

漳州战备大桥斜拉索挂设

郑启德 韦福堂 蔡文生

【摘要】漳州战备大桥斜拉索采用 OVM200 型平行钢绞线拉索体系。本文介绍了该斜拉索挂设安装及斜拉索的等值张拉工艺,为部分斜拉桥的施工和评定提供经验数据。

【关键词】部分斜拉桥 斜拉索 桥梁架设

1、概述

漳州战备大桥主桥为(80.8 + 132 + 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。斜拉索采用 OVM200 型平行钢绞线拉索,锚具为内灌注建筑油脂的拉索群锚。

1.1 索体结构

索体为内涂白蜡外包 PE 护套的低松弛镀锌钢绞线,强度等级为 1770MPa。每束拉索由 31 根 Φ 15.24mm 镀锌钢绞线组成,外面套以 HDPE 整圆式

圆管。拉索穿过塔上索鞍对称锚固于梁体内。位于锚具内和索鞍处的钢绞线为裸索,待整体调索后,在锚具内灌注建筑油脂,索鞍内钢管和抗滑锚具内灌注高强环氧砂浆,见图 1。

1.2 拉索制作与安装

拉索制作与安装过程如下:

锚具调整安装 → 钢绞线下料、PE 管焊接 → PE 管吊装 → 单根挂索张拉 → 紧索、减振器、索箍安装 → 防松装置安装 → 整索张拉 → 防护。

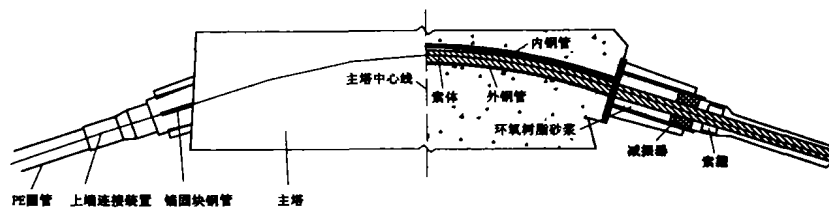


图 1 斜拉索构造

2、下料

2.1 下料长度确定

主索下料时,除根据主跨、边跨和主塔高程、锚垫板高程以及索鞍弧长计算所得的设计长度外,必须考虑锚具的安装尺寸、张拉端的工作长度、垂度影响长度、梁塔施工误差影响长度等影响因素,对索长进行必要地修正。

根据以上原则,按下列公式计算出无应力状态下索体的自由长度。其中每号索下 4 根长度为 $L_0 + 100\text{cm}$ 的钢绞线,以供吊挂 HDPE 圆管用。

$L_0 = L_{01} + L_{02} + 2A_1 + 2L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + 5\text{cm}$ 式中: L_{01} 为边跨梁下与塔上锚垫板之间的直线距离; L_{02} 为中跨梁下与塔上锚垫板之间的直线距离; A_1 为锚具外露长度; L_1 为张拉工作长度;

L_2 为有圆管限制时垂度影响长度; L_3 为塔梁施工误差的影响长度; L_4 为鞍座两端锚垫板中心线长度(弧长十侧长)。

根据设计和斜拉索安装上的需要,梁端锚具内及鞍座内钢绞线的 HDPE 护套要剥除,其剥除长度由下列公式决定:

$$\text{张拉端: } L = L_1 - L_5 + \Delta L + A_2 + 5\text{cm}$$

$$\text{索鞍部: } L' = L_4 + 2L_6 - 2L_7$$

式中: L_5 为 HDPE 护套进入锚具内的长度; ΔL 为该索单根张拉时的伸长量; A_2 为锚具结构长度; L_6 为抗滑锚具长度; L_7 为 HDPE 护套进入抗滑锚具内长度,取 25cm。

2.2 下料工艺

根据拉索下料长度的具体情况,下料长度和

郑启德:漳州市公路局 工程师
韦福堂:柳州欧维姆工程有限公司

剥 PE 护套长度要求比较严格, 下料长度误差大小直接影响到索体制作时的控制精度。为此设计 1 套机械下料线, 它由放线架、龙门架、自动卷盘机、切割机、放线轨道以及卷扬机组成。下料过程如下:

沿机械下料线预先对下料长度、PE 护套剥除长度进行放样, 反复校核无误后用红油漆标记见图 2。

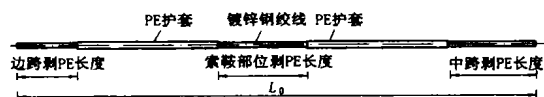


图 2 拉索下料示意

因为裸露钢绞线表面有白蜡, 它对锚固效率和环氧树脂握裹效果都有影响, 因此必须用清洁剂把裸露处钢绞线的白蜡清洗干净。把清洗好的钢绞线的张拉端打散, 在端头 10cm 长度范围内内切除周围六丝, 用 LD10 镦头器把中心丝镦成半圆形镦头, 以供挂索时牵引用。钢绞线复原, 并从边跨端一根接一根地回卷成盘, 搬运到主塔附近桥面, 以便穿挂索。

2.3 HDPE 圆管焊接与下料

2.3.1 焊接

漳州战备大桥索体整体防护采用原色 HDPE 圆管, 其规格尺寸为: $\Phi 180 \times 8$, 每段长 7m。采用发热式工具对焊连接。焊接条件要求严格, 与温度、湿度、风级、工作面水平度等因素有关, 尤其温度、压力控制最为重要。

2.3.2 下料长度

根据梁、塔锚垫板之间的设计距离以及梁下预埋管长度、塔上锚固块的长度, 考虑温度的影响以及 HDPE 圆管与预埋管连接固定的基本尺寸, 还有挂索需要的工作空间, 减振器、索箍的安装尺寸等, 决定 HDPE 圆管的下料长度。斜拉索安装施工总体在 4~7 月间, 气温较高, 而且昼夜温差较大, 所以下料时随温度的变化对 HDPE 圆管下料长度进行必要的修正。在施工中, 取环境温度 30°C , 极限温差为 60°C 。环境温度升高时, 预留有伸长空间, 温度下降时, 保留有足够的收缩长度, 而不致于脱离 HDPE 圆管的连接装置。

3、HDPE 圆管吊装

将 HDPE 圆管运至中央分隔带旁, 置于支架上, 在距离 HDPE 上端管口 80cm 附近用专用管夹夹紧, 并套入校正管和锚固块, 然后用塔吊将 HDPE 圆管上端吊至塔上相应预埋管管口附近固定, 然后安装下端校正管, 并用葫芦适当拉紧 HDPE 圆管下端, 以利于穿挂第 1 根钢绞线, 见图 3。

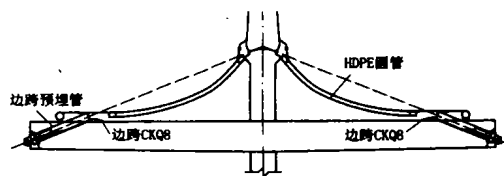


图 3 HDPE 圆管吊装

4、挂索、张拉

4.1 挂索工艺流程

平行钢绞线拉索体系一个突出特点是在施工现场通过钢绞线逐根穿挂、张拉来完成制索, 简单, 易操作, 并防止各根钢绞线发生打绞、打扭现象。其工艺流程为:

钢绞线准备 → 穿入钢绞线 → 利用牵引器将钢绞线引出锚具 → 安装 YCDS160 千斤顶 → 同步张拉。

4.2 挂索方法

施工中, 钢绞线从边跨端往 HDPE 圆管内推送, 钢绞线沿着 HDPE 圆管底部滑动。为了防止打绞、打扭现象发生, 穿索时统一从索体下游侧穿入, 从下游侧往上游侧翻出。过程如下:

(1) HDPE 圆管吊挂起来之后, 可以开始挂索张拉了。先在边、中跨梁下锚具相应锚孔内, 穿入 $\Phi 5$ 的牵引钢丝, 随后用该牵引钢丝牵引出带有 CKQ8 型专用穿索器的钢丝绳到桥面预埋管管口。

(2) 钢绞线放盘, 在中跨端绞线头处装上导向帽, 然后将钢绞线从索体下游侧穿入 HDPE 圆管下端管口, 并往上推送。

(3) 当钢绞线送到塔上边跨侧预埋管口时, 从索体下游侧把绞线头翻出穿于内钢管内, 然后继续推送, 当穿出塔上中跨侧预埋管口时, 把钢绞线头从索体下游侧穿入 HDPE 圆管, 然后继续推送。

