

斜坡变形的遥感调查及灾点稳定性的预测

Remote Sensing Survey of Slope Transformation and Prediction of the Stability of Disaster Points

杨传明,何卫军

Yang Chuanming, He Weijun

(广西遥感中心,广西南宁 530023)

(Guangxi Remote Sensing Center, Nanning, Guangxi, 530023, China)

摘要:利用遥感技术和高分辨的航空图像,对南昆铁路百色至米花岭路段及其两侧的斜坡变形等灾点开展遥感调查。在此基础上探讨斜坡变形灾点的成因,通过引进斜坡变形趋势评判数学模型,对斜坡变形灾点的稳定性进行预测,并对斜坡变形的灾点和路段进行评价,给出斜坡变形的危害性和防治措施。

关键词:斜坡变形 灾点稳定性 成因 危害性 遥感调查

中图法分类号:P642.2

Abstract: The high resolution air-borne images and the remote sensing survey are used to detect the disaster points from slope transformation (landslide, collapse, debris flow etc) in the section of Beise to Mihualing of Nanning-Kunming Railway. The causes of disaster points from the slope transformation are discussed. The stability of disaster points from slope transformation is predicted with the mathematical model of trend judgment. The evaluation on the railway section and the protection measures against the harm of disaster points from slope transformation are provided.

Key words: slope transformation, stability of disaster points, cause of formation, harmfulness, remote sensing survey

南昆铁路作为大西南出海通道,全长 898.7 km,贯穿云南、贵州、广西三省区的 29 个市(县),是滇、黔、桂三省经济发展的动脉。广西境内南昆铁路百色至米花岭路段及其两侧(后简称:路段),全长 100 km,两侧各宽 1.5 km,遥感调查面积约 300 km²,其中潞城一带长 27 km(缺黑白航空图像),实际面积 219 km²,地貌上多数为深切的中低山区,山体坡度大,地势险峻,年降雨量 1100~1500 mm/a(广西水文队. 广西壮族自治区水文地质工程地质志. 1993.)。地层岩性风化后残坡积层厚度大,并有右江大断裂经百色、田林延伸过八度一带,图像上形成北西向展布的“U”型断裂峡谷。

百色至米花岭路段地形坡度大、地质构造复杂、残坡积层厚度大,结构松散、降雨量相对丰富,为滑坡、崩塌、泥石流的形成创造了条件,斜坡失稳较为明显。据广西地震局资料,在 1966~1977 年,发生 2~5 级地震有 5 次。在西林~百色一带(21493.82 km² 中,含本路段),前人调查发现的滑坡、崩塌有

40 处,中型以上规模 11 处,占广西中型滑坡、崩塌总数的 25.58%,分布密度为 18.61 处/100 千米²(广西水文队. 广西壮族自治区地质灾害区划报告. 1990.)。

如何预防、整治、保护好南昆铁路,促使西南经济的快速发展,在开展全区 1/50 万环境地质调查前期,为缩短地面调查周期,克服调查盲目性,决定利用 1979 年的黑白航空图像,开展斜坡变形的遥感调查(广西遥感中心. 广西 1/50 万环境地质调查—遥感技术方法调查报告. 2000.),该图像比例尺 1:20000~1:37000,地面分辨率 0.5~3.7 m。

1 斜坡变形的影像特征

百色至米花岭路段斜坡变形的主要类型为滑坡、崩塌、泥石流等,在可见光 0.4~0.7 μm 航空图像上被记载成不同的几何形状、影纹标志、深或浅色调等影像特征。

1.1 滑坡(H)

滑坡在图像上的形状各异,规模大小不等,以棒槌状、蝌蚪状、犬牙状、马蹄状不同形状影像和斑点

纹、条纹、颗粒等影纹为主。典型的滑坡图像上,可分辨出滑坡壁、滑坡“鼓丘”、滑坡“舌”等。具醒目的浅灰白、灰白色调,与周围的色调反差明显。

1.2 崩塌(B)

崩塌在图像上具有“楔”形、条形、短柱、扫帚、齿边等形状影像,斑点影纹呈浅白、灰色调,典型的崩塌可以直接勾绘出崩塌陡坎、边界。

1.3 泥石流(N)

泥石流在图像上呈长条形、蛇形、长“楔”形状,上小下大,边界清晰,部分末端有典型三角形冲积扇,呈灰白、浅灰色调,色调反差明显。

2 斜坡变形的遥感解译和实地验证

2.1 遥感解译

在建立斜坡变形灾点的影像特征的基础上,逐条(航带)逐张进行初步解译。然后,在目视立体镜下建立起立体像,将那些与滑坡、崩塌、泥石流容易造成混淆的地物景观,从镜下的平凹性、形状差异、色调等影像特征上加以识别,予以剔除。

