



中国电建
POWERCHINA

贵阳勘测设计研究院有限公司

GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

山地风电场发电量后评估流程及方法探析

2020年7月28日

心系工程 追求更好

目 录

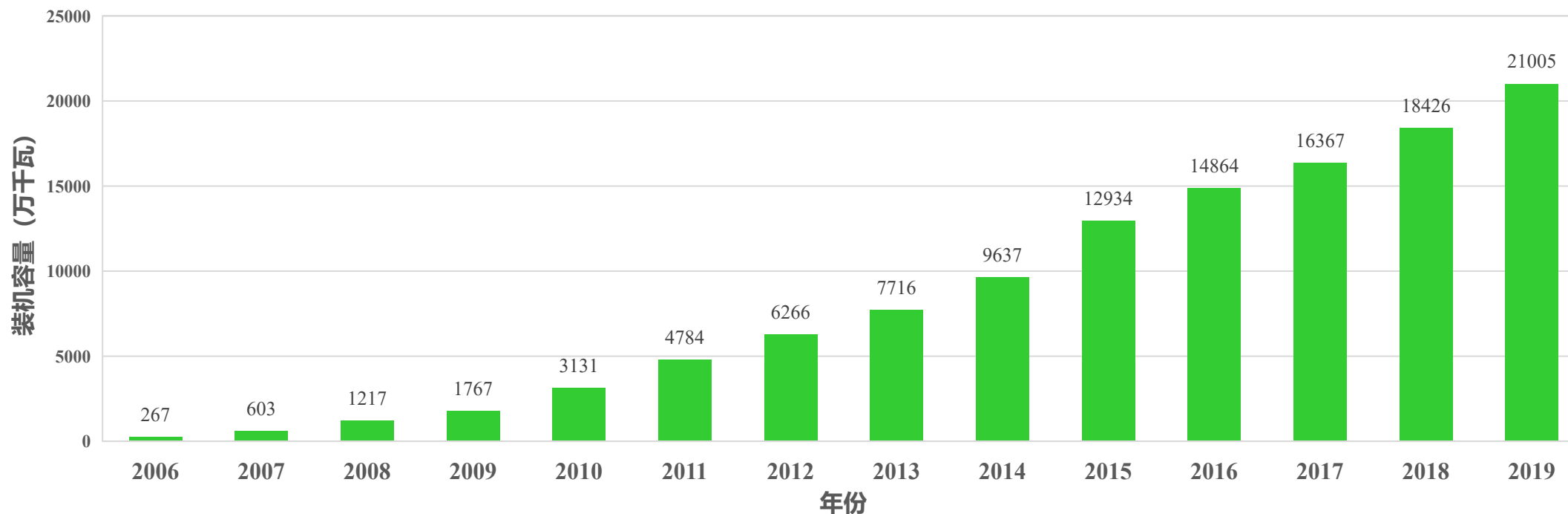


一、背景

二、山地风电出力特性

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

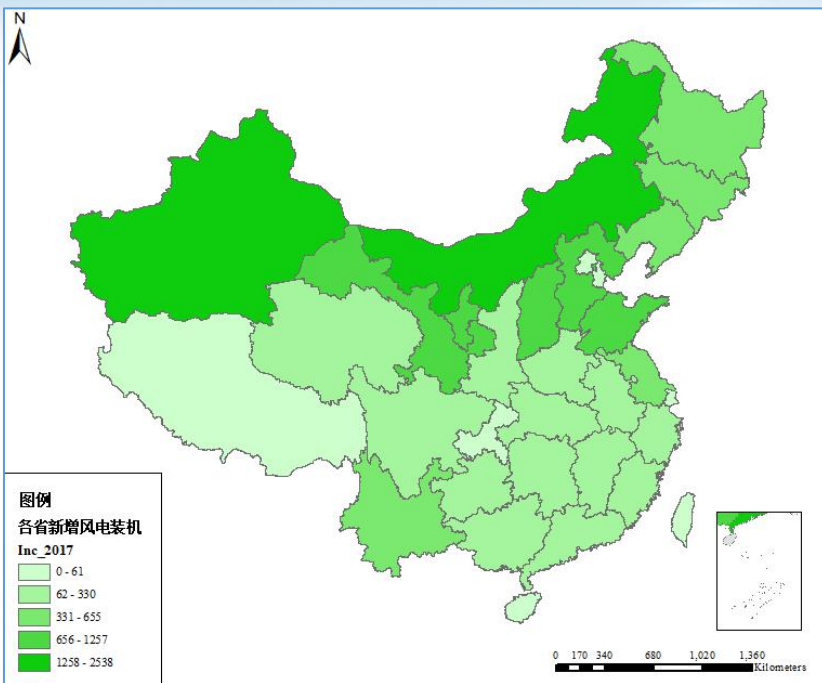
中国风电装机逐年并网容量



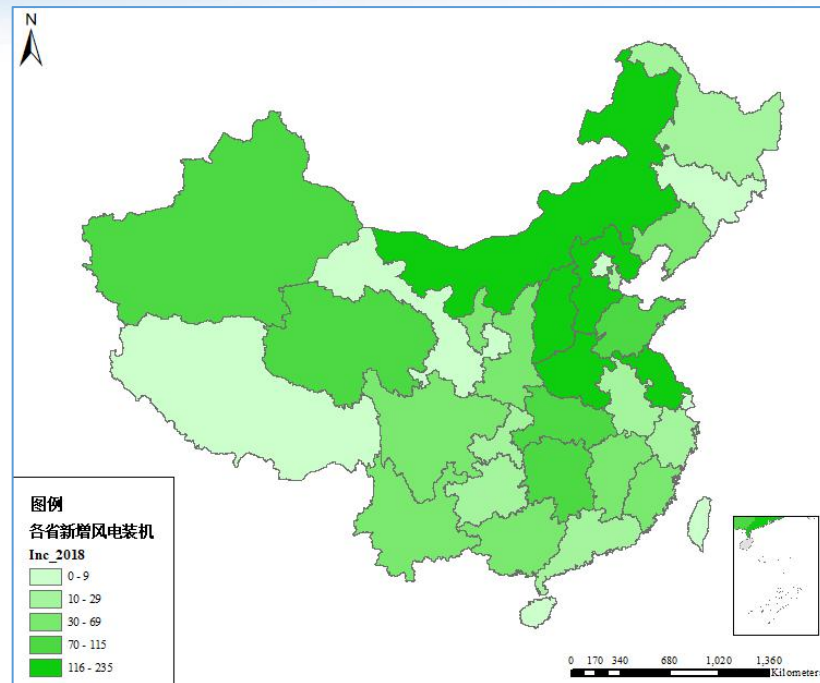
到2019年底，全国风电累计装机**2.1亿千瓦**，**风电装机占全部发电装机的10.4%**。

