

某国道沿线地质灾害分析与防治

张光庆¹,董孝璧¹,王学武²,高义义³

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院,成都 610059;

2. 四川省交通厅公路水运质量监督站,成都 610041;3. 山东省德州市交通工程监理公司,德州 253000)

摘 要:在国道地质灾害调查的基础上,分别从地质灾害现状分析和地质灾害危险性预测评估两方面对该国道沿线地质灾害特征进行了分析和场地评价,并针对各自特征就其防治措施进行了探讨,这为国道公路合理设计及施工建设提供了依据。

关键词:国道;地质灾害调查;防治措施;失稳;路基;场地评价

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0081-03

Analysis and Prevention of Geohazards Along One National Highway Line

ZHANG Guang-qing¹,DONG Xiao-bi¹,WANG Xue-wu²,GAO Yi-yi³

(1. College of Environment and Civil Engineering of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. Sichuan Provincial Highway & Water Transport Engineering Quality Supervision Station, Chengdu 610041, China;

3. Dezhou Traffic Engineering Supervision Company of Shandong Province, Dezhou 253000, China)

Abstract :Foundationly investigated in the national highway geohazards ,respectively from the geohazards analysis of existing circumstance to forecast and evaluating of fatalness both side it analyzes the geohazards characteristic along the national highway line and makes terrain evaluation , and aim at each characteristic a study about preventives is carried on , which provides reference for national highway 's rational design and construction.

Key words :national highway ;survey of geohazards ;preventive and controlling measures ;destabilization ;roadbed ;terrain evaluation

1 前 言

地质灾害调查与危险性评估有助于预防地质灾害的发生,其在公路建设中逐步得已开展,本文对拟建公路一定范围内已经存在的或潜在的地质灾害、公路建设可能诱发、加剧和遭受的地质灾害的危险程度和可能造成的损失程度进行预测性评估,在此基础上对建设场地适宜性作出评价,并针对地质灾害的类型、规模、发展趋势和危害程度等特征提出相应的防治措施和建议。

2 公路沿线地质环境条件概述

拟建公路沿线气候类型属北温带与季风带之间的亚热带气候,区内灾害性气候主要为暴雨、高温等。该工程处横断山脉北段东缘,属大渡河中游峡谷中低山区,沿线主要地貌有宽缓河谷地貌和峡谷地貌,工程区内出露地层有第四系坡残积、崩坡积、洪积、冲积、泥石流堆积等松散堆积物,下伏基岩主要有二叠系下统砂岩、三叠系上统砂岩、奥陶系砂岩夹粉砂岩、寒武系白云岩、震旦系灰岩、早震旦苏雄组流纹岩、凝灰岩、火山角砾岩、花岗岩等。沿线地表水发育,地下水主要为第四系松散堆积物中的孔隙潜水和基岩裂隙水。

根据岩土体的结构及其强度测区岩土体可分为砂砾土、砂质土、半坚硬岩和坚硬岩等^[1]。

3 地质灾害现状与防治

调查主要内容为查清地质灾害类型及其分布、规模、形成机制、发展变化规律以及其与公路的关系等。经调查沿线主要地质灾害类型有滑坡、崩塌、泥石流等,以下逐一分析。

3.1 滑坡

(1) 现状特征与成因分析。公路主沿线共调查到滑坡灾害点 4 个共 3 处土质滑坡、1 处岩质滑坡,编号为 H₁ ~ H₄,具体情况如下:

土质滑坡: H₁ ~ H₃,其共同特征均属牵引式滑坡属土质中层的牵引式滑坡,滑坡平面形态呈弧形,横向宽 30, 80, 250 m 不等,纵向长 15, 40, 50 m 不等,滑体平均厚度 8, 15, 18 m 不等,方量最小约 3 000 m³ 最大约 3.2 ×10⁴ m³,主滑方向 10°,270°,320°不等,滑坡前后缘相对高差 18~40 m,前缘临空,后缘较陡,坡度一般在 40~50°,滑体成分为坡积物黏土夹碎块石,滑床为侏罗系(J_{2s})粉砂质泥岩,基岩产状 55°~32°,距拟建公路线 50~80 m。大气降雨入渗和坡后水田中地表水体入渗基岩节理裂隙中,裂隙水静水压力和缓倾

