

# 节能环保型大口径 PCCP 管材生产流程与厂区布置

何 飞

中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 彭山 620860

**[摘要]** PCCP 是一种具有高密封性、高强度和高抗渗性的复合结构管道。文中从生产工艺、厂区布置、设备配置和设备性能等方面总结了 3m 大口径 PCCP 管道在李家岩水库输水管道工程中的成功生产和应用, 供同类工程参考借鉴。

**[关键词]** 李家岩水库输水管道工程; PCCP; 生产工艺; 厂区布置; 设备性能

DOI: 10.33142/ec.v4i12.4820

中图分类号: TV672.2

文献标识码: A

## Production Process and Plant Layout of Energy Saving and Environmental Protection Type Large Diameter PCCP Pipes

HE Fei

Sinohydro Engineering Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611730, China

**Abstract:** PCCP is a composite structure pipeline with high sealing, high strength and high impermeability. This paper summarizes the successful production and application of 3M large diameter PCCP pipeline in Lijiayan reservoir water transmission pipeline project from the aspects of production technology, plant layout, equipment configuration and equipment performance, so as to provide reference for similar projects.

**Keywords:** Lijiayan reservoir water transmission pipeline project; PCCP; production process; plant layout; equipment performance

### 引言

改革开放以来, 随着城市规模的不断扩大和人民, 生活水平的不断提高, 城市供水量迅猛增加, 我国的许多城市特别是北方城市缺水严重, 长距离输水管道工程日益成为解决城市供水的首选。长距离输水管道工程的陆续上马为输水管材市场提供了发展的契机, 各种新型管道材料不断涌现, 其中可选用的管道材料主要有: 预应力混凝土管、预应力钢管混凝土管、钢管、玻璃钢管等。

PCCP 因其优点显著, 成为长距离、高工压、深覆土、大口径输水管道工程的首选管材, 被广泛应用于城市给水排水主干、工业输水管线、农田灌溉、工厂管网、电厂补给水管及冷却循环系统、倒虹吸管、压力隧道管线、管沟、管廊及深覆土涵管等。

### 1 项目概况

李家岩水库是国家重大工程项目, 也是成都市重要的第二个水源工程, 其开发任务是以城乡供水为主, 并为城市提供应急备用水源, 兼顾灌溉、发电等综合利用。李家岩输水工程内容由取水设施、输水管道、分水站三部分组成。取水设施: 位于水库消力池处, 由消力池直接引水, 设计规模 300 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。输水管道: 管线总长约 50km。其中: 取水设施至分水站主输水管道管径 DN3000, 单线长度 35.9km, 主体管材为 PCCP 管和钢管; 分水站至水六厂次输水管道管径 DN2000, 单线长度 12.7km, 主体管材为 PCCP 管和钢管; 分水站至水七厂次输水管道管径 DN2800, 单线长度 1.4km, 主体管材为 PCCP 管和钢管。分水站: 1 座, 占地 6317.7 $\text{m}^2$ 。

李家岩输水管道工程铺设的 DN3000PCCP 为同槽双线平行布置, 共计使用标准 (不含配件) PCCP 管材 35.5km, 单节管有效长度为 6m, 折合为 5916 节。管材按照工作压力可分为 1.0, 1.2MP 两种; 按管芯厚度可分为 230, 245mm 两种; 缠丝均为双层缠丝。管道分类为 3 种, 各管型参数见表 1。本文主要介绍李家岩输水管道工程 PCCP 的生产工艺与管厂布置情况。

表 1 管型分类及参数

序号	公称直径 (mm)	工作压力 (MPa)	覆土厚度 (m)	砼强度 C	砂浆保护层强度 (MPa)	砂浆净保护层厚度 (mm)	钢管厚度 (mm)	钢管外径 (mm)	钢丝直径 (mm)	钢丝抗拉强度 (MPa)	钢丝缠绕应力 (MPa)	管芯厚度 (mm)	缠丝层数	缠丝螺距 (mm)
1	3000	1.0	4	55	45	25	1.5	3143	7	1570	1099	230	2	24.4
2	3000	1.2	4	55	45	25	1.5	3143	7	1570	1099	230	2	21.1
3	3000	1.2	5	55	45	25	1.5	3143	7	1570	1099	245	2	20.1

