

考虑充电桩负荷的户均配变容量值研究

周丹丹¹, 蔡礼², 付熙玮¹

(1. 国网江西省电力有限公司南昌供电分公司, 江西 南昌 330095; 2. 国网江西省电力有限公司电力科学研究院, 江西 南昌 330096)

摘 要:目前国内尚无户均配变容量详细的技术指导原则。因配电网的建设改造强调优先发挥存量资产作用, 作为区域电网发展的宏观判断指标, 户均配变容量指标容易被忽略。随着充电桩负荷的爆发式增长, 常规的户均配容量计算往往很少考虑充电负荷等新兴负荷的影响, 导致户均配变容量偏小, 存量电网需考虑针对性扩容。文中通过分析研究充电桩同时率、充电负荷与居民负荷、配变负载率与户均配变容量的关系, 得出结论: 户均配变容量指标对配电网的建设改造, 具有非常大的指导价值和意义。

关键词:户均配变容量; 充电桩负荷; 同时率; 负载率; 建设改造

中图分类号: TM 727 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-348X(2025)01-0052-03

0 引言

文中引用“户均配变容量”的定义是以市辖、县域、农村供电区为单位, 计算和评价户均配变容量, 户均配变容量=公共配变总容量/低压居民用户数。

户均配变容量的研究是区域配电网规划的重要内容, 直接关系到该区域供电能力裕度, 并且可评价建设改造是否符合经济性要求。因此, 为了有效指导配网专业管理部门合理经济投资, 和确保配电变压器节能经济运行, 合理选择户均配变容量的工作起着关键作用。随着用电量的急剧增加, 尤其是充电桩负荷的爆发式增长, 配电变压器的规模和容量越来越大, 配变的投资成本及其电能的损耗不容忽视, 经济性是配变投资应考虑的重点^[1]。户均配变容量选择过大时, 会导致初始成本和运行成本均过大; 户均配变容量选择过小时, 会导致该地区部分配电变压器重过载运行, 影响配电网安全可靠运行, 且影响用户侧电能质量。目前, 各地区户均配变容量指标的选取缺少相关的技术及经济指导原则, 户均配变容量是一个值得系统研究的规划指标。

的户均配变容量处于 5~8 kVA/户之间的水平, 而其他地区大部分处于 2~5.5 kVA/户之间的水平, 其中农村地区处于 2~4 kVA/户之间的水平。我国相关的文件要求是, 东部地区省份农网户均配变容量范围宜在 2.8~3.5 kVA/户; 中西部及东北地区省份农网户均配变容量范围宜在 2.3~3.3 kVA/户。因此, 目前大部分区域平均值接近此范围, 整体配变容量较充裕。

国家电网有限公司《配电网规划设计技术导则》(Q/GDW 10738—2020)编制主要原则提出要注重效率效益, 目标导向方面, 坚持可靠性与效率效益相协调, 不再把户均配变容量作为导向性指标^[2]; 强调优先发挥存量资产作用, 统筹各地区发展阶段、承受能力和实际需求差异化制定规划目标等。户均配变容量作为区域电网发展的宏观判断指标, 应以区县供电区为单位计算, 而不是对每个台区的配变容量作要求。对于不存在过载或供电安全问题的台区, 不应以提高户均容量为由进行建设改造。但是, 大量充电桩接入后, 配电网的负荷结构发生了明显的变化, 对配电变压器的容量裕度需求自然随之发生改变, 现状的户均配变容量指标能否满足配电网的安全可靠经济运行, 有待进一步论证。

1 现状的指标分析

经过对部分地区的数据调研结果显示, 发达地区

2 考虑充电桩负荷的户均配变容量值研究

常规的户均配变容量往往很少考虑充电负荷等

收稿日期: 2024-12-10

作者简介: 周丹丹(1983), 女, 博士, 高级工程师, 主要研究配电网规划设计、新型电力系统以及分布式电源接入等相关工作。

新兴负荷的影响,导致户均配变容量偏小。因此,随着大量的充电桩接入,存量电网需考虑针对性扩容改造。为了方便计算,引入以下两个概念:

1) 车桩比,即新能源汽车和充电桩数量的比值,反应出用户充电的难易程度,车桩比越低说明充电桩个数越多,用户充电更加便捷,负荷变化随机性更高,反之说明用户充电较为困难。

