

赴美参加 ASCE2004 国际水资源与环境研讨会报告

(2004 年 6 月 29 日—7 月 14 日)

1 概况

以李纪人为团长的中国水利代表团一行 8 人于 2004 年 6 月 29 日赴美国犹他州盐湖城，参加美国土木工程师协会（ASCE）环境与水资源分会（EWRI）举办的 2004 世界水与环境资源大会（World Water & Environmental Resources Congress）。会议于 2004 年 6 月 27 日至 7 月 1 日在盐湖城大美国饭店举行。会议主题为水与环境资源管理中的重大转折——总结过去展望未来。

中国代表团由于没有及时得到赴美签证，只赶上参加了 6 月 30 日国际问题议题中的中国水资源问题讨论会。在半天的讨论会上，8 位中国大陆学者和 2 位台湾学者（台湾大学和成功大学各 1 位）作了论文报告。发言结束后，进行了讨论。



照片 1 发言后的讨论



照片 2 同美国学者合影

大陆学者发表的论文如下：

1, 王连祥：*Brief Introduction of South-to-North Water Transfer.*

2, 李纪人：*Application of Remote Sensing to Water Resources Management in Arid Regions of China.*

- 3, 李贵宝: *Situation of Water Resources Quality and Its Progress of Research in China.*
- 4, 张象明: *Development & Utilization of Water Resources in Northern China.*
- 5, 陈晓宏 (中山大学): *Spatial Variability of Water Levels in River Network of the Pearl River Delta.*
- 6, 黄诗峰: *Primary Ecological Effect Analysis of Emergent Water Transportation in the Lower Reaches of Tarim River by Remote Sensing Technology.*
- 7, 苑希民: *Flood Control and Water Relief Technology.*
- 8, 张春玲: *Discussion on Compensation for Water Resources Restoration.*

中国水资源问题讨论会得到与会 30 多位学者的热烈反映。在会上和会下,许多学者提出了许多问题。给我们的印象是,美国学者以及在美留学的中国学生,热切关心中国水资源开发和水利建设。但从提问中也反映出他们对中国水利了解甚少。这是由于美国的媒体和技术刊物对中国水利建设介绍甚少且片面所造成的。因此,作为中国水利工程师,有必要尽可能多地参加国际交流活动,包括学术会议。



照片 3 参观加州调水工程 Vista Del Lago 展览中心

会后代表团参观了加利福尼亚州北水南调工程、胡佛大坝及夏威夷大学和瓦胡岛污水处理厂。始建于 1957 年的加州调水工程是美国最大的州营多用途水利工程,由加州水资源局管理。我们访问了位于洛杉矶市以北 50Km 金字塔湖边的 Vista Del Lago 参观者中心。整个调水工程共有三个参观者中心,另外两个设在北加州奥罗维尔湖和圣路易斯水库。参观者中心免费向公众开放,以图片、实物模型、电影、照片等多种形式向来访者介绍输水工程建设、运行和管理情况。通过展览将水利工程同普通市民的日常生活形象的联系起来,对参观者进行节水教育。在参观过程中讲解员要求观众同他一起保证珍惜每一滴水,保护环境,保护自然,其情其景令人感动且印象深刻。工程的概况详见本报告的第三节。



照片 4 制作一份汉堡需要 700 加仑水

胡佛大坝建在科罗拉多河黑峡谷上。建于上世纪美国经济大萧条时间,是当时美国最

大的水利工程。日前它提供给内华达州的拉斯维加斯市以生命之水,在该州经济发展中起着至关重要的作用。现在参观者的车辆可以驶过坝顶,但不能停留在坝区。参观者可以步行上坝顶,但一般都在左岸上游停车平台上观察大坝。目前正在建设一条飞架两岸的大桥,以后参观者汽车不可上坝了,只能从大桥上跑马观花似地俯视大坝工程。也许这样可以避免对大坝的恐怖袭击。大坝概况详见第四节。

