



上海电力设计院有限公司
SHANGHAI ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD.

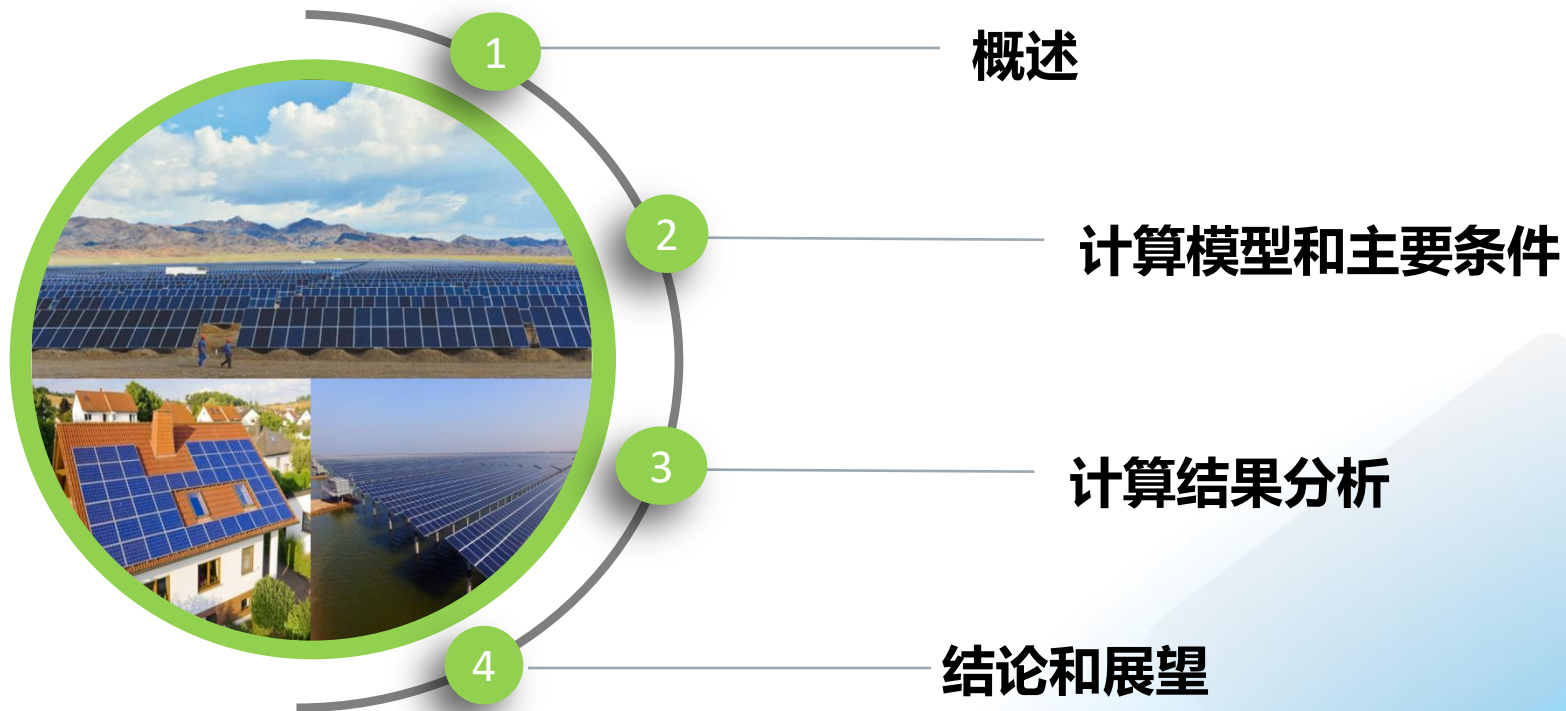
光伏发电系统容配比分析

2019.3
中国·杭州

新能源技术的引领者和实践者



上海电力设计院有限公司




1.1 什么是光伏系统容配比?

光伏系统容配比即为直流/交流容量比，DC/AC容量比。


1.2 为什么要提升容配比?

