

不利天气状况对交通强度的影响研究

——以拉萨市为例

杨露妍¹ 何益杰² 易礼发¹ 潘敬¹

1. 西藏大学工学院 西藏自治区 拉萨市 850000

2. 西藏大学信息科学技术学院 西藏自治区 拉萨市 850000

摘要: 不利天气状况与道路安全具有较强的相关性, 而影响道路安全的重要因素之一则是交通强度。本文以特殊的高原城市拉萨市为例, 收集城市降雨量、光照强度时长、平均气温等天气状况以及在不利天气状况下城市的交通强度的有关数据, 利用斯皮尔曼 (spearman) 等级相关性对不同天气状况与交通强度进行显著性分析, 运用 spss 模型中线性回归方法构建了融合天气因素的交通强度模型来分析两者之间的关系, 最后应用 GraphPad Prism 软件进行多元线性回归方程的拟合以预测交通量。研究成果能够为交通管理与控制、交通规划与设计以及数字化交通的发展提供重要的理论支撑。

关键词: 高原城市; 不利天气; 交通强度; 线性回归; 预测分析

Study on the Impact of Adverse Weather Conditions on Traffic Intensity

— The Case of Lhasa

Luyan Yang¹, Yijie He², Lifa Yi¹, Jing Pan¹

1. College of Engineering, Tibet University, Lhasa, Tibet Autonomous Region, 850000, China

2. College of Information Science and Technology, Tibet University, Lhasa, Tibet Autonomous Region, 850000, China

Abstract: Adverse weather conditions have a strong correlation with road safety, and one of the important factors affecting road safety is traffic intensity. Taking the special plateau city of Lhasa as an example, this paper collects the relevant data of urban rainfall, light intensity duration, average temperature and other weather conditions and the city's traffic intensity under adverse weather conditions, uses the Spearman grade correlation to analyze the significance of different weather conditions and traffic intensity, uses the linear regression method in the SPSS model to construct a traffic intensity model integrating weather factors to analyze the relationship between the two, and finally applies GraphPad The Prism software performs fitting of multiple linear regression equations to predict traffic volume. The research results can provide important theoretical support for the development of traffic management and control, traffic planning and design, and digital transportation.

Keywords: highland cities; adverse weather; traffic intensity; Linear regression; Predictive analytics

作者简介: 杨露妍 (1996.10), 女, 汉族, 河南省商丘市人, 工学硕士, 单位: 西藏大学, 研究方向: 交通土建工程, 邮箱: yangluyan1005@163.com。

通讯作者简介: 潘敬 (1999.01), 女, 汉族, 四川雅安市人, 工学硕士, 单位: 西藏大学, 研究方向: 交通土建工程, 邮箱: 3074016361@qq.com。

1. 背景

不利的天气条件可能对交通运行产生重大影响。在不利气象条件下，一般指降雪、雾、降水、云探测等。天气影响道路特性（例如，抗滑性能降低等）、车辆（例如，降低能见度、能见度损失、稳定性和控制）和驾驶员（驾驶风格和分心物）进而影响交通模式和安全^[1]。目前大多数研究专注于交通管理的ITS（智能交通系统），却很少结合天气状况，然而，用于实时交通监控和管理的天气检测系统可以改善道路交通运行和安全，这些检测系统所得出的数据能够揭示由于不利天气条件导致的交通流的复杂性，并改进交通预测^[2]。

1.1 研究现状

不利天气状况对城市交通运行的影响是多方面，包括不同的天气状况以及不同的道路和交通情况，国内对于天气与交通的研究已很丰富。

郅英冲收集英国M3高速公路与A3普通公路的相关数据分析了恶劣天气条件与交通流之间的相关性^[3]。柴婷婷等人通过对辽宁省高速公路部分收费站出入口的不同天气状况下车流量的数据统计以及对不同时间段晴天、雨天、雪天、雾霾天的交通流数据进行分析，发现恶劣天气下对交通流出行产生了较大影响^[4]。不利天气状况导致城市的交通拥堵，为缓解这个问题，刘泓君通过多模型比较分析新疆北疆高速公路沿线降雪条件下的交通流特征，运用MATLAB软件建立线性回归模型得出模型表达式，最后得出的结果是：随着降雪量的增加，加速了交通拥堵，其车速和车流密度的变化更加明显^[5]。恶劣天气对于交通流具有明显的影响，国外众多专家学者对于恶劣天气条件下的影响开展了广泛的研究。Kyte等给出了与降水强度有关的自由流降速范围^[6]；随后，Ranka等发现，在阴雨天气下，无论强度如何，运行速度都会降低约5.0-6.5%；然而，没有发现对交通流阻塞密度的影响，Prevedouros和Kongsil等人综述了由于恶劣