2) 充电桩同时率,同一时刻充电负荷与充电桩额定容量的比值,反应用户充电习惯,同时率越高说明用户充电频繁,同时率越低说明用户充电时间间隔长。同时率与充电桩数量有关,随着居民充电桩数量增加,最大桩间充电同时率会逐步下降。

通过对某地区规模化新能源汽车充电负荷的调研预测,研究分析其对电网的影响。如图1所示,通过24 h负荷数据分析,得出该地区私人桩最大同时率为0.18,居民充电桩(私人桩)同时率为0.18的情况下,对该地区考虑充电负荷下的户均配变容量进行研究(以公变为对象,不考虑公共桩和专用桩),若考虑车桩比和桩户比均为1:1(目前这种情况充电负荷接近最大),充电负荷与居民负荷之和应不超过配变容量的70%(国网设备部[2019]55号文中提出配变负载率超70%时需列项目解决)^[3]。由此得到考虑充电桩的户均配变容量计算方法如下:

充电桩负荷+配变常规负荷≤配变容量×70%

即:(桩数×充电桩容量×同时率)+(配变容量×配变负载率)≤配变容量×70%

考虑车桩比和桩户比均为1:1,由此推出以下关系:

(居民户数×充电桩容量×同时率)+(配变容量×配变负载率)≤配变容量×70%

即:居民户数×充电桩容量×同时率≤配变容量×(70%-配变负载率)

可得出,充电桩容量×同时率≤配变户均容量×(70%-配变负载率)

即:配变户均容量≥7×0.18/(70%-配变负载率)

综合考虑经济效益和满足N-1要求,居民公用配变负载率一般为30%~50%,得出该地区配变户均容量推荐值为3.15~6.3 kVA/户。该地区城区目前最大负载率平均值为32.77%,见表1,对应配变

户均容量推荐值为3.38 kVA/户,若现状配变户均容量指标低于该值,则表示该地区配变布点偏少,需加大配变投资,提前布局;若现状配变户均容量指标高于该值,则表示该地区配变布点充足,暂时不需大量新增配变,仅需解决局部重过载配变问题。

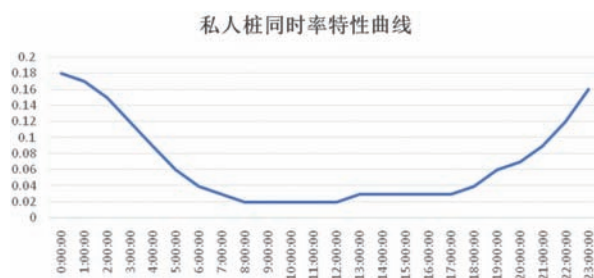


图1 私人桩同时率特性曲线

表1 某地区负载率分布区间表

单位名称	最大负载率 平均值	负载率占比						%
		≥100	100~80	80~70	70~50	50~20	20~0	
城区	32.77	0.14	1.09	2.52	14.15	57.76	24.33	
县区1	23.51	0	0.77	1.72	8.61	41.82	47.08	
县区2	22.06	0.1	0.3	0.4	5.15	44.2	49.85	
县区3	31.64	0.21	1.2	2.64	12.53	58.07	25.35	
县区4	34.38	0.39	2	3.08	14.11	57.46	22.97	
县区5	31.97	0.53	2.36	3.03	15.68	46.64	31.76	
县区6	28.65	0.21	0.82	1.65	8.66	54.91	33.75	

以上计算方法同样适用于其它地区,不同地区充电桩同时率略有不同,调研国内部分地市充电桩同时率指标,主要分布在0.2左右,其中发达地区居民对新能源汽车接受度高,新能源汽车使用频繁,桩间同时率略高于其他地市。新建小区、次新小区、老旧小区、农村居民等车桩比和桩户比略有不同,需结合各地区实际情况,按照以上方法计算出适合该地区的户均配变容量值,判断配变布点是否充足,以便指导配电网的建设与改造,因此,户均配变容量值的计算与研究非常有意义。

3 分区域户均配变容量目标值

不同供电区域的配电网建设与改造原则具有差异性,根据国网导则相关要求,以及各地区考虑充电桩的推导结果,可充分考虑充电桩负荷,适度超前,户均配变容量可分区域分梯队定目标值,如表2所示。

