

公路工程施工技术问答丛书

桥梁施工技术问答

QIAOLIANG

侯永生 张振新 编著

SHIGONG JISHU WENDA

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

公路工程施工技术问答丛书

桥梁施工技术问答

侯永生 张振新 编著

中国铁道出版社

2014年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁施工技术问答/侯永生,张振新编著. —北京:
中国铁道出版社,2014.1
(公路工程施工技术问答丛书)
ISBN 978-7-113-17419-4

I. ①桥… II. ①侯… ②张… III. ①桥梁施工—问题
解答IV. ①U445-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 236930 号

书 名: 公路工程施工技术问答丛书
桥梁施工技术问答

作 者: 侯永生 张振新

策 划: 江新锡

责任编辑: 王 健 张卫晓 电话:010-51873065

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 焦桂荣

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京大兴新魏印刷厂

版 次: 2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷

开 本: 850mm×1168mm 1/32 印张:9 字数:236千

书 号: ISBN 978-7-113-17419-4

定 价: 25.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

目 录

第一章 桥梁基础知识	1
第一节 桥梁种类	1
第二节 桥梁构造	10
第二章 钢筋与混凝土	20
第一节 钢筋加工、连接、绑扎与安装	20
第二节 混凝土材料	29
第三节 混凝土配合比	48
第四节 混凝土搅拌、运输	55
第五节 混凝土浇筑	59
第六节 混凝土养护	69
第三章 模板、支架、拱架	73
第一节 模板、支架、拱架设计	73
第二节 模板的制作与安装	79
第三节 支架的制作与安装	84
第四节 模板、支架的拆除	88
第四章 桥梁基础工程	92
第一节 明挖地基	92
第二节 桩基础工程	101
第三节 沉井基础	111
第四节 地下连续墙	122
第五章 扩大基础、承台与墩台	130
第一节 扩大基础与承台施工	130

第二节	墩身、桥台施工	141
第三节	墩台帽、盖梁	147
第六章	预应力混凝土梁	163
第一节	预应力筋	163
第二节	锚具、夹具、连接器	169
第三节	混凝土浇筑	174
第四节	施加预应力	179
第五节	孔道压浆及封锚	188
第七章	混凝土梁桥施工	197
第一节	支架现浇	197
第二节	移动模架现浇	202
第三节	悬臂浇筑	207
第四节	悬臂拼装	213
第五节	装配式桥施工	219
第六节	预制梁安装	228
第八章	桥面及附属工程	236
第一节	支座	236
第二节	伸缩装置	243
第三节	桥面防水	250
第九章	桥梁常见质量问题预防与处理	255
第一节	桩基质量问题的预防与处理	255
第二节	桥梁预拱度偏差的预防与处理	261
第三节	混凝土质量问题的预防与处理	264
第四节	桥面铺装、支座病害的预防与处理	274

第一章 桥梁基础知识

第一节 桥梁种类

1101 桥梁是如何分类的?

(1)桥梁按使用性质分为公路桥、铁路桥、公铁两用桥、人行桥、农桥、过水桥(渠、渡槽)及其他专用桥梁(如通过管路、电缆)等;

(2)按跨径大小和多跨总长可分为小桥、中桥、大桥、特大桥;

(3)按行车道位置可分上承式桥、中承式桥、下承式桥;

(4)按承重构件受力情况可分为桥梁、板桥、刚构桥、吊桥、组合体系桥(系杆拱桥、斜拉桥);

(5)按使用年限可分为永久性桥、半永久性桥、临时性桥;

(6)按使用年限可分为泄洪桥(高水位桥)、浅水桥(低水位桥)、开启桥、浮桥;

(7)按材料性能可分为木桥、圬工桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥。

1102 桥梁按结构分为哪几大类,各自特点是什么?

