

水土流失治理技术探讨

徐连利

河南省地质研究院

2024 年 3 月

汇报提纲

一

水土流失现状

二

治理技术综述

三

案例讨论

四

问题与思考

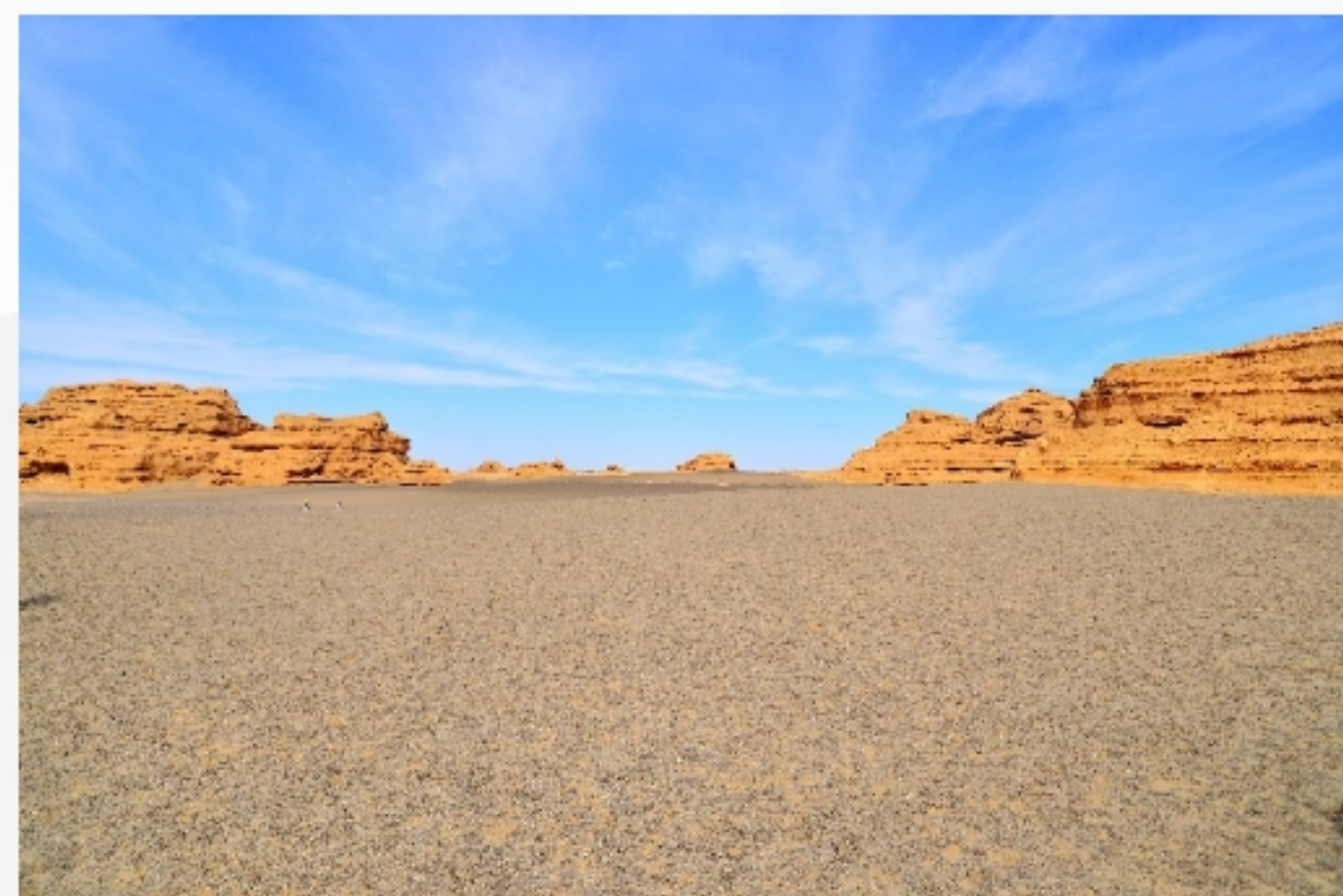
—

水土流失现状

（一）水土流失概念

水土流失状况是反映生态系统质量和稳定性的综合性指标。水土流失是指由于自然因素（水力影响、重力影响、风力影响、冻融影响）或人为因素的影响，雨水不能就地消纳，顺势下流，冲刷土壤，造成水分和土壤同时流失的现象。

主要原因是土质松散、地面坡度大、土地利用不当、地面植被遭破坏、耕作技术不合理、滥伐森林、过度放牧、过度工程等。我国黄土高原是中国水土流失治理的重点区域之一，我省的豫西黄土、红土区、豫北黄土区是水土流失重点区域。

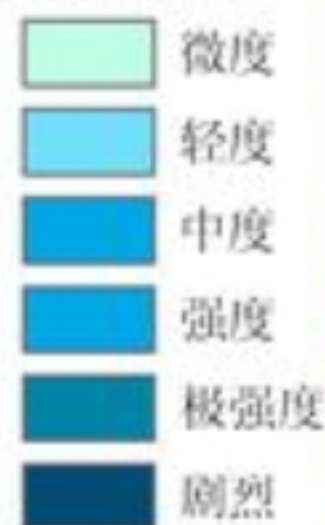




中国土壤侵蚀空间分布

图例

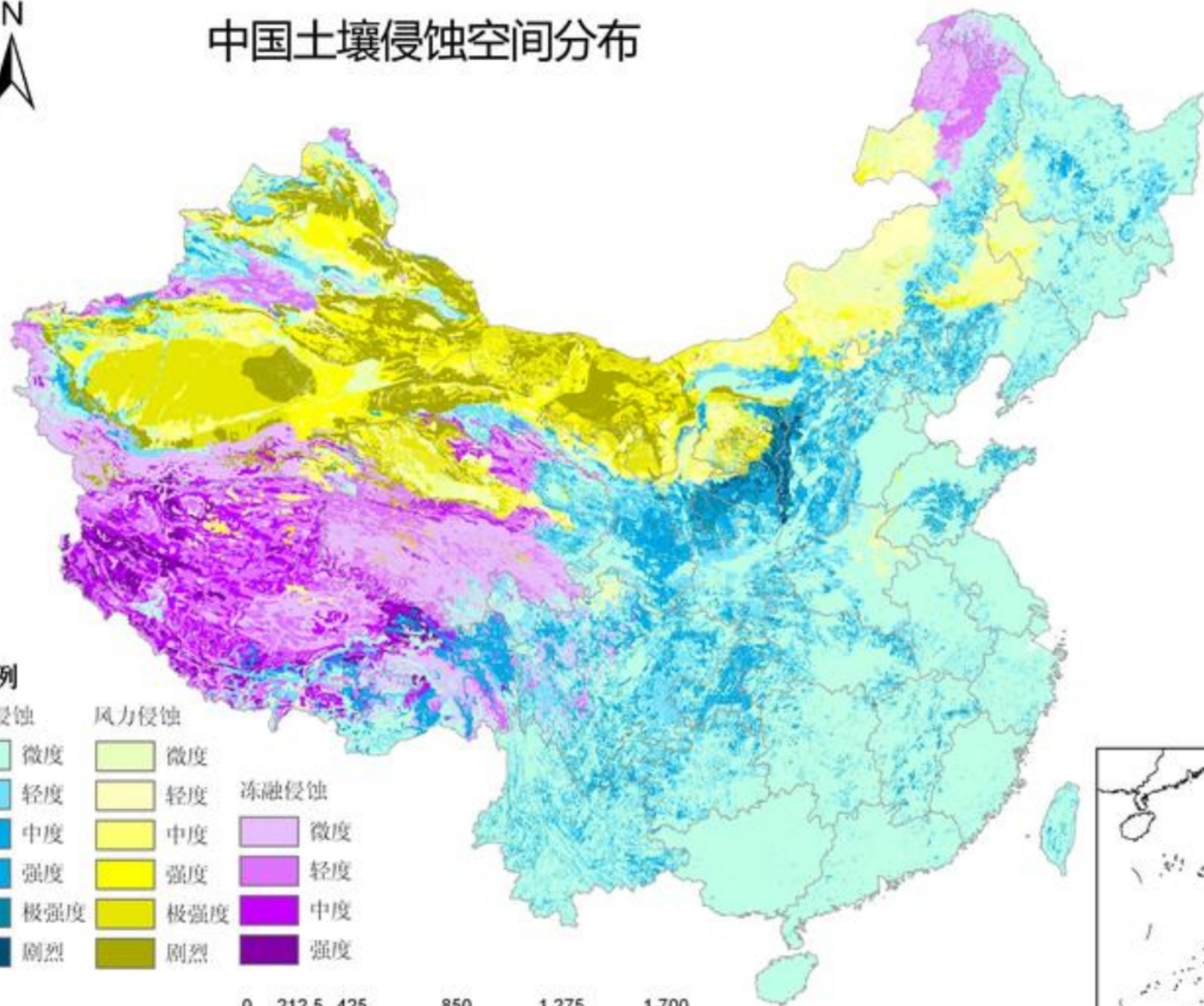
水力侵蚀



风力侵蚀



冻融侵蚀



几个术语

★**水土保持**：是指防治水土流失、保护、改良与合理利用山区、丘陵区 and 风沙区、平原区等的水土资源，维护和提高土地生产力，以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益，建立良好生态环境的综合性科学技术。

★**土壤侵蚀程度**：是指从历史上有土壤侵蚀时起到调查时为止土壤侵蚀的总状况。

★**土壤侵蚀率**：单位面积单位时间内的侵蚀量，亦称土壤侵蚀速率或土壤侵蚀速度。

★**水土流失综合治理**：按照水土流失规律和社会经济发展需要，实行山、水、田、林、草、路统一规划，调整土地利用结构，合理配置水土保持工程措施、植被措施和耕作措施，形成完整的水土流失防治体系。

★**水土流失治理面积**：在水土流失地区实施了水土保持措施，达到国家治理标准的面积。

★**水土流失监测**：是指对水土流失发生、发展、危害及水土保持效益定期进行的调查、观测和分析。

★**水土保持监测**：批准了水土保持方案（设计）报告书的大型基础设施项目，或项目开挖和填筑的土石方量在 10万m^3 以上，或永久边坡高差大于 3m 的开发建设项目必须委托具有水土保持监测资质的单位开展项目的水土保持监测。

(二) 我国水土流失现状

党的十八大以来，通过深入践行绿水青山就是金山银山的理念，尊重自然、顺应自然、保护自然，全面实施江河源头区、重要水源地、水蚀风蚀交错区等区域水土流失预防保护，加快实施重要生态系统保护和修复重大工程，深入推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，因地制宜开展一系列国家水土保持重点治理工程，我国不同类型、不同区域和流域的水土流失状况均实现持续好转，全国水土流失持续呈现面积强度“双下降”、水蚀风蚀“双减少”的良好态势。

年度 \ 内容	水土流失面积	水力侵蚀	风力侵蚀
2012 (×10 ⁴ km ²)	294.91	129.32	165.59
2022 (×10 ⁴ km ²)	265.34	109.06	156.28
10年期间减少量 (×10 ⁴ km ²)	29.57	20.26	9.31
10年期间减少率	10.03%	15.67%	5.62%

从2022年总体格局看，西部地区水土流失面积为223.35万km²，中部地区水土流失面积为28.39万km²，东部地区水土流失面积为13.60万km²。西、中、东部水土流失面积占全国水土流失总面积的84.18%、10.70%、5.13%。

(三) 河南省水土流失现状

2022年度水土流失动态监测初步成果显示，河南省水土流失面积为2.03万平方公里，占全国水土流失面积265.34万平方公里的0.77%，占全国水力侵蚀面积109.06万平方公里的1.86%。河南省中度及以上强度水土流失面积0.2655万平方公里，占全省水土流失面积的13.08%，主要分布在黄河流域、丹江口库区及上游、大别山和太行山革命老区等重点区域。（卢氏县不在全国水土流失重点治理区域）

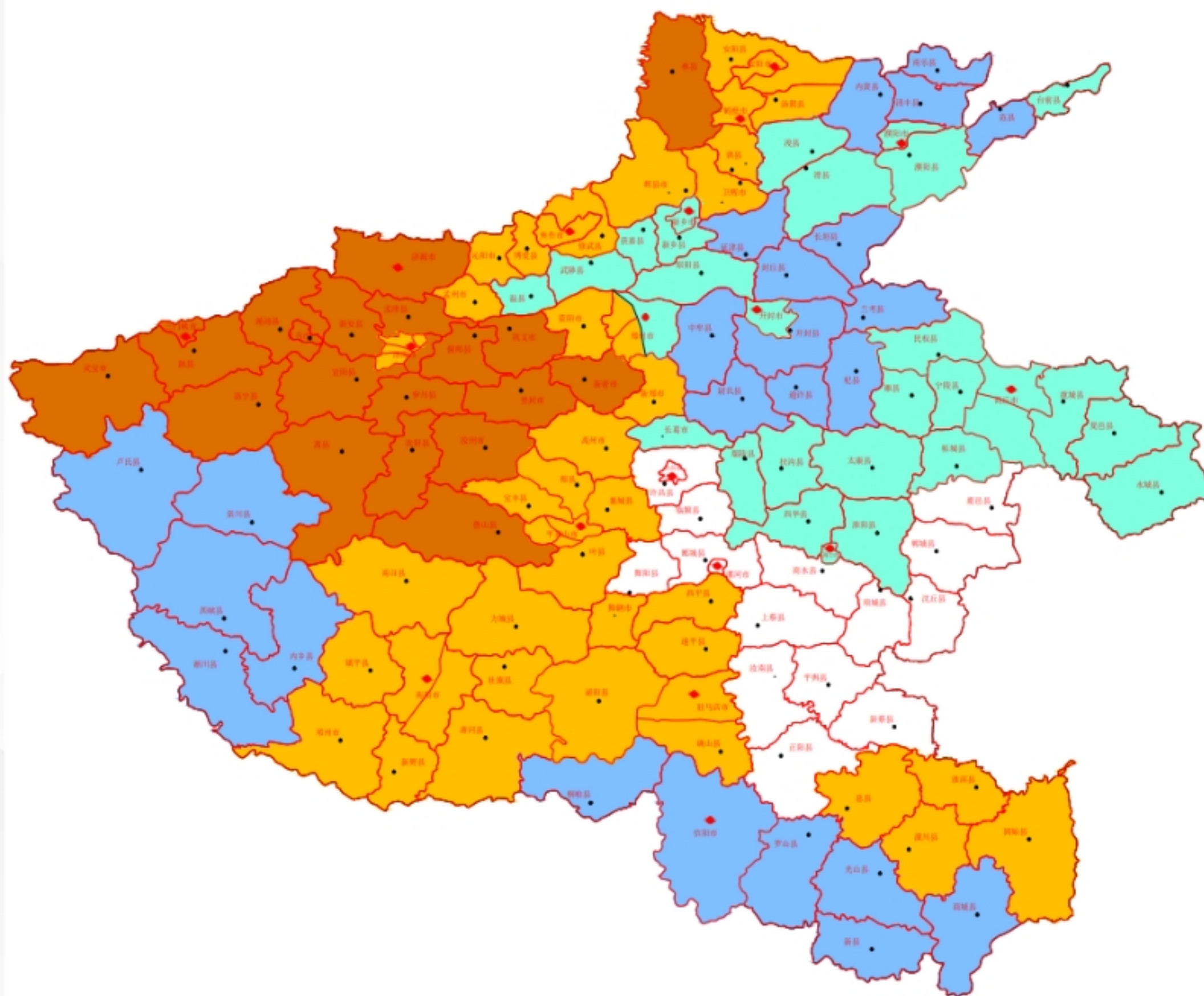


图 例

- 国家级水土流失重点治理区
- 国家级水土流失重点预防区
- 省级水土流失重点治理区
- 省级水土流失重点预防区
- 县、市、区
- 省辖市
- 省会

全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区
复核划分成果（水利部办公厅以办水保[2013]188号）

