



根据规划，2016-2017年金湖地区电力负荷预计分别达到237MW、254MW，用电量预计分别达到11.96亿kWh、12.70亿kWh。此外金湖地区规划建设两座220kV变电站，2016年建设220kV银龙变（120MVA），2017年扩建220kV银龙变（120MVA）、新建银集变（120MVA）。

截至2015年7月底，金湖地区新能源装机容量达到220MW，包括振合新能源光伏一期（以下简称“振合光伏一期”）（20MW）、振合新能源光伏二期（以下简称“振合光伏二期”）（100MW）、正辉光伏发电项目（100MW）。2015年金湖地区拟投运新能源装机容量为69.8MW，预计至2015年底金湖地区新能源装机将达到289.8MW。预计2016-2020年金湖地区光伏发电装机容量增量将趋缓。

2 金湖地区负荷及新能源出力特性

2.1 金湖地区负荷特性

金湖地区2014年全社会最大负荷为204MW，全年平均负荷为119MW，负荷率为58.2%。

表1 金湖县2014年负荷及负荷率情况单位：MW

时间段	春季	夏季	秋季	冬季	全年
	负荷/ 负载率	负荷/ 负载率	负荷/ 负载率	负荷/ 负载率	负荷/ 负载率
6:00-18:00	116.3/ 57.0%	118.7/ 58.2%	110.6/ 54.2%	114.9/ 56.3%	115.1/ 56.4%
11:00-13:00	104.0/ 51.0%	111.2/ 54.5%	101.0/ 49.5%	107.7/ 52.8%	106.1/ 52.0%

对2014年金湖县用电负荷数据进一步分析，分析结果见表1和图2。

由表1可知，在午间（11：00-13：00），夏季午间平均负荷为最大负荷的55%、春秋季午间平均负荷为最大负荷的50%、冬季午间平均负荷为最大负荷的53%；在白天（6：00-18：00）可按56%最大负荷考虑。

截至2015年8月5日，金湖县夏季最大日负荷曲线和冬季最小日负荷曲线见图2和图3。

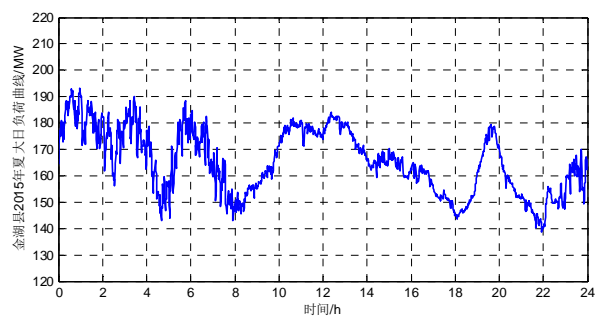


图2金湖县2015年夏大日负荷曲线  
(2015年8月5日)

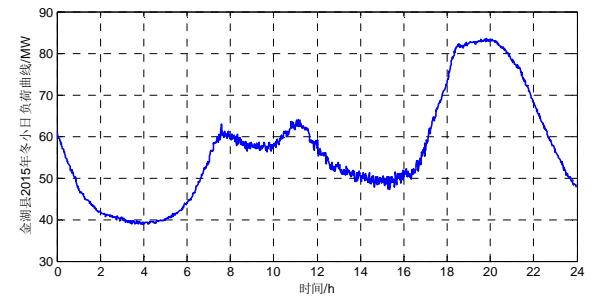


图3金湖县2015年春节极端日负荷曲线（2015年2月19日）

由图3可知，2015年冬季低谷为春节期间，在光伏电站大发（11：00-13：00），对应金湖县负荷为50-60MW，约占夏季最大负荷的30%，在相应的电力平衡中，春节极端午间负荷按最大负荷的30%考虑。

