

漳州战备大桥主桥斜拉索设计

王 凯 郑宏扬 李 敏

【摘 要】漳州战备大桥主桥为 (80.8+132.0+80.8)m 双塔单索面三跨连续部分斜拉预应力混凝土箱梁桥, 介绍其主桥斜拉索的布置、体系构造以及受力。

【关键词】部分斜拉桥 斜拉索 构造 索鞍 桥梁设计

1、前言

漳州战备大桥位于福建省漳州市区南部, 跨越九龙江 (西溪), 为城市桥梁。主桥为 (80.8 + 132.0 + 80.8)m 双塔单索面三跨连续部分斜拉预应力混凝土箱梁桥, 平行钢绞线拉索体系, 该体系是现场安装制索, 具有施工方便、索力选择范围广、耐疲劳强度高、防护措施可靠、成本低等特点。

2、斜拉索布置及体系构造

2.1 拉索布置

斜拉索为单面索, 布置在中央分隔带上, 顺桥向集中布置在梁体的 L/3 跨度附近, 梁上索间距 4.0m, 塔上索距 0.7m, 见图 1。拉索采用双排索, 最大索力 4100kN, 相应应力 $0.535R_x^y$, 斜拉索在塔上部通过鞍座, 两侧对称锚于梁体的隔墙上, 见图 2。

斜拉索采用镀锌钢绞线拉索, 每根拉索采用 31 根 $\Phi^{15.24}$ 钢绞线, $R_x^y = 1770\text{MPa}$, 斜拉索索体采用 3 层防护措施, 从内向外依次为: 第一层为镀锌层并采用表面封蜡, 第二层为钢绞线外热挤 PE, 第三层为钢绞线索外套乳白色 PE 护管, 见图 3。

2.2 斜拉索体系构造

斜拉索体系可分为 3 种类型段, 即梁体锚固段, 索体自由段和塔上锚固段, 见图 4。其中梁体锚固段采用 OVM200 拉索锚固段体系, 而塔上锚固段体系包括鞍座及两侧抗滑锚固装置, 是部分斜拉桥拉索设计最为关键的部位, 也是不同于斜拉桥的构造特点之一。

