

崔新强, 周小兰, 付佳, 等. 高速铁路安全运行高影响天气条件等级标准研究[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 26–30. [CUI Xinqiang, ZHOU Xiaolan, FU Jia, et al. Research on Level Standards of High-impact Weather over High-speed Railway Safety Operation[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(3): 26–30.]

# 高速铁路安全运行高影响天气条件等级标准研究<sup>\*</sup>

崔新强, 周小兰, 付佳, 代娟, 刘静

(湖北省气象服务中心, 湖北 武汉 430205)

**摘 要:** 为保障高速铁路在恶劣天气条件下安全运行, 在查阅国内外关于高速铁路安全运营规范和相关标准的基础上, 结合气象研究相关成果, 初步确立了影响我国高速铁路安全运行的雷电、大风、降雨、降雪(积雪)、低能见度(雾、霾、沙尘暴、降雨、降雪、吹雪、扬沙等)、最低气温、冻雨、冰雹等8种高影响天气条件等级标准, 研究表明, 本标准对于高速铁路安全运营管理与气象保障服务具有一定的参考。

**关键词:** 高速铁路; 安全运行; 气象灾害; 天气条件; 等级标准

**中图分类号:** X43; S42; P64; P4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)03–0026–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.03.005

高速铁路由于运行速度快、运输能力大、能源消耗小而在我国得到快速发展。但是, 因雷电、大风、暴雨等气象灾害影响高速铁路安全运营的事件时有发生。而且一旦遭遇紧急情况或危险天气, 可供应应急处置的时间和方式均有限。因此, 造成的灾害损失往往十分惨重。随着我国高速铁路开通运营高峰的到来, 高速铁路安全运营问题将更加突出。

为了最大限度地减少高铁行车安全事故, 铁路部门采取各种措施力保高速铁路安全运营。但究竟如何依据气象要素对高速铁路运行进行管控, 没有一部规范和科学的气象标准。

在现有气象研究成果的基础上, 查阅相关国家标准和气象行业标准<sup>[1–12]</sup>, 结合国内外铁路部门运营规范<sup>[13–19]</sup>, 制定高速铁路运行高影响天气条件等级<sup>[20–26]</sup>, 对于科学防范恶劣天气对高速铁路运行造成的危害, 保障高速铁路安全运行具有十分重要的现实意义。

## 1 高速铁路安全运行高影响天气条件等级划分一般规则

本标准研究参照了以往气象条件等级标准编制的一般方法, 同时又力求给出具体的防御措施, 如正常运行、限速运行(限速到多少)、停止运行等, 以增强标准的可操作性。

参考我国铁路部门一直使用的0~3级共计4

级的管控方案, 它们分别对应列车正常运行或解除警戒、注意警戒、危急警戒、封锁警戒。本研究在危急警戒和封锁警戒之间增加了一个特别危急警戒。确定高速铁路高影响天气条件等级为0~4级共5个等级(表1)。目的是与铁路部门现行的管控方案尽可能统一, 便于该标准以后的推广及使用。

表1 高速铁路运行高影响天气条件等级划分一般规则

等级	影响程度与防御措施	颜色表征
0	无影响, 列车正常行驶	绿色, RGB (0, 255, 0)
1	对列车运行有一定影响, 建议列车限速160~300km/h运行	蓝色, RGB (0, 0, 255)
2	对列车运行有较大影响, 建议列车限速120~200km/h运行	黄色, RGB (255, 255, 0)
3	对列车运行有严重影响, 建议列车限速45~160km/h运行	橙色, RGB (255, 97, 0)
4	对列车运行有特别严重影响, 建议列车停止运行	红色, RGB (255, 0, 0)

## 2 高速铁路安全运行高影响天气条件等级划分

### 2.1 雷电

雷电主要影响高速铁路的动力系统, 造成断电使列车无法正常运行。相比动力系统, 雷电对

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2016–01–20

修回日期: 2016–03–13

基金项目: 2013年公益性行业(气象)科研专项经费项目(GYHY201306058)

