

地下水封石油洞库施工风险评估与控制

路 崎 (安庆石化 AQ 基地项目部, 安徽 安庆 246001)

摘 要: 研究石油工程中的修井技术, 有助于提高石油工程的管理效果和地下修井作业水平。因此, 本文将对地下水封石油洞库施工风险评估与控制进行分析。

关键词: 地下水封; 石油洞库; 风险控制

地下水封洞室工程具有面积小、安全性高、对景观破坏小、维护费用低、投资小、适合战备要求等特点。这是近年来中国国家石油战略储备开发建设的主要储油方式。地下水封洞室施工的关键技术难点是不利地质条件下的围岩注浆、堵水、防渗处理。根据 GB/T504455-2020《地下水封洞室油库设计标准》的有关规定, “处理后的洞室储罐每 $100 \times 10^4 \text{m}^3$ 储水量的渗漏量不应大于 $200 \text{m}^3/\text{d}$ ”。

目前, 我国已建成和正在建设的地下水封洞室主要采用水泥灌浆的方式, 以满足规范要求。由于水泥是粒状材料, 其浆体为悬浮浆体, 容易发生料水分离。在主空腔壁、一些花岗岩、微裂缝、断层断裂带与软粘土夹层等区域防渗过程中, 发现常规水泥灌浆、超细水泥灌浆在处理渗漏和破微裂缝时对粘土夹层的效果较差, 因此反复调整注浆设计参数和工艺, 多次采取水泥灌浆和超细水泥灌浆灌水等措施。由于岩层的特殊性和处理方法的局限性, 往往不能达到理想的效果。

1 竖井开挖支护施工主要技术

竖井开挖完毕后, 必须通过支护施工保持竖井内壁结构的安全稳定。按照竖井开挖结构, 竖井通常分为井身段与探洞交叉段两个部分, 通常根据竖井开挖围岩结构的稳定性程度判断是否对井身段以及交叉段全部做支护施工处理。

锚杆支护施工技术是通过在竖井井身段或交叉段围岩等级较差部位安插预应力锚杆, 利用锚杆稳固竖井内壁结构的施工方式。锚杆支护施工是竖井支护的基础工艺, 其工艺流程相对较为简单。首先, 对竖井内壁基面进行清理。其次, 人工造孔并对孔内进行清洗, 清理孔内残渣。再次, 孔内注浆用于固定锚杆, 锚杆要提前制作, 在注浆结束后且浆液未凝固前立即安插锚杆。最后, 认真检查验收锚杆安插质量, 确保整个锚杆施工的质量安全。锚杆支护施工工艺中, 需要重点关注以下几点施工环节。

1.1 人工造孔

安装锚杆时需要进行人工造孔, 造孔设备一般采用手风钻, 造孔时需要注意以下几个问题。首先, 明确造孔点的位置, 需要根据竖井设计结构、锚杆支护设计方式等提前定位好造孔点并做好标记, 方便人工造孔时查找定位, 孔位偏差要严格按照设计标准执行, 一般控制误差在 50mm 内。其次, 要根据设计要求确定孔轴方向, 如有特殊要求的锚杆孔, 则要严格按照施工图纸施工, 以满足图纸施工的技术要求。再次, 钻孔孔径的大小要大于锚杆直径, 因为锚杆安装在注浆后进行, 所以要计算好孔径大小, 避免锚杆安插困难。最后, 对钻孔进行清洗, 清理孔内残渣, 一般采用风洗、水洗交互进行的方式, 确保孔内岩渣及积水全部清理干净。

1.2 注浆

锚杆支护采用“先注浆、后安装”的方式, 注浆需要采用专业的锚杆支护注浆设备, 如 FCB250 型锚杆注浆机。注浆前, 先用水润滑注浆管路, 防止管路内堵塞, 保证注浆通畅。注浆过程中, 要时刻观察注浆状态, 发现有浆液从钻孔中溢流时要及时封堵, 避免废浆。注浆用材料应满足技术要求, 水泥采用硅酸盐水泥, 强度等级不应低于 42.5MPa; 砂料采用中细砂为宜, 粒径不大于 2.5mm, 砂浆强度等级不应低于 20MPa; 浆液配制时所需速凝剂等添加剂需要按照规范要求添加, 各添加材料应满足配合比要求, 可预先通过试验确定配合比的合理性, 并交由监理工程师确认。

1.3 锚杆安装的质量检验

注浆完毕后, 进行安插锚杆工序。锚杆选用二级螺纹钢材料, 锚杆安装后需要静置 5d 以上, 其间不得拉拔、敲击锚杆, 以确保锚杆安装牢固。锚杆质量检验必须认真负责, 首先是对锚杆材料的质量检验, 认真检查生产厂家提供的质量合格证书, 按指示进行抽检, 检验锚杆材质和许用强度等。其次, 对钻孔质

