

# OVM拱桥吊杆体系在艾溪湖大桥的应用

欧阳锦 陈屹

(南昌市城市规划设计研究总院 江西南昌 330000)

**摘要:**南昌艾溪湖大桥主桥为30m+108m+30m三跨连续外倾式四索面下承式钢箱系杆拱桥,其吊杆采用OVM拱桥吊杆体系。该体系是在原有吊杆的基础上发展的新型吊杆体系,采用新型PES(FD)低应力防腐体系、新型防水结构体系和可偏摆的球铰装置等多项新技术、新结构,从整体上解决HDPE护套短时间开裂、下段进水和短杆适应变形的问題,从而提高吊杆的安全性和耐久性。介绍该吊杆体系的结构及施工工艺。

**关键词:**艾溪湖大桥 OVM拱桥吊杆体系 施工工艺

## 1 工程概述

艾溪湖大桥是南昌市“三环十一射”路网骨架中主要放射性道路北京路—紫阳大道上重要的城市桥梁,工程线位总体为东西走向,西起北京东路,东接紫阳大道,横跨艾溪湖,为艾溪湖片区重要的景观水域,对桥型景观要求较高。

主桥为30m+108m+30m三跨连续外倾式四索面下承式钢箱系杆拱桥,以对称倾斜拱结构与桥外伸出的半圆人行道等相对,寓意“张开双臂、拥抱蓝天”,也预示南昌市美好的未来与日同辉。108m主跨的车行道与人行道之间设计宽7m的镂空段,可为人、车之间分离提供安全保障,减小车辆对行人观景的影响。

