工程史

DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240149
CSTR: 32282.14.JES.20240149

新中国水电发展事业的亲历者和参与者——阮光华总工程师访谈录

凡宽宽[1,2]，李海静[1,2*]

1. 内蒙古师范大学 科学技术史研究院，呼和浩特 010028；
2. 浙江水利水电学院，杭州 310008

摘要：新中国水电事业从无到有，历经75载逐步发展成为世界水电建设强国。阮光华作为中国自行培养的水电技术专家，先后参与了东北恒仁水电站、黄河刘家峡水电站和龙羊峡水电站、汉江石泉水电站、闽江水口水电站等国家重大水利工程建设项目，并为龙水滩水电站、小湾水电站、三峡工程等项目提供工程咨询；参与创建中国水力发电工程学会施工专业委员会，并担任施工专业委员会副主任兼秘书长。阮光华的专业教育经历和职业生涯见证了新中国水电事业从技术引进、消化吸收、自主创新至技术输出，反映了新中国水利科技发展的全过程，见证了新中国水电事业从引进消化吸收到自主创新及向外开展技术输出的全过程。

关键词：新中国水电事业；阮光华；亲历者；口述访谈

中图分类号：N031；TV7 **文献标识码：**A **文章编号：**1674-4969(XXXX)XX-0001-15

访问整理者按：受访人阮光华，1937年生于江西上饶，祖籍浙江绍兴，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司正高级工程师。1955年毕业于燃料工业部杭州水力发电学校（现为浙江水利水电学院）建筑机械专业；毕业后，被分配到北京电力工业部北京勘测设计院工作。1957年，就读北京矿业学院（今中国矿业大学）选矿专业；1958年，转入北京水利水电学院工程机械专业；1963年入读清华大学动力系研修班。1964年，参与刘家峡水电站建设项目；1968参与“万里黄河第一坝”青海龙羊峡水电站工程建设。此后，又参与了石泉水电站和安康水电站的建设。1984年，调入华东勘测设计院工作，任专业

收稿日期：2024-12-02； **修回日期：**2025-02-24
基金项目：中国科学技术协会老科学家学术成长资料采集项目（CJGC2016-GKD09）
作者简介：凡宽宽（1996—），女，硕士研究生，研究方向为水利史。E-mail: 751516354@qq.com
*李海静（1979—），女，博士，教授，研究方向为水利史、水文化。E-mail: lavalhj@126.com
引用格式：凡宽宽,李海静.新中国水电发展事业的亲历者和参与者——阮光华总工程师访谈录[J].工程研究——跨学科视野中的工程,DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.20240149.. CSTR: 32282.14.JES.20240149
FAN Kuankuan, LI Haijing. Ruan Guanghua: Experiencer and Participant in the Development of Hydropower in the People's Republic of China[J].Journal of Engineering Studies,DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.20240149.. CSTR:

©The Author(s) 2024. This is an open access article under the CC-BY 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

室主任和专业处长。他亲身参与建设了东北的桓仁水电站、黄河刘家峡水电站和龙羊峡水电站、汉江石泉水电站和安康水电站、白龙江宝珠寺水电站、闽江水口水电站等工程项目，并参与红水河龙滩水电站、三峡工程和小湾水电站等工程咨询工作。2004年，他参与创建中国水力发电工程学会施工专业委员会，并担任施工专业委员会副主任兼秘书长。

受访人：阮光华

访谈整理人：凡宽宽，李海静

采访时间：2021年6月9日

采访地点：浙江水文化展示馆

1 家庭背景与早年经历

访：阮总您好！非常感谢您能够接受我们的访谈。据了解，您的舅父是徐世大①先生，也是一位水利专家。阮姓家族也是一个大家族，您能介绍一下家庭的情况吗？

阮光华（下文简称“阮”）：我的祖籍地是浙江绍兴哨唫乡（今属绍兴市上虞区道墟镇），但我出生在江西南昌，当时父亲在南昌任职。少年时期，我的家庭随父亲工作的变动一直在迁移变化中。

据《绍兴偁山阮氏家乘》记载：族谱以宋代阮人储（字朝器，行朝一，谥号忠靖）作为洛阳的始祖；宋室南迁，以阮道夫（字惟凝，行希三)作为越州始祖。南宋开禧年间（公元1205—1207年），阮道夫迁居至会稽（今绍兴）藕茅池；其孙直（字叔绳）为躲避宋末战乱迁居至海滨翱山之麓，即啸唫乡沽渚村。关于“啸唫”的由来，当地有两种说法：一是，阮叔绳不愿进仕，结构望江亭，日与宾朋宴乐，啸傲吟咏其间，过其地者常闻啸吟之声，故称此地为“啸吟”。因“唫”通“吟”，后称“哨唫”；另一说法是，偁山若虎，曹娥江若龙，因取虎啸龙吟之义，故名“啸吟”。我觉得第二种说法更具说服力。1982年，“哨唫”改为“肖金”[1]。祖父阮成斋是位秀才，曾在绍兴府中学堂（现为绍兴第一中学）教授美术，1910年鲁迅先生来到学堂任监学并讲授国文，彼此成为同事。1905年，祖父会同本村阮延藩、阮建章、阮静斋等创办了世懋学堂（图1）[2]，学堂的建设得到了徐锡麟的帮助和支持。

图1 手绘世懋学堂图[1]

Figure 1 Hand-drawn Map of Shimao School[1]

外祖父徐树兰是光绪二年（公元1876年）的举人，曾任兵部郎中、知府等职；1902年创办了绍兴古越藏书楼[3]，据说，蔡元培等曾来此翻阅藏书[4]。徐家更为开放包容，后辈年轻人基本都出国留学，徐锡麟②就出自这个家族。

我的父亲阮步蟾，出生于1900年，与母亲结婚后就读浙江医学专门学校（现浙江大学医学院），入学读书一年后，因祖父反对而辍学。为此，外祖父请蔡元培先生，将父亲转学至北京协和医学院继续深造。父亲曾做过临床医生、医院院长等，后在国民党政府医疗防疫总队工作，负责公共卫生事务。我出生时，父亲正在担任现上饶市人民医院的院长，是该院的创始院长[5]。父亲与蔡元培、周作人、许寿裳、钱玄同等都有书信往来，这些信件至今仍被保存。

我们家与钱家本无血缘关系，但父亲与钱玄同都娶了徐家姐妹，故而成为连襟，我与钱三强是表兄弟。我的母亲出生于1899年，曾在杭州弘道女中

① 徐世大（1895—1974），字行健，笔名山石，绍兴人。1914年冬考入北洋大学土木科，1917年毕业，第二年考取清华官费留学，入美国康奈尔大学学习水利及卫生工程，1920年获土木工程学硕士学位，1921年回国。1929年秋，徐世大就任华北水利委员会技术长；1946年后，先后担任天津海河工程局局长、浙江省钱塘江海塘工程局局长、华北水利委员会主任等职。曾任中国水利工程学会第三届(1933年)至第六届(1936年)董事会负责人，中国水利工程学会天津分会副会长等职。1974年徐世大病逝于台湾。

② 徐锡麟（1873年12月17日—1907年7月7日），字伯荪，别号光汉子。光绪二十七年（1901年），任绍兴府学堂教习。旋升副监督。在绍兴城内开设特别书店，经销新书，宣传排满反清。光绪三十一年，与秋瑾约定皖、浙两地联合起义；光绪三十三年，起义失败，惨遭剖腹挖心酷刑，壮烈牺牲。

（Union Girl's School）[①]读书[6]，与徐世大是堂兄妹。母亲一直主持家务，未曾工作，我家共有兄弟姐妹五人，我是老幺（图2）。大哥从医，是浙江大学医学院的首届毕业生；二哥小学毕业后，前往台湾，后定居美国，主要从事电子专业；大姐毕业于哈尔滨外国语学院，曾做过翻译，后在福建的一所中学担任教师；二姐毕业于上海医学院，毕业后留校任教，退休后随子女移居美国。

图2 阮光华与家人合影（右起）前排：父亲、母亲；后排：阮光华、大哥、大姐

Figure 2 Ruan Guanghua poses with his family. Front row (from right): Father, Mother; Back row: Ruan Guanghua, Eldest Brother, Eldest Sister

