

# 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划

## 项目结题报告

项目名称： 风电场风电功率波动特性研究

项目编号： 201410536012

学生姓名： 周鑫

所在学校和院系： 数学与统计学院

项目实施时间： 2014年3月至2017年3月

指导教师： 黄创霞

联系电话： 18684925080

填表日期： 2017/2/26

湖南省教育厅  
2016年制

## 一、基本情况

项目名称	风电场风电功率波动特性研究					
立项时间	2014年3月			完成时间	2017年3月	
项目主要研究 人员	序号	姓名	学号	专业班级	所在院 (系)	项目中的 分工
	1	周鑫	201264100115	数学与应用数学	数学与统计学院	项目负责人
	2	金之熔	201253100222	信息与计算科学	数学与统计学院	算法验证
	3	唐珂琳	201264100112	数学与应用数学	数学与统计学院	代码编写
	4	彭潇航	201264100113	数学与应用数学	数学与统计学院	建模与分析
	5					

## 二、研究成果简介

项目研究的目的、意义；研究成果的主要内容、重要观点或对策建议；成果的创新特色、实践意义和社会影响；研究成果和研究方法的特色。限定在 2000 字以内。

### 1、项目研究目的、意义

在全球资源日益紧缺的今天，风能作为可再生的清洁能源发展迅猛，因此大规模的风电并网成为一种必然的发展趋势。由于风电功率的随机性与波动性，伴随着装机容量的不断增加，风电功率的随机波动可能会造成浪费或影响电网的稳定，甚至可能会危及整个电网。同时峰值的调节能力也是影响风电并网的主要因素，因此对风电功率波动特性的研究十分必要。它不仅能够有效改善预测精度，也能有效解决大规模风电并网的不利影响。风电功率的波动特性是其对接入电网安全稳定运行产生影响的根本原因。准确的对风电场的发电功率预测，对电力调度部门预先安排调度计划，保证电网的功率平衡和运行安全起着非常重要的作用。我们基于某省级电网风电场群实测功率数据，采用时间序列、灰色理论、BP 神经网络等方法在对历史风电输出功率数据进行分析处理的基础上建立数学模型对其风电功率进行预测，为电力调度部门预先安排调度计划提供指导与参考。

### 2、项目研究的主要内容、重要观点或对策建议

随着能源与环境问题的日益突出，可再生能源特别是风能的开发利用处于快速发展阶段，我国风电装机容量近几年均呈接近倍增的发展态势，目前已经规划了 7 个巨型风电基地。集中开发、远距离输送成为我国风电开发的主要方式。自然界风能的间歇特性决定了风电功率具有不可预期的波动性，而这正是风电对接入电网产

生影响的根本原因。尤其当并网风电装机容量增长到一定规模时,风电功率不可掌控的波动将对电网的有功及无功功率平衡带来不利影响。这些影响包括风电接入点局部地区电压水平、全网旋转备用容量安排、系统调频等方面。一直以来,由于缺乏足够的风电功率波动数据,难以细致地量化评估上述影响,这对于最大限度地把握风电功率波动给电网带来的影响,进一步提高电网对风电的接纳能力是很不利的。与其他能源发电技术不同,风电功率的变化,强烈受制于自然风况及风电场地理条件,具有不确定性及一定的统计规律性。基于我国某风电场的 20 台 1.5 MW 的风电机组 30 d 的实测数据,本项目对风电功率的波动特性进行了定量分析。

(1) 首先研究风力发电在国内的使用和发展情况,并客观分析了风电场输出功率预测研究的意义。同时重点讨论了根据不同原则和标准的风电功率分类方法,为后文选择不同的预测方法做准备。

(2) 研究了不同预测方法的优缺点及试用范围。包括不同预测方法的理论基础和应用技术,并进行了详细的比较。

(3) 针对实测数据,采用不同的预测方法进行预测,同时带入历史数据进行回测比较。

(4) 对结果进行数值实验。

### 3、成果的创新特色、实践意义和社会影响

(1) 采用概率分布拟合和基于遗传算法的 BP 神经网络的预测建模对风电功率波动特性进行定量分析;

