

◀ 新产品开发 ▶

复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器研制与应用^{*}郭建国^{**}

(辽河石油勘探局工程技术研究院)

摘要 复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器由坐封系统(包括楔形套筒、储能弹簧、楔形套筒销钉、液压套筒活塞、空心销钉、卡瓦片等)、悬挂系统(包括内筒、外筒、承重球)、钻杆胶塞、碰压胶塞及胶塞座等组成。这种悬挂器采用液压剪销坐挂、自动脱挂,单向卡瓦支撑,双胶塞碰压顶替的工作方式,能有效解决深井、大斜度井尾管固井坐挂难、倒扣难和留水泥塞等技术难题。15口井的现场应用表明,采用这种悬挂器可提高固井质量,节省钻井完井时间和成本,杜绝井下钻具事故。

关键词 尾管固井 悬挂器 结构特点 施工工艺 应用

引 言

尾管固井比常规结构套管固井经济效益显著,在全国各油田得到了广泛应用。目前国内使用的各种悬挂器的结构尚存在一定的问题^[1],尤其是深井、大斜度井尾管固井坐挂难、倒扣难、留水泥塞等问题,成为尾管完井工艺的瓶颈,辽河油田每年都有少则几口井,多则十多口井的严重尾管施工事故,造成巨大经济损失。为此,笔者针对现有尾管悬挂器使用的实际情况开展了课题研究,开发出一种液压自动脱挂尾管悬挂器。该悬挂器可适用不同井深、不同井况的油、气、水井,特别是深井、大斜度井(包括水平井、侧钻水平井、分枝井等)的尾管悬挂固井工艺。

技 术 分 析

1. 结构

复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器采用液压剪销坐挂,自动脱挂,单向卡瓦支撑,双胶塞碰压顶替的工作方式,其结构如图1所示。其中坐封系统由楔形

套筒、储能弹簧、楔形套筒销钉、液压套筒活塞及空心销钉等组成。在装配时,将弹簧压缩,由销钉将楔形套筒固定在外筒上,空心销钉将内外筒之间的通道封死,防止液压传入。悬挂系统由内筒、外筒和承重球3部分组成,外筒下端接头为标准API套管圆螺纹,内筒上端接箍为API钻杆螺纹。内筒与外筒之间靠数个钢球联接,每个钢球靠外筒一侧,由一蝶簧及丝堵锁定,靠内筒的一侧由一挡片固定。挡片与胶塞座相抵,胶塞座由销钉与内筒锁定;胶塞包括碰压胶塞和钻杆胶塞,钻杆胶塞(如图2)的顶部金属头带有止退结构,碰压胶塞座有锁紧装置,当钻杆胶塞插入碰压胶塞座后,与座套锁紧,防止钻杆胶塞在液流的作用下与胶塞座分离。

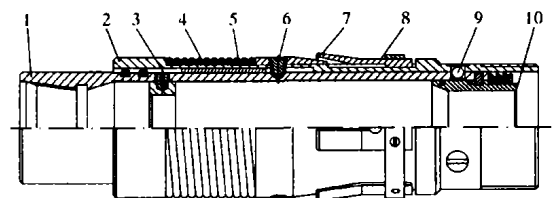


图1 复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器结构示意图
1—内筒;2—外筒;3—空心销钉;4—储能弹簧;5—液压套筒活塞;6—楔形套筒销钉;7—楔形套筒;8—卡瓦片;9—承重球;10—碰压胶塞

* 本文为辽河石油勘探局重点科研项目“油气井大修侧钻技术研究”的研究成果。

** 郭建国,工程师,生于1971年,1994年毕业于江汉石油学院钻井工程专业,2002年毕业于江汉石油学院油气田开发工程专业,获硕士学位,现从事钻井完井技术及油井工程研究工作。地址:(124010)辽宁省盘锦市。电话:(0427)7822009。E-mail:gjg2003@tom.com。

