

水利水电工程专家 张楚汉

(1933.10 -)

2001年当选为中国科学院（技术科学部）院士



国庆60周年在天安门观礼台



旧居

院士家乡—梅县城东金盘桥村



流水往事

——我的点滴回忆

张楚汉



1933年10月11日，我出生在广东梅县金盘桥村的一家农户里。祖上也称得上是个大户小康之家，据说曾祖父张运彩在民国21年过世时全村很多儿童都来披麻戴孝，还摆了上百桌酒席。祖父张江彝在六个兄弟中排行老二，我的大伯公早年因抽大烟过早仙逝，三叔公当过梅县的总务科长，四、五两个叔公早年去印尼经营生意，我没见过他们；六叔公也读过书，当过丰顺县税务局长。在我这个家族中，那时的大学毕业生就有早年的清华航空系毕业生，堂叔张琛，金陵大学毕业生作璞，还有两位堂叔作堉、作精都是清华50年代初的毕业生。这个大房里连我的一家在内一共出了7位清华毕业生，也真算得上是客家的书香门第了。

我出生时家境已中落，祖父识字不多，帮人驶牛耕地来维持家计且过早去世。祖母李新香是个有相当文化程度的女子，既坚强又能干，一人独挑抚育四个儿子、三个女儿的任务。我的父亲张作瑚生于1905年，排行老大，母亲余庆容在1908年出生不久就到张家做了童养媳。父亲20岁那年远渡重洋去印尼谋生，28岁才返乡与我母亲成亲，但在我出生一个礼拜后就重返印尼。

我的母亲到我四岁时，也去印尼找父亲去了，我至今仍记得离家到梅江落船的那个清晨，母亲对镜子边梳头，边落泪的情景，是三婶背着我，冒着蒙蒙细雨赶到码头，看着母亲的船驶离远去。这一别就是40年，直到1978年我赴美留学前，70高龄的母亲来北京团聚，逗留一个多月后重返印尼，并于1983年离世。回到我六岁那年，三叔、三婶到江西投奔亲戚谋生，后来有了女儿胜娇和儿子雪平，我从儿时起就由祖母和二婶抚养长大。祖母是对我一生影响最大的亲人，她从小教我背诵“三字经”，叫我认真读书，做个有出息的人。由于二叔、三叔均外出谋生，她独自带领家里几个儿媳在关爷凹经营一个小商铺，卖



高中毕业



大学毕业

些食品和日用杂物，赚点小钱，中间还三次经历被强盗抢劫，一个晚上三个戴夜帽的强盗破门就抢，并将祖母耳环强行拽下，顿时鲜血淋漓，惨不忍睹。我就是在这种艰苦的环境中长大，祖母的坚强和奋斗精神给我幼小的心灵留下深深的烙印。在“宁可饿肚子，也要让孩子读书”的客家精神感染下，我从小立志要当一名科学家。祖母从小对我也寄予厚望，记得在梅州中学的六年中，有五年半都是赤脚上学，每天走读，早出晚归，往返二十里。一次，早上没吃早饭，饿着肚子走到学校上课，祖母就走10里路，买了两个馒头（包子），手帕包着赶到学校，从教室窗户外里递给我吃。那时家里生活困难，为了让我上学用功，祖母带领全家人喝稀饭，从稀饭中捞出一碗干饭给我吃。家里除我以外，二婶还有女儿霞云、莉云、簪梅和儿子群汉、凌汉，为了供养全家，她经常肩挑百斤食盐到江西筠门岭去换回一担大米，来回10天。艰辛的生活和勤劳的精神使我自幼养成了一副刻苦耐劳的性格，从小学到中学，学业从来都是名列前茅，为的是报答祖母的期待。令我遗憾的是在我离家5年后，临近大学毕业的1957年，祖母就离开了我们。

我的中学六年是在当时的广东省立梅州中学度过的。梅州中学创办于1904年，是个著名的广东百年老校，迄今已培养了五万多名学子，当时的梅州中学高师云集，学风严谨，人才辈出，闻名遐迩。不仅梅州地区优秀学生，闽南、赣南、潮汕学子抗日战争期间也有不少佼佼青年来这里就读。首先是师资雄厚，如教物



张楚汉幼年（前排）和祖母，母亲（后排右二），叔父、婶姑。



理的孙雄曾老师（后调华南师范大学任物理教授），数学的王开明老师，化学的曹兰峰老师都给我们打下了坚实的数理基础，熊采筠老师不仅英语课令我毕生受用，她对我的思想、生活上的帮助也至今难以忘怀。我当时年轻，有些思想感情上的波澜也都得到她的启迪。此外，我后来喜爱唱歌和音乐也得益于梅州的郭德明老师。初中期间，在我的大家族中，六叔婆谢品珍是个有文化的女子，她对我的关爱有加，我从她屋里的众多藏书中开始阅读巴金的《灭亡》、《新生》和《家》、《春》、《秋》以及沈从文的散文，从此对文学小说也引发了一些兴趣。在我中学同学中，给我影响较深和关系密切的有刘景泉是我入团介绍人，我们经常促膝谈心，李景风与我同住一室，还有朱新民、黄琛芳、张庆南、吴恭顺、陈学俊等，他们后来都分别在大学和科学院工作。