* 收稿日期:2006-05-10

作者简介:张光庆(1978-),男,成都理工大学岩土工程专业研究生,研究方向:岩土工程特性及其稳定性。

坡内的软弱夹层中裂隙水的浮托力成为降低斜坡稳定性,成为诱发滑坡的重要因素。此外由于大量开挖坡脚,滑坡前缘阻滑段长度减小,抗滑力减弱,前缘软弱夹层临空,滑体结构因振动变得更为松散,也是诱发滑坡失稳下滑的重要诱因。

岩质滑坡 H₄: 岩质滑坡,滑坡平面形态呈条形,横向宽 400 m,长 18~20 m,滑体厚 15~25 m,滑体沿岩体内节理裂隙错动,主滑方向 80°,方量约 $15 \times 10^4 \text{ m}^3$,前后缘相对高差 50 m,前缘临空,坡体度 60~75°,节理发育,控制节理为 120°~75°。下伏基岩为三叠系(T₃)砂岩夹薄层状泥质粉砂岩,基岩产状 279°~23°,距拟建公路线 0~5 m。该滑坡于 1989 年、1990 年、1991 年曾滑动过,主要为表层块石土发生滑动。该滑坡因目前处于欠稳定状态,如开挖坡脚、爆破震动、暴雨入渗裂隙增大裂隙水压力,滑坡可能复活。

(2) 防治措施

截排水: 在可能发生或已发生滑坡的边坡周围设置截水沟进行坡面防护,以拦截滑坡外的地表水,设置排水沟防止地面水渗入滑坡体内;设置截水盲沟拦截滑坡外围的地下水,支撑盲沟作排水、支撑作用,此外还有钻孔排水、隧道排水等措施;

减重与反压: 对主滑地段采取削方卸荷减载措施,对抗滑地段采取堆方压脚措施,压坡时,必须做好地下排水工程。填筑体不能堵塞原有地下水出口。必要时应增设排水设施,避免抬高滑体的地下水位^[21];

设置支挡结构: 视具体情况设置抗滑挡墙(如抗滑片石垛、片石竹笼、浆砌条石、混凝土和钢筋混凝土、明洞、沉井式抗滑挡墙)、抗滑桩(挖孔、钻孔、锤入桩)、预应力锚固(锚杆、锚索锚固);

改善滑带土的性质: 采取高压旋喷灌浆、焙烧加固、电渗排水、电化学加固等措施。

3.2 崩塌

(1) 现状特征与成因分析。崩塌地质灾害主要集中于局部基岩陡坡、陡崖处及不良开挖地段。沿线共调查到岩质崩塌灾害点 11 处,土质崩塌灾害点 6 处,编号为 B₁~B₁₇。

土质崩塌: 共 6 处,即 B₁~B₄、B₇ 及 B₁₃,除 B₄ 和 B₁₃ 属小型外其余均属中型规模,土质崩塌发育于陡坡与其上方相对平缓的斜坡间的陡崖地段,斜坡物质主要由坡积成因的粉土、中(粗)砂夹砾石等堆积层组成,土层结构松散,天然休止角为 25~30°,在开挖坡脚、暴雨、爆破震动等因素作用下即易发生。B₁、B₇ 受渐进风化及重力作用,土体中的卸荷裂隙进一步发展,雨水入渗裂隙,在空隙水压力作用或爆破震动作用下块体重心逐渐偏移失去支撑而失稳,加之地下水对基座的软化,促进该危岩破坏发生崩塌;B₂~B₄、B₁₃ 位于强烈下切抬升地带,自然斜坡,坡度陡峭,风化坡积土结构疏松,在雨水冲刷作用下饱和土体抗剪强度降低加之重力作用失稳崩塌。