按结构体系划分,有梁式桥、拱桥、刚架桥、悬索桥等四种基本体系。

(1)梁式体系

梁式体系是古老的结构体系。梁作为承重结构是以它的抗弯能力来承受荷载的。梁分简支梁、悬臂梁、固端梁和连续梁等,如图 1-1 所示。

(2)拱式体系

拱式体系的主要承重结构是拱肋(或拱箱),以承压为主,可采用抗压能力强的圬工材料(石、混凝土与钢筋混凝土)来修建。拱分单铰拱、双铰拱、三铰拱和无铰拱。拱是有推力的结构,对地基

要求较高,一般常建于地基良好的地区。混凝土拱桥一般采用无铰拱体系,如图 1-2 所示。

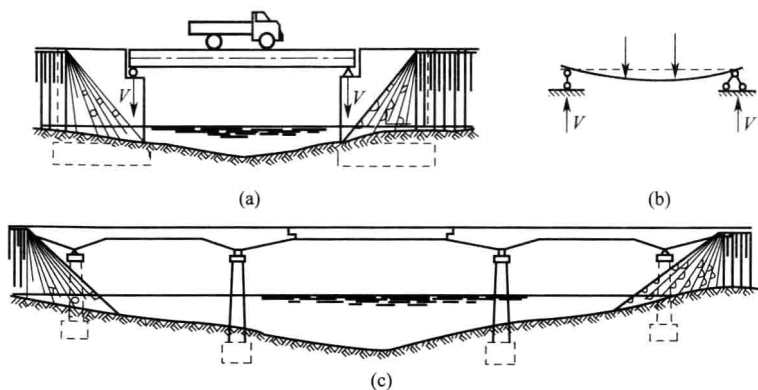


图 1-1 梁桥的形式

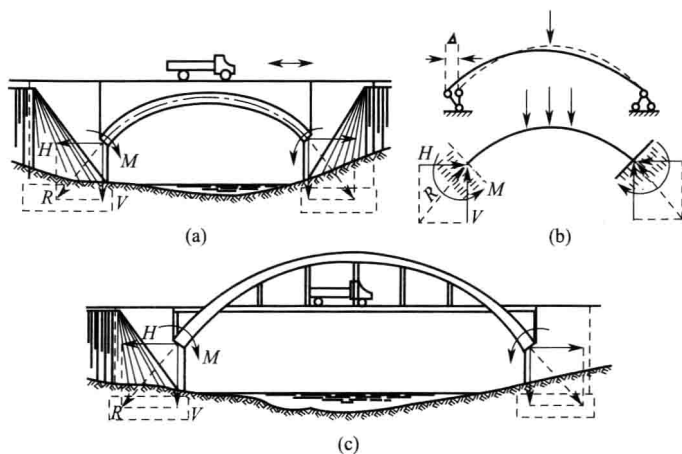


图 1-2 拱式桥

(3) 刚架桥

刚架桥是介于梁与拱之间的一种结构体系,整个体系是压弯结构,也是有推力的结构。刚架桥的桥下净空比拱桥大,在同样净

空要求下可修建较小的跨径。一般用于跨径不大的城市桥或公路高架桥和立交桥,如图 1-3 所示。

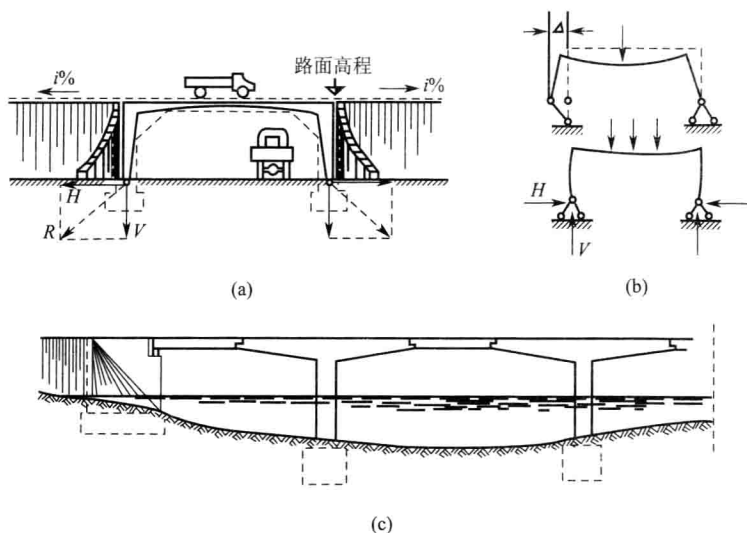


图 1-3 刚架桥

(4) 悬索桥

悬索桥是指以悬索为主要承重结构的桥。其主要构造是:缆、塔、锚、吊索及桥面,一般还有加劲梁。悬索桥是大跨桥梁的主要形式,因其主要杆件受拉力,材料利用效率最高,建大跨度桥方面比其他形式的桥梁更经济合理,如图 1-4 所示。

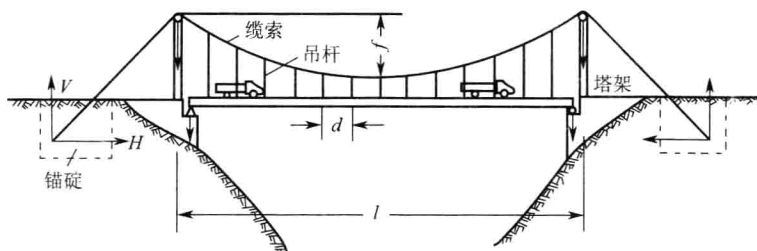


图 1-4 悬索桥

1103 桥梁的组合体系分为哪几种?