(4) 当钢绞线头穿出中跨 HDPE 圆管的下端管口时, 从索体下游侧把绞线头翻出, 拆去导向帽,

并把绞线与专用穿索器连接,然后边推送边牵引,把钢绞线牵引出锚具外,直到适合长度后,装上临时夹片。

(5) 同样将边跨端钢绞线头与专用穿索器连接,然后边推送边牵引,把绞线牵引出锚具外,装上临时夹片,单根穿挂索完毕。

4.3 单根挂索与张拉顺序

本桥一个新特点是索体穿过主塔索鞍对称锚固于梁体,在索鞍处钢绞线是从下往上紧密叠加排列的。因此拉索穿挂不能象锚固于梁塔的斜拉桥一样,从上排往下排穿挂,而只能按自下排往上排的顺序进行挂索张拉。

漳州战备大桥同一横截面的 2 排索中心轴线距离为 80cm,挂索张拉施工中上游穿挂张拉 1 根,下游穿挂张拉 1 根,这样交叉循环进行。针对索鞍处索体的叠排形式和施工各控制点的统一性,对于同一锚具来说,从上游往下游、从底排往上排的穿挂张拉顺序进行。

由于索体是穿过主塔索鞍而对称锚固于梁下,因此施工中采用中边跨两端同步张拉。张拉设备是 YDCS160 - 150 千斤顶,配以专用张拉撑脚和连续张拉装置,当张拉到控制吨位后,工作夹片一次性锚固,此时能够保证夹片跟进量,平整度均匀,而且避免工作夹片反复锚固遗留下来的不良影响。

4.4 张拉控制技术

4.4.1 索体偏移量控制

索体在索鞍部位是裸露的,由于摩擦力较小,如果两边张拉不同步,索体会向某一跨偏移。根据索体的安装要求,最大偏移量不能超过 10mm,因此张拉时必须严格控制偏移量。施工中,在主塔上设一控制点,由偏离这个点的距离来控制两边的千斤顶的伸长。另一方面,千斤顶施力要求同步。控制上,安装好两跨千斤顶后,同时张拉到初应力(控制应力的 15%),然后同时加压,此时密切监控主塔上预先设置的控制点,如果发现索体往某一跨偏移,则相应地降低该跨千斤顶的施力速度,当偏移量达到要求时,两边再次同步加压,直至达到控制吨位。

4.4.2 索鞍内索体的叠放位置的控制

本着同一排各根钢绞线不能发生交叉的原则。索鞍内管索体叠放是根据锚板锚孔穿索顺序进行的,张拉时如果不加以控制,而且索体总是落在最底点,则索体可能所处的平衡位置将有多种。如果这样,同一排索在索鞍内管将会交叉叠放,这不但影响索力,由于占用内管空间,还会影响穿索施工。

4.4.3 索力离散性控制

(1) 索力离散性控制方法

斜拉索单根索力离散性(均匀性)是平行钢绞线拉索施工中的关键,直接关系到斜拉桥施工、营运过程中的质量和寿命。单根张拉时,由于结构变形,其它钢绞线所持应力状态会受到影响,影响程度与梁、塔结构变形程度有关。另一方面,均匀性还与锚孔、夹片的加工精度、施工设备质量、精度等因素有关。

施工中,为使每根钢绞线索力均匀,采用了等值张拉法进行控制。所谓等值,就是每根钢绞线在施工过程中所持应力值相等。它是基于锚具相对于梁、塔来说,可以看作一个点,梁、塔受力变形对锚具内各根钢绞线的影响是相等的这一前提。控制方法是张拉力以控制压力表读数为准,传感器进行监控。将监控传感器安装在底排的第 2 根钢绞线上,同一束索的同一根钢绞线的边、中跨各安装 1 个传感器。张拉时每根绞线的控制拉力按当时传感器的变化值进行控制。张拉前,先估算单根张拉过程中拉力的损失量,设最后 1 根拉力为平均拉力时第 1 根的张拉系数,并将之换算成张拉力、控制油压的变化规律。其中第 1 根钢绞线拉力为设计的 95%。