中学毕业后，因父亲早在1947年已在印尼去世，母亲独自一人在海外谋生，难以为继，便提出要我去印尼，护照签证已办好，但因我自幼酷爱数理化，梦想当科学家的愿望强烈，乃放弃出洋，于1952年顺利考取北京清华大学水利系。记得当年10月中旬，梅州考取北京各大学的学生先在广州省学联集中一周，10月21日由一位清华老生带领我们乘火车北上，经三天三宿后来到京城，已是寒风凛冽的初冬了。初到清华，最令人惊讶的是这几个客家学子10月底仍在西大操场赤脚跑步锻炼的新鲜事，一时间在同学中传为奇闻。到了周末，我会搭校车到东城菊花胡同找堂叔张琛和花园路总参测绘局的姑姑瑞华，也首次尝到了北京炸酱面和水饺的滋味。在清华期间，我聆听了许多名师的教诲，进一步打下良好基础和专业技能。对老师中如栾汝书老师的数学，龙驭球老师的结构力学，夏震寰老师的水力学，陆慈老师的外语都记忆犹新，终生难忘。其中对龙先生的结构力学，讲虚功不“虚”，饶有兴趣，龙先生讲课慢条斯理，句句精辟，听课实在是个享受。在专业课中给了我诸多教诲的有指导我在昌平中小型水库设计的系主任张任先生，有指导过我和另两位同学组成科研组并设计出水文自记水位计的黄万里先生，制成后在清华校河里测试，这是我首次接触科学试验。在清华学习的五年中，我一直担任班长和团支书，在1954年还担任过一段系会主席，组织了许多生动活泼又具创意的暑期学生活动，例如当时就亲自带领同学代表去访问了著名数学大师华罗庚先生，当时华先生的办公室就在今天的清华幼儿园里边，华先生给我们讲了许多学习和研究的故事；还专门聘请了话剧大师于是之先生来系里和同学座谈，讲他出演“龙须沟”的过程，又把演“三毛流浪记”的王龙基小朋友请来和我们联欢，当时组织的这些活动都多姿多彩，颇受同学欢迎。1955年秋，在我大学四年级时，



1962年与王桂琴女士结婚

我结识了由青岛铁路中学考入清华大学水利系的女同学王桂琴，她是山东省中学生中的优秀代表，省模范青年团员和省团委候补委员。入清华后我们就在同一个党支部，几年的恋爱后，我们于1962年4月30日结婚，至今已走过50个春秋了。1963年大女儿张青出生，她后来在清华力学系毕业后直接考入美国康奈尔大学攻读研究生，于1991年获

博士学位，迄今已在壳牌石油公司（部门主管）工作20年。小女儿张瑾生于1972年，在清华化学系毕业后进入芝加哥大学并于2000年获博士学位，旋即转加州大学圣地亚哥分校做博士后，师从诺贝尔奖得主钱永健先生，她现在已是约翰·霍普金斯大学医学院的副教授。

我的大学是五年学制，那时全是学习前苏联的教育体系，从教学计划、教材到教学方法都是苏式的，还有苏联专家在系里专门指导教学工作，考试是口试五分制，每学期考五门课以上，历时一个月。课程设计很多，都要求设计计算绘图，最后答辩给分。暑期是生产实习，我曾在河南南湾水库、四川狮子滩水电站、安徽磨子潭水电站的工地担任过施工员、质量检查员等，最后一个学期是全面的毕业设计。这些对我后来从事水利水电工程的教学、研究、咨询工作都起到了启蒙作用，也对我理论联系实际的治学方法奠定一定基础。但前苏联这套教育体系由于专业分科过细，课程负担繁重，教学环节呆板，导致学生理论功底不深，创新思维乏力。这是我在后来留学美国了解到西方教育体系后才感觉到的缺点。

每个人的一生都会遇到不同的风雨。1957年春夏之交，一场整风及反右派运动就开始了，这是一个政治上动荡的年代，教师、学生、干部、党员，几乎人人自危，谁也不知道那一天一顶右派帽子会降到自己头上。这时我们的毕业设计已完成过半，中途停下来全身心投入这场“运动”，一边做检查，一面搞批判。幸好我担任团支书的水七一班并未查出一个右派来，就组织大家去批判其他班的右派。现在回想起来，内心有愧于当时受批判的同学们。这场“运动”一直持续到是年秋天，我毕业留校，又赶上大跃进的前奏——大修水利高潮。我被派往京郊昌平区参加大修水利工作，先后在白羊城、响潭、德胜口等



