

科研成果汇编



云南林业学院

1946/10/1

毛主席语录

阶级斗争、生产斗争和科学实验，是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会，进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

鼓足干劲，力争上游，多、快、好、省地建设社会主义。

百花齐放、百家争鸣的方针，是促进艺术发展和科学进步的方针，是促进我国的社会主义文化繁荣方针。

许多自然科学理论之所以被称为真理，不但在于自然科学家们创立这些学说的时候，而且在于为尔后的科学实践所证实的时候。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

目 录

(水土保持专辑)

泥石流是可以预见的，也是可以治理的。(预报)

.....林业系：关君蔚(1)

滇东北小江流域“泥石流”调查报告

.....云南林学院：关君蔚(13)
云南农业大学：李时荣

榆林流动沙地飞机播种固沙的研究1960年—1974年阶段总结

.....榆林地区林业局、云南林学院、中国林科院(19)

单张航测象片成图在土地利用规划工作中的应用

.....林业系森改教研组：关君蔚(45)
测量教研组：韩熙春

延安地区打坝淤地的调查研究

.....水土保持专业：王礼先、何孝超(49)

延安地区樟子松引种试验初步报告

.....森改教研组(54)

泥石流⁽¹⁾是可以预见的 也是可以治理的(预报)

云南林业学院林业系 关君蔚

一、什么是泥石流

一般来说,泥石流是在山区形成的含有大量土沙块石的急流。所谓“大量”是指流水中的固体径流物质处于超饱和状态。本来水流有一定速度就有其相应的冲力,冲起沟底泥沙,携流而下;当水流中泥沙等固体径流物质逐渐增加,直到水流的冲力全部用于流送已冲起的固体径流物质,无力再冲起沟底或两岸的泥沙时,称之为固体径流的饱和状态。而超饱和状态的形成实质上是除水流的冲力外还有一定程度的重力作用。多数实际测定的结果,泥石流中土沙块石等固体径流物质一般含量大于40%,容重多常在1.6吨/立方米以上。所以,比较确切来说,泥石流是山区由降雨(或融雪比)引起的,土沙块石处于超饱和状态的急流。

泥石流和山洪不同,已经不完全是水流冲带土沙等固体径流物质流动,而是水和土沙块石基本上形成一个整体流动,具有一定的直进性和相应的爬坡能力,有明显的阵流(脉动或称地垒式移动)性质,分选作用不明显,从而当其停止时土沙块石基本上按原来结构堆积,尤其当在沟口有平坦宽阔的地形条件时,就形成大小块石间杂存在具有显著特点的扇状堆积物。于是,泥石流以其突然发生,来势凶悍,流动时间短,破坏力大等为其特点,常造成很严重的灾害。

在我国辽西山地叫作“山啸”,承德一带山地叫作“山洪暴发”,燕山山地叫作“龙拔”,太行山区叫作“水炮”或“出浆子”,江南部分地区叫作“起蛟”,川滇山区叫作“走龙”或“走蛟”。

二、泥石流是可以预见的

先举出几个事例:

(一)一九五一年参加河北省磁河上游调查时,在驼岭脚下有个大地村,村后有个木杨沟,是一条老泥石流沟,当时满沟都是青翠茂密的山杨,最粗的胸径可达40厘米,属前次泥石流过后幸存的母树。绝大部分是在前次泥石流过后新长出来的,胸径一般在10—20

厘米。当时认为还有再次发生泥石流的危险，而这些山杨还不足以防止；果然，一九五三年雨季又一次发生了泥石流，基本上将全沟的山杨冲光。

(二)一九六二年调查过北京市怀柔山区的水土保持工作，当时怀柔水保站在汤河口，样版沟是大蒲洼沟。调查后认为云蒙山以西发生泥石流的危险性更大，促成水土保持站迁至琉璃庙，而我们参加的工作一直到一九六五年都集中在德田沟、景峪、沙峪、后山铺、柏查子和崎峰茶一带。一九六九年和一九七二年两次发生泥石流，尽管发生的区域范围和严重程度不同，但均是以上述地点为中心的。

(三)一九六二年到河北省承德地区调查水土保持工作，认为五道沟(承德水保站样版沟)有发生泥石流的危险，一九六三年雨季就发生了泥石流。

(四)一九六三年反复调查了我院原妙峰山林场，经过分析断定棺材石沟有发生小规模泥石流的可能，并对发生地点(三块石)和停止地点(小挤以上)作了预报。一九七三年雨季发生了泥石流，规模大小、发生地点和停止地点，均与预报吻合。

(五)一九七二年调查云南省东川地区泥石流时，九月二十日乘火车由昆明去东川，车过老干沟时只是一刹那(因处于两隧洞中间)，断定非常危险，九月二十二日就发生了泥石流。

但并不是每次预见都是准确的，例如由一九五〇年到一九六六年曾多次反复调查过北京市门头沟区清水公社黄岭西村，始终认为有发生泥石流的危险，而且也认定一旦发生将对黄岭西村有很大危害。但经过前后几次暴雨，这条沟始终未发生泥石流。既使如此，我们依然认为该地还要提高警惕，不能麻痹大意。

根据以上事实可证，虽然还不能十分准确，但是泥石流的发生是可以预见的。这是因为泥石流的发生必需具备一定条件，而这些条件都是可知的，分析这些条件就可预见泥石流的发生、发展规模及危害程度。

