

## 干线公路灾害防治工程典型案例

### 一、综合类

(一) 江西玉山 S19 德上高速和 S203 山体滑移地质灾害处置工程（推荐单位：江西省交通运输厅）。

#### 1.项目概况。

2019 年 2 月，受多年降雨影响，江西省上饶市玉山县临湖镇竹园山出现山体滑移地质灾害，山体滑坡为蠕动型滑坡，裂缝长度约 150 米，最大裂缝宽度约 50 厘米，错落高度约 40 厘米，滑坡体积近 30 万  $m^3$ ，并有进一步恶化趋势；滑坡山体导致德兴至上饶高速公路主线桥 S203 分离立交桥的路基边坡防护墙与主梁发生挤压，引发桥梁主梁及支座侧移、桥墩裂缝等系列病害，严重影响了桥梁安全。经过妥善处置，化解了灾害带来的风险。



山体滑移地质灾害现场处置

## 2. 实施方案。

为应对地质灾害，制定了详细的处置方案，针对现场隐患情况进行现场勘查并开展应急处置。对裂缝进行了临时处

治，采取回填并夯实土方，砂浆抹面，彩条布覆盖裂缝等方式临时处置，并对右幅 3#台路基、左幅 4#台主桥、右幅 3#台主桥设置了 3 个观测点，进行不定期观测，及时掌握边坡滑移情况及桥梁病害发展情况，确保病害情况及时掌握。

山体地质灾害处置基本稳定后，及时聘请相关单位对桥面系、上部构造、支座、墩台及基础等重要部位开展检测。根据现场勘查、检测及专家评审情况，对施工设计图纸进行了优化和完善，快速推进了项目施工。

### 3.工作成效。

**实施效果：**山体滑坡发生后，江西省交通运输厅、上饶市人民政府、江西省高速集团、玉山县人民政府、景德镇管理中心领导对事故的处置工作多次做出指示和要求，积极协调有关单位，快速聘请地质灾害专家现场查看，确保了应急处置决策的及时，提高了工作效率。3月9日施工单位进场，对山体滑坡进行卸载，3月29日全面消除了隐患，5月20日包括附属设施在内，全部施工完成。

**示范效应：**一是在资金上给予了有力保障，有效提高了反应速度和处置效率。二是积极推行设计施工“一体化”，提前将施工中可能存在的问题与设计部门进行有效沟通，有助于加快项目施工进度，节约成本。三是抢险救灾指挥领导小组，统一指挥协调抢险救灾工作，加强各方联系，形成合力。

## 二、组织实施类

### (二) 北京市房山区军红路山体崩塌地质灾害防治工程

(推荐单位：北京市交通委)。

### 1.项目概况。

X209 军红路是北京市房山区重要县级公路之一，道路全长 19.8 公里，路面宽 7 米，技术等级为三级公路，是房山区大安山乡及大安山矿区居民出行必经之路。

2018 年 8 月 11 日 8 时许，公路巡查人员巡视到军红路 k18+350 处发现路侧零星落石，山体极不稳定，判断将发生山体塌方，及时采取断路措施。9 时许，崩塌处山体发生大规模滑坡，所在边坡为岩质边坡，岩性为砂岩，崩塌主要沿岩体的节理裂隙发生崩落，涉及路段长度约 120 米，高度约 40 米，滑坡量约 30000 方。该崩塌灾害的成因有地形因素、岩性及岩体结构因素以及降雨因素。

发生塌方后，北京市交通委及公路分局会同区政府、乡政府和国土部门进行应急处置。8 月 18 日，通过公路抢险人员昼夜抢修施工，安装交通安保设施，完成了临时绕行路线抢通工作。2019 年 8 月份全面完成修复工作。



