

S HUI LI QING

水利情

—— 张有天科技论文选集

● 张有天 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

SHUI LI QING

水利情

—— 张有天科技论文选集

● 张有天 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为张有天科技论文选集。按论文类型共分7篇:综合篇、水工结构篇、数值方法篇、地下工程篇、岩石水力学篇、工程考察篇、工程讨论及建议篇。共收入论文44篇,其中不少系第一次发表。综合篇包括水利人物、水力学、岩石力学及分维几何简介。水工结构篇包括坝工、混凝土防渗墙、混凝土分岔管应力分析等。数值方法篇包括边界元、有限元方法及其在工程中的应用。地下工程篇包括地下结构综述、分析方法、设计和施工技术。岩石水力学篇包括岩石水力学的基本理论及其在工程中的应用。工程考察篇为有关出境考察报告。工程讨论及建议篇收录了对一些具体问题的讨论和建议。

本书可供水利水电、土木工程以及相关专业的技术人员、高等院校师生、科研院所研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利情:张有天科技论文选集/张有天著. 北京:中国水利水电出版社,2003

ISBN 7-5084-1495-0

I. 水… II. 张… III. 水利工程-文集 IV. TV-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第030213号

书 名	水利情——张有天科技论文选集
作 者	张有天 著
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 27.75印张 658千字
版 次	2003年7月第1版 2003年7月第1次印刷
印 数	0001—1100册
定 价	78.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

水利情

光阴荏苒，弹指间年已古稀。该准备给自己的人生画句号了。希望在我有生之年再完成三件事。第一件事是整理论文，挑选一些有参考价值的文章（包括未曾发表过的）共44篇，汇集成这本《水利情——张有天科技论文选集》。另两件事是写两本书：《岩石水力学与工程》及《隧洞工程的科学和技术》，对多年来的科研成果和工程经验进行总结。

文学界有“文如其人”之说。为帮助读者阅读，大凡是文艺作品，常有作家生平介绍之类的文字，或列卷首，或置书尾。科技书刊虽有别于文艺作品，但本文集的内容杂而乱、泛而浅，反映了作者历尽坎坷的生涯。20年严峻的岁月虽早已过去，但彼情彼景仍历历在目。一时兴致，不可自制，信笔而下，将饱经沧桑，情迷水利的经历和本文集主要文章的写作背景揉成一团，取名“水利情”，作为代前言列于卷首。

一、好事多磨，水利情深

1950年高中毕业，恰逢首次举行全国高校统考。华东高校联合东北高校在先、华北高校在后分别招考。我有幸同时被哈尔滨工业大学和清华大学录取。经选择，毅然登上了去东北的学生专列火车，心中有一种革命青年当年奔赴延安的激情。

当时哈尔滨工业大学学制为6年，第一年主要是学俄语，教师全是不懂汉语的苏联人。一年后基本可听懂苏联教授讲课，阅读俄文讲义，参加用俄语的口试。1951年假期，在一位南大俄文教授的帮助下，翻译了《斯大林文化宫》一书并出版（正风出版社，1952）。这以后，利用课余和假期，阅读了不少俄语报刊，翻译了一些科普文章。那时，苏联正在建设占比雪夫、斯大林格勒等大型水电站，被称之为“伟大的共产主义建设”。这类新闻和文章给了我莫大鼓舞，我认识到水利是改造自然、造福人类最壮丽的事业，从而下定决心要为祖国的水利事业奉献一生。1952年秋专业选择，我填报了“水电站及河川结构”这一热门专业。当获知被批准，兴奋的心情胜过高考被录取时。

正当专心致志、如饥似渴地学习水利专业知识时，1953年全国高校实行院系调整，哈尔滨工业大学的水利专业要并到大连工学院。校方明确表示要求我们留在哈尔滨工业大学，并给了我们转到任何系、任何专业的优待。这帮水利迷据理力争，上书校长，上书高教部，坚决要求继续学水利。几经周折，哈尔滨工业大学终于同意我们的要求，眼看就要失去的梦想又回来了。

到大连工学院水利系后发奋学习，不久被评为三好学生。当时对三好学生有一项奇特的奖励：在图书馆一次可借书30册（一般学生只能借3册）。为了能充分利用这一“特权”，功课力争课堂消化，课余时间用于阅读参考书刊，锻炼了自学能力，扩大了知识面。同时挤出时间看文学和哲学名著，如车尔尼雪夫斯基的《怎么办》、伏尼契的《牛虻》、罗曼·罗兰的《约翰·克利斯朵夫》等，不仅陶冶了情操，还增大了适应逆境的韧性。读哲学

名著帮助建立了正确的认识论和人生观。1954 年成立大连工学院学生科学技术协会，我被任命为主席。这一职位使我可以经常接触著名教授和苏联专家，直接聆听他们的教诲，受益颇多。

通过课外阅读，对两位水利专家非常崇拜，并奉为偶像。一位是李冰，他所建的都江堰正常运行两千多年。都江堰水利工程驯服了反复无常的岷江，造就了无水旱灾害的成都平原千里沃土，使四川大地成为天府之国。都江堰工程是世界文明史的奇迹，令人叹为观止，百访不疲。在二王庙李冰塑像前，每次都感到心灵的冲动，多么想跪下叩头以表敬仰，但过往游人的众目睽睽使我却步。如果再有机会，我定会有勇气来还这一出自内心的夙愿。第二位偶像是水利工程师格拉夫乔（О.Г.Графтио），苏联科学院院士。他的学识，他的工程经验，他的工作作风、他对水电事业的奉献都是我最现实的榜样。1955 年，大连工学院水利系狠抓学生专业思想教育，为了配合这一活动，我代表院学生科学技术协会向水利系高年级同学作了“苏联水电建设者格拉夫乔院士”的演讲，在同学中反应强烈，效果颇佳。这篇演讲稿被《水力发电》发表，该刊于 1956 年还聘我为特约通讯员。

