

1

世界银行农业贷款水利项目

出国考察报告汇编

水利电力部水利科研中心

1985 · 6

世界银行农业贷款水利项目
出国考察报告汇编

水利电力部水利科研中心

1985年6月

前 言

水利电力部水利研究中心各项目单位，自一九八三年使用世界银行贷款以来，围绕贷款项目，有计划地组织科技人员出国考察。截至目前已派出十余个团（组），分赴美国、加拿大、日本、英国、挪威等国进行了专题考察。为广泛交流国外先进的水利科学技术经验，落实考察效果，拟将各考察团（组）的技术报告，分批汇编成册，供有关人员参考。

本汇编为第一册，共收入了八篇报告，在科研管理方面，有美国、加拿大、日本等三个国家的水利科研管理现状和一些主要科研院（所）的剖析；在水文、水资源方面，有日本泥沙研究的现状、美国西部地区的废污水处理和利用技术；在试验仪器设备方面有英国的水文仪器及其检测设备、美国土工离心机与试验技术两篇；在海洋能防护与利用技术方面，包括了英国、挪威两国的波能利用技术和加拿大海岸河口围垦试验技术等两篇。

本汇编基本按各团（组）技术考察报告进行编辑，对有些内容、文字、图表进行了删节或合并。错误之处，请批评指正。

本汇编由张华、鲁学仁同志仓促编就。陈川同志审定。

水利电力部水利研究中心

一九八五年元月

目 录

前言

1. 美国、加拿大科研管理现状…………… (1)
2. 日本水利水电水运科研管理现状…………… (28)
3. 日本河川管理及泥沙研究现状…………… (57)
4. 美国西部地区废污水利用技术…………… (102)
5. 英国的水文仪器及其检测设备简介…………… (154)
6. 美国土工离心机与试验技术…………… (183)
7. 英国、挪威的波浪发电技术…………… (213)
8. 加拿大海岸河口固基试验技术…………… (267)

美国、加拿大科研管理现状

水利水电科学研究院科研管理考察团于1983年11月9日至12月25日赴加拿大和美国进行考察。参观访问了加拿大与美国联邦政府及省（州）政府所属有关单位11处，水电工程两处，高等院校有关工程系或科研所5处以及私人企业所属有关科研单位7处。此次考察的主要任务是了解美国和加拿大水利水电科研单位或类似单位的组织机构、管理经验，通过专业进展了解其管理水平和工作方法；考察了解科研专题学科的现状与动向，重大与先进的技术设备，包括试验室建设、试验设备和量测仪器，以及数据采集，处理和计算机辅助管理的情况。在考察期间始终围绕“如何借助科研管理，提高科研工作质量及效率”这一中心议题，并着重考察了科学技术如何为经济建设服务，经济建设如何依靠科学技术等问题。

一、美国水利科研机构的管理体系

美国农业部农业研究局（Agricuttaral Research Service, ARS）的试验研究系统概况。

农业研究局系统内在全国分四个区，下设有154个试验研究点。共有8000人，其中很多人具有博士学位。每区10人，每个点人员规模大小不等，少则2~3人，多则400人，其中贝兹维尔农业研究中心（Beltsville Agricultural Research Centre, BARC）拥有1000人。我们访问的泥沙研究所和水保研究所则各仅有50人左右。

农业研究局的试验研究系统是农业部系统的主要研究部门，它们与农业部内其它研究系统和各州的农业实验站以及私人企业部门都有长期的密切的协作关系，同时也与农业部其它部门紧密合作，并为他们进行的研究服务。其任务是为保证农业和食品工业不断发展提供所需的新知识，为科学技术进行规划、开发和研究。作为联邦的研究机构，它还有三项任务：（1）对国家所关心的问题提出建议；（2）对适于联邦政府关心的问题进行研究；（3）利用本系统科学家及其使用的设备，使它形成整个美国农业研究开发系统中与其它部门不相重复的一支集中而又协调的力量。