山体崩塌地质灾害现场

## 2.实施方案。

2018年8月18日，公路抢险人员昼夜抢修施工，完成了临时绕行路线抢通工作。8月23日，国土部门出具了地质灾害调查报告，公路分局委托勘察设计单位组织力量，开展前期勘察设计和专家论证工作。8月27日，设计单位完成初步治理方案，决定采取爆破方式处置山体存在的危岩。8月29日，北京市交通委议定按照抢通和恢复重建两个阶段对该处塌方点进行治理。9月13日上午圆满完成山体爆破工作。10月30日，完成了塌方路段大体积危石破碎、清理、路基挡墙修复、交通防护设施安装等工作，恢复临时通车。2019年8月份全面完工。



山体崩塌地质灾害防治工程

## 3.工作成效。

**实施效果:**军红路塌方后，根据处置情况及北京市山区公路特点，交通路政系统建立了巡查、报告、值守、联动、处置工作机制，制定了《普通公路沿线地质灾害巡查值守工作制度》，为群众出行和山区公路畅通提供坚实保障。同时，

加强应急力量建设，落实专项资金，专业队伍、专业设备，发生突发事件及时启动预案。发生险情后，及时报告，及时发布道路阻断信息，利用微博、微信、网络、电视等各类媒体做好宣传告知，树立了良好行业形象。

近年来，北京公路部门本着“预防为主”方针，大力推进公路沿线地质灾害隐患点治理工程，落实专项地质灾害治理资金，根据公路沿线地质灾害严重程度等因素，科学制定工程治理计划，较大程度上减少了地质灾害事件的发生。

**示范效应:**一是公路、国土、水务、公安、园林、地方政府等部门加强联系及合作，有力推进了公路路侧地质灾害应急处置和工程治理工作。二是公路部门地质灾害巡视人员及时发现险情，按照既定工作制度要求，采取了应急断路措施，避免了公路安全事故的发生。三是后续按照水毁应急保通和恢复重建工程要求，完成后续治理工作。对该事件处理过程进行分析，可以为进一步做好汛期山区公路地质灾害防范及应急处置工作提供宝贵经验。

(三) 山西省道榆古线 K63+280~K63+540 段滑坡治理工程 (推荐单位: 山西省公路局)。

#### 1.项目概况。

榆古线 K63+280 ~ K63+540 段滑坡路段位于山西省古交市境内，降雨相对集中致使 K63 滑坡路段山体岩土体含水量过于饱和，加上多年重载运煤车碾压，路基不负重荷，路面上出现宽 1cm ~ 2cm，长约 100m 的纵缝。之后裂缝不断扩

展，最宽处达 30cm，路基左侧出现不同程度的下沉，最大下沉量达 15cm。

山西省公路局太原分局第一次对滑坡路段进行了施工处治后，施工效果不理想，一个月后省道榆古线 K63+280 ~ K63+540 段右侧边沟、护面墙出现沉降，造成边沟、护面墙多处出现不规则的裂缝。为彻底治理该路段滑坡，太原分局委托专业勘察设计单位对滑坡路段进行勘察设计，并实施了第二次治理。



滑坡治理前

## 2. 实施方案。

K63 滑坡规模属于中型堆积层滑坡，由于首次采取的治理措施不恰当，为其再次治理带来一定难度。作为山西省的重要干线通道，采用挖方或人工挖孔会影响道路畅通，且工序复杂、工期长、不经济、不环保。因此，必须选用轻型、快速、便捷的支挡锚固结构物及相应有效的截排水系统。

为了彻底治理该路段滑坡，针对滑坡的成因和特点，治

理工程采用钢筋混凝土预应力锚索地梁、轻型支挡结构物、仰斜式排水孔以及放射状立体式疏排集水井等措施进行综合治理。



滑坡治理后

### 3.工作成效。

**实施效果:**经过验收组对省道榆古线 K63+280-K63+540 段滑坡治理工程进行了严格的交工验收。验收组在实地查看工程现场，查阅工程资料和认真听取设计、施工、监理单位工作总结后，经过讨论和评议，认为省道榆古线 K63+280-K63+540 段滑坡治理工程项目工程质量为合格工程。