水土流失重点治理区

区名称	范围		县个数	县域总面积 (单位: km ²)	重点治理面积 (单位: km ²)
	省	县(市、区、旗)			
太行山国家级水土 流失重点治理区	河南省	林州市	48	68412.5	25639.7
	河北省	涞水县、涞源县、易县、阜平县、曲阳县、行唐县、灵寿县、平山县、井陉县、元氏县、赞皇县、临城县、内丘县、邢台县、沙河市、武安市、涉县、磁县			
		灵丘县、繁峙县、代县、原平市、五台县、孟县、阳泉市城区、阳泉市矿区、阳泉			
黄河多沙粗沙国家 级水土流失重点治 理区	宁夏回族自治区	盐池县	70	226425.6	95597.1
	甘肃省	环县、华池县、庆城县、合水县、镇原县、庆阳市西峰区、宁县、泾川县、灵台县			
	内蒙古自治区	凉城县、和林格尔县、托克托县、清水河县、准格尔旗、达拉特旗、鄂尔多斯市东胜区、伊金霍洛旗、乌审旗、磴口县以及杭锦旗、鄂托克前旗、鄂托克旗的部分			
	山西省	右玉县、偏关县、神池县、河曲县、五寨县、保德县、岢岚县、静乐县、兴县、岚县、临县、方山县、吕梁市离石区、柳林县、中阳县、石楼县、交口县、永和县、隰县、汾西县、大宁县、蒲县、吉县、乡宁县、娄烦县、古交市			
	陕西省	府谷县、神木县、榆林市榆阳区、佳县、横山县、米脂县、吴堡县、定边县、靖边县、子洲县、绥德县、清涧县、子长县、吴起县、志丹县、安塞县、延安市宝塔区、延川县、延长县、宜川县、韩城市			
伏牛山中条山 国家级水土流失 重点治理区	河南省	济源市、洛阳市洛龙区、新安县、孟津县、偃师市、伊川县、宜阳县、洛宁县、嵩县、汝阳县、鲁山县、巩义市、新密市、登封市、汝州市、澠池县、义马市、三门峡市湖滨区、陕县、灵宝市	26	36478.3	11373.5
	山西省	阳城县、垣曲县、夏县、运城市盐湖区、平陆县、芮城县			

水土流失重点预防区

区名称	范围		县个数	县域总面积 （单位km ² ）	重点预防面积 （单位：km ² ）
	省	县（市、区、旗）			
桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区	安徽省	六安市裕安区、六安市金安区、舒城县、霍山县、金寨县、岳西县、太湖县、潜山县	25	53052.4	8001.0
	河南省	桐柏县、信阳市平桥区、信阳市狮河区、罗山县、光山县、新县、商城县			
丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区	湖北省	随州市曾都区、随州市广水市、随州市应城市、随州市云梦县、随州市天门市、随州市潜江市、随州市仙桃市、随州市监利县、随州市洪湖市、随州市松滋市、随州市当阳市、随州市枝江市、随州市宜都县、随州市远安县、随州市兴山县、随州市秭归县、随州市宜昌市、随州市五峰县、随州市鹤峰县、随州市恩施州、随州市神农架林区	43	115070.6	29363.1
	陕西省	太白县、留坝县、城固县、洋县、佛坪县、略阳县、勉县、汉中市汉台区、宁强县、南郑县、西乡县、镇巴县、宁陕县、石泉县、汉阴县、安康市汉滨区、旬阳县、白河县、紫阳县、岚皋县、平利县、镇坪县、柞水县、商洛市商州区、镇安县、山阳县、丹凤县、商南县			
	重庆市	城口县			
	河南省	卢氏县、栾川县、西峡县、内乡县、淅川县			
黄泛平原风沙国家级水土流失重点预防区	河北省	成安县、临漳县、大名县、魏县	34	38503.1	3281.1
	河南省	南乐县、清丰县、范县、内黄县、延津县、长垣县、封丘县、兰考县、杞县、开封县、通许县、中牟县、尉氏县			
	山东省	武城县、夏津县、临清市、冠县、东阿县、莘县、阳谷县、郓城县、鄄城县、菏泽市牡丹区、东明县、曹县、单县			

（四）水土流失的危害

水土流失被列为中国环境是大问题之一。（中国环境十大问题是指大气污染问题、水环境污染问题、垃圾处理问题、**土地荒漠化和沙灾问题**、**水土流失问题**、干旱和水灾问题、生物多样性破坏问题、WTO与环境问题、三峡库区的环境问题、持久性有机物污染问题。），也可以说九大问题。

其主要危害有：

- ◆土壤耕作层被侵蚀、破坏，使土地肥力日趋衰竭；
- ◆淤塞河流、渠道、水库，降低水利工程效益，甚至导致水旱灾害发生，严重影响工农业生产；
- ◆对山区农业生产及下游河道带来严重威胁；
- ◆诱发地质灾害；
- ◆改变地貌景观（植被破坏、降低山丘高度、填塞沟谷、改变地表覆盖等）。

(五) 秦岭东段洛河流域涉及水土流失治理子项目



总体目标

保护秦岭东段生物多样性，统筹治理水土流失与水环境，提升区域生态系统质量和稳定性

守护黄河中游生态屏障的最后一道关口

为秦岭生态保护和黄河岁岁安澜作出河南贡献

序号	沿黄短支流流域水土保持不生物多样性保护单元 (I)
1	小秦岭-崤山水源涵养区历遗留矿山生态修复项目
2	小秦岭森林生态保护修复项目
3	小秦岭-崤山黄土丘陵区水土流失综合治理项目
4	崤山北麓水源涵养区林质提升项目
5	青要山黄土丘陵区水土流失治理项目
6	嵩山北麓水源涵养区历遗留矿山生态修复项目
7	小秦岭-崤山入黄短支流水生态综合整治项目
8	宏农涧河窄口水库饮用水源地生态保护修复项目
9	青要山入黄短支流水生态保护修复项目
10	汜河小流域综合治理项目
11	沿黄湿地生态涵养林防护项目
12	小浪底以上段黄河湿地生态保护修复项目
13	滩区生态农业土地综合整治项目
洛河流域水土保持不水环境治理单元 (II)	
14	洛河上游丘陵沟壑区水土流失综合治理项目
15	洛河中游丘陵沟壑区水土流失综合治理项目
16	熊耳山-崤山水源涵养区历遗留矿山生态修复项目
17	水河沟水库南部丘陵区林质提升项目
18	嵩山水源涵养区双龙山历遗留露天矿山生态修复项目
19	嵩山水源涵养区历遗留露天矿山生态修复不林质提升项目
20	洛河上游干支流水生态保护修复项目
21	洛河中游干支流水生态及西子湖湿地保护修复项目
22	洛河中游支流涧河水生态保护修复项目
23	洛河下游伊洛河汇合段水生态保护修复项目
伊河流域森林不湿地生态保护修复单元 (III)	
24	伏牛山水源涵养区历遗留矿山生态修复项目
25	伏牛山-熊耳山水源涵养区森林生态保护修复项目
26	嵩山水源涵养区万安山南麓林质提升项目
27	伊河上游干支流水生态保护修复项目
28	伊河中游陆浑湿地生态保护修复项目
29	伊河中游河流湿地生态保护修复项目

二

水土流失治理技术综述

（一）《水土保持法》有关治理内容摘录

修订后的《中华人民共和国水土保持法》“治理”一章明确的水土流失治理措施有：

- （1）风力侵蚀地区，因地制宜地采取轮封轮牧、植树种草、设置人工沙障和网格林带等措施。
- （2）重力侵蚀地区，采取监测、径流排导、削坡减载、支挡固坡、修建拦挡工程等措施。
- （3）饮用水水源保护区，配套建设植物过滤带，开展清洁小流域建设。
- （4）重点预防区和重点治理区的坡耕地改梯田。

已在禁止开垦的陡坡地上开垦种植农作物的，应当按照国家有关规定退耕，植树种草；耕地短缺、退耕确有困难的，应当修建梯田或者采取其他水土保持措施。

在禁止开垦坡度以下的坡耕地上开垦种植农作物的，应当根据不同情况，采取修建梯田、坡面水系整治、蓄水保土耕作或者退耕等措施。

（5）生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。

干旱缺水地区从事生产建设活动，应当采取防止风力侵蚀措施，设置降水蓄渗设施，充分利用降水资源。

（6）国家鼓励和支持在山区、丘陵区、风沙区以及容易发生水土流失的其他区域，采取下列有利于水土保持的措施：

- ★免耕、等高耕作、轮耕轮作、草田轮作、间作套种等；
- ★封禁抚育、轮封轮牧、舍饲圈养；
- ★发展沼气、节柴灶，利用太阳能、风能和水能，以煤、电、气代替薪柴等；
- ★从生态脆弱地区向外移民；
- ★其他有利于水土保持的措施。

（二）根据工程属性分类

根据其应用条件和水土流失治理工程属性，可将工程分为**山坡防护工程**、**沟谷治理工程**、**雨洪水排导工程**和**小型蓄水用水工程**等四大类，具体措施如下：

按工程属性分类	治理措施
山坡防护工程	梯田、拦水沟埂、水平沟、水平阶、水簸箕、鱼鳞坑、山坡截流沟、水窖（旱井）、以及稳定斜坡下部的挡土墙，边坡工程等
沟谷治理工程	沟头防护工程、谷坊工程、拦沙坝，建设基本农田为目的的淤地坝及沟道防道防岸工程等
雨、洪水排导工程	排洪沟、导流堤
小型蓄水工程	水窖、小水库、蓄水塘坝、淤滩造田、引洪漫地、引水上山

(三) 山坡防护工程措施简述

梯田：在丘陵山坡地上沿等高线方向修筑的条状阶台式或波浪式断面的田地。梯田的宽度根据地面坡度大小、土层厚薄、耕作方式、劳力多少和经济条件而定，**和灌排系统、交通道路统一规划。**

拦水沟埂：一种蓄水式沟头防护工程，以蓄为主，将雨水及融雪水就地拦蓄，使其渗入农地、草地或林地，将未能就地拦蓄的坡地径流引入小型蓄水工程。

水平沟：在坡地上沿等高线开沟截水和植树种草以防水土流失。

水平阶：山区沿等高线自上而下内切外垫，修成一外高里低的台面。在土石山区、坡度大（ $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ）坡面上采用具有蓄水保土的功能，实际相当于**窄式梯田**。

水簸箕：黄土高原地区在坡地上宽而浅的沟中，修筑一道或数道平顶土埂，形似簸箕。

鱼鳞坑：在较陡的梁峁坡面和支离破碎的沟坡上沿等高线自上而下的挖半月型坑，呈品字形排列，形如鱼鳞，故称鱼鳞坑

挡土墙：支承路基填土或山坡土体、防止填土或土体变形失稳的构造物，通常用浆砌石。

边坡工程：在需要保护体周边较陡坡面和支离破碎的沟坡上，防治土体失稳变形采取的构筑物。

（四）沟谷治理工程措施简述

沟头防护工程：制止坡面暴雨径流由坡面进入沟道或有控制的进入沟道，制止沟头前进，保护地面不被沟壑切割破坏防护工程。沟头防护工程的防御标准应为10年一遇3~6小时最大暴雨。主要包括蓄水型和排水型两种。

谷坊工程：谷坊是在易受侵蚀的沟道中，为了固定沟床而修筑的土、石建筑物。谷坊横卧在沟道中，高度一般为1~3米，最高5米。

拦沙坝：在沟道中以拦蓄山洪及泥石流中固体物质为主要目的的拦挡建筑物。它是荒溪治理的主要工程措施，坝高一般为3~15m。

淤地坝：指在水土流失地区各级沟道中，以拦泥淤地为目的而修建的坝工建筑物，其拦泥淤成的地叫坝地。在流域沟道中，用于淤地生产的坝叫淤地坝或生产坝。

（五）雨、洪水排导工程措施简述

排洪沟：为了预防洪水灾害而修筑的沟渠。在遇到洪水灾害时能够起到泄洪作用。一般多用于矿山企业生产现场，也可用于保护某些建筑物或者工程项目的安全，提高抵御洪水侵害的能力。目前按照使用功能，主要分为城市防洪和水利防洪。

导流堤：也称导水堤或引水坝。用以平顺引导水流或约束水流的建筑物。有平行线形、扩散形及弯曲形。用土石料或砌石等筑成。在不稳定河道上，为保证灌溉取水，常采用导流堤式渠首，在引水口下端筑堤，并向河道上游主流方向延伸，能集中、束缩、平顺引导水流进入进水闸。如河流不稳定而又多泥沙时，用导流堤形成稳定的引水弯道式取水渠首，并能造成人工环流，将表层水导入进水闸而将含沙量较大的底流导入冲沙闸，起引水防沙作用。设置在泄水、冲沙或其他过水建筑物的进口或出口，可以分隔、约束、平顺、引导水流进出，避免干扰、淤积及保护岸坡或其他建筑物不受冲刷。

