

胡经国地质科技文集

1983—2009



中国·重庆

前 言

作者从小爱读书，特别是喜欢看小说书。然而，作者写作欲望和兴趣的萌芽和发育期则是在原四川省铜梁中学读高中的时期。那时，每次作文都十分认真，成绩优良。而且，还经常给学校广播站和黑板报投稿，其中有不少稿件被采用。在写作兴趣和能力的培养上，当时的语文教师邹晨曦老师给与作者的指导和鼓励起了很大的作用。记得，当时有一学期为了欢送光荣参军的新战士入伍，作者写了一首诗歌，题为《新战士，站起来！》。邹老师不但对这首诗歌给予了较高的评价，而且还在欢送新战士入伍的全县师生员工大会上（会场在原养正校操场，即后来的铜梁师范校操场），亲自登台怀着饱满的激情朗诵了这首诗。这使作者深受鼓舞，至今难忘。另外，在这个时期，作者先后担任了团支部书记、团总支副书记兼宣传委员、学生会学习部长、县学联秘书等社会工作，对写作能力的培养和提高也起了较大的作用。

1955年9月至1960年9月，先后在重庆大学地质系和成都地质学院（现成都理工大学）勘探系学习期间，虽然不写作文了，但是写作的机会仍然不少。例如，大约是1958年或者是1959年，学院掀起了学习毛主席著作的热潮。我写了一篇谈学习毛主席著作心得体会的稿件，投给了学院院刊，结果还刊登出来了。这是作者第一次在出版的刊物上发表文章，也是第一次得稿费，钱虽少但有纪念意义。同时，到外地进行教学实习、生产实习和毕业实习时，实习小分队都编印了实习小报寄回学院，反映野外实习生活。另外，在这个时期，作者曾经担任过学院广播站的编辑工作。这些无疑对写作水平的提高是大有好处的。

作者科技作品创作欲望和兴趣的萌芽和发育期则是在原地质部所属中国地质科学院大地构造研究室工作期间。科研院所的学术研究气氛是作者深受感染。对老科学家的一句名言，“头脑中经常要有研究课题”，更是铭刻在心。在黄汲清教授亲自指导下，独立完成了《大地构造文献目录》一书的编制工作。该书由中国地质科学院出版内部发行。为此，作者写了一篇有关该书出版发行的报道，投寄给《光明日报》。该报在其一期的头版刊登了这篇报道。这是作者在国家级大报上发表的第一篇报道，很有纪念意义。同时，作者的写作欲望和兴趣，在这个时期得到了进一步的深化。在这里，还开始养成了收集、整理、综合分析和研究科技资料的良好习惯。这是进行学术研究和写作的基础。

在原四川省铜梁蒲吕中学任教期间，仍然写作不断。主要是有大量教学文件要写。当然，也没有忘记写文章投稿。大约是在1964年或者是1965年，在一期《四川教育通讯》上发表了一篇谈英语教学心得体会的文章。这是作者在省级学术性刊物（杂志）上发表的第一篇学术性文章。这同样具有纪念意义。

汇集到这部文集里的文章，是在1978年10月以后，作者在重庆市水利电力学校

（原名四川省江津地区水利电力学校、四川省永川地区水利电力学校，现名重庆水利电力职业技术学院）任教期间撰写或发表的（详细情况请见目录和原文）。在此期间，发表的第一篇学术论文，是在《重庆水利》1985年第3期上发表的《环境工程地质学介绍》一文。随后，先后在《重庆科技》上发表了《重庆天青石锶矿亟待开发利用》、《矿泉水及其开发利用》、《“三峡”与“伊泰普”》、《重庆地区枯水期缺电问题及其解决途径》、《城市垃圾的科学处理与综合利用》、《钛资源与钛产品的开发利用》、《世界油气勘探开发现状及预测》等。其中在《重庆科技》1987年第1期上发表的《“三峡”与“伊泰普”》一文，获得了重庆市科学技术协会颁发的1987年度《优秀学术论文证书》和奖励。这是作者第一次荣获副省级优秀学术论文奖，令人万分高兴。另外，在《地理环境研究》1989年第一卷第2期上发表了《地质灾害监测新技术》一文。在《现代化工》1989年第9卷第3期上发表了《锶铁氧体开发刍议》一文。在《当代地方科技》1992年第1期上发表了《长江三峡工程论证的突破性新进展》一文。特别值得一提的是，作者撰写的学术论文《重庆市地质灾害特点及成因浅析》，以《重庆地质灾害为啥多》为题，发表在2001年3月5日《中国国土资源报》第三版“科教长廊”头条。这是作者第一次在全国性行业大报上发表学术论文。真是令人万分高兴。这表明作者于1998年退休以后，在科技作品创作上又提升到了一个新的高度。

2003年，我在有关互联网上开通了《中国重庆地球科学普及网》，开创了我从事地球科学普及工作的新局面。目前，《中国重庆地球科学普及网》是以“博客”网站的形式开通的。它有新华网主版、中国网专家博客版和新浪网版等三个版本。在本文集中的文章，绝大多数都已在这三个博客网站上发表。为了便于读者在网上浏览我的文章，现将这三个博客网站的网址介绍如下：