## 2 PCCP 结构特点及生产工艺

### 2.1 PCCP 结构特点

预应力钢筒混凝土管（简称：PCCP）是在带有钢筒的混凝土管芯外侧缠绕环向预应力钢丝并制作水泥砂浆保护层而制成的管子，包括内衬式预应力钢筒混凝土管（简称：PCCPL）和埋置式预应力钢筒混凝土管（简称：PCCPE）。PCCP 因其特有的高抗渗性、高密封性和高强度特性，成为长距离、高工压、深覆土、大口径输水管道工程的首选管材，被广泛应用于城市给水排水干管、工业输水管道、农田灌溉、工厂管网、电厂补给水管及冷却循环系统、倒虹吸管、压力隧道管线、管沟、管廊及深覆土涵管等。

李家岩输水管道工程采用的 PCCP 为双胶圈埋置式管。李家岩项目 DN3000 埋置式管，由高强钢丝作为预应力钢筋在预应力下以双层方式缠绕在管芯外侧并固定在管子两端；然后在管芯和钢丝表面喷涂一层致密的砂浆保护层。从内到外结构为（详细结构图见图 1）：

管芯混凝土 → ②薄钢筒 → ③管芯混凝土 → ④预应力钢丝 → ⑤砂浆保护层 → ⑥预应力钢丝 → ⑦砂浆保护层 → ⑧外防腐

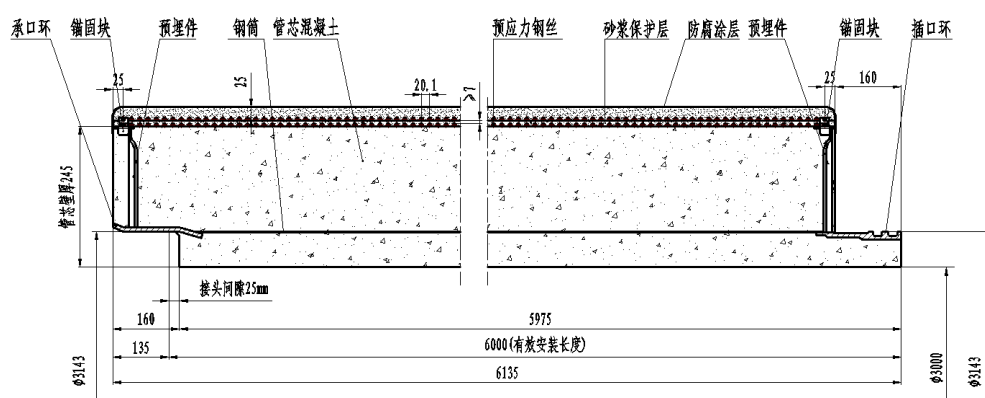


图 1 PCCP 管道结构示意图

### 2.2 PCCP 生产工艺流程

PCCP 生产工艺流程，从主要方面分为钢筒制作、管芯浇筑、缠绕预应力钢丝、喷涂砂浆保护层、喷涂防腐层。详细生产流程见图 2

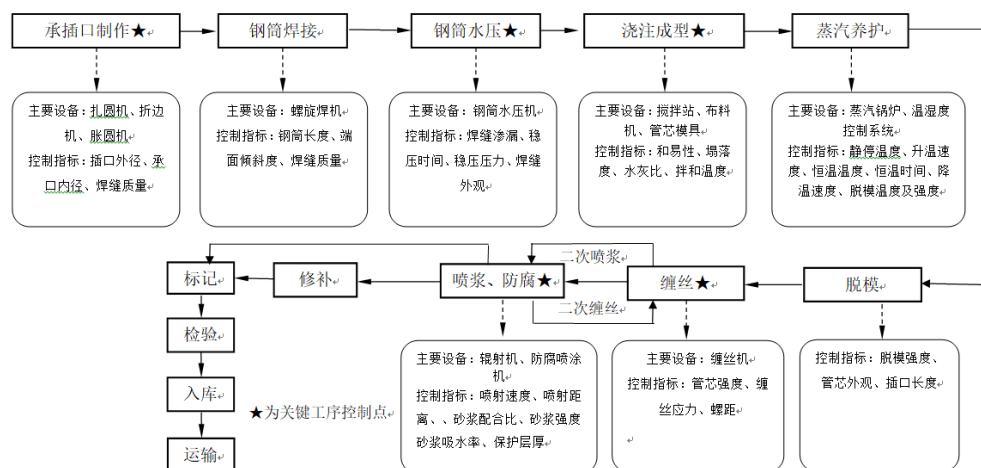


图 2 PCCP 管道生产工艺流程

## 3 PCCP 生产管厂布置

李家岩输水管道工程 PCCP 生产布置了一个 192 亩的管厂，厂区总体布置设计原则是：生产工序实现流水线；生产

过程实现环保节能；生产线尽可能实现自动化。

