减少，但每座配电室为了安全照明、防火监控等重要的小负荷用电，至少投入一台变压器运行，造成“大马拉小车”现象。

因此，济南供电公司上述供电方案改进为低压环形供电方式，如图5所示。为针对某地两座及以上低压配电室设计采用的环形供电方案，即在中心配电室保留适当容量和数量的变压器，在各分配电室只安装一台变压器，但将各配电室低压母线通过联络开关与相邻配电室连接。

这种设计方案优点在于运行变压器数量和投入地点，可根据负荷变化任意选择调整，无需安装备用变压器，当运行变压器停运时可任意从两侧相邻配电室通过联络回路供电，不但能提高运行可靠性，减少备用变压器和高压间隔设备的投入，而且减少了低负荷情况下出现的多台变压器运行的空载损耗。

同时，在低压环形供电方案里，为安全起见，要求确保在任何运行方式下，防止发生两台及以上变压器误并列和反送电，所有母线进线开关和低压母线联络开关均装设防误操作合闸闭锁。为避免影响联络开关过电流保护动作行为，单台变压器运行时低压供电也不采用闭环运行。

2. 香港电网

目前，香港共有两家电力公司，即中华电力有限公司（简称中电公司）和香港电灯集团公司（简称港灯公司）。中电公司供电范围是香港的九龙、新界以及大屿山、长洲和一些小的岛屿，供电面积约1 000 km²，占整个香港面积的90%。香港输电系统电压为275 kV和132 kV，配电电压则以22 kV、11 kV和380 V为主。

香港低压线环网开环运行，如图6所示。每一个客户至少有两路低压电源供电。中电配电网采用全电缆、户内全密封开关柜以及容量为1 500 kV·A 及以下油浸变压器，全部设备按照正常负载的50%设计，选用国际著名品牌产品，型号同



图5 济南供电公司某低压环网案例示意图

时在低压母线预留发电车专用接口。另一种是采用低压环网接线、开环运行模式,减少低压网故障或停电影响。低压环网接线模式如图7所示。



4. 德国电网

德国电网电压等级包括380/220 kV、110 kV、20/10 kV、0.4 kV。德国高中压电网的规划原则均遵循N-1准则（特殊地区遵循N-2准则），即必须保证任何状况失去一路电源时，仍然保证由余下的N-1个电源对用户的供电。

德国低压配电网接线模式包括采用辐射式接

线和环网接线。

结束语

通过低压环网接线国内外对比分析,可以得到以下结论。

1) 目前,国内低压配电网主要采用辐射供电模式。但是国内已有部分城市开始探索低压环网接线的应用。根据济南供电公司的实践经验,低压环网接线不仅可以提高低压用户供电可靠性,同时可以通过减少备用变压器和高压间隔设备的投入,提高电网经济性。

2) 新加坡、香港两个供电可靠性水平世界领先的地区,都采用低压环网接线来进一步提高低

压用户的供电可靠性。

综上所述,配电网接线模式的研究是配电网规划研究领域中的重要组成部分。各接线模式有着各自的优缺点和适用范围,应根据具体情况,结合实际要求,选择相应的接线模式。与此同时,所得分析成果对今后配电网供电可靠性的研究也具有一定的启发作用,主要表现在注重低压配电网在提升供电可靠性方面的挖掘潜力,如低压配电网网架改造、设备选型优化等;低压配电网典型接线模式不仅适用于某个配电网,对其他供电可靠性要求较高的城区配电网也具有一定的借鉴意义。EA

(收稿日期:2017.04.20)

(编辑:刘群焱)

(上接第100页)

建议灯具安装高度为3.5~7.5 m,具体高度要考虑设备及管线高度,尽量避让,以免遮挡照射光线,一般层间高度大的选用大功率灯具,在满足区域照度要求的基础上,灯具一般采用正方形阵列形式布置。对于开阔区域上无结构支撑,篷顶灯安装困难,常使用LED泛光灯(BAT85-120、BAT85-180T),安装于区域侧面,一般安装高度为1.5 m,支架式安装,便于调整照射角度。

3. 走道灯具布置

照明灯具布置首先按照表1走道照度要求,计算出常规灯具的最大间距和应急工况下的最大间距,计算确定常规情况下灯具的最大间距为6 m,应急工况下(最低照度要求按50 lx考虑)灯具的最大间距为10 m。

走道灯具选型。走道灯具选用防护等级为IP56,满足危险区域防爆等级要求(一般为1类2区

A类气体组别,使用防爆型式为ExdeIIB T4)选用灯型为:BF1100Y-WF46W。

走道灯具布置。按走道方向线性布置,按照走道形状首先布置应急照明灯,应急照明灯按照应急工况下灯具的最大间距布置,并能勾画出走道的外形轮廓,之后在应急灯具间,间隔插入正常照明灯具,以满足常规情况下灯具的最大间距要求。

结束语

由于LED照明灯具的诸多优点,有望在将来逐渐替代传统光源灯具。研究LED照明设计方法,有助于更好地开展海洋石油平台照明系统设计。EA

(收稿日期:2017.08.12)

(编辑:刘群焱)