

文章编号: 1001-7372(2000)01-0031-07

大跨径预应力混凝土连续刚构桥 的现状和发展趋势

周军生, 楼庄鸿

(北京建达道桥咨询公司, 北京 100101)

摘要: 阐述了连续刚构桥是大跨径梁桥发展的必然趋势, 以及要解决的防止过大温度应力及防止船撞的措施; 收集和分析了国内外大跨径连续刚构桥的数据和资料, 论述了上部构造轻型化和取消落地支架合拢边跨等趋势。

关键词: 连续刚构; 双壁墩身; 上部构造轻型化

中图分类号: U 448.23 **文献标识码:** A

The status quo and developing trends of large-span prestressed concrete bridges with continuous rigid frame structure

ZHOU Jun-sheng, LOU Zhuang-hong

(Beijing Jianda Road & Bridge Consulting Company, Beijing 100101, China)

Abstract: Adopting the structure of continuous rigid frame in construction of large-span beam bridge is an inevitable developing trend. The measures for decreasing temperature stress and protecting piers from vessel impacting are described. The data from some of domestic and overseas large-span beam bridges with continuous rigid frame structure are given and analyzed. The superstructure-lightening and non-drop-construction for closing-up of side span are discussed in the paper.

Key words: continuous rigid frame; pier with double wall; superstructure-lightening

1 大跨径混凝土梁式桥的发展趋势

随着高速交通的迅速发展, 要求行车平顺舒适, 多伸缩缝的 T 型刚构也不能很好满足要求, 因此连续梁得到了迅速的发展。悬臂施工时, 梁墩临时固结, 合拢后梁墩处改设支座, 转换体系而成连续梁。连续梁除两端外其他无伸缩缝, 有利于行车, 但需梁墩临时固结和转换体系; 同时需设大吨位盆式支座, 费用高, 养护工作量大。于是连续刚构应运而生, 近年来得到较快的发展。其结构特点是梁体连续, 梁墩固结, 既保持了连续梁无伸缩缝、行车平顺的优点, 又保持了 T 型刚构不设支座、不需转换体系的优点, 方便施工, 且有很大的顺桥向抗弯刚度和横向抗

扭刚度, 能满足特大跨径桥梁的受力要求。国内外一些大跨径的连续刚构桥, 详见表 1、2。

2 连续刚构桥要解决的两个特殊问题

2.1 减小温度内力

2.1.1 减小墩的抗推刚度

墩的抗推刚度小, 温度内力就小。一般连续刚构适用于高墩的场合; 如果墩身不够高, 也可设计成柔性的桩基, 使墩具有较小的抗推刚度。

在墩身的布置上, 一般采用双壁墩身, 其抗推刚度仅为墩身绕自身形心轴抗推刚度之和, 而不是绕桥墩中心线的抗推刚度, 因而较小。双壁墩也可减小梁的负弯矩峰值, 而且又有较大的抗弯刚度, 除墩身

收稿日期: 1999-05-17

作者简介: 周军生(1969-), 男, 工程师



表1 国外大跨径混凝土连续刚构桥(L > 190 m)

序号	桥名	国家	建成年	跨径/m	边跨主跨	截面	梁高/m		高跨比		梁宽/m		板厚/cm			最大底板厚跨比	边跨合拢方法	备注
							根部	跨中	根部	跨中	顶	底	顶板	底板	腹板			
1	Raft Sundet 桥	挪	1999	86+ 202+ 298+ 125		单室箱	14.5	3.5	1/20	1/85	10.3	7	28	26~ 120	30~ 40	1/248	3	主跨中部 224 m 用 C60 轻质混凝土, 两侧各 37 m 用 C65, 桥在 R = 3 000 m 平曲线上
2	门道(Gateway)桥	澳	1985	145+ 260+ 145	0.558	单室箱	15.68	5.2	1/16	1/50	21.93	12	25	30~ 180	65~ 75	1/144	4	边跨与引桥悬臂(16 m), 以能传递剪力和弯矩, 但不约束水平变位的装置连接
3	Schottwien 桥	奥	1989	250													4 跨	
4	Doutor 河桥	葡	1990	250													3 跨, 铁路双线, 又称 Oporto 桥	
5	Houston 运河桥	美	1982	114+ 228.6+ 114	0.499	双室箱	14.6	4.6	1/15	1/49	7	18					刚性墩	
6	Mooney 桥	澳	1985	130+ 220+ 130	0.591	分离双箱	12.5	4.25	1/17	1/51	8	12.3	6	30~ 138	55	1/159	4	
7	Owll 桥	英	1984	190		两单室箱	12	4	1/15	1/47	5						全长 1 288 m, 无伸缩缝	

