

艾冠男,潘新民,张新军.新疆主要高速公路气象灾害特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2023,17(5):141-145.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2023.05.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



新疆主要高速公路气象灾害特征分析

艾冠男,潘新民*,张新军

(新疆气象服务中心,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:基于 2010—2018 年新疆交通阻断信息,结合气象观测数据,采用统计分析法、专家评估法、问卷调查法等,分析了新疆 G30、G3012、G217 线高速公路气象灾害的时空分布特征。结果表明:(1)影响新疆高速公路的气象灾害主要有道路结冰、积雪、暴雨、大雾、大风、沙尘、高温、风吹雪及次生灾害。(2)气象灾害在不同路段有明显的区域分布特征。(3)气象灾害具有明显的季节特征。冬季气象灾害最多,以积雪、大雾和道路结冰为主;春季次之,主要为大风、沙尘和道路结冰;夏季以暴雨、大风及次生灾害最为突出;秋季气象灾害相对较少。(4)G30 高速公路的大风、阴雾是新疆比较特殊的气象灾害。

关键词:高速公路;气象灾害;时空分布

中图分类号:P468;P49

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2023)05-0141-05

随着经济的不断快速发展,交通运输已成为国民生产的重要组成部分^[1-3]。近年来,极端灾害性天气频发,给交通行业带来了很大压力^[4-9]。研究表明,59%的重大交通事故与气象因素有关;35.6%的公路交通阻断是由于天气原因造成^[10]。新疆作为我国“一带一路”的重要枢纽,其公路交通在国内和国际交通运输网络中的地位和作用日益凸显。但灾害性天气对交通运输行业带来的压力却逐步增加,公众对出行安全保障的要求也越来越高^[11]。

近年来,对于公路交通气象灾害方面的研究已受到众多专家及相关单位的高度重视^[12-16]。郭春燕^[17]通过研究明确了内蒙古高速公路易发的 6 种气象灾害,但针对不同气象灾害的落区尚未定论。张静等^[18]通过专家评估法、统计分析法等分析了青海东部地区高速公路致灾气象因子的临界值。王春玲等^[19]通过 ArcGIS 空间分析法和 AHP 层次分析法对京津冀

地区高速公路冰冻灾害进行了风险区划。针对新疆高速公路气象灾害的研究目前大多局限于单一灾害,利用交通阻断信息结合气象数据对不同高速公路气象灾害种类的综合分析和灾害落区研究尚未讨论。

G30、G3012、G217 线作为新疆主要高速公路网,途经山脉、沙漠、戈壁、绿洲等不同复杂地形,气象灾害种类繁多。本文基于高速公路阻断数据,结合公路沿线 10 km 以内气象观测站点资料,通过统计分析、专家分析、实地勘测、问卷调查等方法对上述高速公路的气象灾害种类进行研究,分析了灾害的时空分布特征,以期管理部门针对性加强气象灾害防范、完善应急抢险方案及大气环境治理提供科学依据,旨在为减少因气象灾害造成的国民经济损失,保障人民生命财产安全提供指示意义。

2022 年中国气象局、公安部、交通运输部联合计划开展省级恶劣天气高影响路段优化提升工作,本文研究结论可对交通气象灾害风险区划及观测站网布局优化工作提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 高速公路选择

选取 G30 连霍高速(霍尔果斯至哈密段)、

收稿日期:2022-03-31;修回日期:2022-11-08

基金项目:中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划(N2021T007)

作者简介:艾冠男(1993—),男,工程师,主要从事天气预报服务工作。E-mail:1203369034@qq.com

通信作者:潘新民(1968—),男,正高级工程师,主要从事天气预报服务工作。E-mail:441953926@qq.com

G3012 吐和高速(吐鲁番至喀什段)、G217 阿塔国道(阿勒泰至库车段)为基本对象。

1.2 资料来源

采用的 2010—2018 年高速公路交通阻断数据由新疆交管部门提供,数据包含阻断开始时间及恢复时间、影响路段、灾害类型和详细阻断情况说明,共 9 类气象灾害,800 余条数据。选用的高速公路沿线 10 km 范围内新疆常规气象站点 2010—2018 年逐日地面观测资料(包含气温、最高气温、降水量、能见度、极大风速等常规气象观测要素)来源于新疆气象信息中心。

