

## 暗立井排水设备安装追排水工程施工工艺

陈 锋

江苏省矿业工程集团有限公司安装分公司, 江苏 徐州 221131

**[摘要]**随着科学技术的发展,人们对矿山水文地质条件研究的逐渐深入,矿山防水治水工艺技术水平不断提高,疏干排水、注浆和构筑防渗墙技术的应用,促使矿山突发水害频率得到了有效控制。但是,诸多不可控因素导致的矿山突发涌水,依旧是矿山的安全生产工作的重大威胁。以云南彝良驰宏矿业有限公司毛坪矿盲竖井井筒“302”排水工程为实例,因矿井突水导致井内水位上升将至+610m水平以下,涌水量新增约1300m<sup>3</sup>/h-1800m<sup>3</sup>/h,围绕加快工期、节约资金、实现生产安全等各项指标,提出了切实可行的施工方案,解决矿井涌水。

**[关键词]**排水设备;追排水;矿井涌水

DOI: 10.33142/hst.v3i6.2982

中图分类号: TD262

文献标识码: A

## Construction Technology of Drainage Equipment Installation and Drainage Engineering in Underground Shaft

CHEN Feng

Installation Branch of Jiangsu Mining Engineering Group Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221131, China

**Abstract:** With the development of science and technology, people's research on mine hydrogeological conditions has been gradually deepened and the level of mine waterproof and water control technology has been continuously improved. The application of drainage, grouting and construction of anti-seepage wall technology has effectively controlled the frequency of sudden water disasters in mines. However, the sudden water inrush caused by many uncontrollable factors is still a major threat to mine safety production. Taking the "302" drainage project of the blind shaft in Maoping Mine of Yunnan Yiliang Chihong Mining Co., Ltd. as an example, the water level in the shaft will rise below + 610 m level due to water inrush in the mine and the water inflow will increase by about 1300m<sup>3</sup> / h-1800m<sup>3</sup> / h, around the indexes of speeding up the construction period, saving funds and realizing the production safety, the feasible construction scheme is put forward to solve the mine water inflow.

**Keywords:** drainage equipment; drainage; mine water inflow

### 1 概述

随着科学技术的发展,人们对矿山水文地质条件研究的逐渐深入,矿山防水治水工艺技术水平不断提高,疏干排水、注浆和构筑防渗墙技术的应用,促使矿山突发水害频率得到了有效控制。但是,诸多不可控因素导致的矿山突发涌水,依旧是矿山的安全生产工作的重大威胁。为减少矿山突水涌水对井下施工人员造成的人身安全威胁和矿井经济损失,在矿山突发涌水后,需第一时间采取措施对突水矿井进行排水工作,给处理井下涌水点、封堵局部漏水点留取足够的时间,同时为恢复矿永久排水设施创造条件。

以云南彝良驰宏矿业有限公司毛坪矿盲竖井井筒“302”排水工程为实例,盲竖井为暗立井-平硐模式,为新建井筒,井深950m,直径5.7m,上井口高程为+910m,与地面主平硐连通,下井口高程-50m,矿井主平硐海拔900m,与其它平硐、暗立井、暗斜井构成井下运输体系,待施工暗立井包含+670m、+610m、+430m、+310m四个水平车场,井筒内建井留下的提升系统(吊盘、主副提升吊桶、建井提料绞车)尚未拆除。因矿井突水导致井内水位上升将至+610m水平以下,涌水量新增约1300m<sup>3</sup>/h-1800m<sup>3</sup>/h,本次透水的矿井地质水文条件极其复杂,为喀斯特地形,巷道透水与地下溶洞暗河沟通,透水量超出平常矿井涌水数倍,虽然在透水初期,矿方迅速应对安装诸多临时排水设施进行排水工作,但是没有有效的控制上涨的水位,涌水在淹没井下多个水平后逼近正在生产的+610水平,对矿方安全生产造成重大威胁。

