

# 三峡永久船闸浮式系船柱导槽安装

谷 湘

(武警水电二总队第一支队,江西 新余 338029)

**关键词:** 金属结构安装;永久船闸;浮式系船柱;三峡工程

**摘 要:** 三峡工程永久船闸浮式系船柱安装工程量大,质量要求高,施工进度要求快,采用传统的施工方法无法满足工程的要求,为此,施工单位采取了单元厂内组装、构件间加临时内支撑、整体一次安装到位、单元与岩体“M”形连接、随时监控等措施,缩短了工期,保证了质量,节省了投资,收到了很好的效果。

**中图分类号:** TV547.1(263) **文献标识码:** B

三峡永久船闸为双线、平行、连续的特大型五级船闸,整个船闸总长1 621 m,单个闸室有效长280 m,每个闸室都设置22套浮式系船柱(整个五级船闸共有 $22 \times 2 \times 5$ 套),是船舶进入闸室后,在近30 m的高程范围内随闸室水位自由升降的安全设施,其安装质量十分重要。若系船的柱体浮筒与浮式系船柱导轨发生卡阻,船舶在闸室内自由升降时就有倾覆的危险,将使单线船闸不能正常运行。

## 1 土建滑模施工简介

永久船闸闸墙为直立薄壁墙,其中第一闸室薄壁墙高约30~40 m(165~175 m高程以上为重力墙),壁厚由低向高为1.5~1.8~2.1 m,分块宽度12 m左右。这样小的壁厚若采用固定模板施工,不但浪费,还直接影响浇筑的施工进度。为此,施工单位在总结永久船闸上游固定系船墩圆筒滑模施工经验的基础上,大胆采用平板状滑模施工,具体滑模结构如图1所示。

平板状滑模的滑升由5排千斤顶来控制,千斤顶的滑道为事先搭好的脚手架钢管。整块模板是否能垂直上升,是通过两端、中间3个悬挂重锤的观测来控制的。若有偏差则通过控制个别千斤顶来校正,从整个施工进度看,30~40 m的薄壁墙浇筑时间仅需10 d左右。将少部分钢筋扎好(大部分钢筋事先扎制好)、混凝土振捣密实后立即提升滑模,每次提升400 mm左右。作为连续浇筑形式的平板滑模(中间仅设一次混凝土过缝、停滑),混凝土滑模施工进度快,外观成型质量也很好。

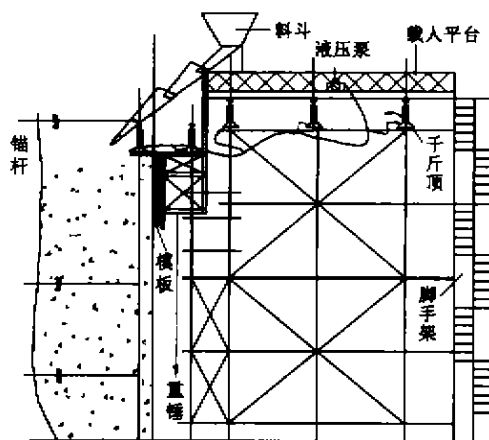


图1 混凝土平板状滑模

## 2 常规安装方法

过去水电工程施工中,水工结构埋件与闸门轨道安装通常采用二期施工,与混凝土施工不同步。因而在二期混凝土浇筑中可以事先预埋锚筋,作为水工埋件和闸门轨道的加固锚筋。待埋件与轨道安装好后,再浇二期混凝土。这样可以保证结构的安装质量,节省加固材料,但无法保证施工进度。

一般一根系船柱高3~4 m,当待装的系船柱导轨、护角分别安装,调整达到设计要求后,每根导轨与护角采用图2所示方法加固。即在两侧用3根角钢进行加固,所用加固角钢总长约40 m,重约280