促使泥石流的发生必须具备那些条件呢！

首先是要有足够的降雨(或融雪水)。和一般水土流失发生条件相同，是受年降雨量影响，但主要取决于一次暴雨量和暴雨强度。而作为泥石流发生的降雨条件则是要在有充分前期降雨的基础上，再遇有强度大的暴雨。这是因为泥石流的发生必需是在集水区内，原有坡面及沟道的松散物质处于为水浸润(即其中细粒部分在塑限含水量以上)的状态，才能形成泥石流中固体物质补给的基础。至于前期降雨量和时间多少才算“充分”，再遇暴雨的强度要有多大，可以用过去发生泥石流时的气象记录而定。由于其他条件不同，这个标准在地区上的差异很大；即使在同一地区也有一定差别；一般都是用对比方法取得定量性质的数据，这个数据是发生泥石流的先决条件。

在以上的先决条件下，是否发生泥石流，还决定于：

①集水区是否能迅速大量集中地表层⁽²⁾径流，这主要决定于集水区的性状，坡面条件，地表的厚度和透水性，不难透水层性质及其与地表层接触状况等。这些因子之间的关系是复杂的，但都是可以调查和计测的。例如：漏斗状集水区，坡面平长大于 23° ，地表层深厚，其透水性与其下不难透水层差异很大，且彼此整合接触时，则易于发生泥石流。但还必需具备：

②集水区的坡面和沟道中有足够的疏松物质，而且处在易于被冲的状态。很明显，如果没有这个条件，其他条件具备也只能形成洪峰较大的山洪，而不能形成泥石流。

所以这个条件是形成泥石流的决定性条件。这些因子也都是可以调查计测的。

由上可见，泥石流是突然发生，运动时间短促，破坏力惊人，但其形成必需具备一定条件，而组成这些条件的因子都是可知的，从而泥石流的发生是可以预见的。前述对泥石流预见性质的一部分事实，只不过是较恰当地分析了这些因子，进行了归纳综合的结果而已。

但必须指出，这只是泥石流预见工作的起点，因为泥石流的发生只是开始，还要进一步研究其发展条件，从而预见其发展的规模。一般在某一地区发生泥石流时，常是多数同时发生，但规模的大小却是极不相同的。比较常见的是一种所谓“雏形泥石流”，即规模较小，也具有泥石流应有的发生区，流过区（甚短）和沉积区但显著不同于所谓“典型泥石流”。其实，所谓“雏形泥石流”就是没有继续发展条件的泥石流，而所谓的“典型泥石流”是由“雏形泥石流”继续发展的结果而已。

泥石流形成之后促使其进一步发展的条件有两方面，一方面是水和土沙石块等固体物质的补充，这是促使泥石流发展的物质基础，主要决定于集水区面积的扩大、集水区的性质和水系汇流状况；尤其是各级支流水系（主要是凹地，一般是在一级支流之上）泥石流的发生条件和在各级支流水系沟道内残存松散物质的数量和分布。这些是可以调查计测的。另一方面是流路条件基本上能维持⁽³⁾泥石流始终处于土沙石块等固体径流物质的饱和和超饱和的流动状态。这主要决定于流路纵横断面的性质，是比较复杂的，但仍是可以调查计测的。只要有一段流路适合于这样条件，由于汇入水量和土沙石块的增加，泥石流发展规模将逐步扩大，于是就将发展成不同规模的泥石流。

限制泥石流发展规模的决定性条件是横断面的发展和纵断面的变平，也包括流路，因其他因素促使阻力变大。例如，在泥石流继续向前运动中，遇到宽平的谷底，汇流入河川的宽平河床，或流入平原时，由于流速骤减，势必促使土沙石块迅速大量集中堆积，作为泥石流已结束其发展过程。大部分水流将携带一部分较为细小的固体物质，顺流而下，以其已成为固体径流不饱和状态，已失去泥石流的特点，实质上已转化成为山洪。于是在泥石流沟口大量集中的土沙石块的堆积物，反映着这条泥石流沟中泥石流发生发展的总的结果，其中有很丰富的调查、分析、测定和计算的内容。其实，早在泥石流开始形成之后，一直到沟口的流动过程中，也不是始终处于饱和或超饱和状态的等速运动，在泥石流的流过地段，遇有流路变宽和变平时所受阻力增加时则减速堆积，甚至停止，即形成“地垒”，截断流路，后方拥水增压，再行破垒流动。遇有流路变狭、变陡且阻力减小时，泥石流的流速增加，又形成了不饱和状态，再冲添流路中的固径流物质，条件合适时又形成超饱和状态的急流前进。经常是以脉动方式流下的。尽管泥石流的流过时间短，但在流过之后，冲蚀和沉积的残迹，历历俱在，甚至多年间反复多次发生泥石流，仔细进行调查分析，仍可寻踪觅迹有线索可循的。

以上就是泥石流的发生、发展和停止的全部过程，而这全过程都是按一定条件和规律进行，通过对有关因子的仔细的调查分析和测定，其全过程和各阶段都是可以预见的。

到此，问题还没有结束，我们研究泥石流的发生、发展和停止的规律，目的并不只在于了解泥石流，更重要的是掌握这些规律，预见今后发生泥石流的可能性、发展规模，尤其是对经济建设和生产生活上危害的程度和强度，进一步据以制定预防和治理的对策。很明显，一条规模虽不大的泥石流沟，如果一旦发生将涉及生活、生命的安全，涉及关键的工矿建设时，就必需首先积极地进行防治，（例如：铁路、公路沿线和居民、重点工矿建设附近的泥石流。但另一条泥石流沟，既使发生条件具备，而且一旦发生其发展规模也很大，但只要它不危害于我们生产和生活，就可以暂缓治理。对泥石流危害的预见是最后的也是最重要的一部分，但是如果能正确地预见泥石流的发生、发展和停止的整个过程，结合其涉及范围内已有的以及今后经济建设的要求，是容易作到的。

