

水平井修井技术

王丽梅 ©主编



石油工业出版社

内 容 提 要

辽河油田在水平井开采作业中积累了大量的经验,在水平井冲砂、套管修理、筛管打捞等方面探索出一些先进的技术,同时在水平井堵水、水平井压裂、水平井射孔及测试技术方面取得了丰硕成果。本书在总结辽河油田水平井修井工艺的同时,也采纳了其他油田在水平井作业方面的宝贵经验。

本书可作为修井技术人员和操作人员培训教材,也可作为高等职业技术学院修井专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

水平井修井技术/王丽梅主编.

北京:石油工业出版社,2012.5

ISBN 978-7-5021-8990-7

I. 水…

II. 王…

III. 水平井—修井

IV. TE243

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 049896 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523574 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京晨旭印刷厂

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 14.5

字数: 256 千字

定价: 36.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《水平井修井技术》编委会

主 任：王正东

副 主 任：崔凯华 索长生

委 员：孙厚利 苗崇良 王明国 张志宝

主 编：王丽梅

主 审：关 仲 武兴汉

编写人员：罗小刚 孙晓明 李明云 张玉蝶

赵 威 王志付

前 言

水平井采油是目前辽河油田应对断块构造、增加有效泄油面积、提高采收率的重要措施之一，成为辽河油田稳产所倚重的接替技术。随着大量水平井的钻探，水平井的修井工艺和工具的发展成为油田稳产高产的技术保障。

辽河油田在水平井的修井作业中积累了大量的工艺技术，研发了适用于水平井、分支井的修井工具。在水平井冲砂打捞、水平井套管修理、更换套管技术、筛管打捞、水平井堵水、水平井压裂、水平井测试及射孔工艺技术、利用连续油管进行多分支井修井、分支井导向机构的研发、多分支井酸化、多分支井洗井、多分支井冲砂等方面取得了大量的宝贵经验。本书在总结辽河油田水平井修井工艺的同时，也采纳了其他油田在水平井作业方面的宝贵经验，在此表示感谢！

为了适应油田企业的发展需要，有必要编写一本适用于高职高专、现场基层技术人员及操作人员的有关水平井的教材。本教材的编写宗旨是来源于现场，服务于现场，理论与实际密切结合，培养适用于油田企业发展的技能型人才。本书可作为修井技术人员和操作人员培训教材，也可作为高职修井专业教材。

本书由辽河石油职业技术学院组织编写，由王丽梅主编。第一章由孙晓明编写；第二章由罗小刚编写；第三章、第五章由王丽梅编写；第四章由王丽梅、罗小刚编写；第六章由李明云编写；第七章由王丽梅、张玉蝶编写；第八章由罗小刚、赵威、王志付编写。由辽河油田公司钻采工艺研究院关仲、武兴汉主审。

水平井修井工艺技术还处于探索阶段，由于缺少经验，不当之处在所难免，希望各位专家和读者批评指正。

编 者

2011 年 9 月

目 录

第一章 水平井修井地面设备	1
第一节 修井机.....	1
第二节 循环系统设备	22
第三节 修井辅助设备	28
第二章 水平井完井及测井工艺	36
第一节 水平井完井方式	37
第二节 射孔完井技术	43
第三节 筛管完井技术	48
第四节 水平井射孔工艺	54
第五节 水平井测井	65
第三章 水平井防砂及冲砂技术	83
第一节 水平井防砂技术	83
第二节 水平井冲砂技术	93
第三节 防砂冲砂施工实例.....	105
第四章 水平井套管修理	110
第一节 水平井取换套技术.....	111
第二节 水平井套管衬贴技术.....	124
第三节 套管修理及衬贴施工实例.....	132
第五章 水平井分段作业技术	141
第一节 水平井分段作业要求.....	141
第二节 水平井卡封工艺技术.....	145
第三节 水平井热采注汽工艺技术.....	150
第四节 施工实例.....	157
第六章 水平井分段压裂及酸化控制技术	162
第一节 水平井分段压裂技术.....	162
第二节 水平井分段酸化施工技术.....	168
第三节 压裂酸化施工实例.....	171

