

隔震橡胶支座预偏装置设计及应用

刘进章 罗秋清

(柳州东方工程橡胶制品有限公司 广西柳州 545005)

摘要:支座的安装是桥梁施工中的重要环节,如何保证支座安装后在设计合拢温度时不发生偏位,以港珠澳项目钢箱梁支座的安装为例,一种全新的隔震橡胶支座预偏装置在项目中得到应用。该装置的优点是结构小,重量轻,精度高及适用性强,不需要外部结构作为反力支撑,支座本身自成反力,具有操作方便,对桥梁和支座都没有损伤等优点。

关键词:隔震支座 港珠澳项目 预偏装置 同步 UG建模

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2015.01.002

1 引言

目前,国内钢箱梁中的隔震橡胶支座的安装方法主要有:支座上顶板与钢箱梁焊接或者是通过放大支座预留孔来保证支座能与钢箱梁上的螺栓孔连接上。但这两种方法都无法保证支座在设计合拢温度时不发生偏位,并且支座安装完成后,无法保证支座中心线与支座垫石中心重合。我公司结合港珠澳大桥项目,研发的一种预偏装置能满足项目要求,在支座安装时就预先给支座预偏一定的位移,待到设计合拢温度时支座能回位,不发生偏位。

2 项目概述

港珠澳大桥工程包括三项内容:一是海中桥隧工程;二是香港、珠海和澳门三地口岸;三是香港、珠海、澳门三地连接线。海中桥隧主体工程(粤港分界线至珠海和澳门口岸段,以下称“主体工程”)由粤港澳三地共同建设;海中桥隧工程香港段(起自香港散石湾、止于粤港分界线)、三地口岸和连接线由三地各自建设。

港珠澳大桥海中桥隧工程总长35.6km,其中香港段长6km,粤港澳三地共同建设的主体工程长约29.6km。主体工程分为桥梁工程和岛隧工程两部分,其中桥梁工程长约22.9km,起于岛隧工程西人工岛岛屿桥结合部非通航孔桥西端,跨越深水区非通航孔桥、青州航道、江海直达船航

道、浅水区非通航孔桥,九州航道,止于珠海/澳门口岸人工岛。深水区非通航孔桥采用110m跨钢箱连续梁;浅水区非通航孔桥采用85m跨组合连续梁;青州航道桥为双塔钢箱梁斜拉桥;江海直达船航道桥为三塔钢箱梁斜拉桥;九州航道桥为双塔组合梁斜拉桥。如图1所示:



图1 港珠澳大桥

3 预偏装置的设计

预偏装置主要包含两部分:动力部分和附属结构。其中动力部分包括一台ZB4-500电动油泵和两台YC120-50千斤顶。附属结构包括两个支撑架,两个反力板,两根连杆,十颗螺母和连接螺钉若干,其结构如图2所示。预偏装置采用UG三维建模,并进行仿真,保证预偏装置在进行预偏过程中无干涉现象,保证支座预偏安装的可靠性和安全性。

3.1 动力部分的设计

动力部分主要包括一台ZB4-500油泵和两台YC120-50千斤顶,每台电动油泵可驱动2台千斤

顶, 每台千斤顶张拉力为120t, 行程为50mm。张拉操作采用全手动控制, 速度可调, 可单独控制每台千斤顶, 千斤顶上配置有平衡阀, 具有临时锁定功能, 两台千斤顶同步精度为小于2mm。具体参数如表1和表2所示:

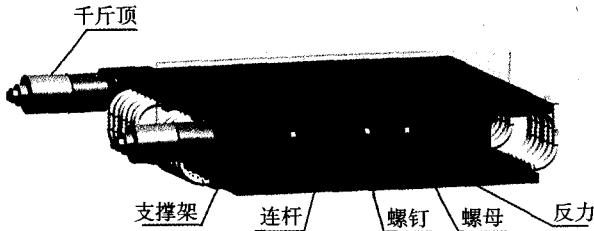


图2 预偏装置

表1 ZB4-500油泵性能参数

额定压力 MPa	50
额定流量 L/min	2 × 2
电机功率 KW	3
额定转速 r/min	1420
空机重量 Kg	142
油箱容积 L	42
外形尺寸(长 × 宽 × 高) mm	760 × 500 × 1052

