

# 风电场主入流风向的智能提取方法研究

周宸育<sup>1</sup>, 邱颖宁<sup>1</sup>, 冯延晖<sup>1</sup>  
(南京理工大学能源与动力工程学院, 南京 210094)  
第一届江苏省研究生能源/兵器/力学前沿交叉学术创新论坛

能源动力



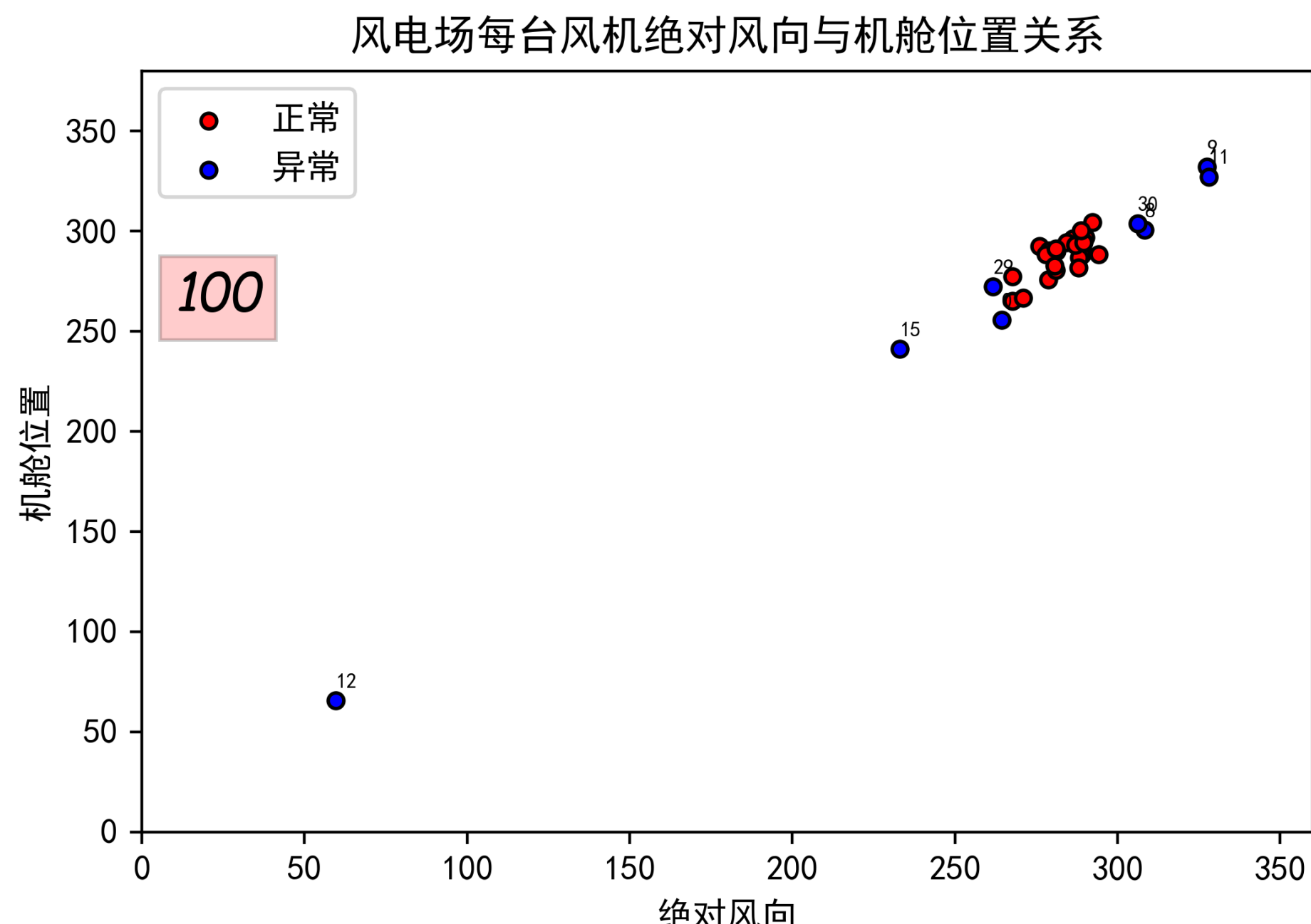
## 摘要

尾流效应会使得多机组风电场发电效率降低, 采用尾流控制方法可以减轻尾流效应影响。风电场主入流风向提取的准确性会对尾流控制方法的有效性产生显著影响。因此主入流风向的提取方法研究非常重要。本采用孤立森林算法实现风电场主入流风向的智能提取。使用孤立森林算法分析各机组风向和机舱位置数据散点的疏密程度并进行无监督聚类将异常数据清除并提取正常数据中心。使用京能风电场33台风机半年SCADA绝对风向和机舱位置数据提取主流入风向。最终分析出存在偏差较多的风机序号, 提取风电场的主入流风向, 将半年内的主入流风向汇总。通过此方法可以准确提取风电场主入流风向, 为尾流控制方法提供有效的风向信息。

## 引言

能源是当今社会面临的主要和最重要的挑战之一。长期以来, 各种可再生能源一直被视为解决世界能源和环境问题的最终解决方案, 在不同类型的可再生能源技术中, 风能目前拥有最有利的投资成本与生产率之比。然而, 由于风能具有的随机性、间歇性和不稳定性特点, 给风力发电机的高效控制带来严峻挑战。采用尾流场控可以降低风电场中受到尾流效应的风机的功率损失, 从而提升整个风电场的发电效率。尾流场控需要获取准确的风电场主入流风向。通过主入流风向分析风电场内部尾流影响情况。因此提取主入流风向对于尾流场控具有重要意义。

孤立森林算法可以通过无监督学习方法识别正常与异常数据, 进行分类和清洗筛选。因此采用孤立森林算法识别不同时刻大型风电场中的风向异常或偏航异常的机组, 保留正常运行的机组, 以此消除异常机组对风电场主入流风向识别的干扰。通过输入风电场全部风机风向及偏航角得到当前时刻主入流风向。