(1) 国内现有光伏发电系统容配比不合理，存在较多提升空间

A、组件标称功率，是在STC条件下测得，与实际运行环境存在较大差异

STC:  光照强度 1000W/m²

 电池温度：25°C

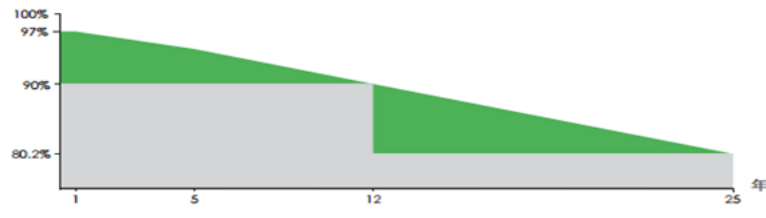
 大气质量=1.5

B、组件存在衰减，直流和交流出力不匹配，造成设备浪费

(2) 提升容配比，利用“固定成本”，降低**度电成本**

光伏平价和低价的有效方式

(3) 和国际接轨，国外项目容配比一般在1.2以上



2.1 计算模型

组件、支架/桩基、电气设备、电缆、施工费用、土地费用和其他费用（运维和财务成本未计入）

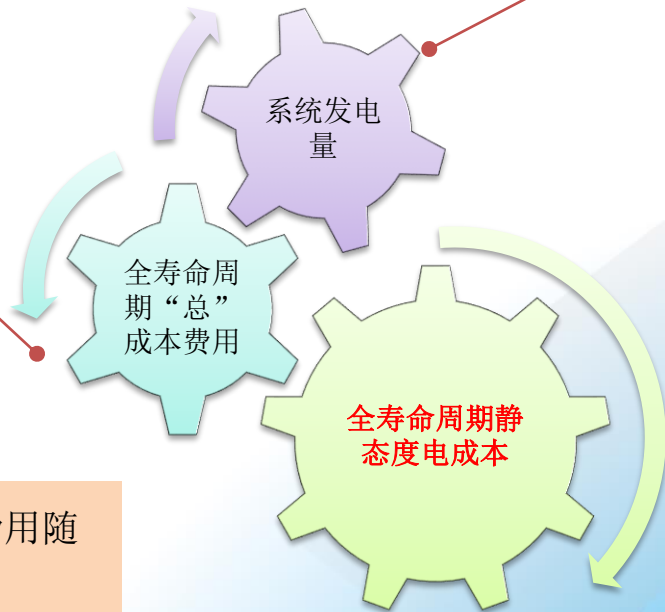
全寿命周期“总”成本费用

假定：

(1) 电气设备投资、施工费用（不含组件、支架、桩基安装）和项目其他费用不变

(2) 组件、支架+桩基、电缆（含安装）投资和土地费用随着直流侧容量增加（等比例）

PV Syst 计算



2.2主要条件

序号	地区	多年平均年总辐 射量 (MJ/m ²)	多年平均气温 (°C)	资源区
1	青海格尔木	6969.96	6.7	I类资源区
2	山西大同	5331.24	8.1	II类资源区
3	河北张家口	5689.4	4.8	
4	山东济南	4817.5	14.6	III类资源区
5	江西上饶	4327.2	18.5	

组件的价格按2.09元/W计算，支架+桩基（固定式，含安装）按0.85元/W计算，电气设备按0.65元/W计算，电缆（含安装）按0.35元/W计算，施工费用（不含组件、电缆、支架、桩基安装）按0.35元/W计算，土地费用按400元/年/亩计算，将25年总费用折现到首年，项目其他费用按0.18元/W计算。

I类地区选取青海海西格尔木地区，II类资源区选取山西大同和河北张家口地区，III类资源区选取山东济南和江西上饶地区。

用地面积按照2015年国土资源部下发的《光伏电站工程项目用地控制指标》，光伏场用地面积计算时，组件的规格按照300Wp，转换效率为18.37%，按照II类地形、固定式光伏用地指标进行计算。基础容量按100MW考虑。

序号	直流/交流 比	占地面积 (亩)					
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
1	青海格尔木	3377.4	3715.14	4052.88	4390.62	4728.36	5066.1
2	山西大同	3945.3	4339.83	4734.36	5128.89	5523.42	5917.95
3	河北张家口	4260	4686	5112	5538	5964	6390
4	山东济南	3422.4	3764.64	4106.88	4449.12	4791.36	5133.6
5	江西上饶	3435	3778.5	4122	4465.5	4809	5152.5