第一作者简介: 崔新强(1963–), 男, 陕西扶风人, 高级工程师, 研究方向为公共气象服务. E-mail: zytexq@126.com

列车信号系统的影响概率要小很多, 这主要因为列车信号系统采用的是另一套供电系统, 即绝缘电缆, 且架设高度低于裸露的供电网。雷电一般不会对列车信号系统造成损害。鉴于目前雷电还没有分级标准, 所以制定雷电对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 2)。

## 2.2 大风

大风是对高速铁路运行影响最为严重的天气之一, 也是铁路部门重点防范的气象灾害。大风可造成列车动力系统和信号系统故障, 严重时可能造成列车倾覆。日本新干线规定:  $25 \text{ m/s} \leq \text{平均风速} < 30 \text{ m/s}$ , 列车限速  $160 \text{ km/h}$ ;  $30 \text{ m/s} \leq \text{平均风速} < 35 \text{ m/s}$ , 列车限速  $70 \text{ km/h}$ ; 平均风速  $\geq 35 \text{ m/s}$ , 列车停止运行。

《铁路技术管理规程》(高速铁路部分)<sup>[16]</sup>第 343 条规定如下: “在环境风速不大于  $15 \text{ m/s}$  时, 可以正常速度运行; 环境风速不大于  $20 \text{ m/s}$  时, 运行速度不大于  $300 \text{ km/h}$ ; 环境风速不大于  $25 \text{ m/s}$  时, 运行速度不大于  $200 \text{ km/h}$ ; 环境风速不大于  $30 \text{ m/s}$  时, 运行速度不大于  $120 \text{ km/h}$ ; 环境风速大于  $30 \text{ m/s}$  时, 严禁动车组列车进入风区”。瞬时风速与平均风速关系依据“兰新铁路第二双线防风技术及工程设计”<sup>[25]</sup>研究和试验成果。据此, 制定大风对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 3)。平均风速取 2 min 平均值。

## 2.3 降雨

强降雨是对普速铁路运行影响最严重的天气之一。相比之下, 高速铁路受降雨影响的程度要小很多。强降雨导致能见度降低, 影响视程从而影响高速铁路运行。日本新干线规定,  $1 \text{ h}$  降水量超过  $25 \text{ mm}$  列车开始警戒,  $1 \text{ h}$  降水量达到  $40 \sim 45 \text{ mm}$  时列车限速  $170 \text{ km/h}$  运行。

按照我国铁路部门规定,  $1 \text{ h}$  雨量达到暴雨标准, 需开始限速警戒。《铁路技术管理规程》(高速铁路部分)第 347 条规定, 遇有降雨天气, 重点防洪地段  $1 \text{ h}$  降雨量达到  $45 \text{ mm}$  及以上时, 列车限速  $120 \text{ km/h}$ ;  $1 \text{ h}$  降雨量达到  $60 \text{ mm}$  及以上, 列车限速  $45 \text{ km/h}$ 。当  $1 \text{ h}$  雨量降至  $20 \text{ mm}$  及以下、且持续  $30 \text{ min}$  以上时, 可逐步解除限速。据此, 制定降雨对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 4)。降雨强度采用  $1 \text{ h}$  和  $1 \text{ min}$  降雨量, 均取观测实况。

## 2.4 降雪(积雪)

降雪(积雪)除影响驾驶视线外, 当道床被大雪完全覆盖时, 可能会引起短路, 造成列车供电系统和信号系统故障, 列车行进中卷起的积雪在列车底部被冻结也可造成列车硬件受损。日本新干线规定: 钢轨积雪  $17 \sim 19 \text{ cm}$  时限速  $210 \text{ km/h}$ , 钢轨积雪  $19 \sim 22 \text{ cm}$  时限速  $160 \text{ km/h}$ , 钢轨积雪  $22 \sim 30 \text{ cm}$  时限速  $110 \text{ km/h}$ , 钢轨积雪  $30 \text{ cm}$  以上时列车停止运行。