2019年风电发电量4057亿千瓦时，首次突破4000亿千瓦时，**占全部发电量的5.5%**。

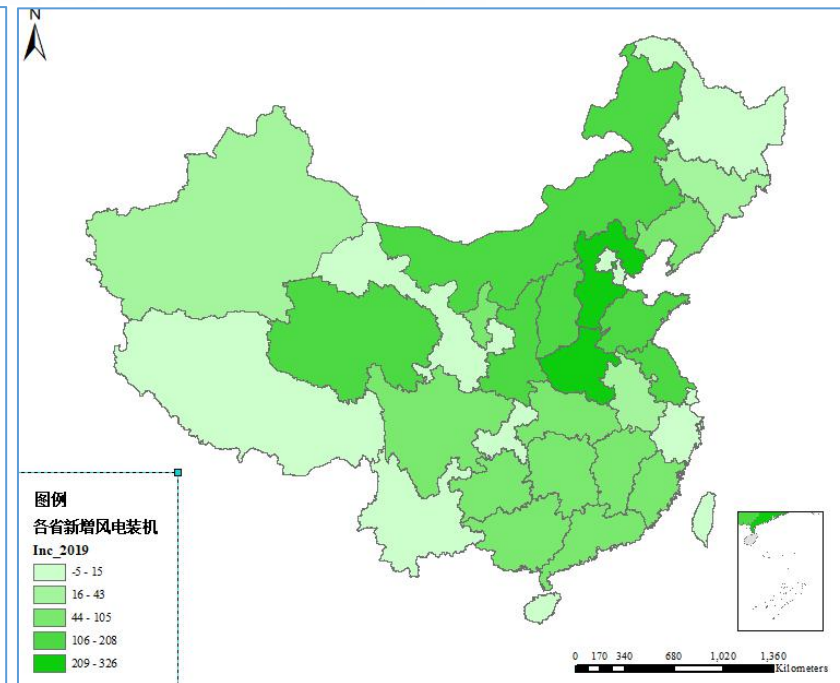
一、背景



2017年各省新增装机分布



2018年各省新增装机分布



2019年各省新增装机分布

风电开发布局向中东部和南部转移，约占全国风能资源区的68%。2019年风电平均利用小时数较高的地区是云南（2808h）、福建（2639h）、四川（2553h）、广西（2385h）和黑龙江（2323h）。