根据调度EMS数据，2015年1-7月，双龙变最大降压功率为154.2MW，最大升压功率为117.7MW。双龙变典型日降压/升压曲线见图4。

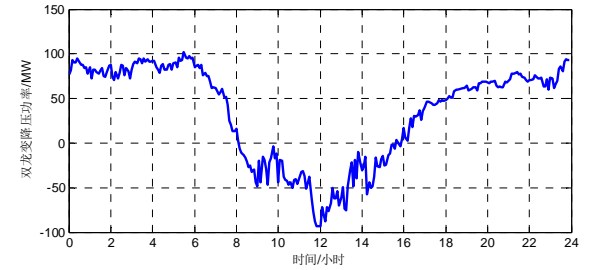


图4 双龙变典型日降压功率曲线（纵坐标“+”为降压、“-”为升压）

对双龙变2015年1-7月主变降压/升压功率数据进行统计分析，结果如图5所示。由图5可知双龙两台主变平均每天出现升压时间占全天的16.1%，为3.86小时，降压时间占全天的83.9%，为20.14小时。

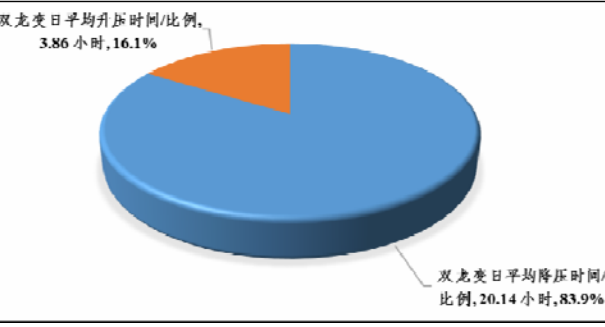


图5 双龙变日平均降压/升压时间分布情况（2015年1-7月）

对双龙变不同的升压功率所持续的时间数据做了统计分析，结果见表2。

表2 双龙变升压功率分布情况

升压功率范围/MW	平均时间/(小时/日)
0-10	0.49
10-20	0.48
20-30	0.44
30-40	0.44
40-50	0.40
50-60	0.36
60-70	0.33
70-80	0.31
80-90	0.28
90-100	0.20
100-110	0.10
110-120	0.02
合计	3.86

由表2可知，在2015年1-7月，220kV双龙变升压功率超过110MW的日平均时间仅为1.2分钟，超过100MW的日平均时间为7.2分钟，超过90MW的日平均时间为19.2分钟。因此，双龙变每天的升压时间相对是较短的，大多时间是在降压运行，升压功率越大所持续的时间也越短。

2.2 金湖地区新能源出力特性

图6为金湖振合光伏和正辉光伏电站典型日出力曲线。

对金湖振合光伏和金湖正辉光伏两个光伏电站出力进行概率统计分析，结果见表3和图7。

由图7可知，振合光伏二期出力超过装机容量80%日平均时间仅为1.2分钟，振辉光伏出力未超过装机容量80%，两座光伏电站总出力也未超过装机容量80%。因此，在后续的电力平衡计算中，光伏电站大发出力按照装机容量的80%考虑。两座光伏电站每天总出力超过装机容量50%的时间为2.16小时。金湖地区光伏电站在午间（11:00-13:00）平均出力约为装机容量的43%；白天发电期间，光伏电站的平均发电功率约为装机容量的25%。

电站的平均发电功率约为装机容量的25%。

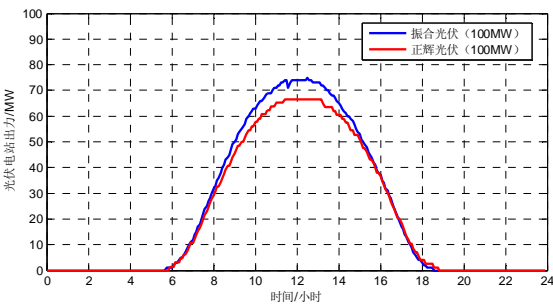


图6 金湖振合光伏和正辉光伏电站出力曲线（2015年8月3日）

表3 光伏电站最大出力及日均发电时间

名称	最大出力/MW	日平均发电时长/(小时/日)
振合光伏二期（100MW）	87	11.8
正辉光伏（100MW）	79	12.6
振合、正辉光伏（200MW）	160	12.8

注：1. 振合光伏二期电站数据覆盖时间：2015年5月14日～2015年8月3日；2. 正辉光伏电站数据覆盖时间：2015年4月24日～2015年8月3日；3. 振合、正辉数据覆盖时间：2015年5月14日～2015年8月3日