表2 YC120-50型千斤顶性能参数

1	公称张拉力	kN	1212
2	公称油压	MPa	52
3	张拉活塞面积	m ²	2.333 × 10 ⁻⁴
4	回程活塞面积	m ²	1.296 × 10 ⁻⁴
5	穿心孔径	mm	φ 70
6	质量	Kg	75
7	张拉行程	mm	50
8	外形尺寸	mm	φ 250 × 403

3.2 附属结构的设计

(1) 支撑架: 支撑架采用7字形结构, 使其两边都能与支座上钢板连接, 最大程度利用了空间, 保证结构满足强度的基础上, 尽可能减小支撑架的结构。支撑架中间开有连杆孔, 工作时连杆穿入连杆孔, 支撑架强度通过有限元分析, 强度能满足设计要求。其结构如图3所示:

(2) 反力板: 反力板采用T字形结构, 结构简单轻便, 反力板与支座下钢板采用8颗M30的8.8级高强螺钉连接, 反力板上部开有连杆孔。其结构如图4所示:

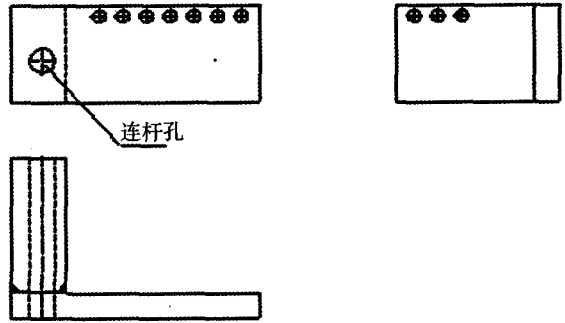


图3 支撑架

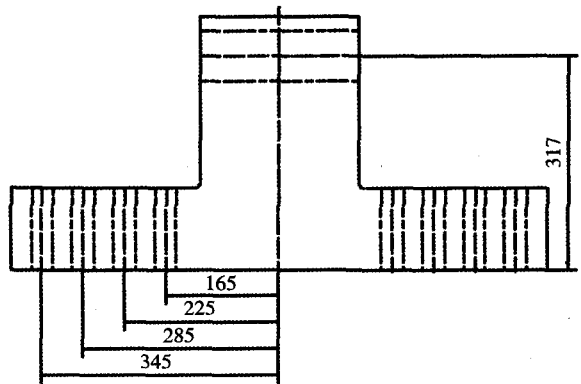


图4 反力板

反力板强度校核:

确定荷载作用

$$M_1 = Q \times H = 1000 \times 317 = 317000 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

确定螺栓的最大拉应力

$$T_1 = M_1 L_1 / 2i (L_1^2 + L_2^2 + \dots + L_n^2) = 197 \text{ kN}$$

螺栓最大拉应力 σ :

$$\sigma_1 = T_1 / A = 279 \text{ (MPa)}$$

强度验算: $\sigma \leq \sigma_a$ ($\sigma_a = 600 \text{MPa}$ —8.8级螺栓抗拉设计强度)

确定螺栓的最大剪应力

$$\tau_1 = Q / NA = 177 \text{ MPa}$$

强度验算: $\tau_1 \leq \tau_b$ ($\tau_b = 360 \text{MPa}$ —8.8级螺栓抗剪设计强度)

确定螺栓的最大合应力

$$\sigma_s = \sqrt{3\tau_1^2 + \sigma_1^2} \leq 415 \text{ (MPa)}$$

($\sigma_a = 600 \text{MPa}$ —8.8级螺栓抗拉设计强度)

