

雨量警戒制度应用技术分析

汤家法¹, 姚令侃¹, 伍衡昭², 华明²

(1. 西南交通大学土木工程学院, 四川 成都 610031; 2. 成都铁路局工务处, 四川 成都 610031)

摘要: 雨量警戒制度是铁路部门用于指导汛期警戒、确保线路汛期行车安全的一种制度, 这种制度应分级、分段、各工种联控执行。本文分析了其在应用上应当注意的几个技术环节, 并以成昆线桐子林站8·15事件为例加以说明。

关键词: 雨量警戒制度; 铁路; 运行原理; 应用技术

中图分类号: U 29; P426.615 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2003)02-0043-05

0 前言

山区铁路安全行车是个复杂的人—机—环境系统, 铁路沿线复杂多变的自然环境是影响铁路行车安全的重要因素。因此, 针对山区铁路水害事件的时间特征和空间特征, 如何采取积极稳妥的汛期行车安全对策, 有效阻止运输灾害事件的发生, 一直是铁路管理部门积极探索的问题。经过多年的实践与探索, 逐渐形成了一种在汛期用雨量警戒来指导汛期行车安全的保障制度, 即: “雨量警戒制度”。近年来, 该项制度在成都铁路局得到广泛的实施, 取得了较好的防洪效果, 为山区铁路汛期行车安全提供了有力的保障。成昆线桐子林站8·15事件就是该项安全保障制度的一个典型成功案例。2002年8月15日, 成昆线西昌工务段管内普降大到暴雨。该日2时40分~3时40分, 小时雨强达53mm, 造成桐子林站k726+550~696m爆发泥石流。k726+550掩埋货物1、2线, 宽21m, k726+696掩埋货物1、2、3、4、5线, 宽37m。平均厚度1.8m, 线路上堆积物约7622m³, 中断行车7小时10分。事发当日, 桐子林站严格执行雨量警戒制度, 及时派员出巡并封锁线路, 避免了重大行车事故的发生。本文分析了雨量警戒制度在应用上应当注意的几个技术环节, 并以成昆线桐子林站8·15事件为例加以说明。

1 雨量警戒制度运行原理

雨量警戒制度是铁路部门用于指导汛期警戒、确保线路汛期行车安全的一种制度, 它是一种分级、分段、各工种联控执行的警戒制度。其在构成上由雨量监测、技术标准和执行人

收稿日期: 2002_11_27

基金项目: 铁道部科技发展项目(99G50)

作者简介: 汤家法(1971-), 男, 安徽庐江人, 道路及铁道工程专业博士研究生, 主要从事铁路防灾减灾研究。

员构成。雨量监测是系统运行的驱动力；技术标准（警戒标准和防御标准）规定了线路的各种运行状态以及各部门相应的操作措施；在执行上是由各工种联控执行，构成人员复杂^[1]。

雨量警戒制度的系统运行，是以雨量监测为其运行的驱动力。降水发生时，雨量员根据实测降雨量，判断其所在区段线路警戒状态，并向各部门发布警戒信息。各部门接到警戒信息后，立即采取相应的警戒措施（图1）。例如，当雨量员发布“注意”警戒信息时，工务部门立即派员出巡线路；车务、机务部门则通知区间内的车务、机务人员以不超过60 km/h的速度运行列车，并加强列车了望措施等。

2 雨量警戒制度运行技术

雨量警戒制度是一种汛期安全行车的管理制度，该项制度的安全可靠取决于其警戒标准的科学合理性、执行人员对制度的理解与把握程度以及警戒措施的有效性，合理的警戒标准是其科学依据，参与者的合作协调是其能够实现的基础，积极正确的防御措施则为其提供了技术上的保证。

2.1 科学合理的警戒标准

降雨是诱发线路两旁地质灾害的主要因素之一，因此，铁路沿线的降水情况成为衡量线路地面环境条件优劣的重要指标。根据水害发生发展规律及铁路沿线的雨情特征、灾情特征制定出科学合理的警戒标准是雨量警戒制度的核心工作之一。

制定警戒标准时要充分考虑铁路沿线灾害特征和铁路部门的行业特点，做到既要充分保障线路安全又要尽量减少对线路运输秩序的影响。经过多年的探索与实践，成昆铁路目前分“注意警戒”、“危急警戒”和“封锁区间”三级警戒状态进行汛期警戒。三级警戒状态的设定是水害发生发展的科学规律与铁路运输生产需要相协调的结果，它既保证了在各级警戒状态下能够及时发现并阻止水害事件的发生，从而保证汛期铁路运输安全，又满足了铁路运输生产的特殊需要，以达到预期的目的。