目 录



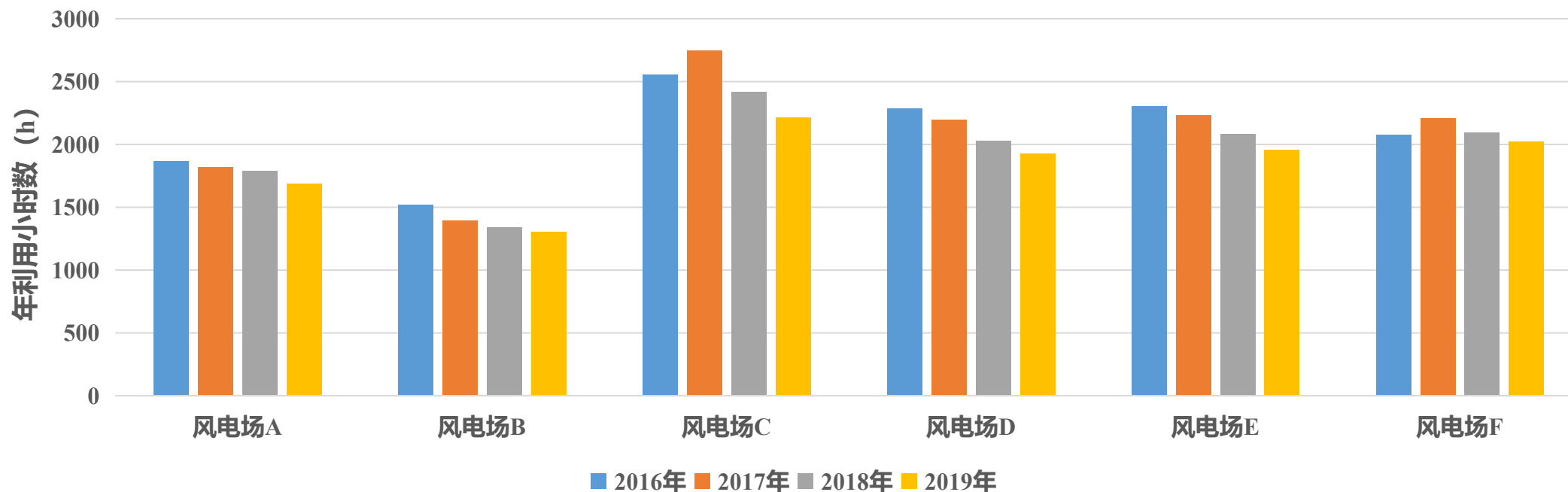
一、背景

二、山地风电出力特性

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 风电年利用小时数

典型风电场年利用小时数年际变化图

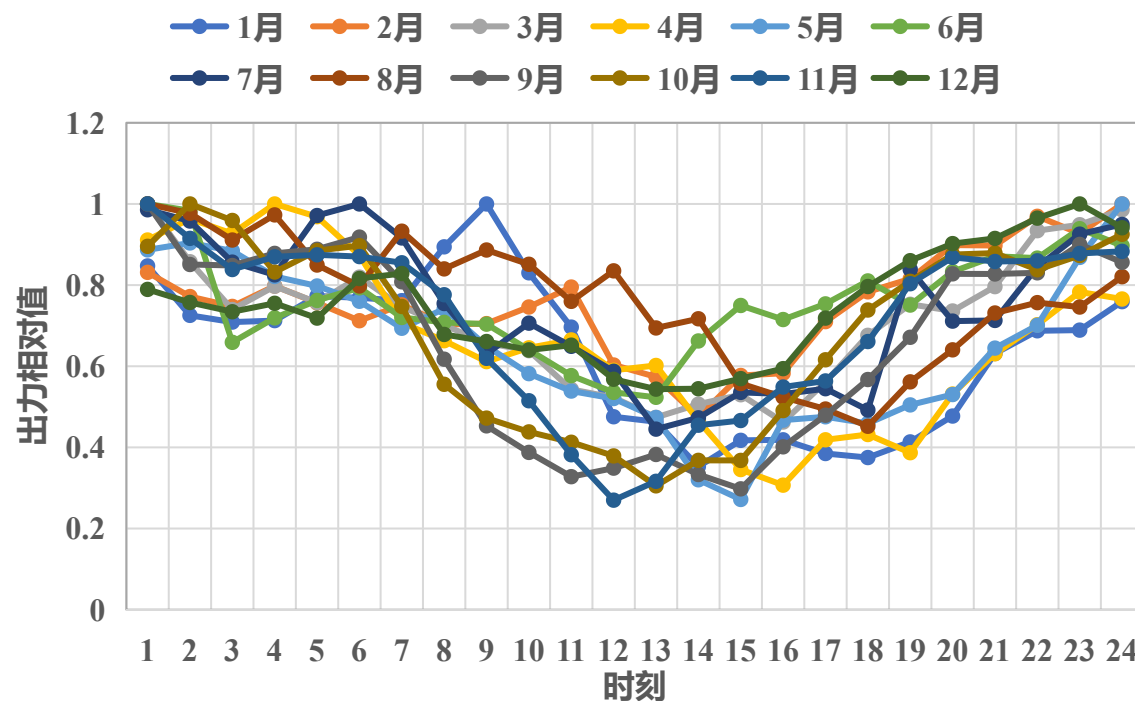
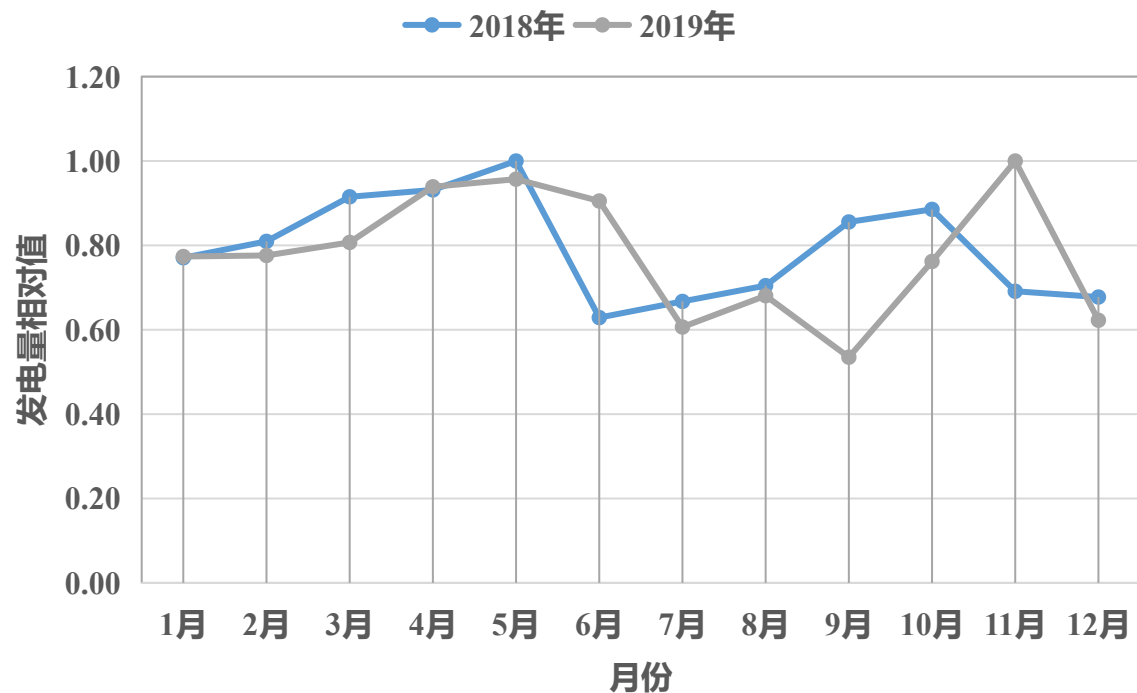


