

关于露天矿山边坡稳定性 管理研究的若干问题讨论

吕福庆 冯光北

提 要

本文从科学管理的角度,讨论了露天矿山边坡稳定性管理研究的目的意义;详细论述了边坡稳定性管理研究的基本内容;并探讨了边坡岩体滑坡预报和治理加固时机问题,对保证露天矿山的安全生产具有现实意义。

一、问题的提出

我国许多露天矿山已越采越深,边坡已形成规模。有些露天矿在生产过程中曾发生规模不等的边坡岩体破坏现象,影响了生产;而有些露天矿在开挖过程中,也曾遇到过所揭露地质情况与原填图不尽符合而要不同程度地修改设计的问题。鉴此,在生产过程中如何开展边坡稳定性研究的问题已日益引起有关部门和科技人员的关注。本文就以“关于露天矿山边坡稳定性管理研究的若干问题讨论”作为命题,与从事露天矿山开采的专业技术人员共同研讨矿山边坡稳定性管理研究的有关问题,为矿山安全生产服务。

二、露天矿山边坡稳定性管理研究的目的意义

我国许多大型露天矿山,如湖北的大冶铁矿、辽宁的南芬铁矿和抚顺煤矿、杨家仗子钼矿、甘肃金川镍矿、四川渡口攀枝花铁矿等,边坡开采已愈来愈深,有的矿山已从山坡露天转入深挖露天,边坡的高度和范围已形成规模;有的矿山已接近终采深度。因此,生产过程中的边坡稳定问题也愈来愈突出。有的矿山,例如大冶铁矿,由于对前期试验研究工作比较重视,同时又加强了矿山开采过程中的科学管理,所以近三十年来,矿山生产基本上按设计安全运营,边坡较稳定,如狮子山矿区边坡虽已近终采深度,但一直没有发生过大的滑坡,其它处发生的滑坡也得到了准确预报和有效的治理,保证了矿山的安全生产。与此相反,虽然抚顺露天煤矿也作了大量的前期试验研究工作,但是,由于特殊的地质条件和岩性,滑坡几乎遍及长达5.5km的南帮及东西帮端,在1976年以前的四十年间,在南帮就发生了10处大滑坡,严重地影响了生产^[1]。因此,面对我国露天矿山边坡愈采愈深和高边坡稳定性问题愈来愈突出的现实,为了保证边坡的稳定性和安全生产,加强边坡稳定性的管理研究具有十分重要的意义。

众所周知,大型露天矿山边坡稳定性研究,是一项重大的、综合性研究课题。它应既包括为矿山边坡设计的各项前期试验研究工作,又应包括矿山开采过程中的管理研究工作。但多数情况下是对前期试验研究工作还比较重视,而对矿山开采过程中的科学管理研究工作重视不够。

“人作为自然界的组成部分,只能是大自然的精心管理者协调者”(1983年10月3日科学报)。边坡稳定性的管理研究的目的正是为了人在工程活动——露天采矿中,要对自然体——矿山边坡进行科学的精心管理,在向大自然索取与保护大自然或改善自然环境两大方面得到协调发展。

所谓边坡稳定性的管理研究,主要是指按照“计划——实践——检验——调整”的程序,对露天矿山边坡的稳定性进行科学管理和研究。亦即,按照设计(计划)的要求,对矿山进行开采(实践);在开采过程中,要对照原设计的有关资料不断观测被开采揭露的实际情况,和开采工艺对边坡发展的影响(检验);若发现一些新的工程地质现象与原勘察设计的情况不符,这就要按变化了情况修改(调整)设计,使之适应客观变化了的情况。这就构成了边坡稳定性管理研究的全部涵义。

三、露天矿山边坡稳定性管理研究的特点和基本内容

(一) 露天矿山边坡稳定性管理研究的特点

在进行露天矿山边坡稳定性管理研究时,要首先注意到以下三个特点。

1. 露天采矿与其他岩土工程相比,最大的区别在于它的“场址”的不可选择性。矿就埋藏在这个特定的地质环境之中,你要采矿,你就必须在此建场。因此,在勘察、设计、施工开采以及管理研究,都必须充分注意到这种特殊的差别。

