

# 配电网闭环运行方式研究

徐琳, 浙江省绍兴电力局

张群, 浙江省绍兴市汤浦水库有限公司

卢继平, 重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室

辜锡峰, 王磊, 张炜, 贵州电网贵阳市供电局

**摘要:** 为了更加有效地减少停电范围和时间, 提高供电可靠性, 增加供电量, 可以采用配电网闭环运行方式。采用这种运行方式, 可以充分地利用现有的网络资源, 使用户获得两个或更多个电源供电, 在提高供电的可靠性的同时, 也大大节省投资。

**关键词:** 配电网; 环网; 运行方式

**中图分类号:** TM727.2

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1003-0867(2010)07-0013-03

配电网要进行环网运行主要需做好几个方面的工作:

一是根据配电网的供电现状, 选择要进行闭环改造的线路及其闭环联接方式; 二是对配电网的接线图及其设备数据参数整理得到其数学模型, 进行基本的电力系统潮流计算, 判断是否可以闭环运行, 及改造前后电能质量是否有所改善; 三是对改造后的线路进行继电保护装置动作值的整定和校验, 并对闭环运行方式的故障处理和运行操作情况进行分析, 论证改造后供电可靠性是否有所提高。

## 1 贵阳市供电局城南配电网基本情况

贵阳市南区是一个经济发达、用电量大的地区, 在该地区有许多重要的用户负荷, 这些用户对供电可靠性的要求非常高, 需有两回或两回线路以上对其供电。

对贵阳市城南供电局配电网实际运行状况分析, 可知该配电网中对供电可靠性要求较高的重要负荷主要集中在以下几条线路: 彭都、都司、都邮、都科、南路、观林、观科、林会、兴林、兴箭、沙箭。为节省投资并满足用户对供电可靠性的要求, 可对这几条线路建立一个小型环网, 使其闭环运行, 其他线路, 仍采用开环运行方式。

贵阳市城南供电局配电网目前采用的是双电源链式闭环接线结构、开环运行方式。在此基础上对所选线路进行分段, 闭合环网断路器, 采用三断路器五分段双电源链式闭环运行方式, 这样既可以提高供电可靠性, 又能充分利用现有资源, 最大限度地减少了电网改造的投资。

## 2 配电网闭环前后潮流计算与结果

为在保证一定计算精度且简化计算, 计算时, 仅对该配电网的重载运行情况进行分析, 这可以更加深入地认识线路运行中存在的问题。与闭环后的数据进行比较, 可确定能否进行闭环改造。功率因数统一取为实际值0.95, 负荷大小则采用实际的各负载最大负荷。闭环前潮流结果如表1、表2所示。

由计算结果可知, 该配电网开环运行时, 各线路最大

表1 闭环前各支路潮流

支路名	有功功率/MW	无功功率/MVar
彭都	6.17	1.93
都司	6.84	2.14
都邮	7.19	2.36
南路	7.71	2.54
观科	6.88	2.15
都科	4.97	1.55
林会	3.29	1.03
兴林	4.61	1.44
观林	4.61	1.44
兴箭	7.83	2.45
沙箭	6.45	2.01

注: 表中所示的功率值均规定由变电站流向线路为正, 下同。

表2 闭环前各母线电压

母线名	基准/kV	实际/kV	标么值
都司变电站	10	10.54	1.05
彭家湾变电站	10	10.55	1.05
太慈变电站	10	10.46	1.05
沙冲变电站	10	10.54	1.05
兴关变电站	10	10.54	1.05
观水变电站	10	10.52	1.05
全林开闭所	10	10.38	1.04
龙洞堡变电站	10	10.52	1.05
龙洞堡变电站	35	36.81	1.05

注: 表中所计算的电压值为变电站的低压侧(10kV或35kV)电压, 以其基准电压为准, 下同。

压降为2.5%。各节点电压及潮流均符合要求, 电压合格率为100%。环网部分总线损率为3.96%。可见, 该配电网的电压合格率很高, 线路损耗也很低。

要进行配电网闭环运行, 首先要保证的就是闭环后功率传输发生转移, 不会引起线路潮流过载, 各节点电压仍满足要求, 线路损耗不能明显增加。该配电网闭环运行方式进行潮流计算, 结果如表3、表4、表5所示。

由计算结果得知, 该配电网闭环后, 各变压器、线路运行情况完全正常, 无过载现象出现, 各线路最大压降为1.6%。各节点电压及潮流均符合要求, 电压合格率为100%。环网部分总线损率为2.56%。与闭环前相比, 闭环后由于传输功率的转移, 个别线路的压降和线损率略有

表3 闭环后各支路潮流

支路名	彭都	都司	都邮	南路	林会	兴林	观林	兴箭
有功功率/MW	4.8	7.82	6.56	7.83	0.32	3.44	3.44	5.21
无功功率/MVar	1.61	4.62	2.55	3.03	0.12	1.34	1.34	1.97

