

我国独塔斜拉桥

杨征宇 宋桂峰 楼庄鸿

(北京建达道桥咨询有限公司 北京 100036)

摘要:本文首先论述了独塔斜拉桥在经济性,受力分析及施工等方面的优点,接着论述我国的各类独塔斜拉桥,包括混凝土、钢、组合梁以及混合梁斜拉桥。文章最后分析了独塔斜拉桥,包括跨径、结构体系以及梁、塔、索等各构件的布置中的几个问题。文中还列出我国各独塔斜拉桥的参数及特点,并附有国外独塔斜拉桥的参数。

关键词:独塔斜拉桥 混凝土斜拉桥 钢斜拉桥 组合梁斜拉桥 混合梁斜拉桥 结构体系

1981年我国建成了第一座独塔斜拉桥—四川金州县曾达桥,跨径39+71m,采用平转法施工。虽然独塔斜拉桥的发展稍滞后于双塔斜拉桥,但以后的发展还比较迅速。

本文中所叙述的独塔斜拉桥范围,不包括无背索的独塔斜拉桥、具有刚性索的板拉桥和下承式斜拉桁架桥。

目前,据不完全统计,我国已建独塔斜拉桥104座,大体为斜拉桥总座数的1/3强。

1 独塔斜拉桥的优点

在河床地形、地质条件比较均匀一致时,独塔斜拉桥与双塔斜拉桥相比,具有下列优点:

1.1 独塔斜拉桥比较经济

- 1) 可以省掉一个基础。
- 2) 独塔斜拉桥往往在总体布置上,设较长的无索区,使拉索用量减少。

1.2 独塔斜拉桥受力性能比较有利

- 1) 活载挠度较双塔为小,最大挠度发生在拉索区内,对受力有利;而双塔斜拉索最大挠度发生在无索区,会形成拉弯区。

- 2) 对于收缩徐变以及温度梯度的影响,无论是梁的挠度和塔顶的水平变位,独塔斜拉桥均比双塔为小。

1.3 独塔斜拉桥布置上较为灵活

- 1) 塔梁墩固结时,梁可采用变高,更适合斜拉桥的受力。

- 2) 便于与T构配合,形成组合体系,以进一步扩大跨径。

本文原载中国土木工程学会桥梁和结构分会《2006年全国桥梁学术会议论文集》

1.4 施工上也较有利

- 1) 仅有一个主塔基础,便于抢出洪水期。
- 2) 可以用转体方法进行施工。

2 各类独塔斜拉桥

我国具有梁用不同材料制作的各类独塔斜拉桥。

2.1 独塔混凝土斜拉桥

独塔混凝土斜拉桥是我国修建最多的独塔斜拉桥,据不完全统计,有88座。表1列出了47座主跨跨径大于等于100m的桥及其参数特点。

由表1可见,我国最大的独塔混凝土斜拉桥为广东金马大桥,主跨为2×283m,由斜拉桥悬臂施工的223m梁与T构60m悬臂梁钢接组成,是斜拉桥与T构的组合体系(图1)。283m的跨径已超过主跨274.3m的美国东Huntington桥而居独塔混凝土斜拉桥的世界首位。双索面,塔梁墩固结,梁为肋板式截面,高2m,宽28.5m,梁高跨比为1/141.5,很小。

2.2 独塔钢斜拉桥

我国独塔钢斜拉桥修建较少。跨径超过100m的见表2。主跨和边跨均用钢梁的最大独塔斜拉桥,是正在施工中的广东珠江黄埔二桥北汉桥(图2)和杭州湾跨海大桥南航道桥(图3)。前者跨径383+197+2×62.5m,居世界第三位,仅次于跨径408m的俄西伯利亚Ob河桥和跨径407m的乌克兰乌里扬诺夫斯克伏尔加河桥。双索面,钢箱梁高3.5m,宽41m,梁高跨比1/109。后者跨径100+160+318m,双索面,半漂浮体系,钢箱梁高3.5m,宽37.1m,梁高跨比1/90.9。

我国主跨用钢梁、边跨用混凝土梁的最大独塔混合梁斜拉桥，是台湾的高屏溪大桥，跨径180m + 330m，仅次于跨径368m的德国Dusseldorf Flehe桥而居世界第二位（图4）。单索面，梁为五室箱截面，高3.2m，宽34.5m，梁

高跨比1/103。

我国大陆最大的主钢边混凝土梁的独塔斜拉桥，是天津塘沽海河大桥，跨径310m + 88m + 2 × 51m，双索面，漂浮体系（图5）。梁截面为边箱中板，梁高2.87m，宽23m，梁高跨比1/108。

