

福建省河田花岗岩水土流失区沟谷的研究*

赵昭昞 吴幼恭 蔡文焰 陈玉仁

(福建师范学院地理系)

河田地区位于长汀县南部,北距县城23公里,其范围东起猪坑银,西止曾坑,北自游坊,南抵车田寨,面积约54平方公里。它是福建省水土流失最严重地区之一,而区内水土流失现象又主要发生在花岗岩分布的地面上,鉴于本省境内花岗岩分布很广,这项研究可能具有较普遍的意义。

一、地貌基本特征和地貌类型

本区系一盆地,由海拔500—600米的低山所包围。盆地地势自北向南倾斜,汀江横贯盆地的中西部,在水口附近流出盆地。

本区地面组成岩石主要是粗粒花岗岩,在湿热气候条件下发育了很厚的红色风化壳。地面天然植被遭到破坏后,风化壳直接受到强烈的流水侵蚀,形成千沟万壑,地形异常破碎(照片1, 2, 3, 4, 5)。坡地的强烈侵蚀引起谷底的旺盛堆积,所以河流也呈“地上河”的形式。

区内的地貌类型,分述如下(图1, 2, 3):

(一) 构造剥蚀低山 海拔500—600米,相对高度200—350米,分布在东北部边缘地带,主要由侏罗纪砂岩、砂页岩组成。坡度一般达 30° ,多直形坡。

(二) 侵蚀高丘陵 相对高度80—200米,分布在东西两端。主要由花岗岩,部分由砂岩、砂页岩组成。花岗岩上风化壳厚度一般2—3米,最厚处也不过6—7米。高丘陵顶部较为尖凸,坡度 25° — 30° ,其他部分以直形坡与凹形坡为主。

(三) 侵蚀低丘陵 相对高度40—80米,顶部圆浑、宽平,实为汀江的侵蚀阶地残余,较集中地分布在汀江以西和游坊一带,面积13.94方公里,约占全区面积的25.5%。均由花岗岩组成,风化壳很厚,一般5—6米,最厚处达20余米。风化壳上部的红色粘土层已被蚀去,粗砂土状风化层出露地面。低丘陵坡度变化于 15° — 25° 之间,坡形以凸坡为主,上部缓,下部陡而长。

(四) 侵蚀浅丘 相对高度20—40米,顶部圆浑、宽平,系汀江的阶地残余,阶地面上砾石层仅在牛皮岭等极少数地方还有保存。亦由花岗岩组成,风化壳厚度一般6—8米,最厚20米,上部红土层蚀去,出露粗砂土状风化层。浅丘坡度 12° — 20° ,坡形为上部凸坡,下部凹坡。

(五) 堆积阶地 分布在汀江两岸及大溪、朱溪和三湖溪的下游。阶地高出汀江水

* 参加这项野外工作的尚有福建省各水土保持站的傅锡成、蔡葆荣、王照平、柯雨露、杨宝华、吴斗兴、林连益等同志。省水土保持办公室与河田水土保持站也给予大力帮助。文中附图系由徐世金、高冠羣、朱焕金、王锦凤、陈惠芳等同志清绘,均在此一并致谢。

