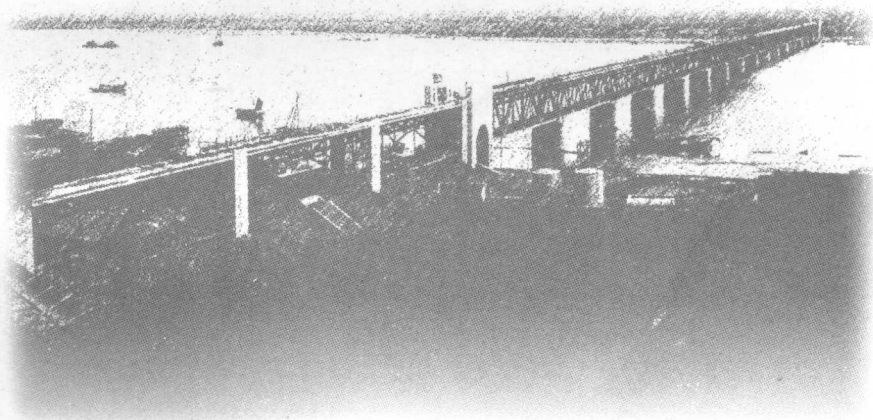


錢塘江造橋回憶

茅以升

钱塘江建桥回忆

茅以升 著



學苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钱塘江建桥回忆 / 茅以升著. — 北京: 学苑出版社, 2007.9

ISBN 978-7-5077-2954-2

I. 钱... II. 茅... III. 桥梁工程—建筑史—杭州市 IV. U44-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145844 号

特约编辑: 钟光明

责任编辑: 刘 丰

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100079

网 址: www.book001.com

电子信箱: xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话: 010-67675512 67602949 67678944

经 销: 全国书店

印 刷 厂: 北京东君印刷有限公司

开本尺寸: 787 × 1092 1/16

印 张: 8

字 数: 80 千字 图 99 幅

版 次: 2007 年 9 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

定 价: 15.00 元

茅以升（1896—1989） 中国桥梁学家、教育家。原名以昇，字唐臣，江苏镇江人。1916年毕业于唐山工业专门学校。1917年获美国康奈尔大学土木工程硕士学位。1921年以论文《桥梁结构次应力研究》，获美国卡内基理工学院博士学位。回国后历任交通大学唐山学校、东南大学、北洋工学院等校教授、主任、校长、院长，钱塘江桥工程处处长和交通部中国桥梁公司总经理兼总工程师。1948年当选为中央研究院院士。1949年后历任中国交通大学校长、铁道研究所所长、武汉长江大桥技术顾问委员会主任委员、铁道科学研究院院长。1955年当选为中国科学院学部委员、技术科学部副主任。



茅以升长期从事桥梁工程、结构力学和土力学方面的工程实践、科学研究和教育工作，多次当选为中国工程师学会、中国土木工程学会的董事、会长。他倡导土力学的科学研究和教学，并于1948年发起成立中国土力学及基础工程学会。从50年代起担任中国土木工程学会理事长、中国科学技术协会副主席、北京市科学技术协会主席。

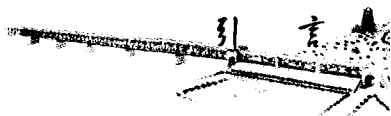
茅以升曾发表《桥梁次应力》、《挡土墙土压力》等多篇论文；著有：《钱塘江桥》、《武汉长江大桥》、《中国古桥与新桥》（已译成英、德、法、日、西班牙五种文字）、《茅以升文集》、《茅以升选集》等专著。他还主编了《中国古桥技术史》。

茅以升于1921年因研究桥梁结构次应力，获美国康奈尔大学福蒂士研究奖章，1979年因在土木工程上的贡献，获美国卡内基—梅隆大学“卓越校友”奖章。1982年当选美国国家工程科学院外籍院士；1984年为加拿大土木工程协会荣誉会员。

茅以升从1949年起任中国人民政治协商会议第一届至第六届全国委员会委员、第六届副主席。1954年起连续当选为第一届至第六届全国人民代表大会代表和常务委员会委员。1959年起任九三学社中央副主席。