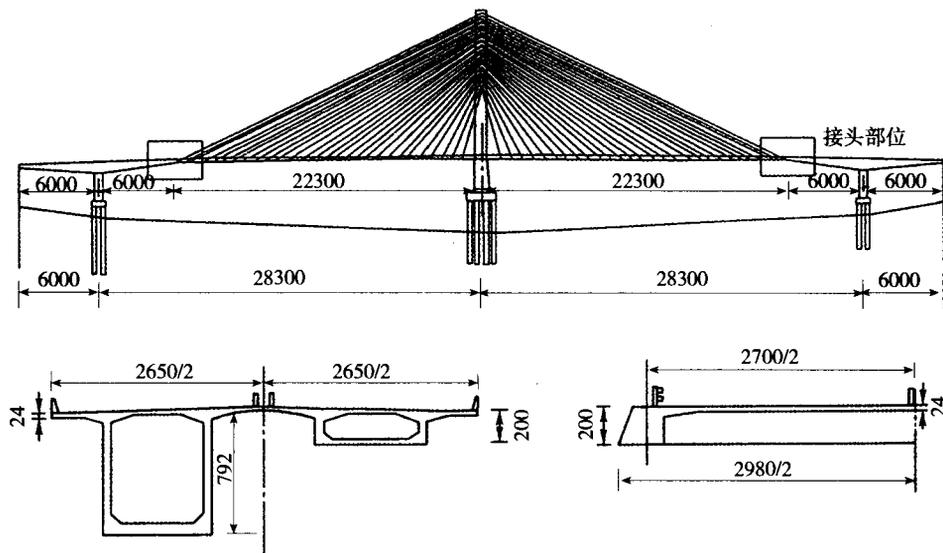


图1 广东金马大桥（单位：cm）

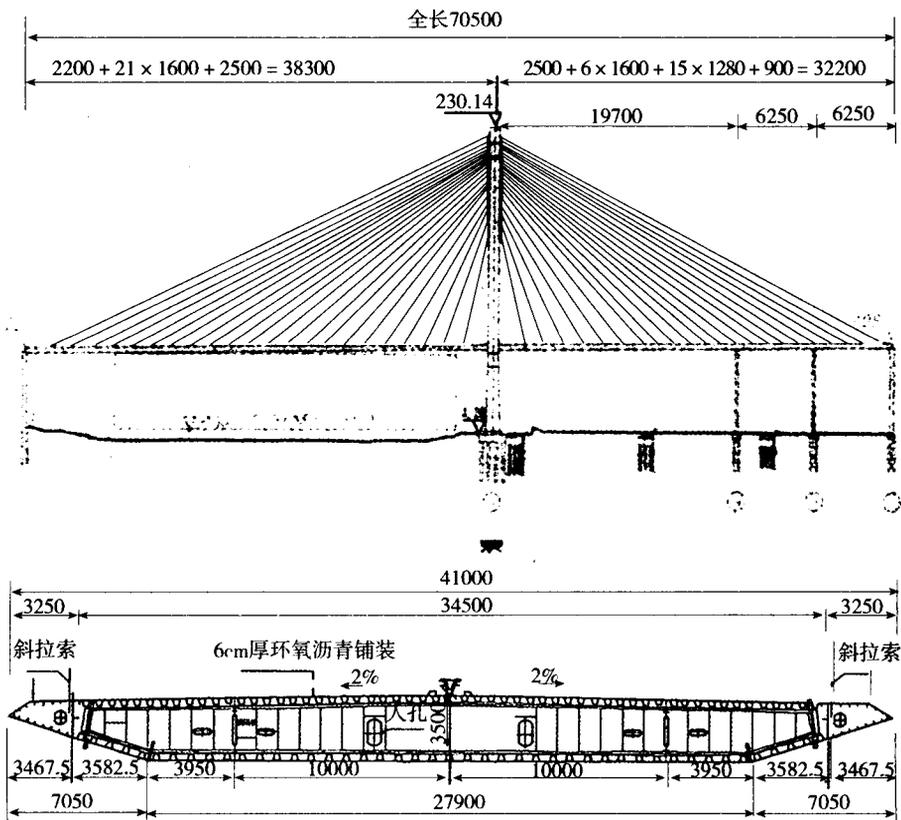


图2 珠江黄浦二桥北汉桥（尺寸单位：上图cm，下图mm）

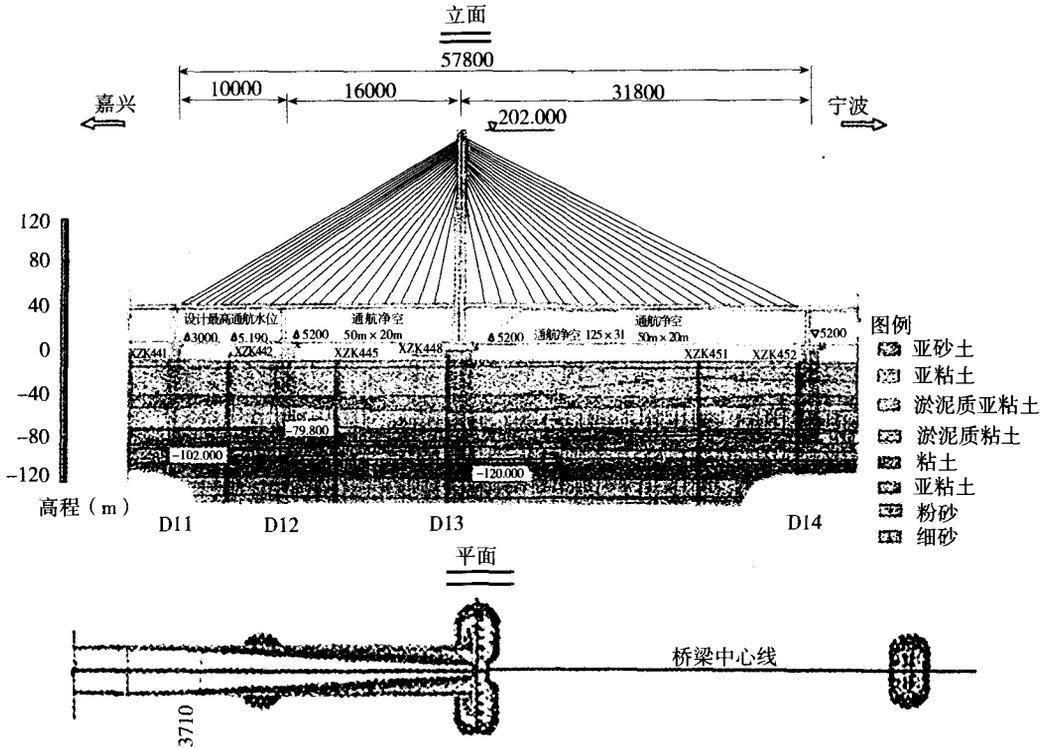


图3 杭州湾大桥南航道桥 (尺寸单位: cm)