中小型水库担任设计和施工技术员。参加水利大跃进工作一直持续到1958年夏天我才返校。

1961年，在我工作4年后，清华蒋南翔校长提出要培养一批高水平的年青教师，在全校抽调了90多名教师为在职或脱产研究生。水利系抽调了六名，我是其中一个，由张光斗先生担任我的导师。张先生第一次和我见面，就指导要求我进一步打好数学、力学基础，他认为当时的年青教师实际工程锻炼尚可，但理论功底不行。因此我就选学了一系列的数学、力学课程，如数学物理方程、线性代数、复变函数论、积分方程等，在力学方面有弹性力学、结构动力学等，参加上课、作业和期末考试，虽然是在职研究生，但完全按正规研究生一样要求。这时我一面学习，一面还担负教研室支部书记的工作。1963年我的第一个女儿张青出生，岳父母和我们一家，5个人住在12平米的房子里，那时真是学习、工作、家庭三肩挑。记得是酷热的夏天，一边照顾孩子，一边彻夜在对面保姆室操作手摇计算机，进行分析计算。

有道是，时代造就人才，责任成就事业。我所生活的年代，正是百业待兴的时代，我的研究生毕业论文就是理论紧密结合实际的。1962年3月19日，广东河源地区新丰江水电站发生了八度强水库地震，坝顶严重开裂。装机28万千瓦的新丰江水电站当时是广州地区一个重要的电源点，大坝震损后水电部和广东省都非常重视，科学院地球物理所在水库周边设置了地震台网，日夜监视地震动向。清华大学和全国许多兄弟院校一起，地震后赶赴现场，对水库地震大坝裂缝原因与加固措施开展研究。大坝指挥部给了五万元经费，我将研究生毕业论文和新丰江大坝抗震分析与加固措施结合起来研究。从1964年起，我和张训时、孙华顺、吉鸿藻等四人在工地现场开展了大比尺大坝模型实验。试验场地



1978年和母亲在一起



和岳父母在一起



设在300米高坡上的一个采石场，模型坝高4.5米，采用爆破方法模拟地震波，测量模型反应，并用各种加固措施进行试验比较。试验场地和住地都在野外山沟里，条件艰苦，与高温余震为伴，每天都有几十次余震发生，有时爬在山坡上就震起来了，有时在睡梦中就被震醒了。经过了一年多的努力，终于交出了一份满意的答卷。试验发现高坝地震动力系数达到6-7倍，这比当时我国沿用的前苏联大坝抗震规范的2.5倍高得多。此外我提出的采用拉氏变换计算反应谱和积分方程法计算新丰江大坝反应的成果也得到了和试验完全相同的结论，从而揭示了大坝断裂的原因。因为此前各方专家都无法解释八度地震为何会导致大坝如此严重的断裂，有的认为是设计不当，有的说是施工质量问题，众说纷纭，莫衷一是，这时才真正找到答案。研究工作也对多个加固措施提出了比较，最终建议采用了坝后贴坡和坝顶锚杆相结合的方案。新丰江水电站大震后迄今正常运行了50年，对广东的能源供应和调节起着重要作用。

我在1965年夏天顺利完成研究生论文毕业，仍然继续担任支部书记工作。1966年初春，教研组分配我负责指导几个学生的毕业设计，学生中包括当时担任学生辅导员的胡锦涛同志。记得是在1966年初的寒冬，延庆县委提出希望清华水利系帮助做该县一个中型水闸香村营的改建设计，这座四孔水闸于1960年建造，运行几年后，因宣泄洪水能力不足，闸门是木制简易门，要求改建。县委派来一辆吉普车，锦涛同志和另一位同学（名字我记不清了），由我带领一同乘车前往水闸现场调查研究，收集资料，返校后即开始做水闸的计算分析和设计绘图。两个月后，锦涛同志当时已认真完成了几张设计布置图、剖面图和结构分析计算，正撰写报告，这时已是四月中旬了。4月17日，我作为支部书记陪同当时任教研室主任的张光斗先生一起到四川岷江渔子溪工地检查毕业设计工作（当时水工专业大部分同学在渔子溪工地做毕业设计）。等到6月4日我们返回清华时，已经全校贴满大字报，到处开始批斗“走资派”，一场政治大浩劫开始了。

“文化大革命”初期，由于是基层干部的身份，我大部分时间当逍遥派，阅读鲁迅文集，但因我出身贫农，属红五类，也没有受到什么冲击。只是在后来两派斗争激烈了，出于对极左思潮的反感，我才“义愤填膺”，也加入到打派仗中去了。在清华最激烈的武斗期间，我干脆“避难”青岛，一直到工宣队进校后才返回学校。

1970年夏，学校开始招收工农兵学员，工宣队指派我负责水工专业招生，水利系这时已经搬迁至三门峡水电站，我来到三门峡后，便负责水工零字班学



员。当时，水工专业一共招收了70名学员，连同20多位教师，合编成一个连队，由我任连指导员，入学后军训拉练，参加三门峡工地爆破打开底孔的劳动，完全是军事化的一套体制。这里值得记载的是，1958年，三门峡水电站由于错误的规划设计思想，导致水库运行后大量泥沙淤积库区，库尾潼关高程淤高5米以上，形成黄河支流渭河的拦门坎，使号称“秦川八百里”的关中平原遭受洪水泥沙之害，甚至威胁古都西安。周恩来总理对此事十分关切，多次亲自召开会议研究解决方案，最后决定右岸开隧洞泄沙，原大坝底孔全部打开排沙，水电站低水位运行。我们的工农兵学员入学后正赶上打开底孔的施工爆破开挖阶段，师生们便投入到这一工作中去，也算为三门峡改建尽一点力。关于三门峡水电站泥沙淤积的问题，我校的黄万里教授在修造当初一人独持反对意见，并申述多条理由，但未被采纳，终于酿成恶果。一件具有讽刺意味的事是，在1970年三门峡实际上是在按黄先生当年忠告进行改造补救的同时，仍戴着右派帽子的黄先生还在三门峡工地被强制劳动，且每天接受批判教育，今天想来，真有啼笑皆非之感。