2. 管理研究的基本内容和方法与前期试验研究工作有原则的区别。前期研究工作的重点在于全面而详细的边坡工程地质勘察和岩体力学试验,为评价边坡的稳定性,为设计合理的稳定边坡角、开采深度和确定采场境界服务,有大量的勘察和试验工作量,而边坡的管理研究,则是在生产过程中,按已设计的边坡角、开采深度、采场境界和已选定的开采工艺的情况下,如何保证边坡的稳定性和安全生产的科学管理工作,有大量的监测工作和边坡加固的研究工作,而绝不是重复前期工作。

3. 在我国许多露天矿山的设计当中,由于对场址深部地质情况及开采后工程地质条件变化等认识方面的局限,所以一般都没有包括具体的边坡稳定的监测和加固处理工作。这项工作似乎只有在矿山开采过程中才能有的放矢地进行,这是边坡管理研究的又一特点。

(二) 露天矿山边坡管理研究工作的基本内容

露天矿山边坡管理研究的基本内容大体可以归纳以下六个方面。

1. 在开采过程中,要严格按照设计的要求,控制掌握露天矿边坡的“三个要素”。

露天矿山采场境界、开采深度、边坡角(包括台阶边坡角和大边坡角)是露天采矿场的三个最主要控制参数。它最终决定着剥采比和边坡的稳定性,因此,必须严格控制,使边坡一开始进入服务状态就建立在稳定可靠的基础上。在这里精密的放线测量和严格的控制爆破是保证按

设计要求形成采场境界和边坡角的最主要技术措施。采场附近的边坡服务期限最长，经受的灾难也最频繁，因此，从剥离放第一炮开始，就要十分重视对采场境界和边坡角的精心管理。

2. 校验边坡的工程地质条件

露天采矿场为校验边坡的工程地质条件提供了最完美的场地。众所周知，影响露天矿山边坡稳定的因素是多方面的，但最主要的因素是构成边坡岩体的环境地质条件（如岩性及岩体结构、地质构造、节理、软弱面、破碎带及水文地质、地震等）。前已述及，露天采矿场的场址是不可选择的，只能是适应、改造以及通过合理的设计使边坡达到要求的稳定度。尽管在前期试验研究中进行了详细的地质勘察，以及考虑地质上、工程上、力学上的代表性，布置和完成了一系列岩体力学试验和其他试验。但就其工作量与整个矿区剥采所揭露头所看到的地质情况相比，前者可视为：“一孔之见”，而后者则扩大了视野，提供了仔细观察、校验各种地质现象的新鲜露头，诸如岩体结构特征，断层或其他软弱结构面（带）的空间展布情况，矿体与围岩的相互关系，爆破对边坡岩体的破坏程度，已圈定的地质界线是否准确，推测的地质界线是否存在等都会一目了然。更重要的是还可能会发现一些新的地质情况。一旦有新的发现，或原虽已发现，但与现实情况有出入，而且又可能影响边坡稳定性时，就要针对具体情况修改设计和制定更适当的剥采工艺。

作为管理研究，校验地质条件，其重点要放在对边坡稳定起关键控制作用的那些地质因素上。主要是要校验那些与边坡产状要素趋于一致的断层破碎带、软弱岩带，具有统计规律的优势节理面，胶结松脱的层面，以及出露在边坡范围内由各种软弱结构面交叉割离的块体等，研究它们的分布与性状。因为这些关键地质因素的分布及产状特征，在很多情况下，基本上规定了边坡的滑动界面及边坡破坏的规模和波及范围，理所当然的要受到重视。例如，四川渡口攀枝花露天矿兰尖矿区南帮^①，分布着一层厚度不等，产状与边坡一致，而且工程性质极差的角闪片岩带，对边坡稳定性影响比较大，因为他分布的位置产状及其极差的工程性质，基本上规定了边坡的滑动边界，因此，应作为边坡稳定管理研究的重点。