(六) 小型蓄水工程措施简述

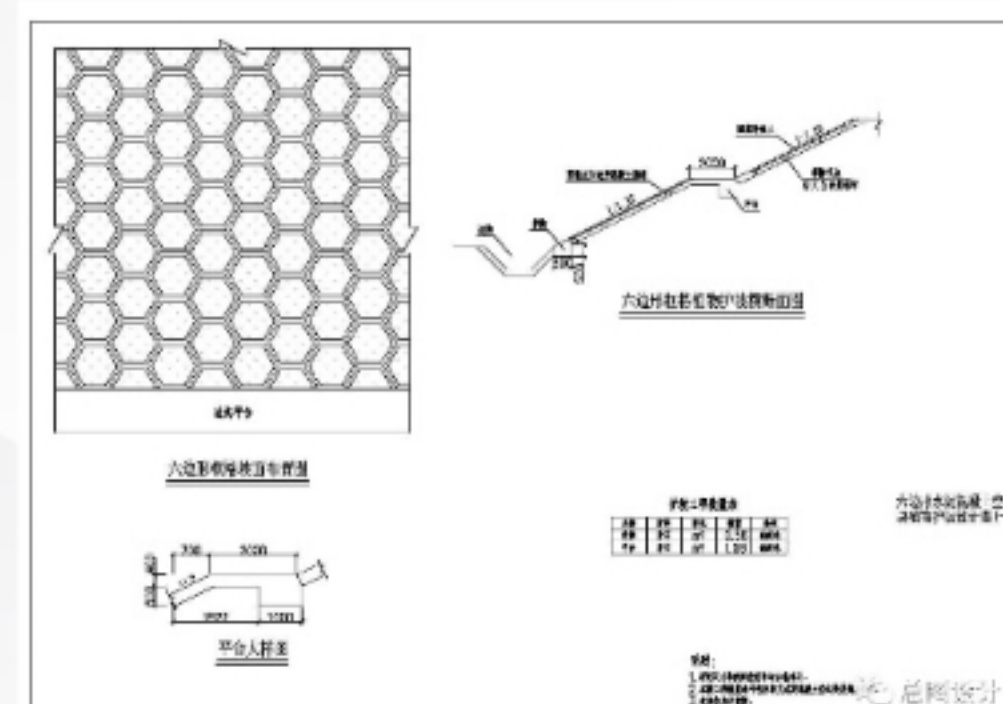
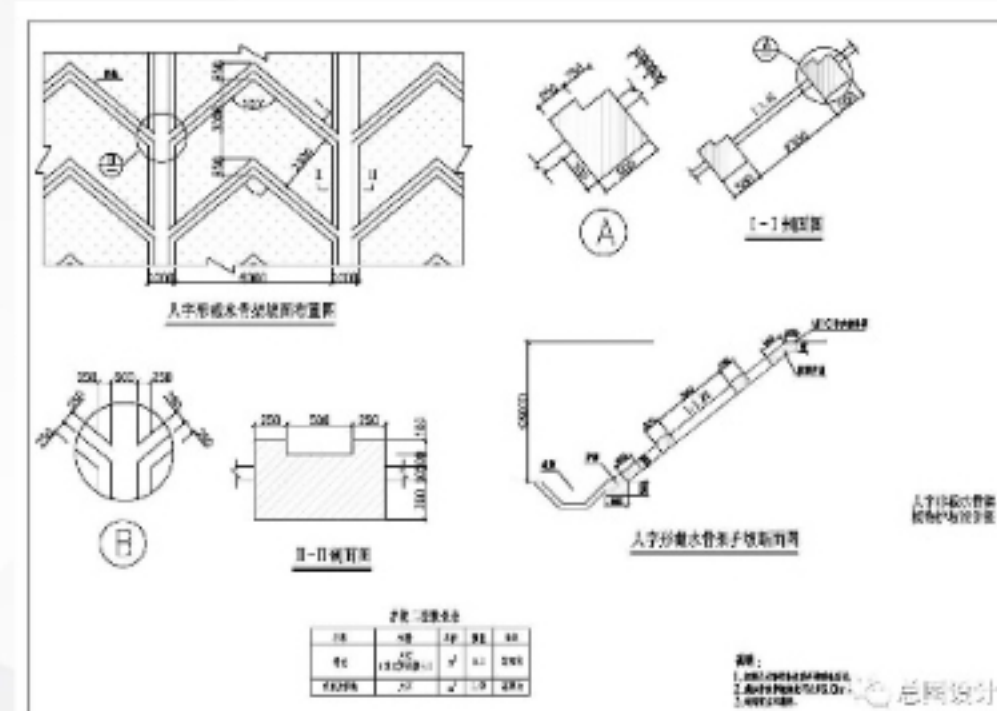
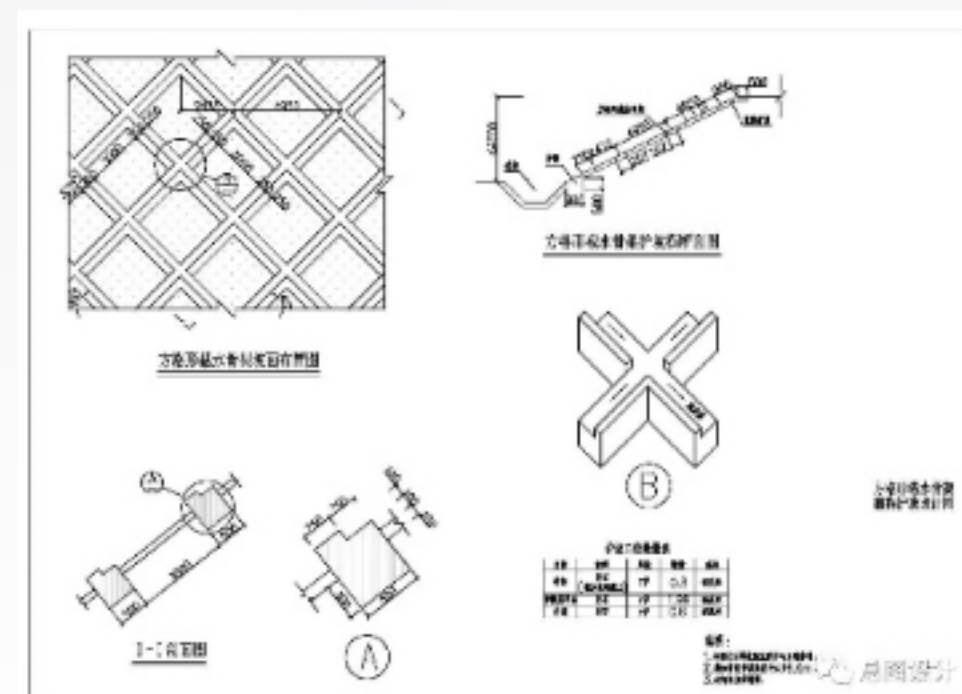
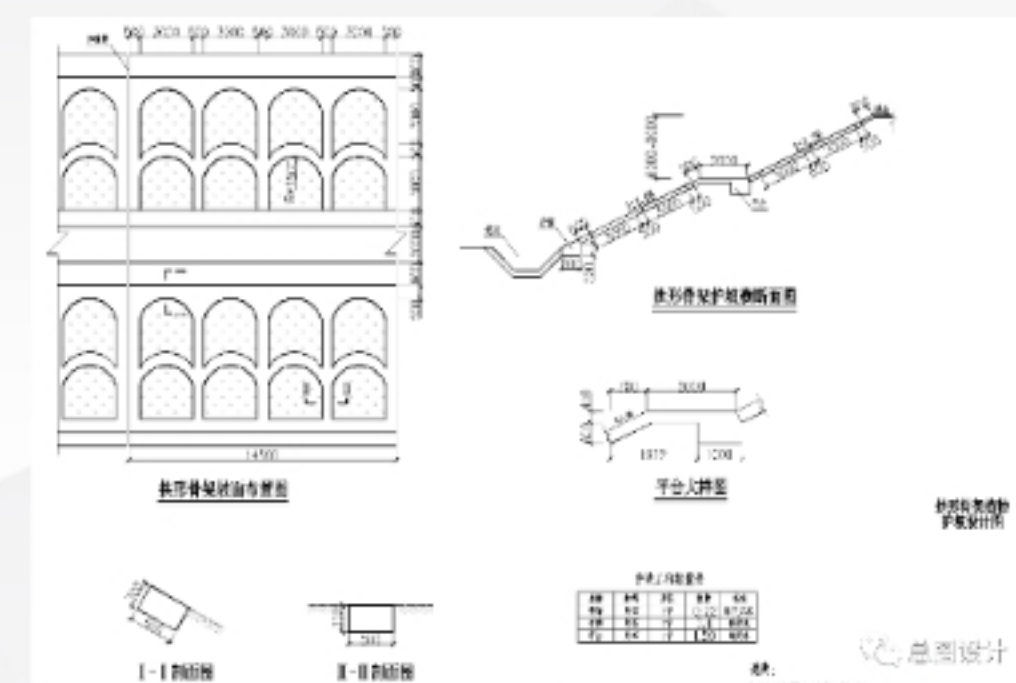
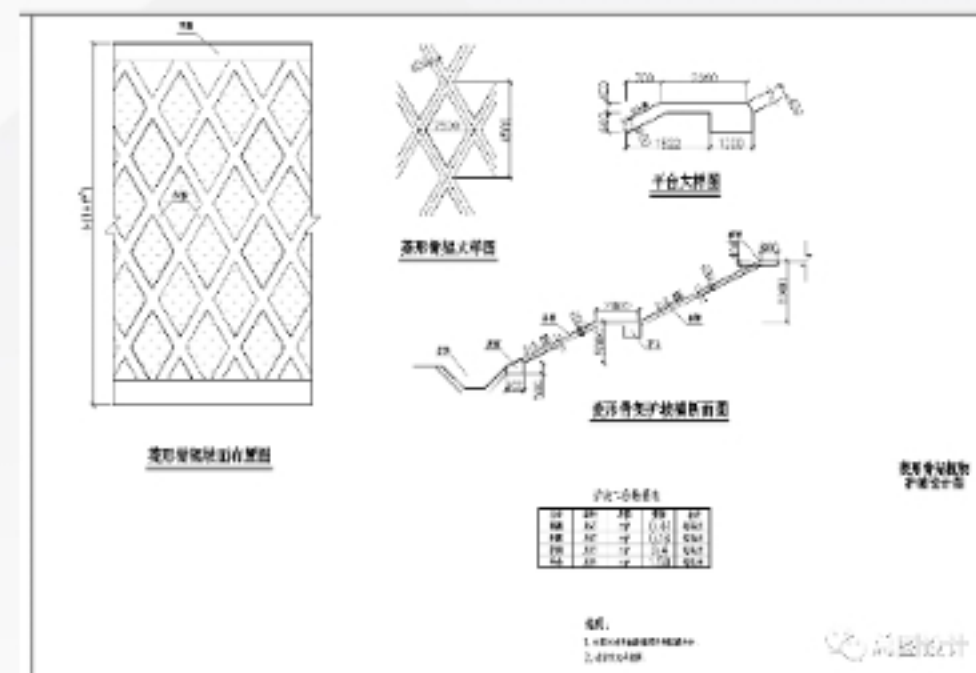
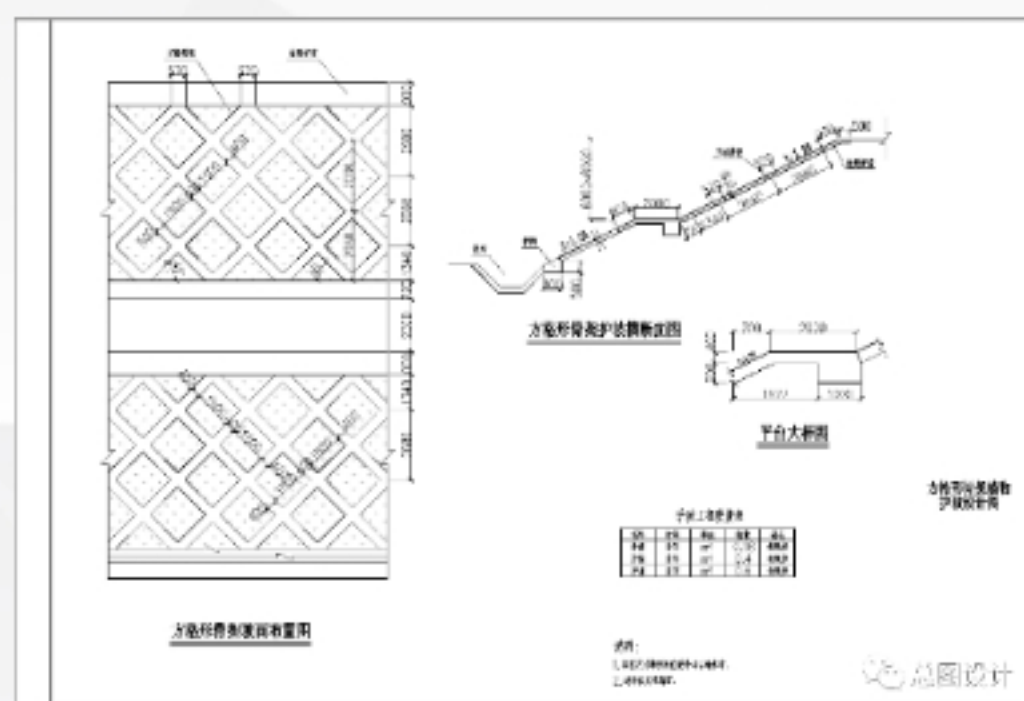
水窖（旱井）：在土质地区的水窖多为圆形断面，其防渗材料可采用水泥砂浆抹面、粘土或现浇混凝土；岩石地区水窖一般为矩形宽浅式，多采用浆砌石砌筑。根据形状和防渗材料，水窖形式可分为：粘土水窖、水泥砂浆薄壁水窖、混凝土盖碗水窖、砌砖拱顶薄壁水泥砂浆水窖等。

小水库：库容在10万立方米～1000万立方米之间的水库。其中，库容在100万立方米～1000万立方米的为小I型水库，库容在10万立方米～100万立方米的为小II型水库。

