

中国

小流域治理管理的 理论与实践

水利部国际经济技术合作交流中心 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书结合黄土高原水土保持工作的实践和小流域治理管理积累的经验,论述了水土保持生态补偿机制探索;黄土高原水土保持对水资源与环境影响,水土保持与农村可持续发展评价,水土保持生态建设项目的运行管理机制等内容,可供水土保持等部门的管理人员和专业技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国小流域治理管理的理论与实践/水利部国际经济技术合作交流中心著. —北京:中国水利水电出版社, 2008

ISBN 978-7-5084-6146-5

I. 中… II. 水… III. 小流域—综合治理—研究—中国
IV. P344.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 197175 号

书 名	中国小流域治理管理的理论与实践
作 者	水利部国际经济技术合作交流中心 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	140mm×203mm 32 开本 9.125 印张 245 千字
版 次	2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《中国小流域治理管理的理论与实践》

撰写委员会

主 任 于兴军

副 主 任 朱 绛 李 戈 宁堆虎
 鲁胜力

撰写人员 朱 玮 王 越 董雁飞
 杨新民 田 硕 陶 杉

前 言

我国是世界上水土流失最严重的国家之一。中华人民共和国成立以来，各级政府投入了大量人力、物力和财力，组织动员各方面的力量，进行了长期不懈的努力，水土保持工作取得了显著成效。但是由于历史、自然以及社会经济发展水平等因素所限，我国水土流失依然严重。大力推进水土保持、加快水土流失防治进程是我国生态文明建设的一项重大战略任务。

“中国小流域治理管理项目”是中英世行合作项目旨在总结世界银行贷款黄土高原水土保持项目的经验，完善水土保持监测评价体系，探索小流域可持续管理模式，并向国内外宣传推广。自2004年以来，项目在监测评价、示范建设、宣传推广等方面开展了大量工作，取得了很多宝贵的经验和良好的示范效果。

在项目实施过程中，我们组织开展了“中国水土保持生态功能补偿机制研究”、“中国水土保持与农村可持续发展研究”、“水土保持对水文水资源与水环境的影响研究”、“黄土高原生态建设项目的运行管理机制和可持续发展保障研究”和“小流域可持续发展综合治理管理模式研究”五项政策研究。这些研究成果均已通过相关部门的验收得到充分肯定。

为进一步扩大项目成果的宣传，水利部国际经济技术合作交流中心组织撰写了《中国小流域治理管理的理论与实践》一书，希望能给广大水土保持工作者和研究人员提供一些有益的参考资料，同时也希望更多的学者关注水土保持方面的研究工作，促进水土保持工作达到新的水平。

在编写过程中，得到了有关部门和单位的领导和同仁的大力

支持，在此表示衷心感谢！由于水平有限，时间紧迫，该书难免有疏漏或不妥之处，请广大读者赐教指正。

水利部国际经济技术合作交流中心主任 **于兴军**

2008 年 11 月

【 目 录 】

前言

1 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 研究的目标与内容	10
1.3 研究方法与技术路线	13
1.4 主要结论与成果说明	15
2 水土保持生态补偿机制探索	20
2.1 水土保持与生态系统	20
2.2 水土保持生态功能补偿的基础理论	39
2.3 水土保持生态功能补偿实践	57
2.4 水土保持生态功能补偿分区及补偿要素	69
2.5 水土保持生态功能补偿法律政策体系	81
2.6 中国水土保持生态补偿的实践效果	90
2.7 生态补偿的几点建议	97
3 水土保持对水资源与水环境的影响	100
3.1 黄土高原典型小流域的选取与技术体系	100
3.2 黄土高原水资源与水环境的演变特征	109
3.3 水土保持措施对水资源与水环境效应的成因计算	119
3.4 水土保持对水资源与水环境效应的模拟分析	148
3.5 沟道坝系水资源效应的模型试验	162
3.6 黄土高原水土保持政策建议	175
4 水土保持与农村可持续发展评价	178
4.1 水土保持满意度调查与分析	178
4.2 水土保持政策回顾与效果评价	190
4.3 水土保持效益评价	194
4.4 水土保持与农村可持续发展关系分析	208

