

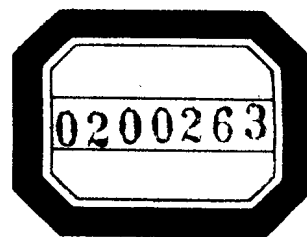
国外 水利水电 考察报告 选编

下 册

中国水利学会
水利部科技教育司
水利部外事司

SELECTED INVESTIGATION REPORTS ON WATER CONSERVANCY
& HYDROELECTRIC POWER IN FOREIGN COUNTRIES

水利电力出版社



1983 — 1990



005824 水利部信息所

国外水利水电考察报告选编

下 册

中国水利学会
水利部科技教育司
水利部外事司

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

1983~1990

国外水利水电考察报告选编

下 册

中国水利学会 水利部科技教育司 水利部外事司

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

地质矿产部河北测绘印制中心印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 38.25 印张 880 千字

1993 年 7 月第一版 1993 年 7 月北京第一次印刷

印数 0001—1580 册

ISBN 7-120-01880-9/TV·685

定价 上册 34.60 元
下册 43.40 元

编 者 的 话

本《选编》收录了水利系统 1983~1990 年期间部分外出学习、考察和参加国际学术会议回国人员编写的技术报告。为了使读者参阅方便，按专业分六部分，上、下两册。考虑到篇幅与专业面，其中不少报告作了较大的删减，望作者予以谅解。

在收录和编辑过程中，得到了许多单位领导和外出学习、考察和参加国际学术会议人员的大力支持，在此一并致谢。

参加本《选编》编辑整理工作的人员有中国水利学会秘书处和水利部科技教育司的部分同志。由于水平有限，工作中可能出现错漏，敬希读者批评指正。

中国水利学会
水利部科技教育司
水利部外事司

1993 年 1 月

目 录

编者的话

Ⅲ、农 田 水 利

美国的农田水利和排灌技术	(3)
美国节水灌溉和排水再利用的情况报告	(28)
赴美参加国际灌溉渠道衬砌研究考察报告	(45)
波涌灌机理及其调节方法	(73)
日本渠道的防渗技术	(78)
日本的园田化与泵站工程	(93)
日本农业节水灌溉和山区开发	(100)
苏联的灌排技术和土壤改良	(104)
苏联的节水灌溉	(114)
朝鲜西海岸的海涂开发	(118)
澳大利亚牧业水利简况	(123)
参加农业围垦的主要经验	(136)
摩洛哥王国喷滴灌技术简况	(142)
巴基斯坦与印度的灌溉管理	(147)
以色列的农田灌溉	(152)
南朝鲜的灌溉与管理	(157)
印度的农田灌溉和地下水开发利用	(159)
土耳其的农田灌溉事业	(162)
朝鲜地下水的开发利用	(167)
喷灌示范工程赴奥地利考察报告	(169)
日本灌区技术改造和自动化管理	(172)
第三届国际滴灌会议介绍	(188)
灌溉管理的系统化	(197)
参加第 13 届国际土壤学会会议的报告	(220)
参加《世界粮食和水》会议情况汇报	(223)

Ⅳ、小 水 电

泰国、尼泊尔、菲律宾、印度、斯里兰卡、马来西亚等六国小水电概况	(229)
印度小水电简况	(248)

挪威小水电建设简况·····	(253)
新西兰小水电建设简介·····	(258)
朝鲜中小水电的建设与管理·····	(265)
塞拉利昂共和国小水电站可行性考察报告·····	(272)
南太平洋地区小水电建设概况·····	(274)
新西兰电子负荷控制器简介·····	(280)
赴都柏林参加欧洲工程师协会学术讨论会的汇报·····	(283)

