

[电网]

怀柔地区电网规划及电源点布局的研究

文/国网北京市电力公司怀柔供电公司 谷哲飞

电力系统是国民经济的重要基础设施，是社会公共事业的重要组成部分，在电力体制改革逐步深入的形势下，制定科学的配电网规划已成为地区政府、供电公司重要的研究课题。北京市怀柔区北部山区表现为农村电网特征，而南部平原则呈现为城市电网特征。通过分析地区配电网现状情况，找出地区电网存在的薄弱环节和制约发展的症结，合理安排配电网站点建设计划，用以指导配电网建设，满足地区经济发展的需求。

怀柔区位于北京市北部，地处燕山南麓，南北狭长地势北高南低，全区面积2 122.6 km²，平原面积占11%，山区面积占89%，其北部山区表现为农村电网特征，而南部平原则呈现为城市电网特征。目前地区配电网存在着220 kV变电站电源点单一，110 kV电网网架薄弱、承载能力不足，局部地区供电能力与用电负荷发展速度不相适应，北部山区10 kV配电线路供电距离过长，缺乏110 kV、35 kV变电站点等制约配电网发展和影响安全、可靠供电的问题。

怀柔区配电网现状分析

1. 高压配电网现状分析

怀柔供电公司供电人口约32万人，总用户数

达到12.84万户，地区全社会用电量为16亿kW·h，最高供电负荷为302 MW，供电可靠率为99.998 1%，电压合格率为99.996 3%，综合线损率为7.10%，110 kV公用变电站容载比为2.63。

目前怀柔区10 kV电网容量总计1 069 MV·A，区内220 kV站（变电公司管辖）1座，主变压器3台，供怀柔区内10 kV配网，容量为60 MV·A；110 kV站8座（含用户站2座），其中6座地区110 kV变电站，主变压器12台，供10 kV配网，容量为788 MV·A；35 kV站9座（含用户站3座），其中6座地区35 kV变电站，主变压器11台，供10 kV配网，容量为206 MV·A。怀柔区现状地区变电站情况如表1所示。

表1 地区变电站基本情况

序号	变电站名称	电压等级/kV	容量组成/（MV·A）	总容量/（MV·A）	主变台数/台	供区内10 kV
						电网分配容量/（MV·A）
1	怀柔	220/110/10	3×180	540	3	60
1	范各庄	110/35/10	2×50	100	2	100
2	雁栖湖	110/35/10	2×31.5	63	2	63
3	桥梓	110/35/10	2×31.5	63	2	63
4	北房	110/35/10	2×31.5	63	2	63
5	下元	110/10	2×50	100	2	100
6	城东	110/35/10	2×31.5	63	2	63
1	庙城站	35/10	2×10	20	2	20
2	黄坎站	35/10	2×6.3	12.6	2	12.6

3	辛营站	35/10	6.3	6.3	1	6.3
4	琉璃庙站	35/10	2×6.3	12.6	2	12.6
5	汤河口站	35/10	2×10	20	2	20
6	红螺寺站	35/10	2×20	40	2	40

2. 中压配电网现状分析

怀柔供电公司所辖10 kV公用线路共145条，其中架空线路54条，架空电缆混合线路30条，电

缆线路61条。线路的长度、接线模式、所带配变容量和负载情况分别如图1、图2、表2和表3所示。

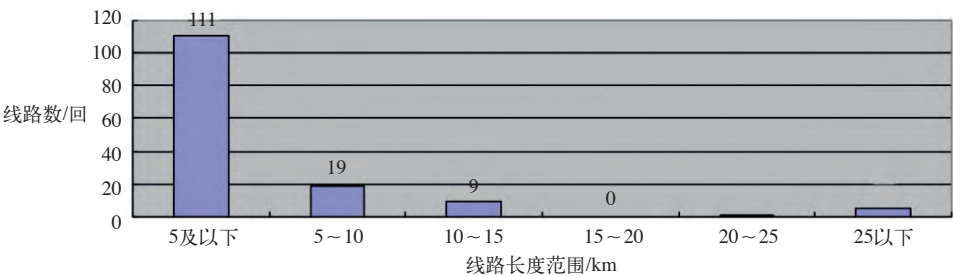


图1 怀柔区10 kV公用线路最长路径长度分布

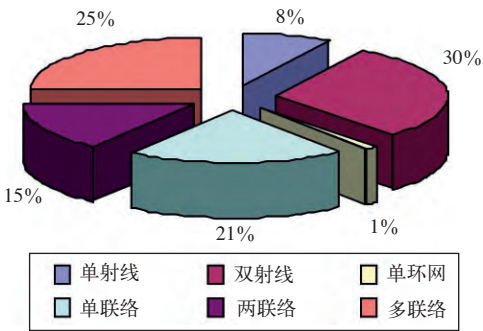


图2 怀柔区10 kV公用配电线路接线模式比例

表2 怀柔区10 kV公用线路配变容量分布

配变容量/(MV·A)	0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	12.5~15.0	15.0~20.0	20以上
架设形式								
电缆/条	28	20	3	6	2	1	1	0
架空、电缆混合/条	3	3	3	4	3	3	6	5
架空线/条	8	7	13	8	9	1	7	1
合计/条	39	30	19	18	14	5	14	6

