

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01V 1/00 (2006.01)  
G01S 13/88 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910058195.4

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101477206A

[22] 申请日 2009.1.20

[21] 申请号 200910058195.4

[71] 申请人 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所

地址 610041 四川省成都市人民南路四段9号

[72] 发明人 赵宇 崔鹏 段晓康

[74] 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任公司

代理人 舒启龙

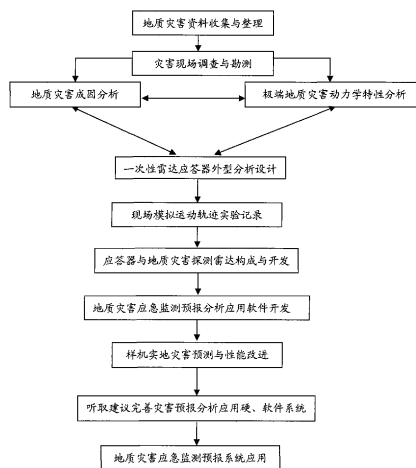
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

## [54] 发明名称

一种地质灾害应急监测预报分析方法

## [57] 摘要

本发明公开了一种地质灾害应急监测预报系统及其预报分析方法。通过在已经或预测形成的地质灾害区域内无规则均匀投放一次性雷达应答器，让它在地表上与滑坡山体或泥石流、洪水等一起移动。通过采用雷达扫描技术，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，结合地形、地貌状况进一步分析判断灾害形成的地点、时间，配合降雨量、地震等其它信息得出基本成因，灾害将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线等重要信息。本发明具有标准化的产品结构，低廉的成本，快速响应下，对成因较明确，有一定预见性的、大范围的、短期突发的地质灾害预报有不可比拟的优势。



1、一种地质灾害应急监测预报系统，其特征是：包括，

全天候连续监测雷达：采用雷达扫描定位，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，结合当地地形的地表移动物体趋势，分析判断灾害形成的地点、时间，配合其它地震、或降雨量信息得出基本成因，灾害将要影响的地域范围和预测灾害发生的时间段、安全撤离路线相关信息；

雷达应答器：无规则均匀投放在已经形成或预测形成的地质灾害区域内，其结构为：雷达应答电子线路板牢固安装在密闭薄壳体内，壳体表面覆盖敏感涂料涂层；它在雷达扫描屏幕上显示一个应答点。

2、根据权利要求1所述地质灾害应急监测预报系统，其特征是：所述薄壳体为充气薄壳体，其外形为多边蛋形或橄榄球形，且表面有一定数量的抓地钩。

3、一种采用权利要求1所述预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，其特征是：通过对灾害体直接移动监视为主，其它参数为辅，尽量避免大而全的复杂运算推理，将灾害预测报警功能前移到现场；

在已经形成或预测形成的地质灾害区域内无规则均匀投放一次性雷达应答器，它在地表上与滑坡山体或泥石流、洪水等一起移动，设计上力求完全跟随其运动；通过采用雷达扫描技术，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，进一步分析判断灾害形成的地点、时间，结合地形、地貌图，同时配合其它信息得出关于基因成因，灾害将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线的重要信息；

雷达站天线设置在相对安全的开阔地，主要雷达设备安置在更安全一些的地点，两者距离由现场实际情形而定；紧急状况也可直接采用飞行器高空巡查后，向控制监测指挥中心报告；远距离信息传递利用现有雷达信号中继方式实行。

4、根据权利要求3所述预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，其特征是：所述一次性雷达应答器是一种充气薄壳体，内部牢固安装雷达应答电子线路板，外涂雷达敏感涂料，在雷达扫描屏幕上显示一个应答点。

5、根据权利要求4所述预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，其特征是：所述一次性雷达应答器的外形为多边蛋型或橄榄球型，表面带一定数量的抓地钩。

6、根据权利要求5所述预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，其特征是：所述计算雷达应答器移动变化差分获取移动变化速率图后，结合地形、地貌图，进一步分析得出保障生命财产安全的撤离路线，或明确提示避灾地域。