两年的同吃同住同劳动，我和水工零连队的工农兵学员结下了深厚的师生情谊，至今我都仍记得这70位年青人的面孔，他们的性格、爱好和学习情形。由于爱人王桂琴这时去了江西鲤鱼洲劳动，我当时独自带着七岁的女儿张青，她在三门峡第二印刷厂小学开始学习。这个小学员和我们教师同住一室，每当我带领同学出去拉练或工地教学时，就委托给连队的女老师照顾。她幼小的年纪也替大家做点小事，每天信件一来，她就挨门挨户给工农兵学员送信，大家都很喜欢这个小邮差。由于开门办学地点方案的争论，我们全体学员于1971年底就从三门峡迁回清华园，开始了后续年级的招生。这时我除了水工零的工作外还担任了水工专业的主任，负责多个年级的教学工作。

1973年，水电部决定派出一个国际大坝会议中国代表团，首次去西班牙马德里参加第十一届国际大坝会议，因为我此前完成了新丰江大坝抗震研究，并参与了撰写大会报告论文，领导决定派我参加。代表团一行八人，由张光斗先生任团长，沈崇刚为副团长，团员有陈椿庭、李桂芬、王思敬、刘令瑶和我，加上一位郭翻译。我国在会上提交了两篇具有较大影响的论文，一篇是关于《中国水利建设》的综论，另一篇就是《新丰江水库地震及其影响》。这是我首次踏出国门，一切都倍感新鲜，在途经巴黎逗留期间，还访问了Chateau的水力学试验研究所，大坝会议后又参加了西班牙中南部高坝水电站的考察。西班牙的国际大坝会议主席托兰派他的女儿莉利亚全程陪同我们参观，所到之处，

受到热情友好款待。那时出国纪律很严，不许单独行动，对一些当时定为非友好的国家不许和他们的代表接触。记得一位葡萄牙代表走上前来，要和我们握手，我们赶紧把头扭了过去，装着没有看见。此次出国访问历时约一个月，最大的感受是西欧国家发达的商品经济，先进的基础设施，和丰富多彩的文化艺



1973年张楚汉（右三）出席西班牙国际大坝会议，中为张光斗先生

术，对比我国，那时还正处在“阶级斗争”和“无产阶级专政”的高潮呢！

出国的另一个收获是，深感英语的重要性和自己外语的不足，在国外只能和非英语国家的代表聊几句家常，一遇到英美国家代表，他们说话很快，就听不懂了。返国后乃下定决心刻苦自学英语。那时英语900句已经引入我国，我就在1973年秋冬在潘家口工地带领学生开门办学时，带着师生们每天早晨打开“美国之音”，收听900句，丝毫没有一点“阶级”观点，结果被“四人帮”在清华的代理人迟群抓了个典型，点名批判，说我身为队长书记公然带着群众“收听敌台”，这是“国民党的书记”。这时正好上头在展开批判邓小平的“右倾回潮”，清华也在批判何东昌英美派教育思想，我作为一个小兵，也就自己撞到这一风口浪尖上了。批判持续了三个月，又称“三个月运动”，在学校批，回到潘家口工地再批，以便肃清“流毒”。我一面作检查，一面心里不理解，我想英语900句是乔冠华部长出席联大时带回来鼓励大家学习的，从美国之音里收听有什么错呢？！思想上没有想通，学习英语的决心未减，我就改收听中央台的Radio Peking（北京之音），继续我的英语自学。现在回忆，正因为当时的顽强执着，才为我后来留学美国在语言上打下了坚实的基础。



转眼到了1976年。这一年对我来说，又是一个经受考验的一年。1976年7月28日发生了唐山7.8级大地震，京郊密云水库大坝上游面严重滑坡，威胁水库安全。密云水库是北京市的主要水源地之一，水库容量40亿立方米，1958年由清华大学水利系负责设计，蓄水后每年向北京市供应工农业和生活用水。清华水利系继续负责在运用期的设计工作。地震引发的大坝滑坡引起了水利部和北京市的严重关切，钱正英部长和北京市领导王宪当天就赶到了水库现场查看险情。地震发生后，系里当天凌晨就派我和张宪宏、王清友三人一起奔赴现场，调查滑坡原因和严重程度，并由我担任北京市密云水库抗震加固设计组组长。市委王宪同志是总指挥，当时投入调查研究的还有中国水利科学院岩土所，中国科学院工程力学所等单位，水下滑坡形态测量还请来了部队的力量。100多人日夜奋战，终于查明了滑坡是由于上游表面砂砾料保护层发生液化所致，土坝的黏土防渗斜墙（安全防线）仍基本完好，随后即开始了加固设计和施工，在工地现场坚守一年半，与兄弟单位工程师们和师生们一起胜利完成加固任务。