1955 年进行毕业设计，我的题目是根据实际的地形、地质、水文、气象及国民经济情况等资料进行我国南方一个低水头大型水电站的枢纽布置。所在河流的特点是洪水流量大，持续时间长，河道水位高，使洪水期水头差大为减小，机组效率很低，甚至不能发电。如何提高洪水期发电效益虽不是毕业设计规定的任务，但这是该水电站的一个重要问题，值得下点工夫。经广泛查阅文献资料，终于找到思路：采用坝后溢流式厂房，利用泄洪的巨大能量，冲击并降低电站局部尾水位，增大机组实际水头来取得效益。据此完成的毕业设计，评分为“优”，指导教师和答辩委员会均给予了充分肯定。结合毕业设计，完成了我的第一篇科技论文“溢流式电站设计中对射流效益的考虑”，发表于《大连工学院学报》。

“不想当元帅的兵不是好兵”。毕业前夕，踌躇满志，对前途抱着美好的幻想：成为一名如格拉夫乔式的水利工程技术人员，能挑起比占比雪夫规模更大的水电站建设总工程师的重担，把一生献给伟大的水利事业。整理好行装，准备踏上水利工程建设征途，但事与愿违，万万没想到竟会通知我去铁道科学研究院报到，这对我犹如晴天霹雳！铁道科学研究院当时是铁道部唯一的研究院，人才多，环境美，设备好，待遇高，而我又被分配在水工水文研究室，并不算脱离专业，但我还是一门心思想搞水利。找院长、找高教部、找团中央反映情况，请求调到水利部门任何单位，但均毫无结果。于是我决定上班好好为铁道工作，下班认真学习水利科技知识，并尽可能让二者结合，为今后工作调动作技术储备。这期间，翻译并出版了“泥石流及其散布地区的道路设计”一书（铁道出版社，1956），写了若干篇文章，向《水力发电》和《水利学报》投稿，均被发表或接到录用通知。

苍天不负有情人，机会终于来了。1956 年秋，中国科学院首次在全国范围公开招考副博士研究生。母校的老师、铁道科学研究院领导都支持我报考。顺利通过了考试，被中国科学院水工研究室录取，师从张光斗先生。又可能去实现梦想了，真是欣喜若狂！

一到水工室，向林秉南先生汇报了此前我所设想的溢流坝水力特性的研究，得到林先生的大力支持和指导。经林先生安排和龚振瀛合作，仅用 1 个多月时间就完成了理论和试

验研究工作，撰写了学术报告“溢流坝水力特性的研究”，得到林先生很高评价和鼓励。首战告捷，大大增强了我对搞水利科学研究的信心。

俗话说乐极生悲。研究生的学习像昙花一现，很快就消逝无踪。但这短短的几个月，对我一生有着重要的影响：我终于又回到水利工作岗位，有可能去实现抱负和梦想；导师张光斗先生关于理论一定要联系实际的谆谆教诲，使我终生受益。

二、严峻考验，艰辛岁月

我认为，要成为一名新中国出色的水利工程技术人员，不仅要学习技术理论，还要学习政治，特别是哲学。1952年，得知《毛泽东选集》即将发行，当即用稿费去新华书店预订。通过学习《毛泽东选集》，特别是学习《矛盾论》、《实践论》，我得到了一把打开知识宝库的金钥匙，并对哲学产生了兴趣，写过长篇学习心得。除《毛泽东选集》外，在大学我还读过恩格斯的《反杜林论》和《自然辩证法》，斯大林的《辩证唯物主义与历史唯物主义》等经典著作。后来参加中科院研究生考试，在近两千名考生中我的哲学考卷得了最高分。

学习马列主义、毛泽东思想使我树立了正确的人生观。人类社会必然要进入共产主义，我对此确信不疑。我虽未能成为党的一员，但对共产主义的信仰始终不渝。

中国科学院为首批副博士研究生开设了哲学课，教师是著名的徐懋庸先生。他第一节课传授了八字读书要领：不求甚解，必求甚解。我读书也曾不自觉地用这八字诀，但经他一点，才茅塞顿开。没有量，就没有质；没有质，也就谈不上量。在八字诀的指导下，我畅读了恩格斯的《路德维希·费尔巴哈与德国古典哲学的终结》，列宁的《唯物主义与经验批判主义》，重读恩格斯的《反杜林论》和《自然辩证法》，浏览了黑格尔的《小逻辑》。为了“必求甚解”，还尝试写过一篇“关于否定之否定”的哲学论文。早年的哲学学习对我一生在政治、思想、学习和工作上都有着极其重大的影响和作用。

学哲学更要联系实际。除用哲学指导学习科学技术和研究工作外，我试图用马列主义哲学观点分析当时发生的国内外大事：肃反运动、百花齐放百家争鸣、震惊世界的苏共20大对斯大林的批判、匈牙利事件等，逐渐形成了下述观念：

(1) 斯大林的悲剧在于，由于长期处在白色恐怖的包围下，他的关于阶级斗争的思想僵化了，而没有重视社会主义民主建设。

(2) 完全拥护毛主席在最高国务会议上的讲话（录音报告）中关于对肃反的评价：“大体还好，问题不少，比苏联不左，比匈牙利不右”。我认为问题出在肃反中搞了群众运动。在社会主义建设时期再搞群众运动必然滋长过左的情绪，使其泛滥而失控。

(3) 匈牙利事件固然有反革命兴风作浪，但成千上万群众上街反对自己的政府，也表明匈牙利社会主义民主不健全，官僚主义严重。随着社会主义建设和巩固，应逐渐地、不断地扩大社会主义民主。如其不然，匈牙利事件也迟早会在我国发生。要知道，人在监狱中可以忍受肮脏，但在卧室里连光线不足都不舒服。

(4) 社会主义建设需要人才，培养人才不能只红不专。1957年春天，高教部一度决定选拔留苏生自由报考、择优录取。阅报后兴奋不已，即兴写出一篇短文：“万岁，祖国的天才！”，并投到报社。

