

张新军,刚赫,王舒. 兰新铁路第二双线大风规律及影响分析[J]. 陕西气象,2019(2):21-27.

文章编号:1006-4354(2019)02-0021-07

兰新铁路第二双线大风规律及影响分析

张新军¹,潘新民¹,刚 赫²,王 舒¹

(1. 新疆维吾尔自治区气象服务中心,乌鲁木齐 830002;

2. 新疆金锋华云气象科技有限公司,乌鲁木齐 830002)

摘 要:利用兰新铁路第二双线 16 个新建气象站 2010 年 7 月 1 日至 2014 年 6 月 30 日多层高度风向、风速资料,对兰新铁路第二双线沿线 10 m 高度和近地层大风分布规律进行分析。结果表明,兰新铁路第二双线沿线 10 min 平均风速、极大风速变化趋势基本一致,但风速最大站与最小站的差异显著;风速具有明显的日变化、月变化以及季节变化特征,且变化特征较为一致;兰新第二双线存在 4 个相对风速大值区—白洋河特大桥至头道河段、红台南至了墩南、烟墩风区西侧至红柳河特大桥段及安北车站东南段;风向方面,从白杨河特大桥至百里风区东侧以偏西、偏北风为主,烟墩风区西侧至玉门地窝铺大桥以偏东风为主;兰新铁路第二双线沿线近地层梯度风从由低到高速逐渐增加,但增大幅度略有差异;典型大风天气过程中,大风维持时间与四大风速大值区有较好的对应关系,大风持续时间和铁路运营停轮时间均在白杨河特大桥至头道河段最多。

关键词:兰新铁路第二双线;大风规律;梯度风;风速大值区;停轮时间

中图分类号:P425.5

文献标识码:A

兰新铁路第二双线,是我国“八纵八横”铁路网主骨架,也是亚欧大陆桥通道的主要部分^[1]。该线东起兰州,西至乌鲁木齐,横跨新疆、甘肃、青海三省区,全长 1 776 km^[2],线路主要通过甘肃境内安西和新疆境内的烟墩、百里、三十里、达坂城五大风区。全线大风区线路的长度合计

579.599 km,占线路总长的 32.6%。新疆境内线路通过大风区长度为 462.409 km,占新疆段线路总长的 65.1%^[3]。五大风区多为戈壁,人烟稀少,自然条件恶劣,大风对铁路的危害主要表现为横风作用下的列车倾覆、轨道积沙、沙石击碎玻璃、接触网受流不稳、列车停运、限速天数多等问

收稿日期:2018-08-02

作者简介:张新军(1985—),男,汉,甘肃武威人,学士,工程师,从事行业气象预报及服务。

基金项目:中国气象局行业专项“铁路(高铁)气象监测预警、预报服务关键技术研究”(GYHY201306058);新疆气象局科研基金“前百里风区大风规律特征分析及精细化预报方法探讨”(MS201703)

(3)平均最高气温和平均最低气温变化均呈上升趋势,与年平均气温变化趋势一致,气候倾向率分别为 0.396 °C/10 a 和 0.381 °C/10 a。

参考文献:

[1] 王绍武. 全球气候变暖与未来发展趋势[J]. 第四纪研究,1991,11(3):269-276.

[2] 曾昭美,严中伟. 本世纪全球增暖的显著性分析[J]. 应用气象学报,1999,10(S1):23-33.

[3] 张磊,潘婕,陶生才. 1961—2011年临沂市气温变化特征分析[J]. 中国农学通报,2013,29(5):204-210.

[4] 王英,胡国玲,李春娥. 咸阳近 50 年寒潮特征及变化趋势[J]. 陕西气象,2011(4):21-22.

[5] 田中伟,尹贞铃,许伟峰. 渭南市近 50 年秋淋气候特征分析[J]. 陕西气象,2012(6):25-27.

