

# Construction Technology of Outsourcing Concrete for Pressure Steel Pipe of Shatuo Hydropower Station

Yanyan Li

PowerChina Bureau Sinohydro 16 Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350003, China

## Abstract

In the construction of outsourcing concrete of pressure steel pipe in Shatuo hydropower station, the construction methods and technical measures such as high flow concrete pouring, complex concrete warehousing system and so on are adopted to ensure the construction progress and quality of concrete construction, and provide experience for the construction of outsourced concrete of steel pipes with similar construction conditions in the future.

## Keywords

Shatuo hydropower station; pressure steel pipe; outsourced concrete; construction technique

## 沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工技术

李艳艳

中国水利水电第十六工程局有限公司, 中国·福建 福州 350003

## 摘要

沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工中, 采用了高流态混凝土浇筑, 复杂的混凝土入仓系统等施工方法和技术措施, 保证了混凝土施工进度和质量, 为以后相似施工条件的钢管外包混凝土施工提供了经验。

## 关键词

沙沱水电站; 压力钢管; 外包混凝土; 施工技术

## 1 工程概况

沙沱水电站位于贵州省沿河县城上游约 7km 处, 距贵阳市 442km, 距遵义市 266km, 至乌江口河道里程为 250.5km, 下游有彭水水电站, 上游为思林水电站。引水系统布置于河床左岸, 采用一机一管供水方式, 由引水渠、进水塔、混凝土渐变段和压力钢管四部分组成, 单机引用流量 492.27m<sup>3</sup>/s。引水轴线方位 (N47°E) 与坝轴线垂直。沙沱水电站设计安装 4 台 28 万 kW 的水轮发电机组, 进水口前沿宽 130.10m, 通过四条压力钢管单元引水至发电厂房, 压力钢管采用坝后布置, 在下游坝面预留浅槽, 管道埋入坝面 1/2 直径。压力钢管采用钢衬钢筋混凝土管结构, 钢管内径 10m, 外包混凝土 1.5m。

每条管道包括下平段、下弯段、斜直段、上平段、上弯段、回填混凝土六个部分。引水管道外包混凝土的施工范围为桩号厂纵 0~099.000m 至厂纵 0~016.100m (管道轴线点桩号), 高程 278.5~339.5m。压力管道起始位高程 328.00m, 与蜗壳

接口高程 282.20m。

## 2 施工条件及施工特点

### 2.1 施工条件

压力钢管安装就位后, 对应的外包砼紧跟着浇筑。根据已经批准的钢管安装施工方案, 钢管安装程序如下 (压力钢管管节编号从上游至下游从 1#~60#):

① 2 # 压力钢管管节安装顺序: 上平段 1#~7# 管节安装、外包混凝土浇筑→48# 和 49 # 管节拼焊成始装节一次就位→50#~52# 管节由上游向下游逐节就位→48#~52# 管节外包混凝土浇筑到腰线→47#~27# 管节由下游向上游逐节安装、53#~60# 管节由上游向下游逐节安装同步进行→钢管外包混凝土跟进浇筑→上游副厂房底板浇筑, 26#~9# 管节继续由下游向上游逐节安装、外包混凝土跟进浇筑→凑合节 8 # 管节安装→对应外包混凝土浇筑<sup>[1-2]</sup>。

② 1 #、3 # 和 4 # 压力钢管管节安装顺序: 上平段 1#~7# 管节安装、外包混凝土浇筑→49# 和 48 # 管节分别就位 (49 # 从主机间进管, 48 # 从上游管槽进管)→50#~52# 管节由上游向下游逐节就位→48#~52# 管节外包混凝土浇筑到腰线→47#~9# 管节由下游向上游逐节

