

单/三相混合供电模式

吕方亮

(龙岩郊区供电局, 福建 龙岩 364000)

摘要: 结合龙岩农村配电网近年来尝试推广使用单相变压器, 作为三相变压器的有益补充, 通过典型案例从定性、定量两方面探索单/三相混合供电模式的利弊, 提出缓解并解决农村“低电压”问题。

关键词: 单相变压器; 单/三相混合供电; “低电压”

中图分类号: TM726.2

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2012)08-0007-03

为解决福建龙岩农村低压配电网设备老旧、点多、面广、供电半径长、电压质量差等问题, 提出将 10 kV 配电线路延伸到农村负荷中心, 配电变压器“小容量、密布点”的总体思路, 按照最大限度缩短配变到户距离的原则采用单相配电变压器和三相配电变压器混合供电的新模式, 为农村负荷密度小、客户分布广的区域供电开辟了一条新思路。

2008 年至今, 郊区供电局已在辖区农村尝试推广安装单相配电变压器, 作为原先由三相变压器供电的有益补充, 低压供电半径大大缩短, 可直接有效地提高台区 0.4 kV 线路末端电压, 较好地解决农村“低电压”问题。

1 龙岩农村“低电压”的现状

经过连续几年的农村电网台区标准化建设与改造, 福建省电力有限公司龙岩电业局所属郊区配电网的 10 kV 主干网络线路已基本能满足用电需要。但是, 在城乡结合部的东肖、龙门、铁山供电所辖区内, 由于龙岩市政府加快招商引资, 在东肖、龙门两镇建设龙岩市经济技术开发区、新罗区经济技术开发区和中国龙岩商品交易城, 随着工厂的投产、商品交易城的日益繁华, 外来人口不断涌入两区一城周边村子, 很多群众家里出租房屋给外来务工人员, 也就是说, 原先一户用电的家庭大约增至 7 ~ 10 户家庭在用电, 用电量的猛增导致这些村子出现配电变压器过载、部分居民客户电压偏低、家用电器无法正常工作等情况。

为此, 郊区供电局先后投入大量人力物力财力, 采用调换、分拆负荷等多种方法, 短时间内解决了居民生活用电问题, 但由于出租户主、私营小业主采用化整为零的方法钻政策空子, 采取多申请电能表等方式挤占公用变压器容量, 造成周边居民客户电压再次偏低, 最终陷入“改造增容再改造”的两难境地。

从 2009 年 3 月开始, 郊区供电局所属各供电所开始尝试推广采用单相变压器, 以重点解决城乡结合部生活用电冒出的“低电压”问题为突破口, 先后在东肖、红坊、龙门等结合部电压偏低的区域, 安装了 27 台单相变压器,

将部分用电集中且离三相变压器较远的区域, 安装单相变压器改善电压质量, 完全解决了区域内客户“低电压”问题, 同时与三相变压器混合供电, 提高了供电可靠性。为今后推广使用单相变压器摸索出一条切实可行的思路, 即单相负荷重的城乡结合部适合使用单/三相混合供电模式。

2 单/三相混合供电的研究和尝试

农村居民居住分散, 三相动力负荷相对集中(或没有)的地区和山区, 尝试采用单/三相混合供电模式, 以单相变压器供给居民生活用电, 以三相变压器供给三相动力负荷。

农村居民呈分散或回字形形式分布、地形狭长区域, 且无三相动力负荷的地区或偏远山区, 尝试采用单相配电变压器供电方式, 将 10 kV 配电线路深入到农村负荷中心, 缩短 0.4 kV 低压供电半径, 提高供电质量, 有效解决当前“低电压”点多分散、动态冒出的“低电压”问题。

单/三相混合供电模式适用条件: 纯单相负荷或单相负荷占较大比例的地区; 负荷水平低或发展潜力不大的地区; 乡镇低压供电系统需改造的老旧居住区; 农村居民分散或回字形形式居住, 地域狭长居住区。

2.1 单/三相混合供电的概念和特点

国家电网公司《农村电网建设与改造技术原则》指出: 负荷密度小、负荷点少和有条件的地区可采用单相变或单、三相变压器混合供电的配电方式。农村零散单相客户就地安装单相变, 可解决电压质量低的问题。

单相变压器容量一般为 10 ~ 160 kVA, 主要型号指标如表 1 所示, 应采用低压绕组交错连接的方式, 如图 1 所示。(安装在农村长巷子和深胡同中末端, 配合前端的三相变压器形成混合供电的模式。)