## 一种地质灾害应急监测预报分析方法

### 技术领域

本发明属于物理的自动化控制技术领域，特别是一种地质灾害应急监测预报系统及其预报分析方法。

### 背景技术

我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一。有关研究表明，全球气候变暖对我国灾害风险分布和发生规律的影响将是全方位、多层次的：强台风将更加活跃，暴雨洪涝灾害增多，发生流域性大洪水的可能性加大；强地震、局部强降雨引发的山洪、滑坡、泥石流和堰塞湖等极端事件衍生地质灾害也将会增多。

针对次生灾害的预警、监测的技术体系和系统目前尚未建立，人工现场勘测和重点区域加固等是当前减小次生灾害威胁的主要技术手段。这些手段无法有效地对大范围受灾区域形成全面地监测和参数分析，无法有效地判别滑坡、泥石流、堰塞湖等产生的地点、方式、运动方式、形成过程和危害范围。

还有一种情况是当首次地质灾害不幸发生后，常规的危害综合监测装置已被损坏，而近期还有可能出现新的次级地质灾害（次级衍生灾害链）时，将急需采取更快速简易的方法，继续对次级衍生灾害进行监测。

面对多变的地形、地貌，地质灾害的监测和预报工作都将面临同样的难题，如何通过最简单的方式准确预报灾害发生的时间和种类？如何做到少误报和漏报？如何快速寻找到一条让灾害造成的损失降到最低的逃生线路？如何能最大面积观测灾害区域且安装简便的方式？如何能有效克服雷雨天气、雾天黑夜、同时伴随其它自然应急事件同时出现情况下给地质灾害监测带来的干扰？如何能快速、有效地在灾害出现前设置好监测预报设备并及时投入运行？只有不断探索新的方式与方法才能缓解上述系列问题，寻求一条绕开复杂地质灾害预测推断机理，简单易行又切实有效，针对某些种类的突发性事件作出准确及时科学判断地质灾害应急监测预报的分析方法。

本专利涉及的方法能有效缓解上述难题带来的各种影响，突出的优点是成本较低廉，快速简单易行，生产制造标准化，尤其适用已发生灾害且近期还有可能出现

新的次级地质灾害的区域，它可以不需要派遣人员进入灾害危险区域安装调试。

目前国内外已有地质灾害监测仪器的种类和监测参数

种类	适应性	
变形	宏观地质调查	各种灾害的实地宏观地质巡查
监测	地表位移监测	崩塌、滑坡、泥石流和地面沉降等灾害的地表整体和 裂缝位移变形监测
	深部位移监测	具有明显深部滑动特征的崩滑灾害深部位移监测
物理与	应力场监测	崩塌、滑坡、泥石流灾害体特殊部位或整体应力场变化监测
化学场	地声监测	崩塌、滑坡、泥石流灾害活动过程中的声发射事件特征监测
监测	电磁场监测	灾害体演化过程中的电场、磁场变化信息监测
	灾害体温度监测	滑坡、泥石流等灾害在活动过程中的灾体温度变化监测
	放射性监测	裂缝塌陷等灾害体特殊部位的氡气异常监测
	汞气监测	裂缝塌陷等灾害体特殊部位的汞气异常监测
诱发	气象监测	受大气降水影响的灾害诱发因素监测，如崩塌滑坡泥石流 地面塌陷裂缝
因素	地震监测	受地震影响的灾害诱发因素监测，如：崩塌、滑坡、泥石流、 地面塌陷
监测	人类工程活动	人类工程活动对灾害的形成、发展过程中的影响监测
地下	地下水动态监测	滑坡、泥石流、流地面塌陷灾害的地下水位动态变化监测
水检	孔隙水压力监测	滑坡、泥石流灾害体内孔隙水压力监测
测	地下水水质监测	滑坡、泥石流、地面塌陷、海水侵入灾害的地下水水质动态 变化监测
地质	地表位移监测	崩塌、滑坡、泥石流和地面沉降灾害的地表整体位移变形 监测
灾害	地形运动对比	崩塌、滑坡、泥石流灾害活动过程中的孕育期特征监测
应急	全天候连续观测	明显受大气降水、地震影响的灾害诱发因素监测
监测		
预报		