收稿日期:2001-02-12

作者简介:谷湘(1975—),女,湖北武汉人,武警水电二总队第十支队助理工程师。

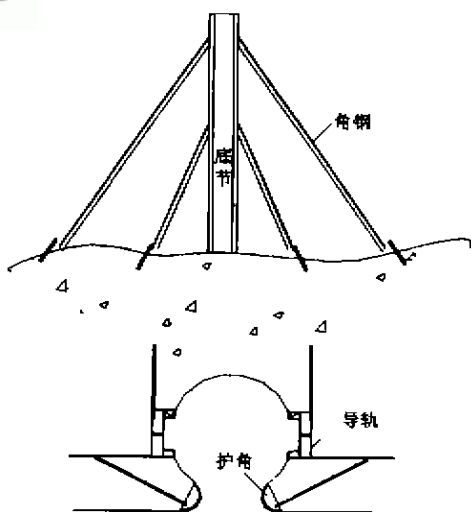


图2 底节加固方案

kg, 占本体重量的 25% 左右。

该方法加固材料浪费大;同时安装占用起吊机械时间较长;再者斜拉的角钢也占很大的仓位空间,不利于浇筑,并易造成浇筑时的碰撞返修。从葛洲坝 2、3 号船闸浮式系船柱安装初期统计,约有 15% 的系船柱受到吊罐的碰撞返修。这样平均安装一段导轨、护角约需 3~4 d 时间,加上返修时间每套系船柱会影响 1.5 个月的土建浇筑工期。为此,葛洲坝 2 号船闸后改用刚性内支撑的方法进行施工,即通过刚性内支撑,利用已浇筑好的底节单元来固定待浇筑的浮式系船柱。内支撑长 3.5 m,其中有 0.5 m 与底节相连,3.0 m 与已调整好、待浇筑的浮式系船柱相连。随着安装高度的增加,内支撑也随之提升。采用这种方法可节省加固材料 2/3 左右,每孔安装工期也可缩短 1 个月时间;但这种方法仍不能满足三峡工程量大、质量高、进度快的要求,保证不了混凝土滑模施工。整个船闸 220 套浮式系船柱,若从每 4 套共用一个刚性内支撑考虑,需制作 55 件刚性内支撑,大约需 30 t 型钢。再说滑模施工混凝

土连续浇筑,来回移动,提升刚性内支撑占用起吊设备的时间较长,不利于混凝土浇筑质量。为此,在船闸浮式系船柱施工过程中,对安装方案进行了优化。

### 3 三峡工程水利枢纽施工的要求

船闸浮式系船柱作为一期埋件,安装过程中,构件离闸墙岩体生根点距离较大,安装时需花费很多加固材料;为保证三峡永久船闸 2003 年 6 月通航的目标,需加快施工进度。因而三峡永久船闸在水利工程中首次采用大范围混凝土滑模施工;同时,考虑到薄壁墙体积小、形状特殊、单一的特点,将原设计二期安装的浮式系船柱安装改为一期施工,与一期混凝土施工同步进行。为此,我们将每个安装单元(每个安装单元长 4 m,由两根导轨,两根护角组成)在厂内组装成一个整体,导轨与护角间永久性连结,两导轨、两护角间加临时内支撑,地面基础放样、底节单元就位复测、现场整个薄壁高程范围内一次安装到顶,每个单元与闸墙岩体通过膨胀螺栓和随机锚杆相连后,进行土建滑模施工,在滑模滑升中随时监控。浮式系船柱导轨、护角间内支撑与岩体加固见图 3。

### 4 浮式系船柱的安装

要使 30 m 高的构件一次安装到位,保证安装质量,我们采取如下措施。

#### 4.1 厂内的拼装

(1)单件质量过关(特别是导轨质量)。两角钢开口设计公差要求在  $320^{+2}_0$  mm,实际在制作时公差控制在  $320^{-2}_0$  mm,这样上、下节导轨拼装时能够使节间错位  $\leq 1$  mm,同时保证导轨工作面的直线度与局部的平整度。

(2)两导轨、两护角厂内拼成一个单元。图纸要求两导轨间距公差在  $1350^{+2}_0$  mm 范围内,实际安装

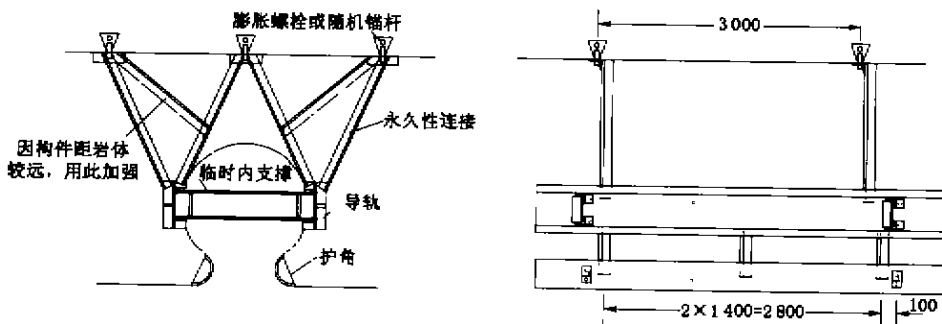


图3 浮式系船柱与岩体及构件间加固方案示意(单位:mm)

(下转第 46 页)



BOT 模式 (Build-Operate-Transfer)。BOT 模式要求承包方垫资或合资,特别是投资额大且投资回收期长的大型基础设施,如港口、码头、高速公路、机场、电力系统等交通能源项目。我们已习惯于“短、平、快”的工程,这类工程见效快、短期内可赢利性比例高,对于 BOT 工程,惧于亏损,不敢参与。但长此下去,很难形成规模发展,无法提高竞争力。实际上,BOT 工程中,投资方的股权与债务比很小,而银行也愿提供贷款,因为它的还贷率高,回报也可观。如果前期工作做好做细,一旦投标成功,即可分享长期效益。这方面,我部已有成功的经验。

