

南京水利科学研究院科技发展十年综述

(1985 ~ 1994)

一、前 言

我院是面向国内外的综合性水利科学研究机构，兼有应用、基础和开发研究，承担水利、交通、电力工程和其它有关工程中方向性、关键性和综合性的科学试验研究，以及理论和管理方面的研究。并兼作水利部水利大坝安全监测中心和水利基本建设工程质量检测中心，承担全国水利大坝安全监测和基本建设工程质量检测工作。作为一所已有六十年历史的大型综合性水利科学研究机构，近年来，我院发挥综合性研究机构学科齐全的优势，面向国民经济建设主战场，及时调整科研布局和专业方向，在基础理论研究与高新技术研究中抓拳头项目，承接国家攻关重大课题，在水利部、交通部、电力工业部和江苏省领导下，努力进取，高质量地完成了各项攻关任务和部重点科研项目，获得了一系列丰硕成果和前所未有的迅速发展。

自84年科研体制改革的十年来，我院先后承担了国家攻关任务88项，提出科研成果2430项，在国内外公开刊物和国际学术会议上发表论文1211篇，出版学术专著19部，100多项科技成果通过国家和省部级鉴定，达到较高水平，有不少达到国际先进水平或国际领先水平。有108项科研成果获国家科技进步奖和部、省级科技进步奖。在完成国家“七·五”、“八·五”攻关任务和其它研究项目同时，正积极为承担国家“九·五”攻关任务作准备，将继续为加快我国水利、交通、电力事业的发展做出新贡献。

二、开拓进取 努力攻关 勇挑重担 成绩斐然

我院始终注意把握好基础研究与应用研究之间的辩证关系，重点扶持大课

题。强调要集中优势，“稳住一头”，在国家重点攻关任务中勇挑重担；同时“放开一片”，实现高科技、应用研究与国民经济建设接轨，保持科研工作持续稳步发展。

承担国家重点科技攻关任务，直接反映了一个单位的科技水平和技术实力，同时也属于提高一个单位基础技术水平、“稳住一头”的重要组成部分。十年来，我院承担了“高坝建设关键技术”、“长江三峡工程关键技术与重大科学技术研究”、“潮汐河口航道整治与汉江航运开发技术”、“大管桩内河码头研究”等攻关项目主要专题和大量子题的研究工作。为三峡、葛洲坝、二滩、小浪底、五强溪、万家寨、克孜尔、鲁布革、龙滩、小湾、拉西瓦、飞来峡、天生桥一级、龙羊峡、东风、李家峡、刘家峡、岩滩、水口、龙岩、宝珠寺、曼湾等大型水利水电工程，为天津新港、石臼港、丹东港、黄骅港、连云港、上海港、南京港、北仑港、汕头港、广州港、海口港等港口码头工程和长江口、珠江口、汉江、淮河、湘江、西江等河流河口整治工程作出了巨大贡献，取得不少重要研究成果。“长江三峡工程变动回水区长河段泥沙模型试验研究”和“长江三峡工程坝区泥沙模型试验研究”是我院承担的国家重大科研攻关项目。在窦国仁院士的主持下，取得的研究成果达到国际先进水平，部分处于国际领先水平。为完成变动回水区长河段泥沙模型试验研究，我院建造了世界上最长的泥沙物理模型（约 800 米），依据全沙模型试验研究理论，成功地复演了长约 200 公里河段中卵石和全部悬沙的运动规律及其冲淤变化，同时针对该问题提出了二维全沙数学模型。通过试验研究预报了兴建三峡工程后，包括重庆港在内的变动回水区全河段在不同阶段直至淤积平衡后，航道和码头前沿的水流条件和泥沙淤积情况，以及重庆洪水水位抬高问题；探讨了解决航道和港口泥沙淤积问题的对策。这些研究成果为三峡工程可行性论证和改善变动回水区的泥沙淤积提供了重要科学依据，并获交通部科技进步一等奖。在三峡工程坝区泥沙模型试验研究中，建造了三个不同长度的坝区泥沙模型，运用全沙模型试验研究的理论，对建坝初期至后期各阶段枢纽运行情况进行了多组次方案试验，试验预报了枢纽运行各个阶段坝区泥沙淤积特点、数量和形态，及其对通航、发电、防洪和排沙的影响。试验着重研究了航道的泥沙淤积、清淤措施及其效果。此外，还对航道口门水流

条件、下游引航道非恒定流对航行影响及改善措施，设中间渠道三级船闸分散布置方案泥沙问题进行了深入地试验研究，为三峡工程中间渠道三级船闸分散布置的设计及修改提供了可靠的试验成果，使三峡工程设计更先进、精确和安全稳妥。该项研究经水利部、交通部主持鉴定，研究成果达国际先进水平。

