

桥面吊机与安全平台配合的施工技术

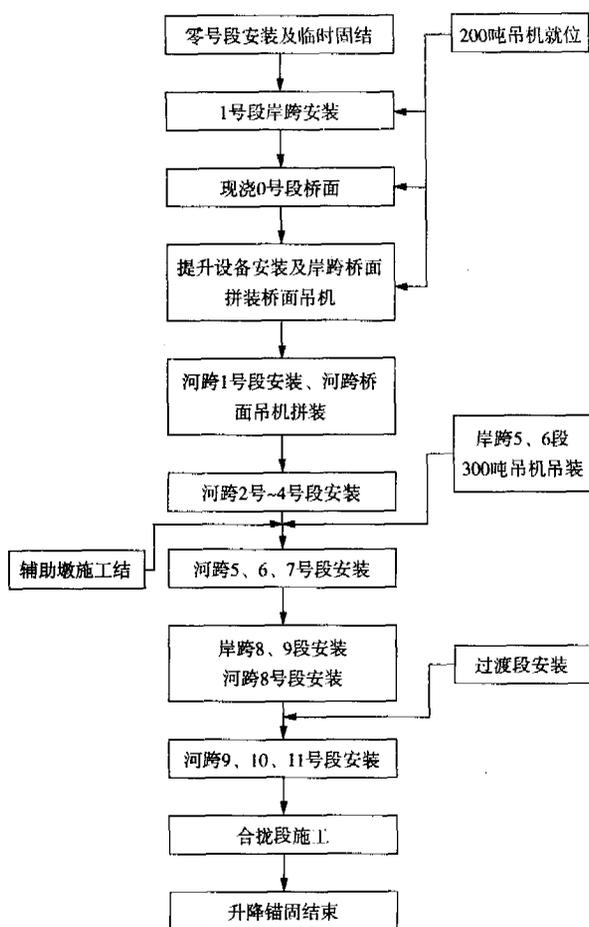
邱式中

(上海市基础工程公司特种基础设计所 200002)

(续接2005年第5期)

7.1.1 南浦桥施工程序

(1) 南浦桥浦东侧施工程序如下:



(2) 浦西段施工程序

浦西段与浦东段不同的是河跨与岸跨1号段均用300吨吊机安装, 然后现浇0号段桥面板及接缝, 再在岸跨安装河跨桥面吊机, 移位到河跨后再在原地拼装岸跨桥面吊机, 其余程序同浦东侧。

7.1.2 临时固结措施

漂浮连接型式悬臂施工临时固结需承受4000kN-m倾覆力矩及6000kN不平衡轴向力, 通

过8根151φ5钢索, 将0号段锚固在主塔的下横梁上。不平衡轴力借助剪力箱由主塔的横向限位块来承受。

7.1.3 标准段安装

(1) 标准段拼装时为多次张拉法, 其程序为: 安装一侧主梁、临时索吊住并张拉至1400kN → 安装另一侧主梁、临时索吊住并张拉至1400kN → 安装第一根横梁、一根小中梁、两根轨道梁 → 施工平台前移4.5米 → 安装第二根横梁、一根小中梁、两根轨道梁 → 施工平台再前移4.5米 → 安装第三根横梁、一根小中梁、两根轨道梁 → 施工平台前移4.5米 → 安装第四根横梁、一根小中梁、两根轨道梁 → 安装人行挑梁 → 安装永久索并对称张拉该段前拉索, 然后释放临时索 → 安装前2块车行道板 → 安装4块人行道板 → 安装并对称张拉后拉索 → 吊放六块车行道板 → 接缝绑钢筋 → 横梁下施加反力, 五根横梁分别为350、800、800、800、350kN → 浇接缝混凝土并养生至40MPa → 反顶释放 → 该段前索张拉 → 该段后索及前段前拉索放松至一定值 → 桥面吊机前移至该段上。见图4。

