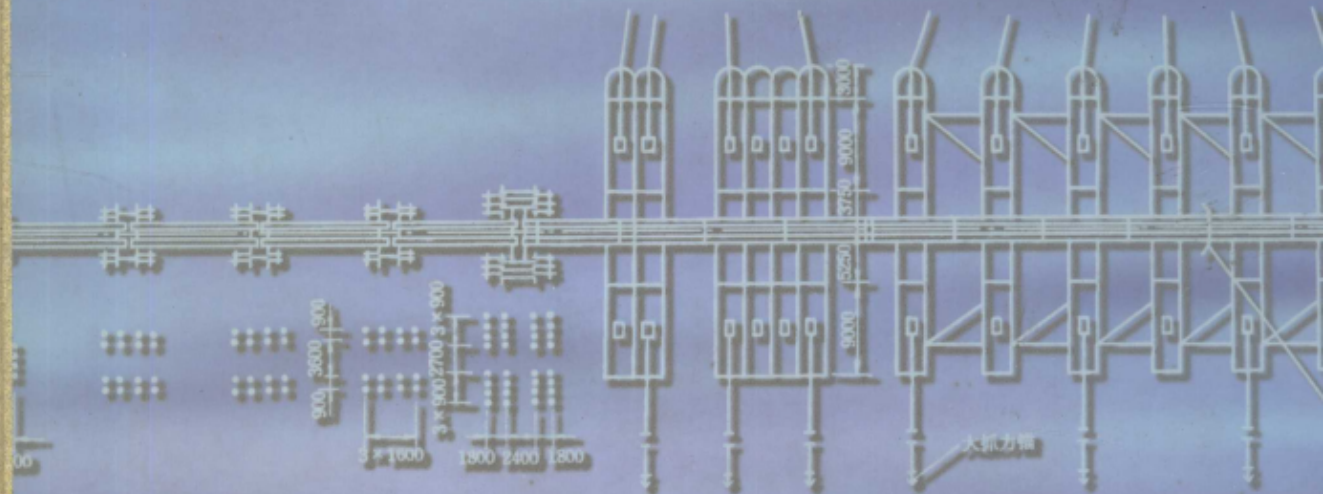


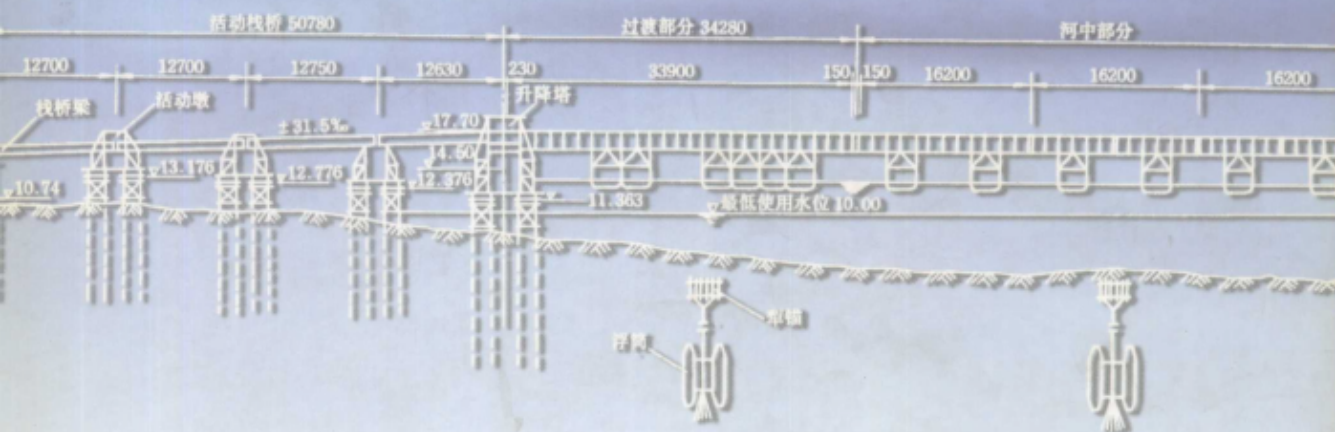


张增勤 辛 实 陆立太 编著

责任编辑: 刘启山

封面设计: 陈东山

TIELU FUQIAO



ISBN 7-113-04221-X



9 787113 042219 >

ISBN 7-113-04221-X/TU · 660

定 价: 58.00 元

铁 路 浮 桥

张增勤 辛实 陆立太 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2002年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书对铁路浮桥的研究与设计施工技术做了扼要的阐述。内容包括铁路浮桥的组成、设计技术标准、国内外概况、浮体静力学、各种浮桥体系的力学分析、浮桥的结构设计和拼组架设方法。