蓄水塘坝：塘坝是在山区或丘陵地区修筑的一种小型蓄水工程，拦截和贮存当地地表径流的蓄水量不足10万的蓄水设施，用来积聚附近的雨水、泉水，以灌溉农田。

引洪漫地：应用导流设施把洪水引入耕地或低洼地、河滩地以改善土壤水分、养分条件的措施。

引水上山：利用溪流、坑塘水源，采用提升方式送往较高的耕地、林地、草地灌溉。



几种边坡防护工程



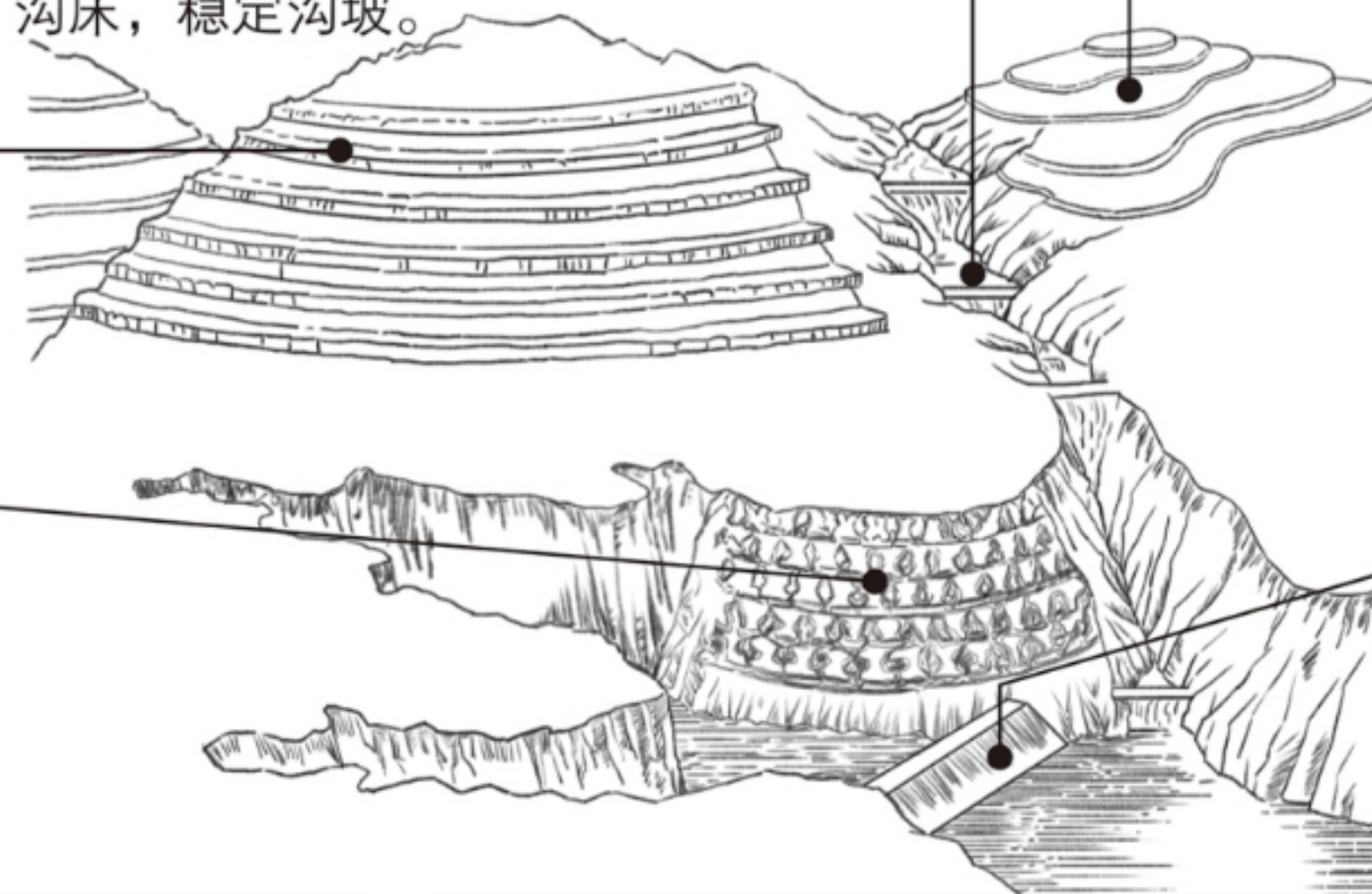
水平沟 在山坡上沿等高线每隔一定距离修建的截流、蓄水沟槽。适用于 15° — 25° 的陡坡。



鱼鳞坑 在坡面上修筑呈“品”字形排列的、类似鱼鳞状的半圆形或月牙形坑穴，用于植树造林。



谷坊 在易受侵蚀的沟道中，修筑的土、石建筑物，可以巩固并抬高沟床，稳定沟坡。



梯田 在缓坡上沿等高线修建的条状、断面呈现阶梯状的田块，一般用于粮食种植。



淤地坝 在多泥沙沟道中修建的建筑物，可以拦泥淤地，减少洪水，控制侵蚀，增加农田。

水土流失治理措施应用

三

案例讨论

（一）浙川锁河水土流失治理方案（年度）

1、基础条件

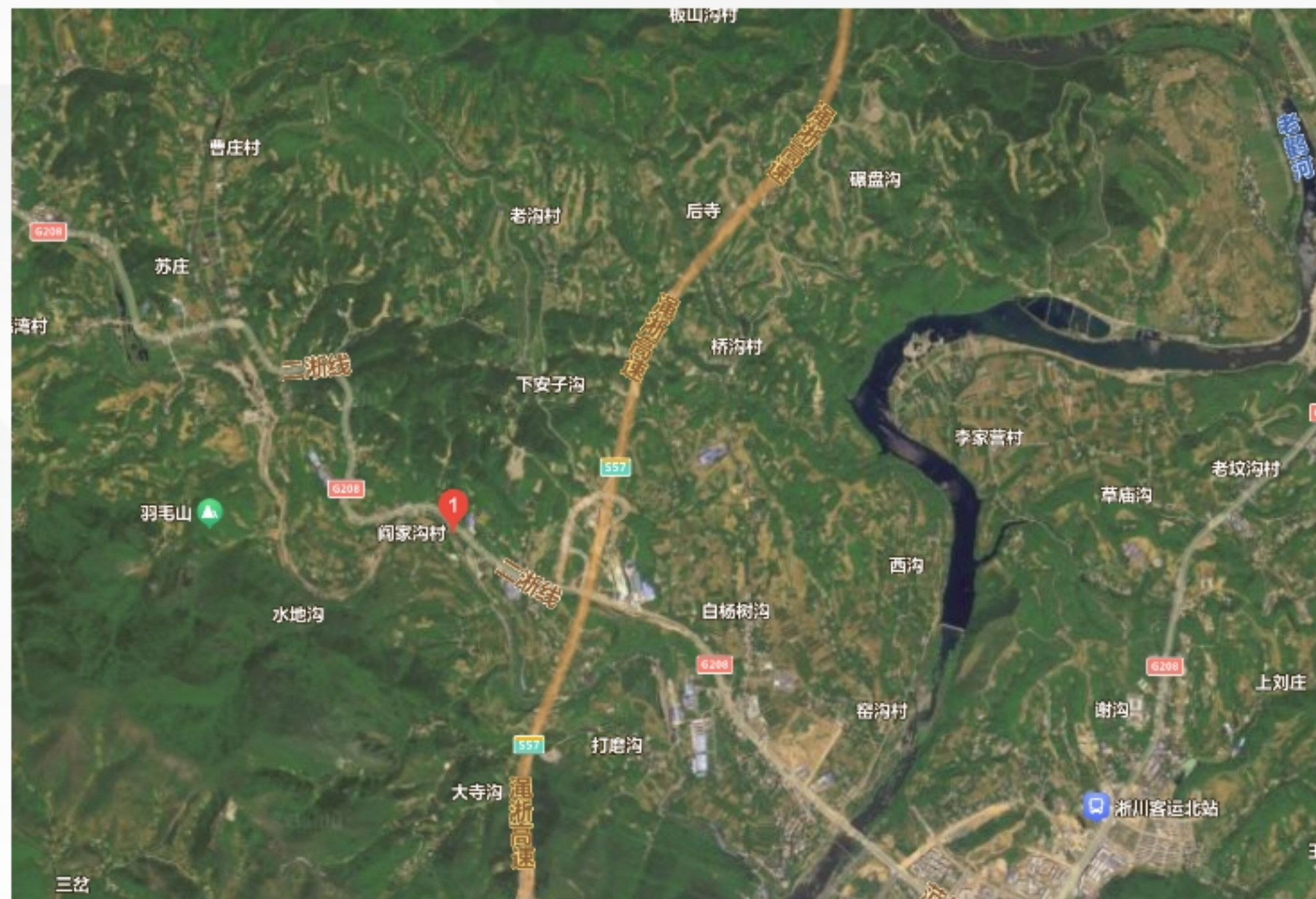
★项目区地质构造上位于东秦岭地槽区，地质构造复杂，以褶皱构造为主。地表出露岩石主要由片麻岩、石灰岩、砂岩等。

★项目区地面起伏较大，地形复杂，峰峦起伏，沟壑纵横。小流域主沟道长度为 6.59km，沟道比降为 24.3‰；支毛沟 37 条，总长 约为 55.55km，沟壑密度约为 1.54km/km²。

★项目区土壤类型主要有黄棕壤土、砂姜黑土、紫色土和潮土等，其中以黄棕壤土和砂姜黑土为主，土层厚度约为 30 ~ 50cm，坡耕地土层厚度一般不足 30cm。项目区内黄棕壤土主要分布在山前丘陵区，保水保肥性能好，适耕性差，通气性不良，容易上浸；砂姜黑土主要分布在河道谷地，适耕期短，具有较强的保肥和缓冲能力，排水不良，易涝上浸。

★分布以针叶林和落叶阔叶林为主，林草覆盖率为 55.96%。

★多年平均降水量 804mm，最大年降水量 1140mm。最小年降水量 391.1mm（1978 年），降水年际分布不均，多集中在 6-9 月份，降雨量达 465.8mm，占全年降水量的 58%，且多以暴雨形式出现。



2、水土流失状况：该项目区土地总面积 174.66km²，其中水土流失面积 80.99km²，占土地总面积的 46.37%。土壤侵蚀类型主要为水蚀，水土流失形式以面蚀和沟蚀为主，面蚀主要分布在流域内的坡耕地、荒山荒坡、疏林地 以及开发建设项目施工过程中的裸露地，项目区平均侵蚀模数 3650t/km²·a。

3、水土保持情况：目区原有水土流失面积 127.56km²，经过多年来开展水土保持工作，共完成水土流失治理面积 46.57km²。其中坡改梯 365.20hm²，营造经济林 805.35hm²，水保林 1254.30hm²，生态修复 2232.15hm²。修建塘堰坝 10 座，蓄水池（窖）95 口。这些水利水保措施的实施，初步控制了水土流失，改善和提高了当地群众的生产和生活。

水土流失地类分布情况表 单位： hm²

项目	坡耕地		灌木林和有林地		疏林地		荒山荒坡		合计	
	面积	占比例 (%)	面积	占比例 (%)	面积	占比例 (%)	面积	占比例 (%)	面积	占比例 (%)
合 计	1820.66	22.48	5794.72	71.55	348.71	4.31	134.91	1.67	8099	100.00
轻 度	697.64	8.61	2556.21	72.93	63.43	18.19			3505	43.29
中 度	454.3	5.61	2213.95	76.40	262.75	75.35			2898	35.57
强 烈	584.63	7.22	1024.56	69.37	22.53	6.46			1477	18.41
极强烈							39	28.91	39	0.49
剧 烈	84.09	1.04					95.91	71.09	180	2.24



4、项目建设目标

★水土流失治理目标：新增治理水土流失面积 18.85km^2 。治理程度在现状 36.51%的基础上，提高 63.49%，达到 100%，流失泥沙有较大幅度的减少，各项措施拦沙效益达到 70%以上。

★生态建设目标：林草面积达到宜林宜草面积的 80%以上，林草覆盖度提高 15%以上，林草措施保存率达到 85%以上，植被涵养水源能力显著增强。

★农村经济发展指标：农业生产条件得到显著改善，防灾减灾能力明显增强，农民收入显著提高，人均基本农田保持在 0.07hm^2 以上，人均粮食保持在 400kg 以上，农民人均收入提高 30%以上。

5、建设规模

★坡面整治工程：蓄水池 32 座，水窖 66 口，沉沙池 66 个，排灌沟渠 35.98km，田间道路 21.78km。

★沟道防护工程：谷坊 40 座；拦沙坝 1 座；疏溪固堤 0.74km。

★水土保持林：退耕还经济林 334.15hm²，共栽植核桃 1.21 万株，茶树 460.37 万株，金桔 2.11 万株。

★生态修复措施：生态修复面积 1550.07hm²，

管护人员 15 人，封禁标牌 8 座，网围栏 3.07km。

★监测工程： a) 治理措施进度与质量监测； b) 经济效益与社会效益监测； c)生态效益监测； d)保水保土效益监测；

项目区各流域规划措施具体布设情况表

规划措施		单位	小流域		合计
			贾营小流域	张湾小流域	
造林	退耕还经济林	hm ²	116.8	217.35	334.15
封禁治理		hm ²	1550.92	0	1550.92
总治理面积		hm ²	1667.72	217.35	1885.07
拦沙坝		座	1	/	1
谷坊		座	25	15	40
水窖		口	45	21	66
排灌沟渠		km	12.27	23.71	35.98
沉沙池		口	45	21	66
蓄水池		座	14	18	32
田间道路		km	8.18	13.60	21.78
疏溪固堤		km	0.24	0.5	0.74

6、效益分析

水土保持治理措施产生的效益包括经济效益、生态效益和社会效益。生态效益包括蓄水保土效益和改良土壤改善生态环境效益。

★蓄水保土效益：到建设期末，各项水土保持措施实施后每年保土能力约 5.02 万 t， 保土效率为 73%。

★改良土壤和改善生态环境效益：

项目区水土保持措施生态效益指标表

项目区水土流失治理度可以达到 23.27%；退耕还经济林面积为 334.15hm²，增加的森林覆盖率为 1.91%；每年可拦蓄泥沙 5.02 万 t，年拦蓄泥沙率达到 72.97%，有效 控制水土流失，减少入库泥沙，净化水源区水质，减轻自然灾害；同时林草植被的增加，也将给野生动物提供栖息的场所，有利于野生动 物的繁衍生息和生态环境的良性循环。