4.5	水土保持促进农村可持续发展的对策与措施·····	218
5	水土保持生态建设项目的运行管理机制 ·····	224
5.1	基本概念界定·····	224
5.2	运行管理机制的内涵与任务·····	228
5.3	政府主导型的运行管理机制·····	239
5.4	市场全程主导型运行管理机制·····	248
5.5	典型案例分析·····	260
5.6	可持续发展保障措施·····	266
	参考文献 ·····	274

绪 论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

水土资源是人类生存和发展的基本条件，是一个国家农业、国民经济和生态环境的重要基础。我国人口众多，水土资源短缺，生态环境问题严重，全国水土流失面积 356 万 km^2 ，占国土总面积的 37.6%，平均每年土壤流失量 50 亿 t。局部地区形势非常严峻，已经给国民经济和生态环境带来严重影响。近 50 年来，因水土流失损失的耕地达 5000 多万亩，平均每年约 100 万亩。水土流失严重地区多位于大江大河的中上游地区和水源区，是我国生态环境脆弱、经济发展滞后的地区。在我国诸多生态环境问题中，水土流失涉及范围广、影响大、危害重，是生态恶化的集中反映，已成为制约经济社会可持续发展和构建和谐社会的重大环境问题之一。

从 1994 年开始，以控制水土流失，减少入黄（河）泥沙，改善生态环境，增加当地农民收入为宗旨的“黄土高原水土保持世界银行贷款项目”，先后对山西、陕西、甘肃和内蒙古四省（自治区）的流域治理项目扶持实施了两期（见表 1.1），取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益。为了全面评估黄土高原世界银行贷款项目实施对改变当地贫困产生的影响，以及对研究区域的实施经验进行系统的总结提高，进一步完善中国生态建设

表 1.1 黄土高原水土保持世界银行贷款项目县级基本气候特征值

省 (自治区)	一期项目 (市、区、县)	二期项目 (市、区、县)	年平均气温 (℃)	≥10℃ 积温 (℃)	平均年降雨量 (mm)
山西	临汾	阳曲	8.7	3303	453.8
	大宁	古交			
	吉县	介休	10.4	3580	493.9
	隰县	灵石			
	蒲县	临汾	12.2	4151	515.8
	忻州	乡宁	9.9	3326	570.1
	偏关	吉县	9.9	3361	575.9
	保德	偏关	7.4	3052	411.1
	河曲	保德	8.7	3250	493.7
	吕梁	朔州	6.9	2855	437.0
	兴县	平鲁	5.4	2461	435.2
内蒙古		右玉	3.6	2224	443.0
		山阴	9.0	2922	397.2
	鄂尔多斯	达旗	6.1	2942	310.3
	达旗	东胜	5.5	2499	400.3
	东胜	准旗	7.2	3118	401.5
	准旗	伊旗	6.2	2754	357.5
		清水河	7.1	2930	409.0
陕西		和林	5.6	2769	417.6
		包头	6.4	2964	308.8
	延安	安塞	8.8	3177	492.4
	安塞	延长	10.2	3705	529.8
	延长	宝塔	9.4	3270	549.9
	宝塔	长武	9.2	3025	585.9
	榆林	彬县	11.1	3616	553.2
	榆阳	旬邑	9.1	3073	578.1
甘肃	佳县	淳化	9.9	3282	590.6
		永寿	10.8	3453	590.1
	庆阳	环县	8.5	3058	407.2
	环县	华池	8.0	2896	501.6
	正宁	庆城	9.4	3209	537.0
	庆城	镇原	9.4	3191	504.2
	西峰	平凉	8.6	2892	511.4
	合水	泾川	10.0	3335	549.9
	宁县	庄浪	8.0	2677	548.0
		静宁	9.1	2539	479.3
		崇信	9.7	3262	546.4
		华亭	7.9	2694	606.7
		灵台	8.6	2832	637.7

项目的评价体系，加强我国小流域治理工作的管理水平，提高我国流域治理项目的实施效果，2003 年 12 月，英国国际发展部（DFID）与我国财政部正式签署项目协议，提供 494.8 万英镑的赠款，在世界银行贷款项目基础上，实施“英国赠款小流域治理管理项目”。

