

市场化环境下的电力平衡及变电容量需求计算方法研究

舒舟¹, 杜佩仁², 张杰¹, 王小磊³

(1. 深圳供电局有限公司, 广东 深圳 518001; 2. 浙江大学, 浙江 杭州 310027;
3. 杭州鸿晟电力设计咨询有限公司, 浙江 杭州 311121)

摘要:持续、快速、不均衡的电力需求增长以及可再生能源的迅猛发展,促使中国能源和电力发展出现新趋势和新变化。为了使电力平衡目标更加多元化,以及解决现行电力平衡及变电容量需求计算方法存在的不足之处,本文提出了在市场化环境下的电力平衡及变电容量需求计算方法。该方法统筹考虑配电网资源优化配置水平,同时考虑了电力平衡的充裕度、节能减排、新能源消纳以及中压网架建设的整体经济效益和社会效益,并解决了现行计算方法存在的供电范围不能完全区分、110 kV 与 35 kV 电网的融合程度高、容载比选取方法不完全适用等不足之处,增强了中压配电网互联互通能力,以及为各类发电厂建设规模、装机容量水平、变电站站点落地提供指导。并通过文末的算例分析充分说明了该方法的有效性。

关键词:电力平衡;变电容量需求;容载比;配电网

文章编号:2096-4633(2018)03-0015-07 **中图分类号:**TM744 **文献标志码:**B

电力平衡,用于研究各类电站在电力系统优化运行方式及分系统间功率的优化交换,从而核定各方案的容量和电量效益。它是制定电力规划、设计和运行计划的重要组成部分。

近年来,持续、快速、不均衡的电力需求增长以及可再生能源的迅猛发展,促使中国能源和电力发展出现新趋势和新变化,对电网的整体电力平衡提出了新的挑战^[1]。一方面受配电网增量业务放开、分布式电源(微电源)大规模开发及并网型微电网的建设,电力平衡面临的不确定性和复杂性显著增大,给配电网电力平衡工作带来了更大挑战,另一方面,随着中压配电网互联互通的增强以及变电站站点落地越来越困难,变电站在各区间的容量分配也成为了电力平衡的重要内容,对统筹考虑配电网资源优化配置水平提出了更高要求。电力平衡目标更加多元化,不仅需要满足电力平衡的充裕度^[2],还需要考虑节能减排,新能源消纳以及中压网架建设的整体经济效益和社会效益。

现行导则下的电力平衡模型在供电分区、电压等级的划分,容载比的选取,自备电厂的处理以及增量的影响没有充分的考虑。为此本文在考虑现代配电网增量业务放开、大规模新能源接入、充电桩等可控负荷及并网型微电网建设等相关政策因素对网供

负荷及配电网规划建设的影响下,提出了市场化环境下的电力平衡与变电容量需求计算方法,并给出了应用实例^[2-5]。

1 电力平衡的相关概念

1.1 电力平衡

电力平衡是指电力供需之间的平衡,就是根据规划年的负荷需求确定电力系统规划年的装机容量及需新增的容量。当前,电力平衡多采用分层分区原则,各层级电网变电容量需求通过“网供负荷”及“容载比”进行估算。各级电网变电容量需求以本级“网供负荷”为计算基准,本级电网变电容量需求没有考虑上级电网直降负荷备用需求(通常情况下,上级电网直降线路会与本级电网线路形成联络,形成备用关系。)

1.2 网供负荷

网供负荷就只是电网公司(主电网)供电的负荷,即用户安装负荷中可能由供电企业供电的部分。分压网供负荷预测是电力平衡计算的基础,是确定各电压等级变电容量的重要条件。

1.3 容载比

容载比是某一供电区域,变电设备总容量(kVA)与对应的总负荷(kW)的比值。容载比是保障电网发

生故障时,负荷能否顺利转移的重要宏观控制指标。合理的容载比与恰当的网架结构相结合,对于故障时负荷的有序转移,保障供电可靠性,以及适应负荷在增长需求都是至关重要的。同一供电区域容载比应按电压等级分层计算,但对于区域较大,区域内负荷发展水平极度不平衡的地区,也可区分电压等级计算容载比。计算各电压等级的容载比时,该电压等级发电厂的升压变电容量及直供负荷不应计入,该电压等级用户专用变电站的变压器容量和负荷也应扣除,另外,部分区域之间仅进行故障时功率交换的联络变压器容量,如有必要也应扣除。