根据上述原则，厂区最终主要由四大部分组成：生活办公区、混凝土生产区、节能环保型厂房、成品堆存区，其中节能环保型厂房实现了全部生产工序均在室内完成，受料坑加骨料仓的工艺实现了混凝土自动生产。建成国内首家全封闭式绿色环保生产线，并在西南地区成为首具备生产 3.0m 大直径 PCCP 管材的大型生产厂。具体先进性如下：

(1) PCCP 管材的全部生产工序均在钢结构厂房内，实现了全封闭式绿色生产，同时在缠丝、辊射喷浆及防腐喷涂等工序中克服了不利环境因素造成的间断式生产，提升生产效率约 13%，降低了生产成本及管理成本约 8%。

(2) 采用全封闭式骨料胶带机输送系统，对混凝土拌和系统采用整体封装，避免骨料运输及混凝土拌制过程中的扬尘现象；通过砂石分离机及压滤机对混凝土余料及生产废水进行二次回收，重复利用，实现零排放。

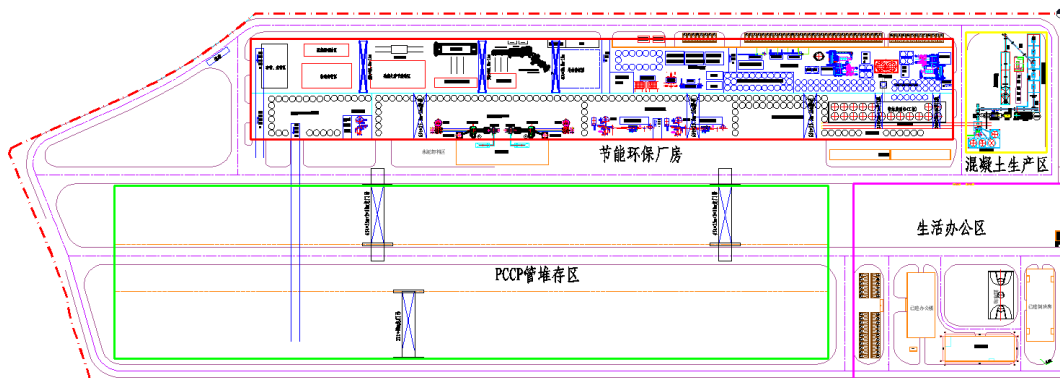
(5) 通过将缠丝及辊射工序移入封闭式厂房，降低生产过程中的粉尘污染；

(6) 在防腐喷涂工序中，创新性采用移动式喷漆房及空气处理净化设备，并将重量传感器、人像感知器与移动式喷漆房及防腐设备进行电气联动，实现防腐工序全流程自动化控制。

PCCP 管厂各区及车间面积分配见表 2，总平面图详见图 3。

**表 2 PCCP 管厂各区及车间面积** 亩

序号	分区或车间名称	面积
1	生活办公区	21.8
2	混凝土生产区	5.2
(1)	砂石料卸料车间	1.2
(2)	砂石料存储车间	1.0
(3)	混凝土生产车间	3.0
3	节能环保型厂房	36.7
(1)	承插口车间	2.2
(2)	钢筒车间	3.2
(3)	混凝土浇筑车间	4.2
(4)	缠丝车间	4.5
(5)	喷浆车间	5.3
(6)	防腐车间	0.9
(7)	修补车间	1.2
(8)	翻管车间	0.6
(9)	其他管配件车间	14.6
4	成品堆存区	65.7
(1)	成品管试验区	0.2
(2)	堆存区	65.5