(5) 百花齐放、百家争鸣的双百方针是具有高瞻远瞩的指导性政策，倡导用大鸣大放

的方式帮助党整风是一种创造。北京的经验应该推广，我写信给同学请他们替我在大连工学院贴出了大字报：北京吹来的风。

1957年初夏，人民日报连续发表了“这是为什么”等多篇社论。一时间，报刊上批右派的文章铺天盖地。中国科学院水工室批判会接踵而至。我突然成为有纲领、有计划地向党猖狂进攻的右派急先锋。学习马列主义的心得怎么一下子变成反党的右派观点？我在思想深处对党的信任远胜于相信自己，连高教部留苏自由报考的决定也遭到批判，我还有什么可争辩的呢？但我想不通，这种矛盾心情使我困惑。政治太深奥，以后好好搞业务，下决心不再学哲学，不再自以为是，不再对政治说三道四。我太天真，太幼稚，以为有知识、能写稿、又能翻译，总不会不让做水利技术工作吧。水工室一位专管反右的高层领导找我个别谈话，严厉训斥我别再妄想以后还能写文章、挣稿费，要我认真想想今后的生活出路。果然，自那以后我就再也没有收到《水力发电》按时给特约通讯员寄赠的期刊，《水利学报》原通知即将刊登我的一篇文章也被取消了。这个打击等于判我死刑。果然，没过多久，就宣布了对我的处分：

定为右派分子，开除团籍，取消研究生资格，行政留用察看，每月给生活费30元。

从幻想的巅峰突然跌入无底深渊，极度悲观之下，不禁喊出“出师未捷身先死，常使英雄泪满襟”绝望哀鸣。不，我不要死，我也不能死，我还没有圆我的水利梦！

1958年中国科学院水工室、水利部水利科学院及电力部水电科学院合并为水利水电科学研究院。我由人事处管理，被安排参加体力劳动：当建筑小工，当农民，当小高炉炉前工，当农场饲养员，……，直到1959年10月被调出水科院。通过两年的劳动，我在思想感情上真的有了变化，还学到了许多技术和知识，积累了丰富的生活素材。这段磨练对我今后的生活和事业不无裨益。

1959年10月，水利水电科学研究院以照顾夫妻关系为名把我调到东北勘测设计院。当时黑龙江省兰岗水电站正在施工，设计工作特别紧张，人手不足，我就暂时被安排在兰岗厂房组。作为右派分子，竟能参加水电站的设计工作。我非常珍惜这个难得的机会，感到精力充沛，不知疲倦，思路敏捷，效率极高。为抢时间，加快设计速度，我提出了许多技术革新和合理化建议，如用影响线法进行吊车梁在吊车活荷载作用下的应力包络线分析，少筋混凝土快速配筋诺模图等。我还提出一种新的卸载式挡土墙的建议，经顾淦臣总工程师审查后采用，节省了几万方混凝土。大尺寸钢筋混凝土蜗壳的计算遇到困难，按常规分析，配筋量多到不合理而难以施工，设计者因过于劳累、过于紧张而病倒了，组长吴新邦把这项任务交给了我，我用考虑塑性的分析方法，较好地解决了这一难题，算稿经蔡定一总工程师审查批准，及时提出蜗壳钢筋图，没有耽误施工。

兰岗厂房组被命名为黑龙江省先进集体。为推广先进经验举办了技术革新展览会。我的合理化建议也都被展出，只不过建议人写成“兰岗厂房组”。对此我仍然感到高兴。这表明，我对兰岗水电站设计做出了贡献。自知之明使我冷静，没期待表扬，更不会得意忘形。但我需要公正的评价，以证明我在认真改造。万万没有想到，在组内思想检查会上我说：“感谢同志们的帮助……”，话音未落，就有人拍桌子，大声训斥：“谁是你的同志？不要做了一点工作就翘尾巴，就忘记自己的身份。”虽然多数组员仍给了我尚属公正的评价，我还是再一次领教了当反面教员真是不容易！

一次全院大会通知我也去参加，一位中层领导主持会议，大会开始前他竟高喊：“右派分子全站起来！”在人群中从各个角落稀稀拉拉的站起了20来人，全都低着头，等待着宣判。主席台上的人又高喊到：“你们没有资格参加这个会，都给我出去，外面有人管你们。”我们赶快夹着尾巴，灰溜溜地到指定地点受训。我本不愿重提此事，以免再给心灵的创伤撒盐。但旧事重提，是希望给我，更给国家以不幸的岁月不再重演。

主要图纸都完成了，我又被送去院农场劳动。冬天来了，农场工作主要是积肥。我们几个右派被安排到长春市三马路一带居民公共厕所去掏粪。头天晚上选定一个公厕，把粪坑的冰层用冰钎凿开，从很深的粪坑掏出粪和尿倒在公厕旁边用炉灰围堰圈成的粪池中，第二天早晨4点，再去用镐头把冻得结结实实的冰粪刨成块，装到马车上由专人送回农场，我们则搭乘空无一人的头班磨电（有轨电车）回住所。有天早晨，竟然有几位乘客上车，他们质问车长（即售票员），为何车里有大粪味？吓得我们几个蜷缩在一角。从此以后，虽然满身汗水，也只好顶着透骨的寒风走路回去。

不干不知道，掏大粪真是又脏又累又臭，但也有快乐。看着一车车有机粪肥送回农场，对着收拾得干干净净的公厕，听到居民的感谢，心里也挺舒服的。

冬去春来，东北勘测设计研究院把我又“下放”到星星哨水库（一个下马工地）接受劳动改造。不久我又进了省直机关举办的右派分子学习班。经过半年的学习和劳动，于1961年末，终于实现了摘掉右派帽子的期待。学习班为我们准备了一餐不收粮票又可以吃饱肚子的晚饭，欢迎我们重新回到人民队伍。