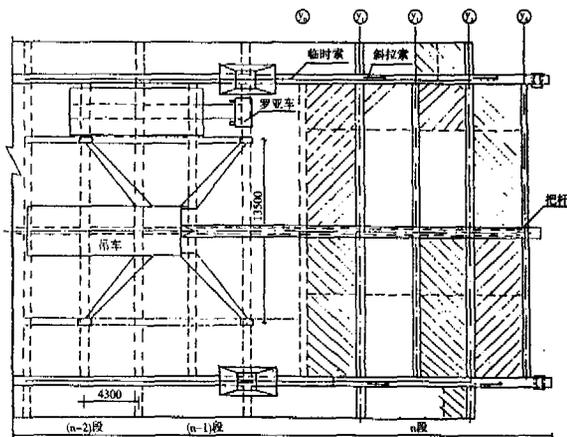


图4 南浦桥悬臂吊构件拼装图

7.1.4 关于抗裂缝措施

针对加拿大Annacis阿娜西丝桥出现的混凝土

开裂，施工中采取下列措施：

(1) 临时拉索：Annacis桥在钢框架构成后即拉永久索（在此之前无临时索），由于钢框架自重引起负弯矩，使已形成迭合梁产生裂缝，位置在前拉索节点处，南浦桥在主梁松钩前就用临时索以11400kN力将主梁吊起，使该处弯矩为0直至永久索安装后再拆掉。见图5。

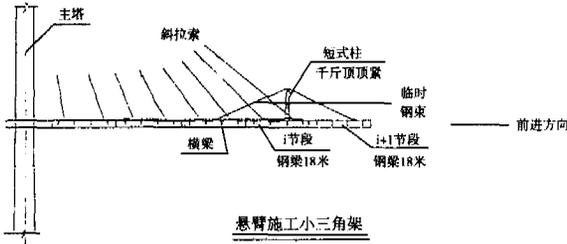


图5 临时索吊装图

(2) 反顶装置：

该装置是针对Annacis桥的纵向裂缝而设置的。在迭合梁现浇接缝钢筋绑扎结束后，在每根横梁下加一向上的顶力（约800kN），使横梁有一个拱度。在接缝混凝土达到强度后，拆掉此顶力，横梁在恢复原形过程中对纵向接缝产生压应力，此反力装置见图6。

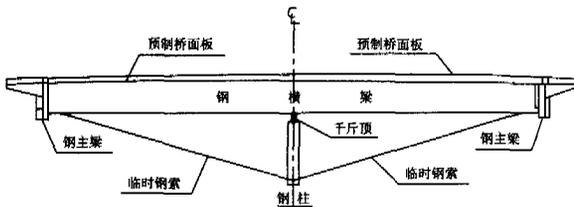


图6 横梁反顶装置图

0号段、1号段横梁反顶结果 表2

测点号	反顶力(kN)	设计顶高值(mm)	实际顶高值(mm)	松顶后恢复值(mm)
B1	350	12	14	15
B2	800	30	26	14
B3	800	30	25	15
B4	800	30	23	15
B5	700	21	12	11
B6	550	4-16	6	5
Z	550	4-16	9	4
Z6	550	4-16	7	4
Z5	700	21	11	9
Z4	800	30	20	12
Z3	800	30	25	16
Z2	800	30	24	13
Z1	350	12	14	14

说明：B为岸跨方向，Z为河跨方向，编号1-4为1号段下4根横梁，5-7为0号段下5根横梁，测点均在横梁中点，0号段中间一根横梁测点为7。

(3) 纵横向预应力

在跨中100米范围内及岸跨锚墩处40米范围内施加了纵向及横向预应力，横向预应力为墩头锚具，纵向预应力为XM锚具。

(4) 将Annacis桥焊在钢主梁顶面下的锚箱，移至主梁腹板外侧，改变了原锚箱周围钢梁及桥面混凝土受力和变形不协调状况。

7.1.5 特殊梁段施工

岸跨5、6段及8-9拼一段为特殊段，特殊在重量超出桥面吊机起吊重量。5号梁段85吨，6号梁段65吨，8号和9号梁段连成一体长38.25米重95吨。这三段均采用3000kN汽车吊安装就位。

7.1.6 合拢段施工

合拢段方案根据实际情况定为自然合拢，即合拢段长度确定后放入缺口，待钢梁温度达到某一温度时，钢梁螺栓孔与连接板孔眼对准，放入冲钉与高强螺栓，按设计要求施拧至结束。

(1) 合拢段长度确定

该长度南浦桥上游钢主梁为12.201m，下游钢主梁为12.195m。

(2) 合拢段温度及时间

南浦桥合拢段定在6月8日午后2~6时，合拢温度为22℃，实际在6月8日午后3时吊装钢梁，晚8时25分一次吊装结束。

7.1.7 解除临时固结措施

对于漂浮式连接型式，必须在跨中合拢后进行体系转换，解除临时固结，为此，需要在温差比较小时段内进行合拢，不要因为温度变化而引起的压力，在横梁尚未安装时引起失稳，第二是需要短时间内尽快解除临时固结，要求在合拢后2-3小时内完成。故决定合拢后先解除浦东侧固结体系，使全桥能向浦东侧自由伸缩。解除步骤大体为：0号段抗剪箱割除；八根锚固索逐放（每500kN一级）卸载，最终割除；借助0号索及千斤顶将0号段抬起，在主梁与临时支墩间临时放四氟板，使0号段能在支墩上