1.1.2 研究区域的自然概况

研究区域的地理位置为北纬 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，东经 $102^{\circ}\sim 113^{\circ}$ 。南北跨越了森林带、森林草原带和典型草原带，地貌类型有黄土塬区、黄土丘陵、沙地等类型，自然条件复杂多变，气候条件恶劣，治理难度大。大部分属于半干旱气候，不仅降水量少，蒸发量大，而且暴雨集中，强度大，再加上起伏不平的地形地貌和疏松易蚀的黄土，以及随着人口和社会经济发展，越来越剧烈的人类活动影响，从而加速了水土流失，加剧了土地沙化、草原退化，使得生态环境日益恶化，土地日趋瘠薄，农业生产低而不稳，群众生活比较贫困。

研究区域主要涉及黄土高原沟壑区、黄土丘陵沟壑区和风沙区三个不同的水土流失类型区。高原沟壑区和丘陵沟壑区的共同特点是：荒山秃岭，坡陡沟深，水土流失严重。高原沟壑区除 $30\%\sim 40\%$ 的原面平坦外， $60\%\sim 70\%$ 的沟壑深切，水蚀与重力侵蚀并存，沟岸扩张，沟床下切，沟头延伸，蚕食原面；丘陵沟壑区梁峁连绵，地形破碎，坡面面积占 $50\%\sim 60\%$ ，沟壑面积占 $40\%\sim 50\%$ ，以水蚀为主，兼有重力侵蚀；风沙区沙丘密布，间有沙间滩地，植被破坏后形成流动丘，地形波状起伏，梁平坡缓，地面切割较浅，是预防风沙危害的保护重点。研究区域的土地坡度组成见表 1.2。

研究区域具有典型的大陆性气候特征，其主要特点是：降雨量少而集中，年际变化大，年内分配极不均匀，多年平均年降水量由南部的约 650mm 到北部的 300mm，而且，年内和年际间变化剧烈， $60\%\sim 70\%$ 集中分布在 6~9 月，多以暴雨形式出现。降雨量地域间差异大，多年平均年降雨量局部最大的泾河项目区

表 1.2

研究区域的土地坡度组成

省 (自治区)	总面积 (hm ²)	坡度组成结构与比例					
		<5°		5°~25°		>25°	
		面积 (hm ²)	占总面积 (%)	面积 (hm ²)	占总面积 (%)	面积 (hm ²)	占总面积 (%)
陕西	622260	157076.2	25.2	246457.8	39.6	218726	35.2
山西	730452	94274.3	12.9	395205.4	54.1	240972.7	33.0
甘肃	442285	79013.8	17.9	231293.7	52.3	131977.8	29.8
内蒙古	153870	71829.2	46.7	64528.5	41.9	17512.5	11.4
合计	1948867	402193.5	20.6	937485.4	48.1	609189	31.3

永寿县气象站多年平均年降雨量为 603.4mm, 极端最大降雨量的泾河项目区淳化县气象站 1983 年降雨量为 983.9mm; 多年平均年降雨量最小的内蒙古项目区达拉物旗气象站年降雨量仅有 302.0mm, 极端最小降雨量的内蒙古项目区伊金霍洛旗气象站 1962 年降雨量为 100.8mm。气候干燥、蒸发量大, 多年平均年蒸发量为 817.0~2445.3mm; 气温多变、温差较大, 年平均气温为 5.2~11.1℃, 极端最高气温为 40.2℃, 极端最低气温为 -34.5℃。风、雹、霜冻、干旱等自然灾害频繁。日照充足, 光热资源丰富, 年平均日照时数 2111.5~3159.4 小时, 日照率为 51%~66%, 年平均太阳辐射总量为 113~168.1kcal/cm², 年平均不低于 10℃ 的有效积温为 2245.7~3711.5℃; 8 级以上的大风日数最少的项目区只有 2 天, 而最多的偏关县项目区长达 64 天。

研究区域地面大部分为黄土覆盖, 黄土组成主要成分为粉砂壤土 (占 50%~60%), 结构松散, 富含碳酸盐, 极易被冲刷流失。土壤主要有黄绵土、绵砂土、灰褐土、红黏土、风沙土。土壤有机质平均含量为 0.37%~1.2%, 含氮量为 0.02%~0.089%, 含磷量为 0.057%~0.158%, 钾的含量丰富, pH 值为 7.82~8.7。