2.2 实地验证

沿着百色至米花岭路段及其两侧,对遥感解译的27处斜坡变形灾点进行了验证。其中,滑坡4处,特征明显的3处,误判1处;崩塌22处,特征清晰的20处,误判2处;泥石流1处,特征明显。验证结果:27处斜坡变形灾点,有3处误判,24处解译正确,解译准确率达89%。按国土资源部地质环境管理司划分标准:小型小于 $2 \times 10^4 \text{m}^3$,中型 $2 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^3$,大型 $20 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3$,特大型大于 $50 \times 10^4 \text{m}^3$ (广西水文队.广西壮族自治区地质灾害区划报告.1990.)。验证的灾点规模,达到大型崩塌1处,中型崩塌5处,小型崩塌14处;小型滑坡3处;小型泥石流1处。经验证,在查明遥感调查斜坡变形灾点的解译准确率及其规模大小后,对可能引起南昆铁路两侧斜坡失稳,以及危及南昆铁路的24处斜坡变形灾点所处位置的地形坡度、残坡积层厚度、距右江断裂远近、相对落差、形成规模、年降雨量等进行相应分析。

3 斜坡变形成因初探和稳定性的趋势预测

3.1 成因初探

3.1.1 地形坡度

灾点发生在 $30^\circ \sim 60^\circ$ 坡度之间的有16处,占验证灾点的71%;灾点发生在 $19^\circ \sim 30^\circ$ 坡度之间的有8处,占验证灾点29%。说明陡峭的斜坡为斜坡上结

构松散的物质创造了移动条件,随着坡度增大,斜坡的不稳定性也随之增加。

3.1.2 残坡积层厚度

灾点发生在松散的残坡积层中,局部厚度约10~30m有18处,占验证灾点的75%,人工采掘造成的有6处,占验证灾点25%。松散的残坡积层,在一定坡度环境、降雨量和人为改造等外力作用下,其厚度越大斜坡稳定性越差,也就越容易引发斜坡变形。距右江断裂附近:在50~400m有10处,占验证灾点42%;500~800m有8处,占验证灾点33%;1000~1200m有5处,占验证灾点21%; ≥ 1500 m,有1处,占验证灾点4%。将验证灾点与其分布在右江断裂的远近位置对比,发现与右江断裂距离越近,灾点发生的频率越高,这是由于断裂挤压、扭裂、错动等作用,造成断裂附近残坡积层结构更加松散,为斜坡变形埋下隐患。

3.1.3 相对落差

斜坡变形灾点在相对落差80~200m有13处,占验证灾点的54%;相对落差30~75m范围内,有11处,占验证灾点46%。由此可见,斜坡上结构松散的残坡积层,多数因相对落差过大,留下了移动空间,在自身重力作用和雨水诱因下,引起斜坡变形比较多见。

3.1.4 形成规模

斜坡变形形成的规模越大,留下的空间也比较大,在雨水和残坡积层重力双重作用下容易被激活,形成新的斜坡变形。

3.1.5 年降雨量

田林县境内年降雨量集中5~9月,年平均降雨量1190.3mm/a,最多1542mm/a,属该地段产生的灾点14处,占验证灾点的58%;百色市境内年降雨量集中4~9月,年降雨量1000~1200mm/a^[3],有灾点10处,占验证灾点的42%。降雨量是斜面坡变形最直接,最主要的激发因素,实地绝大多数斜坡变形灾害都发生在雨季和暴雨季节。

3.2 斜坡变形稳定性的趋势预测

3.2.1 斜坡变形的趋势评判模式

斜坡变形灾点既有明显的独立性,又有内在联系及转化关系。由于,它们各自受到多种不同因素的影响。因此,斜坡变形的趋势预测要充分体现各灾种之间,既有独立性又有相互联系的特征和多因素作用结果。基于上述原则,引进斜坡变形趋势评判数学模型^[1]。

$$K = \frac{\sum bi}{bi \max},$$

式中, K 为斜坡变形灾点稳定性综合评判值; $bi \max$ 为影响因子最大值; $\sum bi$ 为影响因子原始数据之和 ($i=1, 2, \dots, 6$)。

3.2.2 斜坡变形影响因子的确定

影响斜坡变形因子有: 地形坡度 (b_1)、残坡积层厚度 (b_2)、距右江断裂远近 (b_3)、相对落差 (b_4)、形成规模 (b_5)、年降雨量 (b_6) 等 6 种。