表4 闭环后各支路功率流向

功率流向	彭都至都司	都邮至南路	兴箭至沙箭	林会至都科
有功功率/MW	2.72	0.7	3.66	3.13
无功功率/MVar	0.28	0.25	1.39	1.16

表5 闭环后各母线电压

母线名	基准/kV	实际/kV	标么值
都司变电站	10	10.49	1.05
彭家湾变电站	10	10.43	1.04
太慈变电站	10	10.28	1.03
沙冲变电站	10	10.44	1.04
兴关变电站	10	10.48	1.05
观水变电站	10	10.42	1.04
全林开闭所	10	10.38	1.04
龙洞堡变电站	10	10.42	1.04
龙洞堡变电站	35	36.16	1.03

上升，但总线损率有一定幅度的降低。

通过闭环前后的潮流分析，可知闭环后各节点的电压均满足要求，线路损耗也有一定程度的降低，因此，该配电网满足采用闭环运行的潮流要求。

### 3 配电网闭环运行方式的保护设置

继电保护装置是电力系统安全运行的保证，是电力系统不可分割的一部分，合理配置与正确使用继电保护装置十分重要。闭环后，网络的结构发生了变化，因此，必须对闭环后配电网各条线路中的继电保护装置的整定值进行调整，使其相互配合，以满足闭环运行方式的要求。

以都邮-南路线为例，都邮-南路线的断路器设置情况如图1所示，经分析得知无论故障发生在环网分段断路器的哪侧，分段断路器都必须跳开，因此可设置分段断路器的工作方式是检测其两侧电压，两侧均有电压则延时闭合，如出现单侧或双侧失压则跳开。这样就不需再为分段断路器整定专门的保护动作值，而只需整定出口断路器和环网联络断路器的保护动作值。

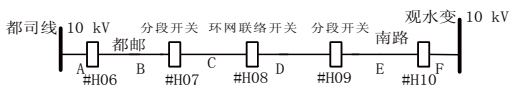


图1 都邮-南路线接线示意图

环网闭合后，线路都是由双电源或三电源供电，在进行整定保护时，必须考虑流经断路器的电流的方向。配电网线路上没有带负荷的母线，如果在分段点两侧装设两台变压器和两套保护装置，来解决方向性问题的话，将会大大增加改造的投资，而对提高供电可靠性的作用不大。因此，提出采用两套带功率方向元件的保护装置并联控制断路器的动作，这样既可以解决保护的方向性问题，又可以减少投资。

### 4 闭环方案运行分析

配电网闭环前后，网络的结构发生了变化，各断路器之间的配合也发生了变化，因此在正常运行及故障处理时，断路器的操作也不尽相同。

#### 4.1 闭环前

闭环前，正常运行时，分段断路器常闭，环网联络断路器常开，在故障时根据对故障状况的分析来确定各断路器如何动作。

以都邮-南路线为例（如图2所示），该线路上保护装置是由变电站出口断路器#Q04、#Q07、环网联络断路器#Q05和环网分段断路器#Q06组成。

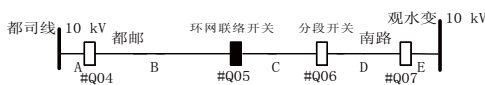


图2 开环时都邮-南路线接线示意图

正常运行：正常运行时变电站出口断路器#Q04、#Q07，环网分段断路器#Q06处于合闸状态，环网联络断路器#Q05处于断开状态，两条线路组成环网结构，采用开环运行方式，各断路器的分合闸操作可就地完成和采用远方控制。

瞬时故障：当C点发生瞬时短路故障时，出口断路器#Q07跳闸，环网分段断路器#Q06检测到双侧失压而跳闸，瞬时故障消失，经时间T1，断路器#Q07重合成功，断路器#Q06检测到单侧有压而重合成功，线路恢复供电。

永久性故障：若线路C点故障，出口断路器#Q07分闸，断路器#Q06检测到双侧无压而延时分闸，出口断路器#Q07重合成功，#Q06因故障未能消除而分闸，并进入合闸闭锁状态，环网重合器#Q05由于单侧失压而延时合闸到故障点上，进入合闸闭锁。

#### 4.2 闭环后

闭环后，都邮-南路线的线路连接示意图如图3所示。

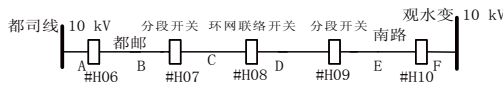


图3 闭环时都邮-南路线接线示意图

该闭合环网供电方案是由变电站出口断路器#H06、#H10、环网分段断路器#H07、#H09和环网重合器#H08组成，分段断路器功能是检测断路器两侧电压，如双侧有压则闭合，如单侧失压或双侧均失压则分闸。