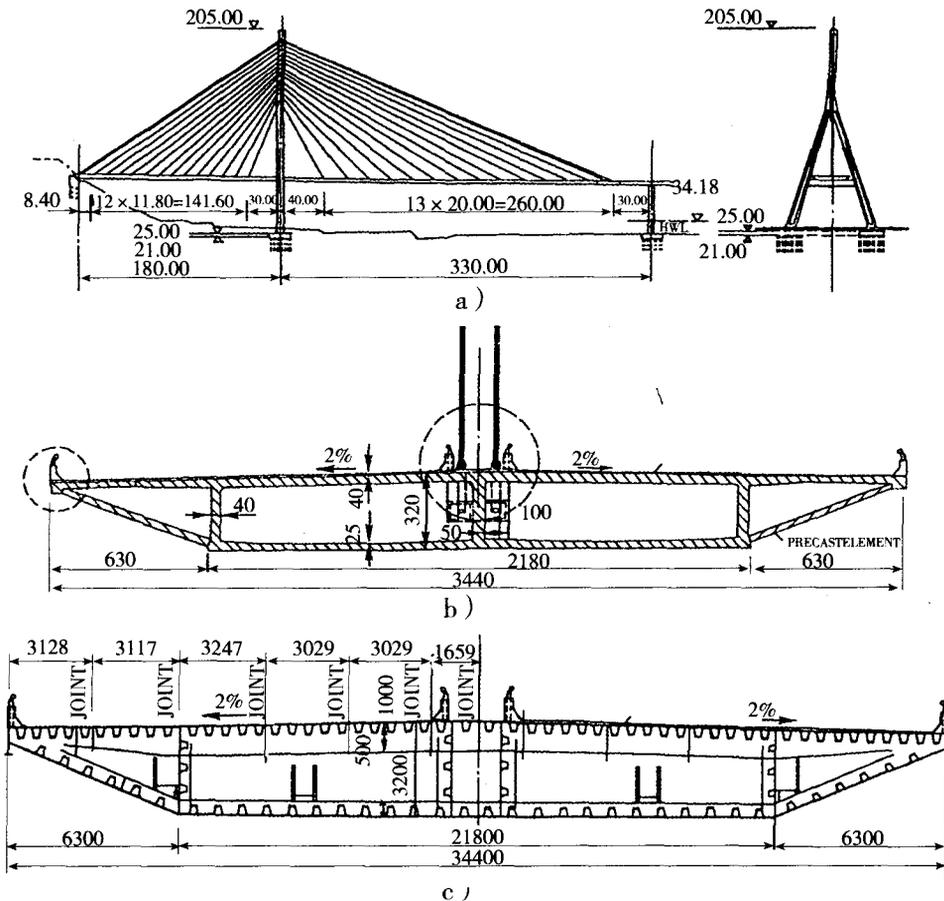


图4 台湾高屏溪大桥 (尺寸单位: 总图 m 其它cm)

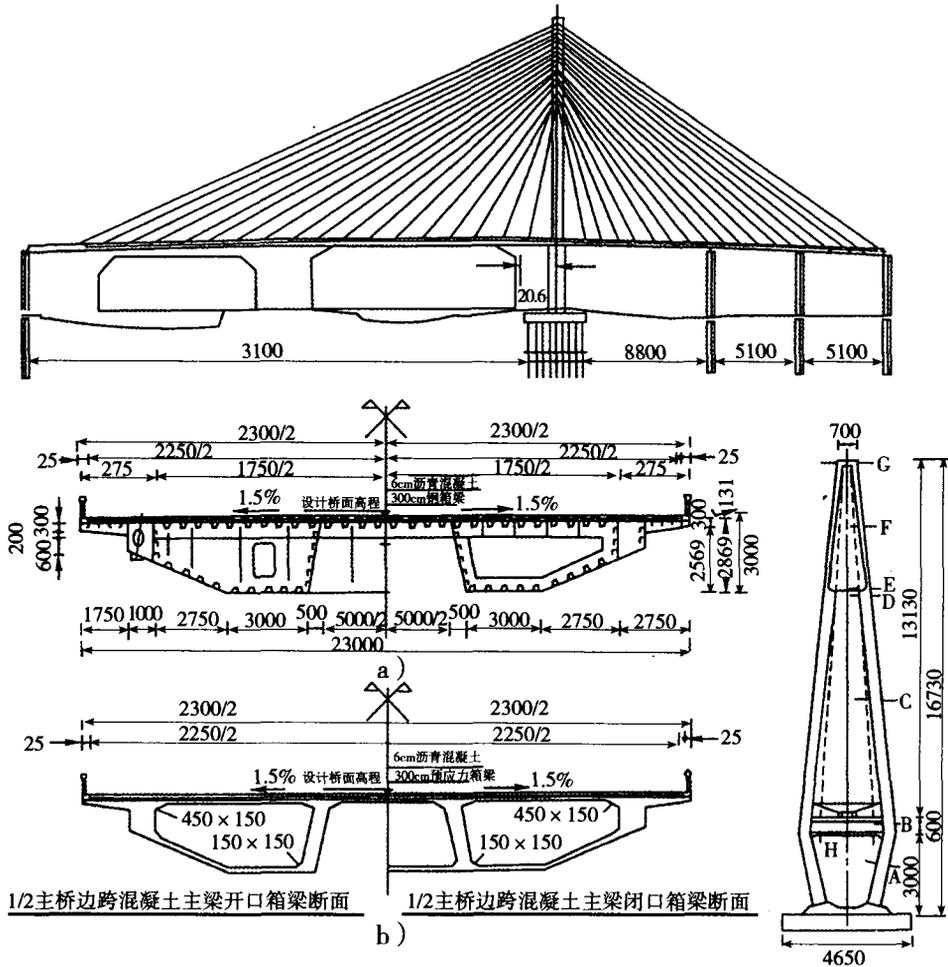


图5 天津塘沽海河大桥 (尺寸单位: cm)

2.3 独塔组合梁斜拉桥

我国独塔组合梁斜拉桥修建得很少, 跨径也很小, 至今还没有一座主跨超过100m的。

主边跨全采用组合梁的最大独塔斜拉桥, 是跨径85m + 38m的北京昆玉河桥。而世界最大跨径的独塔组合梁斜拉桥, 是尼泊尔的Ka mali河桥, 跨径325m + 175m。

主跨用组合梁、边跨用混凝土梁的最大独塔斜拉桥, 为江苏淮阴运河1号桥, 跨径64 + 90m。而世界最大的该类独塔斜拉桥, 为泰国Rama 8桥, 跨径300m + 2 × 50m + 75m。

由上可见, 我国的独塔组合梁斜拉桥与世界的差距还很大。

3 独塔斜拉桥布置中的几个问题

3.1 跨径布置

独塔斜拉桥的跨径为L, 相当于双塔斜拉桥

2L的跨径, 因而独塔斜拉桥的最大跨径要比双塔斜拉桥最大跨径小。

独塔斜拉桥塔两侧的跨径布置, 可以是等跨的, 也可以是不等跨的。等跨的如图1的广东金马大桥。两侧不等跨的, 可以不设辅助墩, 也可以在较小跨径一侧设置辅助墩。前者如正在施工中的泸州泰安长江大桥, 跨径208 + 270m, 不设辅助墩; 后者如宁波招宝山大桥, 跨径74.5m + 258m + 102m + 83m + 49.5m, 设有两个辅助墩。

与此相应的在拉索布置中有一些特点: 两侧等跨布置者, 往往留有一定的无索区, 在墩处梁上不设拉索; 两侧不等跨而无辅助墩者, 一般在短跨的墩处梁上设有拉索, 而且往往在短跨的外侧加密拉索; 两侧不等跨而有辅助墩者, 则一般在墩及辅助墩处梁上均设有拉索。

至于两侧不等跨时的跨径比,一般均在0.45以上,以利保持平衡,有时要设置平衡重。

3.2 结构体系

由表1可见,独塔斜拉桥采用最多的是塔梁墩固结体系,两过渡墩采用滑动支座,施工方便,完成后不必转换体系,也不过多增加温度应力。这是最值得推荐的结构体系。

也有一部分采用飘浮体系与半漂浮体系,以减小主墩的地震力;有的采用塔梁固结体系,但因支座反力较大,一般限于稍小的跨径。

广东金马大桥采用斜拉桥与T构的组合体系,使跨径增大60m,达到283m。宁波招宝山大桥和攀枝花炳草岗金沙江大桥也采用了该体系,金马大桥由于主墩及T构侧均为固结,因此要特别注意温度作用力的问题。