中国重庆地球科学普及网（中国网专家博客版）网址：

<http://www.blog.china.com.cn/cdkp>

中国重庆地球科学普及网（新华网主）网址：

<http://kingkuohu.home.news.cn/blog/home.do>

中国重庆地球科学普及网（新浪网版）网址：

<http://blog.sina.com.cn/cdkp>

“爬格子”乐在其中。“爬电子格子”其乐无穷。只要坚持不懈地努力，结果就是自然而然的事情。

作者的亲人、老师、同学、同事、学生和朋友，对作者的学习、工作、生活以及科技作品创作给予了热情的关心、支持和帮助。在此，一并表示衷心的感谢！

作者

2009年5月20日于重庆

作者简介

胡经国，男，汉族，重庆市（原四川省）铜梁县人。

1944年3月至1950年1月，在旧县镇小学完成小学学业并毕业。1950年3月至1955年7月，在铜梁中学先后完成两年半初中和三年高中学业并毕业。1951年加入中国少年先锋队。1952年5月1日加入中国共产主义青年团（原名中国新民主主义青年团）。在铜梁中学高中时期，曾经先后担任班团支部书记、校团总支副书记兼宣传委员、校学生会学习部长、铜梁县学联秘书等学生社会工作。

1955年9月考入重庆大学地质系五年制本科学习1学年。1956年9月，随着重庆大学地质系并入成都地质学院，又继续在成都地质学院（现成都理工大学）勘探系金属与非金属矿产地质及勘探专业五年制本科学习4学年，于1960年9月28日完成大学五年制本科学业并毕业。在大学时期，曾经先后担任班长、班团支部宣传委员、学院广播站编辑等学生社会工作。

1960年10月，大学毕业分配到北京原国家地质部所属中国地质科学院大地构造研究室工作。1961年10月，按时转正为技术员。具体从事大地构造研究工作，并兼任副院长黄汲清教授和研究室的秘书工作，直至1963年7月。在此期间，还在黄汲清教授亲自指导下，独立完成了《大地构造文献目录》一书的编制工作。该书于1962年由地质科学院出版内部发行。1982年7月29日，原地质部地质研究所在有关该书的一份“证明材料”中指出：该书“内容充实，查阅方便，可作为地质科研部门、地质局队、地质院校等单位之常用参考书。全书共238页（16开本）。现该书在地质部全国地质图书馆的馆藏书号为153865。”同时，完成了黄汲清教授主持编著的专著《中国大地构造基本特征》（三百万分之中华人民共和国大地构造图说明书）中部分图稿的绘制和改绘工作以及全文校对工作（详见该书的“编辑后记”）。该书于1962年12月由中国地质科学院出版内部发行。黄汲清教授因研究中国大地构造基本特征而荣获1982年国家科委颁发的自然科学奖二等奖。本人作为在“构造室工作过的同志与有关人员”，1984年1月29日，地质所构造地质室在给本人的一封信中说：“您在研究中国大地构造和多旋回学说方面曾做出努力，为此，送上奖金30元。”

1963年7月，奉调到原四川省江津地区地质队工作。但是，因当时该地质队撤销，改调到铜梁县蒲吕中学任教，直至1978年10月。在这个时期，主要担任《英语》课教学工作。曾经担任校文史教研组组长。1965年，被学校评为优秀教育工作者。随后，经历了10年“文化大革命”。1978年，被推选为铜梁县群英会代表出席了县群英会。

按照党的科技人员归队的有关政策，在原中共永川地委组织部热情关心和支持下，于1978年10月，奉调到原永川地区水电局工作。同年，改调到重庆市水利电力学校（原永川地区水利电力学校）任教，直至1998年6月26日退休。在这个时期，主要

担任了中专《数学》、《工程地质》、《土力学》、《地基基础》、《计算机应用基础》以及大专《土力学与地基基础》等课程的教学工作。为了建立学校野外地质实习基地，主持完成了巴岳山南段的地形、地质剖面图测量和编制工作。编写了水利管理人员培训班教材《工程地质基础知识》，于1981年10月由学校印制使用。同时，结合所学专业和教学工作，长期坚持系统收集、整理、综合分析和研究地学科技资料，撰写并在一些学术刊物和学术会议上发表了10多篇学术论文。其中，有的曾经荣获重庆市科学技术协会颁发的优秀学术论文奖（详见本文集《前言》）。1982年任助理讲师；1987年任讲师；1992年及其以后任高级讲师。1984年12月，加入中国共产党，并按时转正为中共正式党员。曾任校工业与民用建筑教研室主任。曾经被学校评为优秀教师，被学校党总支评为优秀共产党员。1990年及其以后，兼任重庆市水利学会水工建筑专业委员会委员。1984年至1996年，连任三届校工会常务副主席。先后被重庆市总工会评为优秀工会积极分子和模范工会工作者；被重庆市总工会推选为四川省工会第九次代表大会代表并出席了大会；被中共重庆市委组织部、宣传部以及市总工会评为职工信赖的（工会）好主席。