## 桥型结构布置

(1)主桥总长168m,全桥处在 $R=10000\text{m}$ 的竖曲线内。桥宽41~73m,桥面纵坡0.5%。

(2)上部结构为跨径(30+108+30)m三跨连续梁拱组合结构,中跨主体为外倾式四索面下承式钢箱系杆拱桥(如图1、图2所示)。



图1 艾溪湖大桥景观效果图

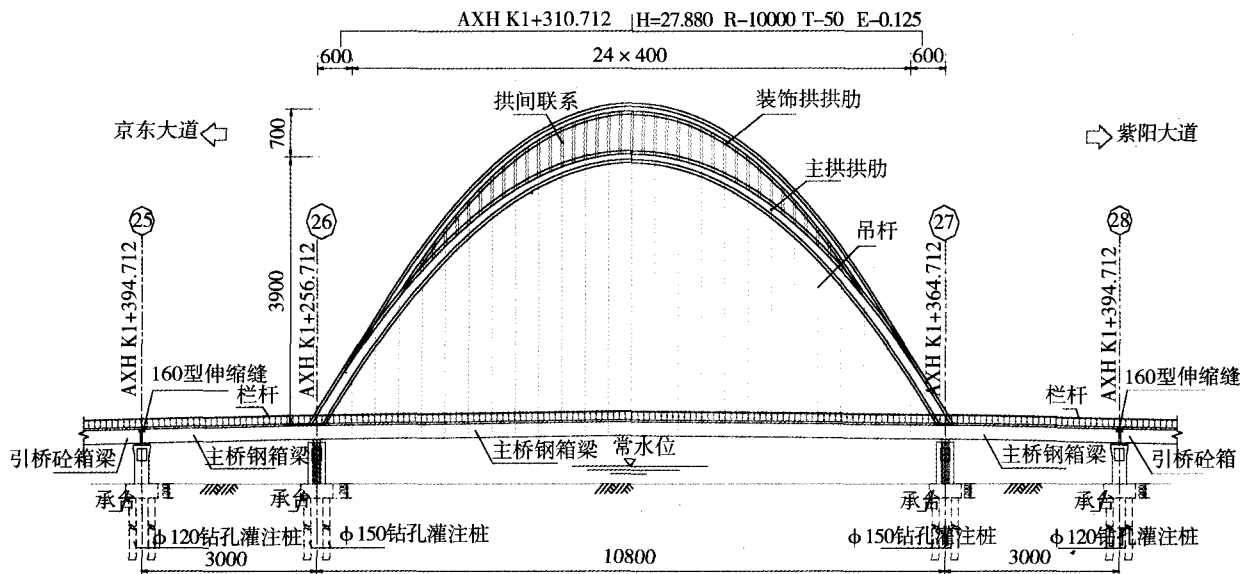


图2 艾溪湖大桥立面图

主桥横断面（如图3所示）：主桥总宽41~73m。

73m断面组成：1.5m（吊索区）+7.5m（人行道）+7m（镂空段）+5m（吊索区）+15.25m（机、非混合道）+0.5m（防撞护栏）+15.25m

（机、非混合道），+5m（吊索区）+7m（镂空段）+7.5m（人行道）+1.5m（吊索区）。

41m断面组成：5m（人行道）+15.25m（机、非混合道）+0.5m（防撞护栏）+15.25m（机、非混合道）+5m（人行道）。

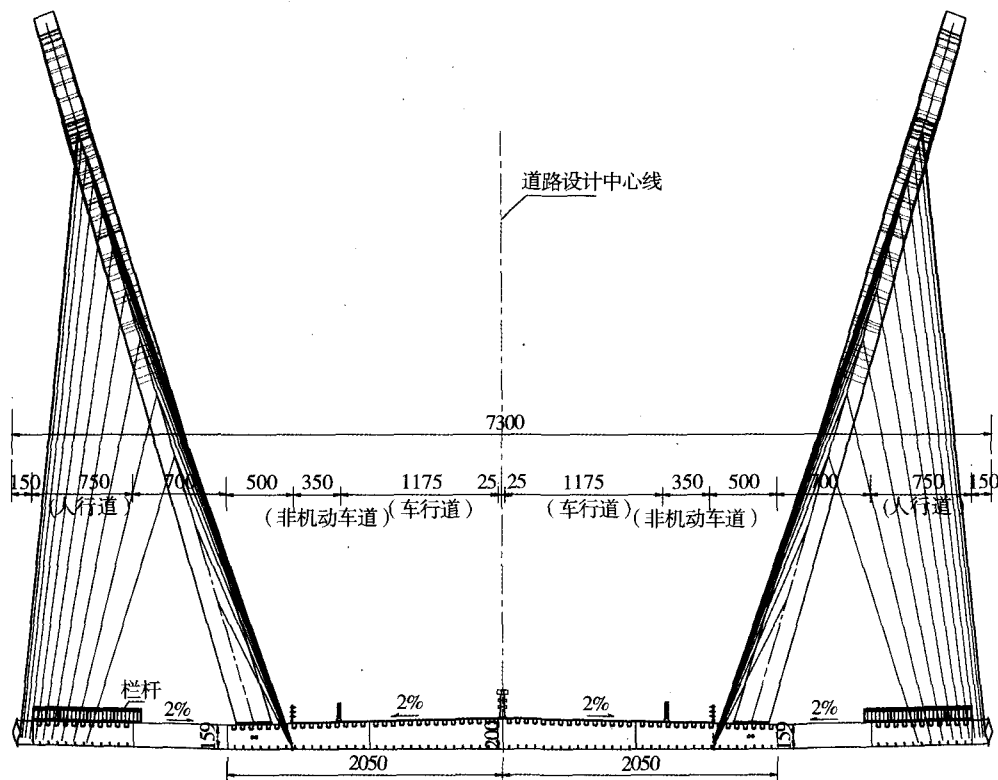


图3 艾溪湖大桥横断面图

## 2 吊杆体系

吊杆、系杆是拱桥关键的受力构件之一，其可靠性、耐久性、适应性关系到桥梁结构的安全和正常使用，根据桥梁结构的特点选用可靠、耐久、适用的吊杆体系是拱桥设计的重要考虑内容之一。

