

梁的施工技术—大型设备吊装法（续）

邱式中 桂业琨

（上海市基础工程公司特种基础设计所 上海 200002）

（续上期）

（4）结构体系转换

1) 结构体系的转换是通过湿接缝的施工和墩顶负弯距预应力张拉实现的，由简支体系转换为连续体系。

2) 现浇湿接缝强度与节段梁混凝土相同。待湿接缝混凝土强度达到设计要求后，方可进行张拉。

3) 浇筑混凝土前，先将接缝处的混凝土表面清洗干净，并用水充分湿润，同时将预应力筋穿入孔道，然后浇筑混凝土。

4) 湿接缝浇筑完成并养护结束后，要及时解除临时支座，在解除时应注意确保均匀对称释放。在解除后应测量各节段的高程，分析各节段的高程变化，如有异常情况立即与有关部门协商处理。

5) 按设计要求需进行内力调整时，应以标高、反力等多种因素控制，互相校核。

（5）永久支座

1) 预制节段支座垫块底平面安装精度误差要求小于1.5mm，定位精度值误差小于5mm。支座底标高如与设计要求相差较大，需衬垫钢板调整，钢板需作防腐处理，并保证支座底钢板能与墩顶预埋钢板有可靠连接。

2) 现浇段永久支座设置，由箱梁底现浇垫块调整标高，施工过程中需保证箱底预埋钢板与支座顶板密贴。

3.2.5.6 粘结剂施工

（1）粘结剂技术性能要求

1) 节段梁接缝采用双组份环氧树脂粘结剂粘结。使用前应对粘结剂的固化性能（对温度、湿度等变化的适应性）充分了解。供货方提供的材料指标如老化性能、使用年限等应满足桥梁使用的需要，以质量保证书的形式进行明确，必要时应

做小样试验。

2) 环氧粘结剂由A、B两部分组成，一般A为主剂，B为固化剂。使用时，按照说明书上的配比，把B组分加入到A组分，用电动搅拌机搅拌均匀。转速一般小于400r/min，以防空气吸入。粘结剂搅拌1~3min至混合物呈均匀颜色后即可使用。

3) 环氧粘结剂的适用期

双组分环氧胶混合后，要立即使用，在涂刷期间，粘结剂的粘度不应有明显的变化或结块。两块节段梁的拼接时间区间，包括第一桶配比涂刷、刮平、找齐、临时张拉、拼装和粘结共约2小时，采用的粘结剂的粘结固化时间应大于2小时。产品外包装上应标明开罐后的适用性。

4) 选用原则

粘结剂选择时遵循下列原则：

①有较好的快速调制及安全操作性能，适宜工地涂刷工艺要求及气温变化要求。

②湿度 $\geq 80\%$ 的潮湿天气能正常施工。

③环氧粘结剂初步固化时间 $> 2h$ ，完全固化达24h左右，以满足涂刷、张拉工序时间要求。

④环氧粘结剂固化后的力学性能一般不低于混凝土的各项强度指标。

⑤对每批粘结剂进行抽检的压缩强度（24h，20℃）应大于20 MPa。张拉永久预应力时应满足环氧粘结剂抗压强度 ≥ 20 MPa，

⑥环氧粘结剂应耐老化，耐碱腐蚀，在产品性能技术说明书中应附有耐老化、耐碱腐蚀试验鉴定证书和性能指标。

⑦环氧粘结剂固化后的颜色应尽可能与节段梁混凝土颜色一致。

5) 根据上述要求所选用的粘结剂的主要性能指标见表3。

表3 粘结剂性能指标

| 性能 | | 指标 |
|------------------|------|--------------|
| 粘结强度 (-5~25℃) | 抗压强度 | ≥60MPa |
| | 抗拉强度 | C60混凝土相应抗拉指标 |
| 粘结时湿度 | | 不小于80% |

