

文章编号:1006-2106(2008)06-0006-04

# 高速铁路的灾害防护设计\*

石锐华 李伟\*\*

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063)

**摘要:**研究目的:高速铁路的灾害防护是我国铁路建设中遇到的新问题,根据工程建设的需要,对可能造成铁路灾害的种类进行分析,并阐述可采取的防护措施。在参照国外高速铁路灾害防护技术的基础上,探讨适合我国高速铁路应用的灾害防护技术。

**研究结论:**通过对可能造成铁路灾害种类的分析,有些突发性灾害信息实时性要求很高,及时预报和报警,对降低列车损失至关重要。我国高速铁路防灾安全监控系统的建立,应结合运营特点,合理确定某些灾害监测信息能直接控制列车限速或停运;另一些灾害监测信息可由调度人员人工确认处理。并可将防灾安全监控系统作为车站综合监控系统的主体部分进行集成,也可将自然灾害、轨温及火灾、突发事件、异物侵限监测和其他各类辅助监测统一集成。

**关键词:**高速铁路;防灾;安全监控;技术

**中图分类号:**U298 **文献标识码:**A

## The Design of Disaster Prevention System for High-speed Railway

SHI Rui-hua, LI Wei

(China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd, Wuhan, Hubei 430063, China)

**Abstract: Research purposes:** Disaster protection for high-speed railway is a new issue faced in Chinese railway construction. This paper classifies the disasters that may damage the railway according to the needs of railway construction, demonstrates the preventive measures for the disasters and discusses the disaster prevention system based on studying the relevant foreign technology.

**Research conclusions:** According to the characteristic of the Chinese high-speed railway, the real-time requirement of the disasters information is very important to reduce railway loss in disaster. So Chinese prevention system should be established on the basis of Chinese railway traffic characteristics so as to define the monitored information on disaster and upon which the train must be directly controlled. The other information on disasters can be confirmed and handled by the dispatchers. The disaster monitoring system can be integrated as a main part of the station comprehensive monitoring system, and the other assistant monitoring systems of nature disasters, axle temperature, fire, emergency, alien invasion can be integrated as a whole.

**Key words:** high-speed railway; disaster prevention; safety monitoring; technology

高速铁路列车运行速度高达 300 ~ 350 km/h,任何灾害的发生都可能引发很大的损失,轻者列车脱轨、线路停运,重者线路桥梁遭受破坏性损坏,且车毁人亡。1998年6月3日发生在德国的ICE列车,由于没

有对车轮破损进行监测报警和采取减速措施,造成约200人伤亡及线路遭受严重破坏的惨重后果。2004年10月24日发生在日本新潟的地震,由于有“早期地震监测报警系统”对列车采取减速措施和有牢固的桥梁

\* 收稿日期:2008-02-26

\*\* 作者简介:石锐华,1972年出生,男,工程师;李伟,1961年出生,男,高级工程师。

基础设施作保障,使得地震区域运行的4趟新干线列车仅有位于震中处的1趟列车发生脱轨(未翻车),没有人员伤亡。高速铁路发达的日本、法国、德国,以及采用引进技术的西班牙、韩国和我国台湾高速铁路,均采用先进的灾害防护技术加强对灾害的有效防护。

我国高速铁路同样应考虑对灾害的防护,铁道部相关单位前期研究初步认定应对自然灾害(风、雨洪水、地震)、轨温及火灾、突发事件、异物侵限灾害进行

防护和监测报警,使高速行驶的列车,在任何灾害发生时都能使列车损失降到最低。铁道部明确表示要对上述灾害进行防护并监测报警,实现对列车的控制,此技术称为防灾安全监控,其构成的系统称为防灾安全监控系统。

1 灾害种类及防护措施

主要灾害的种类和防护措施如表1所示。

表1 主要灾害及防护措施

灾害种类	灾害后果	工程防护措施	防灾安全监控	
			监测设备	处理方法
风灾	危及行车安全,使行驶的列车不平稳,达到某临界状态时易侧翻颠覆	结合地形在线路迎风侧设置挡风墙	风监测	监测危险地段的风向风速值,根据风向风速值、列车运行工况、线路设施状态对列车进行限速
水灾	雨、洪水易引发线路积水、塌方、泥石流、滑坡、洪水冲跨桥梁及路基等	依靠牢固坚实的线路桥梁等基础设施作保障	雨、洪水监测	监测危险地段的降雨量和洪水水位值,根据监测值和线路设施状态等对线路及时巡检和对列车进行限速
地震	破坏线路桥梁,易使行驶的列车发生车毁人亡	线路桥梁基础设施加强抗震设防	地震监测	监测地震波形数据,当达到报警门限值时切断接触网供电电源,迫使行驶的列车紧急停车
异物侵限	山体风化发生崩塌,铁路处落物,侵入限界,危及行车安全,易发生车毁人亡事故	危险地段加强防护工程,采取钢结构、钢丝绳网等防护措施	异物侵限监测	采用双层监测报警电网实时监测,当监测到预警或故障时,通知维修;当监测到报警信息时,立即对列车进行停车