1998年6月26日，按时退休。退休后的主要兴趣爱好，一是继续收集和研究地学科技资料，“爬电子格子”；二是玩电脑；三是摄影。

总之，作者的经历简单明了：读书—科研—教书。作者经历了新中国迄今为止的所有变革，特别是10年“文化大革命”的经历令人终生难以忘怀。作者的一生是平凡的一生，没有什么轰轰烈烈的事迹。作者的一生又是奋斗不息的一生，是不断学习、工作的一生，是不断创作和探索的一生。

作者

2009年5月20日于重庆

附：作者电子邮箱地址：kingkuohu@163.com

目 录

文集简介

前言	1-2
作者简介	1-2
正文	

资源地质

学术论文

1 “三峡”与“伊泰普”☆	1
2 长江三峡工程论证的突破性新进展☆	7
3 长滩河梯级电站工程地质初步探讨☆	11
4 红层表层地下水及其找水现状与发展趋势	19
5 加快重庆锑矿的开发利用	24
6 节能途径与节能技术	26
7 节约能源造福后代	29
8 矿泉水及其开发利用☆	32
9 麦饭石及其特异功能和质量评价	37
10 煤层气及其开发现状与前景	44
11 世界核电站建设现状及前景	48
12 世界油气勘探开发现状及预测☆	51
13 试论重庆地区电力能源结构优化问题	56
14 锑铁氧体开发刍议☆	60
15 四川省电力建设现状及前景	63
16 钛资源与钛产品的开发利用☆	65
17 西藏地区水能与地热能开发利用初探	68
18 中国核电站建设现状及前景	72
19 中国矿产资源形势与对策	75
20 中国水资源基本特点与对策	78
21 中国饮用天然矿泉水资源与开发	84
22 中国油气能源形势与对策	87
23 重庆地区枯水期缺电问题及其解决途径☆	91
24 重庆锑矿开发利用现状与发展趋势	94
25 重庆天青石锑矿亟待开发利用☆	96

研究报告

26 长滩河梯级电站规划可行性研究报告第三章工程地质☆	99
-----------------------------------	----

综述

27 白银及其识别	104
28 铂金及其识别	108
29 翡翠及其识别	116

30	红宝石及其识别	124
31	黄金及其识别	127
32	金绿宝石及其识别	137
33	孔雀石及其识别	140
34	蓝宝石及其识别	143
35	锂资源及其开发利用综述	146
36	玛瑙与玉髓及其识别	149
37	猫眼石及其识别	157
38	人工宝石及其识别	161
39	水晶及其识别	165
40	夜明珠及其识别	170
41	珍珠及其识别	175
42	中国福建寿山石	186
43	中国河南南阳独山玉	192
44	中国湖北绿松石	194
45	中国辽宁岫岩玉	198
46	中国内蒙古巴林石	202
47	中国新疆和田玉	204
48	中国浙江昌化鸡血石	210
49	中国浙江青田石	214
50	重庆矿产资源综述	217
51	祖母绿及其识别	222
52	钻石及其识别	226
53	最主要的宝石矿物与宝石	232
科普作品		
54	宝石及其识别	237
55	铂的主要特性与用途	239
56	点击中国候选国石	241
57	漫话宝石及其他	243
58	漫话玉石及其他	247
59	人类的黄金梦	252
60	世界瀑布猎奇(一)国内部分	255
61	世界瀑布猎奇(一)国外部分☆	261
62	世界十大天然钻石	263
63	世界最大油田沙特阿拉伯加瓦尔油田简介	265
64	四川气田——中国最大天然气工业基地	267
65	谈谈核裂变能与核聚变能	270
66	万里长江第一坝——葛洲坝水利枢纽	274
67	中国的特大天然金块	277
68	中国雅砻江二滩水电站	279
69	中国重庆的矿产资源	281

70 中国最大天然金库——山东省胶东半岛285
市场评述
71 国内外钛白粉市场货紧价扬287
教学参考资料
72 乌江渡水电站简介☆288

环境水文工程地质

学术论文

73 长江三峡工程环境地质292
74 长江三峡链黄地质灾害防治工程回顾299
75 城市垃圾的科学处理与综合利用☆304
76 地球温室效应及其防治307
77 地质灾害防治技术方法310
78 地质灾害及其预测预报314
79 地质灾害监测新技术☆316
80 滑坡防治原则与工程措施319
81 环境、地质环境与地质灾害327
82 环境工程地质学介绍☆329
83 一九八六年世界地质灾害主要特点334
84 重庆地质灾害为啥多☆336