天气导致的速度和容量降低的研究^[7]。

在综述国内外的文献中，恶劣天气状况对于道路和交通的影响是多方面的，对于交通强度的影响却很少在分析两者之间关系的基础上预测城市交通强度，故而本文在运用spss分析不同天气状况和交通强度的关系的基础上，进而利用GraphPad Prism软件进行多元线性回归方程的拟合，方程的拟合图中可以预测城市未来的交通强度（交通流量）。

1.2 研究意义

不利天气状况可能导致油耗增加，延误、事故等交通事件的数量也在增加，并严重影响交通系统的性能，同时天气状况影响驾驶员行为、道路安全和道路机动性。天气可以通过增加碰撞频率和碰撞严重程度来影响道路运行的安全性，天气对机动性的影响包括增加延误和拥堵、降低交通量和速度、增加速度方差和减少道路容量。

本论文的主要研究意义：

分析不同天气条件下道路交通流的特性，为城市交通规划与设计、特殊天气下的道路安全提供了理论支撑。

综合分析交通强度影响因素的相关性，为交通出行管控的研究提供了理论基础，为交通基础设施以及交通气象站的建设提供参考。

2. 数据采集与处理

统计西藏自治区拉萨市区2019年至2021年的交通流数据和气象数据（包括日照时长、降水量和平均气温），其中气象数据集以月为单位进行统计处理（数据来源于中国统计年鉴^[8]），记录了调查时间段内的降雨量，日照时长以及平均气温的实时数据，如下表1-3。

交通流数据集指的是拉萨市的车流量，包括所有机动车的车型，通过路口的交通流量等各种交通流特性。通过整理，得到三年时间内的交通强度的数据集整理如下表4：

表1 2019年——2021年拉萨市降雨量（mm）统计数据

日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2019年	0.0	0.0	3.0	6.7	29.0	2.7	202.3	133.2	101.1	11.5	1.5	0.0
2020年	0.3	0.2	10.2	9.1	36.0	76.9	174.2	79.1	40.8	1.3	0.0	0.0
2021年	0.0	0.8	7.3	0.4	65.7	35.6	124.9	138.4	65.5	0.0	0.0	0.0

表2 2019年——2021年拉萨市日照时长（小时）统计数据

日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2019年	247.5	205.6	280.6	262.5	267.4	306.1	209.7	239.6	197.4	239.2	261.5	238.0
2020年	268.8	279.4	317.2	310.9	318.9	306.4	265.6	323.0	301.0	316.8	275.5	261.2
2021年	281.1	271.9	318.9	283.3	223.5	306.4	197.9	323.0	224.9	284.1	273.5	248.2

表3 2019年——2021年拉萨市平均气温(℃)统计数据

日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2019年	-1.9	3.1	5.8	9.7	14.3	19.6	16.3	16.8	14.4	10.3	6.1	0.3
2020年	-0.7	1.7	5.9	7.8	11.9	17.7	17.2	17.2	16.8	13.1	5.0	2.8
2021年	3.4	3.2	7.4	9.1	14.0	18.8	17.4	16.8	14.6	12.6	5.7	1.0

表4 2019年——2021年拉萨市交通流量(万辆)统计数据

日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2019年	7.23	7.16	7.35	7.21	7.34	7.87	6.97	7.43	7.64	8.13	8.42	7.37
2020年	7.27	7.12	7.89	7.76	7.79	7.35	7.02	8.02	8.17	8.28	8.19	8.03
2021年	7.22	7.20	7.48	7.85	6.97	7.61	7.45	7.57	7.63	7.92	7.71	7.69

3. 多元线性回归模型的构建

3.1 不利天气条件下交通流相关性分析

分析天气与交通强度的关系(斯皮尔曼spearman等级相关性),通过构建斯皮尔曼相关系数分别研究不同天气因素与交通流量之间的相关关系,能够充分挖掘不同天气因素对交通流量的影响,为后续融合天气因素建立交通流预测模型奠定基础。spearman等级相关性系数的公式如(1):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

其中: n: 样本总量

d: 数据x和y之间的等级差

运用spss软件分析各自变量与因变量之间的关系,两者之间得到结果为: spearman相关系数 r_s 的绝对值分别为-0.073, 0.367, 0.101,表明降雨量、日照时长及平均气温与交通量之间存在相关关系。

3.2 运用spss进行多元线性回归分析

分析结果如下表:

表5 变量独立分析表

模型摘要b					
模型	R	R方	调整后R方	标准估算的错误	德宾-沃森
1	.537a	.288	.222	.35408	1.001
a. 预测变量: (常量), 平均气温, 日照时长, 降雨量					
b. 因变量: 交通强度					