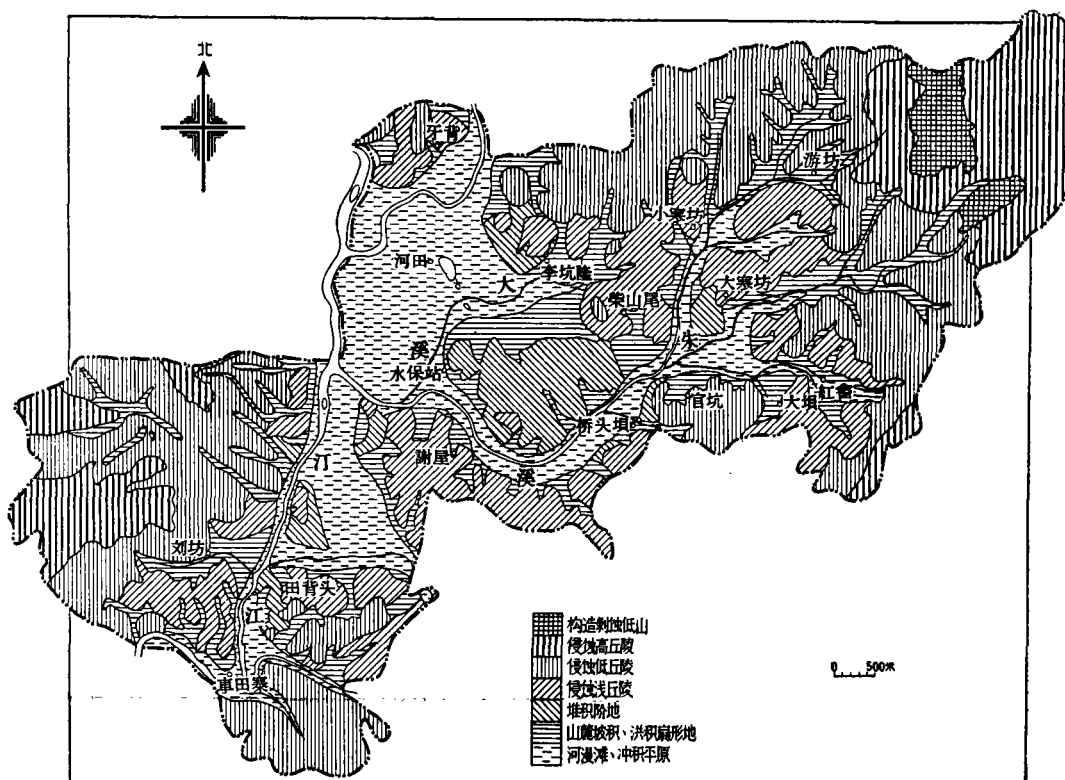


图1 河田地区地貌类型图

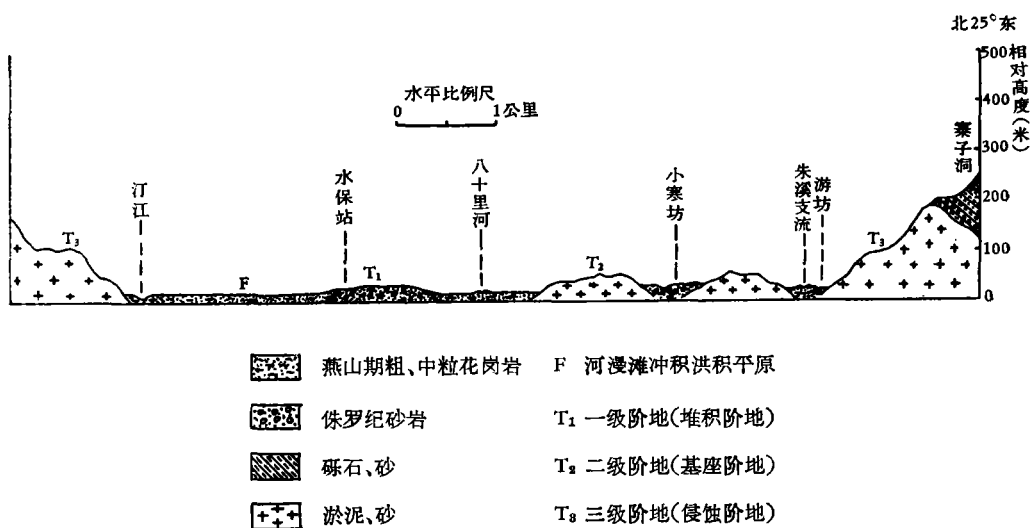


图2 河田地区地质地貌剖面图

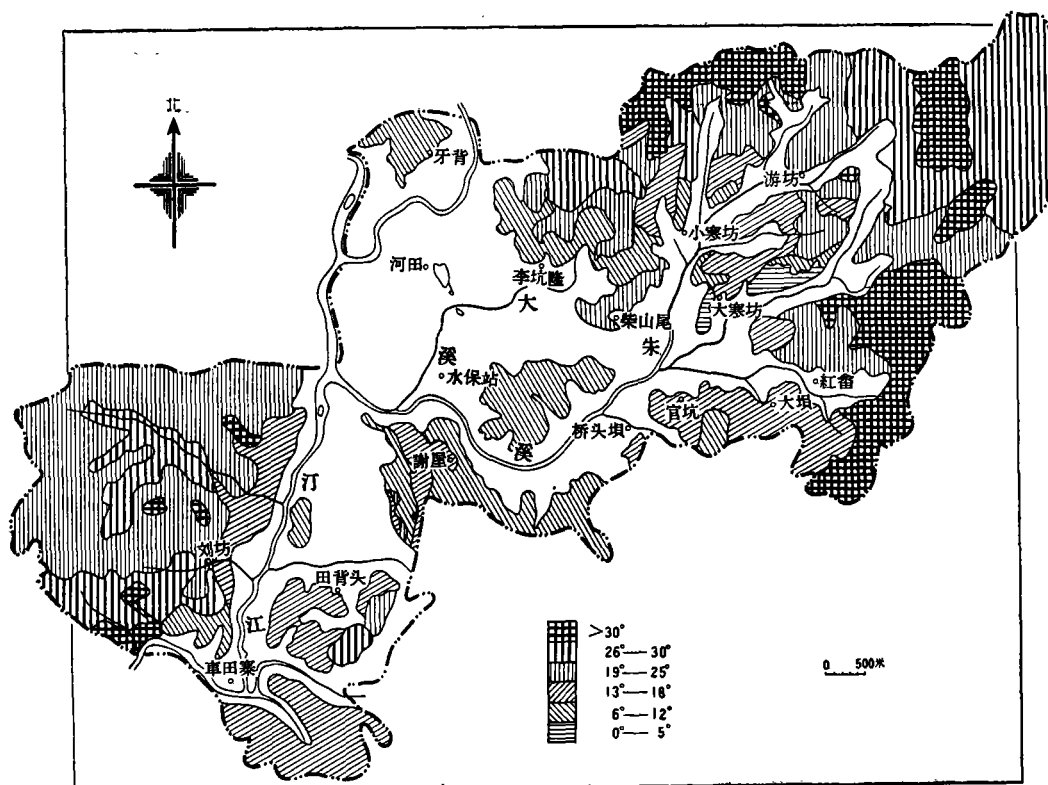


图3 河田地区坡度图