以上才是预见泥石流的发生、发展其危害的全部内容。

三、泥石流是可以治理的

还是由事实说起，一九五〇年北京市门头沟区（当时是原河北省宛平县）清水河流域（是永定河山峡地段的一个较大支流）在八月一、二、三日连下三天雨，地表层已为雨水浸透，用当地贫下中农的说法是：“沟沟叉叉到处都出水”，八月四日凌晨又开始下了一场暴雨，群众说是“瓢泼大雨”。晨七时前后，集中在现在的斋堂公社，清水公社的南北山发生了很多泥石流，在全流域面积450平方公里的范围内，由泥石流冲出的块石即达4500万立方米。仅就当时受害严重的80个村统计，损失耕地23,332亩，占原宛平县总耕地面积的18%，减产占原宛平县总产的25%。其中小北沟泥石流毁田1,380亩，占该沟耕地总面积的48.2%。达磨庄、灵岳寺、大三里和田寺等村，村庄房屋被冲毁，并死、伤了人。

在前政务院和原河北省的关怀和支持下，立即组织人力物力进行安置、慰问和生产救灾工作。并由前林业部山区生产办公室和原河北省组织人力进行了两次调查。基本上，按前述预见分析的结果。确定了田寺村作为泥石流治理的重点，当时的理由是，田寺村不仅是此次泥石流受灾严重，而且继续发生泥石流的危险突出，一旦再次发生，规模将更大，全部村庄仍处于危险之中。一九五一年上半年设计后又进行了一次复查，当年冬进行了工程部分施工，并完成了东沟封山育林和一部分造林工作。一九五四年，在前水利部主持下，进行了永定河官厅山峡地区水土保持调查，对林业部分重新补充设计，到一九五八年前后由田寺大队和北京市绿化指挥部完成了造林工作。

田寺村原是清水河的支流小南沟内的一个自然村，位于百花山脚下，当时全村100多户，500口人，1000亩左右耕地，全是七沟八叉的梯田。解放前在日本帝国主义侵略时期反复多次被“三光”（曾在18天内被烧7次），生产条件受到严重破坏，继之以国民党反动派的压榨和掠夺，结果在解放时，年产只有10万斤，人平均口粮只有200斤。解放后，当时正在党和政府的领导下积极投入生产，建设山区的高潮中，不幸又受到了这次泥石流的袭击。八月四日早饭时，在村上田寺东沟的沟掌火烧峪开始发生了泥石流，沟陡底直，迅速向大

规模发展，至下段原有三块巨石（没根的）狭峡，形成了很大阻力，截拦住大部分泥石流中的土沙、石块，形成了第一个“地垒”，其余越石而过。在此以下，流路仍很陡而且平直，泥石流又一次迅速发展，原来地形在火烧峪与东峪合流点上下沟道因受分水岭脊的影响向对岸作很大的弯曲，但当此次泥石流发展至此时规模已甚大，以其特有的一定直进性和爬坡能力，竟越过高达20余米的分水岭直流而下；但在此阻力下形成了第二个较大规模的“地垒”。再往下，又由东沟补充了山洪，重新冲携溪床老泥石流的土沙、石块，规模又进一步向大发展，到“人头石”附近，立沟流路作S形转曲，两岸相对高差甚大，泥石流受阻，形成了一条狭长的“地垒”，但因流路平坦仍以泥石流的性质前进，沿途几乎是无坚不摧，迅速增加其固体含量，因底坡变缓，速度减少，但后方（上流）继续以较大流速下泻补充，促使“龙头”越来越高，冲泻两岸岩石（最大磨蚀量在橄榄岩层，是4米）抵村前规模之大实属惊人，“龙头”高达10米，流向是笔直对村而来，幸而村头有三棵高20米，胸劲60厘米的大杨树，虽被石流平推十数米，但促使泥石流堆积下最后一个“地垒”，并略改变了泥石流的流向，保住了大部村庄。其余经村而过，将大部块石淤垫在村前沟道（淤高4—5米），在村下转变成为山洪流入清水河。由火烧峪开始到泥流过村的时间只有十分分钟左右。泥流过村后调查，倒塌梯田埂（石笼）1000多处，彻底冲毁耕地150亩，占总耕地面积的33%，因多系沟道好地，减产为55%。冲走羊一群，碾盘四座，桥两座，半条街，其中有十几户人家，受灾后群众生产情绪低落。而更突出的是在火烧峪开始形成泥石流之后，石塘港已有了充分发生泥石流的征兆，只是由于暴雨骤停，幸未发展而已。

桃树洼的条件也极为相似。而已发生的泥石流大部分土沙石块均集中形成几个规模巨大的“地垒”遗留在主沟沟道，处于极为松散，易于被冲的危险之中。主沟下游已被淤平，高于道路，雨水稍大，洪水即将进村，只要再发生泥石流，因村首三棵大杨树已倒，势必危及全村，所以在灾后，一遇下雨，群众就纷纷自动上山躲避，思想动荡不安。就是在这样的基础上开始了石泥流治理工作。设计要求是：于一九五三年前，在120毫米/小时的暴雨（这在当时是空前的，因为在当时的气象记录中，最高标准是青岛曾记录过的，每小时80几毫米的暴雨）条件下保证人身和村庄的安全。一九五五年以后保障生产安全，首先是不再冲地。一九五八年以后沟沟有水，清水长流。

一九五一年冬完成了东沟的封山育林和全部工程——即11座2米高石灰浆砌的拦沙坝⁽⁴⁾和两道石灰浆砌的护村堤（共长250米）。一九五二年开始栽植果树和造林工作，进度较慢，直到一九五八年，在北京市绿化指挥部的支持和帮助下，超额完成了原设计造林面积。