防灾安全监控还有以下灾害防护和监测需求:

(1) 钢轨轨温监测报警。由于全线铺设无缝线路,在夏季,随着轨温的升高无缝线路长钢轨的纵向压力将增大,保持稳定的安全储备量将减少。如果轨温达到某一临界值,只要有任意的激扰,如过车时的振动等,无缝线路将失去保持稳定的能力从而发生胀轨跑道事故,对高速铁路的行车安全构成威胁。钢轨温度探测器原则设置在大气温度跨度较大和小曲线半径地段,报警信息进入本系统。

(2) 列车火灾、转向架(包含车轮、轴温)以及其他车上设备故障,由列车车载监测总线实时监控,监测设备的配置由车辆制造商完成,报警信息一方面传递至司机,另一方面通过无线传递至本系统。

(3) 站房火灾参照《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 执行,报警信息通过车站进入本系统。

1.1 风灾

1.1.1 探测器的设置和列车限速标准

风向风速探测器的设置地点,根据当地的地理环境和铁路构造物的结构决定。由于铁路的修建,影响到当地的自然环境,所以在设备布置时,要对修建完的铁路线路进行测量,对每个要设置风向风速探测器的地点进行风险评估研究,根据风的影响情况进行选位,合理布设风向风速探测器。

我国还没有对各种风速下列车的限速标准进行科

学试验研究。表2列出日本上越新干线的限速标准以供参考。

法国地中海高速线限速标准分轻微预警和严重警报2种。轻微预警:限速170 km/h;严重警报:限速80 km/h限速后,规定在限速警报解除后15 min恢复。

表2 日本上越新干线强风时列车运行管制规则

风速/(m·s <sup>-1</sup> )	一般区间	有挡风墙区间
20≤风速<25	列车限速160 km/h以下	不限速
25≤风速<30	列车限速70 km/h以下;也可视具体情况停运	列车限速160 km/h以下
30≤风速<35	停运	列车限速70 km/h以下;也可视具体情况停运
风速≥35	停运	停运

注:1. 风速指瞬时风速。2. 挡风墙是指声屏障、防风网等挡风效果在60%以上者。3. 挡风墙是指有下列各项指标者:(1) 直线区间高度为1.3 m;(2) 超高90 mm以下的曲线区间高度为1.8 m;(3) 超高90 mm以上的曲线区间高度为2.3 m。4. 解除限制需分步实施。停运30 min后未有记录限制运行的风速值时,初驶速度以70 km/h限速运行,后续再正常运行。根据调度和维修的要求进行限速后,恢复运行时应人工对线路的状况进行确认,认为无碍时解除限制运行。而仅根据风监测进行限速后,恢复运行时不需要人工现场确认。

值得注意的是,日本铁路的风监测对列车限速是系统提供限速方案,由调度中心人员人工确认实施;法国铁路风监测对列车限速是风监测系统直接驱动信号系统对列车进行限速控制,不需调度人员人工确认。

1.1.2 挡风墙的作用

我国正在设计或建设的高速铁路和客运专线,还未对挡风墙的适用场合进行研究,应开展这方面的研究设计及与其他专业的接口研究。

据有关资料介绍,挡风墙效果明显,当挡风墙高度为 3 m 时,其墙后水平距离 4.5 m 位置的倾覆力矩系数为零。设有挡风墙,同样风速的情况下,可减少停运次数,提高车速。日本新干线经验证明:设置挡风墙的路段,大大降低了风对列车的影响。

表 3 日本东海道新干线降雨报警标准及运行措施

运行管制			24 h 连续雨量/mm	时雨量/mm	连续雨量+时雨量/mm	雨量报告	备注
警戒	第 3 种		100 ~ 110	25	—	1/h	
	第 2 种		120 ~ 130	30	110 + 20	1/0.5 h	3 ~ 4 h 巡检 1 次
	第 1 种		140	35	120 + 25		2 h 巡检 1 次
限速运行	170 km/h	B 区域	—	40	140 + 30 或 160 + 2	1/0.5 h	实时地面巡检,适当添乘巡检
		A 区域	—	45	150 + 30 或 180 + 2		
	70 km/h	B 区域	—	45	150 + 32 或 180 + 2		
停止运行	一般区间	—	50	150 + 40		1/10 min	连续雨量时 B 区域紧急巡检;突然的集中豪雨要注意地点紧急巡检
	高架桥、无砟桥	—	70	150 + 60			

