

# 高墩身滑模施工技术

范万祥

(中铁大桥局集团第五工程有限公司 南昌市 330025)

**摘 要:** 介绍高墩采用液压滑升模板施工的工艺原理和施工过程。

**关键词:** 桥梁; 高墩; 液压滑升模板; 施工工艺

## 1 工程概况

江西南昌高速公路桃木岭高架桥位于崇山峻岭中,为全线的控制性重难点工程,大桥全长 808 m,设有 21 个墩台,为双幅分离式设计,桥面宽 24.5 m。大桥下部结构为挖孔灌注桩基础,实体或空心薄壁墩身,上部结构为  $7\times 40\text{ m}+13\times 40\text{ m}$  单箱单室直腹板双向预应力混凝土刚构—连续梁组合体系。

大桥共有 38 个墩身,其中高度大于 30 m 的有 23 个,最高为 83 m,号称“江西第一墩”。9~17 号墩为钢筋混凝土等截面空心墩,平均高度 57.4 m,墩身截面尺寸为  $6\text{ m}\times 3\text{ m}$  或  $6\text{ m}\times 3.5\text{ m}$ ,薄壁厚度 50 cm。综合考虑经济、安全、技术等各项指标,为满足工期要求,高墩身采用液压滑升模板(以下简称“滑模”)施工。

收稿日期: 2004—07—12

差 3.5 MPa,强度评定结果为合格。

拱肋上其余部位短钢管内的混凝土,其试件抗压强度值评定结果为合格。

钢管内混凝土仅极个别部位有很微小脱空,质量符合设计及规范要求。

## 5 结语

(1) 巫山长江大桥施工中研制的 C60 钢管内混凝土,具备了高强超塑、收缩补偿、延后初凝、早强等工作性能,实施后质量满足设计及规范要求,是成功的;

(2) 每一根拱肋钢管内高强混凝土数量达  $600\text{ m}^3$ ,采用在两岸由拱脚向拱顶各分 3 段一次性连续灌注的施工方法顺利实施,不仅减小了泵送设备的压力,同时也保证了钢管内混凝土的整体性,可

## 2 工艺原理及结构体系组成

### 2.1 工艺原理

滑模施工就是将滑升模板的全部施工荷载转至墩身钢筋(称之为支承杆)上,混凝土浇注至一定强度后,通过自身液压提升系统将整个装置沿支承杆上滑,调整后又继续浇注混凝土并不断循环的一个过程。由于其施工具有工业化程度较高、施工进度快、结构整体性好、安全系数高、操作方便等特点,将它从烟囱、水塔、高层民用建筑等应用领域移植到桥梁高墩施工。