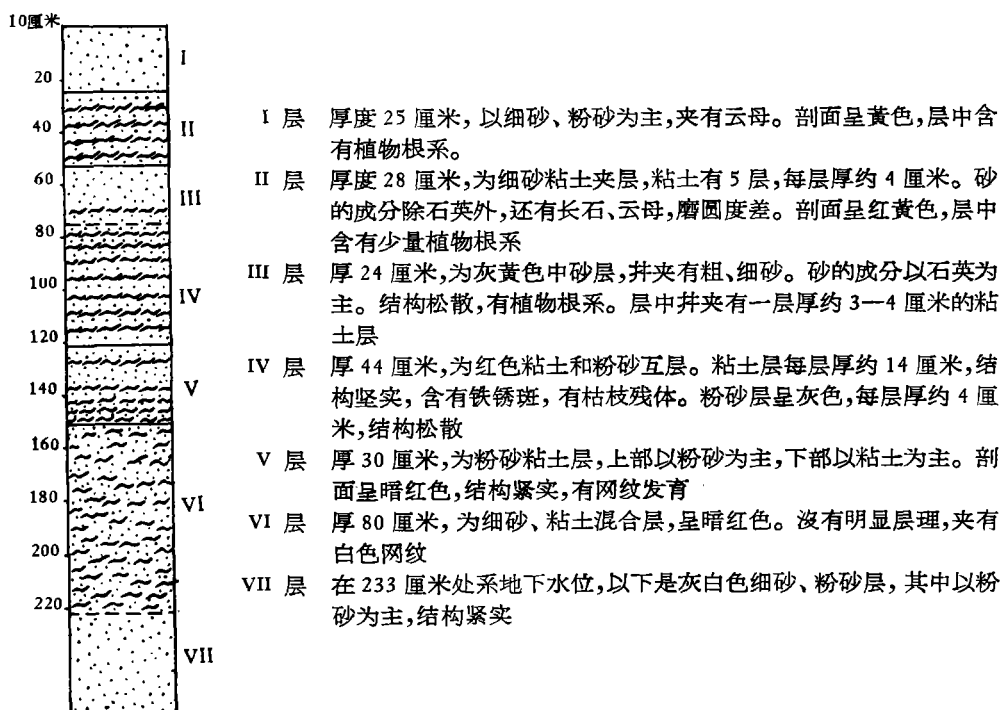


图4 汀江左岸沉积物柱状剖面图

面 10—15 米,顶部平整,有砾石层覆盖。

(六) 丘麓坡积、洪积扇形地 自丘麓至扇形地的前缘,约有 $3-4^{\circ}$ 的倾斜,主要由砂粒组成,夹有粘土与小砾石,层理不明显,厚 2—3 米。大部均已辟为耕地,当地称为“山排田”或“山垅田”,种植甘薯、黄豆等旱作物。

