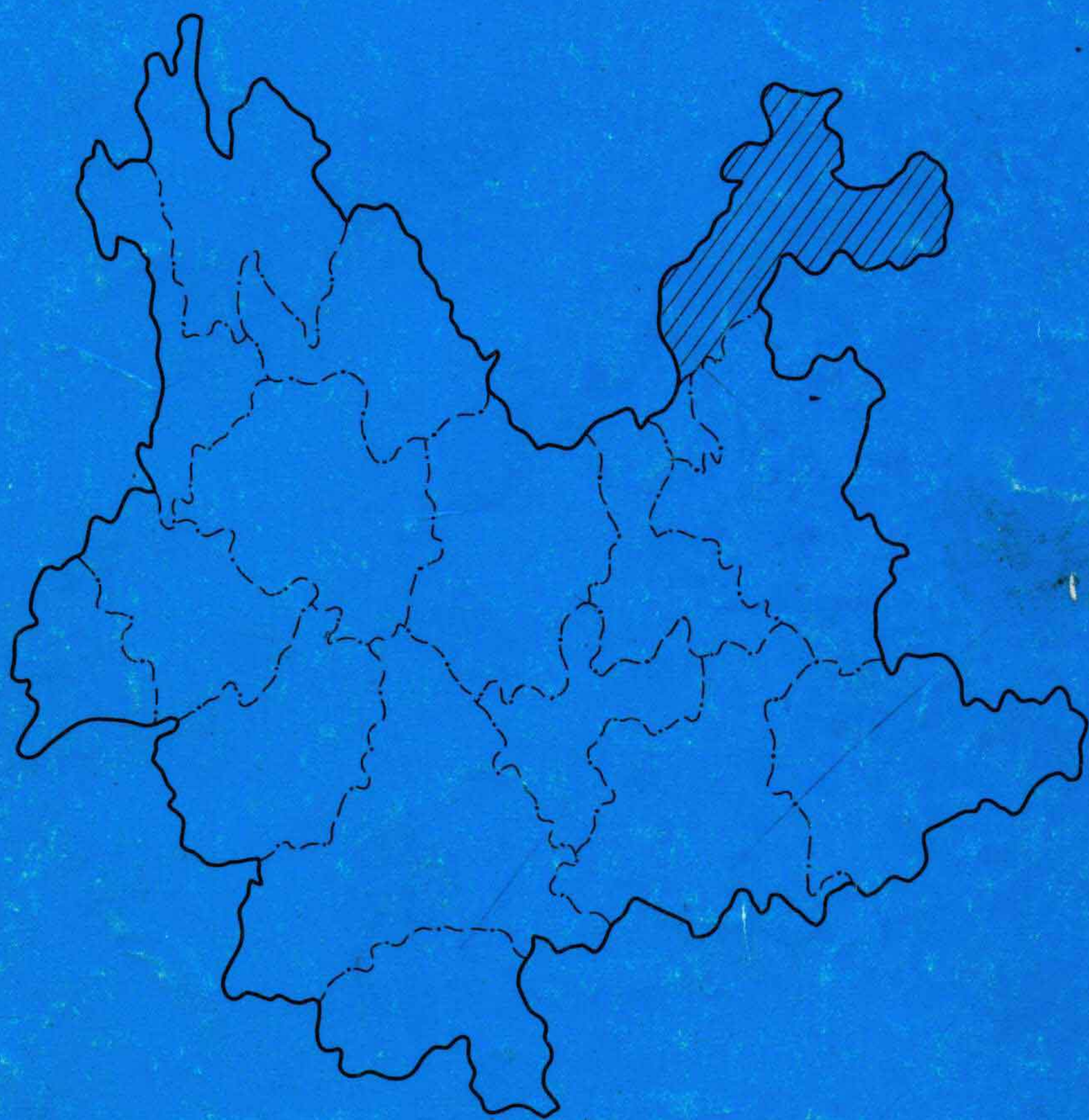


应用遥感技术 调查昭通地区土壤侵蚀报告



云南省水利水电厅
水利电力部天津勘测设计院
一九八七、十二

以
的国

水电部天津勘测设计院

云南省水利水电厅

批准：王建平
审定：茅玉清
审查：茅玉清
项目负责：夏夫川
报告编写：夏夫川

李云鹏
何玉麟
安平 罗希贤 吕大明

主要参加工作人员

遥感编图：夏夫川 遥感编图检查：沈瑞珠
野外调查：夏夫川、闵磊、吕大明
面积量算：张关元、夏风治、殷炳瑄、白桂英
制印工艺：吕端云、高洪儒、韩铭珍、余力

前 言

根据我国土壤侵蚀家底不清的现状,国家计委于1983年向水电部提出“应用遥感技术调查全国土壤侵蚀现状与编制土壤侵蚀图”的任务。其目的是尽快查清目前我国土壤侵蚀现状,为中央有关部门、各流域机构和各省、区、市的国土整治决策和有效地开展水土保持规划工作提供科学依据。水电部据此以(84)水电技字第2号文要求各大流域机构和有关单位应用遥感技术在全国范围内尽快开展这项工作,并列入水电部“六五”计划的科技重点项目之一。

云南省水利水电厅和水利电力部天津勘测设计院,遵循互相协作的精神,于1985年下半年开始,本着边实践边探索、科研和生产相结合的原则,对全省进行土壤侵蚀调查与编制土壤侵蚀图工作。

全部工作以水电部遥感中心颁发的《应用遥感技术调查全国土壤侵蚀现状与编制全国土壤侵蚀图技术工作细则》为依据,结合云南省自然条件,地、州、市分别按1:25万比例尺成图,制订了《应用遥感技术调查云南省水土流失现状与编制土壤侵蚀图技术要求》进行,并提交资料和成果。