(2) 粘结剂施工

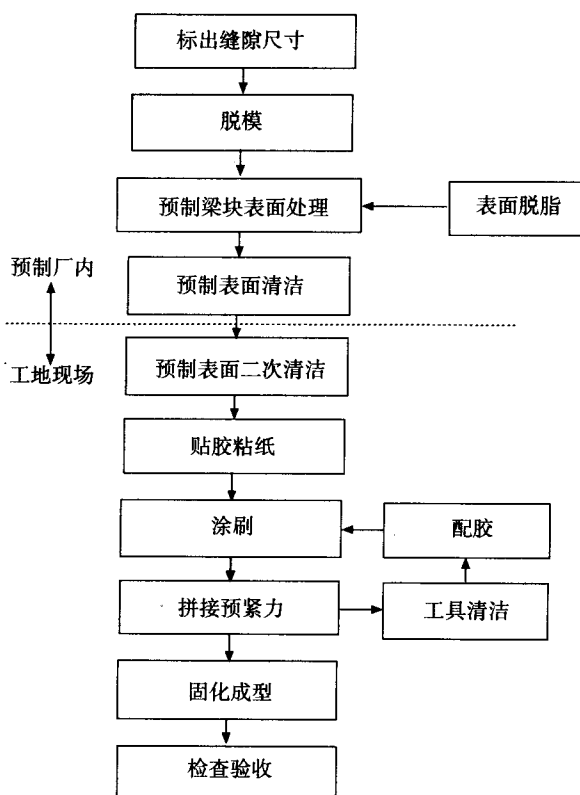
1) 施工准备

① 拼接面上如果有破损现象, 不得修补, 应查明缺损原因, 以确定是否影响拼接精度及结构安全。

② 节段梁拼接面应干净、干燥, 不能有油污, 否则要用有机溶剂(丙酮, 醋酸乙脂等)清洗。

③ 节段梁吊装前宜抽取一跨, 进行无粘结剂预拼装。拼装前应清除水性脱膜剂、混凝土浮浆和灰尘等。

2) 粘结剂涂刷流程(见框图2)



框图2 粘结剂涂刷流程

3) 涂胶人员的安排。

按照固化时间, 涂刷应责任到人, 将操作人

员以2人一组分配在固定区域进行涂刷。设专人检查, 防止漏刷或孔道堵塞。

4) 涂刷方法

将调制好的粘结剂快速分散到涂刷工人的盛器内, 用刷子或戴手套用手直接进行涂刷, 然后用设定厚度的1~1.6mm齿型刮板刮平。应注意不能将粘结剂涂到预应力孔道内, 如有残留物, 应在固化前及时用回丝擦净。

5) 涂层厚度控制

根据预制件预拼接状况或端面平整度, 按单面预估1~3mm控制, 涂刷环氧粘结剂。涂粘结剂时可以用齿型刮板控制粘结剂层厚度, 且需略大于空隙尺寸。

6) 25.5m节段梁的顶应力索道顶留孔, 应粘上防水密封构造后再按上述步骤涂刷。

7) 施加临时预紧力

粘结剂涂刷完毕后, 即施加临时预紧力, 使粘接面承受0.2MPa的压力, 待粘结剂基本固化后, 再将预紧力提高到设计要求, 施加预紧力过程可稍允许有适量环氧树脂从拼接面缝隙中挤出, 但应及时清除残余部分, 保护外观整洁。必须有可靠措施, 防止粘结剂滴落对周围环境造成影响。

8) 工具清洗

在粘结剂硬化前, 用合适的溶剂(丙酮、甲苯)清洗搅拌头及涂刷工具。可以将工具先浸入溶剂中, 搅拌头上的环氧可以用回丝擦去。

9) 粘结剂使用量

根据试验, 节段梁拼装粘接剂涂刷厚度约3mm左右, 据此, 粘接剂估计用量, 见表4。

表4 粘结剂估计用量

| 梁宽 (m) | 断面面积 (m ²) | 涂刷厚度 (mm) | 每个拼缝需要粘 接剂用量 (kg) | 12跨总量 (kg) |
|-----------|---------------------------|--------------|-------------------------|---------------|
| 25 | 14 | 3 | 72(6桶) | 8928(744桶) |