2.2 单/三相混合供电的适用选择和原则

单相配电变压器的选择应遵循经济、节能、安全、可靠、环保的原则。对于远离三相变压器电源中心的村庄边缘、较长巷子和较深胡同的供电区域, 单相变压器的安装

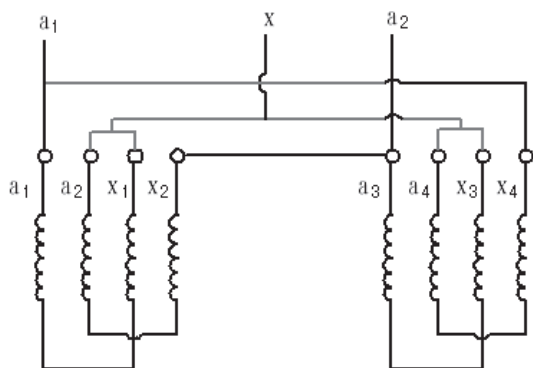


图1 低压绕组交错连接接线的单相变原理图

表1 主要指标

内 容	指 标
型 号	D11—M
容量比	100/50/50
连接组别	Ⅱ0
相数	单相
绝缘耐热等级	A级
雷电冲击耐压/kV	高压绕组75
电压比/kV	$(10 \pm 5\%) / 2 \times 0.23$
频率/Hz	50
冷却方式	油浸自冷
短路阻抗/%	3.50
工频耐压/kV	高压35 低压5
安装方式	单杆柱挂式

位置及容量探索尝试如下。

尽可能靠近居民负荷中心，对长巷子或深胡同的农村人口聚集地，考虑通过电缆的方式将单相变压器延伸到巷子或胡同的中心安装，再将电能呈辐射状供电，争取供电半径控制在 80 ~ 100 m 以内。

提高配电变压器的利用率 and 经济运行水平，单相配电变压器容量选择时应考虑高负荷率，一般最大负荷率不宜低于 90%。当三相配电变压器的供电半径过大，造成末端供电电压偏低，影响客户正常用电时，在供电末端安装单相配电变压器，分割低压网络和负荷，缩短低压供电半径，可解决客户电压偏低问题；当三相配电变压器的负荷过重时，根据负荷特点，选择适当的支线安装单相配电变压器，切割转移负荷，可解决增容问题；在农村新村无三相电客户的地点安装单相配电变压器向居民供电，可缩短低压供电半径，降低损耗；在负荷密度小、分布广、无三相电客户的地点安装单相配电变压器供电，可节约投资，解决电源点问题。

10 kV 单相变压器优先采用“单相三线制”接线方式，即每台单相变压器有极性相反的 220 V 端子各一个和地线端子一个，共三个出线端子。一般安排同一楼房的两组客户分别接正极性和反极性 220 V 相线，中性线则共用一根中性线。中性线和火线应采用相同截面的导

线，导线截面应按照《低压配电装置及线路设计规范》要求执行。

安装单相变时，应根据配变容量、数量、T 接位置、合理地把单相变分布在三相线路上。同时根据变电站提供的三相负荷规律、有目的的把单相变安装在负荷偏小的相线上。这样，既解决了单相变安装造成的三相不平衡问题、又可以弥补由于三相变负荷不平衡带来的线路三相不平衡，使整条线路更加趋于负荷平衡。

安装单相变推荐范围：负荷比较集中的城乡结合部、负荷比较分散或较偏远的城镇小区居民、农村集中照明区、负荷密度低的郊区及集镇小工业较为发达的地区、窃电现象比较严重的小区。

2.3 单/三相混合供电选择的定性和定量分析

采用单 / 三相变混合供电模式解决了电压质量低的问题，为提高农网电压合格率、供电可靠性和低压降损工作打下坚实基础。

2.3.1 定性分析

采用单相变压器解决城乡结合部的用电负荷提升、负荷增长不确定等问题。在远离三相变压器的偏远巷道、胡同内，出租户多的地方出现“低电压”时，在巷道、胡同安装杆上单相变压器，可以很好地解决“低电压”问题，投资不大，改造快捷，采用绝缘导线或电缆等材料，美化环境的同时也受到居民普遍欢迎。

采用单相变压器可以将高压直接引至客户门口，使低压线路的供电半径大大缩短，低压损耗降至最低，同时改善了电压质量，提高了供电可靠率，而且单相变结构上，高压采用二相线电压，低压侧采用单相三线结构，使低压负载平均分配到二相上，负荷平衡时通过零线电流为零。

单相变压器安装调换简便，大大缩短事故处理时间。

2.3.2 定量分析

采用单相配电变压器供电，高压线路可按两线架设、低压线路可按两线或三线架设，而采用三相配电变压器供电，高压线路必须按三线架设，低压线路按四线架设。从工程费用来看，采用单相配电变压器供电高、低压线路工程造价可节省 1/5。从台区建设费用来看，建一个 H 型配电台区材料需经费 6000 元左右，而单相配电变压器采用单杆悬挂式材料经费不足 2000 元，因此，台区费用可节省 2/3 资金。

