

RTTS 安全接头脱手解卡技术

赵宇光

中国石油集团长城钻探工程有限公司测试公司 北京 100101

通讯作者:Email:zhaoyuguang@cnlc.cn

项目支持:中国石油集团长城钻探工程有限公司科技研究项目“海外复杂油气井测试工艺技术研究及应用”(GWDC201802-05)

引用:赵宇光. RTTS 安全接头脱手解卡技术 [J]. 油气井测试, 2019, 28(3): 21-25.

Cite: ZHAO Yuguang. Releasing stuck technology for RTTS safety joint [J]. Well Testing, 2019, 28(3): 21-25.

摘要 APR 测试施工过程中, 由于井筒质量、井下工具、施工工艺等因素造成管柱被卡, 尝试管柱整体解卡不成功时, 优选采取将 RTTS 封隔器以上的 RTTS 安全接头进行脱手解卡措施, 提出安全接头以上管柱, 使留在井筒内的管柱工具最少, 以便后续处理。结合工作原理和现场案例, 完善了 RTTS 安全接头脱手作业操作程序, 现场 2 口井按照此操作程序实现了 RTTS 安全接头脱手, 施工成功率 100%, 为同类 APR 测试管柱解卡作业提供了技术借鉴。

关键词 钻柱地层测试; RTTS 安全接头; 封隔器遇卡; 脱手; 解卡; 操作方法

中图分类号: TE353 **文献标识码**: B **DOI**: 10. 19680/j.cnki.1004-4388. 2019. 03.004

Releasing stuck technology for RTTS safety joint

ZHAO Yuguang

Testing Branch, CNPC Great Wall Drilling Corporation, Beijing 100101, China

Abstract: During APR testing, pipe string would be stuck because of wellbore quality, downhole tools, construction technology and other factors. When the attempt of releasing stuck of pipe string was unsuccessful, it was preferable to select the RTTS safety joint above RTTS packer for releasing stuck and put forward the pipe string above the safety joint, so as to minimize the string tools left in the wellbore for subsequent treatment. Combining with working principle and field case, the operation procedure of RTTS safety joint release operation was improved. According to this operation procedure, two wells in the field realized the release of RTTS safety joint, and the construction success rate was 100%. It provided technical reference for releasing stuck of APR test string.

Keywords: drill string test; RTTS safety joint; packer stuck; release; releasing stuck; operation method

在 APR 测试施工过程中^[1-2], 由于井筒质量、储层改造、井下工具、施工工艺等因素, 造成井下测试管柱被卡情况时有发生, 尤其是带 RTTS 封隔器的射孔-酸化-测试联作管柱发生卡埋情况更为突出, 且处理难度更大^[3-5]。射孔-酸化-测试联作管柱被卡的因素很多, 李志新^[6] 根据经验, 总结了测井遇卡原因, 对遇卡的预防和处理进行了分析, 施工中可加以借鉴。李会会等^[7] 通过对现场实例分析, 得出了试井作业遇阻卡原因预判法则和相应的防治措施体系, 可有效解决试井作业中的遇卡阻问题。总之, 由于井下状况的不可视性, 使卡钻原因的判定十分困难, 尤其遇卡因素相互叠加时, 更加难以判断^[8-9]。廖碧朝等^[10] 针对高温、高压、含硫、超深井的特点, 分析管柱脱落原因和打捞难点及风

险, 采用一系列打捞技术, 形成了科学有效的打捞方法, 顺利完成了打捞任务。在解决管柱遇卡问题时, 首先要判断卡点位置及遇卡类型。卡钻主要包括砂卡、蜡卡、落物卡、井下工具卡、胶筒卡、套管损坏卡阻、钻具弯曲或工具损坏卡钻、水泥凝固埋住管柱、化学堵剂凝固卡阻等。其次, 根据遇卡类型, 制定合理的解卡方案^[11-12]。解卡操作包括活动管柱法、震击解卡法、憋压解卡、悬吊解卡、冲管解卡、倒扣法、切割法和套铣法等方法^[13-14]。由于井况的复杂性和不可见性, 不能直接考虑切割法; 倒扣法准确度较低, 操作很难控制, 有时还可能将井下工具或管柱倒散, 处理难度加大。邵想全等^[15] 提出当解封 RTTS 封隔器遇卡时, 须采用正确的程序步骤, 耐心进行解卡操作。要利用

