

汕頭海灣大橋

範應心 《汕頭海灣大橋》 專題攝影集

汕頭海灣大橋

範應心 《汕頭海灣大橋》 專題攝影集

主 編：夢 珊
設 計：風 華
書名題簽：梁惠湘

汕頭海灣大橋

江澤民

目 录

序	5
自序	7
汕頭海灣大橋	11
鐵道部大橋工程局	91
鐵道部大橋工程局第三橋梁工程處	92
鐵道部大橋工程局第三橋梁工程處 1995 年 在建的 11 座大橋中的 6 座大橋	93
（一）汕頭海灣大橋	94
（二）西陵長江大橋	96
（三）武漢長江公路橋	100
（四）常德沅江大橋	104
（五）黃柏河大橋	107
（六）下牢溪大橋	109

汕頭海灣大橋

範應心 《汕頭海灣大橋》 專題攝影集

主 編：夢 珊
設 計：風 華
書名題簽：梁惠湘

汕頭海灣大橋

江澤民

目 录

序	5
自序	7
汕頭海灣大橋	11
鐵道部大橋工程局	91
鐵道部大橋工程局第三橋梁工程處	92
鐵道部大橋工程局第三橋梁工程處 1995 年 在建的 11 座大橋中的 6 座大橋	93
（一）汕頭海灣大橋	94
（二）西陵長江大橋	96
（三）武漢長江公路橋	100
（四）常德沅江大橋	104
（五）黃柏河大橋	107
（六）下牢溪大橋	109

序

范应心同志是铁道部大桥局三处处长，高级工程师，他领导的三处担负着祖国多个省区的大桥建设重任。老范对摄影非常热爱，特别对拍摄桥梁情有独钟，他曾说过：“没有桥，就没有我的摄影”，可见他对桥梁摄影的凝神，从今天出版的这本《汕头海湾大桥》画册，足以道明原委了。

汕头海湾大桥是我国第一座现代大型悬索桥，在国际建桥史上亦有其独特的造型结构，是非常雄伟壮观的一座桥梁，它为我国建桥史上写下了新篇章。

两年多以前，老范曾和我谈过建汕头大桥的事，并设想通过这次建桥作个摄影创作实践，跳出过去纯技术性的纪录摄影。之后，不久他拿了十多幅拍摄汕头海湾大桥施工的照片给我看，均颇注意构图和创意，很多幅都是选在日出或日落时具有渲染气氛的时刻按动快门的，给人一种新鲜感。他是早已“处心积虑”地要把这座新型大桥的诞生作个具有艺术感染力的追随纪实，实现他在自序中所说的要把“桥梁技术与摄影艺术结合”的诺言。我看此举也只有老范才可胜任，因为他是建桥施工的策划者，又是掌具现场条件以摄影艺术来表现建桥的实践者，理应独占鳌头呢！作者曾理想化地说过：“桥很美，建成后桥的镜头更美，且一幅会比一幅美”。我看此想法是完全可以成事的，我们的艺术实践立意是“原于生活而高于生活”，这是艺术创作的信条。老范似胸有成竹的在建桥过程中就不断进行摄影创作实践了，今已可结集成册，在我国建桥史上的建桥策划者，又亲自拿起相机来拍出作品出成画册，恐怕是少有的范例。可喜可贺！今后范处长的建桥任务不断，祖国的桥梁建设将会随着经济的腾飞更加拓展，今天有了这个可喜的开端，我想今后必定能步步高的发展未来，但愿能为我国建桥史册上立下一块块形象生动真实写照的丰碑。

