

高速铁路地震预警系统预警及处置信息生成优化方法

范东海, 于章棣, 屈楠

(赤峰地震监测中心站, 内蒙古 赤峰 024000)

摘要: 为了提升高速铁路地震预警处理的高效性, 让地震预警系统和地震台网可以联通发挥作用, 需要进行系统和信息生成采取研究。本文主要针对高速铁路为出发点, 将地震预警系统作为研究的对象, 分析系统和处置信息的生成方式, 探究进行改良处理的设计方法内容, 进行前后的对比分析, 实现地震信息的合理预测。

关键词: 地震台网; 高速铁路地震预警系统; 信息处理

中图分类号: U298

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.023

高速铁路方便了人们的生活, 拉近了地域之间的距离, 因此需要保护好铁路。地震的出现会带给高速铁路巨大的损坏, 在产生地震波时会对行驶中的列车带来影响, 导致列车倾覆甚至是脱轨, 给人们的安全带来巨大的危害, 因此防止和减轻这样的影响是重要的研究问题, 目前利用地震预警和地震台网可以尽可能地降低灾害带来的损失, 具有研究的意义。

1 对于铁路地震预警系统和地震台网分析系统和处置信息生成方法

1.1 预警铁路局中心系统采取确定的方式

对于我国的高铁地震的提前警报系统, 它的架构级别为二级形式, 涉及众多个部分, 比如铁路局核心的系统、用于信号连接的口、用于实地监控的设施、进行地震紧急处理的装置等。在这些组成的部分中, 用于信号连接的口和监控的设施隶属于现场设施中的下级形式, 它们的主要功能作用是获取地震的信息, 并且随时将信息传输处理, 最终由铁路核心系统接收。对于铁路核心系统, 它属于中心系统, 因此隶属于上级处理的决策体系, 可以和其他附近的中心系统随时连接, 还能和附近的国家地震台网中心实现信息的互通, 当收集到地震信息之后, 就会带动紧急处置发挥作用, 利用信息在短时间内生成算法, 从而形成处置指令的信息, 实现分别处理, 并及时的下达指令, 由相应的设备接收, 比如车载设备、牵变所等。

分析台网侧地震信息的提前警报系统, 它的首要工作是服

务于铁路局, 在工作中明确地震影响的位置, 然后将地震的信息进行发送, 这个时候铁路局核心的系统就得到了信息, 涉及的环节如下: 某地发生了地震, 这个时候会由距离最近的地震监测台站感应到, 通过监测获取地震的信息, 此时台站开始执行自己的工作, 实现信息的输送, 一直到地震台网中心接收为止, 接到完整的信息之后, 就会处理地震的三要素的信息, 其中涉及发生地震的时间、震中的方位、地震所属地震等级等, 地震台网的专项接口会将这些信息进行输送, 传达到交换的平台, 此时需要应用参考范围进行判断, 地震时会对高铁运行产生影响, 依据地震动加速度的具体值进行估量, 将数值四十作为界限, 进行地震干扰区域的估计。

如果想要对地震的影响力度进行分析, 想要明确铁路局被影响的范围, 可以利用算法来实现, 算法应用的是平面的坐标形式, 将地震波传播方式看作圆形。经过影响范围的明确之后, 交换平台会进行预警信息的公布, 让涉及影响的铁路局核心系统接收到情况。以上的分析, 高速铁路地震的提前警报系统就可以结合地震台网, 带动核心系统发布工作的完成。

1.2 对于铁路局中心系统分析紧急处理信息的产生和输送

针对地震台网, 高速铁路地震的提前警报系统在获取到信息之后, 会执行信息发布的处理, 从而传输至铁路局核心系统, 就可以掌握具体铁路局遭受的干扰范围。铁路局核心系统负责获取信息, 当得到警报的提示信息之后, 会第一时间针对得到的地震信息采取分析, 并且立即进行计算处理, 利用紧急处置