### 2 暗立井排水设备安装追排水施工工艺

根据分析矿方涌水实际情况和现有的排水设施,结合传统施工工序特点和矿方现场实际情况,考虑立井井筒深度较深,选用现有的大型潜水泵排水会造成扬程不足,必须租赁或购买大扬程排水设备。经现场技术人员反复讨论后,克服了传统方案直排水的不利因素,因此围绕加快工期、节约资金、实现生产安全等各项指标,提出了切实可行的暗

立井排水设备安装排水施工工艺方案，采用暗立井分阶段安装排水设备、接力排水的新工艺。

## 2.1 接力排水设备阶段划分

接力排水设备阶段划分为两个阶段：

第一阶段是在暗立井上口+910 至+610 水平之间安装 2 趟 400mΦ426\*14mm 无缝钢管排水管路，在+610 水平车场临时水仓内安装 YQ1450-291/11-1600/W-GS 潜水电泵 2 台，经井上口平硐将+610 车场临时水仓的涌水排至井口河道内，井筒内部排水管路及潜水泵自悬吊方式安装，固定在井口管座梁上，+610 车场两台水泵固定在轨道上。

第二阶段：从+610 水平车场至+410 水平之间安装 2 趟 400mΦ426\*14mm 无缝钢管排水管路，每根管路末端各安装 YQ1450-291/11-1600/W-GS 潜水电泵 1 台，将井筒内的涌水从+410 水平排至+610 水平车场临时水仓内。

该设计方案总计安装 4 台 1450m<sup>3</sup> 流量潜水泵，井筒内部排水管路及潜水泵选用自悬吊方式安装，在立井上口天轮平台、井口+910、+610 水平测量放线、开凿梁窝安装工字钢梁，分别作为起吊梁及管座梁。

三个水平钢梁安装在同一竖直平面，施工期间避免垂直平行作业，以免落物伤害施工人员及设备。在起吊梁上，考虑到井筒管路及安装水泵质量大，经计算选择悬挂两台 80t 滑轮组挂设逐根起吊整体下放待安装管路及潜水泵。固定滑轮组的起吊点必须在待安装管路及潜水泵正上方位置。安装下放管路的同时，动力及控制电缆随管路同时下放，并在每根管路的法兰连接处，用电缆卡卡设在法兰盘上，卡设可靠。在排水系统安装完成应用后，成功完成矿方委托的排水任务。

## 2.2 排水设备临时提升设施验证

考虑井筒内安装每套Φ426\*14mm 无缝钢管排水管路、YQ1450-291/11-1600/W-GS 潜水电泵、动力电缆等重量约 70t，选用工字钢经过计算，管路安装工字钢梁时，可以利用建井留下的起重设备，也可以安装临时起重设施手拉葫芦等起吊安装工字钢梁。井壁混凝土为 C30 混凝土，梁窝开凿深度为 0.75m，混凝土承重符合要求，足以承受井筒内管路及潜水泵重量。

## 2.3 井下+610 水平车场井口排水设备及管路承重梁的受力验算

### 2.3.1 管座梁的选择

选择 670×600×50 组合钢梁，梁高 670mm，上下梁面宽 600mm，厚 50mm，腹板厚 50mm，构成焊接组合钢梁。

### 2.3.2 组合大梁的载荷（按水排至 410 水平计算）

组合大梁的载荷为小组合梁的支座反力  $R_B=444.672\text{kN}$ ，

$F=444.672\text{kN}$ 。

大组合梁支座反力计算

由  $\sum M_A=0$   $0.75FC+2.05FD-5.5RB=0$

得  $R_B=226.378\text{kN}$

由  $\sum M_B=0$   $4.75FC+3.45FD-5.5RA=0$

得  $R_A=662.966\text{kN}$

### 2.3.3 组合大梁弯矩计算

$M_C=RA \cdot m=662.966 \times 0.75=497.225\text{kN} \cdot \text{m}$

$M_D=RA \cdot m-Fc \cdot m$

$=662.966 \times 2.05-444.672 \times 1.3=1359.08-578.074=781\text{kN} \cdot \text{m}$

$$\sigma_{\text{弯}} = \frac{M}{W} = \frac{781 \times 10^6}{19552.64 \times 10^3} = 39.94\text{MPa}$$