研究报告

85 铜梁县拦河堰水库主坝内滑坡工程整治设计说明书第二节工程地质☆.....340
86 重庆西部工程地质基本特征347

综述

87 长江三峡工程库区地质灾害防治工程369
88 人工地基与地基处理新技术374
89 水体污染及其防治383
90 中国水体污染及其防治399

基础地质

学术论文

91 城市地质学初步探讨406
92 恐龙灭绝原因研究新进展409
93 中国工程地质学发展阶段与发展趋势412

综述

94 鸟类真正始祖中华龙鸟418

科普作品

95 恐龙家族秘闻趣事奇观录(一)420
96 恐龙家族秘闻趣事奇观录(二)421
97 恐龙家族秘闻趣事奇观录(三)422
98 漫话恐龙424

99 世界恐龙蛋化石探秘426

报道

100 中国第一部大地构造文献目录专著428

教学讲稿

101 巴岳山南段路线地质踏勘地质点观察描述概要☆429

其它文章

学术论文

102 工程地质学课程的基本特点与教学方法437

103 谈谈教学重点和难点问题439

104 中国地区经济发展与生产力布局的战略转移445

报告

105 （重庆市水利电力学校）二十五年回顾与展望☆449

讲话

106 从事科技作品创作的情况及体会☆453

评论

107 舞蹈《千手观音》好459

心得体会

108 我与《中国地质矿产报》☆460

亲情转载

109 按大城市规划永川☆462

110 我的第二次生命☆465

封底内页 文集赞助企业及亲人

封 底 文集赞助企业简介

注：文章标题后面有星号“☆”者，为已经以某种方式在有关刊物和会议上发表和交流或者已经被有关单位使用的文章。

“三峡”与“伊泰普”

胡经国

作者说明：

该文发表于《重庆科技》1987年第7期（总第19期）《综述与建议》栏目。该刊由重庆市科学技术委员会主办，当时为双月刊，公开发行。

该文发表后，经重庆市水利学会评议推荐，被重庆市科学技术协会评为优秀学术论文，荣获该年度重庆市科学技术协会颁发的优秀学术论文奖。

下面是正文：

我国和巴西的水能资源都十分丰富。我国可能开发的水电装机容量为3.78亿千瓦，年发电量19200亿度，居世界首位。巴西可能开发的水电装机容量为2.13亿千瓦，年发电量12000亿度，居世界第二位。巴西和巴拉圭两国合建的巴拉那河伊泰普（ITAIPU）水电站，是目前世界上在建的最大水电站。我国计划兴建的长江三峡水电站，将成为未来世界上最大的水电站。

本文拟根据手中现有的资料，比较全面地分别综述这两个水电站的工程概况、特点和一些主要的技术、经济问题，为读者提供进一步了解和研究的基础，同时供读者比较和借鉴。

一、在建的伊泰普水电站

伊泰普水电站位于巴西和巴拉圭交界的巴拉那河伊泰普岛。巴拉那河水量丰沛，落差集中，水能资源丰富。伊泰普河段历史平均流量为8000立方米/秒，集中落差120米。

1966年10月，两国签署协议，共同开发巴拉那河的水能资源。两国任命了联合执行委员会。美国和意大利的两家工程公司完成了执委会确定的研究课题：提出可行的开发方案并从中推荐出最优方案；可行性研究准备工作；水资源综合利用途径。根据两公司提出的在伊泰普修建高坝的建议，执委会决定将调查重点放在伊泰普。随后，两公司提出了与论证最终开发方案有关的四个专题报告，即水轮机技术，巴西和巴拉圭不同的电网频率，施工风险和生态学，并再次肯定伊泰普高坝方案是最优方案。1973年4月，两国签署开发伊泰普水能资源的协议，并建立了两国公司主持该项工程的建设和运行。到1974年底，美、意两家公司完成了可行性研究报告，确定坝址选在伊泰普岛。随后，它们又完成了枢纽总体布置设计。具体设计任务是由巴西和巴拉圭两国的九家工程公司承担的。为了协调最终设计、施工和交付使用过程中九家公司的工作，保证第一批机组

正常启动，有关咨询服务的协议延长到 1984 年底。该电站前期准备工作衔接很紧，进度快，历时仅仅 8 年。

伊泰普水电站从 1975 年起开始进入枢纽建筑物施工阶段。为了修建拦河大坝，进行了有史以来规模最大的导流施工。导流明渠长 2000 多米，宽 150 米，平均深度 80 米。在明渠上修建了混凝土坝及供施工期泄水用的 12 孔泄水闸门（7 米×12 米）。在围堰保护下的明渠内，修筑了两座高 30 米的混凝土临时拱围堰。主河道截流系采用 4 座戗堤，其粘土心墙是在水下填筑的。上游围堰高达 100 米。

在主坝和厂房浇筑中，架设了世界上最长的吊罐架空缆索。为了避免放热反应产生大量混凝土孔隙和裂缝，采用了世界上最大的制冷设备。在浇筑前，将混凝土冷却到 7℃。1982 年 11 月 5 日，主坝正式建成。

1983 年雨季遭遇异常暴雨，巴拉那河洪水流量高达 41000 米³/秒（相当于 500 年一遇洪水）。为了保持下泄流量在中等洪水水平上，水库始终保持着高水位。主溢洪道、土坝和堆石坝也都运行正常。这不仅显示了巨大的防洪效益，而且显示了工程施工的高质量。

伊泰普水电站主坝的坝型为混凝土双支墩重力坝，坝长 612 米，坝高 190 米。它由宽 34 米、高 100~190 米的 18 个坝块所组成。上下游边坡分别为 1:0.58 和 1:0.46。空心指数为 0.57。这是目前世界上最高的混凝土双支墩重力坝。主坝体积达 865 万立方米，是目前世界上混凝土坝中的第二大坝。主坝左端连接支墩坝、堆石坝和土坝，右端连接支墩坝、混凝土溢流重力坝和土坝。大坝全长 7 公里。坝顶高程 225 米。正常蓄水位 220 米。正常尾水位 100 米。压力管道进水口高程 189.6 米。总库容 290 亿立方米。电站厂房属于坝后式厂房。大型压力管道布置成坝后明管式，便于施工。坝基岩石为玄武岩，具有角砾岩夹层。在大坝上游面和厂房下游面都进行了帷幕灌浆，并且设置了大坝上、下游纵向排水隧洞和厂房排水廊道。