量进行检验,严格检查钻孔定位、孔径、深度以及倾斜度等,并做好检验记录。最后,检查注浆质量以及锚杆安装质量,如注浆的饱满度、锚杆安装的长度等,确保锚杆安装过程中无任何质量问题。

2 石油工程施工时涉及的井下修井技术

2.1 井下落物打捞技术

坠物在石油生产中很常见,常用的打捞工具可以成功地将其打捞起来。但是,有些物品掉入井后打捞起来非常困难,必须依靠先进的打捞技术和工艺才能成功,通常要使用各种工具才能完成打捞作业。例如,在一口油井进行打捞作业时,需要将9cm的油管、12cm的出砂率和13cm的扶正器固定到位。以上物体体积、直径较大,抢救非常不方便,往往需要反复碾磨、倒立。因此,必须制定科学的计划。设计方案及实施情况如下:首先对鱼顶进行冲洗,借助地下液体压力释放产生的力,将鱼管放入井中,然后加压负荷达到200kN。同时,对输油管道进行加压;第二,在达到18MPa的极限后,压力不仅没有上升,反而突然下降。这时要立即关闭泵,提起钓鱼管;三是继续充注施工时,负荷将增加到200kN,并随着后续实际需求,持续承压;经过4次加压后,捕集器被解除,掉落的物体被成功找回。该方法具有成功率高、工艺简单、成本低等优点。

2.2 固体膨胀管辅助修井技术

该技术主要应用于管道中,在实际操作中,首先要明确管道修复的位置,然后以适当的方式将膨胀材料放入利用冷挤压引起的膨胀压力中,扩大膨胀管的内径,从而与受损管道内壁紧密贴合,达到管道堵塞的目的。另外,在实际操作中,选择特定的材料对套管内端进行密封,以保证管壁完全密封。目前,固体膨胀管辅助修井技术已广泛应用于井下修井作业中,具有操作简单、效果好、堵修快等优点。

2.3 套管堵漏修复技术

在采油过程中经常会遇到套管损坏、变形、断裂等现象,会影响采油的有序进行。此时,必须进行修井作业来修复套管。在实践中,可以将套管堵漏修复技术引入到整个套管修复过程中。该技术原理比较简单,适用于老油田,使用时主要起到辅助作用。同时,该技术可以有效解决套管损坏、变形等问题,为老油田的正常生产提供保障。

下面将对套管堵漏修复技术的实施进行详细的探讨:一是清理损坏的套管段,安排人员通过锥铣设备

对套管进行处理,并使用专业工具补杆,提高套管的稳健性。第二步,用专用设备对铣锥壁进行清洗,清除杂物。第三步,封隔器定位,将水泥注入套管,密封损坏区域,回收封隔器。该工艺操作简单,利用率高,使用效果好。

2.4 井筒完整性整治技术

在油井生产中后期,在井筒作业的影响下,井筒内水泥环的密封效果会越来越差,套管环空水泥强度逐渐降低,油井会出现层间矛盾、套管腐蚀等问题,影响油井的使用。因此,井筒完整性修复技术可用于井下修井作业,保证油井的正常生产。具体操作要点:在井筒、固井环空、地层孔隙中通过注入法挤压无机聚合物超细颗粒浆,再注入引发剂,引导化学反应,形成多种硅酸盐与单、多硅铝长链复合固结;激活剂还可以使部分污泥和产生的复合固体融合成胶结体,以恢复井的完整性,实现井下修井目标。

2.5 智能化修井技术

在先进科学技术的影响下,电子信息技术、智能技术与传统修井技术相结合,在时代潮流和现实需求下衍生出了智能修井技术体系,俗称智能修井技术。该技术的本质是对修井机进行升级。通过技术互补的应用,将修井机传统动力源替换为电带油动力方式,有效节约能源,为后续修井工作奠定基础。在此基础上,通过远程智能监测系统,实时测量和跟踪井口温度和井内实际情况,再借助网络技术将实时检测数据传输到控制平台,实现对井下修井作业的全面监督。另一方面,利用智能化技术可以提高井下修井作业机械的智能化水平。通过智能作业模式的开发,可以利用计算机准确判断井下故障,完成井下事故的智能维修,从而达到摆脱人工维修,提高井下修井智能化水平的目的。

2.6 新技术的井下测试

在评估油井产能时,新的试井技术可以有效地进行井下测试,并准确确定井下压力流量和井况。以降压试验技术为例,结合注水井地表压力值的变化,准确推导和采集压力条件及其对应的吸水指数,数据曲线和容量值具有相应的利用价值。而井下测试新技术可以为井下修井技术的使用提供依据,积极利用测试新技术,可以获得打捞、套管修复的相关数据,然后,在这些数据的参考基础上,可以合理制定、优化井下修井技术的实践施工方案,为井下作业修井技术在施工中的有效运用提供数据支持。