摘掉右派帽子，又可以从事水利建设工作，这是我日想夜盼的最好结果，但我并不兴奋，严酷的现实告诉我，一个人一旦政治上有了污点就入了另册，更何况曾是右派。基于这一判断，我做好了思想准备：丢掉一切幻想，多做实际工作。对工作安排，我婉谢组织照顾夫妻关系（妻子给了我理解和支持），要求到吉林省石头口门水库工程局搞水利施工。报到后被安排在工程技术科。我的任务是审查图纸，参加研究和制定施工计划和方案的讨论，参加防汛工作，作洪水预报、山区小天气预报，进行闸门制造和安装质量监督、混凝土试验……。除技术工作外，经常顶班劳动，当一名混凝土工。几乎每项工作和劳动对我都是生疏的，是第一次接触。从实践中我学到了很多很多，也为工程做出了贡献。

审查图纸除了注意数字差错和矛盾外，还深入领会设计意图，考虑总体布置及细部结构是否合理。凡是重要的钢筋混凝土结构及钢结构都要亲自计算来核对，有时就能发现一些关键错误，保证了工程质量。图纸审查工作相当于自己快速做了一遍设计，几年学到的和积累的经验受益终生。

工作是我生活中的唯一需要，因为只有工作才能摆脱失落感，生活才可能有乐趣。当一个人投入全部精力，往往能透过现象看到本质。我经常上工地，饶有兴趣地观察各个工程各个工序间的复杂的内在联系，思考可能遇到的问题和应采取的对策。考虑成熟后就向工程局提出建议，这些建议多数都被采纳，使工程少走弯路而取得了领导对我在技术上的信任。

我作为工程局的代表负责弧形钢闸门（3—12m×5.9m）制造（郑州水工机械厂）和安装（安装公司）的质量监督（即现在的监造和监理工程师）。通过这项工作，我熟悉了启闭机和钢闸门的设计、制造和安装。此后我自己设计过大型弧形闸门，还带领过一些非

专业工人完成了闸门及启闭机的安装工作。

混凝土是否开仓要根据天气预报来安排。工地是山区，有特殊的小天气规律。1962年，领导要我搞天气预报。我用很短时间学习了必要的知识，又去长春气象台几天，见习天气预报过程。回来后购置了最简单的仪表，收集了民间天气谚语，专门到县里抄了20余年气象资料。经整理，果然发现短期天气变化与当前气象形势有一定的相关性，绘制了相关图。在省气象台每日发布的天气形势的指导下，开始边预报边积累第一手资料，预报的准确率居然不错。大汛期，又安排我编制防汛计划，同时搞洪水预报。根据所在流域地形特点，选用等流时线法预报洪水流量，效果尚佳。

冬天来了，决定在坝前水库冰面采用开孔倒土来加强铺盖。领导给我布置了任务：做好施工设计，要形成连续铺盖，汽车千万不能掉进水里。形成连续铺盖，布孔要密。几十辆载重汽车在有孔的冰面穿梭，实在太危险。在东北，冬季冰面行车掉入水中的事故时有发生。夜深了，我坐在水库冰面上，对着布满纵横交错裂缝的冰层发呆。气温下降，冰体因膨胀而断裂的巨响，此起彼伏，震人肺腑。随着一声炸裂，在我眼前出现一条新裂缝。我突然想到，无孔不入的水会流入裂缝并立即冻结，把裂缝两壁“焊”在一起。由于冰比水轻，裂缝中的水不能达到表面，冰面上纵然裂缝张开，但10cm以下冰缝应是愈合的。第二天取样，想法得到了证实。再进行冰面承载力的简单分析及试验，心里终于有了底。于是提出了施工设计，规定了一系列技术要求。铺盖施工完成了，几十辆自卸汽车冰上倒土作业几十天，未出任何事故。

.....

自身的经历使我认识到，作为水利工程技术人员，最有用武之地应首推施工。几年的施工生活收获很大，思考能力、解决实际问题的能力得到了锻炼和提高，贡献和收获给了我快乐。可惜的是，我没有时间，也没敢奢望把一些工作再进一步深入，做点研究，写点总结。我时刻没有忘记自己是个摘帽右派，不要去做一些对自己无用而又徒增烦恼的事情。

虽然想躲开烦恼，但烦恼总是纠缠不放。1963年我去云峰水电站工地找安装公司，公务完成后办了一个进场证去工地参观。正当我全神贯注，看得入神时，广播喇叭突然高喊：“张有天回办公室。”于是我被“礼貌”地“请”出了工地。显然曾是同一单位的一位阶级觉悟很高的同事举报了我。这个重大打击几乎使我陷入绝境！因自然条件和社会条件不同，每一个水利工程布置各异，施工工地更是如此，要搞水利就必须多看工地。痴迷于水利的我知“过”不改，后来我去郑州验收启闭机和闸门，又专门去三门峡工地参观。在参观过程中，只要广播喇叭一响，我心中就一惊，真是领会到了什么叫做贼心虚，我真是贼吗？！

1966年3月，吉林省水利工程公司总经理车轩（原工程局局长）拟了一纸文件通报全省水利工地，表扬我认真而卓有成效的工作，这一极其普通的实事求是的文件却闯了大祸。史无前例的风暴一到，革命大字报和传单满天飞。这位总经理首当其冲被打成了走资派，罪名是重用坏人。还指名道姓，竟说我是摘错帽的右派。原单位革命群众也要揪斗我（幸好我已调到当时吉林省重点工程亮甲山水库做开工准备）。一位工人师傅向我透露了信息，劝我躲一躲，以免受皮肉之苦，于是，借出差之便请假回家，躲过了这场灾难。后来

我听说，任凭炮轰和批斗，那位总经理始终坚持原则，义正词严，据理反驳，绝不承认他用过任何坏人。能遇到这样的领导真是不幸中之万幸！

“老九”在文化大革命中日子真不好过，更何况摘帽右派。每次出差回来都心惊胆战，担心出差期间单位革命革到自己头上，见到同事先察言观色来猜测自己的命运。

1968年在亮甲山水库又当了一名钢筋工，同时也做技术工作。编入班组后，和工人三同，在向工人学习生产技术的同时，也教他们如何看图，和工人关系非常融洽，他们亲切地喊我“大天”。后来在清理阶级队伍的运动中，群众专政小组中有人要批斗我，在主要工人领导成员的保护下，我才幸免于难。