2 现行导则下的平衡模型及计算方法

现行技术导则(《城市电力网规划技术导则》)下,电力平衡采用分层分区原则,各级调度的电力电量平衡一般采取自下而上汇总,自上而下落实的模式,其中各层级电网变电容量需求通过“网供负荷”及“容载比”进行估算^[6-8]。

“网供负荷”是全社会用电负荷扣除直供(上级供电区域)、直降(专变/专线/专供区域)及本地电厂上网平衡出力后的剩余负荷^[9]。

2.1 电力平衡模型

现行技术导则下的电力平衡模型如图 1。

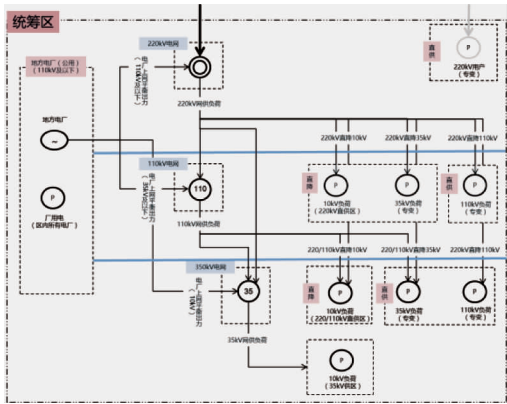


图 1 现行导则下的电力平衡模型

Fig. 2 Power balance model under current guidelines

2.2 变电容量需求计算方法

现行的变电容量需求计算分为三方面:配电网 110 kV 网供负荷计算、配电网 35 kV 网供负荷计算和目标年变电容量新增需求计算。

2.2.1 配电网 110 kV 网供负荷 P_1

$$P_1 = P_{\Sigma} - P_{\text{厂}} - P_{\text{直供1}} - P_{\text{直降1}} - P_{\text{发电1}} \quad (1)$$

式中: P 为全社会用电负荷; $P_{\text{厂}}$ 为厂用电; $P_{\text{直供1}}$

为 110 kV 及以上电压直供负荷; $P_{\text{直降1}}$ 为 220 kV 直降为 35 kV 和 10 kV 的负荷; $P_{\text{发电1}}$ 为 35 kV 及以下上网且参与电力平衡发电负荷。

2.2.2 配电网 35 kV 网供负荷 P_2

$$P_1 = P_{\Sigma} - P_{\text{厂}} - P_{\text{直供2}} - P_{\text{直降2}} - P_{\text{发电2}} \quad (2)$$

式中: $P_{\text{直供2}}$ 为 35 kV 及以上电压直供负荷; $P_{\text{直降2}}$ 为 220 kV 及 110 kV 直降为 10 kV 的负荷; $P_{\text{发电2}}$ 为 10 kV 侧上网且参与电力平衡发电负荷。

2.2.3 目标年变电容量新增需求计算

根据地区负荷增长情况,合理确定规划区域内规划水平年期间变电容量的整体需求,把握变电容量年度发展和建设时序计划的情况。变电容量估算(电力平衡)方法主要通过网供负荷和容载比来确定,新增容量的计算公式如下:

$$S = P \times R_s \quad (3)$$

$$\Delta S = S - S_0 \quad (4)$$

式中: S 为规划目标年的变电容量需求; P 为规划目标年的网供最大负荷; R_s 为规划目标年的容载比; S_0 为现状年的变电容量; ΔS 为规划目标年的变电容量新增需求。

其中,容载比与变电站的布点位置、数量、相互转供能力有关,即与电网结构有关,容载比的确定要考虑负荷分散系数、平均功率因数、变压器运行率、储备系数等复杂因素的影响。负荷增长率低,网络结构联系紧密,容载比可适当降低;负荷增长率高,网络结构联系不强(如为了控制电网的短路水平,网络必须分区分列运行时),容载比应适当提高,以满足电网供电可靠性和负荷快速增长的需要。

容载比的选择对电网发展具有重要影响,取值过大将造成电网建设前期投资增加,取值过小会降低电网适应性差甚至影响供电,具体取值应依据负荷增长情况,各电压等级电网容载比选择范围(推荐值)^[3]如表 1。

表 1 各电压等级电网容载比选择范围(推荐值)

Tab. 1 Selection range (recommended value) for power grid capacity ratio of each voltage grade