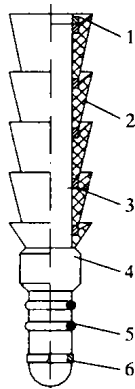


图2 钻杆胶塞结构示意图
1—螺母；2—皮碗；3—调整环；
4—开孔弹；5—密封圈；6—止退环

2. 工作原理

油田现有胶塞碰压液压脱挂悬挂器，靠液压活塞作用推动锥体下移实现坐封，胶塞碰压剪断内外筒之间的联接销钉完成脱挂^[1]，与笔者所介绍的悬挂器坐封、脱挂原理不同。

(1) 坐封 当套管下至坐封位置后注水泥，投入钻杆胶塞，泵入替液顶替，当钻杆胶塞经过空心销钉处时，憋压3~5 MPa将空心销钉剪断。钻杆胶塞继续下行，坐在碰压胶塞座上，憋压，压力由空心销钉孔道传入套筒活塞，使套筒活塞下行，继续憋压，剪断楔形套筒的联接销钉。此时，楔形套筒在弹簧的储能作用下，向下冲击，撑起悬挂器的卡瓦片，使悬挂器坐封，下放钻杆，使悬挂器坐牢。

(2) 脱挂 当钻杆胶塞到达碰压胶塞座后，憋压，剪断销钉，碰压胶塞座下行脱落，内筒与外筒赖以联接的承重球的挡片也随之脱落，在蝶簧的作用下，承重球向内脱落，完成脱挂。

(3) 碰压胶塞刮套管内壁及碰压 钻杆胶塞在顶替液作用下下行，刮掉钻杆内壁水泥，到达碰压胶塞座后，在顶替液作用下下行，刮尽套管内壁水泥浆，直至阻流板处，碰压，注水泥施工完毕。

(4) 冲洗喇叭口（外筒顶部）处水泥浆 在顶替结束后，憋压上提钻具，悬挂器内筒从外筒中提出，当空心销钉提出后，液流射出，冲洗喇叭口处水泥浆，压力迅速降低，再上提循环，替出多余水泥浆。

(5) 保险销孔 为了保证能够顺利脱挂，防止钻杆被固死等恶性事故，在悬挂器碰压胶塞座位置以下设计了保险销孔，当压力达到限定压力28~30 MPa时，保险销孔打开，使替流在悬挂器处形成短路循环，以保证钻杆胶塞能够到达座套位置，保证尾管可靠坐封及安全脱挂。

3. 主要技术参数

复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器的主要技术参数见表1。

表1 悬挂器主要技术参数

项 目	YXG—4	YXG—5	YXG—7
工具长度/m	2.0	1.8	1.5
刚体最大外径/mm	112	148	197
最小内径/mm	85	100	160
工作温度/℃	93~332	93~332	93~332
剪销压力/MPa	3~5	3~5	3~5
坐封压力/MPa	9~11	9~11	9~11
脱挂压力/MPa	15~25	15~25	15~25
最大工作压力/MPa	28~30	28~30	28~30
最大拉力/kN	450	600	750
最大扭矩/(kN·m)	3 500	3 650	4 000
适用管径/(mm×mm)	139.7×101.6	177.8×127	244.5×177.8

4. 技术创新及优点

(1) 在下套管过程中，施工不受限制，不需要锁定转盘，不限定上提下放高度，允许开泵循环，能较好满足各种复杂井深的需要。

(2) 采取胶塞碰压坐封及脱挂，不受井斜影响，不需用转盘倒扣，适合深井、大斜度井的完井施工，解决了尾管施工找中和点难、倒扣难和坐封难的问题。

(3) 坐封位置可任意选定，不受限制，悬挂器采用储能弹簧带动楔形套筒，靠下行冲击力撑开卡瓦片进行坐封，安全可靠。

(4) 双胶塞配合使用，能刮尽钻杆及套管内壁的水泥浆，到达阻流环处碰压，不留水泥塞，且不需要严格计算替量，避免了因计量不准，造成环空水泥浆替空，或尾管内留有太多的水泥塞等完井复杂情况。

(5) 保险销孔能有效防止在井下出现井塌、缩径或悬挂器循环流道堵死等异常情况时，顶替胶塞憋高压致使钻杆胶塞不能到达悬挂器处，造成脱挂失效等恶性事故。

(6) 大通径、无台肩，为后续油井开采维护作业提供了便利。

施 工 工 艺

1. 应用管柱模式

(1) 套管完井 引鞋+阻流板+短套管+套管+悬挂器+钻具。

(2) 筛管完井 引鞋 + 筛管 + 水泥伞 (管外封/皮碗) + 阻流板 + 旋流器 + 循环短节 + 盲管 + 悬挂器 + 钻具

2. 悬挂器使用要求

(1) 卡瓦片的外径应小于楔形套筒锥体的最大直径 2 mm 以上。

(2) 所有螺丝应无松动, 内部销钉完好无损, 严禁使用任何物体对悬挂器进行通径。

(3) 钻杆必须做通径处理, 使内壁清洁, 保证小胶塞能够顺利通过。

(4) 中途循环时, 悬挂器内外压差不得超过 22 MPa, 以免提前坐挂。

3. 施工要点^[2]