昭通地区应用MSS卫星影象包括乐山(1980年4月6日)、昭通(1977年4月13日)、镇雄(1976年4月17日、1983年7月24日)、西昌(1984年1月14日)四幅。限于当时国内某些地区尚缺乏八十年代卫片。因此,有的应用七十年代卫片,但所选择的时相基本符合本次工作要求。这项工作采用目视解译方法。自1986年9月开始室内判读,而后对11县、市进行了实地验证、重点区调查、访问、座谈、收集有关专业近期研究成果资料,并广泛听取了各级政府和有关业务部门对水土保持工作的意见及建议,为全面评价全区水土流失成因、发生和发展提供了可靠依据。在初步完成全区1:25万土壤侵蚀图后,同年12月21日由省水利水电厅、农业区划办公室、农牧渔业厅和水电部天津勘测设计院联合召开了有各地区和重点县专业人员参加的中间成果审定会(本区水电局、区划办及彝良、镇雄两县有关人员到会)。会后根据代表们的意见进行了补充和修改。又于1987年5月由地区农业区划办和地区水土保持办公室有关同志在津对昭通地区土壤侵蚀图(样图)和调查报告(初稿)做了审查。基本肯定了本次调查与编图工作,认为遥感技术应用于土壤侵蚀调查比较客观地反映了本区土壤侵蚀现状,定性和定量符合实际,为地县水土保持规划及其他专业应用提供了科学依据。

在对本区土壤侵蚀调查和编图全过程中,承蒙地、县各级政府和有关业务部门的领导及广大技术干部的大力支持和帮助,使工作得以顺利进行,谨此表示衷心感谢。

目 录

第一章 自然地理与社会经济概况	(1)
第一节 社会经济概况.....	(1)
第二节 地质地貌.....	(2)
第三节 气候.....	(3)
第四节 河流及泥沙.....	(4)
第五节 植被、土壤及土地利用.....	(4)
第二章 土壤侵蚀调查与评价	(6)
第一节 前人研究程度.....	(6)
第二节 确定土壤侵蚀模数的基本途径和方法.....	(6)
第三节 土壤侵蚀强度分级.....	(8)
第四节 潜在危险程度分级.....	(11)
第五节 精度评价.....	(13)
第三章 土壤侵蚀成因与危害	(15)
第一节 自然因素.....	(15)
第二节 人为因素.....	(19)
第三节 危害.....	(21)
第四章 对搞好水土保持工作的建议	(27)
第一节 调整土地利用结构.....	(27)
第二节 退耕还林还草.....	(27)
第三节 迅速增加绿色复盖.....	(28)
第四节 加强领导, 搞好水土保持工作.....	(29)
附录 1 应用遥感技术调查编制昆明、昭通、红河、文山、思茅五地州市土壤侵蚀图中 间成果审定会纪要	
附录 2 (昭通地区野外调查照片)	

第一章 自然地理与社会经济概况

昭通地区位于云贵高原北部，云南省东北部，界于北纬26° 34′ —28° 41′ ，东经102° 52′ —105° 19′ ，东西长241公里，南北宽234公里。西部与大凉山、鲁南山隔江相望；北部、南部位于乌蒙山西侧与黔西北山地毗邻；东北部俯视四川盆地。

第一节 社会经济概况

昭通地区辖11县、市，包括昭通市、鲁甸、巧家、盐津、大关、永善、绥江、镇雄、彝良、威信、水富。本次调查控制总面积为22444.96平方公里，96%属山区。据《昭通地区土地资源调查及评价》一书指出，全区耕地面积实际普查为8772542亩，上报耕地为4801167亩，增加82.71%。耕地占土地总面积（地区使用面积22423平方公里）的26.08%。据1986年统计资料，全区总人口389.15万，其中农业人口366.57万，人口密度达每平方公里173人，人均占有土地面积8.64亩，人均占有耕地2.25亩（普查数）。全区有民族20余个，除汉族外，其它民族共35.69万人，占总人口的9.5%。

粮食总产量由1952年的8.41亿斤，增至1986年的16.5895亿斤（1984年最高达18.9684亿斤），28年平均递增率约为2.34%。但是，由于人口增加过快，人均占有粮食水平由1952年的461斤降至1986年的431斤。全区1986年工农业总产值（绝对数，下同）为121307万元，其中工业总产值为55091万元，农业总产值为66216万元；同年财政收入19313万元，支出22753万元；人均收入50元，支59元。说明本区经济尚不发达。各县经济指标详见表（一）。

一九八六年昭通地区主要经济指标（绝对数）✓ 表（一）

项目 县、市	年 末 总人口 (万人)	工 农 业		工 业		农 业		粮 食		财政收支		人 均	
		总产值 (万元)	人均 (元)	总产值 (万元)	人均 (元)	总产值 (万元)	人均 (元)	总 产 (万斤)	人均 (斤)	收入 (万元)	支出 (万元)	收入 (元)	支出 (元)
昭 通	56.0	27000	4 88	1 7905	323	9095	1 64	24175	437	22 62	3608	41	65
鲁 甸	26.5	4887	1 87	704	27	4183	1 60	11121	425	4 26	1196	16	46
巧 家	43.8	7539	1 74	1291	30	6248	1 44	13716	316	5 53	1521	13	35
盐 津	28.7	7867	2 77	1382	49	6485	2 28	14485	510	4 99	11 34	18	40
大 关	20.5	4381	2 70	1060	52	4421	2 18	9206	453	4 16	10 32	20	51
永 善	34.1	7867	2 32	1498	44	6369	1 88	15123	446	3 67	1403	11	41
绥 江	12.5	5481	3 48	1659	134	2654	2 14	7065	570	5 25	10 13	42	82
镇 雄	92.6	19440	2 12	5833	64	1 3607	1 48	36384	397	15 62	31 38	17	34
彝 良	39.7	78 29	1 99	2542	65	5287	1 35	13484	343	7 39	12 42	19	32
威 信	27.1	9200	3 43	3139	117	6061	2 26	17566	655	8 56	16 31	32	61
水 富	7.6	19884	2641	18078	2401	1806	2 40	3570	474	43 53	12 39	578	165
地区合计	389.1	121307	3 15	5 5091	143	6 6216	1 72	165895	431	19313	2 2753	50	59

注：本表引自《一九八六年的云南》，中共云南省委政策研究室编。

第二节 地质地貌

本区位于康滇古陆边缘，受印度板块仰冲而抬升为云贵高原。构造线以北东向为主，属新华夏构造体系，褶皱和断裂都很发育，褶皱多为宽缓向斜和窄陡背斜相间展布。控制本区基本地形格局的主要大断裂有小江深大断裂，其次为巧家—莲峰、洒渔、朝天马、镇雄、棉纱湾等断裂。主要褶皱构造有昭鲁、龙潭—彝良、石坎、蒿枝坝、洒渔、母享、以萨等向斜；菁门、罗坎、庙埂等背斜。由此形成本区地势由西南向东北倾斜。境内山脉有两大山系组成，大体上以关河为界，河之西南为横断山脉凉山山系五莲峰分支，河之东北为乌蒙山脉向西延伸部分。两大山系均呈北东南西向，山脉犬牙交错，高耸对峙，峰峦叠障，山高谷深。全区平均海拔为1685米，最低点为北部水富县金沙江与横江汇合处的滚坎坝，海拔267米，最高点为南部巧家县药山，海拔4040米，境内地势高差达3773米。