信息形式在短时间里制成计算方法，以便于明确具体哪一条路线受到了干扰。

但是在明确线路的过程中，由于计算的重复操作，存在着耗费大量时间的现象。具体的执行内容为：这个过程需要利用定位的系统，对于国内的全部铁路线路的数据获取，利用曲率进行选择，去选出一些具有特点的线路点，充分地应用曲线拟合的方式，主要借助最小二乘法的形式，针对有关铁路线路，获取到线路的曲线拟合方程。当铁路局核心系统收到提示的警报信息，会依据高速铁路地震提前警报系统来执行，通过三级警报阀的数值设置明确运行速度。

对于地震动峰值加速度，当数值属于四十到八十的区间时，就会限制运行速度为每小时一百六十千米；当数值属于八十到一百二十的区间时，需要依照情况来处理停止运行；如果数值大于等于一百二十时，不仅依照情况来处理停止运行，还要进行接触网的断电处理。根据铁路线路提示警报的信息，铁路局核心系统就会采取行动，发布紧急处理的指令给所需部分，包括牵变和信号的接口，同时还包含车载的紧急处理设施，对它们施加对应的特殊情况下的处理动作。

1.3 优化前设计系统问题的探究

依据对当前的地震台网情况进行分析，研究高速铁路地震提前警报系统，无论是在地震提前警报的机制方面，还是提前警报处置信息的生成机制方面，都具有复杂的计算内容，可以从具体的表现进行分析。针对铁路局，进行其干扰范围的确定时，应用的是函数的拟合方程，同时结合地震形式的动衰减模型方程，涉及的铁路局数量较少，只有少量的铁路局平面拟合函数，而这个方法通过实践之后具有比较繁杂的过程，因此会耗费大量的时间。目前受到硬件条件的限制，地震产生之后只能依靠震源，而且会限制站台，获得的初级信息确定地震的基本参数，造成信息的有限性，影响判断地震信息的可靠程度，无法准确地得到地震的基本参数。受到台网等技术的影响，限制了震源方位的判定。关于地震预警系统，它的建立需要思路、体制、科技内容，另外各个部门的连接性不强，应该打破部门的分割，防止研究思路僵化。提前警报铁路局核心系统的处理形式，应用的是繁杂且不规范的平面函数方程组的求解流程，

特征点的选取不贴合实际，路的位置严重的偏离，就会影响利用线路为依据搭建数据储存库。

将受到干扰的铁路局进行明确之后，还需要受到干扰作用的铁路局核心系统的作用，让它对全路的铁路路线进行提前警报的评判，对于那些受到地震干扰的铁路局，它们都需要分别利用全路整体的铁路线路的拟合方程，进行方程的联立处理，结合地震形式的动衰减模型方程，需要注意的是，模型方程是正圆形，利用这两种方程进行组合形成方程组。以上讲述的步骤出现了重复的计算内容，而且应用的算法比较繁杂。即使目前应用的提前警报机制符合提前警报系统技术的条件，但是在铁路上进行行驶时拥有较快的速度，进行时间的节省操作，会给列车带来影响，对于列车速度降低防护产生巨大的作用。

所以，进行提前警报机制的优化探究、进行信息的生成等形式，一定会促进铁路提前警报系统的性能的增加^[1]。

1.4 处理信息短时间生成的算法以及特征点的选取

这个算法主要应用的是曲线拟合的方法，从高速铁路的线路角度考虑，建立曲线的方程，主要通过平面坐标系下内容来实现，依据地震动能量，分析此形式的衰减方程，深刻考虑地震干扰的范围，利用平面坐标系，建立圆形的曲线方程；将曲线方程进行组合处理，从而形成方程组，利用这两个方程进行解的求取，在这两条曲线中，可以得到交点的坐标，对坐标值进行其他形式的转换处理，这时就可以看到经纬度，然后可以根据实际的情况转换为公里标，分析这两个交点之间的形式，可以获取到一段铁路的线路，对这个线路展开分析，它实际上就是高速铁路线路被干扰的范围；然后以高速铁路作为依据，结合地震特殊情况处理的规范，就可以依据此项地震提前警报，形成紧急处理的信息。