表中的德宾-沃森数值为1.001,接近数字2,则表明自变量之间相互独立。R方为0.288,则表明自变量与因变量之间的影响关系为28.8%,存在统计意义。

通过表6分析,降雨量的B(系数关系)为负值,表明降雨量与交通量成负比关系,日照时长和平均气温的B(系数关系)为正值,表明这两个自变量与因变量交通量成正比关系,即降雨量等恶劣天气条件与w交通强度

呈负相关,而温度、日照持续时间等良好天气条件与交通强度呈正相关。

表6 变量共线性分析表

模型	系数a					共线性统计	
	未标准化系数		标准化系数	t	显著性	容差	VIF
	B	标准错误	Beta				
(常量)	7.044	.485		14.535	.000		
降雨量	-.004	.002	-.590	-2.606	.014	.434	2.306
日照时长	.002	.002	.150	.878	.386	.761	1.315
平均气温	.028	.014	.454	2.077	.046	.465	2.149

a. 因变量: 交通强度

方差膨胀系数VIF < 5,则表明变量之间不存在共线性,说明收集的研究数据良好。

4. 交通流量的预测

利用GraphPad Prism做多元线性回归的曲线,并拟合出线性回归方程,预测交通量。

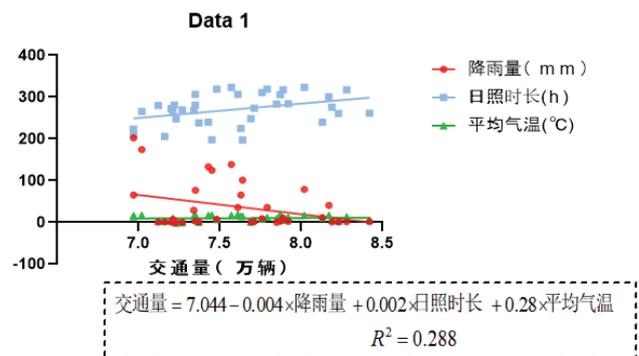


图1 交通量预测

5. 总结与展望

本文研究了高原环境城市拉萨市的不同天气条件对交通强度的影响,从分析的结果中得知降雨量对城市交通强度的影响是负面的,也说明了降雨量属于不利天气

状况, 会减少交通强度, 反而气温和日照时长属于较好的天气状况, 会增加交通强度。城市的交通强度对于城市的发展以及经济都会有一定的影响, 通过建立天气状况与交通强度等方面的联系, 可以为城市交通系统的建设提供理论支撑以及预测未来的交通强度, 缓解城市的交通拥堵等各种交通问题。

未来的发展趋势有以下几个方面:

(1) 从不利天气的分类方面来看, 能够影响交通强度的不利天气状况有很多, 不同地理环境的城市的所处的气候不同, 故而研究方向可以考虑因不同地理环境的因素探究地区的主要气候特点, 以此作为主要研究方向, 探究与交通强度等道路方面的问题。

(2) 从道路运行的安全方面来分析, 天气能够影响道路行驶的其他很多方面, 包括交通强度、道路事故率以及高速公路的交通运行方面等, 可以多角度的分析不利天气对不同道路的交通影响。

(3) 从城市的规模以及是否为旅游城市来看, 有的城市比较大而且是具有旅游特色的城市, 每年的旅客数量也有所不同, 由于天气的影响, 旅客选择到此城市的概率和数量也会受到影响, 旅客可能会因为天气的影响而临时改变旅游线路和时间, 故而就会影响到城市的交通。

参考文献:

- [1] Qiu L, Nixon W A. Effects of adverse weather on traffic crashes: systematic review and meta-analysis[J]. Transportation Research Record, 2008, 2055(1): 139-146.
- [2] Cluett C, Kitchener F, Shank D, et al. Integration of emergency and weather elements into transportation management centers[R]. United States. Federal Highway Administration, 2006.
- [3] 鄧英冲. 恶劣天气条件下交通流特性研究[D]. 山东理工大学, 2021. DOI: 10.27276/d.cnki.gsdgc.2021.000160.
- [4] 柴婷婷, 王新慧. 恶劣天气条件下高速公路交通流特性分析—以辽宁省某高速公路为例[J]. 智能城市, 2017, 3(07): 38-40.
- [5] 刘泓君. 雨雪天气下新疆高速公路交通流特性及安全控制研究[D]. 新疆农业大学, 2016.
- [6] Kyte M, Khatib Z, Shannon P, et al. Effect of weather on free-flow speed[J]. Transportation Research Record, 2001, 1776(1): 60-68.
- [7] Prevedouros, P.D., Kongsil, P.: Synthesis of the Effects of Wet Conditions on Highway Speed and Capacity, 21 July, 2003, Honolulu, HI (2003)
- [8] 中国统计年鉴 <http://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/>