

小断面矩形高墩滑模施工技术

刘乃伟

身份证号码: 372328197701020013

摘要: 高墩高塔桥梁施工, 墩柱浇筑方量通常较大。传统翻模施工技术在高墩高塔限制下, 施工进度缓慢, 成本投入高, 且实体外观质量难以得到保证, 后期修饰困难。因此, 矩形墩滑模施工技术越来越得到广大施工单位的青睐, 其较低的成本, 更加安全的施工技术, 在保证施工质量的同时, 也能比传统施工技术进度快不少。文章结合海南万洋四标定安河1号桥

引桥矩形墩滑模施工工程实例, 从多方面介绍滑模施工技术。

关键词: 高墩高塔; 矩形墩; 模板; 外观质量

Construction technology of small-section rectangular high pier sliding mold

Naiwei Liu

ID Number: 372328197701020013

Abstract: High pier and high tower bridge construction, pier column pouring volume is usually large. Under the limit of high pier and high tower, the construction progress is slow, the cost input is high, and the physical appearance quality is difficult to guarantee, and it is difficult to modify in the later stage. Therefore, the rectangular pier slide mold construction technology is more and more favored by the majority of construction units, its lower cost, safer construction technology, in ensuring the construction quality, but also can be much faster than the traditional construction technology progress. This paper introduces the construction technology of sliding mode from many aspects.

Keywords: High pier, high tower; Rectangular pier; Formwork; Appearance quality

引言:

在我国高速公路网建设不断向山区、重丘区发展的大前提战略布局下, 为了应对复杂多变的地形地貌条件和现场施工环境, 高墩高塔桥梁不断运用在各种大大小小的高速公路建设工程中。在高速公路桥梁建设工程中, 随着墩柱高度的提升, 每增加1m都是对我们工程人的考验和挑战, 高度超过30m的墩柱不适用圆墩柱的设计形式, 所以矩形墩柱的设计施工运用得到了广大业主单位及施工单位的认可。但随之而来的问题是, 传统翻模施工技术在墩柱高度较高条件限制下, 不能发挥出优良的性能, 翻模施工过程了, 需要运用塔吊或者吊车进行模板吊装, 但是高度越高, 安全风险越高, 随之相应的生产成本也不断提高。所以, 在这样的复杂的施工条件下, 矩形墩滑模施工技术的运用可有效可行的解决这些问题。

一、工程概况

定安河1号大桥左幅全长902.135m, 桥跨布置为 $(2 \times 22.2175 + 2 \times 30) + (82 + 150 + 82) + 4 \times (4 \times 30)$ m, 共6联; 右幅全长920.4m, 桥跨布置为 $(4 \times 30) + (82 + 150 + 82) + 4 \times (4 \times 30)$ m, 共6联。其中采用矩形墩施工的墩柱共27根(含左右幅, 不含主墩墩柱), 最低高度为25.606m, 最高高度为40.744m。(见下图1)

二、滑模施工原理及工艺流程

滑模施工是预先在墩身混凝土结构中埋置钢管(支撑杆), 利用千斤顶与提升架将滑升模板的全部施工荷载转至支撑杆上, 待混凝土初凝后, 通过自身液压提升系统将整个装置沿支撑杆上滑, 模板定位后浇筑混凝土, 不断循环该过程。混凝土一次浇筑60~80cm, 出模强度控制在0.2~0.4MPa范围内(出模混凝土用拇指按压, 能按出0.5~1mm指纹即可), 每次滑升3cm, 一个行程至指