第七章 水平井打捞工艺技术	175
第一节 井下落物打捞技术.....	175
第一节 井下磨铣技术.....	181
第三节 水平井筛管打捞技术.....	188
第四节 打捞施工实例.....	193
第八章 分支井作业技术	201
第一节 概述	201
第二节 连续油管分支井作业技术.....	209
第三节 分支井洗井冲砂.....	216
第四节 分支井导向机构.....	218
参考文献	223



第一章 水平井修井地面设备

水平井修井地面设备是一套综合机组,是用来完成油田开发各项水平井修井作业的专用机械,是完成水平井起下管柱、抽汲提捞等施工的主要设备。在进行水平井井下作业几大技术中,每一项施工都离不开水平井修井地面设备的使用。本章主要阐述修井机、循环系统设备和修井辅助设备的组成和主要技术参数,以便根据水平井井下作业的要求合理地选择使用机械设备,以满足水平井井下作业对机械设备的要求。

第一节 修 井 机

一、修井机基本工作原理

修井机以车载柴油机为动力,经变速箱、分动箱、正倒挡箱减速后带动绞车滚筒和一套安装在井架上的天车及游动系统,根据工作需要以不同的速度升降来完成各项修井作业。图 1-1 为修井机传动系统图。

二、修井机应具备的基本能力

修井是在地面操作修井设备,对井下几百米甚至几千米的油、气、水井进行修理,如图 1-2 所示。在井下作业中,利用绞车、井架、游车大钩和其他工具起下油管、抽油杆、检泵、清砂等;在大修作业中,利用转盘、水龙头和井下工具进行侧钻加深、打捞解卡和套管修理等施工;在增产增注措施中,利用循环设备进行酸化压裂、找窜封窜、堵水等作业。因此,修井机必须适应野外工作。