《昭通地区土地资源调查及评价报告》指出，由于本区地理位置及山脉水系构造决定，全区气候具有鲜明的地方特点，从而决定整个生态环境特征和植物群落类型，导致产生一定的农业经济结构方式和一系列农事活动规律。提出本区“两区、五层十一块”的地形划分原则。

两区是指本区彝良、昭通、永善阻挡冷空气南移的一批海拔2500米以上的高山，即从乌蒙山分支的彝良县林口经大黑山、杨家大山、刁岭、头行梁子进入昭通市凉风台，然后沿凉风台折向偏西，经较低凹的钻沟丫口至漏风丫口，即进入走向为从北到南的凉山山系五莲峰分支，经昭通市小金瓜梁子至永善县火草脑包、龙塘梁子、镜子山、燕子岩，终止该县二龙口而下延至务基区回龙坝附近。把上述两大山系所列各高点连成一线，即看出这条线所形成的弧形屏障，起到阻碍北来寒潮南移的作用，完全是地形造成的地方静止锋线，经多年气象资料印证检验，完全吻合，因而可以用此线作为全区平面划分南北和干湿区域的依据。

又根据本区干湿两区共同受到立体气候差异特征的制约，导致生物群落及耕作制度的极大不同，必然要在平面划分的基础上，应用生态综合指标划分的办法，对立体作出明确划分。南北两区都划出五层，即江边、河谷、一般山区、高二半山区、高寒山区。南部一般山区层中，鉴于昭通坝子地势平坦，为全区唯一平坝，单独列为一块。因而，全区实际划分出“五层、十一块”，南部五层六块，北部五层五块。这种从平面划分南北和干湿区的实践，从总体上，与本次水土流失调查的基本规律相似，也可作为本区水土流失成因分析的基本依据。

本区地层出露齐全，前震旦系至第四系均有出露。由于海退海进多次轮回，岩相变化复杂。从影响土壤侵蚀角度出发，本区岩性基本可概括为三大类：即碳酸盐岩类、砂页岩类和玄武岩类。

碳酸盐岩类从前震旦系至三迭系均有出露，分布面广。主要包括泥质结晶灰岩、白云岩、白云质灰岩、龟纹灰岩、生物碎屑灰岩及泥质灰岩等。

砂页岩类从前震旦系到白垩系都有出露，全区均有分布，包括变质细砂岩、石英砂岩、白云质页岩、碳质页岩、砂质页岩、粉砂岩及泥岩。

玄武岩类为二迭系峨嵋群，主要分布在洒渔河与莲峰断裂间的侵蚀高原部分，其他

地区也有零星分布。

第三节 气候

全区降水充沛，分布不均。年平均降水量在658—1230毫米之间，面雨量平均为925毫米。总的分布特点是：北部多于南部，东部多于西部，高海拔多于低海拔。雨季降水量占全年降水量的比例由北部的75—85%，增至南部的85—90%，降水的季节性强，分布集中。按年雨量800毫米等值线为界，少雨区为：金沙江河谷、昭鲁坝子和彝良河谷；多雨区为：北部江边河谷、东部和高山。

多雨区雨日（≥0.1毫米）偏多，在159—230.2天之间，其中盐津、镇雄、威信均在223天以上，占全年总天数的63%以上；少雨区则相反，在110—138天之间，其中巧家只有109.5天，占全年总天数的30.1%，少雨区雨日比多雨区少一倍多。

径流的地理分布与降水量分布相似，北部高值区径流深可达1200毫米，最高值是彝良县北缘为1500毫米；低值区是昭通坝子、江底、黄华等河谷区为100毫米；蒙姑仅50毫米。南北径流深差异非常悬殊。

水面蒸发量的地理分布与降水量相反，即北部和五莲峰山区蒸发量小，西南部蒸发量大，东部镇雄和彝良一带居中。太平—三江口—大东山—威信—一线以北地区，蒸发量很小，仅650毫米（K₂₀=0.65）；金沙江河谷则由永善的850毫米增至蒙姑的2100毫米；江底的蒸发量为1500毫米。

全区主要气候要素详见表（二）

昭通地区主要气候因素多年平均值统计表 表（二）

项目 县别	年均 气温 ℃	极端 最低 气温 ℃	极端 最高 气温 ℃	≥10° 积温	年均 降 水量 (毫米)	雨季 水量 (毫米)	干季 水量 (毫米)	年蒸 发量 (毫米)	年均 相对 湿度 (%)	年均 日照 时数 (小时)	年太阳 总 辐射值 卡/cm ²	年均 有霜 日数 (天)	干旱 指数
昭 通	11.6	-13.3	33.5	3217	738.2	654.7	83.5	1696.1	74	1902.2	119819	135	1.50
鲁 甸	12.2	-11.5	33.0	3417	908.2	793.4	114.6	1843.9	75	1930.8	121788	134	1.32
巧 家	21.1	-0.4	42.7	7299.4	796.4	720.4	75.9	2603.5	57	2179.4	133267	32	2.12
盐 津	17.0	-2.5	41.8	5370.1	1226.2	1011.9	214.3	1083.5	81	965.7	86601	44	0.57
大 关	15.0	-6.4	38.5	4604.5	995.6	878.2	117.6	1121.5	80	1036.9	88968	75	0.73
永 善	16.5	-3.6	38.8	5164.7	663.4	518.8	81.6	1310.3	74	1250.5	96336	55	1.28
绥 江	17.9	-1.7	38.8	5777.6	976.4	841.4	135	1212.0	79	1012.4	88307	25	0.81
镇 雄	11.3	-11.9	33.4	3208.2	913.4	759.2	154.2	1154.0	84	1340.5	100721	148	0.82
彝 良	17.0	-3.7	40.5	5366.6	772.2	702	70.2	1708.6	72	1424.5	103342	72	1.44
威 信	13.3	-9.6	36.0	3965.7	1062.5	830.1	232.4	998.8	85	1036.2	89403	115	0.61
水 富	18.3	-1.9	39.0	5928.8	532.3	814.3	118.0			960.3	85802	39	