## 发明内容

本发明的目的是提供一种成本低廉、快速定性的地质灾害应急监测预报系统。

本发明的目的是这样实现的：一种地质灾害应急监测预报系统，包括，

全天候连续监测雷达：采用雷达扫描定位，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，结合当地地形的地表移动物体趋势，分析判断灾害形成的地点、时间，配合其它地震、或降雨量信息得出基本成因，灾害将要影响的地域范围和预测灾害发生的时间段、安全撤离路线相关信息；

雷达应答器：无规则均匀投放在已经形成或预测形成的地质灾害区域内，其结构为：雷达应答电子线路板牢固安装在密闭薄壳体内，壳体表面覆盖敏感涂料涂层；它在雷达扫描屏幕上显示一个应答点。

本发明的另一目的是提供一种采用上述预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，以对地质灾害作出应急监测预报。

本发明的另一目的是这样实现的：一种预报系统的地质灾害应急监测预报分析方法，通过对灾害体直接变形位移监视为主，其它参数为辅，尽量避免大而全的复杂运算推理，将灾害预测报警功能前移到现场或由远程控制中心监控；

在已经形成或预测形成的地质灾害区域内无规则均匀投放一次性雷达应答器，它在地表上与滑坡山体或泥石流、洪水等一起移动，设计上力求完全跟随其运动；通过采用雷达扫描技术，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，进一步分析判断灾害形成的地点、时间，结合地形、地貌图，同时配合其它信息得出关于基因成因，灾害将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线的重要信息；

雷达站天线设置在相对安全的开阔地，主要雷达设备安置在更安全一些的地点，两者距离由现场实际情形而定；紧急状况也可直接采用飞行器高空巡查后，向控制监测指挥中心报告；远距离信息传递利用现有雷达信号中继方式实行。

本发明主要由两部分构成：一种低成本的一次性雷达应答器，配合全天候连续监测雷达扫描，以及结合当地地形的地表移动物体趋势判断分析软件。

在已经形成或预测形成的地质灾害区域内无规则均匀投放一次性雷达应答器，它在地表上与滑坡山体或泥石流、洪水等一起移动，设计上力求完全跟随其运动。通过采用雷达扫描技术（类似航空雷达飞行器定位技术），直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，进一步分析判断灾害形成的地点、时间，配合其它信息（降雨量、

地震等)得出基本成因,灾害将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线等重要信息。

本发明的有益效果是:

无论白天还是黑夜,雷达均能探测远距离的目标,且不受雾、云和雨的阻挡,具有全天候、全天时的特点,并有一定的穿透能力。目前也称得上是较为成熟的技术,在海事方面有很多应用。本方法也可以不需要对一次性雷达应答器进行准确定位,仅与它的运行轨迹和相对堆积变化程度感知就能大致分析判断,是一种简单的应急措施,其监测方式避开复杂机理推测。特别适用于“台风或暴雨—洪水—滑坡、泥石流”这种需要监测的范围广、成因关联度强、短期内将突发的极端地质灾害。

地质灾害监测方式,其标准化的产品结构,低廉的成本,快速响应性,对成因较明确,有一定预见性的、大范围的、短期突发的地质灾害预报有不可比拟的优势。

标准且应用广泛的监测雷达技术已较为成熟,一次性雷达应答器是低成本的一次性消耗品生产、储存容易。当遇到突发性灾害时,可快速调集,立刻投入使用,而且不需要专业技术的工程安装人员前往灾区调试。

地质灾害应急监测预报分析方法的应用场所既可交替相互弥补留下的地域、时差空缺,也可同时使用在范围更广、更有针对性地分析预报地质灾害发生将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线等重要信息。多样的灾害监测方式,丰富了预报的手段。

设备的潜在用户包括:大规模工程施工、应急抢险、灾后重建的临时居住点、滑坡公路、山体泥石流、旅游景区、水利设施等;其监测范围的广泛性与普遍性将会拓展更多的应用领域,如河流的洪水泻流跟踪等。

## 附图说明

图1 地质灾前应急监测系统雷达应答器布置显示图像;

图2 灾害形成初期地貌与雷达应答器排布变异图像;

