

[电力系统]

# 提高中压配电网可靠性的方法探究

文/国网重庆供电公司永川供电分公司 肖 懿  
贵州大学电气工程学院 罗 丹  
长春轨道客车装备有限责任公司国凯公司 于 婷

配电网的供电可靠率是衡量供电公司的重要指标，直接影响着用户的利益。中压配电网是我国配电网重要的组成部分。从设备、管理和规划各方面对影响中压配电网可靠性的因素进行了分析，结合实际提出了提高中压配电网可靠性的措施，并结合理论计算验证了方法的有效性。

配电网可靠性是指电力系统中配电网正常向用户供电的可靠性指标。配电网可靠性体现了供电公司从规划设计，到运行维护等各方面的工作水平，也直接影响了电网用户的用电效益。随着时代的发展，无论是工业用电还是民用电都对电网的可靠性提了更高的要求，其中以中压配电网最贴近民用电和工业用电，因此更需加强提高中压配电网的供电可靠性。

## 影响中压配电网可靠性原因分析

### 1. 设备原因

配电网设备故障原因主要包括线路故障、开关故障、断路器故障和变压器故障等。因为各种原因引起设备故障导致配电网无法进行正常供电是影响电网可靠性的最主要的原因。

以A县2013年为例。由表1中可以看出因为设备原因造成的主动故障停电占据了所有停电次数

的一半，而外力因素和自然因素造成的影响实际上是因为外力而导致的设备故障停电。

### 2. 运行调度

运行调度对配电网造成停电的原因主要是预安排停电。预安排停电是除故障停电外配电网的主要停电原因。预安排停电是保证电网安全可靠运行的正常检修维护停电措施，是必要的停电安排。

### 3. 配电网规划

在配电网规划及设计时需要针对工业用电和民用电进行分别设计，并根据当地的地理、气候等因素进行针对性的改进。供电公司需要针对电网负荷的增长进行预测，来进行配电网的规划和设计，确定最优的方案进行配网建设。一个优秀的配电网规划会极大地提高配电网可靠性并且保证供电公司和用户的经济效益。

## 提高中压配电网可靠性的方法

### 1. 提高配电网设备可靠性

配电网设备故障是影响配电网可靠性的最主要原因，提高配电网可靠性就是提高配电网设备的可靠性。配电网线路故障的元件主要包括线路、开关、断路器和变压器等，以A县2013年为例，如表2所示。

表1 A县2013年停电原因分析

| 故障原因 | 次数/次 | 户数/户 | 比例(%) |
|------|------|------|-------|
| 设备原因 | 19   | 145  | 43    |
| 外力因素 | 12   | 158  | 27    |
| 自然因素 | 8    | 320  | 18    |
| 用户影响 | 5    | 159  | 12    |

表2 A县2013年停电设备原因分析

| 停电设备 | 次数/次 | 户数/户 | 比例(%) |
|------|------|------|-------|
| 架空线路 | 32   | 727  | 73    |
| 电缆线路 | 1    | 14   | 2     |
| 变压器  | 7    | 7    | 16    |
| 断路器  | 0    | 0    | 0     |
| 其他开关 | 4    | 34   | 9     |
| 合计   | 44   | 782  | 100   |

通常中压配电网中故障率最高的是配电网线路，因为农网多采用中压配电网，而农网的覆盖范围较大，工作环境较为苛刻导致了中压配电网配电线路的故障率较高。中压配电网主要以架空裸导线、架空绝缘线为主，城区的配电网主要为架空绝缘线。以A县的配电网线路故障为例，如表3所示。

表3 A县2013年线路故障分析

| 停电设备 | 故障率[次/(km·a)] | 停电平均持续时间/h | 次数 |
|------|---------------|------------|----|
| 架空线路 | 10.84         | 1.82       | 32 |
| 电缆线路 | 7.89          | 4.07       | 1  |

从表3可以看出，架空裸导线和架空绝缘线的故障率都比较高，电缆线路故障率较低但是成本较高。在县区配电网中大多采用架空裸导线，导致故障率较高，应尽量更换为架空绝缘线；中压配电网中对供电可靠性有要求的工业用电用户应当选择架设电缆线路；城区配电网应选择电缆线路以保证城区的供电可靠性；对重载线路及工作环境较为苛刻的线路需要定期进行检测和维护以保证线路的正常运行。

变压器、开关类设备因为运行环境稳定，检修较为方便，所以故障率较低。如表3、表4所示，变压器和开关设备的故障率低于配电网线路。

表4 A县2013年设备故障分析

| 停电设备 | 故障率[次/(百台·a)] | 停电平均持续时间/h | 次数 |
|------|---------------|------------|----|
| 变压器  | 3.72          | 1.71       | 7  |
| 开关类  | 2.857         | 3.42       | 4  |

变压器的可靠运行保证了用户的正常用电，当线路发生故障时开关类设备可以及时切除故障

区域以保证配电网其他部分的正常运行。在配电网中应当根据线路的实际情况选择合适的变压器并定期进行检修和维护，对老旧的设备进行及时的更换。在条件允许的情况下，对负荷和线路加装断路器或者隔离开关以保证故障时可以切除故障区域提高配电网供电可靠性。

2. 运行调度

在中压配电网的正常运行中预安排停电占据了相当大的比重，以A县为例，故障停电次数和预安排停电次数之比为44：276，因此如何规划预安排停电显得非常重要。

中压配电网中的工业用电用户和民用电用户对停电时间敏感度需要区别对待。工业用电用户短时间停电会影响正常的生产和运作，许多大型机器的开停机都需要长时间的运行。因此针对工业用电用户的预安排停电应该以提前通知，少次停电为主，减少对工业用电的停电次数以保证用户的生产效益。民用电一旦长时停电会对用户的生活及工作造成严重的影响，所以针对民用电用户的停电应当尽量减少预安排停电的停电时间以保证用户的正常生活和工作。