题,严重影响铁路运营安全^[4]。既有铁路通车几十年来,特大强风灾害屡屡危及铁路列车运行安全,大风季节经常中断列车运行,并多次引发列车脱轨,甚至吹翻列车,特大强风灾害给旅客带来不便,给铁路运输造成重大损失,直接影响到国家经济发展与国防建设。又因风区位于干旱区和极端干旱区^[5-6],地表多沙石,植被稀少^[7],风常刮起沙石埋没公路和铁路,多次吹翻列车,造成脱轨等重大交通事故^[5,8-9]。近年来,我国交通运输业蓬勃发展,但在快速发展和运营的过程中,不利气象条件对其产生不可低估的灾害和影响,并且灾害发生的频率和强度有明显增加趋势^[10],而新疆铁路地区大风频繁,风力强劲、风力变化剧烈,使新疆成为了我国乃至世界上铁路风灾最严重的地区之一^[11]。在丝绸之路经济带建设背景下,铁路交通气象保障的需求更加旺盛^[12],为了保证新建兰新铁路第二双线的行车安全及在大风环境下正常运营,大风预报显得极为重要。作为大风预报的基础,兰新铁路第二双线大风规律研究迫在眉睫。

1 资料与方法

1.1 资料的选取

(1)选取兰新铁路第二双线沿线 16 个新建站点资料,自西向东分别是:白杨河特大桥、头道河、三十里风区东侧、吐鲁番盆地东侧、鄯善盆地、红台南、大步南、了墩南、百里风区东侧、烟墩北、烟墩风区西侧、红柳河特大桥、柳园车站西、安北车站东南、疏勒河大桥、玉门市低窝铺大桥。其中白杨河特大桥、疏勒河大桥为 2 m、5 m、10 m、15 m 四层观测,红柳河特大桥为 5 m、10 m、15 m、25 m 四层观测,三百里风区东侧、玉门市低窝铺大桥为 5 m、10 m、20 m 三层观测,烟墩风区西侧为 5 m、10 m 二层观测,其余各站均为 10 m 高度观测。由于各站资料时间序列不统一,选取相同时间的观测资料,即 2010 年 7 月 1 日至 2014 年 6 月 30 日风向、风速资料。文中使用观测资料如无特别说明均为此时段资料。

(2)典型大风天气过程:根据大气环流形势和地面实况要素场选取风力明显(十三间房气象站 2 min 平均风速 ≥ 31 m/s,11 级)的大风天气过程。选定为 2010 年 6 月 24 日至 27 日、2011 年 2

月 24 日至 27 日、2012 年 3 月 18 日至 22 日、2013 年 3 月 7 至 10 日共四场天气过程为典型大风天气过程。

(3)起风时间、停风时间:风速为 17 m/s 时作为极大风的起风时间,期间大风(极大风速 ≥ 17 m/s)持续,直到极大风速小于 17 m/s 时作为停风时间。

1.2 资料订正方法

对资料缺测较少(连续缺测少于 3 h)的情况,采用插值法补充完整;对于资料缺测较多(连续缺测大于 3 h)的情况,利用临近站点,通过天气动力学相似性分析,利用相关性插补法、风切变法、比值法等插补缺失的资料^[13-14]。

2 10 m 高度风基本特征

2.1 风速

由图 1 可见,新疆兰新第二双线 10 min 平均风速最大的为头道河站,其次为红台南站、大步南站,平均风速分别为 8.3 m/s、6.6 m/s、6.5 m/s; 10 min 平均风速最小的站是吐鲁番盆地东侧站,平均风速 3.2 m/s。10 min 平均风速最大站与最小站的风速差异显著,头道河站是吐鲁番盆地东侧站的 2.6 倍。极大风速最大的为大步南站,其次为了墩南站、头道河站,风速分别达到 44.5 m/s、43.9 m/s、43.0 m/s,极大风速各站均超过 25.0 m/s,极大风速较平均风速差异更为显著,风速差 5~10 倍,这与其周边地形有很大的关系;极大风速在 30 m/s 以上的站分别为头道河、三十里风区东侧、吐鲁番盆地东侧、红台南、大步南、了墩南、百里风区东侧、烟墩风区西侧、烟墩车站北、柳园车站西、安北车站东南等 11 站。综合考虑 10 min 平均风速与极大风速分布,兰新第二双线