表 2 雷电对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	无雷电	无影响, 列车正常行驶	正常行驶或解除警戒	绿色
2	有雷电活动	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 200 \text{ km/h}$	危急警戒	黄色

表 3 大风(平均风速  $\bar{V}$ , 瞬时风速  $V$ )对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$\bar{V} \leq 15 \text{ m/s}$ 或 $V \leq 20 \text{ m/s}$	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$15 \text{ m/s} < \bar{V} \leq 20 \text{ m/s}$ 或 $20 \text{ m/s} < V \leq 25 \text{ m/s}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 300 \text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$20 \text{ m/s} < \bar{V} \leq 25 \text{ m/s}$ 或 $25 \text{ m/s} < V \leq 30 \text{ m/s}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 200 \text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$25 \text{ m/s} < \bar{V} \leq 30 \text{ m/s}$ 或 $30 \text{ m/s} < V \leq 35 \text{ m/s}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 120 \text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色
4	$\bar{V} > 30 \text{ m/s}$ 或 $V > 35 \text{ m/s}$	有特别严重影响, 建议列车停止运行	封锁警戒	红色

表 4 降雨( $1 \text{ h}$  降雨量  $R_1$ ,  $1 \text{ min}$  降雨量  $r_1$ )对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$R_1 < 20 \text{ mm}$ 或 $r_1 < 1.5 \text{ mm}$	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$20 \text{ mm} \leq R_1 < 45 \text{ mm}$ 或 $1.5 \text{ mm} \leq r_1 < 2.8 \text{ mm}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 200 \text{ km/h}$ , 重点防洪路段 $\leq 160 \text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$45 \text{ mm} \leq R_1 < 60 \text{ mm}$ 或 $2.8 \text{ mm} \leq r_1 < 3.4 \text{ mm}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 160 \text{ km/h}$ , 重点防洪路段 $\leq 120 \text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$R_1 \geq 60 \text{ mm}$ 或 $r_1 \geq 3.4 \text{ mm}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 80 \text{ km/h}$ , 重点防洪路段 $\leq 45 \text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色

表 5 降雪(积雪, 轨枕板积雪厚度  $H$ ) 对高速铁路运行影响的等级划分(35°N 以南地区)

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	小雪, 轨枕板开始有积雪覆盖	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	中雪, 或 $H < 10\text{ cm}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 250\text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	大雪或暴雪, 或 $10\text{ cm} \leq H < 20\text{ cm}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 200\text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	大暴雪或特大暴雪, 或 $20\text{ cm} \leq H < 30\text{ cm}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 160\text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色
4	$H \geq 30\text{ cm}$	有特别严重影响, 建议列车停止运行	封锁警戒	红色

表 6 降雪(积雪, 轨枕板积雪厚度  $H$ ) 对高速铁路运行影响的等级划分(35°N 以北地区)

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	小雪, 轨枕板开始有积雪覆盖	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	中雪, 或 $H < 5\text{ cm}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 200\text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	大雪或暴雪, 或 $5\text{ cm} \leq H < 20\text{ cm}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 160\text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	大暴雪或特大暴雪, 或 $20\text{ cm} \leq H < 30\text{ cm}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 120\text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色
4	$H \geq 30\text{ cm}$	有特别严重影响, 建议列车停止运行	封锁警戒	红色

《铁路技术管理规程》(高速铁路部分)第 350 条均规定: 中雪或积雪覆盖轨枕板或道砟面时, 无砟轨道区段限速 250 km/h 及以下, 有砟轨道区段限速 200 km/h; 降大雪、暴雪时, 无砟轨道区段限速 200 km/h 及以下, 有砟轨道区段限速 160 km/h。当无砟轨道区段轨枕板积雪厚度 10 cm 以上时, 限速 200 km/h 及以下; 有砟轨道区段轨枕板积雪厚度 5 cm 以上时, 限速 160 km/h 及以下。

