

提高配电网供电可靠性的综合措施分析

刘海东 王凯琳 王学仁 段将烁

国网景县供电公司

摘要: 随着国家经济的高速发展,企业也在不断地加速转型,迎来高智能科技时代,电力资源作为各行各业的主要支撑动力,其需求发展也能彰显当地经济规模。如今,伴随着客户对用电的需求增多,电力的服务功能和供电可靠性等方面面临着前所未有的新挑战。本文主要阐述了供电可靠性的重要性,从影响供电可靠性的主要因素出发,探讨了配电自动化、配网线路日常维护、电力设备运行指标以及不停电故障消缺等几种可行方法改善配电网供电可靠性。

关键词: 配电网; 供电可靠性; 配电自动化

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.12.190

引言

配电网是电力系统中的一个关键环节,承担着城市和农村居民提供电力的重任。长期以来,电力企业一直为客户提供优质服务,而更高的供电可靠性则是重中之重,因此,在电力系统中,若使电力系统的可靠性能得到一定程度地提升,离不开对其影响因素进行合理地分析和处理。配电网因其具有点多、线长、面广等特性,导致其在运行过程中频繁出现故障,严重降低了配电网的供电可靠性,不仅给供电公司带来了巨大的经济损失,也关系到广大城乡居民的日常生产、生活用电。在电力系统中,配电网的可靠性研究是指在对配电网及设备进行规划设计时,要考虑到的各类环境条件与长期需求,以及在生产与安装后的结构与内在特征,还要考虑在运行中会呈现出的特征与状况。配电网是电网向用户提供电能、提供电能的最后一环,其可靠性研究的目的是提高配电网对客户的供电能力与质量,电力供应可靠度则反映电力供应系统能够为客户提供连续的电力供应的能力。电能质量是一个非常重要的指标,它直接反映了供电企业对用户的供电能力。要想改善电力系统的供电可靠性,就必须认识到自己的配电网特征,并对其存在的问题进行分析,才能有的放矢地采取相应的对策。

一、概述

1. 配电网供电可靠性概述

配电网的供电可靠性是指供电企业在最大程度上保证电力供应的连续性以满足客户的用电需求。以往,国家将重点放在了电源系统和传输系统上,而对配电系统的可靠性却没有给予足够的关注,原因在于,电源系统和输电系统发生故障时,都会引起很大的后果,而配电网的故障所造成的影响要小许多,所以,早期人们对配电系统的关注仅仅停留在能供上电的阶段。国家要求城镇平均供电可靠率达到99.9%,农村平均供电可靠率要达到99%,这对配电网的供电可靠性提出了具体的要求,但由于研究时间较晚,加之配电网中使用的设备种类繁多,造成配电网供电管理难度大,数据统计分析难度大,如何提高配电网的供电可靠性,需要继续深入研究。

2. 配电网供电可靠性影响因素

要强化配电网的供电可靠性,就需要确保如下几个

方面:首先是设备的可靠度,即电力设备要稳定可靠地运行,遇到极端天气情况也要最大程度发挥作用,减小环境因素对电网整体带来的影响,体现实用性与可靠性。其次是配电网的可靠度,就是要使配电网中各有关部件都能被充分地使用,各部件之间能合理高效地运行,能够承受不确定因素对电网的冲击,以确保正常的供电;再者就是运行可靠度,即具有较强的自动化程度,发生故障时能自动投切,锁定故障范围,减小停电面积,发生瞬时故障时能自动合闸。

3. 提高配电网供电可靠性的意义

配电网的安全性直接影响着人民群众的生产、生活,也影响着国民经济的正常运行与发展。因此,作为安全可靠可持续供电的一项重要技术指标,它的基本含义就是在每个计算阶段,对终端客户所需的总时间以及各计算阶段所占的比例。随着我国电网的不断发展,配电网的安全稳定运行,已经成为全社会关注的焦点。而配电网作为与广大用户直接相连的重要组成部分,是保证电力系统正常运行,为广大用户提供电能的重要环节。正是基于此,中低压电源网的主体向县城街道和乡镇延伸,实现向供电最后一公里迈进,而在这种大规模的电网中,一旦用电设备发生故障或不能正常运行,则会导致整个电力系统的供电中断。因此,为了进一步改善配电网的安全,必须加强对配电网的改造和优化,才能更好地适应电力行业发展的需要。

