



21世纪交通版高等学校教材

浮桥工程

Floating Bridge Engineering

王建平 主 编
黄亚新 程建生 副主编



人民交通出版社
China Communications Press

21 世纪交通版高等学校教材

浮 桥 工 程

王建平 主 编
黄亚新 程建生 副主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书围绕浮桥工程中的概念、特点、组成、结构、设计、计算和架设等环节加以系统阐述。全书共十三章,内容包括:浮桥概述、浮桥分类、浮桥的力学体系、浮桥的组成、浮桥的桥脚舟与桥跨结构、浮桥固定(锚定)部分结构、浮游桥脚舟计算、简支体系浮桥计算、铰接体系浮桥计算、连续体系浮桥计算、浮桥阻力计算、浮桥锚定计算、浮桥架设组织等内容。

本书可供道路桥梁与渡河濒海工程、道路桥梁与渡河工程、渡河舟桥工程等专业本科生使用,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

浮桥工程/王建平主编. —北京:人民交通出版社,2012.6

ISBN 978-7-114-09813-0

I. ①浮… II. ①王… III. ①浮桥—桥梁工程—高等学校—教材 IV. ①U448.19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 104602 号

21 世纪交通版高等学校教材

书 名: 浮桥工程

著 作 者: 王建平

责任编辑: 曲 乐 李 喆

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 16.5

字 数: 414 千

版 次: 2012 年 6 月 第 1 版

印 次: 2012 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09813-0

定 价: 36.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

浮桥作为一种特殊的桥梁,由于其具有架设速度快、跨越江河障碍性能好、使用灵活多变等特点,既是军队作战工程保障的主要工程措施,也是地方抗灾抢险江河两岸交通应急保障的主要技术手段。部队制式的浮桥主要是依托舟桥装备拼组架设而成,其具有能够伴随机动、迅速展开、全天候保障、浮桥门桥互换等优点;而依托民舟民船、各类浮桥结构物及各种材料架设就便浮桥也是未来渡河工程保障的重要内容。

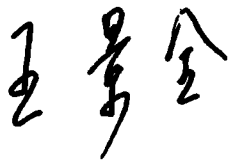
各种浮桥由于不同的使用要求和结构形式,其浮桥的类型、力学体系也各不相同。部队作战保障一般采用制式浮桥,应急江河保障采用战备浮桥,地方工程施工建设多采用就便浮桥;水位季节变化大的江河两岸交通多采用季节性浮桥,风景游览区多采用人行浮桥,公路浮桥、铁路浮桥多用于抢修公路桥梁和铁路桥梁时使用。但总体要求都是需要承载能力大、浮性稳定性好、拼组方便,有时还需要快速机动、操纵性能好、抗沉性能高,质量要求轻等。

《浮桥工程》这本书理论与实践紧密结合,既有浮桥的概念和发展历史的介绍,又有浮桥的分类和组成阐述;既有浮桥的各组成部分结构介绍,又有浮桥的力学体系分析;既有简支体系浮桥的计算,又有铰接体系浮桥、连续体系浮桥的计算;既有浮桥的锚定结构及计算的介绍,又有浮桥架设作业的组织与浮桥的维护使用。综上所述,这本书体系完整、内容翔实,适合军队和地方院校道路桥梁与渡河工程专业本科生作为专业教材使用,同时也可供相关工程技术人员参考。

本书作者王建平教授、黄亚新教授、程建生副教授等同志长期从事浮桥工程的教学训练、理论研究和科研攻关工作,获得多项国家级、省部级(军队级)科技进步奖,获得多项发明及实用新型专利,发表相关学术论文 90 余篇,在本书中融入了他们在教学和科研工作中的部分最新成果。

我相信本书的出版,必将对浮桥工程专业教学和专业人才的培养以及落实抢险救灾应急交通保障发挥积极的推动作用。

中国工程院院士:



前言

浮桥既是一种古老的桥型,也是一种具有特色的桥型。自三千多年前周文王为了迎娶新妃子,“亲迎于渭,造舟为梁”,架设了第一座具有文字记载的浮桥后,浮桥作为古今方兴未艾的特殊桥梁,发展了人行浮桥、军用浮桥、应急浮桥、特种浮桥、带式浮桥、混合浮桥、施工浮桥、季节性浮桥、观光浮桥、抢险浮桥等,为宽大江河的两岸交通保障、经济建设发挥了积极的贡献。

本书主要介绍了浮桥概述及分类、浮桥的力学体系、浮桥的组成、浮桥的桥脚舟与桥跨结构、浮桥固定(锚定)部分结构、浮游桥脚舟计算、简支体系浮桥计算、铰接悬臂梁体系计算、连续体系浮桥计算、浮桥阻力计算、浮桥锚定计算、浮桥架设作业组织等内容。本书的附录部分内容包括:浮桥相关法规,风力、航区、船舶及航道资料数据,钢材、木材相关资料,常用材料有关参数,六四式铁路军用梁技术资料等。本书在编写过程中,其中的研究工作得到国家自然科学基金(50578157)项目“浮桥在动荷载作用下关键问题研究”、中国人民解放军总部科研课题“×桥面防滑耐磨技术研究”、“×浮桥锚定技术研究”、“×桥梁架设过程动态响应分析”、“×桥故障诊断综合系统”等项目的资助。