【作者简介】李艳艳 (1986-), 女, 中国河南南阳人, 本科, 工程师, 从事水利水电研究。

安装、53#~60#管节由上游向下游逐节安装同步进行→钢管外包混凝土跟进浇筑→凑合节8#管节安装→对应外包混凝土浇筑。

相应部位的压力钢管安装前,1#和6#门机(2011.12.30安装完成)均已形成,可以承担外包砼施工过程中的垂直起吊任务。

压力钢管外包混凝土浇筑前的具体施工形象详见图1。

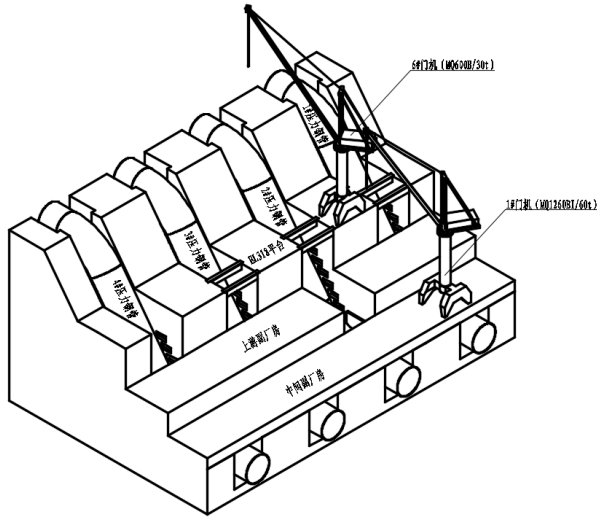


图1 压力钢管外包混凝土浇筑前形象

## 2.2 施工特点

①压力钢管直径达到10.8m,底部平段钢筋和压力钢管支架密集,钢管和混凝土表面之间人员操作空间不到1.5m,仓面清理、冲毛、钢筋安装、混凝土入仓、平仓振捣均很困难<sup>[3]</sup>。

②因中间和上游副厂房底板暗梁已形成,加之钢管两侧空间狭小、钢筋密集,绝大部分混凝土都须采用泵送入仓,泵管铺设工作量很大。

③相邻大坝标段,施工干扰大,仓面清理困难,施工排水缺乏直接通道。

④压力钢管安装与钢管外包混凝土施工相互制约,相互干扰,上下交叉作业,安全隐患突出。

## 3 压力钢管外包混凝土施工

### 3.1 施工总流程

总的施工流程:根据压力钢管安装施工方案,拟定总的施工流程:首先按4#、3#、2#、1#管槽顺序依次浇筑各管槽上平段的1#~7#管节外包混凝土。其次,按2#、4#、3#、1#管槽顺序完成各管槽60#~8#管节外包混凝土的浇筑,但在施工过程中,管槽之间每块的浇筑根据压力钢管安装顺序会交叉进行。

每个管槽的浇筑顺序如下:

2#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以下外包混凝土浇

筑→48#~52#管节腰线以上外包混凝土浇筑→53#~60#管节外包混凝土浇筑→47#~27#管节外包混凝土浇筑→上游副厂房回填混凝土浇筑→26#~8#管节外包混凝土浇筑。

3#和4#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以下外包混凝土浇筑→48#~52#管节腰线以上外包混凝土浇筑→53#~60#管节外包混凝土浇筑→47#~27#管节外包混凝土浇筑→26#~8#管节外包混凝土浇筑。

1#压力钢管外包混凝土浇筑顺序:1#~7#管节外包混凝土浇筑→48#~60#管节外包混凝土浇筑(主机间上游墙)→47#~8#管节外包混凝土浇筑<sup>[4-5]</sup>。

压力钢管外包混凝土按管节进行跟进浇筑。

### 3.2 混凝土分仓分块

压力管道周边外包混凝土,根据压力钢管安装、结构要求及部位不同进行分层分块施工。分层高度以3m为主,斜直段外包混凝土按每安装一至二节管节为一浇筑层进行分层组织施工。

### 3.3 混凝土入仓

由于压力钢管外包混凝土钢筋密集,操作空间狭小,基本采用泵机入仓。各部位的入仓方式分述如下。

#### 3.3.1 1#、2#、3#、4#管槽 EL278.5~EL298.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在3#机主机间上游 EL279.4平台(浇筑1#管槽时泵机布置在1#机主机间上游 EL279.4平台)。采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输。主要运输道路为:连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房 EL298.5平台。搅拌车通过溜槽给泵机喂料,溜槽接料口布置在中间副厂房 EL298.5平台。浇筑最后一仓(封顶)时,埋掉部分泵管,尽可能将管顶浇满。最后,再进行接触灌浆、回填灌浆,直到混凝土达到密实。

#### 3.3.2 1#、2#、3#、4#管槽 EL298.5~EL318 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在1#门机两轨道间 EL298.5平台,采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,直接给泵机喂料。主要运输道路为:连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房 EL298.5平台。

#### 3.3.3 1#、2#、3#、4#管槽 EL318~EL326.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在 EL318平台,采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,直接给泵机喂料。

