

新疆拟建铁路沿线雪风灾分区和致灾性分析^{*}

刘 艳¹, 阮慧华², 何 清¹

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 广东省气象信息中心, 广东 广州 510080)

摘 要: 对 1990–2000 年新疆铁路沿线地区 220 个大风灾害日和 2000–2010 年 300 个大(暴)雪日灾情进行了分析, 以 1961–2008 年年均冬季最大雪深、1961–2010 年年均最大风速和致灾性大风日数及承灾体脆弱性作为铁路沿线雪风灾评价指标, 基于 GIS 空间分析对拟建铁路沿线地区的雪风灾进行了区域划分和致灾性定量分析。结果表明: ① 冬春季是铁路沿线雪灾高发季。拟建铁路阿勒泰–富蕴段、塔城–额敏段为重雪灾区。在铁路弯道设计、防风墙建设方面应进行严格科学论证, 作好积雪防护。② 大风致灾事件多发生在 4–6 月。拟建铁路吐鲁番境内柴窝铺–了墩段位于大风高值区, 年均大风日 60 d 以上, 哈密–若羌段 40 d 左右, 塔什库干–阿克陶段 25 d 左右。建议在大风地区修建“挡风墙”并修建防护林带和保护铁路沿线现有稀疏植被。

关键词: 新疆; 拟建铁路; 雪风灾; 致灾性

中图分类号: X43; P426.63 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2012)02–0054–04

0 引言

特殊的地理特征和巨大的资源优势决定了新疆必须依靠“大运量、低成本、高效率”的铁路运输。目前, 铁路承担了 95% 的进出疆客货运输任务。铁路沿线因所处地理环境特殊, 使其常面临大风、沙害和积雪等气象灾害威胁^[1–8]。目前, 铁路沿线地区气象灾害问题已成为制约铁路安全运输的重要因素之一。如何进行防御并提出合理规划建议对保障新疆经济可持续发展意义重大。本文综合有关铁路沿线、城市暴雨和农业污染等自然灾害的研究方法, 将其应用到新疆拟建铁路沿线雪风灾的区划和致灾性分析中。对新疆拟建铁路沿线 47 个行政单元雪风灾历史记录进行统计, 选取新疆 105 个地面站 1961–2010 年极大风速日资料和年均最大风速资料分析了沿线大风空间特征, 选取北疆 51 个地面站 1961–2008 年逐日雪深资料重点分析了沿线冬季最大雪深空间分布, 以此获得铁路沿线雪风灾的高(易)发区域。利用 GIS 空间分析技术, 以铁路沿线两侧 50 km 缓存区为研究对象, 综合人口密度、地均 GDP、人均 GDP 和

耕地比重建立雪风灾承灾体脆弱性指数定量分析雪风灾高(易)发区域的承灾强度, 给新疆拟建铁路的合理规划提出科学建议。

1 数据来源与分析方法

1.1 区域选择与数据来源

1.1.1 区域选择

目前, 自然灾害统计数据主要以县级行政单元为主, 铁路沿线自然灾害与所穿越行政单元的自然灾害具有一定的相似性^[9–11], 在缺乏直接针对交通干线自然灾害统计数据的情况下, 提取铁路沿线各行政单元的历史自然灾害记录, 对其加以研究分析。因此, 本文以铁路两侧 50 km 为缓存区(Buffer), 选择对铁路沿线具有自然灾害统计意义的 47 个行政单元进行分析。

1.1.2 数据来源

① 灾情数据。选自 2000 年整编的《中国气象灾害大典(新疆卷)》, 统计时段 1990–2000 年, 220 条风灾记录。2000–2010 年新疆各地区县乡镇村雪灾灾情, 包括伤亡人数、过程降水量、房屋损失、牲畜受灾和经济损失等 300 条雪灾记录。

* 收稿日期: 2011–10–18

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201106012, GYHY201106007); 和半干旱气候变化教育部重点实验室(兰州大学)开放基金项目

作者简介: 刘艳(1978–), 女, 河南扶沟人, 助理研究员, 主要从事遥感在积雪、植被变化监测等方面的研究。

E-mail: liuyan@idm.cn

② 气象数据。全疆 105 个地面站 1961–2010 年极大风速日数据和最大风速月数据,在此基础上计算了年均最大风速和大风日数(风速 > 17 m/s)。北疆 51 个地面站 1961–2008 年雪深日数据,在此基础上计算了冬季(11 月至次年 3 月)最大雪深。