综上所述,修井机应具备以下五个方面的能力,以满足井下作业的要求。

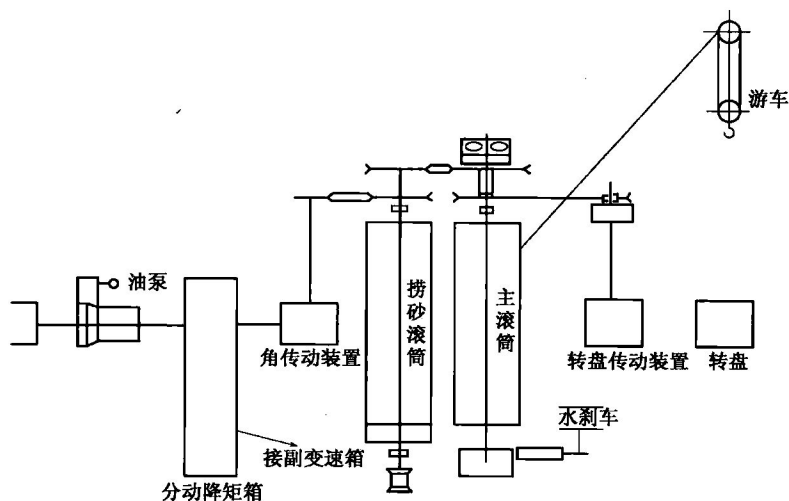


图 1-1 修井机传动系统图

(一)起下钻具的能力

要求修井机的绞车具有一定的起重量和起升速度。

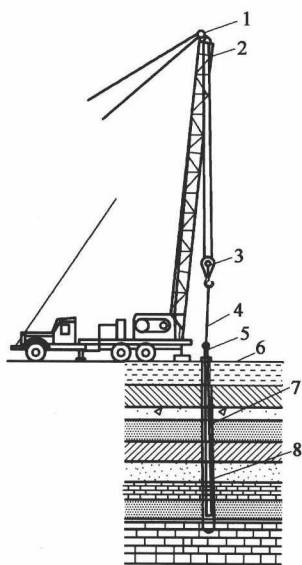


图 1-2 修井示意图

- 1—天车；2—井架；3—游车大钩；4—抽油杆；
5—井口；6—套管；7—油管；8—抽油泵

在动力机输出功率允许的工作范围内，通过游动系统最大限度地减轻绞车的载荷，以提升管柱，并经过变速机构改变绞车的转速，以满足各种起升速度的要求。

(二)循环冲洗的能力

要求修井机的循环冲洗设备和工具在水泥车以及其他设备的配合下，形成一定压力和排量的液体，满足洗井、冲砂、挤注、循环等井下作业施工的要求。

(三)旋转钻进的能力

要求修井机的转盘、水龙头等设备和工具给井下钻具提供一定的转矩和转速，进行钻、磨、套、铣等作业。

(四)行走的能力

要求修井机具有一定的机动行驶能力，



能适应各种路面的行走,以满足井下作业时间短、搬迁频繁迅速、越野性强的特点。

(五)操作维修简便的能力

要求修井机的操作系统简单集中,便于记忆和操作;易损件位置设计合理,方便拆卸修理和更换,以满足石油矿场作业施工的要求。

三、修井机的主要技术参数

修井机的主要技术参数是修井机工作能力的具体表现,包括以下内容:

(1)修井深度。修井深度是指修井机所适应的修井深度,一般分为工作井深和大修深度。修井深度是油田选择修井机的主要参数。

(2)动力机的转速和功率。动力机的转速和功率是指修井机的动力设备即柴油机的功率和转速。该参数由柴油机的铭牌标定,一般指额定功率和最高转速。

(3)游车大钩的起重量与起升速度。游车大钩的起重量是指修井机工作时游车大钩所能提升的最大重量。起升速度为起下钻时游车大钩的提升速度。起升速度一般不直接给出,通过绞车各挡转速算出。

(4)井架的高度和最大载荷。井架的高度是指从地面到天车的距离,由此可确定所起下管柱的长度和根数。最大载荷分最大工作载荷和最大静载。最大工作载荷为起下钻时井架所承受的最大载荷;最大静载是指游车大钩静止时井架所承受的最大载荷。最大工作载荷小于最大静载。

(5)转盘的转矩和转速。转盘的转矩和转速是指由柴油机通过变速箱传给转盘的扭矩和转速,能满足旋转作业的要求。

(6)修井机的行驶速度和牵引力。修井机的行驶速度不可能太高,因为本身质量大,还要适应野外场地的要求。

综上所述,修井机的技术参数主要由两个因素决定:一是柴油机的功率和转速,它可决定游车大钩的起重量和起升速度,关系到转盘的转矩和转速,决定修井机的行驶速度和牵引力;二是修井机零部件材料的性能与加工因素。可以看出,柴油机的功率和转速是决定修井机工作能力的重要参数。

四、修井机的特点

由于井下作业施工和场地的特殊性,修井机表现出与一般普通机械不同的特点,概括起来有以下四个方面。



(一)修井机是一部大功率重型机械设备

为了完成井下作业各种工艺施工,修井机必须配装多种工作机,如绞车、井架、转盘、水龙头、动力钳等。因此,修井机的结构较为复杂和庞大,与一般机器比较,它是一部大功率重型机械设备。

(二)传动复杂,路线长

修井机采用了多种传动方法组合的混合传动,除了有普通的机械传动外,还有液压传动、气压传动等,采用电、液、气、机械联合控制。从动力机到转盘,要经过变速箱、角传动箱、链条箱、传动轴,传动路线长。

(三)越野性能好

车装式修井机能在正规的路面上行驶,但需要采用其他措施才能使其具备一定的越野性能,如小型车装修井机采用前后桥三驱动,大型车装修井机采用了前后桥四驱动,用来提高修井机的越野性能,以适应各种场地的运移。另外,还有沙漠修井机、沼泽地和海滩修井机等,以适应油田的特殊环境。