这一套管理体系根据需要也曾有过一些变化。原先在四个区以下设有十三个地区（Area），后来为了减少机构层次而取消了。在农业部内，1978年还成立了科教管理总局统管农业研究局、州研究协作局（Cooperative State Research Service, CSRS）、推广研究局（Extension Research Service, ERS）等方面的工作。现在实行的则是比较简化的管理体系。

农业研究局设有国家项目计划部门，由20名科学家组成，其中7位具有博士学位，按土、水、空气、畜牧、兽医、植物与昆虫，市场销售，人类营养等五个方面分工负责试验研究的规划，计划和经费等方面的管理工作。他们是联邦农业研究系统从事研究计划的技术领导力量，也是全国性计划的规划者。1983年1月刊布的农业研究局规划就是集中了农业研究局计划部门成员和全国将近500位科学家的思路而提出的。通过各单位科学家的研究协调，计划的确定，执行都比较顺利。

农业研究局系统每年经费约5亿美元，占美国整个农业

和食品的研究基金的90%即：

美国公共机构和私人企业的食品和农业研究基金，其中：

农业研究局	占9%
联邦其它部门	22%
州	16%
私人企业	53%

亦即全美国农业研究项目，大约一半由公共机构进行，一半由私人企业承担。私人企业的基金主要用于能在市场上很快获得利益的新产品和工艺品技术方面的自然科学和工程技术研究。公共机构则着重用于生物科学及其工程技术，这方面是难以很快获得效益的；同时还较私人企业更多的支持开展长期项目和基础研究。联邦其它部门指的是：农业部内的森林局 (Forest Service, FS)，经济研究局 (Economic Research Service, ERS)、州研究协作局 (Cooperative State Research Service, CSRS) 以及农业部以外的许多部门。其中州协作研究局的经费主要是用于支持各州的农业实验站 (Agricultural Experiment Station, AES)，协作局在各州设有办事处，共约100人，其中科学家有30~40人。州立农业试验站的经费中，35%来自协作局，另65%系由州政府提供。

我们还参观访问了美国内务部地质总局水资源处，他们对水资源调查、数据采集、观测仪器设备、水文培训以及专门问题（例如酸雨污染及成因等）的研究等等都很有特色并作为规划，在美国全国范围内已形成一套比较完整的组织和科学管理体系（见图1）

二、水利科研单位科研管理经验的剖析

(一)、一些科研单位的情况介绍和剖析

在这次考察的单位中，有代表性而比较典型的单位是：

1.美国陆军工程师兵团水道试验站；2.美国圣安东尼瀑布水力研究所；3.美国农业部泥沙研究所；4.美国农业部水土保持研究所；5.加拿大国家科学研究所；6.加拿大不列颠哥伦比亚水电局研究与发展中心；7.加拿大魁北克水电局能源研究所；8.美国加州理工学院流体力学系；9.美国康州州立大学土木系；10.加拿大不列颠哥伦比亚大学土木系；11.加拿大拉萨尔水力学试验室；12.加拿大西北水利顾问公司水力学试验室。上述单位虽分属于联邦或州（省）政府、高等院校、私人企业，但都各具特色，互有短长。若取长补短，为我所用，可能有助于我国科研工作的改革。今选出其中八个单位分别列举其概况，特色如下：

1.美国陆军工程师兵团水道试验站

1927年美国密西西比河发生洪水灾害之后，陆军工程师兵团为配合密西西比河的治理与防洪工作，于1929年在密西西比州维克斯堡镇上筹建了水道试验站。起初仅从事河工与水工模型试验。不久因堤防设计施工的需要增建了土工试验室，后来又继续建了结构与材料试验，环境保护试验及河工与港工试验室，逐步发展成一所综合性，多学科的水利研究中心，它占地4110亩。另于杰克逊（Jackson）城建造了整个密西西比河流域的露天河道模型。占地约300市亩。1973年密西西比河洪水期间，曾用此模型来预报密西西比河、红河和Ouchita河的水位和流量，此后模型又经扩充达到目前