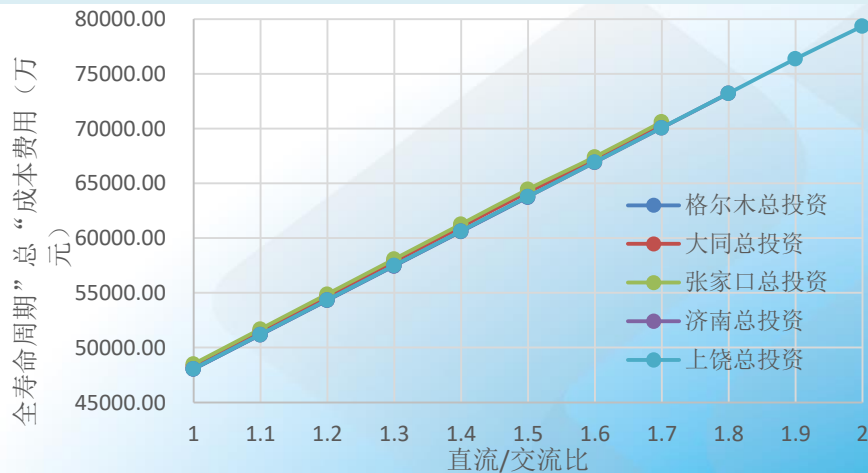
3.1全寿命周期“总”成本费用

直流侧容量 (MW)	100	110	120	130	140	150
组件 (含安装)	20900	22990	25080	27170	29260	31350
支架+桩基 (含安装)	8500	9350	10200	11050	11900	12750
电气设备	6500	6500	6500	6500	6500	6500
电缆 (含安装)	5000	5020	5040	5060	5080	5100
施工费用 (不含组件、电缆、支架、桩基安装)	3500	3500	3500	3500	3500	3500
土地费用	1830.6	2013.7	2196.7	2379.8	2562.8	2745.9
其他费用	1800	1800	1800	1800	1800	1800
全寿命周期“总”成本费用	48030.6	51173.66	54316.72	57459.78	60602.84	63745.90

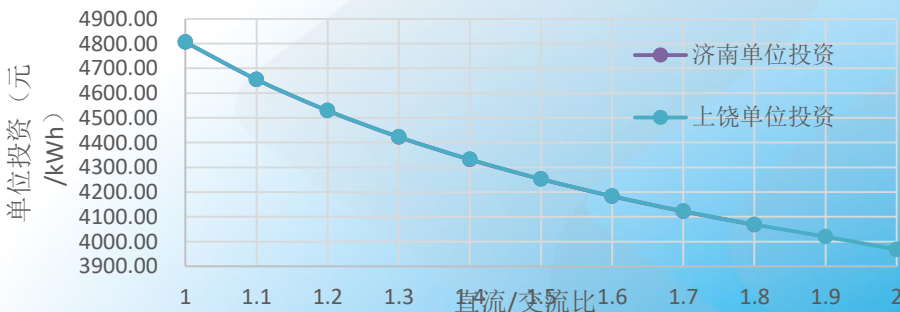
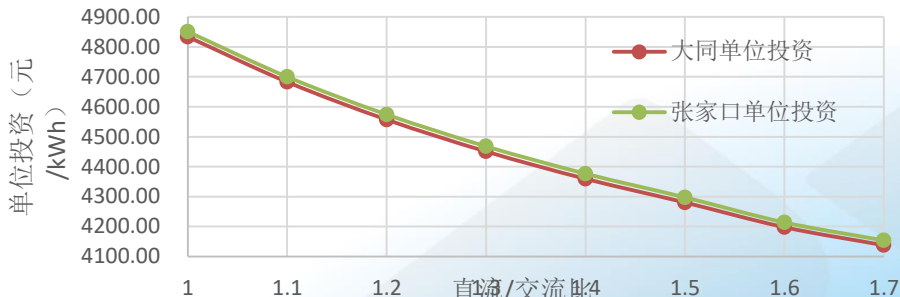
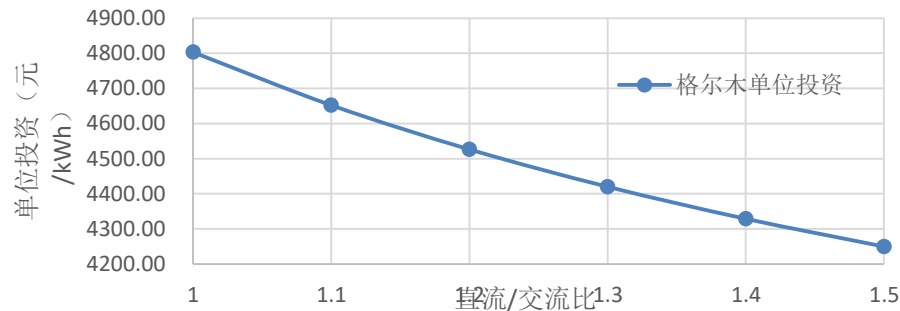
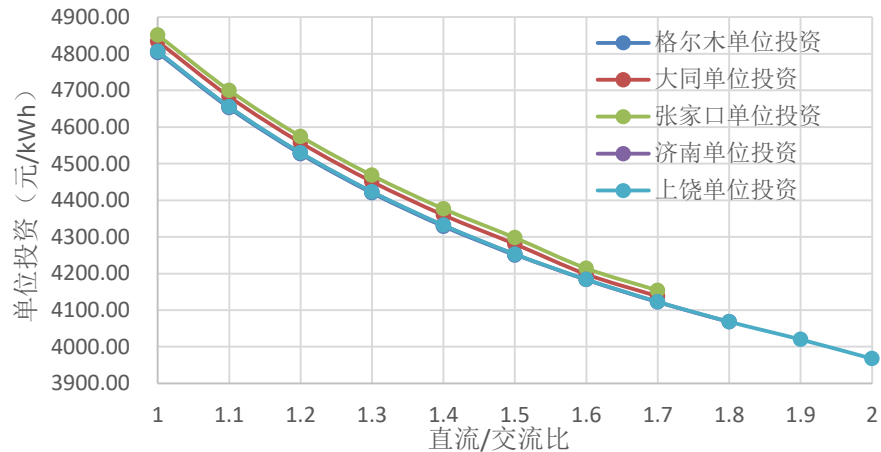
不同直流侧容量时，项目全寿命周期“总”成本费用（格尔木）（单位：万元）

