

顶推梁桥施工中可能出现的技术问题及对策

徐华轩

【摘要】根据作者在国内参加顶推梁桥施工的实际经验，对施工中可能出现的技术问题和对策进行了总结。实践证明，这些措施是成功的。

【关键词】顶推梁桥 施工 技术问题 对策

1、关于钢筋模型和钢筋绑扎

1.1 关于钢筋模型

由于顶推梁的结构特点，一般结构尺寸较大，普通钢筋和预应力筋密集，纵横竖向管道交错，预埋件(孔)较多。在此情况下，各种钢筋及预埋件间常发生位置上的冲突，即两种钢筋的某一点或某一段在同一坐标上。对此，在有些情况下，可在现场解决。而有时则必须通过变更设计才能解决，若这样，则必然造成返工、误工。

为避免这类问题，最好在正式施工前对各典型断面制作 1:1 的钢筋模型或用粗铁丝制作缩尺模型，借以提前发现并解决问题。

随着计算机技术的发展，笔者曾试图钢筋模型的机上模拟，但效果并不理想。尽管如此，笔者仍认为，随着有关软件的进一步完善，这将是一种积极有效的手段。

1.2 关于钢筋绑扎

如前所述，顶推梁的各种钢筋密集，纵横竖向管道交错。因此，若在制梁模板内绑扎钢筋，不仅不能平行作业，而且费工费时，边角料不易清理，质量不好保证。为加快进度，提高质量，最好提前在绑扎场内将钢筋预制成网片后用塔吊或龙门吊整体吊入模板内。这样做，每段梁可以节省时间 2 天左右。

2、关于商品混凝土质量控制

商品混凝土以其效率高、质量好而被广泛应

用，但使用中若监控不好，可能造成强度不足等问题，由此引起的损失可能是惨重甚至无法挽回的。这在国内外均有教训。拌和站一般均有试验室，基本上能保证原材料的质量和配合比的正确。根据笔者的实践，商品混凝土的质量问题多数是由控制系统失灵或操作失误后，引起配合比错误造成的。而一旦配合比出错，可通过塌落度、颜色、骨料比例等直观地反映出来。根据笔者在多个工点控制混凝土质量的效果看，此法比较有效。

3、关于顶推

3.1 关于制梁台座

多座桥的顶推实践证明，制梁台座的精度和质量是顶推梁施工成功的关键。但由于台座是临时工程，其质量易被忽视，特别在经验不足时更是如此。就台座而言，可能出现的问题一是台座处的滑道标高不准确，二是台座沉降过大，这两种问题均会引起顶推困难和使梁体产生二次力而开裂的不良后果。对于滑道标高，通过努力可以将误差控制在 1mm 以内的允许范围，这不困难。而对于台座沉降，则必须采取一定的技术措施予以预防，具体有如下几点：

(1) 对于地基承载力较好的石质地基或挖方地段的土质地基，可采用分离式台座基础；而对地基承载力较差的土质地基或填方地基，则采用整体基础或桩基。

(2) 为消除基础沉降和非弹性压缩，台座施工

徐华轩：中铁 16 局集团有限公司施技处 工程师

完铺设滑道前,视地质情况确定是否要进行预压。

(3)对土质地基的台座施工完后,要及时施作周围的排水系统,以免遭水浸泡后沉降。必要时,也可注浆加固地基。

(4)施工中,在以下三种工况下分别进行台座沉降观测:外模就位后、第一段梁混凝土灌注后、第一段梁顶推到位后。主要观测台座沉降量和滑道面坡度变化值,特别注意工况 3 时的滑道坡度变化情况及滑道前后端高差值。对该高差与设计容许值进行比较,如超过设计容许值,则需采取相应措施。

3.2 关于制梁台座处的滑板处理

目前,在制梁台座处采用的滑道形式有两种:一种是非连续滑道,另一种是连续滑道。对于前者,由于滑道只是位于台座上的几个点,类似于墩支座处的滑道,因此只需在固定底模特别是滑道范围内的底模时认真控制标高即可。而对后者,由于滑道是台座上连续铺设的钢轨,因此若钢轨标高控制不好或在施工中发生不均匀沉降,则钢轨在立面上必然呈高低不平的蛇形。实践证明,若高差在 2mm 以内,将不致影响顶推。而若高差超过 2mm,则滑道上的铁滑板将不处于同一平面或同一坡度上,而是有的滑板位于高处,有的滑板位于低处,而且由于高处与低处的高差超过 2mm。因此,顶推中则会造成如下后果:高处的滑板受力或受力较大,低处的滑板不受力或受力较小。在此情况下,若低处的滑板位于台座的后部,将造成梁后部的滑板脱离梁底而不能随梁一起前移。这种情况持续一定时间后,将因梁底无滑板而无法继续顶推。