注：本表引自“昭通地区畜牧业区划”报告。

第四节 河流及泥沙

一、河流

主要河流有：金沙江下段水系的金沙江、横江、牛栏江、以礼河；长江上游上段干流水系的罗布河、赤水河；乌江水系的以萨河、拨机河等。

金沙江在蒙姑进入本区后沿西部边境至水富出省，流程458公里，平均比降0.93‰。

横江中段称关河，上段为洒渔河、居乐河。河长306公里，区内迳流面积11532平方公里，占本区土地总面积的51.2%，主要支流有白水江、洛泽河等。

洛泽河长166公里，区内迳流面积2310平方公里，比降11.8‰；白水江长128公里，区内迳流面积3236平方公里，比降14.6‰；洒渔河长186公里，区内迳流面积3558平方公里，比降12.5‰。

牛栏江河长469公里，迳流面积2012平方公里，比降6.5‰。

罗布河系南广河上游，迳流面积852平方公里；赤水河迳流面积1903平方公里，比降13.5‰。镇雄南部以萨河、拨机河系乌江水系之发源地，迳流面积692平方公里。其他较大支流有荞麦地河、以礼河、冷水河、大关河、高桥河、海子河、木歪河、母享河、团结河、大汶溪河等。

二、泥沙

实测悬移质含沙量，牛街站0.6公斤/立方米，大沙店站2.93公斤/立方米。详见表（三）

昭通地区代表站悬移质含沙量统计表 表（三）

水系	河 名	站 名	集水面积 (km^2)	多年平均含沙 量 (kg/m^3)	多年平均输 沙量(万吨)	多年平均输沙 模数(T/km^2)	资料年限
金沙江下段	白水江	牛 街	2665	0.60	141	528	1966—79
	关 河	豆沙关	8579	1.58	737	825	1965—79
	洒渔河	菁口塘	2109	2.52	160	761	1958—79
	居乐河	鱼 洞	696	2.78	96.7	1390	1965—78
	牛栏江	大沙店	10870	2.93	1190	1090	1967—79

注：本表引自“昭通地区水资源调查评价与水利化区划附表”

第五节 植被、土壤及土地利用

一、土壤

本区是以亚热带温带并存、季风环流控制的低纬度高海拔的山原地区。共分六个土类，即水稻土、黄壤、紫色土、黄棕壤、棕壤和燥红土。而以红壤类土壤即富铝化土壤系列为主。

土壤的水平地带性分布规律：大体是北部湿润区的黄壤和紫色土，黄壤分布在北部广大地区2200米以下；南部金沙江边半干旱区的红壤和燥红壤。垂直分带规律明显。全区从低到高，地带性土类为燥红土—红壤—黄壤—黄棕壤—棕壤—暗棕壤—亚高山草甸土—亚高山寒漠土；耕地土壤亦有相应的变化，从低到高土种分布为砂土—夹砂土—粗砂土—黄泥—豆面泥—灰泡土。以巧家为例，1200米以下为燥红壤、1200—1600米为山地红褐土壤、1600—2200米为山地红壤、2200—2700米为黄棕壤、2700—3400米为棕壤、3400米以上为高山草甸土。

二、植被

在复杂的地形、土壤、气候及水文环境条件下，形成了不同的森林植被类型。江边区为稀树草丛带；河谷区为常绿阔叶林（北部）或落叶阔叶林（南部）带；一般山区为常绿阔叶针叶（北部）或针叶阔叶（南部）混交林带。高二半山区以灌木林为主，其中南部间有阔叶针叶树木，而北部则灌木占主要优势；高寒山区则以灌木、竹类及草丛为主。较好的林区有绥江的中村、大关的三江口、永善的茂林、蒿枝坝、彝良的朝天马、昭通的苏甲、镇雄的毛坝、威信的高田、巧家的药山梁子等地。

三、土地利用现状

本区属山地结构，立地条件差，人口众多，很多土地利用困难或经济效益低下，土地资源潜力不大。地区农业区划办公室根据国家农业区划委员会部署，于1985年底完成的土地资源调查结果：全区现有耕地8772542亩、林地9484197亩、园地148186亩、经济林475898亩、荒草地10313558亩、水域804520亩、难利用地1473775亩、其他用地1172397亩、田地埂989427亩。其中荒草地占土地总面积的30.66%、林地只占28.20%、而耕地却占26.08%。可见土地利用比例极不合理。详见表（四）

第二章 土壤侵蚀调查与评价

本区历史悠久，人口稠密，山峦起伏，地形复杂，陡坡开荒严重，垦殖指数高，水土流失严重（见照片昭—1），无论是分布范围之广，程度之严重，侵蚀类型之多样，堪称全省之冠。已引起各级领导的重视。

第一节 前人研究程度

为了摸清本区水土流失现状，有关部门做了一定的调查研究工作。1981年国家农委水土流失调查组曾对巧家、彝良两县进行调查。其侵蚀强度分级标准为：无明显侵蚀（500吨/平方公里·年）、轻度侵蚀（500—3000吨/平方公里·年）、中度侵蚀（3000—8000吨/平方公里·年）、强度侵蚀（>8000吨/平方公里·年）。调查结果表明，巧家县平均土壤侵蚀模数为5494吨/平方公里·年，彝良县为5708吨/平方公里·年。

在1984年进行水资源调查评价中，根据上述标准，在对典型县调查基础上，勾绘编制了全区1:50万水土流失分布图。流失面积6890.48平方公里，占全区土地总面积的30.73%。其中强度流失面积1176.80平方公里，中度流失面积2017.16平方公里，轻度流失面积3712.32平方公里。易发生泥石流面积为629.99平方公里，占流失面积的9.14%。

与此同时，各县开展全国第二次土壤普查和全国综合农业区划等，又根据本系统要求，提出相应的流失面积。如巧家县综合农业区划报告提出全县流失面积占土地总面积的28.28%（1981年国家农委水土流失调查组调查结果为40.96%）。可见，部门间数字出入较大。