访：您出生于战争时期，年少时的经历对您产生了怎样的影响？

阮：我们的逃亡路线以及我的求学历程，至今都记忆深刻。1937年，日本人发动淞沪战争，随后南京失守，发生了震惊全国的南京大屠杀。日本人占领南京后，沿浙赣线向江西推进。同年，我出生在江西。1943年，我们全家从江西上饶撤至广西桂林，在这里我开始就读小学一年级。1944年夏，日本人发起对国民党的最后一次大规模进攻，豫湘桂战争爆发，我们从桂林撤离至重庆。逃亡路线大致从桂林至柳州，沿黔桂铁路抵达贵阳，再从贵阳改乘卡车前往重庆。同年冬，抵达重庆，父亲任职于国民政府卫生署防疫大队。在重庆，我入读二年级。我亲历了重庆大轰炸，整个城市被夷为平地，百姓们被炸死，很是惨烈。抗日战争胜利后的1946年初，我们从重庆出发乘坐汽车翻越秦岭到达宝鸡，随后沿陇海线抵达南京。我在南京开始就读三年级，先后在二条巷小学（现江苏省实验小学）和逸仙桥小学学习。1948年国民党败走台湾。同年冬，父亲所在的防疫部门搬迁至杭州。新中国成立后，机构及工人被浙江省政府接管留用，父亲仍担任防疫大队负责人。在此后的机构调整中，父亲转而负责医疗教育工作，再后来转而研究中医针灸学。

访：从家庭背景可知，您出生在一个书香门第的家庭中，您在成长的过程中家庭对您产生了哪些影响？

阮：回顾自己一生走过的水电道路，家庭对我产生了很大影响。父亲是一位喜欢学习的人，经常看书，出版过《鼠疫概要》[7]，在中医针灸学方面也具有一定影响力。父亲的专注和专业精神对我产生了深远影响。受他的影响，我也投入大量精力在专业学习上。母亲是一位能干又有智慧的人。战乱时期，父亲每在一个地方落脚，母亲便带领全家人一路逃难过去，路上很是艰辛。母亲虽出身于大家族，但她既能吃苦又节俭。在母亲的影响下，我也养成了不浪费、不铺张的习惯。据母亲说，我们全家全靠父亲一个人的工资维持生计。抗战爆发前，家里很宽裕，父亲每月有200大洋，家里还可以请人帮忙。抗战爆发后，日子越来越艰难。

2 与水电结缘，投身水电事业

访：受战争的影响，颠沛流离中您接受着不完整的小学教育。新中国成立后回到杭州，您的学习和生活稳定下来，小学教育对您一生产生了怎样的影响？

阮：1948冬，我们到达杭州。1949年上半年，我在杭州读六年级。同年，考取三所中学，即国立浙江大学附属中学、蕙兰中学和浙江省立杭州初级中学

① 弘道女中是中国教会学校之一，弘道女中由三个教会女校合并而成，三个教会女校分别为：美国基督教南长老会创办在杭州天水桥的贞才女校，美国基督教北长老会创办在杭州大塔儿巷的育才女校，美国基督教北浸礼会创办在杭州珍珠巷的惠兰女校，于1844年（清道光二十四年）设立。

（简称“杭初”，即现在的杭州第四中学）。当时杭初最好，且离家近，所以选择入读杭初。现在回想起来，杭初为我打下了很好的学习基础。

在我看来，初中和高中阶段是学习成长的关键阶段。在杭初，我们的校长黄树滋①是一位杰出的教育家，他每周一都会发表讲话，用简单、深刻的道理培养学生的道德情操。杭初的教师也很出色，专业能力强，职业操守高。此外，杭初的课程设置很全面，涵盖了德、智、体、美、劳教育。中学阶段的学习为我打下了坚实的学习基础。这个基础具有双重意义：首先，它为我更高层次的学习打下了坚实的基础；其次，它培养了我未来的职业道德和独立思考的能力。初中阶段学习对我来说至关重要，培养了我独立人格，持续影响着我一生的职业生涯。

访：怎样的机缘使您进入到水电建设行业?

阮：1952年初中毕业，此时正值国家实施首个五年计划，迫切需要大量经济建设方面的专业人才。同年，中央在浙江省试行保送制度，选拔成绩优异的学生保送至浙江省立工业干部学校（简称“工业干部学校”）。这所学校是由多所学校合并而成，目标是为国家培养工业建设和管理人才。我因成绩优异而得到了保送机会，进入机械系学习。1953年，浙江省立工业干部学校更名为杭州水力发电学校(图3)，由燃料工业部领导。

在当时的社会背景下，工业干部学校要求学生在短时间内完成学业，以尽早工作服务社会。因此，我们的学习强度很高，不仅需要学习电学、力学等专业基础知识，还需要学习高中的数学、物理、化学知识。此外，还有实践课程，要前往工厂、黄坛口水电站、古田溪水电站等地实习。学业成绩未达标会被淘汰，且淘汰率很高。正是严格的要求，使学生们专业基础知识扎实。除学生基础好之外，工业干部学校的校长、老师同样很优秀。校长王世英是一位南下的干部，虽然非传统意义上的教育家，却是一位知识分子。他在教育方面有一套独特的方法，善于任用教师，有效地提升了教学质量。学校的教师大多为新中国成立前的教育精英，基本功很扎实，在后来的高校调整中，很多教师转任浙江大学。在工业干部学校三年高强度的学习中，培养了我良好的学习习惯，也为我打下了扎实的专业基础。在这里学习，学校免学杂费，还包食宿，且包分配工作。我毕业时，这所学校已很难考取。

图3 1955年杭州水利发电学校毕业合影（前排左五为阮光华）

Figure 3 Graduation Group Photo of Hangzhou Water Conservancy and Hydropower School, 1955 (The fifth from the left in the front row is Ruan Guanghua)

1955年毕业后，我被分配到北京电力工业部北京勘测设计院（后简称“北京院”）工作（图4）。

访：在北京院作为全国水利行业的翘楚，在这里的工作经历，对您个人的人生产生了哪些影响?

阮：北京院的工作经历是我成长过程中很重要的一个阶段。这期间，我既要投入工作，又要兼顾学习。初到北京院的前半年， 我主要在辽宁浑江的大伙房水库②实习。当时，大伙房水库动员了10万名劳改犯及两个师的机械化部队，还吸纳了众多参加过丰满水电站③建设的东北老工人[8]。大伙房水库实习结束后，我回到北京院从事设计工作。不久，我又被派往东北勘测设计院（简称“东北院”）支援桓仁水电

① 黄树滋(1897—1970年)，浙江上虞人，1925年毕业于日本东京高等师范。1930年秋至1935年夏任春晖中学校长。抗战期间，在叶剑英同志领导下工作。抗战胜利后，任上海私立京沪中学校长。解放后，任省立杭州初级中学校长、杭州第四中学校长。

② 大伙房水库于1954年4月11日工程全面开工，于1958年9月5日竣工。是中国第一个五年计划中的第一个大型水库，也是辽宁省第一大水库，是当时全国第二大水库，现已成为沈阳、抚顺两大城市居民饮用水的重要水源地。

③ 丰满水电站（Fengman Hydropower Station），位于吉林省吉林市境内的松花江上。1937年日本侵占东北时期开工兴建，是当时亚洲规模最大的水电站。

图4 与北京院同事合影(后排左一为阮光华)
Figure 4 Group photo with colleagues from Beijing Institute(The first from the left in the back row is Ruan Guanghua)

站[①]的建设，做了半年的总体规划工作。这些工作让我接触到基层水利建设，得到了很好的锤炼，也使我积累了丰富的实践工作经验。

在北京院工作了一段时间后，我意识到自己的学历和学识都需要进一步提高。同时，我个人也更希望继续深造。为此，我多次向单位表达了希望继续学习的意愿。单位同意了我的请求，但人事关系仍留在原单位，就读学校和所学专业由单位根据工作需要来决定。于是，1957年我进入了北京矿业学院（今中国矿业大学），就读于选矿专业，在此学习了一年基础课。1958年，北京水利水电学院成立，汪胡桢[②]任院长。因北京水利水电学院的专业与我的工作内容更相近，单位帮我转学至此校，攻读工程机械专业，并于1963年毕业。