夏威夷大学有 10 个校园, 设有建筑、艺术、语言、法律、工程、医学等 21 个学院或系。在檀香山市 Manoa 的一处校园最大, 建校于 1907 年。共有教学项目 288 个, 其中学士学位项目 87 个, 硕士项目 87 个, 博士项目 53 个。全校学生近 2 万人, 大学本科 1.37 万, 研究生 0.61 万, 中国学生占在校人数 9%。我们受土木与环境系水资源研究中心 Clark Liu 教授的邀请, 访问了该中心。12 日上午在刘教授带领下参观了 Honouliuli 污水处理厂(HWTP), 该厂位于市郊, 离市中心车程 1.5 小时。檀香山市所在的瓦胡(Oahu) 岛是夏威夷群岛中的第三大岛, 雨水资源非常丰富, 地下水水质优良。檀香山市供水局提出要明智地利用水资源, 实行了水循环利用计划。该处理厂确实在很多方面都是非常先进的, 我们印象最为深刻的是它的自动化程度。整个污水处理厂工作人员只有十几人。该厂采用最先进的技术, 生物膜技术和高效消毒技术处理污水, 每天可处理污水 4.5 万吨(1200 万加仑)。处理后的水在满足健康和标准后, 分别用于灌溉、景观和工业。



照片 5 参观 Honouliuli 污水处理厂



照片 6 生物膜反应器中试研究

下午我们与夏威夷大学水资源研究中心进行学术交流。中心三位教授介绍了他们的教学与研究情况, 其中系主任 H. Ronald Riggs 介绍了该系 CERF (Civil Environment Research Park) 计划, 研究中心主任 James E. T. Moncur 介绍了中心组成以及他们在土木工程、水资源等方面的研究进展。中方代表团由李纪人教授等 4 人分别介绍了洪涝灾害监测评估、珠江三角洲水资源的时空变异分析、中国水资源总体情况以及南水北调工程等。双方还就各自关心的问题展开了交流。美方对于中国的南水北调工程表现出极大的兴趣, 并希望今后有机会参与南水北调工程的相关研究, 并表示类似的交流对双方相互学习、共同提高大有裨益。

代表团 8 人于 7 月 14 日安全回到北京。

2 ASCE 2004 国际水资源与环境研讨会

ASCE 环境与水资源分会每年举办次学术大会。2004 年大会包括有 7 个研讨会和 13 个水资源综合管理的议题。会议期间, 举行各个分委员会的会议、短训班、获奖者演讲会、大会报告、平行学术分会、论文展示、学生活动以及技术参观、社会活动等等。

今年大会报告有两位：一位是美国垦务局局长 John W. Keys；另一位是美国陆军工程师兵团首席水文工程师 Jerry W. Webb，他演讲关于伊拉克水资源问题。7 个研讨会分别为：旱地；最佳管理(BMP-Best Management Practices)技术；环境与水资源历史；地下水问题；国际问题；河流修复与城区径流和第 6 届水资源配置系统分析。整个会议讨论的内容涉及：水资源规划与管理、水配置系统分析、水资源系统分析、水力学、模型和先进计算技术、流域分析和治理、河流修复与城区径流、BMP 技术、水资源监测与测量、环境水质问题、地下水问题、国际水资源问题、流域管理、气候与气象学、干旱地区水资源、水文过程、环境与水资源的历史、灌溉与排水、系统动力学模型、泥沙与泥沙输移、水与污水问题等。以上议题分别在 4 天会期中由 7 个分会平行举行。会议前期有 5 位学术成就奖得主作了学术演讲，他们获得的奖项分别为：2004 Simon W Freese 环境工程奖；2004 Hunter Rouse 水力学工程奖；2004 Julian Hinds 水资源发展奖；2004 周文德水文工程奖；2004 Royce J. Tipon 灌溉与排水工程奖。另外在本届会议中颁发的奖项多达 6 种，包括终生成就奖；土木工程研究奖；ASCE-EWRI 事业成就协会奖；ASCE-EWRI 论文协会奖；EWRI 刊物奖和 EWRI 服务奖，受奖人多达 34 位。会期还举办学生活动，有：EWRI 学生联欢会；学生设计竞赛；学生摄影竞赛；学生学术论文演讲会等。大会前一天（7 月 27 日），举办了 4 个短训班，内容主要是关于在地表水、地下水、天然渠道设计和水利设施中污染监测等方面的几个商业性软件应用讲座。

