

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：基于时间序列的长沙市 PM2.5 的
统计分析及预测软件开发

项目编号：201410536011

学生姓名：冯倩

所在学校和院系：长沙理工大学数学与统计学院

项目实施时间：2014-03

指导教师：朱恩文

联系电话：18629439759

填表日期：2016-03

湖南省教育厅 2015 年制

一、基本情况

项目名称	基于时间序列的长沙市 PM2.5 的统计分析及预测软件开发					
立项时间	2014-03-01			完成时间	2016-03-01	
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	冯倩	201247100103	统计 1201 班	数计学院	建立模型、撰写论文
	2	池永涛	201153100208	信息与计算科学	数计学院	编写程序、设计网页
	3	张明聪	201252030125	测控技术与仪器	汽机学院	查找文献、资料
4	黄全林	201253100212	信息与计算科学	数计学院	查找文献、资料	

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。

一、项目研究的目的、意义

1.项目研究目的

建立长沙市 PM2.5 预测模型及相关预测软件。

2.项目研究意义

由于 PM2.5 对人类健康的威胁，因此对 PM2.5 浓度的预测显得尤为重要。目前，长沙市相关部门对 PM2.5 浓度的监测数据进行实时发布，但并没有对 PM2.5 浓度进行预测和预报，也就是说，人们还不能有效的提前获取长沙大气污染情况。如果人们能够在出行之前获取到如同天气预报一般的 PM2.5 浓度的预测值，则可以避免上述提到的问题，如老人小孩或者相关疾病人群可以根据 PM2.5 的预测值选择是否出行，或提前采取措施，如带口罩，减少在户外暴露的时间，避免体育锻

炼等来降低 PM2.5 对自身健康的威胁。本项目通过建立长沙市 PM2.5 浓度的预测模型及预测软件，能为市民在每日出行前提供当日最新最可, PSS 进行数据标准化处理；其次，运用相关性分析方法，建立 PM2.5 与监测指标间的相关性分析模型，利用 SPSS 软件进行求解，得到各指标间的相关性；最后，运用回归分析的方法，建立 PM2.5 与其它各项分指标间的多元线性回归模型，采用最小二乘估计方法对回归系数进行估计，并对回归方程进行残差检验，对异常点进行逐次剔除最终得到多元线性回归方程。

通过分析得到如下结论：PM2.5 与 PM10 的相关系数最高，说明 PM10 对于 PM2.5 的影响最大；其次 PM2.5 对 CO 的相关系数较大，也说明了他们相关性较高；对 NO₂、SO₂ 的相关系数依次降低，即二氧化硫(SO₂)，二氧化氮(NO₂)，一氧化碳(CO)是在一定环境条件下形成 PM2.5 的主要气态物体；但是 O₃ 与 PM2.5 的相关系数呈现负相关，说明 O₃ 对于 PM2.5 可能有一定的抑制作用，因此保护大气中的臭氧层对于 PM2.5 的减少有着重要意义。

(2) 基于时间序列的长沙市 PM2.5 的预测模型

首先，对长沙市 PM2.5 指标数据的平稳性进行检验，利用 R 软件对时序数据进行绘图，观察其变化趋势，并利用 Eviews 软件进行单位根(ADF)检验。其次，对模型进行定阶，利用 Eviews 软件做出自相关图和偏自相关图，根据显著性检验和 AIC 准则标准，反复筛选替换模型中参数值，并利用 Eviews 软件操作，最终得到最优模型；最后，对模型进行验证，进行显著性检验，对长沙市 PM2.5 指标进行预测，并进行误差分析。并利用本项目的最新算法，利用编程语言开发长沙市 PM2.5 预测软件。

三、降低长沙市 PM2.5 的对策建议

通过本项目的研究分析，主要可从如下几个方面降低长沙市 PM2.5 的浓度含量：1)提高油品质量，降低 PM2.5 的环境质量分指数；2)规范堆场、码头、搅拌站的管理，加强工程建设中扬尘控制，强化文明工地建设；3)加强城市道路扬尘控制，提高道路保洁率；4)推进清洁能源替代，加强大气污染源监管。