1971年到盘石县黄河水库修建溢洪道工程。当时钢材紧张，一个县级工程搞不到3扇 $12.0\text{m} \times 5.4\text{m}$ 的弧形钢闸门的钢材指标。我们的任务是只搞土建工程。当时的施工安排是，汛前开挖并浇筑溢洪道底板和闸墩，汛期停工，汛后浇工作桥。没有闸门，水敞开流走，水库就没有效益。在责任感的驱使下，我建议用钢筋混凝土闸门代替钢闸门，并毛遂自荐负责设计和施工。这个建议得到了领导的重视并同意实施。按钢闸门选用的 $2 \times 30\text{t}$ 双吊点固定式卷扬启闭机已到货，这给钢筋混凝土闸门设计带来很难解决的问题：如何减轻自重。在参观考查国内已有钢筋混凝土闸门设计、施工及运行经验的基础上，设计上大胆采用了芯棒式预应力钢筋混凝土梁和柱、钢丝网水泥双曲扁壳群面板结构、钢筋混凝土支铰等一系列首创的先进技术，并在理论上和施工方法上进行了研究。要浇筑和安装闸门，工作桥必须在汛期施工，需要用跨度为 12m 大桁架支撑模板，以便行洪和施工互不干扰。工地只有白松杆可用。白松木节多，允许应力低，常规桁架难以承受施工荷载。利用闸墩在可能行洪水位以上做斜支撑以减小跨度，挑选木料并尽可能使木节避开高应力区。混凝土浇筑时加强监测，以保证人员安全。当测到的挠度大于计算值时，发出了警报，施工人员慌忙撤退，造成一场虚惊。三跨工作桥顺利完成时，指挥部领导高兴地喊出：工程队万岁！

众志成城，乘胜前进，出色地完成了埋件安装及门体浇注，闸门工程及时完成，水库发挥效益的时间大大提前。施工单位因此受到表扬，该项目还被收入水电部技术革新选编，一时参观者络绎不绝。大连工学院赵国藩、高俊升老师去工地参观，详细询问设计和施工的每一个细节，将其编入钢筋混凝土结构教材。现将华东水利学院、大连工学院、西北农学院合编的《钢筋混凝土结构》（建筑工程出版社，1985）中有关黄河水库闸门主要技术内容抄录如下：

图（见正文53页图1）为吉林省 $12.0\text{m} \times 5.4\text{m}$ （钢筋混凝土）弧形闸门，为节省钢材并适应大跨度工作条件，采用了一系列先进的革新措施：面板采用了钢丝网水泥双曲扁壳群；梁柱采用了预应力的组合构件；采用了钢筋混凝土铰座；面板采用了玻璃布塑料涂面防层。总钢筋用量仅 4.35t ，为同类型钢闸门用钢量的22%，节约投资50%。

双曲扁壳群分为3层，下层壳厚 3cm ，中层 2.5cm ，顶层壳板厚 2cm 。扁壳先行预制，预制尺寸比净空尺寸大 $4 \sim 5\text{cm}$ ，以便嵌入梁柱内。

梁柱配置了预应力芯棒，芯棒截面尺寸为 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ，梁内芯棒长 5m ，柱内芯棒长 2.5m ，芯棒预应力钢筋为 $\phi 5$ 高强钢丝24根，每4根合成一束，每束扭成钢绞线，以增加混凝土与混凝土的粘着力，张拉应力为 $10500\text{kg}/\text{cm}^2$ ，用先张法施工。

遗憾的是后来在一次闸门调试过程中，操作工人在闸门开启状态下，竟然用手误托起中孔启闭机的重锤，致使抱闸松开，闸门以自由落体摔到底槛，中孔闸门支臂与大梁的连接处出现了裂缝。后采用高强钢丝加环氧树脂跨缝补强后带病工作。据了解，1995年汛期，启闭过程中中孔闸门破裂。3扇门在运行23年后更换为钢闸门。

1973年我被调到吉林省水利勘测设计院，参加察尔森水库设计工作。已经习惯于工地生活的我很难适应坐办公室。当时经常开斗私批修、批林批孔及后来批邓的大批判学习会。既不能不发言，更不能讲错话。恰好工地需要人，我先被派去工地参加设计，后来当设计代表常住工地。经兰岗厂房设计和十几年施工的磨练，除绘图欠基本功外，自感对设计工作尚得心应手。在吉林省水利勘测设计院期间，设计工作有几项取得较大成绩。

察尔森水库大坝是土坝，坝基防渗采用防渗墙。为搞好防渗墙设计，我收集了国内外在这方面的工程实例，编写了综述报告；撰写了《混凝土防渗结构计算》一文，该成果用于察尔森水库防渗墙设计，并被公开发表。这些文章后被水电部收入《防渗墙设计资料汇编》一书。

察尔森水库右岸输水洞采用一洞两用布置：既用于泄洪，又用于发电。我提出的用永久性喷锚衬砌代替钢筋混凝土衬砌的建议得到采纳。有压水工泄洪隧洞采用喷锚衬砌在国内尚属首次，国外也不多见。为做好设计工作，除大量收集有关文献外，和几个同事又去水利、矿山、铁路等部门考察喷锚支护技术现状。在水电部科技司支持下，请东北勘测设计院科研所到工地现场进行喷锚试验洞压水试验和喷混凝土工艺试验。1977年，水电部在察尔森工地组织了一次全国喷锚支护现场交流会。为准备该会议，我撰写了有关文章，这些文章在全国范围内交流后，居然有一些同行或写信，或亲自来访交流经验、研讨技术，从而结识了一些在工程界颇具影响的朋友。后来应邀写成的《水工隧洞喷锚衬砌的设计》等几篇文章分别被有关书刊采用。这对我真是莫大的欣慰和鼓励。