一九六二年十月曾去总结过一次工作：

（一）田寺东沟土地面貌有了显著的变化。

（二）生产上的效益

粮食产量1958—1962年平均产量15.3万斤，为1950年以前（即泥石流发生前）平均产量10万斤的153%。为受灾后1950年总产4.5万斤的340%。

以1951年为基础，大牲畜为原有的223.5%，羊为原有的360.3%（划定的牧区也封了山，造了林，而羊却增加很多，不只是解决了所谓“林牧矛盾”问题，而且也正是

一九五一年田寺东沟地表情况和土地利用状况统计表

土 地 类 别	面积 (公顷)	占总面积的 %	备 考
梯田 (包括坡式梯田及轮荒梯田)	2.6	1.7	
坡耕地	0.6	0.4	
冲毁梯田	2.3	1.5	
灌水土	72.9	48.5	
裸岩灌木地	30.0	19.9	
风化山腹	20.9	13.9	
风化秃赭地	14.5	9.7	
崩坏地	0.9	0.6	
荒废山溪	0.7	0.5	
泥石流滩	2.5	1.7	
村庄	2.4	1.6	
合 计	150.3	100.0	

田寺东沟土地利用规划统计表

土 地 利 用 类 别	面积 (公顷)	占总面积的 %	备 考
农田 (包括牧草轮作)	2.5	1.6	
果树	9.3	6.2	
林地	112.3	84.7	
牧地	19.3	12.9	
村庄	2.4	1.6	
水路	4.5	3.0	
合 计	150.3	100.0	

一九六二年田寺东沟土地利用情况统计表

土 地 利 用 类 别	面 积 (公顷)	占总面 积的 %	备 考
农田	2.5	1.6	
果树地	9.3	6.2	
林地	133.6	89.0	其中封山育林面积较原规划减少, 造林面积 远大于原规划, 是由绿化指挥部协助完成的。
牧地	0	0	也进行了封山育林
村庄	2.4	1.6	
水路	2.5	1.6	原有水路占地中的2.0公顷, 自然封育成林
	150.3	100.0	

以林促牧的实证。)猪为原有的146.9%，只是毛驴减少到原有66.7%。

核桃年产2万斤，杏核15万斤，新栽的苹果，1960年开始结果600斤，61年1500斤，62年2000斤。

1959—1960年由于灾情较重，曾由封山育林地区内砍出权木15万斤，对抗灾起了很大作用。1962年结合改造落叶松人工林，抚育出杨檩、椽材，不仅提高了社员当年收入，而且支援了西沟引水工程，实现了村前梯田水利化。

(三)防治泥石流的效益

田寺东沟泥石流治理开始后，经过了1958年7月29日至8月6日，和1962年8月3日至8日两次与1950年相仿的暴雨考验，并未发生任何问题，1962年10月调查时，除新垦的几块农田和原有坡耕地（总计15000平方米）还有不同程度的面蚀外，坡面上均为草类灌木和人工林所复被，沟道中也未发现新淤的土沙，可证坡面已被控制。

过去遇雨极易形成崩塌和“锥型”泥石流，施工后已基本停止，全区仅在1962年暴雨时在东峪的阴坡发生塌积量为20立方米的小型崩塌，塌积物堆积在坡脚，周围有茂密的次生林围护，即使有暴雨和山洪也无发展的可能。

石塘港和桃树洼重新发生泥石流的威胁逐步在消除。火烧峪及其下游贺家港主沟在1950年泥石流发生后遗留下来的严重后患，已为所修筑的拦沙坝和其后生长的白榆、旱柳所固定，经过1958和1962年两次暴雨考验，均无移动的迹象，再过10年白榆、旱柳进入壮令后，即使遇有更大的暴雨也可保证安全。

由最下游的那个拦沙坝开始到沟口，由1950年泥石流所堆积的大量块石，早已被几次较大的山洪冲流而去，沟被刷深4—5米，碾盘早已冲出，水井也早已恢复。

在1962年贺家港主沟、东峪、东山沟、孩儿港的沟道中都已有少量的长流水，旱时不绝，而且逐年在增加。

调查时正值深秋，田寺一片丰收的喜悦，泥石流的威胁已被清除，在“十·一”的欢庆声中，证实了泥石流是可以治理的，而且在田寺，泥石流已被治理。

又重新查访了田寺的山山水水，从再一次发生泥石流的危险性出发进行了分析，结果是：

① 林地面积较原设计增加，但造林工作是在一九五八年才完成的，林木生长壮旺，但以年令尚小，还不能充分发挥其作用。拦沙坝均按原来预想达到了目的，沟底有不同程度的淤高。但遇有超过一九五〇年暴雨条件时，仍有发生崩塌和泥石流的可能。（当然即使发生，其发展规模也会受到一定的控制。）

② 其中石塘港、桃树洼和火烧峪还是最危险的。理由是泥石流发生的条件未被根除，而石灰浆砌的拦沙坝已逐渐失效。

到现在又过了十二年了，没有机会再去看看，但是只要东沟封山未开，已造的人工林未受异外破坏，在田寺泥石流将成为历史上的名词，田寺将永远摆脱了泥石流的威胁，改造成为可以安全生产、过活的土地，组成我国丰富多采的锦绣河山。