负荷增长情况	较慢增长	中等增长	较快增长
年负荷平均增长率 KP	$KP \leq 7\%$	$7\% < KP \leq 12\%$	$KP > 12\%$
500 kV 及以上	1.5 ~ 1.8	1.6 ~ 1.9	1.7 ~ 2.0
220 kV ~ 330 kV	1.6 ~ 1.9	1.7 ~ 2.0	1.8 ~ 2.1
35 kV ~ 110 kV	1.8 ~ 2.0	1.9 ~ 2.1	2.0 ~ 2.2

2.3 存在不足

<总体说明>,具体不足如下。

2.3.1 供电分区

对于本级电网来说,“直供”负荷接入电压等级与本级电网相同,上级电网为主供电源,但本级电网可作为用户的备用(应急)电源提供一定的容量;“直降”负荷接入电压等级低于本级电网,上级电网与本级电网可形成双电源供电关系,供电范围不能完全区分。因此,目前本级电网网供负荷完全扣除上级电网直供(降)负荷的方法与实际情况并不完全相符。

2.3.2 电压等级

目前,110 kV 与 35 kV 电网的融合程度很高,10 kV 公共线路供电范围没有明确边界。因此,把 35 kV 仍作为一个独立的电压等级进行电力平衡,已缺乏合理性及必要性。

2.3.3 容载比

根据国家电网技术导则的相关要求,各电压等级变电容载比范围控制在 1.6~2.2 之间,其中 35~110 kV 容载比一般为 1.8~2.2。因此,当电网规模较大时,按容载比规划设计的备用容量的绝对值将会很大,可能会超过实际的备用需求。

2.3.4 自备电厂

根据国家发改能源[2017]1404号《关于推进供给侧结构性改革 防范化解煤电产能过剩风险的意见》中关于自备电厂的相关工作要求(主要内容包括:燃煤自备电厂要纳入国家电网建设规划;燃煤自备电厂要严格执行国家节能环保排放标准,履行相应的调峰义务;依法依规淘汰关停不符合要求的30万千瓦煤电机组。),可以看出,“自备”电厂“公用”化的趋势非常明显。但在传统电力平衡中,自备电厂及企业电网负荷的处理没有在电力平衡中明确说明(一般处理方法只是作为“厂用电”从总负荷中扣减)。

2.3.5 增量

没有充分考虑现代配电网增量业务放开、大规模新能源接入、充电桩等可控负荷及并网型微电网建设等相关政策因素对网供负荷及配电网规划建设的影响。

3 市场环境下的平衡模型及计算方法

根据面向供电可靠性的规划设计原则,各层级

电网变电容量需求可通过实际可能的“停电损失”及“变电站(或主变)N-m”可靠性准则,通过精确计算来确定。

3.1 电力平衡模型

针对前述传统电力平衡中存在的主要问题,面向供电可靠性的变电容量需求计算应考虑以下几个关键因素。

3.1.1 供电分区

配网与主网的直降负荷之间存在可能的双电源供电关系(互为备用关系,10 kV 直降供区负荷更是难于确定),与直供负荷之间也可能有部分的备用容量需求,因此,在配网变电容量需求中,应根据主网直供(降)用户电源的实际接入情况及其对备用(应急)电源的报装容量需求,计入相应的变电容量需求。对于主网的 10 kV 直降负荷,由于数量少且边界难于确定,可全额计入配网网供负荷中。

3.1.2 电压等级

110 kV 与 35 kV 电网的融合程度很高,10 kV 公共线路供电范围没有明确边界。因此,可把 110 kV 及 35 kV 作为一个统一的电压等级(配网)来进行电力平衡,并据此计算配网的变电容量需求。

3.1.3 容载比

电网规模越大,按容载比规划设计的变电备用容量的绝对值将越大,由此可能超过实际的备用需求。因此,应增加对变电备用容量绝对值的校验,当变电备用容量超过设定值时(按变电站 N-2,4 台主变,每台主变 59 MW 计算,总容量为 200 MW),可根据统筹区电网的实际情况,通过专家会议综合评审,对变电备用容量进行总量控制。

3.1.4 自备电厂

在发电产能过剩、电厂年发电利用小时降低及“自备”电厂“公用”化的大背景下,电厂(含具有自备电厂的企业电网、本地公用发电厂)网供负荷的潜在需求大大增加。因此,在配电网变电容量需求计算时,应适当考虑配网对电厂(含具有自备电厂的企业电网、本地公用发电厂)的网供变电容量需求。