表2 中国大跨径混凝土连续刚构桥(L > 120 m)

序号	桥名	建成年	跨径/m	边跨主跨	截面	梁高/m		高跨比		梁宽/m		板厚/cm			最大底板厚跨比	边跨合拢方法	备注			
						根部	跨中	根部	跨中	顶	底	顶板	底板	腹板						
1	虎门大桥辅航道桥	1997	150+ 270+ 150	0.556	单室箱	14.8	5	1/18	2	1/54	15	7	25	32~ 130	40~ 60	1/207	7	设计最终建议用导梁浇筑混凝土合拢边跨, 实际支架上合拢	双幅, 桥在 R = 7 000 m 平曲线上	
2	重庆黄花园大桥	1999	137+ 3 × 250+ 137	0.548	单室箱	13.8	4.3	1/18	1	1/58	15	7	25	28~ 150	40~ 70	1/166	7	落地支架	双幅, 连续长度 1 024 m	
3	马鞍山嘉陵江大桥		146+ 3 × 250+ 146	0.584	单室箱	13.7	4.2	1/18	2	1/59	11.5	5.5	25	32~ 150	40~ 60	1/166	7	落地支架	双幅, 连续长度 1 042 m	
4	黄石长江大桥	1995	162.5+ 3 × 245+ 162.5	0.663	单室箱	13	4.1	1/18	8	1/59	8	19.6	10	25	32~ 135	50~ 80	1/181	5	落地支架	连续长度 1 060 m
5	江津长江大桥	1997	140+ 240+ 140	0.583	单室箱	13.5	4	1/17	8	1/60	22	11.5	25	32~ 120	50~ 80	1/200				
6	重庆高家花园嘉陵江大桥	1997	140+ 240+ 140	0.583	单室箱		3.6			1/66	7	15	36	8	32~ 120	40~ 60	1/200	落地支架	双幅	
7	泸州长江二桥		140+ 240+ 55.5	0.583	单室箱	13.5	4	1/17	8	1/60	25	13							55.5 m 边跨重力式锚碇桥台	
8	南澳跨海大桥		122+ 221+ 122	0.552	单室箱	11	3	1/18	6	1/73	7	17.1	8	25	32~ 110	40~ 60	1/209		设计建议用导梁浇筑混凝土, 合拢边跨	梁底用 1.65 次方抛物线
9	华南大桥	1998	110+ 190+ 110	0.579	单室箱	9.5	3	1/20	1	1/63	3	17.75	9.5	28	32~ 100	35~ 55	1/190		设计建议用接长的挂篮浇筑混凝土合拢边跨, 实际支架上合拢	梁底用 1.5 次方抛物线
10	洛溪大桥	1988	65+ 125+ 180+ 110	0.611/0.52	单室箱	10	3	1/18	1	1/60	15.14	8	28	32~ 120	50~ 70	1/150		落地支架		
11	宁波大榭跨海大桥	1999	123.6+ 170+ 123.6	0.727																
12	攀钢专用线金沙江大桥	1996	100+ 168+ 100	0.595	单室箱	10.5	4.5	1/16	1	1/37	3	12.6	7		75~ 120	70~ 90	1/140	落地支架	铁路单线	
13	三门峡黄河大桥	1993	105+ 4 × 160+ 105	0.656	单室箱	8	3	1/20	1	1/53	3	17.5	9	25	25~ 100	40~ 65	1/160	落地支架		
14	福建平潭大桥		90+ 3 × 160+ 90	0.563	单室箱	8	3	1/20	1	1/53	3	17	9							悬拼
15	冷水滩湘江大桥	1994	89.1+ 155+ 89.1	0.575	单室箱	9	3.2	1/17	2	1/48	4	18.5	9							
16	沅陵沅水大桥	1991	85+ 140+ 85+ 42	0.607	单室箱	8	2.8	1/17	5	1/50	14	8	26	30~ 80	40~ 60	1/175		一侧支架, 一侧与引桥顶推悬出 13.5 m 合拢		
17	厦门海沧大桥西航道桥	1999	78+ 140+ 78+ 42+ 42	0.557	单室箱	7.5	2.5	1/18	7	1/56	15.25	7	28	32~ 85	50~ 65	1/164	7		双幅, 桥在 R = 900 m 平曲线及缓和曲线上	
18	津市灞水大桥	1989	88+ 135+ 88	0.652	单室箱	8	3.5	1/16	9	1/38	6	16.5								
19	广东石南大桥	1991	75+ 135+ 75	0.556	单室箱	7.5	2.5	1/18	1	1/54	16.5	8								
20	福建刺桐大桥	1997	90+ 130+ 90	0.692	单室箱	7	2.5	1/18	6	1/52	13.2	6.6	25	25~ 100	40~ 60	1/130			双幅	
21	南昆铁路清水河桥	1998	72.8+ 128+ 72.8	0.569	单室箱	8.8	4.4	1/14	5	1/29	1	8.1	6.1	50	40~ 90	40~ 70	1/142	2	先合拢中跨, 后边跨, 搭架	铁路单线
22	珠海大桥	1993	70+ 2 × 125+ 70	0.560	单室箱	6.8	2.5	1/18	4	1/50	13.3	7	28	~ 70	40~ 54	1/178	6	落地支架	双幅, 梁底用 1.8 次方抛物线	
23	广西六律邕江大桥		80+ 125+ 80	0.640	单室箱	6.8	2.5	1/18	4	1/50	13.5	7		32~ 80	40~ 55	1/156	3		双幅	
24	东明黄河大桥	1993	75+ 7 × 120+ 75	0.625	单室箱	6.5	2.6	1/18	5	1/46	2	18.34	9	25	25~ 80	40~ 55	1/150	落地支架	中间 4 墩梁墩固结, 其他墩设滑动支座, 为连续刚构和连续梁结合的结构体系	
25	南海金沙大桥		66+ 120+ 66	0.550	单室箱	6	2.5	1/20	1	1/48	21	11	28	32~ 60	40	1/200		用导梁浇筑混凝土, 合拢边跨		