1.3 数据处理方法

基于 2010—2018 年交通阻断数据,结合同期气象历史数据,采用统计分析法,筛选出因气象因素造成的交通阻断数据,确定新疆主要高速公路受灾类型。

1.4 灾害隐患点(段)挑选方法

采用专家评估法和实地勘测法,根据公路管理局相关专家对因气象因素造成的事故多发路段进行评估,同时采用实地勘测法详细了解道路实际情况,搜集高速公路基本信息、事故多发路段道路形态、土壤结构及植被覆盖率等,确定灾害隐患点(段)^[20-21]。

1.5 致灾气象因子临界值确定法

采用问卷调查法,专家由交管、气象部门组成。调查公路交通监管运营部门气象灾害防御相关业务标准规范,结合交通阻断信息资料、气象历史资料,得出本地化致灾气象因子临界值^[22-24]。

2 结果与分析

2.1 主要公路气象灾害及其区域分布特征

通过对 G30、G3012、G217 线新疆境内路段气象灾害风险普查及灾害数据分析得出,影响新疆高速公路主干线的气象灾害主要有 8 种,分别为道路结冰(24.3%)、积雪(20.9%)、暴雨(15.5%)、大雾(13.5%)、大风(10.5%)、沙尘(4.7%)、高温(4.7%)、次生灾害(3.6%)及风吹雪(2.4%)。气象灾害在不同路段上有明显的区域分布特征(图 1)。

G30 主要受道路结冰、积雪、大雾、大风、高温灾害影响。受道路结冰、积雪和大雾灾害引起的交通管制路段主要集中在 K3600~K3799 段(乌鲁木齐至奎屯辖区),积雪易发路段与吴彦等^[22]北疆公路积雪在乌鲁木齐至乌苏一线居多的结论契合。受大风灾害引起的交通管制路段主要集中在 K3421~K3472 段(三十里风区)、K2920~K3170 段(百里风区),与陈

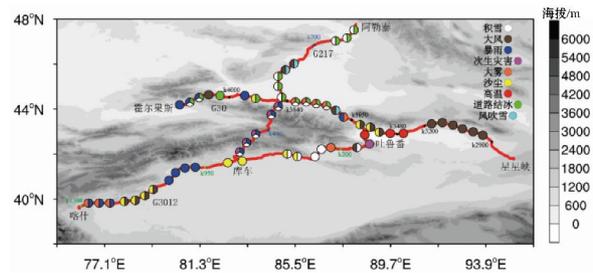


图 1 新疆主要高速公路气象灾害的空间分布(两种以上气象灾害采用单个灾害图例的颜色组合,不含比重。●代表积雪和道路结冰灾害,●代表暴雨、积雪和次生灾害;黑色数字代表 G30 桩号,绿色数字代表 G3012 桩号,蓝色数字代表 G217 桩号)

文友等^[23]、张太西等^[25]的风害风险区划大致相同。高温主要集中在 K3310~K3472 段(吐鲁番至鄯善辖区)。G30 作为北疆主要高速公路之一,与天山山脉大致平行,呈东西向,纬度和地形强迫抬升作用是导致天山中部及其两侧冬季降雪天气明显的原因之一^[26-27]。路面温度昼夜差异大,可能是导致路面结冰、积雪灾害相对集中的原因之一。受天山山脉独特的地形影响,在吐鲁番地区和哈密地区形成了三十里和百里两大风区,风区以偏北风为主导风向,并与东西走向的公路形成横风效应,这是上述路段出现大风灾害的主要原因。

G3012 主要受暴雨、沙尘、大风、高温灾害影响。受暴雨灾害引起的交通管制主要集中在 K720~K975 段(克州至阿克苏辖区),以短时强对流引起的降水为主,与刘艳等^[28]提出的新疆暴雨型洪水灾害高风险区位于南疆西部山区和天山南坡中段的结论一致。沙尘、大风灾害以分散性分布为主,交通管制主要以大风引起的沙尘为主。高温主要集中在 K80~K0 段(托克逊至吐鲁番辖区)。G3012 大部位于塔克拉玛干沙漠边缘,沙尘以翻山的西北风和海平面气压差异引起的偏东风为主,大风强度弱于 G30 风口。