在长江口治理研究中，先后提出研究成果“长江口三沙治理和通海航道研究”、“长江口分汊水道盐水入侵的特性”，分获交通部科技进步二等奖和水利部科技进步三等奖。1994年通过国家计委主持的国家级鉴定验收的大型攻关项目“长江口拦门沙航道演变规律与深水航道整治方案研究”，在我院名誉院长、中科院严恺院士、窦国仁院士指导下，努力拼搏、通力合作，提前两年完成全部研究工作。该项目课题组吸取国内外治理拦门沙航道的经验，经多种方案比较，提出选择长江口南港北槽作为通海深水航道，通过三期整治工程，把拦门沙航道现有的 -7m 水深增加到 -12.5m ，满足第三、四代集装箱船全天候通航和10万吨级散货船乘潮通航的要求。在长江口深水航道整治研究方面取得了重大进展与突破，总体上达到了国际先进水平，对实现“尽早把上海建成国际经济、金融、贸易中心之一，带动长江三角洲和整个长江流域地区经济飞跃”这一战略决策具有重要意义。

珠江崖门口航道整治技术研究，在物理模型和数学模型深入广泛研究论证基础上，提出了技术上可行的稳定3000吨航道，开发5000吨和10000吨航道的最优整治方案以及对建港和围海的建议。这些方案与建议已在航道建设工程施工中被采纳。该航道的开发对促进西江经济走廊的建设和繁荣珠江三角洲西部地区具有重要意义。经交通部组织专家评审鉴定，研究成果达国际先进水平。

在汉江游荡性河段演变规律及航道整治试验研究中，我院与天津水运工程科学研究所、河海大学等科研院校联合攻关，针对汉江襄利河段河床宽浅、洲滩密布、水流分散、主泓多变、航道尺度小，整治技术难度很大，又无国内外成功经验以资借鉴这一现状，从河流动力学、水文学及地貌学方面，对红山头至薛家滩游荡性河段进行了全面、系统、深入的分析研究。在整治工程水力学及整

治建筑物布置上,首次应用平面绕流理论和漩涡理论取得了创新成果。从理论上建立了“丁坝水力长度”、“丁坝水流压缩系数”的新概念;建立了适用于不同条件下统一的丁坝断面流速分布公式;阐明了丁坝局部水头损失与局部冲刷的机理及相应的计算公式;提出了淹没丁坝群壅高洪水位、以丁坝水流压缩系数相等确定丁坝间距的新方法;提出了游荡性河道航道弯曲半径,弯道及其行导岸长度等整治建筑物布置的方法。将航道整治建筑物布置从纯经验的感性认识提高到理性认识,提高了我国航道整治的理论水平。研究提出的整治原则和新观点及部分计算公式已在航道整治工程的设计、施工中采用,具有显著经济效益,增加年通航能力5.4倍,降低运输成本40%,并为沿江提供增加140亿元工业产值和增加税利9.4亿元的运输条件。该项研究成果获交通部科技进步二等奖。

我院很早就开始对船闸输水系统水力学和船闸阀门水力学的研究,承担了三峡、葛洲坝等大型水利工程的船闸研究任务,参与完成的“船闸设计规范”获交通部科技进步二等奖。三峡双线多级船闸,总水头达113m,可通过万吨级船队,是我国乃至世界规模最大的通航船闸。我院自从开展三峡工程船闸科研工作以来,承担了大量科研任务,在三峡工程前期重点科研项目和“七·五”国家重点科技攻关项目中,应用输水系统水工整体模型、输水阀门局部模型、恒定流与非恒定流减压模型、补溢水数学模型、1:1输水阀门门楣缝隙切片模型、大型人字门动水阻力物理模型和数学模型、下游引航道优化布置物理模型与数学模型,以及高水头船闸原型观测等研究手段,经过综合分析,论证了三峡船闸,在满足过闸货运量条件、闸室内船舶停泊条件及输水阀门工作条件情况下,设计方案在船闸水力学方面是可行的。“七·五”攻关项目已通过了能源部验收鉴定,总体上达到国际先进水平。在“八·五”攻关项目中,完成了双线连续五级船闸双侧主廊道输水布置形式正、反弧门方案、底扩和顶扩廊道体型及阀门振动等方面综合研究,取得一系列研究成果,多次受到专家组肯定和推荐,为三峡工程设计部门在输水阀门型式选择决策时作为可靠的参考依据。现在多项研究成果已被设计单位采用,并编入三峡船闸初级报告中。