警戒标准的制定主要包括铁路沿线警戒区段的划分和明确进入各级警戒状态的降水条件，形成分级、分区段警戒的警戒标准，对此，作者已在文献[1, 2]中作了详细的讨论。根据文献[2]，成昆铁路警戒区段划分为：成都——双流——九里——甘洛——沙木拉打——小高——迤资。桐子林站位于成昆线警戒区段小高~迤资之间，其各级警戒雨强表执行参照该区段标准执行^[1, 2, 3]（表1）。成昆铁路现行的警戒标准是在分析了沿线各站多年积累的降水资料和大量的水害记录资料后得到的，并在实践中不断得到完善，总的说来该标准可靠性高，行车干扰小，可操作性强。

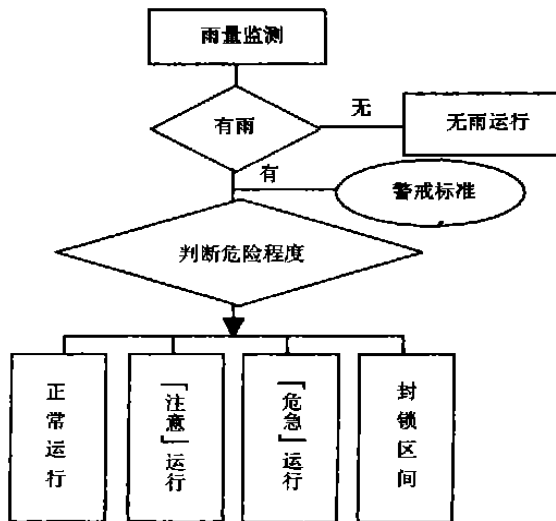


图1 “雨量警戒制度”运行原理图

表 1 桐子林站各级警戒雨强表

警戒状态 \ 降水条件	注意警戒		危急警戒		封锁区间		
	0~ 20	25~ 100	100	25~ 100	100	25~ 100	100
连续降水 (mm)	0~ 20	25~ 100	100	25~ 100	100	25~ 100	100
10 min 降水 (mm)	5	3	2	8	4	10	6

2.2 参与者的合作与协调

雨量警戒制度是由各工种联控执行, 参与人员复杂。以成昆铁路为例, 沿线在汛期实行全员防洪制度, 由线路巡查人员、冒雨巡道人员、工务值班人员、看守工、车站值班人员、机车乘务员和民兵构成汛期的“七道防线”。各类人员分工不同, 各司其责, 相互协调, 共同执行雨量警戒制度(图 2)。

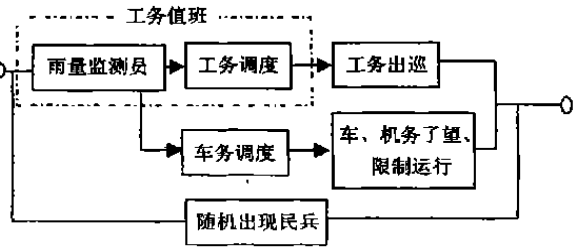


图 2 雨量警戒制度各警戒状态工作流程图

2.2.1 工务值班人员

工务值班人员包括雨量监测员和工务调度人员。

(1) 雨量监测员

为配合雨量警戒制度的实施, 从 20 世纪 80 年代中期, 成都局开始在各站区安装雨量器, 目前的安装密度最高已达到 1 台/10 km, 大大提高了对山区降水的监测精度。成昆铁路沿线每台雨量计都配有专职雨量员, 降水发生时, 雨量员根据实测降雨量, 判断其所在区段线路警戒状态, 并向各部门发布警戒信息。

雨量警戒制度是以雨量监测为系统驱动力的, 雨量员对警戒标准的理解与把握至关重要。雨量员如果能正确地发布警戒信息, 系统随之进入正确警戒状态; 反之, 如果雨量员错误判断, 系统则进入错误的警戒状态。错误的警戒状态偏高, 会造成系统资源的浪费; 偏低, 则极易出现行车事故, 导致整个警戒制度的失效。

