

现浇支架钢绞线反拉压载施工技术

黄影,何雪靓,乐俊

(湖南省湘筑工程有限公司,湖南长沙 410004)

摘要:该文以广西柳(州)—南(宁)改扩建工程 NO.4 标洛维大桥主墩上主梁 0[#]、1[#]块现浇支架压载施工为依托,利用钢绞线连接承台上预埋锚固装置和支架顶面分配梁,在分配梁上设置液压张拉装置张拉钢绞线,形成张拉力,反作用于支架上,用以实现对主墩 0[#]、1[#]块现浇支架的预压施工。

关键词:现浇支架;预压;钢绞线;反拉

1 工程概况

柳州洛维大桥主墩 0[#]、1[#]块箱梁顺桥向长 11 m (2 m+7 m+2 m),最大梁高 7.5 m,横桥向宽 22.5 m,最大合计浇筑方量约为 653.6 m³,单侧最大悬臂重量约为 350 t。

主墩现浇支架均采用管桩+贝雷梁+工字钢组合

的结构形式,单个主墩支架共计 10 片管桩桁架,每片管桩桁架由一根直管桩和一根斜管桩组成,主墩墩身两侧各布置 5 片管桩桁架,布置间距为(3+6+6+3) m;考虑管桩支架结构稳定性,需在管桩支架设置平联及剪刀撑;支架平联共两层,层间距为 7 m,平联采用 36b 型工字钢焊接;其剪刀撑由槽钢(25b 型)组焊而成,钢管桩立柱与设置的平联和剪刀撑之间均采用节点加强板连接(图 1)。

从表 6、7 可看出:在拆除相应节段的斜拉索后,梁段位移均有不同程度的下挠,在拆除相应节段的桥面板后,会有较大幅度的上翘;塔顶位移也随着不同的拆除工况发生一定程度的左右变形;另外主塔根部的应力值,由计算模型可知主要为压应力,结合监测数据与计算数据发现,主塔根部的应力变化幅度较小。

另外,通过现场实测得到临时钢管支撑的压应力基本为 35 MPa 以下;由以上分析可知,现场实测结果基本上与理论分析保持一致,结构的受力状态变化比较明确,拆除过程处于安全可控的状态。

5 结论

历时 3 个多月,该非对称独塔斜拉桥的拆除工作顺利结束,通过对大桥拆除工况的计算分析及实时监控,得出以下主要结论:

(1) 对于大桥的拆除,必须按照事先指定的总体拆除方案,进行理论计算分析,发现方案中的不足及可

能存在的安全风险,并采取措施降低风险源,确保拆除方案理论上安全可行。

(2) 独塔不对称斜拉桥为多次超静定结构,每个不同的拆除工况,都会引起结构受力的反复变化,采取切实有效的监控措施,可随时监测桥梁工作状态,并判断挠度、应力等是否与理论计算保持一致,保证结构处于可控状态。

参考文献:

- [1] 向中富.桥梁施工控制技术[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [2] 郑文通,王智勇,郭金山,等.独塔不对称斜拉桥主梁施工中支架受力行为研究[J].中外公路,2014(4).
- [3] 孙全胜,孟安鑫.非对称独塔斜拉桥张拉方案比选[J].中外公路,2016(5).
- [4] 李伟,冯仲仁.独塔混合梁斜拉桥合龙控制分析[J].中外公路,2018(4).
- [5] 舒林,许红胜,曾毅杰,等.影响斜拉索运营寿命的各种因素分析[J].中外公路,2017(1).