(1) 连续刚构

连续刚构是由梁和刚架相结合的体系,它是预应力混凝土结构采用悬臂施工法而发展起来的一种新体系,如图 1-5 所示。

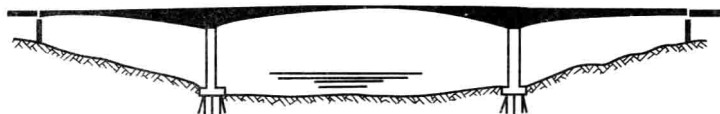


图 1-5 连续刚构桥

(2) 梁、拱组合体系

梁、拱组合体系中有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等。它们利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构,如图 1-6 所示。

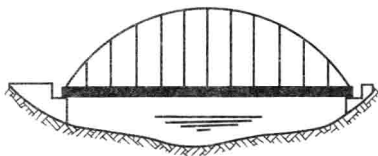


图 1-6 下承式拱桥

(3) 斜拉桥

斜拉桥是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。梁体用拉索多点拉住,好似多跨弹性支撑连续梁,使梁体内弯矩减小,降低建筑高度;又因栓焊连接于正交异性板的箱形断面构造的应用,使结构充分利用材料的受力特性,从而减小结构自重,节约材料,如图 1-7 所示。

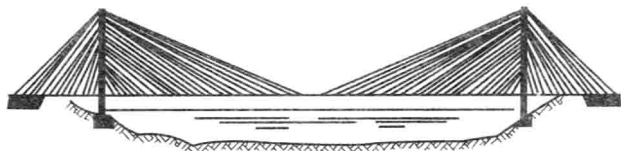


图 1-7 斜拉桥

1104 什么叫拱桥? 其分类和各自特点是什么?

以承受轴向压力为主的拱圈或拱肋作为主要承重构件的桥梁,拱结构由拱圈(拱肋)及其支座组成。拱桥可用砖、石、混凝土等抗压性能良好的材料建造;大跨度拱桥则用钢筋混凝土或钢材建造,以承受发生的力矩。

按拱圈的静力体系分为无铰拱、双铰拱、三铰拱。前二者为超静定结构,后者为静定结构。无铰拱的拱圈两端固结于桥台,结构最为刚劲,变形小,比有铰拱经济,结构简单,施工方便,是普遍采用的形式,但修建无铰拱桥要求有坚实的地基基础。双铰拱是在拱圈两端设置可转动的铰支承,结构虽不如无铰拱刚劲,但可减弱桥台位移等因素的不利影响,在地基条件较差和不宜修建无铰拱的地方,可采用双铰拱桥。三铰拱则是在双铰拱的拱顶再增设一铰,结构的刚度更差些,拱顶铰的构造和维护也较复杂,一般不宜作主拱圈。

拱桥按结构形式可分为板拱、肋拱、双曲拱、箱形拱、桁架拱。

1105 什么是活动桥? 常用的活动桥有哪些?

桥跨结构可以转动或移动的桥梁,又称开启桥。当陆地运输不甚繁忙,河流上有船舶航行而固定式桥梁不能建造在通航净空以上时,就需要建造活动桥。多建在河流的下游、靠近入海口城市中水陆交通交叉处,多采用钢结构。常用的活动桥有:

(1)立转桥。航道上面的桥跨结构在立面上可旋转开合的桥梁。从一端开合整跨活动结构的称单叶式立转桥;从两端开合分为两部分活动结构的称双叶式立转桥。活动结构设有铰和平衡重等机械装置和电动设备。

(2)升降桥。通航部分的桥跨做成可升降的结构,桥两端各有一座塔架,放置升降用机、电动装置和平衡重。如天津市1985年建成的海门桥。

(3)平转桥。桥跨结构绕一根竖轴旋转的活动桥。平转 90° 时,可通过船只。设有活动通航孔的浮桥,称特殊活动桥

1106 什么是军用桥梁? 其分类和各自特点是什么?

