

# 服务城区发展的主动式配电网规划管理

吴怀波 陈飞 任志莲 陈洋 孙磊 许涛 操丹丹  
(国网黄山供电公司,安徽黄山 245000)

**摘要:**在国家电网公司“大规划”体系建设大背景下,以黄山市城区配电网规划为研究基础,深入分析配电网规划、管理方面存在的问题,提出市政/电网相互衔接、服务城区发展的主动式配电网规划管理理念。基于“网格化”配电网精准规划方法,建立了目标、组织、策略三维度体系的主动式规划管理机制,高效优质进行配电网规划。最后通过实施成效,验证该规划管理体系的创新性、准确性和有效性。

**关键词:**配电网;规划;管理体系;网格化

中图分类号:TM715 文献标志码:A 文章编号:1003-6954(2018)01-0089-06

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.01.020

## Active Distribution Network Planning Management Serving Development of Urban Areas

Wu Huaibo, Chen Fei, Ren Zhilian, Chen Yang, Sun Lei, Xu Tao, Cao Dandan  
(State Grid Huangshan Electric Power Supply Company, Huangshan 245000, Anhui, China)

**Abstract:** Under the background of "big planning" system by State Grid Corporation of China, and based on the urban distribution network planning of Huangshan city, the problems existing in distribution network planning management are analyzed, and the ideas of active distribution network planning management is proposed for the interconnection of municipal/power grid and serving the development of urban areas. Based on the precise "gridding" planning method of distribution network, the active planning management mechanism of three-dimension system with target, organization and strategy is established, which can carry out distribution network planning with high efficiency and high quality. Finally, the innovation, accuracy and effectiveness of the proposed planning management system is verified by the results of implementation.

**Key words:** distribution network; planning; management system; gridding

## 0 引言

“主动式”配电网规划管理是指以超前意识服务城区发展用电需求为出发点,以建设城区“一流配电网”为目标,主动转变配电网规划管理的工作思路,制定配电网规划管理目标体系。对外主动对接城区建设规划部门,使配电网规划更好地适应城区发展建设;主动掌握城区网格内不同负荷分布,解决季节性用电高峰难题,服务清洁能源接入和配电网自动化发展需求。对内主动建立健全内部规划管理的组织体系和策略体系,优化管理业务水平,提高配电网规划质量,最终形成以“主动式规划管理,网格化规划布局”的现代黄山城区配电网,从而为服务

城市发展建设提供有力保障,为服务地区经济发展提供强力支撑。

## 1 配电网规划管理存在的问题<sup>[1]</sup>

电网发展一直存在“重主轻配”问题,黄山市配电网基础薄弱,随着城市行政区域拓展后的需求及分布式电源、电动汽车的快速发展,配电网的功能、形态以及发展环境均发生了巨大变化,老问题和新需求相互交织增加了城区配电网发展难度。

1) 电网规划发展时间短、制约多,远景目标网架的规划没有市政建设变化快。配电网规划约束力较差,没有形成统一的管理体系,规划质量和效率低下。

2) 配电网规划与用户需求衔接不足,存在规划

依据不实、负荷预测不细、项目储备不深等问题。

3) 由于配电网网架变化快、线路转接频繁,造成对配电网现状分析不透彻,不能如实反映配电网存在问题;配电网规划设计建设标准不统一,差异化大;规划前后缺乏重要指标对比,不能为投资决策提供可信依据。

## 2 主动式配电网规划管理体系的构建

### 2.1 立足公司责任,建立主动式规划管理目标体系

#### 1) 服务政府规划建设部门,制定多项规划成果对接机制

由于城区配电网规划与城区总体规划、详细规划和综合管廊等规划之间是互为影响、相互指导、密不可分的关系,因此为了使配电网规划更好地服务于城区发展建设,促进配电网规划项目的有效落地,黄山供电公司制定了长期规划对接机制(图1),主动与黄山市(区)政府、规划部、住建委等多个政府部门,以及水利、燃气、通信等多个相关单位进行规划对接,将各规划成果有机结合,保障城区配电网规划储备项目有序开展落实,实现“多规合一”。