本书融合了作者们近30多年的相关研究成果,并始终得到了中国工程院王景全院士的指导。一些项目是与黄亚新、李志刚、程建生、郑峰、屠义强、李峰、何晓晖等教师共同完成;部分内容引入了研究生杜乃娟、李强、李俊爱、冀勋高、张旭、余卿卿、马建、李冬兵、孟瑜等人的研究成果。作者对以上人员一并表示感谢。

本书由王建平教授主编,并编写第一章、第五章至第十二章,黄亚新教授编写第二章,程建生副教授编写第三章,郑峰副教授编写第四章,何晓晖博士编写第十三章第一节至第四节,李峰博士编写第十三章第五节至第七节。全书由王建平教授统稿。

本书承蒙中国工程院王景全院士作序,表示感谢。由于作者水平和资料有限,对于书中存在的问题,欢迎批评指正。

编者

目 录

第一章 浮桥概述.....	1
第一节 基本概念.....	1
第二节 发展历史.....	2
第三节 浮桥的特点.....	8
第二章 浮桥的分类	10
第一节 按是否制式化分类	10
第二节 按使用用途分类	11
第三节 按载重量分类	13
第四节 按结构形式分类	17
第五节 按运输方式分类	22
第三章 浮桥的力学体系	25
第一节 简支体系浮桥	25
第二节 铰接体系浮桥	26
第三节 连续体系浮桥	28
第四节 各种体系浮桥的对比	32
第四章 浮桥组成	35
第一节 桥脚舟部分	35
第二节 桥跨部分	40
第三节 岸边部分	41
第四节 锚定部分	42
第五章 浮桥桥脚舟与桥跨结构	44
第一节 桥脚舟结构	44
第二节 河中部分桥跨结构	47
第三节 岸边部分结构	64
第六章 浮桥固定(锚定)部分结构	80
第一节 浮桥水平固定概述	80
第二节 投锚固定	81
第三节 张纲固定	86
第七章 浮游桥脚舟计算	93
第一节 浮游桥脚舟的形状与主尺度	93
第二节 浮游桥脚舟的浮性	96
第三节 浮游桥脚舟的稳性.....	100
第四节 重物移动对稳性的影响.....	105
第五节 重物装卸对舟体稳性的影响.....	107
第六节 浮游桥脚舟的强度.....	109

第七节 计算示例	114
第八章 简支体系浮桥计算	118
第一节 河中部分的计算	118
第二节 简支梁体系浮桥过渡部分的计算	120
第三节 计算示例	121
第九章 铰接体系浮桥计算	123
第一节 铰接体系浮桥的河中部分计算	123
第二节 浮桥过渡部分的计算	135
第三节 计算示例	140
第十章 连续体系浮桥计算	145
第一节 连续梁体系浮桥河中部分中部的计算	145
第二节 用弹性基础梁法计算浮桥的末段	151
第三节 浮桥特殊工况计算	157
第四节 计算示例	165
第十一章 浮桥阻力计算	168
第一节 桥脚舟水阻力计算	168
第二节 浮桥和门桥上空气阻力计算	173
第十二章 浮桥锚定计算	178
第一节 浮桥的投锚固定计算	178
第二节 浮桥横张纲固定计算	185
第三节 浮桥斜张纲固定	193
第四节 其他固定方法简介	194
第五节 计算示例	196
第十三章 浮桥架设组织	200
第一节 船舶加强	200
第二节 架桥点选择	201
第三节 桥节门桥结合	201
第四节 浮桥组成的确定	204
第五节 浮桥的架设	207
第六节 浮桥的固定	211
第七节 浮桥的使用与维护	214
附录	216
第一节 浮桥相关法规	216
第二节 浮桥的车辆荷载	220
第三节 风力、航区、船舶及航道资料数据	227
第四节 钢材、木材相关资料	237
第五节 常用材料有关参数	244
第六节 六四式铁路军用梁技术资料	250
第七节 各类锚纲材料参数	251
参考文献	255

第一章 浮桥概述

第一节 基本概念

浮桥(Floating Bridge)是最古老的桥梁类型之一,由于它具有受水深、河幅、河底土质影响较小,架设和撤收速度快,通行能力大等优点,在军事上一直被广泛采用。浮桥按桥脚的配置方式可分为桥脚分置式浮桥和带式浮桥;按使用的器材可分为制式器材浮桥、就便器材浮桥和混合浮桥;按河中部分桥桁的连接方式可分为简支体系浮桥、铰接悬臂梁体系浮桥和连续体系浮桥。桥脚分置式浮桥是浮游桥脚之间有一定间距的浮桥,其优点是载重吨位变化多,对流水的阻力较小;缺点是浮体、桥桁、桥板等各成一体,构件繁多,架设作业费时、费力。带式浮桥是用特制的舟紧密排列而构成的浮桥,这种浮桥将舟体、桥桁和桥板等合为一体,每个舟就是浮桥的一段。这种浮桥的优点是架设作业省时、省力、通行能力大;缺点是阻水面较大,浮桥固定较困难。制式器材浮桥是用军队装备的浮桥器材架设的浮桥,其特点是架设、撤收速度快,陆地和水上机动性能好。就便器材浮桥是用就地搜集的器具材料架设的浮桥,其特点是可就地取材,材料来源广泛。混合浮桥是用不同类型的浮桥器材或制式浮桥器材与就便器材混合架设的浮桥,通常在一种器材不能满足桥梁长度需要时采用。