正常运行：如图3所示，正常运行时变电站出口断路器#H06、#H10、环网分段断路器#H07、#H09和环网联络断路器#H08均处于合闸状态，两条线路组成环网结构，采用闭环运行方式，各断路器的分合闸操作可就地完成或采用远方控制。

# 35 kV地下变电站接地系统设计

骆杨, 四川省成都电业局

**摘要:** 接地系统设计对35 kV地下变电站的安全可靠运行十分重要。该文介绍了接地系统设计方案, 在人工接地网等间距和不等间距布置时, 比较了接地网主要参数的变化。

**关键词:** 地下变电站; 接地电阻; 最大接触电位差

**中图分类号:** TM726.1

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1003-0867(2010)07-0015-02

## 1 背景介绍

地下变电站不仅具有传统变电站的相应功能, 而且能够很好的与周边城市景观相协调, 减少电磁对市民的干扰, 并减小在市区建设变电站的阻力, 正由于有这样的优势, 城市市区地下变电站的发展前途明朗。现以某市市区一地下变电站为例, 该地下变电站采用全地下结构, 建筑尺寸约为50 m×20 m, 按照地下两层布置。在工艺优化, 合理布局的前提下, 设计时将变电站建筑面积压缩以降低造价。接地设计作为变电站设计的一个重要方面, 其中接地电阻、最大接触电位差和最大跨步电位差的计算是接地设计的关键。

## 2 设计分析

### 2.1 接地电阻

设计时该变电站35 kV电源接地方式暂按小电阻接地

**瞬时故障:** 当B点发生瞬时短路故障时, 变电站出口断路器#H06、环网联络断路器#H08分闸, 环网分段断路器#H07检测到双侧失压而分闸, 瞬时故障消失, 经时间T1后, 断路器#H06、#H08重合成功, #H07检测双侧有压而重合, 线路B恢复供电。

**永久性故障:** 若线路C点故障, 断路器#H06、#H08分闸, 断路器#H07检测失压后分闸, 断路器#H08经重合闸后, 因故障未能消除而分闸进入合闸闭锁状态, 断路器#H06重合成功, 断路器#H07因检测单侧失压而不进行重合闸, B、D、E三段线路的供电仍然继续, 而不间断。

由以上对闭环前后配电网正常运行及故障时各断路器动作情况的分析, 可以看出, 闭环运行的一个很大的优越性就是, 闭环运行时对故障处理的操作比较简单, 动作迅速, 可以及时地切除故障, 而且对非故障段的影响很小, 不会引起非故障段的大面积停电, 更好的保证了供电连续性, 提高了供电可靠性。

## 5 小结

通过分析计算, 证明了该配电网闭环时, 仍然满足潮

考虑, 接地电流为1000 A, 接地时间为3 s。规范要求接地短路时, 接地电阻电位 $\leq 2000$  V, 以保证二次设备额定耐压2500 V下的安全, 变电站接地电阻 $\leq 2 \Omega$ 即可, 但根据惯例, 结合实际经验, 将接地电阻限制在 $0.5 \Omega$ , 电阻电位升高500 V, 远小于二次设备额定耐压值2500 V。与此同时, 也有利于最大接触电位差 $U_{\text{tmax}}$ 和最大跨步电位差 $U_{\text{smax}}$ 的降低。

### 2.2 等间距布置时最大接触电位差 $U_{\text{tmax}}$ 和最大跨步电位差 $U_{\text{smax}}$

在接地网的不同点承受短路电流时, 接地网各导体的电位都为等电位。但接地网中无导体部分地坪的电位升不一样, 人手接触故障设备和脚站在地面时, 两点所受电压称为接触电位差。接触电位差是地表电位差的一部分。

当人站在变电站底层混凝土地面上, 接触电位允许值为110 V, 跨步电位允许值为140 V。设计水平接地网时, 考虑避开桩基, 长度方向均匀带间距为7~8 m, 宽度方向

流和继电保护的要求。因此, 在该配电网中, 可以采用闭环运行方式。这样可以更加经济的提高供电的安全可靠性。另外, 该文还对该配电网开环、闭环两种运行方式的运行情况进行了分析, 为配电网闭环运行介绍经验。

## 参考文献

- [1] 孙寄生. 10 kV环网供电技术研究及应用[J]. 中国电力, 1999, 2.
- [2] 刘建喜. 手拉手环网模式及运行分析[J]. 华中电力, 2001, 6: 67-68.
- [3] 何怀德. 10 kV供电系统环网供电接线方式的探讨[J]. 华中电力, 1999, 6.
- [4] 夏道止. 电力系统分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [5] 陈绩, 吕飞鹏. 复杂环网保护配合的网络分割新算法[J]. 继电器, 2006, 12.
- [6] 孙寄生. 10 kV环网供电技术研究及应用[J]. 中国电力, 1999, 2.
- [7] 赵文忠. 农网改造中不可忽视的环网潮流控制问题[J]. 电力建设, 2004, 9.

(责任编辑: 陈淑芳)