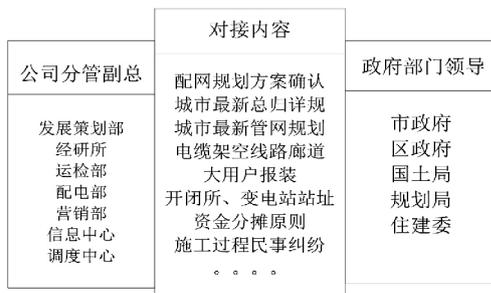


图1 主动规划对接内容

采用网格化规划理念,基于网格划分“两分法”精细划分高、中压供电网格,制定中压配电网目标网架和过渡方案,将网格化推广到了开闭所和低压配电网,在低压网格内推行低压侧分相管理,有效提升城区各级配电网的供电能力,有效改善现有配电网存在的供电范围重叠、线路迂回、线路跨江等问题。根据配电网网格化规划成果,黄山供电公司主动向相关政府部门提交了规划变电站、开闭所、环网单元的站址和电缆廊道需求,争取把配电网专项规划早日提上规委会日程,获得政府提供的专项规划批复,将规划变电站、高压线路廊道等纳入城区控制性详细规划和综合管廊规划,将开闭所、配电房等纳入城区地块修建性详细规划。对于与政府或企业

共建部分,制定相关共建协议,明确如开闭所土建、电缆廊道等投资资金的分摊比例。

主动对接机制既有利于政府规划部门提前对城区公用资源进行合理规划使用,又有利于配电网专项规划项目的有效落地,避免重复建设,节约项目投资。

#### 2) 服务季节性用电需求,制定季节性用电网格台区建设模式

黄山地处皖南山区,是世界著名的国际性旅游城市,亦是十大名茶“黄山毛峰”和“太平猴魁”的主产地。城区配电网负荷以工业居民用电、旅游服务性商业用电和茶季用电为主。每年茶叶加工时间主要集中在4~5月,与近3年城区制茶集中区域用电年负荷曲线图(图2)中该时段负荷要高于其他时段负荷的实际相符。茶季用电负荷高峰多发生在上午10:00过后至次日凌晨5:00~6:00并依次循环,中间仅3~4h的间隙,对应日负荷曲线图(图3),因此茶季制茶用电均属于典型的季节性用电。通过负荷曲线可以直观地看出茶区负荷季节性的特点,一年中茶季负荷大,持续时间较短,其他时段负荷小,持续时间较长,茶季负荷约为平时负荷的两倍,负荷差异显著。

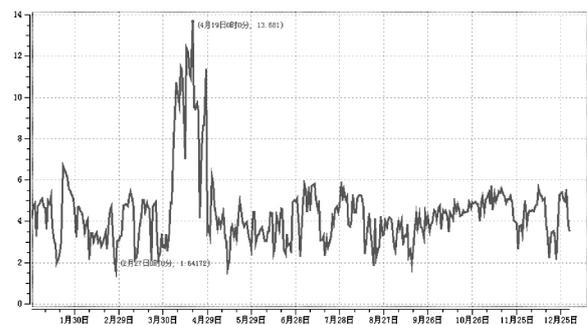


图2 城区制茶集中区域 10 kV 线路年负荷曲线

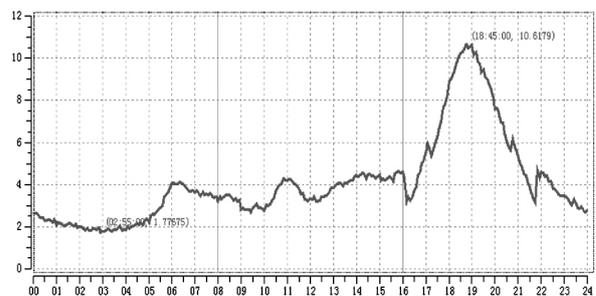


图3 城区制茶集中区域近 10 kV 线路日负荷曲线

茶叶加工设备多以电烘箱、电炒锅、杀青机等机械为主,其中电烘箱额定功率约2.5 kW、电炒锅额定功率约1.5 kW、杀青机额定功率约3 kW。茶叶加工季节,制茶用户基本开动全部加工设备,用电同时率较高,因此,每户总额定功率将不低于7 kW。

