

厦门市同安区电力网专项规划

熊玲玲 何红艳 章健强 陈金茂 (厦门市城市规划设计研究院, 福建省厦门市 361004)

The Power System Planning of Tong'an District Xiamen City

Xiong Lingling He Hongyan Zhang Jianqiang Chen Jinmao (Xiamen Urban Planning & Design Institute, Xiamen 361004, Fujian Province, China)

Abstract In power system planning of Tong'an district, many kinds of methods are used to forecast electric power according to the urban planning to this area function localization, the development intensity. The load density method, which is used to the district load forecast, the unit-building area load index used to the load forecast for the detailed control planning of district with appropriate demand factor, and per capita synthetical power consumption index used to the whole 2020 load forecast. Accordingly determine the 110kV and 220kV substation quantity, capacity and network, reserve the stand, the corridor and defers to the development succession to propose the electrical network construction by stages.

Key words District planning Power system planning Load-forecast Substation HV corridor Exploitation schedule Construction by stages

摘要 在同安区电力网规划中,按照城市规划对该区的功能定位、开发强度,采用多种方法预测电力负荷,采用负荷密度法进行分区负荷预测,采用单位建筑面积电力负荷指标并选取恰当的需要系数进行片区控制性详细规划负荷预测,按人均综合用电量指标法预测同安区2020年负荷。根据负荷预测确定110kV、220kV变电站数量、容量及网络接线,预留站点、走廊,并按照开发时序提出电网分期建设方案。

关键词 分区规划 电力网规划 负荷预测

变电站 高压走廊 开发时序 分期建设

1 规划背景

厦门城市发展进入了跨越式的阶段,由海岛型向海湾型拓展,这就要求电力网规划建设必须跟上形势,为经济建设提供电力保障。

近年来,我院相继完成了《厦门市城市总体规划修编》、《同安分区规划》,对同安区的发展方向、空间结构及产业布局给出了详细的分析、定位。作为城市现代化建设的重要基础设施之一,电网建设与改造都必须与城市发展规划相互配合,同步实施,并且与环境协调。省、市电力部门委托我院与厦门电业局共同编制《厦门市同安区电力网专项规划》。

2002年我院与厦门电业局编制的《厦门岛电力网专项规划》,对厦门岛电力网的建设、发展及控制提供了依据,很好地指导了厦门岛内电力网的规划建设,受到了省电业局及市政府的好评。而同安一系列控制性详细规划的完成,为电力网的规划提供很好的条件。以农村电网构架的同安电网是无法满足日益增长的负荷需求的,必须尽快编制一个安全、可靠、布局合理的电网网架,有效指导电网的改造和完善,以实现电网规划与城市规划的优化结合。

2 规划范围、期限

规划范围为同安行政区域,陆域面积 $\times\times\times\text{km}^2$ 。本次规划分三个阶段,即近期(2010年)、远期(2020年)及远景(2020年以后)。

3 电力网现状

自2000年到2005年的五年间,同安区用电量增长了2.5倍,平均年增长率达到20.4%。同安现有500kV、220kV变电站各一座,110kV变电站四座,35kV变电站二座,此外还有小型水电站。区内有500kV、220kV、110kV、35kV高压架空线路。

现状电网主要存在以下问题:

- a. 220kV网架较为薄弱,容载比偏低。
- b. 110kV变电站备用容量严重短缺,架空线路不满足“N-1”要求。
- c. 35kV变电站中有3座单线或单变接线,另外1座已满载。35kV线路导线偏小。
- d. 电网抵御自然灾害能力差。
- e. 电力规划落后于城市规划建设。

4 规划设计技术原则

同安电力网的规划与建设应与同安区的有关分区规划、镇区规划相适应,符合厦门市总体规划与厦门市电力网规划的要求。同安电力网的规划目标是:建设安全稳定、可靠、经济、规范优质的电力网,为同安的经济的发展提供有力的能源保证。根据福建省电力有限公司的要求,确定500kV、220kV、110kV网络、站点规划设计技术原则如下。

4.1 500kV网络、站点规划设计技术原则

500kV网架是厦门市的骨干网架。500kV枢纽变电站500kV出线一般按10~12回,中间变电站6回,终端变电站3回。220kV出线14~16回。500kV电气主接线一般采用3/2断路器接线。500kV架空线路应采用大容量、紧凑型的输电线路,主干线路截面 $4\times 400\sim 4\times 630\text{ mm}^2$,其走廊宽度为60~75m(或架空线每边向外侧延伸20m)。500kV变电站为户外配置,主变规模 $4\times 750\sim 1500\text{ MV}\cdot\text{A}$,用地面积98 000~110 000 m^2 。