随着光伏发电系统直流/交流比的增加，光伏发电系统的总成本费用增加。由于假定的光伏电站的总投资各构成部分组成和价格**基本相同**，不同区域的光伏发电系统总投资基本接近，**差异**主要体现在土地费用方面。

组件的费用占项目总成本费用的比例较高，以直流/交流比为1为例，占总投资比为43.5%；随着直流/交流比增加，组件的费用占项目总投资的比例增加，以直流/交流比1.5为例，占比为49.2%。与直流侧容量相关性较小（以下简称“**固定部分**”）的电气设备、电缆、施工费用、其他费用**占项目投资占比也较高**，以直流/交流比为1为例，上述部分投资占比为**24.6%**；随着直流/交流比增加，直流/交流比为1.5时，上述部分占项目投资的比例为18.5%。**通过增加与直流侧相关部分的容量，可以有效利用“固定部分”的投资。**



3.2 单位容量 (DC) 成本分析

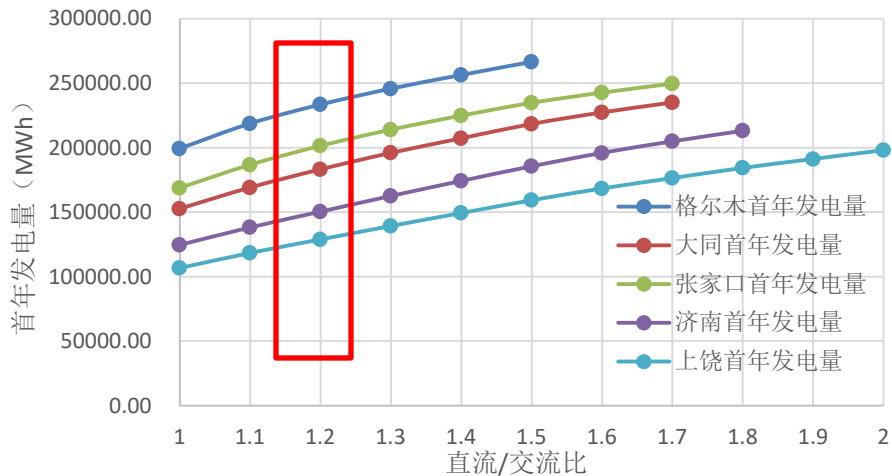


纬度低的区域，单位造价低（由于占地面积等因素）

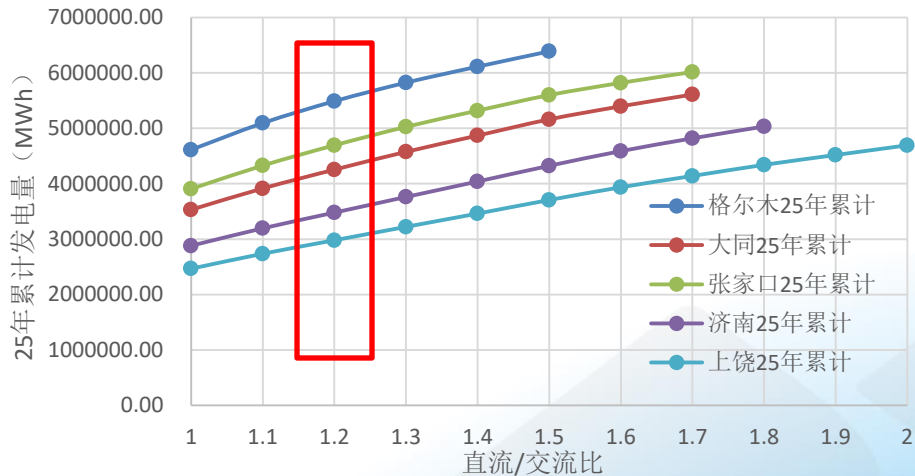
随着光伏发电系统直流/交流比的增加，光伏发电系统的总投资增加，但系统的单瓦投资降低。