当时密云水库的加固工作主要解决了三大关键技术难题：一是滑坡原因是什么？为什么水库处于6度地震的影响区会发生如此严重滑坡？最终大量试验研究表明是保护层砂砾料发生了液化，过去国内外经验是只有沙土才会液化，而密云的滑坡发现，砂砾料在一定条件下也会发生液化。原因查明，加固方案就确定了，采取全部清除砂砾石保护层，用碾压石渣层来代替，使水库在加固后迄今运行安全可靠。第二个技术关键是为了放空水库必须爆破打开坝内底孔廊道，这是对大坝安全具有一定风险的措施，经过工程技术人员和工人們的专门设计与爆破施工，底孔顺利打开，大坝未受损失。第三个关键是为了保护潮河水库水以备次年北京市有水可供，采取了修建横河水下围堰，将潮河与白河两个水库暂时隔开，这样在白河大坝放空时，潮河水库仍保持水量。三个问题解决后，密云抗震加固工程顺利实现了预期目标。

1978年，密云工程完工后我返回学校，正值中美建交前夕。6月23日，邓小平同志在听取了清华大学校长刘达同志的工作汇报后对留学工作做出了重要指示，他说：“我赞成留学生数量增大，主要搞自然科学，要成千成万地派，不是只派十个八个……这是五年内快见成效、提高我国科教水平的重要方法之一，现在我们迈的步子太小，要千方百计加快步伐，路子要越走越宽，我们一方面要努力提高自己的大学水平，一方面要派人出去学习，这样可以有一个比较，看看我们自己的大学究竟办得如何。”这一讲话对于开创改革开放时期中国出国留学工作具有划时代的意义，也就历史性地成为中国对外开放的前奏

曲。在这一指导思想下，教育部开始选拔第一批赴美留学人员，清华大学也从全校教学科研骨干教师中挑选一批人进行英语培训，然后由教育部统一进行英语测试，测试题目和TOEFL考题十分相似，最后从中科院、清华、北大、协和医学院等院校共挑选50名教师、研究人员作为首批访美学者。其中清华有9人。



1979年作为我国首批访美学者，
张楚汉（后排中）与其他清华教师合影

出国前，国务院方毅副总理接见了我们，周培源先生对即将赴美的学者们介绍了他和美国国家基金会商谈我国派遣访问学者的经过以及赴美后应注意的事项。12月26日，我们一行乘飞机途径巴黎再转机飞抵纽约-华盛顿。一下飞机，就受到当地华人和我

驻美联络处官员的热情欢迎，也受到美国众多新闻媒体记者（包括美国几大电视台）镁光灯的追逐。他们对新中国30年来第一批踏入美国领土的学者们充满着好奇心。我们走到哪儿，他们就跟到哪儿，问我们“麦当劳和可口可乐味道怎么样？中国有没有？”也问我们学成后是愿意留在美国还是要返回中国，美国媒体的报导也有利于增进美国人民对中国的了解。接着50人被分配到乔治城

大学。一下飞机，就受到当地华人和我驻美联络处官员的热情欢迎，也受到美国众多新闻媒体记者（包括美国几大电视台）镁光灯的追逐。他们对新中国30年来第一批踏入美国领土的学者们充满着好奇心。我们走到哪儿，他们就跟到哪儿，问我们“麦当劳和可口可乐味道怎么样？中国有没有？”也问我们学成后是愿意留在美国还是要返回中国，美国媒体的报导也有利于增进美国人民对中国的了解。接着50人被分配到乔治城



1979年中美建交小平同志访美时合照（三排右三为张楚汉）



大学和美利坚大学学习英文。1979年1月中美建交，应卡特总统邀请，邓小平夫妇访问美国，在中国驻美大使馆，小平同志亲切接见中国学者，并合影留念。

完成英语学习后，我来到了加州大学伯克利分校土木系和地震工程研究中心开始了为期两年的学习研究，并有幸师从美国科学院和工程科学院两院院士，世界著名地震工程与结构动力学权威，有限单元法创始人之一克拉夫（R.Clough）教授。克拉夫教授就像对待他的博士研究生一样要求我，帮我选择了一些课程，确定了一个研究题目：《地震时高坝与水库流体非线性空穴效应》，这是一个从来未有人研究过但又是迫切需要的课题，理论难度较大。我从建立数学模型开始到编写计