高坝建设关键技术研究是一项涉及多学科的综合攻关任务。为此，我院发挥综合配套、专业众多的优势，集中水力学、土力学和材料科学三个领域优势力量，同心协力努力攻关，分别进行了高土石坝施工水力学问题研究，高土石坝动力分析及抗震工程措施研究，高堆石坝原位观测和反馈分析研究，大体积混凝土掺合料品质及配合比优化研究，获得了多项研究成果。我院参与的“土质防渗体高土石坝研究”荣获国家科技进步一等奖。我院承担了该项目子题“复杂岩基与两岸渗流计算程序及其合理渗控措施研究”，系统推导了裂隙网模型，正交和非正交裂隙组的连续均质场模型的计算公式，将编制的数值计算方法的程序应用于实例，并用物理模型加以验证。结合小浪底水库左坝岸裂隙岩体进行稳定和非稳定渗流计算，分析了灌浆帷幕与排水廊道等渗控措施的效果。计算成果已为工程单位采用。还结合鲁布革工程复杂岩基的渗控措施，进行了多孔介质三维有限元计算，利用反演渗流参数的方法使预报洪水时的计算结果及渗控措施更为可靠合理。

我院负责主持的国家“八·五”科技攻关专题“土石坝施工水力学问题研究”，共分 17 个小专题。经过课题组全体成员齐心协力，努力拼搏，艰苦工作，已出色完成了合同要求的研究工作，并通过各子题鉴定，获一致好评。该专题在以下三方面的研究有较大进展：1. 导流洞永久利用多种内消能工的系统研究；2. 高土石坝砌石过水围堰和坝面过水的研究；3. 导流标准风险决策研究。特别是“200m 级高坝导流洞改建为突扩式及涡流组合式消能工”的研究成果已为小浪底工程设计采用，使工程投资大大减小，获得了安全与经济的合理协调，新提出的涡流组合消能工，通过控制水垫使空化仅在水体内部发生，而不产生空蚀破坏，构思新颖，为进一步探索孔板消能工的规模和水平，开创了一条新路。该专题研究成果总体水平达到国际先进水平，涡流组合消能工的研究成果达国际领先水平。

水力发电枢纽泄水建筑物的空化空蚀是人们熟知的老大难问题之一。尽管这一问题已提出了一个世纪，且有关文献资料浩如烟海，但它们绝大部分偏重于理论分析和机理上的探讨，真正密切结合生产，又针对工程实际问题的文献研究资料很少，国内外均未能完满地解决这一难题。我院组织不同学科研究人

员，以知难而进的精神，群策群力，克服重重困难，投入了这一课题的研究工作。紧密结合生产需要，对分离流、缝隙流、剪切流、交汇流几种不同水动力条件下五种非金属材料抗空蚀问题进行了系统研究和新的探讨，提出了高强混凝土类、高强砂浆类、树脂胶泥类、硅粉混凝土类、硅粉砂浆类在高流速(35m/s)和超高流速(60m/s)下抗空蚀性能的研究成果和不同水动力条件下空化研究的一些新成果。经在刘家峡、龙羊峡、二滩、水口等工程中应用，表现出显著的社会和经济效益，并为学术性研究积累了不少有意义、有价值的成果，也探索了如何进一步结合生产深入研究和开拓新领域的方向。研究成果“泄水建筑物不同水动力条件下空化及非金属材料抗空蚀问题的研究”荣获国家科技进步三等奖和能源部科技进步二等奖。

高坝泄流雾化及其影响研究，针对二滩电站工程泄洪雾化的特点，采用物理模型结合理论研究和原型观测的研究方法，通过几十个已建工程泄流雾化的对比分析研究，对解决二滩泄洪雾化问题提出了具体建议。其研究方法和研究成果均属国内外少见，对解决工程泄洪雾化的预报问题和进一步雾化理论研究都有重要意义，研究成果达到国际先进水平并获能源部科技进步三等奖。

高土石坝动力反应分析与抗震工程措施研究，开发与完善了总应力法与有效应力法两套坝体三维动力反应分析程序，成功应用于瀑布沟心墙堆石坝，获良好效果，为工程设计提供了可靠的技术依据。用于研究坝料土动力应力应变关系的动剪仪研制成功，并提出了新的动力本构关系。“高堆石坝离心模型技术研究”提出分级加速，模拟填筑时间，从离心模型试验结果推算土石坝施工期变形的简捷的实用方法；系统研究了模型箱边界和模型材料粒径与结构物相对大小对试验成果的影响。该课题研究成果达到了预期的攻关目标和国际先进水平，使我国的离心模拟技术向前迈进一大步，在我国水电建设中具有重大推广应用价值。

龙滩碾压混凝土高温高效缓凝减水剂的研究成果解决了高温条件下大体积水工混凝土连续浇筑的施工难题。保证了高温条件下连续浇筑混凝土的质量。经广西百龙滩水电站大坝工程成功试用，证明这种高温缓凝剂能在35~43°C日晒下，入仓温度为33°C左右时，使混凝土初凝时间达5小时以上，在节约