增加直流/交流比值，可以降低系统单位投资

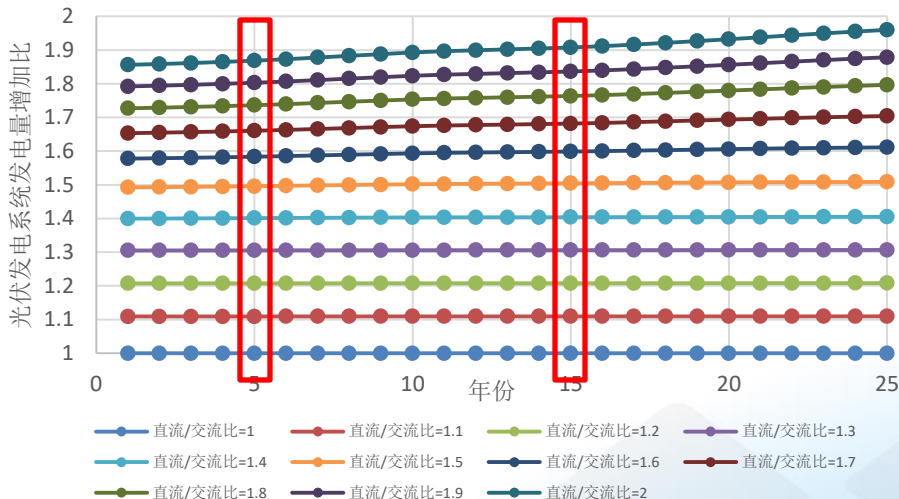
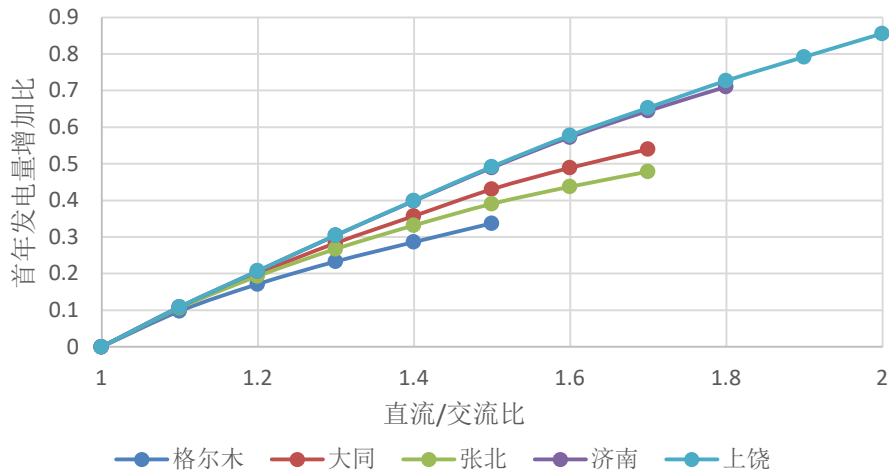
3.3 项目发电量分析



对于相同的光伏发电系统直流/交流比，太阳能资源较好的区域，系统的首年发电量高。



随着直流/交流比的增加，光伏发电系统的25年累计上网电量增加。



随着系统直流/交流比的增加，光伏发电系统首年上网电量增加，但相较于直流/交流比，系统发电量的**增加值比例降低**。资源条件越好的地区，随着直流/交流比的增加，相比首年系统发电量的增加比例越低。