可供各部门从事浮桥研究、设计、施工、教学和有关江、海、河、湖水面工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路浮桥/张增勤,辛实,陆立太编著. - 北京:中国铁道出版社,2002.1(重印)
ISBN 7-113-04221-X

I. 铁… II. ①张…②辛…③陆… III. 铁路桥:浮桥 IV. U448.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 034656 号

书 名:铁路浮桥

作 者:张增勤 辛实 陆立太 编著

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:刘启山 编辑部电话:路电(021)73141

责任编辑:刘启山 市电(010)51873141

封面设计:陈东山

印 刷:北京兴顺印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:17.5 插页:2 字数:432 千

版 本:2001年9月第1版 2002年1月第2次印刷

印 数:1 001 ~ 2 000 册

书 号:ISBN 7-113-04221-X/TU·660

定 价:58.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路电(021)73169,市电(010)63545969



作者简介

张增勤,河南省郑州市人,1933年10月生。1957年唐山铁道学院桥梁隧道系毕业,教授级高级工程师,曾任铁道建筑研究设计院总工程师,享受政府特殊津贴。长期从事铁路浮桥研究和水中桥梁施工。在六七式铁路舟桥研制和唐山地震抢架京山铁路蓟运河铁路浮桥中立三等功两次。

参加研究的科技成果有四项(六七式铁路舟桥、深水基础钢排架墩吊笼打桩、994铁路渡轮顶推船、多用途浮箱)获国家级奖,有三项(就便器材拼组铁路浮桥、大跨度无竖杆刚性桁梁柔性拱桥架设技术、舟桥史料集)获部级奖。还参加了预应力军用梁、993机动舟改型、简易铁路轮渡、新型铁路舟桥预研、长江铁路浮桥预研等课题,以及包兰、宁赣、京九、神延等新建铁路施工,对大准线黄河特大桥、新长线长江轮渡靖江岸栈桥、隆纳铁路长江大桥等进行了施工技术指导。发表《驳船拼组铁路浮桥的探讨》、《六七式铁路舟桥的非机动舟》、《国内外铁路浮桥发展概况》等论文,并撰写多篇研究报告。



作者简介

辛实,辽宁省本溪人,1964年3月生。1981年7月至1985年8月在大连工学院港口建筑工程专业本科学习。1985年8月至1988年3月在西南交通大学铁道工程专业攻读硕士研究生。1993年1月至1994年8月由世界银行资助,国家公派赴新加坡南洋理工大学进修工程管理。现任中国铁道建筑总公司工程部部长兼战备处处长,高级工程师,具有国家施工企业一级项目经理资质。

先后获铁道部科技进步奖二项,甘肃省科技进步奖一项,中国铁道建筑总公司科技进步奖多项。在国家、省级学报发表学术论文多篇。



作者简介

陆立太,浙江江山市人,1965年3月生,1987年毕业于兰州铁道学院土木工程系,西南交通大学在职工程硕士,高级工程师,现任铁道建筑研究设计院交通工程抢修研究所所长。先后任交通工程抢修研究所舟桥研究组副组长、组长、副所长、所长。参加“就便器材铁路浮桥”研究,获铁道部科技进步二等奖;参加多用途浮箱研制获国家科技进步二等奖;主持完成了木兰溪钢管拱桥设计与施工,获福建省科技进步三等奖;主持长江铁路浮桥研究;在国家、省级学报发表《工程浮箱》等学术论文多篇。

前 言

从事水中桥梁设计、施工的工程建设者都熟知水下基础的重要性及其施工的难度。在河宽水深、地质恶劣的情况下,要想在极短的时间内修建一座正式铁路桥梁几乎是不可能的,就是修建一座临时通车的便桥也很困难。而铁路浮桥不需固定的基础,以浮墩代替固定的桥墩,既便于架设,又便于拆除,亦便于疏散隐蔽,具有快速性和机动性。在浮桥器材预先有准备的条件下,可以在几天之内架设一座数百米长的铁路浮桥,这是战时铁路抢修,平时抢险救灾,克服江河障碍,保障铁路畅通,短期应急通车的一种临时手段。它还可以用于新建铁路临时通车和新建铁路施工。

我国从1958年开始铁路浮桥研究,先后进行了多次铁路浮桥通车试验,取得了许多研究成果,积累了丰富的设计、制造、架设经验。1967年,我国自行研制成功了六七式铁路舟桥。1976年唐山地震后,利用六七式铁路舟桥器材在京山铁路上抢架了一座蓟运河铁路浮桥,及时保障了京山复线全线开通,为唐山抗震工作做出了贡献。这是我国自行研究、设计、制造的铁路舟桥第一次在突发事件中得到成功的运用,也是当时中国铁路近一百年历史上第一次正式使用浮桥通过铁路列车。