毕业后，我仍希望继续学习。此时，恰逢我国首个自行勘测设计、制造施工的百万千瓦级大型水电项目—刘家峡水电站建设工程[③]项目启动。该项目涉及大量热工知识，需要掌握温度控制、制冷技术以及相关设备的使用[9]。北京院缺乏这方面的人才，鉴于工程实际需求和我个人愿望，单位与清华大学联系，安排我到清华大学动力系研修班学习，学制为两年。学习期间，正值国家倡导“工业学大庆”“农业学大寨”的热潮，要求技术人员深入现场，与工人同吃、同住、同劳动[10]。由此，我中断学习回到刘家峡工程工地（图5）。

图5 与同事在刘家峡工地合影
Figure 5 Group photo with colleagues at Liujiaxia Construction Site

我在清华大学的学习仅持续了一年多便中断了。尽管未能完成学业，但是在工作实践中我也从工人师傅那里学到了宝贵的施工经验。此外，刘家峡工程为我提供了完整的工程实践锻炼机会。自1964年，我在刘家峡连续工作了三年多，参与了从设计、施工到运行管理的整个过程。在此之前，我的职业目标并不明确，但经过三年的实地锤炼，我确定了自己的职业方向，决

① 桓仁水电站位于中国辽宁省桓仁县境内、鸭绿江干流中国侧的最大支流浑江的中游河段上。

② 汪胡桢（1897年7月12日—1989年10月13日），浙江嘉兴人。水利专家，中国科学院学部委员（院士）。1917年毕业于南京河海工程专门学校；1923年获美国康奈尔大学土木工程硕士学位；1929年任浙江省水利局副总工程师；1946—1948年任浙江省钱塘江海塘工程局副局长、总工程师；1950—1954年任淮河水利工程总局副局长；1954—1960年任水利部北京勘测设计院总工程师，黄河三门峡工程局总工程师；1955年当选为中国科学院学部委员（院士）；1960—1978年任北京水利水电学院院长；1989年10月13日逝世于北京。

③ 刘家峡水电站，位于甘肃省临夏州永靖县境内的黄河干流，是中国自行勘测设计、制造设备、施工安装、调试管理的第一座百万kW级以上的大型水电站，代表了中国20世纪60—70年代水电建设和机电制造业的最高水平，是新中国水电事业的里程碑。1958年9月开工兴建；1961年停工；1964年复工；1969年3月第一台机组22.5万kW机组投入运行；1974年12月5台机组全部安装完毕投产发电，刘家峡水电站竣工。

心投身于水电行业。正是这段经历，让我在未来工程咨询工作中更加有底气和信心。工程结束后，我们编写了六本施工总结报告，其中一本由我编写完成。

此间，我遇到了我的终身伴侣兼同事郑芝芬（图6）。1963年，她从武汉大学毕业后，被抽调做培训教师，1964年回到北京院工作。我们同在刘家峡工程现场工作，于1967年结婚。同年，返回北京院。

图6 2024年9月阮光华与夫人郑芝芬在家中合影
Figure 6 Group photo of Ruan Guanghua and his wife Zheng Zhifen at home, September 2024

1968年春夏之交，我们被安排参与青海省的龙羊峡工程①建设项目。这是黄河上游的第一座大型梯级电站，被称为“万里黄河第一坝”。为了寻找建设大坝的建材，组建成立调查队，成员有地勘队领导、地质人员加上我们这些设计人员[11]。为了方便现场勘查，当地一个解放军骑兵连派了马匹供我们使用，还有一位当地的藏族向导。大家身上带着干粮，有冷馒头、烤饼，还有面粉。龙羊峡的地形类似于锯齿形，越走越高，突然向下是一个陡坡，上下高差达到600 m，垂直向下就是深沟，从山上到沟底要走1 h多。晚上，我们就住在藏民家中牛棚旁边的土炕上，盖的被子是藏民白天穿的藏袍。我们自己在附近的水沟中背水、在周围找柴生火做面疙瘩汤。白天就在大山中跑，后来发现所需的建筑材料在海拔3200 m之上才有。同行的藏族向导给我们讲了很多藏族的风俗习惯，这次的经历虽然艰苦但也收获很多，特别是野外生存能力得到提升。水利人年轻时风餐露宿，徒步勘查是常事，这可能也是水利人长寿的秘诀。

访：刘家峡、龙羊峡都是新中国成立初期的大型水利建设项目，您非常幸运能够参与其中，当然条件也非常艰苦。除工程实践锻炼外，您还有哪些收获？

阮：1969年，中苏关系加剧恶化，北京进入战备状态。在这一背景下，位于北京的所有设计院都要解散。北京院解散后，我的人事关系转到了水利电力部第四工程局（即水电四局）。

在北京院的15年时间里，我经历了高强度的工作和学习，为我奠定了坚实的基础，塑造了我的人生观，也为我未来的专业技术工作打下基础，对我影响深远、获益良多。首先，我参与的工程项目几乎都是国内规模最大的重点工程，这不仅为我积累了丰富的专业技能，还锻炼了我解决实际问题和组织协调能力。其次，在这里接触到了全国最优秀的老一辈水利专家，如黄育贤②、张昌龄③、奚景岳④等

① 龙羊峡位于青海共和县境内的黄河上游，上距黄河发源地1684 km，下至黄河入海口3376 km，是黄河流经青海大草原后，进入黄河峡谷区的第一个峡谷。1976年国家决定兴建龙羊峡水电站，坝址就选于此峡口，电站建成后这里成了黄河上游第一座大型梯级电站所在地，水电站也被称为“万里黄河第一坝”，人称黄河“龙头”电站。

② 黄育贤（1902—1990年），江西崇仁人。1924年毕业于清华学堂工科系。1927—1933年在美国纽约公路局第三工务所等处实习，回国后曾任龙溪河水力发电工程处处长，资源委员会水力发电工程总处处长。1949年后，历任燃料工业部计划司水电处处长、水力发电工程局局长，水力发电建设总局总工程师、一级工程师，第二、三、四、五届全国政协委员，中国水力发电工程学会施工专业委员会第一届名誉理事，中国电机工程学会第二届理事。

③ 张昌龄（1906—1993年），江苏南京人，水力发电专家，我国水力发电事业的开拓者之一。1933年毕业于清华大学土木系。1934年赴美国麻省理工学院研究院学习水力发电工程，获硕士学位。1936年回国后，历任资源委员会西昌、天水水力发电工程处主任，三峡勘测处主任，水力发电工程总处副处长。1949年后，历任水电建设总局、水利水电建设总局副总工程师、总工程师，水利部总工程师，水利电力部技术咨询。

④ 奚景岳（1911—1980年），江苏常州人，三级工程师。1937年毕业于中央大学水力发电专业，1945年到美国垦务局实习。1947年回国，任江西水利局技术员、宜昌工程处工程员、岷江电厂水力勘测队队员，资源委员会水电勘测总队副总工程师、水电工程总处工程师。1949年后，历任华东水电工程局工程师，北京水电设计院、水电建设总局、水利电力部科研所、规划设计管理局副总工程师，电力工业部水电建设总局副总工程师等。1956年被评为全国先进生产者和全国电业先进生产者。

等。还有苏联专家，北京院是依照列宁格勒设计院的建设模式建院，苏联派了专家组在北京院进行技术审核，每周安排一次专家会议，以解答工程中遇到的问题，并向大家介绍国外尤其是苏联的最新研究进展。苏联派驻的首届专家的专业水平和职业道德都很高，回答问题十分详细[12]。另外，当我们遇到专业外的技术难题时，可以向其他设计院寻求帮助，如向位于北京北郊的石油院、煤炭院和电力设计院，冶金部黑色冶金设计院和西郊的有色冶金设计院以及商业部设计院（咨询制冷技术）等单位请教疑难问题。正是不断向各方专家、兄弟单位请教学习，使我的业务基础既深厚又广泛，使我所从事的刘家峡工程的设计基础更为坚实，对提升工程设计质量发挥了重要作用。

由北京院转入水电四局后，我们夫妻又一起相继参与了陕西汉江上游的石泉水电站①和安康水电站建设项目，在施工现场工作了12年。在这里，我几乎参与了石泉水电站建设的每个环节，包括施工、设计、运行等，接触的工作内容更全面，我的施工经验得到了锻炼。同时，施工现场组织和管理能力得到提升，施工中常遇到各种难题，容不得请示审批，都需要现场决断处理，这也促使我不断地学习新知识。这一时期，还购买了很多相关专业书籍。

1982年，北京院恢复重建，原北京院工作人员被重新分配至两个单位：一部分人员归属北京院（户籍设在河北省燕郊），另一部分归属西北勘测设计院（以下简称“西北院”）。我和老伴被分配到西北院，我担任专业室主任。1984年，我们又一起调到华东院，我担任专业室主任，主要负责水口水电站②的设计工作；老伴负责厂房设计，她是个学霸，数学特别好。她完成了国内首个厂坝连接共同受力有限元分析计算工作，此后她又担任白溪水库设计总工程师，该项目获得国家银质奖[13]。

3 国际视野培育，亲历三峡工程

访：您在水口水电站工作了多久？水口水电站在中国水电史上有何意义和价值？对您又产生了怎样的影响?