解决该问题可这样处理:在台座后部最后一块滑板与混凝土接触的一面上,焊连两个 10cm 长的锥形铁件,以确保最后一块滑板能随顶推的梁体同步前移,并进而确保全部滑板同步前移。实践证明,该法可克服 5mm 左右的滑道高差。

4、关于顶推梁施工精度

为保证顶推顺利,要求滑道的设置及梁体外形的制造均要达到一定的精度,以避免由于施工误差造成较大的二次力。由于梁体在制梁台上逐段制造,顺序接长,有时虽然每段梁的精度相当高,但当分块数量较多时,一个非常小的误差,也将积累成相当大的误差,稍不注意,就会造成不良后果。

顶推法施工最常见的梁体制造累计误差是由新旧梁接缝处端立面的竖向转角引起的(见图 1)。

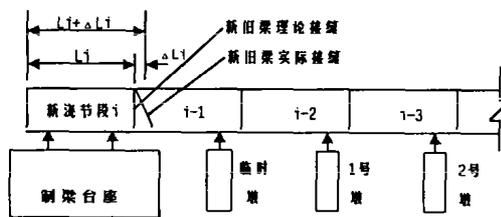


图 1 新旧梁接缝误差示意图

由于种种原因,在灌注新节段混凝土时,实际新旧梁段接缝与理论接缝连续存在一个方向一致的偏角,这就使每一新制节段的上下缘存在一个差数 ΔL_i 。如果整个梁体分成几段制造,则梁体上下缘总长之差将会积累成一个较大的值,其后果是使梁体在竖直面内产生一曲率。假设梁体顶推就位后各墩支座按设计调平,这时,由于梁体制造曲率将使其产生二次力。产生这种积累误差主要有以下几种原因:

(1)临时支座布局不合理。临时支座的合理布局直接关系到梁体在顶推过程中的受力大小,在布置靠近台座附近的临时支座时,通常仅考虑导梁安装、第一段梁推出时倾覆稳定等问题,而另一重要原则常被忽略,即支座的布置应使每段梁推出到最终位置时,梁体末端的角位移等于零。如未做到这一点,每灌注一段梁体,顶推出去后,在自身恒载作用下,梁段将总有一角位移,且该角位移有可能总是同一方向的。而再灌注下段梁时,已灌梁的端部实际上起到新灌梁段的端模板的作

用。也就是说, 该侧“端模”总存在一个方向相同的偏角误差, 而另一端的模板却是经过了严格控制的, 这就使新灌梁段的上下缘不一致, 累计下来, 相当于给梁体预留了一个拱度或挠度。

另外, 每段梁顶推后台座前后端高差变化所起的作用与此类似。

(2) 临时支座标高精度不够。这不但使梁体顶推困难, 而且也可能使得梁体承受的二次力大于设计值。

(3) 靠近制梁台座的支座位高的设置精度不够。该精度直接影响该处梁段的内力大小, 从而也对梁端的角位移产生较大影响。如果 1 号支座的标高降低, 或 2 号支座的标高抬高, 则都将使梁产生图示的角位移, 这和临时支座布局不合理产生的效果是一样的。远离制梁台座的支座位高对梁端角位移的影响就小得多。因此, 靠近台座的支座位精度更为重要。

(4) 滑道位置处底模平面误差。每次顶推后, 底模均要重新调整到设计位置, 其精度要求是极其严格的, 以确保梁外轮廓的顺直特别是避免产生过大的二次力。而实际上, 施工一般较紧, 底模误差即使偏大, 也不可能花过多时间仔细调平。显然, 底模横向标高误差可使梁体产生附加扭矩, 对箱形梁, 因抗扭刚度大, 同样误差产生的附加扭矩要大; 纵向标高误差可使梁体产生挠度或拱度, 从而导致附加弯矩。

找到了问题的症结, 可以根据不同情况, 分别采取相应对策予以解决。而施工误差是不可避免的, 通过努力只能减小不能消灭。笔者之意是, 顶推施工时, 应特别注意施工误差和精度的监控。不然, 稍不注意, 产生的不良后果将难以弥补。特别是有时梁内已产生了超过允许值的二次力, 但肉眼却看不出, 这就为运营潜伏了危险。其实, 每种误差的精度值都是可以通过计算、分析得出的。限于篇幅, 在此不作介绍。