作者长期从事铁路浮桥研究,应中国铁道出版社刘启山副编审的邀请,在自身实践的基础上,总结了我国铁路浮桥研究的成就,撰写了《铁路浮桥》一书,供从事铁路浮桥设计和施工的桥梁工程技术人员参考。

本书的素材主要取自我国铁路浮桥的研究成果和前苏联有关浮桥的技术资料。浮桥的力学分析选自《黄河铁路浮桥理论分析》、《浮桥综合分析计算理论》、《浮桥结构与计算》。浮桥的结构设计选自《六七式铁路舟桥》和《就便铁路浮桥设计和使用参考手册》。由于编写本书的主要目的是供铁路浮桥设计使用,所以对铁路浮桥的力学分析方法撰写得比较详细,并举有算例。有的设计计算结果是经过铁路浮桥上车试验,测试证明是正确的。如果对本书中的力学分析方法需进一步了解,可查阅有关参考文献。

由于铁路浮桥主要用于战时铁路交通保障,平时抢险救灾,在新建铁路临时通车和新建铁路施工中使用较少,桥梁工程技术人员缺少有关铁路浮桥设计参考资料和实践经验,所以本书的编写方式和选择的内容,是力求参照本书即可进行铁路浮桥的结构设计。铁路浮桥设计人员根据设计技术条件,选择合适的浮桥体系和结构组成,进行力学分析和结构设计。书中的技术标准如与国家新颁标准、规范有不相符之处,一律以现行的为准。

连续体系铁路浮桥的力学分析,在以往的铁路浮桥试验和六七式铁路舟桥中,都是采用弹性基础梁法,简化的力学计算模型,计算出的浮桥总体结构受力和实测结果相符,验证了浮桥理论。但在浮桥跨度不同、浮墩面积不等、梁部结构不同等复杂结构的情况下,采用有限单元法,把铁路浮桥结构物离散化为诸多结构单元,可以简捷地得到高精度的更符合实际工作状态的准确结果。

书中介绍的浮桥结构设计,例如舟体结构、梁部结构、栈桥结构、锚碇等,大都是我国在以往研究、设计、试验中采用过的,具有很大的参考价值。为便于参考使用,在附录中列出了有关荷载、器材的性能等有关资料。

在本书的编写付印出版过程中,得到了中国铁道出版社、中国铁道建筑总公司、铁道建筑研究设计院等单位有关部门的大力支持。铁道建筑研究设计院抢修所的颜士成工程师参加了本书的力学分析和计算,并对全书进行了校核等大量工作。抢修所的贾晓煜、王伟华等科技人员参加了本书的文整工作,在此一并感谢。

由于作者技术水平所限,书中难免有不够妥当,甚至错误之处,希望读者提出宝贵意见。

作 者

2001年2月于北京

目 录

第一章 铁路浮桥概述	1
第一节 铁路浮桥的特点与用途	1
第二节 铁路浮桥的组成	1
第三节 铁路浮桥的体系	5
第四节 铁路浮桥设计的技术标准	7
第五节 铁路浮桥在我国的发展	9
第六节 国外铁路浮桥概况	27
第二章 浮体静力学	30
第一节 浮体的浮性	30
第二节 浮体的稳性	34
第三节 浮体的下沉与倾度影响线	36
第四节 浮体的剪力与力矩影响线	40
第五节 支承于一点和两点上的浮体	45
第三章 连续体系铁路浮桥的力学分析	47
第一节 河中部分的受力分析	47
第二节 过渡部分的受力分析	52
第三节 算例	69
第四章 铰接体系铁路浮桥的力学分析	84
第一节 基本概念	84
第二节 悬臂梁浮节	85
第三节 连续梁浮节	89
第四节 浮节间的相互作用	99
第五节 分析程序	104
第六节 算例	105
第五章 简支体系铁路浮桥的力学分析	118
第一节 分置式浮桥的力学分析	118
第二节 带式浮桥的力学分析	121
第三节 算例	122
第六章 河中部分的结构设计	126
第一节 浮墩设计	126
第二节 梁部结构设计	139
第三节 锚碇设计	144
第四节 通航孔与边孔设计	150
第七章 岸边部分的结构设计	151