针对高速铁路，提前警报地震紧急处理，给予分析，根据定位采集的板块，结合高速铁路线路的下行方向，以此作为起点，间隔的时间设计为一秒，依照线路许可的运行速度，找到它的起点，设立为坐标的原点，进行转换的处理，以平面的坐标系为参考，换成其他里面的数据点。进行采集的过程中，探究铁路不同的线路，如果在采集数据点时，进行的程度越密，就会更好地掌握地理位置，使定位达到更加准确的状态。通过

分析目前我国线路的实际情况，很多时候在里程方面比较长，如果采集时过于密集，就会导致产生大量的数据，从而阻碍路局的核心系统，使其在计算时耗费更久的时间，导致算法的效率不高，不利于地震的处理信息的生成，从而造成信息的延误，阻碍地震的紧急处理工作。

所以，针对铁路的高速线路，在这上面选取有特点的点，通过这些点进行线路地理方位的描述。因此，进行曲线上有特点的点选择时，可以利用曲率这个指标，展开相应的计算，进行点的获取和收集时，选择曲率数值高的点，如果曲线中的某一点，和线路的位置严重的偏离，就应将它拿掉。

2 对提前警报系统及处置信息生成改良的方法设计

2.1 优化方案的概述

对于目前的高速铁路的情况，以地震提前警报系统为研究对象，同时结合地震台网侧的警报提示形式，分析了处置机制留存的问题，采取优良的改进处理方式。利用地震监测台站，它可以得到地震的有关信息，成功接收到之后，台站开始行动，将获取到的地震信息进行输送处理，一直到台网中心完全接收为止，台网中心不能单独的作用，它通过地震台网的专项接口单元，将信息输送到交换的平台处，交换平台可以进行思考，进行地震信息的判断，从而得到地震的提示警报信息。

这个提示警报信息属于利用混合的方式，不但包含警报提示的处置信息方面，还包含提前警报紧急处理信息的方面，利用二者的结合来发挥功能，也就是在明确铁路局核心系统的被干扰情况后，就需要采取提前警报信息的发布处理，与此同时，对于这些铁路局核心系统进行逐一确定，主要确定的内容是提前警报紧急处理信息的发布。对于交换平台，需要将提前警报的紧急处理信息发送到对应的铁路局核心的系统。

这样的方式有利于铁路局核心系统的工作，防止在路铁路线路方面进行多个迭代计算，确保信息发布和处理可以应用更少的时间。在进行铁路局提前警报和铁路线路提前警报处置时，原来的方式分为两个步骤，现在的方式结合为一个步骤，减少了很多不必要的迭代计算过程，不仅可以促进算法整体的计算效果，还可以大大节省时间^[2]。

2.2 针对局管内线路进行数据库的构建

进行新型方案的设计时，优先需要进行的工作内容是整理铁路的线路。在原来内容的基础之上，结合全路的铁路线路，依据不同的局管进行再次分割处理，按照次序进行唯一的标记命名，记为字母 y ，分别按照数字的次序作为下角标进行标记，利用曲率的筛选功能，同时结合 Douglas-Peucker 的方式，用这些方式进行各个线路的特点的提取。对于全局局管，当分割处理工作完成之后，依照线路曲线的拟合形式，进行方程的建立，完成此项工作之后，将每一条线路处理完善，按照它所在的铁路局，实行类别的归纳，以线路为依据搭建数据储存库。比如下角标从一到四是属于 A 铁路局的范围里，就可以列为一个集合的形式。

2.3 提前警报和处置判别的算法

对于铁路线路的数据库，利用类别的整理和归纳，结合模型函数的正圆形的震动衰减形式。某个地点发生了地震，距离震中很近的地震监测台站开始发挥自身的功能，监测到地震的有关信息，此时会将这些信息以报告的形式输送出去，由台网中心进行接收。当台网中心对地震信息获取完毕之后，会整理出各项的参数，包括发生地震的时间、震中的方位、地震所属地震等级，通过应用地震台网专项的接口进行输送，一直到数据交换的平台完全获取为止^[3]。