3.1.5 增量

根据配电网增量业务放开、分布式电源(微电源)大规模开发及并网型微电网建设政策推动等相关政策因素,综合考虑分布式电源的间隙性及充电

桩负荷的可控性,根据国家相关政策要求,对充电桩等可控负荷、常规负荷及分布式电源进行统筹规划,充分利用微电网的控制能力,合理限制充电桩等可控负荷的最大负荷需求,适当降低容载比,有效提高配网设备利用率。

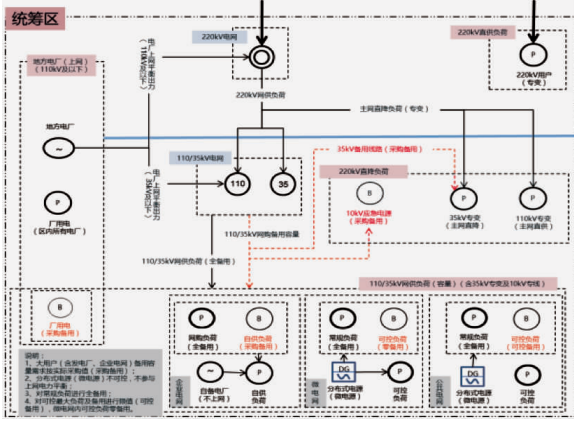


图 2 市场化环境下的电力平衡模型

Fig. 2 Power balance model under the market environment

经充分研究与规划实践,在新电改形势下,提出面向给定供电可靠性要求的配电网变电容量需求计算方法如下。

3.2 变电容量需求计算方法

市场环境下的变电容量需求计算分为两部分: 220 kV 主网网供负荷 P_1 及变电容量 S_1 、110/35 kV 配电网网供负荷 P_2 及变电容量需求 S_2 。

3.2.1 220 kV 主网网供负荷 P_1 及变电容量需求 S_1

$$P_1 = P_{\Sigma} - P_{\text{厂}} - P_{\text{自供}} - P_{\text{直供1}} - P_{\text{发电1}} \quad (5)$$

$$S_1 = P_1 \times R_{s1} \quad (6)$$

$$\Delta S_1 = S_1 - S_{01} \quad (7)$$

式中: $P_{\text{自供}}$ 为企业电网自供负荷; $P_{\text{直供1}}$ 为 220 kV 及以上电压直供负荷; $P_{\text{发电1}}$ 为 110 kV 及以下上网且参与电力平衡的发电出力; S_1 为 220 kV 主网目标年的变电容量需求; P_1 为 220 kV 主网目标年的王宫最大负荷; R_{s1} 为 220 kV 主网目标年的容载比; S_{01} 为 220 kV 主网现状年的变电容量; ΔS_1 为 220 kV 目标年的变电容量新增需求。

3.2.2 110/35 kV 配网网供负荷 P_2 及变电容量需求 S_2

$$P_2 = P_{\Sigma} - P_{\text{厂}} - P_{\text{自供}} - P_{\text{直供}} - P_{\text{直降}} - P_{\text{发电2}} \quad (8)$$

$$S_2 = P_2 \times R_{s2} + P_k \times R_k + S_b \quad (9)$$

$$\Delta S_2 = S_2 - S_{02} \quad (10)$$

式中: $P_{\text{直降}}$ 为 220 kV 及以上电压直降到 110/35 kV 的专变负荷; S_2 为 110/35 kV 配网目

标年的变电容量需求; P_2 为 110/35 kV 配网目标年的网供最大负荷; R_{s2} 为 110/35 kV 配网目标年的容载比; P_k 为公共区域内充电桩负荷(可控负荷)(微电网内可控负荷零备用); R_k 为公共区域内充电桩负荷(可控负荷)目标年的容载比; S_{02} 为 110/35 kV 配网现状年的变电容量; ΔS_2 为 220 kV 目标年变电容量新增。

4 算例分析

本文采用深圳坪地街道配电网对所提方法进行验证分析。

4.1 算例介绍

规划区域“龙岗区坪地街道”内的深圳国际低碳城已被列入配电网增量业务试点范围。按政策规定,自增量市场开始,配电增量业务项目将完全按照招标投标程序进行市场化运作,因此,坪地街道电网业务可能将通过市场化方式确定项目业主。因此,本规划按照“规划引领,有序推进”、“城乡统筹,保障供应”、“统一标准,安全经济”、“智能环保,升级创新”、“政策配套,协调发展”五项基本原则要求开展,旨在加强电网规划与政府相关规划的衔接,促进电网规划落实^[10]。

