

南京长江大桥

技术总结

铁道部大桥工程局

序 言

一九八〇年六月铁道部大桥工程局的同志给我送来了南京长江大桥的技术资料,说准备整理编成一本技术总结出版,要我看后为总结写个序言。披阅之下,感慨万千,也非常欣幸,这些资料经过了十年浩劫,竟能完整的保存下来,也是我没有想到的。

南京长江大桥从批准筹建算起,到现在已整整二十四年。这二十四年差不多经历了我国这一段历史曲折发展的全过程,联想起来,一时不知如何下笔。但南京长江大桥毕竟是我国最大的、最复杂的、能够标志着我国桥梁工程技术水平的一座桥;它是我国劳动人民——工人、工程技术人员、科学工作者及工程组织者的心血结晶和劳动成果。是新中国建设中的一个举世瞩目的巨大工程。二十四年这一段历史是过去了,而桥却与它脚下的滚滚江流常在。逝去的是时间,而不是人类的创造;逝去的是水,而不是长江。

二十四年的历史经验,远远比一个桥的建设经验更丰富,更有意义,更有价值。党的十一届三中全会是一个伟大的历史转折点,六中全会对建国以来的历史做了全面的总结,党的第十二次代表大会胜利召开,这一段曲折的历史过程结束了,历史性的伟大转变胜利实现了,一个全面开创社会主义现代化建设新局面的新的历史时期开始了,全国各族人民正奋发图强,团结一致奔向新的征途。

思念及此,这本技术总结的出版虽然迟了,但还是有意义的。对今后桥梁事业、桥梁工程技术的发展,对于“四化”建设还是有用的,是一个有益的贡献。

一九五七年武汉长江大桥建成通车,我们集中了力量用半年的时间

编写了一本技术总结,那是在长江上修建的第一座桥,是第一个桥梁建设完整的技术总结。我在总结的序言中还说:“迟到半年后,这部总结才算编出来!”实有不足之意。可以想象那时的心情那么迫切,期望社会主义祖国的建设事业能一日千里的发展前进。还说过这样的意思:“这不过仅仅是开始,在我们的长江上将不是这一座桥,而是要有许多桥。”自然,那不是我一个人的愿望。那时的目标就是要总结经验,继续修建南京长江大桥。

南京长江大桥,早在一九五六年即已着手桥址的选择,进行地质勘探和测量工作,一九五八年时已完成了初步设计草案的编制;同时勘测设计的还有宜都和芜湖两座长江大桥。所以,一九五八年十月在武汉召开了长江三大桥技术协作会议。参加会议的除铁道部规划、设计、施工、工厂各单位,还邀请了中国科学院和有关各部的科研单位、全国有关的大专院校、专家教授、工程技术人员、老工人近百人,济济一堂。根据勘测资料和初步设计设想方案,讨论如何在南京长江上修建一个比武汉长江大桥还要好的桥。与会者的建设社会主义祖国的热情,在一起融洽无间探讨问题的科学的、实事求是的态度,以及积极为国家建设做贡献,积极承担任务的动人情景,至今难忘。

一九五八年九月,铁道部请示国务院批准,在江苏南京成立了南京长江大桥建设委员会,开始建桥的筹备工作。在江苏省、南京市党委的领导下,南京市人民以及全国人民大力支援,筹建工作进展十分顺利。一九六〇年一月主体工程江心桥墩正式开工。

而好景不长,历史的进程出现了曲折,经济上的三年困难时期到来了,投资大量削减了,物资供应不上了,虽然铁道部尽力维持,而工程只能是处于停停打打,半饥半饱的状态。江心工程按施工组织计划是流水作业的,有的桥墩已建成,有的正在灌注承台、墩身,有的尚未出水,正在灌筑基础混凝土,有的正在下管柱,有的钢围笼或混凝土沉井正在

