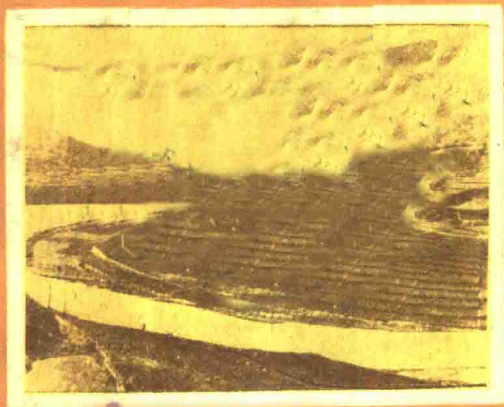


农田泥石流防治

中国科学院兰州冰川冻土研究所 编著



科学出版社

农田泥石流防治

中国科学院兰州冰川冻土研究所 编著

科学出版社

1978

内 容 简 介

本书共分六章，第一章扼要叙述了泥石流的基本特征和主要类型，以及泥石流与山区农田建设的关系；第二章叙述了农田泥石流防治规划的制订、防治方案和主要防治措施的选择；第三、四、五章详细介绍了工程措施中拦砂坝、淤地坝、排导沟等在防治泥石流中的作用及其勘测和设计方法；第六章扼要介绍了水土保持措施对防治泥石流的意义及其主要方法的实施等。

本书是一本着重介绍农田泥石流防治方法的科普读物，可作为从事农村治山治水的技术人员及具有初中以上文化程度的干部、贫下中农和知识青年的参考书籍。

农 田 泥 石 流 防 治

中国科学院兰州冰川冻土研究所 编著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年11月第一版	开本：787×1092 1/32
1978年11月第一次印刷	印张：5 1/8
印数：0001—8,100	字数：115,000

统一书号：13081·891

本社书号：1286·18-13

定 价：0.38 元

前 言

泥石流是广泛分布在我国西南、西北、华北、东北及华南等山区的一种自然灾害。它具有较大的破坏力,常侵蚀沟谷、蚕食坡地、淹没农田、毁坏水利设施、堵塞江河、淹没村庄和道路,严重地威胁着山区农田建设和人民生命与财产的安全。因此,对农田泥石流的防治,已成为泥石流山区农业发展中亟待解决的课题。

我国是一个多山的国家,山区资源十分丰富,是农、林、牧、副、渔全面发展的良好地区。但是,在解放前由于历代反动政府的统治,农田泥石流的防治得不到应有的重视,再加上大规模的破坏植被,致使泥石流爆发频繁,活动猖獗。解放后,在毛主席和党中央的亲切关怀与领导下,泥石流山区的各级党组织率领广大群众和工程技术人员,坚持“农业学大寨”的伟大方针,发扬“自力更生”“艰苦奋斗”的革命精神,创造和积累了许多防治泥石流的好经验。我们总结了这些经验,并结合近年来的研究成果,编写了这本小册子。由于我们政治水平和业务水平低,书中定有不少缺点和错误,热忱地欢迎读者批评指正。

本书初稿完成后,四川地理所泥石流研究室、西南铁道科研所水文室、陕西省水土保持局、北京大学地质地理系、北京市市政设计院、中国科学院西北水土保持生物土壤研究所等单位,对书稿提出了许多宝贵意见;此外,在本书编写和修改过程中,我们还引用了清华大学水利系、陕西省水土保持局、甘肃省交通局科学研究所等单位的有关实际资料,在此一并

表示谢意。

参加本书编写的有陈琴德、李鸿璉、徐道明和 邓养鑫 同志；先后参加部分工作的有杨针娘、康尔泗、李培基、章书成、冯清华、康志成、王景荣、尹世纵、刘彦卿和王愔同志。最后由陈琴德、邓养鑫同志修改定稿，李械同志审阅。

编 者

1977年 9 月

目 录

前言	i
第一章 泥石流和山区农田建设	(1)
第一节 泥石流的特征及类型	(1)
第二节 泥石流与山区农田建设的关系	(13)
第二章 农田泥石流防治规划	(21)
第一节 规划原则	(21)
第二节 防治方案选择	(24)
第三节 泥石流的防治措施及其布设方法	(29)
第三章 拦砂坝	(35)
第一节 流域查勘	(36)
第二节 拦砂坝的库容和坝高确定	(42)
第三节 坝型选择	(45)
第四节 浆砌石坝的断面设计	(55)
第四章 淤地坝	(76)
第一节 淤地面积和库容确定	(77)
第二节 淤地坝的坝高确定	(81)
第三节 土坝	(90)
第四节 溢洪道	(102)
第五节 放水洞	(113)
第五章 排导沟	(120)
第一节 排导沟的平面布置	(120)
第二节 排导沟的类型	(125)
第三节 排导沟的淤积措施和断面设计	(128)