第一节 引线与桥位·····	151
第二节 固定栈桥·····	151
第三节 活动栈桥·····	151
第八章 铁路浮桥的拼组架设和使用·····	158
第一节 浮桥桥位勘测·····	158
第二节 制式舟桥的拼组·····	158
第三节 制式舟桥的架拆·····	163
第四节 就便浮桥的拼组架设·····	164
第五节 浮桥的使用·····	169
第九章 铁路浮桥有限元法力学分析·····	171
第一节 概 述·····	171
第二节 有限元法·····	171
第三节 FLT 平面框架通用程序及其使用 ·····	177
第四节 影响线的分段和分段加载·····	180
第五节 内力及变位叠加·····	184
第六节 算 例·····	186
附录一 荷 载·····	195
(一)中—10 级竖向活载的换算均布荷载 ·····	195
(二)铁路荷载(轴重与轴距)表·····	197
附录二 机车车辆容许相对坡度·····	199
附录三 水上过河建筑物通航净空尺度·····	203
附录四 100 t 级~1 000 t 级甲板驳主要尺度与技术参数 ·····	204
附录五 六四式铁路军用梁技术参数·····	210
附录六 FLT 平面框架有限元分析程序清单 ·····	213
附录七 LIFL 影响线分段及分段加载程序清单 ·····	246
附录八 ADDF 内力及变位叠加程序清单·····	257
参考文献·····	268

第一章 铁路浮桥概述

第一节 铁路浮桥的特点与用途

在铁路工程应急抢修中,桥梁抢修常被视为重点工程,而位于深水江河的桥梁抢修又比一般河流上的桥梁抢修要更复杂困难得多。一座铁路大桥遭到严重破坏,是很难在短期内修复的,往往必须修建一座便桥临时通车,但是在深水江河地质恶劣的情况下,想在短期内修建一座固定基础的便桥也是很困难的。例如,在我国长江、黄河等河流的中下游河段上,修建正桥,工程浩大。在特殊情况(如发生地震等自然灾害破坏及战争等突发事件破坏)下,想在短期内修建应急便桥,几乎是不可能的,而修建浮桥,不失为可取方案。

铁路浮桥的基础是浮墩,荷载是通过浮墩而传到水面,依靠水对浮墩的浮力来承受。因而铁路浮桥不需修建复杂的深水固定基础,浮桥的结构和架设方法,不受水深和河床地质的影响。

铁路浮桥的拼组架设方法简单,可以有较多的作业面,并且浮节和其他结构可预先在远距桥址处结合好,然后由水路运到桥址就位,拼架速度快,施工工期短。铁路浮桥还可以根据需要及时拆除和架设,具有一定的快速性和机动性。

铁路浮桥在它的本身静载与浮力平衡时,是相对静止的,但是稍微再有一些外加的活载作用,浮桥就会发生浮沉变位,浮桥的纵坡在受竖向活载和水位涨落的影响下是经常在变化的。由于风浪有时还会出现横向波动,浮桥中线也要产生变化,使浮桥产生在铁路线路中最忌讳的平面弯曲,因而行车速度必须加以限制。

铁路浮桥为满足稳定性的要求,建筑得距水面越近越好,因此一般采用可拆除的浮节来满足通航要求。浮桥不能抵抗漂流物和流冰的作用,适应的河水流速受到限制。水涨船高,浮桥标高随水位而变化,因此必须有和岸边相连之可升降的栈桥来调节其坡度,这一特性又决定浮桥只能在水位变化于一定范围之内的条件下使用。

铁路浮桥维护技术比较复杂,必须有管理维护人员。其任务是:检查浮桥的锚固和连接情况;观察调整浮桥中心线;使漂流物从桥下通过;开放航道;定期检查和拧紧螺栓接头;观测水位涨落情况,及时调整岸边升降设备等。

铁路浮桥必须在特定的条件下运用,它主要用于战时铁路抢修,平时抢险救灾,克服江河障碍,保障铁路运输畅通,是短期应急通车的一种临时手段。它还可以用于新建铁路临时通车和新建铁路施工。

第二节 铁路浮桥的组成

铁路浮桥通常由河中部分、过渡部分和栈桥等组成。

(一)河中部分

河中部分是跨越深水区的浮桥主体,由桥节(门桥)及其锚碇组成。桥节由浮桥梁和浮墩

(驳船或舟)及其附属结构组成,桥节的数量由河面宽度确定。例如六七式铁路舟桥的河中部分由门桥连接而成,每孔门桥长16.2 m,由两条全形舟、两节标准梁节、两组托架、锚机四台等组成(图 1—1)。

浮桥横向一般用锚固定,承受浮桥的横向水平荷载,以免被水流和横向风力破坏,使桥轴线保持顺直和稳定。上游锚一般采取预抛,锚用锚绳连到浮筒上,架设或拆除浮桥时将桥节上的锚机钢丝绳与浮筒连接或脱开。下游锚,为了便于架拆浮桥时,桥节的就位和拆除,采取临时抛锚。