设计人员对该电站枢纽建筑物的原型观测十分重视。在枢纽建筑物和基础内安设了 13 种类型近 1900 部观测仪器。采用分区观测的方式，即只将分区仪器中最重要的资料（如扬压力和变形）送到中央控制台，而其它资料则由分区观测。

伊泰普水电站装机容量 1260 万千瓦，平均年发电量 700 亿度，枯水年发电量 620 亿度。该电站由目前世界上最大的 18 台法兰西斯式水轮机带动的发电机组组成，单机容量 70 万千瓦。升变压器连接于 500 千伏 SF₆ 绝缘母线和开关站（采用六氟化硫开关）。该电站具有目前世界上最大的 80 多万立方米的福兹杜伊瓜苏变电站。从 1980 年 11 月起，该电站进入机电设备安装阶段。1983 年 12 月 17 日，第一台机组开始发电。从 1975 年到 1983 年，工期也仅仅才 8 年。其余机组，计划每年投产 3 台。

巴西和巴拉圭两国的电网频率不同。这是伊泰普水电站的一个主要的技术经济问题。巴西电网频率为 60 赫，巴拉圭电网频率为 50 赫。因此，有 9 台 60 赫发电机向巴西供电。另有 9 台 50 赫发电机向巴拉圭供电。这两种发电机的特性有很大的差别，如下表所示（据王冰摘译资料）。这是因为，50 周波发电机必须适应直流输电特殊参数的需要。

根据两国电网频率不同，并且预计 10 年后巴拉圭分享的一半电能将全部卖给巴西，

经过输电方案的经济技术比较，最后选定了一个最佳输电方案，即交、直流混合输电系统方案。根据选定方案，要建设两条直流双极±600 千伏超高压架空输电线路，直达巴西最大的经济中心城市圣保罗，距离 830 公里，输送电能为 630 万千瓦（每条回路的输送功率均为 315 万千瓦）。由 9 台 50 赫发电机供电，经电力变压器接在 50 赫 500 千伏母线上引出。在这个母线上，还经过一台 75 万千瓦安、500/230 千伏的自耦变压器，引出一条 230 千伏架空输电线路送电到巴拉圭。这两条直流输电线路是目前世界上最大的高压直流输电装置。与该电站一期工程同时建设。另外，还要建设三条交流 765 千伏超高压架空输电线路。它们都通过伊瓦依堡和伊他别拉两个中间变电站到达齐茹库普列杜，距离 900 公里，输送电能也是 630 万千瓦。由 9 台 60 赫发电机供电，经电力变压器接到 500 千伏母线上，再经 500/765 千伏自耦变压器引出。这三条交流输电线路与该电站二期工程同时建设。

表 1 发 电 机 特 性 表		
特 性	60 周波发电机	50 周波发电机
额定出力	737.0 兆伏安	823.6 兆伏安
最大连续出力	766.0 兆伏安	823.6 兆伏安
功率因素	0.95	0.85
转速	92.3 转 / 分	90.9 转 / 分
飞逸速度	170 转 / 分	170 转 / 分
额定电压	18 千伏±5%	18 千伏±5%
惯性常数 (H)	5.3 千瓦×秒 / 千伏安	4.4 千瓦×秒 / 千伏安
励磁顶值电压		
——正向	10 至 12 标么值	6 标么值
——反向	9 标么值	6 标么值

伊泰普水电站全部工程估价为 153 亿美元。其中，直接施工费占 61%，间接费用占 39%。每度电造价为 3 美分。该电站尽最大努力缩短工期，以节省间接投资。并且，在充分利用外资的同时，尽可能减少投资的外币部分，它只占总投资的 16%。

伊泰普水电站为了确保技术上的先进性，在选用技术标准上博取世界各国之长。质量控制很严格。聘请工程顾问委员会的专家，着眼于世界先进水平。机电设备的引进同样着眼于世界先进水平。同时注意由引进逐步过渡到与国外合作生产或国内自己制造。开始几台主机及其附属设备以国外引进为主，巴西国内制造的机电设备占 85%。

巴西是南美洲能源需求最大的国家。伊泰普水电站全部建成投产，将满足巴西的能源需求。并且，它将为巴西到 2000 年实现水电装机 8264 万千瓦的宏伟目标打下良好的基础。巴拉圭也将成为南美洲电力最充足的国家之一和最大的电力输出国。

宏伟的伊泰普水电站是世界水电建设史上一座伟大的丰碑。它的建设经验是全世界人民的宝贵财富。

二、未来的三峡水电站

长江三峡水电站位于长江三峡河段西陵峡中的三斗坪。三峡河段流量和落差巨大，水能资源十分丰富。控制流域面积 100 万平方公里，多年平均流量为 $14300 \text{ 米}^3/\text{秒}$ ，从宜宾到宜昌有 220 米落差。三峡河段水能蕴藏量达 3000 万千瓦，并且地形、地质条件优越，是世界上少有的水能开发坝区。