V、水 土 保 持

中美农业科技合作 1986 年访美考察技术报告 ·····	(289)
中美农业科技合作 1987 年访美考察技术报告 ·····	(298)
朝鲜的水土保持事业·····	(319)
日本的水土保持事业·····	(324)
苏联的沙棘开发·····	(331)
朝鲜的山地造林与流域治理·····	(337)
参加菲律宾水土保持农业体系培训班汇报·····	(340)

VI、试验新技术及科学试验单位

美国的岩石力学的研究·····	(345)
美国黄土和其他湿陷性土·····	(347)
美国垦务局的泥沙研究·····	(372)
当前美国计算机在水文中应用的若干进展·····	(374)
美国河口问题的研究概况·····	(380)
美国的水质研究工作·····	(389)
与美国同位素水文和水资源研究的交流与合作汇报·····	(403)
美国环境分析化学的实用技术·····	(407)
英国的水工模型试验及量测技术·····	(417)
英国水力学试验设备简介·····	(457)
英国爱丁堡大学波浪的研究·····	(467)
英国放射性示踪技术的研究·····	(471)
英国近海工程水动力学研究现况·····	(475)
苏联科学院水问题研究所访问报告·····	(482)
苏联水工结构分析和材料的研究水平·····	(487)
运用水蒸气平衡原理计算腾发量·····	(493)
意大利的水利工程和研究所概况·····	(497)
民德、匈、罗三国的渗流技术·····	(507)
西德管道输送技术概况·····	(527)
西德岩石力学研究简况·····	(532)
赴加拿大通用电气公司多米宁工厂 (CGE—DEW) 进修技术报告 ·····	(535)

加拿大地面水研究中心及其水质分析实验室简介.....	(543)
土吸力.....	(549)
葡萄牙大坝安全监测与模型试验技术综述.....	(555)
水资源遥感技术新进展.....	(562)
加拿大河口模型试验技术的研究.....	(565)
美国高等教育和若干学科前缘研究情况.....	(572)
美国的管理教育.....	(583)
苏联高校情况简介.....	(589)
爱尔兰都柏林大学访问札记.....	(595)
南斯拉夫水利科技情报工作简况.....	(598)
匈牙利科技出版工作访问记.....	(604)

Ⅲ、农 田 水 利

美国的农田水利和排灌技术

根据中美农业科技协定，水利电力部派出三人小组于1983年6月18日启程到美国进行为期一个月的农田水利及排灌技术的考察。现将考察情况汇报如下：

一、美国农业区划和农田水利概况

（一）美国农业区划与农田水利概况

美国本土的农业生产，根据自然条件划分为四个区域：东北部主要是工业区，农业经济比重不大，农业生产以种植水果与饲养奶牛为主。这一地区水资源丰富；南部位于密西西比河下游和濒临墨西哥湾，气候湿润温暖，水量充沛，是主要的经济作物区；中北部是密西西比河的上游源头，位于洛基山以东高原，是饲养奶牛为主的牧区；西部和中部是全美的主要粮产区，但存在着灌溉水源不足和排水不畅引起土壤盐碱化两大问题，尤其是洛基山以西的西部地区更为严重。因此，美国农业部直属的四个技术服务中心，除设在东部宾夕法尼亚（Pensylvania）州的一个技术服务中心以外，其余三个分别设置在：内布拉斯加州的林肯市（Lincoln）；得克萨斯州的威思堡（Fort Worth）和俄勒冈州的波特兰主要农业区。内务部垦务局也把工程和研究中心建立在中西部城市丹佛。美国农业部将我们的考察安排在中西部，也是基于这一考虑。

美国的农业经济安全是商品经济。它注意市场信息，追求出口，从市场供需信息中谋取最大利润。

近年来，美国不断出现农业生产过剩、经济趋向萧条的迹象，因此联邦政府对外谋求稳定的国际销售市场，对内开始采用粮食补贴办法，扩大休耕地面积，抑制或缩减粮食种植面积，以维护农场主利益和防止农产品价格的过大浮动。

