

跨越通航河流桥梁的净空问题

林 骏

(长沙交通学院)

1979年交通部组织“全国天然渠化河流及人工运河通航试行标准”(以下简称“63”标准)进行修订时,收集各部门对“63”标准反映的主要意见综合如下:

1. 各省航运部门意见:江苏省认为原订通航净高标准偏低。河南、湖南、广西、贵州、云南、福建、四省等省认为原“63”标准偏高,要求适当降低。其余各省希望保持标准的连续性,不宜作大的变动。

2. 铁路、公路桥梁部门意见:(1)通航标准涉及面广,要全面考虑经济效益。现在航道迄今尚未正式审批定级,仅为航运部门的规划意见。桥梁提高净空高度后,桥头引线及桥梁工程造价都增加不少,火车、汽车爬高增加长期运营费也很多。据14个省已建与拟建的80多座铁路、公路大型桥梁进行通航水位的调查验算,有近50%比“63”标准规定的水位低,改建更加困难。特别是城市桥梁纵坡受限制,更难满足要求。(2)设计最高通航水位是通航的上限水位,除了桥梁等以外,船闸等通航建筑物也同样存在。桥梁通航净空是按设计最高通航水位时,标准船型空载时的水线以上高度确定的。如遇到更大的洪水,标准船型不能过桥,其余较小型的船仍可畅通无阻。对船闸等通航建筑物来说,则遇到最高通航水位就停止运行,无论大小船舶都不能通过。目前全国绝大部分已建成的通航建筑物的设计最高通航水位标准要比上、下游河段的桥梁标准低。例如大型通航建筑物长江葛洲坝枢纽三江船闸采用最大通航流量、水位相当于五年一遇。大江船闸最大通航流量、水位只相当于1.5年一遇,而下游39公里处的宜都大桥采用20年一遇洪水位。同为最高通航水位,对桥梁与船闸相差如此悬殊,很不合理。

现就作者参加航道水文编写工作的体会,将有关跨越通航河流桥梁的净空问题探讨如下:

一、通航河流的桥高由通航要求控制:铁路桥梁通航孔一般净宽问题不大,关键是通航净高。我国(除少量峡谷河段外)测站统计300年一遇比20年一遇洪水位提高2~5.5米,往往平原河流水位相差小而通航净高要求大,因此通航水位加净高成为控制桥高的决定因素。据21座大桥调查(包括长江7座、黄河4座、珠江、赣江、鸭绿江、崑江各1座、湘江2座。其中铁路桥14座)均为通航水位控制桥高。

公路仍以拱桥为主要桥型,由于设计水平和施工工艺提高,净跨也不成问题。关键是通航净空控制起拱线影响桥高。据湘江的衡阳、祁阳两桥设计,如航道等级降低一级,桥高可降低2~3.5米,包括路堤、拆迁在内的桥梁总投资可减少约 $\frac{1}{3}$,说明正确处理通航与建桥的问题潜力很大。

二、通航水位计算方法的评述及标准拟定原则:

(一)五十至六十年代武汉长江桥及重庆白沙沱桥先后应用苏联标准3035—45与HCII-103-52确定通航水位,该标准受“计算年度”的洪水过程线控制,该年洪峰历时短,水位涨落幅度大、选定值就小;反之,就偏大。如白沙沱桥统计系列长短不同,设计最高通航水

位相差4.11米。因为苏联河流每年有4~6个月冰冻封航，大多数为融雪洪峰。而我国为多个雨洪峰，从地理、水文特性，通航历时分析苏联公式不能在我国应用。

(二) 频率计算法：以年最高(瞬时)水位为样本，观测系列不少于20年包含有丰、中、枯典型。有历史洪水应另加处理。可应用皮尔逊-III型理论频率适线。该法概念明确，便于应用，是推荐的方法。

天然河流设计最高通航水位采用了24条河流65个测站的水位频率及14省80多座桥梁验算并结合沿河城镇及航运设施的高程综合分析：一至三级航道属国家干线、为水运动脉，其20年一遇洪水历时1~3天，若降至10年一遇，水位只降低0.5~1.0米，历时将延长5~20天，对航行不利，故定为20年一遇。四、五级航道取10年一遇，若航道规划为全国统一的水运网应采用20年一遇与其它航道一致，如淮河的五河站提高为20年一遇水位仅高0.75米，高水停航将减少19天。但对于洪峰历时短、货运要求较低的航道可降低至5年一遇。如嘉陵江北碛从10年降至5年水位可降低2.3米，历时仅延长两天。这些河流的设计通航水位适当降低对建桥是有利的。