3、索鞍

鞍座采用双套管结构, 外钢管埋设于混凝土塔内, 内钢管置于外钢管内, 斜拉索从内钢管穿

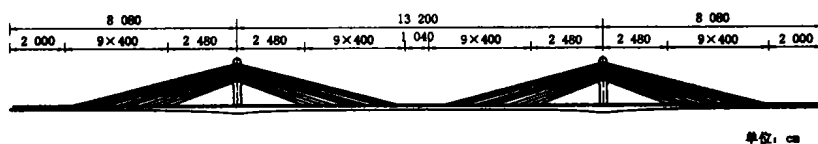


图 1 斜拉索纵向布置示意

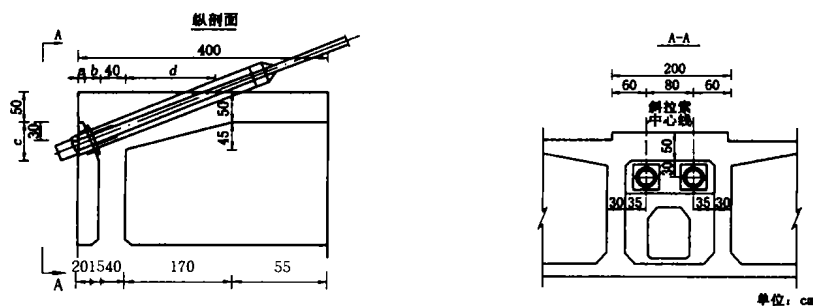


图 2 索梁关系

王凯、郑宏扬: 铁道第一勘察设计院 工程师

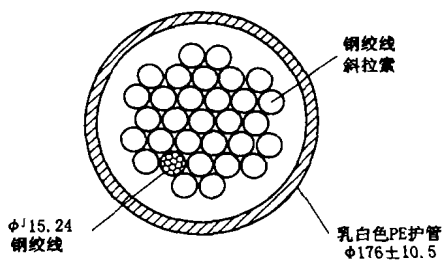


图 3 斜拉索索体截面

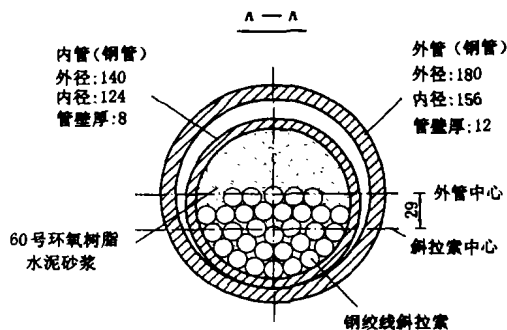


图 5 索鞍构造

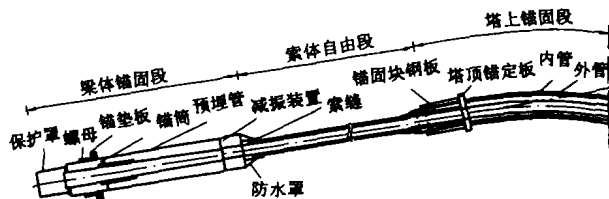
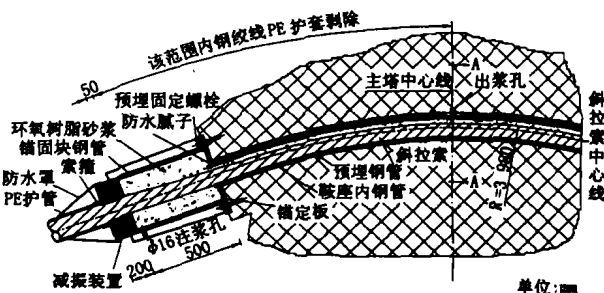


图 4 斜拉索体系示意



过，双套管采用圆弧形，弯曲半径4.0m。成桥后，在内钢管及抗滑锚头内压入环氧砂浆，这样可防止斜拉索在鞍座内相对滑动，同时又便于更换斜拉索，见图5。

对部分斜拉桥索鞍而言，不仅要具有对斜拉索的抗滑移功能，而且还应具有构造简单、换索施工方便、内外管适应性好，对塔截面产生的劈裂力小等特点。

日本冲原大桥鞍座构造与战备大桥略有不同。冲原大桥鞍座外管采用PE管，内管为钢管，出气管从内外管之间引出，并通过U形垫板和楔形块卡住内钢管，从而实现斜拉索的抗滑移性能。

4、斜拉索索力

4.1 斜拉索张拉工况

主桥采用普通挂篮悬臂浇筑施工，每塔处布置10对斜拉索，依次为C₁~C₁₀索。C₁和C₂斜拉索在相应节段混凝土浇注完成和体内预应力张拉结束后张拉，C₃~C₉索原设计为滞后一个梁段张拉，以减小拉索张拉时箱梁底板的拉应力，但在C₃索的施工中，因需在箱内挂设、张拉，而中室空间较小，机具设备操作很不方便，后C₄~C₉索变更为在相应梁段混凝土浇注完成，体内预应力

张拉结束，并将挂篮前移至该梁段以后再张拉，C₁₀索是在全桥合龙并上一部分二恒后张拉，以降低边中跨跨中附近正弯矩。

4.2 斜拉索索力

纵向计算中是将斜拉索模拟成索单元，并通过修正斜拉索的弹性模量来实现拉索的非线性影响，每对贯穿索均简化为在塔身和梁内锚固的2个索元，通过反复计算，并以梁的上、下缘应力作为主要的控制目标，得到斜拉索初张力，计算结果见表1。