浮桥的桥桁之间的连接方式不同,其体系也不同,浮桥采用的体系,是根据使用要求、获得器材的状况等确定的。架设载重吨位较大的浮桥获得的桥脚舟载重吨位较小,且不要求经常更换浮桥的位置和改变渡河方法时,通常采用连续体系浮桥;当要求浮桥能迅速分解,经常转移渡口位置或经常改变渡河方法时,通常采用铰接体系浮桥;当搜集的单个桥脚舟有足够的载重量,桥桁的断面尺寸较小,不考虑改变渡河方法时,通常采用简支体系浮桥。新式浮桥器材架设的浮桥,运用新技术,较好地解决了门桥与门桥的相互连接,能迅速地分解、结合,故采用连续体系浮桥。

浮桥是河中部分浮在水面上的桥梁,通常由河中部分、过渡部分和岸边部分组成。对浮桥的要求包括架设撤收迅速,稳定性、抗损性能好,通行能力大。

民舟浮桥(Bridge of Civil Boats)是用民用船只作桥脚架设的浮桥。当舟的总体或局部强度不足时,应根据具体情况进行加强。民舟浮桥是人类历史上最古老的桥梁类型之一,直到17世纪欧洲30年战争中出现专用器材——浮桥船,此前的军用浮桥基本上都是民舟浮桥。用民舟架设军用浮桥,通常是用就地征集的木船、水泥船或钢质驳船作桥脚,用木材、竹材、钢材等加工制作上部结构构件和其他构件,架设成桥脚分置式浮桥。随着平时交通战备工作的开展,有些国家发展了平战结合的民用船舶,战时可以用来方便地架设浮桥。如中国武汉长江航运局于1983年在汉水上用300t级分节驳船架成了长280m的民舟带式浮桥,架设时间只用了几十分钟,并通过了中型坦克,展示了沿江河地区交通战备工作的重要作用。

浮桥工程(Floating Bridge Engineering)就是研究浮桥的类型、特点、体系、组成、结构、受力、计算、设计、架设、使用、维护等一系列工程环节的系统工程,是道路桥梁与渡河工程专业渡

河方向的大学本科专业知识的重要组成部分。

第二节 发展历史

我国幅员辽阔、江河众多、沟渠密布,对军队的机动影响很大,能否快速、有效地克服江河障碍,直接关系到战局的胜败。浮桥是我军工程兵舟桥部(分)队战时用于架设浮桥、开设门桥渡口、保障作战部队和武器装备克服江河障碍的重要装备。

“逢山开路、遇水架桥”,历来是兵家必须解决的重要难题。在我国,江河纵横、沟渠密布,据统计,流域面积在 100km^2 以上的江河有 5 万多条,其中流域面积在 $1\,000\text{km}^2$ 以上的江河有 1 500 余条,且有长江、黄河、珠江、松花江、鸭绿江、闽江、乌苏里江等特大自然河 79 条。

一、早期浮桥

1. 古代浮桥

浮桥是人类历史上最古老的桥梁形式之一。据资料记载,早在公元前 9 世纪,塞密拉密斯女王(Semiramis)在征服印度的战争中,就使用了可分解的轻型平底木船,运输时分解开,使用时结合起来,采用钩子和圆环作为连接件架设浮桥;公元前 49 ~ 45 年间,古罗马统帅凯撒(Cesar)在克服江河障碍中,架设浮桥的浮体时采用柳条编织,然后覆盖动物皮囊;18 世纪俄罗斯创建了舟桥部队,采用木质骨架外包铁皮的桥脚舟;1759 年俄军又装备了钢质骨架的帆布舟,运输时将帆布卷起(图 1-1),使用时展开连接,舟自重仅 230kg,载重量达到 5.8t。

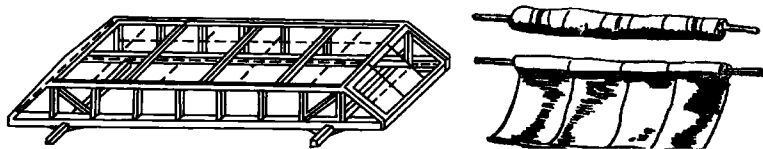


图 1-1 钢骨架帆布浮桥的桥脚舟

我国自古以来军事家都十分重视渡河问题。据史料记载,“亲迎于渭,造舟为梁”(《诗经》)讲的是公元前 1 142 年,周文王为了迎娶妃子,在渭水河上用舟船连成浮桥,并且亲自到河边迎接的故事,这是有史以来最早的关于浮桥的文字记载。

周武王伐纣时(约公元前 1066 年)即有渡大水的“天潢”和“飞江”,越沟堑的“飞桥”。

公元前 287 年,秦昭襄王在山西蒲坂(现永济县)的黄河上架通了著名的军用浮桥——蒲津桥。

公元 35 年,蜀将任满、田戎在湖北荆门—虎牙的长江上,首次架设了跨越长江的军用浮桥,后被东汉刘秀军焚毁。

开宝年间(公元 974 年)赵匡胤在樊若冰的建议下,在安徽采石矶上架设浮桥:浮桥两岸石柱系缆绳,缆绳上绑千艘舰船,船上铺木板,连接成桥。各船下碇石为锚,沉于江底,长度在 6 000m 上下(现在南京长江大桥为 4 589m 和 6 772m),一举破灭了南唐皇李煜的美梦。