◆ 不同地区风电场年利用小时数差异明显。

◆ 同一风电场年利用小时数年际变化差异较大，不同年份之间变化最大达到20%，具有明显的统计规律。

二、山地风电出力特性

■ 月特性及日特性

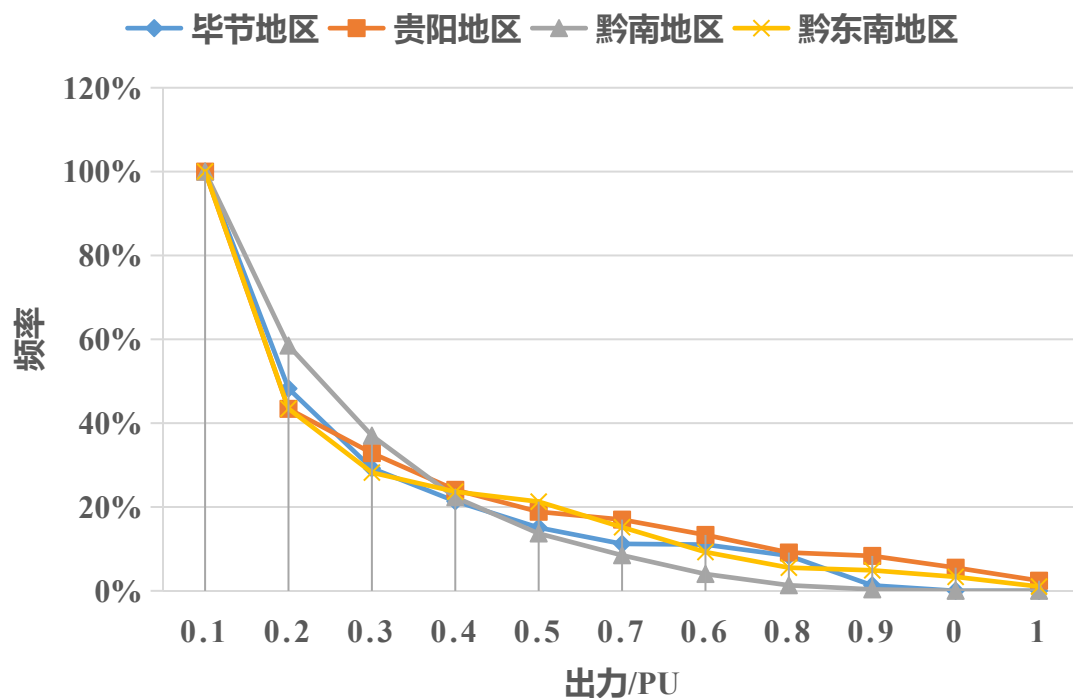


◆ 一般3月~5月、10月~12月风速较大，6月~9月风速较小。

◆ 日内分布具有一定的规律性总体夜间高于白天，22:00~次日6:00出力较大，10:00~17:00出力相对较小。

二、山地风电出力特性

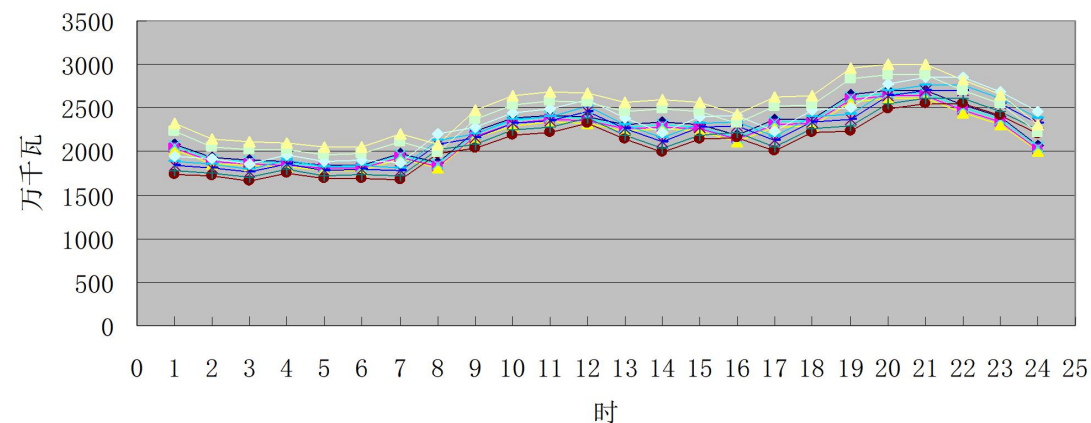
■ 概率分布



◆ 风电的“保证出力”很低，约装机容量的10%。

◆ 正调峰天数75天，反调峰天数259天。

2020年贵州省全社会逐月典型日负荷曲线



	正调峰		反调峰	
	午峰	晚峰	午峰	晚峰
1月	0.06	0.10	-0.14	-0.14
2月	0.06	0.11	-0.11	-0.19
3月	0.13	0.17	-0.16	-0.19
4月	0.10	0.21	-0.13	-0.15
5月	0.04	0.18	-0.15	-0.18
6月	0.09	0.16	-0.19	-0.18
7月	0.02	0.12	-0.08	-0.09
8月	0.13	0.09	-0.09	-0.11
9月	0.10	0.14	-0.09	-0.11
10月	0.09	0.19	-0.17	-0.15
11月	0.10	0.17	-0.15	-0.18
12月	0.09	0.18	-0.08	-0.11

目 录



一、背景

二、山地风电出力特性

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估问题



后评估

前期设计与实际运行不一致?



功率曲线不达标?



低效风机, 控制、运维不当



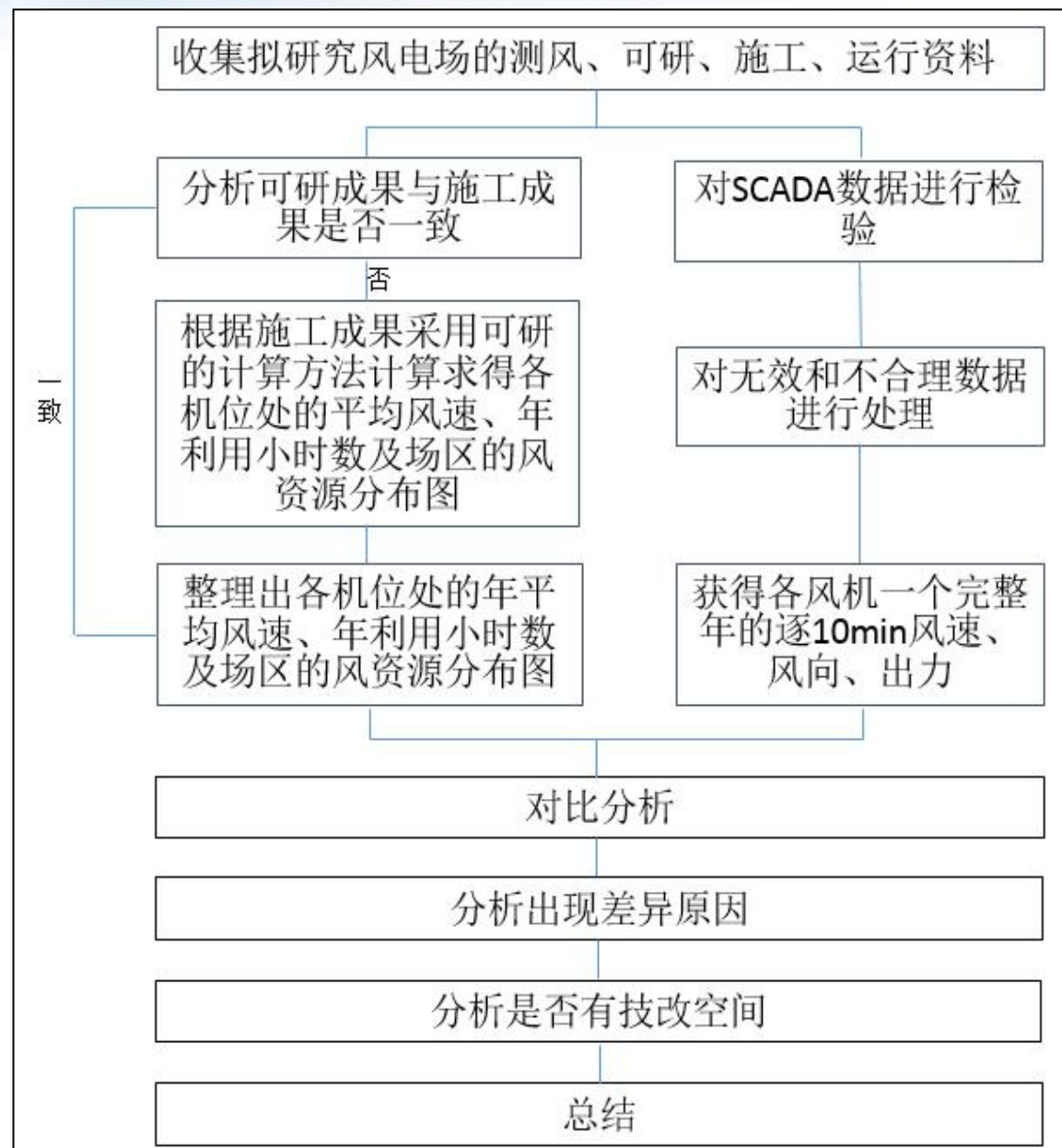
三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 部分山地风电场发电实际运行与设计偏差统计