目 录

引 言	1
建桥动议	3
筹建经过	13
开工赶工	28
八十一难	55
战起桥成	77
工人伟绩	87
开桥炸桥	91
战后修桥	105
出版后记	120



引言

解放前在杭州建成的钱塘江桥，经过当时报刊宣传，中外瞩目，成为国民党反动政府标榜建设的一个样品。究竟这桥在政治、经济和技术上，能做哪些标榜呢？在当时半封建半殖民地的情况下，是怎样建成？建成以后，为什么又要炸毁？炸毁后为什么又要修复？所有这些，都是往事。今天看来，事隔多年，而桥的规模又非最大，且造桥经过已有文字记载，似乎不必浪费笔墨，再提这些旧事了。但造桥经过却包含了一些复杂曲折的情节，值得记下来做今昔对比，来说明我们社会主义制度的优越性。同时，从技术上说，造桥所经历的困难，也还有值得参考之处。只是在这个意义上，我才鼓起勇气来写这篇回忆录。

钱塘江桥得名的原因，主要由于它是第一座由我国自行设计和主持施工的现代桥梁。在这以前，几乎所有我国这类桥梁，都是由外国人一手包办的。其次，它在抗日战争初期，对撤退物资、疏散人口，起了作用。再次，它培养造就了一批桥梁工程技术人员；解放后，他们继续为祖国的社会主义桥梁建设服务。最后，它打破了当地的一种迷信，认为在钱塘江造桥是不可能的，用唯物论战胜了唯心论。因此，当时我国工程界也给予了较高的评价。

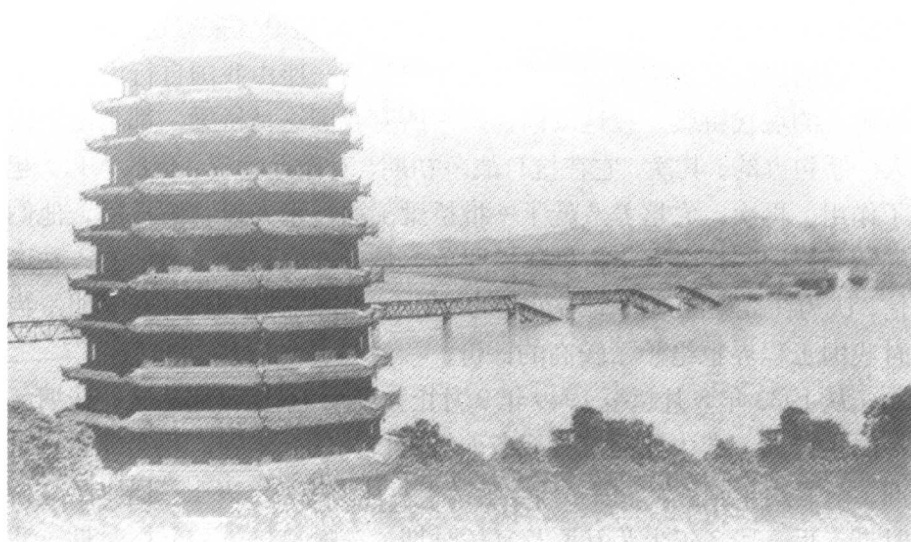
从1933年8月起至1949年9月止，前后16年我都是这一钱塘江桥的主持人。其中除因抗日战争而撤离杭州的8年外，我实际负责时间，前后达8年之久。前一段4年又4个月为筹备、兴工、通车及炸桥时期，后一段3年半为复原及复桥时期。在撤离杭州和复桥时期，我

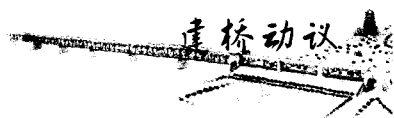


钱塘江建桥回忆

都担任了其他工作。

从1933年8月至1934年12月，钱塘江桥筹备修建，1935年4月正式开工。1937年9月大桥铁路通车，同年11月大桥公路通车。这时抗日战争已起，淞沪鏖战已历三阅月，不幸杭州于12月23日沦陷，大桥于当日为我方自动炸断，全体员工撤退至后方。1945年抗战胜利，1946年春，桥工处在杭州恢复，9月开始修复桥梁。1947年3月，大桥铁路公路都临时通车。1949年5月，杭州欣逢解放；同年9月，大桥修理未完工作，由铁道部上海铁路局接收续办。