梁惠湘

一九九五年十一月八日



自序

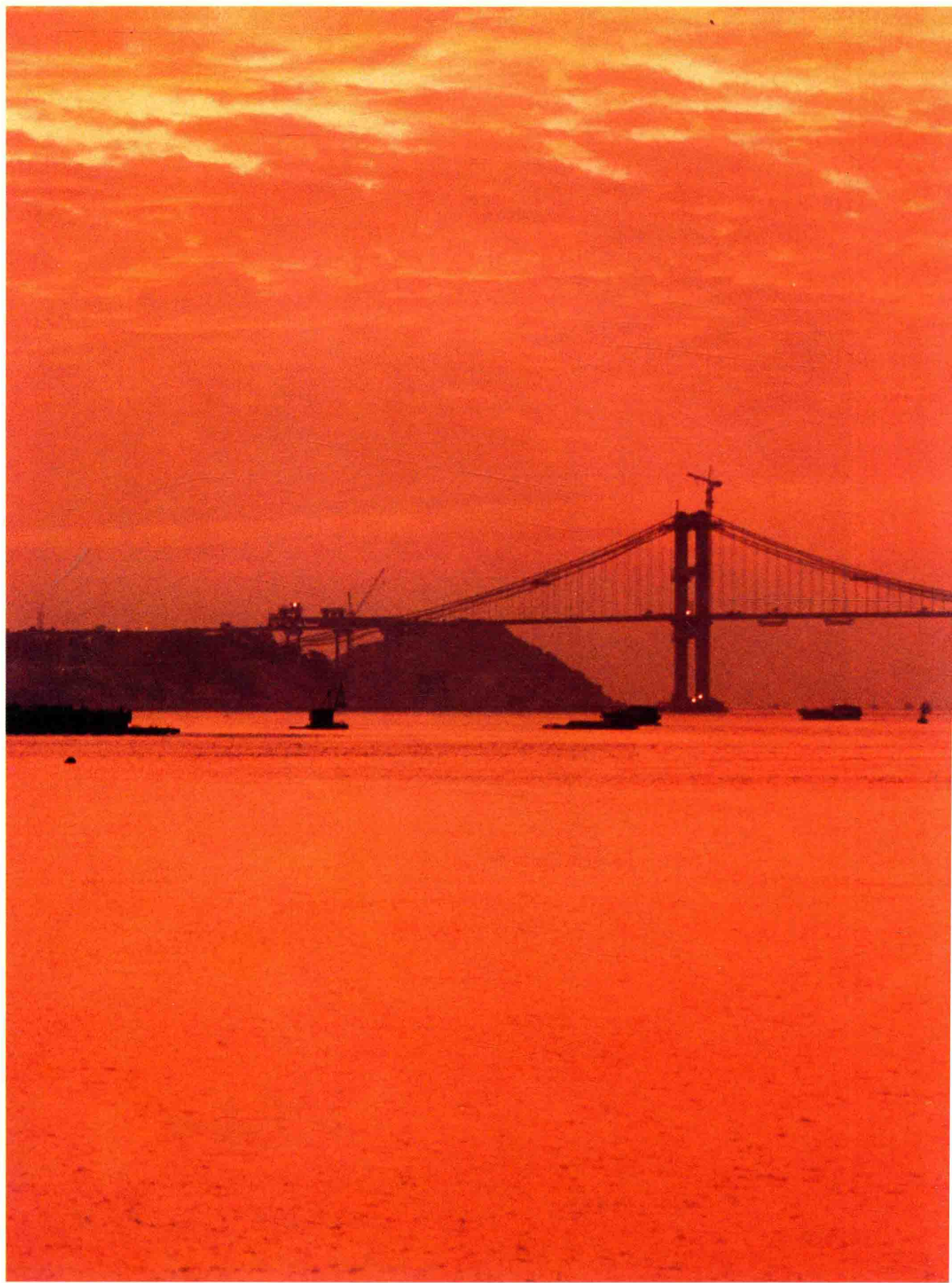
一九五七年一出學校門，我就被分配到鐵道部大橋工程局。我熱愛這個集體，熱愛橋梁事業。我是一個橋梁建設者，又是一個業余攝影愛好者。我拍攝了不少照片，半數畫面本身就是橋，半數畫面上雖看不見橋，可大背景都離不開橋。因此，對我來說，沒有橋，就沒有我的攝影。如果說，把橋梁技術與攝影藝術相結合出一本畫冊是有意義的話，那麼，汕頭海灣大橋是最值得這樣做的。

汕頭海灣大橋，是中國第一座現代大型懸索橋。橋很美，建成后橋的鏡頭更美，而且一幅會比一幅美。大橋建設中的鏡頭可能還不很美，但從歷史不能再現這個意義來看，留下的這些鏡頭，也許將是無盡的回味。