RTTS 封隔器原理解卡操作^[16-17],考虑尝试取出井下 APR 测试工具中 RTTS 封隔器以上管柱,在不能将整体管柱解卡的情况下,采取 RTTS 安全接头脱手解卡作业是非常有效的方式,提出 RTTS 安全接头花键外筒以上管柱,为下一步解卡打捞做好准备。因此,要首先了解 RTTS 安全接头工具结构、原理、技术参数等^[18-19],优化完善 RTTS 安全接头脱手作业操作程序,为后续 APR 测试管柱解卡作业提供借鉴。

1 RTTS 安全接头

对 RTTS 安全接头的技术参数、结构特点及原理进行研究,结合生产实际,整理和完善 RTTS 安全接头脱手作业操作程序。

1.1 RTTS 安全接头的作用

RTTS 安全接头是一种用于井下 APR 管柱地层测试中的安全工具。它连接于封隔器的上端,当封隔器或封隔器以下管柱被卡住时,RTTS 安全接头是一个紧急丢手工具,在管柱被卡时,上提管柱拉断张力套,上提下放管柱并增加适当的扭矩,安全接头脱手。现场作业操作证明,RTTS 安全接头的设计使得使用者操作起来比较困难。

1.2 结构及原理

RTTS 安全接头脱手作业前,要熟悉 RTTS 安全接头结构及原理,便于脱手作业及后续尾管打捞工作。

1.2.1 结构特点

RTTS 安全接头由上接头、心轴、反扣螺母、外筒、“O”型圈、短节、张力套和下接头组成,其结构如图 1 所示。

1.2.2 工作原理

RTTS 安全接头可连接在 RTTS 循环阀上面,也可使用于 RTTS 循环阀和 RTTS 封隔器之间。目前,常规作业较少使用 RTTS 循环阀,而是使用液压循环阀。

RTTS 安全接头内的心轴都用一个张力套固定着不能运动,防止安全接头过早松开。当出现卡钻事故需松脱安全接头时,首先要拉断张力套,当上提管柱已经拉断张力套之后,在管柱上保持向右扭矩,并同时上下操作管柱,使安全接头脱手。

φ244.48 mm 安全接头每松螺纹一圈需上下运动 3 个行程,其它三个规格的安全接头需要两个行程。φ127 mm、φ139.7 mm、φ177.8 mm 和 φ244.48 mm 安

全接头松开均需要转动 10 圈。即 φ127 mm、φ139.7 mm、φ177.8 mm 安全接头上下需要 20 个行程,φ244.48 mm 安全接头上下需要 30 个行程。

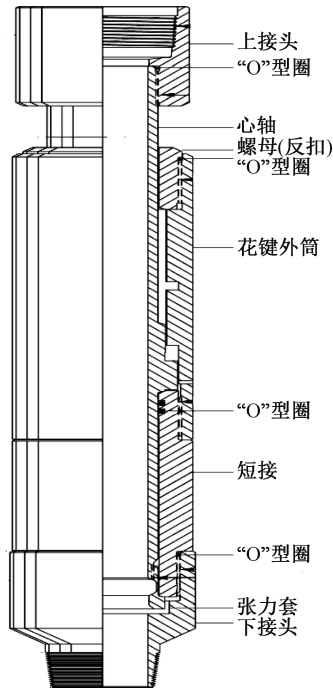


图 1 RTTS 安全接头结构示意图
Fig.1 Structure diagram of RTTS safety joint

1.3 技术参数

根据不同规格 RTTS 封隔器的选择和 RTTS 安全接头以下管柱的重量,选择相应 RTTS 安全接头。各 RTTS 安全接头技术参数见表 1。

表 1 RTTS 安全接头技术参数
Table 1 Technical parameters of RTTS safety joints

外径/ mm	内径/ mm	长度/ mm	行程/ mm	张力套拉 断力*/lb
93.5	48.3	978.0	175.8	20 000
103.1	50.8	990.7	177.9	20 000
				25 000
123.7	62.0	1 006.7	177.8	20 000
				25 000
155.4	79.2	1 083.8	177.9	40 000