滑移, 随后将支墩凿除, 全桥漂浮。整个固结体系解除花了三小时, 其位移量往岸跨方向约5厘米, 往河跨方向约1.5厘米。

7.1.8 高强螺栓施工

高强螺栓施工是安装工作中的关键工序。当时M30大六角高强螺栓在国内是首次应用, 因此, 控制质量、按标准确保接头处强度是工作的重点。

(1) 螺栓规格与要求

全桥高强螺栓按直径分成两大类: 即M30与M22。M30大部分用于主梁与主梁间的连接, 少量用于抗剪箱与主梁的连接。M22用于横梁与主梁、横梁与小纵梁及塔内锚固横梁的连接。规格与要求见表3。

南浦大桥高强螺栓规格性能表 表3

公称直径	M22	M30	
性能等级	8.8S	A325	A490
螺栓长度mm	80~150	110~220	120~250
验收标准	GB1228-1231-84	按美国A325标准	按美国A490标准
设计轴力kN	200	326	408
扭矩系数	0.11~0.15	0.11~0.15	0.11~0.15
制造厂家	上海汽车配件厂	部分进口, 部分上海高强度螺栓厂	部分进口, 部分上海高强度螺栓厂

(2) 现场试验

高强螺栓出厂进入工地后, 即按规定抽样送有关单位检验。检验内容有扭矩系数及保证荷载。检验合格即按规格分批放置。堆放处需防雨、防潮、保持良好通风。现场专门设试验室, 配备400kN轴力计一个, 检验扳手(2000kN·m)一个, 标定用砝码及标定装置一套以及稳压电源等附件, 现场试验室主要工作如下:

a. 施工前所有电动定扭扳手的标定并需跟踪到施拧现场, 直至定扭值误差 $\leq \pm 0.3\%$ 时, 该项工作才算结束。

b. 每批螺栓使用前的扭矩系数需重新试验, 以此次试验结果作为确定施工扭矩的依据。

c. 检验扳手的标定, 检验扳手虽然精度较高, 但亦要经常标定。

(3) 操作规定

a. 为确保施工质量, 制订了从螺栓的保管、领用、安装、施拧到检查的全套工序操作规定, 操作人员作业前进行培训。

b. 接点插入冲钉与高强螺栓数量为: 主梁与主梁连接采取50%冲钉及50%高强螺栓; 主梁与横梁及其他连接均为30%冲钉及20%高强螺栓。

c. 结构位置准确无误后, 即施拧高强螺栓。一般先中间后四周。初拧扭矩为终拧据矩的60~70%。考虑到扭矩在施拧后的损耗, 对M22及M30(A325)螺栓, 终拧扭矩比设计值提高10%, M30(A490)提高7%。

(4) 施工质量控制

高强螺栓施拧后是否能保证应有的设计轴力是至关重要的。南浦桥采用复位法检查, 对超拧的螺栓及时更换, 欠拧的螺栓及时补拧。抽查数量及规定完全按“铁路特大桥工程质量评定验收标准”的要求进行。开始检查不太稳定, 有超拧也有欠拧。经分析, 在试验室是依据一个螺栓进行电动扳手标定的, 而且连接板也较薄, 不一定能代表实际状况。后决定到现场在每一个接头上抽三个螺栓标定电动扳手(扳手在试验室内称作初拧标定, 确定一个基本值)。如果与原初始值比变化不大, 则就不作调整; 如变化大, 则调整微调器, 这样做后, 检查结果较为稳定。

(5) 施工中出现的問題

a. 密贴度

初拧后, 需检查连接板的密贴度, 按0.2毫米塞尺不超过20毫米的深度要求控制。实际结果大都达到100%密贴度, 对厚板($\delta > 60$ 毫米)个别位置有不密贴情况, 密贴度约为95%。分析原因, 主要是由于钢板长18米(系国外进口), 端部有些毛边, 在工厂加工时无条件预先辊压一遍, 致使密贴度达不到100%要求。