### 3.6 加快国际工程管理人才队伍的建设

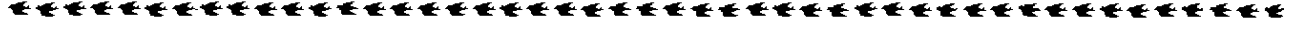
应当看到,目前我们的管理水平只适应一般性的土建工程和安装工程建设;对于技术密集型、资金密集型的大型复杂工程,我们还没有足够的管理经验。而这种工程将会越来越多,其利润当然也比较丰厚。我们的管理人员的知识结构、管理水平还有

待提高。鉴于此,今后我们应朝管理型承包努力,因此必须尽快提高我们的干部队伍的素质。

市场竞争,归根到底是人才的竞争。人才的获得可以通过引进,但主要靠培养和重视。“外来的和尚会念经”,这种观念要改变。国际上成功的大公司都重视建立人才生成机制,在这一方面,我们有许多需要学习的地方。我们还应彻底打破专业限制的旧框框,坚决摒弃那种“人才 = 专业 + 外语”的传统思想。从现在起,做任何事情都应有前瞻性和紧迫感。

### 参考文献:

- [1] FIDIC[S].Tendering Procedure. 2nd Edition, 1994
- [2] 汤礼智 国际工程承包总论[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [3] 何伯森主编 国际工程合同管理[M].北京:中国建筑工业出版社,1999
- [4] 梁鉴主编著 国际工程索赔[M].北京:中国建筑工业出版社,1996



(上接第 31 页)时公差控制在  $1.350^{+2}_0$  mm。同时使导轨对正,平齐;护角弧度吻合,防止出现“八”字与“[ ]”形现象。在厂内拼装时采用底节与第 2 节拼装、第 2 节与第 3 节拼装、第 3 节与第 4 节拼装,依次类推的退拼方法,并在同一节的上下口、上下单元不同安装部位编号标示。

### 4.2 单元体安装

单元体通过膨胀螺栓和随机锚杆与岩体相连时,每个安装单元 4 m 高程加两层永久支撑,以保证构件与闸墙连接牢固可靠,在滑模提升过程中不被挤压移位;并视岩体开挖情况,适当加强“M”形角钢的强度。可将“M”形加宽,来增加强度。

### 4.3 底节的安装

底节的安装质量、安装位置直接关系到整套系船柱的质量,因此放样与加固尤为重要。

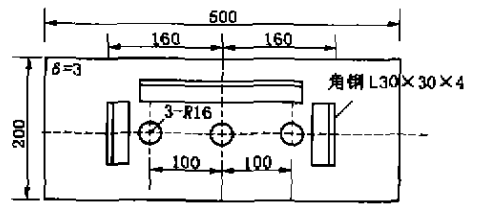


图 4 测量卡板示意图(单位:mm)

(1)地面放样后,根据放样点初步将底节单元就位,调整垂直后,复测顶部坐标并对偏移超差的部位做微移,使之符合要求。为此特制作了测量卡板,减

小手扶棱镜的误差。测量卡板与单根导轨的 3 个工作面靠紧后使棱镜强制归心,利用全站仪测量构件的水平坐标,以确定安装位置的准确性,使之与闸墙混凝土平齐,测量卡板示意图 4。

(2)除与其他节采用“M”形连接外,还作如图 2 所示的斜拉加固,所有其他节的垂直度以底节为基础,由于采用退拼法,节间错位控制情况也较好。

### 4.4 监控

随滑模浮筒的提升,及时卸除两导轨间、两护角间的临时内支撑,过早卸除时,由于结构刚度较小,难以保证在混凝土振捣时构件不被挤压移位、变形;过晚卸除则妨碍浮筒上提,可能会将浮筒挤偏。

同时也应考虑滑模浮筒制作的大小,混凝土浇筑精度比水工结构差,曾因滑模浮筒过大,在滑模提升时,出现浮筒与构件过度擦撞、挤压现象,使构件移位,后来将浮筒改小后,解决了一些问题,但稍微加大了浮式系船柱混凝土内弧表面人工抹面的工作量,通过筒下挂吊篮的方法,可以解决抹面施工人员的脚手架问题。

总之,经采取单元厂内组装、构件间加临时内支撑、整体一次安装到位、单元与岩体“M”形相连、随时监控的方法,每节系船柱安装约用 0.5~1 d,整套浮式系船柱安装需 10 d 左右时间,用角钢 18~20 m,膨胀螺杆 6 个,中间临时连结构支撑可以回收利用,加固材料占本体的 18%。由于施工中采用了上述方法,收到了很好的效果。