美国现有耕地近1.9亿ha，人口2.32亿左右，从事农业生产者只五百余万人，可以说自然资源得天独厚，劳力资源相应地比较紧张，许多农场主每年要从拉美国雇佣季节性的劳工。美国农业生产总的趋势是不断地改进机械化操作水平，提高劳动生产率，在种植面积、农业人口、提高机械化的投资上寻求相对合理的比值。现在美国农业机械化的水平是每个农业工人耕种500~2000ha土地。

美国国土面积936万km²，年平均降雨量760mm，多年平均径流量29702亿m³。降雨量在地域、时空的分布上很不均匀，东部个别地区年降雨量达2500mm，西部十几个州年雨量一般少于500mm，加利福尼亚州南部的年雨量只50~100mm，相当干旱。为了解决西部地区农业灌溉用水的需要，垦务局正在组织力量进行跨流域调水工作。

美国的农田水利，据说在全国范围内尚无统一的建设发展规划，而且民主、共和两党

轮流竞选执政,实行的经济政策各不相同:民主党喜欢财权集中,各州的水利建设由联邦政府统一拨款;共和党则喜欢权力下放,州的水利建设资金由州政府自筹解决,联邦政府一般不予补贴。由于计划和政策的连续性差,农田水利建设不能不受到一定程度的制约。至今美国的农田灌溉面积只有 2450 万 ha 左右,仅占耕地面积的 13%。西部农业区很多农田依靠雪山融化的自然径流和提取地下水灌溉,因地下水的过量开采有水源渐趋枯竭的忧虑。因此美国近期在农田水利建设上,注重研究各种节水灌溉方法和耕作制度,加速渠系衬砌和管道化建设,发展自控遥控装置,进行水情预报或统一控制灌溉水量;并开始研究采用太阳能、风能作为灌溉能源;在节水、节能、节约劳力三个方面下功夫;电脑已广泛地应用于水利工程的控制运用上;较普遍地实现了计量供水和用水。

(二) 中西部地区农业生产和农田水利概况

考察组所到的中西部六个州,按水利条件区分:

依阿华州位于密苏里河东部平原,地面高程海拔以上 300~330m,土质肥沃,水量充沛,其水利建设的重点是控制水土流失和防洪排涝。

内布拉斯加州位于密苏里河以西,地势渐高,年雨量 750mm 左右,春季多雨,夏天干热多风,农业生产以种植苜蓿、大豆、小麦、高粱为主,农田灌溉以提取地下水发展喷灌为主。

得克萨斯州农业区位于内陆高地平原。平原地面高程在海拔 1200m 左右。年雨量自东到西 600~450mm,夏季雨量约占 50%。农业生产以种植玉米、大豆、向日葵、高粱为主,是全美玉米出口的主要产地,也是美国灌溉事业发展最快的地区。美国的灌溉面积中约有一半在得克萨斯州,但是灌溉水源依靠地下水,高地平原夏季干热多风蒸发量大,近年来地下水埋藏深度已在地面以下 50m 处,并每年下降 1m,有渐趋枯竭的忧虑。为此美国农业部专门在该州的布什兰德市设立资源保护和生产研究室,从事免耕法和各种节水灌溉的研究。

科罗拉多州位于洛基山高原,耕地高程在海拔 2100~4000m 之间。洛基山自北而南横贯州的中部,山顶常年积雪,丹佛以北夏日气候凉爽,油井林立,土层深厚,人少地多,是美国主要的粮产区,而且得天独厚,水资源丰富,灌溉事业发达,灌溉面积已达种植面积的三分之一左右。灌溉水源主要靠高山水系自然径流引水灌溉,建有少量的调蓄水库。因近年来该州工农业发展较快,劳力日益紧张,今后水利建设的重点是渠道衬砌,埋设地下输水管道和发展灌排操作遥控、自控,充分发挥现有工程的效益。