阮：1987年到1991年间，我主要负责水口水电站的现场工作。水口工程于我而言是个转折点，使我从相对熟悉的设计与施工领域，转向了完全陌生的国际招标管理领域，开始与国际的承包商打交道，这也表明中国的水利建设也发展到了一个新阶段。

20世纪80年代，我国正处于从计划经济的自营体制向市场经济的建设管理体制转型阶段。水口水电站作为华东地区最大的工程项目，在建设期间使用了世界银行的贷款项目，需要进行国际招标并遵循国际管理规则—菲迪克（FIDIC）条款[14]。当时，水口工程的业主单位是福建省电力局，电力局主要业务是管理火电项目，对水电领域的涉猎相对较少。所以，能源部指示华东院派遣部分专业人员协助业主单位完成工作。我作为华东院的代表，负责水口工程的现场工作，并代表业主单位负责监管工程。在工作中，很多东西都要从头学习，不仅要学习英语，更要与国际接轨，学习国际管理规则以及国外先进经验。业主单位为了培养国际管理人才，以满足工程管理的需求，1988年5月派遣了包括我在内的大约10名工作人员前往美国进行为期一个月的短期培训课程。培训结束后，我们共同撰写了一份关于工程管理方法的总结报告。回国后，继续参与水口水电站建设工作。

访：除水口水电站您还参与过哪些国际合作的水电站建设项目?

阮：水口水电站是我参与的第一个国际项目，紧

① 石泉水电站位于陕西石泉县汉江上游，是汉江上游河段梯级开发的第2个梯级电站，是陕西电网的主要调峰电厂。电厂于1971年动工，1973年第一台机组发电，到1975年3台单机容量为4.5万kW的水力机组全部投产发电，总装机容量达到13.5万kW，设计年均发电量6.5亿kWh。

② 水口水电站闽清县境内的闽江干流上，以发电为主，兼有航运、过木、防洪等综合利用效益。福建省水口水电站是国家“七五”重点建设项目，华东地区最大的水电站，由国家投资，也是福建省第一个利用世界银行贷款兴建的能源工程，在全国百万kW水电站质量评比中名列前茅,达到国际水平，被誉为“五朵金花"之首。

接着是二滩[①]和小浪底水利枢纽[②]的咨询工作。水口水电站的开工时间早于二滩水电站，较早地积累了丰富的国际管理经验。在国际招标咨询中，需要提供比较完整的中英文咨询报告。作为水口水电站的参与者，我代表总工程师马钟珩[③]前往二滩进行技术交流，并参与了数次二滩水电站的讨论会以及评标工作。二滩水电站的评标规格很高，评审团由十位专家组成，潘家铮[④]担任组长，谭靖夷院士[⑤]也是其中一员。我很佩服潘家铮组长，上午大家交流完意见，他下午便能完成评标报告的初稿，且文笔流畅、思路清晰。二滩水电站的工作经历对我来说是一个宝贵的学习和锻炼机会。比如在二滩水电站的评标过程中，很多欧洲承包商提出的投标方案思路开阔、想法新奇。这些方案中包含了许多先进成果，对我的影响是持久性的，包括后来的三峡方案也无形中融入了在二滩评标过程中积累的知识[15]。

二滩水电站之后，我参与了另一个国际招标工程——小浪底水利枢纽工程的咨询。当时，小浪底水利枢纽缺乏相关经验，所以，邀请我以个人身份参与小浪底水利枢纽施工规划的讨论。随后，我又代表华东院为黄河水利委员会勘测规划设计研究院撰写了关于小浪底水利枢纽施工规划的咨询意见书[16]。小浪底工程由一家加拿大咨询公司为其提供咨询。但加拿大公司对中国的国情不熟悉，所以又邀请华东院为该公司提供咨询。最后，在我们院长的组织下，由我带领团队完成了对加拿大咨询公司的咨询报告——《小浪底水电土建国际招标文件的咨询报告》。在院长的提议下，这次报告采用了中英文对照的格式。所以，小浪底工程既遵循国际标准，又适应中国国情。另外，采用中英文结合的方式，更便于国内外专业人士的阅读和理解。

在华东院完成这三个国际招标工程工作是我人生的一个转折点。面对全新的管理理念、施工方法和技术手段，我必须学习新的管理规则、突破旧有观念。同时，在借鉴菲迪克国际条款的基础上，还要充分考虑中国的特殊国情以及政治和国际关系的复杂性。

这一时期，我国水利水电事业的发展经历了重要的转变过程。从鲁布革工程开启国际合作先河，到水口、二滩和小浪底水电站建设，国际合作持续推进。这不仅加深了我国水利水电建设的国际合作程度，也积累了更多国际合作管理经验，成功引进国外先进施工和管理经验，促使我国水利水电事业逐步摆脱对苏联模式的依赖，走向自主创新，并进一步提升其在国际市场上的竞争力，为我国水利水电事业走向世界奠定基础。

访：在国际招标工作中您积累了丰富的国际合作与管理经验。上面有提到，其中一些经验被借鉴到三峡工程中，您能谈谈您所参与和了解的三峡工程吗？

阮：接下来，我将讲述我在三峡工程中参与的工作。关于三峡二期大坝的建设我参与了比较多的咨询

① 二滩水电站地处中国四川省西南边陲攀枝花市盐边与米易两县交界处，处于雅砻江下游，坝址距雅砻江与金沙江的交汇口33 km，距攀枝花市区46 km，系雅砻江水电基地梯级开发的第一个水电站。1991年9月开工，1998年7月第一台机组发电，2000年完工，是中国在20世纪建成投产最大的电站。

② 小浪底水力发电站横跨在河南省洛阳市孟津区和河南省济源市之间，在洛阳市以北黄河中游最后一段峡谷的出口处，距洛阳市40 km，距济源市20 km。上距三门峡水利枢纽130 km，下距河南省郑州花园口128 km。是黄河干流三门峡以下能取得较大库容的控制性工程。黄河小浪底水利枢纽工程是黄河干流上的一座集减淤、防洪、防凌、供水灌溉、发电等为一体的大型综合性水利工程，是治理开发黄河的关键性工程，属国家"八五"重点项目。

③ 马钟珩（1920—），男，水电专家。1940年毕业于国立中央工业学校。毕业后，参与四川长寿龙溪河水电站建设；新中国成立后，任犹江水电站担任副总工程师，于1956年和1982年两度获得“全国劳动模范”称号，曾晋京受到毛主席的亲切接见。1973年，在安砂水电站建设中，马钟珩首创全国领先的混凝土防渗墙施工研究，并得以实施，消除了安砂大坝渗水隐患，为国家挽回了巨大损失。1981年，临危受命担任电力工业部工作组组长赴赤道几内亚解决技术难题，因工作出色，被赤道几内亚政府授予“总统勋章”。1985年，他在已退休的年纪重回电力一线，担任水口水电站工程建设公司总工程师。