岩质崩塌: 共 11 处,即 B₅~B₆、B₈~B₁₂、B₁₄~B₁₇,除 B₁₅ 属大型规模外,B₅、B₆、B₁₇ 属中型规模外,其余为小型规模。其共同特征是主要发育于现机耕道或拟建公路后山基岩陡坡或陡崖处,或人工修路在坡脚或岩体上凿岩采石材形成的陡崖处,所处地层主要为震旦系灯影组(Z₆d)及各类岩浆岩,岩性以白云岩、安山岩、安山质凝灰岩、花岗岩为主,其岩性较坚硬,岩体经强烈构造及风化作用,节理裂隙发育,皆有两组以上的构造裂隙或卸荷裂隙将岩体分割成块状,岩体一般皆发育一组以上构造裂隙,构造裂隙与构造裂隙或构造裂隙与卸荷裂隙将岩体切割成块度小于 1~2 m 的块体,其主要控制因素为坡体形态和结构、岩体的重力卸荷以及降

雨入渗、裂隙中水压力的增减等。由于坡体临空,岩体卸荷裂隙通常成为危险外倾结构面,加之层面、构造裂隙等结构面的切割,使成为不稳定块体,当地下水入渗,裂隙中水压力增大,及在震动等因素作用下,结构面强度降低,不稳定块体即发生崩塌。

(2) 防治措施

对于岩质崩塌:

刷坡: 清除坡面危岩、严重风化破碎表层及不稳定部分,清除影响路基及边沟的坡脚崩塌倒石堆、风化剥落碎屑物等;

设置截水沟: 当危岩体顶部出现裂缝或显著裂隙时,不应注浆封闭。应采用砼预制板等予以封盖,并设置截水沟,使地表水不能注入裂缝。特别是危岩体近临空面处有高倾角张裂缝时,不可采用注浆封闭,尤其是压力注浆。否则,稍有不慎,将造成严重变形,甚至崩塌^[21];

支护加固及拦挡: 对局部坡面风化破碎层较厚、不能完全清除或清除后可能引起上部岩体不稳定的地段设置护坡挡墙支护或防护,可采用落石槽拦石墙、拦石网、遮挡工程(棚洞)等进行防护。

对于土质崩塌:

分级开挖: 根据斜(边)坡的物质组成、松散程度及天然坡度等工程地质特征设置适宜的边坡坡比(一般不宜不大于 1),并设计成分级放坡开挖;

设置挡墙: 在边坡较高、地层太松散地段设置护坡挡墙支护,护坡挡墙主要采用仰斜式重力挡墙;

护面: 加强坡面植被及水土保持措施,对于植被破坏严重或放坡开挖不得不破坏植被的地段应尽力恢复坡面植被;

排水: 在崩塌、滑塌区设排水工程,以拦截疏导地表水。

3.3 泥石流

(1) 现状特征与成因分析。公路沿线泥石流较发育,共有泥石流灾害点 8 处,编号为 N₁~N₈,均为沟谷型中小型泥石流,7、8、9 月是泥石流暴发的主要时段。

据调查沿线有大量坡面冲沟、深切冲刷沟,有利于大气降雨或冰雪融水的迅速汇集,上游流通段地形起伏大,岭谷高差达到 1 000~1 500 m,纵坡一般为 15~30%,谷坡一般为 50~70°,沟谷多呈“V”型,有利于谷坡松散堆积侵蚀和汇集于沟道;在出山口附近沟谷大多变窄,谷坡变陡,呈“U”字型,沟岸侧蚀坍塌现象普遍,为泥石流的活动进一步增加了固体物源;公路沿线泥石流沟的流域范围内,松散堆积按成因类型主要包括:斜坡或谷坡残坡积物、沟床冲洪积物、老泥石流堆积物等;水源主要为大气降水,其多年平均年降水量一般为 700~1 200 mm,其次为冰雪融水,大气降雨则是泥石流的激发条件;泥石流堆积物主要由块碎石、砂砾等组成,从物质组成看,堆积物中以粗粒成分为主,即以块碎石、角(圆)砾为主,占 50%~70%;细粒物质砂粒、粉粒次之,占 30%~50%,黏粒极少,泥石流的容重一般为 1.4~1.5 t/m³,稀性泥石流一般为 1.6~1.8 t/m³。在形成流通区,尤其是上游物源区,由于沟道纵坡降极大,谷坡陡峻,谷坡及沟道的冲刷侵蚀作用突出,主要表现为强烈的片状侵蚀和浅状冲刷冲刷下切,形成大量的松散固体物质,沟谷呈深切“V”字型,谷底两侧常近于垂直。泥石流堆积形态多不规则,堆积厚度一般为 1~5.0 m,大者近 10 m。从发展趋势看沿线泥石流均处于发展期,其易发程度为中等易发程度。