表3 怀柔区10 kV线路负载率分布

负载率(%)	<20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	≥100
架设形式										
电缆/条	18	8	2	4	2	2	2	0	0	0
架空、电缆混合/条	5	2	4	2	3	2	5	1	0	0
架空线/条	14	16	8	6	2	5	0	0	1	0
合计/条	37	26	14	12	7	9	7	1	1	0

线路长度：山区按大于15 km、半山区按大于10 km、平原按大于5 km统计标准，主干线路长度偏长计23条、最长路径长度偏长计24条。这些最长线路主要集中在怀柔山区、半山区和部分负荷密度较低的平原地区，其中深山区接近50 km线路有2条，尽管该区域现状负荷密度很低，但是线路严重

超长难以保障电压质量。
在接线模式中，怀柔区10 kV公用线路基本实现了联络，具备了转移负荷的条件，可靠性较高；但少量线路联络配置不合理，导致网架结构不符合规划要求，不利于调度运行及检修维护。另外在条件具备时，12条单射线线路宜随着新增线路，同期进

接线模式改造。

通过10 kV线路配变容量分析,按照大于15 MV·A为偏高,小于2.5 MV·A为偏低的标准,怀柔区现状10 kV线路装接配变容量主要集中在2.5~12.5 MV·A之间。共有20条线路装接配变容量偏高,应将该类线路所接部分配变,切改至新出中压线路和邻近配变容量低的线路上。37条配变容量较低的线路,需要逐步接入负荷。

结合不同接线模式合理运行状态下线路负载率要求,根据“N-1”安全准则,在考虑怀柔地区10 kV线路重载标准时,按照单放射线路过负荷运行、双射线线路负载率超过50%、两联络线路负载率超过67%和多联络超过75%为重载线路,小于20%为轻载线路进行分析。负载率超标的线路总计43条,占10 kV公用线路总数比例为37.71%。其中重载线路6条,全部需要整改。轻载线路37条,需要根据实际情况增加负荷,充分利用线路资源。

3. 电网发展需要解决的主要问题

1) 220 kV网络,怀柔区只有一个地处南部的220 kV怀柔变电站,全区110 kV及以下电网均由该站供电,该站的110 kV间隔满额、负荷偏大且输电通道紧张。由于地区仅有一座220 kV变电站,在电源层面上造成了地区供电可靠性偏低,并导致地区110 kV线路T接变电站点过多,电网发展受到很大的制约。

2) 110 kV网络,随着地区经济的跨越式发展,位于平原地区的范各庄、下元和桥梓变电站在满足安全、可靠运行的前提下趋于满载,急需提高上述地区的供电能力。

3) 35 kV网络,位于平原地区的庙城镇已纳入新城规划范围内,目前该地区为35 kV电压等级供电,已不能满足地区经济发展及用电负荷增长的需求,需要提升电压等级。

现35 kV线路大部分为单射线,不满足N-1安全准则要求,且线路运行年限多数已达30年,供电可靠性很低,需结合中远期110 kV变电站建设规划,适时进行双电源升压110 kV线路改造。

北部山区缺乏电源站点,造成北部山区中压配网最长供电距离多在25~50 km,同时现有35 kV线路挂接变电站数量已达到极限,10 kV配电线路仅首端可形成联络,故障时不能有效转移负荷,山区缺乏110 kV、35 kV变电站电源点。

4) 10 kV网络,部分10 kV线路供电距离偏长,其中最长供电距离超过5 km的线路有34条,

超过10 km的线路有15条,接近50 km线路有2条,山区线路的超长严重影响了农网供电质量。

部分10 kV线路主干网线径配合不合理,依然存在主干和联络线路中有小线径线路段,直接影响了线路在故障下的转供负荷能力,降低了线路的供电安全性与可靠性。

10 kV线路所带负荷不均,6条重载线路宜结合电源点的新出线路予以分流,37条轻载线路可按实际情况继续装接报装配变。

怀柔区现状有10.91%的线路装设配变容量偏高,应将线路所接部分配变切改至邻近配变容量低的线路。

怀柔区10 kV电网供电可靠性总体较高,但仍有部分线路的分段和联络开关装设不足或位置不合理,宜结合线路建设调整开关位置,更换和新增一定数量开关。

怀柔区电网规划电源点布局结构研究

1. 发展方向研究

(1) 电压等级选择

怀柔区有着平原少、山区多的地理特点,在西、北部地区电网呈现农网特性,在南部平原地区则呈现为城网特点,根据地区远景年的负荷预测结果,在平原负荷密度将达到2 886 kW/km²,而山区负荷密度维持在46 kW/km²左右,根据变电站的合理供电半径:平原地区2~5 km,山区5~10 km,采用下列公式计算出平原和山区每座变电站所带负荷约36~226 MW和3.6~15 MW。

$$P = \delta \pi R^2$$

式中, P 为变电站负荷; δ 为负荷密度; R 为供电半径。

根据目前北京地区采用的变电站容量配置,110 kV变电站终期规模一般为100~200 MV·A,35 kV变电站一般为12.6~40 MV·A,考虑“N-1”安全准则的要求,所接负荷分别约50~150 MW、6.3~20 MW,规划在怀柔南部平原地区主要采用110 kV变电站,西部和北部山区110 kV变电站深入山区,每座110 kV变电站挂接2~3座35 kV变电站在满足负荷需求的同时,从根本上解决山区10 kV供电半径过长的问题。