由于茶叶加工设备功率大、能耗高,导致制茶区域内台区配电变压器出口电压降低、电流增大的情况,容易导致保护装置跳闸频繁、JP柜过负荷烧坏等问题。同时为茶区供电的10 kV供电线路设备在茶季内长时间处于满载、过载状态,导致线路设备损耗大,故障率上升。

为了更好地服务城区用户的各类用电需求,缓解季节性高峰负荷影响,结合网格化配网规划,划分出茶季制茶用电网格区域,针对网格内台区制定了季节性茶区台区供电模式——“1+X”配电变压器模式,即在非茶季时段采用一台适当容量的配电变压器供电满足日常用电,茶季期间采用多台配电变压器分区供电满足茶叶生产用电和生活用电需求。避免单一配电变压器在季节性高峰负荷期间超载、其他时段轻载的问题,有效解决季节性高峰时段低电压问题。

### 3) 服务清洁能源接入需求,预留并网和电源接口

随着全社会节能减排政策的不断深入推进,构建绿色低碳电网已成为未来城市配电网的发展方向。截止到2016年,国家共出台新能源汽车相关政策30余项,其中推广政策7项,充电基础设施政策4项;关于光伏发电也相应出台了多项推广政策和补贴政策。黄山作为国际性旅游城市,一直致力于构建低碳电网。黄山城区没有火力发电场,只有小水电和光伏发电。近年来,在国家各项政策的推动下,黄山城区光伏、小水电和垃圾发电等清洁能源和电动汽车充电桩均得到快速发展。

为了更好地服务清洁能源接入配电网系统和满足多元负荷的用电需求,结合配电网网格划分,主动掌握清洁能源报装计划,充分评估清洁能源的就地消纳能力,结合不同网格区域的发展定位,满足各网格内分布式电源的并网需求。通过新增开闭所布点解决目前城区变电站10 kV用电间隔紧张但线路负载率不高的问题,同时增加了10 kV出线间隔,优化了网格结构,结合城市发展规划及远景报装计划,为城区分布式电源提供并网接口,为充电桩预留电源接口。而对于规划建设的垃圾发电、小水电等清洁能源项目,黄山公司积极开展项目可研及评审工作,合理制定接入系统方案,减少运行冲击,保障城区电网稳定性。

## 2.2 强化协同分工,建立主动式规划管理组织体系

### 1) 强化内部协同管理,组建分层分级管理工作

组强化规划管理理念,积极建立分管领导组织领导下的分层分级的规划管理小组。分管领导为组长,发展部主任为副组长,经研所、营销部、配电运检部、调度信息中心主任为小组成员,以分管领导推动的方式展开对公司规划管理体系建设的布控工作,进行总体筹划、组织和推进。通过每周例会、信息内网邮件平台、微信群等多种信息化手段,宣贯配电网规划管理的重要性,将配电网规划管理的工作目标、工作计划和管理措施,由上至下层层传递,实现内部规划管理体系的纵向管理。通过建立团队运作机制,成立规划管理工作小组,明确发展部为归口管理部门,落实其他各专业部门职责,具体责任落实到人,各专业部门抽调一名骨干作为工作小组成员,明确考核标准,实现内部规划管理体系的横向协同。