三峡水电站是我国开发治理长江的主体工程。兴建三峡水电站是我国人民半个多世纪以来的美好夙愿。解放后，中央领导同志对三峡工程十分重视。1958 年，周恩来总理主持召开了“积极准备兴建三峡枢纽”的会议；党中央成都会议对长江流域规划和三峡工程专门作了决定。同年，长江流域规划办公室成立。长办在长江流域规划工作的基础上，对三峡进行了大量的勘测、设计和科研工作。1970 年，中央批准葛洲坝水利枢纽先行施工，作为三峡工程的实战准备。从 1978 年起，长办比较了 100 多种方案，最后推荐了三斗坪坝址。长办于 1983 年 3 月提出了《长江三峡工程可行性研究报告》。1984 年 4 月，国务院正式批准了这个报告，决定：1984 年底以前完成初步设计报审；1984～1986 年做好前期准备工作，争取主体工程于 1986 年正式动工；在开工后的第 8 年第一批两台机组发电，安装完 26 台机组供需 17 年。同年，中国三峡工程开发总公司筹备处成立，负责三峡工程的建设和经营管理。1984 年 5 月，三峡工程施工准备指挥部进驻三斗坪，开始工作。目前，三峡工程前期准备工作正在加紧进行。

三峡水电站大坝将横跨三斗坪河槽右侧的中堡岛。坝型为重力式混凝土闸坝，坝顶全长 2000 米，按 150 米正常蓄水位方案坝顶高程为 175 米。它包括溢流坝段、电厂厂房坝段、电厂安装场坝段和船闸等枢纽建筑物。溢流坝段有 23 个 7 米×9 米的深孔，可渲泄流量达 $11 \text{ 万米}^3/\text{秒}$ 的洪水。在溢流坝段两侧共布置有 26 台水轮发电机组，左侧 14 台，右侧 12 台。电厂进水口高程为 104 米。船闸和垂直升船机布置在左岸引航道。三峡船闸是世界上最大的双线五级船闸。每级船闸长 280 米，宽 34 米。电厂安装场坝段下设 5 个 4 米×6 米的排沙底孔，左电厂 3 孔，右电厂 2 孔。坝址开挖深度达 90～120 米。大坝混凝土浇筑量达 1261 万立方米，是世界上体积最大的混凝土闸坝。

三峡水电站计划安装 26 台水轮发电机组，单机容量 50 万千瓦，总装机容量 1300 万千瓦，年发电量 677 亿度。建成后，它将成为世界上最大的水电站。它的水轮机直径达 9.5 米，是当今世界上最大的水轮机；特别是它的运转水头要满足正常水头 61～88 米、非常水头 96 米、初期运行水头 51 米的变化，这在世界上也是罕见的。

三峡水电站工程量巨大。土石方开挖量约为 6500 万立方米；混凝土浇筑量约为 2190 万立方米；土石方填筑量约为 3560 万立方米；金属结构安装量约为 16.7 万吨。需用钢材 30 多万吨，木材 40 多万吨，水泥 470 多万吨。

三峡水电站预计总投资 190 亿元左右。为了弥补国内资金之不足，需要多方集资，并尽可能利用外资，以引进先进技术和设备。

三峡水电站是对我国经济发展具有战略意义的一项关键性能源工程。它不仅具有巨大的电力系统效益，而且具有巨大的防洪、航运、淡水养殖和旅游等综合利用效益。它

必将为我国到 2000 年实现水电装机 8000 万千瓦、年发电量 12000 亿度的宏伟规划，为实现国民经济翻两番的宏伟目标，做出重大的贡献。

三峡水电站的一个突出特点是发电量巨大。其装机容量相当于我国建国 30 多年来水电装机容量总和的 50% 以上。装机利用小时高达 5000 小时。每年可节约煤炭 3500 万吨。到 2000 年前后，可满足华东和华中地区部分用电量需求，减轻其对煤炭资源和交通运输的压力。三峡水电站的另一个突出特点是地理位置适中。它主要把电能输往华东、华中地区；近期供电兼顾川东；远期将与邻近电网联结，供电范围可东至上海，南至广州，北近北京，从而发挥更大的联网运行和补偿调节作用，促进全国性电网的形成，获得显著的联网经济效益。总之，三峡水电站的电力系统效益包括发电效益和联网效益两个方面。三峡水电站必将成为全国大电网中的骨干电站，对于扭转华东和华中地区的缺电局面，改善我国能源分布不均和紧张状况，具有重要的战略意义。

三峡水库总库容近 200 亿立方米。防洪库容为 73~115 亿立方米。利用大坝超高蓄洪，防洪库容可达 220 亿立方米，防御百年一遇以下洪水，荆江地区可不再分洪。若利用大坝超高临时滞洪，配合荆江分洪措施，则可防御千年一遇的洪水，并可保证荆江大堤的安全。三峡水电站必将有力地扭转长江中下游防洪的严峻局面，为保卫长江中下游经济建设和人民生命财产安全发挥巨大的作用。