在通航的河流中,河中部分应设通航开启孔(简称通航孔),其长度根据航运要求,它可以由一节或几节桥节组成。通航孔牵出桥轴线,开放航道。通航孔与相邻桥节的连接,应保证能迅速拆除与重新复位。

河中部分的变位与其上通行的活载有关。当水位变化时,桥面的标高也将随着变化。

(二)过渡部分

浮桥的过渡部分又称边孔,通常采用可浮动的桥垮结构,以保证车辆从岸边部分平稳地行驶到河中部分,起河中部分和栈桥的连接作用。在活载作用下,河中部分要下沉,过渡部分使河中部分末端与栈桥之间形成一定坡度,以利列车通行。过渡部分的最小长度应等于车辆作用下河中部分末端的最大变位除以容许纵坡所得的商。虽然在水位不变时,活动栈桥可以取消,但浮桥的过渡部分总是必须的。

过渡部分可自行适应水位变化,根据边孔铰接点容许最大相对坡度及边孔最大容许纵坡,确定其值。当机车拆除排障器时,边孔一般可自行调节水位1.0 m上下。当机车不拆除排障器或行驶客车时,因边孔铰接点相对坡度控制,需要在边孔上设置预坡,以减少边孔铰接点的相对坡度。

过渡部分由浮墩、浮桥梁、锚碇和升降设备组成。锚碇与河中部分的锚碇相同。升降设备供调节水位和架拆浮桥使用。例如六七式铁路舟桥的边孔,由大浮墩、辅助墩、托架、四节标准梁节、边孔接头、铰接头等组成(图 1—2)。

边孔一端以边孔接头支承于升降塔横梁的支座上,另一端以铰接头与河中的门桥相连,在大浮墩因通过列车或水位涨落而升起或降下,引起整个边孔坡度变化时,能分别以支座中心或铰接头中心转动,保持升降塔至河中部分的联系。边孔的辅助墩不承受铁路荷载,仅在架设边孔时起辅助作用,边孔架设后,辅助墩要抽出,避免边孔支座向上拔起,在需要通公路时,辅助墩还起支撑公路边孔的作用(图 1—3)。

(三)栈 桥

栈桥包括活动栈桥和固定栈桥。活动栈桥起升降调节作用,根据水位降落,通过升降桥面使栈桥的固定部分与边孔形成一定坡度,适应水位变化,以利列车通过。活动栈桥由栈桥梁、升降设备、栈桥墩及其基础组成。活动栈桥的长度根据机车车辆的允许坡度和水位变化确定。例如六七式铁路舟桥的栈桥,在使用水位范围为4 m时,每岸设活动栈桥四孔。使用水位范围小于4 m时,每减少0.8 m可减少活动栈桥一孔。在使用水位范围大于4 m时,应设置两座以上的活动栈桥。