绕自身形心轴的抗弯刚度之和外, 还有更大的双壁形成的抗弯刚度, 可以保持桥面的平整。双壁墩身一般为箱形截面, 近来有往单室箱方向发展的趋势(图 1)。在跨径小于 120 m, 双壁墩身可为工字形截面,

或矩形截面。国外跨径 228.6 m 的美国 Houston 运河桥, 则采用了刚性墩, 是比较少有的连续刚构墩身形式。

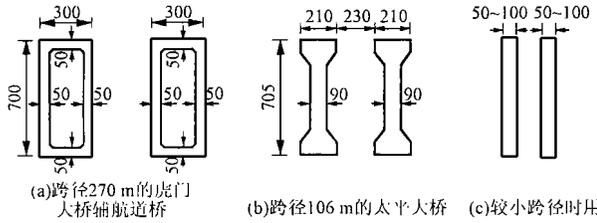


图 1 双壁墩身截面/cm

2.1.2 连续刚构总长不宜过大

随着设计水平的提高, 连续刚构长度不断增大, 目前国内最长的连续刚构是黄石长江大桥, 跨径是 162.5 m + 3 × 245 m + 162.5 m, 全长 1 060 m。在条件适宜下, 总长可以进一步增大到 1 200 m 或更长。

为了防止温度内力过大, 连续刚构总长不宜过大。在某些场合下, 可以采用连续刚构与连续梁桥相结合的结构体系。中国东明黄河大桥跨径 75 m + 7 × 120 m + 75 m, 由于墩高仅 9.1 m, 8 个主墩中, 中间 4 个墩梁墩固结, 为连续刚构; 两侧各 2 个墩上设滑动支座, 为连续梁, 成为连续刚构和连续梁相结合的结构体系, 可以减小温度内力。

2.2 防止船只碰撞

江河中的连续刚构双壁墩, 通常不能承受船撞力的直接撞击, 必须采取措施, 防止船只碰撞。

中国的连续刚构桥, 曾采用以下几种防撞措施:

2.2.1 墩周设人工刚性防撞岛

中国洛溪大桥采用这种防撞措施, 用 Y 形沉井, 下沉后封底, 内部填土, 既作为桩基的施工场地,

又作为防撞结构, 确保主墩墩身不直接承受船撞。其缺点是沉井下沉要有一定的时间, 桩基施工必须在沉井封底填土后进行, 工期较长, 而且费用较大。

2.2.2 墩周设柔性消能防撞设施

中国黄石长江大桥采用这种防撞措施, 在墩周设钢架, 放置护舷, 依靠护舷和钢架的局部损坏来消能, 使消能后作用在主墩上的力能为其承受。

2.2.3 分离式防撞岛

中国虎门大桥辅航道桥采用这种防撞措施。在墩的上下游处设人工防撞岛, 为直径 25 m 的钢围堰, 下沉到风化岩面, 壁内用填石压浆混凝土。与主墩距离 55 m。分离式防撞岛在承受设计船撞力时, 允许出现一定程度的破坏, 日后再行修复, 以减少费用。这种防撞措施最大的优点是桩基施工与防撞岛无关, 可以独立施工, 加快工期, 但费用仍较贵, 可以考虑在某些场合下, 仅在墩上游设防撞岛, 而使墩的设计能承受逆流而上的较小船撞力, 以减低防撞结构的造价。

3 几座著名的连续刚构桥简介

国外澳大利亚修建了 2 座跨径 200 m 以上的连续刚构桥, 其中最著名的是 1985 年建成的门道 (Gateway) 桥 (图 2), 跨径 145 m + 260 m + 145 m, 保持世界第一达 12 年之久。该桥墩高 47.5 m, 双壁墩身为三室箱, 宽 2.5 m, 壁厚纵向 0.5 m, 横向中壁厚 0.5 m, 外壁厚 1 m; 主梁为单室箱, 箱高跨中 5.2 m, 根部 15.68 m, 箱顶宽 21.93 m, 底宽 12 m; 顶板厚 0.25 m, 底板厚跨中 0.3 m, 根部 1.8, 腹板厚 0.65~ 0.75 m, 用 C-40 圆柱体抗压强度混凝土 (折合标号 50# 混凝土)。连续刚构边跨悬臂与引桥

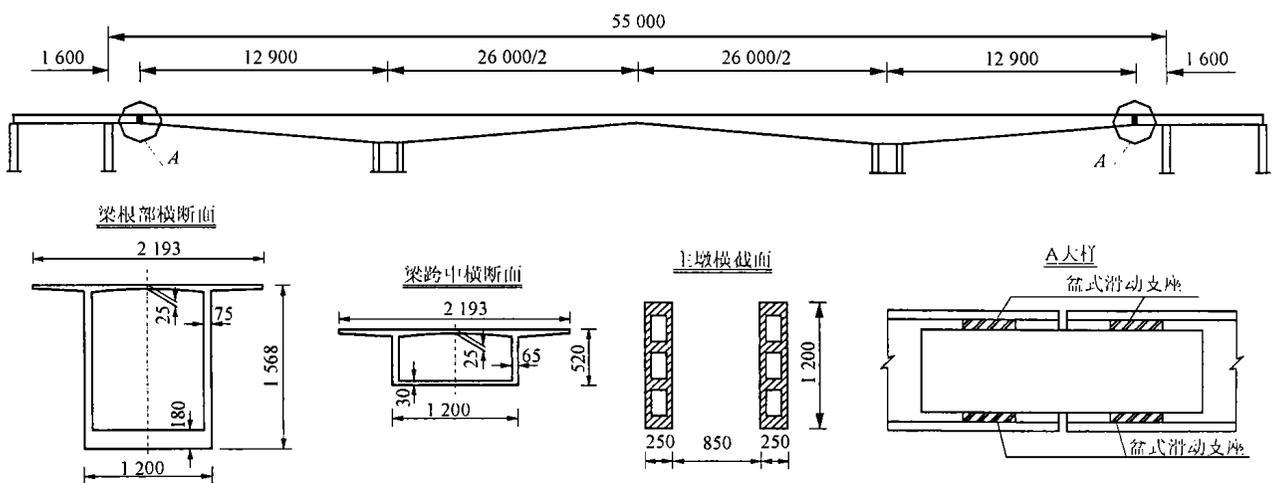


图 2 澳门道 (Gateway) 桥/cm

悬出部分(16 m)之间,以不约束水平变位的钢箱装置连接。该装置不能传递轴向力,而能承受剪力与弯矩,施工具有相当难度。

1998年底建成的挪威Raft Sundet桥(图3),结合地形地质布置桥型,4跨,跨径86 m + 202 m +

298 m + 125 m,全长711 m。跨径现居世界首位。位于 $R=3\ 000\text{ m}$ 的平曲线上。该桥有以下两个特点:

3.1 采用轻质高强混凝土

主梁采用C60~C65(根部)高强混凝土;主跨298 m的梁,其中部224 m采用轻质混凝土,以减轻

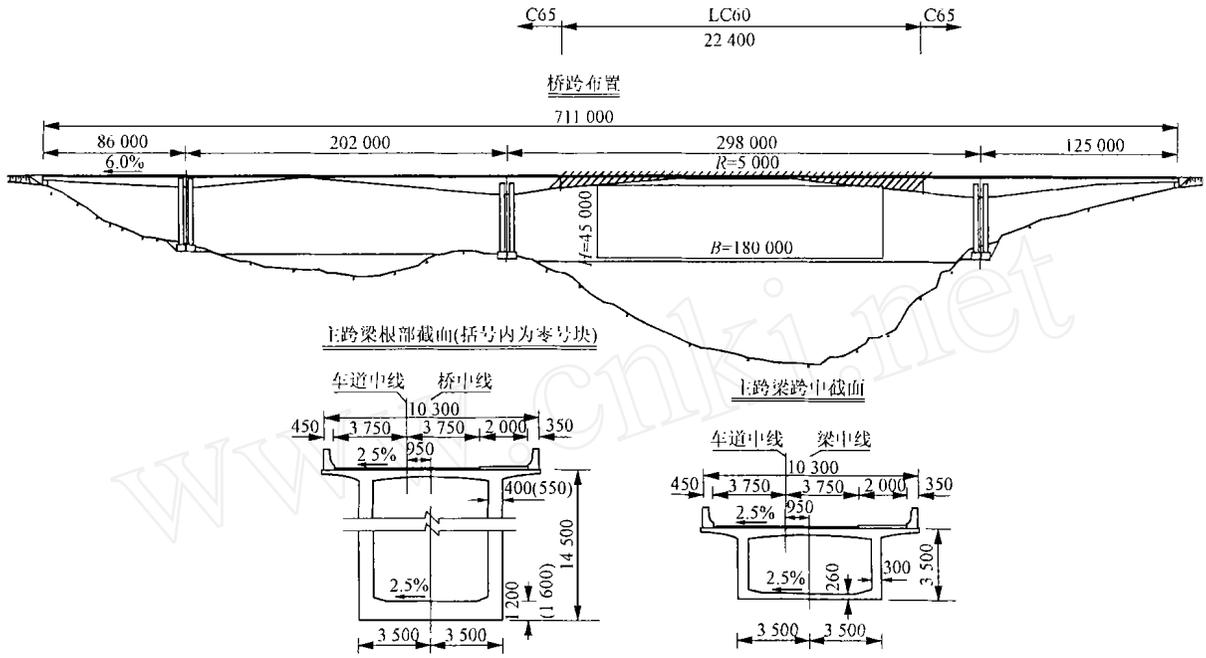


图3 挪威Raft Sundet桥/mm

自重。

3.2 截面非常轻型

主跨梁为单室箱,箱高跨中为3.5 m,根部14.5 m,零号块14.9 m。箱顶宽10.3 m,底宽7 m。顶板跨中28 cm, L/4到跨中42 cm,零号块110 cm。底板跨中26 cm,根部120 cm,零号块160 cm。腹板厚30~40 cm,零号块55 cm。无论箱高、底腹板厚度,均比跨径稍小的门道(Gateway)桥小,显示了特大跨径连续刚构桥采用轻质混凝土的巨大优越性。

洛溪大桥(图4)是中国第一座大跨径连续刚构桥。跨径65 m + 125 m + 180 m + 110 m。双壁墩身,墩身箱形截面,宽2.2 m。主梁为单室箱,箱高跨中3 m,根部10 m。箱梁顶宽15.14 m,底宽8 m。顶板厚28 cm,底板厚跨中32 cm,根部120 cm,腹板厚50~70 cm,在该桥上中国第一次采用大吨位预应力体系和平弯束,是中国连续刚构桥迅速发展的重要开端。