俄勒冈州位于美国西北部,西濒太平洋海岸,有不连续的低山丘陵,海拔高程 300~400m,中部为姐妹山脉 (Sister Mountain),山高在 3000m 以上,北部是哥伦比亚河 (Columbia River),在俄勒冈州境内,已由陆军工程师团建成博内维尔 (Bonneville)、达利斯 (Dalles)、约翰-代 (John-Day)、麦克纳莱 (McNary) 四个水力枢纽。

农业区集中在中部姐妹山脉以西地区,因年雨量在 1500mm 左右,加上哥伦比亚河充沛的水资源,灌溉事业也较发达,以固定喷灌为主。西北部部分洼地有内涝积水。三十年代我国华工在兴建美国波特兰至华盛顿东西向大铁道时曾在此开沟排水垦殖,至今田间尚有木结构排水方涵遗迹可找。俄勒冈州农业生产以粮食为主,并盛产水果。

加利福尼亚州是美国西部最大的综合农业州,拥有 480 万公顷耕地,农业生产有麦、稻、棉、水果和大平原牧场,加州的农业总产值为全美总产值的 10%左右。但是加州水资源的条件并不十分理想。加州的西部虽然是太平洋,但受连绵的海岸山脉阻挡,海洋气候不能深入腹地,成为气流的背锋面。东北部又是高山峻岭(山高在 3500m 左右),农业区大部分位于低洼的谷地,又是东西向气流的背锋面,因此雨量稀少。东南部弗雷斯诺一带年雨量仅 30~50mm,北部降雨量也只有 800mm 左右。三十年代联邦政府开始在加州的北部修建了一批大中型水库,是美国坝工建设的先驱者,六十年代以后又修建了圣路易斯大干渠,总长 165.8km,输水能力 368m³/s,是美国最大灌溉工程之一,但是问题还没有得到解决。加州南部几乎占全州三分之二面积的农业区,要依靠北部三分之一山区蓄水工程供水。随着农业用水和南部城市用水日益增长的需要,水资源的供需矛盾日益尖锐。同时加州的农业区处于三面环山的盆地,排水严重不畅,有的地方地下水位距地面只有 60cm,盐碱化问题也日益严重,目前用机泵抽取地下碱水注入人工湖蒸发的措施,不但降低地下水位的效果不显著,而且盐分原地积储,并没有从根本上找到较好的解决盐碱化问题的出路。

二、区域灌溉工程和小流域治理

(一) 加利福尼亚州西地灌区的建设和管理

1. 地形、地理介绍

西地灌区是加州中央河谷(Central Valley)中部较大的灌区之一,位于圣乔奎(San Joaquin)盆地,平均宽 24km,南北向长 112.6km,灌区面积 2950km²,1982 年灌溉农田 199053 公顷(占本地区农田面积的 87.2%),行政区域跨弗雷斯诺、蒙多太(Mondota)、金史(Kings)和凯特利门(Kattlemen)等县市,因此联合建立了非官方的用水管理机构。

西地灌区位于西部海岸山脉和东部黑山(Black Mountain)之间的河谷平原,气候干燥,年雨量只有 150mm,特大干旱年甚至只有 30~50mm,而且雨季大部分是 10 月至次年的 4 月,以冬雨为主。夏天酷暑少雨,持续高温超过 38℃以上,是严重缺水地区。地形条件东南西北均为丘陵山区,形成中部洼地平原,因此,排水不畅,地下水位很高。灌区内有 2 万公顷农田地下水位距地面不到 3m,有的甚至只有 50cm,因排水不畅,盐碱化程度日趋严重。