水泥 10% 条件下, 混凝土强度仍有提高, 水泥利用率提高 20 ~ 30%。实践证明, 这种高温缓凝剂既有高温缓凝作用, 又有减水增强效果; 既能在高温下使用, 又可在常温下使用; 既可用于碾压混凝土, 也可用于常态混凝土; 是一种国内外首创、技术经济效益和社会效益显著的新型特效高温缓凝剂, 具有明显的推广应用价值, 现已应用于三峡枢纽工程。

十年来, 我院平均每年承担各类科研任务 500 多项, 其中部、省重点、国家自然科学基金和重大工程建设项目 200 多项, 实现高科技、应用研究与国民经济建设的接轨, 为推进水利、交通、电力行业的科技进步, 为国家重点工程建设作出了巨大贡献, 同时也提高了我院的科技水平以及在国内外同行业中的知名度。如我院参与的“葛洲坝二、三江工程及其水机组”研究课题, 荣获国家科技进步特等奖。泥沙问题是葛洲坝工程中的一项重大关键技术问题。我院通过泥沙模型试验研究, 运用“束水攻沙”原理, 确定了能保证静水通航、动水冲沙的原则, 从而解决了工程中的泥沙问题, 保证了枢纽的正常通航和发电。

土坝渗流安全分析研究及其推广, 立足于几十座病险水库土石坝渗流的分析研究, 从观测资料分析结合渗流计算, 以及同位素测量找出土石坝渗流安全方面的关键性问题, 提出除险加固措施方案, 解决了多年来不敢蓄水的状态, 从而发挥了水库的经济效益和社会效益, 并在此基础上编写了《土坝渗流分析》教材, 在原水电部培训中心办班多届, 推广普及渗流安全分析方法, 对提高水库管理水平、避免水库发生事故起到积极作用。该项研究成果获国家科技进步三等奖。

我院是软基加固技术研究开发最早的科研单位。经多年研究探讨已形成一系列软基加固先进技术。近年来, 利用这些先进技术直接为工程建设和生产任务服务, 先后为福建马尾开发区、扬子乙烯等近百项软基加固工程所采用, 该技术在全国范围内推广, 已为国家节省了上亿元工程费用, 取得显著经济效益。作为一项先进技术, 突破了国际上认定的地基土强度要达到 20kPa 以上的界限, 取得了地基土强度仅 16.4kPa 进行软基加固的成功, 并修正了梅纳计算公式。其研究成果“软基加固技术的开发与应用”荣获国家科技进步二等

奖。随着电力建设的发展, 我院对灰渣贮放技术进行了广泛研究。对灰渣工程特性, 着重研究了灰渣层各向异性及其对渗流场的影响, 灰渣密实度对其工程特性的影响及湿法灰场沉积的压实特性; 在灰坝除险加固技术方面, 针对湿法贮灰场存在的问题, 提出了完整的加固技术, 并在国内外首创振冲加固灰坝这项新技术; 在新型灰渣筑坝技术研究中, 提出了一整套考虑灰渣层各向异性、排渗系统透水性降低及复杂边界条件的三维有限元渗流分析、静力应力应变(剪胀性、非线性)分析与动力(非线性)反应分析的方法; 较深入地揭示了灰渣坝在静力和地震作用下的工程性状; 提出了具有垂直、水平组合排渗系统的新型灰渣筑坝技术。该成果经实际应用证明具有显著经济效益和社会效益, 仅谏壁电厂一项就节省投资 470 万元, 在电力工业、水利工程和冶金工业方面均有广泛推广应用价值, 其研究成果“灰渣筑坝技术研究”获能源部科技进步一等奖。

“黄淮海地区中、低产田改造的研究”是我院承担的科技兴水、科技兴农部重点项目。该项目有两个内容: 1. 装配式农水配套建筑物新技术; 2. 鼠道排水示范工程技术试验研究和推广应用。在装配式农水配套建筑物新技术研究方面, 我院科技人员将成熟的科研成果如“粉煤灰双掺”、“真空吸水”、“预应力钢筋混凝土”等项技术应用到农田水利中去, 结合农水工程要求和特点开展了粉煤灰双掺、真空吸水的推广应用研究。经过三年多工作, 研究定型设计了一套三个系列四十五个适用于淮北地区的装配式配套建筑物并编制成图册, 建立了一整套施工工艺, 建立了二个万亩旱改水和荒改水示范区, 通过编织带拉筋挡墙的室内外试验, 提出了粉砂土拉筋挡墙的受力状态和计算公式。本项成果已推广到徐州市六县一郊五十余个乡镇, 辐射到安徽、河南、新疆等省、区。江苏省已将此项成果列入“八·五”科技推广计划。本成果推广后有十分明显的社会经济效益, 节省田间配套工程经费 20~45%, 旱改水示范区平均每亩增产 200~250 公斤, 对改良盐碱地有显著作用。农田水利装配式建筑物技术 1993 年已被列入《国家科技成果重点推广计划》。研究成果“淮北地区铜山县农田水利装配式配套建筑物研究及推广示范”获水利部科技进步三等奖。在鼠道排水示范工程技术试验研究和推广应用方面, 我院科技人员经过五年努力, 完成水利部科教司委托的 12 万亩低产渍害田改造的示范推广任务, 治渍效果十分