建桥动议

1933年3月，我正在天津北洋工学院教书，忽然接到杭州杜镇远的电报和长函，要我立即往杭州，商谈筹建钱塘江大桥的事。杜是我唐山的同学，那时正任浙赣铁路局局长。他来信的大意是：

“浙赣铁路已由杭州通至玉山，一两年后即可通到南昌；全省公路已达三千公里，正向邻近各省连接。无如钱塘江一水，将浙省分成东西，铁路、公路无法贯通。不但一省的交通受了限制，而且对全国国防与经济文化也大有妨碍。建设厅长曾养甫想推动各方，在钱塘江上兴建大桥，现在时机成熟，拟将此重任寄诸足下，特托转达，务望即日来杭，面商一切。”

随后又接浙江公路局局长陈体诚（也是我的同学）来信，力劝说：

“我国铁路桥梁，过去都是由外国人包办的，现在我们自己有造桥机会，千万不可错过。”

我初接信时，非常兴奋。心想，我本是学桥梁的，也在几个大学里教过不少年的桥梁工程，但除了1920年担任过修建南京下关惠民桥的工

杜镇远和茅以升均曾就读于唐山工学院，杜是1914届校友，茅是1916届校友。

将浙省分成东西是习惯称法，浙西指钱塘江以北，平原为主；浙东指钱塘江以南，丘陵为主。

杜镇远于1889年(清光绪十五年)10月2日出生于湖北省秭归县新滩镇下滩沱。其父定祥(号吉甫,晚清邑庠生),曾受川陕人士礼聘,任四川省巴县官澜书院院长。杜镇远7岁入杜安祥执教的私塾启蒙。13岁随父入川就读。1907年6月考进成都铁路学堂。1910年(宣统二年)7月进邮传部唐山路矿学堂(后改名唐山交通大学),专攻土木工程。1914年6月毕业后,就任陆军部宜渝滩险工程处主任工程师、测量队队长、“大川”轮副船长。此时待遇虽优,然有悖于其学习土木工程之初衷,遂于1916年毅然辞职,任京奉铁路丰台工务段实习工程师,始偿夙愿。1919年,叶恭绰总长遴选留学生,杜被选赴美国信号公司学习信号专科。次年入康奈尔大学。获硕士学位后,任美国德黑铁路公司助理工程师。1924年,交通部派杜镇远考察欧美各国铁路号志工程及材料。杜率领考察小组,由美国历经加拿大及英、法、意、瑞(士)、比、德、苏诸国。1926年回国,任北宁铁路京榆号志总段工程师。1928年,由霍宝树介绍,任南京建设委员会土木专门委员。同年12月赴浙江省对浙赣铁路实地考察选线。

杜镇远是我国近、现代工程界继詹天佑工程师之后的铁路巨擘,一生为我国交通事业的发展做出了巨大贡献。中华民国时期,曾担任杭江、浙赣、滇缅和粤汉铁路局局长兼总工程师。主持修建浙江省办杭江铁路、建成江南大动脉——浙赣铁路,抢筑湘桂铁路,修筑滇缅铁路,赶修西祥公路,重建粤汉千里铁路线。兴筑铁路4条,修复铁路1条,总长约3600公里;修建公路1条,长近600公里。

1945年秋,杜镇远、万耀煌和茅以升等数十人在汉口成立“武汉长江大桥筹建委员会”,公推杜为技术委员会主任委员。筹建委终因经济窘迫,迄未有所成就。1948年初,杜病重。是年3月,交通部批准其辞去原职,聘为顾问。4月,杜率全家旅居九龙养病。

中华人民共和国建立后,杜镇远通过龙云接洽,于1950年5月携眷回到北京,在陈云、薄一波等中央领导同志的关怀下,任铁道部顾问工程师、参事室参事,为新中国的铁路事业做了大量有益工作。1957年被错划为右派,1961年9月摘帽,同年12月在北京逝世,茅以升为杜镇远致悼词。1979年12月27日,铁道部党组对其错划右派结论予以改正,恢复名誉。骨灰入八宝山公墓。