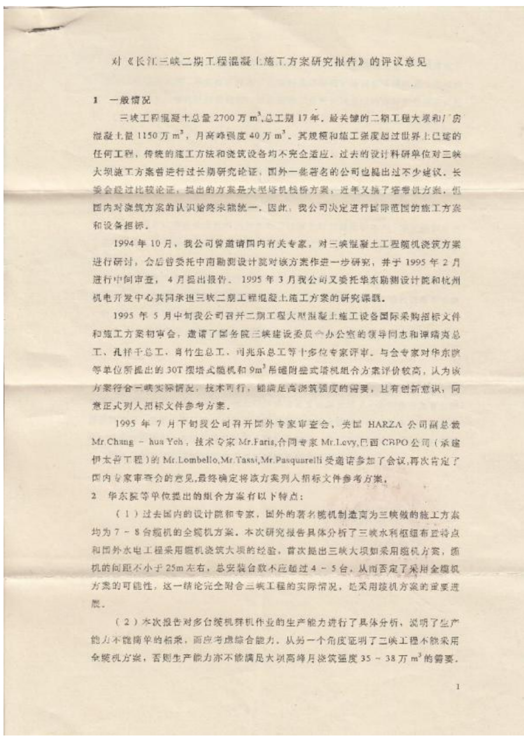
④ 潘家铮（1927年11月12日—2012年7月13日），浙江绍兴人。水工结构和水电建设专家，科幻小说作家，中国科学院院士、中国工程院院士，清华大学双聘教授、博士生导师，国家电网公司高级顾问。1950年毕业于浙江大学土木系。

⑤ 谭靖夷（1921年11月6日—2016年11月12日），湖南省衡阳县人，水利水电工程施工专家，中国工程院院士，被人誉为“从江河里走来的院士”。1946年，毕业于交通大学唐山工学院，获学士学位。

工作。当时，陆佑楣①负责三峡工程的工作，他认为长江勘测规划设计研究院提出的高架门塔机浇筑方案存在缺陷，但尚未找到合适的替代方案。为此，他邀请了参与二滩水电站的一位意大利项目经理做了一份施工方案，结果是全部使用缆机作业。陆佑楣知道我是机械专业出身，询问我是否有解决方案。考虑到三峡水电站与以往的峡谷水电站不同——三峡河床更宽、河谷更高——我提出了采用双跨30 t摆塔式缆机和9 m^3吊罐附壁式塔基的方案。通过具体数据分析，向他说明了全缆机方案的不可行性，以及高架门塔机浇筑方案潜在的风险性。此外，还提出了可以使用塔带机替代附壁式塔机的建议。经过多次国内外专家的论证，这一方案最终得到了肯定，形成了以塔带机输送混凝土为主，摆塔式和高架门塔机为辅的综合施工方案（图7）[17-18]。

老伴是三峡厂房专家组成员，受委托完成了三峡工程厂房结构分析专题报告，报告中纠正了原设计中不满足设计规范的错误，相关意见被采纳执行。

三峡提出的这些方案概念，很大程度上是受到了二滩工程评标的影响。所以，我参与的每一个工程都有学到知识，或积累了实际施工经验，或接触了新的理论，或转变了思想观念，并在无形中受到深远的影响。这些方案有力地推动了三峡工程施工进度的顺利完成，对三峡地区人民产生了切实的经济与环境效益。 在“走出去”战略以及“一带一路”倡议的驱



对《长江三峡二期工程混凝土施工方案研究报告》的评议意见

1 一般情况

三峡工程混凝土总量2700万m^3，总工期17年，最关键的二期工程大坝和厂房混凝土量1150万m^3，月高峰强度40万m^3。其规模和施工强度超过世界上已建的任何工程，传统的施工方法和浇筑设备均不完全适应。过去的设计科研单位对三峡大坝施工方案曾进行过长期研究论证，国外一些著名的公司也提出过不少建议。长委会经过比较论证，提出的方案是大型塔机栈桥方案，近年又换了塔带机方案。但国内对浇筑方案的认识始终未能统一。因此，我公司决定进行国际范围的施工方案和设备招标。

1994年10月，我公司曾邀请国内有关专家，对三峡混凝土工程缆机浇筑方案进行研讨，会后曾委托中南勘测设计院对该方案作进一步研究，并于1995年2月进行中间审查，4月提出报告。1995年3月我公司又委托华东勘测设计院和杭州机电开发中心共同承担三峡二期工程混凝土施工方案的研究课题。

1995年5月中旬我公司召开二期工程大坝混凝土施工设备国际采购招标文件和施工方案初审会，邀请了国务院三峡建设委员会办公室的领导同志和谭靖夷总工、孔祥千总工、肖竹生总工、司兆乐总工等十多位专家评审。与会专家对华东院等单位所提出的30T摆塔式缆机和9m^3吊罐附壁式塔机组合方案评价较高，认为该方案符合三峡实际情况，技术可行，能满足高浇筑强度的需要，且有创新意识，同意正式列入招标文件参考方案。

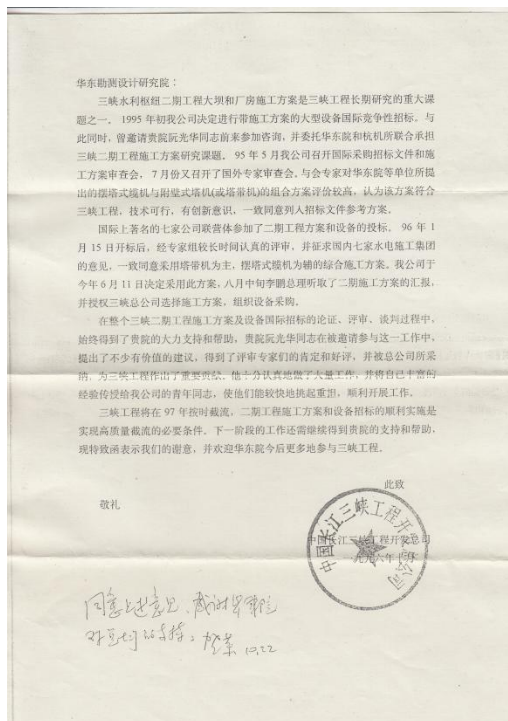
1995年7月下旬我公司召开国外专家审查会，美国HARZA公司副总裁Mr.Chang－hua Yeh，技术专家Mr.Faris,合同专家Mr.Levy,巴西CBPO公司（承建伊太普工程）的Mr.Lombello,Mr.Tassi,Mr.Pasquarelli受邀请参加了会议,再次肯定了国内专家审查会的意见,最终确定将该方案列入招标文件参考方案。

2 华东院等单位提出的组合方案有以下特点：

（1）过去国内的设计院和专家，国外的著名缆机制造商为三峡做的施工方案均为7～8台缆机的全缆机方案。本次研究报告具体分析了三峡水利枢纽布置特点和国外水电工程采用缆机浇筑大坝的经验，首次提出三峡大坝如采用缆机方案，缆机的间距不小于25m左右，总安装台数不应超过4～5台，从而否定了采用全缆机方案的可能性，这一结论完全附合三峡工程的实际情况，是采用缆机方案的重要进展。

（2）本次报告对多台缆机群机作业的生产能力进行了具体分析，说明了生产能力不能简单的相乘，而应考虑综合能力。从另一个角度证明了三峡工程不能采用全缆机方案，否则生产能力亦不能满足大坝高峰月浇筑强度35～38万m^3的需要。

1



华东勘测设计研究院：

三峡水利枢纽二期工程大坝和厂房施工方案是三峡工程长期研究的重大课题之一。1995年初我公司决定进行带施工方案的大型设备国际竞争性招标。与此同时，曾邀请贵院阮光华同志前来参加咨询，并委托华东院和杭机所联合承担三峡二期工程施工方案研究课题。95年5月我公司召开国际采购招标文件和施工方案审查会，7月份又召开了国外专家审查会。与会专家对华东院等单位所提出的摆塔式缆机与附壁式塔机(或塔带机)的组合方案评价较高，认为该方案符合三峡工程，技术可行，有创新意识，一致同意列入招标文件参考方案。

国际上著名的七家公司联营体参加了二期工程方案和设备的投标。96年1月15日开标后，经专家组较长时间认真的评审，并征求国内七家水电施工集团的意见，一致同意采用塔带机为主，摆塔式缆机为辅的综合施工方案。我公司于今年6月11日决定采用此方案，八月中旬李鹏总理听取了二期施工方案的汇报，并授权三峡总公司选择施工方案，组织设备采购。

在整个三峡二期工程施工方案及设备国际招标的论证、评审、谈判过程中，始终得到了贵院的大力支持和帮助，贵院阮光华同志在被邀请参与这一工作中，提出了不少有价值的建议，得到了评审专家们的肯定和好评，并被总公司所采纳，为三峡工程作出了重要贡献。他十分认真地做了大量工作，并将自己丰富的经验传授给我公司的青年同志，使他们能较快地挑起重担，顺利开展工作。