龙岗区坪地街道位于广东省深圳市龙岗区,东北及西北与惠州市接壤,东南与坑梓相连,西南与龙岗中心城毗邻。坪地地势较为平坦,并因此而得名。街道内道路四通八达,是深圳东北地区一个重要的工业城镇。

4.2 计算结果与分析^[11-14]

4.2.1 容载比的选取

参照《110 kV 及以下配电网装备技术导则(QCSG 10703-2009)》等国家及行业相关标准,综合考虑电力市场化发展趋势,按精准投资原则,从本地区电网网架结构现状及负荷分布实际情况,经专家会议讨论,确定各电压等级电网容载比选择范围如上表 2 所示。

4.2.2 配电网(110 kV 及以下)电力平衡及变电容量需求计算

根据坪地街道地方电厂及变电站规划建设情况,综合考虑电力市场化发展趋势,按精准投资原则,按“市场化环境下的电力平衡与变电容量需求计算方法”对 110/35 kV 电网进行电力平衡及变电容量需求计算,结果如下。

表2 电网容载比选择范围(市场环境)(经验值)

Tab.2 Power grid capacity ratio selection range (market environment) (experience value)

电压等级	名称	远景年(基于饱和和负荷)		目标年(基于现状年负荷及发展成熟度)			
		最小值	最大备用容量/MW	A	B	C	D
	年负荷平均增长率 KP		$KP\leq 1\%$	$KP\leq 7\%$	$7\% < KP\leq 12\%$	$KP > 12\%$	/
220 kV ~330 kV	网供常规负荷容载比 Rs_1	1.5	2个标准变电站容量	1.6~1.9	1.7~2.0	1.8~2.1	/
	网供常规负荷容载比 Rs_2	1.6	2个标准变电站容量	1.8~2.0	1.9~2.1	2.0~2.2	>1.2
35 kV ~110 kV	公共区域内充电桩负荷容载比 R_k	0.5	3个标准变电站容量	0.5	0.5	0.5	/
	计及分布式电源后的综合容载比 R_0	1.6	2个标准变电站容量	1.8~2.0	1.9~2.1	2.0~2.2	/

注:① 发展成熟度(建成投产率,负荷成熟度):A—成熟(稳定区)、B—基本成熟(建成区)、C—快速发展(半建成区)、D—不确定区(新建区);

② 容载比取值方法:变电站变电容量以“统筹区”为单位进行统筹规划,在保持总量平衡的情况下,可根据统筹区内各配电分区发展成熟度的不同,设置差异化的容载比值。对于“D—发展不确定区”,通常情况下,由于控规不落实或或电网规划滞后等原因,后期仍有增补的机会,故当变电站布点不完整时,区内容载比仅以满足近期货接入要求为基本要求;

③ 最大备用容量:根据“负荷增长率低,网络结构联系紧密,容载比可适当降低”基本原则,在远景变电容量需求计算时,可按“变电站N-2”电网安全及可靠性设计原则,设定统筹区内变电备用容量的上限。

表3 110/35 kV 电网网供负荷计算(坪地街道)单位:MW

Tab.3 110/35 kV power grid supply load calculation (Ping Di street)

序号	项目名称	2016	2017	2018	2019	2020	目标年 2022	远景年
1	全社会用电负荷(PS)	302.21	311.55	321.97	331.23	339.76	356.5	437.51
2	电厂厂用电(P _厂)	0	0	0	0	0	0	0
3	企业电网自供负荷(P _{自供})	0	0	0	0	0	0	0
4	210 kV 及以上直供负荷(P _{直供})	0	0	0	0	0	0	0
5	210 kV 直降负荷(P _{直降})	0	0	0	0	0	0	0
6	10 kV 及以下上网平衡发电出力(P _{发电2})	0	0	0	0	0	0	0
7	110/350 kV 网供负荷	302.21	311.55	321.97	331.23	339.76	356.5	437.51

表4 110 kV 及以下电网变电容量新增需求计算(外部输入部分)(坪地街道)单位:MW、MVA

Tab.3 New demand calculation for power transformer capacity (external input part) of 110 kV and below (Ping Di street)