(1) 按照设计联接好尾管串, 要求留 3 ~ 5 m 沉砂口袋, 碰压阻流环距套管鞋 10 m。

(2) 在尾管下入过程中, 下钻速度要控制在 0.5 m/s 内, 为防止尾管遇卡, 允许适度上提、下放及旋转活动套管。

(3) 尾管下完后, 小排量开泵循环, 逐渐增加至设计排量, 注入排量应不大于钻井液循环的最大排量, 以保证井下施工安全。

(4) 替钻井液要计量, 注意井口泵压变化, 钻杆胶塞到达碰压胶塞, 泵压剧增 10 ~ 13 MPa, 继续泵替, 剪断碰压胶塞销钉, 泵压会突然下降, 并恢复正常泵压, 观察指重表, 下放钻柱加钻压 100 kN, 使悬挂器坐封。

(5) 复合胶塞下行, 到阻流环处二次碰压, 完成替液作业, 确定碰压后, 憋压至 15 MPa, 慢慢上提小钻杆, 悬重应为钻杆总悬重, 同时循环冲洗喇叭口, 防止留水泥塞或出现混浆。

现场应用

复合胶塞液压自动脱挂悬挂器现场施工共 15 口井 (见表 2), 最深的井达到 3 895 m, 在这 15 口井中有 14 口井实现了固井施工一次成功。注水泥、替钻井液、剪销坐挂、剪销脱挂、碰压、冲洗喇叭口、测声幅一次到底, 固井质量全部合格, 固井合格率达到 100%, 优质率达 67%, 累计节约钻井时间 22 d, 每口井可创经济效益 6.75 万元, 取

得了较好的经济效益。从安全的角度来看, 由于不钻水泥塞、不倒扣, 避免了井下钻井事故的发生。从使用效果来看, 该工艺施工过程简单, 悬挂器强度较高, 允许上下大幅度地活动套管, 也可以旋转套管, 具有较好的随意性, 有进一步推广应用的价值。

表 2 现场应用情况统计

井号	尾管下深/m	尾管长度/m	脱挂压力/MPa	碰压压力/MPa	注水泥量/m ³	固井质量
哈 19-23	2 267	233.99	15	12	5	合格
杜古 81	2 538	469.03	15	20	7.5	优良
杜古 82	2 465	388.45	30	20	7.5	优良
双 208	3 895	585.81	30	15	10	合格
安 20-35	2 997	488.64	20	15	8	优良
胜 28-010	3 025	618.32	12	15	9.5	优良

结 论

(1) 应用复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器实现了液压坐封、自动脱挂、双胶塞碰压的连续施工, 其最大优点是不用倒扣而自动脱挂, 极好地解决了深井、大斜度井倒扣难的问题; 基本能够实现大幅度地上提、下放、旋转套管, 不但增强了处理井下复杂情况的能力, 而且有利于循环钻井液, 冲洗井眼, 提高固井质量。

(2) 双胶塞碰压不钻水泥塞, 保证了套管外水泥环的强度, 节省了钻井完井时间和钻水泥塞的成本, 杜绝了因钻水泥塞而发生井下钻具事故。

(3) 复合胶塞液压自动脱挂尾管悬挂器结构合理, 操作简便, 克服了现有机轨道式悬挂器及投球液压脱挂式悬挂器存在的缺点, 大量地面试验及 15 口井现场应用表明, 该工具能满足施工技术要求, 具有较好的应用前景。

参 考 文 献

- 1 高彦尊, 蔡俊林, 袁进平等. 随位自动脱挂尾管悬挂器的研究与应用. 石油机械, 1999, 27 (8): 27 ~ 28, 38
- 2 徐 峰, 张守钦, 张晓燕. 如何提高深井、超深井尾管固井质量. 钻采工艺, 2000, 23 (3): 96 ~ 97

(本文编辑 李学富)