艾溪湖大桥的主要特点如下：

(1) 艾溪湖大桥是特大型异形拱桥，拱肋向外倾斜，两拱之间没有横系梁，属于柔性拱，横向、纵向挠度都很大，经计算，拱顶向外偏转挠度为23.5cm，吊杆体系需要有较大的转动角度。

(2) 南昌雨水充沛，多年平均降雨量1645mm。艾溪湖大桥横跨艾溪湖，吊杆体系的防水、防腐尤其重要。

(3) 艾溪湖大桥短吊杆较短，只有9.5m，需要短吊杆也能适应桥面纵向位移。

(4) 艾溪湖大桥吊杆应力不大，但是频率却是很高，要求吊杆系统具有很好的抗疲劳性能。

经过对各种吊杆与锚具综合比较，OVM拱桥吊杆体系比较适用于本桥。

OVM拱桥吊杆体系是在原有吊杆的基础上发展的新型吊杆体系，采用新型PES（FD）低应力防腐体系、新型防水结构体系和可偏摆的球铰装置等多项新技术、新结构，整体上解决HDPE护套短时间开裂、下段进水和短杆适应变形的的问题，提高了吊杆的安全性和耐久性。其突出特点是：

(1) 提供一种安全、可靠、具有良好抗疲劳性能和防腐性能，便于施工的OVMLZM吊杆系统及OVMVXG系杆系统。

(2) 新型吊杆系统采用PES（FD）低应力防腐索体，有效解决目前索体短时间开裂问题，提高索体的防腐性能和耐久性。

(3) 新型吊杆系统的短吊杆方案能适应桥面纵向位移，减小吊杆因桥面纵向位移产生的附加应力，提高结构的安全性。

(4) 吊杆、系杆系统有一套可靠的防腐方法,能有效解决吊杆系统下端以及系杆体系的防水、防腐蚀问题。

(5) 球形支座最大允许转动量:  $\alpha = \pm 4^\circ$ 。

(6) 新型吊杆的疲劳性能达到《斜拉索热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条例》GB/T18365-2001的要求,吊杆应力上限 $0.4\sigma_b$ ,应力下限 $0.28\sigma_b$ 。经历200万次脉冲加载后断丝不大于总数5%。

(7) 根据工程的实际情况, OVM可根据实际工程的需要,进行特殊吊杆、系杆系统的设计。

艾溪湖大桥吊杆采用防腐平行钢丝束成品索,为 $\phi 5\text{mm}$ 高强镀锌平行钢丝,标准强度为 $f_{pk}=1670\text{MPa}$ ,外吊杆型号为 $\phi 5-19$ ,内吊杆型号为 $\phi 5-91$ ,其中 $\phi 5-19$ 为42根, $\phi 5-91$ 为50根,全桥共92根。吊杆外部采用新型PES(FD)低应力防腐体系。钢丝束间需灌注专用防腐油脂。

吊杆上部与拱肋的连接端采用叉耳式构造。下部与钢箱梁连接端采用冷铸墩头锚具,并要求配可偏摆的球纹装置、有效的防水结构及索体防腐、专用油脂密封防腐构造(吊杆构造见图4、图5,规格尺寸见表1、表2)。