数据交换的平台具有分析的功能，通过分析运算形成处理信息，针对台网侧的提前警报，经过改进之后的高速铁路地震提前警报系统的算法出现了改变，依据的是高铁路线地震提前警报系统的三级警报标准要求，将三级形式的地震动峰值加速度提取出来，然后加入模型方程的圆形地震动衰减形式，进行方程的求解，得到了解集形式，它就是受到地震干扰的铁路线路的坐标，也就是经受地震的干扰之后，被影响区域地点呈现出来的经纬度的信息。根据分析铁路线路，它与地震动的衰减方程存有着可行解，通过进行局管内的数据库类别的判断，就可以获得需要输送提前警报信息的铁路局核心系统，也得到受地震干扰的线路，因此进行改进之后的方式不但可以向受干扰的铁路局核心系统传送提前警报的信息，与此同时，还能够传送完成计算研究得到的提前警报紧急处理的信息，然后对于铁

路局核心的系统来说,它可以不用做其他的处理,就可以将紧急处理的指令进行发送,让相应的车载紧急处理的装置可以接收到信息,还可以给信号、牵变的接口形式传达指令,从而完成相应的动作。

2.4 改进方案后的总结

对铁路线路进行处理,依据不同的局管进行类别的划分,同时构建分不同类型的数据库,这样的处理方式可以有助于铁路局核心系统进行判别,有针对性地进行提前警报的处理,同时可以促进系统提前警报的形成,带动铁路局核心系统的生成,实现紧急处理信息的发布,达到应用一个步骤就可以实现处理的方式。对于改进之后的方案,大大地减少了运算的流程,改变了提前警报铁路局核心系统的处理形式,将繁杂且不规范的平面函数方程组的求解流程实现转变,应用数据库的类别来进行评判,与此同时,这种形式的应用防止在进行铁路线路方程的计算中出现二次迭代的问题,现在的方式结合为一个步骤,减少了很多没有必要的迭代计算过程,不仅可以促进算法整体的计算效果,还可以大大减少耗费的时间,在地震台网额影响下,将高速铁路地震提前警报系统的警报提示进行了改进,优化了警报处理的机制^[4]。

3 对比分析

当同一个算法被不同的机器应用时,需要耗费的实际时间存在着差异,因此在一般情况下,在评估算法的运行效率时,不会使用实际的时间单位。采取对比分析的环节,为了保证试验的数据会遭到计算机配置的干扰,同时不会受到一些外在因素的影响,利用每次地震数据时,都需要进行三次一样的试验,进行地震的模拟,进行四到八级地震的演示,一共进行一百组,按照地震的级别,实行每级进行二十组,利用原方法和改进设计方法,获取算法运行时间的样本数据。分别处理原方法和改进设计方法的试验,对三组重复试验得到的数据采取平均值的方式,以便于提升准确度。

需要注意的是,因为机器的配置是具有差异的。因此实际的因运行时间只能作为参考,可以看出进行改进之后,效率得到了有效提升,并且能够减少一些没有必要的过程,对于高速铁路的地震提前警报系统来说,提升了其整体的性能,高速铁路地震的提前警报系统就可以和地震台网进行结合实现作用,带动核心系统发布工作的完成。

4 结语

综上所述,高速铁路为人们的生活提供了便捷,是交通环节中的重要部分,因此需要保护好铁路,地震发生时带给高速铁路巨大的影响,地震波的干扰会给行驶中的列车带来影响,导致列车出现安全的问题,给人们的人身和财产安全带来巨大的危害。所以应该重视这样的问题,探究地震预警和地震台网的性能,尽可能地降低灾害带来的损失,实现地震信息的合理预测。

参考文献:

- [1] 朱进京.基于地震台网的高速铁路地震预警系统预警及处置信息生成优化方法设计[J].铁道标准设计,2021,65(06):118-122,128.
- [2] 史建平,张宝军,窦堃锡.高速铁路地震预警检测系统方案研究[J].铁道运输与经济,2020,42(09):75-80.
- [3] 闫宏伟,黄乃斌,赵泽宇,等.高速铁路地震预警监测系统工程设计方案研究[J].铁道标准设计,2020,64(08):108-112.
- [4] 杨林,刘志明,张格明,等.高速铁路地震预警系统与地震台网融合预警技术研究[J].铁道运输与经济,2019,41(10):64-70.

作者简介:范东海(1989-),男,内蒙古赤峰人,大学本科,助理工程师,主要从事地震监测方向研究。