* 根据张力套磅级选择(管柱设计中,张力套选择取决于管柱重量及上提能力)。

2 RTTS 安全接头脱手作业操作

整理和完善 RTTS 安全接头脱手作业操作程序,梳理脱手作业注意事项,便于 RTTS 安全接头脱手解卡作业的现场应用顺利开展。

2.1 脱手作业操作步骤

以目前作业最常用的 177.8 mm RTTS 安全接

头为例,加以说明。

(1)RTTS 安全接头通过位于芯轴底部的张力套保持原有状态来防止过早解封,可根据工具尺寸及管串结构优选张力套磅级,177.8 mm RTTS 安全接头选择 11.34 t 张力套。

(2)使用指重表测悬重,设置在工作管串自由点一读数,自由点指重读数被定义为坐封于封隔器以上无悬重,RTTS 安全接头拉断张力套上下行程为 17.8 cm,自由点的判断要将液压循环阀、震击器及管柱压缩距考虑进去。

(3)上提直到重力指示读数大于管串自由点读数。重复这个步骤数次,以确定该点,在转盘平面上钻杆设置标记点二。

(4)缓慢松开管串到自由点一。

(5)缓慢下放管串直到指重表失重。重复几次该步骤以确定失重点,在转盘平面钻杆设置标记点三。

(6)回拉管串到自由点一,标记在钻杆上的三个点将作为从脱手螺母上左旋脱手的参考点。

(7)调节卡瓦和适用随着设置在封隔器(例如 127 mm 钻杆和直井)上的转盘顺时针旋转管柱相同圈数(304.8 m 旋转 3 圈)在钻杆上设置夹具保持扭矩旋转连接使卡瓦移动,继续上提直到出现转盘上的标记点二,必须按照下面所描述的能允许钻杆在夹具自由活动。

(8)缓慢下放管串直到标记点三与转盘水平。

(9)活动管串数次,保持扭矩,从第三点到第二点直到夹具向右旋转变慢,管串活动在参考点时观察指重表读数降低到自由点以下。

(10)重复 9 次直到安全接头脱手,脱手时参考点标记将在转盘关系曲线上开始平滑上移。

2.2 脱手作业注意事项

(1)正确的维护和重新组装安全接头脱手螺母是脱手作业关键。由于安全接头很少用于脱手作业操作,在保养过程很容易不对脱手螺母重新安装,长时间作业后很难实现脱手作业。

(2)脱手螺母只能用手上到花键外筒的台阶面,在安装心轴前要后转 1/2 圈,安装螺母坚决不能使用管钳。

(3)当 RTTS 安全接头运用在油管传输射孔测试联作,计算 RTTS 安全接头之下油管重量,RTTS 安全接头之下油管重量不能超过张力套额定值的 30%。如果张力套磅级选择不当导致张力套提前拉

断,可能会出现封隔器坐封位置不准确。

(4)张力套安装完毕时不能进行地面压力测试,张力套拆卸完毕后才能试压,张力套装配后要进行二次试压。

(5)安全接头脱手作业会受到一些相关因素的影响,安全接头脱手需要其以上管柱能满足上下活动换位。

(6)自由点及换位脱手参考点的判断非常重要,一定要经过多次认真操作,井筒内的复杂因素会影响判断,要考虑井筒流体、浮力等对管柱重量的影响。

(7)脱手作业前要确认指重表准确灵敏,避免影响判断。

(8)转盘保持顺时针旋转扭矩前,要对方钻杆卡瓦或方补心仔细检查并保养,确认方钻杆可上下活动,将卡瓦或方补心进行固定,防止上提时带扭矩的卡瓦或方补心飞出伤人。

(9)在脱手作业时一定努力避免上提和下方吨位过载影响安全接头操作。

3 现场应用

土库曼斯坦 XX-22 井是一口探井,第二层射孔井段 3 278.0~3 380.0 m,APR 射孔测试工具下井,接油管挂及双公短节,称悬重 55 t 正转管柱 10 圈,加压 16 t 坐封隔封隔器,压缩距 1.1 m。采取射孔-APR 测试-酸化一体化管柱^[20-21],管柱结构如图 2 所示。