二、影响配电网供电可靠性的因素分析

配电网是电力系统中的一个关键环节,不仅关系到人民群众的生产生活,对于电力系统供电质量和可控性也有促进作用。由于配电网点多线长,工作环境复杂,巡视维护具有滞后性,尤其是风雨极端天气,造成引流线断线,电杆倒塌,变压器避雷器击穿等故障频发,造成全线路或支线停电,极大影响用户用电体验,下面探讨分析几种影响因素:

1. 电力设备故障

电力设备故障在配网故障中屡见不鲜,大多数原因是其绝缘性能老化,造成相间短路或者接地短路,另外误操作以及负荷投切瞬间引起的高电压造成电力构件绝缘保护击穿,引起设备损坏造成故障停电。因此,在短时间内恢复供电,需要借助故障信号指示器来判断,并且电力公司的维护人员必须具备一定的专业技能,能

能够在较短的时间内，对某些经常发生的电气故障进行处理，防止出现电源故障导致的供电问题，从而降低企业的损失。另外配电装置的设计性能、生产和安装质量，配电网的输电能力和余量，正确操作继电保护及自动化设备等原因也会引起配电网故障，对配电网设备进行科学、合理地分析，引进先进技术，才能降低电网故障的发生率。

2. 配电网缺乏维修

对电网系统而言，为确保正常运转，需要确保每一台设备与电路的完整性与安全性，不发生因错误接线与设备长时间不维护保养造成电网事故，如变压器缺油、漏油，电杆年久出现裂纹，直立瓶松动等。因此，要制定适当的维修与检修策略，安排人员定期线路巡视，迎峰度夏与迎峰度冬等大负荷期间更要加大巡视频率，及时地维护、维护和检修配电装置与线路，并及时地更换存在缺陷与隐患的配电线路以及设备中的零部件，配电网才能持续、稳定地正常供电。

3. 配电线路闪络

配电线路闪络，一般发生在配电线路中，特别是架空线路中。配电线路主要是指低压架空线路，其电压等级多为10KV、35KV、110KV。其绝缘水平低，绝缘损坏后容易造成相间短路。当发生短路时，就会产生电弧，电弧的高温会使绝缘材料熔化，同时电弧的火花也会烧坏导线或导线绝缘层等。如果在一定的环境条件下，如天气干燥、空气湿度小，或受雷击、过电压等原因作用下，就会发生配电线路闪络。配电线路闪络事故将导致设备损坏、停电、缩短电网的使用寿命等后果。因此对配电线路绝缘水平的要求较高，一般采用绝缘子串联间隙或安装过电压保护器来确保线路绝缘水平。若配电线路发生闪络后没有及时处理，就会导致火灾事故发生。配电线路发生闪络，一般有以下几个原因：首先是配电线路绝缘水平低，容易造成相间短路，并发生电弧，电弧产生的高温使绝缘材料熔化，从而造成相间短路。当配电线路发生闪络时，如果未及时处理，就会导致故障点附近的导线或导线绝缘层被烧坏、烧断，从而引起短路故障点附近的其他电器设备受到影响。其次是配电线路遭受雷击、过电压等原因作用下产生的电弧。雷击、过电压都是在一定的气象条件下发生的，它们能够使配电线路中的绝缘子串发生闪络。当配电线路受到雷击或过电压作用时，往往会产生电弧，在电弧发展过程中产生高温使导线或导线绝缘层熔化。

4. 外部因素引发的配电网停电

根据统计，因外界施工影响和交通工具损坏等外界因素导致的配电系统断电故障分别为34.12%和20.19%，近几年来，随着城市化的不断推进，城市各种基础设施建设工程越来越多，架空线路被施工机械碰伤、电缆被挖断等事故时有发生，而随着道路的不断扩大，地面标高的不断改变，很容易出现汽车撞杆、超高车辆挂线等现象，但此类故障仍存在逐年上升的趋势。此外，雷电、大风、暴雨、夏季高温高负荷后又遭遇气候突变等都会使设备发生事故的的概率增大，从而加大了供电风险。

5. 配网自动化水平

在我国，某些偏远地区电力设施还处于老旧时期，配电自动化能力不能满足智能化水平，特别是有些小的电力公司，他们的配电系统自动化程度还不够高，跟国外的大的供电公司相比，还存在着一定的差距。当出现故障的时候，未能及时切断故障线路，造成更严重的停电事故，并且由于在检测故障、维修等方面的技术都比较落后，有时还会导致大范围的停电，带给用户较差的用电体验。