统筹区名称	电压等级	序号	项目名称	2016	2017	2018	2019	2020	目标年 2022	远景年
坪地街道	110/35 kV	1	网供负荷(P_2)	302.21	311.55	321.97	331.23	339.76	356.5	437.51
		2	网供负荷容载比(R_{s2})	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
		3	可控负荷(P_k)	0	0	0	0	0	0	0
		4	可控负荷容载比(R_k)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		5	网购备用容量(SB)	0	0	0	0	0	0	0
		6	期末容量 (S_2)=(1)×(2)+(3)×(4)+(5)	543.98	560.79	579.54	596.21	611.57	641.7	787.52
		7	现有(计划内)容量(S_{02})	654	717	906	906	906	906	906
		8	新增容量(ΔS_1)	-110.02	-156.21	-326.46	-309.79	-294.43	-264.3	-118.48
		9	现有(计划内)容量容载比(校验值) =(7)/(6)×(2)	2.16	2.30	2.81	2.7	2.66	2.54	2.07

如表4,根据变电站现有建设规划(已核准批复的计划内项目)及坪地街道负荷增长预测分析,从“现有(计划内)容量满足度”看,坪地街道110/35 kV电网变电容量总体情况如下:

2016:容载比为2.16,相对富裕;

2017~2018:容载比大于2.30,相对富裕;

2019~2020:容载大于2.66,相对富裕;

目标年(2022):容载比2.54,相对富裕;

远景年:需削减容量需求达118.48MVA,按单台主变容量63MVA考虑,则需削减110 kV主变2台,因此,规划建议区域内削减1~2座110 kV变电站^[15-16]。

5 结论

本文根据现行技术导则下电力平衡及变电容量需求计算方法存在的问题,提出了市场环境下的电力平衡及变电容量需求计算方法^[16]。该方法统筹考虑配电网资源优化配置水平,考虑现代配电网增量业务放开、大规模新能源接入、充电桩等可控负荷及并网型微电网建设等相关政策因素对网供负荷及配电网规划建设的影响。使电力平衡目标更加多元化,不仅满足电力平衡的充裕度,还考虑了中压网架建设的整体经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 刘顺达. 华东电网电力电量平衡分析[J]. 电力技术经济, 2006,18(01):3-13.
LIU Shunda. Analysis on balance of electric power grid [J]. Electricity Policy Research, 2006,18 (01): 3-13.
- [2] 孟亚园. 城市配电网高可靠性供电应用研究[J]. 贵州电力技术, 2016,19(05):72-74.
MENG Yayuan. Study on the power supply reliability of urban distribution network [J]. Guizhou Electric Power Technology, 2016,19 (05): 72-74.
- [3] 姚刚,杨明,帅浩,等. 基于“网格化”管理的配电网可靠性分布研究[J]. 华东电力, 2014,42(09):1802-1806.
YAO Gang, YANG Ming, SHUAI Hao, et al. Distribution network reliability rate based on the "grid" management [J]. East China Electric Power, 2014,42 (09): 1802-1806.
- [4] 康重庆,夏清,张伯明. 电力系统负荷预测研究综述与发展方向的探讨[J]. 电力系统自动化, 2004,28(17):1-11.
KANG Chongqing, XIA Qing, ZHANG Boming. Review of power system load forecasting and its development [J]. Automation of Power System, 2004,28 (17): 1-11.
- [5] 肖白,周潮,穆钢. 空间电力负荷预测方法综述与展望[J]. 中

国电机工程学报, 2013,33(25):78-92.