除以上两项外，还结合工程研究了钢筋混凝土岔管简化三维分析方法，撰写了“钢筋混凝土岔管三维应力分析”一文，被《吉林建筑通讯》发表（1984年第4期）。

从1957年到1977年这20年，我经受了严峻考验，度过了艰辛岁月，有所失也有所得。冰上倒土施工风险太大，只要一辆车掉下去对我即是死罪；白松木桁架、混凝土弧形闸门等革新项目稍有不慎都可能造成工程重大损失，至少要戴上反革命帽子。抛开个人得失，珍惜难得的为社会作贡献的机会，我如履薄冰，如临深渊，做好每一件工作，绝不能因为些微失误而使信任我的领导受到牵累。经过磨练，我感觉自己变得坚强了，积累了比较丰富的生活阅历和工程经验，使我有可能会在今后为水利事业再作出新的贡献。

三、枯木逢春，枝头又绿

2001年，在古城丽江慕王府，经过一个小小的景点：“枯木逢春”。但见一株已不能自立的枯树被关爱的人们用支架托住，枝梢却绿茵一片，蔚为奇观。真是：枯树若有情，逢春枝也绿。触景生情，浮想联翩，心中感到有一种莫名的冲动，这也许就是诗人们所说的诗兴吧。驻足良久，不知所以。待游人散去，请好友为我在逢春枯木前拍照留存（见封面勒口处照片）。

春江水暖鸭先知。

1976年10月，一个惊人的消息传到了工地：“四人帮”被粉碎了。我朦胧地感觉到

中国可能会有巨变。或许寒冬将去，暖春快来了。果然，近 20 年连做梦都不敢想的事竟奇迹般地出现了：

1976 年度吉林省水利勘测设计院先进生产者红榜上赫然出现了我的名字。

1977 年，吉林省水利勘测设计院将我的工作成绩整理成事迹报送全国科学大会。

1978 年，我出席了吉林省科学大会。作为吉林省先进科技工作者的代表，上台接受吉林省委书记王恩茂的发奖。当王书记与我握手，当少先队员为我戴上红领巾，当记者们的闪光镜头对准我们时，快乐的泪花使我眼前模糊一片。以前我认为，一个人能为社会作出贡献就会快乐。此时此刻，我才更感受到对社会作出贡献又被社会承认时才是人生最大的快乐。

激动稍稍过去，仿佛从梦中惊醒。所谓“一朝被蛇咬，十年怕井绳”。想起 1966 年的旧事，想起刘少奇与时传祥握手的照片给这位全国劳动模范带来的灭顶之灾，真是不寒而栗！

1978 年末，党的 11 届 3 中全会发布的公报果断地宣布停止使用“以阶级斗争为纲”这个不适用于社会主义的口号，批判了“两个凡是”的错误方针，决定把全党工作重点转移到社会主义现代化建设上来。公报给了我极大的鼓舞和教育，启发我重新认识自己并没有错误（出于对党的信任，多年来我所做的检查是真心的），认识到我的命运是和党的 11 届 3 中全会所制定的路线连在一起的，必须为捍卫这个路线作出贡献。

1978 年春，水利水电科学研究院结构所派人去吉林省商调我回水科院。能再搞水利科研工作，兴奋之情溢于言表。一位好友劝我留下，认为我在吉林省已经有了知名度，前途看好，水科院人才济济，担心我力不从心而追悔莫及。设计院、水利厅领导也不放行，并说对我已作了安排云云。我恳切的请求终于感动了领导。1978 年 8 月，回到阔别 20 年的水科院。我抱着背水一战的决心，因为已不可能再有退路了。

回水科院第一件事是去拜访张光斗先生。得知我又回到水科院，他非常高兴。师生相聚，谈起各自的经历，百感交集。我向张先生汇报了近期科研工作主攻岩石力学和数值方法的想法，他表示赞同，并再一次告诫不要脱离工程实际。

不久就收到原单位的好友来信，告诉我谁当上了水利厅副厅长，谁当上了水利厅总工，说我走之差矣，为我惋惜。我衷心祝贺他们却并不羡慕。环境变了，思想上也出现了新的困扰。经历 20 多年蹉跎岁月，再重新起步搞科研实在太晚了，大有“夕阳无限好，只是近黄昏”之叹。直到偶然读到叶帅的《八十书怀》：“……老夫喜作黄昏颂，满目青山夕照明”，我真为自己羞愧，也深为豪迈的诗句所振奋，失落感转化为紧迫感。李商隐的绝句在我心中已经改为“夕阳无限好，攀登要及时”。我必须利用一切可以利用的时间用于科学研究，为此曾多次诚恳而坚决地推辞过水科院领导对我行政职位的安排。

克服了“黄昏论”的束缚，干劲倍增。1979 年，水科院召开全院大会，隆重颁发水电部“先进科技工作者”奖状。我得此奖是因为在吉林省的成绩，而不是在水科院的成绩。为表示一切从头开始的决心，我借故未参加领奖会。

那时水科院上机要去中试所。结构所为我开了一张人事介绍信，办了上机证，我小心翼翼地走进以前对我是禁地的机房。能直接上机，研究工作如鱼得水。和张武功同志合作，1979 年写出了“隧洞水荷载静力计算”一文，并在全国隧道会议交流，得到与会专

家很高的评价，并将评语专门写入会议纪要。这篇文章被《水利学报》（1980年第3期）刊登。自1957年《水利学报》因政治原因取消原定要刊登我的文章至今已23年，我终于又找回了平等的感觉。与此同时，在国内工程界率先开展了两个新的领域研究：边界元方法及岩体渗流学（更准确地应为岩石水力学），连续发表了几篇文章，引起了同行们的注意。

1983年，确认我右派纯系错划而予以改正。包袱完全卸下，真的可以昂首阔步前进了。这一年第一次评高级工程师，自我感觉良好而有很大信心。院的评审顺利通过，但未能通过水电部评委会投票，这对我虽有不小的冲击，但很快就恢复了正常。