③ 社会经济数据。摘自 2009 年新疆统计年鉴。各县市人口密度、地均 GDP、人均 GDP 和耕地比重。

④ 地理信息数据。铁路沿线不同比例尺(1:5 万, 1:25 万和 1:100 万)基础地理信息数据。主要包括行政区划图、数字高程模型(DEM)和铁路分布等。

1.1.3 研究方法

① 历史灾情记录量化。雪风灾频次统计和风灾影响对象类型和历年最大经济损失统计。

② 致灾性大风定义。根据《地面气象观测规范》的规定^[12],当瞬间风速达到或超过 17.0 m/s(或目测估计风力达到或超过 8 级)的风记为大风。由于无法得到长时段完整的顺时大风,本文以 10 min 平均风速大于或等于 17.0 m/s 定义为致灾性大风。

③ 灾情评估因子。雪深和风数据来自有限地面站,且站点位置分布及其密度受地形条件限制。因此,必须进行空间插值生成连续分布的雪深和大风空间信息。本文将研究区内各地面站多年平均最大雪深、年均最大风速和致灾性大风日数矢量图层进行空间内插获得各要素栅格图。

④ 雪风灾风险度分析。采用人口密度、地均 GDP、人均 GDP 和耕地比重建立雪风灾承灾体指数 C_H 作为雪风灾的脆弱性指标定量表示发生县域的承灾强度。 C_H 值愈高,表明承灾体潜在的危险性愈大^[13]。 C_H 计算公式如下:

$$C_H = (P_d + L_d + Pd + Ed) / 4, \quad (1)$$

式中: P_d 、 L_d 、 Pd 和 Ed 分别代表人口密度(人/km²)、耕地比重(%)、人均 GDP(万元/人)和地均 GDP(万元/km²)。由于所选用指标单位不同,为了便于计算,选用以下直线缩放公式,将各个指标量化到可计算的 0~10 的无向量指标来表示:

$$X = X_i * 10 / X_{\max}, \quad (2)$$

式中: X 表示无向量的指标值; X_i 表示各指标的原始值; X_{\max} 表示各指标的最大值。

2 铁路沿线雪风灾分区

2.1 雪灾分区

由于雪灾记录中伤亡人数、过程降水量、房

屋损失、牲畜受灾和经济损失数据的不完整性,本文仅对 2000–2010 年新疆各个地区县乡镇村发生雪灾的次数进行了统计,以此作为雪灾分区的定量指标(图 1)。结果显示:近 10 年,阿勒泰市和富蕴县出现雪灾均计 11 次,塔城盆地的塔城市和额敏县分别达 10 次和 8 次,伊犁河谷的伊宁县高达 8 次。同时,从时间分布上看,当年 11 月至次年 2 月的 5 个月中都有可能出现较厚积雪。南疆较强积雪主要出现在 2 月和 3 月,积雪保留时间较短。冬季(11 月至次年 3 月)最大雪深多年平均空间分布(图 2)显示,拟建铁路在阿勒泰–富蕴段、塔城–额敏段最大雪深 60~70 cm,哈巴河–布尔津–福海段和额敏–托里段为 40~60 cm。这是因为天山北坡是迎风坡,西北气流受地形作用在北坡抬升,使得这一带成为降水集中区域。因此,综合历史雪灾状况和区域冬季最大雪深空间分布状况,获知拟建铁路隶属阿勒泰–富蕴一带、塔城–额敏–托里一带为雪灾高发区。

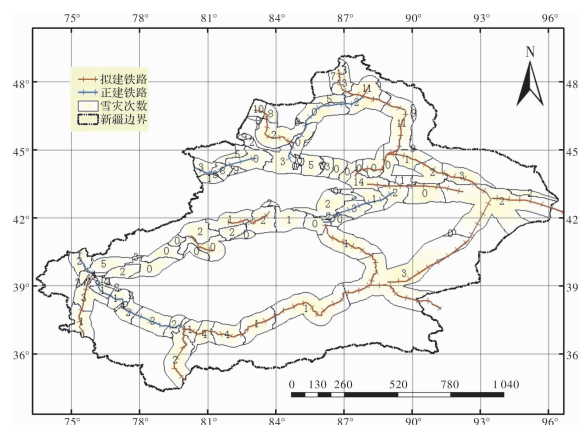


图 1 2000–2010 年全疆雪灾次数分布图(单位: d)