4.2 220kV网络、站点规划设计技术原则

220kV网架是分区电网的主要网架。220kV变电站的电源尽量来自两个不同的电源点,应保证在失去任何一回进线或一组降压变压器时,必须保证向下一级110kV变电站供电。220kV变电站分为中心变(枢纽变)、中间变、终端变三个层次。中心变由电源(500kV变电站或接入220kV电网的电厂)经多回大截面线路送电,再从中心站(或电源)向终端变供电。中间变是受现状规模或走廊限制,承担功率转送任务的变电所,应尽量减少其数量。新建变电站最终规模

一般按3~4台考虑,郊区变可按3台考虑。220kV变电站一般单台变压器容量为180 $\text{ MV}\cdot\text{A}$ 或240 $\text{ MV}\cdot\text{A}$,采用220kV/110kV/10kV三级电压,三绕组容量比为100/100/50。220kV变电站容载比1.9~2.1。中心变(枢纽变)220kV侧出线10~12回,220kV宜采用双母线双分段接线。中间变220kV侧出线间隔4~6回,可采用双母线单分段接线。终端变220kV主要采用桥式接线(内桥或外桥)和线路——变压器组接线。两线三变时宜采用扩大内桥接线。终端变主变可选用自耦变压器。220kV变电站的中压侧(110kV)主接线一般用双母线接线,低压侧(10kV)主接线一般用单母线多分段接线形式(单母线三分段、单母线“Y”接线、单母线四分段)。220kV架空线路应采用大容量、紧凑型、同塔多回路的输电线路,主干线路截面 $2\times 300\sim 2\times 630\text{ mm}^2$,其走廊宽度为30~40m(或架空线每边向外侧延伸15m)。220kV变电站一般为户外配置或半户外配置,主变规模 $3\times 180\sim 3\times 240\text{ MV}\cdot\text{A}$,用地面积20 000~30 000 m^2 。

4.3 110kV网络、站点规划设计原则

110kV网架是分区电网规划的重点。110kV电网中任何一条架空线或电缆,变电站中任何一组变压器发生故障停运时,除故障段外不停电,不得发生电压过低现象,设备不允许过负荷。为了提高供电可靠性,又不影响电力系统安全稳定,110kV高压配电系统可采用环状布置。平时开环运行,分片供电。尽可能避免高低压电磁环网,以简化继电保护,并限制短路电流。110kV高压配电系统首先实施单侧电源双“T”方式,可能条件下应预留形成双电源三回三“T”接线的走廊及配置空间。也可实施双侧电源双回双“T”接线、双侧电源双回三“T”接线、双电源三回三“T”接线。110kV变电站可按三台变压器规划建设。单台变压器容量为40 $\text{ MV}\cdot\text{A}\sim 50\text{ MV}\cdot\text{A}$,采用双绕组,110/10kV二级电压。110kV变电站容载比2.0~2.2。110kV变电站进出线回路多于三回时采用单母线多分段接线形式。110kV变电站多为终端变,三变三线“T”接时均采用线路——变压器组接线;二变二线“T”接可采用桥式(或线路——变压器组);三变二线可采用扩大桥接线。110kV变电站的10kV出线: $3\times 40\text{ MV}\cdot\text{A}$ 3 $\times$ 10回; $3\times 50\text{ MV}\cdot\text{A}$ 3 $\times$ 12回。110kV架空线路应采用大容量、紧凑型、同塔多回路的输电线路,主干线路截面 $240\sim 300\text{ mm}^2$,其走廊宽度为25~30m(或架空线每边向外侧延伸10m)。110kV电缆截面应与架空线路相匹配,宜选择400~630 mm^2 的铜缆。

110kV变电站用地:

a. 对建筑物拥挤、居民密集的老市区,考虑采用户内式,即将主变、110kV配电装置、10kV配电装置均置于户内,变电站建筑应与周边景观、建构筑物相协调,变电站进线为电缆线路。 $3\times 40\text{MV}\cdot\text{A}$ 规模的变电站要求 $60\times 55\text{m}^2$ 的围墙内用地。

b. 对正处城市建设之中、城乡结合部新开发区、城市中心区边缘的发展中区域,考虑采用半户内式,即将主变置于户外,110kV配电装置、10kV配电装置均置于户内,变电站进线为架空或电缆线路。 $3\times 40\text{MV}\cdot\text{A}$ 规模的变电站要求 $60\times 70\text{m}^2$ 的围墙内用地。

c. 对尚在城市建设初期、厦门岛边缘地带、建设用地较为宽裕的区域,考虑采用户外式,即将主变、110kV配电装置置于户外,10kV配电装置仍置于户内,变电站进线往往为架空线路。 $3\times 40\text{MV}\cdot\text{A}$ 规模的变电站要求 $70\times 80\text{m}^2$ 的围墙内用地。