据调查,研究区域现有草本植物 530 多种,木本植物 260 多种。其中可供用材的有杨、柳、松、榆、桦等 10 多种,可供生产食用果实的有桃、杏、梨、苹果、核桃、山楂等 10 余种,可用作药材的有甘草、黄芪、党参、枸杞、沙棘等 80 多种,可用于编织的有沙柳、乌柳、柠条、芨芨草等 10 多种。另外,可用于生产油脂、香料、淀粉、烤胶、饲料、菜肴的植物,以及观赏植物种类繁多,具有农、林、牧、副诸业综合发展的资源优势。

在植被区划上,研究区域也反映了过渡特征。根据以往研究结果,由南向北可以分为森林带、森林草原带、典型草原带、荒漠草原带。因此,研究区域内的各个小流域由于所处位置不同,其治理难度、措施和效果也不相同。根据前人的研究和区划结果,研究区域包括了森林带、森林草原带和典型草原带等植被类型区,见图 1.1。现有天然次生林主要分布于延安以南的森林带,这些植被类型区不仅环境条件有一定的差异,而且,社会条件也有一定差异,这些差异在一定程度上影响到植被建设。

(1) 森林带:位于黄土高原南部,南起黄土高原南端,北部

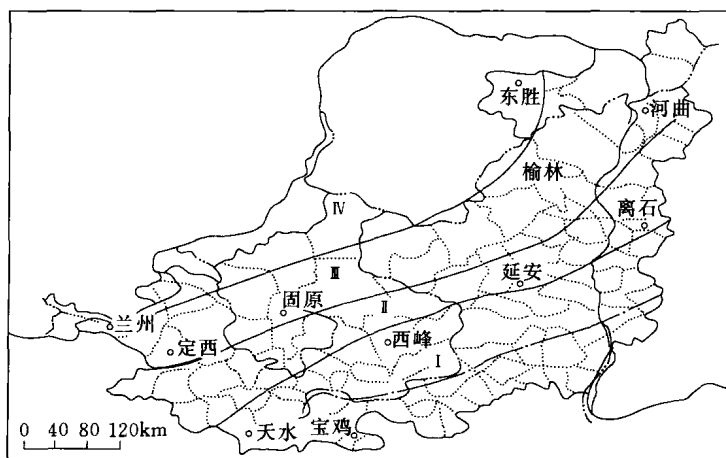


图 1.1 黄土高原水土流失区植被带划分图

I—森林带; II—森林草原带; III—典型草原带; IV—荒漠草原带

边界东起离石南部，经过延长、延安城、庆阳南部，终止于天水。属于温暖半湿润气候，多年平均年降水量为 550~650mm，干燥度为 1.3~1.5，该区以落叶阔叶林为主，黄土高原的森林植被主要分布于这个区域。主要植被类型有辽东栎林、油松林、侧柏林、白桦林、山杨林等。但是，由于位于过渡区域，其南部的森林与北部的森林有一定区别。在南部，喜暖的栎类较多，麻栎、栓皮栎等都有存在；在北部，喜暖的栎类很少，耐寒的辽东栎类植物已成为最常见的树种，灌木种类也多以小叶带刺的灌木为主。这一区域是黄土高原植被恢复条件最好的区域，降水量较大，在正常年景基本上可以满足树木的水分需求，林地的土壤水分基本上可以在一年内或一个降水周期内维持平衡，不会导致土壤水分严重亏缺。由于大面积的天然森林分布，该区的种质资源相当丰富，为植被建设和恢复提供了物质基础。

(2) 森林草原带：南接森林带，北部东起山西的兴县，经过佳县南部、绥德北部和米脂南部、子洲、子长北部、固原南部，终止于定西南部。该区属于半干旱气候，多年平均年降水量为 400~550mm，干燥度为 1.4~1.8。这一区域除了突出的山体以外，没有森林植被。主要植被类型为长芒草群落、芨芨群落、达乌里胡枝子群落等耐旱的植被类型。由于过牧和人为活动的影响，植被盖度较低，一般只有 0.3~0.5，地表裸露水土流失和土壤旱化问题都相当严重。灌丛主要分布在沟道，生长有沙棘、丁香等植被，由于人为破坏严重，现存数量较少。由于降水量少，人工林地土壤水分呈现出明显的不足，相当多的人工林地长成“小老树”。人工灌丛生长正常，柠条、沙棘等灌丛是常见的人工灌丛。