定位下沉。两岸引桥工程参差嵯峨也是如此。钢梁制造的速度也慢了下来，要停工了。此情此景，犹如昨日。就在这种情况下，我调回部内，虽仍主管建设工作，已不能和现场的同志们风雨同尝艰苦与共了。唯一坚持的，也是全体职工重托的，就是千难万难，一定要维持到所有的桥墩修出水面才能停工。不然几年的辛劳真正要“付之东流”。

三年困难时期熬过了，大桥工程局的职工，在极为艰苦的条件下，坚持到一九六六年，江心桥墩全部出水。当时大三线建设已经开始，正在紧张的时候，资金材料仍很困难，是停工还是继续完成，又发生了新的波折。最后周总理批准了：不停工，继续架设钢梁使铁路通车，能用上。公路及附属工程从简，尽量压缩投资。这样才又继续下去。一九六七年八月钢梁架设，在后人难以想象的情况下胜利合拢了，那最后的几根杆件是“囚徒们”怀着对党和人民的无限忠诚，用泪水连接起来的。至此，主体工程基本完成。一九六八年九月铁路通车，十二月公路通车。以后在“文化大革命”中种种颠倒是非、恶语中伤，在此就从略了。写这几句，主要是为了表达我们对周恩来总理的无限怀念，怀念总理对我国桥梁事业从始至终的亲切关怀，在成败关键时刻的正确决策，在危难时坚定的支持，在建成时的哄闹中维护历史的真实。

南京长江大桥的修建经过了坎坷的十年，从完工到编印出这本总结又经过了十四年。

用十年的时间建成南京长江大桥，是超过了计划安排的时间一倍以上，可是从具体的历史条件来说，能坚持建成已是不易，没有周总理坚定的支持也是不可能的。用了这样长的时间，不是建桥广大职工的过错，他们是日日夜夜在滚滚波涛上出生入死，艰苦奋斗；不是勘测设计出了什么差错，勘测资料是完整准确无误的，设计方案是精心创作的，经过三次全国性技术协作会议的研究讨论和严肃认真地审查鉴定，是正确的、优秀的，有创造性的，也是经过施工实践的检验，现在说已经过了

十四年运行实践的检验,也不是施工组织的失误,在施工中严密协调的组织工作,以科学的态度从实际情况出发,解决了深水急流中定位、下沉、克服摆动等一个又一个工程技术上的难题,没有发生大的事故,确保了施工安全。

竣工十四年后,才出版这个总结,是迟了,但应当说是还能出版这本总结,实在是值得庆幸的事。正是由于我们党粉碎了江青反革命集团以来,特别是党的十一届三中全会以来,从根本上冲破了长期“左”倾错误的严重束缚,端正了党的指导思想,完成了拨乱反正的艰巨任务,实现了历史性的伟大转变以后,才有了这个可能。“霜叶红于二月花”,这正是这本总结可珍贵之处。不仅珍视它本身在桥梁工程技术方面有不少宝贵的经验值得吸取,更要永志不忘的是它客观经历的这一段历史经验教训。

在桥梁史上,我们说武汉长江大桥是克服长江天堑的一个创举,而从武汉到南京在桥梁工程技术发展上则是一个大的进步。

修建武汉长江大桥,是新中国桥梁事业的初创时期,我们组建了一支桥梁队伍,集中了当时铁路上一批优秀的技术人材,聘请了国内各方面的专家做顾问,还聘请了苏联桥梁专家作指导。为了建设长江上的第一座桥梁,领导重视,全力以赴,兢兢业业,苦干苦学,建成了,而更重要的是培养了一支建桥队伍,在桥梁工程技术上、工程组织上提高了一步,是一个新的开端。不论在深水急流中基础设计和施工;大跨度钢梁的设计、制造和架设;桥梁施工机械的发展和制造;以及这种特大型工程的科学组织和管理,都取得了一定的经验。在这基础上,同时在长江上游、黄河、淮河、湘江、珠江修建了许多桥,而我们集中精力奔赴的主要目标是南京长江大桥。它水更深更阔,技术难度更大,是过去从来没有敢于设想和尝试修桥的地方。而我们要去突破它,也突破了。不论设计、施工、组织管理的水平都比武汉长江大桥显著地提高了一大步。