(2) 网架结构规划

在电网的建设与改造中,电网接线模式的选择是一个非常重要的方面。因为它不仅牵扯到电网建设的经济性,而且关系到供电可靠性,对整个电力

工业和用户的发展也具有重要意义。

电网各种接线模式的选用,要考虑各方面的因素,满足功能要求,选择优化结构,以达到安全、科学、合理和经济的目的,各种网络结构有其各自的使用条件、应用范围及优缺点,要取其所长,避其所短。

根据北京电网规划设计原则北京地区所采用的110 kV网络形式主要有以下几种。

1) 双电源链式接线。在两座220 kV变电站之间以双回电源电缆线路连接两座或三座110 kV变电站(视每座变电站规模而定)构成链式结构。正常方式下开链运行。

2) 双放射式接线。自一座220 kV变电站引出双回电源线路,或由110 kV变电站转供,或在110 kV电源线路路上T接入双回电源放射式接线,电源线路和变压器均分列运行。特殊需要时可由本供电区域的其他110 kV电源引入第三回进线。

由于怀柔区是北京市的远郊区,现状电网均为双放射式接线形式,变电站主接线模式为内桥接线,在网架结构规划中出于电网建设经济性的考虑,依然维持采用双放射式接线为主。平原的新城地区变电站在具备条件时引入第三电源,或进行链式接线改造,以达到安全、可靠且便于转移负荷的目的。

(3) 电网规划思路与方向

2009年~2015年主要提高地区电网的整体供电能力,形成基本的网架结构布局,同时110 kV变电站深入山区,为下一阶段山区新增35 kV变电站点提供必备的基础条件。

至2015年规划区有18座110 kV变电站,总容量为1 373.6 MV·A,其中公用变电站16座,容量为1 341 MV·A,用户变电站2座,总容量为32.6 MV·A。

2015年~2020年电网规划方向,在怀柔区新增220 kV怀柔北站后,2015年~2020年重点对山区新增35 kV站电源点,优化网络结构,从根本上解决山区10 kV供电半径过长的问题。

至2020年,规划区内共配置110 kV变电站20座,总容量为1 647.6 MV·A,其中公用变电站18座,容量为1 615 MV·A,用户变电站2座,容量为32.6 MV·A,变电站所带总负荷约580 MW,容载比为2.78。

2020年~2030年重点满足山水型城市建设负荷发展需要,适时进行变电站增容,完善网架结构。至怀柔区远景规划50万人口规模时,规划区内共配

置110 kV变电站21座,总容量为2 058.6 MV·A,其中公用变电站19座,容量为2 026 MV·A,用户变电站2座,容量为32.6 MV·A,变电站所带总负荷780 MW,容载比为2.64,总体规模符合同等城市发展建设需要。

2. 变电站建设规模测算

变电站数量估算一般根据某水平年的预测负荷值按照规程规定的容载比,确定该水平年需要的变电容量,然后将此变电容量与现有变电站容量进行比较,从而确定该水平年变电容量的盈亏,进而可确定需要新建标准变电站的数量。

$$n = \begin{cases} \frac{kP - S_{\Sigma}}{S_N} & (kP - S_{\Sigma} > 0) \\ 0 & (kP - S_{\Sigma} \leq 0) \end{cases}$$

式中, P 为水平年的负荷需求; K 为容载比; S_{Σ} 为现有变电站容量总和; S_N 为标准变电站容量。

至规划期末,共有18座110 kV变电站,其中公用变电站16座。如图3所示。

110 kV等级电网依然维持放射状网络运行,分别为:怀柔—黄坎,中间T接南华、庙城、桥梓、水九取;怀柔—牛栏山,中间T接城东;怀柔—密云电厂,中间T接北房;怀柔—下元;怀柔—密云,中间T接周各庄;怀柔北—汤河口;怀柔北—宰相庄;怀柔北—东庄;怀柔北—北宅,中间T接红螺寺、范各庄;怀柔北—怀北矿,中间T接雁栖湖、辛营。



图3 规划末期110 kV变电站网络示意图

结束语

基于怀柔区电网规划电源点布局的研究,旨在探讨电网规划的编制思路,提高编制水平,使电网规划更有效地指导电网建设,更好地为地区经济发展服务,满足北京电网“能力充足、网络坚强、功能完整、运行高效、协调融合”的发展目标。EA

(收稿日期: 2015.05.06)

(编辑: 刘群点)