XX-22 井第二层测试结束后,环空加压 23.05 MPa,RDS 循环阀打开,油套压压力稳压,循环压井。上提 45~72 t 解封未果(安全接头以上管柱在泥浆中悬重 45 t),间断多次上提下放活动钻具,上提悬重 32~85 t,快速上提指重表指针由 50 t 快速晃动至 70 t,震击器发生震击作用,震击解封未果。正转 5~20 圈,多次上提下放钻具悬重 38~85 t 解封未果。

该测试油管作业井次过多,油管老化,新旧不一,且上提悬重已接近油管的屈服强度,不能继续加大上提吨位等作业。决定采取 RTTS 安全接头脱手,脱手后下钻杆打捞的措施。RTTS 安全接头脱手操作步骤如下:

(1)测悬重。通过多次上提下放来测量悬重,考虑泥浆中管柱所受的浮力和阻力,要测出大概的摩阻值,首先确定管柱的自由行程,确定后管柱停

在自由点处测得管柱自由悬重 45 t 并做好标记。

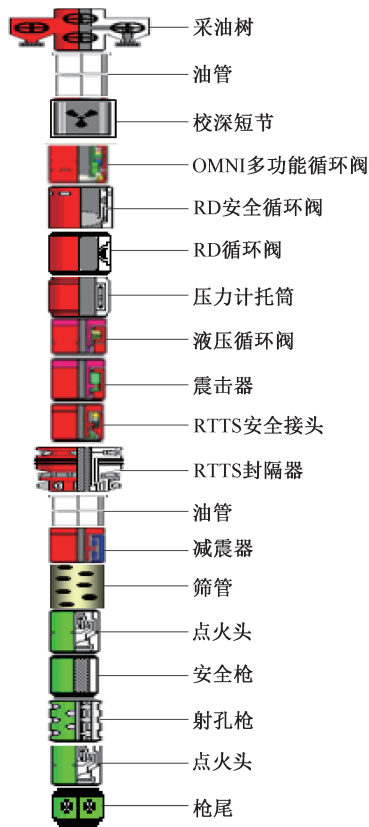


图2 APR测试管柱结构示意图

Fig.2 Structure diagram of APR test string

(2)上提管柱时悬重约为 50 t,下放管柱时悬重约为 40 t,测得摩擦阻力 5 t。并对在上提下放过程中超过和低于悬重的位置两点进行标记参考。

(3)在管柱上端连接方钻杆,利用转盘提供扭矩。

(4)转盘顺时针旋转 4 圈,慢慢松开转盘,转盘倒转 3/4 圈,顺时针旋转钻盘 5 圈,锁紧转盘并在转盘与钻台面做好标记。

(5)保持扭矩上提至 55 t(管柱在泥浆中的磨阻较大,上提时吨位增长变化不明细,可根据工况适当过提)。

(6)保持扭矩下放,在自由悬重处等待 20 s,继续下放,在下放管柱至悬重 39 t 时钻台发生震动,悬重表指针摆动,下放至 38 t 悬重,等待 20 s。

(7)保持扭矩上提至 50 t 悬重时,再次发生钻台震动,悬重表指针摆动,上提至 55 t 悬重,等待 20 s。

(8)下放管柱 39 t 悬重时继续发生此现象,判断安全接头反扣螺母正在倒扣,等待 20 s。

(9)上提至 45 t 悬重,加 1 圈扭矩;继续保持扭矩上提下放此操作,在上提下放 4 个上提下放行程

后,慢慢松开转盘,钻杆随转盘反转 3~4 圈。

(10)随后顺时针旋转转盘 5 圈,测试管柱保持扭矩上提下放 38~55 t 悬重,重复上述操作上提下放 4 个行程。

(11)上提至 45 t 悬重,慢慢松开转盘,钻具随转盘反转 3 圈,正转转盘圈数(管柱)与安全接头反扣螺丝倒全书加松开转盘反转圈数之和相等。

(12)继续重复上述操作,管柱在第 19 次上下行程结束后,保持扭矩上提管柱至 50 t 时,指重表显示管柱悬重由 50 t 下降至 45 t,RTTS 安全接头脱手解卡成功。