第四节 跌水井	(135)
第六章 泥石流防治中的水土保持措施	(140)
第一节 山坡平整与流域截流	(140)
第二节 沟头防护与修建谷坊	(146)
第三节 造林种草	(149)
附 录	(153)

第一章 泥石流和山区农田建设

泥石流是发生在山地和丘陵区的一种自然灾害现象，也是一种含有大量土砂石块等松散固体物质的特殊洪流。它爆发突然，历时短暂，运动快速，来势凶猛，破坏力巨大，具有与一般水流不同的形成、运动等特征。泥石流往往在顷刻之间便从山谷中冲出数量极为可观的泥砂石块，埋没农田，冲毁渠道，破坏道路，威胁村镇，给山区农田建设、工矿交通和人民生命财产安全带来严重的危害。

第一节 泥石流的特征及类型

一、泥石流的基本特征

1. 泥石流分布的区域性特征

我国泥石流在区域分布上有如下几方面的特征：

(1) 泥石流分布在新构造运动强烈、地震活动频繁、地质构造复杂和岩石破碎的山区。新构造运动可引起山地急剧上升，河流迅速下切，造成沟谷的相对高差越来越大，纵坡陡峻，加之地质构造复杂，岩石异常破碎，给泥石流的形成提供了丰富的松散固体物质来源。地震与泥石流形成的关系十分密切。在我国泥石流集中分布的地区，如安宁河谷、白龙江河谷、小江河谷、西藏东南部山区以及黄河中游泥流分布地区大多是接近7级或7级以上的地震区。在每一次强烈地震之后，许多老的泥石流活动加剧，规模变大，同时也形成了许多新的泥石流。比如在1920年海原8.5级强震之后，甘肃陇东

各州县普遍发生了泥石流；又如1976年平武、松潘地震之后，附近山区的泥石流也都随着活跃起来。泥石流与地质岩性的关系也极为密切。根据调查，粘性泥石流多分布在历经构造作用、具有不同变质程度的变质岩，例如片岩、千枚岩、板岩等地区。这些地区的岩石风化层厚度可达30—50米，岩石经风化后裂解成小块，并含有大量的粘土类细粒物质。由于这种原因，不良物理地质现象发育且规模很大，大量松散固体物质源源补给，从而形成了粘性泥石流。

(2) 泥石流多分布在干湿季分明、降水集中、受季风影响的山区和有海洋性冰川分布的山区。由于干湿两季分明，使岩石物理风化强烈，大量的风化碎屑物在干季不断积累，而到雨季时因为降水集中，尤其是当暴雨集中且强度大时，在暴雨的激发下遂形成泥石流。比如在泥石流集中分布的安宁河谷、小江河谷、白龙江河谷等地，都是干季气候干热，雨季降水集中，并且大多以暴雨的形式出现（武都地区雨季的暴雨量占全年总雨量的70%以上）。又如1964年7月，兰州地区连降三次暴雨，总雨量相当于该地多年平均降雨量，其中最大一次暴雨强度为4小时150毫米，从而导致兰州地区普遍发生了规模很大的灾害性泥流。在我国西藏东南部山区，分布着大面积的海洋性冰川。它与我国西北高山地区分布的大陆性冰川相比，具有分布位置低，冰层温度高，冰川积累与消融强烈，冰川运动速度快，冰崩和雪崩频繁以及冰碛物储量异常丰富等特点。因此，在冰川边缘地区于夏季经常导致泥石流的发生。比如古乡泥石流分布的沟谷即是一个古冰川围谷，围谷内储存着厚达200余米、总量达4亿立方米的冰碛物，围谷的后壁分布着6条现代冰川。由于松散固体物质和冰雪融水异常丰富，自1953年爆发首次特大泥石流以来，泥石流几乎年年发生，少则每年十几次，多则一年几十次甚至上百次。

(3) 泥石流多分布在植被稀疏, 岩土裸露, 水土流失现象严重以及人类在开矿、筑路等活动中大量排弃废土的山区。由于植被稀疏, 岩土裸露, 在暴雨的侵蚀下, 土壤严重流失, 山坡被流水不断切割, 沟谷密布, 滑坡和崩塌相继发生, 从而引起泥石流的爆发。