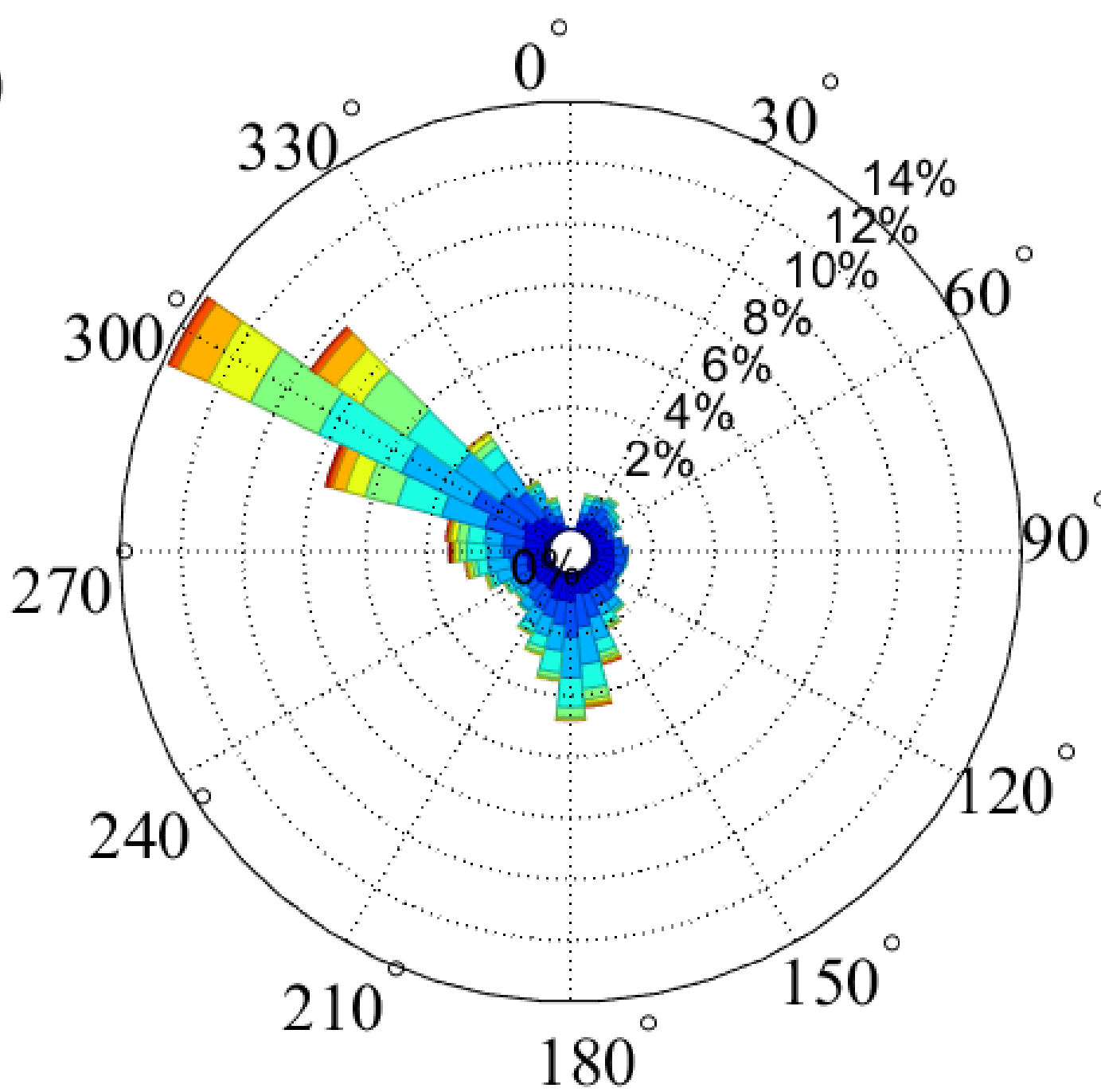