三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

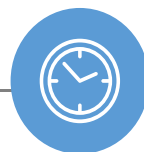
■ 后评估流程



三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

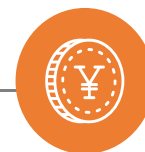
■ 后评估方法探析

□ 1. 风能资源后评估



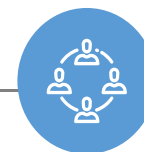
评估年选取

- 设计阶段评估年
- 后评估阶段评估年
- 长期代表性分析



测风塔的选取

- 前期测风塔
- 生产测风塔
- 激光雷达短期测风



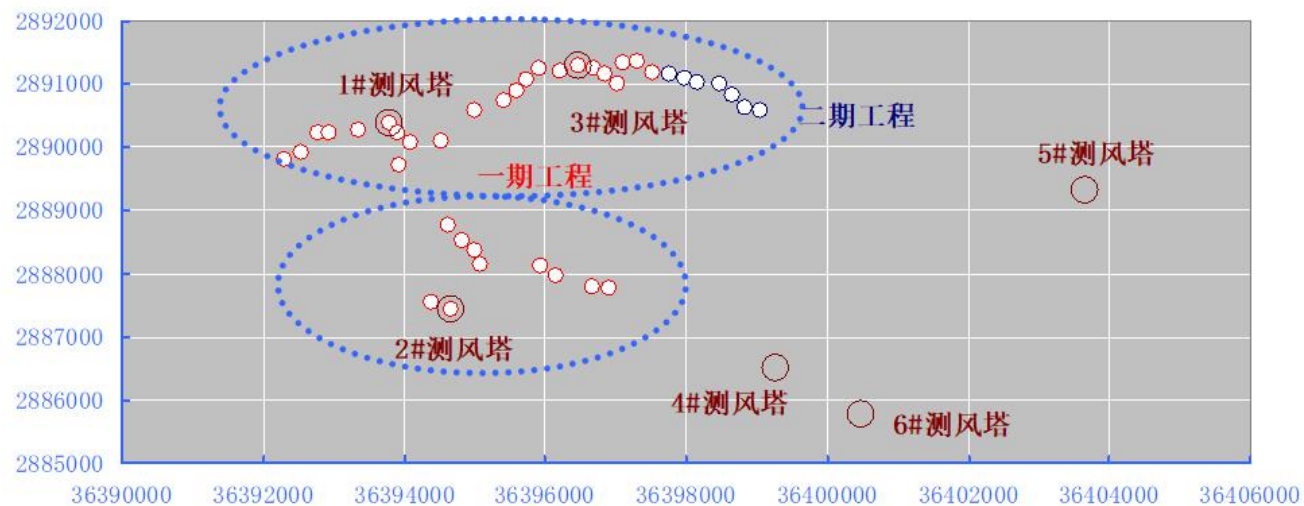
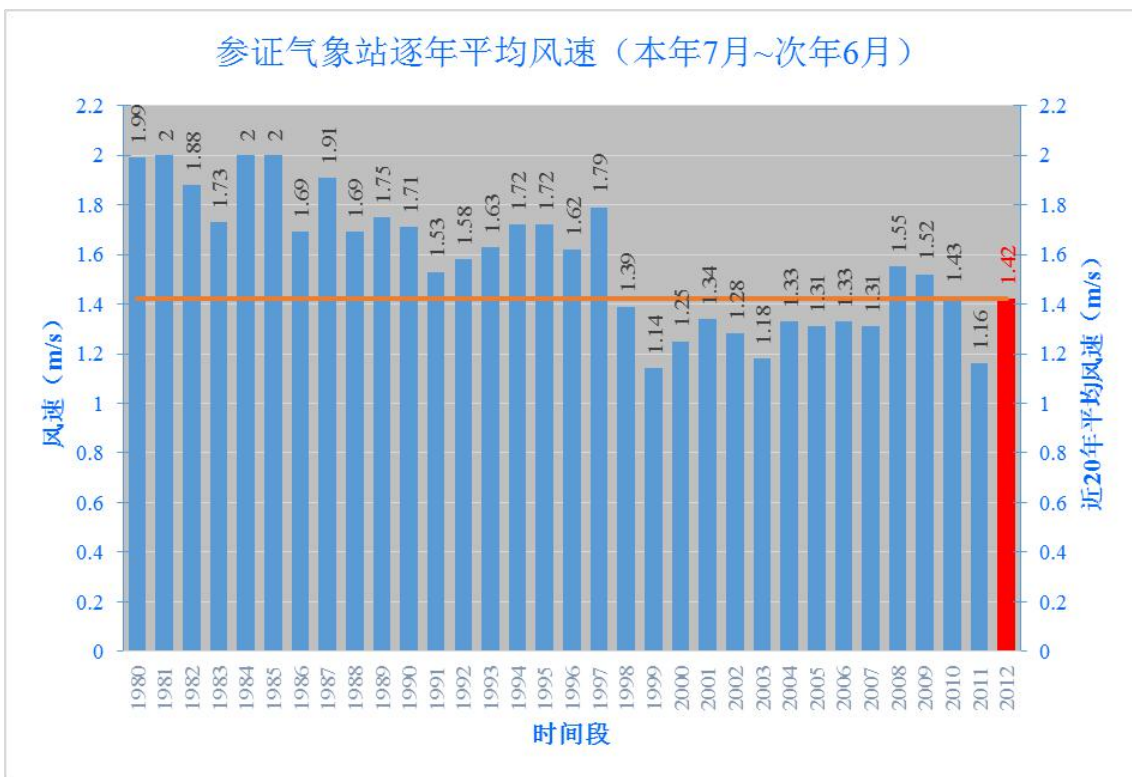
风机轮毂高度处平均风速