(2) 索力离散性控制过程

由于是单索面双排索,根据挂索顺序,挂索从上游到下游交叉循环进行。其控制过程为:①第 1 根钢绞线按设计吨位的 95% 来控制。②第 2 根钢绞线按设计吨位的 95% 来控制。③第 3 根控制吨位以设计吨位的 95% 来控制,并预埋 1 号压力传感器,张拉到控制吨位锚固后,记录传感器的初始显示值。④第 4 根同第 3 根一样的控制方法,并预埋 2 号压力传感器。⑤第 5 根张拉控制值以设计的 95% 为加压目标值进行张拉,当 1 号传感器发生变

化时, 比如变化值为 Δ , 则控制油压需相应变化 $k\Delta$; 其中 k 为传感器的变化系数。⑥第6根张拉控制值亦以设计的95%为目标值进行张拉, 当2号传感器发生变化时, 则控制油压亦相应变化。⑦第7~62根钢绞线的张拉油压控制值按该锚具相应传感器的变化来控制。⑧张拉完毕后, 更换第1、2根钢绞线的工作夹片, 并按该锚具传感器的变化来补拉第1、2根钢绞线。⑨拆除第3、4根钢绞线上的传感器, 并以拆除时传感器的相应显示值来控制第3、4根钢绞线的张拉油压。

4.5 整体张拉

单根张拉之后须进行整索的索力调整。张拉设备采用YDCS5500型千斤顶, 它包括配套张拉撑脚和张拉连接套、张拉杆。当张拉时, 通过张拉连接套, 把整个锚具拉出来, 当张拉到控制吨位后, 通过旋紧锚具螺母来锁定索力。

由于两排索距离较小, 整体张拉空间有限, 上下游两束索不能同时张拉, 每次只能对称张拉同一束索。但由于结构变形以及张拉设备的变形, 张拉时, 后张拉者必对先张拉者锁定应力产生影响, 为了克服这个问题, 必须进行超张拉, 至于超张拉系数, 先张拉者为设计控制吨位的1.02, 后张

拉者为设计控制吨位的1.01。

张拉时, 同一束索的边、中跨各先预紧, 然后两边同步张拉。当锚具初动时, 记录初动值。所谓初动, 就是当千斤顶所施的应力等于索体原有锁定应力时, 螺母会脱离锚垫板, 以此时的油压作为初动值, 实际取螺母脱离锚垫板1mm时的油压值。此时, 从初动油压到控制油压之间, 每2 MPa作为1级, 边中跨分级同步张拉, 并记录每级的油压值和伸长值, 以伸长值校核该索体的应力, 验证索鞍处的索体是否往某一跨滑动。当同步张拉到控制吨位后, 持压3min后, 锚固卸压, 并测出锚具回缩值。

5、结论

漳州战备大桥为国内首次采用的矮塔部分斜拉桥, 相对现有斜拉桥的斜拉索制作与安装施工, 本桥的斜拉索制作工艺技术含量高, 难度大。

漳州战备大桥OVM200—31拉索体系的成功应用, 再次证明该拉索体系在斜拉桥上应用的可靠性和适用性。同时也充分体现了该体系锚固性能好, 现场制作和安装方便, 经济性好等优点, 便于推广应用。

注: 本文原载于《桥梁建设》2002年第1期

● 信息窗 ●

柳州建机总厂被评为 2001年度柳州市“诚信纳税户”

2002年4月28日晚, 在柳州市《税收征收管理法》知识竞赛暨颁奖晚会上, 我厂代表在鲜花和掌声中领取了2001年度“诚信纳税户”荣誉匾。

柳州市建筑机械总厂一贯认真、自觉地履行纳税义务, 模范执行税收法规和遵守财务制度, 积极支持税收工作, 为柳州市的税收工作作出了积极的贡献, 自2000年的两年时间里, 共向国家缴纳各种税金

2000多万元。今年是全国第十一个税收宣传月, 柳州市国税局和地税局共评出50家2001年度柳州市“诚信纳税户”, 柳州建机总厂及其下属的热处理厂榜上有名。

(沈秋)