固定栈桥用以跨越不能架设浮桥又不宜修筑路堤的河滩浅水地段,由栈桥梁、固定墩台及其基础组成,其长度根据具体河滩宽度决定。

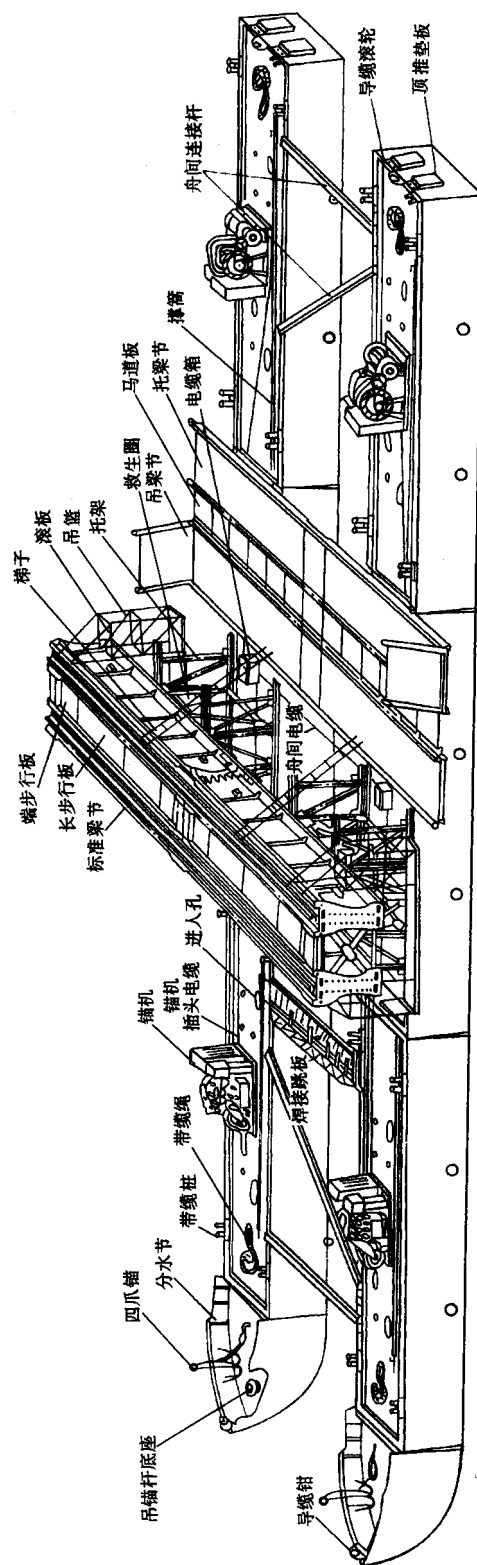


图 1-1-1 六七式铁路舟桥的门桥

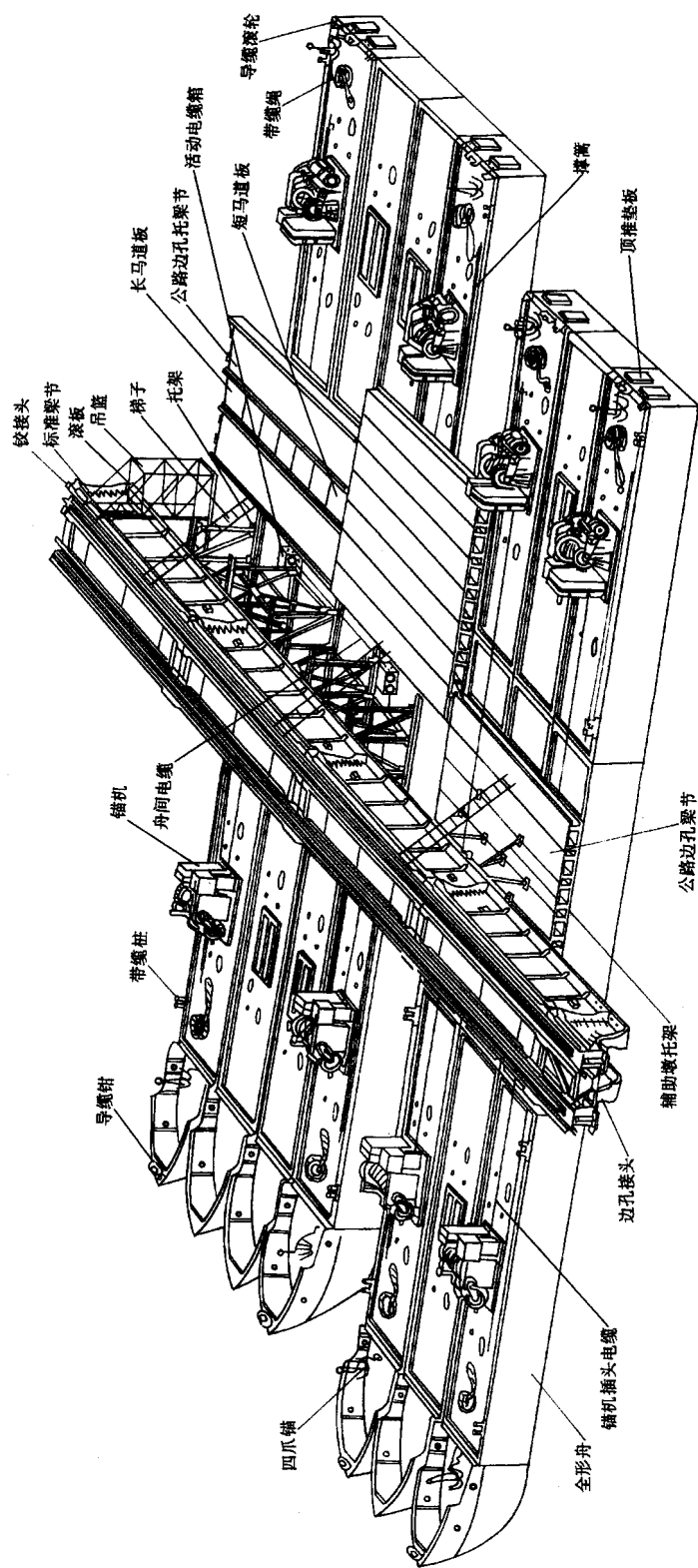


图 1—2 六七式铁路舟桥的边孔

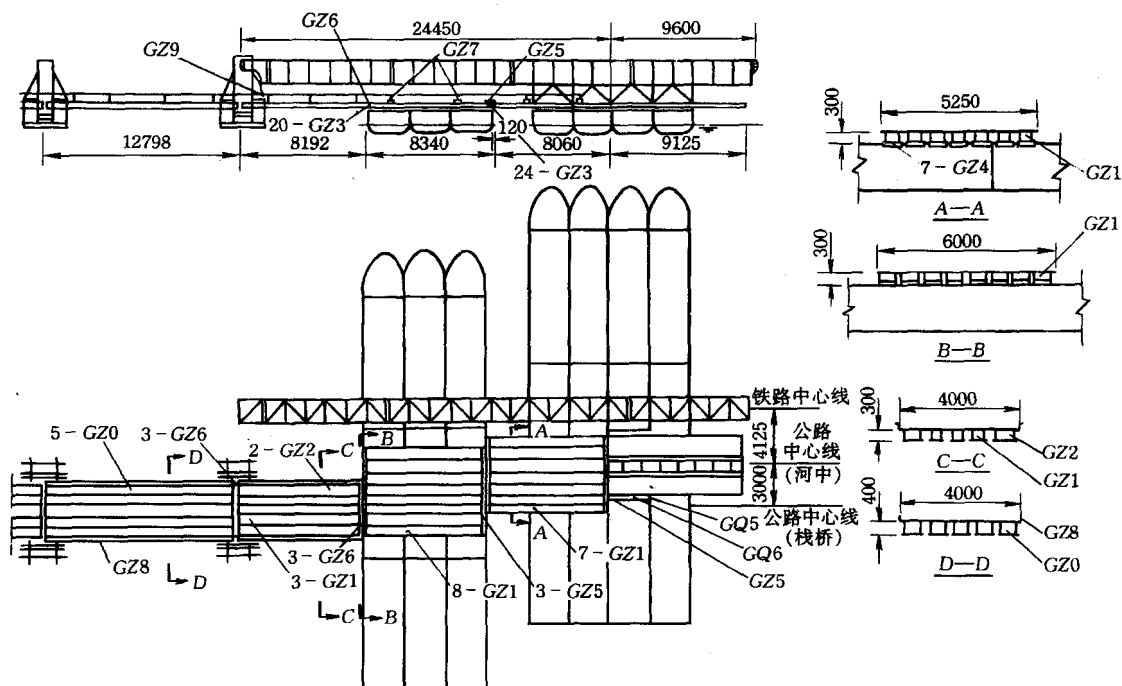


图 1—3 公路过渡部分(单位:mm)

铁路浮桥有就便铁路浮桥和制式铁路舟桥两种,就便铁路浮桥是指利用既有的梁和船(浮箱)拼架的铁路浮桥,即使用的不是专为拼架铁路浮桥设计的就便器材。铁路舟桥是指专为拼架铁路浮桥而设计的专用器材,可迅速拼架与拆除分解。由于受陆上公路、铁路运输条件的限制,浮墩一般由数个舟节组成,在水中再将舟节组成浮墩。带式桥是最经济和架设最快的舟桥制式器材,因为它是梁舟合一,结构受力合理,构造简单,架拆方便。

第三节 铁路浮桥的体系