宋朝《嘉泰会稽志》中有西小江浮桥,即钱清浮桥,由 12 只船连成桥长 36 丈,宽 17 尺。北宋东京的西浮桥,“旧以船为之桥”,北宋末“皆用木石造矣”。真宗时,通津门外新置汴河浮桥一座,“未及半年,累损公私船,经过之际,人皆忧惧”,最后不得不废掉。开远门外之浮桥,在元丰二年(1079 年)12 月 25 日才改为土桥。

建于宋嘉定四年(1211 年)的浙江黄岩利涉桥,俗称大树下浮桥,是一座曲浮桥,桥跨澄

江。浮桥长 100 丈,桥宽 3 丈,共用舟 40 只,铁缆 9 000 余斤。南宋叶适《利涉桥记》称:“奔波争舟,倾覆蹴踏之患免,而井屋之富,麀肆烟火,与桥相望不绝,甚可壮也”。

宋金时期在黄河、长江存在或建造了大量的浮桥见表 1-1、表 1-2,在黄河上的浮桥绝大多数是曲浮桥。

宋金时期黄河浮桥 表 1-1

序号	桥 名	桥 形 式	始建年代(公元)	序号	桥 名	桥 形 式	始建年代(公元)
1	溪哥浮桥	浮桥	1109	6	滑州浮桥	浮桥	1081
2	折桥	河厉	1216	7	大侄山浮桥	浮桥	1115
3	荷桥	浮桥	1222	8	安乡浮桥	浮桥	1073
4	保德浮桥	浮桥	1002	9	金城关浮桥	浮桥	1083
5	永和桥	浮桥	1073	10	澶州浮桥	浮桥	1004

宋金时期长江浮桥 表 1-2

序 号	桥 名	桥 形 式	始建年代(公元)	序 号	桥 名	桥 形 式	始建年代(公元)
1	乐山浮桥	浮桥	1173	4	九江湖口浮桥	浮桥	1275
2	青山矾浮桥	浮桥	1259	5	池州浮桥	浮桥	1275
3	白鹿矾浮桥	浮桥	1260	6	采石浮桥	浮桥	974

公元 1243 ~ 1276 年,蒙古军兼并南宋进攻四川时,专门组织了船桥水手军,在我国这是首次组建的专业浮桥部队,装备了木船、革囊、浑脱(用整只羊皮充气的浮囊),先后架桥 20 余次,对平定四川,“浮桥之功居多”。

2. 蒲津浮桥(图 1-2、图 1-3)

蒲津浮桥的桥位在今山西省永济市,对岸为陕西省朝邑县(现属大荔县朝邑镇)。早在春秋战国时代就有在此造浮桥的记录(见杨伯峻《春秋左传注》昭公元年夏);北朝时期,此地又因军事需要架起浮桥,直到唐玄宗开元年间都还扮演着沟通黄河两岸的角色;只是因为使用竹制缆绳,必须经常更换;每到春初冰水顺流而下,更往往造成严重损坏,维修保养甚为不便;因此开元 9 ~ 开元 12 年(公元 721 ~ 公元 724 年),在唐玄宗大力支持下,由兵部尚书张悦负责对蒲津浮桥进行了彻底性的翻修。

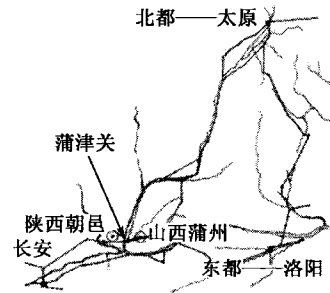


图 1-2 蒲津浮桥位置

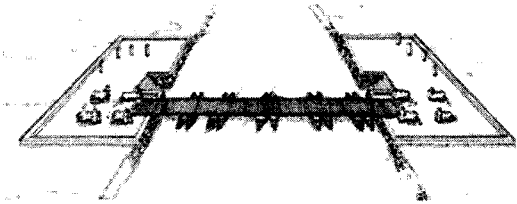


图 1-3 蒲津浮桥示意图

蒲津浮桥当时采取的措施:(1)以沉重的铁牛、铁人、铁山、铁柱埋在两岸,供系缆绳之用,大幅度增加了岸锚的拉力;(2)以环状铁链将作为浮体的舟船连在一起,主缆两端固定在岸锚上;不仅以抗拉性强、经久耐用的铁缆取代了容易朽坏的竹制品,并且因铁缆的质量使各浮体

不易漂移,增加了桥面的稳定性;同时又提升了对抗水流的能力;(3)还针对河中淤积,予以疏通,并加大浮体舟船间的距离,一则减少所需船只的数量,再者可以让冬春时节凌汛期的冰水顺利通过,减低凌汛对浮桥的威胁。

唐亡之后(公元907年),历代仍然继续维修、使用着蒲津浮桥,虽然在北宋时曾经因大洪水导致桥梁损坏,铁牛也沉没河中,但是在僧人怀丙的巧妙措施下,铁牛又回到了原位(详见南宋人吴曾《能改齐漫录》卷十三及《宋史》卷462〈方技传〉下)。金代末叶(13世纪初),桥曾毁于金、元兵乱;但是明太祖洪武二年(1369年),为了军事需要,又恢复了浮桥;武宗正德(1506~1521年)、神宗万历(1573~1620年)年间,均曾加以整建;可惜随着黄河河道的摆动,蒲津桥终于再也无法恢复昔日的风采,民国期间,不仅浮桥早已荡然无存,甚至铁牛、铁人等都埋入黄河的泥土淤沙之中,不见踪迹。