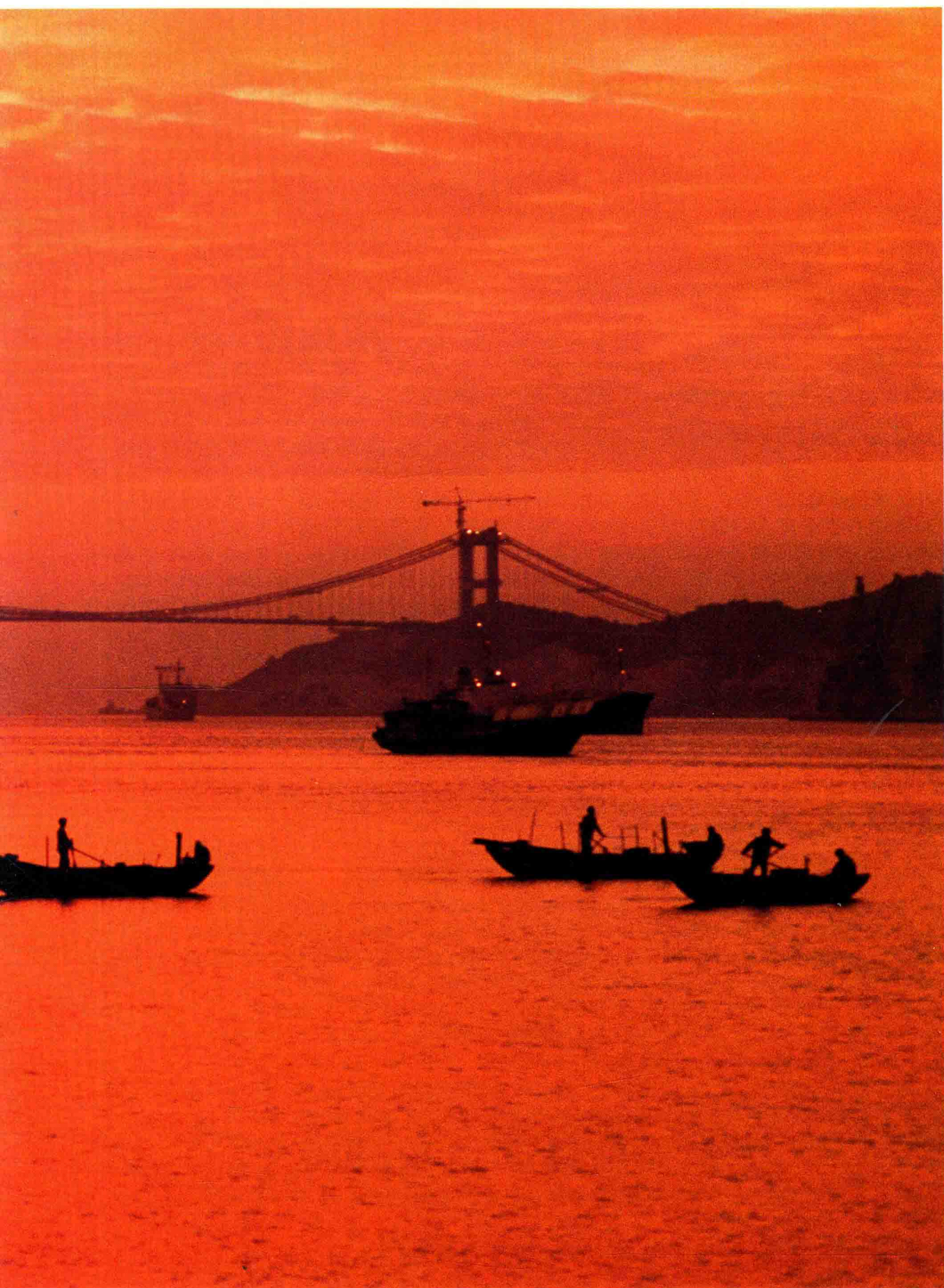
謹以這本畫冊——我的心血，我的汗水，獻給汕頭海灣大橋的建設者——我的戰友。獻給支持、關心大橋建設的領導、專家和朋友。

范志心

一九九五年十二月二十八日



汕頭海灣大橋



1995 年 10 月 28 日

汕頭海灣大橋

范志心

新中國成立46年來，橋梁建設取得了巨大的成就。五十年代修建了萬里長江第一橋——武漢長江大橋，實現了中國人的夢想，可算是中國橋梁建設的第一個里程碑。六十年代在長江下游，中國人用國內技術、國產材料、國產設備設計修建了舉世矚目的南京長江大橋，可算是中國橋梁建設第二個里程碑。自此以後，在祖國的江河湖海上修建了很多各種橋式，各式結構類型的大型橋梁，但唯獨留下了一個空白——沒有現代大型懸索橋。