3. 考察研究爆破振动对边坡稳定性的影响

现代的大型露天矿山的开采，多采用有控制的大爆破。爆破对边坡稳定性的影响主要表现在它不但破碎了岩石和矿石，同时又给边坡以强大振动（在某些情况下，爆破振动是矿山边坡发生滑动破坏的主要激发因素），使得边坡岩体结构松散，使原来胶结比较紧密的节理面、层面裂开，同时又为地下水的活动开辟了通道。综合作用的结果，降低了边坡的稳定度，使本来具有一定安全储备的边坡向不稳定方向发展。因此，考察爆破振动对边坡的影响就显得十分重要。考察主要从两个方面入手：一是考察炮孔布局、炸药量等与爆破效果的关系。以寻求在特定岩石（矿石）条件下，以最佳的钻孔布局和最少的炸药量，获得最佳的爆破效果；二是考察爆破振动对边坡稳定性的影响。爆破动力综合作用的结果，使得岩体结构松散，构造强度降低，从而使边坡稳定度下降，进一步发展就有可能使边坡失稳。通过以上两方面的考察，可以探求最佳的爆破参数及爆破工艺，以达到最大限度的破碎岩体和矿石，又使爆破动力对边坡的振动影响降到最低限度。

4. 要注重滑坡体的调查研究

就滑坡而言，按发生的时期划分，可分为两种类型。一是新生滑坡体，二是古（老）滑坡体

^①中科院武汉岩土力学研究所，四川渡口攀枝花钒钛磁铁矿兰尖矿区边坡工程地质报告，1969年。

的复活。在矿山开采过程中如有以上两种滑坡体发生就要不失时机的调查滑坡体发生的时间、地点、规模，引起滑坡的控制因素，诱发因素，分析研究滑动机制，研究治理加固处理措施，取得治理经验。

5. 边坡岩体稳定性的监测研究工作

边坡岩体稳定性的长期监测工作是露天矿工程中不可缺少的一部分。但这项工作的具体内容往往不可能定于矿山设计阶段，而大多要取决于开采过程中边坡所出现的变化情况。因此，长期监测工作就成为开采过程中边坡管理研究的重要项目。至于这项工作的重要性，已被多年的矿山运营实践所证实。现特举两个实例说明。

1985年6月12日，湖北省秭归县新滩镇发生了大滑坡^[2]，这是一个山体自然滑坡，但它的长期不懈进行监测的经验是可以借鉴的。由于有关单位对当地的山体开展了详细的前期研究工作，又加强了滑坡体动态变化的长期监测工作。五年来收集积累了大量的地表位移观测和地表形态变化的资料，并及时对这些资料进行分析，总结山体变形破坏的规律，在各个时期对山体动态作出预测和预报，并终于在大滑坡发生前的24小时作出了准确的临阵预报（见图1）。在1985年6月12日凌晨3点45分大滑坡发生前的6月11日，镇上481户人家共1371人业已安全撤离，无一人伤亡，创造了滑坡预报史上的奇迹。

1980年6月3日，湖北省远安县盐池河磷矿区山体发生了大滑坡^[3]。在发生滑坡之前虽然早就发现山体裂缝，也安设了简单粗糙的但还是很直观的裂缝位移观测标志，对之观测了近一个半月，但未及时整理分析观测资料以掌握边坡岩体位移的动态变化（见图2，此图还是作者本人在滑坡发生之后到现场据观测资料绘制的），因而失去了预报的机会。结果山体发生滑坡时，整个矿区被掩埋，284人丧生，造成重大伤亡和经济损失^[3]。

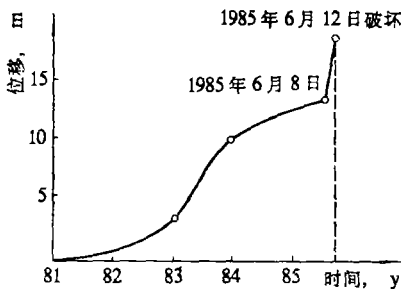


图 1 新滩滑坡广家崖后缘沉降位移曲线
Fig.1 The settlement displacement curve measured at the backedge of Xintan landslide.