三峡工程将在97年按时截流，二期工程施工方案和设备招标的顺利实施是实现高质量截流的必要条件。下一阶段的工作还需继续得到贵院的支持和帮助，现特致函表示我们的谢意，并欢迎华东院今后更多地参与三峡工程。

此致

敬礼

中国长江三峡工程开发总公司

一九九六年十月

同意上述意见，感谢华东院对三峡的支持。陆佑楣 10.22

图7 对《长江三峡二期工程混凝土施工方案研究报告》的评审意见及三峡公司回复

Figure 7 Review opinions on “Research Report on Concrete Construction Scheme for the Second Phase of the Three Gorges Project on the Yangtze River” and the reply from China Three Gorges Corporation

① 陆佑楣，男，汉族，1934年1月7日出生于上海市，江苏太仓人，中国工程院院士，水利水电工程专家，河海大学教授、博士生导师。1956年，陆佑楣毕业于华东水利学院（现河海大学）河川结构与水力发电专业；1956—1970年，参与黄河刘家峡水电站建设，担任刘家峡水力发电工程局技术科科长；1970—1975年，参与汉江石泉水电站建设，担任水电部第十五工程局技术科科长；1975—1983年，参与、组织汉江安康水电站建设，任水电部第三工程局处长、总工程师、副局长；1983年—1984年，组织黄河龙羊峡水电站建设，任水电部第四工程局局长；1984—1988年，担任水利电力部副部长；1988—1992年，担任能源部副部长；1993—2003年，担任中国长江三峡工程开发总公司总经理；2003年，当选为中国工程院院士。

动下，三峡工程所积累的经验与技术成果开始走出国门，服务于国际水电建设项目，涉及巴西、巴基斯坦、老挝、尼泊尔、印度尼西亚、缅甸、俄罗斯、哈萨克斯坦、葡萄牙、希腊、秘鲁、刚果（金）等十余个国家和地区，实现了我国水利水电事业从“引进来”到“走出去”的转变（图8）[19]。这些工程项目的开展提升了我国在国际水利水电领域的影响力和竞争力，让中国水电建设走向世界。

访：您所有的工作都围绕着国内众多大型水电工程建设而展开，见证了中国水电从弱到强的过程，作为建设者、设计者和管理者，您如何看待水电建设工程？

阮：作为一位直接参与者，我认为水电站的积极影响高于其负面影响。

首先，是三峡水电站的综合作用，三峡水电站建成后带来了显著的防洪、发电和航运效益[20]。防洪方面：三峡工程成功解决了荆江河段历史上最为严重的洪水问题，将防洪标准从十年一遇提升至百年一遇。同时，它还能对下游河段发挥削峰作用，从而保护下游地区免受洪水侵袭。发电方面：三峡水电站的装机容量达到2250万kW，是当时世界上最大的发电设施，并且其发电效益持续存在。航运效益：三峡工程的建设改善了长江航道的航运条件。工程完成后，库区水流变得平稳，相较于建设前，年通航量显著提升。

其次，是在环境气候方面的积极作用。以二滩水电站、新安江水库、乌江流域为例。二滩水电站建成后有效减少了冬夏两季的温差，使得当地气候更加宜人。新安江水库排放的低温水流使得建德市的夏季更加凉爽。乌江流域经过开发后，呈现出一片青山绿水的景象，对当地气候有天然的调节作用。

当然也有负面作用。第一，移民问题。移民问题若处理得当，能够促进财富增长，比如修建水库带来的养鱼和旅游业的发展。但如果管理不善，移民未能获得实质性的经济利益，未能提供新的就业途径，未能解决他们的长期就业问题，就是很不好的负面影响。移民问题仅依赖开发商是不够的，还需要政府的参与，特别是在中国的体制下，地方政府的作用尤为关键。如果这个问题得到妥善解决，我相信移民问题是可以解决的。第二，生态环保问题。在水电站建设过程中，大规模的挖掘活动对生态环境造成了负面影响。以水口水电站为例，在缺乏完整规划的情况下，整个山丘被纳入开发范围，为了开辟施工空间，大量森林被砍伐，对当地生态环境造成了不可逆的负面影响。

图8 三峡二期工程国际研讨会合影
Figure 8 Group photo of the International Symposium on the Second Phase of the Three Gorges Project

4 水电工程的多维影响与工程师职业素养

访：三峡工程后，您还参与了哪些工程？在工程中主要解决了哪些问题？

阮：三峡工程告一段落，还参加了几个工程项目的咨询工作，下面我将介绍四个我参与的不同工程项目及其解决工程实践问题的案例。

第一个工程是小湾工程。小湾工程是澜沧江上一个具有代表性的工程，号称最大的拱坝，有294.5 m高，坝体混凝土有800多万m³。小湾工程我主要参与了两项主要任务。

第一项任务：1999年，小湾工程开工前，我参加了由谭靖夷院士担任组长的专家组会议，并参与撰写了由专家组负责起草的《小湾水电施工组织设计的咨询意见》。其中，关于拱坝温度控制和防裂措施的部分由我撰写。但小湾拱坝最终还是出现了裂缝，导致蓄水工作无法进行。原因是报告中详细阐述的温度控制措施未能得到妥善执行，未能满足大坝在整个过程中需要持续通水以降低温度的要求[21]。由于施工过程中温度梯度过大，产生了温度应力，导致拱坝开裂。最终，由华东院采取化学灌浆法对拱坝进行了灌浆和加固。

第二项任务：小湾工程的制冷系统。小湾工程的制冷系统由另一家设计院设计，但在咨询会上，我们发现该系统存在潜在爆炸风险。开始，原设计方坚持认为系统无问题，我们通过理论分析和实际数据最终说服了他们，使得小湾工程的制冷系统设计方案变更、优化，所有已建工程拆除，重新施工，延误了一个多月的工期，但避免了后患。

第二个工程是锦屏工程。锦屏水电站分为一级和二级两个水电站，总装机容量800万kW，其中一级320万kW，二级480万kW。二级水电站由华东院设计，一级水电站由成都勘测设计院（简称“成勘院”）设计。

锦屏水电站最高拱坝为305 m，采用常态混凝土浇筑施工，建设过程中遇到了两个难题。第一个难题是混凝土加工过程中的粗骨料问题。锦屏水电站所使用的粗骨料为薄层变质沙板岩，加工后的粗骨料最长超过了700 mm，且形状为棒条形。然而，我们对骨料的尺寸规定，最长不超过150 mm。此外，从骨料场运到坝体搅拌的过程中，使用的是直径为500 mm的管式胶带机。由于骨料过大，卡住胶带机，导致无法施工。为解决这一难题，由我担任专家组组长，负责咨询工作，提供解决方案。我提出增加一种设备，对这种岩石进行再处理，尽管有专家持反对意见，但实践证明我这个方案是有效的。第二个难题是细骨料中的石粉含量过高。锦屏有种岩石叫白云岩，在加工成砂子时会产生相当多的粉状物质，即石粉。然而，锦屏大坝使用的是常态混凝土，对石粉的需求并不多。初期阶段，施工团队尝试了各种手段，包括使用“冲水法”来减少石粉含量，但效果并不理想。随后，水利水电规划设计总院组织了一次专家咨询，邀请我参与。我决定改变思路，将传统的湿法分离转变为干法分离，即利用风力将石粉从沙子中分离出来，这一方法有效地解决了问题[22]。

第三个工程是龙开口工程。龙开口水电站由华东院设计，但施工任务并不由华东院承担。龙开口工程面临的问题是料场位置过高，与下方加工场地之间的高差超过500 m。此外，从加工场地到搅拌地的运输距离有6 km，施工难度较大。根据我了解到的信息，锦屏工程已经引进了法国的空间曲线胶带机技术，且国内已经学习了这一技术[23]。为此，我还撰写了《国产胶带机关键技术调研报告》，署名为施工专业委员会。报告完成后，首先向业主单位推广了这种运输方式，强调其相较于传统公路运输在成本、故障率和效率方面的优势；其次，我组织了一场交流会议，将调研报告分发给所有施工单位，宣传国内具备施工能力，龙开口工程也可采用这一方案；最后，我建议将这一方案作为华东院招标设计的参考方案。起初有很多反对意见，但事实证明，方案实施效果很好。