程顾问，1928年参加过济南黄河铁路桥的修理工程外，竟无机会去参加造桥工作。现在有人居然要我去造桥，而且去造钱塘江上的大桥，这怎能叫我不动心呢。但是稍微考虑了一下，种种问题就都来了：首先，造这样的大桥，要多少经费；南京国民政府有许多建设计划，都是纸上谈兵，难道浙江一个省倒有这样大的实力吗？曾养甫我只见过几次面，和他并无来往，他如何会来找我，会对我有这样的信任吗？更重要的是，钱塘江是著名险恶的大江，在这江上造桥，我自己是否确能胜任呢？不过，话又得说回来，不造桥则已，要造桥总有这些问题，我是学桥梁的，难道要我造桥，能知难而退吗？于是我鼓起勇气，向学校请假，前往杭州商谈。

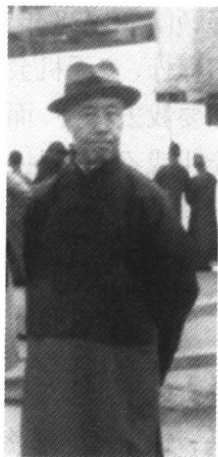
到了杭州，杜、陈二位和其他熟人都对我说：这是难得的机会，切勿推辞。浙江原是比较富庶的省份，铁路、公路都在积极兴建，钱塘江上建桥，乃是当务之急；曾养甫政治上有后台，为人有魄力，和江浙财阀往来有素，由他发起造桥，加以各方赞助，此事必成。他们的话，都很诚恳，我就欣然去见曾养甫。他正患感冒，但仍在病榻上见了。他说：“钱塘江上修桥，是全体浙江人民的多年愿望。我一来杭州，就想推动各方，促成其事。不仅要想尽方法筹款，而且，有了款，还要有人会用，才能把桥造起来。关于筹款的事，我已多方接洽，看来很有希望；对于主持建桥的人，我也考虑了好久，最后决定请你来担任，你如肯就，我们共同努力，这事就更可望成功。将来经费我负责，工程你负责，一定要把桥造好，作为我们对国家的贡献，你看如何？”

在北伐战争中，军阀张宗昌溃退时曾将济南黄河铁路桥的8号墩顶部炸毁，使8、9两号钢梁各有一端坠落于8号墩墩身，中断行车达8个月。

当时，山东济南黄河大桥是由德国人修建的，安徽蚌埠的淮河大桥是由英国人修的，黑龙江的松花江大桥是由俄国人修建的，而广州的珠江大桥又是由美国人设计建造的。直到钱塘江桥的成功建造，才结束了西方人说中国人不能建造钢铁大桥的断言。

我听了他这样坦率的话，颇受感动，随即表示接受他的意见。并问他关于造桥所需的工程资料是否已有所准备，还是要等我来后再着手征集。他说：“建设厅内已成立了一个专门委员会从事这项工作，除了收集已有的关于水文、地质和气象的资料外，并在可能建桥的地址，对江底进行了钻探。所有这些，都还是初步的，可以供你参考。将来你还要大大补充。”

假满回津以前，我和曾养甫又谈了几次。他一谈到桥，总是滔滔不绝，认为势在必行，同时又一再声明：“造桥工程完全由你负责，我绝不



曾养甫

曾养甫，广东平远人，1923年毕业于北洋大学，旋赴美留学，1925年获匹兹堡大学工学学士学位。回国后，曾辅佐国民党元老张静江，出任南京政府建设委员会副委员长。

曾养甫1931年12月出任浙江省建设厅长，他到任之后，根据浙江的实际，计划以发展交通为重点，知难而进，建造钱塘江大桥。为了掌握建桥的第一手资料，他先在建设厅内组建专门委员会，延揽专家，从事研究及钻探工作，历时6个月，收集了大量水文、气象和地质资料，经过专家多次论证，通过了建桥的可行性报告。曾养甫随即将建桥意见报告省政府，得到省长鲁涤平的支持，建桥计划顺利通过。

在筹款过程中，曾养甫得到了中国银行杭州分行行长金润泉、副行长寿毅成的大力支持，两人对曾养甫鼓励有加，寿毅成还亲自陪同曾养甫赴上海游说，商议借助款事项，遂有筹款的着落。

计划通过，筹款初有着落后，曾养甫即着手物色人才。经多方了解 and 慎重考虑，决定聘请毕业于美国康奈尔大学桥梁系的茅以升博士来担任建桥主持人。但曾养甫只和茅以升见过几次面，并无深交，且茅以升当时又远在天津北洋大学任教，不好联系。曾养甫想到了茅以升在杭州的两个同学，一个是浙赣铁路局局长杜镇远，另一位是浙江公路局局长陈体诚，决定请他们出面，力邀茅以升来杭面谈。