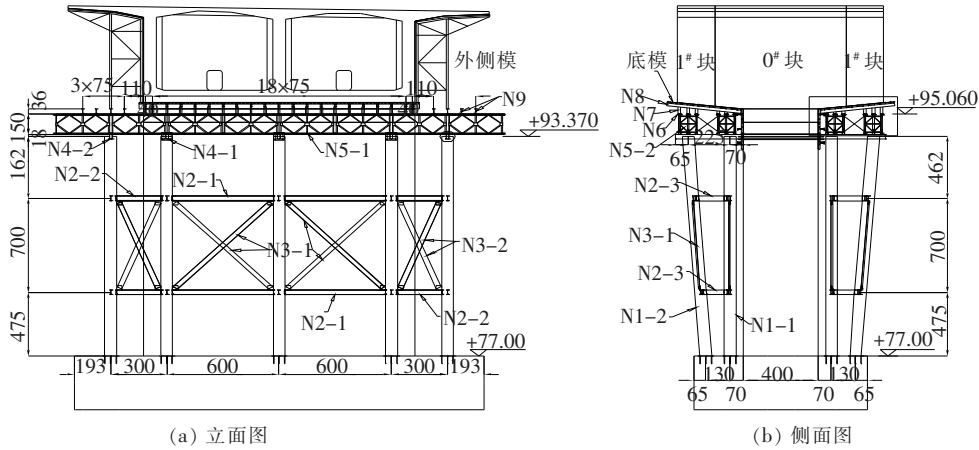


图 1 主墩 0[#]、1[#] 现浇支架构造图(除标高为 m 外,其余单位:cm)

2 钢绞线反拉压载特点

钢绞线反拉压载工艺是通过调整钢绞线点位布置及张拉力,解决了传统的堆载压载方法难以精确控制实际荷载分布的难题,该方法较传统的堆载压载操作更为简便,效果也更为有效。

主墩 0[#]、1[#] 块箱梁现浇支架钢绞线反拉加压施工效率较高,该工艺解决了传统砂袋、水箱等堆载物加压施工中吊装、卸载工序耗时长,施工费用高等问题。

钢绞线反拉压载方法消除了堆载压载施工中存在的堆载物高空坠落等安全隐患,有效降低了安全风险。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图 2。

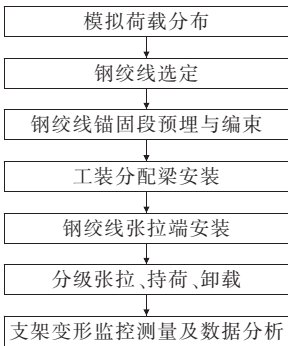


图 2 钢绞线反拉压载施工工艺流程图

3.2 施工操作要点

3.2.1 模拟荷载分布

(1) 压载点位确定

根据洛维大桥主桥 0[#]、1[#] 块箱梁具体构造形式,按其结构形式进行区块划分,将各区块计算荷载按集中力作用方式加载到支架对应区域;其布置原则:集中力作用下支架产生的各类应力应变情况与实际均布荷载对支架产生应力应变情况相近似。

0[#]、1[#] 现浇箱梁悬挑部分结构自重 $2 \times 356.6 \text{ t}$,将该箱梁悬挑部分自重荷载划分成 28 个集中力布设于支架工装分配梁上,考虑以主墩中轴线为中心线,在轴线两侧 0[#]、1[#] 块底板平面内支架纵向主梁上各布设 10 个压载点位,上下游方向翼板平面内各布置 4 个压载点位。反拉压载点位编号及布置见图 3。

(2) 荷载转换计算

根据墩身区域以外的箱梁各结构(腹板、顶板、底板、翼缘板)投影面积划分压载区间,以墩身区域为中心,前后两侧各划分为 7 个压载区间,中部翼缘板上下游侧各划分一个压载区间,压载区间及点位划分具体见图 4。

支架压载的荷载还需考虑 0[#]、1[#] 块箱梁浇筑过程中的各类施工荷载(其中包括混凝土冲击、振捣荷载)、模板自重等。

(3) 压载点位张拉力计算

根据压载区域确定压载点位各类施工荷载值,按下面公式计算各压载点的反拉力 F ,具体数据见表 1。

$$F = 1.1 \times (G + p + g) \quad (1)$$

式中:1.1 为压载安全系数; G 为对应压载区间箱梁混凝土自重; p 为对应压载区间平面内施工荷载集中力(施工荷载取 2 kN/m^2); g 为对应压载区间平面内模板荷载(取 1 kN/m^2)。