2. 农业生产情况介绍

加州是美国重要的农业经济区,而西地灌区又是该州的重点。现将 1982 年西地灌区的农业生产情况列如表 1,供分析目前美国农业经济情况时参考。

西地灌区的农业结构,以棉花为主,产值占总产值 52.93%,其次是蔬菜占 27.47%,水果瓜类占 11.02%,其他糖类和牧草占 8.53%。

3. 水利发展历史

早在 1920 年,西地已开始采用井灌,但随着城镇人口的增加,农业生产的发展,地下水位不断下降,供水矛盾非常突出。

表 1

西地灌区 1982 年农业生产情况表

种植作物名称	灌区面积 (折成市亩)	产 量		产 值(美元)	
		单 产 (kg/市亩)	总 产 (t)	单位产值	总产值
干苜蓿 Alfalfa—Dry	37977	1032.1	39195	104.00	3949689
苜蓿籽 Alfalfa—Seed	106549	45.5	4853	55.18	5879042
杏仁 Almonds	49268	104.9	5166	159.36	7851256
苹果 Apples	109	240.4	262	264.22	28800
李 Apricots	134		6556 箱	601.78	80639
鳄梨 Avocados	61		2300 箱	425.84	26220
大麦 Barley	278137	254.3	70725	33.33	9269029
干豆 Bean—Dry	24482	178.7	4376	102.37	2506106
青豆 Bean—Green	14375	209.4	3010	84.40	1213290
甜瓜 Cantaloupes	104637		7722176 箱	267.89	28031499
饲料玉米 Corn—Silage	31160	326.1	101604	53.87	1678485
田玉米 Corn—Field	7133	523.5	3734	62.26	444096
皮棉 Cotton lint	1681909	98.2	165158	140.59	236460271
皮棉籽 Cotton Seed			251574	16.64	27983464
黄瓜 Cucumbers	643		52682 箱	318.71	204933
大蒜 Garlic	45589	968	44132	181.36	8267800
酿酒葡萄 Grapes—Wine	37922	1525.7	57857	238.60	9048098
葡萄干 Grapes—Raisin	467	254.8	119	364.67	170300
春莴苣 Lettuce—Spring	18818		2359100 箱	940.23	17693250
秋莴苣 Lettuce—Fall	20515		2204150 箱	588.92	12122825
油桃 Nectarines	449		3774	80.94	36344
燕麦 Oats	1056	313.4	331	82.95	87600
橄榄 Olives	2568	1196.7	3073	757.71	1945800
洋葱 Onions	53250	2812	149742	222.98	11873808
柑桔 Orange	953		94200 箱	741.34	706500
牧草 Pasture	3041			24.71	75150
桃 Peaches	182		2160 箱	46.16	8402
青豌豆 Peas—Green	3754	419	1569	4.13	352512
胡椒 Peppers	6738	284.2	1915	30.05	202464
阿月浑子果仁 Pistachios	13616	606.6	8259	282.10	3838244
石榴 Pomegranates	3321			362.67	1204439
大米 Rice	2641	457	1207	74.32	196272
红花 Safflower	63782	134.6	8586	30.84	1966848
各种作物种籽 Seed crop(Misc)	4037	25	101	202.96	819346
高粱 Sorghum—(Milo)	16269	149.5	2433	13.18	214400
糖甜菜 Sugar Beets	42773	4577	195772	141.14	6037024
蕃茄 Tomatoes	273171	5280.1	1442358	316.92	86573250
小麦 Wheat	379574	373.9	141939	52.30	19852640
胡桃 Walnuts	753	224.4	169	311.23	234360
未结果的葡萄树	3745				
休耕地	158609				
无收获面积	19899				
小计	3514128				
两茬作物	90146				
合计	3423982				499101003

1937 年联邦政府开始修建中央河谷工程, 垦务局最初建成的沙斯塔水库, 蓄水 54.63 亿 m^3 , 其后又修建了十多座水库, 但由于配套不全, 七十年代前西地基本上还是依靠地下水灌溉。

1942 年在中央河谷蓄水工程建成后, 西地农场主成立了联合会, 集资进行从中央河谷建设灌溉系统可行性研究。1952 年依据加州的法规, 由当地农场主选举成立西地灌区董事会, 董事会中每个农场主的表决权由其拥有的地价的大小而定。