显著
食 2
论证
制度
设计
利部

态的
尚未
论为
得了
要影
程度
有较
式迭

重要
系统
荷载
则波
编制
果获

的甚
大的
取得
析的
方面

显著，平均每亩增产三麦 10.5 ~ 15.5%、水稻 9 ~ 11.2%，89 ~ 92 年增产粮食 2000 多万公斤。以小区试验田取得的丰富资料，结合数学模型和理论分析论证，提出了一套鼠道排水计算方法，建立了较完善的推广体系和科学的管理制度，树立了我国目前最大的鼠道排水治渍工程示范样板，为排水治渍规划和设计提供了科学依据。研究成果“淮安鼠道排水治渍增产示范工程总结”获水利部科技进步三等奖。

集中荷载作用下装配式迭合面板内有效分布宽度和弯矩系数及双向受力状态的问题是码头设计和港口工程技术规范中亟待解决和完善的问题，然而至今尚未进行过系统的试验和理论计算研究。我院在承担该课题研究中，以弹性理论为基础，采用码头原型板进行试验，把试验结果与有限元计算相结合，取得了近 4 万个数据，研究了荷载有效分布宽度、弯矩系数及双向受力状态的主要影响因素和规律性，提出了有效分布宽度的计算方法、弯矩系数，在一定程度上解决了目前高桩码头面板设计中亟待解决的若干紧迫问题，对生产实践有较大现实意义，并为修订高桩码头规范提供了重要依据。其研究成果“装配式迭合面板试验研究”获交通部科技进步三等奖。

开敞式码头系、靠船力及动力稳定性问题是沿海港口工程建设急需解决的重要课题。我院通过对石臼港 31 艘 1.1 ~ 6.5 万吨级船舶靠泊速度、靠船能量、系缆力进行现场测试和统计分析，以及室内规则波作用下 2 ~ 20 万吨船舶的荷载试验和综合分析，首次提出了开敞式码头船舶系、靠船力的概率模型和规则波作用下系泊船舶撞击能量的建议计算公式，为设计大型深水泊位建筑物和编制有关设计规范提供重要的参考依据，并具有良好的社会效益。研究成果获交通部科技进步三等奖。

闸门振动问题是工程中经常遇到的，不少闸门在运行中发生强烈振动，有的甚至失事造成巨大损失，因此，闸门结构动特性及其优化方法的研究具有重大的现实意义。我院长期以来，紧密结合工程，深入系统地开展这方面的研究，取得一批重要成果，多次荣获部级科技进步奖。我院研究人员率先用实验模态分析的频域法识别了空气中弧形闸门的三维模态参数，在闸门结构动力特性研究方面取得进展，应用计算机辅助动力分析技术，对闸门结构进行优化设计，用

仿真技术预估闸门的振动位移。创造性地应用和发展了新技术，形成了一套先进而完整的研究水工闸门动特性及其优化设计的方法(CADA)。这项新成果在研究二滩、水口、五强溪等工程的闸(阀)门的动特性与动态优化设计中，得到成功的应用。专家鉴定认为，总体上达到国际先进水平。研究成果先后获水电部科技进步三等奖、水电部科技进步论文三等奖和水利部科技进步二等奖。

由于我院始终坚持科技与生产任务相结合，科技为经济建设服务，为国家经济建设和行业科技进步作出了贡献，产生了巨大的社会、经济效益，受到建设单位和当地政府的高度赞誉和褒奖。如南京新生圩港选址问题。早在70年代中期，交通部就决定在长江八卦洲河段右汉内新建9个万吨级和7个中等级的新生圩深水泊位，作为海轮直接入港的外贸专用码头，并列入国家重点建设项目，但因问题复杂，在港址选择上存在较大分歧和争议，我院以治河专家李昌华同志为首的课题组经过大量勘测资料数据的分析，结合长江中下游建港经验，通过全面系统的模型试验研究，及港址水文的多次科学论证，提出了稳定河势，维护港区水深的有效可行的工程措施，解决了新生圩12个万吨级泊位的港址选择问题，确保了港区水深稳定和正常生产，同时维持了扬子乙烯、南京化工厂、南京钢铁厂等大型企业的水上交通，为新生圩港的开发和建设作出了显著贡献，研究成果“南京新生圩深水泊位河工模型试验研究”和“长江八卦洲汉道整治河工模型试验研究”分获江苏省科技进步二等奖和水利部科技进步二等奖。李昌华同志因对新生圩港的开发和建设作出了贡献而被评“对南京市改革开放和经济建设作出杰出贡献的专家”，并荣获十万元重奖。