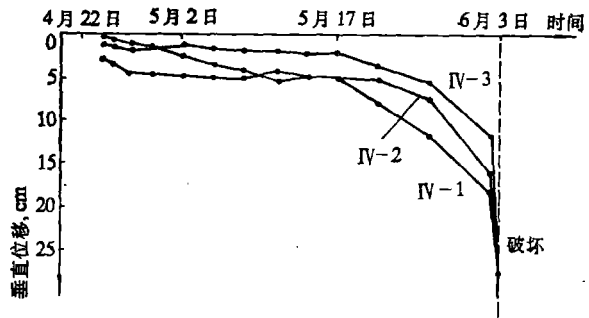


图 2 盐池河磷矿区Ⅳ号裂缝三个点垂直位移曲线
Fig.2 Perpendicular displacement curves of three measuring points at Crack 4 in Yanchihe Phosphorus Mine

上述两实例虽不是发生在露天采场的滑坡，但可足以说明对边坡岩体位移进行长期监测的重要性。对有不稳定趋势的边坡岩体进行长期监测，及时整理分析观测资料，掌握边坡岩体的动态变化规律，对其进行预测预报是可能的（国内已有不少成功的实例）。具体到露天矿边坡的管理，长期监测工作可为边坡治理，开挖工艺的改善，避免事故发生或将损失减到最低限度等方面及时地提供资料。反之，若忽视这方面的工作，将会失去治理和防备的机会，甚至会酿成严重的后果。

当然，边坡岩体稳定性问题是一个十分复杂的问题，它受到很多因素的制约，监测工作如何进行，如监测点、线、网的布置，监测的手段与时间间隔，监测资料的整理与分析，监测网的调整与维护等等都是值得深入研究的问题。

（1）监测网的布置

监测网由监测点、线组成，其布置原则是要通过对监测网的测量，尽可能直观地反映出边坡岩体位移的全貌及发展趋势；对已治理过的边坡，还要观察它的处理效果。为此监测点大致应布置在：

a) 经初步分析认为有可能产生滑动的边坡岩体上，主监测线尽可能与滑动方向相一致。

b) 地质情况复杂多变地段。

c) 对边坡稳定起控制作用的断裂带、软弱层面、节理密集带、优势组合面等。

d) 边坡的最高处。

e) 古（老）滑坡或深风化带。

f) 已治理过的边坡。

监测网除在地表布置外，还应根据具体情况和技术上的可能性，借助钻孔、坑洞于岩体深部（最好穿越滑移面）布置一定数量的监测点，组成立体的监测系统对边坡岩体位移进行监测。

（2）监测手段与时间间隔

目前监测仪器发展很快，为监测手段的多样化提供了可能。为可靠应尽可能多地采用多种监测手段，以便使所得的各种资料能彼此印证和相互补充，增加分析结果的可信度。监测时间间隔应根据岩体位移速度、采矿工艺周期、季节（旱、雨季）等具体情况来取定，有时在监测过程中会发现异常情况，这就还要局部加密观测次数。时间间隔亦可在试测一段时间后，根据该段资料分析的结果来确定。最后应强调一点的是，无论时间间隔如何定，而监测工作一定要按规定长期坚持，以保证岩体的动态始终置于监测之中，确保资料的完整性。

（3）监测资料的整理与分析

监测资料应按整个不稳定边坡岩体为单位系统地整理，根据具体情况划分一定的时间段整理出位移变化的规律，在进行动态分析或稳定性判断时还应结合现场边坡岩体形态变化和水文地质情况变化的调查，同时还应根据资料建立物理模型和数学模型进行演绎分析。这样才能进一步提高分析的准确性。

（4）监测网的调整与维护

经一段时间的监测和资料分析后，可能会发现某些测点的测量数据变化不大或无变化，而某些部位或方向上资料不足或缺资料，这就要求在充分分析的基础上对测点进行剔除、调整、补充或增设，以建立更为合理的监测网。由于爆破、开采和岩体的位移，一些测点会松动甚至毁坏，应及时维修。

6. 边坡滑动破坏的预报和治理加固时机的研究

如露天矿山边坡发生滑动，则依据观测资料，一是要研究把握对滑坡进行工程治理的时机，二是如不能治理则应准确预报滑坡体发生大破坏的时间、滑坡范围、规模、滑向以及灾害程度，并采取必要的安全防范措施，使损失降低到最低限度。

