## 风能参数计算分析

### 空气密度

空气密度直接影响风能的大小，在同等风速条件下，空气密度越大风能越大。本报告采用《风电场风能资源评估方法》（GB/T 18710-2002）推荐空气密度计算公式：



式中：为空气密度（kg/m3）；为年平均气压（Pa）；为气体常数（287J/kg·K）；为年平均开氏温标绝对温度（℃+273）。

本报告根据东台气象站实测的气温、气压统计数据，按公式计算气象站（测风塔）10米高度各月空气密度，并按《风电场气象观测及资料审核、订正技术规范》（QX/T 74—2007）推荐的方法计算得到测风塔各高度观测年度各月空气密度值（表1和图1）。



式中，为订正高度z处的空气密度，为实际观测高度h处的空气密度。

由表1和图1可见，空气密度有明显的季节变化。由于空气具有热胀冷缩的特性，气温高的7月份空气密度最小，气温低的1月份空气密度最大。80m、90m、100m高度年空气密度分别为{{p\_80}}kg/m3、{{p\_90}}kg/m3和{{p\_100}}kg/m3。

{{figure\_1}}

图 1 测风塔评估年空气密度各月分布图

表 1 测风塔评估年各月平均空气密度

### 平均风速和平均风功率密度

测风塔{{data\_1\_1}}高度年平均风速为{{data\_1\_2}}m/s；年平均风功率密度分别为{{data\_1\_3}}W/m2；有效风速小时数分别为{{data\_1\_4}}h;有效风速小时数百分率分别为{{data\_1\_5}}h；有效风功率密度{{data\_1\_6}}W/m2；最大风速分别为{{data\_1\_7}}m/s；极大风速分别为{{data\_1\_8}}m/s（表2）。

表 2 测风塔评估年风能参数表

#### 平均风速和平均风功率密度月变**化**

从年变化来看（图5和表4），测风塔评估年{{data\_2\_1}}月平均风速较大，{{data\_2\_2}}高度月平均风速均在{{data\_2\_3}}~{{data\_2\_4}}m/s；最大值出现在{{data\_2\_5}}月份，为{{data\_2\_6}}m/s；{{data\_2\_7}}月份的平均风速较小，为{{data\_2\_8}}m/s。平均风速存在随着高度的增加而增大特征。

平均风功率密度由下式计算：



式中，DWP为设定时段的平均风功率密度（W/m2）；为设定时段内的记录数；为第记录风速（m/s）值，为空气密度（kg/m3）。在3-25m/s风速段内的平均风功率密度为有效风功率密度。

从年变化来看，测风塔评估年{{data\_2\_9}}月平均风功率密度较大，{{data\_2\_10}}高度为{{data\_2\_11}}-{{data\_2\_12}}W/m2，其它高度也是类似的特征。平均有效风功率密度{{data\_2\_13}}月较大，{{data\_2\_14}}高度为{{data\_2\_15}}-{{data\_2\_16}}W/m2，其它高度也是类似的特征。

表 3 测风塔评估年实测序列平均风速月变化值

表 4 测风塔评估年实测序列平均风功率密度月变化值

表 5 测风塔评估年实测序列平均有效风功率密度月变化值

{{figure\_2}}

图2 测风塔平均风速、平均风功率密度和平均有效风功率密度月变化曲线图

#### 平均风速和平均风功率密度日变化

测风塔评估年平均风速存在明显的日变化，表现为夜间风速大，日间风速小。测风塔评估年平均风功率密度存在明显的日变化，表现为日间较小，夜间较大。

表 6 测风塔评估年实测序列平均风速日变化值

表 7 测风塔评估年实测序列平均风功率密度日变化值

表 8 测风塔评估年实测序列平均有效风功率密度日变化值

{{figure\_3}}

图3 测风塔平均风速、平均风功率密度和平均有效风功率密度日变化曲线图