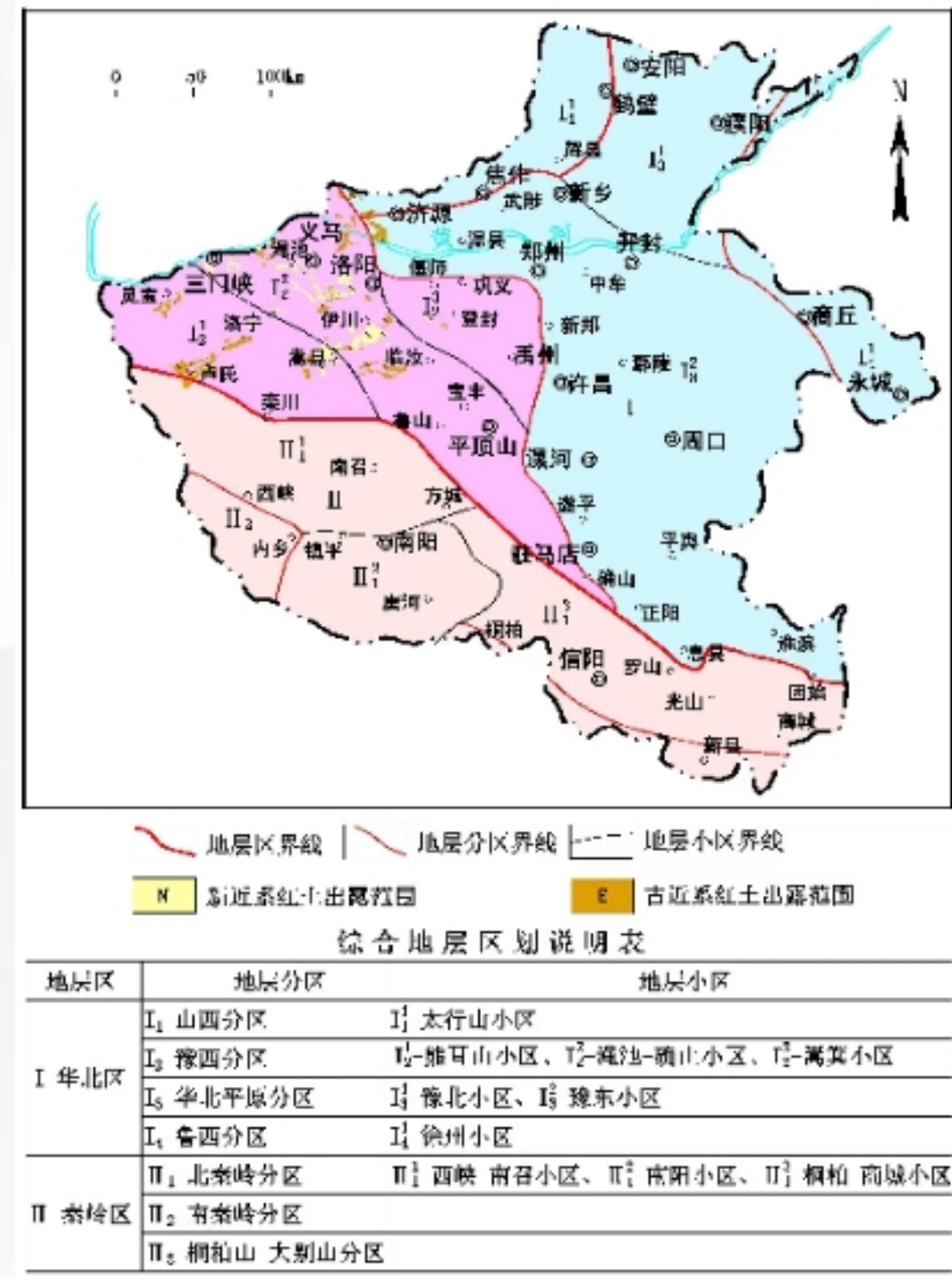
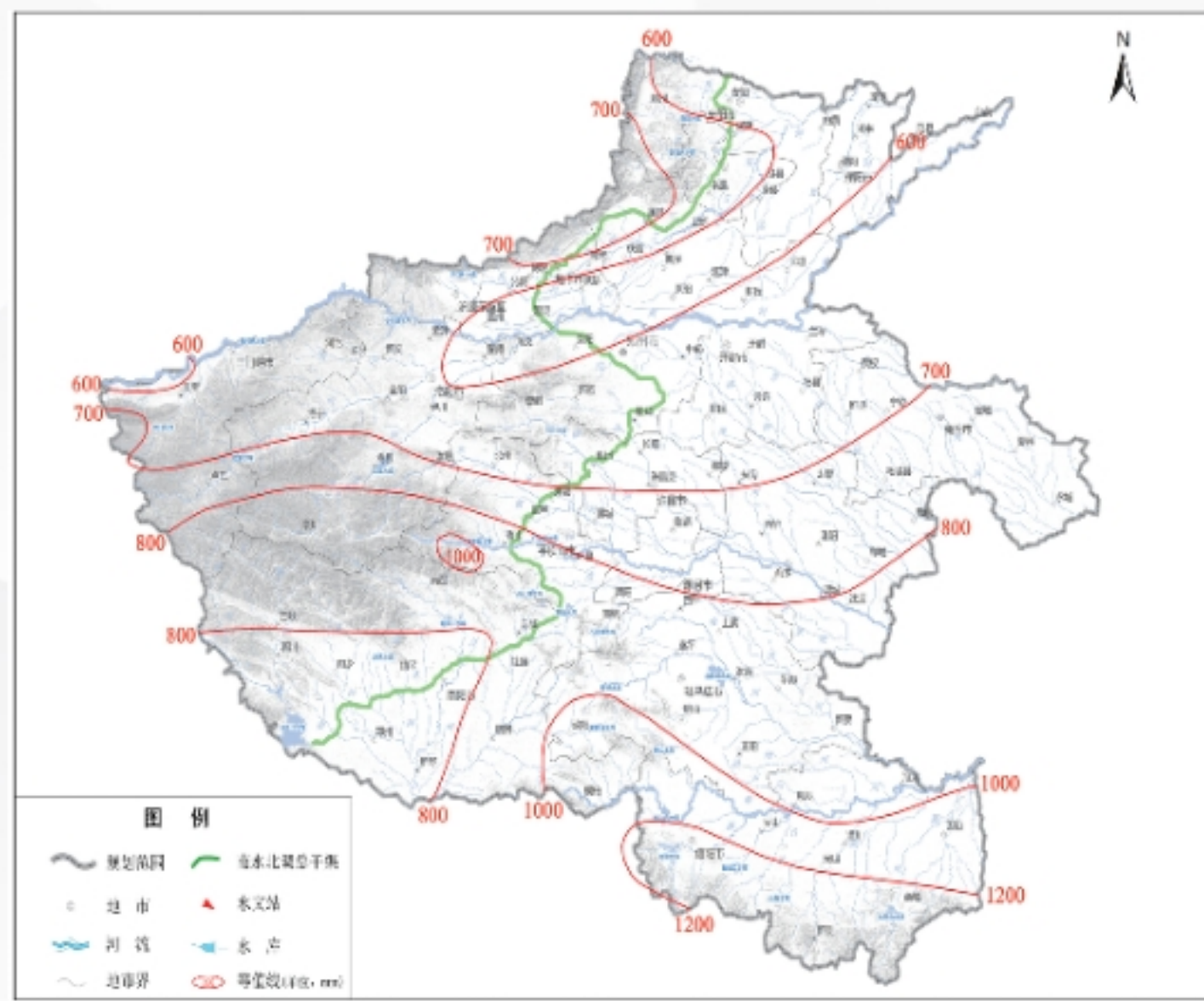
项目		蓄水减蚀始 效年份(a)	治理措施		保土效益定额		保土效益(t)	蓄水效益定额		蓄水效益(m³)
			单位	数量	单位	数量		单位	数量	
1、综合治理			hm²				11455.20			121841.7
(1)坡面整治工程					t/hm².a		99.00	m³/hm².a		4489.2
坡改粮梯	土坎	2	hm²	0	t/hm².a	35	0.00	m³/hm².a	600	0
	石坎		hm²	0	t/hm².a	35	0.00	m³/hm².a	600	0
坡改果梯	土坎	1	hm²	0	t/hm².a	35	0.00	m³/hm².a	360	0
	石坎		hm²	0	t/hm².a	35	0.00	m³/hm².a	360	0
坡面水系	蓄水池(窖)	1	口	98	t/km.a		0.00	m³/口.a	45	4410
	沟、渠		km	35.98			0.00			0
	沉沙池	1	口	66	t/座.a	1.5	99.00	m³/座.a	1.2	79.2
田间道路			km	21.78	t/km.a		0.00	m³/km.a		0
(2)沟道防护				0	t/座.a		2000.00	m³/座.a		400
谷坊		1	座	40	t/座.a	50	2000.00	m³/座.a	10	400
拦沙坝		1	座	0		1000	0.00		500	0
(3)水土保持林草				0			9356.20			116952.5
水土保持林	退耕还生态林		hm²	0	t/hm².a	30	0.00	m³/hm².a	400	0
	退耕还经济林		hm²	334.15	t/hm².a	28	9356.20	m³/hm².a	350	116952.5
	荒山造生态林	1	hm²	0	t/hm².a	30	0.00	m³/hm².a	400	0
退耕还草			hm²	0	t/hm².a	40	0.00	m³/hm².a	225	0
等高植物篱		2	hm²	0	t/hm².a	25	0.00	m³/hm².a	15	0
(4)疏溪固堤				0			0.00			0
整治河堤		1	km	0	t/km.a		0.00	m³/km.a		0
新建河堤		1	km	0.74	t/km.a		0.00	m³/km.a		0
(5)治塘筑堰				0			0.00			0
整治塘堰		1	口	0	t/口.a	200	0.00	m³/口.a	2000	0
新建塘堰		1	口	0	t/口.a	200	0.00	m³/口.a	2000	0
2、生态修复		2	hm²	1550.92	t/hm².a	25	38773.00	m³/hm².a	225	348957
合计				0			50228.20			470798.7

(二) 豫西红土区水土流失治理

1、豫西红土空间分布状况

主要分布在伏牛山、小秦岭、崤山、熊耳山等海拔较高的山地丘陵的盆地或盆地边缘，如潭头盆地、卢氏盆地、洛宁盆地、临汝盆地，汝阳盆地，属黄河流域秦岭北支的豫西黄土区范围，以古近系、新近系为主，其上覆第四系黄土剥蚀殆尽，呈间式断分布或直接裸露。

豫西红土下伏于第四系黄土下部，受地质构造、地形地貌和大气降水影响，大致分布在黄土分布区南部，或在中低山前呈交错分布，降雨量700mm线以北交错出露较多，以南呈裸露状态多。



2、基础条件

(1) 红土区地形地貌特征：红古区位于伏牛山、熊耳山、崤山等中低山山地盆地和丘陵地带，海拔一般在300~1000m，受强烈侵蚀、切割和冲刷作用，沟谷密布，以“V”、“U”型沟谷为主，呈侵蚀堆积地形，多数山坡平缓，牧草丰盛，部分红土土塬，植被覆盖率极低，或呈裸露状。

(2) 水文工程地质特征：红土区以红色泥岩和堆积红粘土为主，基本不含水，断裂裂隙附近泥灰岩夹层含水，弱富水程度。泥岩及互层岩石干抗压强度3.5~30.0 MPa，软化系数0.10~0.40，中厚层状结构，岩质软弱，抗压强度低，易风化，属较软碎屑岩类；堆积红土土体分布较不稳定，土体松散，粒间力学联系微弱，孔隙比大，透水性好，力学强度低，不具有黄土的直立性特征，遇水极易流失，是洛河上游入黄主要物源。

(3) 红土区土壤特征：土壤检测结果pH值7.61，有机质含量5.49%，全氮0.402mg/kg，有效磷含量2.94mg/kg，速效钾37mg/kg，缓效钾640mg/kg，胡敏酸碳量0.03g/kg，富啡酸碳量0.24g/kg，胡敏素碳量5.22g/kg，全盐量0.55mg/kg；据《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013，土壤有机质含量不能满足耕地土壤质量控制标准。常言道：无氮不生长，无磷难成花，无钾不上色，无硼难坐果，缺钙裂果多。

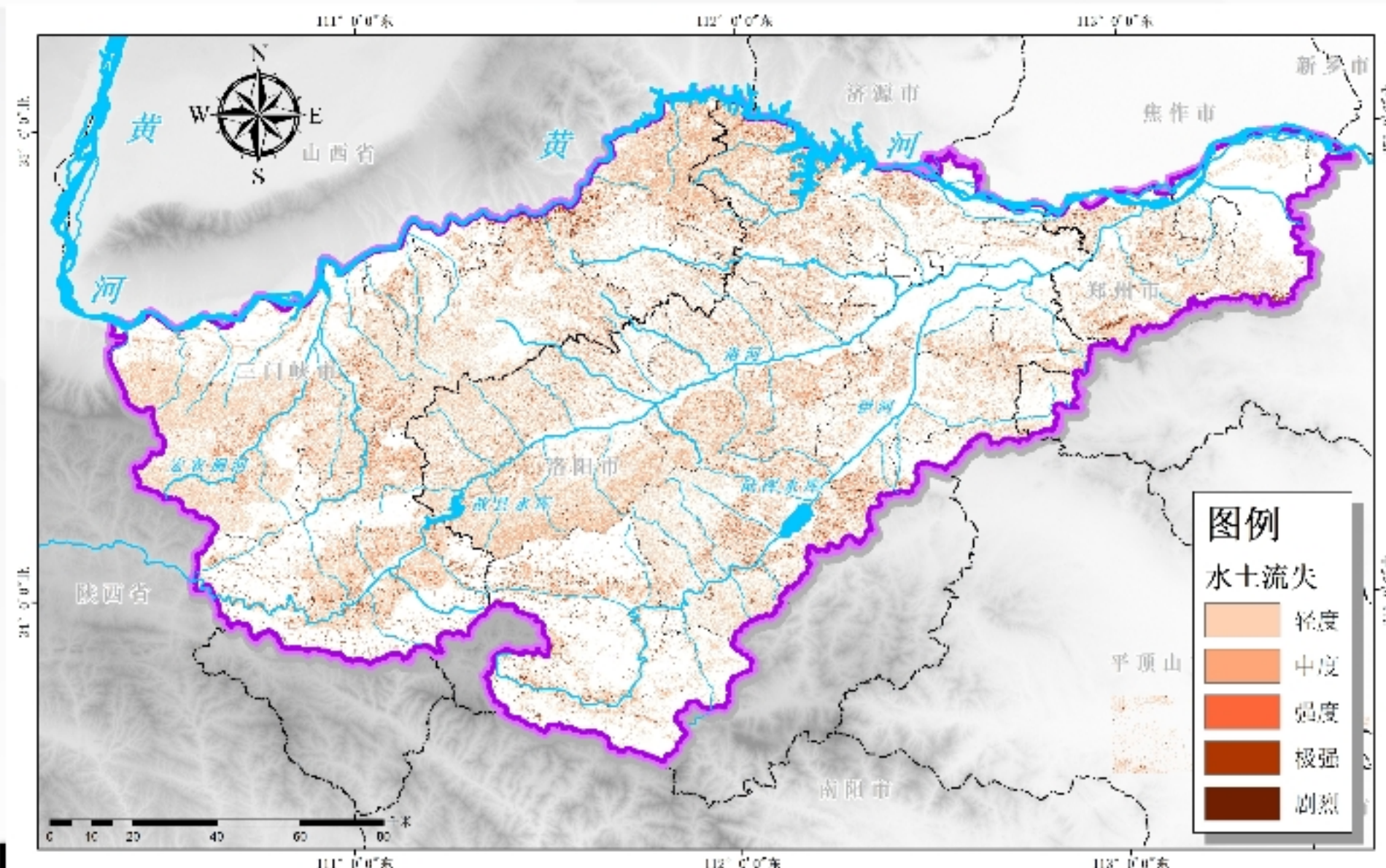
3、水土流失及问题

(1) 水土流失严重

特点：坡度较大、岩体松散、极不稳定；
持水性差，遇水流失；
冲沟发育。

以洛河流域为例，截止2020年，该区域水土流失面积4462km²，占洛河流域15670km²面积的29%，且侵蚀问题突出，平均侵蚀模数2000~3000t/km²·a，导致该区域水土资源破坏、地质灾害频发、水生态环境局部恶化，对下游的伊洛盆地生态安全 and 高质量发展造成较为不利的影响。