(3) 典型草原带：位于森林草原带的西北部，北起内蒙古的包头，经过陕西的定边和宁夏的盐池，终止在兰州南部的积石山。该区属于半干旱气候，多年平均年降水量为 300~450mm，干燥度为 1.8~2.2。由于该区的自然条件恶劣，自然灾害频繁，尤其旱灾发生频率较高。植被多为旱生植被，在沙

化土地上广泛分布着沙生植被。自然草原由于土地沙化和过载，退化严重。

(4) 荒漠草原带：位于黄土高原北部，典型草原带的西北部。气候属于干旱—半干旱地带，多年平均年降水量为 250~350mm，干燥度为 2.4~3.5。该区有沙地分布，毛乌素沙地北部和库布齐沙漠属于该区。地带性土壤为灰钙土。该区已进入黄土高原的边缘地带。地貌为丘陵浅缓，谷地开阔，土壤砂性较重，地带性植被为各种类型的短花针茅草原广为分布，较高地形部位上分布有长芒草草原。有牛心卜子群落、油蒿、籽蒿群落等。该区由于降水稀少，而且灾害频繁发生，尤其旱灾，因此是旱作农业极不稳定区。

研究区域农业人口 198.8 万人，总耕地为 6614.6km²，人均耕地为 0.33hm²，农耕地占总土地面积的 33.9%，林业用地占总土地面积的 14.0%，牧草场面积（包括天然草场）占总土地面积的 3.3%，水域面积占总土地面积的 1.4%，未利用荒地面积占总土地面积的 40.8%，其他用地面积占总土地面积的 6.6%。土地利用结构不尽合理，土地资源利用率低。农耕地面积占总面积的 1/3，在农耕地中坡耕地占 2/3，局部地区的坡耕地所占比例达 80%以上。

研究区域粮食作物以一年一熟或二年三熟制为主，主要作物种类有小麦、玉米、糜谷、荞麦、薯类、豆类等；主要油料作物种类有胡麻、油菜、花生、向日葵等；主要经济作物有烤烟、药材、瓜类、蔬菜及调味香料作物。林木主要用于防风固沙、涵养水源、绿化环境和保持水土等，同时提供少量的林木产品。

受自然条件和土地资源限制，除内蒙古项目区畜牧业在农业经济产业结构中占一定的比重（约占 1/3）外，其他项目区的畜牧业属于辅助性生产。畜牧业在农业经济活动过程中主要提供役畜、有机肥料，部分家畜、家禽产品进入市场销售，获得一定的经济收益，其余部分为农民自产自给。

该区以农业生产为主，工业基础薄弱，发展缓慢，生产水平较低。因此，研究区域现有工副业生产主要门类有农副产品加工、小型工矿生产、手工编织、土木建筑、水面养殖、劳务输出等。

1.1.3 研究的意义

世界银行贷款项目经过一、二期实施后，研究区域的生态环境有了明显好转，植被的覆盖率、盖度（或郁闭度）、生物量、物种的多样性（包括动物和植物）、小气候等方面都有了不小的变化，这种变化为当地群众的生产、生活带来了巨大利益，充分体现了世界银行贷款项目实施具有明显的生态效益，有利于充分利用当地资源优势，有利于提高劳动生产率，有利于开发土地生产潜力。但是，由于研究区域大多是严重水土流失区，生态环境的恶化问题十分严重，而且，问题由来已久，不是一朝一夕所能改变的。世界银行贷款项目实施所带来的环境改善仅仅是一个开始，是生态环境改善的第一步，因此，后续的任务仍然十分艰巨。英国国际发展部的赠款“中国小流域治理管理项目”，可以说是其持续和拓展，是十分必要和非常及时的，也是对可持续流域治理与管理的发展，它对进一步完善我国生态建设体系、加强中国小流域治理工作的管理和科技服务水平、提高流域治理的实施效果等，均有重要的现实意义和指导作用。农村可持续发展是人类可持续发展总系统中的一个重要组成部分，由可持续的农业生态系统、农业与农村经济系统和农村社会系统三者相互协调、紧密结合而成。水土保持区域主要在农村，与农业、农民有着天然的联系，社会主义新农村重要标志的“生产发展，生活宽裕，乡风文明，村容整治，管理民主”无不与水土保持息息相关。实现农村可持续发展、建设社会主义新农村，对当前和今后的水土保持工作提出了新的要求。通过探索水土保持与提高农民生计以及农村可持续发展共同发展面临的问题，进而寻找解决方案，将对促进中国水土保持和新农村建设具有非常积极的作用。这将对维护国土生态安全，保障粮食安全，为解决“三农”问题提供支