由图7可知，振合光伏二期出力超过装机容量80%日平均时间仅为1.2分钟，振辉光伏出力未超过装机容量80%，两座光伏电站总出力也未超过装机容量80%。因此，在后续的电力平衡计算中，光伏电站大发出力按照装机容量的80%考虑。两座光伏电站每天总出力超过装机容量50%的时间为2.16小时。金湖地区光伏电站在午间（11:00-13:00）平均出力约为装机容量的43%；白天发电期间，光伏电站的平均发电功率约为装机容量的25%。

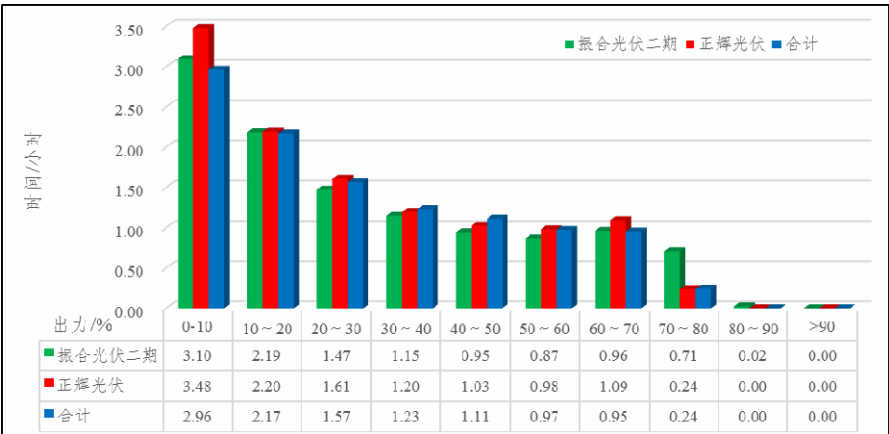


图7 金湖光伏电站出力时间分布特性（单位：%、小时/日）

3 金湖地区新能源消纳分析

3.1 金湖地区电力电量平衡分析

按照金湖地区已明确建设的新能源项目，以及淮安公司预测的负荷水平，结合金湖负荷特性，针对光伏发电的特性进行电力平衡分析。其中金湖电网按照午间平均负荷考虑；光伏电站出力分别按午间平均出力、大发出力考虑。

（1）午间平均负荷和光伏发电午间平均出力的电力平衡

午间平均负荷按最大负荷50%考虑，光伏发电午间平均出力按照43%装机容量考虑。2015~2017年金湖220kV电网午间平均负荷和光伏电站午间平均出力电力平衡见表4。

表4 午间平均负荷和光伏电站午间平均出力电力平衡表  
(单位: MW)

序号	项目/年份	2015	2016	2017
1	地区最大负荷	220	237	254
2	从盱眙电网受入	70	0	0
3	区内供电负荷	150	237	254
4	区内供电平均负荷 (按 50%最大负荷考虑)	75	119	127
5	新能源装机容量	290	290	290
6	新能源出力 (按 43%容量出力)	125	125	125
7	电力盈亏, 盈 (+) 亏 (-)	50	6	-2
8	220kV 主变容量	300	420	660
8.1	双龙	300	300	300
8.2	银龙		120	240
8.3	银集			120
9	地区 220kV 主变升压负载率	17%	2%	0%

由表4可知：在考虑午间平均负荷，光伏电站按午间平均出力参与电力平衡，2015年金湖地区220kV主变升压负载率17%，在午间光伏发电出力较大时，有少量电力升压至220kV电网由淮安电网消纳。考虑2016-2017年金湖电网不再由盱眙电网受入电力，金湖地区220kV主变升压负载率在-2%，即光伏电站出力与金湖电网负荷基本达到发用平衡。因此，2016-2017年金湖电网全部负荷由区内220kV供电，可以减小午间光伏电站出力高峰时段的主变升压压力。

（2）春节极端午间最小负荷和光伏发电大发的电力平衡

2016-2017年春节极端午间最小负荷按最大负

荷30%考虑，光伏电站大发出力按照80%装机容量考虑，以此最严重的方式对电网进行能力进行校核，结果如表5所示。

表5 春节极端午间最小负荷和光伏电站大发的金湖电力平衡表 (单位: MW)

