

大规模新能源分布对目标网架的影响分析研究

文/武汉供电设计院有限公司 冯 艳 吕 文 万淑娟 秦小安 刘笑洋

近年来随着新能源的大规模快速发展，S市电网由原来的受电网逐步转变为送电网，尤其在风电、光电大发时刻，导致220 kV变电站主变外送卡口、出线卡口风险。大规模风电、光电及其他电源接入城市电网后，电网的系统结构和运行特性都会发生很大的变化，原有系统很可能由单向潮流变为双向潮流，一系列包括电压调整、无功平衡、继电保护在内的综合性问题也将影响系统的安全运行。S市电网担负着整个该地区的工农业生产和258万人的生活用电任务，想要保证在新能源接入后，电网能够安全稳定地供电，如何确定合理的电源电网结构，如何协调和有效利用各种类型的电源，都成为目前需要迫切解决的问题。

通过电力平衡计算进行新能源接入的区域划分

S市的新能源主要是以110 kV电压等级上网，110 kV电网分片运行，当新能源接入达到一定规模时，在安排运行方式时要同时考虑新能源发电、负荷特性等因素，合理调整以220 kV为中心的110 kV供电网络运行方式，最

大程度地在110 kV层面就近消纳新能源电力，减少电力外送，更要防止某个片区上网功率过于集中而造成220 kV主变外送过载。这对电网经济运行、提高设备的利用率、缓解送往220 kV层面压力是最直接、有效的措施。考虑风、光组合出力与负荷特性相结合的电力平衡计算是进行新能源接入区域划分的重要手段。

1. 计算条件

1) 计算水平年。2016—2020年逐年和2030年平衡。

2) 电力平衡区域。S市电网和G市电网。由于S市地区除电厂外，其他均为110 kV及以下电源，电力平衡主要考虑110 kV及以下电网层面。

3) 由于S市地区主要电源为风电、光电等新能源电源，考虑风电和光电的出力特性，各水平年对大方式、腰方式、小方式三种方式进行平衡，其中大方式又分为考虑新能源、不考虑新能源两种方式。

4) 风电、光伏电站出力。通常情况下，风电和光电出力高峰时段错开，其组合出力情况，需要根据当地资源情况结合风电、光电装机容量进行综合判

断。

根据S市电网负荷特性，各方式下风电、光电组合处理情况如下：

大方式：光伏不出力；风电考虑一定的同时率，风电最大出力按其装机容量的70%考虑。

腰方式：负荷居中处于午间，风、光同时出力，考虑风电、光电一定的同时率，风电最大出力按其装机容量的60%计，光电最大出力按其装机容量的75%计。

小方式：光伏不出力；风电考虑一定的同时率，风电最大出力按其装机容量的70%计。

7) 生物质能电厂和小水电出力分别按其装机容量的80%、50%考虑。

2. 计算结果分析

根据电力平衡计算结果可知：

(1) 电力平衡分析

1) S市及G市地区风电、光电发展较快，电力外送卡口主要出现在腰方式，S市电网2020年其新能源外送电力超过220 kV变电站主变总容量，G市电网2017年及其以后其新能源外送电力超过220 kV变电站主变总容量。

2) 在不考虑35 kV及以下分布式光伏发电时（考虑通过储能设

备储能），S市及G市电网新能源电力外送大幅降低。仅从220 kV主变容量看，S市现有“十三五”规划的变电站项目基本可以满足其外送需要。建议今后随着科学技术的进步，分布式光伏项目配套安装储能设备，缓解电网外送压力。

- (2) 容载比分析
- 1) 不考虑S市地区风电、光电等新能源电力，S市电网220 kV容载比基本保持在1.85以上，原有“十三五”规划的220 kV变电站主变容量可以满足S市地区负荷增长需求。
- 2) 不考虑G市地区风电、光电等新能源电力，G市电网“十三五”110 kV容载比基本保持在2.6以上，原有规划的110 kV变电站主变容量可满足“十三五”地区负荷供电需求。

新能源接入电网规划思路

- 1) 新能源接入系统方案遵循就近消纳、分散接入的原则。尽量不集中于某一个110 kV变电站或一个220 kV变电站供区，减少新能源对电网的冲击。
- 2) 由于新能源出力具有不确定性，新电源接入系统方案尽量采用单点接入，不串入电网单链、单环等电网结构中，保证电网的可靠供电。