撑，促进环境友好型社会建设，促进水土保持生态建设工作，实现农村可持续发展战略等，具有十分重要的现实意义和深远的历史意义。

进入 21 世纪以来，随着全球人口的增长、资源的开发、经济的发展，人类对环境的影响进入了一个新的阶段，使得人类与自然的关系更复杂、矛盾更尖锐。目前，我国仍有近 200 万 km^2 的水土流失面积需要治理，在一些地区水土流失与生态环境恶化的局面尚未得到遏制，再加上我国的工业化、城市化、西部大开发等大规模的基础设施建设又产生新的水土流失。水土流失已成为 21 世纪我国实现可持续发展的严重制约因素。将水土保持生态建设确立为 21 世纪经济和社会发展的一项重要基础工程。水土保持生态建设的资金投入已经并将会大幅度稳定增加，新时期水土保持规模、速度已远远超过以往任何时期。社会对水土保持科学技术的需求比以往任何时候都更加迫切，国家与社会对科技的投入也将会大幅度地增加。

同时，我们也应清醒地看到，我国水土保持科学技术发展也面临着严峻的挑战。在气候条件的变化与人类活动的双重影响下，地球表层生物、物理、化学等过程，特别是直接影响水土流失的地表水文过程、土壤侵蚀类型的演变过程也产生了新的特点，水土流失与水土保持的学科理论与内涵也发生了许多变化。综合性更强了，需要研究的因素更多了，水土流失与其他学科的联系更紧密了。比如，随着各类基础设施建设和资源的开发以及城市化发展，水土流失也不再仅仅是农业生产活动产生的后果，水土保持措施和技术也相应地突破了原先单纯的农业水土工程和植树造林；水土流失对河流系统的影响，产生的“面源污染”水土流失治理规模已经由小流域向大流域、大区域迅速扩展，水土保持与生态环境、区域经济、社会发展的关系愈来愈密切。过去的水土流失防治研究主要是以小流域为单元开展的，而目前国家水土保持和生态环境建设由小流域向大流域、区域尺度扩大，其速度和规模已远远超过以往的时期。这就要求水土保持科学技术

能够解决区域性、综合性问题。但是，大、中尺度水土保持科学技术研究还相当缺乏，对区域性重大科学问题的认识和研究比较薄弱；同时水土保持管理与水土流失趋势预测的研究远远不能满足国家的要求，迫切需要在科学理论和技术研究上进行创新，为国家决策提供支撑。在水土保持科技上取得突破性进展，以保证我国水土保持任务的顺利实施，已成为我国水土保持科技工作者面临的重大历史责任。

目前我国正处在很好的发展阶段，科学发展观、构建和谐社会理念的落实，社会主义新农村建设工程的开展，为全面提升水土保持流域治理提供了先进的理论基础和宝贵的发展机遇。水利部国际经济技术合作交流中心及时组织对英国赠款项目“中国小流域治理管理项目”成果进行了汇总，编撰成书，以期进一步提高水土保持科技贡献率，推动水土保持工作再上新台阶，以水土资源的可持续利用和生态环境的可持续维护，促进生态文明建设和经济社会可持续发展。

1.2 研究的目标与内容

中国小流域治理管理项目中主要开展的研究包括：中国水土保持生态功能补偿机制研究，黄土高原水土保持对水资源与水环境的影响，水土保持与农村可持续发展评价，水土保持生态建设项目的运行管理机制。

1.2.1 研究目标

水土保持生态功能补偿机制研究的主要目的是：探寻建立健全中国水土保持生态功能补偿机制的条件、路径和方式，为《中华人民共和国水土保持法》（以下简称《水土保持法》）的修订与《水土保持法实施条例》的增补、完善提供支撑。其主要任务是开展水土保持生态补偿功能的有关政策、执行情况及存在问题的调研；提出水土保持生态功能补偿概念，并对建立水土保持生态功能补偿机制进行必要性分析；剖析水土保持生态功能补偿机制