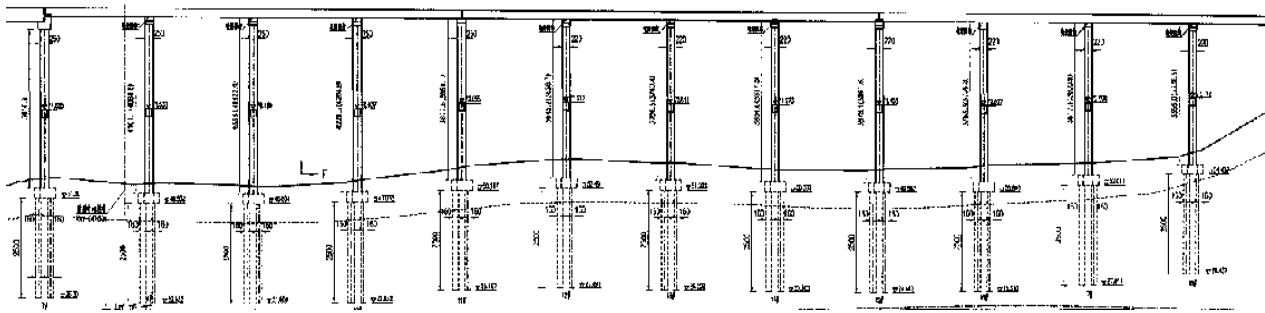


图1 定安河1号桥下部结构立面图

定浇筑高度后停止滑升，整体一次系统滑升约2h，墩身采用覆模滴水养生。

位置轮廓线，操作平台边缘设置防护栏杆，其高度不小于120cm。模板系统及操作平台安装时注意模板的平面位置及竖直度，必须经质检工程师验收后方可进行下道工序施工。



图2 滑模施工工艺流程图

三、滑模系统

1. 模板

(1) 双柱式滑模模板系统采用定型组合钢模板，在边框应增加与围圈固定相适应的连接孔，模板和围圈系统被分为4块，用螺栓连接成一个整体。钢模板采用厚5mm的钢板冷压成型，纵肋采用[8槽钢；横边肋才用L75×75×8角钢；纵边肋采用-12×80钢板或L75×75×8角钢，模板的高度为1.5m，模板宽度的实际尺寸应比公称尺寸小2mm。



图3 滑模围圈桁架图

(2) 模板系统及操作平台于场外制作完毕之后采用25t吊车整体安装，安装前先测量放样弹线标明墩柱平面

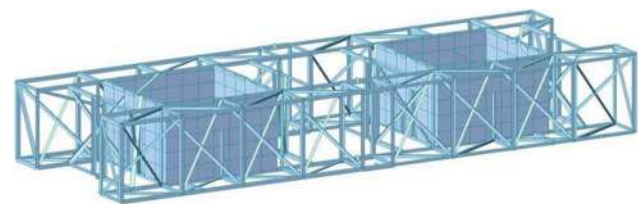


图4 滑模围圈桁架建模效果图

(3) 双柱式矩形墩施工将滑模模板围圈系统分为4个部分，通过螺栓销接，墩柱间系统连接可用帮条加焊，提高其整体稳定性。双柱式模板系统可适用于断面不同的矩形墩，减少材料的浪费。



图5 滑模系统连接

2. 围圈

(1) 围圈主要作用是使模板保持组装的平面形状并将模板与提升架连接成一体。围圈承受由模板传递来的混凝土侧压力、冲击力和风荷载等水平荷载，同时还承受滑升时的摩阻力、作用于操作平台上的静荷载和施工荷载等竖向荷载，并将其传递到提升架、千斤顶和支承杆上。

(2) 围圈在转角处应设计成刚性节点，围圈接头采用等刚度的型钢连接，连接可采用焊接，螺栓连接每边2个。在使用荷载作用下，相邻提升架之间围圈的垂直与水平方向的变形不应大于跨度的1/500。围圈放置在提升

架立柱的围圈支托上,用U形螺栓固定。当提升架之间的布置距离较大时(大于3m)或操作平台的桁架直接支承在围圈上时,可在上下围圈之间加设腹杆,形成平面桁架,以提高承受竖向荷载的能力。

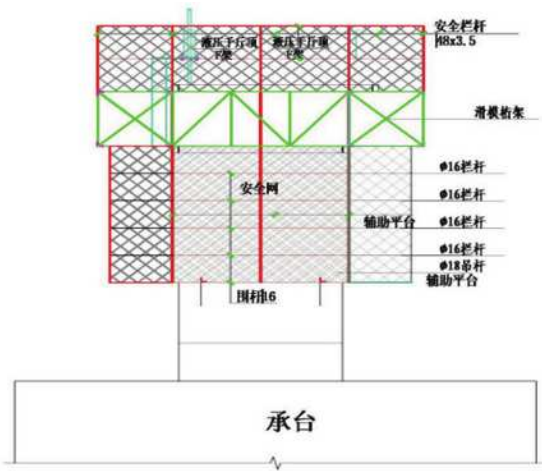


图6 滑模施工立面图

(3) 桁架主要用来支撑和加固模板,使其形成一个整体,根据经验及水平测压力计算,桁架采用矩形桁架梁(截面尺寸100×100cm),桁架梁主筋采用L75×8角钢,主肋采用L70×8角钢,斜肋均采用L50×5角钢。桁架与模板的连接采用L75×5角钢焊接。

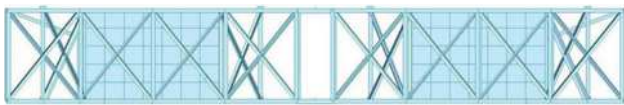


图7 滑模围圈桁架立面图

3. “F”型提升架

(1) 提升架是安装千斤顶并与围圈、模板连接成整体的主要构件。提升架的主要作用是控制模板、围圈由于混凝土的侧压力和冲击力而产生的位移变形;同时承受作用于整个模板上的竖向荷载,并将上述荷载传递给千斤顶和支承杆。当提升机具工作时,通过它带动围圈、模板及操作平台等一起向上滑动。