的规模。现在利用此模型帮助密西西比河下游局研究 Atchafalaya 河的调度方案。

目前美国陆军工程师兵团水道试验站，规模巨大，学科众多。已是一所在美国及国外都颇有声望的水利水电科研机构。其组织机构一为顾问咨询技术系统，二为行政后勤试验室，另有17个委员会分管各项工作。形成一个有机体。详见图2。其任务除军工以外与我国水科院、南科院十分类似。

水道试验站属陆军工程师兵团建制，由工程兵司令员直接领导，雇用职工约1500名，其中一半是水力学、土力学、混凝土研究和试验、环境卫生、农业、电气、电子、机械、材料等专业的工程师；还有一定数量的生态学、物理、化学、数学、统计学、海洋学、农学、植物学、生物学、微生物学、林学、湖沼学、地质学等方面的专家和研究人員；及各专业的技术员和技术助理。其中375人为硕士、博士，站内仅有25名现役军人。该站还从大学、研究生院、工业和专业部门聘请公认的权威充任顾问，使水道试验站的技术能力既具有深度也具有广度，使它在原有和新增设的领域内能够顺利地承担大规模的研究任务。它接受工程兵团委托的各项研究和试验任务，也接受联邦政府、地方政府私人企业公司和团体以及外国政府或企业委托的研究和试验任务。

水道试验站是美国陆军工程师兵团工程试验基地和开展研究的综合性研究机构。基础研究和工程试验的比重为三七开，其主要任务是执行工程师兵团和其他政府机构的科研工作，在河工和港工研究方面以及其它科技领域内提倡数学模拟、物理模拟和野外观测三结合方法。水道试验站总部交办的任务占总任务的25%（包括军用、民用）。其余任务由委托单位提出。在一些特殊的学科与专业方面它也委托别的单

位进行承包或协作。该站1982年的经费为9200万美元（包括基建设备、仪器、人员工资、管理费等。1983年预算为1亿美元。

这一单位的工作质量和效率都较高。定期出版设计准则、设计手册及设计规范等书刊，注重设计标准化与系统化及总结工作可减少重复性研究，善于从积累的材料归纳成设计方法与观点概念，并注重定型设计及曲线、图例，颇受设计单位欢迎推崇。该站早年以防洪研究为主，水电航运为辅。现在美国因大型水电工程不多，正在逐步转向离岸工程及海洋科学与新能源等方面去，正在大力建造大型波浪坝可重演多向、深水、浅水、任意波。且程序控制软件功能很强。配有成套数据采集、处理分析及绘图设备。详见图2。

2. 美国圣安东尼瀑布水力学研究所

明尼苏达大学圣安东尼瀑布水力学研究所座落在距大学主要校网上游1英里处的明尼河波利斯城的中心，圣安东尼瀑布顶部的汉纳冰（Hennepin）岛上。该所建于1936年。任务有三。

（1）教育培训水力学、流体力学和有关领域专业的研究和大学生；

（2）从事流体力学宽广领域中的基础研究；

（3）进行主要涉及水工建筑物试验设计和分析以及特殊仪器与设备的性能试验。

该所设所长、付所长、助理所长各一人，所长全面负责全所业务和行政决策工作。付所长主管研究生工作。助理所长主管后勤，其业务范围包括机械维修服务、技术服务、仪器研制维护、摄影录象服务及特殊工程项目。另外有主任秘书一人统管财务会计、编辑出版、图书馆、及秘书（共有秘