- 水平方向推算
- 垂直方向推算

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估方法探析

□ 1. 风能资源后评估



- ◆ 《风电场工程后评价规程》（NB/T 10109-2018）。
- ◆ 《贵州山地风电场风能资源观测及评估技术规范》（DB52/T 1031-2015）提出山地风电场测风塔控制半径。

三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估方法探析

□ 1. 风能资源后评估

WT推算风速与SCADA风速的概率密度函数关系如下：

$$f_{SCAD}(x) = f_{推算}(x - a)$$

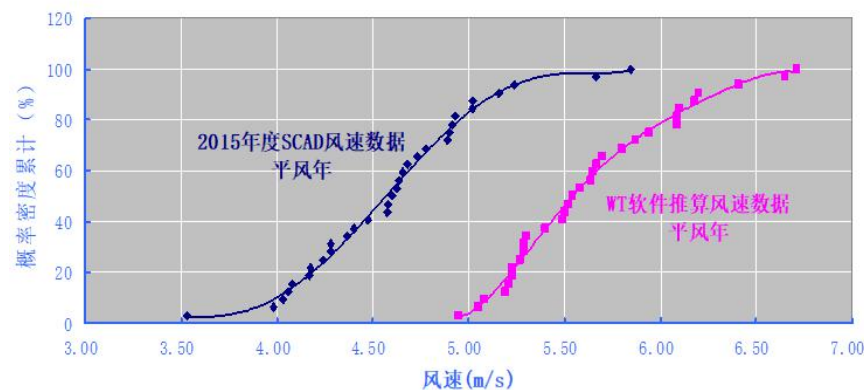
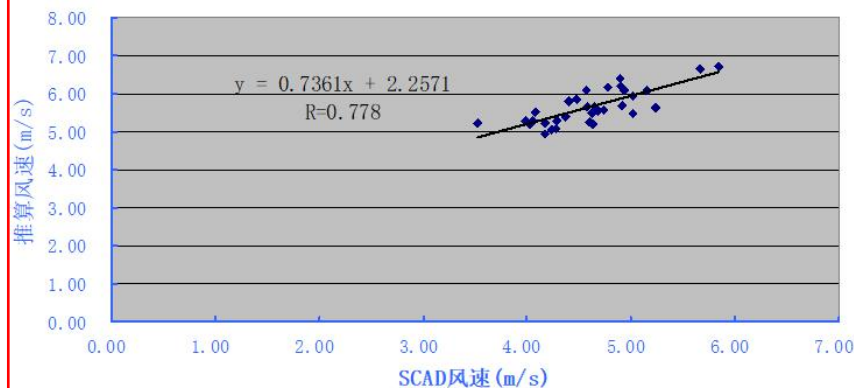
其中：