《长春工务段 2012 年高速铁路降雪应急处置预案》<sup>[17]</sup> 规定: 降中雪以下或积雪覆盖道砟面时, 限速 200 km/h 及以下; 大雪、暴雪时, 限速 160 km/h 及以下。当积雪雪厚 5 cm 以上时, 列车限速 160 km/h 及以下。将 35°N 线作为南北气候分界线, 制定降雪(积雪)对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 5、表 6)。

2.5 低能见度(雾、霾、沙尘暴、降雨、降雪、吹雪、扬沙等)

高速铁路属于高架、封闭的系统, 其驾驶主要靠自动化系统完成。从理论上讲, 高速铁路可实现“盲驾”。强浓雾主要影响高速铁路的动力系统。尤其是雾霾会造成“雾闪”(或污闪), 带电离子击穿绝缘子, 造成列车电力系统跳闸、断电,

影响列车运行。“雾闪”一般发生在列车启动出站时, 行进中的列车一般不会发生“雾闪”事件。

《铁路技术管理规程》(高速铁路部分)<sup>[16]</sup> 第 355 条规定, 遇天气恶劣, 信号机显示距离不足 200 m, 改按恶劣天气难以辨认信号的办法行车。《铁路暴风雨雪雾等恶劣天气应急预案(暂行)》<sup>[18]</sup> 规定, 当能见度小于 50、100、200 m 时, 分别进入 I 级、II 级、III 级应急状态。据此, 制定低能见度(雾、霾、沙尘暴、降雨、降雪、吹雪、扬沙等)对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 7)。

2.6 最低气温

高温对高速路铁影响较小, 列车设备可耐高温运行。而低温对高速铁路运行影响则较大。低温会造成道岔被冻住, 影响列车运行。哈大高铁可在 -40 ℃ ~ 40 ℃ 之间正常运行, 2015 年之前执行冬季时刻表(当年 12 月至次年 3 月)时车速从 300 km/h 降为 200 km/h。我国铁路部门规定, 低温导致列车底部结冰限速 250 km/h<sup>[19]</sup>。日本新干线规定, 高铁安全正常运行轨温最高为 64 ℃, 最低为 -10 ℃。基于以上参考, 制定最低气温对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 8)。

表 7 低能见度( $L$ ) 对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$L \geq 200\text{ m}$	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$100\text{ m} \leq L < 200\text{ m}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 250\text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$50\text{ m} \leq L < 100\text{ m}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 200\text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$L < 50\text{ m}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 160\text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色

表 8 最低气温( $T$ ) 对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$T \geq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	无影响, 列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$-20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T < -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	有一定影响, 建议列车速度 $\leq 250\text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$-30\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T < -20\text{ }^{\circ}\text{C}$	有较大影响, 建议列车速度 $\leq 200\text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$-40\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T < -30\text{ }^{\circ}\text{C}$	有严重影响, 建议列车速度 $\leq 120\text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色
4	$T < -40\text{ }^{\circ}\text{C}$	有特别严重影响, 建议列车停止运行	封锁警戒	红色

表 9 冻雨(电线积冰直径  $D$ )对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$D < 37 \text{ mm}$	无影响,列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$37 \text{ mm} \leq D < 47 \text{ mm}$	有一定影响,建议列车速度 $\leq 160 \text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$47 \text{ mm} \leq D < 67 \text{ mm}$	有较大影响,建议列车速度 $\leq 120 \text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$67 \text{ mm} \leq D < 87 \text{ mm}$	有严重影响,建议列车速度 $\leq 80 \text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色
4	$D \geq 87 \text{ mm}$	有特别严重影响,建议列车停止运行	封锁警戒	红色

