

配电网结构优化及其在当地智能配电网中的应用

结合智能电网中的实际运行情况，总结并分析了智能电网的接线方法，并参照优化配电网等相关要求，进一步完善了该地区配电网一次网架和设备的规划目标。大量的实践表明，采用这种智能配电网结构的优化方法，对该地区的智能配电网改造工作有极大的帮助，线损降低，供电恢复时间明显缩短，停电范围缩小，最后生成了一个以“三遥”为主的配电自动化模式。

许迪/宁波恒晨电力建设有限公司

0 引言

随着现代科学技术的进步以及经济的发展，人们对电力的需求也在不断增加，这使得电力系统面临了一定的挑战^[1]。随着智能电网的发展，电力系统内部面临了一次巨大的变革。通常，智能电网包括两个方面的内容：一是智能输电网（STG）；二是智能配电网（SDG）。智能配电网作为智能电网的基础组成部分，有利于提高电力系统的工作效率，进而更好地促进当地经济的发展。由于不同地区之间地理条件、负荷密度等差异，配电网有多种接线方法。因此，在实际的配电网建设过程中，应结合当地经济发展的特点、地理位置等因素，选择最适合的配电网接线方式^[2-3]。以下对配电网的接线方法及特点进行了总结，在对配电网的各种接线方式与特点进行分析后，提出了智能配电网的结构优化措施。

1 配电网的典型接线方式与特点

在10 kV配电网中，存在以下接线方

式：架空线路“手拉手”环网接线、架空线路单电源辐射式接线、电缆单环网接线、电缆双环网接线和电缆双射接线。

1.1 架空线路的接线方式

1.1.1 “手拉手”环网接线

“手拉手”环网接线如图1所示。

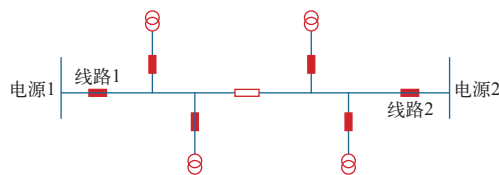


图1 “手拉手”环网接线

从图1可以看出，利用主干线路末端之间的电源实现直接联络的目的。在“手拉手”环网接线中，采用的是环网接线的方式，开环即可正常工作。这种接线方法具有施工时间短、建设成本低和接线简单等优点，值得被应用和推广。如果在运行过程中，一些线路出现问题，工作人员可以采用分段检修方式对其进行维护。当然，这种接线方式也有一定的局限性，根据“ $N-1$ ”的配电标准，在各条线路中，其所能负荷的容量必须是最大容量的1/2。这样一来，将会加大投资成本，主要是用于电力增长速度过快的地区。

1.1.2 单电源辐射式接线

单电源辐射式接线如图2所示。

从图2可以明显地看出，此种接线方法的末端无法与其他设备进行联络，因为它没有可以用来联络的电源。这种接



许迪/工程师

关键词/Keywords

智能配电网·
结构优化·
接线·
规划·

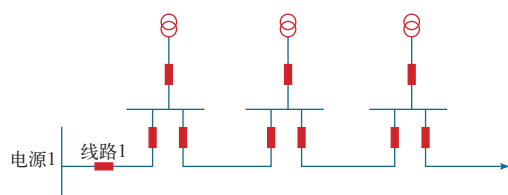


图2 单电源辐射式接线

线方式的优点是接线相对简单，投资成本低，维护速度快。然而，这种接线方式也存在一定的缺点，那就是当线路出现问题时，所在地区的停电范围过大。由于其供电质量较低，通常被应用在农村、城镇等地区。

1.2 电缆的接线方式

1.2.1 电缆单环网

电缆单环网接线如图3所示。

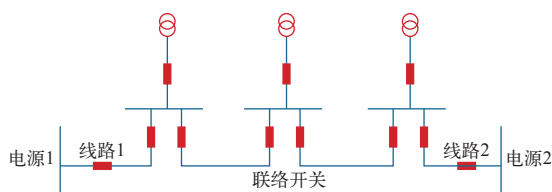


图3 电缆单环网接线

从图3可以看出来，电缆单环网的接线方法和第一种接线方法是一样的，它们都有一个共同点，那就是利用末端线路之间的电源来实现联络的目的，开环运行。这种接线方法的优点同样是接线简单、运行灵活。同时，这种接线方式电缆线路负载率较低，在它投入使用时，负荷量将会受到限制，适用范围十分有限，一般用于城镇配电网中。

1.2.2 电缆双环网

电缆双环网接线如图4所示。

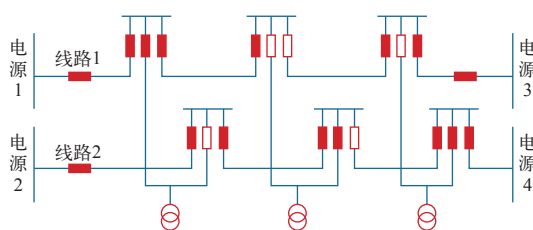


图4 电缆双环网接线

从图4可以看出，对比前面提到的电缆单环网，电缆双环网是多个电缆单环网的组合。这种接线方式具备以下几个特点：供电效率高，可以长时间连续供电。所以，在医院以及政府等这些重要机构，多采用这种接线的方法。唯一的缺点是，这种接线方法的投资过高，这不利于进一步推广。