(七) 河漫滩、冲积平原 分布于河流两岸,枯水位时高出河面 4—5 米。由细砂、粉砂组成,层理明晰(图 4)。

二、主要沟谷类型及其演变顺序

本区片状侵蚀虽然也很显著和普遍,但远不如沟谷的线状侵蚀那么严重。本区地面切割密度的分布如图 5 所示。根据形态和成因,本区沟谷可以划分为浅沟、切沟和崩沟几种基本类型。

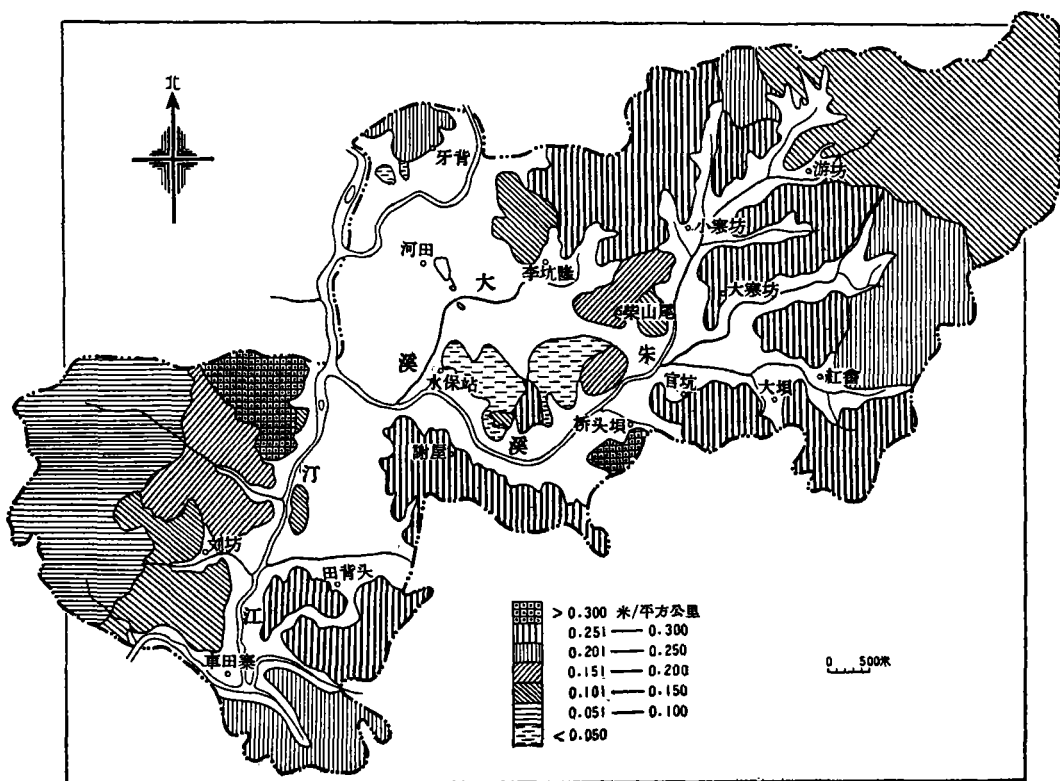


图 5 河田地区地面切割密度图

1. 浅沟 浅沟是沟谷发育的初始阶段(照片 3), 在各类沟谷中, 浅沟的宽度与深度均最小, 且宽度远大于深度。平均宽度为 1.2—1.4 米; 平均深度小于 20 厘米。浅沟的长度自数米至几十米不等, 自沟头至沟尾, 宽度与深度皆略加大。沟坡和缓, 坡度在 15° 以下。沟床纵剖面坡度大致与所在坡面的坡度一致, 但不同者是, 沟床上常有若干级小陡坎存在。由于深度较小, 浅沟一般只切到花岗岩风化壳的红土层中。

