

# 挂网锚喷+逆作法圆形深大竖井施工工法

李毅

中石化胜利油建工程有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i4.7878

[摘要] 在当今社会，随着技术的不断进步和施工方法的创新，油气输送管线的建设已经迈入了一个新的阶段。特别是在长距离输送管线的建设中，顶管竖井开挖的截面积和深度的增加，已经成为一个不可忽视的趋势。这种趋势不仅对施工技术提出了更高的要求，也对施工安全、质量和进度的保证提出了新的挑战。在这样的背景下，如何确保深大竖井的施工安全、施工质量及施工进度，已经成为深大竖井施工中的一大难题。

[关键词] 挂网锚喷；逆作法；圆形竖井；施工技术

## Net bolt spray + reverse method circular deep shaft construction method

Li Yi

Sinopec Shengli Oil Construction Engineering Co., LTD

[Abstract] In today's society, with the continuous progress of technology and the innovation of construction methods, the construction of oil and gas transmission pipeline has entered a new stage. Especially in the construction of long-distance conveying pipeline, the increase of the cross-sectional area and depth of pipe jacking shaft excavation has become a trend that cannot be ignored. This trend not only puts forward higher requirements for the construction technology, but also puts forward new challenges to the assurance of the construction safety, quality and progress. In this context, how to ensure the construction safety, construction quality and construction progress of deep shaft has become a big problem in the construction of deep shaft.

[Key words] net anchor spray; reverse method; circular shaft; construction technique

### 一、前言

在长距离油气输送管线的建设中，随着社会的进步和施工技术的发展，顶管竖井开挖的截面积和深度越来越大。如何保证深大竖井的施工安全、施工质量及施工进度，成为深大竖井施工中的一大难题。本工法利用锁口盘锁住井体防止下滑，采用挂网锚喷初支保持井体下方开挖面的稳定性，采用钢筋混凝土二次衬砌保持竖井支护的强度和稳定性，同时更改施工循环开挖高度，提升施工效率，缩短施工工期，增强施工安全性，降低施工成本。该工法在国家管网重点工程西气东输三线中段（中卫—吉安）项目中卫—枣阳段线路工

程施工第八标段大峪河和丹江 3 等两条大型河流顶管穿越竖井施工中得到成功应用。

### 二、工艺原理

本工法的原理是：在常规逆作法钢筋混凝土井施工工艺的基础上，先制作锁口盘，稳固井体防止下沉；然后开挖并打锚杆，再挂网喷砼，提高开挖面的稳定性；贴防水卷材，有效防止地下水的渗入；最后绑扎钢筋、支模、浇筑混凝土，提高井体的支护强度和稳定性。

### 三、施工工艺流程及操作要点

#### 3.1 施工流程

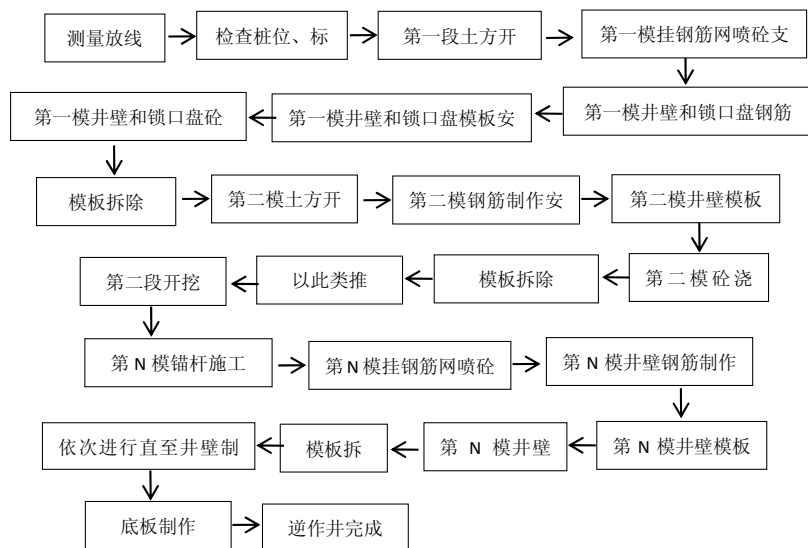


图1 逆作法竖井施工流程图

### 3.2 基坑开挖

竖井采用断面分层分区向下机械开挖。采用大型挖掘机进行土方开挖，挖掘机位于竖井边缘1m以外的地方，竖井开挖一层、支护一层、浇筑一层，当竖井开挖到一定深度而挖掘机臂长不足时，则采用吊车将小型挖掘机吊入井内进行基坑开挖。若是在岩石地质开挖，则需采用带破碎功能的挖掘机进行开挖。