通过此次治理，目前滑坡路段运行良好。项目解决了当地人民群众生产生活的后顾之忧，消除滑坡体对经济发展的不利影响，并将有效增加该路段的通行能力，保障周边群众生产、生活和过往车辆的安全。

**示范效应:**山西省由于特殊的地质环境条件和采矿、重



载、高填路堤等综合因素影响，地质灾害频繁发生。就公路交通系统而言，几乎每年都发生滑坡影响工程建设和运输安全的事故，造成了巨大的直接和间接经济损失。

滑坡治理施工过程中对省道榆古线 K63 滑坡的发生发展机理、综合治理、新技术的设计施工方法开展研究。研究成果不仅能够指导省道榆古线 K63+280 ~ K63+540 段滑坡治理施工、积累本地区滑坡勘察和治理经验，提出的“快速、经济、环保”的滑坡治理新技术会对中小型险山治理、各等级道路的滑坡抢险治理提供重要的工程应用指导和巨大的市场空间。同时可为山西省同类公路滑坡灾害治理提供新的处治方案和技术手段，并推广使用相关新技术，提升山西省公路的保通保畅能力。

(四) 湖北 318 国道利川市境公路灾害防治工程(推荐单位：湖北省交通运输厅)。

#### 1.项目概况。

318 国道湖北恩施州利川市境公路灾害防治工程沿线地质构造复杂，山高坡陡，岩石风化破碎严重，稳定性较差，极易发生岩石崩塌灾害，严重危及过往车辆和行人的安全。

2016 年 4 月，湖北省交通运输厅公路管理局批准开展 14 个灾害点防治工程并下达《关于 318 国道恩施州利川市境公路灾害防治工程施工图设计方案的批复》。该项目点多分散，施工战线长达约 100Km，为便于管理，本项目共分两期实施，部省资金分为两批下达，共计 2700 万。已于 2018 年

10月全部竣工。

## 2. 实施方案。

国省干线公路生命安全防护工程的示范工程，通过对全线风险进行全面排查，采取交通标志、交通标线、护栏、视线诱导设施、凸面镜、边沟盖板、宁静交通措施等措施对存在安全隐患进行综合整治。采用的技术标准：一级、二级、三级公路标准，设计速度：20-60km/h，A级交通安全设施服务水平。

## 3. 工作成效。

在项目实施过程中，强化管理，明确项目技术负责人、项目安全负责人、业主代表的工作职责，积极推进项目法人责任制；健全制度，完善监督机制；加强巡查，业主代表配合监理人员督促施工单位将各项规章制度落实到位；严格控制质量，加强施工和监理队伍的管理；提高安全意识，并就重要的安全设施必须坚持与主体工程“三同时”的原则，加强安全生产管理；扎实开展廉政建设宣传教育，建立健全廉政制度。