汕头市是我国最先开放的港口城市和经济特区之一，随着经济建设的大力发展，港口原有吞吐能力和泊位等级均不适应能源、外贸运输需要，迫切要求加快深水港区的建设。我院汕头港项目专题组通过深入调查研究和科学论证试验，提出大量研究成果应用于港口建设中，使已报废的汕头老港复活，并建成了万吨码头，节约了大量基建投资，社会效益和经济效益均十分显著，为汕头市的社会经济发展作出了很大贡献，专题组多次受到汕头市委、市政府高度评价和赞誉，在汕头市引起极大反响。

水
担了岩
成果经
工程是
求圆满
优化试
想工程
拨专款
1000万
三
重
是增强
做了大
河床紊
概念，
全面验
该项理
“
研究”
系列研
变化。
数量等
三峡回
奖。在
高含沙
统地提
而且得
一步提

水口升船机整体动态模型试验研究课题组在完成本课题研究任务同时还承担了岩滩升船机的研究任务。全组科技人员团结协作，努力工作，所获研究成果经专家评审，得到高度评价并被设计单位采用。南京钢铁厂四号高炉桩基工程是一项涉及深基坑开挖技术的施工工程，我院科技人员协同作战，按合同要求圆满完成任务，以优良的工程质量获得建设单位好评。大朝山水电站混凝土优化试验研究是兄弟单位在技术上没有解决的难题，我院科技人员急工程所急，想工程所想，在短期内研制出选用当地材料的新型混凝土掺合料，建设单位为此拨专款进行工业性试验，获得圆满成功，为大朝山水电站工程节省工程造价近1000万元。

三、重视技术储备 增加科技实力

重视加强应用基础理论和技术储备研究，加强新材料、新技术的研究开发，是增强科技实力、保持科研发展后劲的基本保证之一。十年来，我院在这方面做了大量卓有成效的工作，取得了可喜的成绩。在应用基础理论研究方面，如河床紊流的研究，在分析紊流机理基础上，提出了河床紊流随机理论和一些新概念，从理论上全面阐述了明渠和管道水流以及减阻流，并得到了试验资料的全面验证，从而使河床紊流理论有了全面系统的发展，并在很多领域推广应用，该项理论研究成果“河床紊流的随机理论及其应用”荣获国家自然科学二等奖。

“高含沙水流输沙规律的研究”、“高含沙水流运动规律与河床演变特性的研究”以及“泥沙运动规律及泥沙数学模型的研究”等泥沙理论研究课题取得了一系列研究成果。如河道二维全沙数学模型能同时模拟悬沙和底沙运动及其冲淤变化。经长江重庆河段的验证计算表明，在水位、流态、流速、冲淤部位和冲淤数量等方面，均能给出与天然实测值基本一致的结果，研究成果被采用于研究三峡回水变动区泥沙淤积及其对航运的影响问题，并获交通部科技进步二等奖。在黄河小浪底枢纽泥沙问题的研究中，对黄河天然泥沙和模型沙形成的高含沙水流的流体特性和运动规律进行了系统的理论分析和试验研究，首次系统地提出既能适用于低含沙水流，又能复演高含沙水流的泥沙模型相似律，而且得到了原观资料的详细验证。进一步发展和完善了泥沙模型相似理论，进一步提高了泥沙模型试验技术，尤其是高含沙水流泥沙模型试验技术。在学术

上和实际工程应用上均有重要价值。对小浪底水库不同运用时期的有关泥沙问题进行了系统研究,为工程设计和领导决策提供了重要依据。在高含沙异重流和枢纽防淤堵问题上所取得的研究成果,对小浪底工程设计和将来水库调度运用会起着重要的参考和指导作用。作为一项理论研究新成果整体上达到了国际先进水平,在高含沙水流模型理论与设计方面居国际领先地位。