预报边坡滑动破坏的时间,选择治理时机,这是两个极其重要,并且是很复杂的问题。为回答这个问题,我们首先研究一下边坡稳定系数的动态发展过程。

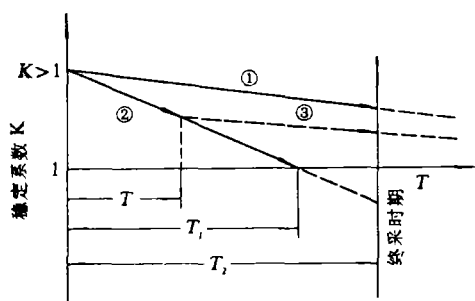


图 3 边坡稳定系数与时间的关系

Fig.3 A sketch diagram of the slope stability coefficient vs. time

边坡岩体的稳定度,总是随着矿坑的不断加深边坡不断加高和时间的推移而不断降低的(见图3)。如果边坡的稳定系数 $K > 1$, 在矿山边坡终采期 T_2 之前的变化轨迹按①的路线发展,则在终采期之前,边坡仍具有足够的安全储备,因此就不必担心边坡失稳;如果边坡的稳定系数 $K > 1$,在终采期 T_2 之前的变化轨迹按②的趋势发展,到 T_1 时即达临界状态,再发展下去,边坡就要失稳。为了保证采矿的安全,则必须在 T_1 之前的某一个时期 T 对边坡进行加固,提高

安全度,使其变化沿着③的路径发展,使边坡在终采期之前仍具有足够的安全储备。

上述分析表明,把握治理时机,预报破坏性滑坡,只有在矿山终采期之前,或只有在边坡稳定未达到临界状态之前才有实际意义。

边坡岩体的变形、滑动和整体性破坏是一个动态发展过程。一般来说,滑坡孕育过程很长,而滑动、整体性破坏过程时间较短。有许多学者按照变形与时间的关系,研究了滑坡动态变化过程,并划分了不同的发展阶段,有分为三个阶段的,也有划分为四个、六个阶段的。这些阶段的划分有利于研究滑坡的治理加固和预报。

李祖武等^[3]研究了1980年6月3日发生在湖北省远安县盐池河磷矿区的山体滑坡,把这个动态过程划分为:山体变形期、滑动期、急变期和崩滑期等四个阶段。

孙玉科等^[4]对上述同一滑坡体进行研究之后,划分为:缓慢变形期、变形发展期、急剧变形期和最终破坏期等四个阶段。

宋克强等^[5]在“西安地区黄土塬滑坡形成因素及机理分析”一文中,把滑坡发育的全过程依照时间的顺序分为:蠕变变形、整体滑动和滑后调整三个阶段。

铁道科学研究院西北研究所,在“滑坡防治及研究评述”一文中^[1],把滑坡的动态过程划分为:蠕变压密阶段、滑动阶段、剧滑阶段和稳定压密阶段。而在“防治铁路滑坡综述”^[1]一文中则划分为:蠕变挤压阶段、滑动阶段、急变化阶段(或大滑阶段)和滑后固结阶段。

孙玉科等^[4]对甘肃金川矿1969—1981年的观测资料分析研究后指出,边坡变形破坏大致分为四个阶段,即岩体松弛阶段、压缩变形阶段、剪切变形阶段和倾斜坍塌阶段。这四个阶段从1964—1979年,大致经历了十五年之久。

骆培云^[2]在“新滩滑坡与临阵预报”一文中,对新滩滑坡变形发展依序划分为:潜伏孕育阶段,明显发展阶段,显著发展阶段、加剧变化阶段、急剧变形阶段和滑动破坏阶段等六个阶段。

我们不厌其烦的列出了六个比较有代表意义的资料(当然,我们还可以列出其他作者的划分法),从中,我们不难看出,他们对滑坡动态过程各阶段的命名,都不同程度地考虑了变形发展和破坏程度以及形成破坏的力学机制,有的则侧重于变形程度,有的则侧重于破坏

程度。也有两者兼而有之。

综观一些学者对边坡变形、破坏阶段的划分，参照一些典型的边坡位移-时间观测曲线，从我们研究的目的出发，把握边坡岩体加固时机和预报滑动破坏的时机，既考虑边坡岩体的变形和破坏程度，又考虑到传统的术语，我们把边坡岩体变形和破坏的动态发展过程理想为如图4所示的“模型化曲线”，并建议

