

# 沙沱水电站压力钢管接触灌浆施工技术

郑月星

(中国水利水电第十六工程局有限公司)

摘要：以沙沱水电站为例，介绍了本水电站压力钢管钢衬灌浆的施工程序、主要施工方法、灌浆成果分析及质量检查方法。并对在施工过程中遇到的问题及经验形成总结，以供大家交流学习。

关键词：压力钢管；接触灌浆；钢衬；超声波

## 1 工程概况

沙沱水电站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，外包混凝土 1.5m。共设置 4 条引水压力管道，内径 9.6m ~ 10m，壁厚 20mm ~ 36mm，每条压力管道全长各为 107.809m。

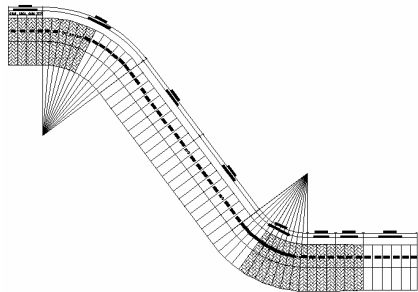


图 1 压力钢管结构布置

四条压力钢管均由上平段、上弯段、斜直段(倾角为 53.13°)、下弯段、下平段、渐变段和垫层段 7 部分组成。其中压力钢管道上平段、下平段、部分上弯段和下弯段周围混凝土浇筑后，由于混凝土的自重、干缩、冷缩或施工等原因，致使管壁和混凝土结合面会出现不同程度的脱空现象，为充填脱空部位进行接触灌浆，使管壁和混凝土结合为一个整体。

压力钢管结构布置如图 1 所示。

## 2 压力钢管接触灌浆施工

沙沱水电站压力钢管钢衬接触灌浆施工分两次进行，即预留孔灌浆和二次开孔灌浆。

### 2.1 预留孔灌浆施工

#### 2.1.1 预留灌浆孔布置

钢管上开设灌浆孔的直径为 50mm，开设灌浆孔的位置设置补强板，补强板材质与管身材质相同。除 1#、2#管节预留灌浆孔与加劲环的间距为 50cm 外，其余管节为 30cm。具体布置如图 2 所示。