注:第 3 种警戒是指在预先确定的区间,以及在指定的设备保养上,要注意的地点进行定时的巡检警戒。  
第 2 种警戒是指在第 3 种警戒以外的土工结构物和隧道洞口附近进行周期性的巡检警戒。  
第 1 种警戒是指在第 2 种警戒以外的预先指定的区间或认为有可能受灾的地点进行周期性的巡检警戒。  
警戒:雨量达到颁布的标准,基本没有发生灾害的可能,能预测出灾害的部分前兆,需要警戒。  
限速运行:雨量达到颁布的标准,经验表明没有灾害的发生,无异常降雨,有发生轻微灾害的可能性,要考虑限速运行。  
停止运行:雨量达到颁布的标准,有发生灾害的可能性,需要停止运行。

1.3 地震

地震的危害最大,除了要加强线路、桥梁结构外,还要进行地震监测报警系统的使用,力争在具有破坏力的地震 S 波到达前及早并尽可能使列车停运,以减轻地震造成的损失。日本新干线在铁路沿线和海边分别设有地震监测系统,用以监测地震 P 波,以便地震时及早使列车停运。

1.3.1 地震预警原理

利用地震波与电磁波传播的时间差和地震 P 波与 S 波的到时差,监测系统自动给出地震预警信息,争取地震能量传递的短短数秒钟乃至数十秒的时间,使高速行驶的列车尽快把车速降下来或停运。

1.3.2 地震监测点的设置和报警标准

地震监测报警对列车的控制在国内没有应用,但前期研究对设计有相应规定:即在地震动峰值加速度 ≥ 0.1g 的牵引变电所设置地震监测点(感震房),当监测到地震信号达到 45 伽时报警,并切断该牵引变电所

1.2 水灾

高速铁路线路路基、桥梁等基础设施设计标准高,抗洪水灾害能力应比普通铁路强。但据国外有关资料报道,还有洪水冲毁线路路基的情况发生。为此,为保证高速铁路的安全行车,还应加强监测报警的预防,及时巡检和对列车进行控制。

探测器的设置和列车限速标准,应根据地形、气象资料(降水记录)、线路状况等条件综合考虑,所需地段设置雨量探测器,大江河流地段设置水位探测器。

我国既有铁路有雨量监测系统,监测数据供线路养护出巡作依据,还没有对列车进行限速的研究和应用,表 3 列出日本东海道新干线部分地段的限速标准供参考。

接触网供电电源,使接触网供电范围内(约 50 km)的列车紧急停车。

1.3.3 地震监测系统的安装

特定地点的 P 波检测仪能有效监测到地震,并为高速列车最大限度地减少损失,其检测点最好设在潜在震源位置附近。

地震监测系统的安装和使用有其自身的特殊性,安装在铁路沿线的牵引变电所感震房内,应尽量排除人为干扰,远离振动源(如采石场等)。

感震房地基基础要求比较严,最好挖一个较大的深坑,采用混凝土浇筑,周围用护栏围上。感震房应配有通风装置,保持规定的温湿度,防尘防雷性好,抗电磁干扰性强。

1.4 异物侵限

1.4.1 防护工程

公路跨铁路的立交桥、公路与铁路平行地段,为防



输能力或运输组织不畅的紧张局面。本线的建设,增强了铁路网运输组织的灵活性,提高路网的覆盖率,改善路网的通达性,提高应对自然灾害等突发事件的能力。

3 结论

建设的必要性是项目立项和决策阶段的一个重要部分,将直接关系到项目的功能定位、建设规模等方面。

建设邯郸(邢台)至黄骅港铁路,是构筑河北省中南部地区东西通道的需要;是开辟河北省南部五市便捷的出海新通道,保障邯邢石地区金属矿石供给,增强企业市场竞争力的需要;是增加黄骅港便捷的大能力集疏运通道,保障黄骅港快速发展的需要;是开辟山西晋中地区新的出海口及煤炭输出辅助通道的需要;是优化区域路网布局,提高路网覆盖率,改善路网通达性

的需要;是促进沿线黑龙港地区资源开发和经济发展,提高河北省整体发展水平,提升河北省在京津冀、环渤海发展中的地位,以及服务民生、增进民族团结的需要。

目前我国的铁路建设处在新一轮建设高潮的大好形势下,希望邯黄铁路能够早日开工建设。

参考文献:

[1] 新建邯郸(邢台)至黄骅港铁路预可行性研究[R]. 天津:铁道第三勘察设计院集团有限公司,2007.

[2] 黑龙港地区特色产业发展规划[Z]. 石家庄:河北省发展与改革委员会,2006.

[3] TB 10504—2007,铁路建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法[S].