2.7 水力修井技术

流体动力修井技术的应用要求液压动力与井下工具的使用相结合,使钻井工具旋转,以达到井下修井的目的。同时,结合相关技术,可以消除上管柱摩擦力造成的不卡阻,防止扭矩力造成的损失。一般来说,在水平井和斜井修井施工中应用流体动力修井技术和配合技术可以缩短修井周期,提高修井效率。在实践中,当使用流体动力修井技术进行井下修井作业时,通常需要使用反向装置、反向打捞工具、油管管柱等。在此操作中,将锚握固定在套管内侧,然后对管柱施加适当的压力,使压力在开液后传递给液压马达,并反向操作,从而重复下管柱。最后,用壳体来接收反向扣产生的反力力矩。解除压力后,回收锚爪,打捞对象,完成井下修井任务。同时,将查询数据与常规工艺进行对比,在各个数据对比中,发现采用流体动力修井技术效果较好。

2.8 井下修井作业辅助技术

井下压裂施工技术:

2.8.1 分层压裂

在井下修井作业中,需要采用分段压裂技术来满足其他维护技术施加的压力要求,但该技术操作复杂且成本高昂。在分离分层压裂技术的作业中,主要是借助分离器进行施工。具体情况如下:一是单次分离分层压裂只适用于油井底部的压力压裂,主要应用于大中型油井。第二种是双分离器分段压裂,可应用于任何井段,适用于所有井型。滑套封隔器是国内应用最广泛的封隔器技术之一。作业时应将滑套封隔器套在压裂机的喷砂仪上,在压裂和内压达到极值后释放注水。通常用于大深度、多次压裂的大型油田。

2.8.2 限流分层压裂技术

如果待开井数较多,且各层压裂压力差异明显,则适合采用该技术。其工作原理是“通过施加压力,引导高速注射口的直径发生变化,使注射压力发生变化,使注射体积尽可能增大。”操作时,首先要使用小直径的射流导流器,增加井下压力,以限制超过井底压力后,向大直径的喷嘴喷射,对不同压力的油井进行分层喷油,借助压力油从裂缝中放出,不同冲击裂缝的储层厚度不同。水平井通常适用于限流压裂,可在每个层位施加不同的压力,形成纵向裂缝。从工艺流程上看,对高速喷射器的直径和密度要求严格,在实际应用中有局限性,不能满足大规模油井开采的需求,但在实际使用中经济效益较好。

3 石油化工建筑的通风空调节能措施

3.1 冷源节能

在石油化工生产发过程中需要冷却大量物料,目前空冷器是应用非常频繁的。空冷器直接朝着空气排放余热,其通风机也会消耗一定的电力。如果将冷却过程直接改成水冷,就会产生热水,然后将热水直接使用到溴化锂制冷机之中,其生产出来的 7~10℃ 的冷冻水就可以在中心控制室、中心化验室等多个区域使用,进而降低制冷的电力消耗。如,以某炼油化工一体化项目为例其生产装置能够提供的余热为 90℃ 的热水,通过溴化锂吸收式制冷机直接制取 7℃ 的冷冻水。如果按照空调制冷量 13970kW 来进行计算,就可以实现 4600kW 的电量节约,如果每一年需要运行 8 个月,那么空调节能就可以折合成为 10740t 标准煤,按照 0.6 元/度的电价来计算,可以节约 1590 万元。所以,通过这样的方式不仅可以减少能源的消耗,也可以促进空调系统运行费用的降低。至此,溴化锂吸收式制冷机和蒸汽压缩制冷机是一样的,都是基于吸收热量这一特性来满足要求,在有余热可以利用的场合是非常适用的。

3.2 中心控制室节能

针对石油化工厂的中心控制室,因为各个房间余热量的差异,对于新风量、温湿度的要求也存在一定的差异。针对配电室,可以考虑到具体的应用风冷冷风型空调机,并且实现会议室与办公室的单独划分。基于操作中心、机柜间,在设计参数方面是一样的,但是由于机柜之间的余热量偏大,所以需要将其划分两个空调系统。在运行暖通空调中,还会有余热存在,因此,实现暖回收装置的设计与应用就可以有效规避能源的浪费,同时在进一步提升暖风空调能源使用率,还能够满足节能降耗的基本需求。就目前实际情况来看,空调负荷达到 30% 以上属于新风负荷,在确保室内空气流通和清晰度之后,将部分空气直接排除到室外,这样的能量传递就是新风系统能源消耗。

综上所述,随着时代的发展和科学技术的进步,井下修井作业所涉及的修井技术呈现出多元化的发展趋势。因此,今后应根据石油工程的井下修井需要,合理引进和优化相关技术,以帮助提高井下修井作业水平和产油量。

参考文献:

- [1] 张安麒. 井下作业管理及修井技术的优化 [J]. 化学工程与装备, 2021(04):117-118.