6. 配电网结构

电力分配是一个非常复杂的工作，它要求在建设中要有科学性和合理性，并且要有科学地划分，这样才能保证电力供应的正常进行。配电网在结构布置上具有半径大、覆盖面广等不合理的情形，因此，如果发生停电，就会造成大面积停电，甚至整条线路都会同时断电。配电网发生故障，其影响范围非常大，对客户也会产生一些影响，导致长期停电，引起社会消极方面舆论，妨碍了供电公司的发展，因此，要对配电网的结构进行科学的设计，将因配网故障而导致的用户损失降到最低。

三、提高配电网供电可靠性的措施

1. 优化线路与供电设备质量

在电力系统中，配电装置的品质与性能对于提升电力系统的可靠性具有重要意义。配电装置安装的好坏，直接关系到设备的维护和维修。10kV配电网的开关一般都是在室外进行，为保证安全，在其两端都要加有绝缘开关。然而，在长时间的运行环境下，装置会发生绝缘老化、腐蚀等问题，从而引起断路器失效，使停电范围增大。为减小停电次数，在更换绝缘部件或者处理金具等部件损坏时需要带电操作，所以要按照带电工作的需求来进行维修。选用负载开关时，要把整个断电结构完整地密封起来，同时还要加上一个低压绝缘装置，这样才能达到国家和电力部门的有关规定。对于配变、熔断器发生故障时，应选用复合绝缘制品，并选用可替换或能自动卸除的产品，以降低测试工作量；对于线缆，选用性能优良的冷缩线缆，降低线缆的失效概率；根据变电所环网柜的工作环境，若发生故障，停电区域将进一步扩大，因此，宜选用全绝缘、全封闭结构的装置。

2. 加大配电网的自动化建设

现代配电系统对电力供应的需求日益增加，而现有的配电装置及管理手段已不能适应新形势的需要。根据实际情况，对配电网的综合自动化系统进行筛选和设计，对已有的配电网进行升级和改造，达到配电自动化的目的。当出现故障时，自动化系统能够自动地将故障区域隔离开来，并且在完好区域能够自动地恢复电力供应，从而最大程度降低故障查找的时间，并且将用户的数量缩小到一定的范围内。若能配备一支自动化的应急救援队伍，则可大幅缩短停电时间；同时，该自动化系统还可为预定维修计划及市场开通等提供决策依据，极大地提高了电网的灵活度，提升了资源的利用率。配网自动化具有多方面的综合效益。国内对配电网自动化技术的研究已经有很长一段时间了，在这方面已经取得了一定的成绩，其中最常用的有SCADA、GIS、变电站自动化、馈线自动化、设备管理、负荷管理等，但是这

些自动化系统的功能相对单一，无法实现信息的共享。因此，有必要对这些资源进行集成，以构建一体化的配电网自动化系统。配电网的微机监测与信息管理，对提高电力供应的可靠性，具有明显的经济效益。经过多年的努力，我国在配电网的微机监测与信息管理方面取得了长足的进步。目前，配电网各方面的自动化水平都有了一定的提高，并呈现出综合化、智能化的发展趋势。当前，在经济发达的地区，采用的都是以能源管理为核心的集成自动化系统。它是一种以电网中的配电系统为中心，一直到用户的控制和管理目标，具有一种计算机控制系统，包括数据采集和监控，负荷管理控制，自动绘图和设备管理，工作序列管理，以及网络分析等。

3. 优化配电网的结构组成

当前，我国的配电系统以架空线为主，其供电电压为35kV、10kV、0.4kV，供电网络结构较为复杂，在实际的配电系统中，有很多的供电支线，为了增强供电的可靠性，若主干线有多个支路，就必须增加隔离开关及熔断器。对于变电所的出线干线，可适当地增加分段切换器，实现负荷在每条馈线上的传递，提高变电所的灵活性。从安全、经济和可靠的角度出发，对配电网的布局进行优化，选用双源或三源电源，并对供电模式及供电半径进行了调整；对变电所主干线上的断路器、分段开关进行了重新设计、规划，并对断路器、分段开关进行了合理的布置，以防止因变电站故障而引起的不必要的停电。通过对已有配网结构和负载分布的分析，确定与区域配电网的具体条件相适应的自动控制方案；为减少10kV配电网的供电半径，应增设馈线回路、开关站，为了增强变电所的负荷输送能力，在变电所之间应适当增设联络线。