## 三、团队建设类

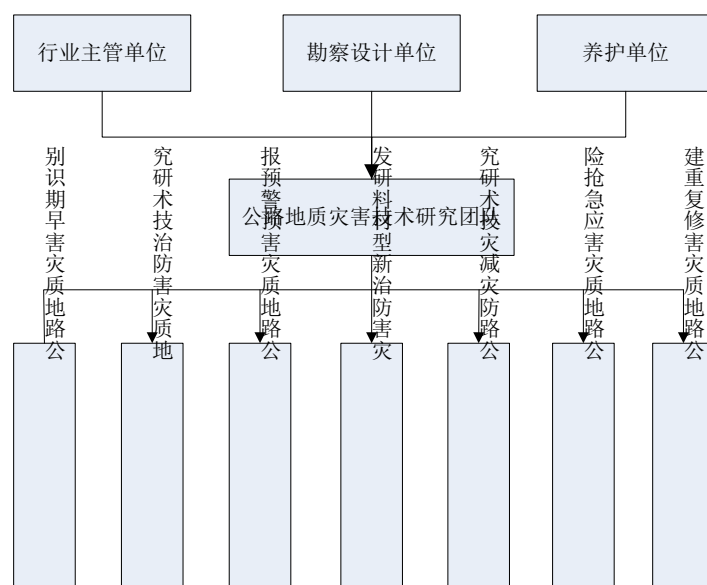
（五）甘肃山区公路地质灾害防治技术研究团队（推荐单位：甘肃省交通运输厅）。

### 1. 项目概况。

甘肃省地质地貌类型多样，构造复杂，自然灾害分布广泛、种类繁多、发生频率高、强度大、影响广，是全国灾害

损失最为严重的省份之一。受地质环境和建设环境影响，甘肃省公路抗灾能力偏弱。随着山区公路里程增长，地质灾害成为公路建设和运营中最频发的灾害，且呈逐年上升趋势，每年需投入了大量财力进行治理。

长期以来，甘肃省公路防灾减灾一直处于被动的“抢险救援”和“灾后修复”，形成“一灾一救、一灾一修”的管理模式和运行机制。甘肃省交通系统内缺乏专业地质灾害科研机构和科研团队，公路防灾减灾研究能力较弱。为提高公路防灾减灾技术及研发能力，减少运营公路安全隐患，由公路行业勘察设计院联合甘肃省公路局和天水公路局，抽调技术骨干，于2015年3月组建了公路地质灾害技术研究团队。



研究团队组织构架图

## 2. 实施方案。

甘肃省组建公路地质灾害防治技术团队主要目的是打

造一支集科研和工程设计于一体的专业队伍，形成专业基地，宣传防灾知识，加强抗灾能力；进行灾害分类、监测、预警预报、风险评估；制定应急预案；引进、研发、集成、示范和推广防灾减灾理论；规划和设计灾后修复工程。公路地质灾害防治技术团队的组织构架是：行业主管单位+勘察设计单位+养护单位+项目+基地。其运行机制是学术带头人负责制，由工程技术委员会咨询制和管理委员会监督制共同组成。其考核评价体系分为考核评价团体考核评价和个人考核评价。

### 3.工作成效。

**实施效果：**近年来，技术团队共完成公路地质灾害和病害处治工程案例共 26 项，发表科技论文 30 篇，完成专著 1 项，技术标准 6 项。

技术团队在推广先进适用的新技术、新工艺、新材料、新装备和新方法，促进交通防灾减灾科技成果向生产力转化方面做出了突出贡献，为甘肃省打造了一支集科研和工程设计于一体的专业队伍，形成交通基础设施灾病害防灾减灾科研、工程设计及科技成果推广应用的专业基地。

**示范效应：**通过组建公路地质灾害防治技术团队，摸索出了一套“行业主管单位+勘察设计单位+养护单位+项目+基地”的专业建设模式。山区公路地质灾害防治技术研究团队从交通灾害监测、预报预警、灾害识别检测技术、灾害诊断技术、灾害抢险技术、灾后修复重建技术、灾害风险评估与管

理技术、交通地质灾害防治技术、交通水毁灾害防治技术和交通灾害应急处治管理等方面开展基础性、前瞻性理论研究和前沿性、应用基础研究、试验发展研究及共性关键技术研发。并立足行业发展，以市场需求为导向，推广先进适用的新技术、新工艺、新材料、新装备和新方法，促进交通防灾减灾科技成果向生产力转化，提升工程和装备质量及行业服务水平。

山区公路地质灾害防治技术研究团队的建设，培养和造就了一批防灾减灾专业技术人才和团队，不断提升交通防灾减灾技术水平和基础设施抗灾减灾能力，提高交通运营安全性，推动交通防灾减灾技术进步和发展。