三峡水电站库区可形成 400~500 公里的深水航道，从而大大改善川江航运。双线多级（五级）船闸和垂直升船机的年货运量和船闸水头级差，都居世界首位。单级船闸可通过万吨级船队。年单向通过能力达 5000 万吨，比现在的年货运量增加 9 倍。由于水库的调节作用，长江中游航道特别是荆江的一些宽浅航道的水深将有所增加。三峡水电站必将促进长江航运事业的发展。

三峡水电站的技术复杂程度，在我国水电建设史上是前所未有的。它涉及的重大技术、经济问题很多。为了把三峡水电站建设成具有世界先进水平的现代化工程，科研工作十分重要。其主要内容有：泥沙、航运、生态环境、电力系统规划、三峡区域社会经济发展规划、重大设备研制以及地质、水文、水工和施工等。科研工作主要在国内组织有关部门和单位分工协作进行。同时，对国外进行了高水平的技术咨询。

关于坝址选择，长办和地质部在美人沱和南津关两个坝区的 14 个坝段中选择了美人沱坝区的三斗坪和太平溪两个坝址进行比较。这两个坝址都是修建混凝土高坝的良好坝址。其中，太平溪坝址河谷较窄，混凝土量较少，可以不淹没茅坪镇，但是地下工程量大，航道建筑物的布置和施工比较困难。三斗坪坝址坝地质条件可靠，坝基岩石是坚硬完整的花岗岩；坝址河谷较宽，枢纽布置调整余地较大，施工场地开阔，并且没有地下工程。因此，最后选定三斗坪作为三峡水电站的坝址。

关于正常蓄水位的确定，长办研究了从 125 米至 200 米的各种正常蓄水位方案，原则确定按正常蓄水位 150 米进行初步设计。潘家铮总工程师指出，150 方案是一个好的决策：(1)、能满足最低的防洪要求；(2)、能装机 1300 万千瓦，发电效益较高；(3)、能适当改善航道；(4)、移民、淹没和总投资较少，收效较快，与国力和国民经济的发展相

适应；(5)、留有相当大的改进余地。

库区移民是关系到三峡工程成败的关键问题之一。按 150 方案，移民 33 万人，淹没损失 11 万亩。为了妥善解决移民问题，要做到：一方面国家可以负担，一方面人民要有前途。要为移民从广泛的生产领域找出路。为此，提出了变消极的临时安置型移民为积极的有计划开发性移民的方针。目前，开发性移民试点工作正在顺利进行。

三峡水库库尾回水变动区泥沙淤积碍航问题，是大家公认的三峡工程的关键问题。为了解决好这个问题，除进行数学模型和原型观测研究外，有关单位正在对回水变动区的四个典型河段进行泥沙模型试验。这四个典型河段是：王家滩河段（卵石淤积碍航）以及青岩子、丝瓜碛和楠竹坝河段（悬沙淤积碍航）。谢鉴衡教授认为，悬移质淤积不构成对碍航的严重威胁，是与川江水挟沙力有较多富裕、中枯水流量均较大、河谷宽度较窄分不开的。推移质淤积问题多一些，主要表现为回水变动区进口段推移质落淤，造成长寿附近几处浅滩，航深不足。但是，初步整治试验表明，也能解决问题，只是整治工程量稍大一些。其它措施，如推迟蓄水，推迟走沙，也应该是有效的。潘家铮总工程师指出，将来碍航的部位、问题的性质、解决的措施，目前已大致有数。主要措施是：合理确定各种水位和水库调度方案，采取合适的工程整治措施以及必要的疏浚手段。他建议，蓄水位问题最后确定后，加强有针对性的研究工作，积极开发二维数学模型和混合模型。

三峡水电站施工区（期）环境污染也是一个重要问题。据预测，大气、水体和噪声污染都比较严重。据研究，施工区（期）环境对策是：在宏观指导思想上，要把主体工程、城市规划和环境建设通盘考虑，同步规划、实施和发展；在微观措施上，要加强科学管理，利用生态平衡规律，扬长避短，使自然条件为环保服务。应遵循的一个主要原则是，把未来的三峡市建成以水利枢纽为主体的现代化的旅游、疗养明星城，使之成为三峡风景区的中心。

三峡水电站输电技术研究的主要结论是：(1)、现有的 500 千伏交、直流输电的电压等级和输电方式的组合，能够适应三峡水电站外送容量和联网运行的要求。(2)、三峡水电站应分厂运行。对 150 方案，应分为两个分厂，左电厂 14 台机组，右电厂 12 台机组。这对于提高系统运行的可靠性和灵活性，限制短路电流以及缩小严重事故后果等，皆有好处。(3)、为了保证满足运行稳定性要求，在分厂运行时，可采用事故切除机组、直流输电调制以及必要时采用串联电容补偿等成熟的技术措施。(4)、三峡电厂主结线、厂外开关站、直流换流站位置、华中电网网架构成等，均具有超地区的性质，其决策应兼顾对发展远景的适应性，而不能局部解决。