(13)测试管柱起出井口,检查电子压力计数据完好。

(14)下反扣钻杆+H 安全接头+公锥,对落鱼进行打捞。打捞出井内全部工具(H 安全接头+公锥+RTTS 安全接头下部+封隔器+变扣接头+油管+减震器+筛管+射孔枪管串)。

4 结论

(1)利用 RTTS 安全接头脱手解卡技术完成了 2 井次的管柱解卡作业。此种测试工艺的实施,方便后续对落鱼进行有效地打捞,避免了卡钻时间过长泥浆沉淀等风险,节约了作业时间和作业成本,为同类 APR 测试管柱解卡作业提供支撑作用。

(2)RTTS 安全接头脱手解卡作业技术适用于在一系列解卡操作仍不能将整体管柱解卡的情况下实施。

致谢:感谢中国石油集团长城钻探工程有限公司测试公司同意本文公开发表。

参考文献

- [1] 李加明. 复合射孔与 APR 测试工具联作技术的应用[J]. 油气井测试, 2012, 21(6): 36-37.
LI Jiaming. Application of combined technology of composite perforation and APR testing tool [J]. Well Testing, 2012, 21(6): 36-37.
- [2] 王立军, 王静波, 胡光, 等. 长深 D 平 1 井中途测试工艺研究与实践[J]. 油气井测试, 2009, 18(2): 42-43.
WANG Lijun, WANG Jingbo, HU Guang, et al. Study and practice of technology of drill stem test in well Changshen-D-Ping 1 [J]. Well Testing, 2009, 18(2): 42-43.
- [3] 纪元磊. 低渗透难动用储块 L567-X2 井井塌故障处理与分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(20): 90-91.
JI Yuanlei. Fault Treatment and analysis of well collapse in