1991年8月，由於廣東省交通廳及招標評標專家的膽識，鐵道部大橋局的熱烈響應和勇于實踐，決定在汕頭媽嶼島海灣修建中國第一座現代大跨度懸索橋——汕頭海灣大橋。

汕頭海灣大橋，懸索橋主跨為452m，懸吊的加勁梁為預應力混凝土箱形梁，橋面淨寬23.8m，主纜直徑550mm。混凝土加勁梁的懸索橋，世界上已建成的最大跨度為207m，即加拿大赫德森霍普橋，橋面寬僅為11.3m，故汕頭海灣大橋建成後將是世界上同類型結構跨度最大的懸索橋。繼汕頭海灣大橋之後，虎門大橋（主跨888m）、三峽西陵長江大橋（900m）、江陰長江大橋（1385m）等大跨懸索橋相繼通過鑒定和開工。無怪乎，李國豪等全國著名橋梁專家對汕頭海灣大橋的評價是：“中國真正懸索橋時代的開始；”“九十年代是中國懸索橋時代。”1991年12月17日，江澤民總書記又為大橋奠基親自掀動了電鈕並題寫了橋名——“汕頭海灣大橋”。因此，汕頭海灣大橋真可謂是中國劃時代的橋梁。

大橋的建設單位：廣東汕頭海灣大橋公司。設計單位：鐵道部大橋局勘測設計院。施工單位：鐵道部大橋局三橋處。監理單位：廣東省交通科學研究所。

一、全橋概況

汕頭海灣大橋由跨越主航道的主橋，北側跨越媽嶼島及副航道的副橋及南側的南引橋組成。大橋橋式由南至北為：

17孔 $\times$ 25m + (154 + 452 + 154) + 21孔 $\times$ 25m + 2孔 $\times$ 35m + 2孔 $\times$ 50m + 13孔 $\times$ 35m

大橋全長2500m。主跨為452m的懸索橋，通航淨高46m，可通行5萬噸級海輪。海中兩個主塔墩每墩12根 Φ 2.5m嵌岩柱樁，其餘均為每墩兩根 Φ 1.5m鑽孔樁或挖孔樁，還有少量的岸墩為明挖擴大基礎。引橋除橋臺外，均為雙柱式墩身，上加蓋梁。梁體為預應力混凝土T形梁，每孔11片，全橋共有T梁616片。全橋混凝土總量10萬 m^3 ，主體結構用鋼2萬噸。

本橋於1992年3月28日開工，於1995年12月28日建成通車。

二、主塔工程

（一）主塔基礎：

南北兩個主塔墩均在海中，水深分別為8m和13m。汕頭為臺風正面登陸比較頻繁的地區，橋位又處在臺風口上。為防臺、盡量少用水上船只，乃採用棧橋及水上平臺的施工方案。每墩有12根 Φ 2.5m樁，基岩為花崗岩，設計要求樁嵌入微風化岩的深度不小於3m。採用沖擊鑽成孔，由於微風化層岩質特別堅硬，部分樁最後階段採取了堵漏抽水人工鑿岩的方法完成了樁基工程。所有的樁均經無損檢測，全部符合設計要求，主墩12根樁分為兩組，

每個塔柱下一組6根樁，樁頂至強風化岩面一段套以鋼沉井，內填混凝土，將一組樁固結一體，增強樁群剛度，最後用剛性大承臺將兩組樁群及鋼沉井連為一體，構成主塔牢固的基礎。主墩承臺採用了勁性鋼結構骨架吊挂承臺模板的方案灌注承臺混凝土。

(二)主塔塔身及橫梁：

每個塔墩由兩個塔柱三道橫梁構成。塔柱用爬模施工，其綜合進度為每天1—1.2m。爬模由上海第三建築公司加工製造。灌注下橫梁的支撐支于承臺上，灌注中橫梁的支撐支于下橫梁上，灌注上橫梁的支撐支于中橫梁上。採用自升式塔吊及泵送混凝土進行施工。塔柱旁裝設了施工電梯。