从桐子林站 8·15 事件的执行情况来看, 雨量员深刻理解了雨量警戒制度, 发布的警戒信息及时、准确。

该站所属的区段自 8 月 9 日开始降雨, 当日雨量达 35.8 mm, 随后在 10~ 13 日都有少量降水, 至泥石流爆发当日, 前期累积降水量达 65.8 mm。从前期降水情况来看, 本场泥石流属于前期降水不丰沛型(表 2)。8 月 14 日 6 时~ 8 月 15 日 2 时, 桐子林站有零星降水, 降水量只有 1.5 mm, 自 2 时 5 分开始雨势加强, 至 3 时 40 分雨势减弱。其间, 最大 10 min 雨强达 18 mm, 最大 1 h 雨强达 53 mm (图 3)。

表 2 桐子林及其两端站点前期降水情况

站名 \ 日期	8·9	8·10	8·11	8·12	8·13	8·14
	朱坪子	19.7	8.2	6.2	10.5	3.6
桐子林	35.8	10.6	7.5	6.6	5.3	63.4
枣子林	26.6	2.6	7.6	6.4	5	53.1

桐子林站降水自8月15日2时5分逐渐增强,2时36分雨势剧增,2时36分~2时46分,10 min雨强达8.8 mm,前期降水累计达到76.1 mm,符合线路进入“危急警戒”状态条件,该站雨量观测员立即发布“危急警戒”警戒信息;由于雨势进一步增强,2时42分~2时52分,10分钟雨强达11.4 mm,达到“封锁区间”状态,该站雨量观测员立即发布“封锁区间”警戒信息。及时准确的警戒信息使得各执行部门能够及时采取正确的防御措施,取得发现泥石流灾害的主动权。

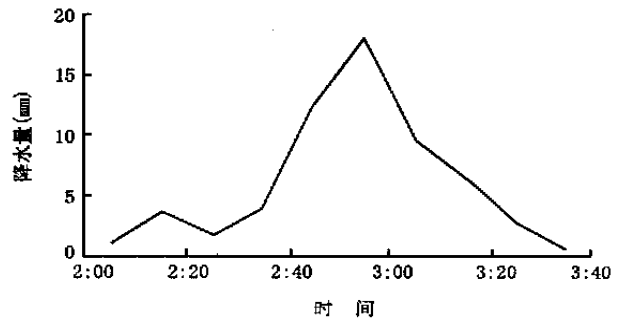


图3 泥石流爆发时10 min降水

(2) 工务调度人员

工务调度人员接到雨量员的警戒通知后,负责工务出巡人员的调度、准备抢险救灾预案及同其他部门的协调等工作。

2.2.2 工务巡检人员

工务巡检人员分两类,一类是定时线路巡道工,主要负责线路技术状况的检测;另一类是冒雨巡查人员,线路警戒运行时,工务调度立即派员冒雨巡查线路,以站点为中心,分别往线路两侧巡逻,单边寻查距离约5 km,来回耗时约4 h;一般每60 min派出一批巡查人员,人力资源充沛的站点巡查密度可能加大到每20 min派出一批巡查人员。

工务巡检人员是线路水害的主要发现者,据多年统计,其发现的灾害约占灾害总量的65%左右。桐子林站8·15事件中工务冒雨巡查人员于3时05分在k726+550~696处发现线路已被泥石流冲毁。

2.2.3 车站值班人员

车站值班人员接到雨量员的警戒通知后,负责向机务、车务人员发布警戒命令,布置防御措施及同其他部门的协调等工作。8·15事件中,车务值班人员接到雨量员的“危急警戒”通知后,要求区段内列车限速运行;接到雨量员的“封锁区间”通知后,分别于2时55分和2时57分封锁线路上行和下行,及时扣停正驶往该区段的列车。

2.2.4 车、机务人员

车、机务人员是线路水害的另一个重要的发现者。车、机务人员在接到车务调度的警戒命令后加强了望、列车限速运行。山区线路通视条件差,水害事件又多发生于夜间,因此,火车司乘人员发现灾害能力受到限制,列车限速运行,有利于机车乘务员观察线路情况,及时发现线路水害并采取相应的措施。据多年统计结果,由车、机务人员发现的水害所占比例约在30%左右。

2.2.5 线路看守工及随机出现的民兵

对于沿线的重要工程和重要的灾害点,在汛期都会有专人看守,因此,这类工点一般不会发生行车事故问题。随机出现的民兵,是铁路汛期防护力量的一个重要补充,成昆线运行史上民兵曾多次协助铁路部门发现水害。