5 负荷预测

负荷预测方法主要有:弹性系数法、回归分析法、增长率法、人均用电指标法、横向比较法、负荷密度法、单耗法和时间序列预测法等。

关于各个阶段的负荷预测方法的选取,《城市电力规划规范》(GB 50293-1999)确定以下选取原则:

a. 城市电力总体规划阶段负荷预测方法,宜选用电力弹性系数法、回归分析法、增长率法、人均用电指标法、横向比较法、负荷密度法、单耗法等。

b. 城市电力详细阶段的负荷预测方法,一般负荷宜选用单位建筑面积负荷指标法等;点负荷宜选用单耗法,或由有关部门、设计单位提供负荷、电量资料。

5.1 几种常见的负荷预测法

5.1.1 负荷密度法

负荷密度法预测电力负荷适用于只确定地块用地性质和面积的分区规划或镇区总体规划。负荷密度是指每平方千米土地面积上的平均负荷值。

根据地块规划用地性质的类别,选取不同的单位用地面积电力负荷指标乘以地块面积,就是该地块的用电负荷。各地块负荷相加再乘以同时系数就是该分区的用电负荷。

5.1.2 单位建筑面积电力负荷指标法

单位建筑面积用电指标法预测各片区电力负荷,适用于有详细的地块面积和建筑面积的控制性详细规划。预测负荷=地块面积 $\times$ 容积率 $\times$ 单位建筑面积用电指标(W/m^2) $\times$ 需要系数。其中地块面积 $\times$ 容积率就是该地块建筑面积。

5.1.3 电力弹性系数法

用电力弹性系数法进行负荷预测时首先要计算用电量的年平均增长率与国民生产总值的年平均增长率之间的比值。这种方法的优点是计算简单,缺点是预测结果准确度不高,主要用于远期电力发展规划的预测。

5.1.4 单耗法

根据单位产品电耗来推算用电量,它需要大量细致的调查统计工作,工作量大。

5.1.5 人均综合用电指标法

根据该市或地区的年总用电量、总人口数量计算出人均综合用电值。再根据该市或地区的发展速度确定达到规划年限时人均综合用电值,按人口的机械增长率计算出那时的总人数,进而计算出总用电量。

本次规划中,我们采用负荷密度法、单位建筑面积电力负荷指标法以及人均综合用电指标法,来预测同安区2020年的电力需求和远景可预见的最大电力需求。

5.2 2020年电力负荷预测

自1994年以来,我们先后编制同安区的几个分区规划及多个片区控制性详细规划,基本涵盖了全区。

城市规划性质要点:把同安区建设成为厦门市北部的商贸服务中心,重要的工业基地和旅游基地。

根据城市规划专业提供条件,我们在分区规划中采用地块面积负荷密度法,在控制性详细规划中采用单位建筑面积负荷指标及需要系数法,另外也采用人均综合用电指标法来预测同安区的电力需求。

5.2.1 分区负荷预测

分区负荷预测以编制完成的分区规划和相关城镇规划为依据,采用负荷密度法进行预测。

同安区重点发展中心城区(西柯、大同),指导建设外围集镇(洪塘、莲花、汀溪、竹坝华侨农场),形成“两城、三镇、一场”的空间格局。

2020年西柯片区规划城市建设用地2100公顷,规划总人口 $\times\times$ 万人。

根据规划用地平衡表按照分区负荷密度法相关指标,选取适当同时系数,预计2020年西柯片区电力负荷为35.4万kW,平均负荷密度为 $\times\times$ 万kW/ km^2 。负荷计算表见表1。