(2) 防治措施。根据“因害设防”的原则,以保障公路安全和畅通为主要目的,建议对沿线泥石流的防治采取措施主

要有:保护坡面植被、减少水土流失、清淤排导、加强路堤防护与排水、设置过水路面等。对规模较大、危害较大的泥石流强烈冲击的部位设置防撞结构,泥石流流体应该以疏导为主,通过设置汇流结构、疏流结构,尽可能有效而快速地将泥石流流体渲泄于道路路基所在部位^[3]。对规模小、危害较小的泥石流主要采取清淤、设置路堤及涵洞、小桥等措施通过。然而,要达到对泥石流的根治,则应坚持工程治理措施与非工程措施相结合的原则^[4],提高泥石流沟的森林植被覆盖度,削弱地表水土流失,人地协同,使泥石流沟成为一个熵减的动力学及热力学系统。

4 地质灾害危险性预测评估

根据沿线地质环境条件、地质灾害发育类型和特征,结合拟建公路的线路布设与开挖回填等设计情况,预测工程建设中和建设后可能诱发或加剧的地质灾害类型,主要有路堑边坡失稳、路基路面冲淤破坏、路堤失稳等。

4.1 路堑边坡失稳

(1) 现状。公路沿线多半坡开挖土石方,主线开挖及便道的施工对植被的破坏,将对沿线地质环境条件造成较大的影响或破坏,结合各段地形形态、岩土体工程地质特征及拟开挖放坡规模,边坡失稳的主要方式为滑坡和崩塌,在设计和施工中若不采取措施产生失稳的可能性为小-大,危害性为小-大,综合评估危险性小-中等。

滑坡失稳

公路沿线分布有3处土质滑坡、1处岩质滑坡灾害,因路基宽度需要,半坡开挖坡体形成路堑,边坡高达5~10 m,坡体为残坡积物及强风化花岗岩,表土层厚1~3 m,强风化层厚度大于5 m,强风化花岗岩呈角砾夹粉砂土状,边坡开挖后,暴雨雨水渗入坡体,软化坡体,降低土体抗剪强度,并增加土体容重,诱发溜滑或滑坡,公路建设中可能诱发新的土质滑坡灾害11处(段),诱发新的岩质滑坡灾害2处(段),滑坡失稳的主要危害方式及影响结果为:坡体滑移,破坏公路绿化、掩埋道路路基路面,阻塞交通;路基下沉,破坏路面;松散堆积物淤埋公路边沟,导致排水不畅,影响路基路面和公路畅通。

崩塌失稳

土质崩塌:边坡崩塌、溜滑物掩埋道路路基路面,阻塞交通;松散物淤埋公路边沟,导致排水不畅,影响路基路面及公路畅通;崩塌掉块物砸击道路,毁坏路基路面,影响施工期及通车后行人、车辆安全。

岩质崩塌:崩塌掉块物砸击道路,毁坏路基路面,危及行人、车辆安全,中断交通;坡面风化剥落块碎石掩埋道路及边沟,阻塞交通或影响畅通;原有公路上方土质崩塌松散堆积坍塌物掩埋道路路基路面,阻塞交通。