浮桥体系按浮墩的布置可分为分置式浮桥和纵置式浮桥两种。

分置式铁路浮桥(图 1—4)是铁路浮桥的一种常用形式,其结构特点是船提供浮力,梁部结构承受浮桥纵向弯矩,需要较强的梁部结构。船体与桥轴线正交,宣泄河水通畅,水流阻力小,浮桥横稳性好。

纵置式铁路浮桥(图 1—5)的主要特点是驳船横河流放置,船除提供浮力外,还和梁部结构共同承受浮桥纵向弯矩,能有效地利用船体总纵强度,梁部结构简单,重量轻、拼组快。但阻水面积大,正倾水阻力增加,适应水流速度受到一定限制。

浮桥体系按河中部分梁部结构连接形式分,有简支体系、铰接体系和连续体系三种(图 1—6),各种体系的根本区别在于沿桥长方向,浮节间的梁部结构连接形式不同,各种体系的结构连接和计算是不同的。

简支体系浮桥的河中部分,当梁部结构的支座在船的浮心上[图 1—6,(a)]时,船只承受垂直反力。当梁部结构的支座不在船的浮心位置时,例如纵置式浮桥[图 1—6,(b)],船在承受垂直反力的同时,还承受反力矩的作用。铁路浮桥为了减少驳船端部的变位,梁的支座应尽