3.2.2 钢绞线选定

(1) 考虑每个压载点布设一束反拉钢绞线。根据

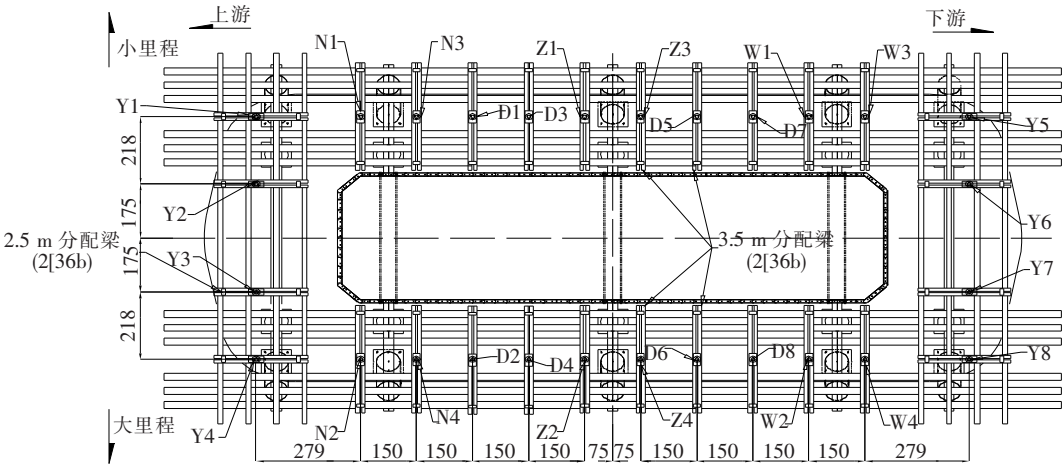


图3 压载点位编号及分布图(单位:cm)

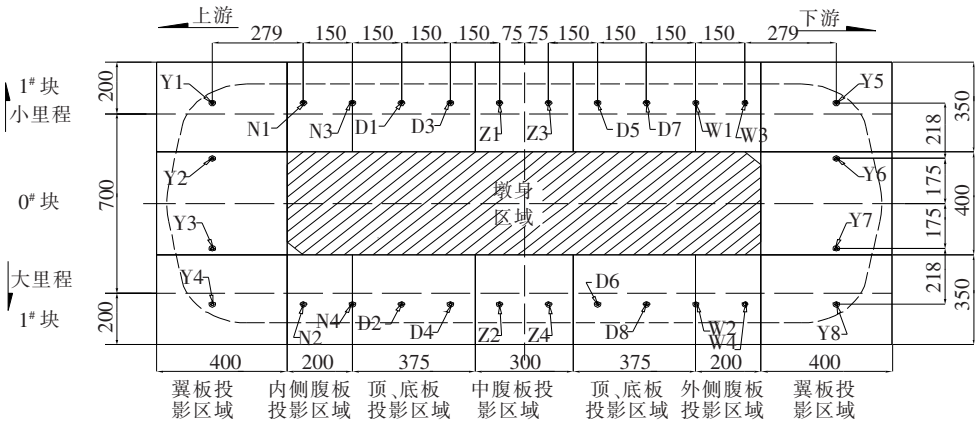


图4 反支点压载点位编号及分布图(单位:cm)

钢绞线理论强度的70%作为反力控制最大值,根据计算出的各压载区间单个压载点的张拉反力,计算出压载点位每束钢绞线根数。

考虑选用单根 $\phi 15.2$ mm,极限强度为1 860 MPa的钢绞线,其单根拉力控制上限为181 kN;同时根据表1计算出的各压载点张拉力情况可知,中腹板区间内(Z类压载点)的点位张拉力最大,为531.6 kN,通过计算,每个预拉点只需选用3根钢绞线即可满足压载要求。

(2) 钢绞线分锚固段和张拉端,其中锚固段含锚固深度及对接张拉工作长度,另一端下料长度等于现浇支架整体高度与张拉端工作长度之和。

根据10#墩墩身高度及钢绞线预埋段长度、张拉长度,确定10#墩承台锚固端下料长度为1.8 m,另一段下料长度为20 m。

3.2.3 钢绞线锚固端预埋与编束

(1) 墩台混凝土浇筑前,需按压载点位布置图,对

钢绞线反拉预压锚固系统进行埋设和编码。考虑到锚固系统抗拔效果,预埋在墩台内的下端钢绞线需安装配套锚具、夹片(3孔锚具),锚固段锚具埋置深度宜为80 cm左右。同时锚具前端还需设置 $\phi 12$ mm钢筋网片,网片应分3层布置,网片大小(长 \times 宽)为100 cm \times 100 cm,层与层之间间距以20 cm为宜。钢绞线反拉锚固端见图5。