### 2.2 结构体系组成

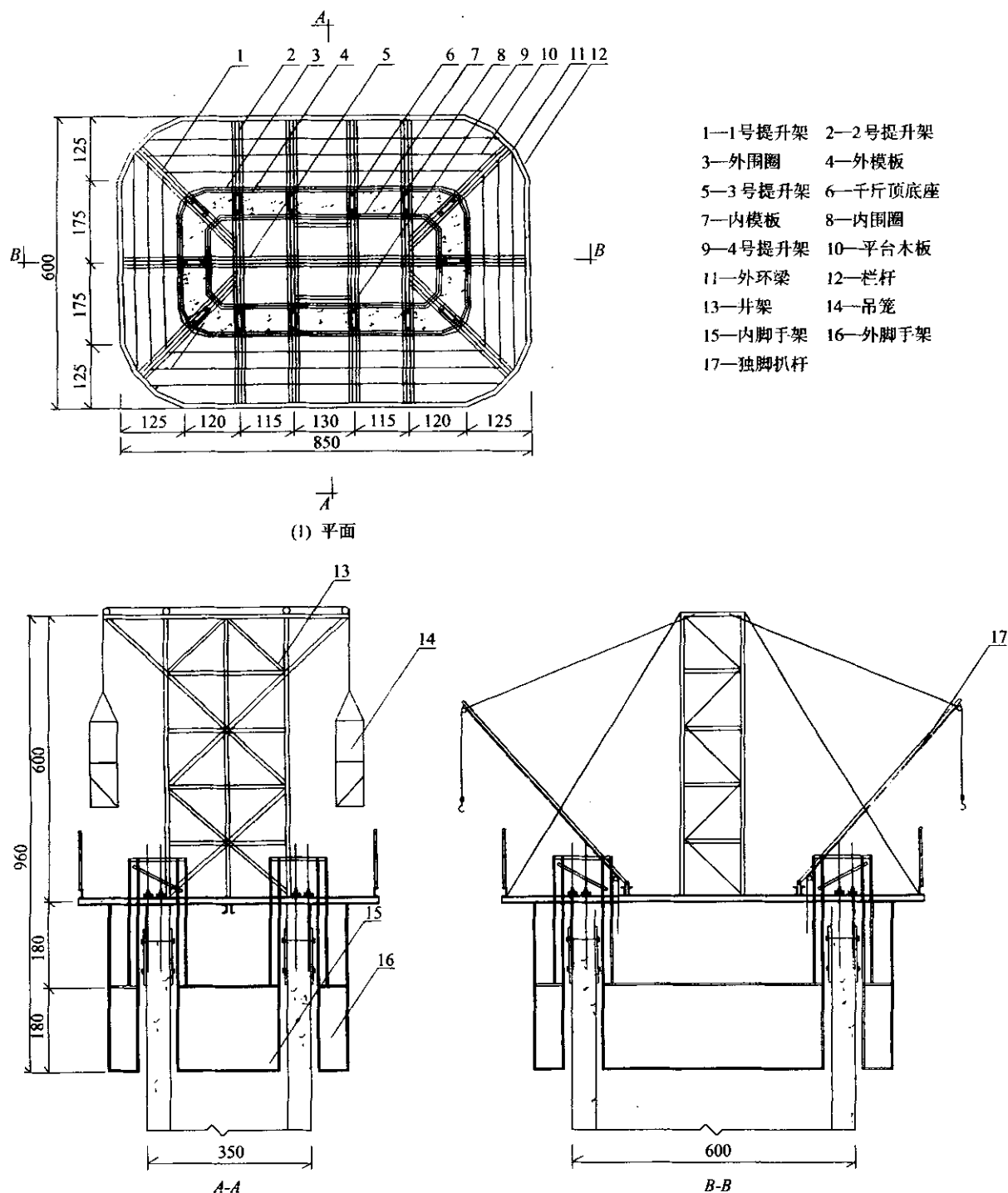
滑模装置由模板系统、操作平台系统、液压提升系统和垂直运输系统 4 大部分组成,其主要结构如图 1 所示。

供类似工程借鉴。

巫山长江大桥钢管内混凝土灌注的实施过程中,王建瑶、王永珩、曾宪武、彭宝华、杨高中、郑皆连、黄大元、顾安邦、丁庆军、范文理、蒙进礼、谢邦珠、郑远鹄、杨稚华等专家提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

## 参考文献:

- [1] 四川省交通厅公路规划勘测设计研究院. 巫山长江大桥施工图设计. 2001.
- [2] JTJ—2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] 四川路桥建设股份有限公司巫山长江大桥项目经理部. 巫山长江大桥主拱肋钢管混凝土施工方案. 2003.



单位:cm

图1 滑模装置布置示意

### 2.2.1 模板系统

模板系统由模板、围圈、提升架及其他附属配件组成。在施工中主要承受混凝土的侧压力、冲击力和滑升时的摩阻力及模板滑空、纠偏等产生的附加荷载,单块最大截面为 $1.0\text{ m} \times 1.25\text{ m}$ 。模板通过围圈与提升架连成一体。提升架是安装千斤顶,并与围

圈、模板连接成整体的主要部件,其主要作用是控制模板、围圈因混凝土的侧压力和冲击力而产生的侧向变位,将模板系统和操作平台系统连成一体,并将全部荷载传递给千斤顶和支承杆。整套滑模装置设提升架14榀。

### 2.2.2 操作平台系统

操作平台系统主要包括操作平台和吊脚手架,是供材料、工具、设备堆放和施工人员进行操作的场所。主操作平台分内外两部分,外侧设置安全防护栏杆,由于承受的荷载基本上是动荷载,且变化幅度较大,应安放平稳、牢靠。吊脚手架主要用于检查混凝土质量和表面修饰,调整和拆除模板,引测轴线、高程等工作。