四、田寺泥石流是怎么治理的？

田寺泥石流的治理工作，已满二十三年，在治理过程中情况在不断的变化，充满着斗争和曲折；但从总的结果来看还是取得了一定的成效。以下仅就治理技术方面提出以下几点：

（一）治理泥石流的关键，在于控制其发生条件。

山区原始地貌的形成不仅是内壳力的构造运动和外壳力（风、水等）的夷平作用相互平衡的结果；而是在同时，还受其他因素，尤其是植被和土壤的制约。一般湿润、松散土矿的自然倾斜角是 23° 左右，但在自然界有自然植物（尤其是森林）被复的山坡，至少在表层都有不同厚度的松散土沙、石块，但却能以远大于 23° 的坡度而稳定存在，所以，应该承认在自然界原始坡面的形成，在外壳力中就不仅是风水的夷平作用，而且还有其它因素，尤其是自然植被和地表层长期相互作用相互制约的综合平衡的结果。当然这个平衡不是不变的，而是随时随地在变化、在调正，它一般是以非常缓慢的速度进行，在暂短的时间内看，就处于相对稳定状态。当原来植被遭到破坏时（例如：采伐森林、垦坡、放牧等），促使原来相对稳定的坡面，处于不稳定状态。根据土体的力学原理，当土体中细粒部分含水量超过其塑限含水量时，就可以变形和移动，如果坡度大于 23° 时，即将引起崩塌或滑塌。一般，只有在有充分降雨时，才能遇到土体水分的这种条件，所崩塌和滑塌并不是经常发生的。另一方面也正由于原来植被遭到破坏，雨水向沟道集中汇流的性质也将有很大的改变，主要是沿地表和其下的土层，迅速集中，如果是面积大、坡陡，且形成漏斗形（在石质山地多数是符合于这些条件的）集水区，就更促使地表和其下土层的径流迅速大量集中，在沟道中承受此种力量最大，而抵抗力最薄弱的地方是在深凹地的底部（沟掌，一般是在一级支沟的顶部再上一段）。这也正是泥石流开始发生的起点。（这就是燕山地区群众总结的“鼓龙拔”）一旦发生，溪底突然刷深，迅速溯源发展，后继不已，泥石流即告形成。

如果我们能加强山坡土层的稳定性，并在发生泥石流最危险的沟底（深凹地的底部）巩固或抬高侵蚀基准，促使其溯源淤积，拥固两侧山脚；只要从这两方面加固的、成效能超过在暴雨条件下发生泥石流的潜力，就从根本上控制了泥石流的发生。

从生产上看，消灭泥石流发生最有效的措施是在有发生泥石流危险的集水区中迅速形成有深根树种参加的乔灌木混交复层壮龄林。同时还应在泥石流发生开始地点直下固定并适当抬高侵蚀基准，促其溯源堆积，尽管抬高不多（一般是2—4米），溯源堆积更是愈向上游就减少。但是，如果承认，原来地貌的形成，在内壳力的基础上，外壳力中是风水等的夷平作用和其上植被的固持作用相互平衡的结果（其中暴雨条件是在过去最大情况下形成的），那么有深根性树种参加的乔灌木混交复层壮龄林是在多种植被中固持土层涵蓄、疏导降水最有效的，再加上增加一点点沟底的抵抗力，其结果就可以抵御历史上最大暴雨而有余。这是我们通过泥石流发生条件的调查、分析、印证、总结之后所形成的控制泥石流发生的初步理论基础。正是在这个基础上，进行了控制田寺火烧峪，石塘港和

桃树洼泥石流发生的治理工作。经过二十三年几次暴雨的考验，证实了泥石流的发生是可以控制的。

为什么控制泥石流的发生需有20—30年的长时间呢？这主要是由现阶段的条件，尤其是生产条件所决定，具体来说就是将集水区用作林业生产的基地的同时消灭泥石流的发生条件，而在当前的技术条件下形成壮令林还是要20—30年的时间。如果有特殊要求，只要能将地表层固持坡面上，可以疏导暴雨时的地表层径流，固定住泥石流开始发生地点的沟底的实效，采用其他措施不仅都是可以控制泥石流的发生，而且可以很快（甚至立即）控制泥石流的发生。在铁路、公路沿线等早已应用而且已取得了实效。（当然就全部来看，很多是对山洪比较安全，而对泥石流还是有危险的。）

在田寺泥石流治理过程中，51年冬，分别在有再次发生泥石流危险，而且一旦发生，将发展到很大规模，危及全村安全的火烧峪，石塘港和桃树洼三处各修了一个2米高的石灰浆砌拦沙坝，同时开始进行了全集水区的封山育林和造林工作。但是，林木发挥其应有的作用要20—30年的时间，而再遇暴雨却不一定在20—30年之后；而且沟道已被刷深，坡面已不稳定，50年泥石流的“地垒”大量松散堆积在下流沟道之中；因此，再次发生泥石流的危险还是存在的。

（二）运用泥石流的发展规律，控制泥石流的发展。

我们分析了泥石流的发展规律，尤其是通过反复调查研究火烧峪、石塘港和桃树洼再次发生泥石流时的发展规律，制定出控制其进一步发展的措施，主要的就是贺家港主沟沟道里的几个拦沙坝。最上一个修在火烧峪、石塘港和桃树洼合流点之下，分别与以上三支沟中的拦沙坝组合成二个为一组各具有总高为4米的两级跌水。改变了原来沟底陡平对泥石流阻力最小的不利状态，尽量加大了阻力。万一再次发生了泥石流，石灰浆砌拦沙坝是抵御不了的，但这两级跌水以及破坏这些拦沙坝时将使“龙头”被破坏，促使大块石的停止形成“地垒”，将泥石流就地转化成山洪。是总结了群众正反两方面的经验提出了这个设计思想，深受贫下中农的赞同，这几个拦沙坝被群众称之为：“替死鬼”。尤其是火烧峪里那个拦沙坝，施工备料尤其是用水非常困难，就是在这个“替死鬼”的道理鼓舞下克服困难完成的，而且质量合乎标准。