虎门大桥辅航道桥(图5)是中国主跨最大的连续刚构桥,位于 $R=7\ 000\text{ m}$ 的平曲线上,跨径150 m + 270 m + 150 m,1997年4月建成时为该桥型跨径世界之最。但这个记录保持不到两年,就被上述的

挪威Raft Sundet桥所替代。该桥分上、下行桥,墩高35 m,每幅桥双壁墩身中距9 m,墩身为单室箱,宽3 m,壁厚纵横向均为50 cm。主梁为单室箱,箱高跨中5 m,根部14.8 m。箱顶宽15 m,底宽7 m。顶板厚25 cm,底板厚跨中32 cm,根部130 cm。腹板厚40~60 cm,用C55混凝土。无论箱高、底腹板厚度,均比跨径稍小的门道(Gateway)桥要小,显示了设计水平的提高。在预应力束的布置上,彻底取消了弯起束和连续束,仅在边跨梁端有少量钢束因受力需要而部分弯起。已运营两年,至今完好,没有裂缝。

虎门大桥辅航道桥是中国连续刚构桥发展中又一座重要的桥梁,无论设计、施工、科研上都取得了重要的成果,为中国修建跨径300 m以上的连续刚构作好较充分的技术准备。

4 连续刚构桥发展中的几个问题

4.1 边、主跨跨径比

从表1、表2可见,边、主跨跨径比值在0.5~0.692之间,但0.5仅在下部为刚性墩的美国Houston桥上应用,超过0.6的也仅是少数几座桥,大部分在0.55~0.58之间。

经研究分析表明,边、主跨跨径比在 0.54~0.56 之间,或再稍大一些时,有可能在边跨悬臂端以导梁支承于边墩上,合拢边跨,而取消落地支架。今后连续刚构边、主跨跨径比,更可能趋向于这个范围。

4.2 梁的截面形式

从表 1、表 2 可见,箱顶宽在 21.9 m (门道桥) 以下时,基本都采用单室箱。如果顶宽更大,则往往分上、下行,修成双幅桥,截面为两个分离单室箱,如虎门大桥辅航道桥。

4.3 梁高

从表 1、表 2 可见,连续刚构桥箱梁根部的高跨比为 1/15.7~1/20.6,其中大部分为 1/18 左右,近年来已有一些桥达到甚至低于 1/20。

主跨中部箱梁的高跨比为 1/46.2~1/85.1,其中大部分为 1/54~1/60,并有下降的趋势。中国最小为南澳跨海大桥的 1/73.7。

梁高跨比的下降,是上部构造趋于轻型化的表现。最值得注意的是才建成的 Raft Sundet 桥,由于跨中采用了轻质混凝土,减轻了自重,并选用了较小的跨中高度,使该桥无论是跨中或根部的高跨比都达到了最低值的 1/85.1 和 1/20.6,值得借鉴。

在设计过程中,体会到梁底按一般常用的 2 次抛物线时,往往在 $L/4 \sim L/8$ 截面底板混凝土应力紧张,因此在华南大桥的设计中采用 1.5 次抛物线,从而缓和了这个区域底板应力紧张情况,根部高跨比也已达 1/20,并还有进一步减小根部高度的潜力。珠海大桥的梁底也已用 1.8 次方的抛物线。采用幂次为 1.5~1.8 的抛物线,已开始推广采用。

4.4 板厚

4.4.1 顶板

由表 1、表 2 可见,公路桥顶板的厚度,已由 28 cm 减小为 25 cm。但进一步减小的可能已不大。

4.4.2 底板

由表 1、表 2 可见,底板的最小厚度多数为 32 cm,少数桥用得更薄,为 28、25 cm。底板的最大厚度,随着设计经验的丰富,以及采用高强混凝土,有减薄的趋势。已有几座桥,根部最大底板厚跨比达到或小于 1/200,其中以虎门大桥辅航道桥为最小,为 1/207.7。中国的连续刚构桥根部最大底板厚跨比,与跨径相似的澳大利亚两座桥相比较,都有相当的减小。值得强调的是挪威的 Raft Sundet 桥,由于自重轻及采用高强混凝土,其最大底板厚仅 120 cm,为跨径的 1/248.3,远远小于中国,足以说明采用轻质混凝土有良好的经济效益。