其他几个片区也按以上方法预测负荷,综合预计同安区2020年用电总负荷为144.3万kW,详见表2。

5.2.2 片区控制性详细规划负荷预测

我院近几年来做的片区控制性详细规划,基本涵盖了同安主要城区。根据城市规划专业提供条件,我

表1 同安区西柯片分区负荷计算表

Tab.1 Load calculation table of Xike sub-district Tong'an

用地性质	用地面积 (ha)	地块面积电力 负荷 (kW/ ha)	预计负荷 (kW)
一类居住用地 R_1	xx	180	xx
二类居住用地 R_2	xx	250	xx
度假别墅用地 R_0	xx	160	xx
村庄整合用地 R_E	xx	220	xx
行政办公 C_1	xx	350	xx
商业 C_2	xx	400	xx
旅游用地 C_{25}	xx	250	xx
文化娱乐用地 C_3	xx	400	xx
体育 C_4	xx	120	xx
医疗卫生 C_5	xx	200	xx
工业用地 M	xx	300	xx
道路广场用地 S	xx	15	xx
供电设施用地 U_{12}	xx	150	xx
供燃气用地 U_{13}	xx	100	xx
加油站用地 U_{29}	xx	50	xx
邮政设施用地 U_3	xx	200	xx
污水处理用地 U_{41}	xx	120	xx
墓葬用地 U_6	xx	10	xx
消防用地 U_9	xx	200	xx
绿地 G	xx	2	xx
规划控制总用地	xx		xx
水域及其他用地	xx		xx
规划总用地	xx		xx
乘同时系数 0.85 得			353 734

表2 同安区分区负荷预测结果统计表

Tab.2 Load forecast table of sub-districts Tong'an

名 称	规划建设用地 面积 (km ²)	预计电力负 荷 (万 kW)	电力负荷密度 (万 kW/km ²)
西柯分区	xx	35.4	xx
大同片区	xx	76.5	xx
洪塘片区	xx	21.2	xx
莲花水库片区	xx	4.5	xx
汀溪镇	xx	3.9	xx
竹坝华侨农场	xx	2.8	xx
合计	xx	144.3	1.5

们在控制性详细规划中采用单位建筑面积电力负荷指标与需要系数相结合来预测负荷。

同安城南凤岗片区位于同安分区西部。规划区总用地面积xx公顷，规划人口xx万人。

根据单位建筑面积电力负荷指标，选适当需要系数，预计同安城南凤岗片区电力负荷为3.7万kW，平均负荷密度为xx万kW/km²，负荷计算表见表3。

表3 同安城南凤岗片区负荷计算表

Tab.3 Load calculation table of Fenggang

sub-district south Tong'an

用地性质	用地面积 (万 m ²)	建筑面 积 (m ²)	单位建筑面 积电力负 荷 (W/m ²)	需要 系数	预计负荷 (kW)
二类居住	xx	xx	60	0.3	xx
中小学校	xx	xx	40	0.6	xx
商业金融	xx	xx	80	0.6	xx
文化娱乐	xx	xx	60	0.7	xx
医疗卫生	xx	xx	50	0.7	xx
教育科研	xx	xx	60	0.6	xx
工业用地	xx	xx	100	0.4	xx
市政设施	xx	xx	150 kW/ ha	0.9	xx
道路广场	xx	xx	按道路广场面积 1.5W/ m ²	0.9	xx
特殊用地	xx	xx	120 kW/ ha	0.6	xx
绿地	xx	xx	按绿地面积 0.1W/ m ²	1	xx
合计	xx				xx
折算为 110kV 侧负荷值			乘同时系数 0.8 得		36 598

按同样方法预测其他几个片区负荷，见表4。

根据以上统计结果，采用单位建筑电力负荷指标法预测同安区2020年最大电力负荷为164.1万kW。

5.2.3 人均综合用电量指标法

2005年同安人均综合用电量xxkW·h/人·年。规划城区取人均综合用电指标6 000kW·h/人·年，最大负荷年实际利用小时数取4 400小时，2020年同安城区规划人口xx万人，计算出同安城区电力负荷为xx万kW；规划周边集镇人均综合用电指标4 500kW·h/人·年，最大负荷年实际利用小时数取3 000小时，2020年同安周边集镇规划人口xx万人，计算出同安周边集镇电力负荷为xx万kW。同安区2020年预测的负荷为89.2万kW。

5.2.4 结论

以上采用分区负荷密度预测法、控制性详细规划的单位建筑面积电力负荷指标预测法和人均综合用电量法来预测同安区2020年电力负荷见表5。

考虑规划用地性质和地块容积率的调整等不确定因素，电力负荷预测选取上述三种方法的最大值，以保证区域用电的可靠性。因此，同安区2020年电力负荷为164.1万kW，平均电力负荷密度为xx万kW/km²。

5.3 远景负荷预测

同安区远景的人均综合用电量指标高限采用10 000 kW·h /人·年，低限8 000kW·h /人·年。远景最大负荷利用小时数为4 000h。远景人口规模达到xx万。用人均综合用电量指标法预测远景负荷高限值xx万kW，低限值xx万kW。