在基础结构方面,根据水文、地质的复杂情况,采用了四种不同的型式和不同的施工方法,它的可贵之处是从实际出发,既没有局限于已往国外的旧框框,也没有局限于我们在武汉长江大桥创造的管柱钻孔法,而是综合了各种型式的长处,按照具体条件,不拘一格一式。这部分是这本总结的精华。为了适应长江下游通航的要求,加大了钢梁跨度,采用了我国钢铁工业生产的16锰低合金钢,纵梁的连接,第一次用高强度螺栓代替铆钉,主桁进一步完善了长铆钉铆合工艺;两岸引桥也加大了预应力混凝土梁的跨度;公路引桥采用了双曲拱;以及无缝线路、公路桥面采用陶粒轻质混凝土等等当时的先进技术和工艺;并通过试验研究设计试制了一系列关键性的施工机具。这些在总结中均有记述。我认为总结在这方面似简略些,有的应该分门别类专写一本书。如在急流中在流速流向不断变化的情况下,克服定位时的摆动问题,在理论计算和实际措施上,都是一个很有意思、值得详细总结专门探讨的问题。

南京长江大桥是一个具有世界水平的大型工程,它的技术总结是具有实际意义的,是有价值的。我用这样的词句不是为了夸耀它,而是希望重视它。它的成就是所有献身祖国桥梁建设的工人、工程技术人员、科学工作者、组织者的共同业绩。在修建工程中的历史遭遇,在建成后那些掠功灭绩的“神话”,冲淡不了,也抹杀不了它的光彩;歪曲不了,也改变不了它的真实形象。在南京长江上怎样才能建成一座桥,这本书记载了真实的答复。严谨的科学著述,不如通车典礼那样热闹,也和当时那些话剧、解说词、电影记录片说的大不一样,介绍给有志于桥梁建设事业的后继者,有志于工程科学的研究工作者,这本总结是值得一读的。

是以为序。并以此序谨向总结的编著者,向所有参加过南京长江大桥建设的同志们,向在南京长江大桥建设工作中有卓著贡献已故的总工程师梅旸春同志、工程地质学家谷德振同志以及王治平、杜景云、杨再

田、周永生等同志,寄上我真挚的慰勉、崇敬、怀念。

彭 敏

一九八二年十月

说 明

南京长江大桥是我国铁路上已建成的桥梁中工程规模较大、技术较复杂的一座。全桥长度，铁路部分6,772m，公路部分4,588m，其中正桥1,576m，基础在施工水位以下最深达77.13m，施工预算为286,786千元，竣工决算为287,577千元（包括机具购置费及临时工程）。本桥于1960年1月18日正式开工，1968年12月29日全面建成通车。

这份技术总结的编写工作，由于林彪、“四人帮”极左路线的干扰，几经反复，一直拖到现在才告脱稿，距大桥建成通车已逾14年，从当前科技水平衡量，内容不免有不够先进之处；但经过一段运营考验，对有关技术问题的认识逐渐深入，论述较易中肯，还有可供参考的另一方面。