除上述自然因素以外, 人类不当的经济活动也往往导致泥石流的发生。大量调查资料表明, 我国许多泥石流活跃的山区, 比如云南东川和甘肃武都等地, 历史上都是森林密布的地区。但后来, 由于历代反动统治阶级的乱砍滥伐, 致使山林遭受严重破坏, 再加之不合理的耕作, 才酿成泥石流灾害的发生。此外, 在山区筑路, 露天开矿等建设中所排弃的大量废土和矿碴, 由于不合理的堆放, 亦往往形成泥石流。这种由于人类不当的经济活动而产生的泥石流与天然泥石流一样, 也常常对农田和山区各项建设带来严重的危害。

2. 泥石流沟谷的流域特征



照片1 泥石流流域全貌

典型的泥石流沟，其流域形态从上而下一般可分为三个区段(图1-1)。

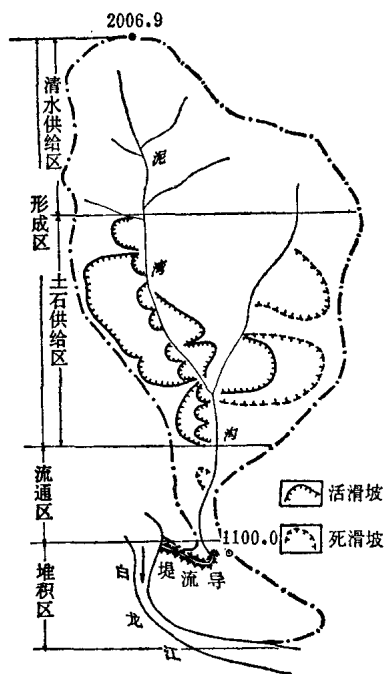


图1-1 泥湾沟泥石流流域形态图

(1) 形成区：一般位于泥石流沟源的呈漏斗状的盆地。它占有大部分的流域面积。这里山坡光秃、土石裸露、岩石破碎，尤其是滑坡、崩塌等不良地质现象发育，为泥石流的形成供给大量的固体物质和水源。有的形成区还可以分为两部分：上部是清水（如雨水、冰雪融水）供给区；下部是土石供给区。

(2) 流通区：一般位于泥石流沟的中游地段，多为狭窄而又纵坡急陡的地形。沟道中往往出

现许多陡坎或跌水。与上下游相比，此段沟床相对比较稳定。

(3) 堆积区：位于泥石流沟的沟口，为泥石流固体物质的堆积地段，多呈扇形，故称堆积扇。

3. 泥石流活动的时间性特征

我国泥石流在其活动中具有如下几个方面的时间性特征：

(1) 泥石流活动具有在年际变化上的周期性：泥石流

的形成与流域内有极为丰富的土砂石块等松散固体物质、陡峻的沟谷地形、充沛的降雨或冰雪融水等条件密切相关。这些条件缺一不可,它们共同组成在一个矛盾的统一体中,相互作用的结果促成泥石流的爆发。而当某一条件不具备时,则泥石流就停歇。为了使其中的某一条件达到有利于泥石流形成的程度,就必须有一个从量变到质变的物质积累的过程,而这过程就导致了泥石流活动的周期性。比如西藏古乡沟自1953年爆发泥石流开始到1957年和1960—1965年这两个阶段均为泥石流爆发频繁的年份,而其间的1958—1959年和1966年以后至今,泥石流活动就显得平静而微弱。这主要是由于流域内冰碛物处于较稳定状态而使泥石流缺少固体物质补给。同时也是为下一个泥石流活跃周期进行充分的物质积累。

(2) 泥石流活动具有明显的季节性: 由于我国绝大部分地区处于东南季风与西南季风的影响范围内,每当季风盛行之时,充沛的降雨尤其是强度大的暴雨,为泥石流的形成提供了丰富的水源。因此,我国泥石流多集中发生在季风活跃的季节,即主要发生在每年的5—10月,尤其集中于每年的6—9月。

(3) 我国灾害性泥石流多发生在傍晚与夜间: 由于我国大部分山区在夏季的午后与傍晚多形成雷雨,而海洋型冰川亦在午后消融强烈。因此,无论是暴雨型泥石流或冰川型泥石流,亦多发生在傍晚与夜间。如1953年祁连山寺大隆泥石流,1976年宕昌代马泥石流等均在傍晚或夜间发生。因为泥石流多发生在傍晚,尤其是发生在夜间,人畜不及走避,所以往往加重了泥石流的灾害程度。