第二节 确定土壤侵蚀模数的基本途径和方法

侵蚀模数是表示侵蚀强度大小的一个重要数量指标，是进行水土保持规划的重要依据。如何真实全面地表达自然和人为条件下的土壤侵蚀现状，关键在于确定土壤侵蚀模数。鉴于目前本区尚缺乏试验研究和典型定量调查资料，要想确切地评价不同侵蚀类型的侵蚀强度等级，难度很大。遥感技术只是一种手段，在获取土壤侵蚀诸因子信息中，无论是人的目视判读还是计算机处理，目前还不能完全从影象中获得定量依据。影响土壤侵蚀诸因子中，气象、土壤质地、地貌、植被以及人类活动都是复杂的定性变量。实际需要解决的是如何根据这些定性变量来确定侵蚀量，实现定性变量向定量的方向转化。本次调查试图从侵蚀诸因子中确定控制指标和主导因子，实现土壤侵蚀定量和等级划分。

为保证并满足本次技术要求，力求通过以下调查成图工作程序（见土壤侵蚀调查成图工作程序方框图），达到定性和定量的统一。因此，在利用遥感信息、充分掌握研究区一切可利用的资料和成果的同时，加强了实地重点调查，以获取更多的定量依据。具体方法如下：

一、利用已有调查成果作参考区

利用本区已有调查成果作确定定量的参考区，是室内定量予判的依据之一。在方法上把原调查勾绘的图斑与卫星影象相匹配，从中找出影象特征与侵蚀等级之间的关系，根据定性因子定量化的原则，肯定其合理部分，这部分即为确定类似地区侵蚀模数的参考区。如1981年国家农委水土流失调查组所提供的巧家、彝良两县1：20万水土流失分布图中，彝良县城洛泽河两岸，原定为极强度侵蚀等级，但从影象特征和参考其他有关资料，两岸侵蚀特征差异明显，东岸地面坡度平缓，耕地利用方式较为合理。因此把东岸侵蚀等级定为强度，并根据影象特征修订边界。用这种方法所确定的侵蚀等级，经实地验证基本正确。

二、重点流失区调查，确定参考区

重点流失区调查，反映了比较大的范围内土壤侵蚀的基本表现形式、严重程度及其表现形式，也集中反映了县、区有关领导和技术人员长期认识并熟知该地区土壤侵蚀的客观实际，便于综合分析影响土壤侵蚀各因素之间的主次关系，从而为确定其他类似地区（这种地区完全可以从卫星影象上获得）的侵蚀强度等级提供了可靠依据。本次调查重点区70余个。在调查过程中，根据全国统一技术标准，从影响土壤侵蚀诸因素出发，于现场与各级领导和技术人员进行充分讨论，确定等级。对于不能到达的地区通过全面介绍情况，结合影象特征，与已经调查的重点区进行对比分析确定侵蚀等级。

三、野外侵蚀样方测定

野外样方测定，虽是取得定量依据的一个方面，但样方测定任意性大，面积小，并受调查季节限制，只能作为确定侵蚀模数时参考。本区野外调查是在9月下旬至11月上旬进行，正值雨季之后，反映了全年降雨对地面综合作用的结果。在对不同坡度、不同作物、不同成土母质的各类耕地进行面蚀和细沟侵蚀量测定表明，年面蚀深一般在0.7—3.5厘米之间，足见不同坡度耕地土壤侵蚀的严重程度。调查结果详见表(五)。

四、路线调查

路线调查是进行实地调查的又一个重要方面。它具有视域广、速度快和真实之优势，便于在较大范围内建立起地形、岩性、植被、土壤和侵蚀强度等级划分等项内容的直接解译标志。调查路线两侧宽度一般在一公里左右。本区路线调查行程约3500公里，相当于复盖实地面积3500平方公里左右，占土地总面积的16%。与此同时，对有代表性的侵蚀类型和侵蚀特征进行拍照，以便在室内对这些典型实例进一步作定量描述。

五、水库淤积资料分析

通过对小型水库和坝塘淤积量分析、能够确定集水范围内不同侵蚀类型的侵蚀强度。但本区在这方面所做工作不多，只能通过有关资料的定性描述，结合影象特征，来达到定量分析的目的。如彝良县白杨水库，集水面积12.13平方公里，从影象看，集水范围内可分为两种侵蚀类型，一是植被盖度在30—50%、以坡耕地为主类型，二是植被盖度大于70%的类型。据库容测定，一次降雨库内淤积7.5厘米（不包括溢洪道排沙），再根据坡耕地侵蚀量测定，把植被盖度为30—50%的类型定为强度侵蚀是符合实际的（见照片昭—2）。

六、水文测站泥沙资料分析

选择一些控制面积小，类型单一，观测系列长、在侵蚀类型上有代表性的观测站，

便于综合分析不同侵蚀类型和人为活动对土壤侵蚀的影响。如居乐河上的渔洞测站迳流范围内（见表三），按输沙总量，平均输沙模数为1390吨/平方公里·年,属轻度侵蚀。从影象看，水土流失严重地区是在龙树河上游西岸，这一带属紫色砂页岩,坡耕地集中，流失严重。由河流输沙测得的主要为悬移质泥沙部分，其余在长距离搬运过程中堆积山麓、沟口或淤积河道上中游。在利用该资料过程中，首先对迳流范围进行侵蚀分类，然后按输移比及不同岩性产沙特点确定该区为强度侵蚀。这样，通过输沙量的宏观控制，利用影象特征提炼出局部地区的严重性。经实地调查符合实际。

通过上述途径和方法，充分利用各种研究和实地调查资料，把这些典型资料相应地点绘到卫星影象上，使每一定性变量因子和定量因子综合地反映在根据影象特征所圈定的侵蚀类型上，形成综合影象模式。这个模式基本上以植被盖度（林、灌、草综合复盖地表的百分比）作为控制指标。因植被在自然界中对拦截雨滴和控制地表迳流起着举足轻重的作用，是制约土壤侵蚀最有效的因子，也是卫星影象（假彩色合成片）中最敏感的因素。这样，使在自然生态平衡中起主导作用的植被因子与真实地再现地表特征的卫星影象有机地统一起来。同时考虑到本区水热条件较好，植被自然恢复能力较强，一般具有多层结构的特点。所以，一般在植被盖度大于70%时,该类型确定为微度侵蚀等级；对于小于70%的植被盖度等级，通过全省调查和有关研究资料分析，一般也可与侵蚀强度分级标准建立相对应的关系。既符合省里以往所定标准，亦符合长江流域水土保持若干技术标准（暂行规定）“大于5°的坡耕地和林草复盖度小于90%的非耕地可看作易产生水土流失”。对于非自然植被复盖地区，根据耕地利用方式和地貌类型，如为梯田（地）、台阶地，则侵蚀等级也作相应调整。