3. 配电网架构

在供电公司对中压配电网进行规划设计时，需要根据负荷的增长情况对负荷进行预测，还需要根据负荷种类的不同进行区别规划。

针对工业用电等大负荷用电用户，需要考虑其运行时的电流对线路正常运行的影响，确保线路不长期处于重载或过载运行。对负荷较大影响线路正常运行，功率因数较低的用户可以选择建立专线以保证用户和配电网的可靠性。针对普通用户需要保证其用电质量，避免受到大用户的影响而造成供电可靠性的降低。

对于用户数较多的线路进行分段以减少线路故障时的停电范围；对单幅射线线路进行改造增加联络线以提高线路故障时的转供能力。

对于负荷较重的中压线路还需要进行监测，当出现无功缺额时及时进行无功补偿。对于功率因数较低的用户需要监督确保其接入网后的功率因数达到要求，或者单独架设线路以保证供电网络的可靠性。

算例分析

以A县2013年的供电可靠性指标为例。

A县2013年某线路B如下图所示。

(下转第86页)

速齿轮的省力倍数为3,手柄采用杠杆原理,通过适当加长手柄长度,省力倍数设计为6。

根据方案的设计,整体结构设计如图3所示。

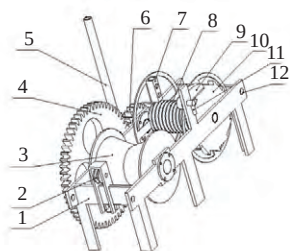


图3 拉线集线器整体示意图

1—机架 2—导向滑轮 3—锥形轴 4—大齿轮 5—手柄  
6—小齿轮 7—卡线槽 8—集线卷筒 9—棘爪 10—棘轮  
11—换向钮 12—耳板

该拉线集线器包括机架1,机架1上安装有集线卷筒8,机架的一端设有导向滑轮2,在集线卷

筒8和导向滑轮2之间装有锥形轴3,机架上还设有小齿轮6和棘爪9以及耳板12。

采用这样的方案制造出的手动拉线集线器,可广泛应用于山区线路检修过程,搬运过程中,装置的大齿轮4和手柄5均可拆卸,施工中只需两名工人就可完成作业,不需要额外动力设备,经过安全检验与力学核算,设计的手动拉线集线器最大牵引力可达60 kN。

## 结束语

临时拉线集线器可以满足线路正常运行时多种工况下的受力,能够保证线路良好的正常运行,且在山区检修作业时其量轻便携。EA

(收稿日期:2014.12.11)

(编辑:刘群点)

(上接第83页)

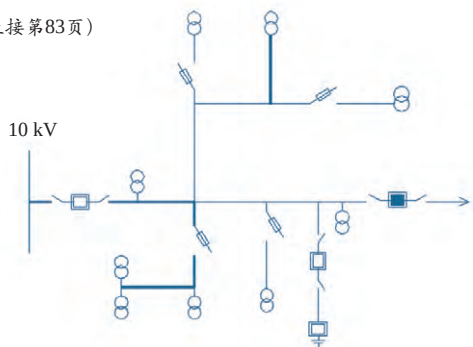


图 B线路架构图

该线路参数为架空裸导线3.722 km,架空绝缘线0.128 km,断路器2台,隔离开关4台,用户数为8,联络方式为单联络线。

该线路2013年实际指标:RS=99.967 0%,SAIDI=0.192 0,SAIFI=0.312 2。

因为B线路为农网,线路主体为架空裸导线,将线路改造为架空绝缘线,并将线路中的老旧设备更换为故障率较低的新设备后进行计算。

用户平均停电时间

$$SAIDI = f_i n_i T_i / 1732$$

用户平均停电次数

$$SAIFI = f_i n_i / 1732$$

供电可靠性

$$RS = 1 - SAIDI / 1732$$

式中, $f_i$ 为设备故障率; $n_i$ 为线路与用户综合参数; $T_i$ 为设备故障停电时间。

经计算后得出结果

$$RS = 99.998 0\%$$

$$SAIDI = 0.163 0$$

$$SAIFI = 0.223 4$$

可以看出通过对线路的材质和设备进行改造后有效地提升了配电线路的可靠性。

2013年A县的配电网可靠率RS为99.928 6%,用户平均停电时间6.25 h/户,用户平均停电次数1.516次/户。对线路进行改造,将农网的架空裸导线改造架空绝缘线,城网线路改造为电缆线路,为重载线路添加相近线路的联络线,对用户数较多的线路进行分段处理。改造过后得出的理论计算值

$$RS = 99.978 7\%$$

$$SAIDI = 1.870 1$$

$$SAIFI = 0.903 4$$

由以上算例可以看出通过对中压配电网进行改造后有效地提升了配电网网络的可靠性。

## 结束语

中压配电网的可靠性受到多方面的影响,从线路设备到配电网规划等多个方面提出了提高可靠性的方法,并结合算例证明了方法的正确性。在配电网运行中供电公司需要加强对配电网的规划、维护和管理,开展新技术的研发与运用,从而加强配电网的建设,提高配电网的可靠性。供电公司提高配电网可靠性不仅保证了用户的利益,也是供电公司品牌效益的体现。EA

(收稿日期:2014.10.21)

(编辑:刘群点)