4.4.3 腹板

由表 1、表 2 可见,腹板的最小厚度一般为 40 cm,个别的更小为 35 cm,有的采用 50 cm 或更大些,最大厚度为 55~80 cm,其中虎门大桥辅航道桥采用 40~60 cm,比门道大桥 65~75 cm 要小不少。

值得注意的是挪威的 Raft Sundet 桥,其腹板厚度仅 30~40 cm,比中国的桥都小,其经验值得借鉴。箱梁板件尺寸的减小,意味着上部构造的轻型化,这是连续刚构桥发展中的又一趋势。因为腹板较薄,其主拉应力的控制应特别重视。

4.5 经济指标

随着上部构造不断轻型化,经济指标不断降低,现将不同年代设计的几座桥的经济指标列于表 3。

表 3 几座连续刚构桥的经济指标

序号	名称	建成年	跨径 /m	钢筋 /kg·m ⁻²	钢绞线 /kg·m ⁻²	混凝土 /m ³ ·m ⁻²
1	洛溪大桥	1988	180	129	65.9	1.21
2	华南大桥	1998	190	91.8	60.3	0.96
3	虎门大桥辅航道桥	1997	270	177	107	1.29

由表 3 可见:

(1) 华南大桥跨径比洛溪大桥长 10 m,其梁高、底腹板厚均比洛溪大桥小,混凝土指标减少 21%,钢筋指标减少 29%,钢绞线指标减少 8%。必须强调的是,洛溪大桥的设计采用大吨位束,当时在设计上是先进的,指标是优越的。能在此基础上把混凝土指标进一步减小 20% 以上,是非常不易的,充分说明了设计水平的提高和轻型化的经济效益。

(2) 虎门大桥辅航道桥跨径比洛溪大桥增大 50%,而混凝土指标仅增大 6.5%,说明该桥设计是先进的。

4.6 边跨的合拢方式

连续刚构桥的上部构造,极大多数采用挂篮悬浇。合拢的顺序基本都是先边跨,后中跨,仅南昆铁路清水河桥,采用先中跨、后边跨的合拢顺序。

边跨的合拢方式有以下几种(图 6):

4.6.1 落地支架方式

在落地支架上浇筑合拢段,合拢边跨,这是在大多数连续刚构桥上采用的方法。在高墩的情况下,落地支架费材费力,如果支架搭在水中,难度更大,需探索不用落地支架的途径,这是连续刚构桥发展的必然趋势。

4.6.2 导梁方式

在边跨悬臂端设导梁,支承在边墩上,在导梁上

挂模板浇筑合拢段(图 6)。

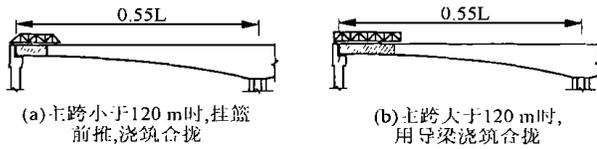


图 6 导梁上合拢边跨

为取消落地支架进行探索, 结果发现当边、主跨跨径比在 0.54~ 0.56 时, 边跨支点在任何荷载工况下, 总保留有足够的压力, 而不出现拉力, 因此有可能利用导梁, 合拢边跨, 而又不过多增加预应力束。这个设想, 已经在跨径 106 m 的太平大桥(边跨 59 m)以及跨径 120 m (边跨 66 m) 的金沙大桥中实现, 合拢情况良好, 取消了落地支架, 深受施工部门欢迎。

4.6.3 与引桥悬臂连接合拢

与引桥悬臂连接合拢是取消落地支架的又一种方式。

中国的沅陵沅水大桥, 主跨 140 m, 边跨 85 m。其引桥为跨径 42 m 的顶推连续梁桥, 按(9 × 42 m)

+ (42+ 13.5 m) 设两联, 其间设有伸缩缝, 由预应力束临时连接, 顶推就位后解体, 悬臂的 13.5 m 与连续刚构悬臂空中固结, 形成 85 m + 140 m + 85 m + 42 m 的连续刚构, 缩短了工期, 节省了投资。