2.3 积极灵活的防御措施

雨量警戒制度是车、机、工、电等部门联控执行, 防御措施必须包含各部门应采取的相应动作。雨量警戒制度是一种分级警戒制度, 不同的警戒状态意味着线路受水害威胁的程度不同, 各部门应根据警戒状态的不同, 采取相应的措施。总之, 各部门的防御措施要利于发现水害, 并能迅速作出反应, 阻止铁路水害事件的发生(表3)。

表3 各运行状态下铁路各职能部门警戒措施一览表^[4,5]

运行状态	警戒措施	
	工务部门	机务、车务部门
正常运行	工务巡查	注意了望
“注意警戒”运行	派员冒雨巡查, 直至解除警戒	列车以不超过 60 km/h 速度运行, 加强列车了望
“危急警戒”运行	加密派员冒雨巡查, 直至解除警戒	列车不超过 40 km/h 速度运行, 加强列车了望
封锁区间	全员冒雨巡查, 直到解除封锁	封锁线路直至封锁解除

表3所示为在各运行状态下各部门的标准化防御措施, 在实际中要灵活应用。例如, 在线路进入“注意警戒”、“危急警戒”或“区间封锁”解除后, 区间内可能有列车到达而工务巡查人员未能及时查完路况, 因为列车前行速度远大于工务人员的前行速度, 这样会出现前方线路情况不明, 存在事故隐患。针对这种情况, 发展了一种“工务添乘”制度, 即工务巡查人员添乘到运行的列车上, 协助车、机务人员加强了望。另外还规定, 线路进入警戒状态后, 警戒状态的解除采用回退解除方式, 即不能一次完全解除警戒, 而是向其次一级警戒状态回退, 直至最终解除警戒状态, 回退次序由“封锁区间”到“危急警戒”再到“注意警戒”直至正常运行。这些规定与制度, 使得各部门的作业方式标准化而又不失灵活性, 从而在实践中不断完善和发展着雨量警戒制度。

3 结论

雨量警戒制度是在实践中发展起来并不断得到完善的安全保障制度。其可靠性受到技术水平、管理水平、沿线自然环境条件以及人们对自然灾害的认识水平等诸多因素的影响, 同时对制度的理解与执行也是重要的影响因素之一。“8·15”成功案例说明, 成昆线的“雨量警戒制度”的警戒标准和工作流程合理。执行时, 雨量员对雨量警戒制度的理解和把握比较准确, 各部门警戒措施得当, 因而能及时警戒, 发现灾害, 避免重大行车事故的发生。该案例从实践上证明了雨量警戒制度是合理、可行和有效的。

参考文献:

- [1] 汤家法, 姚令侃, 华明. 铁路汛期行车安全对策[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 131- 136.
- [2] 汤家法, 姚令侃, 蒋良维, 等. 成昆铁路(北段)汛期降水的时空统计特征及雨量警戒区段的划分[J]. 中国铁道科学, 2002, (6): 95- 99.
- [3] 成都铁路局文件[Z]. 成铁办[1999]119号.

Classification Method of Flood Grades

XU Wu-cheng¹, WANG Wen²

- (1. *Institute of Land Management, Sichuan Teachers' College, Nanchong 637002, China;*
2. *College of Water Resources and Environment, Hohai University, Nanjing 210098*)

Abstract: The diversity of flood elements and complexity of flood are analyzed. Two methods for classifying flood grades by flood recurrence-interval or peak discharge of standard area are put forward in this paper. And, the flood grades of the Yangtze River drainage basin in 1998 are analyzed.

Key words: flood; flood grade; recurrence interval; standard area; flood peak discharge

(上接第 47 页)

- [4] 华明. 汛期安全行车雨量警戒制度的探索与实践[J]. 四川铁道, 2000(2): 3- 5.
[5] 汤家法, 姚令侃, 华明. 山区铁路灾害防御体系研究[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(2): 103- 106.

Analysis on Application Technique of the Rainfall Warning System

TANG Jia-fa¹, YAO Ling-kan¹, WU Heng-zhao², HUA Ming²

- (1. *College of Civil Engineering, South West Jiaotong University, Chengdu 610031, China;* 2. *Chengdu Railway Administration, Chengdu 610031*)

Abstract: The rainfall warning system, a kind of safety precautions that the railway sectors use to guide flood warning in rainy season, should be executed by different levels and sections with a joint control. Some technical links to which the attention should be paid in its application are discussed. A successful application of warning system at Tongziling station of the Cheng-Kun railway on August 15, 2002 is illustrated.

Key words: rainfall warning system; railway; operation principle; applied technique