1978年在美国接受记者访问



留美期间和著名数学家陈省身院士（左三）合影。



1986年与美国两院院士，有限单元法创始人之一，在美国学习时导师克拉夫教授在中美国际拱坝会议上讨论学术问题

算程序，进行计算分析，Clough教授每周指导我一小时，研究内容一步一步深入，最后花了两年时间完成了一篇论文，发表于1984年纪念世界有限元权威Zienkiewicz寿辰的论文集中（其中一章）。两年的学习异常艰苦，一方面做研究，一方面还选修了10多门研究生课程，基本上修完了美国土木系研究生的课程。没有假日，没有周末，每天在计算机房工作到深夜，坐午夜12点最末一班车回住地。更重要的是学习了克拉夫教授的治学方法，把学科前沿研究与重大工程实践紧密联系，重视理论与试验，其中，美国大师的“创新就是生命”的理念给予我最大的触动。加州伯克利大学高师云集，一个土木系就有11位美国科学院和工程院院士，这里除Clough外，还有T.Y. Lin（林同炎）、Penzien、Seed、Goodman、Duncan, Wilson, Popov, Lysmer等大师们，聆听他们的讲课使自己进入了一个崭新的学术境界，理念新颖，内容精辟，每听一课，都是享受。



美国学习的两年是我学术生涯的新的转折点，由此我才领悟到“什么是前沿，什么是创新”。

在美学习期间，得到了许多华人学者的热情帮助。一些著名华裔科学家如世界著名数学大师陈省身、后来当了加州大学校长的田长霖、诺贝尔化学奖获得者李远哲、著名物理学家沈元壤等先生都曾邀请我们到他们家里做客，用丰盛的中国佳肴招待我们。还有伯克利所有访问学者都不会忘记的一对华人关先生夫妇，两年多时间里每到周末或假日就来帮助我们，用汽车带我们去参观，买日用品，一直到我们返国后还每年回中国和我们相聚。

更有意思的是，每逢四月下旬清华校庆佳节，海峡两岸的清华学子都会相聚一堂，开联欢会，国学大师赵元任、预应力钢筋混凝土之父林同炎都逢会必到。90多岁高龄的赵先生还总要高歌一曲《叫我如何不想她》——这一赵老先生半个世纪前在清华教课时谱曲并由刘半农作词的著名歌曲，而同时他的老夫人就坐在他旁边击掌赞赏。

在伯克利研究的最后阶段，由Clough教授资助并联系，我到科罗拉多州立大学和美国垦务局进行学习参观。还由碾压混凝土坝的创始人拉菲尔教授带领我去参观了美国西部一些高坝水电站。此外，还经常代表中国留美学生接待来



自国内的学者和著名人士，如钱伟长先生、张维先生，还有著名电影演员黄宗英女士等。1981年我国派出了一个农业代表团到加州考察，我随代表团去做翻译。我随团走遍了加州中部地区，参观了许多农场、牧场和果园，这是我第一次访问了美国的大农业，也是首次试当翻译，对自己都是一次锻炼。在返国前夕，还访问了加州理工学院，拜访了地震工程之父Housner教授和Jennings教授，也参观了河流水力学试验室。那里的教授们都向我问起曾经在美国学习和研究的钱宁教授的近况，表达了欢迎钱先生再度访美的愿望。可惜，在我返国后向钱先生转达时，他已经重病在身了。

1981年6月，我从美国回到阔别两年半的祖国，回到清华园，和家人团聚。返国后，担任水工教研室主任。这期间主要做了两件事，一是将美国学习到的知识传授给清华的师生们，先后办了几期结构工程CAL计算机语言的讲座，这是我从Wilson教授那里学到的先进的结构有限元静动力计算的语言系统。水利系、土木系、力学系许多老师和研究生都来听讲，我编写了讲义，提供了程序，师生们对此饶有兴趣；我开设的另两门课是《结构动力学》和《水工专业英语》，前者主要是Clough和Penzien教授课程中的内容，后者是对高年级学生进行专业英语训练，课堂上尽量用英语讲授，对学生专业英语水平颇有益处。另一件事是结合工程实际开展学术研究。当时正值全国大规模水电工程建设的起始阶段，其中二滩水电站坝高240米，装机330万千瓦，是我国自主设计的第一座高坝水电站，施工建设则采取国际招标，由法国、意大利等国的水电公司施工。为解决设计中关键技术问题，国家组织了科技“攻关计划”，我们

从一开始就参与这个计划。紧接着就是三峡水电站的规划、设计和论证，以及西南地区一大批高坝水电站的建设。我们正好赶上了这一水电建设的高潮时期，许多大坝环境、安全与抗震等关键技术问题需要研究解决，我和我系王光纶教授紧密合



作，组成了水工抗震研究小组，随后有金峰、徐艳杰、王进廷等年轻学者相继加入，结合研究生培养，开展了系统的高坝-水电站抗震与安全稳定研究，完成了二滩、三峡、小湾、溪洛渡、锦屏、龙滩、向家坝、大岗山、白鹤滩等30多座高坝水电站工程的抗震和安全稳定研究，带领课题组在国际上首次提出了拱坝-地基动力相互作用的时域模型，克服了现行方法中无质量地基与均匀输入假设两大弊端。在工程应用上得到了地基辐射阻尼可以降低拱坝地震动应力25%-30%的重要结论，目前这一结论已为国际和国内大量研究工作所证实，并已经应用于我国300米级高拱坝抗震设计中。在此基础上提出了高坝-地基动力非线性损伤断裂与钢筋加固模型，形成了一个全面计入拱坝地基库水各项关键因素的模型方法，并在小湾、大岗山等高坝中得到了应用。