会议期间还举办了书展，凡是 ASCE-EWRI 的出版物，参会者都能买到。会议的论文集以光盘形式（pdf 格式），收集了近 1000 篇论文。会议给我们的印象是不走形式，重交流。除两个大会报告外，所有其他讲座、学术分会、墙展等都平行举行，交流自由活泼。学术演讲者是几个著名学术奖的得主。

ASCE-EWRI 2005 年会议将于明年 5 月 15 日～19 日在阿拉斯加州安克雷奇市召开，会议主题是全球气候变化的影响。主办方一再表示希望能有更多的中国学者参加这次会议。会议网址：<http://www.asce.org/conferences/ewri2005>

3 美国加利福尼亚州水利工程

加利福尼亚州水资源概况

加利福尼亚州位于美国西南部，西临太平洋，面积 41 万平方公里，人口 3550 万。州内地理、气候差异大，有沙漠、高山及亚热带等不同区域，年降水量最少的地区仅 50 毫米，最多的达 2500 毫米，全州年平均降水量 580 毫米，折合 2381.7 亿立方米（193 million acre-feet）。全州年径流量 876.2 亿立方米（71 million acre-feet），其中萨克拉门托市（Sacramento）以北的河川径流量占全州的 70%，而全州 80% 的需水量却集中在该市以南地区。

加州水利工程（State Water Project，简称 SWP）

加州兴建了大量的水资源开发利用工程，为城市和村镇提供水源，使干旱的土地成为农田。目前，联邦政府和当地政府修建了 1000 多座水库。约三分之一供给城市和农业的用水是由当地的水库和引水工程提供。最主要的水工程有两个，一个是加州水工程（State Water Project，简称 SWP），另一个是联邦中央河谷工程(The Federal Central Valley Project，简称 CVP)。两项工程相辅相成，共同组成北水南调工程，把加州北部丰富的水资源调到南部缺水地区。

SWP 工程规模

加州北水南调工程从北到南跨越近 1000 公里，包括 29 个蓄水库、18 个泵站、4 个抽水蓄能电站、5 个水电站、以及 1000 多公里的输水渠道和管线。该工程由加

州水资源部(California Department of Water Resources)设计、施工和运行。该工程于1957年动工,1973年投入使用。工程的主要目标是供水,通过输水渠道将雨季多余的水储存起来,并可在需要时将水引入加州北部、旧金山湾(San Francisco Bay)区、圣霍金河谷(The San Joaquin Valley)、中部沿海地带(The Central Coast)和加州南部。其他目标还包括防洪、发电、娱乐、渔业和改善野生动物环境、以及改善萨克拉门托市至圣霍金三角洲一带的水质。加州水利工程(SWP)每年为圣霍金河谷农户、加州南部和旧金山湾区的城市提供28亿立方米(2.3 million acre-feet)水量,最终调水量为4 million acre-feet,70%供给城市,30%供给农业。联邦中央河谷工程(CVP)年供水量86亿立方米(7 million acre-feet)。