- XIAO Bai, ZHOU Chao, MU Gang. Review and prospect of the spatial load forecasting methods [J]. Proceedings of the CSEE, 2013,33 (25): 78-92.
- [6] 赖晓文,钟海旺,杨军峰,等. 全网统筹电力电量平衡协调优化方法[J]. 电力系统自动化, 2015,39(07):97-104.
LAI Xiaowen, ZHONG Haiwan, YANG Junfeng, et al. A coordinated optimization method for system-wide power supply-demand balancing [J]. Automation of Electric Power Systems, 2015,39(07):97-104.
- [7] 姚愉芳,陈杰,胡晓欧,等. 用电增量与经济发展关系分析[J]. 中国电力, 2016(S1):123-127.
YAO Yufang, CHEN Jie, HU Yuou, et al. Analysis on the relationship between electricity consumption increment and economic development [J]. Electric Power, 2016 (S1): 123-127.
- [8] 尹桂玲,张焰. 基于用地仿真法的配电系统空间负荷预测[J]. 电力自动化设备, 2004,24(02):20-23.
YIN Guiling, ZHANG Yan. Land usage-based spatial load forecasting in distribution system [J]. Electric Power Automation Equipment, 2004,24(02):20-23.
- [9] 孙旭,任震. 空间负荷预测在城市电网规划中的应用[J]. 继电器, 2005,33(14):79-81.
SUN Xu, REN Zhen. Application of spatial load forecasting in urban power network planning [J]. Relay, 2005,33 (14): 79-81.
- [10] 肖白,杨修宇,穆钢,等. 基于元胞历史负荷数据的负荷密度指标法[J]. 电网技术, 2014,38(04):1014-1019.
XIAO Bai, YANG Xiuyu, MU Gang, et al. A load density index method based on historical data of cell load [J]. Power System Technology, 2014,38 (04): 1014-1019.
- [11] 赵晖. 用样条插值法模拟典型日负荷曲线[J]. 电网技术, 1998,22(05):39-41.
ZHAO Hui. Simulation of typical daily load curve with spline interpolation [J]. Power System Technology, 1998,22 (05): 39-41.
- [12] 姚刚,仲立军,张代红. 复杂城市配电网网格化供电组网方式优化研究及实践[J]. 电网技术, 2014,38(5):1297-1301.
YAO Gang, ZHONG Lijun, ZHANG Daihong. Research and practice of mesh-networking optimization for power supply by complex urban distribution network [J]. Power System Technology, 2014,38 (5): 1297-1301.
- [13] 李海涛,孙波,王轩. 配电网网格化规划方法及其应用[J]. 电力系统及其自动化学报, 2015(S1):33-37.
LI Haitao, SUN Bo, WANG Xuan. Power grid planning method and its application [J]. Proceedings of the CSU-EPSA, 2015 (S1): 33-37.
- [14] 卫泽晨,赵凤展,王佳慧,等. 网格化中低压智能配电网评价指标体系与方法[J]. 电网技术, 2016,40(01):249-255.
WEI Zechen, ZHAO Fengzhan, WANG Jiahui, et al. Gridding

evaluation index system and method of mv and lv intelligent distribution network [J] . Power System Technology , 2016 , 40 (01) : 249 - 255 .

[15] 邵能灵,侯志俭,李涛,等. 基于小波分析的电力系统短期负荷预测方法[J] . 中国电机工程学报,2003,23(01) :45 - 50 .
TAI Nengling,HOU Zhijian,LI Tao,et al. New principle based on wavelet transform for power system short-term load forecasting [J] . Proceedings of the CSEE,23 (01) : 45 - 50 .

[16] 张冰玉. 基于数据挖掘技术的短期电力负荷预测[J] . 电力大数据 2017,20(10) :18 - 21 .
Zhang Bingyu. Prediction of short-term power load based on data mining technology [J] . Power Systems And Big Data. 2017 , 20 (10) :18 - 21 .

收稿日期:2017 - 12 - 16

作者简介:



舒 舟(1989),男,硕士,工程师。长期从事配电网规划建设研究。

(本文责任编辑:范 斌)

Research on the calculation method of power balance and substation capacity demand in market oriented environment

SHU Zhou¹,DU Peiren²,ZHANG jie¹,WANG Xiaolei³

(1. Shenzhen Power Grid Co. ,Ltd. ,Shenzhen 518001Guangdong,China;

2. Zhejiang University, Hangzhou 310027 Zhejiang, China;

3. Hangzhou Hongsheng Electric Power Design Co. Ltd, Hangzhou 311121 Zhejiang, China)

Abstract: Sustained, rapid and unbalanced electricity demand growth and the rapid development of renewable energy have brought about new trends and new changes in China’s energy and power development. In order to make the power balance target more diversified and solve the shortcomings of the current power balance and substation capacity demand calculation method, this paper proposes a power balance and substation capacity demand calculation method in the market environment. This method consider the distribution network to optimize the allocation of resources, and consider the adequacy of power balance, energy saving and new energy consumption and medium voltage grid construction of the overall economic benefits and social benefits, and solve the power supply range calculation method that can not completely distinguish between 110 kV and 35 kV network, integration of high capacity load ratio selection method does not apply to such deficiencies, enhance the medium voltage distribution network interconnection and mutual supply ability, as well as various types of power plants, the construction scale of installed capacity level, substation site landing guidance. The validity of the method is fully illustrated by the example analysis at the end of the paper.

Key words: electric power balance; substation capacity demand; load carrying ratio; distribution network