#### 四、技术创新类

(六) 新疆 S210 线沙漠公路沙害防治工程（推荐单位：新疆维吾尔自治区交通运输厅）。

##### 1.项目概况。

S210 线为新疆阿克苏地区库车县-和田市连接线，全长 650km，2007 年建成通车，该路段防沙体系建立时间为 2009 年。

K323+000—K340+000 段位于塔克拉玛干沙漠腹地，路基宽 11m，路面宽 10.5m。穿越流动沙丘区，公路沙害较严重。沙害成因主要包括：防沙体系寿命已到；道路主风向侧仅设置有 1 道阻沙栅栏，失去阻沙作用，使用年限长；草方格被掩埋，失去固沙作用；积沙区容易饱和，阻沙栅栏失去阻沙

作用；芦苇粗细不均匀、易损毁，通透率变大；芦苇阻沙栅栏未断开，强风沙气候容易连带大段落的倒伏。基于上述原因，公路管理部门开展了针对该段公路防沙体系的恢复工作。



草方格现状

## 2.实施方案。

由于该项目是在既有防沙体系的基础上进行恢复，因此既有防沙体系的布设位置基本维持原设计，而在恢复工作中采取以下几类有效措施：一是固沙，固定公路两侧现有沙丘，防止风沙天气时出现路侧沙丘移动上路。二是阻沙，防止路侧远处移动沙丘继续向路侧移动，防止其继续掩埋固沙带。三是输沙，对路侧远处移动型沙源进行人为输导，顺应自然沙丘的方向在沙丘顶设置阻沙栅栏。四是新材料，棉花秆草方格和 PE 尼龙网，提高阻沙和固沙的作用，延长使用寿命。



沙漠公路沙害防治工程实施后

### 3.工作成效。

**实施效果：**恢复工程结束后，通过几次风沙天气观察，该工程能够起到导沙、阻沙、固沙的作用，能够实现路面无积沙。恢复工程中首次采用 RTK 对道路主风向侧沙丘位置、走向、线型进行准确定位，在设计中对阻沙栅栏位置进行明确限制，更好的起到阻沙作用。

**示范效应：**实施 S210 线防沙体系恢复工程中采用的棉花杆具有不易老化损坏、寿命长、可再次利用等优势。另外，由于棉花杆可在当地采购，运距短，运输成本低，可以为当地农民增加收入，起到精准扶贫的作用。沙漠地区公路防沙治沙工作可以采用草方格阻挡风沙侵袭，给植物提供安全的生存环境，使其能够在沙漠中扎根生长。由公路两侧向沙漠内逐年推进，进行长久的规划，逐步扩大绿化宽度，以达到进一步深入改善沙漠公路环境的长远目标。

(七) 甘肃宝天高速公路滑坡治理动态监测及安全评价  
(推荐单位：甘肃省交通运输厅)。

### 1.项目概况。

2013年6至7月份,甘肃省天水境内连续强降雨引发G30连霍高速公路宝天段部分路段发生山体滑坡、泥石流、边坡坍塌等灾害,加之2013年7月22日岷县、漳县6.6级地震导致K1347+600-K1349+000段内右侧山体三处大型滑坡,造成路基推移、路面隆起,严重危及道路和行车安全。



治理工程实施场景

通过卸载清理滑移山体、反压高填土边坡和维修拱起路面,延缓了宝天路三处滑坡的发展趋势,最大限度的恢复了灾害路段的通行条件。经过2014年和2015年两年多时间的连续观察,三处山体滑坡路段的路面变形仍有持续发展的趋势,因此2016年2月1日开始对滑坡路段展开治理工程,于2017年6月30日完工,建设总工期496天,动态监测期3年。



## 2.实施方案。

上述路段滑坡处治项目路段全长 2.35km，处治方案为：削方减载+抗滑桩+反压+截排水+边坡防护及植被绿化的综合处治。实施过程中，地方政府、公路养护、收费管理和高速交警部门联合制定了应急预案，就滑坡地质灾害应急救援的范围，滑坡地质灾害应急救援启动的范围，领导组织机构，各部门的工作职责及协调配合等方面做了详细明确。