公元1988年3月起,永济市博物馆工作人员根据文献(例如《通典》卷179,〈州郡〉9,〈河东郡河东县〉,《唐会要》卷86,〈桥梁目〉,《新唐书》卷39,〈地理志〉3,〈河中府河西县〉,《读史



图 1-4 出土的蒲津浮桥作锚定的铁牛

方与纪要》卷39,〈山西〉1)记载,并结合当地遗老的印象与经验,在永济城西15km,蒲州古城西门外的黄河东岸,进行大规模发掘,挖掘面积达2000余平方公尺,开挖土方6000余立方公尺,由1989年7月31日到1991年6月,深埋已久的大唐开元铁牛四头(图1-4,表1-3)、铁人四尊、铁山两座、七星铁柱一组及若干历代文物相继出土,历经千载风霜的大唐铁牛与铁人等稀世珍宝终于重见天日。

考古工作者将四头铁牛按西北、东北、西南、东南方位,编为1、2、3、4号,并判定1号为公牛,2号为黑唇黄牛,3号为去势公牛,4号则为三岁左右的小牛。

蒲津浮桥锚定的铁牛

表 1-3

编号	1	2	3	4
位置	西北	东北	西南	东南
牛种类	公牛	黑唇黄牛	去势公牛	三岁左右的小牛
质量(t)	26.1	31.4	43.5	45.1
合计总质量(t)	146.1			

值得注意的是,大唐开元铁牛已出土的东岸四头即已重达146.1t,加上西岸的四头,当不少于290t;再把八尊铁人、铁山、铁柱、铁缆算进来,总重应在600t(600000kg)以上;而唐代中期年产铁为207万kg(《新唐书》卷54,〈食货志〉4),依据郭正忠《三至十四世纪中西的权衡度量》一书的考证,唐代中期官秤大制1斤约合656~672g,今以660g计,则唐代年产铁1366200kg;也就是说蒲津浮桥的铁制品竟消耗了大唐帝国铁年产量的50%左右,由这个数据,也可以想见这是多么受到唐皇朝重视的巨大工程!

3. 赣州浮桥

赣州城的浮桥自古有之。有明确记载的最早浮桥是原西门浮桥,古称“知政桥”,它是北宋熙宁年间(1068~1077年)虔州知军刘瑾始先建造。赣州现存的建春门浮桥,原称“惠民

桥”，它是南宋著名文学家、《容斋随笔》的作者洪迈在乾道年间（1165～1173年）任赣州知军时始建。

赣南最长的浮桥是东河浮桥，桥的浮船曾达116只，铁锚58口，贯桥杉板有300块。难怪明代一位葡萄牙人来到赣州，见到宏伟壮观的赣州浮桥时情不自禁地叹道：“全世界建筑工人数中国的第一”。不过，由于长大的浮桥是依靠铁锚来固定它的位置，遇到爆发的大洪峰或涨大水时，很容易冲垮桥船；或因水太深、太急而被迫收桥，中断江面交通。浮桥的桥头，还往往是官府收税和盘查行人的卡口。来往的船只停泊在浮桥两侧，船主或货主必须上到桥头向官府纳税，才开桥准予通行。多年前曾在桥东头旁发现明代官府立卡收税的告示铁柱。前几年，又将铁柱挖出，重新立于桥头不远的码头边原地保存，为赣州增添一景。

浮桥是古代人民征服江河的一个创举，川北古城阆中巴蜀之要冲，位于嘉陵江中上游。诸葛亮北伐中原时，南粮北运，粮草必经阆中运至汉中，当时要在宽阔的嘉陵江上建造桥梁是不可能的事，于是诸葛亮为了解决渡江之苦，指挥军民在江面上架设浮桥，从阆中古城华光楼至南岸绵屏山脚下的南津关，全长近200多米，浮桥共用36只木船横列于嘉陵江上，每隔3m一只，船与船之间用木板相连，以纤绳作栏杆。将粮草从浮桥上运到对岸，显示出了我国古代人民的智慧。

免渡今无苦，舟横东复西。

河流奔勿断，市贾聚常齐。

霜迹寒鸿爪，江声滑马蹄。

这首诗描述了阆中嘉陵江浮桥，由清代王恬所作。

明代成年华（公元1464年），保宁府（阆中）知府赵宇继用诸葛之法，每年秋冬时就将浮桥搭起，次年春夏涨水季便将浮桥拆去。年复一年，直到中华人民共和国成立后20世纪50年代初，因嘉陵江运输船只增多，浮桥有碍水上交通运输而被废除。

二、近代浮桥

1851～1854年，清代太平天国也多次在武汉等地的长江上架设军用浮桥，其中有一次的架桥点就是目前武汉长江大桥的桥址；1881年，直隶总督李鸿章呈光绪皇帝的奏章中报告：“查天津机器制造局……西局……上年造成行军桥船130余只，百丈之河，顷刻成为平地”，这是近代工业制造浮桥的最早记录。