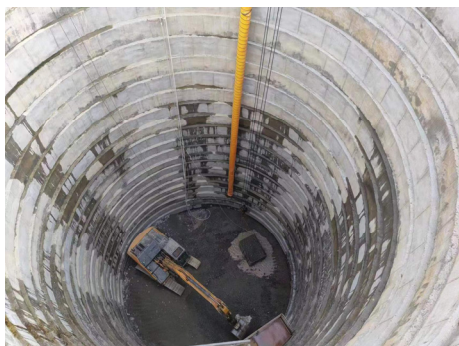


图2 逆作法竖井开挖

### 3.3 锚杆、挂网、锚喷施工

根据设计文件，自第二段井壁开始，每次开挖完成后进行挂网锚喷初支。先打设锚杆，然后挂钢筋网，最后喷射混凝土砂浆。

施工流程：定位→钻孔→清孔→安装锚杆→注浆→安装钢筋网→喷混凝土砂浆



图3 钻孔、锚杆施工

### 3.4 钢筋施工

钢筋进场原材料，由现场加工成型。进场的钢筋必须持有质保书（即出厂质量证明书和试验报告单）。每批进入现场的钢筋，由钢筋翻样组织人员进行检查验收，认真做好清点、复核（即核定钢筋标牌、规格、数量）工作，确保每次进入到现场的钢筋到位准确，避免现场钢筋堆放混乱现象，保证现场文明标准化施工。现场设一钢筋加工场，进原材料进行少量钢筋加工成型。

### 3.5 模板施工

施工采用  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.002\text{m}$  的钢模板现场拼装，外侧用圆钢加固。模板的安装应按配板设计循序拼装，以保证模板系统的整体稳定，配件必须装插牢固，防止变形。模板采用单块就位组拼，组拼时要用U形卡正反交替连接水平接头和竖向接头，在安装到一定高度时，要进行临时支撑或拉结，并用支撑或拉杆上的调节螺栓校正模板的垂直度。施工过程要控制好尺寸、模板垂直度、平整度，设计和施工布置的预留钢筋、预埋件、预留孔，做到位置准确，固定可靠。对较大的孔洞，其底部要增设助捣孔，便于振实孔底混凝土。开挖面底部一模的模板安装时，采用挖掘机将渣土堆砌在模板底部，掩住钢模板底部高约50cm，然后再进行浇筑，防止底部商混漏出。在混凝土浇筑完成以后的第2~3天，可以放松螺栓。



图4 锁口盘实体图

### 3.6 混凝土浇注及接缝处理

混凝土由专业的混凝土搅拌站按要求的标准拌制,用混凝土搅拌运输车运输到现场,由混凝土输送泵泵入模板。混凝土入模板必须均匀、对称,以保证井壁所受荷载分布均匀而不至于倾斜,同时有利于模板受力。混凝土入模必须分层振实,分层高度以 30cm~50cm 为宜,用插入式振捣器对称振捣,每次混凝土浇注完后,顶面除留接缝槽外一定要水平,以使两次浇注的混凝土接缝水平美观。

### 3.7 工作井底板施工

工作井开挖到达设计标高后,进行工作井底板施工。对底部找平,清洗干净后再在其上绑扎钢筋、浇注底板混凝土。



图5 底板浇筑示意图

### 3.8 附属设施安装

#### 3.8.1 直梯及工作井围护结构安装

1) 直梯处设置出入通道平台,通道平台尺寸为长 1.4m×宽 1.2m,平台上设安全护栏高 1.2m。通道的立柱采用 L50×5mm 角钢,扶手和安全护栏采用圆形钢管制作。直梯与井壁预埋钢筋焊接,并用膨胀螺栓固定。沿井壁设置类似直角之字型钢板,钢板用膨胀螺栓与井壁外的地面进行固定,并与直梯通道平台焊接在一起,增加直梯强度。