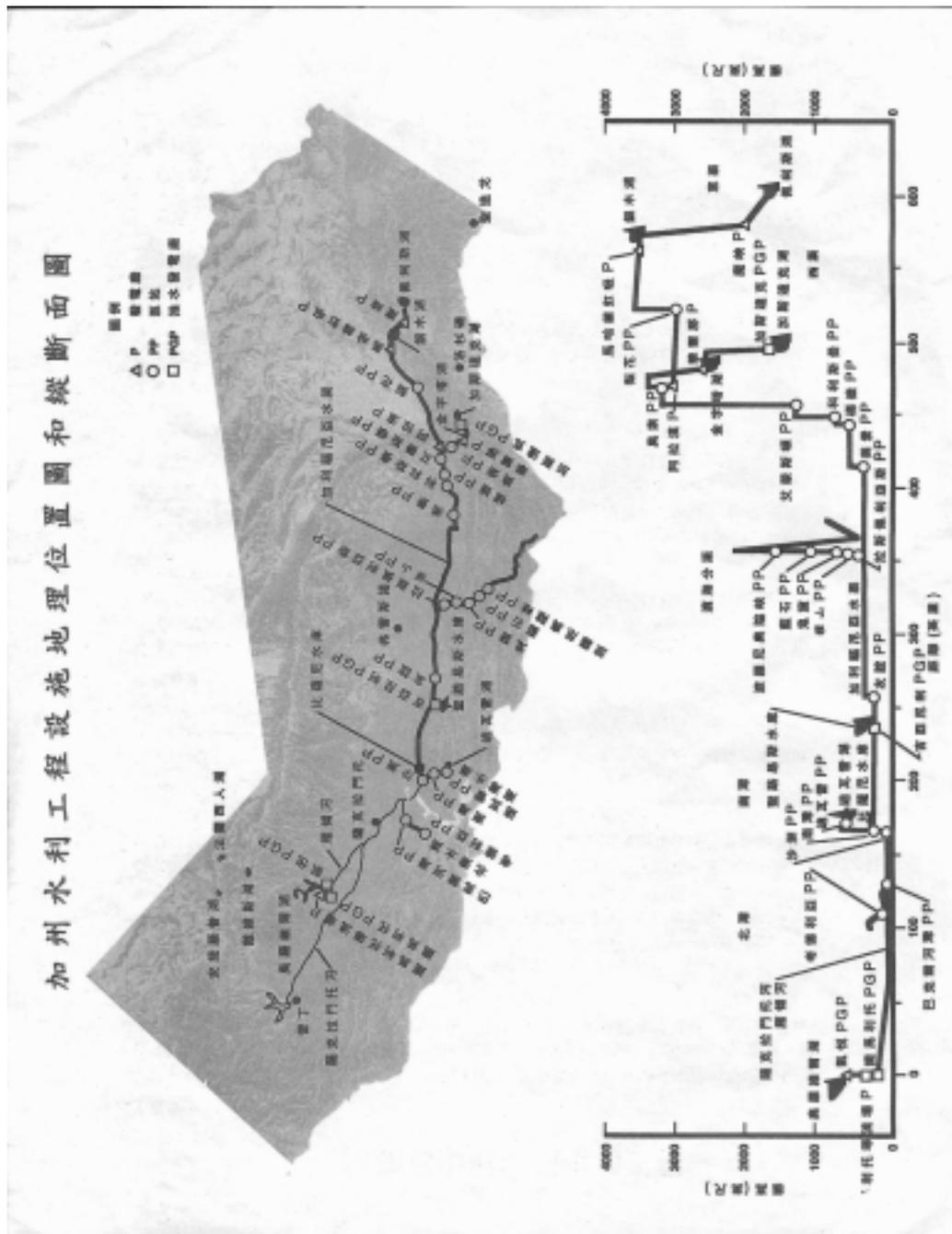
照片7 金字塔湖

SWP 路线

加州北水南调工程的水源源自雁翎湖支流上的戴维斯湖、法兰西人湖和安提罗普湖,河水流入库容为43.6亿立方米的奥罗维尔湖(Lake Oroville),然后经过3个水力发电站流入萨克拉门托河和三角洲地区。水流经过沙洲泵站提升后注入比萨尼水库,一小部分供给附近的南湾地区,大部分流入加利福尼亚水渠(California Aqueduct)。水渠沿San Joaquin河谷西岸南行,经吉亚利亚抽水蓄能电站后一部分水储存于圣路易斯水库以备后用,另一部分继续南输,经4个泵站提升326米后到达Tehachapi山脚,其间又有一部分水量通过滨海分渠供给附近的用户。在Tehachapi山脚经艾德蒙斯顿泵站(Edmondston Pumping Plant,扬程587米,世界上单级提升扬程最高)提升,通过13.7公里的隧洞和虹吸管,穿过该山区,到达Antelope河谷。在Antelope河谷水渠分为两条。一条是西渠,水流经奥索泵站提升,并经过水力发电和抽水蓄能电站后最终流向加斯达克湖,供给洛杉矶。另一条是东渠,水流沿河谷前行,经梨花泵站提升后到达银木湖(Silverwood Lake为北水南调工程海拔最高点),最终流入佩利斯湖(Lake Perris),参见附图1。

洛杉矶的供水

洛杉矶是美国第二大城市,为缓解其缺水,还建设了科罗拉多水道工程—调科罗拉多河水到南加州;洛杉矶水道工程—汇集诸小河湖水资源,调到洛杉矶地区。目前,洛杉矶的日用水量约217万立方米,其中当地地下水供水占15%,洛杉矶水道供水占75%,北水南调和科罗拉多水道供水占10%。



附图 1 加州水利工程设施地理位置和纵断面图

4 胡佛大坝