由于这份总结完成前，参加该项工程建设的人员已经分散，未能系统地收集意见，加以编写工作人员水平有限，错误和不当之处一定不少，望读者批评指正。

铁道部大桥工程局

1983年 9 月

目 录

第一篇 工程概况及桥址勘测.....	(1)
第一章 工程概况.....	(1)
第一节 建桥前的交通运输情况.....	(1)
第二节 设计文件编制经过及建设规模.....	(2)
第三节 施工概况.....	(14)
第四节 工程造价.....	(19)
第五节 工程质量.....	(21)
第二章 桥址勘测.....	(27)
第一节 桥址附近自然地理条件与桥位选择.....	(27)
第二节 气象与水文资料.....	(29)
第三节 桥址的工程地质条件.....	(33)
第四节 桥址地区三角网的测设.....	(40)
第二篇 正桥基础.....	(49)
第一章 设计的基本依据.....	(49)
第一节 设计规范及其补充.....	(49)
第二节 外力荷载的计算.....	(55)
第三节 基底岩石的极限抗压强度.....	(57)
第四节 桥渡冲刷.....	(59)
第二章 筑岛重型混凝土沉井基础.....	(68)
第一节 设计概况.....	(68)
第二节 施工组织设计简述.....	(75)
第三节 筑岛工程.....	(77)
第四节 沉井混凝土工程.....	(78)
第五节 沉井下沉.....	(79)
第六节 沉井的侧壁摩阻力.....	(87)
第七节 结语.....	(89)
第三章 钢板桩围堰管柱基础.....	(90)

第一节	基础设计	(90)
第二节	基础施工	(97)
第三节	预应力钢筋混凝土管柱	(123)
第四节	结语	(133)
第四章	钢沉井加管柱基础	(134)
第一节	2号墩基础设计	(134)
第二节	2号墩基础施工	(142)
第三节	3号墩基础施工简介	(145)
第四节	施工中出现的問題	(146)
第五节	3号墩地基基础灌浆	(150)
第六节	结语	(156)
第五章	深水浮式钢筋混凝土沉井基础	(157)
第一节	设计概述	(157)
第二节	施工步骤	(162)
第三节	沉井在水中接高下沉及着落河床	(165)
第四节	沉井在覆盖层中下沉	(181)
第五节	沉井基底风化岩的清除	(188)
第六节	基底清理过程中的深潜水作业	(195)
第七节	沉井内灌注水下封底混凝土	(202)
第八节	沉井大幅度摆动的制止	(213)
第九节	结语	(221)
第三篇	正桥上部建筑	(224)
第一章	钢桁梁的设计	(226)
第一节	设计基本依据	(226)
第二节	设计概况	(229)
第三节	几个问题的探讨	(251)
第二章	钢桁梁的工厂制造	(263)
第一节	基本情况	(263)
第二节	杆件的制造	(264)
第三节	制造中的几个问题	(272)
第四节	质量检查及工时统计	(275)
第三章	钢桁梁的架设	(279)
第一节	概况	(279)

第二节	钢梁存放场及预拼场	(279)
第三节	杆件转运站	(281)
第四节	临时墩及墩旁托架	(282)
第五节	钢桁梁拼装	(286)
第六节	安装时两联联结之间的应力调整	(302)
第七节	伸臂安装过程中的静力及动力测量	(309)
第八节	几个问题的讨论	(319)
第四章	工地铆钉	(324)
第一节	高头锥体铆钉的设计	(324)
第二节	铆钉制造	(326)
第三节	工地铆合	(329)
第五章	正桥公路桥面	(331)
第一节	公路桥面总的布置及构造	(331)
第二节	粉煤灰陶粒混凝土	(334)
第六章	正桥铁路桥面	(340)
第一节	线路的上拱度及桥枕的布置	(340)
第二节	正桥上的无缝线路	(341)
第七章	结语	(343)
第四篇	引 桥	(348)
第一章	概况	(348)
第二章	桩基础	(350)
第一节	一般桩基础	(350)
第二节	深桩基础	(353)
第三节	铁路引桥0105号墩的柱桩基础	(359)
第四节	灌注桩基础	(366)
第三章	预应力钢筋混凝土简支梁	(370)
第一节	设计概况	(370)
第二节	制梁工艺	(382)
第三节	试验和研究	(393)
第四节	存在的问题	(407)
第四章	双曲拱	(408)