3.3 梁

与双塔斜拉桥相同。单索面时用箱梁,双索面时可以用边箱梁中板截面,甚至肋板式截面。

由表1可见,独塔混凝土斜拉桥梁的高跨比,除特别小的广东金马大桥为1/141.8及两层交通的沈阳公和桥为1/38.0外,其他都在1/106~1/44.8范围内变化,并随跨径的减小而有增大的趋势。独塔混凝土斜拉桥梁的高跨比大体上为双塔的2倍。

至于独塔钢斜拉桥和独塔组合梁斜拉桥梁的高跨比,因桥的座数太少,还不便提出数据范围,表2所列几座独塔钢斜拉桥的数据,可作为参考。

3.4 塔

桥面以上的塔高与主跨之比,大致为双塔斜拉桥塔高跨比的2倍。塔的形式与双塔斜拉桥相

同,这里介绍几座比较特殊的塔。

3.4.1 塔设在弯桥内侧

台湾基隆河桥跨径137m+200m,单索面。桥宽17.5m,梁高2m(图6)。由于桥梁位于平曲线上,单索面如布置于梁的中线,将影响行车净空,因此将塔布置于弯道内侧,横向向外倾斜,将索锚固于梁的内侧。主梁受扭^[2]。

3.4.2 纵向弯曲的塔

我国纵向弯曲的塔比较少。

北京昆玉河桥^[17]跨径85m+38m,独塔组合梁斜拉桥,双索面,塔梁墩固结,桥宽45m,梁高2m,为单箱三室的双主梁截面。桥面以上塔高35.5m,塔横向为双柱,无横向联系;纵向为直线加曲线的倒Y形,同时塔身略向主跨倾斜,体现了动态美(图7)。

浙江余姚兰墅大桥^[18]跨径75m+45m,独塔混凝土斜拉桥,双索面,桥宽35.5m,梁高2m,为双主梁截面。桥面以上塔高41.6m。双柱塔,横梁设在塔柱下1/3高处。塔呈纵向弯曲,为满足受力要求,在塔背侧配置了预应力束(图8)。

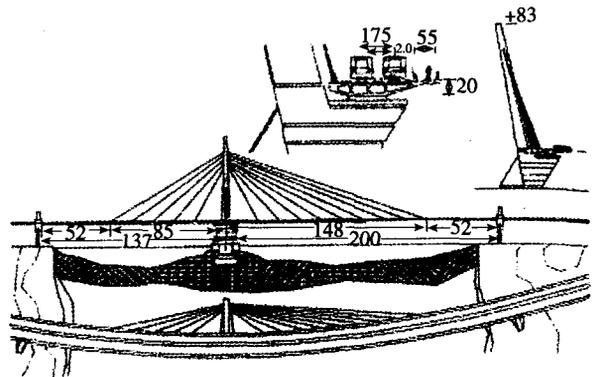


图6 台湾基隆河桥(尺寸单位:m)

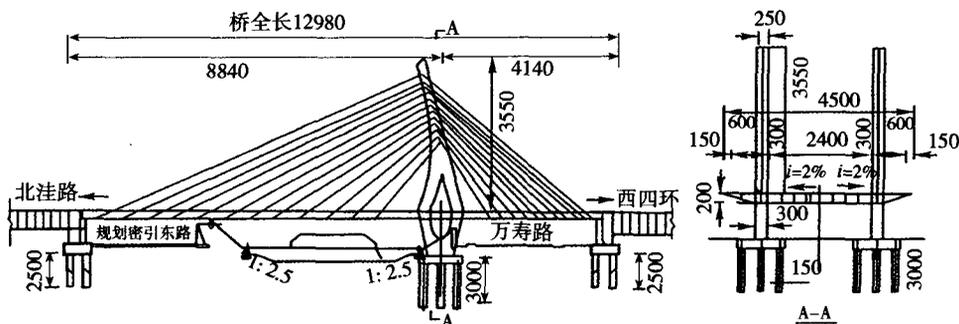


图7 北京昆玉河桥(尺寸单位:cm)

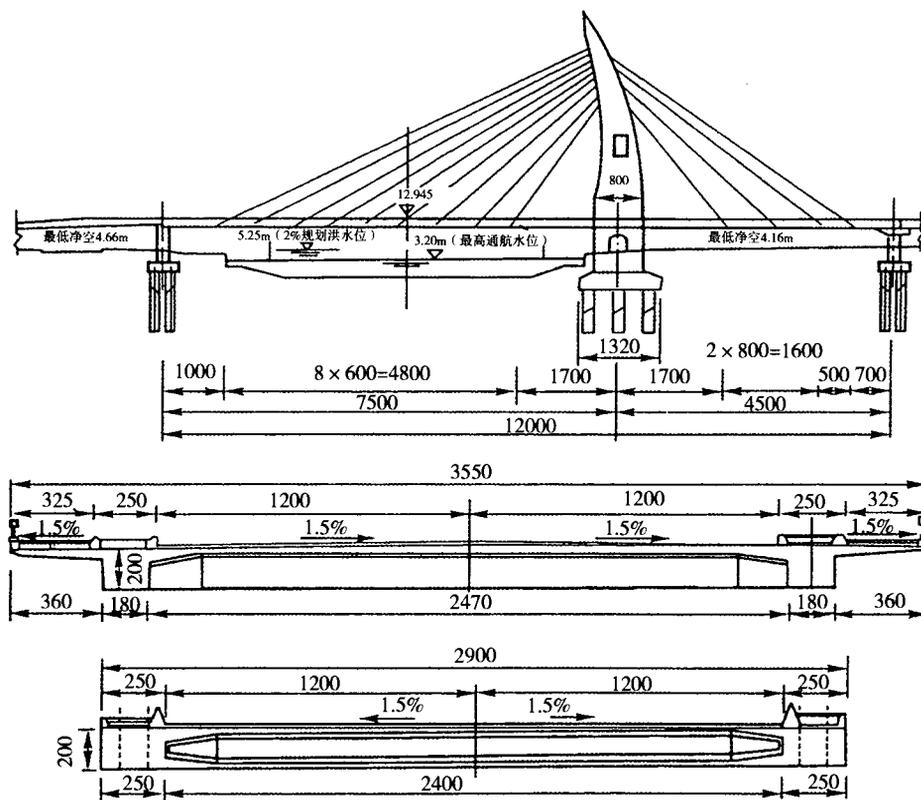


图8 余姚兰墅大桥(尺寸单位: cm)