图8 F型提升架

(2) 矩形墩施工采用“F”形提升架,按双千斤顶

提升架进行设计。双千斤顶提升架沿横梁布置,其提升架的立柱采用型钢制成一定截面尺寸的桁架梁。

(3) 提升架通过安装在其横梁上的千斤顶支撑在爬杆上,整个滑升荷载通过提升架传递给爬杆。爬杆采用 $\phi 48 \times 3.5$ mm焊管。根据施工经验和常规设计,采用“F”型,“F”型提升架主梁采用双拼[10a槽钢高180cm,千斤顶底座为20mm钢板,筋板为10mm钢板,F架底座焊接至围圈桁架底部,紧靠模板。

(4) 提升架必须具有足够的刚度,应按实际的水平荷载和竖向荷载进行计算。提升架的横梁与立柱必须刚性连接,两者的轴线应在同一水平面内,在使用荷载下,立柱的侧向变形应不大于2mm。提升架横梁至模板顶部的净高度小于500mm。

4. 辅助平台

辅助平台又称为辅助盘。为便于施工人员随时检查脱模后的混凝土质量,及时修补混凝土表面缺陷,扒出预埋件,以及及时对混凝土表面进行洒水养护,安装在工作盘下方,用L75×8角钢组成,盘面用厚30mm木板铺密实。吊杆可用 $\Phi 18$ 钢筋,辅助盘盘面宽度一般为700mm。为了保证安全,其外侧设防护栏杆挂设安全网。

5. 液压千斤顶

液压千斤顶又称穿心式液压千斤顶或爬升器。其中心穿过支承杆,在周期式的液压动力作用下,千斤顶可沿支承杆作爬升动作,千斤顶内安装楔形齿块和弹簧钢筋以带动提升架、操作平台和模板随之一一起上升,油泵停止供油,弹簧钢筋将楔形齿块顶升。液压系统由YKt-36型液压控制台、QYD-100型液压千斤顶、油管及其他附件组成。

6. 液压控制台

液压控制台是液压传动系统的控制中心,主要由电动机、齿轮油泵、换向阀、液压分配器和油箱组成。液压控制台按操作方式为电动控制;油泵流量为100L/min。每套控制台能控制多少千斤顶,可以根据油泵的流量、千斤顶油缸容积及提升时间周期等参数,通过计算确定。

液压系统安装完毕,应进行试运转,首先进行充油排气,然后加压至12MPa,每次持压5min,重复3次,各密封处无渗漏,进行全面检查,待各部分工作正常后,再插入支承杆。

7. 支承杆

支承杆又称爬杆,它支承作用于千斤顶的全部荷载。支承杆采用 $\phi 48 \text{mm} \times 3.5 \text{mm}$ 钢管,接头采用焊接方法连接,先加工一段长度为200mm的 $\phi 38 \text{mm} \times 3 \text{mm}$ 钢管衬管,并在支承杆两端各钻3个 $\phi 4$ 小孔,当千斤顶上部的

支承杆还有400mm时,将衬管插进支承杆内1/2,通过3个小孔点焊后,表面磨平。随后在衬管上插上一根支承杆,同样点焊磨平。当千斤顶通过接头后再用帮条焊接。



图9 支撑杆焊接

四、滑模施工控制要点及纠偏措施

1. 测量放样及定位

在滑模安装前,测量放样弹线标明墩身平面位置轮廓线,平面轴线偏位不大于10mm,断面尺寸偏差不大于20mm。

2. 滑模安装

当桥墩的承台混凝土强度达到90%及以上后,即可进行滑模系统的安装,准确对中,找平。模板系统及操作平台于场外制作完毕之后采用吊车整体安装,操作平台边缘设置防护栏杆,其高度不小于120cm。模板系统及操作平台安装时注意模板的平面位置、操作平台水平及垂直度。液压系统安装完毕,应进行试运转,首先进行充油排气,然后加压,各密封处无渗漏,进行全面检查,待各部分工作正常后,再插入支承杆。并在护栏外侧安装风速测定仪,四级以上大风禁止施工。

混凝土累计浇筑3m后,安装辅助平台。平台四周设安全防护网,并安装爬梯至上操作平台。



图10 滑模安装

3. 钢筋加工及安装

钢筋在钢筋加工场集中制作、现场安装,必须符合规范及设计图纸要求,保证钢筋到现场能正常安装,不能因钢筋的加工问题影响施工连续作业。墩身主筋每节高为4.5m,主筋高低错开布置,不小于35D。钢筋连

接采用直螺纹套筒连接连接,箍筋随模板的滑升安装。

滑模施工中,钢筋安装采用边滑升边安装钢筋,平行作业的方式。钢筋的绑扎,始终超前混凝土30cm左右。在一模混凝土浇筑完毕即可进行上一模钢筋安装,为确保墩身钢筋保护层厚度,设置钢筋定位骨架。