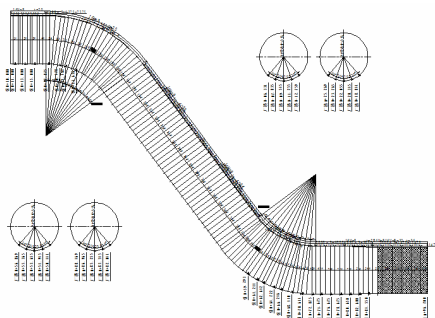


图 2 压力钢管预留灌浆孔布置

### 2.1.2 灌浆施工程序

(1) 每条压力钢管可分为上游(上平段及部分上弯段)和下游(下平段、渐变段及部分下弯段)两个灌浆单元。每个灌浆单元可独立施工。

(2) 每环的灌浆孔先灌注底孔，然后再灌注两侧孔，灌注底孔时两侧孔可作为排水、排气孔。

### 2.1.3 灌浆工艺流程

旋开预留孔堵头→通水检查→灌浆→结束待凝→旋上堵头→点焊封堵磨平→涂漆。

### 2.1.4 主要施工方法

(1) 通水检查：灌浆前旋开预留孔堵头，再接上灌浆管进行通水检查，通水压力为 0.15MPa，以摸清预留灌浆孔串浆情况和脱空情况，并洗净图空区内的杂物。

(2) 灌浆：

① 灌浆材料：采用水泥强度为 42.5 级的硅酸盐水泥。

② 灌浆压力：灌浆压力为 0.2MPa，边灌边锤击管壁检查行浆范围，如行浆不良可锤击管壁，使浆液未到的区域亦能灌浆。

③ 浆液浓度及浆液变换：灌注水泥浆液配比采用 0.8:1、0.6:1 两个比级依次变灌，并掺减水剂以提高浆液自身的流动性。

④ 结束标准：在设计压力下(0.2MPa)，灌浆孔停止吸浆。继续注 5min 即可结束。

(3) 灌浆孔封堵：旋开堵头→将灌浆孔内壁、堵头表面清洗干净→取出内壁杂质、吹干孔口水汽→旋紧堵头后与管壁焊牢→堵头迎水面打磨光滑后涂与钢管内壁相同的防腐漆。

### 2.2 二次开孔灌浆施工

#### 2.2.1 灌浆孔布置

压力钢管底拱脱空检查通常采取锤击和声波检测等方法，仅作锤击检查难以准确了解脱空的详细情况，不能作为

开孔灌浆的依据。为此采用物探法对压力钢管底拱脱空面积和深度进行声波检测。

四条钢管声波检测范围为桩号引 0+010.000 ~ 引 0+026.000 和引 0+060.000 ~ 引 0+096.700, 测点为底拱  $80^\circ$ , 每排 5 个测点, 环距  $20^\circ$ , 排间距 0.5m, 测点距离已有的灌浆孔 20cm 的距离。声波检测单位应在混凝土浇筑结束 60 天后进行检测, 判断脱空缝隙的大小和脱空大致范围, 绘制脱空范围展示图。下面以桩号引 0+010.000 ~ 引 0+019.000 范围为例, 绘制 1#~4#管道脱空范围展示图, 如图 3 所示。并形成检测结果汇总表于表 1。

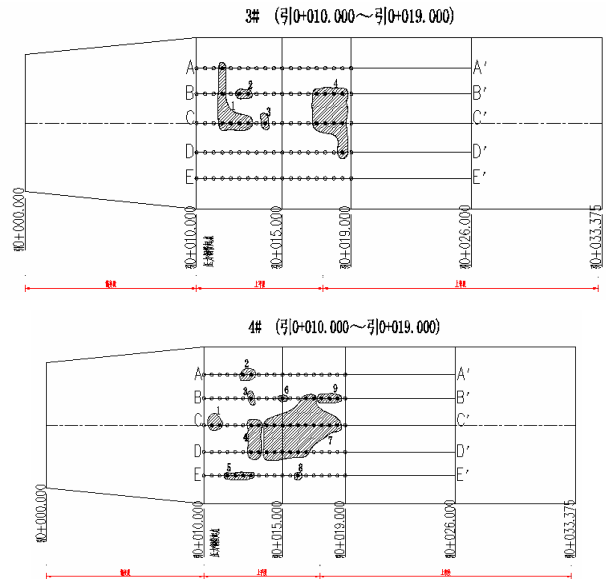
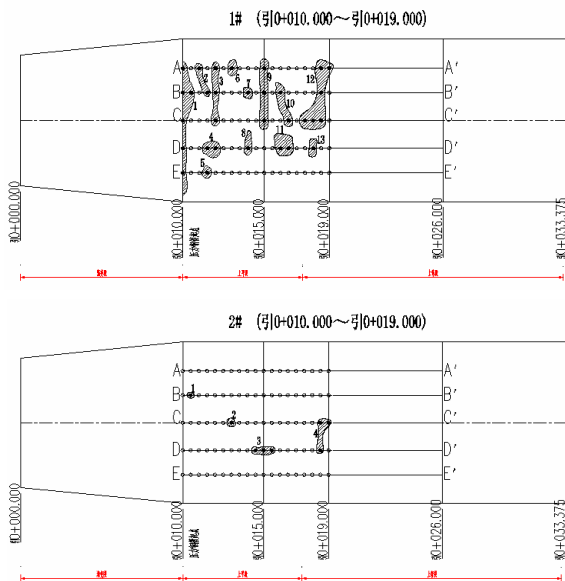


图 3 4 条压力钢管上平段脱空检测成果

表 1 压力钢管引 0+010.0 ~ 0+019.0 段脱空检测成果表

管道编号	1#压力管道	2#压力管道	3#压力管道	4#压力管道	统计
脱空面积 $>0.5\text{m}^2$					
脱空高度 $>2.0\text{mm}$	1	0	2	1	4

根据压力钢管脱空检测成果最终确定是否做临时开孔以及临时开孔灌浆数量和位置。

布孔原则: 每个独立的脱空区布孔不少于 2 个, 最低处和最高处各布一孔, 孔距视脱空区范围大小确定, 独立脱空区面积大于  $2\text{m}^2$  的必须进行布孔, 如脱空区面积小于  $2\text{m}^2$ , 但脱空区较集中时, 也应布孔。