为保障军队通过江河、峡谷、沟渠等障碍而架设的临时性桥梁。一般由上部结构(桥跨结构)和下部结构(桥脚)组成。其基本特点是:结构型式简单,作业简便,架设时间短,修复容易。

军用桥梁按使用的器材不同,可分为便桥和制式桥。便桥是使用就便材料或预制构件架设的,其主要特点是材料来源广。制式桥是应用制式器材组合而成,其主要特点是:构件互换性好,结构适应性强,架设准备作业量小,可反复拆装使用,机动性大。

军用桥梁按载重能力的不同,可分为重型、轻型、驮载和徒步等桥梁。重型桥能保障中型以上坦克和其他相应的履带式和轮式车辆通行;轻型桥能保障轻型坦克和其他相应的履带式和轮式车辆通行;驮载桥可供骡马驮载装备通过;徒步桥仅供武装人员徒步通行。

军用桥梁按有无中间桥脚,可分为多跨桥和单跨桥。多跨桥按中间桥脚型式,又可分为浮游桥脚桥(简称浮桥)和固定桥脚桥(简称固定桥)。

1107 什么是立交桥? 其分类有哪些?

为保证交通互不干扰,在道路、铁路交叉处建造的桥梁。广泛应用于高速公路和城市道路中的交通繁忙地段。

按跨越形式分为:

(1)跨线桥指在既有线路之上跨越。又分为分离式和互通式。前者只保证上下层线路的车辆各自独立通行;后者能使上下层线路的车辆相互通行,在平面和立面上修建复杂的迂回匝道,占用很多土地。为减少噪声,多采用预应力混凝土桥。

(2)地道桥指从地下穿越既有线路。由桥洞、引道和附属结构组成,修建时,需拆迁地下管线,附属工程量大,远不如修建跨线桥

经济,且设计时应注意净空、通风、照明、排水和防冰(严寒地带)等要求。

1108 什么是梁桥?按照主梁的受力体系分哪几类?

指以受弯为主的主梁作为承重构件的桥梁。主梁可以是实腹梁或桁架梁。实腹梁构造简单,制造、架设和维修均较方便,广泛用于中、小跨度桥梁,但在材料利用上不够经济。桁架梁的杆件承受轴向力,材料能充分利用,自重较轻,跨越能力大,多用于建造大跨度桥梁。

梁桥为桥梁的基本体系之一,使用广泛,在桥梁建筑中占有很大比例,其上部结构可以是木结构、钢结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构或钢筋混凝土桥面。按照主梁的受力体系,分为简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥。

(1)简支梁桥。主梁以孔为单元,两端设有支座,是静定结构。一般适用于中、小跨度,结构简单,制造、运输和架设均方便,多做成标准设计,以便于构件生产工艺工业化、施工机械化,提高质量,降低造价。

(2)连续梁桥。主梁若干孔为一联,连续支承在几个支座上,是超静定结构。当跨度较大时,采用连续梁较省材料,更适合用悬臂拼装或悬臂灌注、纵向拖拉或顶推法施工。

(3)悬臂梁桥。上部结构由锚固孔、悬臂和悬挂孔组成,悬挂孔支承在悬臂上,用铰相联。有单悬臂梁桥(三跨构成,中跨较大以满足通航要求)和双悬臂梁桥(可构成多跨的长大梁桥)。

1109 什么是桥梁?桥梁的组成和分类方法有哪些?

供铁路、道路、渠道、管线、行人等跨越河流、山谷或其他交通线路时修建的建筑物。

组成由上部结构和下部结构组成。桥梁上部结构(又称桥跨结构)承担线路荷载,跨越障碍,由桥面系、主要承重结构和支座组成。桥面系一般由桥面、纵梁和横梁组成。主要承重结构承担上

部结构所受的全部荷载并传给支座,如桁架梁桥的主桁、实腹梁桥的主梁、拱桥的拱肋(拱圈)。支座设于桥台(墩)顶部,支承上部结构并将荷载传给下部结构的装置。桥梁下部结构是桥台、桥墩及桥梁基础的总称,用以支承上部结构并将荷载传给地基。

分类桥梁有多种分类方法:

(1)按主要承重结构体系分,有梁桥、拱桥、悬索桥、刚架桥、斜拉桥和组合体系桥等,前三种是桥梁的基本体系。

(2)按上部结构的建筑材料分,有木桥、石桥、混凝土桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和结合梁桥等。木材易腐蚀多用于临时性桥梁。石料和混凝土抗压强度高而抗拉强度低,主要用于拱桥。钢筋混凝土桥为耐压的混凝土和抗拉、抗压性能均好的钢筋结合而成的桥,主要用于跨度不大的梁桥和拱桥。预应力混凝土桥是用高强度钢丝(筋)和高强度混凝土建成。

1110 什么叫桥梁工程?