4. 泥石流的流态与力学特征

各类泥石流,尤其是粘性泥石流,与一般山区含沙水流相

比,具有其独特的流态与力学特征。

(1) 阵流: 粘性泥石流在运动过程中具有明显阵性波状流特征。所谓阵流,就是泥石流在运动中以一阵一阵的形式涌将过来,而阵与阵之间呈间歇现象。在一次泥石流过程中,阵的次数往往从数十次至上百次不等,但它们经历的时段却大致相等。阵流形成的原因主要是由于泥石流在流动过程中受沟床堵塞,或因物质补给不足而停滞,进而产生间歇现象。当以上情况消除后即产生新的流动,如此多次重复,便形成了阵流及其伴生的间歇现象。稀性泥石流在其流动过程中,所产生的阵流现象不甚明显。

(2) 高容重: 在泥石流流体中,土砂石块等松散固体物质的含量按体积比要占30—80%,其相应的容重为1.5—2.3吨/立方米。泥流因其石块含量较少,所以它的固体物质含量占20—50%,相应的容重为1.3—1.8吨/立方米。泥石流以其高容重的特征明显的区别于一般水流。

(3) 大流量: 由于泥石流流体中含有大量的松散固体物质,而且它们还往往被前期雨水浸润饱和,加之泥石流在运动中经常被沟道堵塞壅高而又突然溃决,所以泥石流的流量要比同等流域面积上的清水流量大许多倍,比如东川蒋家沟一般要大3—12倍,武都火烧沟要大4—7倍。

(4) 极大的浮托力与冲击力: 泥石流流体具有很高的容重并含有大量的粘土类细粒物质,其粘度远大于一般水流,比如粘性泥石流泥浆的最小粘度为3泊,等于清水粘度的300倍。由于其容重大和粘度高,因此泥石流的浮托力和冲击力都很大。经常见到它在运动中将数十吨乃至上千吨的巨石从沟内托运到沟外。泥石流的冲击力根据实测一般都在30—40吨/平方米以上。

(5) 流速变化范围大: 泥石流由于种类的不同和运动

中边界条件的不同等原因,其流速变化范围很大,一般变化在2.5—12米/秒之间;最小流速可不足1米/秒,而最大的流速可达到15米/秒。

(6) 巨大的破坏力:泥石流与一般水流比较,由于它的容重、粘度、流速、流量、冲击力都大,以及爆发突然等,因此,

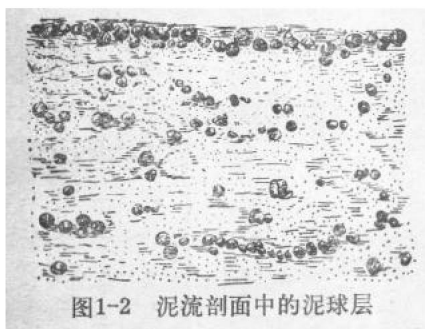
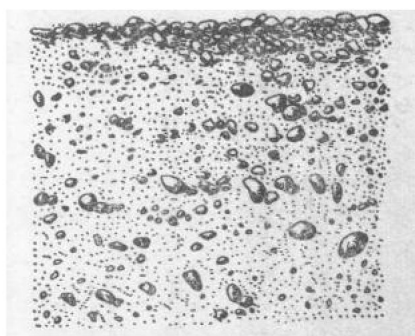


图1-2 泥石流剖面中的泥球层

它的破坏力比之一般水流为大。比如它对工程建筑物的大冲大淤,对桥渡和渠道的堵塞与爬越,对农田大面积的淤埋等都显得强大而快速。

5. 泥石流的堆积物特征

无论是哪一类的泥石流,它们在堆积扇停积之后,从其剖面结构上观察,大小石块混杂在一起,无明显的分选性。泥石流堆积物中的石块磨元度极差,有明显的棱角。另外,在泥石流堆积物中常有“泥球”和巨石成群聚集在一起的现象(图1-2,图1-3)。



二、泥石流的类型

图1-3 粘性泥石流堆积物剖面

因为泥石流形成的方式不同以及泥石流体中水和土砂石块等松散固体物质的配合比例不同,所以就出现了在形态和性质上也完全不同的泥石流。随着泥石流在类型上的差异,所采取的防护措施及形式就有所差别。为了使防治泥石流的