治理工程沿线构造物

## 3.工作成效。

**实施效果：**三处山体滑坡通过工程措施治理后，通过工程质量检测、建工验收以及历时两年多的数据监测分析，各项工程质量均达到合格标准，三处滑坡山体路段内的路面、沿线构造物均无滑坡引起的破坏迹象。通过动态监测系统显示的监测数据得知，目前地表变形、滑坡深部位移、桩身变

形和抗滑桩主筋最大应力的变化在设计范围之内，三处滑坡山体处于稳定状态，滑坡监测系统运行状况良好。

**示范效应：**宝天高速公路三处山体滑坡应急处治后，通过云数据中心的建立，实现了方便、快捷的数据传输和实时计算功能，首次实现了公路边坡滑坡预警预报的自动化。通过动态地质信息分析、理论计算、现场试验和动态实时监测等手段，结合滑坡治理工程，研发了 **SlopeOnline** 滑坡监测系统。该边坡滑坡监测系统技术较完备，且具有良好的普适性，可大范围推广使用，从而实现公路边坡滑坡监测工程的统一管理，极大提高了滑坡灾害防治的信息化水平，提升防治效率，最大程度地降低滑坡灾害防治成本。

项目技术人员在滑坡认识、治理、监测和工后评价等方面有了新的认识，大大提升了甘肃省交通行业对灾害的应急管理 and 处理水平。通过治理工程，确保了宝天高速安全运营。滑坡下方千余户居民、沿线企业生产生活得到有效保障。该项目研究成果也为滑坡治理工程效果和工后长期安全评价提供了可参考的方法和技术标准。

**(八) 云南 G214 澜沧公路沈家村隧道出口路基桩板墙灾毁处治工程（推荐单位：云南省交通运输厅）。**

### 1.项目概况。

2016年6月29日，受季节性连降暴雨和地形地质条件影响，G214 西宁-澜沧公路 K2506+523 ~ K2506+583 段路基预应力锚索式桩板墙于出现路基沉陷、开裂，7月1日出现坍

塌，造成公路阻断。灾毁发生后，对灾毁现场进行抢险保通并采用临时便道，于7月2日恢复通车。

据工程地质测绘，该滑坡位于澜沧江断裂南约400m处。滑坡周界较清晰，滑坡体平面形态呈“矩形”，滑坡后缘位于公路左侧，前缘位于山坡中段，滑坡体沿滑动方向最大长度60m，横向最大宽度46m，平面面积约2571.3m<sup>2</sup>，平均厚度约6.6m，体积约16970.58m<sup>3</sup>，属小型中层滑坡。



路基开裂、沉陷，桩严重倾斜

## 2. 实施方案。

本次治理工程难点在于坍塌后的路基缺口段落较短，路基顶部坍塌区内缘与原抗滑桩位置平距较短，路基顶面与原下边坡地面线高差较大，导致坍塌路基底面的施工空间非常小；路基坍塌段落前后受线形以及构造物限制，改变现有线形让出构造物恢复的施工空间不存在可能性；原有抗滑桩锚索可能存在失效的情况，锚索量无法确定。因此，采用对塌方区域反压回填处治以及在原桩板墙抗滑桩间增设锚索加

固等方法展开治理工程。



太阳能+无线传输实现长期性能监测

### 3.工作成效。

**实施效果：**本次治理工程创新采用三维激光扫描仪对坍塌路段快速扫描，在坍方体上采用人工挖孔进行抗滑桩施工，在预应力锚索和抗滑桩设置钢筋应力计和应变计对支护结构进行结构监测，并通过太阳能和无线传输的形式实施长期性能监测。上述技术均取得良好效果。

**示范效应：**通过本次治理工程发现，预应力锚索与桩板墙的路堤结构或半挖半填结构在长期运行和预防性养护时，一是应加强日常巡查和经常性检查。二是对含水率较高的填料且泄水孔失效的支挡结构可采用主动打入疏干孔等形式的水平深层排水孔以降低地下水位，减小土压力，以保证支挡结构的长期运行的安全性。疏干孔造价较低，主动排水性较强，有较好的推广价值。