(2) 预防措施

为防止路堑工程开挖后边坡失稳,针对工程规模及所处的地质环境条件,采用合理的边坡高宽比卸荷并采取不

同的护坡措施:

设置截水沟和急流槽,将坡顶雨水归入地面排水系统,防止坡面遭雨水冲刷破坏及雨水过度渗入坡体;

施工中严格按照设计分层分阶段开挖,并及时采取合理有效的支护措施,加强边坡变形监测;另外注意集中取土点、弃土点和石料场的选择和处理。

4.2 路基路面冲淤破坏

(1) 现状。沿线现状泥石流均为沟谷型泥石流,均处于发展期,泥石流的活动正处于相对活跃阶段,多为中易发泥石流,公路建设遭受泥石流地质灾害的频率较高,危害程度多为小至中等。其危害主要表现为两种方式:一是冲毁公路路基或有关构筑物;二是掩埋公路路基和边沟,阻塞交通并导致洪水泛滥,产生次生洪涝灾害。

(2) 预防措施。在形成区-流通区修建拦挡、拦稳工程,限制水土融合形成泥石流的启动过程,促进泥石流水土分离而消亡,降低泥石流冲刷破坏能力;在堆积区修建排导工程,规范泥石流排泄路径,削弱泥石流冲击破坏能力。

4.3 路堤失稳

(1) 现状。路堤主要分布在山间沟谷,路堤施工中若填土密实度、地基、填料、边坡形态及坡度、堤身压实度等未达规范要求,且未做好排水和坡面处理时,易因路堤边坡过陡或坡脚受流水冲刷掏空发生滑坡崩塌而失稳;该公路沿线多为半填半挖方段,若来水排泄不畅及埋方压实不够,可能因填方下伏土质饱水及填方土体饱水、软化,诱发因基座滑移或填方内部错动诱发的滑坡、路基沉降等而失稳。

(2) 预防措施。填方路段应根据填方的高度分别采取相应的边坡防护措施。对于高填方路段设置砌石挡土墙、砌石边坡或拱形骨架砌石护坡;低填方路段可种植草皮、喷播草籽,绿化和防护边坡;半填半挖路段,采用铺设土工格栅网的方法处理,并注意填方区土石料的配比及压实,以防出现路面不均匀沉降而破坏路堤。

5 结 论

(1) 人类工程活动往往受到地质环境的影响和制约,同时又积极地影响着地质环境^[5],促进其快速发展,尤其不良的人类活动诱发并加剧地质灾害的现象时有发生,在一定程度上影响和制约着道路工程的建设,如何更好地和谐这种矛盾是我们必须关注并解决的问题。鉴于此,公路工程建设用地地质灾害的调查与评价是非常必要的。

(2) 综合分析沿线地质灾害的特点及危害性等因素,认为该国道沿线的地质灾害皆是可防可治的,场地总体为基本适宜;只要对产生地质灾害的诸多因素加以综合分析研究,找出适合区内地质灾害的防治方法采用科学合理的工程技术措施,皆能有效地使沿线地质灾害对公路的危害降低到安全程度,使工程建设场地由现状的基本不适宜至不适宜转变为基本适宜至适宜。

- 参考文献:
- [1] 张倬元,王士天,等. 工程地质分析原理[M]. 北京:地质出版社,1994.
 - [2] 徐开祥,黄学斌,付小林,等. 滑坡及危岩(崩塌)防治工程措施选择与工程设置[J]. 中国地质灾害与防治学报,2005,16(4):130-134.
 - [3] 翁其能,周建庭,赖勇,等. 凉山地区公路沿线滑坡、泥石流发育的基本特征及治理[J]. 重庆交通学院学报,2000,19(4):42-46.
 - [4] 陈洪凯,唐红梅. 四川境内公路水毁的基本特征及防治问题探讨[J]. 重庆交通学院学报,1994,13(增刊):103-107.
 - [5] 王思敬. 论人类工程活动与地质环境的相互作用及其环境效应[J]. 地质灾害与环境保护,1997,8(1):19-26.