4. 提高设备的带电作业能力

带电操作是指在配电系统中对高压电力设施进行不停电操作，是提升配电系统供电可靠性的一种重要手段。它可以保证用电的经济利益，简化了接触程序，提高了工作效率，不受工作时间的约束，可以迅速地对设备的缺陷进行处理。强化带电作业，是电力系统稳定运行的重要保证。

5. 加强配电网的可靠性管理

首先，要构建完善的供电可靠性管理系统，制订一套清晰的可靠性管理体制，强化规范化、系统化的管理，按照上级部门确定的可靠度指标，对工作进行细化，并建立健全的监督和评估机制，保证供电可靠度的实现。其次，要增加对配电设备的维修、维修的投入，要有一个清晰的维修计划和方案，要对配电设备进行定期的检修，并进行状态监测，这样才能让它一直处于一个较好的工作状态，减少设备的故障率，让设备的操作性能和健康程度得到提升。最后，要对停电方案进行科学的规划，严格实施统一的检查，强化公司各部门之间的协作与合作，强化对临时停电状态的管理，不但要将电力设备的异常列入临时停电之外，还应将增容、扩建、交叉跨越处理等列入日常停电计划中，并对临时停电进行严格的审批和检修。

6. 完善配电网网架，缩小停电范围

从安全、可靠和经济高质量的角度出发，改造老旧的配电格局，改进配网结构，实施“手拉手”环网配网，重点客户“双电源”，乃至“三个电源”的分配格局，并尽量保证其分布半径和分配负载的合理性；合理的电网结构能有效地实现断线的转接。积极进行电网计划的编制，充分论证计划的制定，组织好计划的内容，特别是要加强对配电网供电可靠性的规划。配电网计划也随着电力分配的持续发展而进行修正。在对变电站布局、变电站规模、线路布置及接线形式等方面，应具有前瞻性的思想。电力系统要具有稳定、可靠的供电能力，除了能够保证日常用电外，还应该具有很大的转供能力，以达到安全供电标准。对于一些可靠性不高的已有线路，在原来的线路上，对全部的分支线路增加隔离开关或熔断器，进行合理的分段，设置联锁开关，并对系统进行改进和调整，降低因分支线路故障或维修而导致的干线停电次数。若将联络开关安装于邻近两条线路的一点或两点，则在线路发生故障或计划维修时，只要采取适当的措施，就可以使除故障区段或工作区段以外的其他线路设备继续工作。对于这类线路，应该适当地增设分段开关，在原来的线路上添加主干线路分断开关、分支开关、高压用户的分支开关等，以此来尽可能地缩小停电范围，将业务拓展工程、故障停电带来的冲击降低到最低。

结束语

当前，我国配网的供电可靠性与国外存在着很大的差距，要想缩短这一差距，就必须对配网进行技术升级，对旧线路和老化设备进行改造，同时利用经验方法维护现有配电网。在市场化的情况下，电力公司必须兼顾两个方面的因素：施工成本与电网的可靠性。要改善供电可靠性，就必须加大对电网的投入，从而降低电网的经济性能，但是，如果不采取改善供电可靠性的措施，那么，包括断电在内的造成的经济损失就有可能增加。因此，如何提高电力系统的可靠性已成为我国电力市场发展的必然要求。加强配电系统的供电可靠性，不仅能降低停电造成的损失，防止因停电而造成的经济纠纷，提高用户用电体验。

参考文献

- [1] 李士巍, 姜新, 宋博. 提高农村10 kV配电网供电可靠性措施分析[J]. 中国管理信息化, 2020, 23(22): 118-119.
- [2] 乡村振兴战略规划(2018—2022年).
- [3] 朱炜. 配网自动化技术对配电网供电可靠性的影响[J]. 通信电源技术, 2019(5): 285-286.
- [4] 朱娟, 韩倡. 论提高10kV配电网供电可靠性的措施[J]. 电力设备管理, 2022(13): 8-10.
- [5] 李继刚, 刘峰, 董铎亮, 刘玉军, 薛晓慧. 配电网故障的可视化定位及区段划分系统分析[J]. 中国设备工程, 2022(11): 73-75.
- [6] 李海, 岳连兴, 赵海龙. 配电网供电可靠性提升管理[J]. 农村电气化, 2021(11): 76.
- [7] 曹明迪. 配电网供电可靠性的影响因素及对策[J]. 光源与照明, 2021(6): 99-100.