遵义会议后红军在毛泽东同志领导下，迂回曲折地穿插于敌军重兵之间，四渡赤水、兵临贵阳、威逼昆明、巧渡金沙，彻底摆脱了长征初期的被动局面。在四渡赤水过程中广泛地采用民船架设了浮桥，有利地保证了主力红军的战略机动。1935年1月29日，朱德发布西渡赤水的命令（一渡赤水），规定：第一军团，第九军团，军委第二、第三梯队，干部团上干队为右纵队，右猿猴场渡河，转向古蔺以南前进；军委直属队、干部团及第五师为中央纵队，由土城下游浮桥过河，取道角子头、三角塘、头场坝前进；第五军团、第三军团直属队及第四师为左纵队，由土城上游浮桥渡河取道头场坝向太平渡前进。2月18～2月21日，中央红军在川黔交界的太平渡、二郎滩等渡口东渡赤水河（二渡赤水），向敌人兵力比较空虚的桐梓地区急进，准备消灭由桐梓来土城的黔敌。3月16日，红军在贵州的茅台及其附近地区西渡赤水河（三渡赤水），迅速跳出敌人的合围圈，向古蔺、叙永方向前进，再次进入川南，并摆出准备从这里北渡长江的姿态，将国民党军主力引向赤水河以西地区。3月21日晚至22日，红军主力以隐蔽、神速的行动，由大村、两河口地区北上，在二郎滩、九溪口、太平渡东渡赤水河（四渡赤水），折返贵州。

3月30日李先念、徐向前指挥的红四方面军在阆中渡江,遭到了敌人的阻挠,派出数架飞机对阆中浮桥进行了狂轰滥炸,浮桥被过江的逃敌切断。红军组织了渡江突击队,冒着敌机的轰炸和江对岸的机枪扫射,强行渡江,将浮桥修复,使大部队顺利过江,赢得了渡江战役的胜利,阆中古浮桥为中国革命事业作出了它的贡献。同年4月,红军告别了阆中人民,投入了举世闻名的二万五千里长征。

1950年10月中旬,驻扎在吉林市的我志愿军工兵二十二团接到命令,立即筹备架设浮桥的各种器材,同时开展在松花江上的战前练兵。我团决定在长甸河村镇约两三里路的上河口处设置架桥点。浮桥长约200余米,既要考虑到人员车辆通行方便,又要考虑到便于部队疏散,更要考虑到对岸山地便于修筑进出路以接近公路,保证大部队过江后迅速挺进。10月19日黄昏,志愿军一声令下准备过江。我架桥部队立即集结,敏捷地摆渡已准备好的门桥,迅速驶向架桥点,接近桥轴线,开始架设浮桥,并准确无误地提前架通,等待大部队按时过桥。浮桥是夜架昼撤,上级要求在黄昏2~3小时架起,而我们仅用一个小时就架通了;要求拂晓前一个小时必须拆除隐蔽好,我们只用半个小时就拆除隐蔽完毕了。就这样,我们在鸭绿江上连续战斗了3个夜晚,保证了首批25万大军秘密过江。

三、现代浮桥

在民用上,季节性浮桥的使用也十分常见,黄河下游河道具有覆盖层厚、冲淤变化大的特点,给桥梁建设带来很大的困难,而且桥梁建设投资大、周期长。浮桥以其建设周期短、投资少、适应水位变化能力强、拆建方便等优点被广泛应用,为缓解黄河两岸交通紧张状况、促进黄河两岸的经济发展起到了重要作用,在黄河中下游有季节性浮桥70多座,仅黄河山东段就已修建浮桥51座,如图1-5所示,平均间距17km,浮桥的建设通车解决了两岸交通,发展了地方经济。

承压舟浮桥自1985年在山东省率先架设以来,在沿黄河流域得到了迅猛发展。截至2007年年底,黄河山东段628km河段上,登记注册的浮桥企业共54家,各式承压舟1000余艘。截至2009年年底山东省注册的浮桥有64座。

大榭岛跨海浮桥是连接宁波穿山镇至大榭岛的海上浮桥(图1-6),属于施工浮桥。浮桥全长445m,桥宽9.6m,通航孔96.5m,设计寿命为3年,经过加强后实际使用6年,经受了数次台风袭击的考验,并适应了该海域水深流急、潮汐变化大、通航要求高等实际情况。



图 1-5 黄河吴王浮桥

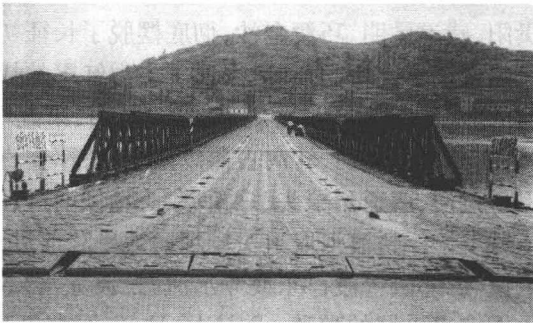


图 1-6 大榭岛海上施工浮桥(加强后)