桥梁工程是指桥梁勘测、设计、施工、养护和检定等工作过程,及研究这一过程的科学和工程技术。是土木工程的一个分支。

桥梁是线路的重要组成部分。每当运输工具发生重大变化,对桥梁在载重、跨度等方面便提出新的要求,从而推动桥梁工程技术的发展。

桥梁工程又在推广新桥型(用正交异性钢桥面板的箱形截面钢实腹梁桥、预应力混凝土桥和斜拉桥),提高质量、降低造价和养护费等方面获得很大进展。

1111 什么是刚架桥及框构桥?

钢筋混凝土刚架桥是由钢筋混凝土支柱及与支柱刚性连接的肋形桥跨结构所组成,这些构件合成为一个负荷载重的整体结构。刚架桥的支柱与基础的结合可用铰支承或固定支承。钢筋混凝土梁跨结构与支柱(或整板)及基础(为整板)形成一个刚性连接的闭合框架结构则称框架桥(即俗称框构桥)。众多的地道桥常采用此

结构形式。

1112 不同桥梁的上部结构受力有什么特点?

1. 斜交板桥

(1) 荷载有向两支承边之间最短距离方向传递的趋势;

(2) 各角点受力情况可用比拟连续梁的工作来描述,钝角处产生较大的负弯矩,反力也较大,锐角点有向上翘起的趋势;

(3) 在均布荷载作用下,当桥轴向的跨长相同时,斜板桥的最大跨内弯矩比正桥要小;

(4) 在均布荷载作用下,当桥轴向的跨长相同时,斜板桥的跨中横向弯矩比正桥要小。

2. 装配式钢筋混凝土简支 T 梁

梁肋与翼板(桥面板)结合在一起作为承重结构,肋与肋之间处于受拉区域的混凝土得到较大挖空,减轻结构自重。既充分利用扩展的桥面板的抗压能力,又有效地发挥梁肋下部受力钢筋的抗拉作用。

3. 预应力混凝土简支 T 梁

预应力混凝土简支梁存在核心距的概念,其越大则抗力效应增加,为提高核心距,在构造上可采用大翼缘、薄肋板、宽矮马蹄的结构形式。配合梁内正弯矩的分布,防止出现拉应力,纵向预应力筋须在梁端弯起或中间截断张拉。但弯起可增强支点附近的抗剪能力。

4. 连续体系桥梁

(1) 由于支点存在负弯矩,使跨中正弯矩显著减少,可以减少跨内主梁的高度,提高跨径,当加大支点截面附近梁高形成变截面时,还可进一步降低跨中弯矩;

(2) 由于是超静定结构,产生附加内力的因素包括预应力、混凝土的收缩徐变、墩台不均匀沉降、截面温度梯度变化等;

(3) 配筋要考虑正负两种弯矩的要求,顶推法施工要考虑截面正负弯矩的交替变化。

5. 斜拉桥

(1)斜拉索相当于增大了偏心距的体外索,充分发挥抵抗负弯矩的能力,节约钢材;

(2)斜拉索的水平分力相当于混凝土的预压力;

(3)主梁多点弹性支承,高跨比小,自重轻,提高跨径。

6. 悬索桥

(1)主缆为主要承重结构,其巨大的拉力需要牢固的地锚承受,对于连续吊桥,中间地锚的两侧拉索水平推力基本平衡,主要利用自重承受向上的竖向力;

(2)主缆的变形非线性,一般采用挠度理论或变形理论,挠度理论是考虑原有荷载(如恒载)已产生的主缆轴力对新的荷载(如活载)产生的竖向变形(挠度)将产生一种新的抗力,在变形之后再考虑内力的平衡;变形理论将悬索桥看作为由各单根构件所组成的结构体系,在力学分析中先计算每个构件的刚度,放入结构体系的矩阵内,进行总体平衡的求积。

7. 拱桥

拱桥的拱圈是桥跨结构的主要承载部分,在竖直荷载作用下,拱端支撑处不仅有竖向反力,还有水平推力,这样拱的弯距比相同跨径梁的弯矩小得多,而使整个拱主要承受压力。

第二节 桥梁构造

1201 桥梁由那些部分组成?