5、关于墩顶水平位移的控制与调整

5.1 顶推过程中的墩顶水平位移控制

顶推过程中, 在顶推力作用下, 使墩顶和梁体在相对运动时产生摩擦力, 桥墩在这个摩擦力的作用下将有向顶推方向产生水平位移的趋势。对于多点顶推, 由于该趋势被用于顶推的水平千斤顶的反力所平衡和阻止, 从而使桥墩在顶推过程中承受较小的水平力和水平位移。但对于单点顶推, 特别在纵坡大、桥墩高的情况下, 若没有额外措施, 势必对桥墩造成过大的水平力和水平位移, 这对桥墩的稳定和安全不利。对此, 可采取如下措施:

(1) 用钢绞线将每个墩顺次连接后固定在后面大刚度的桥台上。连接后对钢绞线施加适当的预应力, 从而基本保证桥墩既不前移也不后移。

(2) 在墩顶设置固定于地面的斜拉索。当采用向上坡方向顶推时, 顶推力大于摩擦力, 斜拉索需设在桥墩后; 当采用向下坡方向顶推时, 顶推力很小, 甚至需要制动装置控制梁向前滑移, 此时摩擦力使墩产生向后的水平力和水平位移, 斜拉索则需设在桥墩前。

5.2 全桥顶推就位后墩顶水平位移的调整

当顶推中没有采取上述措施, 或采取上述措施后, 桥墩水平位移仍超出设计允许值, 则需在固定支座前进行墩身水平位移的调整。根据经验, 可采取如下有效方法:

(1) 最终阶段顶推时, 向顶推方向“过顶”长度 δ 。然后, 调整顶推装置的位置, 向反方向顶推 δ 。 δ 值根据各墩在最后阶段的水平位移实际值来确定。该法对各墩高度相差不大或相差虽大但“反顶”后水平位移绝对值相差不大的桥梁效果较好。

(2) 当“反顶”后, 若有些墩的水平位移仍然超限, 或不便使用“反顶”法时, 则可考虑采用“逐墩调整法”。其方法为: 在灌注支座所在的梁

段时, 在梁段底板靠近桥墩偏移的一侧设置预留孔; 待全桥顶推到位后, 在预留孔和墩身间固定千斤顶, 然后用该千斤顶向墩顶位移相反的方向施力, 直至墩顶位移小于允许值。

6、全梁顶推就位后顶推装置的拆除时机

全梁顶推就位后, 有时急于将顶推设备转场使用, 或不拆除顶推装置会影响后续施工。在此情况下, 若不针对实际进行分析计算, 而匆忙拆除顶推装置, 可能产生严重的不良后果, 现分析如下:

(1) 当桥处于平坡上且各墩水平位移即水平力接近于零时, 可在梁就位后即拆除。

(2) 当桥处于坡道上且各墩的水平位移即水平力接近于零时, 需计算拆除顶推设备后墩梁间的摩擦力抵抗梁体在自重作用下沿坡道下滑的能力。若计算结果表明摩擦力足以抵抗且有一定的安全储备, 则可在梁就位后拆除。否则, 不能拆除。

(3) 当桥处于坡道上且各墩的水平位移即水平力较大时, 须在部分或全部支座固定后方可拆除。否则, 过早拆除, 在梁自重沿坡道的下滑力和墩反力的共同作用下, 梁体失去了支撑, 很有可能向下坡方向滑动, 使梁体偏离成桥状态下的正确位置。这可以通过结构计算得到定量数据。

7、关于支座

对于顶推梁, 由于其结构特点, 采取在梁底板预埋钢板, 待全桥就位、墩身调整完毕、拆除滑板或换上永久支座后, 将支座上下钢板焊连起来, 使桥处于工作状态。对该项工作, 需注意如下几点:

(1) 顶推到最后阶段确定全梁最终位置时, 要测定梁长和各跨长。如果误差较大, 尚需适度调整误差, 使各个墩的支座偏心均在允许范围内。为达此目的, 可采取上文提到的方法对墩即支座进行调整。

(2) 为保证预埋钢板(上摆)位置的基本准确,

在确定预埋位置时要采取如下措施:

1. 对弹性压缩、收缩、徐变等影响, 16m 左右的梁段按 1.5cm 左右考虑。

2. 施工中对梁长要加强测量, 积累资料, 不但要测一个节段的长度, 而且要测总长的累计误差。发现问题即在下一段适度调整, 绝不让误差积累。

3. 由于多种因素的综合影响, 有些情况下特别在墩顶位移较大时, 墩顶位移可能不会完全恢复。为此, 安装上摆时将其朝墩身偏移一侧挪动 3~5cm, 以免在设计容许时, 上下摆不能重合而无法焊连。

(3) 焊接支座时, 若对焊接中产生的高温控制不好, 有可能损伤支座部件或支座区域的梁体混凝土。为避免此类问题, 可采取如下措施:

1. 预埋板的尺寸要比支座大, 与混凝土接触的一面还应焊上较密的锚固钢筋, 以提高钢板刚度和在高温下抗变形的能力。另外在焊接前还应在预埋钢板上钻适当数目的小孔, 该孔在焊接中用作排气孔, 在焊接完后用作堵塞混凝土裂缝的压浆(胶)孔。

2. 焊接时, 不能连续施焊, 要采取跳跃、分层的焊接方法, 逐步焊满周边。以免焊接时局部温度过高而损坏支座和混凝土, 并避免支座和预埋钢板变形。

8、关于顶推方法的选择

自桥梁施工采用顶推法以来, 创造了不少新技术、新工艺: 从单点集中顶推到多点分散顶推, 从间断顶推到连续顶推, 从水平加竖直千斤顶施力体系到水平千斤顶单一施力体系, 等等。目前在顶推方法选择上, 国内存在着“厚今薄古”、“重新轻旧”的倾向。笔者认为, 像对待所有事物一样, 对此也应该用辩证的观点。新有新的方便, 旧有旧的优势, 有一利往往必有一弊。具体到施工

(下转第 38 页)

应用先进的检测装备 大力提升检测水平

产品质量的好坏要由数据来说明，而准确可靠的检测数据来源于科学的检测手段。检测能力和水平的高低决定了产品质量的保证程度，它是产品质量的标志，也是企业进步的标志。

采用先进的检测技术，实现产品的高质量，始终是我厂追求的重要目标之一。随着全面质量管理工作的开展和技术创新的全面推进，我厂产品质量检测的技术状况发生了和正在发生着深刻的变化。近两年，企业加大投入力度，不断更新、完善计量、检验、试验设施的配置，购进具有现代先进水平的检测技术设备，改善工作环境条件，大大提高了产品的检测能力，检测水平迈入了先进行列。

据不完全统计，去年以来新添置的较大型仪器设备共有六台套，其中包括连续变信体氏显微镜、带微机数显双系统万能工具显微镜、微机屏显钢绞线拉力试验机、全自动电动油泵性能试验装置、标准布氏硬度计、新型材料冲击试验机等。最近还购置了现场、室内使用两便的小型仪器五台，其中有表面粗糙度仪、超声波测厚仪、技术中心试验和总装检验站，成为原材料进厂质量检验到产品冷、热加工边程质量控制，以至终级产品性能试验整个检测系统中的新亮点。

为适应新装备工作的需要，检测环境也有了较大改善。继技术中心试验室建成修缮后，理化试验室、计量室、热工和夹片检验站相继扩大，环

境得到很大改善，使试验检测场地更加整洁、明亮，满足恒温、恒湿要求，整体面目焕然一新。

新配置的仪器、设备在实际工作中发挥了极为重要的作用，能更好地解决产品质量检测和成品试验问题。以电动油泵性能试验装置为例，原来产品试验时油流量的控制是用量杯计量，人工注入。试验、压力、转速和时间都靠仪表人工操作控制，速度慢，准确度低；而新的试验装置全部操作自动化，各试验要素的输入和试验结果都由电脑控制，既提高了效率，又提高了准确度。又如金相分析用连续变信体氏显微镜，不仅有连续变信的特点，而且可以通过电脑直接观察、摄像并打印彩色图片，明显优于对着目镜看金相组织、用照相机拍片和在暗室中冲洗的原始操作；再如用于精密测试的J13B万能工具显微镜具有数显和微处理机双系统，不仅读数方便准确，而且有自动采集、处理数据的功能，可以解决繁琐的数据运算问题。就连小型的表面粗糙度仪、进而氏硬度计、超声波测厚仪等仪器，也都具有灵巧、轻便、自动检测、自理数据和自动打印的功能，为检测工作带来了极大方便。

这批检测战线上的“新军”将在未来的工作中发挥重要作用，对产品质量的控制产生深刻影响，将会为“OVM”品牌的长盛不衰和再创辉煌建新功。

(田禾)

(上接第 16 页)

方法的选择，应结合设计、设备、经济、人员等方面的具体情况，全面综合考虑后确定最佳方案。

笔者最近在国外施工的一座曲线梁顶推桥，梁长 420 余米，梁重近 1 万吨，采用单点集中顶推，

从开始准备到结束一段梁的顶推用时在 5 个小时左右。该桥顶推过程顺利无大事，通车后墩梁安全无裂缝。据笔者所知，一些国家如西班牙目前已完成的大部分顶推桥采用单点集中顶推法，这也从一个侧面反映了传统施工方法的生命力。