(3) 连杆: 连杆采用40Cr圆钢车螺纹加工, 并进行调质处理, 保证螺杆的强度。螺纹的直径为M56, 其强度计算如下:

$$\sigma_j = Q/A = 406 \text{ (MPa)}$$

$$\text{强度验算: } \sigma \leq \sigma_a \text{ (} \sigma_a = 600 \text{MPa)}$$

3 预偏装置安装使用方法

港珠澳项目桥梁支座需要预偏的桥梁为深水区非通航孔桥、浅水区非通航孔桥、九州航道。其中深水区非通航孔桥为5m×110m和6m×110m连续钢箱梁桥；浅水区非通航孔桥为5m×85m和6m×85m连续钢箱梁；九州航道为85m钢箱梁。现结合钢箱梁架设方案，支座预偏装置安装使用方法如下：

(1) 预偏装置附属结构与支座的安装，首先把预偏装置中的支撑架与支座上钢板用螺钉连接牢固，反力板与支座下钢板连接牢固，左右各一件。再把连杆穿过支撑架和反力板，上紧螺母，此时把支座吊装到墩台支座垫石上，调整位置后就位于支座垫石上，并用环氧砂浆浇筑垫石预留孔，使支座与垫石连接牢固。如图5和图6所示：

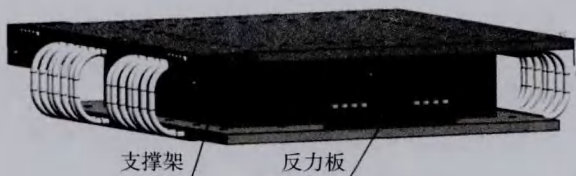


图5 支撑架、反力板与支座连接

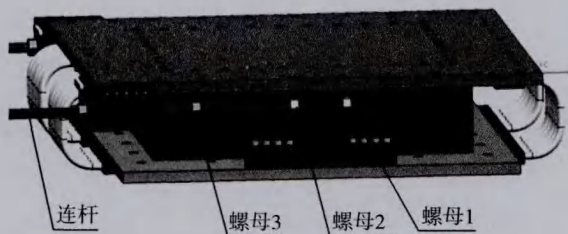


图6 安装连杆与螺母

(2) 钢箱梁架设，把钢箱梁吊装到墩上，调整位置后落在临时支撑上，此时箱梁底部与支座上钢板的距离为30mm，安装预偏装置动力部分，千斤顶左右各一套，并上紧螺母四，把螺母3调整到连杆中部。如图7所示：

(3) 支座预偏，检查支座预偏装置连接是否牢固，油路安装正确后，根据现场支座实际需要预偏的位移实施预偏，预偏时要保证两台千斤

顶同步运动，预偏到所需位移后，锁定油泵，使支座保持此位移不变。开始落梁，把钢箱梁落到支座上钢板上，再用螺栓把钢箱梁与支座连接牢固。如图8所示：

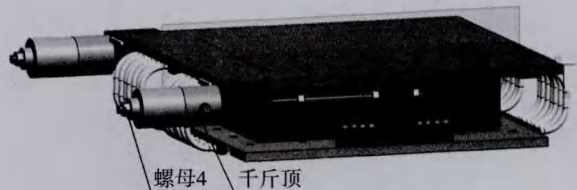


图7 支座安装油泵和千斤顶



图8 支座预偏

(4) 拆除预偏装置，首先拆除预偏装置动力部分，再逐步拆除附属部分，支座预偏安装完成。如图9和10所示：



图9 拆除预偏装置



图10 支座预偏安装完成

4 结论

预偏装置研发的成功，弥补了目前国内这一技术上的空白，让欧维姆公司具备了能满足支座预偏安装要求的能力。预偏装置结构简单，安装使用方便，通用性强。OVM为此做了大量方案设计、分析和试验，最终优化并确定结构。并在港珠澳大桥项目工地，在监理单位的见证下通过了试验，成功对支座进行预偏，不仅获得施工单位的肯定，同时也标志着欧维姆公司具备国内首家完成支座预偏安装的企业。目前港珠澳项目正在如火如荼的施工中，预偏装置在这过程也为项目解决了预偏的问题，发挥了其极重要的作用。