通过成立规划管理工作小组,实现各部门职责清晰,运作协同高效,达到规划环节过程精简、流程提速,从而高质量、高标准完成配电网规划前期准备、规划编制及规划成果对接和发布工作,保障规划工作高效执行和协调推进。

### 2) 制定专家合作交流机制,提升规划管理水平

为了提高公司配电网规划管理水平,一方面积极与省电力公司和省经研院的领导专家进行学习交流,争取到省级规划专家的专业指导。另一方面积极到国内电网建设领先的浙江、江苏、福建等地进行实地调研,与当地的电网规划专家进行座谈交流,学习当地先进的配电网规划管理经验,并加强双向回访交流;与国内知名的天大求实公司进行规划管理业务合作,制定规划管理长期合作交流机制。由此建立起高水平的配电网规划管理咨询团队,有效指导黄山公司的规划管理体系建设。

### 3) 统筹部门管理资源,建立人员技术培训机制

配电网规划涉及面广、专业性强、审核难度大,因此需要统筹各方力量,建立一支专业素质高、业务能力强的评审专家队伍,来保障配电网规划评审和规划项目储备工作的正常运转。统筹公司发展策划部、规划项目主管部门、经研所及相关合作单位等多方资源,参与配电网专项规划的评审工作和近中期过渡年规划项目的储备工作。

主动加强规划评审专业队伍培养,组织开展各部门技术人员业务培训、上挂学习和实习锻炼,如市(县)公司人员上挂省(市)公司学习锻炼,相关部门借调人员等。从而促进各专业人员打破专业壁垒相

互学习、取长补短,及时掌握最新管理要求,快速提升规划管理规划、前期、评审等业务水平,提高配电网规划、项目前期和项目投资环节的工作效率和质量,为配电网规划全过程管理提供坚强的人力资源保障。

#### 4) 实行政企联合内外多层规划评审机制

为了全过程提高配电网规划成果质量,公司从配电网规划开展到完成,实行了政企联合内外多层规划评审机制。具体评审流程(图4)包括:配电网规划初审-配电网规划内审-配电网规划政企联合评审-配电网规划上规委会评审。

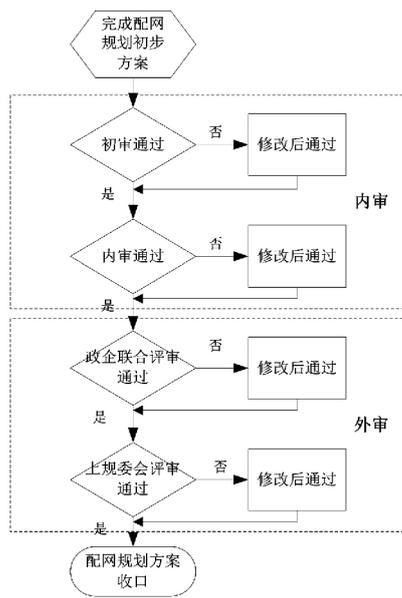


图4 配网规划方案多层评审机制流程

一方面,由发展部牵头,组织公司经研所开展配电网规划方案初审,经初审修改通过后,联合营销部、配电运检部、信息调度中心等相关单位开展配电网规划方案的内审工作;另一方面,主动邀请黄山市政府、规划局和住建委等相关单位参与城区配电网规划评审,超前为城区配网规划开展提供政府支持和保障,以便配电网规划在与市政多部规划对接时做到无缝对接,便于规划储备项目可靠落地。在政府参审过程中,由各部门根据黄山地区实际提出初步规划方案中的“负面清单”。由于黄山为国际旅游城市,城区内有老街、花山迷窟等多处5A级核心区域和公园湿地,如配电网规划方案中有影响到城区重要景区的规划线路廊道或压矿项目,需要列入“负面清单”中,在接下来的规划方案修改调整中重新考虑,从而更好地服务城市景区美观和城市建设用电需要。