(四)自动化程度不高

由于修井机工作项目多,施工程序杂,作业不规律,难以实现高度机械化和自动化,所以,目前我国现场使用的修井机自动化程度还不高。

五、修井机的组成

一部完整的修井机主要由行走底盘、柴油机、变速箱、绞车、游动系统、井架、水龙头和转盘等组成,分为以下几类设备。

(一)动力驱动设备

动力驱动设备是为修井机的各工作机(行走底盘、绞车、转盘、液压油泵等)提供动力(功率、转速、扭矩等)的设备,主要由柴油机、油箱、管线等组成。

(二)传动系统设备

传动系统设备是连接柴油机与绞车、转盘等工作机的设备。它将柴油机的功率和转速传递与分配给各工作机,同时承担变换速度的任务,主要由变速箱、分动箱、传动轴、齿轮、链条等组成。

(三)行走系统设备

行走系统设备是保证修井机搬迁、移动的运动设备,主要由行走底盘、驱动



桥、驱动轮、转向机构、行走系统刹车和驾驶室等组成。

(四)起升系统设备

起升系统设备是进行正常起下管柱、钻具,完成其他提升作业的设备,主要由绞车、井架、游动系统、绞车刹车、井口工具(吊环、吊卡、卡瓦)等组成。

(五)循环系统设备

循环系统设备是为完成冲砂、压井、洗井、封窜、堵水、酸化和压裂等施工而配备的专用设备和工具,主要由往复泵、水龙带、活动弯头、地面管线和其他配件组成,还有与其配合的其他设备,如水泥车、压裂机组、循环池、大罐等。

(六)地面旋转设备

地面旋转设备是为了转动井下钻具,进行侧钻、加深、套铣、磨铣、打捞、修套等作业施工所配备的设备,主要由转盘、水龙头、水龙带及其他工具配件所组成。

(七)控制系统设备

控制系统设备控制和操纵各工作机按指令完成规定的动作、准确地工作,主要由司钻操作台、驾驶室和各种操作手柄、踏板、开关、按钮、仪表、阀件、管线等组成。

以上七类设备组成了一部修井机,为了适应野外施工,还必须配备值班房、照明设备、消防设备等。

六、绞车

(一)井下作业对绞车的要求

1. 绞车要有足够的功率

要求绞车有足够的功率,在最低转速下钢丝绳能承受最大的拉力,以保证游动系统起最重的钻具负荷。因此,绞车的各部件要有足够的刚度、强度和使用寿命。

2. 绞车要有一定的尺寸

要求绞车滚筒有足够的尺寸和容绳量,保证缠绕一定直径长度的钢丝绳,以适应正常起下和提捞作业的需要,并且缠绳整齐、不相互挤压,以延长钢丝绳的使用寿命。



3. 绞车要有足够的起升排挡

要求绞车变速机构要有一定的起升挡数或能无级调速,以适应起重量的变化,节省工作时间,提高功率利用率。

4. 绞车要有灵敏可靠的刹车机构

要求绞车有灵敏可靠的刹车机构及辅助刹车,在下钻过程中能随意控制下钻速度,能省力地将最重钻具刹住,以保证起下作业的安全可靠。

5. 绞车的控制应便于操作

要求绞车的控制台、刹把、手柄等相应集中,设置要简单,易于记忆,方便操作。

(二) 绞车的用途

绞车是起升系统的主要设备。它的种类很多,但都具备以下用途:

(1) 起下钻具(钻杆、油管、套管、抽油杆等)。

(2) 进行抽汲、提捞等作业。

(3) 在钻进时控制钻压、送进钻具。

(4) 换装牙轮传动转盘。

(5) 吊升重物,进行其他辅助工作。

(三) 绞车的组成

绞车实际上是一部重型起重机械,由以下机构系统组成。

1. 支撑系统

支撑系统是指焊接的框架式支架或密闭箱壳式座架。它是支撑滚筒、滚筒刹车机构等系统的骨架。

2. 传动系统

传动系统主要由变速箱、传动轴、链条、牙轮等组成。它将动力传给滚筒及变换滚筒的转速。

3. 控制系统

控制系统主要包括离合器、控制阀件、操作控制台。它操纵和控制绞车各系统按照操作者的意向准确运转。

4. 制动系统

制动系统即刹车系统,包括刹把、刹带及水刹车等。它在起下作业中起制动



和控制下钻速度的作用。

5. 卷扬系统

卷扬系统主要包括主滚筒、捞砂滚筒和猫头等卷扬装置。它是通过游动系统完成起下作业的主机。

6. 润滑及冷却系统

润滑及冷却系统主要由油池、油封、黄油嘴和刹车冷却装置组成,其作用是润滑绞车的各运转零件和冷却主滚筒的刹车毂。

(四) 绞车操作使用规范

绞车是钻机的主要设备之一。正确操作刹把、操作司钻控制箱各控制手柄,以控制绞车进行各种钻修作业,是司钻的基本岗位技能要求。绞车使用前要进行以下检查:

- (1)检查绞车润滑系统。润滑油应足够,油管无泄漏。
- (2)各固定螺栓无松动,各支座无裂纹,各护罩无渗漏。
- (3)大绳排绳整齐,无断股、断丝等现象,并定期润滑。
- (4)司钻控制台各气动控制阀、液压控制阀功能正确、操作灵活、无泄漏。
- (5)各气动、液压控制管路完好、无泄漏;主滚筒轴两端的气动旋转接头和双路水旋转接头转动灵活,管路畅通、无泄漏;捞砂滚筒气动旋转接头转动灵活,管路畅通、无泄漏;定期润滑旋转接头。
- (6)各类压力表灵敏、指示准确。气压表压力 0.75~0.85MPa,液压表额定压力 14MPa。
- (7)检查钻井参数仪表箱。各表准确灵敏。当游车大钩无负荷悬停时,指重表指针应指 40kN 位。
- (8)检查、调整刹车带。刹车块磨损剩余厚度不得小于 15mm。刹车片与刹车毂周边间隙 4.5~5mm。
- (9)检查刹车机构。刹车应灵活可靠;调整刹把高度,在水平夹角 40°~50° 间,压下刹把应能可靠地刹住滚筒。
- (10)检查冷却水系统。主滚筒辅助刹车和刹车毂冷却水循环水管路连接正确,回路畅通;水泵及散热器工作正常,循环水箱液面高度正确,水质清洁;捞砂滚筒喷水冷却水管路连接正确,回路畅通;压力水箱有足够的冷却水(冷却液),气压表压力 0.2~0.3MPa。