我组的另一个创新性贡献是对高坝破坏过程与机理的研究。采用连续与非连续介质耦合力学方法研究大坝从小变形到大变形直至破坏的全过程仿真，对

研究大坝地震破坏机理与加强措施有重大意义。以上研究工作都结合博士研究生培养过程完成，既有理论创新，又紧密结合工程实践，为国家水电建设提供了科技支撑。20多年来，围绕这些相关工作，我

梅州学院

303



考察南水北调西线工程，中为水利部索丽生副部长

与同仁们一起发表学术论文200余篇，撰写了5部专著，包括2部英文专著，先后获得国家自然科学奖，全国科技大会奖和国家科技进步奖等省部级以上奖励共12项。在研究过程中，始终得到潘家铮院士的大力支持和帮助，对此我没齿难忘。

国家南水北调工程是继三峡后又一举世瞩目的巨大工程，我作为最早的专



家委员会委员，先后查勘了南水北调东、中、西三条线，足迹跑遍河南、河北、山东、四川、青海、陕西、山西诸省，尤其是西线的大渡河、雅砻江上游，查勘海拔3000米以上高寒地区，我们路径阿坝、马尔康，夜宿壤塘，从长江上游支流一直考察到黄河上游，途中有一位地质大师在3600米高程的驻地壤塘突然昏厥，连夜用车送往马尔康抢救。在考察中主要提出东线主要要解决沿途水质环境污染和引渠穿越黄河的问题，中线主要解决丹江口水库加高以及沿线水库调蓄和穿黄等问题。目前东、中两线已经顺利实施中，预计2014年，汉江清水即可抵达京津，以缓京城缺水之急。目前西线则仍在前期规划与勘测设计中。

我国的调水工程除南水北调三条线外，还有引长江汉江水济黄河支流渭河的建设项目方案，甚至还有调长江三峡水直接济黄河的方案。2005年我参加了小江调水查勘，从重庆市的开县出发穿越大巴山和秦岭，一直到达西安考察了从长江三峡库区小江调水的线路。沿途所见，山势险要，工程艰巨，目前国家只批准了汉江引水济渭的工程。

服务国家所需，为民众着想，一直是我们工作的有机组成部分。2008年5月12日14点28分，四川汶川发生了8.0级大地震，是我国近几十年来最严重的一场地震灾害，为了检查岷江、大渡河上水电站的震损情形，我先后五次去灾区进

行调查，对紫坪铺堆石坝、都江堰引水枢纽、唐家山堰塞湖以及沿大渡河流域各水电站进行了震害调查，也对映秀、北川灾区破坏情形进行了考察。2009年春，中国科学院技术科学部立项研究唐家山堰塞湖整治和北川遗址保护问题，并由我负责。在清华水沙科学和水利水电工程国家重点实验室和成都水电勘测设计院、四川大学的大力支持协作下，历时3个多月，2次到北川和唐家山现场调查，完成了研究报告，召开了一个有16位院士和50多位专家组成的咨询会议。最后我执笔形成了《唐家山堰塞湖综合治理与北川遗址保护》的报告，对唐家山堰塞湖的安全问题、加固措施，北川遗址保护中防洪问题以及通口河流域规划修订等提出了建议。经中科院路甬祥院长签发上报国务院，经温总理、回良玉副总理和刘延东国务委员先后批转发改委、四川省、文化部、水利部等单位。

此外，为了对汶川地震后大渡河、金沙江流域高坝水电站震损调查和震后进行安全评定，我和林皋、陈厚群院士等从大岗山水电站一直驱车到大渡河口。当时道路已严重损毁，沿途到处是滑坡泥石流，有一次汽车刚过，后面山体滚石就滑落下来。查看完后形成了一个调查报告和对我国重大水电工程抗震复核的建议。在报告中我提出今后大坝抗震要做到“中震不坏，大震可修，极震不倒”的要求，得到普遍的赞同。以上是我们为汶川地震灾后重建所做的一



2010年水利系河川枢纽研究所全所教职员合影



点工作。

在国际学术交流方面，1986年在清华大学召开了中美拱坝抗震学术研讨会，由张光斗先生和Clough教授共同主持，参加的有中美两国顶级的地震工程专家如Chopra、Wolf、刘恢先先生等，我任学术秘书，并在会上作了《拱坝地震辐射阻尼影响》的报告，这是首次在国际上发表了关于无限地基辐射阻尼对拱坝地震影响的论文，由我指导研究生赵崇斌完成。1988年起，我受聘为加拿大蒙特利尔Concordia大学兼职客座教授，每隔一年访问该校2-3个月（主要是暑期），和Pekau教授合作，共同指导研究生，发表学术论文，至1999年，七次踏进蒙特利尔大学。在多次的访问之后，那里的一切也都日益熟悉起来。蒙特利尔是个迷人的城市，它前依浩瀚的劳伦斯河，后靠碧绿秀丽的皇家山，一幢幢法式建筑点缀在宽阔街道两旁。入夜，这里到处是悠然自得的人群在酒吧欢歌起舞，每天晚上下班回家，我都要漫步走过一条啤酒街，欣赏这里的青年男女们的欢声笑语，仿佛也回到了那个青年时代。