W——抗弯模量，组合大梁截面特性为  $W=19552.64\text{cm}^3$ 。

∵  $\sigma_{\text{弯}} < [\sigma] = 140\text{MPa}$

∴ 组合大梁抗弯强度满足要求。简支梁受力图和弯矩图如图一所示。

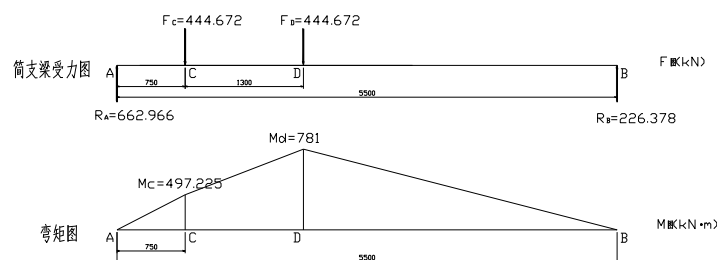


图1 简支梁受力和弯矩图

同理进行井下+610 中部车场井口承重小梁、井上口+900 水平排水管路承重大梁、井上口+900 水平排水管路承重小梁的受力验算，确保材料施工安全。

## 2.4 井下+610 水平下段排水管路及设备起吊钢丝绳验算

根据现场实际情况，安装一套临时起吊设施，首先利用井上口安装 2 台 80t 滑轮组、井筒内垂放 2 路  $\Phi 44\text{mm}$  起吊钢丝绳，在立井+610m 水平中部车场吊装井筒内+610m 水平至+410m 水平两台流量 1450 立方潜水泵及两趟  $\Phi 426\text{mm}$  无缝钢管排水管路，2 台潜水泵吊装在两趟管路下端（+410m 水平）。因此对选用的钢丝绳进行验算。

### 2.4.1 钢丝绳的选择。

选用  $6 \times 37\text{W}+\text{FC}-44-1670$  钢丝绳，钢丝绳直径为  $\Phi 44$ ，查《重要用途钢丝绳 GBT8918-2006》，钢丝绳每米重量  $q=7.18\text{kg/m}$ ，绳重  $7.18\text{kg/m} \times 4 \times 300\text{m}=8040\text{kg}$ ；钢丝绳最小破断拉力  $Q=1070\text{kN}$ ，所有钢丝破断拉力总和  $Q_{\text{总}}=972 \times 1.226=1191.672\text{ kN}$ 。

### 2.4.2 钢丝绳的最大静拉力 $P_{\text{max}}$ ：

$$G=G_{\text{泵}}+G_{\text{管}}+G_{\text{其它}}+G_{\text{水}}=(15968+28449+10910+8040) \times 9.8=63367\text{kg} \times 9.8=620997\text{N}=620.997\text{ kN}$$

$G_{\text{泵}}$ ——查潜水泵电机铭牌得，泵及电机重 15968kg。

$G_{\text{管}}$ —— $\Phi 426 \times 14$  钢管重  $142.247\text{kg/m} \times 200\text{m}=28449\text{kg}$ 。

$G_{\text{其它}}$ ——法兰盘  $140\text{kg/片} \times 40\text{片}=5600\text{kg}$ ，螺栓  $5\text{kg/条} \times 25 \times 16\text{条}=2000\text{kg}$ ，电缆  $6.5\text{kg/m} \times 200\text{m}=1300\text{kg}$ ，滑轮组及逆止阀等  $2000\text{kg}$ ， $5600+2000+1300+2000=10910\text{kg}$ 。

$$P_{\text{max}}=G=620.997\text{kN}$$

### 2.4.3 钢丝绳使用安全系数验算

最小钢丝破断拉力总和  $F_g$ ：

$$F_g=\text{钢丝绳最小破断拉力 } Q \times 4 \times 1.226=1070 \times 2 \times 1.226\text{kN}=5247\text{kN}；$$