第一节	总体布置.....	(408)
第二节	设计.....	(409)
第三节	施工.....	(415)
第四节	试验工作.....	(416)
第五章	引桥设计施工中几个问题的探讨.....	(417)
第六章	桥头建筑.....	(421)
第一节	建筑描述.....	(421)
第二节	结构设计.....	(424)
第七章	结语	(426)

第一篇 工程概况及桥址勘测

第一章 工程概况

第一节 建桥前的交通运输情况

南京长江大桥是连结南北交通干线津浦铁路与沪宁铁路的重要工程。沪宁铁路于1908年通车，津浦铁路于1911年通车，因长江一江之隔，两线不能贯通。1933年建成宁浦火车轮渡，备有长江号渡轮一艘。1937年长江号撤至长江上游沉没后，在1941年及1943年分别修建南京号及浦口号两渡轮，每艘能载客车12辆或货车21辆，每日仅有一对直通客车由渡轮载运过江，南来北往的旅客十分不便，货运也受到限制。

中国人民要在南京修桥，这是多年来的愿望。但是南京地处长江下游，江宽水深，地质复杂，修桥困难，投资巨大，在旧中国，人民的愿望一直未能实现。本世纪20年代末，旧中国铁道部的美国顾问、桥梁专家华特尔，曾做过武汉桥梁方案，但对南京渡口却未曾提出任何具体建议。在30年代，当时的钱塘江桥工程处，曾有在长江上建桥之议，但也未提过南京桥梁方案。日本侵占南京时，曾研究过江问题，提了个隧道方案。

新中国成立后，社会主义建设事业蓬勃发展，原有轮渡已不能满足需要。为了巩固国防，发展经济，于1956年决定进行南京长江大桥的勘测设计工作。与此同时，于1958年新建较大渡轮一艘，1959年又增建两艘，根据码头及轮渡的计算综合通过能力，单向仅为日渡1,240辆车，约合1,400万吨/年，仍远不能满足国民经济日益发展的需要。

第二节 设计文件编制经过及建设规模

一、设计文件编制经过

1956年5月开始草测，12月完成。1957年8月编就南京长江大桥设计意见书送部审查。铁道部于1958年8月，邀请有关省、市及部内外有关部门一起讨论新建南京长江大桥问题。会议决定了三条原则：

(1) 同意南京大桥的建议桥址方案，即宝塔桥方案；

(2) 同意大桥按铁路公路两用桥设计，并考虑万吨海轮可以通过桥下；

(3) 大桥的修建应根据多快好省的方针来进行，并适当考虑城市的需要及美观方面的要求。

此外，会议还具体确定了一些其他的设计条件。大桥局随即根据此次会议的各项决议进行初步设计。

初测工作于1958年8月开始，12月完成。1959年1月开始定测，6月完成。

1958年10月，铁道部协同中国科学院技术科学部，在武汉召开了第一次长江大桥技术协作会议。参加会议的有科研、教育、工厂、工程等25个单位，79人。会上广泛地讨论了设计方面的问题和技术研究项目，订立了有关的协作计划书，并成立了上部结构、下部结构、总体、地质、施工五个组，对各项问题进行深入研究。

1958年12月，第二次技术协作会议在武汉召开。参加这次会议的共有34个单位，出席127人，列席115人，共242人。会上详细讨论了上次会议以后各单位的研究成果和所提方案，共有上部结构方案39个，下部结构方案10个，美术方案40幅，归纳如下。