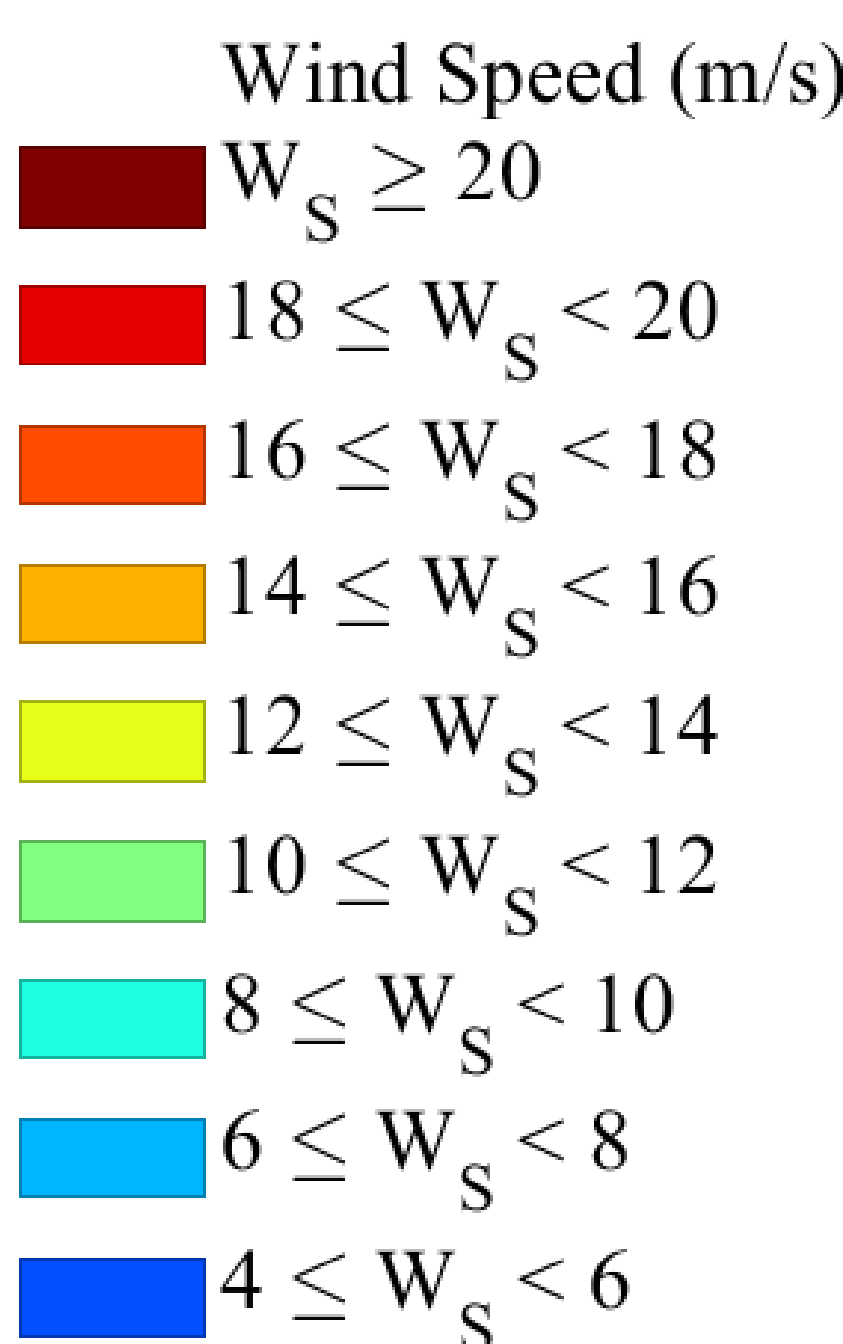