图3 本发明地质灾害应急监测预报分析方法框图。

## 具体实施方式

按照本发明地质灾害检测方式示意图(图1和图2,分别示出灾害监视区域雷达应答器布置图像2、及灾害形成初期雷达应变器变形图像3以及全天候雷达探测器1图中上方为灾害监视地域地貌形状示意),本发明监测方式首先是着重于“卫士哨兵”

型，即以对灾害体直接移动监视为主，其它参数为辅，尽量避免大而全的复杂运算推理，将灾害预测报警功能前移到现场。

地质灾害应急监测预报系统，包括，

全天候连续监测雷达：采用雷达扫描定位，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，结合当地地形的地表移动物体趋势，分析判断灾害形成的地点、时间，配合其它地面、或降雨量信息得出基本成因，灾害将要影响的地域范围和预测灾害发生的时间段、安全撤离路线等相关信息；

雷达应答器：无规则均匀投放在已经形成或预测形成的地质灾害区域内，其结构为：雷达应答电子线路板牢固安装在密闭薄壳体内，壳体表面覆盖敏感涂料涂层；它在雷达扫描屏幕上显示一个应答点。

一次性雷达应答器是一种普通材料充气薄壳体，内部牢固安装雷达应答电子线路板，外涂雷达敏感涂料，在雷达扫描屏幕上显示一个应答点。外形初步设想为多边蛋型或橄榄球型，表面带一定数量的抓地钩，并使其具有一定的抗压能力；重量尽可能轻，具有一定的弹跳能力，低密度特征让其易于暴露在地表面上，还先于移动体运动。值得一提的是由于其轻壳上浮的设计，力求对泥石流的预测预报有特殊的效果。

一次性雷达应答器的投放有两种方式：在高危地质灾害区域和应急状况下，可采取空中播撒作业方式；也可直接采取人工安置的方式，对重点监测区域进行周密布置。雷达应答器表面设置的抓地钩将有效防止其投放过程中发生长距离的滚动。

雷达站天线设置在相对安全的开阔地，主要雷达设备安置在更安全一些的地点，两者距离由现场实际情形而定；紧急状况也可直接采用飞行器高空巡查后，收集雷达扫描图像，向控制监测指挥中心报告。雷达站天线可采取旋转工作方式，扩大监测范围。

全天候连续监测雷达（图1图2）采用变频工作方式，既可监测储存当地灾害区域的地形、地貌三维图像，也可调整工作频率周期性扫描雷达应答器的动态排布位置图。

地质灾害应急监测预报分析软件主要完成三项工作。首先是地形、地貌图的先期生成，与周期性更新；其次是自动比对当前雷达应答器的动态排布位置与前期状态的差别，分析生成移动变化量记录图，并计算变化差分得出移动变化速率图，同

时接收外部信息如降雨量、地震信息等；最后结合地形、地貌图，得出基本灾害成因，如暴雨—洪水—泥石流、地震—滑坡—山体崩塌等，分析预报地质灾害发生将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线或明确提出@@地区等重要信息。

地质灾害监控操作地点既可设置在雷达机站旁，也可利用现有雷达信号中继方式传递到区域集中监控操作站。

本发明地质灾害应急监测预报分析方法，通过对灾害体直接移动监视为主，其它参数为辅，尽量避免大而全的复杂运算推理，将灾害预测报警功能前移到现场；

在已经形成或预测形成的地质灾害区域内无规则均匀投放一次性雷达应答器，它在地表上与滑坡山体或泥石流、洪水等一起移动，设计上力求完全跟随其运动；通过采用雷达扫描技术，直观快速监测比较雷达应答器的运行轨迹，进一步分析判断灾害形成的地点、时间，结合地形、地貌图，同时配合其它信息得出关于基本成因，灾害将要影响的地域范围和预测发生的时间段、安全撤离路线的重要信息；

雷达站天线设置在相对安全的开阔地，主要雷达设备安置在更安全一些的地点，两者距离由现场实际情形而定；紧急状况也可直接采用飞行器高空巡查后，向控制监测指挥中心报告；远距离信息传递利用现有雷达信号中继方式实行。