1963 年董事会与联邦政府签订了第一个由中央河谷供水的合同, 开始筹建从中央河谷供水的圣路易斯单元工程。

1965 年由董事会与联邦政府签订了第二个为偿还垦务局建设供水与排水工程投资的合同。

七十年代建成的圣路易斯单元工程有: 奥纳尔调蓄水库 (库容 2428 万立方米)、圣路易斯调蓄水库 (库容 24.78 亿立方米)、小巴拿薛和劳斯贝纳斯拦洪水库; 蓄能电站和扬水站 4 座安装抽水机 26 台 77.5 万 hp^①, 水力发电机 14 台装机 449200kW; 混凝土衬砌渠道有: 可林盖渠长 18.7km, 圣路易斯大渠长 164.1km、输水流量达 198~368 秒立方米; 敷设圣路易斯地下供水系统 (San Luis Underground Pipeline) 总长 1930.8km, 由直径为 25~240cm 的各种压力管道组成。此外正在建设的总长 302.5km 的圣路易斯排水渠, 和用作排水渠道调蓄的克斯特桑水库尚未投产使用。

垦务局建成的灌溉系统, 可以灌溉西地全部农田面积 343.86 万亩, 但由于部分配套工程尚未齐全, 所以现在灌溉面积只达设计灌溉面积的 87.2%。今后区域规划中, 农业灌溉的年用水量 18.21 亿 m^3 , 城镇、庄园、商业、工业、机场等非农业用水每年 1250 万 m^3 , 将统一由西地灌区经营管理。

4. 西地灌区的管理水平

西地灌区设有一个非官方的水利管理组织 (Westlands Water District), 受西地农场主联合成立的董事会领导。董事会制定预算、财政和重大业务方案, 灌区管理组织在董事会的监督下进行工作, 因此西地灌区的管理组织是一个卖水买水的商业性管理机构。

联邦与州政府批准给西地灌区的水权是 15.18 亿 m^3 , 灌区向垦务局买水 (按规定年限偿还建设投资), 然后向农户卖水, 收取的水费除归还上述建设资金外, 灌区向农户按农业产值收取经营管理费。1982 年收费标准为农业产值的 4.564%, 西地灌区共收费 186 万美元。

西地灌区的工作不仅要做好用水管理, 而且要统计灌区的作物分布、作物的产量、产值, 统一调度地下水和地面水的灌溉。灌溉调度均由电脑控制, 用电脑自动收集灌区的用水情况, 下达配水指令, 每年编有实况记录和图解。

(二) 俄勒冈州虎特河中支流的治理

1962 年, 美国农业部西部地区技术服务中心会同商业部的旅游局、渔业局以及俄勒冈州农业、交通等有关部门, 联合制定了虎特河中支流流域治理规划和设计, 1968 年完成了

① 1hp (马力) [英制] = 745.69W。

流域的治理。

1. 流域概况及自然特点

虎特河中支流是俄勒冈州虎特河县 (Hood River County) 农业区之一, 流域面积 163.9km^2 。其中: 森林面积 105.2km^2 , 占 64.2% ; 耕地面积 28.3km^2 , 占 17.3% ; 幼林和荒山 8.1km^2 , 占 4.9% , 非生产用地 22.3km^2 (包括雪线以上的无林带, 农业区和城镇的建筑、道路用地), 占 13.6% 。

流域地势南部是虎特山, 海拔高程 3375m , 常年积雪。西部是连绵起伏的陡峻山峰与西支流分隔成二个流域。

总的说, 流域内冬冷多雨, 夏日较早; 高山终年积雪, 垂直气流活动频繁, 疾风从不间断, 水力风力资源堪称丰富。

流域南部有清水 (Clear)、爱立奥特 (Eliot)、可艾 (Coe) 等小溪, 发源于国家自然保护区的原始森林, 山高林密, 自然涵蓄能力强, 又是太平洋气旋雨的向锋面, 年雨量要大于谷地, 并有雪水补给。因此这一地区山溪的单位面积年径流量远大于我国江南多雨地区。