G217 对交通安全影响最大的灾害主要为暴雨、积雪、次生灾害(泥石流、塌方、融雪性洪水等)、大风。暴雨、次生灾害主要集中在“独库”路段,“独库”路段积雪无固定发生季节,大风主要集中在克拉玛依辖区。

综上,新疆主要高速公路气象灾害区域化分布特征明显,G30 主要受道路结冰、积雪、大雾、大风、高温灾害影响,G3012 主要受暴雨、沙尘、大风、高温灾害影响,G217 主要受暴雨、积雪、次生灾害(泥石

流、塌方、融雪性洪水等)影响。高频气象灾害也与新疆独特地形和纬度有关。新疆特殊地形使得山区暴雨具有强度大、历时短、发生概率高的特点,对山区公路成灾率极高。G30 主体靠近且平行于天山山脉北坡,天山山脉对气流有分流和阻挡抬升作用,会引发强垂直运动,促使水汽向上层输送,使降水在山脉迎风坡一侧有明显增幅。受天山山脉独特的地形影响,在吐鲁番地区和哈密地区形成了三十里和百里两大风区,风区以偏北风为主导风向,并与东西走向的公路形成横风效应。受纬度等因素影响,新疆地处我国西北干旱、半干旱区,G3012 分布在塔克拉玛干沙漠周围,荒漠化土地居多,防沙能力较弱,导致常年频繁受风沙灾害。

2.2 气象灾害季节分布特征

在分析新疆主要高速公路受灾类型的基础上,对气象灾害的时间分布进行了统计分析。影响新疆主要高速公路的气象灾害具有明显的季节分布特征(图 2)。冬季(12 月—次年 1 月)灾害发生频次最多,以道路结冰、积雪、大雾为主;其次为春季(3—4 月),大风、沙尘和道路结冰灾害频发;夏季(6—7 月)以强降雨、高温、次生气象灾害最为突出;秋季气象灾害相对较少。

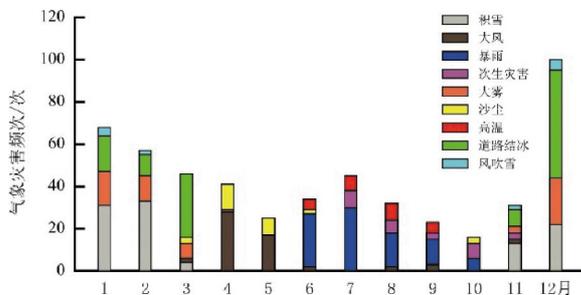


图 2 新疆高速公路气象灾害的月变化

冬季道路结冰、积雪、大雾灾害明显。冬季的阴雾天气是新疆比较特殊的气象灾害,凡出现雾或由雾抬升的低云(主要是层云、碎云,有时也有闭光高层云、层积云)维持半天以上,或者夜间出现的雾维持到第二天的 12 时以后,能见度 $<1\ 000\text{ m}$ 的雾称为阴雾天气^[29]。北疆冬季持续时间长,积雪稳定深厚,同时受天山山脉地形影响,容易形成较为强烈的逆温层,导致近地面层发生阴雾天气且维持时间较长,多者持续 10 d 以上,对行车安全影响极大。

春季大风灾害频发。由于春季天气变化比较剧烈,冷空气活动较为频繁,受峡谷效应影响,G30 三十里、百里风区、G217 克拉玛依辖区、G3012 阿图什

至库车辖区在冷空气入侵时以西北大风为主,冷空气过后,G3012 阿图什至库车辖区以偏东风引起的沙尘灾害为主。

夏季高温、暴雨、次生灾害特殊。吐鲁番地区作为我国著名的“火洲”,因盆地地形,热量易聚集于此,夏季地面最高气温局地可达 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。G217 “独库”段横穿复杂天山山脉,受地形影响,夏季频发短时强降水,同时带来的泥石流、塌方、融雪性洪水等次生灾害对交通造成的影响极大。