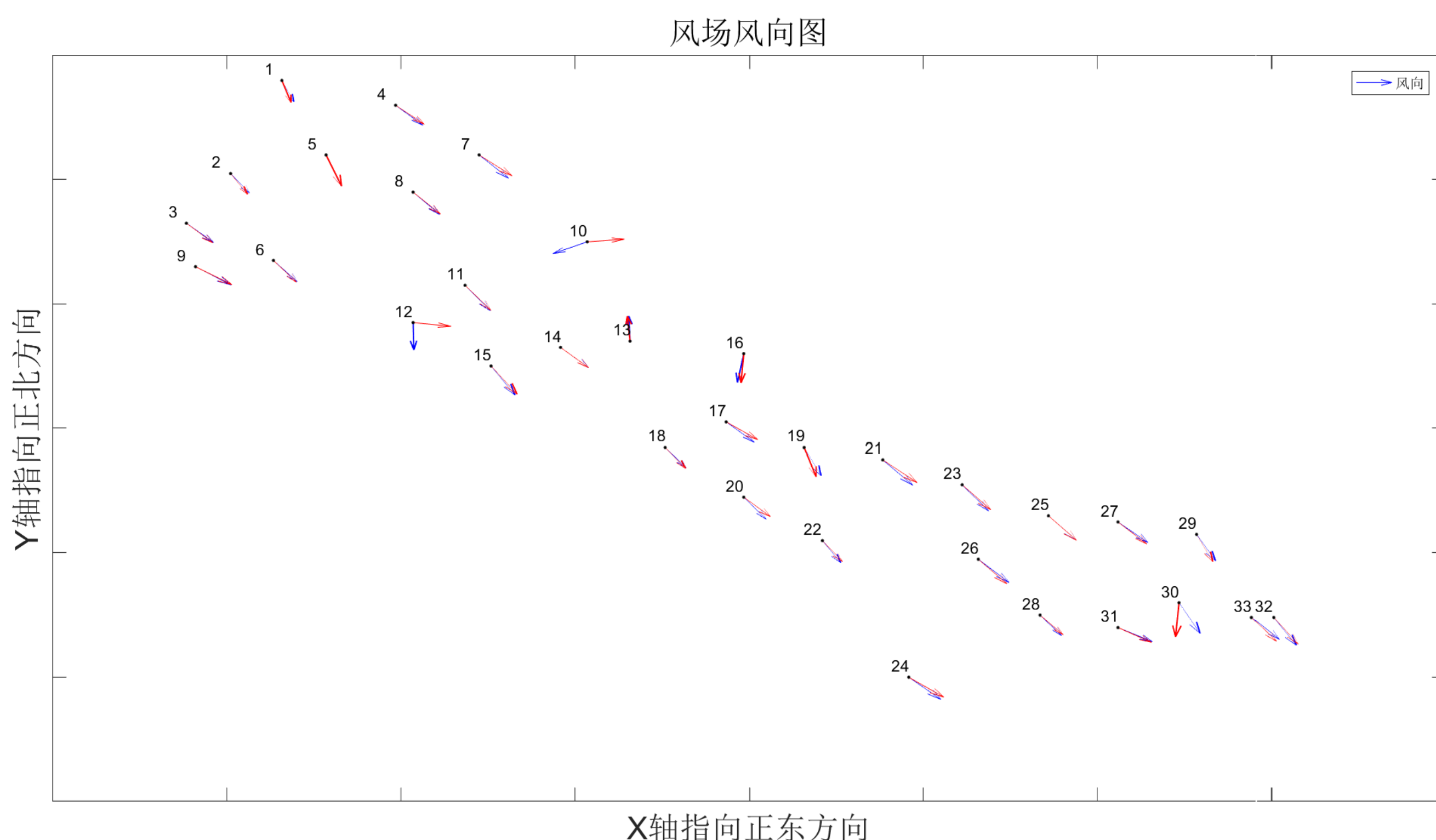
## 方法