胡佛大坝座落于科罗拉多河布莱克峡谷 (Black Canyon)，拉斯韦加斯东南 30 英里处，在内华达州和亚利桑那州交界处，是一座举世闻名的大坝。工程建于 1931 年 4 月，1936 年 3 月竣工。水库名米德湖，总库容 352 亿 m^3 。胡佛大坝是重力拱坝，最大坝高 222.5m，水电装机 1134.5 万 KW，泄洪隧洞左、右岸各一，引水明渠长约 198m，泄量为 $1,1340m^3/s$ 。泄洪隧洞开启过两次，1941 年水库首次蓄满时和 1983 年遭遇 500 年一遇洪水时，1983 年泄洪流量 $800 m^3/s$ 。4 个进水塔每个底部直径 25m。该坝于 1955 年被评为美国现代土木工程七

大奇迹之一。该工程建成后，在防洪、灌溉、城市及工业供水、水力发电等方面发挥了巨大的作用，为开发和建设美国西部各州作出了贡献。

发源于落基山的科罗拉多河，全长 2300 多 km，流经美国 7 个州，最后注入墨西哥的加利福尼亚湾，是美国的第四大河。早年科罗拉多州、亚利桑那州、内华达州、加利福尼亚州和新墨西哥州受尽了这条“放浪不羁”的大河的折磨：雨季洪水泛滥，吞没农田和牧场，侵入城市和村庄；而到旱季却又只剩下涓涓细流，中下游干渴的大地得不到它的半点惠泽。20 世纪初的一次大洪水，把加利福尼亚南部变成一片汪洋，造成生命和财产的巨大损失。1922 年该流域的 7 个州的当政者在新墨西哥州首府圣菲市开会，确定了全面治理科罗拉多河的总体规划，胡佛大坝被列为治水的龙头工程。自此，这条河流再没有出现过洪水泛滥。米德湖为太平洋沿岸的洛杉矶、圣迭戈和拉斯韦加斯等城市提供了清洁的水，而且浇灌了亚利桑那州和加利福尼亚南面那些富饶的土地，把科罗拉多河三角洲地区变成了美国著名的蔬菜和水果基地。



照片 8 胡佛大坝

5 夏威夷州瓦湖岛污水处理

概况

夏威夷州主要由瓦胡岛、夏威夷岛、考艾岛、拉奈岛、毛伊岛和莫洛凯岛等岛屿组成，州府所在地为瓦胡岛的檀香山市。全州 110 多万人口，陆地面积为 16641 平方公里。瓦胡岛是第三大岛，也是夏威夷政治、文化中心，是古夏威夷各岛国王集会的地方，也是东西文化种族结合的中心，岛上有 88 万余人口。