2. 切沟 切沟是浅沟进一步发展的结果, 是沟谷发育中的中间阶段(照片 4)。长

度自十余米至数十米不等。与浅沟比较,它的宽度和深度均有增加,尤其深度增加更为明显,所以宽度和深度大体相等,均约为 4—8 米。但在不同地貌类型、不同物质组成的地面上,切沟的尺寸可以有很大的差异。再者切沟从沟头到沟尾,由于流量不断增加(因沿途接纳浅沟的水流)所以深度也显著增加。

切沟的横剖面呈 U 形,沟坡壁立,沟床与沟底宽度一致。

切沟的纵剖面坡度大多为 30—50‰,与所在坡面已不一致。在有浅沟汇入处,切沟的沟顶有显明的跌水存在,沟顶跌水的崩塌过程正是切沟向上源伸展的主要方式。

3. 崩沟 崩沟是本区沟谷发育的最终阶段(照片 5, 6, 7, 8),其形态最为复杂,主沟不明显,沟头常有分支现象。崩沟在平面轮廓上略呈蒜头形,头大身小,沟身较短,但深度颇大。崩沟的沟底下切作用已基本停止,但沟头与侧壁的崩塌作用十分活跃,尤以沟头部分为甚。沟床仅占沟底的很小一部分,蜿蜒屈曲,仿佛平原上的曲流。

崩沟的宽度与深度均较切沟为大,宽度一般 20—40 米,最宽达 70 米;深度一般为 10—15 米,最深达 25 米。宽深比在沟头最小,向下游渐渐增大。

崩沟的横剖面呈 V 形,沟壁上部崩塌盛行,所以近于垂直,下部因有大量崩积物,所以坡度较缓。沟壁下部已出露风化壳的“岩屑风化层”。在沟头内,常有锯齿状狭长的土墙与孤立的土柱,这是崩沟发展过程中,沟间地的残余。

崩沟纵剖面凸凹不平,其总坡度与坡面常不一致。在浅沟与切沟汇入崩沟处,沟顶跌水很显著,规模很大。

介于上述三个沟谷基本类型之间的,有两个过渡类型,即浅切沟与切崩沟类型。浅切沟为浅沟向切沟的过渡,其横剖面形态呈 U 形,表明它是浅沟加深了侵蚀的结果。

切崩沟是切沟向崩沟的过渡。切沟的侵蚀作用以沟水的深切作用为主;崩沟的侵蚀作用以沟水的侧蚀加上沟头、沟壁的崩塌为主;切崩沟的侵蚀作用则兼有沟水的深切作用与沟头、沟壁的崩塌作用。与切沟比较,切崩沟的深度增加不多,而宽度却有明显的增大。由于坡脚有崩积物堆积,所以沟坡虽陡,但并不与沟底垂直,上部宽度大于下部,横剖面呈 V 形。沟底的宽度已略大于沟床,沟床已开始屈曲。切崩沟不仅在沟脑,而且也在两侧沟坡上发生崩塌,所以平面轮廓近似椭圆形。

三、沟蚀现象的分布规律

(一) 沟蚀现象与地面组成物质的关系

区内沟蚀最严重的地方是花岗岩分布的范围。本区出露的花岗岩主要是肉红色或灰白色的粗粒斑状花岗岩,长石斑晶大者达 1 厘米。其风化壳和江西南部的一样,自下而上可分为:1)球块状风化层,2)岩屑风化层,3)粗砂土风化层与 4)红土风化层。但本区侵蚀严重,红土风化层多已不存在。

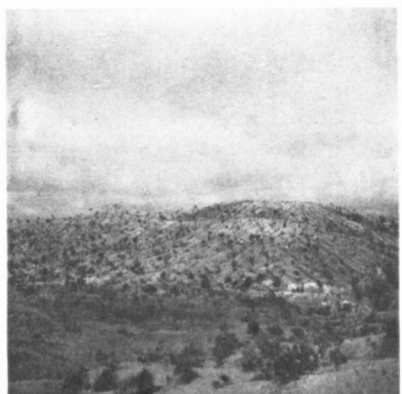
本区粗砂土风化层中长石已风化成为粘土,颜色棕黄或淡红色。在粒级组成中,中细砾和粗砂占 60—70% 左右,细砂约占 5%,粉砂和粘土占 20% 左右。这个风化层的分散率很高,达 41% 以上;渗透率差,开始时为每分钟 3 毫米,平衡后只有 1.7 毫米;分散度大,在 4—8 分钟内即可崩解 30% (据福建农学院土壤化学系测定,下同)。由此可见,这