(一) 正桥上部结构

(1) 按跨度可分三类：

跨度160m左右者计8种；

跨度200m左右者计7种；

跨度240m左右及大于240m者计13种。

(2) 按结构型式可分七类：

有下加劲弦的梁式桥8种；

平弦梁式桥2种；

有上加劲弦的梁式桥4种；

刚性梁柔性拱式桥7种；

刚性拱柔性梁式桥2种；

刚性梁悬索式桥4种；

水下桥1种。

各种桥式方案择要示于图1—1。

会议讨论中，限于当时技术条件，最后重点研究了有下加劲弦的160m、190m连续梁及192m平弦连续梁。经比较：

(1) 从地质条件看，分跨以160m最为适宜；

(2) 160m连续梁，修建9个水中墩，钢梁用料较省；190及192m连续梁，少建两个水中墩，是其优点，但正桥钢梁约多用钢材6,000t，总造价不能降低。

讨论结果，推荐正桥由一孔128m简支梁及三联三孔160m的等跨连续梁所组成的跨江结构为建议方案。

(二) 正桥基础

曾研究了下列方案（见图1—2）：

(1) 钢筋混凝土沉井基础；

(2) 钢筋混凝土沉井加管柱基础；

(3) 锁口管柱基础；

(4) 各种直径的管柱基础。

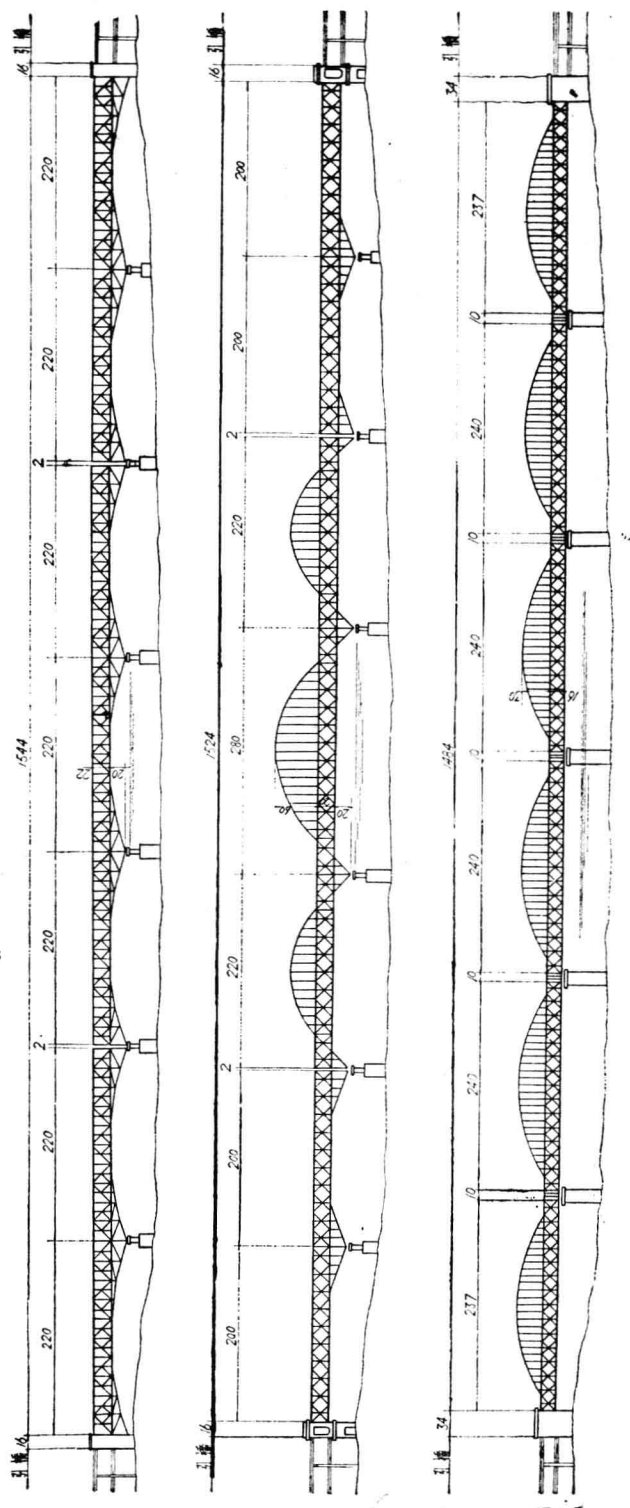


图1--1(b) 各种桥式方案图