10 年运行寿命周期内，单相变压器需 22585 元，三相变压器需 57623 元。

以表 2 中容量为 50 kVA 的变压器为例，采用单相变压器供电比采用 S11 型变压器 1 年可节约电能 586 kWh。

2.4 单/三相混合供电的典型区域和应用

单相配电变压器身小而轻，可采用柱上挂式，安装方便同时减少台区材料费用，可以最大限度地深入负荷中

表2 单相变压器与S11三相变压器指标比较

序号	项 目	单相 D11-50	三相 S11-50	备注
1	空载损耗/W	72	120	
2	负载损耗/W	660	870	
3	空载电流/W	0.35	0.75	
4	变压器损耗 /kWh·年 ⁻¹	1151	1737	
5	变压器年损耗费 用/元	598.52	903.24	
6	变压器单价/元	16600	15100	
7	安装方式	单杆	双杆	
8	电杆安装费	0	4000	含材料费
9	低压线路投资 /JKLYJ-1-95 200 M	0	2160	
10	低压线损/kWh·年 ⁻¹	0	5256	接户线线损忽略不计
11	低压线损 /元·年 ⁻¹	0	2733.12	
12	施工难度	无	较大	
13	寿命/年	10	10	
14	全寿命费用估算/元	22585.2	57623.6	运行人工费、设备检修费忽略不计

心,缩短低压网络供电半径,降低损耗。根据配电变压器的安装要求,结合郊区供电局农网实际,总结出了单相配电变压器安装的典型配置:单相配电变压器、低压开关、无功补偿装置、配电负荷监测系统等设备。安装方式:单相配电变压器安装可采用单杆悬挂的方式,电杆选用12 m或15 m 砣杆。安装地点的选择:单相配电变压器的安装地点受地理因素限制少、负荷性质因素制约多。

采用单/三相混合供电模式中的客户电压和供电可靠性得到提高。一台单相配电变压器仅向10~20户居民供电,当单相配电故障时,受影响的居民户数大幅减少,配电线路的供电可靠性得到较大提高。

2.5 单/三相混合供电的模式

单/三相混合供电有几种模式,结合郊区供电局的实际情况,采用的模式:10 kV中性点不接地的三相三线制,采用两相线单相供电,这种方式保持现有配网制式,以两根相线接单相变压器的高压侧两线进行供电,这种方式最容易实现,供电可靠性高。单相供电客户采用单相变压器直接供到客户,最大限度地缩短低压线路的长度;需要用三相供电的客户,采用三相挂杆式变压器直接供电到户。当三相配电变压器的供电半径过大,造成末端供电电压偏低,影响客户正常用电时,在供电末端安装单相配电变压器,切割低压网络,缩短低压供电半径,可解决客户电压偏低问题。

3 单/三相变压器推广应用的探索尝试和应用案例

3.1 成立推广工作组,编制推广方案

郊区供电局结合实际,成立以供电所长为核心的

“10 kV单/三相混合供电模式推广小组”。推广小组根据龙岩电业局的计划安排,以城乡结合部、近城区乡镇用电需求大的厂家和客户,并根据农村低压配电网中始终贯穿着小容量、密布点、短半径、电源到家的供电方式,逐步解决不断新增、不断冒出的“低电压”问题。

3.2 单/三相变压器推广应用案例

3.2.1 应用案例一

龙门谢洋村紧邻中国龙岩交易城,处于城乡结合部,居民大多是交易城的商户和从事商品交易的相关外来人员,村里群众大多数家庭每家有6~7家租赁户。由于用电量大、同时率高,改造前,村里有6台315 kVA公用变压器,因为巷子长、胡同深,大线径的0.4 kV低压绝缘导线一直延伸进去,供电半径较长,巷子中末端电压偏低(高峰时最“低电压”只有175 V左右)。现场居民楼间距小、接户线多、通道紧张,无法采用双杆安装配电变压器的方案进行改造,根据单相变压器单杆安装的特点,在原有电杆上直接悬挂单相变压器,将负荷进行科学分割,按最小供电半径的原则,采用低压集束导线、绝缘导线或电缆直接到户,有效地规避了通道紧张的不利因素。改造后,供电电压正常,电磁炉、空调、电视、电脑在全天任何时段都可以正常、稳定使用,受到村里居民的好评。

3.2.2 应用案例二

郊区供电局因地制宜推广应用单相配电变压器配合三相变压器共同供电的相关措施,经过充分调研、勘察、论证,选择了东肖镇榴坑村做为试点,该村原由1台S11-315/10三相配电变压器供电,低压线路平均供电半径为580 m,在台区线路末端或迂回处增加5台50 kVA(每台供20户),悬挂式单相配电变压器供电,平均低压供电半径为22 m,由于单相配电变压器的供电半径比三相配电变压器缩短558 m,供电线路也不再迂回、绕越,到户电压明显提高,经过统计,上述试点小区的电压合格率从97.61%上升为99.9972%,电压质量显著提高。

4 结束语

单/三相混合供电模式在龙岩的使用才刚刚开始,下一步打算在现有基础上开展以下工作:一是借鉴国内外单相变压器在降损节能、改善电压质量方面所取得的经验,不断探索、扩大单相变压器的使用范围,在城乡结合部扩大采用单/三相混合供电模式,为解决农村“低电压”问题探索一条可行之路。

(责任编辑:张峰亮)