桥梁由上部结构、下部结构、支座系统和附属设施四个基本部分组成。

上部结构通常又称为桥跨结构,是在线路中断时跨越障碍的主要承重结构;下部结构包括桥墩、桥台和基础;桥梁附属设施包括桥面系、伸缩缝、桥头搭板和锥形护坡等,桥面系包括桥面铺装(或称行车道铺装)、排水防水系统、栏杆(或防撞栏杆)、灯光照明等。

1202 表述桥梁跨度与高度的术语有哪些? 各代表什么含义?

(1)净跨径。梁式桥是设计洪水位上相邻两个桥墩(或桥台)之间的净距,用 l_0 表示。对于拱式桥是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离,如图 1-8 和图 1-9 所示。

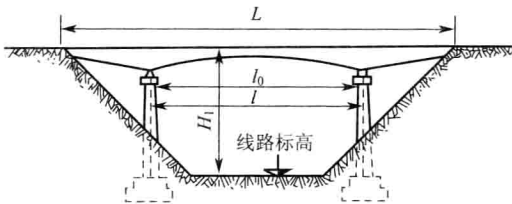


图 1-8 带悬臂的桥梁

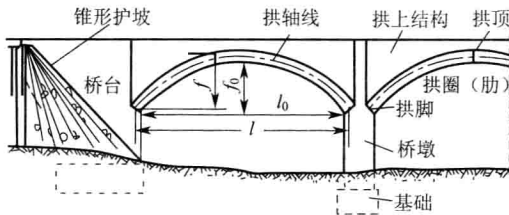


图 1-9 拱桥概貌

(2)总跨径是多孔桥梁中各孔净跨径的总和,用 $\sum L_0$ 表示也称桥梁孔径,反映了桥下宣泄洪水的能力。

(3)计算跨径对于具有支座的桥梁,是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离,用 l 表示。拱圈(或拱肋)各截面形心点的连线称为拱轴线,计算跨径为拱轴线两端点之间的水平距离。

(4)桥梁全长简称桥长,是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离,以 L 表示。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长,如图 1-8 所示。

(5)桥梁高度简称桥高,指桥面与低水位之间的高差,或为桥面与桥下线路路面之间的距离,以 H_0 表示。桥高在某种程度上

反映了桥梁施工的难易性。

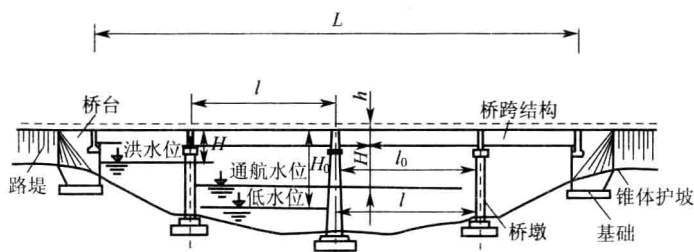


图 1-10 有桥台桥梁

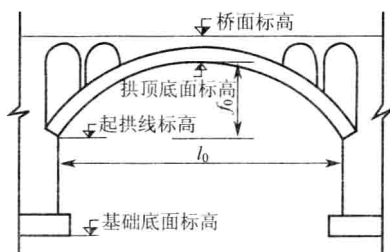


图 1-11 拱桥的标高

(6) 桥下净空高度是设计洪水位或计算通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离,以 H 表示,它应能保证安全排洪,并不得小于对该河流通航所规定的净空高度。

(7) 建筑高度是桥上行车路面(或轨顶)标高至桥跨结构最下缘之间的距离,它不仅与桥梁结构的体系和跨径的大小有关,而且还随行车部分在桥上布置的高度位置而异。公路(或铁路)定线中所确定的桥面(或轨顶)标高,对通航净空顶部标高之差,又称为容许建筑高度。桥梁的建筑高度不得大于其容许建筑高度,否则就不能保证桥下的通航要求。

(8) 净矢高是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下线最低点之连线的垂直距离,以 f_0 表示,计算矢高是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离,以 f 表示。