3.2.3 斜坡变形灾点稳定性的评判

对具有不同量纲的各个影响因子的原始数据, 逐个做归一化处理, 消除由于量纲不同而导致各因子数据大小过于悬殊, 造成评判结果的误差。其归一化公式^[1]为:

$$bi' = \frac{bi - bi \min}{bi \max - bi \min} \quad (i = 1, 2, \dots, 6).$$

将归一化处理后的影响因子代入斜坡变形灾点稳定性评判式: $K = \frac{bi'}{\sum bi \max}$ 。

将计算获得每个斜坡变形灾点稳定性综合评判值: 按 K 值 < 1.86 稳定、 $1.86 \sim 2.35$ 基本稳定、 $2.35 \sim 2.84$ 较不稳定、 > 3.04 不稳定 4 个等级, 对各斜坡变形灾点的稳定性做出趋势预测。

经统计, 南昆铁路百色至米花岭路段及其两侧, 趋于稳定的灾点有: H1、H3、B39、B48 等 4 处; 基本稳定的有: B26、B27、B30、B31、B35、B42 等 6 处; 较不稳定的有: N12、H2、B28、B33、B38、B40、B46、B49、B50、B51、B52 等 11 处; 不稳定的有: B34、B45、B47 等 3 处。

4 斜坡变形的评价

4.1 斜坡变形灾点的评价

从斜坡变形灾点稳定性趋势预测可知, 较不稳定和不稳定的灾点有 14 处, 占验证灾点 24 处的 58.3%, 半数以上, 虽然较不稳定和不稳定的灾点多数距离铁路 600~1500 m, 暂时构成的影响和危害不大, 但随时应做好预防工作。尤其是以下几处经实地观察存在的隐患比较大, 其中, 距离铁路 5 m 的 B31 属于较不稳定的小型崩塌, 虽已整治设防, 但距离铁路太近; 距离铁路 50 m 的 H2 属于较不稳定的小型滑坡; 距离铁路 400 m 的 B28、500 m 的 B38, 都属于较不稳定的小型崩塌, 这三处灾点距离铁路不远, 应引起重视, 注意整治设防。

4.2 斜坡变形路段的评价

根据百色至米花岭路段斜坡变形灾点的分布密

度、稳定性趋势、分布特征等对铁路构成的影响或直接危害的分析, 将本路段划分为趋于稳定、基本稳定、较不稳定、不稳定 4 种不同类型。由南东往北西方向分成 5 个路段。

4.2.1 百色至百高路段

该路段长 24 km, 面积 72 km², 斜坡变形灾点 8 处, 灾点分布密度达到 11 处/100 千米²。其中, 不稳定的灾点 2 处 (B45、B47); 较不稳定的灾点 5 处 (B46、B49、B50、B51、B52); 趋于稳定的灾点 1 处 (B48)。斜坡变形灾点距离铁路一般在 1000~1500 m, 平均 1312 m, 灾点分布在地貌比较开阔, 地势相对平缓的地带。由于灾点距离铁路相对较远对铁路安全影响不大, 划为基本稳定路段。

4.2.2 百高至黄兰路段

该路段长 17 km, 面积 51 km², 遥感解译未发现斜坡变形灾点, 划为趋于稳定的路段。

4.2.3 黄兰经田林至风洞路段

该路段长 27 km, 面积 81 km² 有斜坡变形灾点 10 处, 灾点分布密度达到 13 处/100 千米²。其中, 不稳定的灾点 1 处 (B34); 较不稳定的灾点 4 处 (N12、B33、B38、B40); 基本稳定的灾点 5 处 (B30、B31、B35、B42); 趋于稳定的灾点 1 处 (B39)。斜坡变形灾点距离铁路一般在 5~1200 m, 平均 581 m, 由于铁路基本沿着陡坡峡谷穿行, 灾点距离相对较近, 对铁路安全影响相对明显, 划为较不稳定路段。

4.2.4 风洞至平高路段 (潞城一带)

该路段长 27 km, 面积 81 km²。由于缺黑白航空图像, 未解译。

4.2.5 平高至米花岭路段

该路段长 5 km, 面积 15 km² 有斜坡变形灾点 6 处, 灾点分布密度达到 40 处/100 千米²。其中, 较不稳定的灾点 2 处 (H2、B28); 基本稳定的灾点 2 处 (B26、B27); 趋于稳定的灾点 2 处 (H1、H3)。斜坡变形灾点距离铁路一般在 50~700 m, 平均 355 m。由于灾点密度大, 距离比较近, 对铁路构成的直接危害比较明显, 划为不稳定路段。