### 2.2.3 液压提升系统

液压提升系统由支承杆、千斤顶、液压控制系统和油路等组成,它承担全部滑升模板系统的施工荷载。该系统的工作原理是:由电动机带动高压油泵,将油液通过换向阀、分油器、截上阀及管路,输送到各千斤顶。在不断供油、回油的过程中,使千斤顶活塞不断地压缩、复位,将全部滑升模板装置向上提升到需要高度。支承杆是千斤顶向上爬升的轨道,又是滑升模板装置的承重支柱,承受着施工过程中的全部荷载。本滑模装置采用 $\phi 28$  钢筋作为支承杆,其长度一般为 $4\sim 6$  m,支承杆接长时相邻的接头应相互错开,在同一标高上的接头数量不超过25%,以防止接点过分集中而削弱滑模结构的支承能力。

液压滑升模板施工用千斤顶属单向作用楔块式千斤顶,具有加工简单、卡头下滑小、用4瓣楔块卡紧支承杆,为多条线接触,不致使接触处出现应力集中,锁紧能力强,无“回降”现象等优点。施工时,最大竖向荷载约31 t,每幅提升架上设2个千斤顶,整套装置设置28台额定起重量为1.5 t的千斤顶。

### 2.2.4 垂直运输系统

垂直运输系统是人员、材料上下的通道,它由卷扬系统、吊笼、井字架、独脚扒杆等组成。每套滑模装置设置4套卷扬系统,于墩前后方向各设一个吊笼,供人员、混凝土上下,于墩横向设独脚扒杆,用于钢筋吊装。

## 3 滑模工艺施工

### 3.1 滑模拼装

滑模拼装较为简单,由于各组成构件重量较轻,安装时由人工或其自身简易提吊设备配合,在已竣工的承台进行即可。其安装顺序一般先形成骨架后完善细部,当模板滑升到一定高度时(一般为3 m左右),安装内外吊脚手架。

### 3.2 初滑

初滑在滑模拼装验收合格后首次灌注混凝土时进行,按普通混凝土要求依次浇注至模板平齐,这期

间根据灌注时间、速度和混凝土强度等情况,考虑是否提升1~2次,每次提升1~2行程(每行程3 cm),以免造成出模强度偏大,造成滑升困难。

如何控制好混凝土的出模强度是滑模施工的关键技术之一,也是确保结构混凝土质量的必要条件。出模强度过低时,会使结构混凝土流坠、跑浆、坍塌;出模强度过高时,会使结构混凝土出现拉裂、划痕、疏松、不密实、不美观等。除做好混凝土配合比、施工坍落度控制外,还应重点控制混凝土出模强度。根据《液压滑动模板施工技术规范》要求,混凝土出模强度宜控制在 $0.2\sim 0.4$  MPa。根据对现场混凝土拌和物成型后1、2、3、4、6 h的强度测试,正常气温( $20\pm 2$ ) $^{\circ}\text{C}$ 下,3~4 h后可达到 $0.25\sim 0.41$  MPa的抗压强度,此时,混凝土表面若用大拇指去摁,表面有轻微痕迹但不下陷,表面砂浆不沾手,滑升时有“沙沙”的摩擦声,故在现场施工时,均采用后者的经验方法来原因确定混凝土出模强度。

### 3.3 滑升

完成初滑后,即可进入正常滑升。正常滑升阶段,每次浇注高度为30 cm,每次提升高度不大于30 cm,并严格控制滑升速度。正常滑升程序为:浇注混凝土→混凝土达到出模强度→松柔道→提升操作平台→校正→紧柔道→浇注混凝土→绑扎钢筋。

滑模装置通过支承杆上的千斤顶不断向上滑升,滑升过程中,内外模与已浇注混凝土表面摩擦,势必会造成混凝土表面粗糙不光滑,有的地方甚至会有划痕,故在模板提升后,出模部分混凝土表面必须再次收浆压光,压光时需要的浆液采用上面混凝土振捣漏流下的混凝土浆体。

墩身主筋一般每节高为6 m,钢筋连接采用A级等强度钢筋机械直螺纹套筒接头。

### 3.4 横隔板施工处理

为保证墩身整体稳定性,空心墩身每隔10 m设置一道1 m厚的横隔板。故施工至横隔板时,需将内模、内吊脚手架等拆除,安装底模,浇注横隔板,然后重新安装内模、内吊脚手架。