$$a = C$$

$$a = kx$$

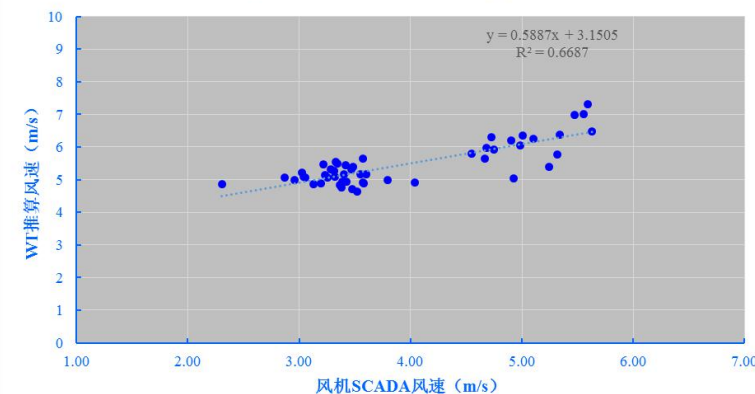
$$a = kx + b$$

风电场A

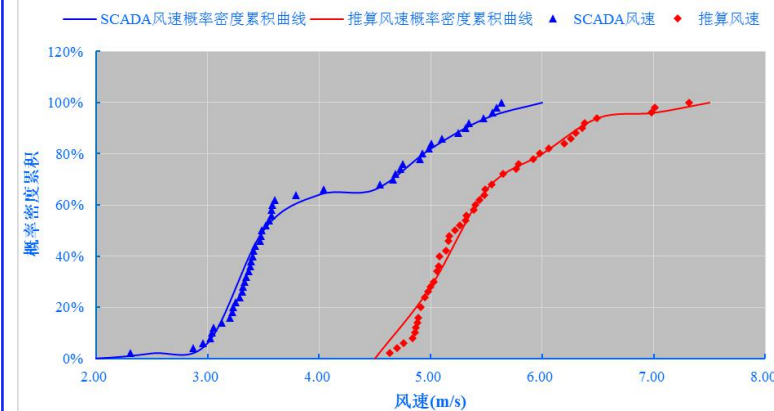


风电场B

WT推算风速与SCADA风速相关关系图



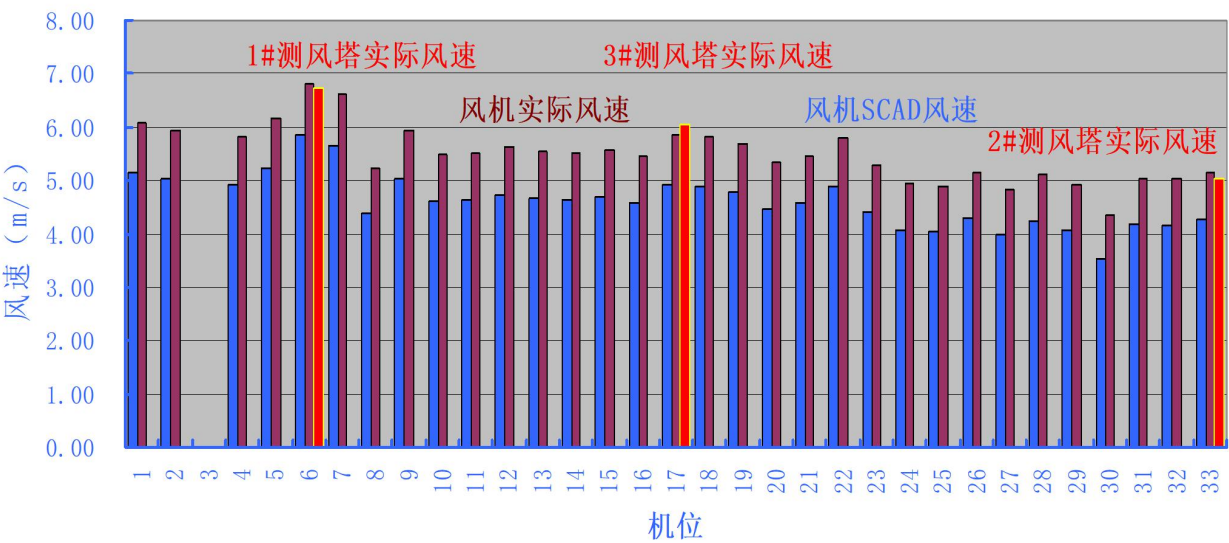
WT推算风速与SCADA风速概率密度累积



三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估方法探析

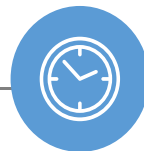
□ 1. 风能资源后评估



测风塔	1#	2#	3#	均值
测风塔实测风速 (m/s)	6.74	5.03	6.04	5.936667
测风塔SCADA风速 (m/s)	5.85	4.28	4.93	5.02
SCADA-实测(m/s)	-0.89	-0.75	-1.11	-0.91667
相差关系	实际=SACD+0.91667			
比例关系	实际=1.182603*SACD			
相关关系	实际=1.0673*SACD+0.5787			R=0.979439

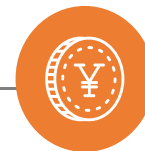
■ 后评估方法探析

□ 2. 发电量后评估



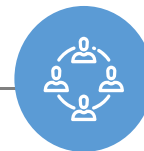
整体利用小时数

- 设计阶段水平
- 实际运行水平
- 长期应发水平



功率曲线

- Cp值
- 出力变差



设备可利用率

- 正常发电
- 故障停机
- 计划停机

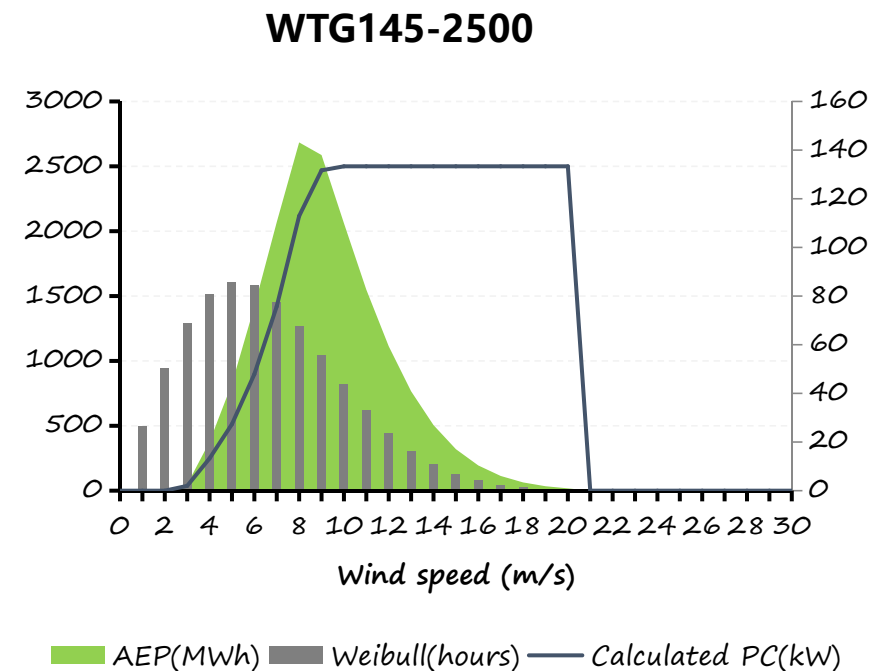
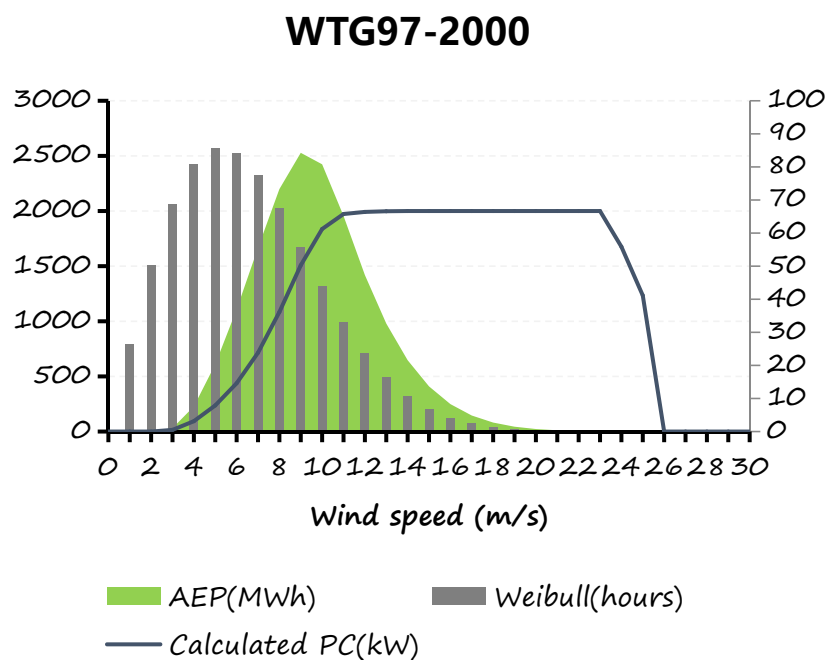
三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估方法探析