- Well 1567-x2 of low permeability reservoir block [J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2018,38(20):90-91.
- [4] 张利国. 页岩气井试气施工常见事故处理及预防[J]. 江汉石油职工大学学报, 2016,29(3):48-50.
ZHANG Ligu. Treatment and prevention of frequent accidents in gas testing in shale gas wells [J]. Journal of Jianghan Petroleum University of Staff and Workers, 2016, 29(3):48-50.
- [5] 钟宝库, 胡忠太, 简家斌, 等. 连续油管技术在管柱变形井中测试应用[J]. 油气井测试, 2018,27(3):40-45.
ZHONG Baoku, HU Zhongtai, JIAN Jiabin, et al. Testing application of coiled tubing technology in well with string deformed [J]. Well Testing, 2018,27(3):40-45.
- [6] 李志新. 测井工程遇卡原因分析与处理[J]. 地球物理测井, 1989,13(5):60-61.
LI Zhixin. Analysis and solution of sticking logging tools during logging operation [J]. Geophysical Well Logging, 1989,13(5):60-61.
- [7] 李会会, 周生福, 刘练, 等. 塔河油田试井作业遇阻卡原因及防治措施[J]. 油气井测试, 2018,27(5):66-72.
LI Huihui, ZHOU Shengfu, LIU Lian, et al. Causes and prevention measures on blocking and sticking of the well testing operation in Tahe oilfield [J]. Well Testing, 2018, 27(5):66-72.
- [8] 李元斌, 单锋, 庞景民, 等. 轮古××井水力喷砂酸压管柱砂卡原因分析[J]. 油气井测试, 2013,22(4):47-49.
LI Yuanbin, SHAN Feng, PANG Jingmin, et al. Analysis of sand stuck at Lungu ×× Well of acid fracturing string for hydraulic sandblasting [J]. Well Testing, 2013,22(4):47-49.
- [9] 张明. 井下钢丝试井作业过程中遇阻遇卡判断的全新理念[J]. 油气井测试, 2015,24(5):64-65.
ZHANG Ming. New ideas to judge the stuck or blocked of down hole steel wire in the process of well testing operation [J]. Well Testing, 2015,24(5):64-65.
- [10] 廖碧朝, 宋居濮, 刘永宏, 等. 元坝 27 井超深井管柱打捞解卡技术实践与认识[J]. 油气井测试, 2013, 22(4):65-67.
LIAO Bichao, SONG Jupu, LIU Yonghong, et al. Practice and understanding of fishing and unfreezing technology for testing string at Yuanba27 super deep well [J]. Well Testing, 2013,22(4):65-67.
- [11] 高旭升. 典型试油井下事故处理[J]. 油气井测试, 2015,24(6):49-51,54.
GAO Xusheng. Typical down hole accident treatment of oil test [J]. Well Testing, 2015,24(6):49-51,54.
- [12] 张成江. 可控式套铣打捞一体化工具研制与应用[J]. 油气井测试, 2013,22(2):42-44.
ZHANG Chengjiang. Research and development of a controllable integrated tool for wash-over and fishing [J]. Well Testing, 2013,22(2):42-44.
- [13] 张伟, 何玉斌, 白田增, 等. 氮气气举负压解卡工艺技术现场应用[J]. 油气井测试, 2014,23(2):56-57.
ZHANG Wei, HE Yubin, BAI Tianzeng, et al. Field application of negative pressure unstuck technology by nitrogen gas lift [J]. Well Testing, 2014,23(2):56-57.
- [14] 唐勇, 刘练, 王志敏. 塔河油田深井试井工具串解卡方法[J]. 油气井测试, 2012,21(2):44-45.
TANG Yong, LIU Lian, WANG Zhimin. Stuck release method for well testing tool string in deep well of Tahe Oilfield [J]. Well Testing, 2012,21(2):44-45.
- [15] 邵想全, 莫尚贤, 陈忠, 等. RTTS 封隔器解卡方法探讨[J]. 油气井测试, 2008,17(5):50-51,53.
SHAO Xiangquan, MO Shangxian, CHEN Zhong, et al. Approach about RTTS packer with stuck freeing [J]. Well Testing, 2008,17(5):50-51,53.
- [16] 张兴华, 周新宇, 杨子, 等. APR 测试工艺在压裂测试井中的技术创新[J]. 油气井测试, 2018, 27(5):13-18.
ZHANG Xinghua, ZHOU Xinyu, YANG Zi, et al. Technical innovation of APR testing technology in fracturing test wells [J]. Well Testing, 2018,27(5):13-18.
- [17] 周立果, 郭旗, 魏芳. 高压气井进行 APR 测试工具串的优选[J]. 油气井测试, 2002,11(2):50,52.
ZHOU Ligu, GUO Qi, WEI Fang. APR test tool string optimizing used in high pressure gas well [J]. Well Testing, 2002,11(2):50,52.
- [18] 王立军. RTTS 封隔器胶筒问题浅析[J]. 油气井测试, 2010,19(1):54-55,58.
WANG Lijun. Analysis of problems about rubber element of RTTS packer [J]. Well Testing, 2010,19(1):54-55,58.
- [19] 于铁峰. RTTS 封隔器坐封自由行程的认识[J]. 油气井测试, 2012,21(2):56-57.
YU Tiefeng. Awareness for free stroke of RTTS packer setting [J]. Well Testing, 2012,21(2):56-57.

编辑 刘述忍

第一作者简介:赵宇光,男,1986 年出生,工程师,2008 年毕业于大庆石油学院石油工程专业,现主要从事油气井试油测试及完井技术工作。电话:010-59286531,15001333277; Email:zhaoyuguang@cnlc.cn。通信地址:北京市朝阳区安立路 101 名人大厦 1711 室,邮政编码:100101。