3.4.3 斜塔

我国用斜塔的斜拉桥很少,远不及国外多。

深圳湾公路大桥,跨径 $180+90+75\text{m}$,独塔钢斜拉桥,桥位于S弯平曲线上,单索面,桥宽 38.6m ,其塔后倾,斜度 $1:5$ 。边跨拉索集中锚固在辅助墩处附近。

合肥野生动物园观景桥^[11],跨径 $20+72+40\text{m}$,独塔混凝土斜拉桥,主跨 72m ,单索面;背跨 40m 用星形索,双索面。塔梁墩固结(图9)。桥宽 0.75m ,为实心板。单柱塔,后倾 30° ,桥面以上高 45m 。后倾的塔有助于平衡主跨斜拉索的拉力,以致本桥 40m 跨仅有2个锚在墩处的背索,较趋近于无背索斜拉桥。这两座桥塔向边跨方向后倾,会使主跨拉索长度有所增加。

沈阳新开河桥跨径 $30+9\text{m}$,人行桥,单索面,塔梁墩固结,桥宽 3m ,梁高 0.7m 。塔向主跨方向前倾,与地面水平交角 75.618° ,可以缩短主跨斜拉索长度,但塔根弯矩有所增大。

3.4.4 横向弯曲的塔

温州飞云江三桥跨径 $240+170+60\text{m}$,双索

面。桥宽 30m ,梁高 3.2m 。独塔的上塔柱在横向做成弯曲形^[7, 13]。其实这种形式,在双塔斜拉桥上也有,如南京长江三桥的钢塔也作成横向弯曲形。

3.4.5 塔顶设观光厅

广东西樵山大桥(跨径 $125+110\text{m}$)和四川内江沱江三桥(跨径 $2\times 28+32+175+30\text{m}$)均在塔顶设观光厅,供游览及用餐。

3.5 斜拉索

与双塔斜拉桥没有什么区别,可以用平行钢丝绳或钢绞线,有的还用环氧钢绞线;可布置成扇形、竖琴式或星形。最近北京特希达科技有限公司与东南大学等单位修建一座用CFRP(碳纤维增强复合材料)作拉索的独塔混凝土斜拉桥—江苏大学西山人行天桥,跨径 $30+18.4\text{m}$,桥宽 5m ,是一个有益的尝试^[14, 15]。

3.6 施工方法

与双塔斜拉桥相似,以平衡悬臂施工方法为主。有的跨径较小的独塔斜拉桥,采用搭支架施工方法。

独塔斜拉桥施工的一个特点,就是便于用转体施工。2004年刚建成的北京五环路石景山南站高架桥^[19],跨径45m+65m+95m+40m,单索面,塔梁墩固结(图10)。桥宽29m,梁为混凝土三室箱,梁高2.5m,桥面以上塔高约37m。梁

上索距20m。该桥位于R=1900m的平曲线上,竖曲线半径16000m,以49°斜交角跨越7条铁路线。采用平转法施工,转体梁长166.7m,用支架施工。最不利工况为转体部分拆除支架时,最大单根索力超过10000kN,整个转体重量约为13800t。

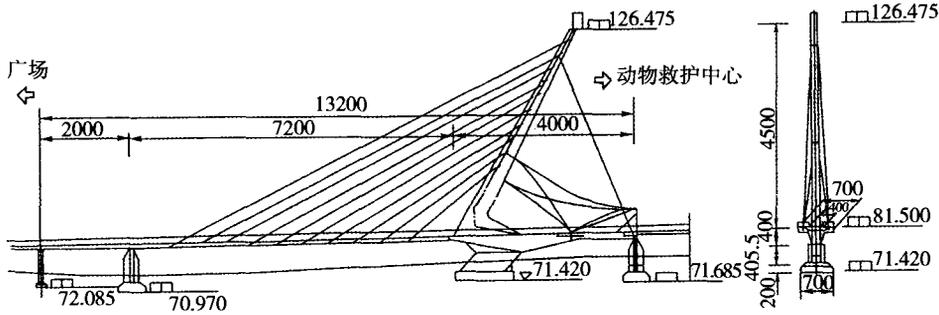


图9 合肥野生动物园观景桥(尺寸单位: cm)

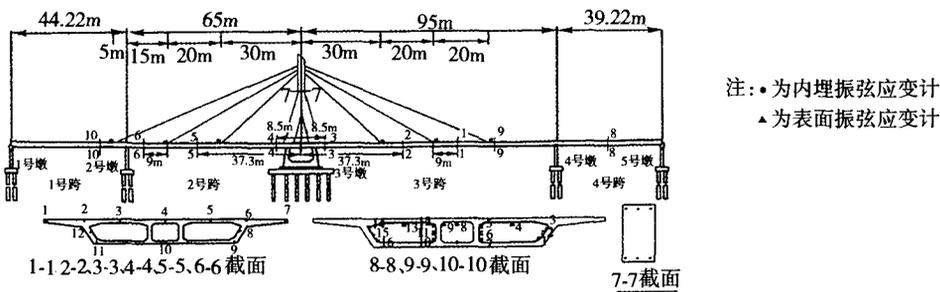


图10 北京五环路石景山南站高架桥

表1 我国独塔混凝土斜拉桥(L≥100m)

序号	桥名	跨径(m)	建成年	体系	素面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
1	广东金马大桥	60+283+283+60	1998	塔梁墩固结,与60mT构组合	2	肋板式	2	28.5	1/141.5	1/9.9	7	102.7	
2	泸州泰安长江大桥	208+270	2007	塔梁墩固结	2	三室箱	3	29.5	1/90	1/9.2	6	145.2	
3	宁波招宝山大桥	74.5+258+102+40.5+42.5+49.5	2003	漂浮,与45mT构组合	2	边箱中板	2.5	29.5	1/103	1/8.9	8	103.8	
4	宜宾中坝金沙江大桥	252+105+2×35	2003	漂浮	2	肋板式加纵梁	2.68	30	1/94.0	1/8.4	6	117.45	
5	温州飞云江三桥	240+170+60		塔梁固结	2	三室箱	3.2	36.8	1/75	1/6.5	6	122.2	上塔柱横向曲线形
6	株洲建宁大桥	240+134+2×42	2004	塔梁墩固结	1	三室箱	3.5	30	1/68.6	1/8	7	114.4	
7	广西云龙西江大桥	240	1998		2								
8	福州市三县洲闽江大桥	238+76+56+47	1999	塔梁墩固结	1	三室箱	3.28	30	1/72.6	1/7.9	7	105	
9	武汉市江汉四桥(月湖大桥)	232+75.4+34+28.6	1999	塔梁墩固结	2	三室箱	2.2	23.5	1/105	1/9.9	8	110.5	
10	重庆石门大桥	200+230	1988	塔梁墩固结	1	三室箱	4	24.5	1/57.5	1/9.4	8	106	