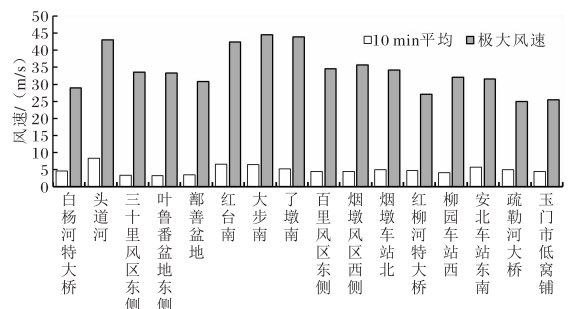


图 1 兰新铁路第二双线 10 m 高度风速分布

存在4个相对风速大值区,分别为白洋河特大桥至头道河段、红台南至了墩南、烟墩风区西侧至烟墩车站北段、安北车站东南段,其中以红台南至了墩南风速最大,柳园车站西至安北车站东南段风速相对较弱。

2.2 风速月变化

选取了四个风速相对大值区的代表站分析发现,新疆兰新铁路第二双线各站风速具有明显的月变化特征和季节变化特征,且变化特征较为一致(图2)。各站均是在1月、11月、12月风速偏小,4月至8月风速偏大,2月、3月风速迅速增大,9月、10月风速迅速减小。季节变化,各站略有不同,但大多以春、夏季风速最大,冬季风速均最小。平均风速越大的站点,月变化和季节变化越明显。

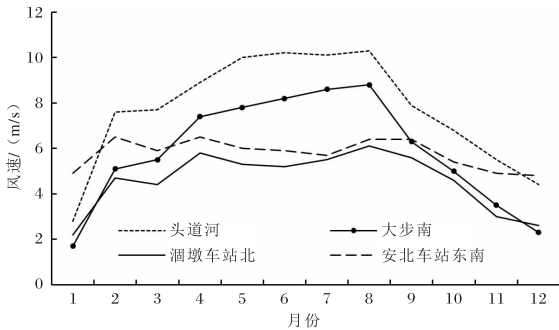


图2 兰新铁路第二双线10 m高度风速月分布曲线

2.3 风速日变化

从图3可看出,兰新铁路第二双线风速具有明显的日变化特征。头道河、红台南、大步南、百里风区东侧等站白天风速小,夜间风速大。均是从08时后风速迅速减小,15时前后达到最小,18

时后风速迅速增大,夜间24时前后风速达最大,这是其特殊隘口地形的下坡效应和山谷风共同作用形成的。安北车站东南、疏勒河大桥、玉门地窝铺大桥则是风速白天大,夜间小。白天09时后风速迅速增大,15时前后风速达最大,19时风速迅速减小,夜间07时前后达最小,这是其自东南向西北倾斜的特殊地势和太阳辐射共同作用的结果。而烟墩车站北和红柳河特大桥最大风速和最小风速均出现在白天,夜间风速缓慢增大,在10时前后风速最大,11—13时风速迅速减小,14时前后风速达最小。吐鲁番盆地东侧站风速日变化不明显。可以看出,日平均风速越大的站,风速波动越明显;风速越小,波动相对越弱。