最高兴的是能放心去任何工地参观而不必再担心被驱逐。多年来，不放过任何机会，参观考察了大量已建和在建的水利工程，包括许多国外的工程。1993年，有幸去考察阿斯旺高坝，深深被埃及人的成就所感动。满怀激情地写了一篇“阿斯旺高坝——尼罗河上灿烂的明珠”。该文先后被三峡建设委员会供中央领导阅读的内刊《三峡工程通讯》、《中国水利》和《水利水电技术》摘要刊载。我如同一块干瘪的海绵，每到一工地都尽情地、贪婪地吸收工程的丰富营养，增强了科研工作的工程意识。

1957年我所欢呼的留学生自由报考、择优录取的政策终于成为现实。通过出国人员英语考试，1984年，51岁的我被派往西德亚琛科技大学，在土木系以Wittke教授为首的岩石力学、土力学、地基及水道工程教研室作访问学者。

访问学者有专门的办公室，办公室门上的卡片写着我的名字和职称。第二天一早，我发现换了卡片，只写了姓名。我的前几任访问学者都是教授，而我却是工程师。在西德，工程师分几等，即Dr. Engineer、Dipl. Engineer（硕士工程师、西德大学一毕业即为硕士），再就是大学没有取得硕士学位的工程师。一个访问学者竟是这样的工程师而且不懂德语，在等级森严的德国对该教研室真是很不光彩。别说Wittke教授本人，就是博士生门也都不愿与我共事，我感受到巨大的精神压力。毕竟我已闯过了大风大浪，毕竟我在岩石力学及数值方法领域已有了一定的根基，我有信心扭转局面。恰好一位叫Alban的博士生（别人向我介绍：He is the best one），写论文太紧张，让我帮他搞计算、编程序。中国水利水电科学研究院的老专家给年轻的德国博士生打下手，尴尬之情可想而知，但和Alban相处，我觉得德国人很可爱：既桀骜不逊，又勇于认错。一次他没有完全接受我的建议，程序未能通过。我要他重按我的意见修改，结果程序顺利通过。我也学着用德国人的方式教训他，他认了错、还道了歉。没过几天，教研室的人员都对我刮目相看，经常找我讨论问题，同时也给我所需要的帮助。我参加了Wittke关于Malpasset拱坝事故原因的分析研究和其他工程咨询工作，作出了贡献并学到了许多工程经验。Wittke主动提出要资助我攻读博士。在德国，博士论文必须用德语写，我哪有时间去学德语，婉谢了他的好意，半年后按时回国。

回来向水科院领导作了工作汇报后，院长安排我作公开学术报告。在报告会上我讲了近3个小时，林秉南、张泽祯、覃修典、沈崇刚等新老院长以及好多专家都来了，我深受感动，也为这半年的奋斗的成功而高兴。

搞应用基础研究真是一步一个坎，一个课题一时难以取得大的突破，思想就苦闷。这时，我很羡慕那些比我年长的学者，他们被打成右派、被打成反动技术权威时已经成长为

大树，风暴一过，照样郁郁葱葱。我当右派时才 24 岁，在学术上还是一株幼苗，如何能经受 20 年的狂风骤雨的摧残。这话虽有道理，但不应成为自我安慰的托辞，甘当一名知识分子阿 Q。在吉林省搞水工结构设计时，手边总不离潘家铮的《水工结构应力分析丛书》，曾给他写过信，并上门拜访请教，因而常有书信来往讨论技术问题。1985 年秋，已是中国科学院学部委员的潘总给我寄来一摞他写的《重力坝设计》书稿请我提意见，使我吃惊的不仅是他的谦虚精神，更为震惊的是，100 多万字的浩瀚巨著（给我的只是其中一章），其书写和插图都是潘总亲自完成的。我在大学时代就把马克思的名言“在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点”当作座右铭，现在我才对“不畏劳苦”的真正含义有了深刻的理解。思想境界的提升大大促进了以后的科研工作。

1987 年、1988 年，因参加国家“六五”攻关项目《水电站大型地下洞室围岩稳定和支护的研究和实践》取得的成果，分别获水电部科学技术进步一等奖及国家科学技术进步二等奖。

1987 年，被评为高级工程师，1988 年，又破格被评为水科院第一批教授级高级工程师。

1989~1992 年，担任国家自然科学基金重大项目《岩土与水工建筑物的相互作用》学术领导小组成员，并主持其中的第 3 课题“水在裂隙岩体中的运动及其与水工建筑物的相互作用”的研究工作。这个课题的基础研究成果及其在工程中的应用成果分别于 1994 年、1995 年获能源部科技进步一、二等奖，后者又于 1996 年获国家科学技术进步三等奖。

1991~1994 年，担任国家“八五”攻关项目《高坝关键技术研究》领导小组成员，并主持其中“高边坡稳定及处理技术研究”课题的研究工作，同时担任该课题的专家组组长。1992 年由我带团去澳大利亚及香港考察边坡工程，回来后编写了考察报告“边坡治理与水”。

1993~1997 年，参加国家自然科学基金及长江三峡工程开发总公司联合资助重大项目《三峡水利枢纽工程几个关键问题的应用基础研究》的科研工作，主持其中第 3 课题“三峡船闸高边坡若干基础理论研究”的研究工作。能主持三峡工程的科研工作真是喜出望外，也感到责任重大。本课题的主要研究成果为三峡工程作出了贡献。

1997 年、1998 年，两次应台湾中兴工程顾问公司邀请作学术演讲及隧道工程的考察和咨询工作，编写了考察报告“台湾的水利、电力及交通建设概况”。

1999 年以后，以工程咨询及大坝蓄水安全鉴定、大坝竣工安全鉴定为主要工作。先后担任安康、宝珠寺、天生桥一级、广州抽水蓄能电站、大朝山、小浪底、飞来峡等水电站的蓄水及竣工安全鉴定的专家组组长或副组长。这期间还被邀做了许多工程咨询工作。先后被聘为电力工业部及国家电力公司科学技术委员会委员，小浪底工程技术委员会委员，万家寨引黄工程中方专家组专家，国务院三峡二期工程枢纽工程验收组专家组专家。