1.2.3 电缆双射接线

电缆双射接线如图5所示。

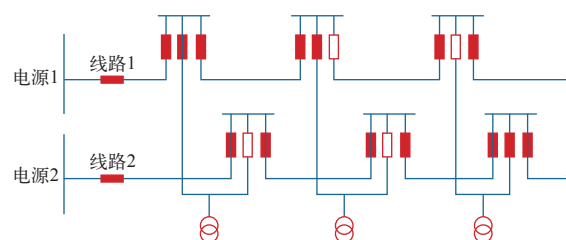


图5 电缆双射接线

由图5可以看出，采用这种接线方式，只要保证用户能够在其中一个电源下正常供电即可。在这组图中，每一条线路上都配备有两个电源，当供电的电源发生故障时，可以立马启动另外一个备用电源来解决问题。而且，这种接线方法还有一个优点，不同的用户之间，其供电电源是分开的。当一个用户的线路产生故障时，另一用户不会受到影响。由此可见，电缆双射接线的可靠性高，多被应用在医院和政府等地方。

2 智能配电网接线方式和设备规划目标

2.1 配电网结构优化基本要求

根据Q/GDW 156—2006《城市电力网规划设计导则》和DL/T 599—2016《低压配电网改造技术导则》的要求，城市配电网应达到以下基本要求：

1) 当配电线路的设备发生故障时，能够实现负荷的转移，对故障区进行隔离，确保非故障区能够正常供电。

2) 使接入10 kV公用线路上的用户具有2个及以上电源供电的可能性，其中应有2/3以上的用户享有“N-1”可靠性准则的能力。

3) 在配电网进行重构的过程中, 负荷进行转移时, 配电网中的载流元件不会出现过载现象, 不用对用户进行限电。

4) 配电网的结构应该适应城市发展的需要, 留有扩展的裕度, 而且某一元件发生故障的时候, 应该将停电用户数量控制到最低。

5) 配电网结构的设计应该考虑网络重构的便利性和灵活性, 同时能够适应配电网自动化发展的需要。

7) 配电网的改造、建设应该具有最佳性价比。

2.2 智能配电网结构和设备规划目标

各接线模式有各自的优缺点和适用范围, 在接线的时候应该考虑操作的安全性、配电自动化的可实行性、投资的成本、运行的费用和供电可靠性等多方面的因素, 特别是要考虑当地经济发展的状况, 对于以后配电网的发展留有余地^[4]。某地区智能配电网一次网架的目标网架典型接线方式主要有三种: 分别为架空线路三分段三联络接线、电缆单环网接线和电缆双环网接线。规划目标如下:

1) 高负荷密度区及重要负荷区的电缆线路, 接线方式采用双环网或者双射; 中负荷密度区的电缆线路, 接线方式采用异站单环网。

2) 对于中负荷密度区的架空线路, 采用适度联络和多分段的接线方式; 对于低负荷密度区的架空线路, 采用异站单联络和多分段的接线方式。每段线路应该均衡负荷, 并留有一定裕度。

3) 对现有的自动化设备, 应该按照智能配电网的自动化要求进行改造, 根据功能定位合理地选择不同的接线方式, 形成以“一遥”、“二遥”和“三遥”组成的多样化的配电自动化模式。