可能远离驳船端部。在简支体系中,浮墩是独立工作的,受力较大,需要很大的浮墩,以提供足够的浮力。浮桥纵断面呈折线形,桥面产生很大的纵向坡度,在梁部连接处产生较大冲击力。浮桥的水平刚度小,易产生水平弯曲,对行车不利。抗损性小,任何一个浮墩遭到破坏淹没时,墩上的两跨梁都会蹋落,中断桥上的行车。架设也很困难,架设速度慢。在水位变化时,梁部结构内没有附加应力。只有用大吨位驳船架设铁路浮桥时才采用简支体系。

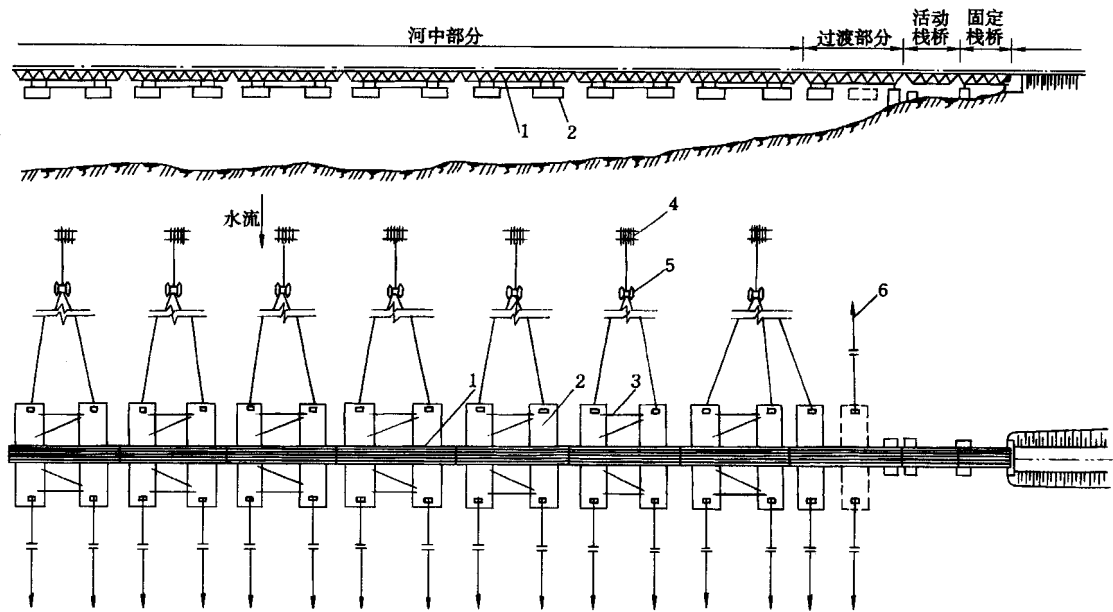


图 1—4 分置式铁路浮桥

1—浮桥梁;2—驳船;3—驳船之间的连接杆;4—犁锚;5—浮筒;6—大抓力锚。

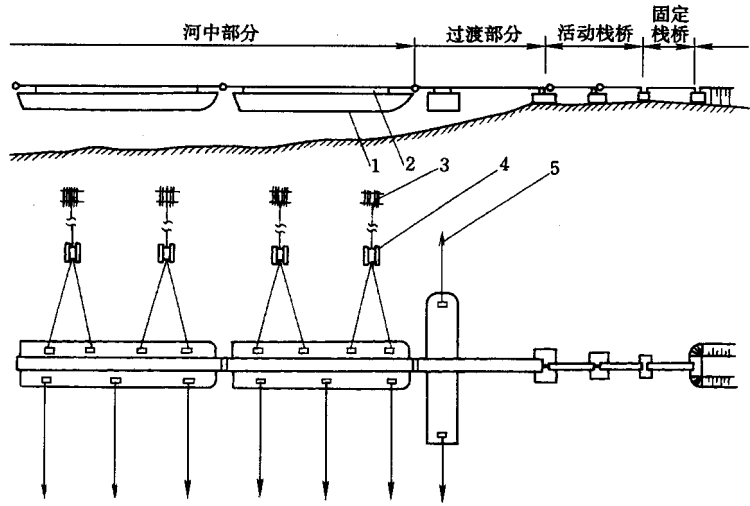


图 1—5 纵置式铁路浮桥

1—驳船;2—梁;3—犁锚;4—浮筒;5—大抓力锚。

铰接体系[图1—6,(c)、(d)]是超静定结构,活载由几个浮墩共同承受,所以浮墩的尺寸小于简支体系,河中部分纵剖面折角和纵坡比简支体系小。通常浮桥各相邻桥节间只用两个铰连接,