**图 3 李家岩 PCCP 管厂分区总布置图**



图 4 李家岩 PCCP 管厂效果图

### 3.1 混凝土生产区

混凝土生产区布置在厂区北侧，包括自动卸料的砂石料卸料坑；7m\*15\*52m 的砂石料混凝土仓；4\*300t 水泥储料罐；全自动搅拌楼及输送系统。

### 3.2 承插口环及钢筒生产车间

承插口环及钢筒生产车间安排在厂房西侧一跨内，承插口环材料从厂房中间位置开门进入，车间平面尺寸（长\*宽）为 60m\*27m，高 22.5m；钢筒材料从厂房北侧开门进入，车间平面尺寸（长\*宽）为 52.5m\*27m，高 22.5m；分型号分种类进料，互不干扰。

### 3.3 管芯浇筑车间

管芯浇筑车间安排在厂房东侧一跨内车间，平面尺寸（长\*宽）为 75m\*27m，高 22.5m，双排布置 24 个浇筑工位，为更好控制噪声，降低厂房高度均采用全地下布置。

### 3.4 缠丝、喷浆及防腐车间

缠丝、喷浆及防腐车间均安排在厂房东侧一跨内车间，5 台大型设备呈一字型排列，平面尺寸（长\*宽）为 285m\*27m，高 22.5m。管芯浇筑完成经蒸汽养护后，由 65t 桥机运输至缠丝机，在缠丝完成后需技术喷射砂浆保护层和防腐层。

## 4 主要设备配置

本工程由于需求量较大且 3.0m 大口径 PCCP 全采用双层缠丝管，因此配置了 2 台全自动螺旋卷焊机，2 台差速式缠丝机，2 台喷浆机和 1 台全自动防腐设。备。

## 5 主要设备性能

承插口、管芯浇筑和调运设备为常规设备，这里主要介绍螺旋卷焊机、缠丝和喷浆机。其主要性能参数见表 3、表 4、表 5。

表 3 螺旋卷焊机主要性能参数

序号	主要参数	指标
1	规格型号	TJH120-400
2	适用管径	DN1200-4000
3	最大有效长度	6000mm
4	焊机规格	60KVA
5	焊机品牌	林肯
6	焊接速度	0-3.5m/min
7	钢卷内孔规格	600mm
8	放板车	满足板厚 1.5-2mm, 宽度为 1250mm 钢板焊接需求

表 4 立式差速缠丝机主要性能参数

序号	主要参数	指标
1	规格型号	LCS120-360
2	适用管径	DN1200-4000
3	最大有效长度	6000mm
4	钢丝直径	5-7mm
5	钢丝应力	不小于 1570MP
6	缠绕钢丝间距	8-40mm
7	提升系统速度	0.1-0.8m/min
8	钢丝排线速度	0-3m/s
9	总功率	380kw

表 5 表 7.3-15 立式辊射机主要性能参数

序号	主要参数	指标
1	规格型号	LGS120-360
2	保护层净厚度	≥20mm
3	回转工作台转速	5-20 转/min
4	喷射辊轮线速度	48.5m/s
5	喷射能力	≤25%
6	料斗容积	2.5 m <sup>3</sup>
7	砂浆混凝土生产率	40m <sup>3</sup> /h
8	提升速度	0-750mm/min
9	下降速度	1m/min
10	总功率	100kW

## 6 结语

综上所述,在当前节能环保发展背景下,在李家岩输水管道工程中, DN3000 直径 PCCP 实现了全工厂化生产,实现节能环保的理念,对大型混凝土预制构件实现绿色环保生产积累了宝贵经验。文章以案例的形式对大口径 PCCP 管材进行了分析与研究,基于特点研究了节能环保厂区布置,在未来的发展进程中,可作为参考依据。

### [参考文献]

- [1]刘加双. 浅谈 PCCP 管道生产过程中质量的控制[J]. 中小企业管理与科技, 2016(7): 180-181.  
 [2]罗东翔,王冬,王玉涛.PCCP 管产品质量及管道工程耐久性和安全性的必要措施分析[J]. 科技创新与应用, 2021(3): 170-170.

作者简介: 何飞 (1984.10-) 男, 本科, 工程师, 研究方向为建筑工程。