卢氏县极强烈区面积占三门峡市极强烈面积的48%。



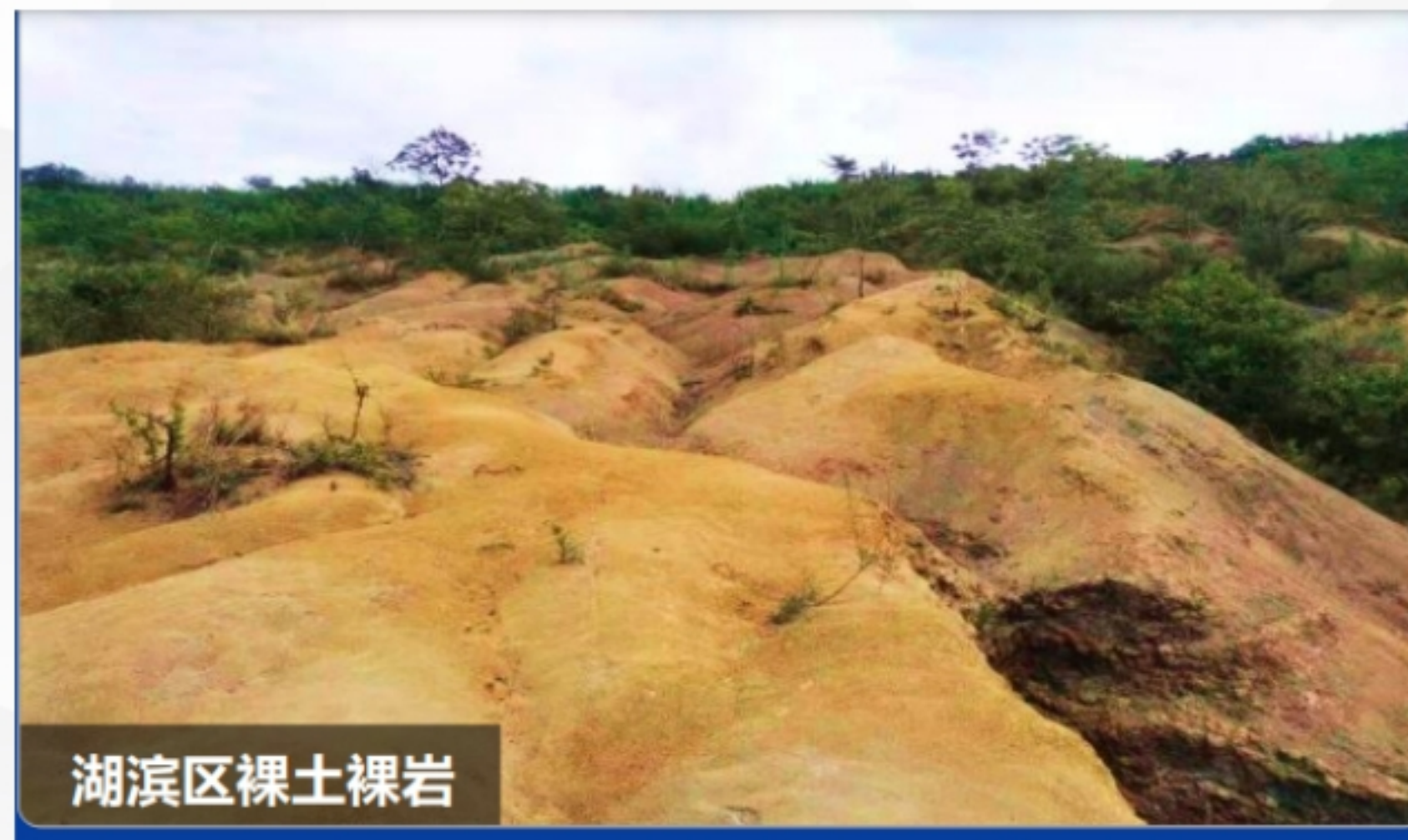
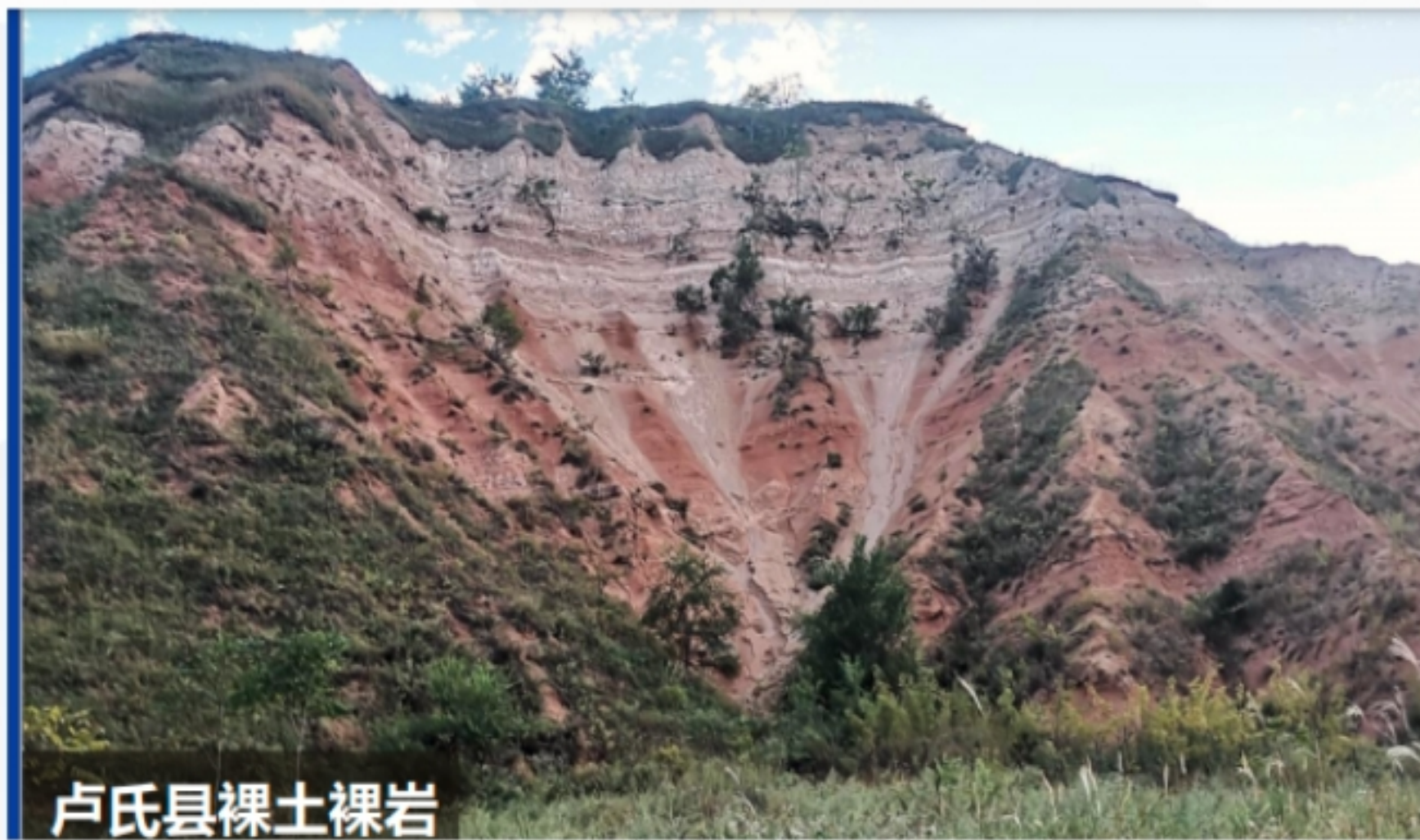
三门峡市水土流失统计表

单位：km²

县、区	水土流失状况	轻度侵蚀	中度侵蚀	强烈侵蚀	极强烈侵蚀	剧烈侵蚀
卢氏县	761.43	581.33	125.71	30.06	23.01	1.32
湖滨区	27.19	17.51	7.44	1.71	0.5	0.03
灵宝市	1067.36	881.45	143.01	34.38	8.52	0
义马市	27.27	19.88	5.52	1.45	0.42	0
渑池县	549.03	338.43	186.3	17.8	4.6	1.9
陕州区	567.14	420.59	105.34	28.79	11.44	0.98
合计	2999.42	2259.19	573.32	114.19	48.49	4.23

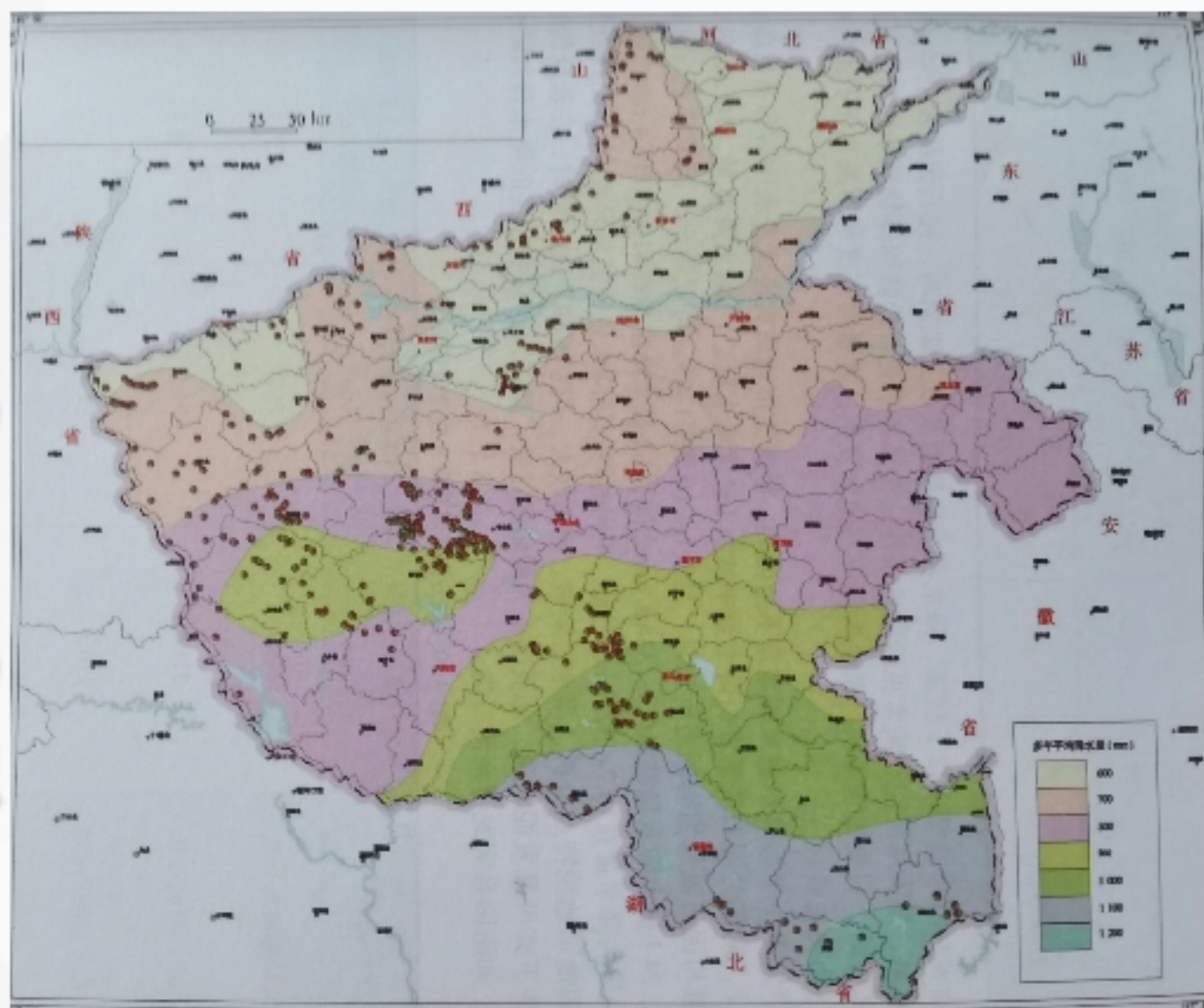
(2) 裸土裸岩问题

自90年代初期开始飞播造林和人工造林以来，豫西地区裸露山体得到绿化，生态显著改善，但是红土区的裸土裸岩问题仍然存在，很难自然恢复，生态环境破碎化，成为绿化工作的顽疾。

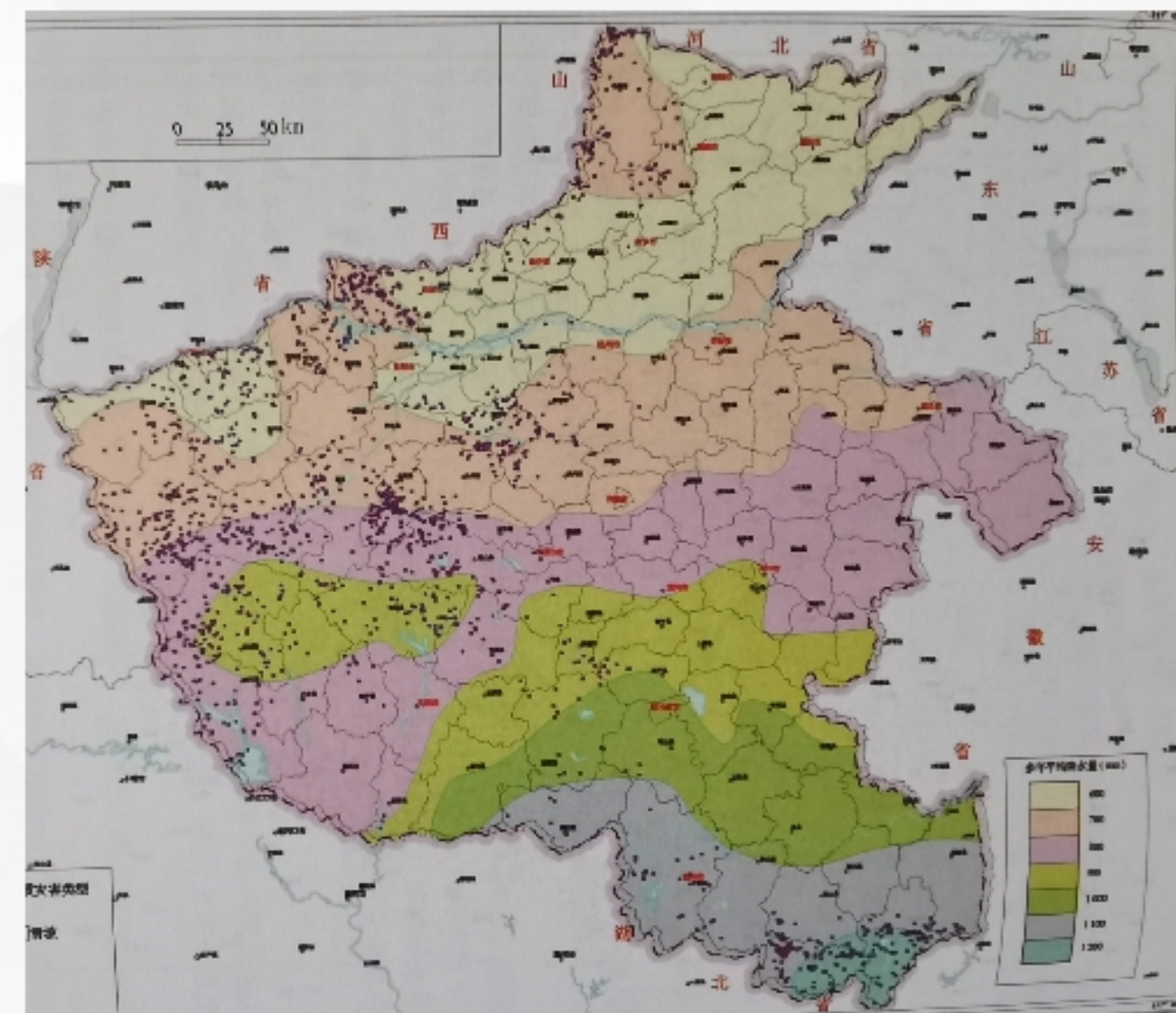


(3) 地质灾害问题

河南省自然灾害具有多发性、突发性、高频率性、广泛性、地域性、持续性等特点，伏牛山、小秦岭、崤山、熊耳山等豫西地区是河南省地质灾害易发区，豫西红土区是豫西地区高易发区。