(续下表)

(续上表)

序号	桥名	跨径(m)	建成年	体系	索面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
11	攀枝花炳草岗金沙江大桥	149+200+51	1999	塔梁墩固结与51mT构组合	2	肋板式	2.2	23.9	1/90.9	1/8.4	6	74.5	
12	台湾基隆河桥	137+200	1999		1	四室箱	2	17.5	1/100	1/11.4			弯桥,索塔位于弯道内侧,向圆心倾斜
13	黄山太平湖大桥	190+190	1996	塔梁墩固结	1	三室箱	3.5	18.2	1/54.3	1/10.4		86.3	
14	浙江湖州南太湖大桥	67.5+92.5+190+38	1996		2	双主梁	2.8	40.5	1/67.9	1/4.7	6	约100	
15	杭州钱塘江三桥	188+188	1996		1	五室箱	3.5	29.5	1/53.7	1/6.4		80	两座
16	贵州红枫湖大桥	31.34+102+185	2004		2	肋板式		31		1/6.0			
17	重庆沙溪庙嘉陵江大桥	180+180	2001	塔梁墩固结	2	边箱中板	2.6	27.5	1/69.2	1/6.5	6		
18	广东三水大桥	110+180	1993		1	肋板式	1.7	20.5	1/106	1/8.8		88	
19	湖北仙桃汉江大桥	50+82+180	2002	塔梁固结	2			25.6		1/7.0	8		
20	四川内江沱江三桥	2×28+32+175+30	1998		1	五室箱	2.6	33	1/67.3	1/5.3	10	78.7	塔顶设观光厅
21	通化西昌大桥	170+92.85+37.15			1	五室箱	3.645	28.5	1/46.6	1/6.0	6	83.2	
22	南昌新八一大桥	168+168	1997		2	肋板式	2.5	28.4	1/64	1/5.6		86	两座
23	浙江丽水紫金大桥	160+160			2	肋板式	2.5	30.5	1/64	1/5.2	8		
24	浙江临海大桥	36+110+160			1	梯形三室箱		31.2		1/5.1		80.77	
25	广东九江大桥	160+160	1988	塔梁墩固结	2	四室箱	2.8	17.7	1/57.1	1/9.0	8	80	
26	云南景洪西双版纳大桥	156+156	1999	漂浮	2	箱梁	2.5	14.82	1/62.4	1/10.5		85	两座
27	云南三达地桥	145+145	1994	半漂浮	2	单室箱	1.6	12.4	1/90.6	1/11.7		87	
28	山西十里河大桥	145+145		塔梁墩固结	1	三室箱	1.8	28.5	1/80.6	1/5.1		29	
29	恩施施州大桥	30+100+145		塔梁墩固结	1	箱		21.5		1/6.7		66.65	
30	绵阳涪江四桥	140+140	1999		1	梯形三室箱	3	31	1/46.7	1/4.5	6	89	
31	青岛丹山水库桥	43+96+136	2001	半漂浮	4	肋板式	2	17.5	1/68	1/7.8		73.4	并列双塔
32	兰州开发区飞虹桥	133+133	1999	漂浮	2	四室箱	2.25	2.5	1/59.1	1/5.3		72.5	
33	吉林市临江门大桥	132.5+132.5	1994		2	肋板式		27.5		1/4.8		67	
34	广东西樵山大桥	125+110	1987		2	箱梁	1.25	16	1/100	1/7.8		60	塔顶设观光厅,110m侧有两辅助墩
35	浙江上虞人民路大桥	125+125	1995		2	边箱中板	2.2	26.5	1/56.8	1/4.7		76	
36	金华金婺桥	100+125	1997		1	三室箱	2.2	24.7	1/56.8	1/5.1		57.5	
37	南宁邕江三桥(白沙大桥)	122.5+122.5	1995		2	肋板式	1.76	26.5	1/69.6	1/4.6			
38	沈阳公和桥	114+120	2002	塔梁墩固结	1	五室箱	3.16	3.2	1/38.0	1/3.8	6.66	69.13	下层慢车,上层快车及行人
39	广西柳州壶西大桥	120+120	1994		2	肋板式	2.2	22	1/54.5	1/5.5		62	
40	四川桐子林大桥	104+120	1990		2	三室箱	2.5	12.7	1/48	1/9.4		52	
41	珠海横琴大桥	120+120	1999	塔梁墩固结	2	梁板	2.2	35.4	1/54.5	1/3.4		60	
42	台湾集鹿大桥	120+120	1998		2								
43	齐齐哈尔扎兰屯桥	90+120			2	箱	1.1	13.5	1/109	1/8.9		51	
44	衡阳湘江三桥	112+112	1998		2	肋板式	2.5	33.8	1/44.8	1/3.3		33.6	
45	广东花县江村大桥	110+110	1997		2	肋板式	2	32.3	1/55	1/3.4		51.4	
46	宁波甬江大桥	97+105	1991		2	三室箱		18		1/5.8		58	
47	陕西咸阳渭河大桥	100+100	1995	漂浮	2	三室箱	2	24	1/50	1/4.2		69.6	

表2 我国独塔钢斜拉桥 (L≥100m)

序号	桥名	跨径(m)	建成年	体系	索面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
1	珠江黄埔二桥北汉桥	383+197+2×62.5	2007		2	三箱室	3.5	41	1/109	1/9.3	16		
2	杭州湾大桥南航道桥	100+160+318	2007	半漂浮	2	箱	3.5	37.1	1/90.9	1/8.6	15	135	主边跨均为钢梁
3	香港后海湾大桥	2×74.585+99+210	2005	塔梁墩固结	1	钢箱	4.114	38.5	1/51.0	1/5.5	12		后倾斜塔
4	深圳湾公路大桥	180+90+75	2005		1	箱		38.6		1/4.7	12		
5	台湾高屏溪大桥	180+330	2000		1	五室箱	3.2	34.5	1/103	1/9.6	20	135	主跨钢梁, 边跨混凝土
6	天津塘沽海河大桥	310+88+2×51	2002	漂浮	2	边箱板	2.87	2.3	1/108	1/13.4	15.8	126	主跨钢梁, 边跨混凝土, 钢梁长289.4m
7	大连斜拉琴桥	112		塔梁墩固结	2	四室箱	2.9	29.5	1/38.6	1/3.8		90	主跨钢梁, 边跨混凝土, 弯塔如竖琴, 背索集中锚固