□ 2. 发电量后评估

- 风机型号
- 轮毂高度
- 场区风资源参数
- 空气密度
- 风机布置
- 综合折减
- 不确定性

--关键输入条件



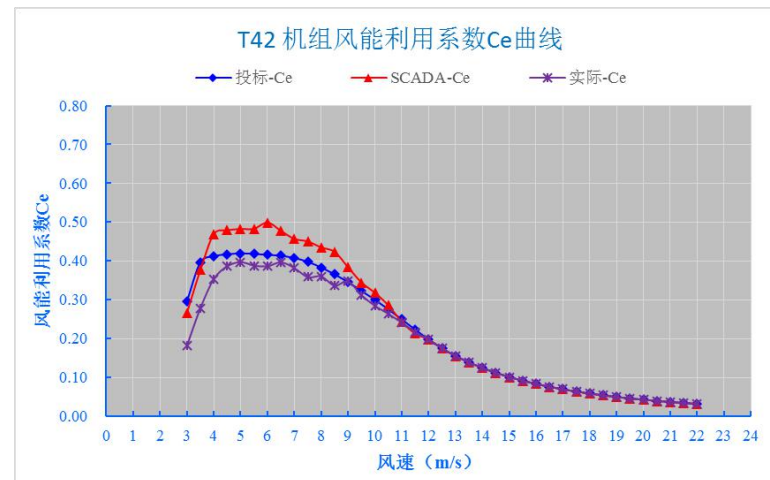
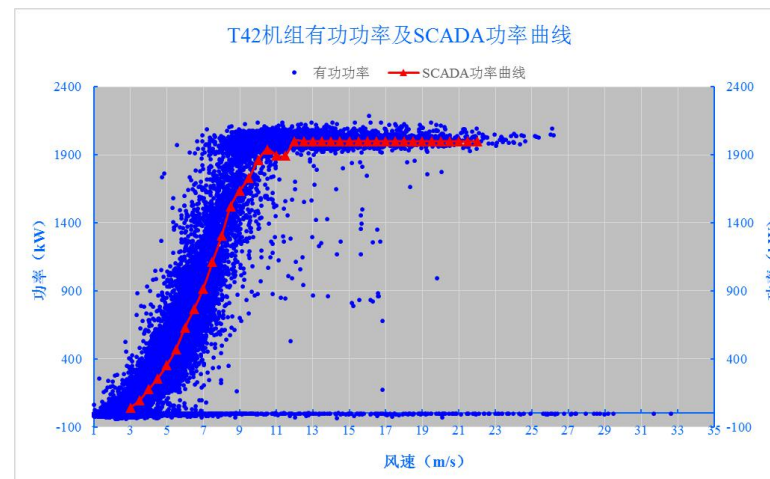
三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估方法探析

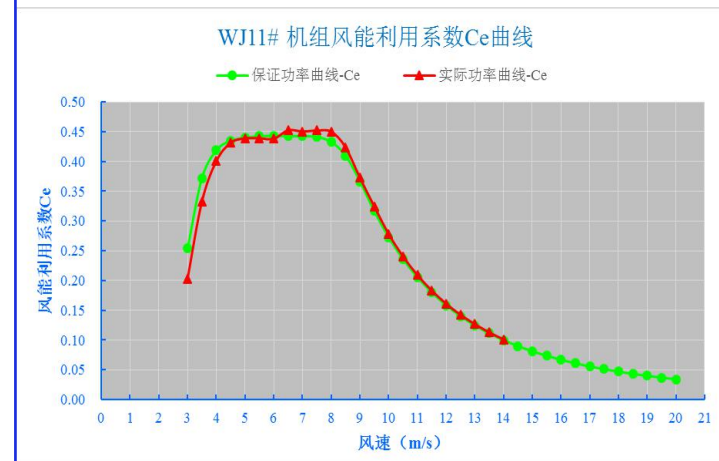
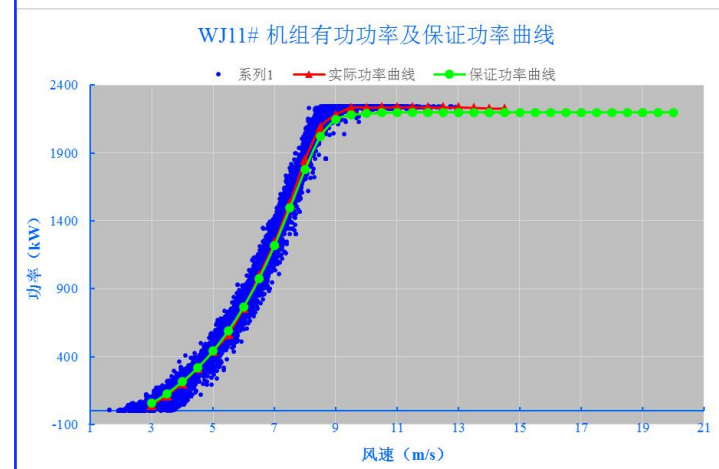
□ 2. 发电量后评估

- 贝兹极限 0.593
- 当前风机技术水平 0.45
- 动态与静态功率曲线关系

风电场A



风电场B



三、山地风电场发电量后评估流程及方法探析

■ 后评估目前存在的难点

1. 数据量大，不同厂家格式不统一，数据处理难度大

2. SCADA风速、风向数据修正难度大

3. 不同机位处风资源水平差异大，功率曲线达标评估复杂

4. 综合折减修正系数定量分析复杂



中国电建贵阳院

谢 谢!



地址：贵阳市观山湖区兴黔路16号
电话：0851-85388101 85388599
传真：0851-85388999
邮编：550081