干涉。”于是我和他约定，回津后就辞去北洋工学院教席，于学期结束后来杭就职。

我来杭州的任务是造桥，对我这学工程的人来说，应不应该接受这个任务，除了考虑曾养甫的为人外，更重要的是我们能不能战胜这钱塘江上造桥的困难。如果不能，接受这个任务就根本无从谈起了。因此这次在杭州，又做了一些关于钱塘江的调查研究工作。

钱塘江，简称钱江，别名很多，如浙江、浙河、渐江、曲江、之江、广陵江和罗刹江，等等。发源于安徽休宁的鳃溪口，上游名新安江，与兰溪来的兰江会合后，前往桐庐，名桐江；再前往富阳(又名富春)，名富春江；再前往杭州，才名钱塘江，由此东流入海。所以叫钱塘，是因为杭州在秦代名钱唐，到王莽时改名泉亭。东汉复名钱唐，隋代置杭州，辖钱唐。唐代因讳国号，易唐为塘。从新安江到钱塘江，江流越来越宽广。上游不过是普通河道，到了杭州就成为大江。从杭州的南星桥到对岸的西兴，江面宽达3公里。由此江流入海，先形成杭州湾，后更扩大



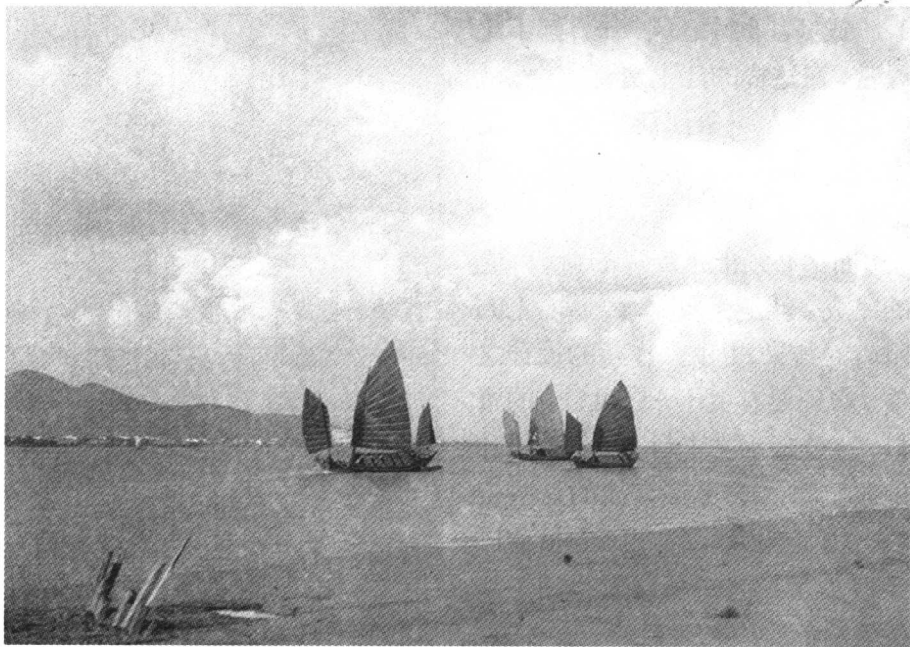
南星桥浙江第一码头。1932年冬曾养甫途经此地，见人车拥堵，认识到建桥已势在必行

古人早就注意到钱塘江的海潮。公元前5世纪越王勾践与计倪说：“……浩浩之水，朝夕既有时，动作若惊骇，声音若雷霆，波涛援而起……”东汉哲学家王充称：“涛之起也随月盛衰，大小满损各不同。”“其发海中之时，漾驰而已，三江之中凡各小浅狭，水激沸起，故腾为涛。”

“八月十八潮，壮观天下无”，世界上英国、法国、加拿大、巴西、印度、美国的河口潮汐也有海潮，除了巴西亚马孙河的海潮最高达5米之外，未见有比钱塘江海潮更高的记载。钱塘江潮集形、声、势为一体。海潮扬于海宁尖山附近，由于这里约有10公里的宽阔的江面，地势太浅，潮头较低，逐渐推进，江面缩窄，潮头增高，“若素练横江”，几十米宽的江面犹如一道壁立的水墙，迅速前奔，溯江面上100公里，在杭州市闸口以上逐渐消失。宋代的范仲淹喻为“海面雷霆聚，江心瀑布横”。“天排云阵千雷震，地卷银山万马奔”，这是米芾的描写。而唐代李廓“一千里色中秋月，十万军声半夜潮”更把潮的气势描得活灵活现。当年南宋高宗赵构逃到杭州夜宿潮鸣寺，半夜被潮声惊醒，误以为金兵追至，吓得翻身欲逃。