附录一 国外独塔斜拉桥

附表1 国外独塔钢斜拉桥 (L≥280m)

序号	桥名	跨径(m)	建成年	体系	索面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
1	俄罗斯西伯利亚Ob河桥	31+148+408	2000	地锚	2	箱	3.6	15.2	1/113	1/26.8	14	141	
2	乌克兰乌里扬诺 扬克伏尔加河桥	220+407+407+220	1998		2	桁架	13	2.5	1/31.3	1/16.3		215	双层行车, 公铁两用
3	德Knie桥	47.2+4×48.8+319	1969		2	两工字梁	3.2	29.3	1/99.7	1/10.9	63.8	96	稀索
4	原苏联Daugava河桥	90+312+87	1982	地锚	1			28.65		1/10.9			
5	斯洛伐克Bratislava多瑙河桥	74.8+303+54	1972		2	双室箱	4.57	21	1/66.3	1/14.4			塔向74.8跨后倾
6	德Severin桥	301.67+150.68	1959	漂浮	2	两单室箱	4.57	30.1	1/65.9	1/10.0		64.5	
7	原苏联德聂伯河桥	5×63+300+85	1976	塔梁墩固结	2	两单室箱	3.6	31.4	1/83.3	1/9.6			
8	德Deggenau桥	290+145	1973		1	四室箱	4.54	32.8	1/63.9	1/8.8		81.5	
9	荷兰Erasmus桥	73.7+284	1996		2	两箱	2.25	33	1/126	1/8.6			折线形塔, 边跨无梁中拉索, 仅拉至锚墩
1	德Dusseldorf Flehe桥	13×60+368	1997		1	箱	3.8	4.1	1/96.8	1/9.0		129.5	主跨钢梁, 边跨混凝土梁
2	德Kurt Schumacher桥	287.04+60.16+65.21	1972		2	箱	4.5	36.9	1/43.8	1/7.8		71.5	主跨钢梁, 边跨混凝土梁

附表2 国外独塔混凝土斜拉桥 (L≥200m)

序号	桥名	跨径(m)	体系	索面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
1	美东Huntington桥	274.3+185.3	塔梁墩固结	2	肋板式	1.52	12.2	1/181	1/22.5	13.7	85.2	
2	英Londonderry Foyle桥	70+70+210+70		1	单室箱	3.5	30	1/60	1/7.0	两对索	110	

附表3 国外独塔组合梁斜拉桥 (L≥200m)

序号	桥名	跨径(m)	体系	素面数	梁截面	梁高(m)	梁宽(m)	高跨比	宽跨比	索距(m)	塔高(m)	备注
1	尼泊尔Kamali河桥	325+175		2	桁架	3.56	11.3	1/91.3	1/28.8	20	120	175m跨有平衡重
2	挪威Grelndand桥	67+305	地锚式	2	工字梁	3.6	10	1/84.7	1/30.5			轻质混凝土桥面
3	韩国第二Seongson桥	100+250+120+80		1								
4	美Weirton Stenbenville	43.34+249.94+209.68		2	工字梁	2.86	20.84	1/87.4	1/8.9	18.3	108.2	
5	日矢作川桥	175+235		1	五室箱	4-6	43.8		1/5.4		109.6	两座桥相连。 235m侧有公共墩，钢腹板，混凝土顶底板
1	克罗地亚 Rijeka Dabrovacka桥	87.35+304.05+80.07	地锚式	2	开式	2.25	14.2	1/13.5	1/21.4		92.4	主跨中靠80.07m跨有60.05m混凝土梁，与钢梁间设铰，87.35m为混凝土梁
2	泰Rama 8 桥	300+2×50+75		1		1.6	29.3	1/187.5	1/10.2	10	161.34	边跨混凝土梁，75m为锚跨，梁高10m，供公园绘画用

附录二 我国跨径L<100m独塔斜拉桥

独塔混凝土斜拉桥 (L<100m)

四川金川曾达桥	71+39	1981	平转
浙江章镇桥	72+54	1983	
四川广汉金雁桥	55+55	1983	
湖南浏阳绵江桥	12+25+25+12	1986	
上海恒丰北路桥	76.64+72.8	1987	
湖南双江口桥	36+36	1988	
湖南达浒桥	42+42	1989	
浙江湖州苕溪桥	50+70	1989	
海口汽车站桥	31.5	1990	三肢斜拉桥
山西古交大川河桥	49.2+35.2	1991	
云南昆明园通桥	70.5+70.5	1991	
大连老虎滩桥	10+30+30+10	1992	
哈尔滨动物园桥	20+9.14	1992	
秦皇岛大里营跨站桥	42+50	1993	
云南玉溪卷烟厂桥		1994	
莆田海上公园桥(人)		1994	
长沙黑石渡桥	20+50+50+20	1994	
绍兴轻纺城市场桥	45+45	1995	
湖南怀化人行桥(人)	27.4	1995	四肢斜拉桥

(续下表)

(续上表)

独塔混凝土斜拉桥 (L < 100m)

上海六合路商业大楼桥 (人)	16+16	1996	
河南漯河澧河桥	60+90	1996	
天津人行桥	90+52	1997	
常德南华渡桥	53+53	1997	
沈阳新开河桥	30+9	1997	塔前倾与水平成75.618
昆明市百货大楼 (人)	3+14.9+32.6+10.6	1997	
浙江嘉州勤俭桥		1998	
新疆乌鲁木齐人行桥		1998	
山西平陆城西桥	73+73	1998	
江苏小徐海桥	60+70	1999	
杭州昆山门立交桥	95+95	1999	
江西上饶南河桥 (人)	80+80	1999	
济南绕城高速公路桥	67.5+67.5	1999	
大连森林动物园桥	76+12+10.5	2000	
江苏某斜拉桥	70+50+15	2000	
安徽淮北长山路桥	88+88	2001	
厦门同安银湖桥	80+80	2002	矮塔斜拉桥
浙江余姚兰墅大桥	74+45	2003	塔纵弯
合肥野生动物园观景桥	20+72+40	2003	塔后倾30°,后背索为星形双面索
北京五环路石景山南站高架桥	45+65+95+40	2004	转体施工
江苏大学西山人行天桥	30+18.4	2005	用CFRP作拉索
台湾淡水情人桥 (人)			塔向主跨倾斜