### 2.3 基于网格化规划,建立主动式规划管理体系

城区配电网网格化规划管理,遵循“做实、做细、做深”的理念,按照“自下而上”的方式,将规划管理重点放在中压电网规划范围并延伸至低压电网,采用“前期数据精准化、负荷预测单元化、目标网架模块化、规划管理网格化、规划标准规范化、指标分析数据化”的“六化”规划管理策略。

#### 1) 前期数据精准化

城区配电网规划的开展建立在现有配电网基础数据收集之上,通过电网诊断找出配电网存在的薄弱环节,根据现有网架与目标网架的差距,制定过渡年配电网项目储备,估算项目建设需要投入的资金以及评价产出的效果。

由发展策划部牵头,由市经研所提供统一的基础资料模板和技术表格,由营销部、配电部、运检部、调度中心和信通公司提供相关基础信息台账和电网运行方式,由经研所统一开展基础资料的汇总、审核及基础图纸的绘制工作,实现基础数据“表格化、图形化”。图、表内容严格要求一一对应,同时精确设备在图中位置,力争实现“坐标化”,保证配电网基础资料“有表可循,有图可查”。

利用各种信息系统收集的基础数据对各部门提供的基础台账进行对比分析,如同一基础数据的两种统计结果相差较大的话,则由经研所与相关部门到现场进行核对,实现基础数据“核实化”,保证数据收集的高准确率。基础资料收集完毕后形成统一的配电网基础数据库,实现“统一化”,由于配电网新建、改造和技改大修的项目多,运行方式变化导致线路切改等,需要对基础数据库定期进行滚动维护,保证配电网基础数据的准确性和时效性。

#### 2) 负荷预测单元化

为了提高负荷预测的准确性,黄山公司提高按照单一功能最小化的原则,对城区地块进行了更为细致的划分,即按照街块以及用地性质划分出1320个用地小区并进行预测,主动结合城市详细规划和分布式电源等新能源接入需求,网格内采用空间负荷预测与大用户报装相结合的预测方法,每个用地小区中只包含一种性质的用地,并对每个小区进行编号,从而形成远景饱和“负荷词典”,便于网格内饱和负荷的计算(表1)。同时,“负荷词典”的成果能够为政府规划部门开展市政规划建设提供依据,明确不同地块饱和负荷边界,合理进行规划布局。

表1 中心城区用地细致划分负荷举例

编号	用地性质	建筑面积 /m <sup>2</sup>	负荷 /kW	编号	用地性质	建筑面积 /m <sup>2</sup>	负荷 /kW	编号	用地性质	建筑面积 /m <sup>2</sup>	负荷 /kW
A001	居住用地	43 141	932	A101	医疗用地	5 463	132	...	...	...	...
A002	居住用地	82 843	1 789	A102	公服用地	5 347	128	A223	商业用地	18 305	1 025
A003	居住用地	55 701	1 671	A103	行政办公用地	12 500	375	A224	商业用地	9 440	529
A004	居住用地	59 984	1 296	A104	医疗用地	11 955	430	A225	商居混合用地	10 583	593
A005	居住用地	30 163	652	A105	教育用地	5 340	160	A226	商居混合用地	8 728	469
...	...	...	...	A106	行政办公用地	6 303	189	A227	商业用地	18 591	1 040

3) 目标网架模块化

电网网架决定着电网供电可靠性的最终水平，灵活的负荷转移能力是减少计划停电的关键途径。参考国内外先进配电网网架建设经验，结合黄山发展定位和地区环境特点：①黄山作为国际性旅游城市，不推荐架空组网，结合城市综合管廊建设，逐渐采用电缆组网。②城区变电站剩余间隔紧张，但线路负载率不高，若采用开闭所组网，能有效解决间隔不足问题，同时为网格内分布式电源规划提供并网接口，为充电桩预留电源接口。③城区气候潮湿，雷雨天气较多，室外环网柜故障率偏高，开闭所受潮湿影响不大，可靠性高；开闭所为徽派建筑风格，不影响城市美观。配合政府综合管廊建设，城区配电网采用以开闭所组网的电缆“双环网”为主，架空线多分段适度联络为辅的目标网架。