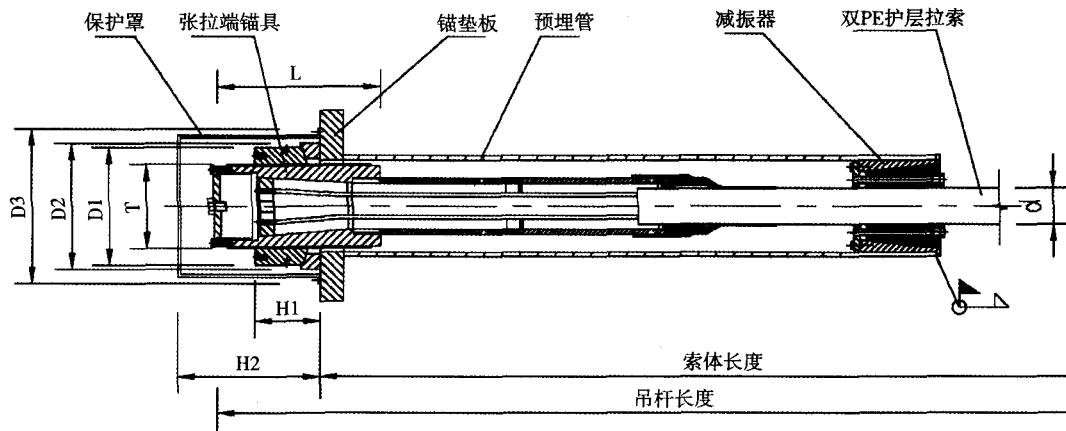


图4 吊杆下端锚固体系(冷铸墩头锚)

表1 吊杆下端尺寸表

锚具类型	T	D1	D2	D3	H1	H2	L	d	预埋管规格 规格 外径 内径	锚垫板 规格 (长×宽×厚)	拉索破断力 (kN)
$\phi 5-19$	M111×6	$\phi 160$	$\phi 175$	$\phi 250$	68	240	170	$\phi 39$	$\phi 140 \times 6$ $\phi 140$ $\phi 128$	$\phi 292 \times 30$	623
$\phi 5-91$	Tr170×8	$\phi 220$	$\phi 235$	$\phi 312$	120	365	320	$\phi 69$	$\phi 194 \times 5$ $\phi 194$ $\phi 184$	$\phi 397 \times 30$	2984

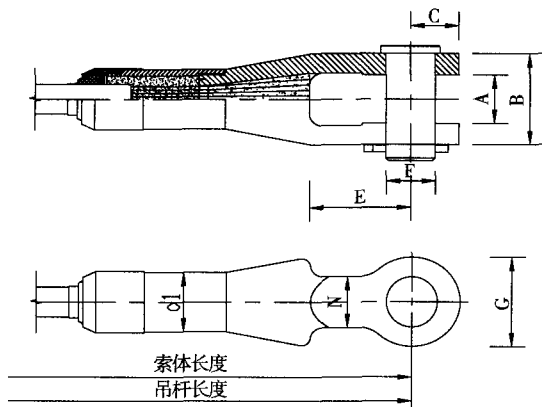


图5 吊杆上端锚固体系(热铸锚)

表2 吊杆上端尺寸表

锚具类型	A	B	C	E	F	G	N	d1
$\phi 5-19$	74	123	68	127	64	124	70	$\phi 72$
$\phi 5-91$	127	245	120	273	121	216	125	$\phi 119$

在主跨车行道钢梁内、拱脚处布置有4组用于平衡拱脚水平推力的系杆,系杆均采用环氧喷涂非集束钢绞线形式。每个拱侧各有2组,每组47根钢绞线。钢绞线在钢梁内顺桥方向曲线布置,线型与道路线型相同,以每2道横隔梁位置设穿孔式转向器实现曲线布置。由于采用非集束形式布置,要求每根钢绞线均设置外挤PE,每组钢绞线外再增设PE防护套。钢绞线采用单根双向张拉工艺,锚垫板下设置纠偏装置,锚头防护参照可换式钢绞线系杆的保护罩构造。

### 3 拱桥吊杆体系的施工工艺过程

(1) 备料。根据钢绞线系杆锚固体系的结构及桥梁设计要求,备齐施工中所需要的零部件、辅助材料及施工设备。

(2) 锚具安装。安装上、下锚具, 要求各锚固单元孔的位置一一对应。依照吊杆设计长度及实际工作长度要求组织下料, 并根据千斤顶施工工作长度剥去PE外套, 除去表面油渍等杂物。