1998年，我携夫人桂琴应邀访问了欧洲六国，我们先乘飞机到伦敦，游览了著名的白金汉宫等主要名胜，畅游了泰晤士河，然后乘英吉利海峡海底高速列车到巴黎，在那里参加了欧洲地震工程大会，参观了卢浮宫等著名胜地。离开巴黎，乘火车前往柏林，柏林工业大学的Pahl教授接待了我们，参观了柏林工大的研究所和实验室，德国人在科学上的严谨认真，一丝不苟的精神深深地吸引了我。在德国逗留几天后，又乘火车到达维也纳和萨尔茨堡，在那里受到Zenz博士的接待。在奥地利，我们还驱车登上了阿尔卑斯山，沿途参观了几座高坝水电站，对他们水电站的自动化管理有深刻的印象。离开奥地利，来到意大利的威尼斯和佛罗伦萨，威尼斯水城天、水、城融为一体，给人一种别有洞天的感觉。到了罗马，游览了罗马的许多神庙、古迹和博物馆。由罗马乘车北上到了瑞士，访问了联邦高工的Wolf博士，我在洛桑联邦高工做了一个讲演，然后由苏黎世踏上返国的航程，这次访问和讲学历时一个月。

随着学术方面的进一步发展，国际视野也日益扩大。多年来，我已经逐步与美国、日本同行业建立起学术联系，这期间多次访问美国，包括明尼苏达大学、康奈尔大学、麻省理工学院、加省理工学院和加州伯克利大学等，在日本访问了东京大学、京都大学、北海道大学、长崎大学等。在清华举办了中-瑞（士）、中-奥、中-德双边学术会议，并于2004年世界计算力学大会上作题为“Challenges of High Dam Construction to Computational Mechanics”大会报告，2008年在第14届世界地震工程大会上作题为“Seismic Safety Evaluation of



High Concrete Dams”主题报告，还担任Journal of Earthquake and Tsunami、Energy and Power Engineering、Earthquake Engineering and Engineering Vibration、Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China等国际期刊编委。广泛的学术交流开阔了我们的视野，提高了学术研究水平。责任大了，担子也就重了。

近20年来，不仅要不断活动在国际学术舞台上，国内的学术和工程技术活动也很频繁。自2002年起，我担任了国家自然科学基金会工程与材料学部咨询委员和水利学科评审组长、国家水利部科技委员、中国水利学会名誉理事、中国大坝协会常务理事、



与博士生讨论

国家科技奖励委员会评审委员、教育部科技奖励评审委员会水利组长等。此外还兼职担任了长江水利委员会长江勘测设计院、长江科学院、黄河水利委员会勘测设计研究院、华东水电勘测设计研究院等单位的技术顾问，内蒙古呼伦贝尔市、广东梅州市等的战略顾问，以及浙江大学、四川大学、南华大学、三峡大学等校的兼职教授。

在教书育人方面，从1957年留校工作至今，从教55年，先后讲授《水工建筑物》、《结构动力学》、《水利工程科学前沿》等课程。在担任水工建筑教研室主任期间（1983-2002），清华大学的“水工结构工程”学科1988年评为全国水利专业唯一重点学科，2001年再度获得该项荣

勸學多思 溯源探異
律已助人 求實尚美

張楚漢

二〇〇三年九月

梅州院



誉，使清华“水工结构工程”学科始终保持国内的优势地位。1986年，《水工建筑物》课程评为清华大学一类课，为2007年评为国家精品课程奠定基础。在人才培养方面，自1987年起已培养博士35名（包括与周维垣教授合作培养5名），在培养过程中，努力做到“严谨治学”，注意学生科学素质和学术品德的培养。我主持的每周一次的学术沙龙活动坚持了20多年，全组师生参加，由研究生们轮流报告研究成果，集思广益，在讨论中产生创新思维，许多新的见解和理念如拱坝开裂分析的工程类比法都是在学术讨论中产生的。迄今，毕业的学生已遍布世界各地，有的活跃在我国水利水电工程科技的第一线，有的已是博士生导师，杰出青年基金获得者，长江特聘教授等。教学上的丰硕成果获得了2001年国家优秀教学成果一等奖。

回想起来，我的生活历程已走过78个春秋。青少年时代国家处于抗日战争和解放战争年代，历尽磨难；解放后考入大学和工作阶段，又历经多次政治运动和“文化大革命”的动荡和浩劫；我真正的教学与学术研究生涯是改革开放后，留学美国返国后才开始启程。30多年来，国家面貌发生了翻天覆地的变化，教育与科学也迎来了真正的春天，是国家这个大环境培育了我，是清华大学和同仁们赋予了我更多的责任。而今，一代代新人已经培养成长，在各条战线上发挥着聪明才智。在此，我愿以“勤学多思，溯源探异，律己助人，求实尚美”来寄语他们！为他们的成长和发展尽我力所能及的力量。

(2011年11月记于清华园)



全家近照