注:电线积冰直径包含裸线直径 26.8 mm。

表 10 冰雹(冰雹直径  $d$ )对高速铁路运行影响的等级划分

等级	划分标准	影响程度与防御措施	防御状态	颜色表征
0	$d < 10 \text{ mm}$	无影响,列车正常行驶	正常运行或解除警戒	绿色
1	$10 \text{ mm} \leq d < 20 \text{ mm}$	有一定影响,建议列车速度 $\leq 200 \text{ km/h}$	注意警戒	蓝色
2	$20 \text{ mm} \leq d < 50 \text{ mm}$	有较大影响,建议列车速度 $\leq 160 \text{ km/h}$	危急警戒	黄色
3	$d \geq 50 \text{ mm}$	有严重影响,建议列车速度 $\leq 80 \text{ km/h}$	特别危急警戒	橙色

## 2.7 冻雨

冻雨(雨淞)是导致冰冻灾害发生的重要天气现象之一。冻雨特别是长时间低温冰冻对高速铁路影响较大。冻雨会导致轨面摩擦力减小、电力线路和通信线路断裂、倒塔倒杆等,影响列车运行。在地面气象观测中,用电线积冰直径(裸线直径为 26.8 mm)来衡量冻雨的严重程度。根据研究,电线积冰厚度在 0~10 mm 为轻度冰灾区,10~20 mm 为中度冰灾区,20~30 mm 为重度冰灾区。积冰直径=裸线直径 26.8 mm+2 倍积冰厚度。另外,南方电网电线积冰厚度设计极限值一般不超过 30 mm。铁路部门规定,接触网导线结冰受电弓取流不畅时,限速 160 km/h 及以下。据此,制定冻雨对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 9)。

## 2.8 冰雹

冰雹也是影响高速铁路运行的重要天气现象之一。冰雹尤其是直径较大的冰雹对高速铁路影响较大。大的冰雹会砸坏电网或信号设备,影响列车运行。根据国家标准“冰雹等级”<sup>[3]</sup>研究,冰雹按直径大小可分为四级,直径小于 5 mm 的为小冰雹,大于等于 5 mm 而小于 20 mm 的为中冰雹,大于等于 20 mm 而小于 50 mm 的为大冰雹,大于 50 mm 的为特大冰雹。参照此标准,制定冰雹对高速铁路运行影响的天气条件等级(表 10)。

## 3 应用规则

当有两种高影响天气出现时,应以其中限速最低的等级确定高速铁路运行高影响天气条件等级。

当有三种及以上高影响天气出现时,应在其中限速最低的等级基础上提高一个等级(最高为封锁警戒)确定高速铁路运行高影响天气条件等级。

本标准气象要素值是指铁路部门布设在铁路车站的气象站或气象部门布设的、离铁路车站最近的气象站所观测的值。

## 4 结语

(1) 高速铁路安全运行气象条件与普通铁路具有较大的差异性,如暴雨对普通铁路的影响很大,但对高速铁路的影响非常有限,在实际应用中应区别使用。

(2) 本研究确定的高速铁路安全运行高影响天气条件等级标准虽然具有一定的普适性,但我国东西及南北气候差异性较大,各地在应用中应做好本地化订正工作。

(3) 不同等级的高速铁路以及同一等级高速铁路的不同路段,天气条件对高速铁路的安全运行的影响不尽不同,在实际应用中应灵活掌握。

## 参考文献:

- [1] GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [2] GB/T 21984-2008 短期天气预报[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [3] GB/T 27957-2011 冰雹等级[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [4] GB/T 27964-2011 雾的预报等级[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [5] GB/T 28591-2012 风力等级[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [6] GB/T 28592-2012 降水量等级[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [7] QX/T 51-2007 地面气象观测规范 第 7 部分:风向和风速观测[S]. 北京:气象出版社,2007.
- [8] QX/T 53-2007 地面气象观测规范 第 9 部分:雪深与雪压观测[S]. 北京:气象出版社,2007.
- [9] QX/T 59-2007 地面气象观测规范 第 15 部分:电线积冰观测[S]. 北京:气象出版社,2007.
- [10] QX/T 96-2008 积雪遥感监测技术导则[S]. 北京:气象出版社,2008.
- [11] QX/T 111-2010 高速公路交通气象条件等级[S]. 北京:气象出版社,2010.
- [12] QX/T 178-2013 城市雪灾气象等级[S]. 北京:气象出版社,2013.