表4 单位建筑电力负荷指标法预测结果统计表
Tab.4 Load forecast table of using unit area index method

名 称			规划 面积 (km ²)	预测负 荷 (万 kW)	电力负 荷密 度 (万 kW/km ²)	总负 荷 (万 kW)	合计
大同 片区	城北 组团	城北 新区	xx	6.3	xx	94.1	131.7
		旧城 中心 区	xx	5	xx		
	城东 组团	城东生 活区	xx	2.5	xx		
		其他 地块	xx	12.5	xx		
	城西 组团	城南大 街西片	xx	2.9	xx		
		城南凤 岗片区	xx	3.7	xx		
		华诚片	xx	3.4	xx		
		其他 地块	xx	5.9	xx		
	城南组团		xx	43.2	xx		
西湖组团		xx	8.7	xx			
西柯 片区	同吉 组团	轻工西 片区	xx	9.9	xx	37.6	
		其他 地块	xx	2.8	xx		
	西柯组团		xx	7.7	xx		
	丙州组团		xx	8.6	xx		
	潘涂-洪塘头 组团		xx	8.6	xx		
洪塘片区			xx	21.2	xx	21.2	32.4
莲花水库片区			xx	4.5	xx	4.5	
汀溪镇			xx	3.9	xx	3.9	
华侨竹坝农场			xx	2.8	xx	2.8	
总 计			xx	164.1	xx		164.1

表5 三种负荷预测结果统计表
Tab.5 Table of load forecast using three methods

负荷预测方法	预测电力负荷 (万 kW)
分区负荷密度法	144.3
单位建筑面积负荷指标法	164.1
人均综合用电量	89.2

选取同安区远景负荷密度高限为2.2万kW/km²，低限1.9万kW/km²。同安区远景规划用地建设面积约为xxkm²，由此推算远景同安区用电负荷为高限xx万kW，低限xx万kW。

考虑到远景发展的不确定性，因此负荷预测应选取上述两种方法的最大值，故同安区远景电力负荷为209~242万kW。

6 电源规划

2020年前小水电仍然是山区的主要供电电源，35kV

电压等级仍需保留。远景可逐步取消35kV电压等级。

根据福建省电力网规划福建南部500kV电网将形成围绕厦门、漳州受端电网的主干环网。厦门翔安区刘五店将建设LNG发电厂xx，漳州后石电厂等500kV电源分别接入环网。在翔安区内还将建设一座500kV洪山变电站xx。加上现有的厦门500kV变电站，同安的电源是可靠的。

7 高压网规划

7.1 220kV网络、变电站

根据负荷预测，同安区2020年负荷为1641MW。220kV梧侣变电站原地扩建为xx，新建洪塘等四个变电站，容量均为xx，占地30 000~49 000m²，户外配置。变电站总容量为3 360MV·A，容载比为2.0。

220kV网络应逐步加强，提高主干电网的安全稳定水平及运行灵活性。220kV变电站分为中心变（枢纽变）、中间变、终端变三个层次。新建变电站最终规模一般为3台，分期建设。中心变（枢纽变）220kV侧出线8~10回，宜采用双母单（双）分段接线。

220kV架空线路应合理利用现状高压走廊，新建线路尽可能结合城市道路绿化带及山体建设，主要控制宽度（按铁塔考虑）：单塔单回线路40m；同塔双回线路50m；双塔四回线路70m。规划还对几条主要线路杆塔型式、宽度提出要求。

7.2 110kV网络、变电站

110kV电网适当超前建设，提高供电能力和可靠性。2020年规划110kV变电站21座，控制预留远景变电站用地。

2020年同安区内110kV变电站总容量为2 526MV·A，加上220kV变电站（220/110/10kV）中的110/10kV部分容量，总的容载比为2.2。变电站接线方式有内桥、3T、二线三变等。

110kV架空线路应合理利用现状走廊，新建线路尽可能结合城市道路绿化带及山体建设，按照同塔双回线路（钢管塔）控制25m；同塔双回线路（铁塔）控制30m，双塔四回线路控制50m的原则预留高压走廊。城市中心区以及景观有较高要求的地段，采用电缆线路。电缆线路原则上采用电缆沟或电缆隧道，位于道路西、北侧人行道上，管线综合有困难时也可设置于慢车道下。

规划还根据同安的开发时序对近期（2006~2010年）电力网的建设作出具体安排。根据同安区的远景规模，提出了变电站、线路的预留方案。同时还对中低压网络也提出原则要求。最后规划还做了投资估算。