在国外,大型浮桥也有华盛顿湖浮桥、胡德运河桥、诺赫德兰得桥(图1-7)、大阪港活动桥(图1-8)等,具体浮桥情况见表1-4。

外国浮桥一览

表 1-4

项 目		加尔特桥	华盛顿湖 1 号桥	华盛顿湖 2 号桥	华盛顿湖 3 号桥	胡德运河桥
建成时间(年)		1912	1940	1963	1989	1961
桥长(m)		457	2 018	2 310	1 771	1 988
浮筒	类型	分离基础	连续基础	连续基础	连续基础	连续基础
	材料	钢	预制混凝土	预制混凝土	预制混凝土	预制混凝土
	数量(个)	50	25	33	18	23
系泊		锚链 + 锚碇	钢丝绳 + 锚碇	钢丝绳 + 锚碇	钢丝绳 + 锚碇	钢丝绳 + 锚碇
梁间连接		铰	铰和端桁架	铰和端桁架	铰和端桁架	铰和端桁架
线形		直线	直线	直线	直线	直线
活动性		平转	竖转	竖转和提升	无	竖转
最大水深(m)		41	75	61	65	104
水位变化(m)		-0.5/-0.14	+0.3/-0.9	+0.3/-0.9	+0.3/-0.94	+3.9/-1.4
水流速(m/s)		0.27	无	无	无	1.3
设计浪高(m)		—	2.4	2.7	2.4	3.4
最大波周期(s)		—	≤5	≤5	≤5	≤5
设计风速(m/s)		—	28	37	28	28
单元尺寸(m)		25 × 9 × 3.7	127 × 18 × 4.4	110 × 18 × 4.5	108 × 23 × 5.0	110 × 18 × 4.4
备注		1992 年起火、 沉没	1990 年部分 沉没、吃水 2.1m	吃水 2.1m	吃水 2.1m	1979 年西半部分 沉没、吃水 3.6m
项 目		伯格斯萨得桥	诺赫德兰得桥	大阪港桥	西印度码头 人行桥	福特岛桥
建成时间(年)		1992	1994	2000	1996	1997
桥长(m)		845	1 246	410	94	457
浮筒	类型	分离基础	分离基础	分离基础	分离基础	连续基础
	材料	预制混凝土	预制混凝土	预制混凝土	预制混凝土	预制混凝土
	数量(个)	7	10	2	8	1
系泊		无	无	边墩	—	锚链 + 锚碇
梁间连接		铰	铰和端桁架	铰和端桁架	铰和端桁架	铰和端桁架
线形		曲线	曲线	直线	直线	直线
活动性		无	无	平转	竖转	竖转
最大水深(m)		230	500	10	—	13.5
水位变化(m)		+2.0/-2.0	+1.6/-1.4	+4.8/-0.52	不清楚	不清楚
水流速(m/s)		1.31	1.75	0.2	不清楚	0.36
设计浪高(m)		1.4	1.67	1.4(外海 4.4)	不清楚	1.5
最大波周期(s)		3.3 ~ 5.25	3.6 ~ 5.1	5.7 ~ 7.7	不清楚	不清楚
设计风速(m/s)		37.54	27.1	42	不清楚	45
单元尺寸(m)		25 × 9 × 3.7	42 × 12.5 × 6.8	—	—	—
备注		钢管桁架桥	钢箱梁	—	—	军用

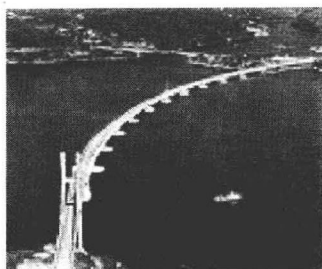


图 1-7 诺赫德兰得桥



图 1-8 大阪港活动桥

第三节 浮桥的特点

一、以浮体为中间桥脚,适应各种江河

利用制式舟、民舟等浮体,可以架设各种形式的浮桥。这些浮桥除了岸边部分和锚定部分与江河的河床有关外,其余部分漂浮在水面上,采用投锚固定、张纲固定等措施就可以保障浮桥在一般常水位下,稳定地架设在江河上,保障所设计的荷载通行。因此,浮桥多用于宽大江河,克服江河障碍的能力大,同时,浮桥器材经过分解再组合,可以适应不同河幅上架设浮桥的需要。

二、以门桥为作业单元,架设速度快

浮桥河中部分的架设单元为桥节门桥,岸边部分通常是栈桥和进出口。桥节门桥由两舟门桥至五舟门桥不等,但是在一座浮桥中,除了特殊的用于浮桥闭塞作业(即浮桥架设合拢时的门桥)外,其他桥节门桥的结构应该一致,即门桥的舟数、节间、车行道宽度、桥桁的材料与截面、数量、配置以及结构细部。因此,在准备器材时,以一个桥节门桥为单元,若干门桥就准备若干组器材。在桥节门桥结合时,可以提前在岸边组织人员分组进行,并在岸边架设好固定栈桥或浮游栈桥,构筑好进出口,一旦需要架设浮桥,则只需要将提前结合的桥节门桥分别引进桥轴线,并相互连接,就可以迅速地架设浮桥,同样浮桥的撤收作业也很快。

三、各种体系浮桥,因器材江河而定

浮桥的总体结构形式不同,可以区分为简支体系浮桥、铰接悬臂梁体系浮桥(简称铰接体系浮桥)和连续体系浮桥等种类。

在结构上,简支体系浮桥最为简单,连续体系浮桥最为复杂,而铰接体系浮桥介于两者之间。对于桥脚舟受力来说,简支体系浮桥的受力最大,而连续体系浮桥的受力最小,铰接体系浮桥的受力介于两者之间。