採用瑞士產自動天頂垂準儀測控塔柱鉛直度，儀器垂綫設置精度為1/200000，要求塔身垂直度為1/3000。

(三)塔頂布置：

(1)索鞍：採用鑄鋼索鞍。索鞍由底板、鞍座體組成。由於受塔頂起重設備吊重量及加工件大小的限制，鞍座體分為兩件鑄造和加工。一套索鞍重50t，單件最大重量19.11。索鞍在北京重型電機廠用數控銑床加工。

在架設主纜及加勁梁的施工過程中，恒載逐步增加，纜索垂度也隨之加大，跨距也隨之變化。為保證在全部恒載加完後的跨距為設計跨距，在架設纜索前將塔頂向邊跨方向預拉一設計偏移值；或塔頂不動，將索鞍向邊跨方向預偏一設計值，在架設主纜及加勁梁時，主纜帶動索鞍逐步向跨中方向移動，待全部恒載上齊後，索鞍移至設計位置，跨距為設計跨距。本橋採用後一種方法，這就要求索鞍底面與塔頂座板頂面之間能相對滾動或滑動移位。本橋採用的是平面滑移。按已往橋梁支座滑動面的作法，為減少滑動摩阻力，系採用聚四氟乙稀板和不銹鋼板組成滑動面。本橋乃首次採用了最新的、塗刷高效防腐減阻塗料的科研成果及工藝，即在經機加工的滑動面上塗刷該塗料後，既是鋼鐵表面的防腐塗層，又是摩阻系數很小的滑動面，省去了四氟板、不銹鋼板等設施。在塔頂還設置了能水平頂推調整索鞍位置的設施，水平頂力裝置為2臺600t 千斤頂。

(2)在塔頂兩側預埋設置有貓道索的錨固結構、工作平臺、滑車支點等施工臨時設施。

(3)在塔頂鞍座處設有塔頂門架，以便固定牽引索、吊放纜索入鞍槽。

(4)在塔頂還安裝了吊重量大於20t 的臨時龍門吊機，吊裝鞍座。

三、錨碇工程

(一)錨體：

本橋主錨為重力式錨。在兩岸錨區均為花崗岩石質山頭，設計充分利用了這一有利條件，設計成山形混凝土錨體，兜住石質山頭，錨區頂部又有一段砌石路基壓重，這樣就大大減少了錨體混凝土體積。每岸錨體混凝土量各為12000m³左右，分10來次灌注。採用埋設循環冷卻水管、減少水泥用量等降低水化熱的措施，保證了錨體大體積混凝土質量。

(二)錨杆：每根主纜由110束平行鋼絲束組成，全橋共有單束錨杆88根，雙束錨杆176根。本橋錨杆設計為后拉式，即鋼絲束錨拉于錨杆前端，拉力通過錨杆傳至鋼后背梁，通過后背梁再傳至混凝土錨體，故所有錨杆均包裹了油毛氈隔離層，以免拉壞混凝土。在鋼錨杆內還設有穿心式千斤頂，配以叉型墊圈，以便調整索力。全橋錨杆總重1300余噸，由大橋局三橋處製造。

(三)在主錨前方設置了散索鞍。由塔頂而來的主纜經散索鞍在水平、豎直兩個方向轉向分散後再錨拉于錨杆。散索鞍鑄造加工要求與塔頂索鞍相同。主纜架設前散索鞍的位置應按設計要求偏主錨方向一定的預偏值，待全部恒載上齊後主纜帶動散索鞍回移至設計位置。

(四)在錨碇區還設有牽引和收放纜束、架設貓道及主纜的滑車支點等施工臨時設施。

四、猫道工程

猫道是架設主纜、吊索、加勁梁等工作的高空施工臨時工作道。架設猫道之前,首先要架設一根直徑較小的空中導索。利用導索再架設起牽引作用的牽引索和起承重作用的支承索。利用牽引索牽引架設猫道、主纜、吊索等設施。猫道由猫道索、猫道面板、欄杆、抗風索等組成。為增強猫道整體剛度及通行需要,在適當位置設有猫道橫向天橋,將兩側猫道連通。本橋在兩個邊跨各設一道、主跨設有三道橫向天橋。