第三节 土壤侵蚀强度分级

土壤侵蚀强度即单位面积上的土体损失量，说明某地区土壤损失量是否达到或超过允许损失量即有害的程度。本次调查，根据水电部和我省的技术规定，土壤允许损失量（微度侵蚀）为<500吨/平方公里·年，剧烈侵蚀为>15000吨/平方公里·年，两值之间分出其余四个等级（详见表六）。

全国土壤侵蚀强度分级标准（多年平均值）

表（六）

分 级	侵蚀模数 T/KM ² ·年	侵蚀深度 (mm)
1、微度（无明显）侵蚀	< 500	< 0.4
2、轻度侵蚀	500— 2500	0.4— 2
3、中度侵蚀	2500— 5000	2 — 4
4、强度侵蚀	5000— 8000	4 — 6
5、极强度侵蚀	8000— 15000	6 — 12
6、剧烈侵蚀	> 15000	> 12

（一）、不同侵蚀强度分布范围及面积

全区无明显侵蚀面积为9084.47 平方公里，占土地总面积的40.47 %；流失面积为13362.49平方公里，占土地总面积的59.53 %，全区多年平均侵蚀量为4665万吨，平均侵蚀模数为2079吨 / 平方公里·年，年侵蚀深1.64毫米。

不同侵蚀等级分布及面积简述如下：

1、剧烈侵蚀。本区包括两种类型，即易发生泥石流区和硫磺等矿区。易发生泥石流区的重力侵蚀量，根据省内小江和大盈江流域有关资料以及巧家县对水碾河、白泥沟所作详细调查表明，侵蚀模数均在15000 吨 / 平方公里·年以上。主要分布在巧家县金沙江沿岸的水碾河、白泥沟、老城河及稀饭沟等；其次是昭通市盘河下游，由于历年来两岸毁林开荒，失去水源涵养林，泥沙俱下，洪涝成灾，为排除洪涝，加大过水断面，从五十年代扩大沟口至今河床已下切近80余米（见照片昭—3），该区五寨乡政府所在地已面临河槽下切旁蚀的威胁；硫磺生产区地表已全部裸露，无论是砂页岩或碳酸盐岩类，均处于强酸性污染及沟蚀、面蚀状态（见照片昭—4），并大量排泄矿渣（见照片昭—5），主要分布在镇雄县的母享、坡头区以及六十年代开采现已停采的泼机和以勒区；其次是威信县的罗布、高田两区。本强度等级流失面积为118.39平方公里，占土地总面积的0.53%，占流失面积的0.89%。局部地区泥石流及滑坡等重力侵蚀类型，因其范围小于最小成图图斑要求，则用符号表示（详见昭通地区土壤侵蚀图），其量也不作为所在图斑侵蚀等级的依据。

2、极强度侵蚀。分布在牛栏江、金沙江、白水江牛街以上及洛泽河上游，包括巧家县小河、红山、茂租、荞麦地和蒙姑等区；鲁甸县龙头山区；昭通市炎山区；彝良县城西部和洛旺区；镇雄县罗坎区等地。本强度流失面积为329.18平方公里，占土地面积的1.47%，占流失面积的2.46%。

3、强度侵蚀。各县均有分布。巧家县东坪、蒙姑、大寨等区及牛栏江沿岸；鲁甸县梭山、龙头山、乐红、火德红、大水井、龙树等区；永善县黄华、大兴、码口、莲峰、马楠等区；彝良县的奎香、牛街、海子、花桥等区；盐津县的普洱、豆沙等区；大关县的天星、上高桥、墨翰、黄葛等区；绥江县的三江口、境西金沙江沿岸；镇雄县的以萨、五德、牛场、坪上等区。本强度流失面积1935.72 平方公里，占土地总面积的8.62%，占流失面积的14.49 %。

4、中度侵蚀。分布普遍，一般植被盖度在30—50%。流失总面积为5217.29 平方公里，占土地总面积的23.24 %，占流失面积的39.04 %。

5、轻度侵蚀。分布在植被盖度为50—70%或农业土地利用方式较为合理的地区，流失总面积为5761.91 平方公里，占土地总面积的25.67%，占流失面积的43.1 %。