4) 新建的智能配电网应满足目标网架的要求, 按照配电自动化“三遥”功能进行设计, 在建设时同步建成。

3 典型线路优化方案

对于平均分段偏少、分段点设置不合理的环网线路进行合理调整。下面以DZ线和FN线为例, 线路改造前的分段情况如表1所示, 线路改造后的接线示意图如图6所示。

表1 线路改造前分段情况

线路名称	主干线路长度/km	线路装带容量/kV·A	分段情况
DZ线	3.55	9 670	在40 [#] 杆分段
FN线	3.1	15 590	无分段

根据线路分析, DZ线路较长、负荷较重, 仅在40[#]杆设置一个分段点不够, 基于负荷均衡的分段原则, 需要在20[#]杆和57[#]杆加装分段开关。

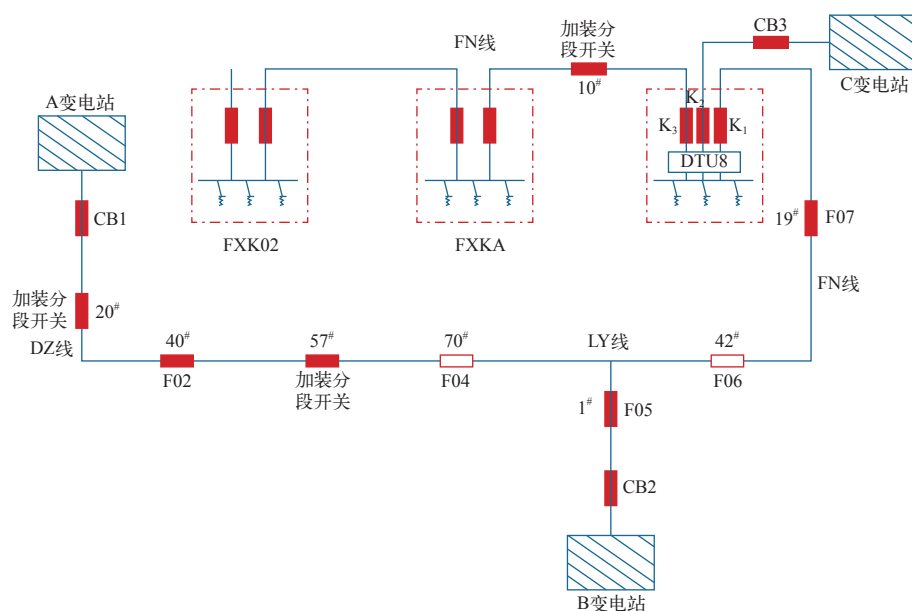


图6 线路改造后接线示意图

(下转第34页)

《照明设计手册》第3版48页。

(2) 镇流器的选择

镇流器也是照明节能一个措施之一，节能型电感镇流器和电子镇流器相对传统电感镇流器在功耗、重量和起动等方面都具有一定的优势，节能型电感镇流器在谐波、开机浪涌和使用寿命等方面更加突出。

(3) 灯具的选择

灯具的选择需要既满足功能和照明质量的要求，又便于安装维护、长期运行费用低。照明设计时应考虑实际照明场所的实际特点，采用相匹配的灯具，安装方式上考虑吊装、顶装、嵌装、壁装和杆装等，按照使用环境上分为多尘、潮湿、腐蚀、火灾和爆炸等，达到尽量用最低的能耗满足工作面照明需要的目的。

(4) 充分利用自然光

与土建专业的双向沟通，确定建筑物开窗方式方案，既满足结构稳定性的要求，又能尽可能地把自然光引入室内，减少室内照明压力。

通过以上理论及实际中采用的措施，可有效

减少照明能耗，降低照明功率密度，达到绿色照明、降本增效的节能目的。

5 结束语

在经济急速发展的时代，降低能源消耗成为迫切需要解决的难题，作为一名设计工作者，在工作过程中要尽量优化方案，照明方面，要积极选取高效低耗的光源，领会照明设计标准的精神，感悟绿色照明理念，以自己的设计实践为社会节能作出一份贡献。

参考文献

- [1] SH/T 3027—2003 石油化工企业照度设计标准[S].
- [2] 戴瑜兴，黄铁兵，梁志超. 民用建筑电气设计手册[M]. 2版. 北京：中国建筑工业出版社，2007.
- [3] GB 50034—2013 建筑照明设计标准[S].
- [4] 北京照明学会照明设计专业委员会. 照明设计手册[M]. 3版. 北京：中国电力出版社，2006.

(收稿日期：2017-05-11) **EA**

(上接第28页)

FN线FXK01与FXKA之间的架空段所带用户负荷达到2 730 kV·A，需要在10#杆加装分段开关。

3.3 网架改造效果

1) 建成架空线路以适度联络为主，电缆线路以单环网和双射为主的目标网架，核心区域的线路“N-1”比例由77.08%提升到100%。

2) 缩短线路供电半径，减少线路理论线损，核心区域的10 kV线损由6.17%降低到4.48%。

3) 通过合理调整线路分段，减少停电范围。非故障区段供电恢复时间由平均75 min缩短至3 min以内，故障查找时间由平均72 min缩短至34 min。核心区域供电可靠性将从99.96%提高到99.99%。

4) 形成了以“三遥”为主的配电自动化模式。

4 结束语

智能配电网中配电网的接线方式有很多种，

通过优化措施，选择合理的接线方式，从而实现降低线路电损，减少停电范围，形成了以“三遥”为主的配电自动化模式，从而确保正常供电，促进当地经济水平的发展。

参考文献

- [1] 李仁浩. 配电网结构优化及配电网自动化探讨[J]. 电子制作，2015(5)：212.
- [2] 宋沃维. 10 kV配电网线路网架规划探究[J]. 通信世界，2017(17)：185-186.
- [3] 张愿章，余艳伟. 配电网故障区段判别与隔离改进算法[J]. 河北工业大学学报，2009(4)：70-74.
- [4] 范忠. 基于GIS的配电网图形化建模及配电网应用分析[D]. 南京：东南大学，2006.
- [5] 张大立. 城市中压配电网接线与开闭所的配置[J]. 电网技术，2007(7)：83-86.

(收稿日期：2017-05-17) **EA**