(五) 故障排除

表 1-1 简要介绍绞车在使用中常见的故障、可能产生的原因及排除方法。



表 1-1 绞车常见故障及排除方法

序号	故障现象		可能产生的原因	排除方法
1	刹把	压到最低位置， 刹不住车	刹车片严重磨损	换刹车片
			两端刹车带不平衡	调整平衡
			刹车毂被油污染	清除油污
			刹把调整过低	调整刹把高度
			刹带活端调整不当	调整刹带活端
		抬起到最高时， 大钩下行或下行很缓慢	刹车带与刹车毂间隙小	调整间隙
			刹车带与刹车毂有摩擦	检修刹车带和刹车毂
			刹把调整不当	调整刹把
2	滚筒离合器	未挂合滚筒离合器， 滚筒转动	离合器摩擦盘间隙过小	调整离合器摩擦盘间隙
			离合器摩擦盘烧结	更换离合器摩擦盘
		摘开滚筒离合器后， 滚筒仍然转动	离合器摩擦盘间隙过小	调整离合器摩擦盘间隙
			离合器摩擦盘烧结	更换离合器摩擦盘
		游车大钩提升时有 打滑现象	气路未彻底断开	检修气路和有关阀件
			离合器被油污染	清除油污
			气体压力不足	调整气压
3	滚筒刹车	刹车力不足	离合器摩擦盘间隙过大	调整离合器摩擦盘间隙
			离合器摩擦盘磨损严重	更换离合器摩擦盘
			气压过低	调高气动压力
			刹车毂间隙过大	检修调整
			刹车带磨损严重	检修更换
			刹车毂被油污染	检查清理
		刹车带磨损过快	左右刹车带不平衡	检修调整
			主滚筒冷却水温度过高	调整冷却水适当温度
			大钩下放速度过快	适当控制大钩速度
			主滚筒未挂合水刹车	按规定及时挂合水刹车
4	辅助刹车	发热	刹车毂冷却不足	调整冷却水流量、温度
			刹车毂间隙过小	调整、检修
5	链条传动箱	局部发热	使用转速过高	调整适当温度
			缺少润滑油	添加润滑油
			润滑油污染	更换润滑油
		运转异响	轴承磨损	检修、更换轴承
			轴承磨损	检修、更换轴承
			链条磨损	检修、更换链条
			链板拉长	检修、更换链板



续表

序号	故障现象		可能产生的原因	排除方法
6	角传动箱	局部发热	缺少润滑油	添加润滑油
			润滑油污染	更换润滑油
			轴承磨损	检修、更换轴承
		运转异响	轴承磨损	检修、更换轴承
			锥齿轮磨损	检修、调整、更换锥齿轮
			大锥齿轮盘松动	检修、紧固

七、井架

井架是一种桁架式钢制结构体,属修井机起升系统设备,用来安放天车,悬挂游车大钩等起升设备与工具。

(一)井下作业对井架的要求

1. 井架应有足够的承载能力

对井架承载能力的要求是既能承受正常井下所需管柱的起下作业,还能经受短期内突然增大的特殊载荷,以满足井下作业各种工艺的要求。

2. 应有足够的工作高度和空间

井架太低,会增加起下操作的次数,限制起升速度,影响提升一定长度的钻具。空间太小,会造成游车大钩上下运行不便,影响有关设备、工具的安装及管柱的立排。因此,要求井架有一定的高度,以提升最长的管柱,而且空间要适当,方便游车大钩的上下,排放一定数量的管柱。

3. 便于立放、拆装、运移和维修

要求井架采用合理的结构,以便于安全方便的立放或拆装,而且应维修方便,移运迅速。

(二)井架的结构

修井井架主要由井架主体、天车台、二层平台、工作梯等四大部分组成。

井架主体是由横杆、斜杆和弦杆所组成的桁架结构,它们是井架的主要承载构件。天车台是安放天车并对天车进行检查维护保养的场地。二层平台是立放管柱和井架工操作的工作台。工作梯供工作人员上下井架用。



(三) XJ-650 修井机井架

XJ-650 修井机井架为桅杆形式,两节、单液缸起升、伸缩结构;井架截面为矩形、前开口,工作时井架向井口方向倾斜 3.5° ,由负荷、防风绷绳保持井架的稳定和承载能力;井架上体和井架下体大腿料采用高强度优质角铁。天车为整体盒式结构,滑轮采用铸钢件,并经动平衡测试。绳轮座上设有防止大绳跳槽的挡绳器。天车轴经热处理和探伤检查。天车平台上设有护栏,安装四组滑轮座,分别为快绳滑轮、死绳滑轮、游车滑轮、液压小绞车滑轮。其中,游车滑轮由三个滑轮组成,其余均为单滑轮布置结构;液压小绞车滑轮安装在天车台下部。二层平台随井架上体的伸出自动安装,井架上体的缩回自动放倒。立根指梁为纵向可调式结构,便于摆放立管,并适应多品种直径的立管使用。操作台为伸缩式,结构紧凑,使用方便。井架底座为倒三角结构,在与井架下体的结合面处设有定位销和紧固螺杆,以准确连接井架。在底座的下部,设有两根梯形螺杆,井架竖起后,旋转伸出螺杆,坐落在井架基础的支座上,旋紧紧固,锁紧螺母。井架底座承载井架重量和大钩负荷。