数学模型试验研究和应用经过 20 多年,特别是近十年来的开发和实践,已成为我院科研工作的重要组成部分,并已形成一些在国内外有影响、有特色、有相当高水平的专业。这些专业有:1. 环境水力学中冷却水的数学模型,能提供火电厂、核电厂取排水口的泥沙淤积、温度场、低放废水浓度场的变化状况,以便确定电厂取排水工程方案;2. 船闸水力学方面的枢纽连续多级船闸下游引航道非恒定流数学模型,能较好地提供非恒定流波动对船舶航行和停泊条件影响状况,以利工程枢纽优化布置;3. 渗流力学数学模型,其研究成果较早在国内广泛推广应用。近年来又针对高坝建设带来的渗流技术新问题,我院对裂隙岩体的水流特性、裂隙网络生成、裂隙岩体渗流场和应力场耦合作用下的数学模型进行了深入研究并取得了重要成果;4. 泄水建筑物体型的数学模型研究也日趋完善,溢流坝面和泄水孔口体型的计算已在工程中应用;5. 河流动力学、河口和海岸水力学及其泥沙工程也广泛应用数学模型,如潮流数学模型、悬沙数学模型、全沙数学模型、河床变形数学模型均广泛应用于河床演变、航道整治和开挖、拦门沙治理等研究。计算过程中还应用了适用于各种泥沙粒径包括絮凝团的淤积率公式,建立适用于各种冲淤情况的通用应用软件;6. 引洪风险分析数学模型,通过随机微分方程,引进各种不确定因素,计算出调洪过程中的库水位和外洪水面线的概率密度分布,为引洪风险分析创造条件;7. 数学模型也为研究紊流机理、波浪运动规律提供新方法,如紊流的拟序结构和能量特征等;8. 用数学模型分析岩土工程中的形变、应力、强度和稳定性,已成为我院土工研究的重要手段。随着工程建设规模和复杂程度与日俱增,古典土力学理论已不足解决实际工程土力学问题。通过大量室内土工试验,工程长期现场观察资料分析及大量数学模型计算,目前我院已对土体屈服强度建立了较系统的新理论,提供了具有国际先进水平的双屈服面塑性模型,这些理论对指导岩

土工程的固结分析、动力分析、极限分析起重要作用，特别是对高土石坝预估在不同施工阶段坝体张拉区或地基塑性区演变规律，对土石坝设计或采取预防性措施提供了重要数据。这些基本理论研究成果已应用于广州抽水蓄能电站面板坝、大桥水库土石坝、公伯峡大坝、乌鲁瓦提水库面板坝等工程，均取得良好效果。提出的研究成果“土石坝有效应力应变分析”、“软土地基固结变形的弹塑性分析”均获水电部科技进步二等奖，在岩土力学理论研究方面做出了积极贡献。随着计算技术的发展，工程应用软件质量也获得较大提高，如动态图像显示技术、网络自动生成技术，较高质量的软件前置和后置处理技术等。全级配混凝土本构关系的设计提出大坝受力的仿真应力应变关系，将使设计更符合实际情况，为提高高拱坝设计水平作出贡献。

为了更好地适应经济经建需要，我院及时加强和调整有关专业方向，拓宽研究领域，使原有的 18 个专业方向发展到目前的 30 个，有重点地加强河流、河口、海岸、近海港口航道和电站枢纽泥沙问题的研究；200 米以上高坝基础处理技术、深层覆盖层处理以及高坝泄水建筑物(大于 40m/s 流速级)关键技术研究；病险水库大坝工程质量安全检测和除险加固技术，已建和在建水利工程质量检测、修补、维护、改建技术研究；内河航道整治研究；高水头船闸、升船机水力学和结构、航运枢纽布置及船舶航行条件研究，深水筑港及近海工程研究；基础工程、地基加固技术、灰渣贮放和综合利用技术研究；遥感技术、核技术、钢材、钢结构及钢筋混凝土结构防腐技术、新涂料、特种混凝土研制应用和土工织物开发应用研究；环境水力学、土力学等基础研究；水工程与生态环境之间相互影响及评价研究；热、核电站热污染、水上油污染、核废料处理方法研究；以及水利、交通、电力工程的技术经济宏观决策研究，并重点加强一些领域的技术装备，使之形成优势。例如，投资 200 多万元建成的具有解决高坝水力学疑难问题的多功能空化空蚀试验装置，以及由我院科技人员和航天部 602 所联合开发研制成功的大型 400gt 土工离心机系统装置。这台耗资 380 万元人民币和 30 万美元的大型离心机具有当代国际先进水平，实际最大容量达 449gt，转臂吊头端有效半径 5.1m，最大半径 5.9m，最大有效载重 2000kg，最大加速度为 200g，末端最大线速度可达 117m/s，转臂两端有自动平衡装置，以保证该机平稳运行，由微机自

动控制运行操作，也可手动操作，操作台有各种运行参数的自动显示与报警装置，超控时可实现自动停机。运行状态由闭路电视监测，模型试验的数据采集和处理，配有64个通道的微机控制的电测系统；有微型传感器，有测量模型形体变形的动态图像处理系统，还配有100个信号通道的集流环和多路向运行模型供电、气、油和水的滑环，从而保证了数字信号正确和有效地传输。该系统装置可广泛用于高坝建设、深水筑港、海洋石油开发工程、高层建筑的基础工程、军事工程和地下工程。这些性能良好、自动化程度高的试验装置的建成，标志着我国在土工离心模拟试验技术领域已跨进国际先进行列，并填补了国内空白，必将为国家建设作出重大贡献。