采用双环网组网(图5)，在邻近环网节点间均有联络，灵活的负荷转移能力非常强，供电可靠性非常高，满足远景规划目标的要求。为保证双环网主干线容量裕度，一组双环网最多串3组一级开闭所。通过模块化目标网架接线模式，便于推广应用到其他直供区和县公司配电网规划中。

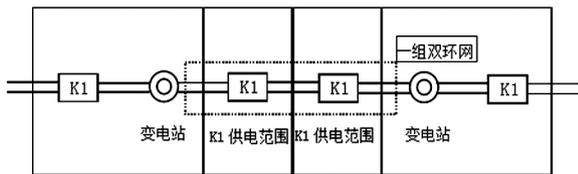


图5 中压配电网以开闭所组网的“双环网”目标网架

4) 规划管理网格化

①配电网规划网格化，形成三级网格规划体系<sup>[2]</sup>

高压网格化：加强主网与配电网规划的衔接，以高压变电站为中心划分高压网格，满足中压网格对高压电源点、变电容量、10 kV 间隔等需求。

中压网格化：以最新城区总体规划、详细规划及

远景负荷预测为基础，划分独立中压网格，制定目标网架，划分开闭所网格，模块化开闭所出线方式。

低压网格化：以台区为基本单元，划分低压网格和用电单元，推行低压分相管理，均衡三相接线，降低低压线损。

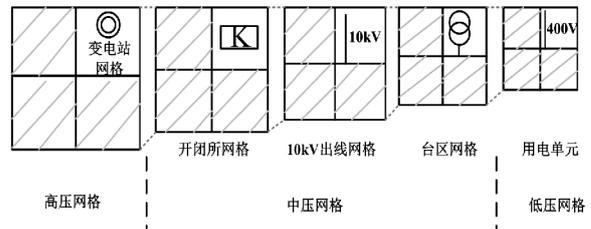


图6 配电网三级网格化规划体系

②配电网管理网格化，建立“三级管理”模式

为了更好地对配电网进行规划管理，建立“三级管理”的网格管理模式，即领导管面，总体负责，统筹协调；营销、配电、运检等各部门主任管线，督导协调，“网格用电服务联络员”管片，具体落实。通过对供电网格进行三级管理，实现“人员、职责、任务”三落实，从而建立起“一网多格，一格多员，按格定岗、责任捆绑”的网格化管理格局，将网格细分，确认责任人，层层分解管理责任。

每个网格片区所属的网格用电服务联络员由相关的经研所人员、营销人员、配电运维人员组成，形成一个网格工作小组。每个工作小组中的经研所人员负责网格规划的细节调整，营销人员负责统计处理各自网格内的用电接入需求，配电运维人员负责处理用电故障抢修。同时发展部、经研所等部门定期参与用电接入需求的业扩会议，结合网格化规划，合理选择接入方案。

③配电网抢修网格化，提高抢修服务水平

为了更好地提高公司供电抢修服务水平，缩短配电网故障停电时间，制定《黄山供电公司网格化抢修驻点值班管理办法》，城区网格化抢修驻点分3

个区域,分别为中心城区、经济开发区和配电本部,各驻点抢修半径不超过3 km。制定了《黄山供电公司网格化抢修驻点工作质量考核细则》,严格控制抢修时间,缩短恢复供电的时间,保障供电服务质量,提高网格内配电网的供电可靠性。

