

浅谈矮塔斜拉桥施工技术

文 / 赵 耀 中铁广州工程局集团第一工程有限公司

摘要：矮塔斜拉桥作为一种通过优化结构体系、充分发挥主梁刚度和拉索预应力作用而形成的一种独立、高效且经济的桥型，具有主梁刚度大、施工便捷等优势。其索塔高度相对较低，斜拉索长度较短，可采用混凝土箱梁形式，并由斜拉索与主梁共同承担荷载，因而在桥梁工程中应用广泛。

关键词：斜拉桥；索塔；0号块；预应力管道

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.23.050

引言

本文首先概述矮塔斜拉桥的索塔结构形式，随后结合新建南通至宁波高速铁路中的(40+150+150+40)m矮塔斜拉桥工程实例，重点分析索塔施工关键技术要点，以期为类似工程提供参考。

一、工程概况

新建南通至宁波高速铁路位于长三角城市群中心地区江苏省和浙江省境内，为南北向铁路，设计时速350km/h。本桥于DK114+895.4处跨越石井塘（杭申线）-现状四级航道（规划三级航道），河道面宽71m，通航要求净宽(m)*净高(m)为60*7m。于DK115+084.57处跨越三店塘-现状六级航道（嘉善县规划五级航道），河道面宽75m，通航要求净宽(m)*净高(m)为45*5m，采用(40+150+150+40)m矮塔斜拉桥跨越石井

塘及三店塘航道，主梁全长381.5m，150m主跨与石井塘航道中心右角交角为52°13'，与三店塘航道中心右角交角为99°41'。



图 1.1 矮塔斜拉桥主梁与航道现场航拍图

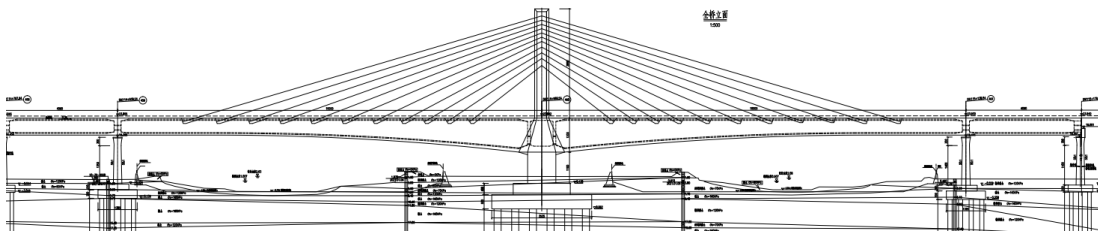


图 1.2 矮塔斜拉桥与航道立面关系图

二、矮塔斜拉桥结构特点

矮塔斜拉桥，指的是其索塔在桥面之上露出的部分相对较短。它的核心力学特点是：介于预应力连续梁桥和传统斜拉桥之间。荷载由主梁的受弯和斜拉索的受拉共同承担，但主梁承担的弯矩比例远高于传统斜拉桥。“梁”为主，“索”为辅；在受力体系上，可以理解为“以加劲梁受压弯为主，斜拉索提供体外预应力为辅”的结构。桥梁的跨越能力主要依靠强大的主梁，斜拉索则作为补充，大幅减小了主梁的弯矩峰值。桥面荷载一部分通过拉索直接传递到塔上，另一部分则通过主梁的弯曲和剪切传递到桥墩。



图 2.1 矮塔斜拉桥三维模型图

本文主桥总体设计为独塔双索面无砟轨道矮塔加劲预应力混凝土斜拉桥，孔跨布置为(40+150+150+40)m，桥面距离原地面高度19.5-21m。采用塔梁墩固结的结构体系，主梁全长381.5m，计算跨度为(40+150+150+40)m，边支座中心线至梁端0.75m。主梁横隔板、斜拉索锚固横梁上设置横向预应力钢束，主梁0#段设置竖向预应力。其中纵向预应力钢束、斜拉索锚固横梁钢束采用普通预应力钢束，横隔板预应力钢束、竖向预应力钢束采用缓粘结预应力钢束。

三、施工步骤

上部结构0号块、边跨现浇段采用钢管立柱支架法施工；1号块~24号块采用挂篮悬浇法施工，挂篮跨航道采用兜底防护；斜拉索采用单根挂索工艺；合龙段依托挂篮设置劲性骨架进行施工。

施工步骤一：

(1) 施工基础及辅助墩、边墩（不含墩顶不等高

顶帽)。(2)施工主墩至墩顶。(3)在主墩旁拼装支架,按施工规范要求进行预压。(4)在支架上立模浇筑0号块。(5)待混凝土强度和弹性模量均达到设计值100%,且必须保证张拉时梁体混凝土龄期不小于7天,方可张拉并锚固0号块预应力束。(6)张拉顺序先腹板束,后顶板束,从外到内左右对称进行,先张拉纵向再竖向后横向束。(7)主塔与0号块同时施工,注意预埋桥塔内索鞍。