市五人)业务。在高级研究人员中共有九位在职,两位退休兼任的学者,分别负责空化、气—水声学、水力发电;水文、水利工程;紊动、波浪动力学;气—水动力学、紊动扩散;非牛顿流、仪器、河流、泥沙;水力过渡、河床动力学、河川、湖泊、水动力学、水质动力学;水工结构、船舶水动力学;水工结构及水力机械,流动测量;流体力学,水管理三十一个领域。试验室的特色是利用天然瀑布跌水作为水源,使用大型体积式量水率定设备。可进行大流量试验。该所原由农业部农业研究局及学校双重领导,现在大量工作转移到海军和空间宇航方面的水力学研究。在空化研究领域内因为接受了海军任务,现有100万美元经费,正在大力开展船舶螺旋桨空化试验的比尺效应问题的研究,并跨系组织精锐力量,综合研究空化、噪声、流激振动及紊流等课题。试验室面积不大,十分拥挤,但设备很有特色,配套性好,仪器土洋并举。数据采集及处理系统齐全。制模车间工效颇高。每周所长召开课题研究进展汇报会,工作进展较快。

3. 美国农业部泥沙研究所

泥沙研究所位于美国密西西比州渥克斯福镇上,该所成立于1948年隶属于密西西比州立大学,是负责一项泥沙研究项目的小单位,1956年国会批准建立泥沙试验所并于1959年完成建所任务。1961年又扩建了试验室,建筑面积达3900平方米。该所的主要任务是研究室内和现场河流泥沙的形成和运动规律及其演变过程,影响水工建筑物下游泥沙运动的因素,水库淤积和河道的稳定,并为评审泥沙问题和采取正确的工程措施提供经验。现全所共50余人,包括水工、农业、地质、土壤、化学、统计等专业的工程师和科学家。另有仪器研制维修和其它各种业务辅助人员。既有河流冲刷、

河流产沙、泥沙淤积与水化学、泥沙输移与渠道稳定等四个研究室，另拟新成立水文研究室。

上述四室负责制定研究计划、课题协调及经费预算。课题及课题研究经费的申请步骤为：科学家提出计划和预算，重大的送同行审议，经各室汇总，所内负责审阅，并汇总成所的计划报农业部审批，农业部汇总后向国会申请，国会批准后、科研经费的80%用于职工工资，其余20%用于研究，全所一般一年有200万美元经费。

该所专业明确，机构单纯，短小精悍，工作效率较高，科研成果密切结合生产。

4. 美国农业部水土保持研究所

1958年由国会资助筹建，1959年建成。原先该所是专门为进行美国西部水土保持工作而建立的，针对干旱地区自然特点研究沙漠作物。1961年改为面向全国。总人数有40多人。设农作物收成与水文、地表水灌溉与水力学、土壤作物和大气、地下水管理等四个研究室。地表水的水力学研究室主要进行整个灌溉系统的量测方法及灌溉程序、农田用水的自动化等的研究。地下水管理研究室有四位科技人员，主要研究污水处理后如何用于灌溉，进行污水净化，并进行水质水量问题的研究等。该所人员是多学科的包括：农学、水力学、土壤、物理、化学、气象、水文、生理、作物遗传、微生物。每年经费在150~200万美元，都是由国会通过农业部按项目拨款。

5. 加拿大科技情报所 (CISTI)

该所位于加拿大渥太华市东郊，建筑面积约33,000平方米，创建于1974年。现有工作人员210人，馆藏图书27万册，周刊3,200种，缩微型文献1,417,000件，并藏有大量国际会

议学术报告。通过计算中心，可以查阅和动用全加拿大近二百个图书馆的科技书刊。它同美国的科技情报计算中心建立了联系，储存了大量的美国、西欧和日本的科技情报资料。并与81个国家建立了1700多种期刊的长期交换关系，其中包括中国的43种刊物。

1980年以后，取消了传统的书目卡片，改用计算机检索、缩微胶片书目卡片和计算机排版印刷的书本式联合目录三种形式，因此查阅目录非常方便。有三百九十多台终端分布在全国各地可供读者联系。该所除借阅、复制业务外，还有定题情报服务。又负责解答读者的书信或电话咨询。