$$K\text{—钢丝绳使用安全系数： } K = \frac{\alpha F_g}{[F_g]}$$

式中， $[F_g]$ ——钢丝绳的承载拉力（kN），即实际提升时最大静拉力  $W_j$ ，

$\alpha$ ——考虑钢丝绳之间荷载不均匀系数，对  $6 \times 19$ 、 $6 \times 37$ 、 $6 \times 61$ ， $\alpha$  分别取 0.85、0.82、0.80；

$$\text{则 } K=0.85 \times 5247 \div 620.997=7.18$$

根据《安全规程》规定，专为升降物料安全系数不低于 6.5 倍。而  $K=7.18 > 6.5$ ，钢丝绳使用安全系数满足要求。

## 2.5 80t 滑轮组钢丝绳的受力验算

### 2.5.1 滑轮组钢丝绳的选择。

选用 80t 滑轮组，每个滑轮组缠  $6 \times 19\text{W}+\text{FC}-28-1670$  钢丝绳 3 圈，钢丝绳直径为  $\Phi 28$ ，查《重要用途钢丝绳 GBT8918-2006》，钢丝绳每米重量  $q=2.89\text{kg/m}$ ，绳重  $2.89\text{kg/m} \times 16 \times 30\text{m}=1387.2\text{kg}=1.39\text{t}$ ；钢丝绳最小破断拉力  $Q=432\text{kN}$ ，所有钢丝破断拉力总和  $Q_{\text{总}}=432 \times 1.214=524.448\text{ kN}$ 。

### 2.5.2 滑轮组的最大静拉力 $P_{\text{max}}$ ：

$$G=G_{\text{管}}+G_{\text{其它}}+G_{\text{绳}}=(42674+23950+1040) \times 9.8=67664\text{ kg} \times 9.8=663107\text{ N}=663.107\text{ kN}$$

$$P_{\max}=G/2=331.55 \text{ kN}$$

### 2.5.3 钢丝绳使用安全系数验算

$$K = \frac{\eta \alpha F_g}{[F_g]} = \frac{0.9 \times 0.85 \times 524.448 \times 12}{331.55} = 14.5$$

式中,  $[F_g]$ ——钢丝绳的承载拉力 (kN), 即实际最大静拉力  $P_{\max}$ ,

$F_g$ ——钢丝绳的最小钢丝破断拉力总和 (kN);  $F_g=Q_{\text{总}}=524.448 \text{ kN}$ ;

$\alpha$ ——考虑钢丝绳之间荷载不均匀系数, 对  $6 \times 19$ 、 $6 \times 37$ 、 $6 \times 61$ ,  $\alpha$  分别取 0.85、0.82、0.80;

$\eta$ ——滑轮组机械效率取 0.9;

根据《安全规程》规定, 专为升降物料安全系数不低于 6.5 倍。而  $K=14.5 > 6.5$ , 钢丝绳使用安全系数满足要求。

### 3 小结

暗立井排水设备安装追排水工程施工工艺采用分级排水系统实现了无人值守、自动启停控制技术, 提升了施工过程的安全系数。充分利用现有临时提升设施和排水设备, 减少了大扬程潜水泵和相匹配的管路材料的定制, 即节约了生产成本, 又减少了抢险救灾施工准备时间, 大幅度减少了对该矿停产损失。提升了施工安全系数。采用接力排水方式, 在井筒内分段安装排水设备及管路, 大大减少了临时提升系统的负荷, 极大程度提高了施工安全。新工艺简化了工艺流程, 优化了传统工艺, 化繁为简, 便捷施工, 分段安装工作克服现场施工难度大、空间狭小、不易操作、不便指挥的问题。

#### [参考文献]

[1] 桂钊, 闫振斌, 张景雄. 浅谈金属矿山暗立井配套施工技术[J]. 能源技术与管理, 2015, 40(6): 147-149.

[2] 王小松. 浅谈排水工程中顶管施工的工艺流程与技术[J]. 江西建材, 2016(12): 272.

作者简介: 陈锋 (1976-) 男, 江苏徐州市人, 汉族, 大学本科学历, 高级工程师, 研究方向煤矿机电设备安装。