照片1 丘陵地千沟万壑,地面十分破碎
(赵昭晒摄)



照片2 丘陵地沟状侵蚀的情景
(吴幼恭摄)



照片3 游坊一带低丘陵上的浅沟
(赵昭晒摄)



照片4 柴山尾浅丘陵上发育的切沟
(赵昭晒)

层风化壳的抗蚀性能极差,所以片状冲刷与沟谷侵蚀都很严重。

本区花岗岩风化壳的岩屑风化层中大部分矿物还保持原来的晶形,但结持性极差,稍加搓揉即成碎屑。本层透水性较上层好,但抗蚀性仍差。值得注意的是大量节理构造在此层中仍完整保留,这对崩沟的发育提供了十分有利的条件。

本区风化的砂岩和砂页岩的机械组成以细砂和粉砂为主,占 50%,另外粘粒占 30%。渗透率初期为每分钟 8—9 毫米,平衡后为 2.5—3 毫米;分散率在 15% 以下,分散度较小,一般在 2 小时以上才开始崩解,水稳性团粒占 30% 以上。由此可见,风化的砂岩和砂页岩,其抗蚀性远比花岗岩风化壳为大,但在缺乏植被覆盖的情况下,还会发生一定程度的水土流失。

(二) 沟蚀现象与地貌的关系

沟谷的密度和各种类型沟谷的分布与地貌有着密切关系,这是因为在不同的地貌部位上,风化壳的性质与厚度,植被覆盖程度、坡形、坡度、坡长、土壤水分与潜水等等条件均有不同。沟蚀现象总的分布规律是从上下两头(即从最高的地貌类型——低山和最低的地貌类型——平原)向中间(低丘陵和浅丘陵),沟谷类型愈趋复杂,数量愈多,规模也愈



照片 5 水台风亭附近浅丘陵上发育的崩沟
(赵昭昞摄)



照片 6 大坝后山的崩沟,它已后蚀到分水线附近,
1963 年 5 月还发生崩塌(吴幼恭)



照片 7 柴山尾附近的崩沟,1962 年冬建有
谷坊,沟底已有堆积(赵昭昞摄)



照片 8 大坝附近的沿山崩塌,其崩塌物
大部已被洪流冲去(吴幼恭摄)

大。主要原因是这个中间地带的地貌类型均由花岗岩组成,并且风化壳最厚,而自然植被又受到相当程度的破坏。

相对高度 200 米和 10 米是沟蚀现象发育程度的两条明显界线。相对高度在 200 米以上的低山,虽然坡度很大,但由于植被覆盖较好(总覆盖度可达 40% 以上),土壤结构又较好,所以基本上没有沟蚀现象。相对高度在 10 米以下的平原和扇形地,由于坡度小,现代地貌过程主要是流水的加积作用。

相对高度 80—200 米的高丘陵与相对高度 10—20 米的堆积阶地上,沟谷密度也不大,一般不过 0.10,沟谷类型以浅沟为主,这都说明水土流失是轻微的。

相对高度 20—80 米的低丘陵和浅丘陵上是本区沟蚀现象最严重的地段。这里切割密度可达 0.25—0.30;沟谷类型复杂,尤多大型的切沟和崩沟,特别在浅丘陵上,便集中了全区大型切沟和崩沟(共有 615 条)的 70—80% (图 6)。