表2 分区域户均配变容量目标值

梯队	供电区域	目标值(kVA/户)
第一梯队	A+类	达到发达地区水平7以上
第二梯队	A类	达到发达地区水平6以上
第三梯队	B类	达到次发达地区水平5以上
第四梯队	C类	(按配变负载率40%计算)达到4.2以上
第五梯队	D类	达到国网要求的大部分农网上限水平3.3
第六梯队	E类	达到国网要求的大部分农网下限水平2.3

4 户均配变容量对配电网规划的指导作用

当前配电网应对充电桩规模化发展的准备不足,缺乏系统的充电负荷预测方法,难以有效指导配电网规划建设;充电桩接入时,缺乏对电网供电能力、电能质量等综合方面的分析研究。部分城网已建小区供电容量有限,尤其是次新小区和老旧小区,随着新能源汽车渗透率逐步提升,原有居民负荷与充电负荷“叠峰”,负荷峰值被进一步抬升,少量线路、配变已出现重载;部分农网基础薄弱,瓶颈问题凸显,部分农网投运时间长,存在小截面导线和小容量配变,随着新能源汽车全面下乡的步伐将进一步加剧小容量设备瓶颈卡口、可靠性偏低问题。

通过对桩间同时率和户均配变容量的计算与研究,在配电网规划阶段,可以确定该地区现状的取值和通过负荷预测后的目标取值,推出规划年需新增配变的规模。下面以实际调研区域为例,假设两个场景:场景一,充电桩渗透率考虑50%;场景二充电桩渗透率考虑100%。结合各类场景的实际调研情况,得出:

私人充电桩接入新建小区配变:户均容量为5.5 kVA/户,车户比为1,场景一、二情况下,负荷同时率均为0.95;

私人充电桩接入次新小区配变:户均容量为4.5 kVA/户,车户比为1,场景一、二情况下,负荷同时率均为0.96;

私人充电桩接入老旧小区配变:户均容量为3 kVA/户,车户比为0.5,场景一、二情况下,负荷同时率均为0.98;

私人充电桩接入农村居民配变:户均容量为2.7 kVA/户,车户比为1,场景一、二情况下,负荷同时率均为0.90;

从以上结果可以得出该区域配变的评估结果,如

红档配变516台,占比5.79%,其中现状重过载配变63台,近期急需解决;黄档配变1 068台,占比11.97%,可结合充电桩接入情况逐步解决;绿档配变7 335台,占比82.24%,满足条件可直接接入,后续应加强运行监控。显而易见,通过红、黄、绿三档配变的规模分析,充分体现了户均配变容量对配电网规划的指导作用。

5 结语

户均配变容量指标分析被忽略主要是因为建设理念因素、缺乏技术指导原则的影响等。过去由于配电网建设改造注重存量资产的利用,电力企业可能会将更多的精力放在对现有设备的优化和升级上,将户均配变容量这个相对较“前瞻性”的指标应放在次要位置;没有详细的技术指导原则,导致在评估配电网建设改造效果时,户均配变容量指标无法得到有效衡量;无法界定其是否满足区域发展的需求,所以在实际操作中,它就很容易被其它有明确标准的指标(如供电可靠性等)所掩盖。通过对考虑充电桩负荷的户均配变容量值的计算与研究,为配电网的建设与改造获取了一种非常有指导意义和价值的方法,将指导电网企业在考虑经济性的同时,提前对电网设备满足新增负荷发展的承载力进行预判,为提升供电能力与质量,采取相应的新建与改造措施,促进区域的可持续发展。同时,建议电网企业建立一套包括户均配变容量在内的配电网建设改造效果评估体系,在评估过程中,不仅要关注供电可靠性、线损率等传统指标,还要将户均配变容量与区域发展的适应性等因素考虑进去,从而为后续的配电网改造提供依据。

参考文献:

[1] 全少理, 张永斌, 李锰, 等. 基于用户行为的户均配变容量的配置方法与流程: 14899645[P]. 2018-07-10.
[2] 国家能源局. 配电网规划设计技术导则: DL/T 5729—2023 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2024.
[3] 刘权, 杜斌, 杨柳, 等. 电网运行效率和投资效益评价指标体系[J]. 经济研究导刊, 2019(11): 31-35.