以下，在每个大规模地垒下都修了一个还都是只有2米高的石灰浆砌拦沙坝。这是根据泥石流的脉动性质的规律设计的。正如前述，在泥石流的运动过程中当遇到的阻力较大时，就将堆积大量石块形成“地垒”。反过来说也就是形成地垒的地段正是泥石流受阻力最大，其本身所具有的动能处于最被削弱的地段。如果我们能在这些地点，固定这些“地垒”的沟底，只要稍行加固就可以抵御超过1950年的暴雨了。群众说这样想法是“借劲使劲”。设想还不止于此，由于拦沙坝的修筑会促使溯源堆积，于是在“地垒”堆积的空隙很大的块石中间逐步淤入细土，而这些细土就固持挤结稳定其上的块石，便由松散堆积的块石变成稳定堆积的块石。再进一步，只要块石间有了细土就有树木生长条件，一旦长了树木，树木越长越大，沟道就越来越对泥石流的阻力增大，就变成了“双保险”。1962年调查时，满沟都是白榆、旱柳、臭椿，已达杆材阶段，只要没有意外，现在早已成檩了。

其下，在“人头石”附近主沟流路作S型转弯外，就利用了这个对泥石流阻力最大的有利地形条件在其上下各修一个虽然仍还2米高石灰浆砌拦沙坝，但这两个拦沙坝是防治再次发生泥石流的枢纽工程。也就是说，一旦上流发生了泥石流，其他已修的拦沙坝是可以作为“替死鬼”被冲毁的，只是要求泥石流的发展规模能受到节节控制和削弱，但对这两个拦沙坝却是要求泥石流此“止步”，是万万不能冲毁的，在它以下，只能是山洪。设计时提出施工后保障生命和村庄的安全的理论基础实质上就落在这两个关键的拦沙坝上了。（当然必需有以上的“替死鬼”控制泥石流的发展规模）。1962年是暴雨年，调查时正值暴雨过后，这两个拦沙坝确实是负担很重，上边一个的“海漫”已稍被冲淘，但仍可坚持。

（三）利用泥石流转变成山洪的规律，除害兴利，变害为利。

由此再向下连修四个仍是2米高石灰浆砌拦沙坝，除最大一个是以固定最后一个“地垒”外，都是抬高侵蚀基准促使堆积，减缓底坡，进一步减少山洪的固体径流量的。这样就可以利用山洪的冲力冲走1950年的泥石流在村前沟道中堆积的大量土沙石块。这是要转变泥石流所具有的巨大破坏力为治理泥石流服务的。群众总结说：“叫独角龙⁽⁵⁾搬石头”，我们说是“除害兴利”，也正是明朝潘季训总结生产经验提出的“束水攻沙”的道理。设计在北岸修护村墙，但是贫下中农理解到这个想法符合实际情况后，在南岸自动也修了护村墙，山洪被“束”得更窄了，几次山洪过后，1962年调查时，被泥石流淤平的村前沟道中的大量土沙石块已被冲得干干净净，刷深4~5米，完成了设计要求。

（四）根据泥石流的发展规模和灾害程度的分析，确定治理工作的轻重缓急。

田寺全村总面积约8.5平方公里，是由东沟和西沟两条大沟组成。如果单从泥石流的发生条件来看，不仅东沟的其他各支沟，就是在西沟也有很多支沟是具备泥石流发生条件的。西沟面积两倍于东沟其上游直指百花山，不仅现有许多凹地有发生危险，50年及其以后几次暴雨也都曾发生少数“雏型泥石流”，但以西沟主沟狭长，下段缓平，又有多处平坦开阔，沟内耕地不多，历史上泥石流从未发展出沟。东沟中最大支沟东山沟面积远小于西沟但情况相仿，既使发生泥石流也不易发展出沟。东峪上分两支，也有一定发生泥石流的条件，也可能发展到稍大规模，但沟道曲折且与主沟弯转逆向相交，出沟的危险不大。孩儿港集水区內，放牧、垦坡较多，是危险的，但沟口狭窄且有几级天然“跌水”，原设计加固，施工中未修，问题也不大。至于东山渠集水面积很小，而且在村外与主沟汇流，也可以不作为重点治理的对象。所以，我们制定了将西沟制作主要牧区，东沟除孩儿港划作备用牧区（未用）外，全部进行了封山育林（认真的），重点集中治理了火烧峪，石塘港、桃树洼和贺家港主沟沟道。二十多年的实践证明是符合于实际情况的。因此必需充分掌握泥石流的发展规模及其危害程度和强度，才能分别轻重缓急，集中力量，因害设防，因地制宜，因势利导地治理泥石流。

五、结论和设想

（一）以上比较详细地说明了田寺泥石流的治理过程和结果，通过实践证明，泥石流

是突然发生，来势凶悍，流动时间短，破坏力惊人，常在暂短的时间，造成巨大的危害。但是，泥石流不是不可抗拒的自然灾害，是可以治理的，也是可以预防的。

(二) 经过多次反复调查，田寺东沟是泥石流发展规模比较大，隐患多，再次发生的危险性很大，而且再次发生时，成为危害更为严重的泥石流沟。但由一九五一年开始，结合山区生产发展，进行了封山、造林，修了11座仅2米高的石灰浆砌拦沙坝和两道石灰浆砌护村墙，到现在经过几次暴雨的考验，不仅防止了全大队8.33平方公里面积内的泥石流，而且基本上控制了东沟泥石流的发生条件。通过实践证明，不但泥石流是可以治理的，而且是结合发展山区生产，就以当前经济条件也是完全能够治理的。

(三) 田寺泥石流治理成效的取得，主要是毛主席的光辉思想引导，各级领导的重视，广大群众的冲天干劲和辛勤劳动的结果。从技术方面来看，实践的结果证明，必须认真调查、分析、总结泥石流的发生、发展规律，进一步掌握运用这些规律，充分发挥各方面有利因素和可能条件，分别轻重缓急，因害设防，因地制宜，因势利导，除害兴利，转害为利地进行治理，是可以较为多快好省地达到目的的。