与桥脚舟受力相反,对于桥跨受力来说,简支体系浮桥的受力最小,而连续体系浮桥的受力较大,铰接体系浮桥的桥跨受力与连续体系浮桥的桥脚舟受力相当。

在浮桥的通行性能方面,简支体系浮桥由于纵坡较大,通行性能差,铰接体系浮桥有一定的纵坡,而连续体系浮桥的桥梁总断面是平顺的曲线,因此通行效果最好。

由于结构上的局限,简支体系浮桥无法直接改为漕渡门桥,而需要将浮桥全部分解才重新结合成漕渡门桥或码头,因此基本上不考虑浮桥和门桥之间的直接转换;连续体系浮桥均是由

一个个桥节门桥纵向刚性连接而成,在浮桥转换成门桥时,需要将所有的刚性连接接头全部分解,因此工作量较大;而铰接体系浮桥的桥节门桥之间仅采用铰接器连接,一般门桥与门桥之间在车行道两侧仅设置两个,因此分解、连接十分方便,门桥浮桥转换迅速。

根据分析,简支体系浮桥的抗沉性能最差,连续体系浮桥的抗沉性最好,而铰接体系浮桥的抗沉性介于上述两者之间。

根据以上各种浮桥体系的特点、装备器材情况以及江河情况,可选择合适的浮桥体系。一般说来,制式浮桥几乎都采用连续体系浮桥。当江河较窄、流速较小、征集的民船较大时采用简支体系浮桥。当在宽大江河、流速较大的情况下,一般都采用铰接体系浮桥。

四、结构形式多样、满足不同需要

由于浮桥是构件拼组式,因此通过专门设计,可以利用同一套器材架设结合不同的浮桥或水上工程结构物。例如某特种舟桥,通过作业变换,可以在宽大江河上分别架设 50t 浮桥、60t 浮桥、80t 浮桥、100t 浮桥、单车道浮桥、双车道浮桥等,还可以根据需结合 60t 漕渡门桥、100t 漕渡门桥、100t 大面积漕渡门桥,利用其岸边器材可以架设 50t 浮游栈桥、60t 浮游栈桥、80t 浮游栈桥、100t 浮游栈桥,以及相应的上下载码头。

又比如带式浮桥可以架设 50t 浮桥、20t 浮桥,还可以结合 40t 漕渡门桥、60t 漕渡门桥和 110t 漕渡门桥等。

上述的制式舟桥装备,还可以根据实际需要,结合锚定门桥、闭塞门桥、水上作业门桥(打桩门桥、水上清障门桥、水上运输平台)、岸边作业码头(栈桥)等。

五、便于撤收转移,浮桥战场生存率高

与江河上的固定桥梁不同的是,浮桥是漂浮结构,可以根据江河条件和战场需要,适时架设、通行荷载、迅速转移,再辅以防护和伪装措施,浮桥的战场生存率较高。

另外,一旦浮桥受到袭击破坏后,可以分解成漕渡门桥进行门桥渡河,也可以利用预备器材进行应急抢修。

未来采用新型复合材料架设浮桥,则战场暴露征候减小;舟内填充发泡材料,则抗沉性能大为提高。

第二章 浮桥的分类

浮桥的分类方法有很多种,按照是否是制式装备来分,可以分为制式浮桥、战备浮桥和就便浮桥;按照通行荷载来分,可以分为公路浮桥、铁路浮桥、其他特殊用途浮桥(如游览浮桥、游船靠泊浮桥、输送管道浮桥等);按照载重量来分,可以分为重型浮桥、中型浮桥、轻型浮桥和徒步浮桥;按照结构形式来分,可以分为桥脚分置式浮桥、带式浮桥、自行舟桥架设的浮桥等;按照运输方式来分,可以分为越野车辆运输的浮桥、牵引车辆运输的浮桥、装甲车辆运输的浮桥、可人工搬运架设的浮桥、水上可机动的浮桥、可空运空投的浮桥等;按照主体结构材料来分,可以分为钢质浮桥、铝合金浮桥、木质浮桥、钢筋混凝土浮桥、复合材料浮桥;按照战场遂行保障任务来分,可以分为前线冲击保障型浮桥、机动伴随保障型浮桥、后方定点支援型浮桥等。

第一节 按是否制式化分类

渡河器材按器材的来源可以分为制式浮桥装备、就便浮桥器材、战备浮桥器材等。

一、制式浮桥装备

制式浮桥装备是专门设计的由中国人民解放军总部正式命名并配发浮桥部(分)队使用的舟桥装备,又可以称为舟桥装备,主要有重型舟桥、轻型舟(门)桥、带式舟桥、特种舟桥和自行舟桥等。它是部队渡河工程保障时进行门桥渡河、浮桥渡河的装备(图 2-1)。

二、战备渡河器材

一般是由国家交通战备部门研制并配发,用于后方交通保障的渡河器材。例如 20 世纪 90 年代研制的多用途浮箱,再配合装配式公路钢桥,就可以架设浮桥(图 2-2)。



图 2-1 制式浮桥架设的长江浮桥

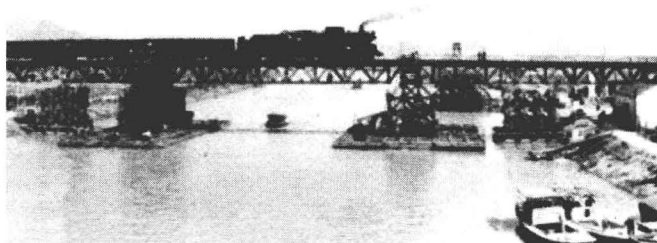


图 2-2 多用途浮箱和装配式公路钢桥架设的战备浮桥