2.4 最大、极大风速,风向

从表1和图4(见25页)可以看出,兰新铁路第二双线沿线10 min最大风速较大,除了白杨河特大桥站和玉门地窝铺大桥站风速小于20 m/s,相对较小以外,其余各站的最大风速都在20 m/s以上。头道河南站、红台南站、大步南、了墩南的最大风速都在30 m/s以上,了墩南站风速最大,达34.8 m/s。而瞬间极大风速除了白杨河特大桥站、烟墩风区西侧站、红柳河特大桥站、疏勒河特大桥站以及玉门地窝铺大桥站低于30 m/s外,其余各站极大风速均在30 m/s以上,头道河南站、大步南、红层西南、了墩南的极大风速都在40 m/s以上,其中大步南站最大,达44.5 m/s。在风向方面,从白杨河特大桥至百里风区东侧风向较为一致,以偏北风为主(NW-NE),烟墩风区西侧至玉门地窝铺大桥以偏东风为主(NE-SE),其中烟墩北、安北车站东南至疏勒河大桥瞬间最大

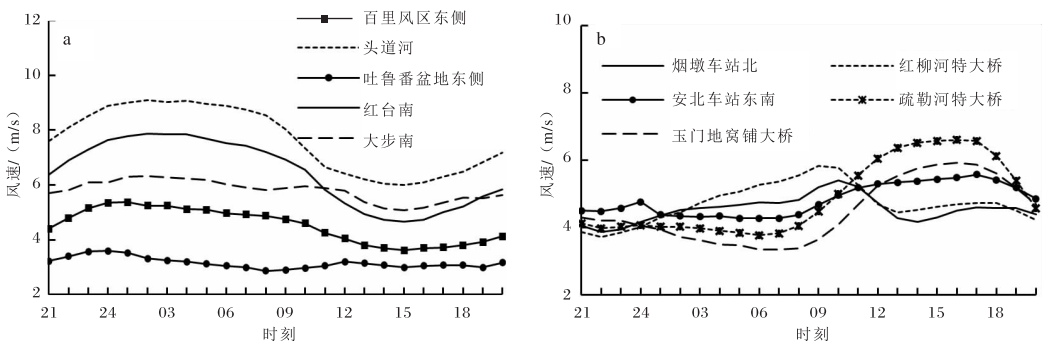


图3 兰新铁路第二双线10 m高度风速日变化曲线

风速以偏西风为主,而常年主导风向以偏东风为主。头道河、大步南、烟墩车站北、安北车站东南四站的各风向全年及四季频率分布来看,头道河站全年及四季均以西北偏西风为主导风向;大步南全年及四季均以西北偏北风为主导风向,其次

是西北风;而烟墩车站北和安北车站东南站全年及四季均是以东北偏东风为主导风向,其次是东风,安北车站东南春、秋、冬季在西风方向也出现较高的频率。可见各站全年及四季主导的风向分布较一致。

表 1 兰新铁路第二双线沿线 10 min 最大、极大风速及风向

站名	10 min 最大风速		极大风速		2 min 平均主导风向
	风速/(m/s)	风向	风速/(m/s)	风向	
白杨河特大桥	17.8	NNE	28.9	N	N
头道河	31.6	WNW	43.0	WNW	WNW
三十里风区东侧	26.9	NW	33.5	NW	ENE
吐鲁番盆地东侧	26.3	NNW	33.3	NW	N
鄯善盆地	23.3	NW	30.8	WNW	N
红台南	31.9	NW	42.4	NW	WNW
大步南	30.0	NW	44.5	NW	NNW
了墩南	34.8	N	43.9	N	NNE
百里风区东侧	28.5	NNE	36.6	NNE	NNE
烟墩风区西侧	22.7	WNW	28.4	ENE	E
烟墩车站北	24.9	WSW	34.2	SW	ENE
红柳河特大桥	21.6	E	27.4	E	E
柳园车站西	23.3	SE	32.0	NW	SE
安北车站东南	25.0	W	31.6	W	ENE
疏勒河大桥	20.3	W	24.9	W	E
玉门地窝铺大桥	18.7	E	25.4	WNW	E