6、微度（无明显）侵蚀。植被盖度大于70%、坝子区及台阶地，面积已如上述。

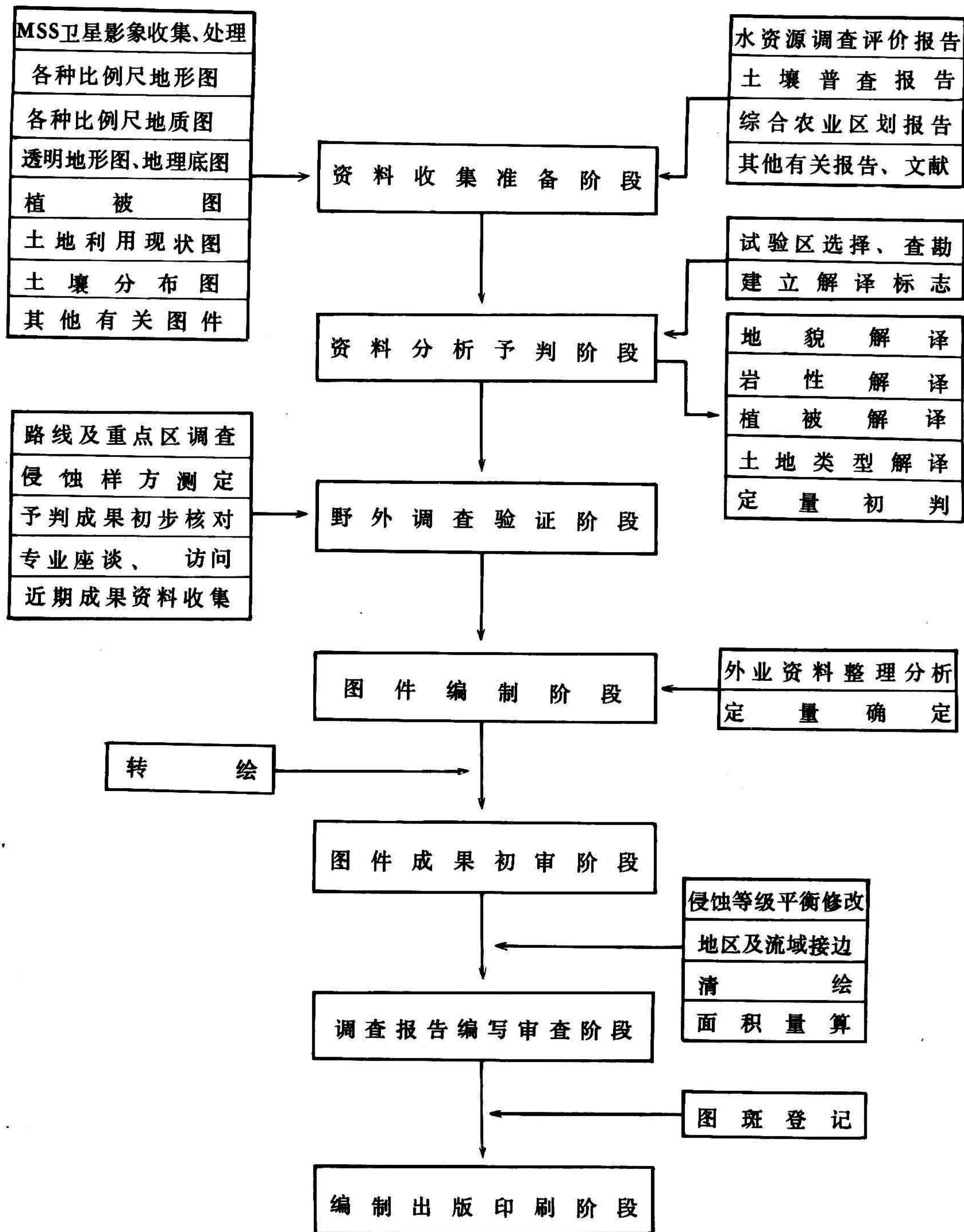
各县不同侵蚀强度等级面积汇总详见表（七）。

各县不同侵蚀强度多年平均侵蚀量汇总见表（八）。

（二）、土壤侵蚀分布基本特征

以上调查结果表明，本区土壤侵蚀基本反映出三个特点，一是面积普遍，这与本区坡耕地面积大和森林植被破坏严重密切相关；二是滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀严重，

云南省土壤侵蚀调查成图工作程序方框图



这与地形、构造、岩性密切相关；三是沟蚀,包括细沟和冲沟发育，尤其是江边和坡脚，有些地区朔源侵蚀严重。这些特点具体表现在以下几个方面。

1、土壤侵蚀与人类活动密切相关。如昭鲁坝子，人口稠密，人类活动频繁，周围山地已处裸露，坝子周围水库淤积日趋严重就是例证，已形成一个侵蚀强度在中度和强度的包围圈（见照片昭—7）。镇雄县人口密度已达每平方公里242 人，为全省山区县之冠，全县水土流失面广，强度大。

2、江边河谷严重。突出地表现在金沙江、牛栏江、洒渔河、洛泽河、白水江、关河、赤水河等及其支流。在河谷深切，山高坡陡，物质疏松的特定条件下，加之人类不合理活动，造成侵蚀严重，强度以上侵蚀等级基本分布于这些地段，也是泥石流、滑坡等重力侵蚀发生地。

3、工矿集中区严重。包括煤矿、硫磺矿、采石场以及其他矿体集中开采区，其原因已如前述。

4、坡耕地集中区严重。如镇雄县垦殖指数已达40％以上，稍有土层地区均被垦殖，该县播拉沟从沟头至沟口两岸全部为坡耕地，大部为顺坡耕作，致使迳流速度快，汇集时间短形成坡面流，加剧了对下部的冲刷，播拉沟近1000亩沟坝地被洪水所埋，就是一例（见照片昭—8）。

5、坡向与岩层倾向一致区。往往引起整个坡面下滑，出现“光石板”（见照片昭—9）。

6、公路及沟渠沿线流失严重，其破坏方式呈条带状展布。由于自然坡面破坏或公路、渠道穿过地层脆弱部位，形成滑坡、崩塌等重力侵蚀（见照片昭—10）

第四节 潜在危险程度分级

潜在危险程度是指有效土层厚度与年侵蚀深度之比。有效土层厚度在山地丘陵系指有可能生长作物的松散层厚度。

本区山地土壤大多耕层浅薄，经不起流失，加之地形坡度大，流失速度快，土壤退化和土地生产力下降的潜在危险更为突出。从侵蚀模数与土壤允许流失量的比值，在本区山区达 5－30倍，侵蚀量已经大大超过允许流失量，使广大范围内都不同程度地存在着潜在危险性，有些地方已发生“土壤危机”。为此，考虑到农业生产、人类生存基本条件以及目前流失严重性，把有效土层厚度的下限定到犁底（B）层，即一旦失去表土层，经过施肥、土壤改良等耕作措施后仍然能在目前的犁底层上进行耕作。分级标准见表（九）

潜在危险程度分级标准 表（九）

分 级	抗蚀年限（年）（多年均值）
1、无险型	> 1000
2、较险型	1000－ 100
3、危险型	100－ 10
4、极险型	10－ 1
5、毁坏型	< 1

在确定有效土层厚度时，参考了各县土壤普查资料，对本区三大岩类，从海拔380 — 3140米，坡度 5° — 60° 的近400 个自然土和耕作土土壤剖面样点统计分析表明，有效土层厚度以土石质（30—70厘米）居多。碳酸盐岩类成土母质发育之土壤，共178 个样点，其中石质（<30厘米）42个，土石质124 个；玄武岩类成土母质发育的土壤样点76 个，其中石质14个，土石质53个；砂页岩类成土母质发育的土壤样点141 个，其中石质46个，土石质81个。但是，在成图过程中，每个图斑所控制的面积较大，同一图斑的不同部位，其坡度、坡型和土层厚度就有较大差异，就该图斑而言，只是一个平均值。总的特点是江边河谷两侧坡陡，有效土层就薄，石质居多，山体挺拔地区亦薄；而坡度平缓处有效土层就厚些。