河南省泥石流地质灾害分布图



河南省滑坡地质灾害分布图

险普查阶段据统计：

卢氏县滑坡滑坡风险点**123**处，土质滑坡**78**处，土质滑坡占滑坡总数**63%**。

汝阳县滑坡滑坡风险点**53**处，土质滑坡**48**处，土质滑坡占滑坡总数的**85%**。

(4) 农业、林业生态系统脆弱

该层土有机质、全氮极缺乏，造成天然林、水源林面积小，中幼龄林和纯林面积过大林业基础设施薄弱，造成水源涵养、水土保持、抑制扬尘、调节小气候、维护生物多样性等生态服务功能退化，生态脆弱。受水土流失因子胁迫，雨季的耕地、林地随时会遭到破坏。



4、水土流失治理

(1) 生态修复原则

以小流域为修复单元实施生态修复；
尽量不扰动原岩、土体结构；
考虑一沟一策、一坡一策、一塬一策的综合措施。
以保住岩土，消除地质灾害，改善生态为目标。

(2) 生态修复技术方案探讨

经过调研、勘查和成功、失败案例总结，目前技术水平看，土壤改良问题不大，改良后的绿化也不是问题，因为红土区年降水量大致在600mm以上，利于植物生长。**优化排水系统和保持持岩土体稳定是关键和核心问题。**

我们初步考虑采取“**一组合三结合**”的生态修复方案。

一组合：即沟底（坡底）工程+沟头工程+侵蚀沟工程+坡面工程组合；

三结合：与全域土地综合整治相结合，与国土空间规划相结合，与地质灾害治理相结合。

(3) 沟底（坡底）挡墙工程（疏溪固堤）

在沟底（坡底）设置2米以下高度挡土墙+排水渠组合，挡土墙内测预留空间，反压坡脚，填土种树。

★设置挡土墙，预留至斜坡面1m左右的空间，挡土墙在距离地面0.6m左右预留排水孔

★在预留空间实施双层结构回填，第一层是砾石与中粗砂混合，先砾后砂，厚度0.8-1.0m，上部填土0.5-0.7m。

★预留空间完成双层结构后，种植乔木、灌木，增加稳定性和防治大量水土流失；

★挡土墙外侧修排水沟，有河道和溪流的没有排水沟。

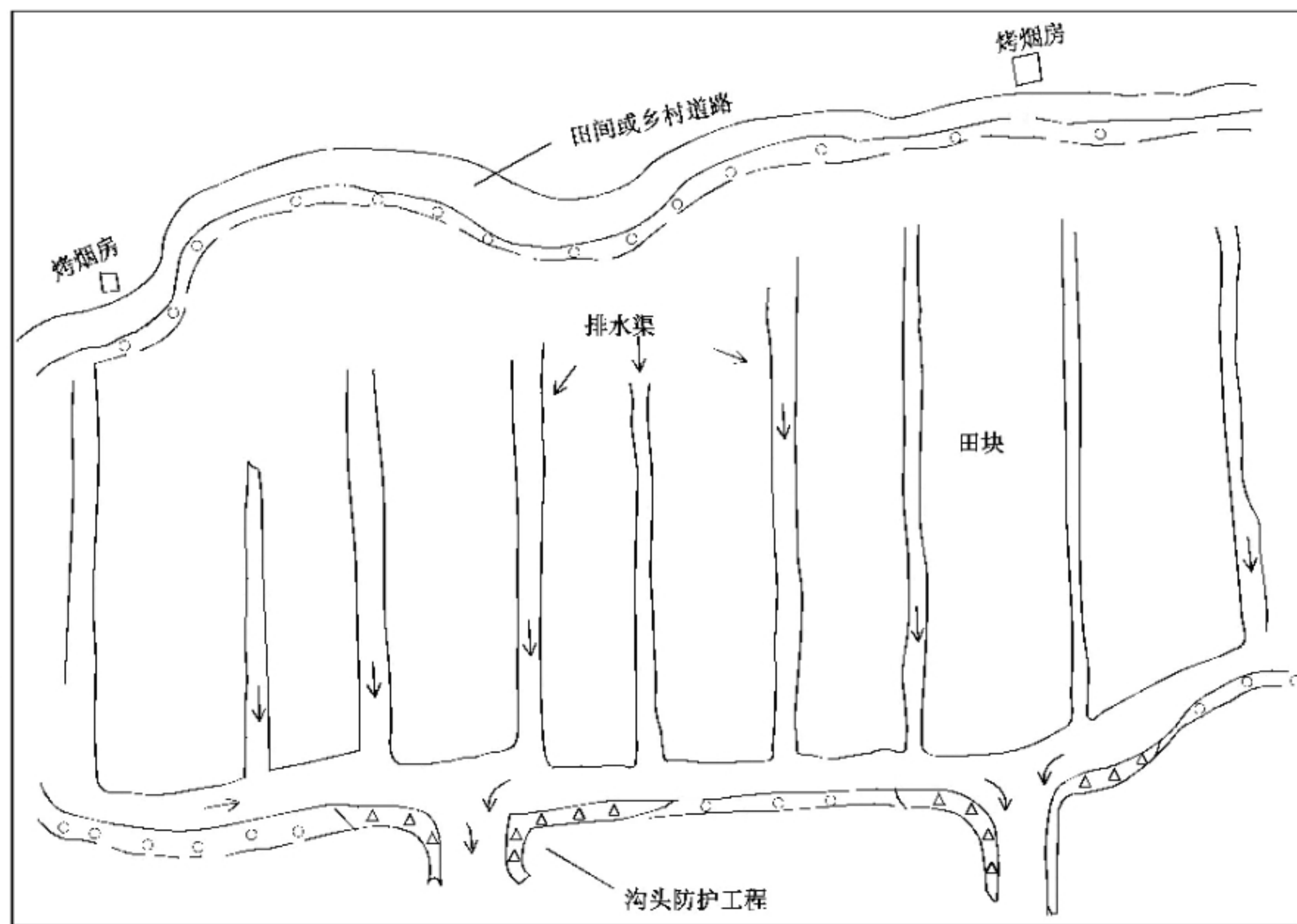
(4) 沟头防护工程

将沟头防护与土地整治相结合，
改善面状排水系统。

★按照地形整治田块，修建
排水渠；

★在沟头设置垂直于排水渠
的排水汇渠，汇水渠外侧修筑田坎，
外侧高于内侧，外侧预留够种植灌
木或乔木的宽度。

★利用已形成的冲沟作为排水沟，
沟头用浆砌石修筑。



(5) 侵蚀沟工程

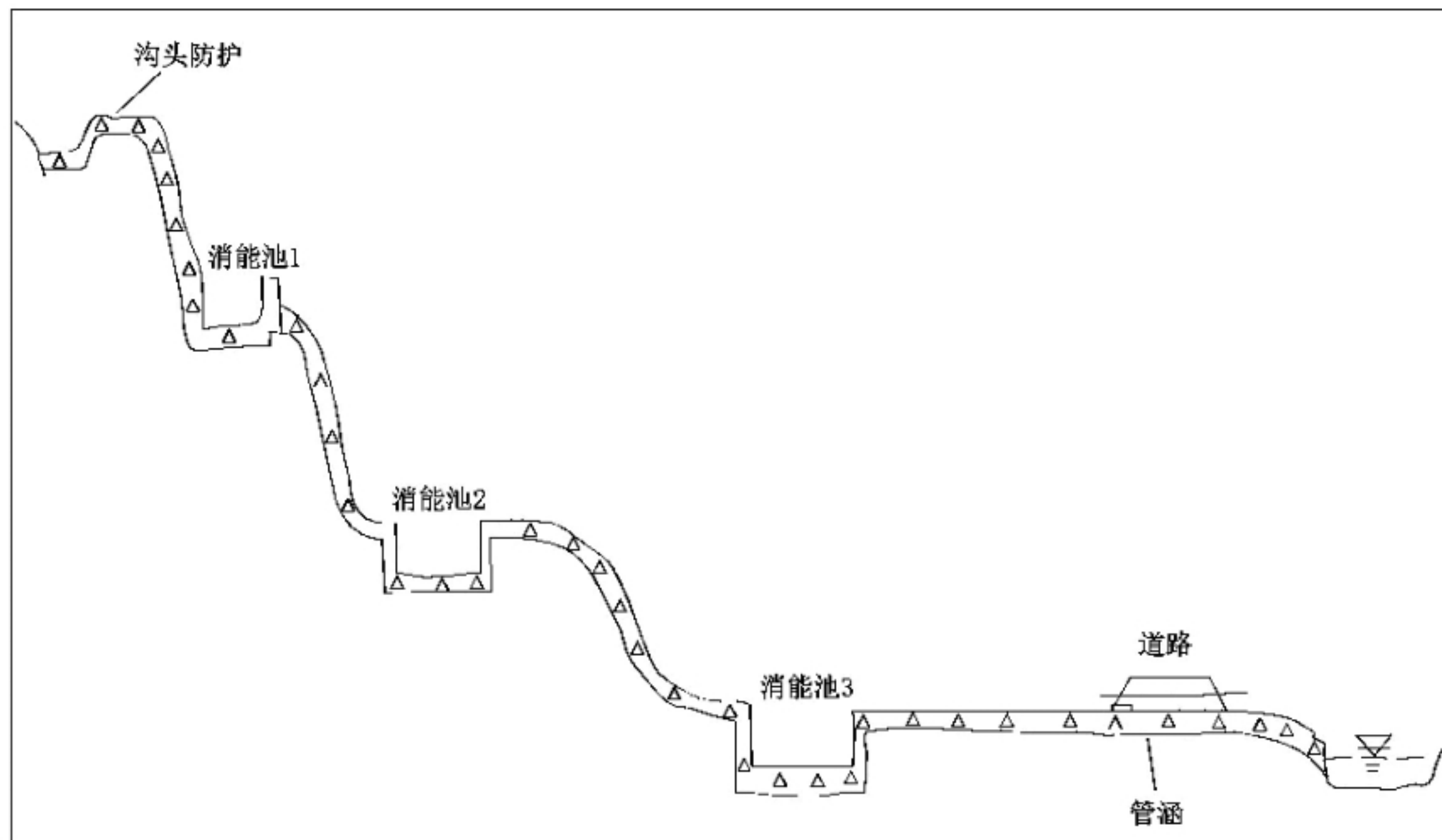
a)排水沟+消能池工程

◆利用发育中后期侵蚀沟，修建排水沟，按照不扩大和改变侵蚀沟现状条件下建设。

◆消能池建设在已形成平台处，或者有侧向侵蚀的部位，数量由实际确定。

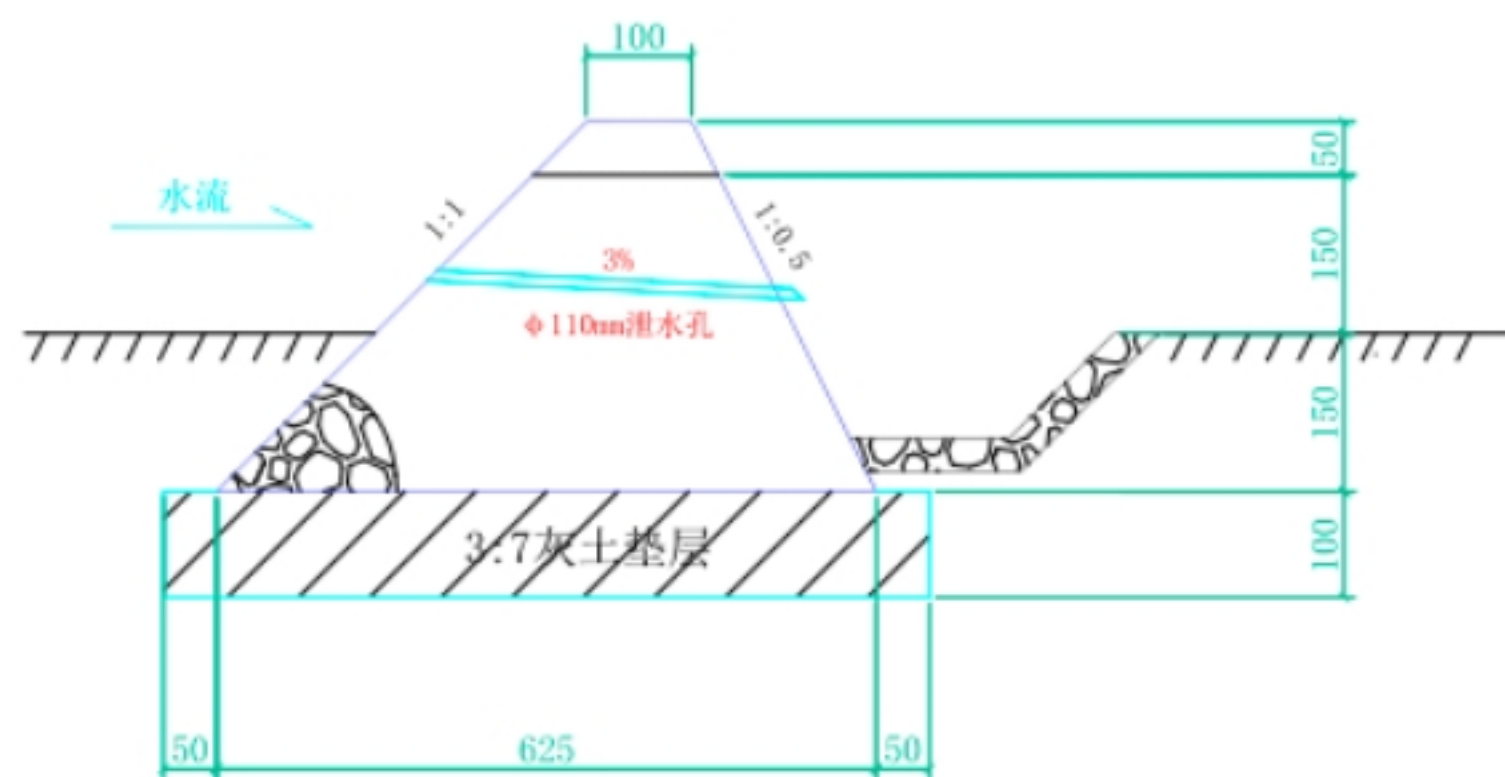
◆底部穿道路的可用管涵。

◆该工程优先建设在村镇中或坡顶汇水面积较大，没有适宜地方排放，存在侵蚀的部位。



b) 谷坊工程

谷坊工程用于发育早中期的侵蚀沟，设置在有硬层顶面或已形成平台、有侧切的位置，在行对宽阔地的下方修筑，具体数量由现场实际确定。



谷坊大样图 (1: 100)