3 梯度风特征

3.1 平均风速和极大风速

从图 5(等值线采用克里金法插值,见下页)上看出,兰新铁路第二双线梯度风不同高度 2 min 平均风速从低层到高层风速逐渐增大,增大幅度略有差异;各高度风速均以烟墩风区西侧站风速最小,疏勒河大桥风速最大,风速递增率最大是烟墩风区西侧站 5~10 m 高度。极大风速各站从低层到高层随高度仍然呈增大趋势,但增大幅度差异较明显。各高度风速以百里风区东侧最大,玉门市地窝铺大桥最小。风速增幅局地性较强,风速递增率最大为烟墩风区西侧站 5~10 m 高度,其次是红柳河特大桥 15~25 m 高度。

综上,可以看出白洋河特大桥、百里风区东

侧、烟墩风区西侧、红柳河特大桥、疏勒河大桥和玉门市低窝铺大桥各站 2 min 平均风速与极大风速基本都遵从由低到高,风速逐渐增加的规律,并且在烟墩风区西侧站 5~10 m 高度递增率最大。2 min 平均风速与极大风速风速大值区不同:2 min 平均风速同一高度风速以烟墩风区西侧站风速最小,疏勒河大桥风速最大;而极大风速同一高度以百里风区东侧风速最大,玉门市地窝铺大桥最小。这反映出百里风区东侧至烟墩风区西侧风速波动较大,而疏勒河大桥至玉门市地窝铺大桥风速波动小。