四、成果的创新特色、研究意义和社会影响

(1) 本项目通过运用时间序列分析方法建立了长沙市 PM2.5 预测模型。

(2) 制作方便实用的长沙市 PM2.5 预测软件(通过网页或者手机可实时查看), 这为人们的日常生产生活带来便利, 更为相关政府工作部门做决策提供了参考。

五、研究成果和研究方法的特色

随着人类生活水平的不断提高, 空气质量问题愈来愈受到人们的关注。近年来, 细颗粒污染物 PM2.5 进入公众视线, 它不仅会导致灰霾天气, 还会影响人们的身体健康。由于目前长沙市相关部门对 PM2.5 浓度的监测数据只能进行实时发布, 并不能对空气污染情况进行预报, 因此会给人们的出行带来某些不便。本项目研究成果: 建立了长沙市 PM2.5 浓度的预测模型, 并开发了预测软件; 并对降低长沙市 PM2.5 浓度提供了一些建议措施。

本项目建模过程采用构建 ARMA 模型的研究方法, 能准确的拟合 PM2.5 浓度波动变化的趋势, 并且预测较为精确。通过研发 PM2.5 浓度预测的软件, 更加便于人们的日常查询, 从而有利于提高生活品质。

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。

一、预定计划执行情况, 项目研究和实践情况

2014 年 3 月, 组织项目小组自选了课题, 并且认真填写了《湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目申报表》, 在校领导和专家的认真审核下, 获准立项。立项通知书下达后, 项目组严格按照计划书开始分期执行计划任务。

1. 项目前期: 采集数据、查阅资料

2014 年 3 月份至 8 月份, 项目组成员在长沙市环保局、气象局等环境监测部门进行调研, 获取 PM2.5 相关数据, 并利用 SPSS 对数据进行预处理; 同时, 通过互联网及学校数字图书馆查阅本项目相关资料及文献。

2. 项目中期: PM2.5 相关性因素分析、建立时间序列模型

2014 年 9 月份至 2015 年 8 月份利用相关性分析法分析长沙市 PM2.5 与其它空气质量指标间的关联性, 并建立回归预测模型; 利用时间序列对长沙市 PM2.5

数据进行分析，对项目主体成果进行整理，并发表论文 1 篇。

3. 项目后期：软件开发

2016 年利用本文的算法，实现软件开发，进行成果总结，并结题。

二、研究工作中取得的主要成绩和收获

项目进行过程中，通过数据分析、模型建立及软件开发等步骤的分析及操作，系统的掌握了专业课知识并且对于数学软件 MATLAB 以及统计软件 SPSS、SAS、Eviews、R 软件可以进行熟练操作。除此之外，在软件设计过程中，对 Java, Html, Jsp, Android, Oracle 等软件更为深入熟练的掌握。具体如下：

数据处理过程中，更加熟练地掌握了如何利用 SPSS 软件，采用 EM 算法进行数据的填补，保证数据的完整化；并学会如何使用 SPSS 软件为消除变量间的量纲关系，使数据具有可比性，对填补缺失值后的完整数据进行标准化处理。模型建立过程中，掌握采用相关分析法测定 PM2.5 与 AQI 监测指标中其余五项分指标之间的相关性关系，并顺利得出结果。通过本项目的实施执行，更加深入地掌握了时间序列模型的原理以及建模步骤。为了使拟合结果更精确，首先对全市平均 PM2.5 指标数据的平稳性利用 Eviews 软件进行单位根(ADF)检验。根据结果显著性检验和 AIC 准则标准，反复筛选替换模型中的 p、q 值，并利用 Eviews 软件操作，最终得到最优模型。

三、研究工作中的不足、尚需深入研究的问题

本项目的缺点是建立的 ARMA 模型只适合短期预测，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。

四、研究工作中的困难、问题和建议

项目执行过程中，主要遇到的困难有如下两个方面：

(1)数据的采集

进行项目的首要关键步骤就是采集数据，由于长沙市空气质量指数(AQI)的相

关数据并未在相关官网上公布(例如:西安市 AQI 历史数据详细、完整地公布在“西安市环境监测中心站”的官网上)。同时,网络上有关长沙市 AQI 的相关数据极其匮乏。因此,这对数据的查询过程带来了极大的不便。希望长沙市有关部门能够将 AQI 等数据公开透明化,以便于学者的查询、研究。

(2)专业知识的不足

项目的建模以及预测软件的开发过程对专业的要求极高,各小组成员仅凭在课堂中学到的知识在项目执行过程中屡次遇到困难,使之难以进行下去。但各位成员迎难而上,遇到难以解决的问题积极面对、共同探讨,课余之外查阅资料、文献并认真学习,最终顺利解决困难、得出研究结论。

四、经费使用情况

经费合计 20000 元,其中,学校配套资助 10000 元,学院(所)配套资助 0 元,其他经费 0 元。

经费支出情况:

支出科目 金额(元) 计算原由

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。

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

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