虽然我自认为已尽全力把握和利用了客观所可能给我的条件，做了力所能及的工作，但远未满足，因为还有许许多多想要做的事未能完成。例如，地下结构，特别是水工隧洞，目前仍然完全按照地面结构的配筋方法配筋，如果混凝土衬砌不开裂，则钢筋不能发

挥作用，如果衬砌开裂，却不考虑岩石抗力荷载加大应减少配筋量，每年都要白白浪费成千上万吨钢筋。1980年就与周太开总工程师讨论，由我执笔，请他挂帅发表文章“关于水工隧洞结构计算若干问题的商榷”〔水力发电，1980（5）〕，以其引起关注，遗憾的是，至今一切依旧。

四、饱经沧桑，悲喜交加

一生始于快乐，终于快乐，而中间一大段岁月坎坷坎坎，跌跌撞撞，只能在磨难中寻找快乐，可谓经历复杂、感情跌宕、生活丰富。如果我是文学家，这大概会是一笔财富。人生七十，垂垂老矣，回首往事，感慨万千。那可怕而艰难的20年虽早已成为历史，但至今仍不时梦到又再次身历其境，直到惊醒时才得到解脱和宽慰：觉来只是梦，不胜喜。

20年河东，20年河西，悟出许多人生真谛。落难时有人敢接近你、帮助你、鼓励你，成功时有人能泼冷水、提醒你、批评你，这才是最可信赖的朋友……

知足才能常乐。与许多错划为右派的熟人相比，我能有今日，实属幸运。除偶然因素外，仍有一些主观及客观因素值得总结：

虽然自1958年后很少再看哲学书籍，但早年的哲学学习帮助我建立了辩证唯物主义的认识论和历史唯物主义的人生观，树立了对共产主义的信仰。这种信仰给了我战胜困难的力量和勇气。

“战争指挥员的舞台，必须建筑在客观条件的许可之上”。在认识论和人生观的指导下，能审时度势，充分利用社会所可能给我的客观条件，安排自己的生活和工作，发挥主观能动性。不抱脱离实际的幻想，因而就能战胜悲观情绪，在工作中为社会贡献力量，并从中得到满足和快乐。

处在反面教员这种特殊地位的人常有“特异功能”：看人人木三分。从而能做到争取帮助，躲开是非。值得庆幸的是常能遇到以国家利益为重、不计较个人得失的领导人。我要特别感谢在逆境中给我以支持和关怀的领导人，感谢许多给我帮助、给我温暖的同志们，没有他们，我可能会一事无成。宽容是国人的美德：“相逢一笑泯恩仇”，我对任何人都不怨恨，因为那个时代应是历史的悲剧。

在那“与人斗，其乐无穷”的年代，不幸的家庭都是一样的。一个人挨了斗，政治上入了另册，就是全家的不幸。工作闲暇之时，愧疚之情油然而生。我是不称职的长子，不称职的长兄，不称职的父亲，妻子代我担当了本是我应该担当的责任，还承担了一个右派配偶的重大压力。我更不是好丈夫，我欠妻子太多太多，即使有来生，我也无法还清。我在逆境中以及春回大地后在事业上能做出一点成绩，妻子的理解和帮助所起的作用自无须赘言。

最重要的是我心中永不泯灭的水利情。屈原放逐，乃赋离骚；孙子膺脚，兵法修列；司马迁受宫刑，人蚕室，谱史记。先哲们身处逆境，猷奋耕耘，给世人留下了不朽之作，千古传颂。在我极度苦闷而茫然时，曾想仿效他们，著书立说，以期“藏之名山，传之其人”。但水利情强大的吸力使我没有陷入“东施效颦”的深渊。水利情是我生命的支柱，它帮助我摆脱烦恼，给我力量，给我快乐。

没有改革开放，就没有我的今天。是改革开放路线给了我第二次生命，这是我内心既朴素又有深刻内涵的情感。虽到古稀之年，已力不从心，但为水利尽力依然乐此不疲、依

然是不可或缺的生活需要。

这篇“水利情”，不是自传，更不是故事，也不能算本书前言，姑且叫代前言吧。当一些好奇的青年人偶尔翻看这本文集时，希望他们能了解我们这一辈人的艰辛，从而更加珍惜时代带给他们的机遇。

在此仅借用著名英国女作家伏尼契在其处女作《牛虻》的“尾声”中留给人们以遐想的名句，并稍加改动后作为本文的结语：

不论我活着，
或是我死掉，
我都是一个
快乐的水利迷。

目 录

水利情 (代前言)

综 合 篇

苏联水电站建设者格拉夫乔院士.....	3
分维几何学及其在水利学科中的应用.....	7
溢流式电站设计中对射流效益的考虑	29
溢流坝水力特性的研究	34
地应力场的趋势分析	43

水 工 结 构 篇

四边固结等曲率双曲扁壳弹性解	53
钢筋混凝土岔管应力分析	63
混凝土防渗墙结构计算	68
Analysis of dam/foundation interaction	80
碾压混凝土重力坝渗流问题综述	94
高碾压混凝土 (RCC) 重力坝层面扬压力研究.....	107
浅论高外压混凝土管片式衬砌设计.....	116

数 值 方 法 篇

有自由面渗流问题分析的初流量法.....	125
隧洞施工期变形过程有限元递推分析.....	134
半无限域渗流问题的边界元方法.....	141
用边界元求解有排水孔的渗流场.....	150
岩石力学问题的边界元方法.....	155
弹性问题间接边界元方法的修正.....	169
夹层非线性分析的边界元方法.....	175

地 下 工 程 篇

中国水工地下结构建设的成就与展望.....	187
水工隧洞建设的经验和教训 (施工篇)	195
察尔森水库输水洞喷锚衬砌设计的几个问题.....	209