第四个工程是光照工程。光照水电站是迄今已建成的世界上最高的碾压混凝土坝，其坝高达到200.5 m（计齿槽深度）。然而，光照水电站在生产砂石料用以浇筑混凝土的过程中遇到了问题。光照工程也使用石灰岩作为施工材料，但石灰岩力学参数为130 MPa，无法粉碎出石粉，导致施工所用混凝土不能达标。随后，业主单位向我们咨询解决方案，我们提出

更换碾碎设备。自此，成功生产出砂子和石粉，确保了仓面混凝土的供应，保障了施工正常开展。

以上就是我在小湾、锦屏、龙开口以及光照水电站中所做的一些主要工作。此外，小湾、锦屏梯级电站600~800 MW机组顺利投产发电，显著提升了中国在国际水电领域的影响力[24]。而对法国空间曲线胶带机技术的引进、推广，体现出我国水电工程对国际先进技术的成功借鉴与高效整合，有力地推动我国水电事业向更科学、高效及可持续方向发展，为我国水电技术的发展提供了宝贵的实践经验，也促进了国际水电技术的交流与共同发展。

访：在参与众多工程实践之外，您在学术研究、行业组织建设等方面也有诸多贡献，能否详细介绍一下您在这方面的具体工作？

阮：除参与工程实践外，我还筹建了中国水力发电工程学会施工专业委员会，并担任常务副主任兼秘书长。此外，中国水力发电工程学会鉴于我编纂过综合性设计手册，委托我负责撰写一些专业著作。我个人也比较感兴趣，所以着手寻找国内外尚未见到的书籍以及填补那些较为薄弱的知识领域，相继组织完成《缆索起重机》《大体积混凝土预冷技术》《混凝土骨料制备工程》三部专著。前两部著作由国内知名专家撰写；最后一部著作近200多万字由多位知名专家共同撰写，我是主编和主审，这是一项在专家们健康之时开展的抢救性工作。此外，我还撰写发表了二十余篇论文，如《我国水电工程施工技术和装备的发展》《碾压混凝土制砂新技术》《三峡二期工程施工方案研究》等。

访：您参与了国内众多大型水利工程建设工作，一直作为工程技术专家，在您看来，如何评价一位工程师是合格还是优秀？

阮：回顾我的水电生涯和参与的工程项目，我认为做一个合格称职的工程师，进而成为一个优秀工程师应该具备以下标准：第一，对自己从事的职业要具有强烈的事业心和责任感，遇到困难和问题，要勇于担当，要有明确的目标。刘家峡工程之后，我明确了自己的目标，决定投身水电行业，并立志终身从事水电水利工作。第二，要有扎实的专业知识，要深入钻研业务，善于运用理论解决实际工程问题。在我的水电生涯中，我的专业技能和业务能力在实践中不断得到锤炼与提升。第三，要有创新精神和创新思维，不因循守旧，能灵活解决不同的工程问题。面对不同的工程，不能盲目套用，而应结合新知识和实际情况制定出新的施工方案，提出解决问题的办法。第四，要树立终身学习的理念。新知识、新技术不断涌现，不持续学习、进步，必将被时代淘汰。第五，要有团队意识。在工作中要处理好各种关系，才能形成坚强的工作团队。这五者是成为一名合格工程师不可或缺的要素。而从一名合格工程师成长为优秀工程师，并不在于你的职称有多高，而是要看你的事业心有多强，是否具备不断学习、深入思考的能力，还要能够与同事合作共同完成挑战性任务。

参考文献

[1] 阮汝昭. 绍兴偁山阮氏家乘不分卷[EB/OL]. [2024-11-02]. https://www.zupu.cn/citiao/228420.html.
Ruan R Z. Shaoxing Chengshan Ruan Clan Genealogy (Unfascicled)[EB/OL]. [2024-11-02]. https://www.zupu.cn/citiao/228420.html.

[2] 阮仁福, 阮茂敦. 徐锡麟帮助创办世懋学堂二三事[EB/OL]. (2021-01-05) [2024-11-02]. https://www.sohu.com/a/442547225_820547.
Ruan R F, Ruan M X. Two or three things about Xu Xilin assisting in founding Shimao School[EB/OL]. (2021-01-05) [2024-11-02]. https://www.sohu.com/a/442547225_820547.

[3] 丁宏宣. 徐树兰创办"古越藏书楼"的进步性[J]. 图书与情报, 1995(4): 67-68.
Ding H X. The progressiveness of xu Shulan's establishment of "guyue library"[J]. Library & Information, 1995(4): 67-68.

[4] 徐明浩. 古越藏书楼创办人徐树兰先生[J]. 绍兴文史资料,1987(3): 57.
Xu M H. Mr. Xu Shulan, founder of Guyue Library[J]. Shaoxing Historical and Cultural Materials, 1987(3): 57.

[5] 马骥超. 核心价值观和员工价值取向培训PPT讲稿[EB/OL]. (2015-12-07)[2024-11-02]. http://www.srsrmyy.cn/c-whxx/222.html.

Ma J C. Core values and employee value orientation training PPT script[EB/OL]. (2015-12-07)[2024-11-02]. http://www.srsrmyy.cn/c-whxx/222.html.

[6] 潘秀慧, 杨菁. 从弘道女中看民国浙江的女子教育[J]. 浙江档案, 2003(2): 38-39.
Pan X H, Yang J. On women's education in Zhejiang in the republic of China from Hongdao Girls' Middle School[J]. Zhejiang Archives, 2003(2): 38-39.

[7] 阮步蟾. 鼠疫概要[M]. 杭州: 新医书局, 1951.
Ruan B C. Outline of Plague[M]. Hangzhou: New Medical Bookstore, 1951.

[8] 沈清德, 王健. 大伙房水库建成40周年所取得的成就[J]. 水利管理技术, 1998, 18(5): 18-22.
Shen Q D, Wang J. Achievements made in the 40th anniversary of Dahuofang Reservoir[J]. Water Management Technology, 1998, 18(5): 18-22.

[9] 干城. 刘家峡水电站地下厂房设计及原体观测资料分析[J]. 西北水电, 1989(1): 16-25.
Gan C. Design of underground powerhouse of Liujiaxia Hydropower Station and analysis of original observation data[J]. Northwest Water Power, 1989(1): 16-25.

[10] 张志会. 刘家峡水电站工程建设的若干历史反思[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2013, 5(1): 58-70.
Zhang Z H. Some historical reflection on the construction of Liujiaxia hydropower station[J]. Journal of Engineering Studies, 2013, 5(1): 58-70.

[11] 陈飞, 丁国强, 李瓒. 龙羊峡水电站枢纽总体布置[J]. 水力发电, 1987, 13(9): 10-13.
Chen F, Ding G Q, Li Z. General layout of Longyangxia hydropower station hub[J]. Water Power, 1987, 13(9): 10-13.

[12] 李锐. 苏联水力发电建设的基本情况和主要经验[J]. 水力发电, 1955(12): 5-26.
Li R. Basic situation and main experience of hydropower construction in Soviet Union[J]. Water Power, 1955(12): 5-26.

[13] 江亚丽, 陈建林. 白溪水库电站厂房设计[J]. 华东水电技术, 2002(1): 25-26, 37.
Jiang Y L, Chen J L. Baixi reservoir power station plant design[J]. East China Hydropower Technology,2002(1):25-26,37.

[14] 汪建业. 水口水电站工程建设监理[J]. 水力发电, 1993, 19(1): 12-15.
Wang J Y. Construction supervision of Shuikou hydropower station[J]. Water Power, 1993, 19(1): 12-15.

[15] 黄新生. 二滩水电站工程建设的质量管理[J]. 水力发电, 1997, 23(8): 28-30.
Huang X S. Quality management of Ertan hydropower station project construction[J]. Water Power, 1997, 23(8): 28-30.

[16] 谢见柏. 黄河小浪底水利工程国际招标的评标和合同谈判简介[J]. 施工组织设计, 1995(1): 26-31.
Xie J B. Introduction to bidding evaluation and contract negotiation for the international tendering of the Xiaolangdi Water Conservancy Project on the Yellow River [J]. Construction Organization Design, 1995(1): 26-31

[17] 阮光华. 三峡大坝混凝土施工方案研究[J]. 华东水电技术,1996(2): 38-44.
Ruan G H. Research on concrete construction scheme of Three Gorges Dam[J]. East China Hydropower Technology, 1996(2): 38-44.