低丘陵与浅丘陵上沟蚀现象最严重的原因除去有深厚的花岗岩风化壳,植被覆盖度差以外,还因为这些地貌类型上,坡形主要是凸凹坡的组合。上部凸形坡坡度可达 20° ,

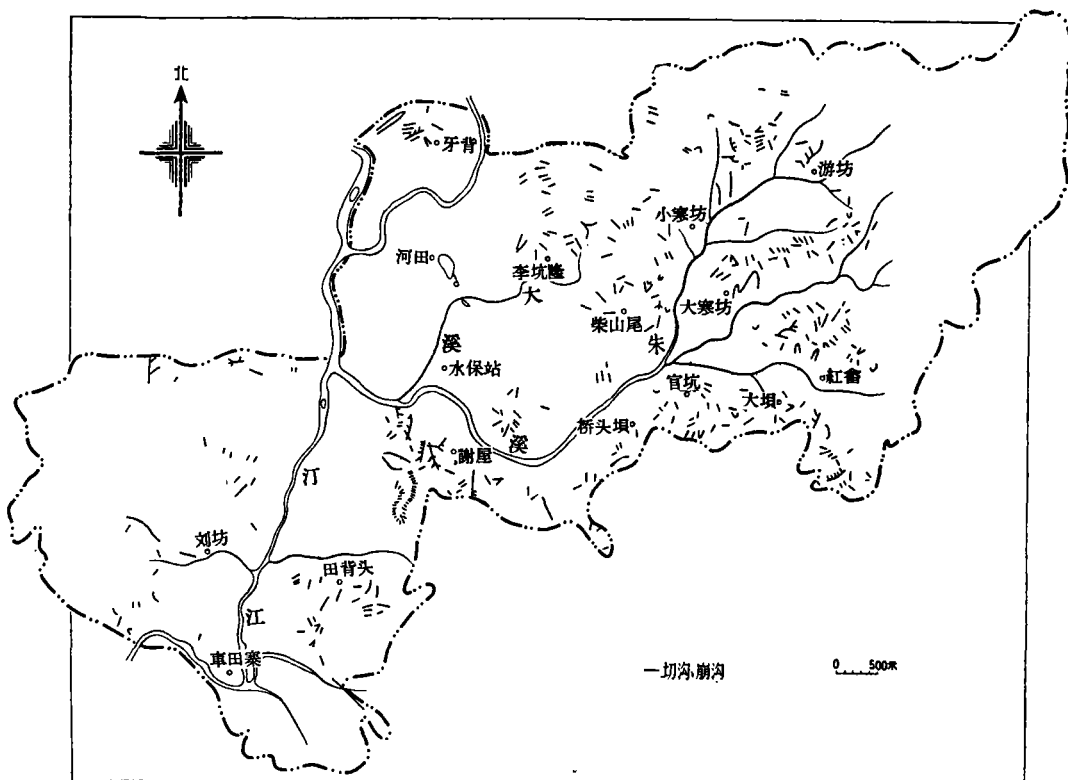


图6 河田地区切沟、崩沟分布图

侵蚀强烈,切沟与崩沟都很发育,下部凹坡虽然坡度较小,但径流更为集中,所以切沟与崩沟能够不断加深和扩大。

再分别就各种沟谷类型看看它们的分布规律。

浅沟只要在散流能够汇集为股流的环境下就可以形成。本区广大的丘陵地与部分的阶地表面上都具备这个条件,因此都有浅沟发育,但在不同地貌类型上以及同一类型的不同部位上的浅沟,无论就数量和形态而言,还有明显的差异。高丘陵上部坡度较大,植被覆盖度较差,因而浅沟较多;而下部由于坡度较小,有坡积物堆积,植被较茂密,浅沟发育就受到限制。高丘陵上的浅沟,其长度和宽度都较小,深度则相对较大,流线较直,向下很快尖灭。低丘陵和浅丘陵上,由于风化壳厚,植被稀疏,而又有一定坡度,所以浅沟得以充分发育,长度、宽度、深度都较大,流线平直,而且往往沿丘顶的凸坡向下伸延,呈辐射状,主、支沟交织成网状。

切沟在高丘陵上,由于风化壳薄,很少见,相反的在低丘陵,特别是在浅丘陵上则特别发育(照片4)。

崩沟是在流水侵蚀作用的基础上,加以重力崩塌作用而形成的。它们分布的局限性很大,几乎毫无例外地集中在40米以下的浅丘陵地区和堆积阶地的局部地段上。若从小地形来看,绝大多数崩沟分布在不同朝向的山坡相交汇的低洼地段,因为这里风化壳和坡积层最厚,坡面上的浅沟和切沟向此汇聚,径流最集中,又加以有潜水的潜蚀作用,所以沟

壁的崩塌很活跃。

四、对沟谷治理的初步意见

河田地区的水土流失是十分严重的,这里不仅有强烈的片状侵蚀,而且也有强烈的沟状侵蚀,有的地方甚至还有沿山崩塌的发生(照片8)。根据我们初步估算,河田地区水土流失的面积达24.69方公里,约占全区总面积的45%左右,年蚀量则可达474万公方。这样严重的水土流失,已经严重地影响到当地的农业生产,因此如何防止水土流失,已成为当地最重要和最迫切的任务。