10) 安全措施

操作人员施工时, 应穿工作服、戴护目镜和橡皮手套, 以防止粘结剂和皮肤直接接触。如果皮肤碰到粘结剂, 应立即用回丝蘸丙酮擦洗, 如

果粘结剂溅到眼睛，立即用大量清水冲洗并送医院治疗。

3.2.5.7 临时预应力

(1) 钢齿坎的安装

①每段预制节段梁顶面上各设置3块钢齿坎，钢齿坎通过节段梁顶板上的预留孔用高强螺栓锚固，两侧箱体内各设置9块混凝土齿坎，共12根临时预应力钢筋。

②钢齿坎安装前，应对钢齿坎安装处的混凝土表面打磨平整。

③高强螺栓预加力250kN/根，采用扭力扳手拧紧，扭矩975N·m。

④每套钢齿坎各设4套高强螺栓副，高强螺栓施拧时，均匀加载，确保终拧完成后，4只螺栓受力均匀，扭矩值相同，均为975N·m。

(2) 临时预应力张拉

①利用箱内底板上的临时预应力齿坎，对称穿2根 $\phi 32$ 的精轧螺纹钢。用2台YC60穿心式千斤顶，张拉端设在2号块内，通过滑道将1号、2号块张拉拼装。

②安装临时预应力钢筋，并对称张拉。张拉程序如下：先对称张拉顶板上的临时预应力，共2根，张拉力250kN/根；再对称张拉底板临时预应力，张拉力250kN/根。

3.2.5.8 预应力及真空灌浆

(1) 体内预应力

体内预应力钢索采用高强度低松弛钢绞线，用应力、应变双控，按设计要求和施工规范进行施工。

(2) 体外预应力

体外预应力施工工艺，与工程选用的体外预应力索构造、相应锚固体系及张拉设备有关。必须在施工工艺试验基础上，采用适合该工程的体外预应力施工工艺与操作规程。本工程为常规的预应力施工工艺与操作规程。

(3) 真空压浆

1) 管道压浆采用真空压浆，水泥浆强度等级为M40，应通过工艺试验，掌握操作方法。

2) 真空压浆的主要设备包括拌浆机、真空

泵与压浆泵。

3) 为保证孔道压浆达到饱满而密实的效果，预应力管道内的预抽真空压力应达到 $-0.06 \sim -0.09\text{MPa}$ 。

4) 如节段拼接缝处有不密贴的情况，需先进行环氧填缝处理，环氧固结后方可进行压浆。

5) 浆体特性要求：

①流动度要求：搅和后的流动度为20~40s。

②水灰比：0.3~0.4；

③泌水性：小于水泥浆初始体积的2%；四次连续测试结果的平均值小于1%；拌和后24h水泥浆的泌水应能被吸收；

④初凝时间：大于3h；

⑤体积变化率：0~2%；

⑥温度要求：配置好的浆体温度应在25℃以下，若大于25℃，浆体会提早凝固，稠度增高，流动度降低，对压浆不利。高温季节施工时应采用冰块降温，拌和水的温度降至5℃~7℃为宜。

6) 预应力管道的要求：

①预应力管道材料不允许有裂缝或存在影响抽真空的缺陷。采用真空泵排除多余空气后，管道内应能维持 $-0.06 \sim -0.09\text{MPa}$ 的真空度。

②预应力孔道经过清孔后，不允许留有积水。

7) 真空压浆施工流程

①准备工作

检查确认材料、真空压浆机具、供水、供电、预应力管道及锚垫板、压浆孔等处于正常状态。

②抽真空

首先关闭与其真空泵连接外的所有压浆口、通风口、排水口、出浆口等的气密阀，然后启动真空泵，从孔内排除空气。若真空压力表不到 -0.09MPa 时，则表明孔道内密封不严。

③泵浆

启动压浆泵，当压浆泵输出的浆体达到要求稠度时，将泵上的输送管接到锚垫板上的引出管上，开始压浆。

④真空吸浆

孔道在负压下，将浆体用压力泵送入孔内，

压浆过程可通过透明出浆管得知。压浆过程连续进行,直至浆体从出浆口进入负压容器,当流出浆体达到要求稠度时,关闭出浆口阀门。压浆过程中,真空泵保持连续工作。

⑤并浆

压浆泵继续工作,当孔道压浆加压到0.6MPa正压时,在加压情况下关闭进浆口阀门,关闭之前必须持续一定时间并浆(按设计或规范要求,一般2~3min)。在压浆的同时,用拌好的浆体制成试块。