格尔木，当直流/交流比为1.1时，首年系统发电量增加比例约9.8%，当直流/交流比为1.5时，首年系统发电量增加比例约33.8%

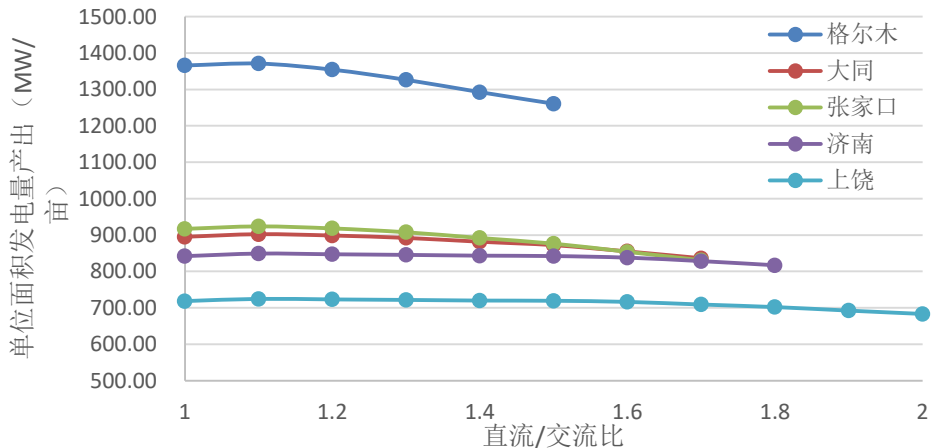
上饶，当直流/交流比为1.1时，首年系统发电量增加比例约10%，当直流/交流比为1.5时，首年系统发电量增加约49.2%，当直流/交流比为1.9时，首年系统发电量增加约79.2%。

不同直流/交流比时，上饶地区25年上网电量比（相对于直流/交流比1时）

随着系统直流/交流比的增加，光伏发电系统逐年上网电量增加，但相比于首年，系统发电量**增加的比例降低**。

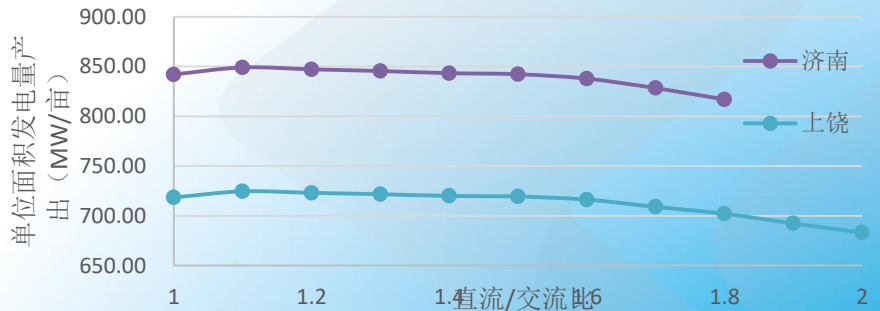
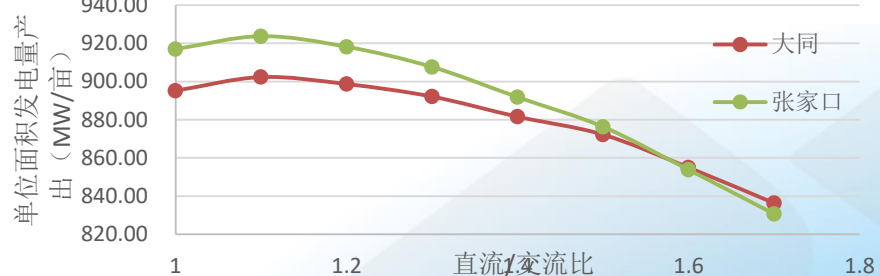
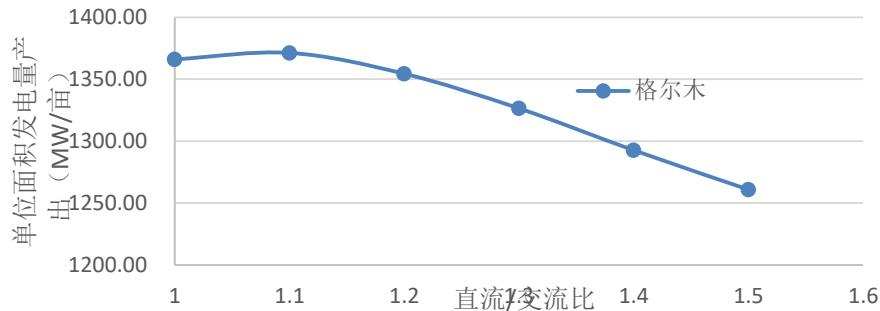
相同年份中，随着直流/交流比增加，相比首年系统发电量的增加比例要低于相应直流/交流比。随着光伏投运年数的增长，发电量增加比增加。以第5年为例，直流/交流比为1.9时，相应的发电量增加比为0.8。而第15年时，直流/交流比为1.9，相应的发电量增加比为0.84。而第25年时，直流/交流比为1.9，相应的发电量增加比为0.88。