关于水土保持的方针政策,在这里我们不拟加以论述,不过从我们实地调查过程中,却使我们深刻地体会到:要防止河田地区的水土流失,改造河田地区的自然面貌,必须贯彻“沟坡兼治,治坡为主”和“生物措施为主,生物措施和工程措施并举”的原则。现在,我们根据本文的目的要求,对沟谷的治理提供一些初步的意见。

(一) 沟谷治理的要求 根据上述本区沟谷的特点和发生、发育的规律,对沟谷的治理,要求能够减少进入沟谷的水流,以限制沟谷的发育;拦截沟谷中流出的水分和泥沙,以免冲毁农田和淤积河床;加速沟谷老化和死亡,使活跃的沟谷成为稳定的沟谷。

(二) 沟谷治理的措施 对于沟谷的治理,除了修建各种谷坊和谷坊群以制止沟底下切和沟岸扩张以及拦蓄泥沙外,还可以根据本地区沟谷的特点,着重采取下列几方面的措施:

1. 防止自然跌水,以免沟谷扩大 浅沟汇入切沟和崩沟,跌水后蚀是切、崩沟发展和扩大的主要形式,因此防止自然跌水十分重要。防止自然跌水的方法,一方面可以采用人工跌水,以切断浅沟与切沟和崩沟间的直接联系,以抑制切、崩沟的进一步发展和扩大。人工跌水的工具,可利用当地附近出产的竹筒和杉树皮等,经济而实用。另一方面可以在切沟或崩沟上方的坡地上沿着主沟的沟岸开挖排水沟,以截断浅沟注入切沟或崩沟的径流和泥沙,使切沟或崩沟停止发展。排水沟的规格,根据本省惠安的经验,应在距切沟或崩沟沟缘1.5—2米处开挖,其宽度一般为1米,深约半米;在靠近切沟或崩沟的一坡,应特别注意工程质量,必须坚实牢固,以免水分渗透,引起原来的切沟或崩沟复活。为了防止排水沟成为人工切沟或崩沟,必需采取有效的生物措施,使排水沟不致发展扩大,特别是在排水沟与切沟或崩沟之间的沟间地,应该种植木草带,使两者之间永远割断关系。

2. 采用人工崩塌,降低切、崩沟的坡度,以抑制沟脑的发展 切沟、切崩沟和崩沟的沟坡的坡度都很大,有的成为垂直,在这样的情况下,沟脑和沟壁极易发展扩大。根据我们在荷树嶺实地观测和访问所得,该地崩切沟平均每年下切量达9—10厘米左右,沟头或沟脑溯源侵蚀量平均每年达80厘米左右,侧蚀量平均每年达28厘米左右,这样发展的速度确是十分惊人的。采用人工崩塌,虽还会使原来的沟谷有所扩大,但却可以使其不再发展。而且在许多沟谷内有着许多残留的土墙、土柱,采行人工崩塌,也较省工,而收效却很显著。

3. 在切、崩沟的沟壁、沟底,大量种草植树,以稳定沟谷 切、崩沟内空气阴湿,水分条件较好,沟底有着较多质地较细的堆积物,形成了一个特殊的小环境,在这个小环境中,一般有利于植物的生长,如果能够在沟壁和沟底进行人工种树植草,则可以防止沟壁的崩

塌和沟底的刷深,对于稳定沟谷有着重要的作用。根据我们观察,在沟壁可以栽种芒箕(*Dicranopteris linearis*)等草类,在沟底可以种植金缨子(*Rosa laevigata*)、黄梔子(*Gardenia jasminoides*)、山乌珠(*Syzygium sp.*)等灌木,而且还可以种植油茶(*Thea oleosa*)。汇入切、崩沟的浅沟也应进行适当的生物措施和工程措施,以抑止浅沟内的水分和泥沙继续流入切、崩沟内。

4. 总结群众修建“山圳”的经验,因地制宜,加以推广 “山圳”是当地群众沿山边修建的一种渠道,它是一种良好的防止沟蚀的措施,起了蓄积坡水和灌溉山垌田的良好作用。修建“山圳”的山坡必须注意水土保持,种草植树(特别是在山麓或丘麓地带),以延缓浅沟的流水,并截留浅沟的流水和泥沙,这样,“山圳”才能收到预期的效益,而且可以保证“山圳”的寿命。有的地方修建“山圳”,不注意坡面的水土保持,结果“山圳”便成为人工的大切沟,危害农田极大。

(收稿日期:1963年12月)