### 3.5 滑模拆除

通过不断的滑升循环施工,至墩顶后,即可拆除滑模。因桥墩不设爬梯,滑模拆除后,无上下通道,故滑模拆除前必须慎重,尤其是最后一批人员如何返回地面,尤为重要。

滑模装置拆除顺序正好同安装顺序相反,原则上先装后拆,后装先拆。为便于最后一批人员返回地

面,最后采用外挂吊笼的方法进行拆除。事先已在墩顶预留钢管作滑轮,最后结束时,解除吊笼,钢丝绳通过卷扬机收回,见图 2 所示。

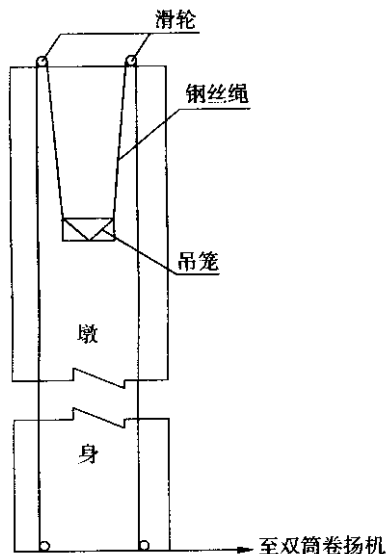


图 2 外挂吊笼示意

### 3.6 线型控制

高墩身滑模施工,如何控制墩身垂直度、轴线偏位和高程是很关键的。高程测量用水准仪将基准标高引测到支承杆上,以后每次用直尺向上引测标高,同时用长钢尺在已完成的墩身上引测,利用全站仪引测,三种方法相互校核,确保墩顶高程。轴线测量用重 22 kg 的线锤测中法和激光垂度仪测定法相结合,以滑升平台水平为基准,在提升架的两条轴线上

引一点作为线锤校对点,每次提升 30 cm 时,将限位器调至该装置,提升完后,观测线锤情况,结合水平来处理。每 10 m 用激光垂度仪校核纵横轴线,确保墩身垂直度和中线偏差不积累。

### 4 小结

(1)高墩身采用滑模施工技术,节省了大量的墩旁支架、模板和起吊设备的投入,整个滑模装置简单,投入小,可大大节约成本。

(2)与其他高墩施工方法相比,滑模施工最大特点就是安全。因其减少了高空安装和拆除模板作业,整个滑模装置荷载由提升架、支承杆等传至已浇注墩身混凝土,安全稳固。

(3)简化了立模、拆模等工序,能使混凝土连续作业,加快了施工进度,缩短了工期。根据我们对两种墩身施工比较,墩高大于 30 m 的空心墩,采用滑模施工尤为方便,速度大大快于其他现浇方法。

(4)因滑模是连续作业,减少了结构施工接缝,加强了混凝土的整体性,提高了混凝土质量。

(5)按平均墩高为 57.4 m 计算,若用翻模施工,一个墩需投入钢模板 15 t,脚手架约 70 t,仅此两项就需 30 万元;而每套滑模设备投入约 20 万元,同时滑模施工无需提升设备,拼装和拆除速度快,耗时间短,耗工少。经初步测算,桃木岭大桥 9~17 号墩共 1 033.2 延米,采用滑模施工较翻模施工可节约成本 230 万元左右,提前工期 3 个月。

## 《国家高速公路网规划》原则通过

国务院总理温家宝 2004 年 12 月 17 日主持召开国务院常务会议,讨论并原则通过《国家高速公路网规划》。

会议认为,自上世纪 90 年代开始,我国高速公路步入了持续、快速发展的轨道。到 2003 年年底,我国高速公路通车里程已达 2.97 万 km,居世界第二位,初步形成了首都连接东北、华北、华东、华南地区的高速公路通道。

会议指出,高速公路是重要的交通基础设施,规划与实施《国家高速公路网规划》,对于确保高速公路项目建设有序进行,建立和完善综合交通运输体系,促进经济社会发展和社会进步,都具有重要作用。

会议强调,高速公路网规划与实施,一是必须贯彻落实科学发展观,坚持高速公路建设与经济社会发展相适应,使公路建设与区域发展、城乡发展和人口布局相衔接,满足经济社会发展和人民便捷、安全出行的要求。

二是必须着眼于各类运输方式的总体布局,处理好高速公路与其他运输方式的关系,通过各种运输方式的协调发展,发挥运输体系的综合效益。

三是必须充分发挥市场配置资源的基础性作用,保障建设资金投入和使用效益,提高公路的运营效率。

四是必须高度重视运用先进科学技术,积极推广利用新材料、新技术,提高建设质量,降低建设成本。

五是必须集约利用国土资源,最大限度地节约用地、节约能源和保护生态环境。

六是必须深化体制改革,建立与我国国情相适应的高速公路建设、运营管理体制和机制。

交通部部长张春贤参加会议。