图6 钢直梯安装示意图

2) 通道平台设出入口,尺寸为 0.7m×1.2m。直梯的宽度约 0.6m,设拱形爬梯护栏,拱形护栏外设密目安全网。

3) 工作直梯每隔 6m 设置一个休息平台,平台尺寸与出入口通道平台一致。

#### 3.8.2 梯笼安装

1) 基坑开挖完成后,拆除一个直梯,改为安装安全梯笼,供施工人员上下井使用。安全梯笼跟井壁预留钢筋焊接在一起,确保梯笼的强度和稳定性。

2) 梯笼结构:根据现场施工进度情况,确定梯笼安装节数,结构为一节出口节、一节入口节及若干标准节,每节高 2.5m。

3) 出口节 (3.5m×2m×2.5m) 放置在夯实的基础上(出口向外),校准好水平,保证出口节安装好后的垂直度在千分之三之内。



图7 梯笼示意图

## 四、质量要求

### 4.1 施工及验收标准

《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208-2011);《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015);《石油天然气建设工程施工质量验收规范 油气输送管道穿越工程 第3部分:水域隧道穿越工程》(SY/T 4216.3-2018);《施工现场临时安全用电技术规范》(JGJ 46-2005);《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33-2012);《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019);《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ 276-2012);

《工程测量标准》(GB 50026-2020);

### 4.2 质量保证措施

根据工程的特点,为了按期优质、高效地完成本项目的施工,达到业主满意,除在施工方案、施工方法中涉及到的具体施工技术措施外,对技术及技术管理工作做到如下安排:

#### 4.2.1 组织保证制度落实

1) 建立以项目总工程师为首的技术管理体系,切实执行设计文件审核制、开工前技术交底制、开工报告制、隐蔽工程检查签证制、“三检制”、材料半成品试验检测制、技术资料归档制、竣工文件编制办法等管理办法,确保施工生产全过程始终在合同规定的技术标准和要求的控制下。

2) 建立完善的技术岗位责任制,各级技术人员各负其责,关键和特殊工序实行技术人员同专业分工负责制,明确人员责任,确保各项技术管理工作的落实。

#### 8.2.2 做好技术交底工作

1) 技术交底的目的是使施工管理和作业人员了解掌握施工方案、工艺要求、工程内容、技术标准、施工程序、质量标准、工期要求、安全措施等,做到心中有数,施工有据。

2) 施工技术交底, 以书面交底为主, 包括结构图、表和文字说明。交底资料必须详细、直观, 符合施工规范和工艺细则要求, 并经第二人复核确认无误后, 方可交付使用。交底资料应妥善保存备查。

#### 4.2.3 施工过程技术保证

1) 对各有关工序的作业人员, 定期进行技术、质量培训, 并进行考核, 合格后方可上岗, 特殊工种要专业培训, 持证上岗。

2) 在施工过程中, 要不断地进行施工方案优化工作, 以求得施工方案的先进性和科学性, 通过不断优化施工方案, 从而提高顶管施工技术水平。

#### 4.2.4 施工过程的质量控制

1) 做好施工方案的优化工作, 按施工方案做好施工的各项准备工作。

2) 严格按照施工方案确定的合理施工工序进行操作施工, 发现问题及时上报, 并会同有关部门研究解决。

3) 质检员实行跟班质量监督, 发现问题及时处理。对有不按设计要求、施工验收规范、操作规程及施工方案施工, 有损害工程质量行为的, 有权停止施工并限期整改, 实行质量一票否决权。