本发明地质灾害应急监测预报分析方法可以软件的方式嵌入到相关的地质灾害应急监测预报分析控制系统或雷达控制监视设备中。



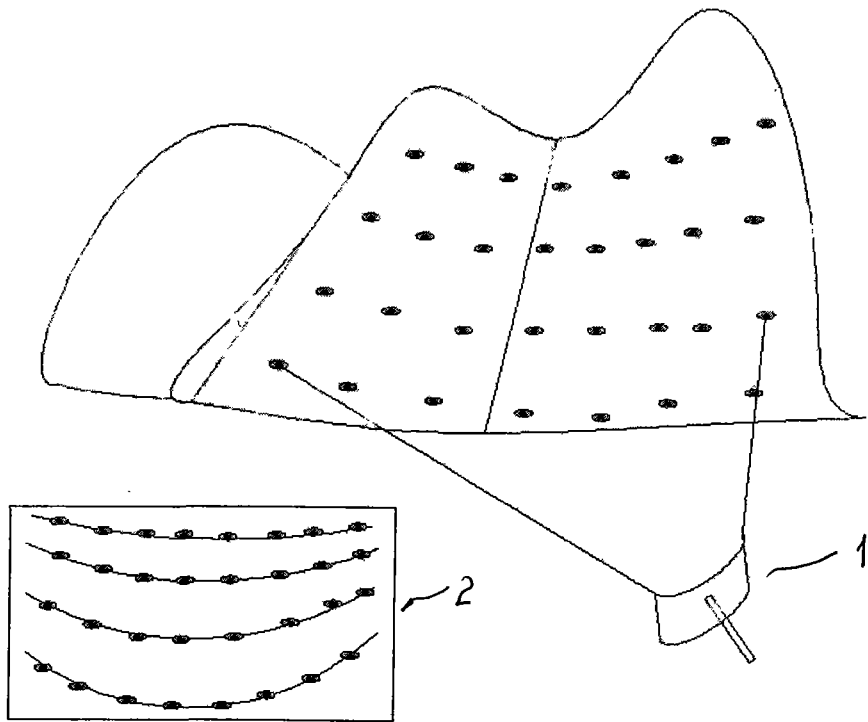