- [13] 《铁路安全管理条例》(国务院令第 639 号)[Z]. 北京: 国务院, 2013.
- [14] 《铁路主要技术政策》(铁道部令第 34 号)[Z]. 北京: 铁道部, 2013.
- [15] 《关于印发高速铁路防灾安全监控系统管理办法(暂行)的通知》(铁运[2010]28 号)[Z]. 北京: 铁道部, 2010.
- [16] 《中国铁路总公司关于印发〈铁路技术管理规程〉(高速铁路部分)的通知》(铁总科技[2014]172 号)[Z]. 北京: 中国铁路总公司, 2014.
- [17] 《长春工务段 2012 高速铁路降雪应急处置预案》(长工高发[2012]296 号)[Z], 长春: 长春工务段, 2012.
- [18] 《关于印发铁路暴风雨雪雾等恶劣天气应急预案(暂行)的通知》(铁运[2008]236 号)[Z]. 北京: 铁道部, 2008.
- [19] 《关于印发冰雪天气动车组列车限速暂行规定的通知》(铁运[2011]17 号)[Z]. 北京: 铁道部, 2011.
- [20] 日本法国德国高速铁路运营安全专题资料汇编[R]. 北京: 铁道部, 2010: 249-252.
- [21] 胡立庆. 气象与铁路运输安全[J]. 铁道运输与经济, 1984, 4(1): 35-38.
- [22] 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.
- [23] 刘丽霞. 高速铁路防灾气象监测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(9): 36-38.
- [24] 杨靖波, 李正, 杨风利, 等. 2008 年电网冰灾覆冰及倒塔特征分析[J]. 电网与水利发电进展, 2008, 24(4): 4-8.
- [25] 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, 23(4): 104-108.
- [26] 杨加伦, 朱宽军, 刘彬, 等. 输电线路冰区分布图绘制关键技术[J]. 电力建设, 2013, 34(9): 31-36.

## Research on Level Standards of High-impact Weather over High-speed Railway Safety Operation

CUI Xinqiang, ZHOU Xiaolan, FU Jia, DAI Juan and LIU Jin  
(Hubei Meteorological Service Center, Wuhan 430205, China)

**Abstract:** In order to ensure high-speed railway in safe operation of the bad weather conditions. Based on the survey of specification of high-speed railway safety operation & management and related standards, the papers have built the Level Standards of Weather Conditions Impacting by lightning, wind, precipitation, snowfall, haze, dust storms temperature, wire icing and hail and so forth over High-speed railway after integrating the achievements of meteorological research. Moreover, the application test results show that our works can provide the certain reference to the operational safe management and meteorological service Assurance for High-speed railway.

**Key words:** high-speed railway; safety operation; standards of weather; level

(上接第 25 页)

## Probabilistic Neural Network Pre-Assessment Model Based on Isometric Feature Mapping Dimensional Reduction in Typhoon Disaster

CHEN Yanxuan, LIU Hexiang and TAN Jinkai  
(College of Mathematics and Statistics Sciences, Guangxi Teachers Education University,  
Nanning 530023, China)

**Abstract:** Typhoon hazard, between hazard bearing body and the disaster is a complex nonlinear dynamical system; accurately and efficiently extract the important indicators for the pre-assessment of typhoon disaster grade is an important basis for disaster prevention and relief work. In this paper, we apply principal component analysis, isometric feature mapping and entropy to extract key indicators of hazard bearing body, with hazard source as the input neurons, and disaster grade as output neurons, establishing probabilistic neural network pre-assessment model in typhoon disaster. The results show that the accuracy of probabilistic neural network pre-assessment model based on the non-linear feature extraction isometric feature mapping reaches 90%, the model has a satisfactory level of accuracy and generalization ability, provide a new way for natural disaster risk assessment, having certain reference value.

**Key words:** probabilistic neural network; Isometric Feature Mapping; entropy; typhoon; disaster; pre-assessment