(一)過海空中導索:此索為架于兩主塔間的第一根空中索,起引索作用。本橋用 $\Phi 19\text{mm}$ 導索,采用吊船牽引渡海的方式架設。

(二)牽引索:本橋采用往復式循環運行方式的牽引索。用 $\Phi 33\text{mm}$ 鋼絲繩,每側主纜上方設置一根,利用導索架設,在塔頂、邊墩、錨碇區各設有支架及滑車,循環驅動卷揚機設在南錨碇區,在南、北錨碇區設懸挂平衡重的設施,用以平衡調節牽引索松緊的均衡度。為牽引運送重物,每根牽引索下另設有兩根 $\Phi 33\text{mm}$ 的支承索,置放重物的運送小車支承于支承索上,由牽引索牽動小車而運送物件。

(三)猫道索:本橋每側猫道設6根 $\Phi 45\text{mm}$ 承重的猫道索。猫道索綫型應平行于主纜綫型,低于主纜中心綫 1.5m ,便于工作。猫道索不跨越塔頂,而是在主跨、邊跨分別設置,在主塔錨于塔頂兩側,故在塔頂兩側設有猫道錨固設施,設有能收緊、放松猫道的裝置,以便隨施工工序對主纜的加載,主纜綫型發生變化時而調整猫道的綫型,使其始終保持與主纜綫型平行。

(四)猫道面板及欄杆:猫道面板由 $\Phi 4\text{mm}$ 大眼($76.2 \times 76.2\text{mm}$)和 $\Phi 1.6\text{mm}$ 小眼($12.7 \times 12.7\text{mm}$)兩層鋼絲網、小方木及扣件等組成,在場內制成一定長度的網片卷成捆,運至塔頂,由塔頂向兩側攤鋪,并用扣件與猫道索扣連。兩側設 $\Phi 15\text{mm}$ 扶手鋼絲繩及欄杆立柱。在猫道面上按間距 8m 設置滾筒支架,作為主索牽引時的托架。

(五)抗風索:為增強猫道抗風能力,設有 $\Phi 25\text{mm}$ 抗風索。

五、主纜工程

(一)本橋主纜采用 $\Phi 5.1\text{mm}$ 鍍鋅高強度鋼絲,采用PWS工法組成直徑為 550mm 的平行鋼綫束主纜。每根主纜有110束、每束91絲,一根主纜共10010絲,兩根主纜總重3300噸。

(二)鋼絲束:本橋纜束全部為91絲的束,每端帶一個熱鑄錨頭。鋼束在上海浦江纜束廠制造,成盤運輸,盤徑為 3m 、 4m 兩種。本橋纜索長度為 1029.6m 左右,因為主纜通過散索鞍散開后,各根索長度都略有變化。單根束重為 15t 。

制索時對長度的精度要求很高。對全橋主纜要有一根基準絲,其長度誤差應小于 $1/98000$ (日本關門橋)。每一束有一根標準絲,標準絲是根據基準絲丈量下料的,長度誤差應小于 $1/36000$,其余各絲依據標準絲下料,成束的長度誤差應小于 $1/10000$ 。在確定實際制作長度時應綜合考慮彈性伸長及各種制作、施工誤差后確定長度富余量,本橋束的兩端各加長 220mm 的調整富余量。91絲一束,排成六角形斷面,標準絲置于左上角點上,另外還要對右上角點的鋼絲全長涂色作標記,以檢查鋼絲束是否扭編、交錯,確保為平行鋼絲束。鋼絲束每隔 1.5m 纏繞定型帶一道。

(三)主纜架設:利用牽引索將鋼絲束依序牽引上塔、入鞍及拉入錨杆。架設第一索精度要求很高,架上后利用溫差較小的夜間,反復量測調整,使垂度、拉力符合設計要求,此索即作為其余各索的基準。以后每架一束都要以此基準束為準,反復調整使其在自重下的綫型與基準索平行,理論上要求是既不脫離開基準索,也不加重于基準索,垂度符合設計要求,其垂度誤差為 $+20\text{mm}$ (向上)和 -0 (向下)。

鋼絲束裝入鞍槽前,應將六角形斷面整形為 $48 \times 50\text{mm}$ (91絲)的矩形斷面入槽。

(四)緊纜:主纜架完后,采用緊纜機將主纜擠壓頂緊成圓形斷面,主纜擠緊后的空隙率,在索夾部位應小于 18% ,其他部位應小于 20% 。緊纜一般從跨中向主塔進行,每米緊一