(四) 也正是在田寺泥石流治理的实践过程中，促使我们对泥石流发生条件、发展规律、危害程度等方面有了深入一步的认识。在此基础上，再一次重新探讨了，官厅山峡地区的调查材料，1966年以前，在河北省冀东、张家口、承德、太行山区晋西北山区、辽西、北京市范围内的山区，1970年又在滇西，滇东北小江流域，滇南的西双版纳有目的地进行了印证，使我们认识又提高了一步，这就是，只要深入掌握了泥石流的发生条件，发展规模及其危害程度的规律，不仅泥石流是可以治理的，而且也是可以预见的。

(五) 在上述思想指导下，根据已有材料的分析，清水河流域面积500方公里，具有泥石流发生危险的沟道不足25%，而在这些沟道中还不是每个支沟都具有发生条件，按支沟来计算而不足10%，只有80个生产队（按一个自然村一个生产队计算）耕地受威胁，村庄受威胁的只有5—6个。1969年和1972年怀柔山区发生了泥石流，根据我们1966年以前掌握的材料印证，基本情况也与清水河流域的比例相近。1972年调查了云南省泥石流危害最严重的东川小江流域，总面积约2500平方公里，泥石流只集中在中游一段，占面积不足30%，而确有发生泥石流条件的沟道不足中游一段沟道总数的10%，而实际威胁着矿山铁路、公路的只不过11—14条泥石流沟而已。因此，从广视野，小比例尺的角度来看，我国许多山区都存在着不同程度发生泥石流的威胁，但具体到较大比例尺的某一地区的山区，沟道的总数很多，其中有发生泥石流条件的沟道不多，在这占比例不多的，有发生泥石流条件的沟道，能获得发展到具有一定规模泥石流的沟道为数很少，再进一步，能造成严重危害的就更少了。

(六) 如果能根据以上基础进行普查，就可以集中力量治理极少数有发生条件，可以发展到相当规模，而且危害很大的泥石流沟道，在当前条件下是完全可以做到的。进一步也可以为山区安全生产，山区建设、工矿布局、交通运输提供安全可靠的基础。

(七)田寺泥石流治理时,调查、测量、设计、复查投入人力约2000工日,折合每平方公里235工日。清水河流域调查,投入人力约36000工日,折每平方公里72工日。如按此标准即使普查的设想是可取的,而在当前,不论全国或一个省区投入这样大量的人力都是有困难的。根据我们由1957年开始在此东西山地区到1973年在云南省昆明市的安宁县试用航摄像片进行调查的结果表明,工效可以提高到每平方公里只用0.07工日,即每人每日可完成40平方公里。当前我国大部分地区均经航测,而且从航测为基础的1/25000或1/50000地形图也已完成,于是就为泥石流预测,普查提供出充分的可能条件。即便只能在底图上分清有发生泥石流危险的沟道和没有泥石流发生危险的沟道两种,就将能对我国经济建设上带来很大的方便。这就是第一个设想。

(八)既然泥石流是可以预见的,从而不仅可以预测,而且也是可以预报的。由一九六三年开始在原北京林学院妙峰山林场作了些摸索,初步的实践证明:

①在泥石流尚未发生前,不仅其发生的危险程度可以预报,其危险的强度也可以预报,而且可以分期预报。

②一旦泥石流发生,立即可以预报。由于泥石流的发生都在沟掌,其流动又属脉动性质,平均流速只有6—13米/秒;而一般在山区村庄、铁路、公路、重点工程绝大部分是在沟口,能发展到一定规模的泥石流的距离多在1公里以上;从得到预报后均能有一分钟以上的时间转移或预防。在当前的技术条件下,有一分钟以上的时间,能把泥石流的危害缩小到如何程度是容易理解的。根据生产需要进行有计划有组织的预测、预报工作就是第二个设想。

(九)由于工作过程较久,涉及的范围较广,原始材料不全,仅就记忆所及,整理如上。而更重要的是,上述工作是很多地区,很多同志共同工作取得的成果,故先整理出预报材料,这有利于征求有关方面的意见,进行纠正补充,修改后再作定论。

〔注〕:

(1)“泥石流”曾是日本在砂防工学上应用的一个专业名词“Deisekiliu”,但在30年代仍多读作“Yamazunami”,即“山津浪”,在日文“Yama”是“山”,“Zunami”是“海啸”,从而“山津浪”恰与我国辽西山地称泥石流为“山啸”相吻合。1950年曾译作“石洪”,(这个名词不是来自地方的称呼)目的在于与一般山区的洪水——即山洪相区别,也在于与以细粒土为主的“泥流”相区别。现在“泥石流”这个名词应用比较普遍,本文也就用了这个名词,但应指出本文中的“泥石流”实指中国科学院冰川冻土沙漠研究所:“泥石流”(1972)一书中的暴雨型结构性(粘性)泥石流和水石流。稀性泥石流在本文中仍用“山洪”。

(2)“地表层是指在基岩以上的全部,其中包括死活地被物,土壤发生层,母质,风化土沙和换质岩石。地表层径流就是这一层整体中的径流。

(3)所谓“基本上能维持……”,实际仍是与不饱和状态间杂存,只是以饱和和超饱和状态为主。

(4)拦沙坝是在治理泥石流工作中在沟道里应用较多的工程措施。种类和形式也较

多，修建的理论和指导思想分歧也比较多。应着重指出拦沙坝不同于 Small-dam，原应与日文的“谷坊”相同，但在我国（其实在日本也是如此）引用“谷坊”的涵义范围稍广，所以将主要目的在于治理泥石流在沟道中垂直流线的小型比较固定的建筑物称之为拦沙坝。