独塔组合梁斜拉桥 (L < 100m)

天津刘庄海河桥	32+71.85	1991	
天津站天桥	90+55	1997	
常州五星大桥	54+33	1997	并列双塔
台湾台8桥	66+66		
北京昆玉河桥	85+38	2007	塔纵弯

独塔组合梁斜拉桥 (L < 100m)

哈尔滨三棵树桥	47.5+47.5	1988	
沈阳文化路天桥	36+19	1995	
沈阳南五马路人行桥	46+23	1996	

独塔组合梁斜拉桥 (L < 100m)

江苏淮阴运河1号桥	64+90	1991	
-----------	-------	------	--

(下转第33页)

6 结语

改革开放以来,由于基础设施建设的需求和国家对防灾工作的高度重视,使斜坡地质灾害的防治工作在大量实践中得到了非常快速的发展。在此过程中,学习和引进国外的先进技术与管理方法也起到了积极的推动作用。但是,正如著名的美籍华人科学家潘毓刚教授所言“学习外国,要踏踏实实地观察,认认真真的研究,学习真正好的东西。”而不能“浮光掠影、抓些皮毛、生搬硬套”^[9]。须知,即便是真理,跨出了适用边界也会成为谬误。同时,我们更要经常总结和研国内工程实践中的丰富经验。2000多年前,为根治成都平原的洪灾而修建了都江堰水利工程;上世纪70年代,我国组建不久的地震部门便不止一次的对地震进行了成功预报(后来的情况反而并不理想);80年代,在监测仪器还十分落后的条件下,我国又对长江新滩滑坡进行了非常成功的预报。这些连发达国家的同行也为之赞叹不已的事例说明,正确的基本观点,符合实际的规定

与运作方式才是取得成功的最重要的前提条件。总之,无论是国外的科技成果还是国内的科技成果,都应当接受实践的检验。

参考文献

- [1] 陈宗基.关键在于正确的概念[J].水文地质工程地质, 1982, 64(2): 5-10
- [2] 张倬元.滑坡防治工程的现状与发展展望[J].地质灾害与环境保护, 2000, 11(2): 89-97
- [3] 孙广忠.论地质灾害防治[J].中国地质灾害与防治学报, 1996, 7(1): 1-5
- [4] 刘广润.论地质灾害防治工程[J].中国地质灾害与防治学报, 2001, 12(3): 1-5
- [5] 陈喜昌, 石胜伟.小口径钻孔组合桩的理论研究与应用前景.中国地质灾害与防治学报, 2002, 13(3): 82-85
- [6] 陈喜昌等.长江三峡工程库岸类型与稳定性[M].四川科学技术出版社, 1993, 11-37
- [7] 伍法权.三峡工程库区影响135m水位蓄水的滑坡地质灾害治理工程及若干技术问题[J].岩土工程界, 2002, 5(6): 15-16
- [8] 何伯森.工程招标承包与监理[M].北京:人民交通出版社, 1993, 153-162
- [9] 潘毓刚.也谈中国科技教育体制的改革—兼与温元凯先生商榷[J].大自然探索, 1984, 10(4): 5-8

(上接第17页)

参考文献

- [1] 楼庄鸿.国内外桥梁的现状和发展趋势, 2001, 楼庄鸿桥梁论文集.北京:人民交通出版社, 2004
- [2] 王伯惠.斜拉桥结构发展和中国经验(上册)(下册).北京:人民交通出版社, 2003, 2004
- [3] 黄兵,等.绵阳沿江四桥施工技术.2003年全国桥梁学术会论文集.北京:人民交通出版社, 2003
- [4] 单德山,等.数据库技术在沙溪庙嘉陵江大桥施工控制中的应用.北京:人民交通出版社, 2003
- [5] 陈涛,等.公和斜拉桥施工与监控,北京:人民交通出版社, 2003
- [6] 李传习,等.湖南株洲建宁大桥主桥合理成桥状态的确定.2004年全国桥梁学术会议论文集
- [7] 朱玉,等.曲塔柱桥塔的内力调整.北京:人民交通出版社, 2003
- [8] 舒江,等.独塔斜拉桥主梁施工误差分析.北京:人民交通出版社, 2003
- [9] 王成格,等.云南西双版纳大桥设计.北京:人民交通出版社, 2003
- [10] 丁建明,等.浙江湖州南太湖大桥主设计,北京:人民交通出版社, 2003
- [11] 胡可.合肥野生动物园观景桥主桥结构静力分析.北京:人民交通出版社, 2003
- [12] 庞颂贤.珠海横琴大桥设计.中交公路规划设计院五十年院庆文集.北京:人民交通出版社, 2004
- [13] 南军强,等.浙江飞云江三桥施工图设计与技术特点.2005年全国桥梁学术会论文集.北京:人民交通出版社, 2005
- [14] 蒋建彪,等.CFRP棒(索)锚具研发及在国内首座CFRP斜拉桥中的应用.北京:人民交通出版社, 2005
- [15] 梅葵花,等.CFRP斜拉桥锚具的静载试验研究.桥梁建设.2005(4)
- [16] 蒋建彪,等.云南怒江三达地斜拉桥换索工程.2005年全国桥梁学术会议论文集.北京:人民交通出版社, 2005
- [17] 李世华.昆玉河斜拉桥方案可行性分析设计.北京公路, 2005(4)
- [18] 龚一琼,等.余姚兰墅大桥主桥总体设计.第十六届全国桥梁学术会议论文集, 2004
- [19] 陈强,等.独塔单索面曲线斜拉桥主梁施工过程力学分析.公路交通科技, 2006, 23(2)
- [20] 陈冠雄.挑战新高—广东省公路桥梁建设综述.桥梁, 2005(6), 2006(1)
- [21] 徐倬伟.十里河大桥荷载试验研究.桥梁2005(5)
- [22] 郭彦领.丽水紫金大桥斜拉桥主梁施工测量控制.公路, 2006(3)
- [23] 王会利,等.斜拉琴桥塔梁结合区的试验分析研究.公路, 2004(2)
- [24] 原泉,等.某混凝土斜拉桥的加固设计.华东公路, 2003(5)
- [25] 王政兵.钢箱梁长大节段整体制造安装施工技术.桥梁建设, 2006(2)
- [26] 舒勇,等.临海大桥主塔基础设计.桥梁建设2004(5)
- [27] 许佳平,等.通化西昌斜拉桥新型单索面牵索挂篮的结构思、设计及应用.世界桥梁, 2006(1)
- [28] 吴劲兵,等.贵州红枫大桥桥型方案比选.中外公路, 2005(2)