六、七级航道取5年一遇时高水停航1~5天，而降至2~3年一遇水位可下降1~3米，历时延长3~4天，故可根据货运量大小与航运部门协商确定。

表1 设计最高通航水位标准比较

航道等级	一	二	三	四	五	六	七
原“63”标准	20年	20年	20年	20年	10年	10年	—
综合分析后修订	20年	20年	20年	10~20年	5~10年	2~5年	2~5年

三、桥梁净空尺度：包括最高通航水位以上的净空和设计最低通航水位时桥墩间的净跨。天然与人工运河净宽均按单向行驶(桥孔内不错船)考虑。当桥墩轴线与水流流向偏角不大于 5° 时按船队宽度、漂角影响的驾驶偏差距及航道富裕与桥墩安全富裕四项组成。净高则按设计船型空载水线以上高度(不包括桅杆、探照灯架活动部分)加上富裕高度组成。各航道要求的桥下净空参见图1、图2，其中五至七级考虑了拱桥或底梁带斜撑的情况。

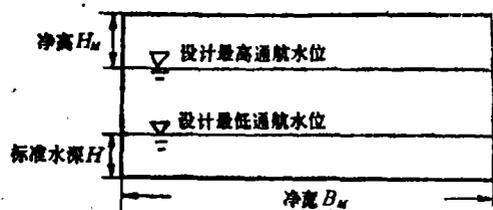


图1 跨越一至四级航道的桥下净空图

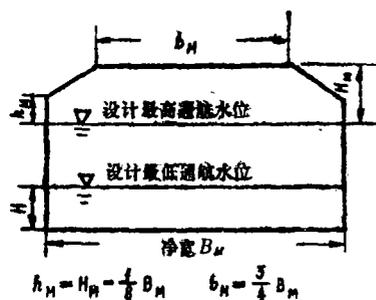


图2 跨越五至七级航道的桥下净空图

净宽是根据在长江、川江、鄱阳湖、洞庭湖及湘江的实航观测资料得出的航迹带宽度确定。船的纵轴与航线偏角——航漂角取 3° ；偏离航线的偏航角则考虑在富裕宽度内。如桥墩采用桩基、其承台或扩大基础均应在设计水位以下满足标准水深的航宽要求、施工围堰等水下障碍物应予清除干净。净高是依据全国各通航河流现有大量的较先进有发展前途的船型资料统计分析出

表2

跨越通航河流桥梁净空尺度比较表

项目	比较指标	航道等级						
		一	二	三	四	五	六	七
净宽	原“63标准”规定(H)	70	70	60	44	32~38.5	20~30	—
	按实船观测计算要求(H)	80~150	50~100	40~90	35~60	30~50	20~30	15~20
净高	原“63标准”规定(H)	12.5	11	10	7~8	4.5~5.5	3.5~4.5	—
	按实船调查分析要求(H)	18~24	10~18	10~18	8	5.5~8	4~6	3.5~4.5

注：表列数据系调查分析资料，不能作依据，应以正式颁布之标准所列数据为准。

四、水位样本的比较：按通航要求用日平均水位作样本较合理。路桥部门习惯于流量统计，再查水位流量关系换算水位。水利部门采用年最高水位统计。各种方法差别究有多少？现以湘江湘潭与长沙站分别统计如表三：

表3

湘潭、长沙瞬时与日平均水位统计成果表

站名	系 列	统计样本	相应以下重现期水位			
			二十年	十年	五年	二年
湘 潭	1951—76 n = 26年	H (瞬)	41.64	40.87	40.10	38.56
		H (日平均)	41.54	40.77	40.00	38.46
长 沙	1951—76 n = 26年	H (瞬)	35.96	35.49	34.64	33.61
		H (日平均)	35.87	35.40	34.53	33.52

再以湘潭与沅陵站不同方法统计如表四

可见日平均与瞬时样本统计差在0.09~0.11米，而直接用水位统计比通过流量再查水位偏高0.1~0.5米。随重现期增大差别愈大。原因是流量受涨落率影响，水位流量关系成绳套形，且受下游顶托影响。因此以水位直接统计为合理。

我国的通航水文情况十分复杂，进行水文分析计算要依据标准并结合当地航运要求采用不同方法进行技术经济比较，再与有关部门协商定出，才能合理解决问题。

表4

湘潭、沅陵不同方法统计成果表

站名	统计样本	相应下列重现的水位(或流量)		
		二十年	十年	五年
湘 江	H (瞬) (米)	41.64	40.87	40.10
	Q_p (米 ³ /秒)	20,150	18,200	16,120
湘 潭	由 Q_p 查出之 H_p (米)	41.16	40.61	40.00
沅 江	H (瞬) (米)	99.53	98.85	98.04
	Q_p (米 ³ /秒)	22,900	21,100	19,100
沅 陵	由 Q_p 查出之 H_p (米)	99.25	98.68	97.85