3.2 不同风速段大风分布

从图 6 可以看出,兰新铁路第二双线梯度风站 10 m 高度极大风速除烟墩风区西侧站外,其它

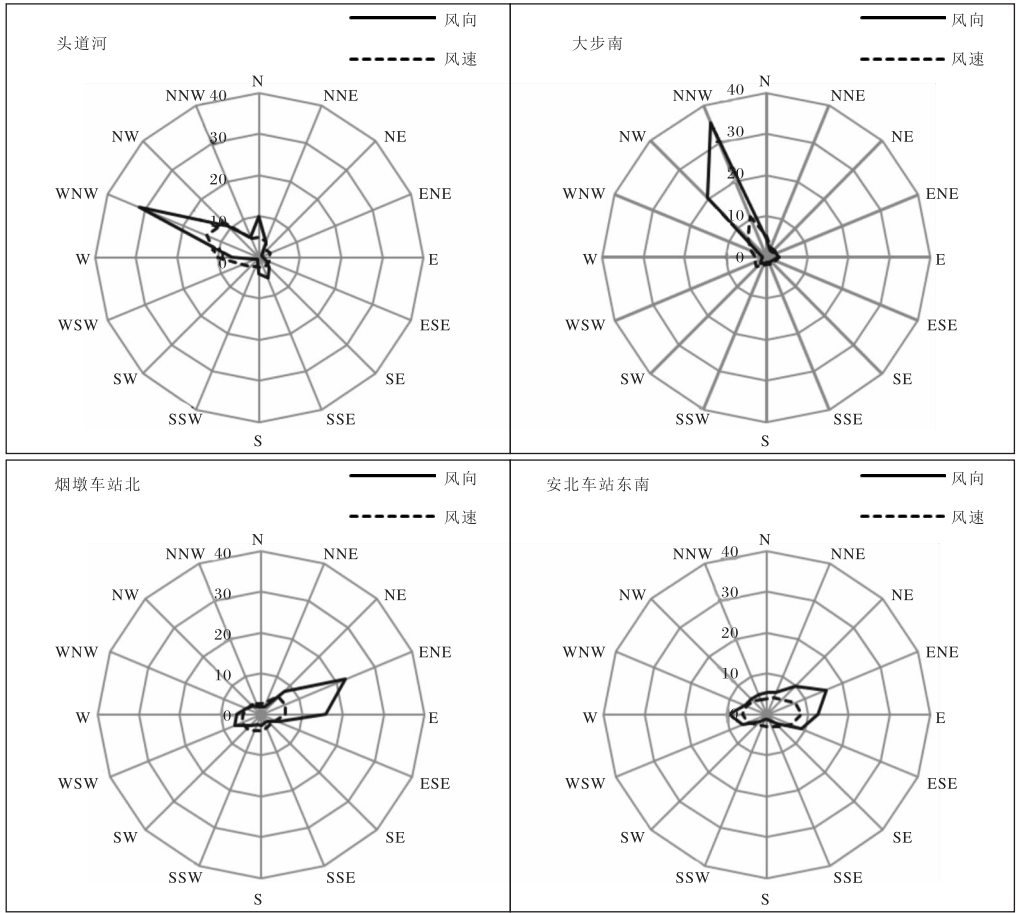


图4 兰新铁路第二双线头道河、大步南、烟墩车站北、安北车站东南等站 10 m 高度风玫瑰图

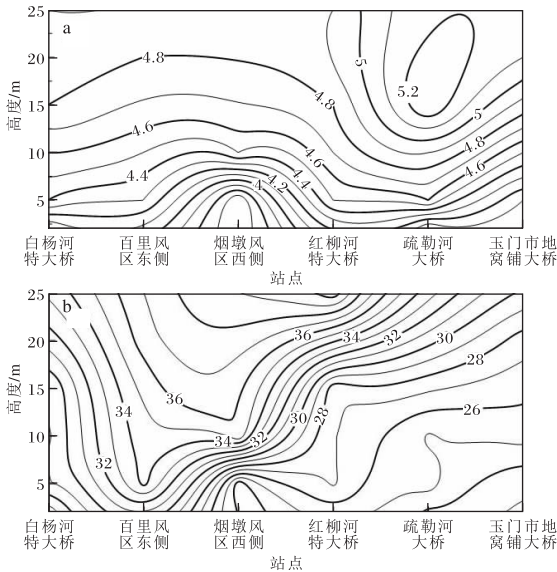


图5 兰新铁路第二双线梯度风站不同高度 2 min 平均风速(a)和极大风速(b)分布

各站极大风速大都在 25 m/s 以下。其中极大风速 ≥ 15 m/s 的风速以白洋河特大桥出现频率最

多,红柳河特大桥出现最少;极大风速 ≥ 20 m/s 的以烟墩风区西侧站出现频率最高,红柳河特大桥出现最少;极大风速 ≥ 25 m/s 和 ≥ 30 m/s 出现频率都很小,除烟墩风区东侧站外,其它站频率都在 3% 以下,或没有出现。

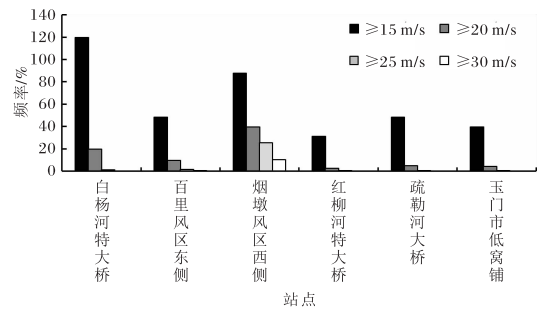


图6 兰新铁路第二双线梯度风站 10 m 高度极大风速不同风速段频率分布

4 典型天气过程大风规律分析

兰新铁路第二双线大风天气,往往出现在春夏季,且影响系统较强,这与其特殊的地形和动力

条件有很大关系。文中选择的典型天气过程主要是 O 型和 H 型,分别为乌拉尔山低槽东移南下影响型和西西伯利亚低槽东移南下影响型,它们共同具有的环流特征是:环流经向度较大,受冷空气东移南下影响,在天山北侧到南侧有一条偏北或西北风带,地面有冷锋配合,冷空气在进入新疆后受天山阻挡,冷空气堆积,形成明显的气压梯度,在兰新铁路第二双线北侧天山隘口处配合“狭管效应”和“下坡效应”在兰新铁路第二双线出现强风天气。有所不同的是冷空气源地、冷空气强度以及北风带的强弱。