面对新材料、新技术日新月异地发展，我院先后研制开发了具有抗裂、抗冻、防水、耐磨、耐老化、粘结强度高的丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆；高强抗冲磨、抗腐蚀的硅粉混凝土；水工抗腐蚀 NSF 剂；水下不分离混凝土及涂层；DICEP 无溶剂环氧重防腐涂料；超快硬、高强、早强抗腐蚀的 AS 特种胶凝混凝土材料，耐蚀、耐热、耐油、耐磨和具有显著电化学保护性能以及良好柔韧性和附着性的 T₉₀ 水性富锌涂料；超细高强、微膨胀性能的 N₉₀ 无机高强灌浆材料；能从根本上制止钢筋腐蚀，对港口作业干扰小，造价较低、劳动强度较小，适合于盐污染的海工钢筋混凝土上部结构的阴极保护技术等。经工程实践检验证明，这些新材料、新技术具有显著的社会经济效益和广泛的推广应用价值，在总体技术上达到当代国际先进水平。所提出的研究成果“丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆”、“高强抗磨蚀硅粉混凝土的研究与应用”、“AS 水泥和混凝土性能研究与应用”、“硅粉混凝土特性研究和应用——水工抗磨蚀 NSF 剂产品研制及应用”、“DICEP 无溶剂环氧重防腐涂料的研制”先后获国家科技进步三等奖、能源部科技进步三等奖、电力部科技进步二等奖、水利部科技进步二等奖和交通部科技进步三等奖。

多年来我院自行设计研制了一系列仪器设备，积极配合科研工作顺利进行。现场多功能定点观测系统已全面完成，研究成果已列入交通部“九·五”规划推广项目。中子方法无损快速测量混凝土厚度及多功能中子喷射混凝土质检仪获 93 年中国专利博览会金奖，在水利水电、交通、建筑、矿山坑道等工程方面

有广泛推广应用价值。水工整体模型试验自动化控制及现场数据采集处理系统自动控制上游流量和下游水位、三维测桥的自动控制及定位、自动测量水位、流速流向、水面横比降、水下地形、多点压力等，其研究成果获水利部科技进步三等奖。高堆石坝原位观测与反馈分析研究成果使 200m 级高土石坝的原观仪器形成了系列，与同类仪器相比，具有量程大、精度高、稳定、灵敏的优点。其中 400m 超长水平垂直位移计在国际上尚无先例。该成果总体上达到国际先进水平，在水电建设中具有重大推广应用价值。

大坝安全监测技术是我院的强项。我院已完全具备从设备研制生产，仪器埋设到现场自动化观测的系列服务能力。编写了《土石坝安全监测技术规范》和《水库大坝安全鉴定办法》。其研究成果“病险水库土石坝隐患分析方法”“大坝观测新技术的完善与应用”、“土石坝观测技术”分别获水电部科技进步三等奖、电力部科技进步二等奖和水利部科技进步三等奖。

为使科学技术更好地适应市场经济的发展，结合我院的基础与现状，先后创办了南京瑞迪高新技术开发公司，南水土建工程公司等研究开发机构，在科技经营开发方面取得可喜成绩。所有这些新材料、新技术、新试验装置的研制开发和推广应用，将进一步促进我院科研成果向现实生产力转化，为我院高新技术产业的逐步形成创造了条件。

为了加强与世界各国的科技交流与合作，我院已和 20 多个国家和地区的 40 余所科研单位和高等院校建立了科技资料交流关系或双边合作关系，使我院在国内外知名度不断提高。

四、展 望

过去的十年，我院坚持改革开放，坚持科研工作必须以经济建设为中心，坚持两个文明一齐抓，上下努力，团结奋斗，取得辉煌成绩和快速发展。展望未来，我院将面临的是机遇与挑战同在，竞争与发展并存的跨世纪的十年。为实现我院作为国家和行业重要科研中心之一，在三部重大技术问题的宏观决策中起到技术参谋与咨询作用，把我院建成具有相当国际知名度的综合性水利科研机构的规划目标，我们必须不断开拓进取，必须要有危机感和紧迫感，抓住

机遇，面对挑战，知难而进。集六十年发展之经验，遵循科技自身发展规律和市场经济运行规律，适时调整现有专业方向，使之更好地适应科技发展和经济建设需要，更多地承担国家攻关任务和重点建设工程项目，发扬重合同，讲信誉、以技术和质量取胜的优良传统，开拓并站稳技术市场，不断提高我院综合科技水平，增强我院经济实力。今后的十年，我院发展前景一定更加辉煌。