(2) 针对风电功率实测数据建立了概率分布拟合模型并分析了拟合结果;

(3) 建立了基于不同时间间隔历史实测数据的 BP 神经网络预测模型,数据检验表明该模型对于峰值有很理想的预测精度且整体精度较高。

### 4、研究成果和研究方法的特色

在湖南文理学院学报(自然科学版)发表研究论文一篇。

【1】周鑫,黄创霞,谭艳祥.风电功率波动特性研究,湖南文理学院学报(自然科学版),2015年6月,第27卷第2期。

将不同的预测方法运用到针对风电功率实测数据的预测中,进行算法的正确性与可行性验证,比较了具体的预测方法;开发可视化预测结果呈现工具,实现预测结果自动化生成,提高项目的实际应用价值。

分别采用概率分布拟合和基于遗传算法的 BP 神经网络预测,通过 MATLAB 软件编程,利用风电功率的实测数据,对风电功率波动性进行研究。

研究发现:

(1)  $t$  location - scale 概率分布是最适合描述风电功率的波动特性;

(2) 总体和个体的波动性是存在一定的差异;

(3) 不同时间的风力大小会呈现一定的日周期性。风机输出功率的波动随着风电规模的增加反而成衰减的特点,风电场的波动情况趋近于正态分布;

(4) 基于遗传算法的 BP 神经网络预测模型对于峰值有很理想的预测精度且整体的预测精度很高。

### 三、项目研究总结报告

预定计划执行情况，项目研究和实践情况，研究工作中取得的主要成绩和收获，研究工作有哪些不足，有哪些问题尚需深入研究，研究工作中的困难、问题和建  
议。（字数不限，可加页面）

基于我国某风电场的20 台1.5 MW 的风电机组30 d 的实测数据,对风电功率的波动特性进行了定量分析。项目组收集国内外相关的研究资料,分别采用概率分布拟合和基于遗传算法的BP 神经网络预测,通过MATLAB 软件编程,利用风电功率的实测数据,对风电功率波动性进行研究,得到较好的预测模型和发电功率分布模型。以项目主持人为第一作者发表研究论文一篇(周鑫,黄创霞,谭艳祥.风电功率波动特性研究,湖南文理学院学报(自然科学版),2015年6月,第27卷第2期),项目组完成了预定研究计划。

本项目的缺点是建立的模型期预测,对于长期预测精确度较低,致使结果可能与实际情况不太符合。

由于 PM2.5 的成因复杂,而且时间序列分析的短期预测效果不好,本项目可以继续考虑通过支持向量机和神经网络方法对 PM2.5 的成因及演变规律做分析。

刘老师您好!

我是创霞,感谢您的支持和帮助!

### 四、经费使用情况

经费合计 2 万 元,其中,学校资助 2 万 元,其他经费 0 元。

经费支出情况:

设备费	2000	电脑存储设备、打印机组件
材料费	4000	打印纸、喷墨、其它配件
资料费	5000	书籍资料费、参考文献打印
其它	9000	实地调研、差旅费、论文发表

## 五、指导教师及学院（系）审核意见

项目指导教师对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等。

该项目前期调查工作扎实，研究内容丰富，研究方案执行力好，课题组具备较强的创新能力，以项目主持人为第一作者发表研究论文一篇（周鑫，黄创霞，谭艳祥. 风电功率波动特性研究，湖南文理学院学报(自然科学版)，2015年6月，第27卷第2期），项目组完成了预定研究计划。同意该项目结题。

负责人签章：

年 月 日

项目主持人所在学院（系）对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等

该项目负责人按照项目计划书的方案开展工作，较好完成计划书要求任务。同意结题。

负责人签章：

年 月 日

## 六、学校结题审核意见

学校对项目研究的任务、目标、方法和研究成果水平等进行评价，是否结题。

年 月 日