钱塘江潮气势宏伟，蔚为奇观，其巨大的破坏力也给沿江人民造成灾害，海塘溃决或潮侵袭，毁坏田庄，酿成重灾，史不绝书。涌潮的力量可以把一头重达3000斤的“镇海铁牛”掀起后冲离原地十余米。护塘顶面用铁锭浇连每块重800斤的条石，有三五块相连被涌潮抛越15米高的土埕。由于涌潮势猛力大，毁塘成灾，屡屡发生，难以抗御，被视为“神”、“怪”，引发的敬神、镇怪的事和传说不绝于史。据载，五代吴越王钱镠就因修筑海堤未成，命500名弓箭手用强弩射潮。杭州六和塔始建于宋开宝三年（970），也是为镇潮而建的。还有沿江各地的“海神庙”、“潮神庙”、“潮鸣寺”、“海潮寺”等，这些“塔”、“牛”、“庙”、“寺”不仅说明古代劳动人民用这种传统的方式来祈福平安，更重要的是表现出他们以自己的智慧和力量在同涌潮不断地搏斗抗争，体现出他们不屈的意志和决心。

为喇叭形的王盘洋。钱塘江在上游山水暴发时，江流汹涌；在下游的海潮涌入时，波涛险恶；如果上下同时并发，翻腾激荡，更是势不可当。此外，遇到台风时，江面辽阔，浊浪排空，风波更为凶险。《史记》中



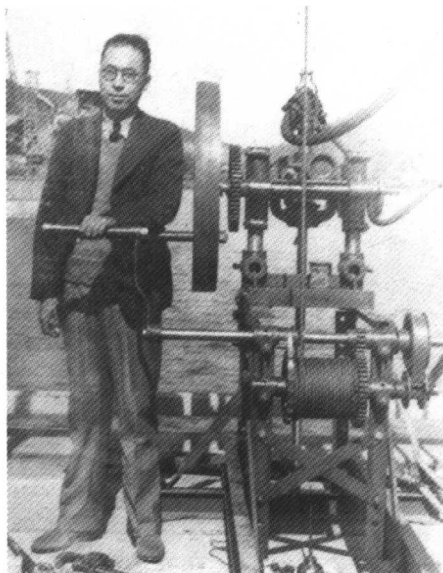
就有秦始皇过江的故事：“三十七年十月癸丑，始皇出游……至钱唐，临浙江，水波恶，乃西百二十里从狭中渡，上会稽，祭大禹。”可见钱塘江也是天堑，虽以始皇之尊，也无可如何。唐代施肩吾有《钱塘渡口》诗云：“天堑茫茫连沃焦，秦皇何事不安桥？”但是要安桥的话，也不是容易的。钱塘江底的泥沙，又是一种障碍。它有流沙性质，一经水流冲刷，江底就变迁莫测。历史上就有这种流沙现象的记载。《绍兴府志》说：“又江之中有罗刹石，曰罗刹江，其石巉岩，数破舟；五代时，潮沙涨没，今已不见。”大石何以不见？就因受冲刷而下沉，逐渐埋入泥沙中的缘故。因此多年来，杭州民间有“钱塘江无底”的传说。唐代罗隐曾有诗云：“狂抛巨沉疑无底，猛过西陵似有头。”可见这话由来已久。

建桥前的钱塘江
六和塔水域

钱塘江全长
668公里。流域面积
55558平方公里，水
资源总量达444亿
立方米，约为黄河
的四分之三。江浙
地区历来有“鱼米
之乡，天下粮仓”之
美誉，作为母亲河
的钱塘江发挥着巨
大的功能。