年径流量的分布, 冬春两季占 66% , 夏季只占 7.9% 。

2. 流域治理的内容

流域治理要综合考虑下述各方面的因素。

土地改良, 包括平整土地, 建设灌溉排水系统, 控制防洪和水土流失等工程。

保护环境, 发展娱乐事业。水库建设, 库区绿化造林面积未达 60% 以上时, 一般不能获准。我们参观的一些较大水库, 通常都有垂钓、游艇、游泳、憩息的场所, 供公民旅游, 也作为管理单位岁收财政之一。

鱼类及野生动物资源的保护, 也是流域治理工作之一。

3. 流域治理的前期工作

美国小流域的治理, 要经过大量的野外勘测工作, 规划阶段要通过土壤普查, 综合作出土地和水资源的保护和利用, 提出供水计划, 水工建筑物的布局, 经济效益的比较, 投资的分摊, 结构尺寸的选定以及今后工程的控制运用, 设备的维修等各个方面作出详细的论证, 才能报请审批施工。

虎特河中支流的流域开发前期工作, 包括以下几方面的内容:

- (1) 农田土壤普查;
- (2) 灌溉水量的计算;
- (3) 水工建筑物的地形、地质勘测;
- (4) 水文研究;
- (5) 补充灌溉水量的研究。

4. 流域治理的主要工程措施

(1) 上游两个调蓄水库, 一个引水口沉沙池, 其特征如表 2。

(2) 灌区压力管道, 主管道长 2640m , 为压力钢管, 直径 90cm , 过水能力 $2.8034\text{m}^3/\text{s}$, 相应水头 31.7m 。主管道以下利用自然落差, 敷设 PVC 压力支管 27 条, 总长 90643m , 管径最小 7.5cm , 最大 45cm , 最大压力水头 80.9m , 最小 5m , 沿程装设 15 个减压阀, 8 个

分水阀。

表 2 水 库 特 征 值

枢纽名称	库 容 (万 m ³)					集雨面积 (km ²)	溢洪道出流量 (m ³ /s)		坝高 (m)	坝下压力管道直径 (cm)
	沉 沙	养 鱼	灌 溉	渗漏及蒸发	总 计		设计洪水	非常洪水		
清水溪水库	1.2141	50.9922	248.8905	21.8535	322.9506	22.66	N=100 年 15.42	46.60	31.8	90
下衣文司水库		0.5261	6.0705		6.5966	11.66	N=25 年 11.66		8.1	
引水口沉沙地	0.2428		1.2748		1.5176				3.6	

5. 经济效益分析

(1) 经济效益

虎特河中支流治理后的效益：

年直接效益 272300 美元。

年间接效益 295170 美元。

合计平均每年受益 567470 美元，按照这一计算方法，流域治理工程的投资可望在 5 年内回收。

(2) 投资回收年限

美国水利建设资金，大部分来自财政部门的贷款，大中型灌溉发电工程的坝工建设，均属长期贷款，灌溉部分无息，发电部分有息，工程投资回收年限有统一的标准。

三、水 库 建 设

1. 坝工的分级

美国农业部水保局工程处 1976 年 6 月制定的 60 号技术文件 (TR60) 对于坝工的分级，主要是根据大坝失事后对下游造成的危害程度概分成 A、B、C 三级，如表 3。水保局工程处的坝工分级，也是根据全美工程师备忘录 27 (Engineering Memorandum—27) 结合考虑使用者的方便修订而成。

表 3 坝 工 分 级

分级	坝址和水库失事后的危害程度
A	坝址位于乡村或农业区，失事后会给农场建筑物、农田、乡村或地方的道路带来损害
B	坝址位于主要的乡村和农业区，失事后会给分散的房屋、主要的公路、次要的铁路带来损害，造成交通与公用事业的中断
C	大坝失事后，会造成生命伤亡，众多的房屋、工业与商业建筑被毁，重要公用事业，主要的公路和铁路被冲毁