从极大风速的分布来看,兰新铁路第二双线 10 m 高度四场典型大风天气过程中,存在四个相对显著大风区,分别是头道河段、红台南至大步南段、烟墩车站北至红柳河特大桥段、安北车站东南段;其中风速最大的区域为红台南至大步南段,头道河段次之。这与前文中结论基本一致,略有不同的是四个风速相对大值区的位置略有不同。按照互补原则,确定兰新铁路第二双线四大风区为:白杨河特大桥至头道河段、红台南至了墩南、烟墩风区西侧至红柳河特大桥段、安北车站东南段。

从兰新铁路第二双线典型天气过程大风持续时间分布来看(见图 7),以头道河维持大风时间最长,平均维持时间在 70 h 以上;白杨河特大桥次之,平均维持时间在 50 h 以上;红台南至了墩南段平均维持时间在 40 h 以上;还有两个大风维持时间相对较长的区域是烟墩车站北及安北车站东南,维持时间均在 20 h 以内。四个大风维持时间相对较长的区域与文中四大风区有较好的对应

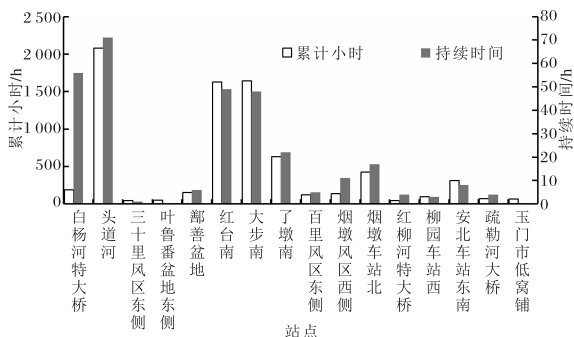


图 7 兰新铁路第二双线各站典型天气过程大风平均维持时间和各站年平均大风累计时数

关系,其中以白杨河特大桥至头道河段大风维持时间最长,平均维持时间在 50 h 以上。

5 大风对铁路的影响

5.1 大风累计时数分布

从图 7 可以看出,兰新第二双线大风累计时数以头道河最大,其次是红台南至了墩南段,同时烟墩车站北和安北车站东南相对大风时数也较多,与文中典型大风天气过程的大风平均维持时间的结论较为一致。兰新铁路第二双线存在四大风区,分别是头道河段、红台南至了墩南段、烟墩车站北段、安北车站东南段。四大风区大风天气主要是由大型天气系统,加上特殊地形作用(山峰的阻挡能量蓄积作用、峡口的狭管效应及空气的下坡效应)共同造成的,所以大风天气的出现往往都是连续的,也容易出现持续大风天气。

5.2 平均停轮时间分布

图 8 为兰新铁路第二双线沿线站点在不同风速段铁路营运停轮时间分布情况。从图 8 可以看出,各风速段累计停轮时间以头道河、红台南至大步南段最多,其次是了墩南、烟墩车站北至红柳河特大桥段,另外安北车站东南停轮时间相对较多,对兰新铁路第二双线的营运有较明显的影响。另外,8 级以上大风往往更容易对铁路的营运造成影响,从不同风速段平均停轮时间的贡献来看,25 m/s 以上风速贡献较大的站分别有头道河、红台南、大步南、了墩南、红柳河特大桥、安北车站东南等站,与兰新铁路第二双线四场典型天气过程极大风速分布结果有很好的 consistency。

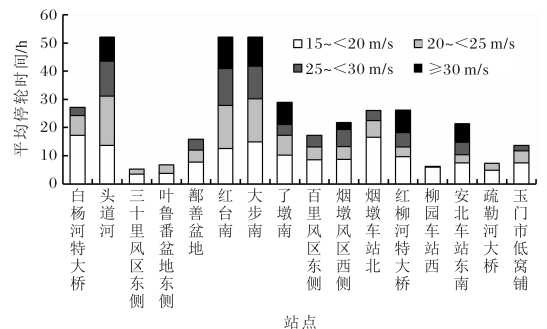


图 8 兰新铁路第二双线不同风速段平均停轮时间分布

6 结论

(1)兰新铁路第二双线沿线 10 min 平均风

速、极大风速变化趋势基本一致,但风速最大站与最小站的差异显著,这与铁路线所经山区地形有很大关系。兰新铁路第二双线存在4个相对风速大值区—白洋河特大桥至头道河段、红台南至了墩南、烟墩风区西侧至红柳河特大桥段、安北车站东南段,其中以红台南至了墩南风速最大、安北车站东南段风速相对较弱。在风向方面,从白杨河特大桥至百里风区东侧以偏北风(NW-NE)为主,烟墩风区西侧至玉门地窝铺大桥以偏东风(NE-SE)为主。