澳大利亚的门道桥, 边跨的刚构悬臂与引桥的悬臂在距边墩 16 m 处, 以弹性支承连接。该连接装置为内设钢箱, 有盆式滑动支座与刚构与引桥相连, 可以传递剪力及一定的弯矩, 但不能传递轴向力和不能约束轴向变位(图 2)。

5 连续刚构的发展趋势

5.1 跨径可进一步增大

目前, 中国修建连续刚构桥的热潮仍在继续中。跨径 280 m 的奉节长江大桥的设计正由我公司进行中。我公司在伶仃洋通道横门东航道桥工程中, 已提出了跨径 318 m 的连续刚构方案(图 7)。可以预计, 在不久的将来, 跨径 300 m 以上的连续刚构桥必须将在中国出现。

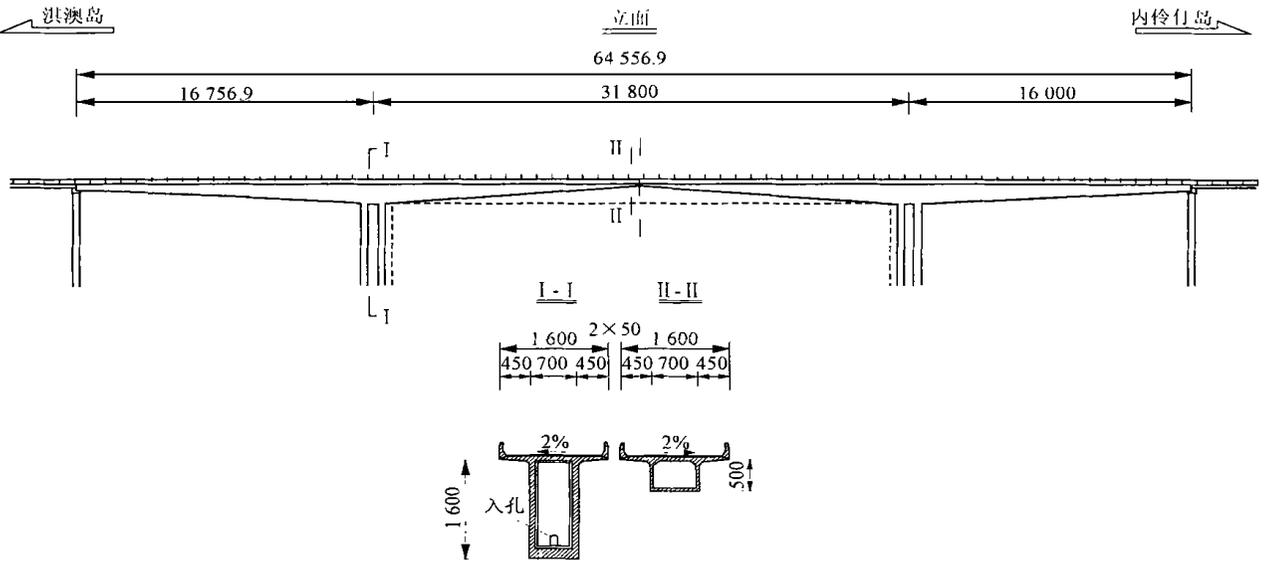


图 7 伶仃洋通道横门东航道连续刚构方案/cm

5.2 上部构造不断轻型化

结构的轻型化, 可以减少上下部构造的自重和材料用量, 可以减轻对挂篮的要求, 可以经济造价。由于采用大吨位锚具、高强混凝土和轻质混凝土, 上部构造不断轻型化, 这也是连续刚构桥的发展方向。

5.3 简化预应力束类型

中国连续刚构桥设计中, 已有相当多桥取消弯起束和连续束, 以竖向预应力和纵向预应力来克服主拉应力, 极大地方便了施工, 受到施工部门的欢迎。

5.4 取消边跨合拢的落地支架

采用合适的边、主跨比, 在导梁上合拢边跨, 或与引桥的悬臂相连接来实现合拢。在高墩的场合下, 取消落地支架有一定的经济效益, 方便了施工。

参考文献:

[1] 楼庄鸿. 国内外大跨径桥梁的现状和发展趋势[J]. 中南公路工程, 1994, (1).
 [2] 杨高中, 等. 连续刚构桥在我国的应用和发展[J]. 公路, 1998, (6) — (7).