(3) 挂索。采用CS5穿束器将运抵现场的钢绞线牵引穿过锚孔, 并楔入夹片持住钢绞线。

(4) 单束调索。在钢绞线吊杆索及其锚具均安装就绪后, 依次安装所需要的张拉设备并根据桥梁设计要求进行张拉, 并通过循环张拉来调整各锚固单元索力, 张拉过程中尽可能采取对称张拉。

(5) 防松装置的安装, 为防止异常情况导致锚索的锚固单元失效, 在张拉完成后, 安装防松装置, 对每个锚固单元逐个调整压紧。安装减震装置时将吊杆收缩成紧密排布, 安装索夹固定索形, 然后对减振装置推入管道, 调整膨胀装

置, 使减振阻尼橡胶支撑于管臂上。

(6) 整体调索。安装张拉杆和大吨位专用张拉千斤顶, 以设计提供的索力数据为准调整索力, 旋紧螺母, 以锁定索力。

(7) 防护处理。截去多余的钢绞线外露段, 向锚腔内压注防腐介质(要求压注的密实), 对钢绞线外露段做防护处理后, 安装保护罩。

#### 4 结论

通过对艾溪湖大桥施工期间及成桥一年多来的观测, 艾溪湖大桥的吊杆使用性能良好, 未出现质量问题。OVM拱桥吊杆体系技术先进, 工艺完善, 已成为当今拱桥中具有代表性的吊杆体系。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准. GB/T 18365-2001 斜拉索热挤聚乙烯高强度钢丝拉索技术条例. 北京: 中国标准出版社, 2002.

### 信息视窗

## 核电预应力技术研讨会 在深圳召开

为了总结近年来我国压水堆核电站大吨位预应力体系设计与施工经验, 探讨与交流施工中遇到的重点、难点, 全面提升我国压水堆安全壳大吨位预应力混凝土技术水平, 促进新成果、新技术、新产品的推广应用, 由国家能源核电工程建设技术研发中心主办, 中广核工程有限公司承办的“压水堆核电站大吨位预应力体系设计与施工研讨会”于8月8~9日在深圳召开。

这是核电行业第一次召开核电预应力技术专题研讨会, 与会人员总结我国现有主要核电堆型特点及施工方法, 展望了核电发展的未来。

我国核电近几年发展较快, 主要采用第二代核电技术改进型的M310和CPR1000。在2008年以前, 我国核电预应力产品全部采用国外产品, 从2008年福建福清核电项目、浙江方家山核电项目开始, 国内核电项目预应力产品陆续实现国产化, 一些项目已完成预应力施工, 从使用情况看, 国产化的核电预应力产品完全能够满足核电要求。

2011年日本福岛核电事故后, 各国对核电安全性提出了更高的要求, 我国今后新建核电项目不能低于第三代核电的要求。目前国内已有一些

项目采用第三代核电技术, 但都是国外技术, 如俄罗斯的VVII在江苏田湾核电采用, 法国的EPR在广东台山核电采用, 美国AP1000在浙江三门核电采用, 除美国AP1000安全壳, 其他核电安全壳均采用预应力混凝土。

我国已拥有自主研发的第三代核电技术, 其预应力产品与M310和CPR1000不同, 更多的采用55孔锚具, 钢绞线强度提高到1860MPa, 管道成型加工设备加工的预埋管更大, 张拉设备吨位更高, 因采用双安全壳, 预应力施工难度也更大。

此次与会单位有: 中国广核设计有限公司、台山核电有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业第二四建设有限公司以及柳州欧维姆机械股份有限公司和天津冶金集团中兴盛达钢铁有限公司。大家讨论、沟通后认为, 今后核电项目采用第三代核电技术将是一种趋势, 国内相关单位应认真研究第三代核电预应力技术特点, 做好技术储备, 使我国第三代核电预应力产品尽快实现国产化。

(李军)