序号	项目/年份	2016	2017
1	地区最大负荷	237	254
2	从盱眙电网受入	0	0
3	区内供电负荷	237	254
4	区内供电春节极端午间最小负荷 (30%最大负荷)	71	76
5	新能源装机容量	290	290
6	新能源出力 (按 80%容量出力)	232	232
7	电力盈亏, 盈 (+) 亏 (-)	161	156
8	220kV 主变容量	420	660
8.1	双龙	300	300
8.2	银龙	120	240
8.3	银集		120
9	地区 220kV 主变升压负载率	40%	25%

由表5可知：在2016、2017年春节极端午间最小负荷、光伏电站大发的极端条件下，金湖地区光伏电站所发电量不能全部在金湖电网内部消纳，需升压至220kV在淮安电网进行消纳。2016年金湖地区220kV主变最大升压负载率为40%、2017年最大升压负载率为25%，春节极端午间最小负荷出现概率很小，且主变最大升压负载率最大为40%，金湖电网均可以满足该运行方式的要求。

3.2 金湖地区实际运行光伏电站电量消纳情况

对双龙变、光伏电站在2015年5月14日~8月3日期间的负荷电量和发电的电量进行统计分析，结果如图8所示。

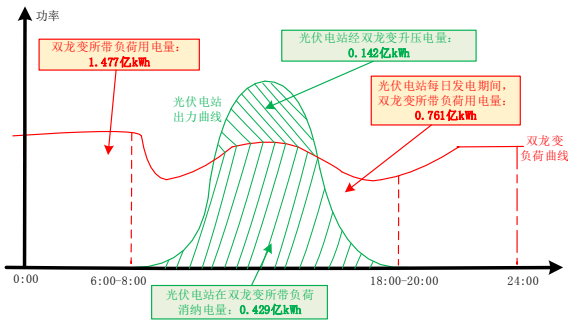


图8 双龙变所日用电量和光伏电站发电量情况（2015年5月14日~8月3日）

由图8可知，在2015年5月14日~8月3日期间，光伏电站发电量为0.571亿kWh，其中通过双龙变

升压电量为0.142亿kWh，占总发电量的25%；光伏电站0.429亿kWh发电量由双龙变所带负荷消纳，占总发电量的75%。光伏电站发电期间，双龙变所带负荷电量为0.761亿kWh，其中56%的电量是由光伏电站供给的。

因此，在光伏电站大发时，其出力大于双龙变所带负荷，导致光伏电站部分发电量升压至220kV电网，但总体来看，光伏电站每日绝大部分的电量均在双龙变中低压侧消耗殆尽。

## 4 结束语

（1）通过对现有金湖地区220kV双龙变和光伏电站运行数据分析可知，当前金湖地区光伏电站发电量绝大部分（75%）在双龙变就地消纳，在午间大发时段有少部分电力升压至220kV由淮安电网消纳。因此金湖地区已投运光伏电站接入110kV及以下电网就近供电是经济合理的。

（2）从后续两年的电力平衡分析可以看出，随着金湖地区负荷的发展，在考虑午间平均负荷和光伏电站平均出力时，金湖地区光伏电站所发电力与负荷基本达到发用平衡；在考虑春节极端最小负荷和光伏电站大发时，光伏电站所发电力需升压至

220kV由淮安电网消纳，但主变可以满足安全运行要求。

## 参考文献

- [1] 2015年江苏省电源项目调查报告[R]. 2015.
- [2] 程杉, 陈民铀, 黄慧宸. 含分布式发电的配电网多目标无功优化策略研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013(10):45-50.
- [3] GB/T-19964-2012 光伏发电站接入电力系统技术规定[S].
- [4] GB/T-19963-2011 风电场接入电力系统技术规定[S].
- [5] 王琬, 曾博, 刘宗歧, 等. 光伏发电并网规划综合评价模型及其应用[J]. 现代电力, 2011, 28(6):82-86.
- [6] GB/T 50866-2013 光伏发电站接入电力系统设计规范[S].

## 作者简介:

孙文涛（1986-），男，湖北黄冈人，博士，工程师，研究方向为电力系统规划研究；

祁万春（1979-），男，江苏盐城人，高级工程师，研究方向为电力系统规划研究；

谢珍建（1980-），男，重庆人，高级工程师，研究方向为电力系统规划研究；

李 辰（1987-），男，湖北孝感人，工程师，研究方向为电力系统规划研究。