钱塘江建桥回忆

钱塘江的水、风、土，都不比寻常，在这样的江上造桥，当然就不简单了。一条江河的形成，是水、风、土这三个因素相互影响的结果。一座桥总是建筑在水、土之上，而又必须能承受风的荷载。它的完成，就是克服了水、风、土的阻碍的结果。因此，在桥的设计之前，必须要有关于水、风、土的资料，这就是水文资料、气象资料和地质资料。关于钱塘江的这些资料，浙江建设厅的专门委员会已经搜集了一些，从这里得到了建桥资料的一个初步轮廓。



钻机旁的朱纪良

1932年12月，由浙江省水利局局长张自立及顾问工程师萧霭士主事钻探工作，副工程师朱纪良善始善终从事其中，并做详细记录：

钻探工作经过

二十二年（1933年）三月下旬开始筹备钻探工作，并向建设厅矿产事务所借用钻探机器，待机件装置妥善即于四月十七日开工。

预定每两桥墩钻一孔，并以机件置于船上。其时第一桥墩水位过低，恐在潮汛低落之期船被搁浅，因决定自第二桥墩开始，每隔两墩钻一孔。所有工人工资原按日给以额定工资，消耗物品悉由自购，嗣以工作进展略嫌迟缓，因拟更改包工制，并定泥砂每呎二元五角，砂卵石每呎七元，软石每呎六元，硬石每呎十元，所有油脂消耗、船租房租及机器零件修理，概由包工人自理。并定至少每五呎取样子一次，即于六月七日起实行。复加做夜工，以期迅速，先后在第二、四、六、八、十、十二、十四墩各钻一孔。

八月间钻至第十五墩时，河底以下一百三十九呎八吋发现卵石，前进困难。因恐系极大之鹅卵石不易钻入，遂将管起出，改在离原钻孔之东十呎处另钻新孔。迨抵卵石层，仅较前孔进程较深，亦未钻至正式石层。此为在第十五桥墩同一地域钻探两钻孔之经过情形也。

自第十五桥墩钻探完竣后，所有正桥范围内之地层情形已可略知梗概，因拟再从单数桥墩所在之处各钻一孔，藉做更详尽之探讨。先钻第三桥墩，依次第一、第七、第五各墩，但第九、十一、十三各墩并未钻探，因以时间及经济之关系，亦以邻近各墩之地质大同小异，已无一一尽探之必要。乃即进行钻探南岸引桥及北岸引桥各孔。

又九月间，以设计时深感自第七桥墩以南江底泥砂深至一百三十余呎方有正式石层可循，基础工程不能十分经济，因拟在现定桥址第十桥墩之上游三百公尺处试钻一孔，视其石层深浅如何再定方针。但试钻结果，其上游之地底石层仍未稍浅于原定桥址，则拟议将桥址改移上游已无考虑之必要矣。

十二月间，以引桥计划急待完成，而引桥部分应钻各孔复有六七孔之多，因向浙赣铁路局商借手钻机件一副，于十二月十六日起开始钻引桥桥墩D，复继之以桥墩E及桥墩B，均用是项手钻机所钻者也。手钻机系雇工制，用工头一名、工人五名，除机件借自浙赣路局外，一切必需之消耗品均自购备。引桥桥墩B于二十四年一月三十日完竣。因此岸引桥部分之地质结构已得其大概，正桥各孔亦早完竣，仅在南岸引桥桥墩H所探之孔用机器钻机钻深者尚未完竣。手钻机已无再在他处多钻之必要，故先行结束。一面仍赓续进行桥墩H所钻之孔，惟此孔钻至142呎9吋以下，鹅卵石过于坚硬不易钻入，虽经二十余日之努力工作，并千方设计，卒难有寸进。包工人以不胜赔累之苦，屡有要求予以救济，乃自二月二十三日起特加通融，每钻一日另给津贴六元，并改用尖形钢钻头。又经十余日之工作，仅钻下一呎，其时机力已不能十分胜任，如再继续工作，亦难有何进展，遂于三月九日停止工作，不再另钻新孔，即作为全部结束矣。

此次钻探工作自二十三年四月十七日开工起，至二十四年三月九日止，计费时三百二十七日之久，共钻二十二孔，总深度为2320呎9吋。

钱塘江建桥回忆

在杭州民间流行的谚语中，有一句叫做“钱塘江造桥”，用来形容一件不可能成功的事。曾养甫约我来杭州，就是要我做这不可能成功的事。究竟能不能成功呢？经过调查考虑之后，我做出一个结论：在有适当的人力、物力条件下，从科学方面看，“钱塘江造桥”是可以成功的。