相对于其他地区,G30 灾害性大风、冬季的阴雾是新疆比较特殊的气象灾害。

2.3 气象灾害隐患点(段)基本信息分析

通过气象灾害风险普查得知,G30、G3012、G217 高速公路气象灾害风险隐患点(段)共计 50 个,其中 G217 分布最多,为 22 个。50 个灾害隐患点(段)的路基岩土类型以碎石土为主,占 94%。灾害隐患点(段)的道路形态以弯道为主,G217 隐患点(段)均为弯道。G30、G3012 植被覆盖率较低,G217 整体植被覆盖率表现出较明显的区域化。

通过交管、气象部门组成的专家调查,对现有致灾气象因子临界值参考指标进行本地化初步订正(表 1)。

表 1 高速公路致灾气象因子临界值

致灾气象因子指标	大雾	降雨	路面结冰	大风	降雪	积雪	沙尘暴
	能见度/m	小时降水量/mm	路面温度/ $^{\circ}\text{C}$	极大风速/m/s	24 h 降水量/mm	雪深/cm	能见度/m
G30	200	10.1	0	17.2	3	5	200
G3012	200	4.0(南疆)	0	17.2	3	5	200
		6.0(北疆)					
G217	200	6.0(平原)	0	10.8	3	5	500
		4.0(山区)					

3 结论

(1)G30、G3012、G217 线高速公路所受的气象灾害主要有道路结冰、积雪、暴雨、大雾、大风、沙尘、高温、次生灾害(泥石流、塌方、融雪性洪水等)及风吹雪。

(2)G30、G3012、G217 线高速公路所受的气象灾害有明显的区域化分布特征。G30 线高速公路以道路结冰、积雪、大雾、大风、高温灾害为主,且分别有易发区。G3012 线高速公路暴雨、高温灾害路段相对集中,沙尘、大风灾害呈分散性分布。G217 线高速公路的强降雨及次生灾害(泥石流、塌方、融雪性洪

水等)主要集中在“独库”路段山区。

(3)影响新疆主要高速公路的气象灾害具有明显的季节分布特征。冬季气象灾害频次最多,以公路积雪、大雾和路面结冰为主。其次为春季,主要为大风、沙尘和道路结冰。夏季以强降雨、大风及次生气象灾害最为突出。秋季气象灾害相对较少。

(4)相对于其他地区,G30 灾害性大风、冬季的阴雾是新疆公路比较特殊的气象灾害。

(5)对致灾气象因子临界值指标进行了本地化初步订正。

结合本文研究结论,建议今后针对气象灾害风险区划、气象灾害形成机理及发生发展规律的研究,在风险普查的基础上需采用多部门数据共同分析,以期取得更精准和更具有科学代表性的研究成果。同时需加快新疆高速公路交通气象监测和预警设施的建设,针对气象灾害易发路段增加可视化预报、预警显示屏,完善气象服务工作。

由于新疆铁路沿线与公路大部基本并行,上述研究结论也可为新疆铁路气象灾害防御提供参考,对提高新疆交通安全运营的服务能力和水平具有指示意义。但研究内容仍有不足,致灾气象因子临界值和气象灾害预警机制有待深入研究。

参考文献:

[1] 韩悦臻,尚春青.交通运输与经济发展关联性分析[J].公路,2008(9):345-349.

[2] 陈剑飞,粟华林.广西陆路交通气象服务的现状与思考[J].气象研究与应用,2010,31(3):38-40,118.

[3] 夏媛媛.高速公路经济与社会效益的关联性分析[J].财经界,2020(29):19-20.

[4] 吴彦,陈春艳,路光辉.沿天山高速公路冰雪灾害分析及其对交通安全的影响[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(5):66-70.

[5] 保广裕,周丹,郑玲,等.青海省公路沿线强降雪天气灾害风险区划研究[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(4):109-116.

[6] 白永清,何明琼,刘静,等.高速公路交通事故与气象条件的关系研究[J].气象与环境科学,2015,38(2):66-71.

[7] 李博渊,王小号.阿勒泰地区强降雪灾害风险研究[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(3):47-52.

[8] 曲晓黎,刘华悦,齐宇超,等.河北省高速公路交通事故与气象条件定量关系研究[J].干旱气象,2020,38(1):169-175.

[9] 刘泓君,朱兴琳,唐榛.降雨对新疆高速公路交通流特征的影响[J].公路工程,2017,42(1):190-193.