综上所述, 无论是从斜坡变形灾点稳定性趋势预测上判断, 还是从斜坡变形灾点的分布密度和分布特征上看, 说明本路段斜坡相对不稳定。另外, 促使斜坡变形灾点形成条件多, 自身相互转化, 尤其是在雨季和暴雨季节, 要提高警惕, 对斜坡变形危害应有长期监测和预防的思想准备。

5 斜坡变形的危害性及其预防措施

5.1 斜坡变形的危害性

(1)破坏交通。由于崩塌体滑向河道,堵塞河流,使河道变窄,水流冲击公路一侧,诱发公路新的边坡塌方,时刻威胁铁路安全。如 B42,现基本稳定。

(2)毁坏农田。滑坡体携带着大量残坡积层碎块,向下滑动,冲毁掩盖农田,“席卷”土地,不仅减少耕地,还破坏自然生态环境,对路基、桥涵构成威胁。如 B45~47。

(3)危及村屯。部分滑塌物,沿水沟分布堆积,在多雨或山洪来临时,它们随时借着水势自上而下冲毁村屯,危及人畜生命财产安全。如 B34、B28。

5.2 斜坡变形的防治措施

(1)尽量避免在陡峭的山坡下方修建房屋、水渠、道路、开挖水塘等,已修建的要注意合理建筑挡土墙、排水沟、路坎。

(2)铁路两侧残坡积层,较厚的地段尽可能保护好森林植被,未经有关部门批准,严禁毁林开荒,建造房屋、修筑水渠、道路,已修建的应采取适当工程措施,提高边坡的稳定性,防止或抵抗不稳定体的下滑。

(3)在铁路、公路、村镇已发生小型斜坡变形的地方,未设防的地段应设防,已设防的地段要有专人定期检查设防措施和安全性。

(4)雨水是激发斜坡变形的主导因素,雨季更应加强防范和检查,对存在着斜坡变形的潜伏地段,开

挖排水沟,将雨水引导到危险区外。

(5)在可能的条件下,建立起政府和地方斜坡变形灾情监控网站,帮助政府进行灾害监督和管理。

6 结束语

利用遥感技术方法开展南昆铁路百色至米花岭路段及其两侧的斜坡变形的遥感调查及其评价,对路段中的斜坡变形灾点的稳定性有了比较清楚的认识,为地方政府和有关部门减灾防灾决策提供了依据。

斜坡变形的遥感调查在我区应用尚属首次,与常规调查不同之处在于:不受交通制约和地形阻挠,利用遥感图像的视域性好、直观性强,经目视识别便可提取斜坡变形的滑坡、崩塌、泥石流灾害信息,它不但缩短调查周期,节约经费,达到事半功倍的效果,所产生的经济效益和社会效益是显而易见的。通过本次工作,本文认为遥感技术方法作为一种地质灾害调查手段值得推广。

致谢

参加本项目工作的有吴光庆、胡自宁、刘真等同志,谨此表示衷心感谢。

参考文献:

- 1 乔彦肖等.河北省泥石流、滑坡、崩塌灾害点发育程度区划的初步研究.国土资源遥感,1997,9(4):28~30.

(责任编辑:黎贞崇)

糖业集团化广域网生产过程控制及实时生产管理系统通过技术鉴定

广西宏智科技公司和广西博庆食品公司合作开发的“糖业集团化广域网生产过程控制及实时生产管理系统”,2004年2月15日在广西宜州市,通过了自治区信息产业局主持的技术鉴定。

该系统由集团公司的广域网联接着石别糖厂和怀远糖厂的局域网,控制硬件、软件由均衡进榨计量自动控制、榨机全自动化控制、蔗汁秤自动计量、桔水秤自动计量和宏智工控客户端子系统组成,实现了压榨全过程自动优化控制 and 生产过程参数自动计量,并将整个压榨生产过程的重要参数和事件,实时发送到生产管理各部门、各生产厂及集团总部,实现了集团公司远程生产管理。

系统根据自行创立的料位数学模型,研制了非接触式高位槽蔗丝料位检测系统,能够连续平滑地检测出料位的真实高度;系统应用了同位素 γ 射线核子秤,建立了有自己特色的蔗带运行数学模型,设计了模糊控制算法,实现了压榨车间全过程自动控制;系统的响应速度快,控制平滑、精度高、效果好,抗干扰能力强。系统采用自行研制的专用汉字系统,无需其他中文平台。

该系统2003/2004榨季开始全面投入使用,经济效益和社会效益显著,与上一个榨季相比较,税利增加了近640万元。该系统在糖厂压榨生产全过程自动控制及远程实时生产管理方面,居国内领先水平。

(广西科学院 罗海鹏)