(2)新疆兰新第二双线风速具有明显的日变化、月变化以及季节变化特征,且各站变化特征较为一致。日平均风速越大的站,风速波动越明显;风速越小,波动相对越弱。各站均是在1月、11月、12月风速偏小、4月至8月风速偏大;季节变化各站略有不同,但大多以春、夏季风速最大,均以冬季风速最小。平均风速越大的站点,月变化和季节变化越明显。

(3)兰新铁路第二双线沿线梯度风2 min平均风速与极大风速基本都遵从由低到高,风速逐渐增加的规律,但增大幅度略有差异,风速递增率最大的是烟墩风区西侧站5~10 m高度。

(4)从典型大风天气过程来看,兰新铁路第二双线10 m高度存在四个大风区,与之前结论一致;同时,大风持续时间与四个风速大值区有较好的对应关系,但是平均每场天气过程大风维持时间以白杨河特大桥至头道河段大风维持时间最长,平均维持时间在50 h以上。

(5)从大风对铁路的影响方面来看,兰新铁路第二双线不论是大风累计时数还是铁路运营停轮时间分布,与文中典型大风天气过程的大风平均持续时间的结论相符,均是以头道河最多;从不同

风速段平均停轮时间的贡献来看,25 m/s以上风速贡献较大的站与四个大风区段也有很好的对应关系。

参考文献:

- [1] 杨斌,李永乐,何向东,等. 兰新铁路第二双线新疆段施工过程防风技术[J]. 四川建筑科学研究,2012(1):281-283.
- [2] 拉有玉,李永乐,何向东,等. 兰新铁路第二双线防风技术及工程设计[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版),2010(4):104-108.
- [3] 张太红. 兰新铁路第二双线穿越大风区综合选线研究[J]. 铁道标准设计,2015(7):28-32.
- [4] 侯全德. 新建兰新铁路第二双线路基防风工程的研究[J]. 山西建筑,2010(30):295-296.
- [5] 武永峰,王秀芬,李茂松,等. 气候驱动格局下中国陆地植指数变化[J]. 干旱区地理,2009,32(2):166-174.
- [6] 吴学珂,刘炳杰,王式功,等. 新疆百里风区强风天气预报方法[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2009,45(6):62-67.
- [7] 葛盛昌,蒋富强. 兰新铁路强风地区风沙成因及挡风墙防风效果分析[J]. 铁道工程学报,2009,128(5):1-4.
- [8] 孙成访,董汉雄,胡智炜,等. 兰新铁路百里风区挡风墙设计[J]. 铁道建筑,2009(6):93-95.
- [9] 王雪芹,雷加强,蒋进,等. 古尔班通古特沙漠风沙活动特征与线形工程安全研究[J]. 干旱区地理,2003,26(2):143-149.
- [10] 牛恺泽. 简析灾害天气对交通运输业的影响及对策[J]. 陕西气象,2018(5):48-49.
- [11] 张毅. 兰新第二双线防大风灾害措施选择研究[J]. 甘肃科技纵横,2009(3):133-137.
- [12] 丁传群,杜毓龙,张小锋. 丝绸之路经济带气象保障研究[J]. 陕西气象,2018(1):41-43.
- [13] 朱瑞兆. 应用气候手册[M]. 北京:气象出版社,1991.
- [14] 林春育. 天气学实验与诊断分析[M]. 南京:南京大学出版社,1991:69-71.