在有效土层厚度相同的条件下，土壤抗蚀年限取决于侵蚀强度大小。因此，土壤侵蚀潜在危险程度与侵蚀强度大小密切相关。无疑，其分布特点亦与侵蚀强度分布基本相一致。如毁坏型主要指易发生泥石流地区和工矿集中区。泥石流往往具有突发性和极大的破坏性，所造成之后果，难以恢复；硫磺集中开采区又属另一类型，其特征将在第三章述及。又如极险型，基本上是处于极强度侵蚀状况下。

经量算，本区潜在危险程度属于无险型的面积为10503.33平方公里，占土地总面积的46.80 %，抗蚀年限小于1000年的面积为11941.63平方公里，占土地总面积的53.20%，其中较险型面积为8833.46平方公里，占土地总面积的39.36 %，危险型的面积为2905.79平方公里，占土地总面积的12.94 %，极险型的面积为104.94平方公里，占土地总面积的0.47%，毁坏型的面积为97.44 平方公里，占土地总面积的0.43%。

各县不同潜在危险程度面积详见表（十）。

昭通地区不同潜在危险程度面积汇总表 单位：平方公里 表（十）

项目 县、市	土地总 面 积	无 险 型		较 险 型		危 险 型		极 险 型		毁 坏 型		各级危险 程度合计	占土地 面积%
		面 积	占土地 面积%	面 积	占土地 面积%	面 积	占土地 面积%	面 积	占土地 面积%	面 积	占土地 面积%		
合 计	22444.96	10503.33	46.80	8833.46	39.36	2905.79	12.94	104.94	0.47	97.44	0.43	11941.63	53.20
昭通市	2170.37	1183.71	54.54	728.22	33.55	250.85	11.56	7.59	0.35			986.66	45.46
鲁 甸	1485.45	539.23	36.30	628.22	42.29	318.00	21.41					946.22	63.70
巧 家	3195.55	1060.74	33.19	1124.65	35.19	918.96	28.77	46.14	1.44	45.06	1.41	2134.81	66.81
盐 津	2029.83	1344.73	66.25	625.24	30.80	59.86	2.95					685.10	33.75
大 关	1724.77	770.69	44.68	754.63	43.75	199.45	11.57					954.08	55.32
永 善	2769.19	1527.37	55.16	857.63	30.97	382.43	13.81	1.76	0.06			1241.82	44.84
绥 江	751.07	425.67	56.68	299.25	39.84	26.15	3.48					325.40	43.32
镇 雄	3698.14	1289.70	34.87	2032.76	54.97	287.21	7.77	36.09	0.98	52.38	1.41	2408.44	65.13
彝 良	2804.16	1218.64	43.46	1150.07	41.01	435.45	15.53					1585.52	56.54
威 信	1393.08	883.88	63.45	472.49	33.92	23.35	1.67	13.36	0.96			509.20	36.55
水 富	423.35	258.97	61.17	160.30	37.86	4.08	0.97					164.38	38.83

全区土壤侵蚀综合要素剖面示意图见插图1、2

第五节 精度评价

遥感技术在土壤侵蚀调查与制图的研究曾在小面积试验应用，但在大面积的现状调查与制图仍是一项探索性的研究工作。为便于在生产实践中应用此项成果，客观地评价调查精度是十分必要的。

一、遥感技术的优势与特征

影响土壤侵蚀的因素主要包括地形、岩性、植被、降雨和土地利用等，卫星影象对区域地貌特征和构造形迹反映直观；自然景观中最敏感的植被因子，卫星影象清楚地显示出平面分布位置和垂直变化规律，其红色密度大小便于确定植被盖度等级；采用汛前时相，耕地、荒草地等与其他地物因子在光谱特征上的差异，易于判读。因此，各种定性因子基本上都能从影象中获取，加上各种基本资料的充分应用，如利用各县土地利用现状图等，其判对率更高。由于影象层次清楚，一旦建立了解译标志，所勾绘的侵蚀类型界线精度要比用常规方法高得多。图中所反映出来的不同侵蚀等级平面位置正确，规律性较强，无疑利用卫星影象获取土壤侵蚀因子信息是有效的。

二、《技术工作细则》要求具体，标准明确

本次调查采用多名法双指标命名的原则，既考虑了影响土壤侵蚀诸定性因子在不同侵蚀类型中的地位和作用（包括对控制指标和主要因子的确定），又着重解决了两个定量问题，即侵蚀强度和侵蚀速率分级。全面地反映出不同侵蚀类型的各个要素。这是以往调查研究过程中所没有的。在中间成果审定会上，与会代表一致认为该技术要求切实可行。

三、工作步骤与方法体现了综合研究的科学性

为实施本次技术要求，采用了如上述框图所列的工作程序，该程序充分体现了水土保持这门边缘学科的综合性和复杂性。体现了丰富的影象信息与利用已有资料相结合、室内予判与实地调查、座谈、访问相结合、专业间纵向与横向相结合、定性与定量相结合的基本原则，形成了多层次信息系统。野外调查采用了点、线、面相结合的方法。通过上下结合，无论是对所编制的土壤侵蚀图还是编写的调查报告，均经过认真核实、审查和修改，使得所编制的土壤侵蚀图做到地、县之间平衡，突出重点，弥补了有些县因以往基础工作薄弱和对土壤侵蚀研究程度相对不足等困难。

四、定量精度的解决

解决好定量问题是一项综合性、复杂性和难度较大的工作。解决本次调查定量的关键是运用丰富的影象信息，占有各专业翔实的调查研究资料和在大量野外调查工作量的基础上，经综合分析建立定量参考区，实现同一影象特征，侵蚀因子近似的类比原则确定侵蚀等级。另外，根据全国规定标准，同一侵蚀强度的侵蚀模数上下限数值变化幅度约在2—4倍。因此，只要方法恰当，即可获取满足中小比例尺成图的定量要求。

五、对本次调查流失面积的基本估价

面积量算结果表明，本次调查提供的流失面积均比以往历次调查数字为大，除了本区水土流失日趋加剧之外，原因是多方面的。

1、对土壤侵蚀的概念认识不一致