划分为四个阶段较为合适。这四个阶段是：
 OA (I) 为微变形蠕变阶段； AB (II) 为小变形滑动阶段； BC (III) 为大变形破坏阶段； CD (IV) 为破坏后稳定阶段。这种阶段的划分最突出的特点是具有一个模糊的量的概念。例如，微变形的量级一般在毫米级以下；小变形一般在厘米级；大变形一般在厘米直至米级。前两者衡量的时间是月或年，而后者则一般为月或日。

在正确判断和划分滑坡体变形破坏阶段的基础上，我们再来研究不稳定边坡的加固时机和破坏的预报问题。

(1) 不稳定边坡岩体的加固时机

边坡岩体发生变形，虽然精密的监测可以量测到初始的位移，但量级一般较小，可视为微变形量级。从图4可知，可能出现两种情况。一是位移时间继续增加，沿 $ABCD$ 曲线发展，形成破坏性滑坡；二是位移由 A 开始向 AE 方向发展，直至开采终止。如果一开始发现边坡岩体位移就去加固处理，显然可能造成浪费，因为岩体可能终止位移而趋向稳定。如果位移继续增加，从第I阶段发展到第II阶段，而仍在继续增加时，就要考虑对边坡岩体进行加固了。加固的时机最好选在小变形滑动阶段（第II阶段）开始之后的不太长时期（视变形速率而定）。因为如不在此时进行边坡加固以阻止滑动而任其发展，就很可能失去加固机会而酿成边坡的破坏。在此时加固还可以利用滑动面上的剪切强度及岩体的结构强度，故可能会得到功半事倍的效果。形象的说，打一个楔子就可以阻止滑动，否则，顶几个千斤顶也无济于事。

(2) 边坡岩体破坏性滑坡的预报时机

对于无法治理或虽经治理而无效的边坡，最终都要发生破坏性滑坡。因此，把握滑坡预报时机，及时发出预报，使损失降到最低限度是有重大意义的。破坏性滑坡预报内容包括：发生的时间、范围和规模，以及滑后堆积物的流向和灾害程度。其中，预报发生的时间是最关键也是最难的。

对于破坏性滑坡发生时间的预报，其焦点是如何做到适时预报。尤其是对于露天矿边坡，若能适时作出中近期预报和临阵预报，就能正确地指导生产安排和安全撤离，在滑坡发生之前尽可能多地抢采矿石，及时转移生产设备和人员以及重新安排生产。反之，预报过早或过晚，都会造成经济损失甚至人员伤亡。因此，多年来人们对这个课题一直进行着不懈的探索，提出了很多解决途径与方法，总结起来大致有三种类型。

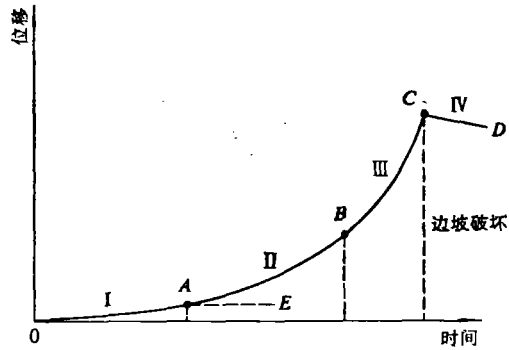


图4 边坡岩体位移与时间的模型化曲线

Fig.4 The idealized relationship curve of time and rock mass displacement

a) 用边坡岩体位移观测资料的分析和地表形态变化调查相结合的方法对破坏性滑坡发生时间进行预报。

从许多边坡岩体滑坡的监测资料分析和最终验证来看,当边坡岩体由小变形滑动阶段(Ⅱ)结束,大变形破坏阶段(Ⅲ)已经开始时,即可作为准备预报期(中近期预报)。由于大变形破坏阶段都具有发展时间较短、变形急剧等特点,因此在此时期要加密观测,及时将资料汇总与分析,同时要加强对地表岩体形态变化的调查,收集近期天气预报资料(如降雨情况)和动力诱发因素的资料(如当地地震台站监测资料、邻近爆破等)。对这些资料进行综合分析。与此同时还必须特别注意捕捉前兆现象(如边坡后缘和边坡上的地裂缝的发展和新生、地裂、滚石、前缘的泉水涌出,边坡上建筑物的破坏……等)。将各种情况汇总、甄别、综合分析,即可作出较为准确的临阵预报。这一方法比较直观、可靠。新滩镇大滑坡就是这样成功预报的。在中近期预报发出后各级政府和有关部门就对当地居民通报,有计划地安排居民进行迁移;当发出临阵预报后,就采取了强有力的措施,在滑坡前将人员全部撤离。

b) 用统计学的方法对已发生的破坏性滑坡进行综合研究,特别是对能表征滑坡各阶段特征的变形速率进行重点的研究,与被监测的不稳定边坡变形速率进行类比,从而对破坏性滑坡进行预报。