3.4 单位面积发电量产出分析

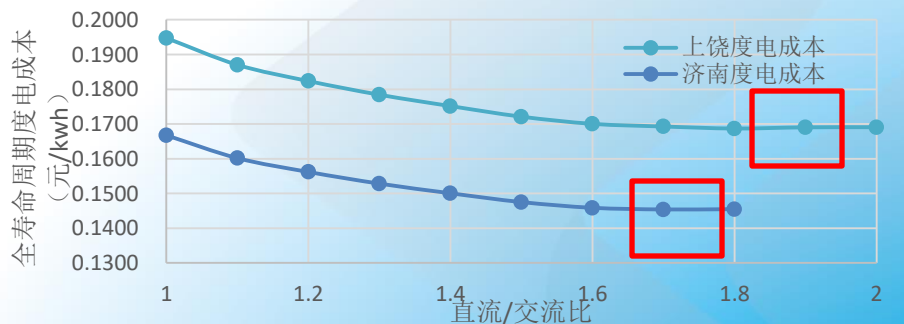
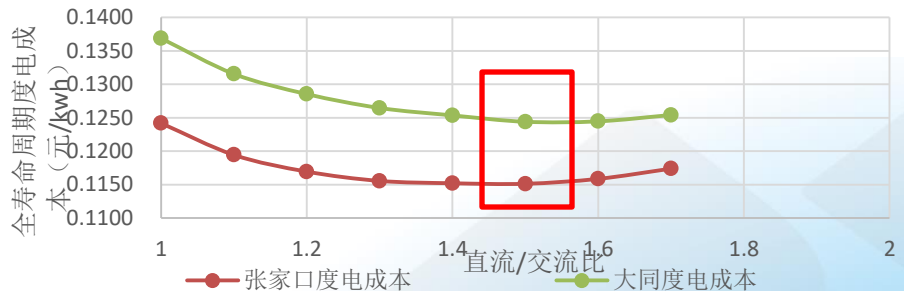
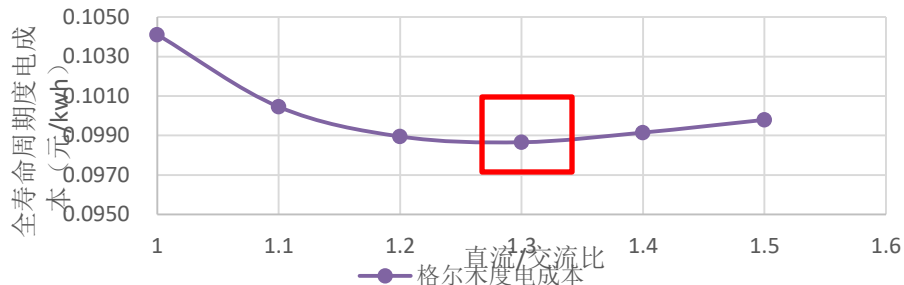
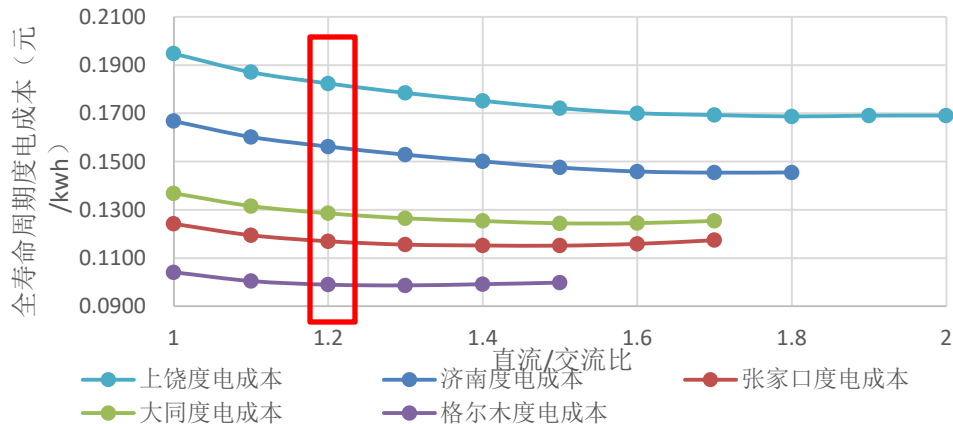