4) 严格上下工序和交叉工序的交接、验收制度, 做到上道工序不符合要求, 下道工序不施工。分部(分项)工程的检查、验收按建设部门相应的质量评定标准执行。

5) 合理安排施工工序的穿插, 相应穿插的单位要明确责任, 要办好交底和验收, 加强产品的保护。

6) 各施工工序要坚持“自检、互检、专检”的质量检查制度, 逐级检查, 层层把关, 所有隐蔽工作必须经监理或设计验收并办好隐蔽记录后, 才能进行下道工序的施工。要尊重业主、监理人员、质监站, 积极配合、同心协力共同把好质量关, 并为检查验收提供方便。

7) 加强工程资料管理, 由项目资料员负责收集、整理, 确保资料齐全和数据准确、可靠, 按照合同要求编制竣工资料。

### 五、安全措施

#### 5.1 一般健康安全预防措施

5.1.1 施工前, 对职工进行 HSE 教育, 使每个职工熟悉业主的安全管理制度和规定, 同时做好日常的 HSE 管理工作。

5.1.2 对从事特种作业的人员包括电工、电焊工、起重工等培训, 做到持证上岗。

5.1.3 每月定期召开一次 HSE 例会, 传达和贯彻上级的安全文件和会议精神, 班组每天必须进行班前安全讲话。

5.1.4 每周的生产调度会, 总结上一周的安全工作, 布置本周的 HSE 工作。

5.1.5 班组每周组织一次 HSE 活动会, 学习有关的 HSE 知识、制度和规定。

5.1.6 根据现场实际工作需要, 召开各类专题安全会议。

5.1.7 定期安排人员进行现场应急预案演练。

#### 5.1.8 安全标志

1) 在施工现场要有工序、分区等标示牌, 要有安全生产和操作规程牌, 在有潜在危险的地方要有明显的安全警示标志, 必要时设置安全栏杆, 以警示和控制车辆及行人的行动。

2) 安全标志摆放要正确, 醒目, 未经批准不得擅自拆除、移动、改变安全标志。

现场的起重吊装作业, 设临时警戒线和警示标志, 禁止行人和车辆通行。对配电箱、开关箱进行检查、维修时, 必须将其前一级相应的开关拉闸断电, 并悬挂停电标志牌。

3) 施工现场的作业机械、器具应有相应明显标识; 严禁未经检验或不合格的机械、器具进入施工现场。

4) 在有特殊防护要求的地点, 如高噪声地点、喷涂作业点等, 设“必须戴护耳器”、“必须戴口罩”等。

5) 设置安全提示标志, 主要通行道路和通道口设置“安全通道”标志, 消防设施处设“灭火器”、“消火栓”及“火警电话”标志。

6) 在设备或结构的适当位置贴上危险警告标志。在存在危险因素的地点设置“注意安全”标志牌, 电气设备上设置“当心触电”标志牌, 转动机械的转动部位处设“当心机械伤人”标志, 立体交叉作业附近设“当心落物”标志, 临边、孔洞附近设“当心坠落”、“当心坑洞”标志, 道路拐弯处设“当心车辆”标志等, 提醒人员注意潜在的危险。

#### 5.1.9 照明

1) 提供具有足够照明长度且符合防爆等级要求的设备, 以便工作能够安全、顺利完成, 并且不对人员或工作造成损害。

2) 夜间施工要合理安排人员, 避免疲劳作业, 起重等设备驾驶员严禁睡岗、擅自离岗。

3) 夜间施工要进行人员登记, 作业结束要进行销项登记, 防止人员走失。

4) 现场用照明灯具和器材必须绝缘良好, 布置整齐。照明灯具的高度: 室内不得低于 2.5m, 室外不得低于 3m。

5) 行灯电压不得超过 36V, 在潮湿地点及坑、井、沟渠内, 行灯电压不得超过 12V。行灯必须有金属保护罩。

#### 5.1.10 个人防护用品及设备

应确保其所配备的个人防护用品及设备满足安全性能要求并均具备有效检验合格证书, 且人员遵守所有的法规及正确使用个人防护用品及设备。

### [参考文献]

[1]胡传鹏.不同地质条件下顶管井施工工法适用性研究[J].给水排水, 2020, 56(S1): 883-887.

[2]杨小山.钢结构围护支撑体系顶管工作井施工工法[J].价值工程, 2020, 39(17): 126-128.