表 1 斜拉索初张力、应力幅与成桥索力

索号	初张力 /KN	应力幅 /MPa		成桥索力 /KN	
		边跨侧	中跨侧	边跨侧	中跨侧
C ₁	7626	36	51	7597	7497
C ₂	7253	36	51	7324	7248
C ₃	7200	37	48	7066	7014
C ₄	6874	41	48	7147	7118
C ₅	6721	45	47	7129	7124
C ₆	6671	49	46	7207	7229
C ₇	6624	55	44	7274	7327
C ₈	6578	61	42	7322	7412
C ₉	6532	70	40	7344	7476
C ₁₀	7520	80	38	7554	7474

施工阶段主塔两侧最大索力差为320kN(单根索),发生在桥面铺装从桥的一端向另一端进行时。运营阶段主塔两侧最大索力差220kN。斜拉索的拉力差首先由抗滑锚头传给塔身,然后由钢绞线通过环氧砂浆传给内管,再由内外管间的摩阻力传给塔身。

4.3 斜拉索的受力特点

部分斜拉桥因其主梁刚度较大,结构受力介于斜拉桥与连续梁之间,斜拉索类似连续梁的体外索,因此,其斜拉索的受力特点为:①在设计上可使每根斜拉索采用相同的索截面,以及相近的斜拉索张拉力;②斜拉索可做到一次张拉到位,不需二次调索;③斜拉索活载应力幅值较小,斜拉索应力可以用较高值。

5、斜拉索索力误差

斜拉索施工误差在设计规范和施工规范中均无明确和详细规定,结合国内平行钢绞线索斜拉桥施工情况和战备大桥作为部分斜拉桥具有不同于斜拉桥的受力行为的特点,拟定以下几项控制标准:

- (1) 每根斜拉索各股钢绞线离散误差小于±3%;
- (2) 1对斜拉索上、下2根间的索力差值小于整索索力的1%;
- (3) 每根斜拉索张拉力完成后整索索力误差小于±2%;
- (4) 成桥后实测索力与设计成桥索力间的误差小于±5%。

6、结语

斜拉索张拉采用了“等值张拉法”,逐股穿索,逐股张拉,当每根斜拉索各股钢绞线全部安装后,一次性整体张拉到位,经检测各项误差均能满足设计要求。鞍座设计是部分斜拉桥设计的最重要部分,建议设计者应多做分析研究,战备大桥通过“斜拉索组装件疲劳试验”、“主塔鞍座处节段模型试验”和“主塔鞍座处斜拉索抗滑移性能试验及压浆工艺试验”3项试验,结果表明各项指标均能满足设计要求。

注:本文原载于《桥梁建设》2002年第1期

● 信息窗 ●

深圳南山热电厂管箱 提升工程顺利完成

2002年3月24日9点15分,柳州欧维姆工程有限公司承接施工的深圳南山热电厂管箱提升工程顺利提升到位。此次提升的9件锅炉受热面管箱总重量约1200吨,提升高度最高的约28米,提升行程共计1500米。在提升中柳州欧维姆工程有限公司首次使用QWIT16计算机控制系统控制LSD连续提升千斤顶及YTB液压泵站,工期比原计划提前了8天。

(玉艳玲)

郑皆连院士参观卢 浦大桥建设工地

2002年5月16日,中国工程院郑皆连院士和广西路桥公司副总工、钱江四桥项目部经理王吉耘高工专程赶到上海卢浦大桥建设工地参观指导。在柳州欧维姆工程有限公司卢浦大桥项目部经理李东平等的陪同下参观、了解卢浦大桥的建设情况。郑院士对柳州市建筑机械总厂应用于卢浦大桥工程建设的“临时拉索施工工艺”给予了充分肯定,并提出了一些宝贵意见。郑院士还对OVM产品及施工技术能在上海的工程建设中发挥重要作用表示赞赏,认为“这是广西的骄傲”。

(陆绍辉)