(编辑 张 滨)



(上接第 9 页)

需要指出的是,火灾自动报警系统设计、施工、验收,公安部已有严格的规程规范参照执行,对于探测器、传输线路、报警主机都有规定,不便采取从探测器开始的大集成,应在车站和调度中心考虑火灾自动报警主机与防灾安全监控系统的接入;并且火灾报警产品必须是公安部消防电子产品质量检测鉴定中心检测通过的产品。

4 结论

(1) 高速铁路必须加强灾害防护和监测报警手段,某些监测信息应直接控制列车减速。灾害是可以预防和减轻的,我国可结合高速铁路运营特点,合理确定某些灾害(如地震、异物侵限、风等)监测信息可以直接控制列车限速,这些突发性灾害信息实时性要求很高,对降低列车损失至关重要,一定要能直接控制列车,否则就失去了监测报警的意义。另一些灾害(如雨、洪水、轨温、火灾等)监测信息可由调度人员人工

确认处理。

(2) 防灾安全监控系统的集成。目前高速铁路均采用四电集成系统,防灾安全监控系统可作为车站综合监控系统的主体部分进行集成,将自然灾害(风、雨洪水、地震)、轨温及火灾、突发事件、异物侵限监测和其他各类辅助监测(如机房环境、空调、机电设备、电梯、电务、门禁监测等)统一集成。这样实施可以提高系统使用效率,亦可节省投资。

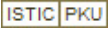
参考文献:

[1] 铁建设(2003)13号,京沪高速铁路设计暂行规定[S].

[2] 铁道第四勘察设计院. 新建铁路郑州至西安客运专线修改初步设计[R]. 武汉:铁道第四勘察设计院,2005.

[3] 日本高速铁路安全对策资料选译[Z]. 北京:京沪高速铁路技术研究总体组,2000.

(编辑 梅志山)

作者：[石锐华](#)，[李伟](#)，[SHI Rui-hua](#)，[LI Wei](#)  
作者单位：[中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉, 430063](#)  
刊名：[铁道工程学报](#)   
英文刊名：[JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)  
年，卷(期)：[2008 \(6\)](#)  
被引用次数：[7次](#)

## 参考文献(3条)

1. [京沪高速铁路设计暂行规定](#)
2. [铁道第四勘察设计院 新建铁路郑州至西安客运专线修改初步设计](#) 2005
3. [日本高速铁路安全对策资料选译](#) 2000

## 本文读者也读过(8条)

1. [沈志凌](#). [Shen Zhiling](#) [高速铁路防灾安全监控系统设计方案](#)[期刊论文]-[铁路通信信号工程技术](#)2009, 6(3)
2. [张新芳](#). [ZHANG Xin-fang](#) [高速铁路、客运专线防灾安全监控系统设计探讨](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#)2006(2)
3. [王彤](#). [Wang Tong](#) [高速铁路防灾安全监控系统研究与开发](#)[期刊论文]-[中国铁路](#)2009(8)
4. [程为](#) [高速铁路异物侵限监控系统设计](#)[学位论文]2010
5. [王燕芝](#). [Wang Yanzhi](#) [高速铁路异物侵限监控系统简析](#)[期刊论文]-[铁道通信信号](#)2009, 45(3)
6. [张卫军](#). [Zhang Wei jun](#) [防灾安全监控系统在高速铁路中的应用](#)[期刊论文]-[铁道通信信号](#)2010, 46(6)
7. [铁路客运专线防灾安全监控系统方案](#)[期刊论文]-[铁道通信信号](#)2005, 41(10)
8. [杨林](#) [客运专线综合防灾安全监控系统的软件设计](#)[会议论文]-2005

## 引证文献(7条)

1. [王燕芝](#) [高速铁路异物侵限监控系统简析](#)[期刊论文]-[铁道通信信号](#) 2009(3)
2. [王志斌](#) [哈大铁路客运专线雪深监测系统研究](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#) 2012(5)
3. [张卫军](#) [防灾安全监控系统在高速铁路中的应用](#)[期刊论文]-[铁道通信信号](#) 2010(6)
4. [王军](#) [客运专线防灾监控系统与列控系统接口探讨](#)[期刊论文]-[铁路通信信号工程技术](#) 2010(2)
5. [王彤](#). [史宏](#). [王前](#). [王华伟](#) [客运专线异物侵限监控系统技术的研究](#)[期刊论文]-[铁路计算机应用](#) 2009(7)
6. [刘鹏忠](#) [关于铁路边坡安全监测方法的研究](#)[期刊论文]-[科技资讯](#) 2011(29)
7. [郑伟](#). [苏川](#). [李开成](#) [一种基于无线传感器网络的安全优先门限敏感分簇路由协议](#)[期刊论文]-[中国铁道科学](#) 2012(6)

引用本文格式：[石锐华](#). [李伟](#). [SHI Rui-hua](#). [LI Wei](#) [高速铁路的灾害防护设计](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2008(6)