[18] 胡捷, 朱忠华. 试析以塔带机为主的三峡大坝混凝土施工方案[J]. 建设机械技术与管理, 2007, 20(1): 82-86.
Hu J, Zhu Z H. Trying to analyse concrete construction project of gigantic three-gorge dam taking tower-type belt conveyer as key device [J]. Construction Machinery Technology & Management, 2007, 20(1): 82-86.

[19] 冯义军. 让三峡工程经验延伸世界[N]. 中国电力报, 2015-05-25(8).
Feng Y J. Let the experience of the Three Gorges Project extend to the world[N]. China Electric Power News, 2015-05-25(8).

[20] 郑守仁. 三峡工程在我国水电可持续发展中的地位及作用[J]. 人民长江, 2012, 43(10): 1-6, 10.
Zheng S R. Status and role of TGP in sustainable development of hydropower in China[J]. Yangtze River, 2012, 43(10): 1-6, 10.

[21] 谢培忠. 小湾工程重大施工技术问题专家咨询综述[J]. 水力发电, 2003, 29(2): 52-56.
Xie P Z. The Comments on experts' consultation for the key construction technical issues of Xiaowan Project[J]. Water Power, 2003, 29(2): 52-56.

[22] 齐拥军. 选粉机在锦屏水电站三滩砂石加工系统中的应用[J]. 人民长江, 2013, 44(14): 72-75.
Qi Y J. Application of powder selecting machine in Santan aggregate processing system of Jinping Ⅰ Hydropower Station[J]. Yangtze River, 2013, 44(14): 72-75.

[23] 王昊. 水电顾问集团30个项目荣获2012年度中国电力科学技术奖、水力发电科学技术奖[J]. 水力发电, 2013, 39(5): 45.
Wang H. 30 projects of hydropower consulting group won the 2012 China electric power science and technology award and hydroelectric

power science and technology award[J]. Water Power, 2013, 39(5): 45.

[24] 刘诗琪. 三峡工程助力中国水电走向世界: 中国专家参加IEC/TC4的活动简介[J]. 电器工业, 2015(10): 71-72.
Liu S Q. Three gorges project helps China hydropower go global: brief introduction of China experts' participation in IEC/TC4[J]. China Electrical Equipment Industry, 2015(10): 71-72.

Ruan Guanghua: Experiencer and Participant in the Development of Hydropower in the People's Republic of China

FAN Kuankuan[1,2], LI Haijing[1,2*]

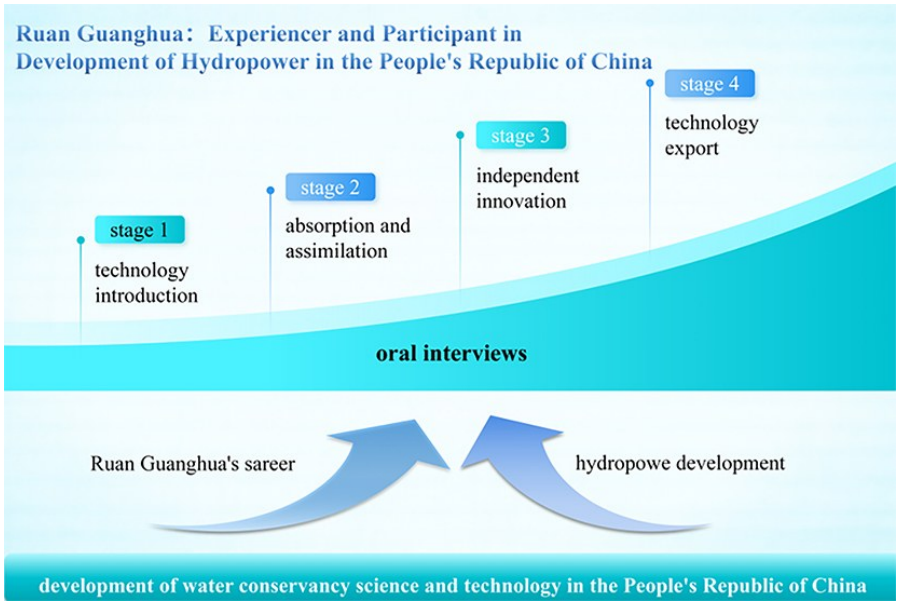
1. *Institute for the History of Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot* 010028*, China*;
2. *Zhejiang University of Water Resources and Electric Power, Hangzhou* 310008*, China*

Highlights

This article is written from the personal perspective of someone who has personally experienced the project, presents an overarching narrative of the development of water conservancy science and technology in in the People's Republic of China, exploring the underlying factors behind its progress through a detailed lens.

Beyond grand historical narratives, this paper offers a fresh perspective for studying the republic's hydropower history, moving beyond the mere chronicle of engineering progress to explore the interaction between engineers and smajor construction projects, and their mutual shaping relationship.

Graphical Abstract



Abstract: This study employs oral interviews with engineering practitioners as its point of entry, tracing the personal development of engineering specialists from professional education to engineering practice. Their growth aligns with the development of the People's Republic's hydropower sector, authentically documenting and reflecting its four stages: technology introduction, absorption and assimilation, technological innovation, and technology export.

This paper integrates oral interviews with historical archival research to objectively and comprehensively reflect the historical details of hydropower development in the People's Republic of China. First, using Ruan Guanghua's personal growth as a narrative thread, it elucidates the characteristics of each developmental stage in China's hydropower sector through his recollections of major hydropower construction projects he participated in. Second, it supplements the interview content with historical verification and archival materials by consulting engineering construction records.

As a hydropower specialist trained independently by the People's Republic, Ruan Guanghua's education and career were intrinsically linked to the nation's hydropower development:

Stage 1 (1950s—1970s): Technology introduction. To meet hydropower construction needs, specialised hydropower education

was established to cultivate professional talents. Ruan Guanghua(阮光华) benefited from this initiative, growing alongside China's hydropower advancement. In 1964, he participated in the construction of China's first independently surveyed, designed, and constructed megawatt-scale hydropower station—the Liujiaxia Hydropower Station(刘家峡水电站). Through practical experience, he learned techniques from Soviet experts and accumulated early experience in large-scale hydropower engineering construction.

Stage 2 (1980s—1990s): Assimilation and Absorption. Accompanying the reform and opening-up policies, China's hydropower sector began introducing Western hydropower technologies and absorbing Western management experience, gradually achieving technological and managerial transformation in its hydropower projects. Representative projects included: the Shuikou Hydropower Station(水口水电站), Ertan Hydropower Station (二滩水电站) , Xiaolangdi Water Conservancy Project (小浪底水电站). These projects marked China'sshift from a planned economy to a market-oriented international engineering management model, paving the way for the overseas expansion of China's hydropower construction capabilities.

Stage 3 (1991s—2010s): Independent Innovation. In the 1990s, China launched the Three Gorges Project, which stands as the world's largest hydraulic engineering project to this day. The project faced immense challenges, with no prior experience to draw upon in either technology or management, necessitating independent exploration and innovation. As a seasoned hydropower technical expert, Ruan Guanghua proposed an innovative technical solution for concrete pouring in the construction of the Three Gorges high dam, successfully resolving the challenges of pouring high-strength concrete in a wide valley. This was merely one of many technical difficulties overcome during the project, illustrating the immense complexity and high demand for innovation required by the Three Gorges initiative.

Stage 4 (21st Century): Technology Export. As a retired technical expert, Ruan Guanghua continued to contribute by establishing the Construction Specialised Committee of the Chinese Hydropower Engineering Society, fostering academic exchange and technical collaboration within the hydropower construction sector. Concurrently, China's hydropower construction industry expanded internationally, with his organisation undertaking numerous overseas hydropower projects. Conclusions: This paper employs an oral history interview with Ruan Guanghua who is the People's Republic's first generation of independently trained hydropower engineering specialists. Using his firsthand experience in China's hydropower construction as a starting point, and supplemented by engineering construction archives, it elucidates the four major satages in the development of the People's Republic's hydropower sector: technology introduction, absorption and assimilation, technological innovation, and technology export. From an individual perspective, this study clearly reconstructs the intrinsic logic of the Republic's hydropower development, enriches research on the history of water conservancy in the People's Republic of China, and attempts to explore the interactive and mutually shaping relationship between an engineer's personal growth and the construction of major engineering projects.

Keywords: New China's Hydropower Industry; Ruan Guanghua; witness; interview