6. 加州理工学院

加州理工学院是空气动力学、流体力学方面有成就的单位，始终处于领先地位。在空化研究方面有一座高水平的水洞，背景噪音较低紊动度较小，并增建了空气重容器，可以控制气核，并用高速摄影机及摄影技术记录了十分珍贵的空泡动力学第一手资料，加上泊莱赛特（MS·plesse）高超的数学分析能力，演算单个空泡生长发育与溃灭回弹的规律性资料，并由柯乃普等人的高速摄影，慢镜头作时间放大后重演，从而论证了泊莱赛特博士演算的结果，为空化现象的泡动力学奠定了理论基础，不愧为空化与空蚀研究理论的奠基人。由戴莱（J. Taily），A. J阿柯司特（Acosta），吴耀祖，K.勃烈宁（Brannan）以及目前L.达古司挺普（L. Dagortion）和下欧汉（T. Oher）等人形成了学科带头人的阵容梯队。这些学科带头人，善于辨别科研动向提出吸引决策者乐于投资的科研申请书，加上该院拥有激光测速仪、全息摄影、激光散射、闪频仪噪声测定仪、微型压力传感器、扫描阀、脉动流速仪、热膜流速仪空气量测定仪、流态

显示技术、低噪音水洞、自由面水洞、水力机械与涡轮机械试验装置、数据采集及处理系统等重大设备和先进仪器，从而使整个科研工作能大力开展，并全面深入、重点突出地、为社会需要、工业需要及国防需要定期提供研究成果。

7. 美国康乃狄克州立大学研究生院

该院自1949年开始有权授博士、硕士学位，所有的教员都负责指导研究生进行研究工作，同时还担负教学任务。共有教职员1500人。

康乃狄克大学研究生院的经费，联邦政府资助约占75%，其余25%由州政府及有关私人企业资助。83年科研经费，联邦政府拨款1000万美元，工业部门拨款400万美元，州政府给50万美元，大学给1500万美元（主要用于支付工资、购买仪器设备）。从整个趋势来讲每年经费都有增长，约增长15%。

研究生院对大学下设的各研究所和各系的研究课题的经费按课题的要求及情况进行安排。

每位教职员的工作情况、研究课题及其进展情况都存入计算机，并有一套完整的人事档案材料。每人的专业情况也都存入计算机内。所以委托试验单位一旦需要可从计算机检索了解承担研究课题人的情况。该院采取简报型式，反映给予哪些部门和课题资助以及选题的背景等等，让每个职工了解。还定期出版一些期刊，每期报导2至3个研究项目。

8. 加拿大拉萨尔水力学试验室

这是加拿大私人企业所隶属的科研单位。试验室资金由工作人员集体入股，不接受任何政府机关津贴资助，所以试验室要依靠能够争取到的外界企业的订货订单。试验室的固定工作人员只有40名，其中包括工程师、技术员、制模工

人、维修工等。虽然人手少，但是廿七年以来还是加拿大在水力学试验方面较有成就的试验室。该室进行两种模型试验：一种是传统的物理模型，另一种是才开始的数学模型。研究范围包括，发电方面（水电站、热电站、核电站等）的水力学研究，从学科上分也开展过流体力学、冰凌流体力学、海洋海岸及离岸工程（港口、采油平台等）和工业水力学方面的试验研究。

委托单位一种是公共企业，指政府部门联邦政府和省政府。魁北克省政府委托该室的任务较多。政府单位是经过包工单位或政府聘请的顾问工程师单位将任务委托给该试验室。另一种是私人企业，包括美国和加拿大的顾问工程公司，美国顾问工程公司委托的项目占试验室整个委托项目的30%。再一种是国外顾客，与外国单位签订研究合同的项目主要是通过本地的加拿大四大顾问工程公司与国外进行合作的，对美国也是通过美国最大的顾问工程公司与厂商发生关系。

此外该室还租用废弃不用的工厂厂房旧址，进行圣劳伦斯河蒙特利尔群岛水利工程整体模型试验。这是一项综合性的多目标工程，兼顾防洪、发电、城市居民娱乐旅游等效益。模型包括的范围较大，比例较小，量测仪器则土洋并举。有些用常规仪器手段可解决问题的场合并不盲目追求自动化巡回检测，数据采集后，处理分析方法则采用集中控制室内的现代化仪器，同样可收得实效。