1. 使用前的检查及要求

(1)检查井架底座两梯形螺纹螺杆是否紧固。检查时大钩空载,二层台无立根。若松动,应及时扭紧。在大钩空载、二层台无立根状态下,松开两锁紧螺帽,左右均匀扭紧两螺杆,扭紧力矩 $600\text{N} \cdot \text{m} \pm 20\text{N} \cdot \text{m}$,同时观察水平仪,保持车架左右水平,锁紧两螺母。

(2)井架底座各调节拉杆无松动、损坏。

(3)检查各绷绳。各绳张紧度应符合要求,无断股、断丝等现象。

(4)各滑轮必须转动灵活,以用手能够自由转动为合格;检查天车游车滑轮组,当转动任一滑轮时,相邻滑轮不得随着转动;各滑轮轮槽无严重磨损或偏磨。

(5)检查天车自动润滑系统。油罐润滑油应足够,电路畅通,控制器设定参数合适,油管无泄漏。

(6)各固定螺栓无松动,各支座无裂纹,各部无渗漏。

2. 操作规范

(1)井架工上井架前,必须穿好保险带;上下井架时,务必挂好防坠器挂钩。

(2)排放立根时应左右对称,严禁偏重。

(3)起下钻时,应根据大钩负荷合理选择挡位和提升速度,谨防井架超载。

(4)起钻和下钻刹车时,动作应熟练,防止过度猛烈,避免井架剧烈振动。

(5)任何情况下,不得松开井架的任一绷绳。



八、游动系统

将天车、游车大钩用钢丝绳穿连起来,使其能在井架内上下运动的设备称为游动系统。

天车是由若干个滑轮组成的定滑轮组。游车是由若干个滑轮组成的动滑轮组。由物理学原理得知,定滑轮能改变力的方向,但不省力;动滑轮能省力,但不能改变力的方向。将它们用钢丝绳穿连起来,既能省力,又能改变力的方向。

游动系统的功用是减轻井下作业中绞车的负荷,使只能负荷几吨到几十吨拉力的绞车,通过游动系统的作用,能提升几十吨到上百吨的载荷,以便使发动机输出一定的功率而获得很大的效益,以满足井下作业的需要。

从绞车滚筒到天车的钢丝绳称为活绳,从天车到地面(固定端)的钢丝绳称为死绳,其余穿过天车—游车的钢丝绳称为有效绳。当钢丝绳穿满游车轮后,有效绳数等于二倍的游车滑轮数。如 3×4 的游动系统有效绳数为 $6, 4 \times 5$ 的游动系统有效绳数为8。

(一)天车

天车是固定在井架顶部的定滑轮组。它主要由天车轴、滑轮、底座和侧板等组成。现场使用的天车根据轴的个数分为单轴天车和多轴天车。多轴天车是引进国外先进车装式修井机采用的一种天车。它的优点是减轻了单轴的承受负荷,减少了钢丝绳的偏磨,提高了游车大钩起下的平稳程度。

表1-2 简要介绍天车在使用中常见的故障、可能产生的原因及排除方法。

表 1-2 天车常见故障及排除方法

序号	故障现象	可能产生的原因	排除方法
1	天车滑轮轴发热	润滑不良	清洗、检修润滑系统
		轴承配合松动	调整或更换轴承
		密封圈损坏	更换密封圈
2	天车滑轮转动有噪声	轴承严重磨损	更换轴承
		滑轮、轴磨损	检修或更换
		滑轮转动干涉	调整,检修
3	天车滑轮转动相互干涉	滑轮轴向间隙小	调整间隙
		两滑轮间有摩擦	检修