### 孤立森林算法

孤立森林算法的核心思想是基于一种被称为孤立树 (iTree, Isolation Tree) 的二叉搜索树结构。该算法效率高、不需要进行预训练。孤立森林算法对异常数据的定义与风电场中对异常机组的定义相符, 在孤立森林算法中异常样本点在整个样本中表现为“容易被孤立的离群点”, 即分布较为稀疏且与距离高密度群体较远的点。因此, 可以利用该算法可以对每台机组进行无监督聚类。

### 识别异常数据及主入流风向

采集京能风电场全部33台风机半年的历史SCADA数据。选择风向、风速、偏航角数据作为所采用的数据。通过全部风机的风向, 偏航角数据在风电场位置坐标图中的可视化发现某些时刻存在个别风机的风向明显与其他风机偏差较大, 并且这些风机的风向与自身偏航角也存在较大偏差。这些风机视为异常风机。为了识别每个时刻的异常风机并获取主入流风向, 将风向与偏航角输入孤立森林算法, 算法通过无监督聚类获得将数据分为正常数据与异常数据, 再通过识别正常数据散点的簇中心获得风电场主入流风向。



风机序号	出现次数	出现频率
13	19619	91%
16	18281	85%
10	8564	40%
12	7828	36%
31	1628	7.6%

## 结果与结论

通过孤立森林算法可以以无监督方法识别异常机组, 排除异常机组对风电场主入流风向提取的干扰。最终通过孤立森林得出四台异常率较高的机组, 分别是13号、16号、10号和12号机组, 其异常率均高于30%。将某时刻排除异常风机后的正常机组簇选择簇中心作为主入流风向, 并清除掉异常机组较多的时刻数据, 最终将采集到的半年的SCADA数据中风向信息绘制风电场主入流风向玫瑰图, 并与风电场内部测风塔风向数据对比结果表明采用孤立森林算法可以有效的识别并提取风电场主入流风向。