3.2.5.9 节段梁拼装的质量控制

1) 拼装前应检查的内容:包括节段梁的龄期;节段梁的型号正确;预应力孔道干净、畅通;预埋件、剪力键完好;节段梁保持清洁;构件不损坏。

2) 拼装过程中的检测内容:包括节段梁的轴线、标高;临时预应力张拉力的记录;每个接缝粘接剂的用量与涂刷时间、缝宽、接缝高差测量;纵向预应力张拉与卸载千斤顶的每一步油压表读数;真空压浆的质量控制;纵向预应力张拉完成后的桥面标高测量等。

3) 质量标准。节段梁拼装完成后应达到表5所示质量标准:

表5

| 序号 | 检查项目 | 允许值或允许偏差(mm) | 检查方法和频率 | 得分 |
|----|----------|--------------|-------------|----|
| 1 | 整梁轴线偏位 | 10 | 用经纬仪检查,每跨5处 | 25 |
| 2 | 整梁顶面高程 | 20 | 用水平仪检查,每跨5处 | 25 |
| 3 | 节段间连接缝高差 | 5(顶面) | 用直尺量,每接缝2处 | 25 |
| | | 2(底面) | | |
| 4 | 支座中心偏位 | 5 | 用尺量,每支座1处 | 25 |

3.3 500t下行式架桥机施工技术

3.3.1 概述

下行式架桥机与上行式架桥机比较,有其独到的优点:由于架桥机的支承由墩顶移至承台,高度大大降低,相对而言安全性较高;节段梁在架桥机上的固定由悬挂改为支承在主导梁上,可

靠性高;节段梁的运输全部在桥面上,对地面交通几乎无影响;由于高度低,架桥机的安装也方便。但是下行式架桥机也有其不足之处:架梁需从低处向高处进行,施工的机动性差;开始几跨由于高度不够,不能用下行式架桥机安装,需搭设临时支架,到高度能满足架桥机进入后,才能进行;架桥机的支撑是变化的,且需辅助吊机配合来安装支撑;桥面也需设吊机,以便卸梁,增加了桥面的加固措施。

3.3.2 500t下行式架桥机性能及组成

500t下行式架桥机由VSL公司制造,由下导梁、运梁小车、导梁行走装置、托架、安全栏杆、液压电气动力源及设备构成。

3.3.2.1 主体部分

(1) 下导梁

下导梁包括一对主梁,主梁的高度约2.09m,两板梁之间距离约为4.8m(中一中),下导梁的长度约为86.5m,主支撑截面为40m,前后鼻梁各为16.5m和15m。运输中分为8个部分,每部分最重28.3t,梁的拼装联接使用纵向固定条及横向固定销。

下导梁设计参数,见表6:

表6

| | | | |
|---------|-------|-------------|--------|
| 最大满跨起重量 | 500t | 每跨最大节段数 | 13块 |
| 最大跨越跨度 | 35m | 工作状态允许最大风力 | 22 m/s |
| 最重节段 | 55t | 非工作状态允许最大风力 | 35 m/s |
| 节段宽度 | 8m | 桥面纵向最大坡度 | ±6% |
| 节段高度 | 1.8 m | 桥面横向最大坡度 | ±2% |
| 最大节段长度 | 3.0m | 桥最小水平转弯半径 | 2400 m |

(2) 运梁小车

在起吊跨的靠近前桥墩处,用起重机把节段放在4套运梁小车(TY)上,采用链牵引装置使运梁小车沿着下导梁的上弦移动,速度最大可达8m/min。坡度陡峭时,链牵引装置给运梁小车的移动提供可靠和安全保障。每个运梁小车都配备了竖向千斤顶和横向千斤顶来调整节段的位置。

(下期待续)