#### 3.3.4 1#、2#、3#、4#管槽 EL326.5~EL339.5 混凝土入仓

采用泵机入仓,泵机布置在压力钢管进水口 EL325平台。采用6m<sup>3</sup>搅拌车运输,运输车直接给泵机喂料。主要运输道路为:1\*3拌和楼→3#路→进水口 EL325平台。

### 3.3.5 管槽顶部回填混凝土入仓(EL291.5~EL303.5)

采用1#或6#门机直接浇筑,前期接料点设置在1#门机两轨道间EL298.5平台和左岸EL325.5平台,后期接料点设置在EL318平台。主要运输道路为:①连续式拌和楼→7#路→9#路→消力池基坑路→中间副厂房EL298.5平台。②连续式拌和楼→7#路→EL325.5门机受料平台或EL318门机受料平台。

压力钢管外包混凝土分块入仓布置如图2所示。

## 3.4 特殊部位工艺措施

### 3.4.1 高流态混凝土配合比设计

高流态混凝土配合比试验按照SL352—2006《水工混凝土试验规程》和日本JIS A1f01《土木学会高流态混凝土施工指南》进行,根据试验确定的配合比见表1。该配合比室内试验时在不振捣的情况下进行,混凝土强度、抗冻、抗渗等指标满足设计要求,现场应用有较好的流动性,满足钢管底部回填浇筑要求。

### 3.4.2 高流态混凝土浇筑

压力钢管下平段、下弯段、上平段、上弯段混凝土浇筑时,因钢筋直径大,钢衬底部不易浇筑密实。因此,该部位浇筑需采用高流态混凝土。下平段部位,高流态混凝土可

通仓一次铺料完成。混凝土浇筑先从一侧(右侧)进料,直至混凝土填满钢管底部,并且翻至钢管另一侧(左侧)。从左侧进行人工振捣及观测混凝土浇筑情况,钢管下部混凝土浇筑密实后,改为两侧同时进料均匀上升,严格控制钢管两侧高差不超过1m,避免钢管偏移(不得引起钢管变位),直至覆盖整个浇筑段钢管。为了确保平段下部混凝土浇筑密实,在钢管内安装附壁式振捣器辅助振捣。随后再按一般方法进行常规混凝土的浇筑。

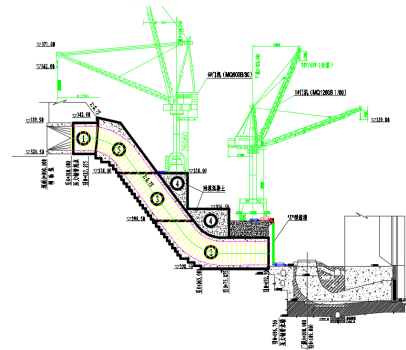


图2 压力钢管外包混凝土分块入仓布置图

表1 高流态混凝土配合比

试验编号	设计强度等级	级配	水泥 <sup>o</sup>		水胶比	粉煤灰 <sup>o</sup>			砂率(%)	单位体积材料用量(kg/m <sup>3</sup> ) <sup>o</sup>					外加剂 <sup>o</sup>		坍落度(mm)	扩散度(mm)	抗压强度(MPa)	
			品种	标号		品种	等级	灰掺量(%)		水泥(C)	粉煤灰(F)	人工砂(S)	5-20mm(Gs)	水(W)	ADD-3(%)	AE(1/万)			7d	28d
E05	C20W6F100 泵送	—	国茂	P.042.5	0.45	金沙	II级	25	45	298	99	761	947	179	1.0	0.8	250~270	600±50	21.9	28.2

## 4 结语

沙沱水电站压力钢管外包混凝土施工中,采取了高流态混凝土浇筑,根据现场施工条件布置的复杂的入仓系统等施工方法和技术措施,解决了压力钢管外包混凝土施工技术难题,保证了压力钢管外包混凝土的施工进度和施工质量,为今后类似工程施工提供了参考。

## 参考文献

[1] 冀丰伟.三峡厂房坝段引水钢管外包混凝土施工技术[J].云南水

力发电,2007,23(1):3.

- [2] 中华人民共和国水利部.SL 432—2008 水利工程压力钢管制造安装及验收规范[S].
- [3] 中华人民共和国水利部.DL/T5141—2001 水电站压力钢管设计规范[S].
- [4] 中华人民共和国水利部.GB50204—1992 混凝土施工及验收规范[S].
- [5] 中华人民共和国水利部.DLT5150—2001 水工混凝土试验规程[S].