（二）科研单位的试验室建设与设备、仪器

1. 试验室

在水利水电科学研究中试验室是重要的技术装备之一。这里仅介绍几个试验室的简况。加拿大国家科学研究院水力

学试验室在试验场地四周走道下设回字形蓄水库。这样可避免在蓄水库大跨度盖板上建造模型，承受较大荷载，因回字形水库，跨度较大，使承重盖板不致于太厚。在适当位置留钢板制活动盖板可随意加设水泵抽水入模式，这种规模设计颇见匠心值得参考学习。美国水道试验站、水力学试验室既多又大，室温除局部地区外一般冬季保持在摄氏零度以上约4至5度，使水库及模型积水不致冰冻，夏季在摄氏25度以下为宜，这样可节约的经费，而又满足科研要求。对于安放水槽或专用设备的试验室跨度不必要太大，采用房屋建筑中常用的跨度模数即可，有的作基本研究的试验槽或供研究生论文用的试验槽小巧玲珑有其特色，例如康乃狄克大学海洋科学研究所有一座循环玻璃试验槽，槽宽20厘米，长约4米，可以变坡和更换流体介质，又便于作激光测速，摄影亦很方便。适用于研究低雷诺数下的边界层发展规律。及异重流交面等问题，据称使用时比较满意，出了不少成果。规划水槽时要留有摄影录象的余地及足够的照明亮度。

致于水力学试验室是否需要平水塔问题，这取决于下列几个条件：

(1)电源质量电压是否稳定，有无专门稳压装置；(2)轴流泵或离心泵是否能细加工，设计制造性能稳定，低噪音，小体积的泵系统包括低噪音电动机；(3)有无就地率定流量的设备；(4)模型前池有无稳压整流装置或反馈调节使来流保持恒定流。至于河工模型对流量精度无特殊要求时一般来说不设平水塔。

模型材料多种多样，有泡沫塑料、有机玻璃、聚氯乙烯塑料石蜡，水槽砌块材料有定型空心砖、预制混凝土板，现浇泡沫塑料浆喷镀成型地形等，有较为成熟的专用设备及工

艺方法，加拿大温哥华西北水利顾问工程公司水力学试验室及拉萨尔水力学试验室普遍应用。

2. 重大试验设备和仪器

在美国和加拿大考察所见的重大试验设备可罗列如下：

(1) 大型河工、港工及水工水力学试验室 (W.E.S)

(2) 利用天然跌水的大流量试验室 (SAF)

(3) 大型造波器 (W.E.S)

(4) 船舶导航操纵模拟器 (W.E.S)

(5) 大型容积法流量率定设备 (SAF)

(6) 中型重量法流量率定设备(加拿大国家科学研究院水力学试验室)

(7) 垂直重力式水洞(低噪音) (SAF)

(8) 试验段具有自由面的水洞 (CIT, SAF)

(9) 高速循环水洞 $\phi 12$ 吋, 12 吋 $\times 48$ 吋 (CIT)

$V_{u,x} = 33$ 米/秒 功率550H⁰具有空气重溶器

(10) 水泵空化试验系统(备有扭力、推力、力矩测力系统)，可模拟泵轴晃动时流道、泵壳及间隙对泵性能的影响 (CIT)

(11) 低噪音水洞 $V \approx 10$ 米/秒 紊动度 0.04% 试验段为矩形，封闭工作间隔多道蜂窝器背景噪音4/10000

(12) 船模拖池 (Hydronautics Inc)

(13) 测力水洞 (Hydronautics Inc)

附四分力测力装置 模型及测力系统全装在试验段顶盖上

(14) 3米 $\times$ 3米单向振动台及电子计算机程序控制系统 (B. C大学土木系)

(15) 三向光弹试验室 (Tribology)