夏威夷地处热带，气候却温和宜人，经济以农业为主，主要产甘蔗和菠萝。渔业也是当地经济的重要组成部分。而近年来，夏威夷的旅游业有了突飞猛进的发展，旅游业收入已跃居各业之首。

由于旅游业在夏威夷的经济中占有举足轻重的地位，因此，夏威夷州政府十分重视保护环境，保护旅游资源，注意发展“清洁”产业，如海洋科学、水产养殖、热带农业、金融服务、商业中心等，以此来促进旅游业的发展，进而推动经济的发展。

夏威夷州瓦湖岛污水处理与供水

水是瓦胡岛最宝贵的自然资源，它使瓦胡岛成为一个繁荣美丽的岛屿，并且维持着生命。家用和商业用水大多数是来源于地下的含水层，即下雨过程中从火山岩和土壤中渗出的水，很纯净，但是这一来源是有限的。其它的来源，例如来自湖泊及小溪中的水，仅构成目前供水的一小部分，也是很有限的。尽管目前该州不缺水，但对水资源的保护与污水回用十分重视。

他们认为随着岛上用水持续增长，现存的供水将变得更加匮乏，必须发展新的水源。水的再循环利用就是其中的一个办法，是由檀香山供水局负责的整个瓦胡岛水资源管理计划的一部分。再循环水在美国本土上用了 40 多年。德克萨斯州、加利福尼亚州、亚里桑那州和其他干旱的州都依靠再生水，并作为他们供水的重要部分。再生水同样也用于夏威夷州。再循环水是将污水处理到一定标准后，供工业过程、灌溉和其他非饮用过程使用。

檀香山供水局的 Honouliuli 水再循环设备设施在夏威夷是最大的。这一套全自动处理设施每天能够生产 1200 万加仑(4.5 万 m³)再循环水。其运行费用是通过将再循环水出售给商业、高尔夫球场和其他大量用水单位来支付的。这一设备设施处于连续监控之中，所有的再循环水必须符合卫生部严格的要求后，才能分配给用户。该处理厂确实在很多方面都是非常先进的，我们印象最为深刻的是它的自动化程度。整个污水处理厂工作人员只有十几人。另外，它采用了一种薄膜 (membrane) 污水处理技术，与传统的污水处理方法也不太一样。

净化过程使用了一套过滤系统和高效的消毒过程。再循环水达到所有的卫生标准和安全标准后，就可以输送到当地的灌溉部门和工业用户 (附图 2)。这些水被处理成两种等级的再循环水：即 R-1：用于灌溉作物和美化风景；RO：反渗透水，用于工业用途的精炼厂和发电厂 (照片 9)。目前，瓦湖岛的各种商业活动、社区、公园和政府机构都使用再循环水，其中一些包括玻利尼西亚文化中心、高尔夫俱乐部、杨伯翰大学和海军基地等，已经使用再循环水长达 10 年之久。再循环水通过管道系统被输送到用户，与饮用水输送系统分开。所有输送再循环水的管道和固定设备为紫色，很容易辨识 (照片 10)。