孙玉科等^[5]研究了10个滑坡在各个阶段的变形速度,给出了以下概略的预报数据具有参考意义。他们认为,当边坡的变形速度达到每天10mm左右时,边坡已接近临界破坏状态,此时距边坡最终破坏大概只有15天左右的时间,但还未见成功的实例报导。

c) 通过数学模拟计算来预报破坏性滑坡的发生时间。根据大量的监测资料和地质调查资料,用反分析方法确定计算参数和有关的边界条件,然后推算出破坏性滑坡的发生时间。

薛果夫等^[6]根据新滩镇1985年2月—5月、3月—5月的观测资料,按照日本斋藤的预报方法,计算出滑坡滑出日期分别为1985年6月11日和14日,认为可提前一个月左右较准确地预测滑出日期;王兰生等^[7]依据同一地区1983年6月以前两个测点的位移观测资料,采用灰色预报理论与方法,对新滩镇滑坡进行了中期预报,求得滑动日期分别为1985年6月17日和1985年(原文为1986年,可能有误)6月19日。用两种不同的理论,求得了与实际滑出日期(1985年6月12日)大体一致的结果,显示出通过模拟计算来进行滑坡预报是一种很有发展前途的方法。但从目前看来,相对于边坡岩体本身的复杂性,影响滑坡因素的多样性和复杂的相互制约关系,模拟计算所基于的理论还不够完善,另外还有诸如计算参数的选取、边界条件的确定、计算模型的合理建立等方面仍有待今后深入的研究。

四、结 束 语

露天矿山边坡稳定性管理研究是针对目前很多正在运营中的露天矿边坡面临急待解决的问题而提出的课题。这一课题已引起有关部门和学者的注意,但专门的、系统的研究还不够。本文所论述的六个方面的管理研究内容,其中突出地论述了长期监测、加固时机和破坏性滑坡预报等三方面的内容,也只是笔者对这一课题作一些原则性的探讨,旨在与同行们进行交流。在此我们殷切期望在露天矿边坡管理方面开展经常性的情况交流,使管理上成功的经验和失败的教训都能成为共同的宝贵财富。因为管理研究的发展与完善确实需要建立在反

复的生产实践之上。同时，理论上的探索，先进监测手段的研制和应用，开采工艺和防护技术的发展，对露天矿边坡稳定性管理将起很大的促进作用。

成文过程中参考和引用了一些学者的有关资料，在此深表谢忱。

参 考 文 献

- 〔1〕 铁道部科学研究院西北研究所，滑坡防治及研究评述，滑坡文集，人民铁道出版社，1976年。
- 〔2〕 骆培云，新滩滑坡与临阵预报，中国典型滑坡，科学出版社，1988年。
- 〔3〕 李祖武、吕福庆等，远安县盐池河磷矿山崩原因初步分析，冶金安全，第1期，1981年。
- 〔4〕 孙玉科、牟会丛等，边块岩体稳定性分析，科学出版社，1988年。
- 〔5〕 宋克强等，西安地区黄土塬滑坡形成因素及机理分析，灾害学，第3期，1983年。
- 〔6〕 薛果夫等，新滩滑坡研究，中国典型滑坡，科学出版社，1988年。
- 〔7〕 王兰生等，新滩滑坡发育特征和起动、滑动及制动机制的初步研究，中国典型滑坡，科学出版社，1988年。

Approach to the Research on the stability Management of Open Mining Slopes

Lu Fuqing Feng Guangbei

Abstract

An approach to the significance of the research of the stability management of open mining slopes, from the angle of scientific management, is dealt with in this paper; a detailed description is given to the substantial points about the above mentioned stability management; in addition, the prediction of landslips of slope rockmasses and the right time to treat and to reinforce the slides are also discussed in the paper, which has a practical significance to ensure safety in production.