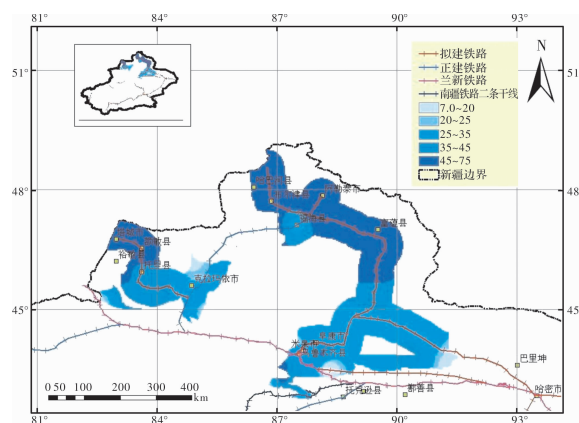


图 2 1961–2008 年冬季平均最大雪深空间分布(单位: cm)

2.2 风灾分区

对 1950–2000 年全疆各个地区县市乡村大风

灾害记录进行删选后,本文选择了铁路沿线通过行政单元 1990-2000 年的 220 条风灾记录,对其进行了风灾出现次数统计、风灾影响区域对象类型和历年最大经济损失统计(图 3)。其中,吐鲁番地区风灾次数居全疆之首,大风级别在 10 级以上,主要造成境内铁路中断和填埋坎儿井及部分农田受损。1993 年 5 月 4-5 日、9-10 日期间,了墩站至鄯善站 7 处路轨被大风掀起沙土掩埋,交通运输被迫中断 3 d,大风使该区段通讯线路中断,7 台火车头玻璃被打坏,造成经济损失高达 6 400 万。克拉玛依市大风级别在 9~12 级,主要造成市内通讯线路和油田野外作业停顿。尉犁县和若羌县次数达 8 次,主要造成英苏牧区和瓦石峡乡牧区牲畜受灾。和田地区的洛普县 10 次,主要造成房屋、羊棚和葡萄架倒塌。疏附县 4 次,主要造成棉花和蔬菜大棚受损,最大经济损失达 214 万。阿勒泰地区的布尔津主要为作物受损和部分作物和水渠被沙掩埋的风灾。从时间分布上看,风灾多出现在 4、5 和 6 月。4 月风灾为 46 次,5 月 71 次,6 月 20 次。因此,应在春夏季重点做好大风灾害的防范工作。

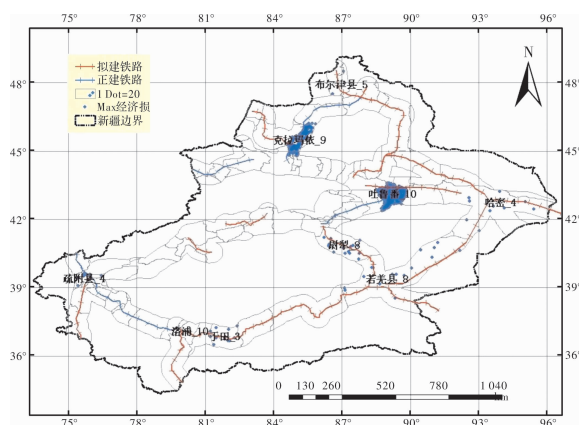


图 3 1990-2000 年全疆风灾次数分布图(单位: d)

大风日数和年均最大风速多年平均空间分布(图 4、5)显示,致灾性大风在全疆大风主要有 4 个高值中心,分别为托里县境内的阿拉山口、哈密境内的十三间房、乌鲁木齐县境内的达坂城和克拉玛依市。其中,柴窝铺-了墩路段年均大风日数 60 d 以上,年均最大风速 20~34 m/s,十三间房高达 150 d 以上,年均最大风速 34 m/s。哈密-若羌段 40 d 左右,年均最大风速 17~20 m/s,塔什库尔干-阿克陶县 25 d 左右,年均最大风速 8~17 m/s。