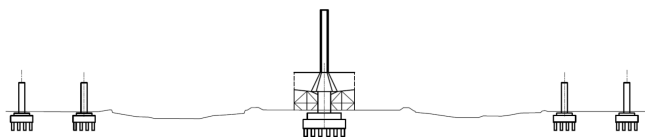


图 3.1 施工步骤图一

施工步骤二：

(1)拆除墩旁托架。(2)在0号块上安装挂篮。(3)在挂篮上对称浇筑悬臂梁段,待混凝土弹性模量达到设计值95%、强度达到设计值的100%后,且龄期不小于5天,张拉并锚固对应梁段纵向钢束及横梁钢束。重复操作,对称施工悬臂施工节段。(4)张拉顺序先腹板束,后顶板束,从外到内左右对称进行。在有斜拉索的节段,索梁锚固梁段钢束张拉完成后并且压浆达到强度后,张拉相应位置斜拉索。

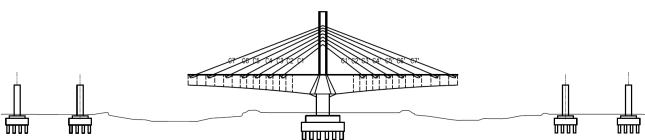


图 3.2 施工步骤图二

施工步骤三：

(1)搭设辅助墩、边墩墩旁托架,按施工规范要求进行预压,并施工现浇段。(2)待现浇段混凝土强度达到设计值的60%时,初张拉钢束3SF1、4ST4,初张拉控制应力为 $0.4f_{pk}$,待强度及弹模达到设计值100%且龄期不小于7天,张拉现浇段剩余钢束。(3)施工边墩、辅助墩隔板横向预应力束。(4)在挂篮上对称悬臂浇筑节段至合龙段,张拉并锚固对应梁段钢束及斜拉索。

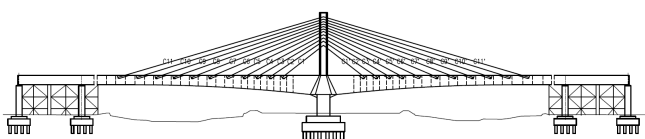


图 3.3 施工步骤图三

施工步骤四：(1)施工合龙段临时刚接措施,解除现浇墩临时纵向约束等设施,施工边跨合龙段。(2)待合龙段混凝土弹性模量达到设计值100%、强度达到设计值的100%后,且龄期不小于7天,张拉纵向钢束。纵向钢束分两批张拉,第一批SB5、SB4、ST1、ST2,第二批剩余钢束。

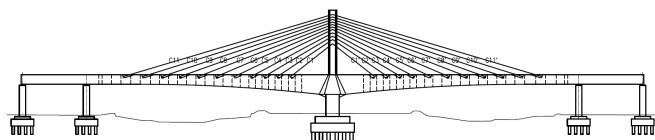


图 3.4 施工步骤图四

施工步骤五：(1)拆除支架。(2)停梁60天。(3)依次对称二次张拉斜拉索,二次张拉必须采用整束张拉。(4)施工防护墙、竖墙、遮板、盖板和栏杆等桥面附属以及进行桥面无砟轨道铺设。(5)整理场地,施工桥墩不等高顶帽。

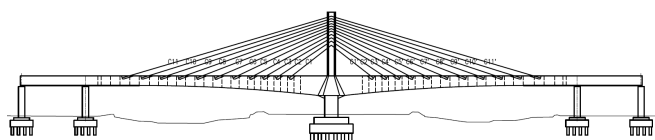


图 3.5 施工步骤图五

四、主要结构施工注意事项

(一) 混凝土施工质量控制

1. 混凝土拌合严格按施工配合比配料。
2. 混凝土浇筑后要覆盖保温保湿养护。
3. 要从源头上严格控制混凝土原材料质量,粗、细骨料要符合规范要求,级配良好。
4. 加强天气情况了解,大雨天气不宜浇筑混凝土。
5. 加强保温、保湿养护,延缓降温速率,防止混凝土表面干裂。
6. 锚垫板处、支座板处、锯齿块处的混凝土应振捣密实,严禁漏振,确保混凝土与锚垫板、支座板、锯齿块紧密结合,无空隙。同时,要注意控制混凝土的坍落度,避免过大或过小,影响混凝土的浇筑质量和性能。在浇筑过程中,应随时观察混凝土的流动情况,及时调整浇筑速度和振捣力度,确保混凝土均匀、密实。浇筑完成后,应及时进行养护,保持混凝土表面湿润,避免干裂和脱落。对于锚垫板、支座板、锯齿块等关键部位,要加强检查和验收,确保混凝土质量符合设计要求,为后续的预应力张拉和桥梁使用提供坚实保障。

(二) 预应力施工质量控制

1. 预应力管道、张拉端和固定端、预应力筋安装完成后,浇混凝土前做全面检查。
2. 工具锚、工作锚、限位板、千斤顶保持同一轴线,使钢绞线受力均匀,保证张拉质量。
3. 为保证预应力值的精确性,张拉设备应定期进行检查标定,做好张拉记录。
4. 保持油管接头良好,千斤顶加载、卸载应均匀平稳、无冲击。

(三) 索塔施工质量控制

1. 索塔分7次翻模浇筑完成,浇筑速度按 1.5m/h 控制;模板设计定位销,防止出现严重错台。
2. 拆模板时,确认混凝土已达到拆模强度75%后,方可拆除。翻模法拆模由下往上拆除,为保证混凝土质量,