(6)坡面工程

a) 坡度 25° 以下采取坡改梯工程。

◆需要分层压实，也可搅拌密实度较高的土；

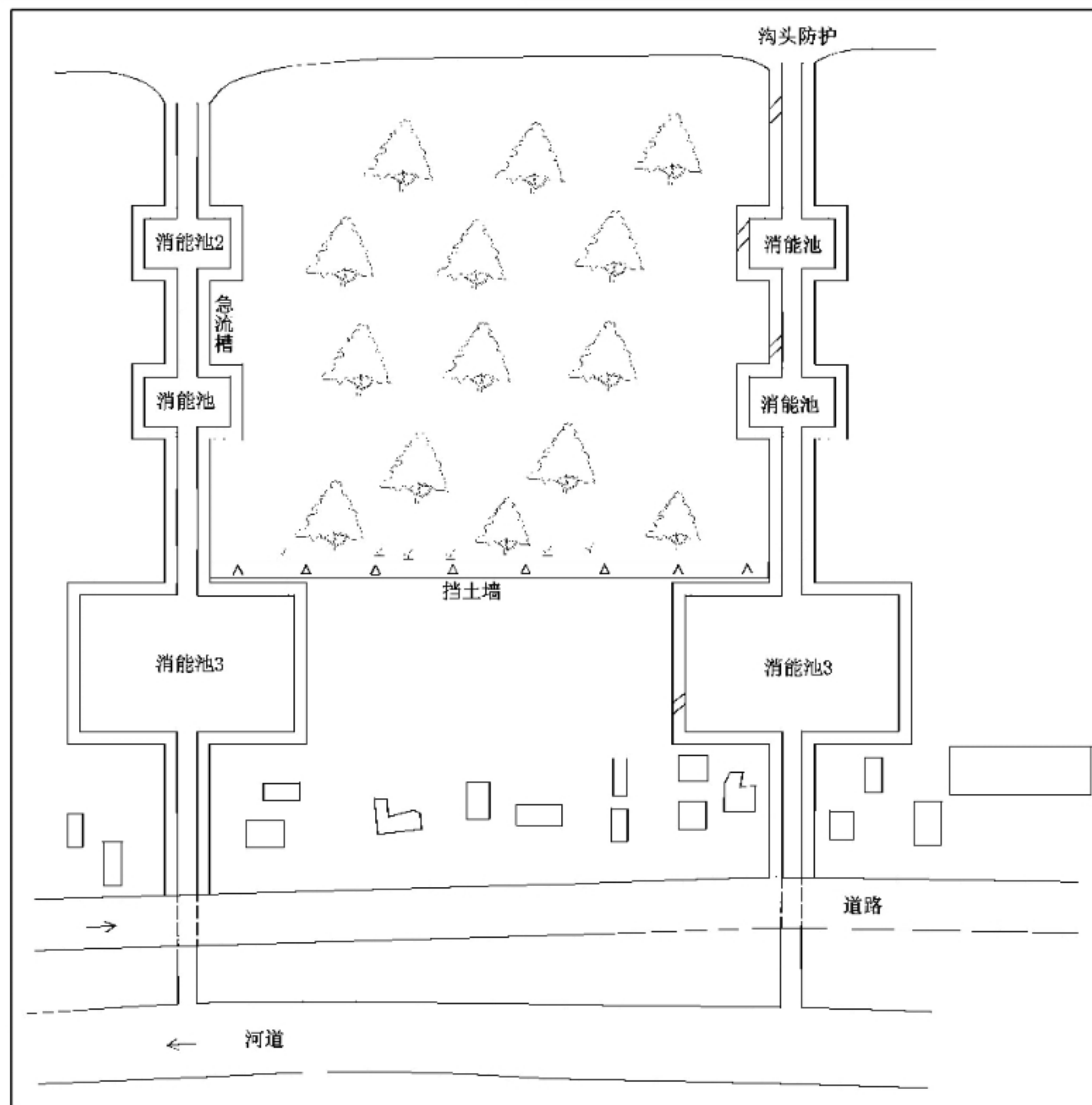
◆田坎需要加固。

b) 坡度 $>50^{\circ}$ ，不建议实施工程，或进行“三结合”综合治理。



c) 25-50°穴载植树与坡面种草相结合，考虑到堆积红土也具有一定湿陷性，因此不设鱼鳞坑、挡水板，树种选择侧柏。

坡面植树应结合红土组合特征，在硬岩层处考虑适当措施固土，如考虑安放与硬岩性质的隔层，坡面敷压碎石、土壤改良，保持稳定，与侵蚀沟治理相结合。



(7) 关于监测工作

针对红土区的监测试验工作还很少，需要开展侵蚀度监测、水土流失监测和试验，尤其是强降雨工况，为生态修复工程提供依据。

(8) 土壤生物化学改良

a) 生物改良，例如添加氮肥、有机质等。

b) 培养微生物，与红土、客土混合。

(9) 与地质灾害防治、与全域土地综合整治、与国土空间规划相结合

a) 地质灾害防治是先导工程，在稳固基础，消除隐患中有一定投入，在红土区，建议结合红土生态问题治理相结合，起到一专多能的效果。

b) 基于红土区生态问题，有针对性的对红土整治区内的田、水、路、林、村统一规划，实现整齐划一，打造良好景观生态效果。

c) 国土空间规划是中长期的，针对红土区生态问题根治具有重大现实意义，包括用地属性调整、地区三大空间调整，是生态修复工程更具有超前性。

自然资源部生态修复司37号函

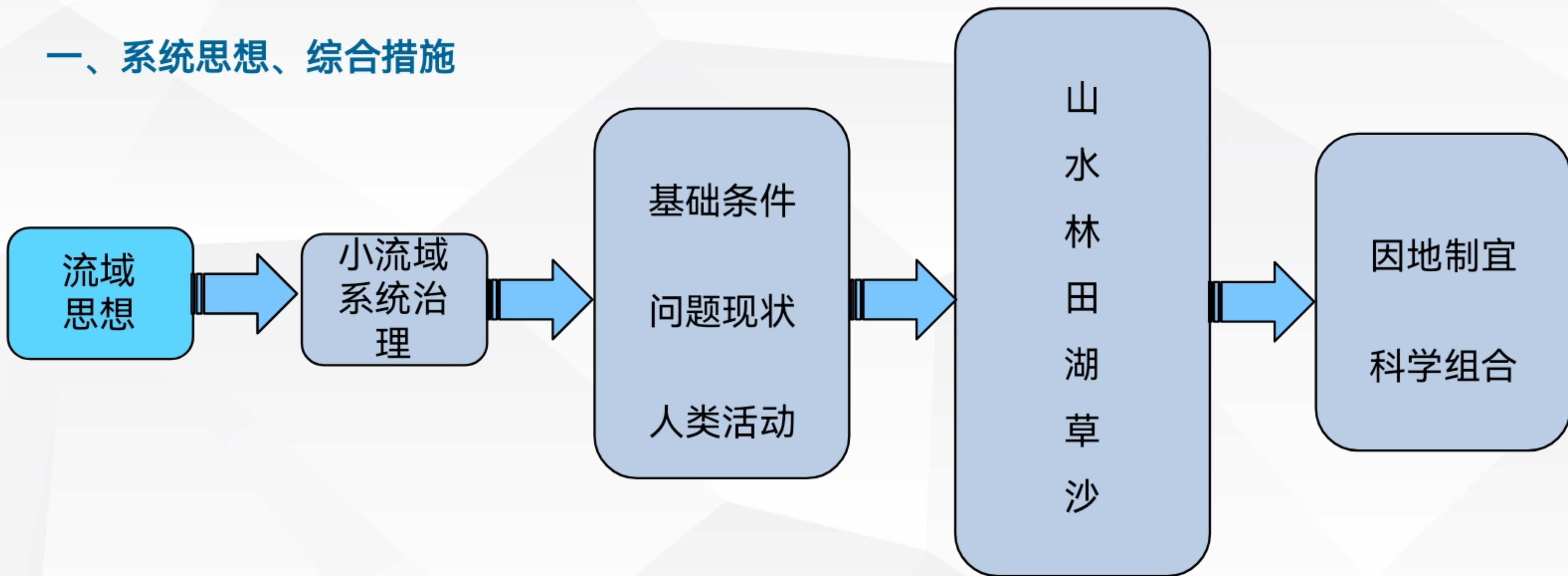


根据乡镇国土空间规划和村庄规划确定的功能和布局，将需要采取人工措施实现规划目标的区域划入整治区域，任务可量化、可统计、可考核。

四

问题与思考

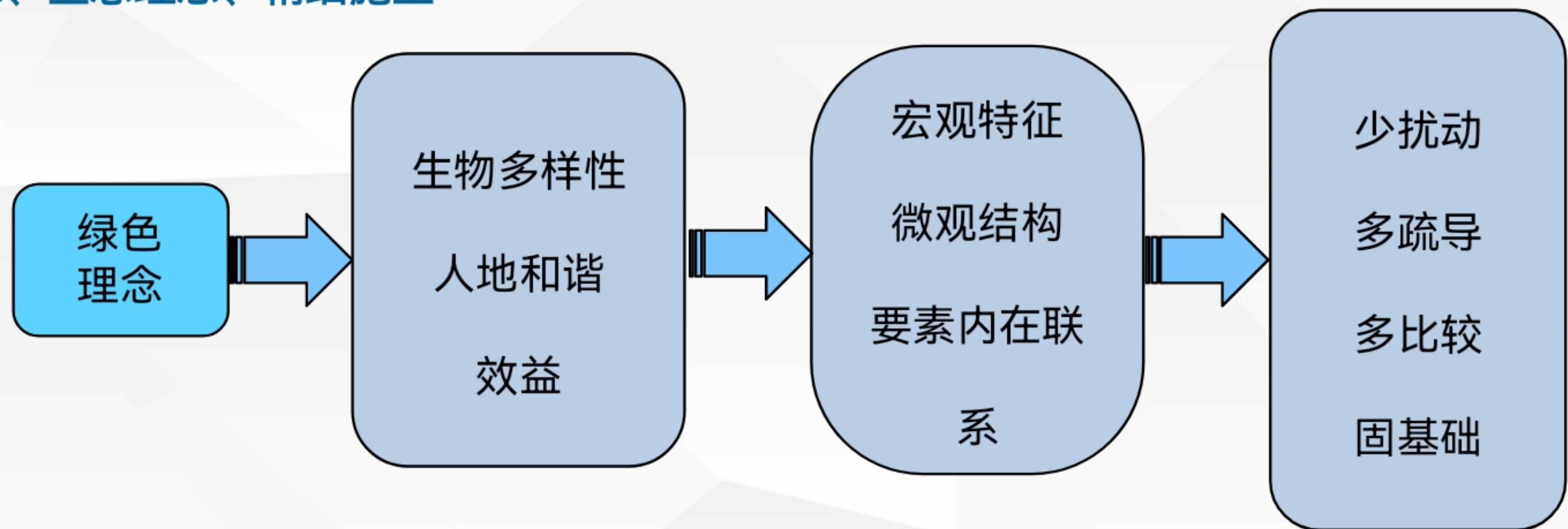
一、系统思想、综合措施



◆以小流域为单元，坚持：**一沟一策、一坡一策、一山包一策的原则**，开展水土流失治理。

◆采取多项水土保持工程组合、土壤改良工程和绿化工程，与全域土地整治、地质灾害治理、国土空间优化相结合综合措施，消除水土流失顽疾。

二、生态理念、精细施工

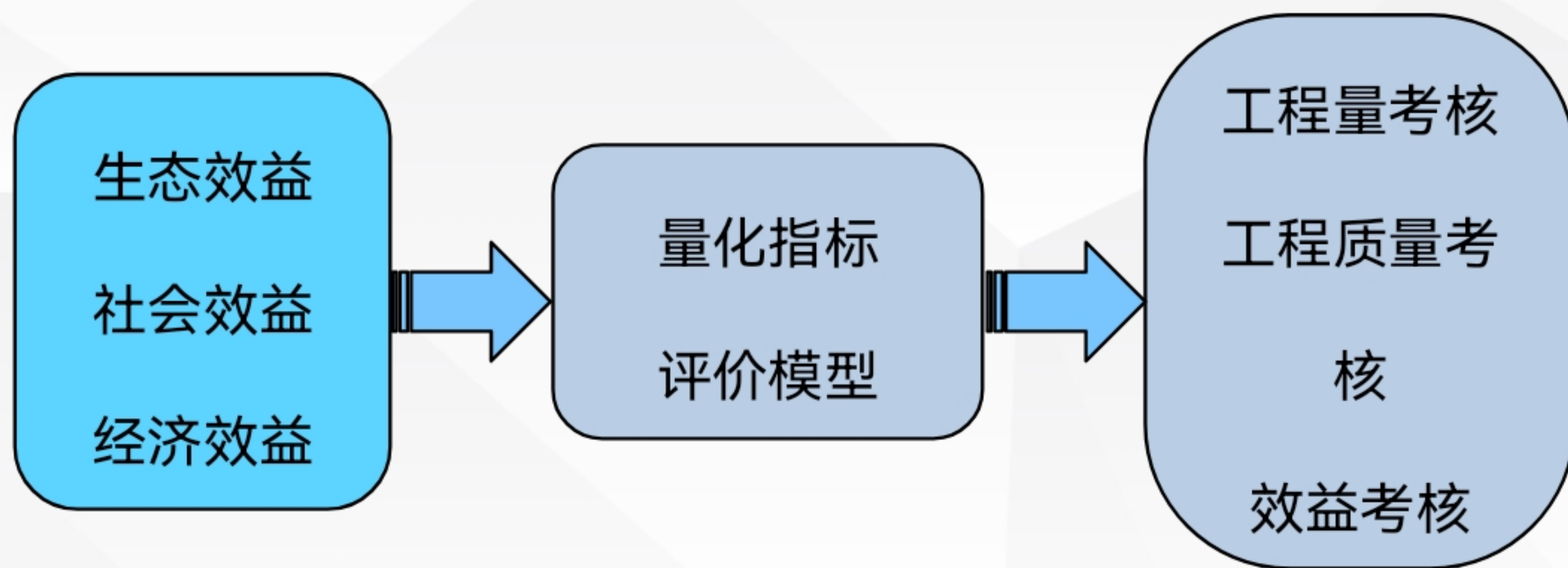


三、加强监测、预防为主

坚持预防为主的原则，加强全面全过程监测，及时发现并解决问题，确保不发生重大危害现象。

按照：保护保育—全面监测—发现并解决问题——消除隐患

四、效益优先、强化考核



从方案开始到勘查设计，到施工、竣工、全过程监测，再到绩效考核，形成闭环管理，全面提升流域水土保持功能，实现生态环境高质量，，为乡村振兴和城乡环境安全和改善提供保障，为黄河安澜提供保障。

管理
提升

加强
监测

科学
研究

测试
试验

技术
创新



谢 谢!