工作做到有的放矢，就有必要对泥石流作进一步的分类。

为便于从形态上直观的识别泥石流起见，根据泥石流的形成方式、固体物质的组成及流体特征的不同，可将泥石流划分为粘性泥石流、稀性泥石流、泥流和水石流四种类型。

1. 粘性泥石流

粘性泥石流主要分布在我国云南小江流域、四川流沙河（系大渡河支流）、西藏东南部河谷地区和甘肃白龙江流域等地。



照片2 流动中的粘性泥石流——泥浪翻滚，巨石腾空

粘性泥石流发生在被滑坡、坍塌等大量堆积物严重堵塞的沟道内。当水流冲击松散固体物质或者松散物质被水分浸润达到饱和而失去稳定时，便在自身重力作用下汇流而形成了粘性泥石流。在汇流的过程中，水与土砂石块共同组成具有整体结构的均匀流体，其外形如同刚搅拌好的混凝土一样。

在粘性泥石流的物质组成中，土砂石块等固体物质按体

积比为50—80%，按重量比为72—86%，相应的容重为1.8—2.3吨/立方米。

粘性泥石流多具有明显的阵性波状流特征，两阵流动之间完全断流，其间隔时间从几秒至几十分钟不等。如武都火烧沟(流域面积2平方公里)间断时间为10—30秒钟；东川蒋家沟(流域面积为45.1平方公里)为3—5分钟。粘性泥石流在阵流运动过程中一般均出现沟床淤积增高的现象。

粘性泥石流的流速变化范围很大，它可从流速很低的蠕动状态直至很高的流速，一般为5—12米/秒。

粘性泥石流发生的持续时间一般较长，在暴雨结束后，泥石流往往继续涌出，例如东川蒋家沟的泥石流就是这样。

由于粘性泥石流有很大的粘滞性与惯性，因而表现出对于工程建筑物具有特殊的作用，如在排导沟中的粘附淤积，以及遇到拦挡建筑物或弯道障碍时容易爬高和翻越等。

粘性泥石流因流量变化或冲淤交替，在沟道中往往形成阶梯状堆积(图1-4)。在堆积扇停积时，水砂石块不发生分离，仍保持流动时的结构特

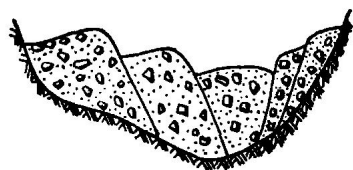


图1-4 粘性泥石流的阶梯状堆积

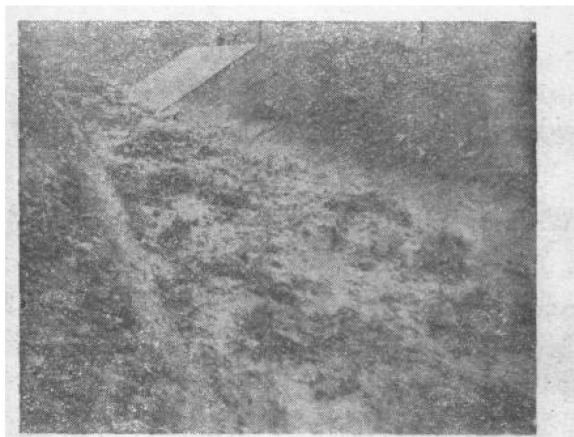
征，它们如同铺散的混凝土一样，呈片状、舌状的堆积形态，



图1-5 泥石流“龙头”堆积物

堆积扇地面垄岗起伏，坎坷不平(图1-5为垄岗状的“龙头”堆积形态)。

2. 稀性泥石流



照片3 稀性泥石流具有浪花飞溅、石块滚动的特征

稀性泥石流的分布面积比粘性泥石流的分布面积要广泛。在我国西南、西北、华北、中南及东北的山区都分布有稀性泥石流。

稀性泥石流多发生在由小型的滑坡和沟岸坍塌零星补给松散固体物质的沟谷中。在粘性泥石流沟中，当水流还未破坏松散堆积物的稳定以及当粘性泥石流在其末尾处于水多而土石少的情况下，也会发生稀性泥石流。

在稀性泥石流体中，土砂石块等松散固体物质的含量按体积比占30—50%，按重量比占60—70%，相应的容重为1.5—1.8吨/立方米。它是水、土(砂石)分离的两相流体。

稀性泥石流在运动中，水和粘土形成的泥浆是搬运介质，而石块则为被搬运介质。石块的流速低于泥浆体的流速，它以滚动或跳跃的方式运动。稀性泥石流非整体流，而属于紊流运动。