形式及数量: 布孔直径为 14mm, 1#~4#管道上游二次开孔的数量共为 6 个。开孔示意图如图 4 所示:

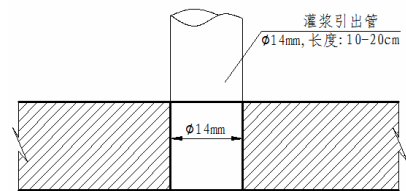


图 4 管壁开孔示意图

### 2.2.2 灌浆工艺流程

加钻灌浆孔→缝隙检查→灌浆→结束待凝→封孔→磨平、涂漆。

### 2.2.3 主要施工方法

(1) 加钻灌浆孔: 采用磁力钻在钢衬上钻孔, 孔径为 14mm, 为了便于与进浆管连接, 在灌浆孔处焊接 DN14mm,

长度为 10cm ~ 20cm 的无缝钢管。在出浆孔安置阀门以控制排气、排水等。

(2) 缝隙检查: 接触灌浆前, 使用洁净的压缩空气检查缝隙串通情况, 吹除空隙内的污物和积水, 风压小于 0.2MPa。

(3) 灌浆: 与预留孔灌浆施工相同。

(4) 加钻灌浆孔封孔: 孔口清理干净→将封堵塞嵌入混凝土中 200mm→采用堆焊法封堵→磨平余高及飞溅物等残疾→补刷涂料。封堵塞用  $\phi 14\text{mm}$  的圆钢打磨而成。孔壁封堵示意图如图 5 所示, 封堵塞如图 6 所示:

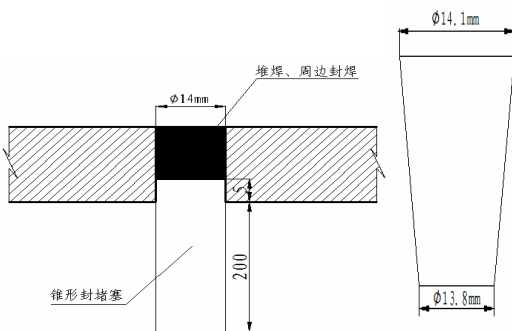


图 5 加钻灌浆孔封堵示意图 图 6 锥形封堵塞大样图

### 3 总结

在压力钢管上开较多灌浆孔会破坏压力钢管的整体结构, 而且封孔困难, 容易造成内水外渗。采用锤击法对脱空区进行检查难以判断脱空高度, 容易对满足压力钢管与外包混凝土间缝隙要求的区域发生误判, 从而造成上述忧患。为此本电站采用超声波对压力钢管底拱脱空面积和深度进行检测, 准确了解脱空的详细情况, 最终判断开孔数量及位置。

实践证明采用物探法检测既能满足压力钢管与外包混凝土间缝隙要求, 又能避免多开孔, 将压力钢管质量忧患降至最低。

根据锤击法与物探法检测成果来看, 预留灌浆孔处管壁与外包混凝土脱空高度均小于 0.5mm。分析原因主要是预留灌浆孔孔口外侧焊有加强板, 外包混凝土浇筑时与混凝土接触面不易脱空。因此对压力钢管道预留灌浆孔这一工艺提出质疑。

检查结果发现脱空区域主要分布在加劲环及平段和弯段对接处, 因此, 建议在压力钢管平段和弯段对接处外包混凝土施工时要较其它部位更重视施工质量, 并在压力钢管底部的加劲环上增设串浆孔。

钢衬接触灌浆时注意观察内衬钢管的变形, 控制灌浆压力。派专人监控灌浆压力值和内衬钢管的变形情况, 使灌浆压力值严格控制在设计压力的范围内, 以免发生钢管变形、失稳现象的发生。

钢衬接触灌浆的顺序应从低处向高处进行, 若从高处向低处进行灌浆, 浆液将从底部钻孔中流失, 要控制浆液流失问题, 则起不到排气、排水的作用。而灌浆从低处向高处进行, 上部钻孔可起到排气、排水的作用, 灌浆效果较好。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国水利部电力工业部. 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范(1994-05-21) [S]
- [2] 韩俊杰. 压力钢管道钢衬接触灌浆施工. 西部探矿工程, 2006(5)
- [3] 汪永贵. 钢衬接触灌浆施工工艺与效果. 西部探矿工程, 2001(4)