(2) 承台各锚固点锚固深度计算:承台混凝土抗拉强度设计值按1.41 MPa考虑,锚固端锚具直径为8 cm,设置完3层面积为100 cm \times 100 cm的钢筋网片后,单个锚固端抗拔面积直径可近似按16 cm考虑,锚固段混凝土抗拉面积 $S=3.16\times 160\times 800=401\,920$ mm²,故单个锚固点最大抗拔力 $F=401\,920\times 1.41\times 10^{-3}=566.707$ kN,其值大于现浇支架最大预拉力531.6 kN。

(3) 待承台混凝土待强至设计强度的90%后,方可对承台锚固段张拉施工,按各编号对应表格吨位进

3.2.7 支架变形监控测量及数据分析

沉降观测点点位布置在贝雷架顶部反扣槽钢上,每片主梁上布置 3 点,水平位置位于支架中间 3 排管桩顶口垂直位置,详见图 7。

依次对现浇支架各张拉阶段及卸载过程中各观测点位高程进行测量记录,同时填写沉降观测记录表(表 2),通过对表中各项数据进行分析,确定现浇支架的弹性变形值及非弹性变形量。

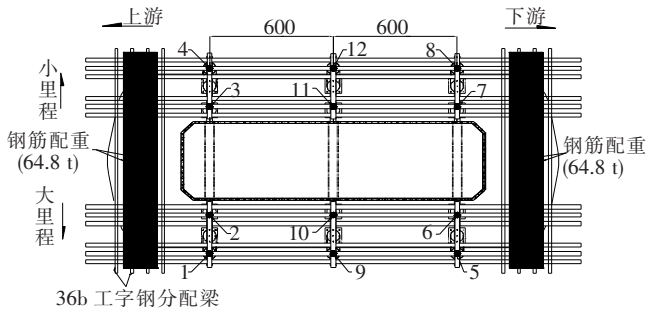


图 7 支架沉降观测点分布图(单位:cm)

表 2 沉降观测记录

测点 编号	第 1 状态 (空载 0%)	第 2 状态 (加载 60%)		第 3 状态(加载 100%)			第 4 状态(加载 110%)			第 5 状态(卸载 0%)		
	高 程/m	高程/ m	挠 度/mm	高程/ m	挠 度/mm	累计挠 度/mm	高程/ m	挠 度/mm	累计挠 度/mm	高程/ m	弹性变 形/mm	非弹性变 形/mm
1	93.189	93.187	-2	93.184	-3	-5	93.182	-2	-7	93.188	4	1
2	93.164	93.161	-3	93.158	-3	-6	93.155	-3	-9	93.163	5	1
3	93.176	93.173	-3	93.170	-3	-6	93.167	-3	-9	93.175	5	1
4	93.142	93.139	-3	93.137	-2	-5	93.135	-2	-7	93.140	3	2
5	93.160	93.156	-4	93.153	-3	-7	93.151	-2	-9	93.159	6	1
6	93.155	93.151	-4	93.148	-3	-7	93.145	-3	-10	93.154	6	1
7	95.147	95.144	-3	95.141	-3	-6	95.138	-3	-9	95.146	5	1
8	95.134	95.131	-3	95.128	-3	-6	95.125	-3	-9	95.133	5	1
9	95.116	95.113	-3	95.110	-3	-6	95.107	-3	-9	95.115	5	1
10	95.138	95.135	-3	95.132	-3	-6	95.129	-3	-9	95.136	4	2
11	95.119	95.116	-3	95.113	-3	-6	95.110	-3	-9	95.118	5	1
12	95.134	95.132	-2	95.128	-4	-6	95.125	-3	-9	95.133	5	1

4 结语

该文介绍的现浇支架钢绞线反拉压载施工方法是一种较新的预压方法,对于梁段高度较高,且梁段投影下方基础较好的一类支架尤为适用。另外对于挂篮、边跨现浇段等结构,也同样可采用该方法进行预压施工。钢绞线反拉预压方法,因其操作简便、经济效果明显、安全风险更低,具备广泛的推广应用前景。

参考文献:

[1] 范超,陈诚,孙晓伟.连续梁 0# 块现浇支架反力法预压施工关键技术[J]. 施工技术,2016(S1).

[2] 周彦平.连续梁 0# 块钢绞线反支点预压施工技术[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版),2013(S1).

[3] 李炎,陈常松,董道福.斜拉桥施工控制张拉力的计算方法研究[J]. 中外公路,2019(2).

[4] 赵建祥,张虎.高墩刚构桥边跨现浇段非对称施工技术研究[J]. 中外公路,2017(2).