（5）是封建社会的迷信说法，“龙拔”就是独角龙归大海。

滇东北小江流域“泥石流”调查报告（初稿）

云南林学院 关君蔚

云南农业大学 李时荣

此次调查工作是由1972年9月10日开始至11月20日共计七十天，外出约占四十天，以老干沟和蒋家沟两条泥石流沟为重点，并由小江流入金沙江的合流点沿小江上溯至发源地——清水海作了路线调查。兹将调查所得报告如下。

一、泥石流的危害突出，水土流失严重

在小江中游，东川铁路沽海车站附近，有一条泥石流沟，名称是老干沟。

早在1958年铁路就修到这里，用民工500多人修了一年，基本完成，1960年一次大水仅经一小时全部冲光。冲后，改修一座钢筋混凝土的七空桥，到1964年把桥全部埋掉。到1968年又淤高10米。直到1969年因沟底填平，改修明洞通沟。但在1970年6月15日泥石流又冲毁铁路，17日修复，当天又被冲毁；1971年也是几次抢险，火车时通，时不通。今年（1972年）7月已抢修过两次，9月22日零时至9时，下了36.8毫米的雨，最大仅为每小时11毫米，老干沟又发生了泥石流，冲埋了铁路，石沙堵满了明洞。抢修至30日才又通车，今后只要雨水稍大，仍必冲毁。

在铁路上面还有一条由东川市通向昆明的公路，受这次泥石流的危害更大，抢修至10月中旬始通车。

蒋家沟是位于老干沟同侧流入小江中下游的另一条泥石流沟，面积较大，47.1平方公里。每遇降雨，即发生泥石流，最多每年可发生泥石流1183阵，每阵流出泥石最多可达9044立方米，平均每年流出沙石300~500万立方米，堆积在沟口附近，现在已形成3平方公里以上的混合圆锥（大沙坝）。迫使小江流向对岸，河床逐渐淤高，随时可以造成堵江事故；最近即曾在1958年，1964年和1968年三次堵江，对生产危害严重。由1965年开始，东川矿务局在蒋家沟设置了泥石流治理工地，开始筑堤疏导，到1967年均起到了防止堵江

的作用。1968年因忽视维修，又因雨量集中，于同年8月10日凌晨（一说是9日深夜）泥石流突破导流堤直泻而下，堵断小江，使小江水面上升10米，回水直至炭窑；不仅将两岸水田约万亩淹入水中，公路桥及铁路桥均被淹没，东川矿的精矿干燥车间、矿仓浸水1米。一直到1969年雨季，小江上游雨水集中，才彻底冲开了小江。（见图1）

以上只是小江流域的两条泥石流沟而已，根据此次调查，仅就直接流入小江，而且规模较大的泥石流沟，即如附图2所示，其中能堵断小江的也不仅是只是蒋家沟，由上游向下，就有白泥沟、铜厂管、大桥河、尖山沟和唐纪沟。而且在金沙江，小江的入口处，小江的大沙坝已经形成，是存在着堵断金沙江的危险的。

调查的事实如此，所以小江流域泥石流的危害是惊人的，也是突出的。

当我们进一步沿着由泥石流形成的“大沙坝”走进泥石流沟的内部，见到：

首先是流域内的森林受到严重的破坏，实际情况是森林长在那里，人就砍到那里！现在全流域内残存的有林面积还不足10%。不仅面蚀严重，沟蚀和崩塌均在发展。

在荒坡上，虽然总的养羊数量不多，但是到处乱放，于是羊放到那里，就赶到那里！

不论耕地和荒坡，地表植物都很稀少，土沙流泻，崩塌严重。

在这些所谓“不良地质条件”的耕地，是种到那里，就塌到那里！崩塌规模庞大，高度可达数百米，面积以平方公里计，崩塌物质每次可达千百万方。

其结果：根据1966年东川市小江治理综合调查队调查过的六个公社的材料分析，面蚀和沟蚀面积占总面积的52.7%。

根据蒋家沟的调查材料，崩塌面积占总面积的28.2%。据此推算，水土流失面积占总面积的80.9%。

全流域的侵蚀模数（即每平方公里面积上，每年水土流失的公吨数）为1730公吨/平方公里。按小江全流域面积为3000平方公里计算，则全年的水土流失总量为5,190,000公吨，约等于1,995,000立方米。至于松散物质的储备量，如果以蒋家沟为基础推算全流域则为152亿立方米。

流域内，山区地面受到这样的破坏，一遇降雨，顺坡直下，迅速集中，势必携带沙石下流。实地观察证明，早在坡面上，小股水流就已形成泥浆，在支沟，泥浆流量增多，而且愈来愈稠，集中到主沟，流量增大，且为沟道所束，泥石流的能量集中，最后以2:3以上的容重（即砂占84%，水仅占16%），每秒13.7米的速度，冲出沟口，浪涌高度（即地垒高度）可达4米以上，所遇之地，无坚不摧是必然的结果。但是，如此突出的破坏力是由上游逐步集中所形成，并非由一开始流动就是如此。

再从历史上看，小江流域的泥石流是否自古以来就如此猖獗呢？有关的历史记载不多，但以地处边疆，开发较晚，过去情况，犹易追寻。早在数百年前，这里已有人居住，铜矿也已小规模开采，那时是层峦叠翠，松杉满山，这不仅是老年人可以指点出当时的锦绣江山，而且残株伐迹，到处是物证。也正由于满山都是茂密的森林，雨水得到涵养，所以小江是一条清流小溪，跨步搭板可通。村庄傍山依水，田陌相连，水磨、榨盘、龙潭、盐井，密布两岸，虽在崇山峻岭之中，但原是一片鱼米之乡。