图11 矩形墩钢筋安装

4. 混凝土浇筑

混凝土分层均匀对称浇筑混凝土,分层浇筑厚度为20~30cm,浇筑后混凝土表面距模板上缘的距离宜控制在10~15cm。

混凝土出模强度应控制在0.2~0.4MPa范围内(出模混凝土用拇指按压,能够按出0.5~1mm指纹即可),以防止坍塌变形。混凝土的浇筑应连续进行,如必须间断时,其间断时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑的时间。

混凝土浇筑时控制好振捣质量,避免漏振、过振,振捣器不得直接接触及支承杆、钢筋或模板,以保证混凝土密实度和外观质量。

混凝土塌落度应控制在160~200mm之间。



图12 矩形墩混凝土浇筑

5. 滑模滑升

1) 混凝土强度达到0.2~0.4MPa范围内进行初滑,提升1~2次,每次提升1~2个行程,每行程3cm,两次提升间隔时间不宜超过1.5h,根据施工时实际天气情况,两次提升间隔时间进行适当调整,在滑升过程中设置专人对出模混凝土进行观察,无异常后,进行正常滑升。

2) 完成初滑后,即可进入正常滑升,正常滑升阶段,每次浇筑混凝土高度60cm,一般混凝土浇筑和模板滑升速度控制在30cm/h左右。每次提升高度不大于60cm,并严格控制滑升速度。正常滑升程序为:浇筑混凝土→混凝土达到出模强度→提升操作平台→校正→浇筑混凝土→绑扎钢筋。

3) 当模板滑升至离墩顶标高1m左右时,滑模进入终升阶段。此时应放慢滑升速度,并进行准确地高程测量和找正工作,保证最后浇筑的一层混凝土顶部标高和位置准确。



图13 矩形墩滑模滑升

6. 控制方法及纠偏措施

1) 控制方法

(1) 滑模系统安装完毕,高程、垂直度、几何尺寸检查验收完毕后,于模板每个面的中线上采用悬挂锤球的方式于模板上弹墨线,墨线要求贯穿模板的高度方向,当模板滑升后再次悬挂锤球检查悬线是否与模板上的墨线相重合,若重合将模板上的墨线延长至出模的混凝土上,若不重合调整后延长墨线。随后每滑升一次混凝土挂线检查线与模板上的墨线和混凝土上的墨线的重合情况,当挂线与两条墨线都完全重合时证明模板处于垂直状态,此时可浇筑混凝土并延长混凝土上的墨线。

(2) 在墩身的两个相邻面上靠近角的位置安装共8个绞盘,采用直径3mm的钢丝绳悬挂共8个锤球,每个锤球重10kg左右。模板每滑升一次释放锤球至墩底,通过钢尺检查墩顶、墩底垂线与模板的尺寸来确定模板的

垂直度和墩身的总体垂直度。

2) 纠偏措施

(1) 调节千斤顶进油量。以墩中心横纵轴线为准,将垂球偏离基准点一侧的千斤顶供油量调大一些(记住调节量或阀门旋转圈数)。进行纠偏提升,使千斤顶作一个工作行程。如果这时对点器向基准点回位了纠偏就完成了,如果没有回位偏差继续加大。

(2) 所调整的阀门回归原位。在滑升机控制柜上将对点器垂球偏移方向对面一侧的主控分路开关关闭,将滑升机千斤顶做一个工作行程。然后观察对点器回位情况,一般情况下,最多有两个工作行程就能完成纠偏,如果两个工作行程还没有完全回位,偏差仍然大于8mm时,这时,可将主控分路开关全部打开继续滑升,待两个行程完成时再观察对点器偏差情况,并对工作平台进行操平。

按这样的顺序边滑升边检查边调整,就可完成纠偏。这项工作必须是由专人负责并做好滑升记录。

五、结语

通过采用滑模施工,顺利完成了定安河1号大桥小断面矩形墩施工,所施工的墩柱均符合设计图纸及规范要求,节约工期约50天,同时降低了施工成本,小断面矩形高墩滑模施工技术可广泛应用于公路、铁路桥梁矩形墩柱施工中,其核心技术具有较强的创新性。

参考文献:

- [1] 高速公路高墩高塔施工技术实践与创新[S].重庆大学出版社,2016年.
- [2] 周艳宁.桥梁高墩滑模施工技术要点及质量控制研究[A].施工技术,2017年.
- [3] 肖传龙.滑模工艺在高桥墩施工中的应用[A].建筑与装饰,2015年.
- [4] 解佳飞.滑模与爬模施工技术在桥梁高墩施工中的应用[B].建筑技术开发,2016年.
- [5] 王联虎.桥梁高墩滑模施工技术要点及控制分析[A].福建建材,2016年.