综合近 10 年地区风灾状况和区域最大风速和

大风日数多年平均分布特征,建议拟建铁路在柴窝铺-了墩路段、哈密-若羌段和塔什库尔干-阿克陶段应作为大风灾害的重点防护区。

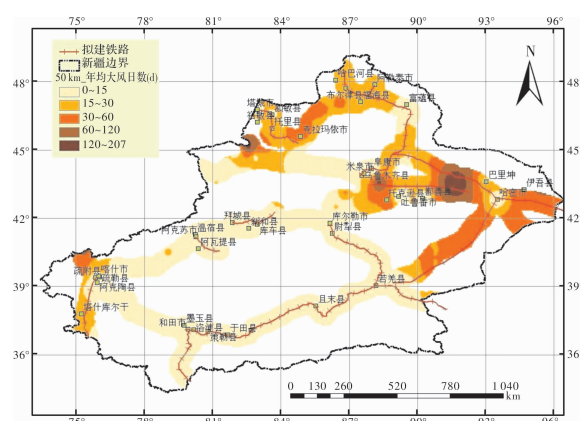


图 4 1961-2010 年年均大风日数(单位: d)

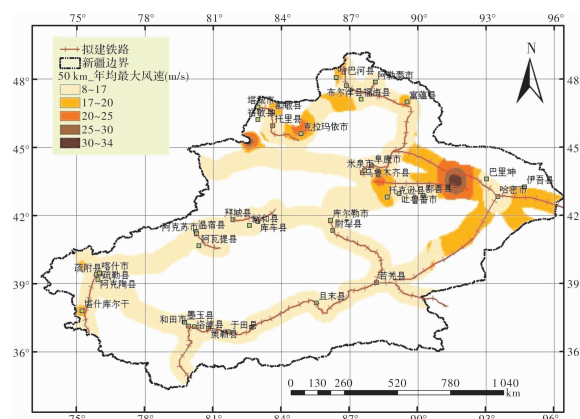


图 5 1961-2010 年年均大风风速(单位: m/s)

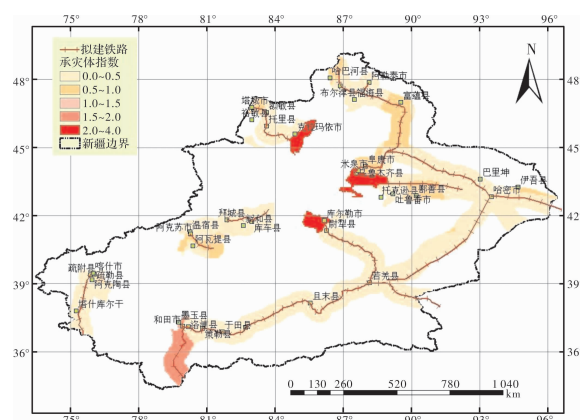


图 6 拟建铁路沿线雪风灾承灾体指数分级图

3 雪风灾风险度分析

灾害是承灾体与致灾因子相互作用的结果,致灾因子是灾害形成的必要条件。但是,如果没有灾害作用对象,即承灾体,就无灾害而言。因

此,自然灾害的损失是致灾因子和承灾体共同作用的结果。利用式(1)和式(2)生成雪风灾承灾体指数CH栅格图。可看出(图6),承灾体脆弱性区域差异性显著。北疆克拉玛依和乌鲁木齐市及周边和南疆库尔勒市和和田市经济发达且地区面积小,人口较集中。因此,承灾体脆弱性也最高。吐鲁番地区的鄯善县因耕地比重较大,脆弱性也较高。南疆阿克苏地区的拜城县和库车县和巴州的尉犁县、若羌县和且末县及和田地区的民丰县、于田县、策勒县和洛浦县耕地比重和人口密度较小,脆弱性最低。

4 研究结论

本文利用GIS技术,综合新疆历史雪风灾和区域积雪/大风空间特征对拟建铁路沿线雪风灾进行了区域划分和承灾体脆弱性分析,得到以下结论:

(1)冬春季是铁路沿线雪灾高发季,特别在北疆阿勒泰地区和塔城盆地,拟建铁路阿勒泰-富蕴段、塔城-额敏-托里段为重雪灾区。铁路设计阶段应开展线路走向、线路海拔等气象专题研究和实地野外调查及实地短期气候观测,根据各段地貌特征和气象条件,在铁路弯道设计、防风墙建设方面进行严格科学论证。在铁路设计时,应尽量增大弯道半径,选择积雪概率小的地段且线路走向尽量与盛行方向一致,力争避开风吹雪地段和风口地带。工程防治方面建议安装导风设置、侧导板、防雪墙和防雪栅栏等,营造防风雪林带,适当提高路基,修缮边坡等。

(2)大风致灾事件多发生在4-6月。北疆克拉玛依市、吐鲁番地区是大风重灾区,前者主要造成市区和油田作业区停顿,后者主要造成途径铁路停运和部分农田受损。南疆地区风灾主要为种植区农田受损和部分沟渠沙掩埋及牧区牲畜死亡。拟建铁路柴窝铺-了墩段、哈密-若羌段和塔什库尔干-阿克陶段为大风灾害的重点防护区,春夏季重点做好对大风灾害的防范。在防风设施设计和修筑时应对极端天气事件的可能发生给予

充分考虑。在大风地区修建“挡风墙”,并在大风风口处修建防护林带,同时,建议有关部门不要随意破坏铁路沿线现有的稀疏植被,以便更好地改善铁路周围环境

由于缺乏直接针对拟建铁路沿线自然灾害的统计数据,提取沿线地区雪风灾记录的不完整性,都有可能造成所得结论可能存在一定的局限性。后续研究中,有待获取完善的铁路沿线灾情数据和铁路沿线加密气象观测数据,以便为新疆铁路规划建设提出科学可信的建议。

参考文献:

- [1] 刘德才. 论气象灾害对新疆国民经济的影响及其对策[J]. 干旱区研究, 1995, 12(3): 7-13.
- [2] 孙庆伟, 王涛, 韩志文, 等. 北疆铁路沿线风沙危害的研究[J]. 中国沙漠, 2004(3): 182-186.
- [3] 姜强, 薛洁. 铁路大风监测与行车安全试验[J]. 新疆气象, 2006, 29(3): 25-27.
- [4] 李斌. 兰新线风区段铁路大风气象灾害及防风措施[J]. 大陆桥视野, 2007(6): 88-89.
- [5] 向明燕, 范丽红, 海米提·依米提, 等. 新疆近45年气象灾害及其防御措施[J]. 干旱区研究, 2007, 24(5): 171-175.
- [6] 刘双进. 精伊霍铁路风吹雪灾害预防和治理探讨[J]. 路基工程, 2008(4): 74-75.
- [7] 祁延录, 王怀军. 大风对新疆铁路的影响及防护[J]. 西部探矿工程, 2009(6): 161-163.
- [8] 蒋富强, 李炎, 李凯崇, 等. 兰新铁路百里风区风沙流结构特性研究[J]. 铁道学报, 2010(6): 105-110.
- [9] 魏一鸣. 自然灾害复杂性研究[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 25-31.
- [10] 戴雪荣, 师育新, 命立中, 等. 上海城市地貌环境的致灾性[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 636-640.
- [11] 刘峰贵, 张海峰, 陈琼, 等. 青藏铁路沿线自然灾害地理组合特征分析[J]. 地理科学, 2010, 30(3): 384-390.
- [12] 俞卫平. 地面气象规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 24.
- [13] 王静爱, 徐伟, 史培军, 等. 2000年中国风沙灾害的时空格局与危险性评价[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 1-6.

(下转第61页)

这也与宁夏南北降水分布极为不均的现状相一致。

参考文献:

- [1] 张继权, 李宁. 主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.
- [2] 罗培. 基于 GIS 的重庆市干旱灾害风险评估与区划[J]. 中国农业气象, 2007, 28(1): 100-104.
- [3] 张斌, 赵前胜, 姜瑜君. 区域承灾体脆弱性指标体系与精量化模型研究[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 36-40.
- [4] 童亿勤, 杨晓平, 李加林, 等. 宁波市水旱灾害孕灾环境因子分析[J]. 灾害学, 2007, 22(3): 32-35.
- [5] 邵晓梅, 刘劲袂, 许月卿. 河北省旱涝灾害孕灾环境本底条件研究[J]. 国土与自然资源研究, 2001(2): 1-3.
- [6] 王静爱, 苏筠, 商彦蕊, 等. 中国旱灾农业承灾体脆弱性诊断与评价[J]. 地球科学进展, 2006, 21(2): 161-169.
- [7] 樊运晓, 罗云, 陈庆寿. 区域承灾体脆弱性综合评价指标权重确定[J]. 灾害学, 2001, 16(1): 85-87.
- [8] 庄晓翠, 杨森, 赵正波, 等. 干旱指标及其在新疆阿勒泰地区干旱监测分析中的应用[J]. 灾害学, 2010, 25(3): 81-85.
- [9] 谢五三, 田红. 安徽省近 50 年干旱时空特征分析[J]. 灾害学, 2011, 26(1): 94-98.
- [10] 何艳芬, 张柏, 刘志明. 农业旱灾及其指标系统研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(5): 239-244.
- [11] 姚玉璧, 张存杰, 邓振镛. 气象、农业干旱指标综述[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(1): 185-189.
- [12] 韩海涛, 胡文超, 陈学君, 等. 三种气象干旱指标的应用比较研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(1): 237-241.
- [13] 乔丽, 杜继稳, 薛春芳, 等. 干旱指标在陕西省适用性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 1-6.
- [14] 张强, 高歌. 我国近 50 年旱涝灾害时空变化及监测预警服务[J]. 科技导报, 2004(7): 21-24.

Comparative Analysis of Two Arid Indexes in Drought Disaster-causing Factors — A Case Study of Ningxia

Li Hongying, Zhang Xiaoyu, Cao Ning, Yuan Haiyan and Duan Xiaofeng
(Ningxia Key Laboratory for Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan 750002, China)

Abstract: Drought disastrous factors is an important part of disaster risk analysis theory system, drought hazard risk is determined by drought degree and the probability. Based on the hazard risk computing model, two arid indexes of precipitation anomaly percentage and standard precipitation index are contrasted and analyzed, including the hazard of the drought disaster-causing factors in south mountainous area of Ningxia. The results show that hazard of the drought disaster-causing factors has same trend based on the two arid indexes, which are matched with that of actual conditions. Considering that the method is simple and easy, precipitation anomaly percentage could be chosen as the basis for risk index analysis of the drought disaster-causing factors in Ningxia. Analysis of drought risk zoning of the whole region indicates that the risk of drought increases from south to north in Ningxia.

Key words: precipitation anomaly percentage, standard precipitation index, risk of drought disaster-causing factors; Ningxia

(上接第 57 页)

Snow and Wind Disaster Zoning and Catastrophability Analysis of the Planned Railway in Xinjiang

Liu Yan¹, Ruan Huihua² and He Qing¹
(1. Institute of Desert Meteorology, CMA, Urumqi 830002, China;
2. Guangdong Meteorological Information Center, Guangzhou 510080, China)

Abstract: In this paper, 220 strong wind disasters occurred in 1990 ~ 2000 and 300 snow disasters occurred in 2000 ~ 2010 in the areas along the railway are analyzed. Average annual maximum snow depth in winter during 1961 and 2008, average annual maximum wind speed and average annual number of days during 1961 and 2010 and the vulnerability of hazard-affected bodies are used as the index to evaluate the degree of snow and wind disasters along the railway. Snow and wind disasters zoning and quantitative analysis of hazard in the areas along the planned railway are analyzed by using GIS spatial methods. The results show that, ① winter and spring are high-occurrence seasons of snow disasters along the railway line. The planned railway in the areas of Aletai-Fuyun and Tacheng-Emin are heavy snow areas. The strict scientific verification should be made for railway curve design and windbreak wall construction for heavy snow protection. ② Most of wind disasters occur in April, May and June. The planned railway in the areas of Chaiwopu-Liaodun in Tulufan basin is in the high risk area of wind, average annual number of wind days is more than 60 days, Hami-Ruoqiang section is 40 days, Tashikuergan-Aketao is about 25 days. Wind wall and shelter belts should be constructed in the windy areas and the existing sparse vegetation along the railway should be protected to withstand high winds.

Key words: Xinjiang; planned railway; snow and wind disasters; catastrophability