关于密贴的要求我国尚无详细规定。美国ASSHTO规定中有具体条文, 允许有部分不密贴, 其理由是接点板的整体抗滑性能不会受到影响, 最终处理是将这些局部不密贴的地方, 嵌缝填密实, 防止水气进入连接板内。

b.对粗直径的高强螺栓,其扭矩系数应尽量取小值,且离差越小越好。主要是设计轴力大,对扭矩系数大的螺栓要施拧大扭矩,如 $K=0.15$,对400kN轴力的M30螺栓,其施工扭矩达1800N·m~2000N·m,无论是施工扳手或检查扳手均达到了上限,对设备不利,检查亦费力。

如K值为0.1,则扭矩只需1300N·m(已考虑提高10%),因而,研制小扭矩系数的高强螺栓对施工和检查均是有利的。

c.目前检查手段,先用检查扳手抽查部分螺栓的扭矩,此方法对大吨位的螺栓,检查人员很费力,要四个人才能扳动螺母,而且施工要均匀,慢速、不能突然加荷,螺栓多时应该说是很麻烦的一件事。

当前,世界各国用于检查的方法很多,有超声波,磁损测定法、螺母转角法、扭矩扳手测定法等。象磁损测定法,仅需将接头置于螺栓头上,即可直观地读出轴力数值,非常方便,但精度不高,转角法虽然简单,但不宜用于大吨位螺

栓,否则,将使螺栓处于高应力状态,而易引起延迟断裂,而且很费力。因此,研制一种省力、实用的检测方法(包括仪器)是很有必要的。

d.工程中使用的定扭电动扳手有二种,一种是国产的(1500N·m,1000N·m),一种是进口的(2000N·m),无论是精度,还是使用可靠性均以进口为好。全桥约14万套螺栓,进口了四个扳手,很少发生损坏,而国产扳手经常发生故障,为维持四把进口扳手能够使用,加拧时(扭矩系数值较低,偏差大亦无碍终拧值)用国产扳手,终拧则用进口扳手,看来,研制性能可靠的定扭扳手也应充分考虑。

(6) 关于抗滑系数试验

a.抗滑系数试验是检验节点连接是否满足设计要求的重要手段,按规定,检验试样随节点连接板运到工地现场,与连接板同等条件保存,在构件拼装前,试验室做抗滑移系数试验。

(未完待续)

(上接第8页)

6.2.3 预应力锚固组装件

预应力锚固组装件由钢绞线、锚具、预埋钢管和防护帽组成。锚具由锚头、夹片、锚下垫板、螺旋筋及密封圈等组成。为方便施工,采取前锚面一端张拉,张拉控制应力为 $0.7R_y^b$ 。张拉完毕后,从后锚面向前锚面方向压注防腐油脂。在后、前防护帽端部设有注油孔和出油孔。

锚具静载锚固效率系数 $\eta_A \geq 95\%$,破断时总应变 $\epsilon_u \geq 2\%$;动载性能通过应力上限为 $0.65\sigma_b$ 、应力幅为130MPa,循环次数均为200万次的疲劳试验。

预应力管道内径为158mm和209mm,管道及锚头孔眼设计应保证钢绞线不弯曲、不扭绞。锚头设有出油孔。锚下垫板及螺旋筋的设计应满足锚下混凝土为30号的受力要求,通过三维有限元锚下应力分析,确定锚下垫板、螺旋筋

的构造及尺寸。由于为无粘结式,为保证安全,锚头夹片后设置防松装置。

6.3 锚固系统的防腐

在锚室内设抽湿设备使锚室内相对湿度不大于40%。

钢绞线采用表面喷涂环氧树脂防腐保护层及预应力管道内灌注防腐油脂的双重防腐体系,在前锚面设置有油脂面观测管,桥梁运营期间根据油面观测结果实施补充灌注。

参考文献

- [1] 刘明虎,悬索桥重力式锚碇设计的基本思路,公路,1999(7)
- [2] 刘明虎,桥梁深大基坑工程方案设计,第五届交通青年学术会议论文集,2003
- [3] 周山水,刘明虎等,厦门海沧大桥锚碇设计,1999年桥梁及结构工程学会论文集
- [4] 润扬长江大桥南汉桥锚碇投标方案及施工图设计文件