资源好的地区单位面积发电量（25年）产出高；对于同一区域，随着直流/交流比的增加，单位面积发电产出存在拐点，整体呈下降趋势。

各区域的最高单位面积发电量产出均为容配比1.1时；
 张家口地区容配比为1.1~1.2时，均大于1时产出；
 大同地区容配比为1.1~1.2时，均大于1时产出；
 济南地区容配比为1.1~1.5时，均大于1时产出；
 上饶地区容配比为1.1~1.5时，均大于1时产出。



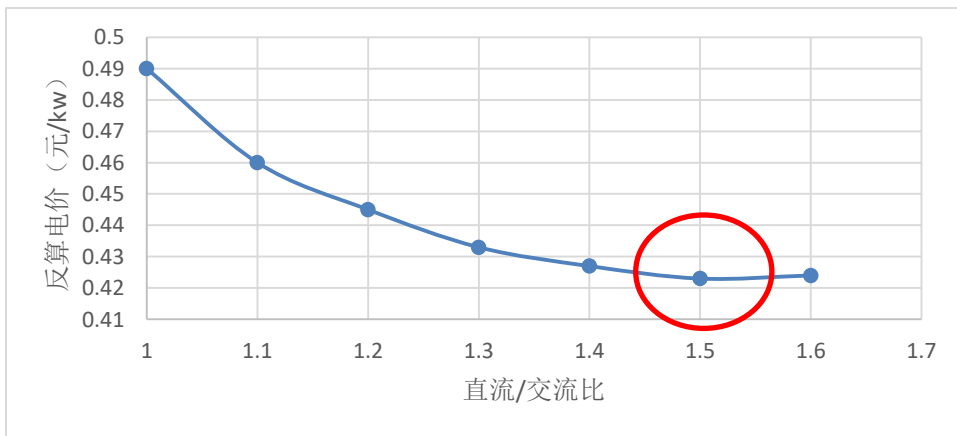
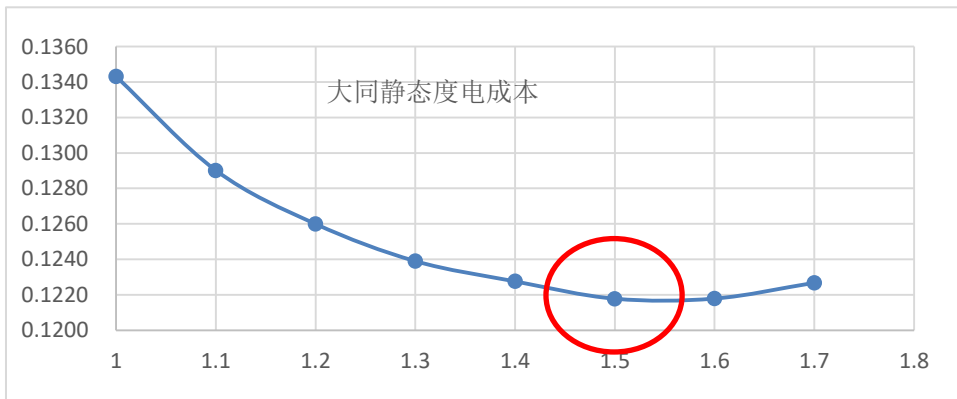
3.5 静态度电成本分析



对于不同区域，同一直流/交流比时，太阳能资源条件好的区域度电成本低。

对于同一区域，随着直流/交流比增加，系统的度电成本呈现先降低再升高的情况，存在一个最优直流/交流比。

太阳能资源好的地区，最佳直流/交流比相对较低；太阳能资源差的地区，最佳直流/交流比相对较高。



校核：建立财务模型，在8%全资收益率下，
反算上网电价（大同、固定式）
增加直流/交流比，在相同收益率时，可以降低上网电价。

4.1 结论

- 1) 增加系统的直流/交流比值，可以降低系统单瓦投资（按直流侧计算）
- 2) 随着系统直流/交流比的增加，光伏发电系统的发电量增加，但相比于首年，系统增加的发电量比例降低
- 3) 按照上述计算方法，格尔木、张家口、大同、济南、上饶地区的最佳直流/交流比分别为1.3、1.5、1.5、1.7、1.8左右

4.2 展望

《光伏电站工程项目用地控制指标》



容配比的增加，会降低首年PR值，可能会影响项目的评比方式

有补贴项目，补贴总额固定，影响项目数量



上海电力设计院有限公司
SHANGHAI ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD.

谢谢！
不足之处，还望指正！

2019.3
中国·杭州

新能源技术的引领者和实践者