[10] 黄树燕,史彩霞,覃天信,等.广西主要高速公路气象灾

害风险调查分析[J].气象研究与应用,2017,38(3):99-104.

[11] 李鹏.浅析高速公路对新疆经济发展的拉动作用[J].民营科技,2009(7):103.

[12] 朱保林,彭艳秋,黎成超,等.云南省高速公路气象灾害风险特征分析与应对[J].公路,2021,66(3):231-236.

[13] 张晓美,吕明辉,王毅,等.我国公路交通气象灾害风险隐患特征分析[J].灾害学,2019,34(4):19-24.

[14] 索朗白玛,拉巴卓玛,尼琼,等.西藏公路交通气象灾害风险普查结果分析[J].西藏科技,2018(10):64-66.

[15] 丰德恩,唐卫,柳艳香,等.中国高速公路交通气象灾害风险预警业务系统设计与应用[J].气象科技,2018,46(4):822-828.

[16] 苗英豪,刘卜宁,WANG Linbing,等.1959—2019年影响公路的中国气候条件变化状况研究[J].山东建筑大学学报,2021,36(4):9-19.

[17] 郭春燕.内蒙古公路交通气象灾害及服务分析[J].内蒙古气象,2015(3):39-43.

[18] 张静,黄胜,保广裕,等.青海省东部地区交通气象灾害风险普查分析[J].青海环境,2016,26(4):185-189.

[19] 王春玲,郭文利,李迅,等.京津冀地区高速公路冰冻灾害风险区划[J].气象与环境学报,2018,34(1):45-51.

[20] 张新军,刚赫,王舒.新疆 G30 高速公路气象灾害调查与分析[J].气象灾害防御,2019,26(4):21-24.

[21] 金勇根,龙余良,杨华,等.江西省高速公路气象服务效益评估及气象灾害影响分析[J].气象与减灾研究,2019,42(1):54-58.

[22] 吴彦,江远安,王胜利.冬季影响北疆高速公路行车安全的气象要素特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2010,4(2):6-11.

[23] 陈文友,马志福,马淑红,等.新疆公路风害风险区划研究[J].中国科技信息,2013(15):139-141.

[24] 张金满,曲晓黎,赵娜,等.河北省公路交通气象灾害风险普查[J].交通企业管理,2014,29(4):61-63.

[25] 张太西,王慧,余行杰.新疆风灾时空分布特征分析[J].干旱区地理,2021,44(5):1281-1289.

[26] 曹兴,毛炜峰,尹冰霞,等.不同定义指标下的乌鲁木齐寒潮过程气候特征对比分析[J].沙漠与绿洲气象,2017,11(3):31-37.

[27] 牟欢,于碧馨,张俊兰.新疆“4·23”强寒潮降温特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(3):59-65.

[28] 刘艳,何清,戴晓爱,等.新疆铁路沿线主要气象灾害风险区划及减灾对策探讨[J].自然灾害学报,2016,25(3):48-57.

[29] 窦新英.乌鲁木齐市阴雾天气分析[J].新疆气象,1996(6):15-17.

Meteorological Disasters Characteristics of Major Expressway in Xinjiang

AI Guannan, PAN Xinmin, ZHANG Xinjun

(Xinjiang Meteorological Service Center, Urumqi 830002, China)

Abstract Based on the traffic blocking data in Xinjiang from 2010 to 2018, combined with meteorological observation data, statistical analysis method, expert evaluation method, questionnaire survey method were used to analyze the temporal and spatial distribution characteristics along G30, G3012 and G217 expressways in Xinjiang. The results show that: (1) The mainly meteorological disasters influencing in Xinjiang expressway are road icing, snow cover, torrential rain, dense fog, gale, sandstorm, high -temperature, secondary disasters and drifting snow. (2) The meteorological disasters have obvious regional distribution characteristics in different road sections. (3) The meteorological disasters have obvious seasonal distribution characteristics. The most meteorological disasters in winter are snow covered, dense fog and road icing in winter, followed by gale, sandstorm and road icing in spring, torrential rain, gale and secondary disasters are the most prominent in summer, less in autumn. (4) Gale and cloudy -dense on G30 expressway are special meteorological disasters in Xinjiang.

Key words expressway; meteorological disaster; spatial and temporal distribution