#### 5) 规划标准规范化

积极整合优化国网已有的配电网规划设计的标准化成果,结合黄山配电网实际和发展目标,制定了《黄山市直供区配电网规划设计技术导则》,为城区配电网规划设计提供参考标准。同时规范配电网建设技术标准,全面推广国网最新的典型化、模块化和通用化设计;规范化、系列化设备选型,落实通用设备“四统一”,开展标准化配电网建设。为了从源头把控配电网建设标准,提高配电网建设质量,黄山公司出台了《黄山市35 kV线路工程可行性研究评审细则》《黄山市35 kV变电站工程可行性研究评审细则》《黄山市10 kV开闭所工程可行性研究评审细则》和《黄山市10 kV线路及台区可行性研究评审细则》等相关规划储备项目的可研评审细则,如城区内线损示范台区项目可研中推广在低压网格内采用分相接线的管理方式,保障三相负荷动态均衡,有效降低台区低压侧线损,将线损率控制在4%以内。目前该低压侧管理模式已在其他区县公司成功推广应用。

#### 6) 指标分析数据化

积极开展规划执行后效果量化评估工作,建立评价指标体系和考核工作机制,实施常态化管理。主要从电网N-1通过率、容载比、城市用户供电可靠率、城市综合供电电压合格率、同期线损合格率、规划项目准确率、可研计划执行率等指标进行考核。开展规划效果“回头看”工作,常态化检查配电网规划是否体现电网和公司发展方向,规划重点是否抓住电网和公司发展关键,规划进程是否适应电网和公司发展形势变化,规划项目安排是否满足城市发展建设的需要,安全稳定性是否满足“大检修”、“大运行”的需要,用电服务是否满足“大营销”的需要,真正做到以电网和公司发展的实际来回头看规划成效,滚动修编完善黄山地区配电网规划,形成“电网规划—规划前期—投资计划—实施及后评估”的闭环管理体系。

### 3 实施效果

#### 3.1 规划管理水平提升

• 94 •

1) 通过开展“主动式”规划管理体系的建设,黄山供电公司规划管理水平大幅提升,规划全过程环节精简、流程提速、管控有力,提升了规划效率和投资效率,从而加快对黄山城区现代配电网的网架、装备、自动化等的建设改造,配电网规划跟上城区快速建设的脚步,有力保障城区用户可靠用电。

2) 黄山公司配电网供电可靠性、综合电压合格率、N-1通过率等专项指标得到显著提高,规划管理指标如“规划项目准确率”、“项目可研、核准质量及完成率”、“项目储备及综合计划执行情况”、“电网规划专项管理”等均有效提升。

#### 3.2 供电可靠性和服务水平优化

1) 通过科学优化配电网规划和管理,城区配电网供电可靠率得到显著提高,通过目标和过渡网架规划,进一步指导配电网项目规划储备,开展规划方案技术经济比较,优化电网投资。

2) 公司主动加强与政府部门常态对接,电网规划逐步纳入地方详规,提高电网工程与政府工程同期建设率,减少对居民生活环境的影响,提高客户满意度和电力企业的社会形象。通过分层网格化规划管理,提高供电服务主动性,便于各类用户有序接入系统。

3) 有效提高茶季用电的季节性供电服务质量,网格化抢修减少故障停电时间,提高供电服务水平,减少用户投诉。

4) 统筹考虑分布式电源和多元负荷的接入需求,加强对其接入位置和规模的引导和管理,提前规划配套工程,满足接入需求。

#### 3.3 助于城市景观,促进旅游发展

结合政府城区管廊规划,黄山供电公司采用网格化规划管理,避免线路跨江供电;采用徽派风格开闭所,与城市风格相协调;采用电缆组网,减少城区主要道路和景区上空的架空线路,有助于城区和景区的美观,带动地区旅游发展。

#### 参考文献

- [1] 刘国平,王聪,赵杰.基于服务城市行政区域拓展的高效配电网规划管理体系研究[J].河北电力技术,2016,35(1):1-3.
- [2] 罗井利.龙华新区低压配电网供电能力现状分析及对策研究[D].广州:华南理工大学,2014.

作者简介:

吴怀波(1985),硕士研究生,研究方向为配电网规划及评审。

(收稿日期:2017-09-15)