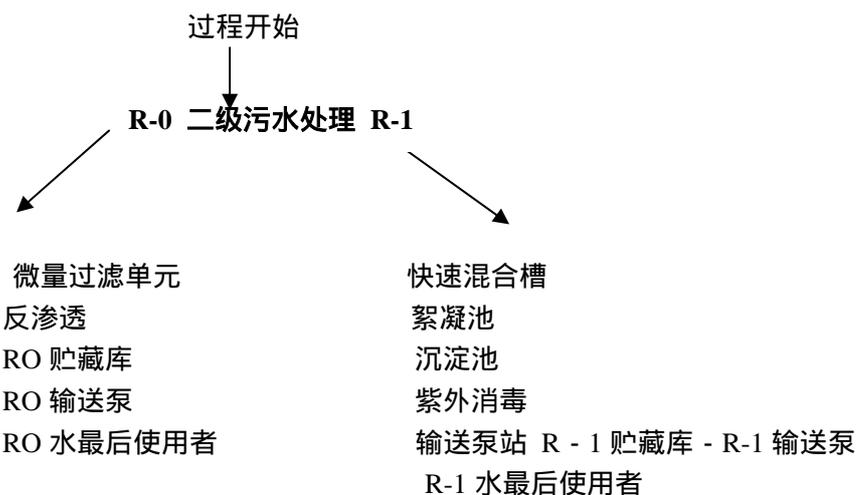


图 2 Honouliuli 污水处理厂(HWTP)处理过程



照片 9 两种等级的再循环水：R-1 与 RO



照片 10 再循环水的紫色管道

6 体会

通过两星期的会议讨论和参观访问，我们有以下几点体会：

(1) 中国水利建设和中国经济一样，正处于蓬勃发展阶段，世界急需了解我们。我们也需要与国外同行交流，互相学习。我国在某些方面的技术上，具有世界先进甚至世界领先的水平。但在水资源开发规划设计理念和新技术研究与应用上，还都落后于发达国家如美国等。感触颇深的是美国水利工程界在公众教育方面的出色工作，他们努力提高全民的节水意识和培养爱护环境的优良习惯，将水利工程的效益及来之不易同百姓的日常生活联系起来，用各种形式和手段向公众展示。

(2) 改革开放 20 年来，我国派出了和正在派出很多留学生，他们在国外生活，工作和学习都很努力。我们碰到的许多留美人员，包括已定居国外的中国人，他们切身感受到中国的发展强大带来的重大影响。大部分都很爱国，关心中国的国家大事。

(3) 通过在美国的各项学术交流和参观活动，一方面可看到发达国家的先进管理，但也感到美国并非天堂，不是事事先进。事务主义，效率低下等现象普遍存在。我们在向发达国家学习先进技术时，切不可囫囵吞枣，一定要根据国情，去粗存精，去劣存优。

2004 年 8 月

附录：在会议期间和参观中会见的主要人员名单

1. **David Soong** 宋大为 U.S. Geological Survey, dsoong@usgs.gov
2. **Yanqing Lian**, Watershed Science Section, Illinois State Water Survey. yliang@uiuc.edu
3. **Shaw L. Yu**, Dept of Civil Engineering, University of Virginia. sly@virginia.edu
4. **Weiming Wu** 吴伟民, National Center for Computational Hydroscience and Engineering. wuwm@ncche.olemiss.edu
5. **Zhuping Sheng** 盛祝平, Texas Agricultural Experimental Station, Texas A&M University. z-sheng@tamu.edu
6. **William W-G Yeh** 葉文工 Prof. Civil and Environmental Engineering Department, UCLA
7. **B. P. Das**, EIC Water Resources, Orissa, India. bishnupdas@hotmail.com
8. **Jennifer G. Duan** 段国红, Division of Hydrologic Sciences, Desert Research Institute, Nevada. Jennifer.Duan@dri.edu
9. **郭振泰**, 台湾大学土木系, kuoj@ccms.ntu.edu.tw
10. **徐年盛**, 台湾大学土木系
11. **John Junke Guo** 郭俊轲, Dept. of Civil Engineering, National University of Singapore cveguoj@nus.edu.sg
12. **Nicholas Dibs**, Vista Del Lago Visitor Center, Department of Water Resources, State of California. ndibs@water.ca.gov
13. **Clark Liu** 刘成财, Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Hawaii at Manoa. liu@wiliki.eng.hawaii.edu
14. **Philip S. Moravcik**. MPH, Water Resources Research Center, University of Hawaii at Manoa. morav@hawaii.edu