新能源对远景年目标网架的影响分析

1. 远景网架构造
- 根据220 kV主网规划，远景2030年220 kV主网存在两种分片供电模式。
- 方案一：对应220 kV主网架方案一（图1）。220 kV凤凰变纳入随县+曾都电网供电，则220 kV凤凰变供区110 kV电网与220 kV永

阳变供、武胜关供区110 kV电网需要保持开断。

方案二：对应220 kV主网架方案二（图2）。220 kV凤凰变纳入G+X电网供电，则220 kV凤凰变供区110 kV电网与220 kV永阳变、武胜关供区110 kV电网保持联络。

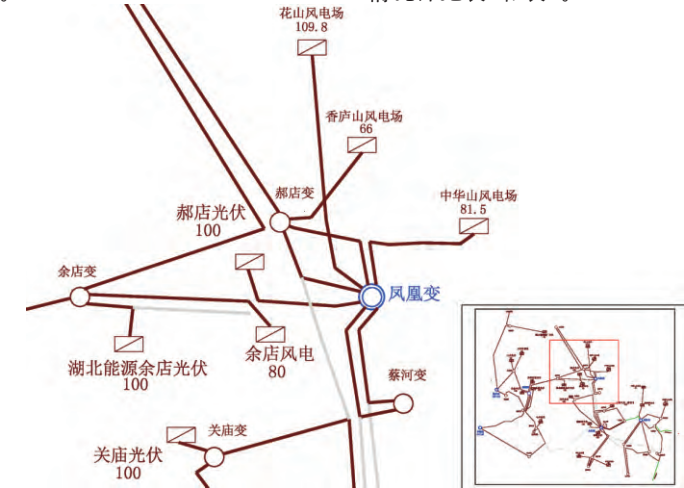


图1 G市远景2030年110 kV目标网架规划示意图（方案一）

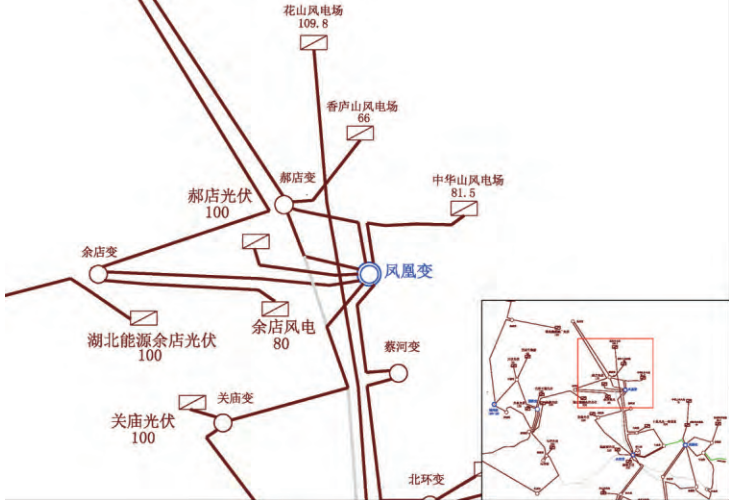


图2 G市远景2030年110 kV目标网架规划示意图（方案二）

表1 远期2030年负荷、电源平衡表（方案一） 单位：MV·A、MW

变电站	220 kV主变容量	供区110 kV负荷	供区风电	供区光电	腰方式电力盈
永阳变	42	16	13.8	35	18.5
武胜关	36	12	13.23	0	-4.1
凤凰变	36	3.6	25.73	10	19.3
梨园变	36	9.2	8	40	25.6

表2 远期2030年负荷、电源平衡表（方案二） 单位：MV·A、MW

变电站	220 kV主变容量	供区110 kV负荷	供区风电	供区光电	腰方式电力盈
永阳变	42	16	24.78	35	25.1
武胜关	36	12	13.23	0	-4.1
凤凰变	36	4.8	22.75	10	16.4
梨园变	36	8	0	40	22.0

其中方案一电源分布为:

(1) 接入220 kV永阳变供区110 kV层面电源主要包括寿山、吉阳风电场,十里风光一体,关庙、城郊及胡家桥光伏,合计装机容量488 MW。

(2) 接入220 kV武胜关供区110 kV层面电源主要包括武胜关、乐城山及牛脊山风电。

(3) 接入220 kV凤凰变110 kV层面电源主要包括中华山、花山及香炉山风电和郝店光伏。

(4) 接入220 kV梨园变110 kV层面电源主要包括余店风电、余店光伏、光谷正能余店光伏、马坪光伏和曾都齐星光伏。

(6) 晶泰100 MW光伏可通过浙河变由220 kV曾都变供区消纳,随广150 MWp光伏通过高城变由220kV随县变供区消纳。

其中方案二电源分布为:

(1) 接入220 kV永阳变供区110 kV层面电源主要包括花山、寿山、吉阳风电场,十里风光一体,城郊、关庙及胡家桥光伏。

(2) 接入220 kV凤凰变110 kV层面电源主要包括中华山、余店及香炉山风电和郝店光伏。

(3) 接入220kV梨园变110 kV层面电源主要包括光谷正能余店光伏、马坪光伏、余店光伏和曾都齐星光伏。

由表1和表2可知:

方案一G市电网接入大型风电、光电等新能源装机容量(110 kV层面电源)约62.03万kW(其他88.73接入随县+曾都电网),方案二G市电网接入大型风电、光电等新能源装机容量约105.76万kW(其他45万kW接入随县+曾都电网)。

方案一G市电网通过220 kV变电站主变上网电力约14.4万kW,其他44.9万kW电力通过随县+曾都电网220 kV变电站主变上网;方案二

G市电网220 kV变电站主变上网电力约37.4万kW,其他22万kW电力通过随县+曾都电网220 kV变电站主变上网。

根据以上结论,方案二中G市电网已接入约106万kW新能源电力,已基本达到此极限;方案一中G市电网只接入了62万kW新能源,其他约89万kW新能源电力接入随县+曾都电网,为该地区新能源的发展预留了较大空间,适应性相对较强。

3. 综合分析比较结论

(1) 从适应性来看,永阳变已无备用110 kV出线间隔,郝店变仅有1回备用110 kV出线间隔,方案二余店光伏不能就近从110 kV余店变引接,需远距离从220 kV梨园变引接电源,且远期不能利旧该线路加强110 kV余店变电源支撑,需远距离从220 kV凤凰变引接电源支撑线路,因此适应性相对较差。

(3) 从缓解主变上网压力来看,在凤凰变投产前,方案一可根据新能源发展速度和电网接入条件适时将一个或多个新能源接入220 kV梨园变,可有效缓解现状220 kV永阳主变上网压力;方案二由于220 kV凤凰变与梨园变远景2030年不联络,本期新建过多至220kV梨园变线路会造成电网投资浪费。

根据以上新能源分布及分区平衡计算结论,建议将220 kV凤凰变纳入随县+曾都电网供电,即推荐方案一作为G市远景2030年110 kV目标网架。

网络校核计算

根据目标网架推荐方案和已批复的分布式能源并网方案项目可以得出2020年G市电网规划地理接线图,并对其进行网络校核计算。

1. 潮流计算

根据计算结果,大方式、腰方式和小方式下,相关线路不存在过载问

题,潮流分布及电压水平合理。

2. 稳定计算

通过对2020年规划方案重要110 kV线路的短路故障进行稳定校核,正常方式下相关线路发生单相、三永等单一故障时,系统均能维持稳定,但220 kV永阳变或武胜关主变N-1时需切除较多风电、光电出力,同时线路故障导致风电或光电馈供时需要切除相应机组才能保持系统稳定。

3. 短路计算

通过短路电流计算可以得出各相关母线短路电流均在开关开断电流(一般大于30 kA)之内。

主要结论和建议

(1) 考虑随县+曾都电网消纳新能源能力相对较强,建议位于随县+曾都电网与G市电网交界区域的新能源项目尽量接入随县+曾都电网,缓解220 kV永阳变主变上网压力。

(2) 建议今后随着科学技术的进步,分布式光伏项目配套安装储能设备,缓解电网外送压力。

(3) G市地区新能源发展较快,正常及故障方式下存在电力外送卡口风险,建议在“十三五”末期适时建设投产凤凰220 kV输变电工程,以便及时将部分新能源接入到随县+曾都电网进行消纳。

结束语

该研究方法可以有效实现近、中、远期规划网架相结合和大规模新能源接入电网的统筹分配。整个分析过程,力求体现“差异性、统筹性、阶段性”等规划思路,即确保新能源项目以最优的方式接入电网,也能保障有效提升电网建设发展水平,最终实现“远近结合,科学规划”的目标网架,提升电网发展效益和效果。EA