雄伟壮丽的三峡水电站必将屹立于万里长江之上，成为我国和世界水电建设史上又一座伟大的丰碑。三峡水电站的建设，必将再一次显示中国人民高度的聪明才智和无限的创造力。它的建设经验也必将成为全世界人民的宝贵财富。中国人民将为人类做出更大的贡献。

1986 年 4 月 19 日撰写于重庆

2000 年 3 月 22 日修改于重庆

长江三峡工程论证的突破性新进展

胡经国

作者说明：

该文发表于《当代地方科技》（原《重庆科技》）1992年第1期（总第73期）《综述》栏目。该刊由国家科委政策法规司和重庆市科学技术委员会主办，为月刊，国内公开发行。

下面是正文：

一、工程论证的丰硕成果

近5年来，在党中央和国务院直接关心和领导下，长江三峡工程论证已取得了丰硕的成果。

三峡工程是一项综合性、多目标的世界级巨型工程。它的规模宏大，科技问题众多，技术复杂。因而，它涉及到许多科学技术领域和国民经济部门，是一个世界罕见的庞大而复杂的系统工程。也正因为如此，它引起了全国和全世界的普遍关注。

三峡工程的科学研究和论证工作持续了几十年。改革开放以来，在党中央和国务院的直接关心和领导下，这项工作的步伐大大加快。目前，已取得了突破性的新进展。

1986年，国家科委将《长江三峡工程重大科学技术研究》正式列为“七五”国家重点科研项目。其目的是通过多目标、多层次、有重点的联合攻关研究，为三峡工程可行性论证和工程实施方案优化提供科学依据。该项研究包括泥沙与航运、地质与地震、水工建筑、施工技术、电力系统规划、生态与环境、地区规划与综合利用效益等7大课题，共分为365个子课题。

5年来，参加该项研究的有水利、能源、地矿、交通、地震、环保和测绘以及中科院、国家教委和中国社科院等部门的3000多名科技人员。他们采用多种现代先进技术和手段，从国情出发，系统分析研究了与三峡工程有关的工程、技术以及经济、社会和环境诸方面的重大科技问题；明确回答了诸如三峡工程兴建和长期运行会不会诱发水库地震、对生态环境有多大改变、对航运有多大影响等三峡工程论证中的一些重大、复杂和有疑问的问题。同时，探讨了综合规划与效益等宏观决策及支系统的理论和方法。从而，为三峡工程的决策提供了科学的依据，为三峡地区经济、社会和环境的协调发展以及其它类似工程的规划，提供了可资借鉴的方法和途径。

1990年7月，国务院召开了三峡工程论证汇报会。大多数专家赞成重新提出的三峡工程可行性报告；有些专家提出了不同看法和这样那样的疑问。汇报会决定，将这个可行性报告提请国务院长江三峡工程审查委员会审查；然后报党中央、国务院审议；最后再报全国人大审定。

1991年7月，《长江三峡工程重大科学技术研究》圆满完成，并通过了国家验收。由国家科委、水利部和能源部主持的验收委员会认为，该研究项目的设置和计划制定是科学的、合理的，所提供的科研成果，依据可靠、资料翔实、实用性强，全面完成了计划任务。在54项专题的科研成果中，达到国际先进水平以上的有22项，占48.8%；具有国内领先水平的有21项，占46.6%。至此，三峡工程论证中的一些重大、复杂和有疑虑的问题以及三峡工程建设中的一些关键技术难题，有了更加科学的答案。论证表明，兴建三峡工程在技术上是完全可行的。

二、工程地质研究的最新结论

三峡工程的地质条件如何？区域和坝区地壳以及坝基和高边坡岩体是否稳定？能否承受大的地震？1991年4月通过评审的《长江三峡工程重大地质与地震问题研究》表明，专家们对这些长期以来众说纷纭、困扰决策的重大、复杂和有疑虑的问题，已经有了基本上一致的意见。

该项“七五”国家重点科技攻关项目取得了以下最新成果：

(一)、在区域及坝区地壳稳定性方面，进行了区域地质构造环境、地震活动性和地震危险区的分析研究，取得了该区地壳深部构造和断裂活动年龄的最新成果。

(二)、在坝基和高边坡岩体工程方面，取得了提高大坝建基面高程和增大船闸边坡开挖坡度的科学依据。

(三)、在水库诱发地震方面，取得了深孔地应力测量、孔隙水扩散数值模拟和地震强化观测等最新成果，为水库诱发地震的预测和评价提供了更加充分的理论依据。

(四)、研究证实，三峡水库对上海和鄱阳湖地区的水文地质环境无大的影响，从而可解除社会上的一些担心。

该项研究成果对三峡工程地质的最新总体评价是：三峡工程区域地壳稳定性好，坝区及坝址属弱震和微震环境，坝址基岩坚硬完整，适合修建高坝及配套枢纽工程；库区城镇搬迁和移民工程与地质环境之间的相互作用和影响值得重视，但不影响决策。

三、库区淤积与对策

1988年12月通过验收的《长江三峡工程库区环境工程地质图及说明书》指出，三峡水库建成回水后，回水变动区和库尾河段泥沙淤积量将会增大。库区淤积不容忽视，特别是对重庆港区更应引起高度重视。否则，将对航道、港口和码头的正常营运产生重大影响。