图 1

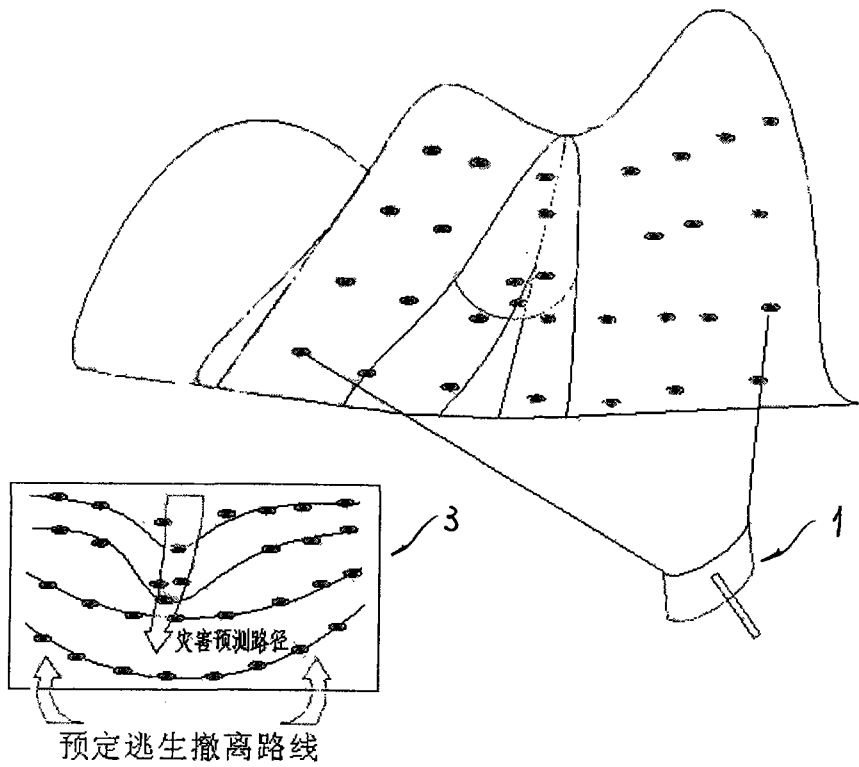


图 2

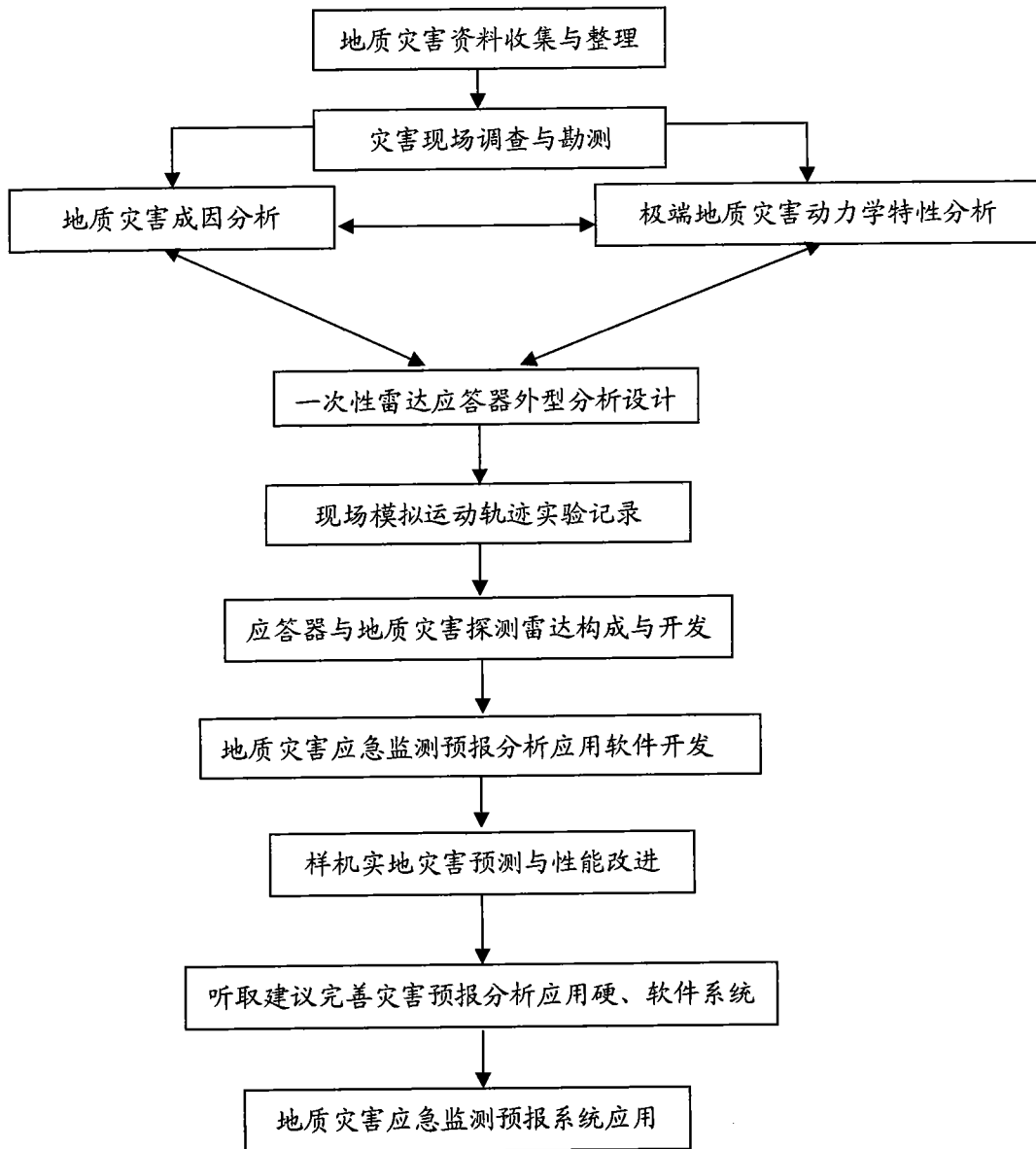


图 3