2. 防洪标准

除坝工分级因素外，还考虑到：水库的作用，破坏力，梯级水库以及紧急溢洪道的位置与型式。

主溢洪道与紧急溢洪道的防洪标准如表 4、表 5。

表 4 主溢洪道最小设计洪水标准

坝工 分级	水库作用	库容与有效水头乘积 (英亩 $\times$ ft $\times$ ft)	上游已否建有或已 规划了梯级水库	最小设计洪水	
				紧急溢洪道的型式	
				原 土	植草保护
A	单纯灌溉 ^{*₁}	<30000 ^{*₂}	无	1/2 设计使用年限	1/2 设计使用年限
		>30000		3/4 设计使用年限	3/4 设计使用年限
	灌溉结合其他 用途 ^{*₃}	<30000	无	P_{50}	P_{25}
		>30000		$1/2(P_{50}+P_{100})$	$1/2(P_{25}+P_{50})$
		全 部	有 ^{*₄}	P_{100}	P_{50}
B	灌溉结合其他	全 部	不论有或无	P_{100}	P_{50}
C	灌溉结合其他	全 部	不论有或无	P_{100}	P_{100}

*₁ 只适用于年降雨量小于 625mm,位于季节性河流的灌溉水库。

*₂ 30000(英亩 $\times$ ft $\times$ ft),引化成公制为 11278589m³。

*₃ 当水库除用于灌溉外,其他用途如属供应工业或城市用水时,设计防洪标准应提高到 B 级。

*₄ 适用失事后会危及下游水库的上游坝工。

表 5 紧急溢洪道的洪水设计标准

坝工 分级	库容与有效 水头的乘积	上游已否建有或已 规划了梯级水库	设计降雪数据 ^{*₁}	
			紧急溢洪道设计 标 准(A)	坝顶超高验算 标 准(B)
A	<30000	无	P_{100}	$P_{100}+0.12(P_{MP}-P_{100})$
	>30000	无	$P_{100}+0.06(P_{MP}-P_{100})$	$P_{100}+0.26(P_{MP}-P_{100})$
	全 部	无或有 ^{*₃}	$P_{100}+0.12(P_{MP}-P_{100})$	$P_{100}+0.40(P_{MP}-P_{100})$
B	全 部	无或有	$P_{100}+0.12(P_{MP}-P_{100})$	$P_{100}+0.40(P_{MP}-P_{100})$
C	全 部	无或有	$P_{100}+0.26(P_{MP}-P_{100})$	P_{MP}

*₁ 表中的 P_{100} 为 100 年一遇重现期的降雨量; P_{25} 、 P_{50} 分别为 25 年、50 年一遇重现期的降雨量; P_{MP} 为可能最大降雨值。

*₂ 供应工业或城市用水的坝工,设计洪水由 A 级提高到 B 级。

*₃ 适用于失事后危及下游水库的上一级坝工。

3. 有关洪水计算

美国国家气象服务局 (NWS),其前身是美国气象局 (USWB) 和国家海洋气象局 (NOAA) 为水利建设刊布了雨量与径流资料。

小流域面积一般控制在 10mi² (25.9km²) 以下,10~100mi² 的流域面积,降雨量要作点面关系的修正,但修正系数均小于 1。这可能是美国自记雨量站的密度远大于我国的原因。100mi² 以上的河流要按大流域处理;为了提高计算的精度,有的工程师主张推理公式,应用范围宜控制在 50mi² (129.5km²) 左右,并按地形分割成若干片,应用数学模型计算。可供我国普及电脑教育中考虑。

梯级水库的防洪标准,其较上一级水库泄洪标准,最少应不小于下游系列水库,有的