

CAIQI JINGKOU YINHUAN ZHILI JISHU

# 采气井口隐患 治理技术

黄 桢 何世明 黄有为 编著



石油工业出版社

# 采气井口隐患治理技术

黄 楨 何世明 黄有为 编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍了采气井口装置、采气井口装置失效机理与形式分析、安全隐患防护技术、安全隐患的治理措施及建议等内容,总结了四川气田对采气井口装置安全隐患的防护与治理经验,对气井的安全生产管理和隐患治理有较好的指导意义。

本书可作为石油工程科研人员、现场工程技术人员及在校研究生的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

采气井口隐患治理技术/黄桢,何世明,黄有为编著.  
北京:石油工业出版社,2013.8

ISBN 978-7-5021-9544-1

I. 采…

II. ①黄…②何…③黄…

III. 采气井口装置-安全管理

IV. TE931

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第062286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: <http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部:(010) 64523591 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:5.5

字数:136千字

---

定价:22.00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

# 前 言

目前，世界石油工业面临着严峻的形势，远景性的石油资源严重匮乏，勘探开发难度日益增大。已开发区块的气井产量低，产微气井的数量较多，接近报废的气井也较多且地处偏远，这必将增加采气井口装置的安全隐患问题。采气井口装置是气井安全生产的重要通道，也是气井压力控制的主要装置，因此，气井采气井口装置隐患治理技术的研究和推广应用，对于提高气井生产能力、延长安全生产时间具有十分重要的意义。井口隐患问题是所有气井生产管理过程中不可避免的、长期的安全问题。井口装置的安全有效性直接关系到气井的生产安全、周边居民的生命财产安全及环境安全等重大问题，所以对采气井口装置安全隐患的监测、防护和治理显得尤为重要。监测、防护、治理是一个系统工程，不能希望仅靠一项技术措施就能治理好井口装置安全隐患问题，需要综合考虑各个方面的因素，综合而全面地处理采气井口装置安全隐患问题。

四川气田具有高含硫化氢、压力高、地理位置偏远、周边人居密集等特征，其井口装置易因腐蚀、磨损、老化等原因而失效，井口隐患问题较为突出，且隐患类型繁多。由于四川地区人口稠密，一旦井口出现隐患，对当地居民的威胁极大。因此，四川气田特别注重采气井口装置隐患的防护和治理，针对不同原因引起的采气井口装置失效，采取了不同的防护技术和治理措施。四川气田常采用涂防腐层、加缓蚀剂、电化学保护等防护技术和压井换井口装置、带压换井口装置和注水泥塞封闭等多种综合治理技术，收到了良好的防护与治理效果，长期以来积累了较为丰富的治理经验。

为此，本书总结并提炼了四川气田对气井采气井口装置安全隐患的防护与治理经验，对气井的安全生产管理和隐患治理有较好的指导意义。本书主要介绍了采气井口装置、采气井口装置失效机理与形式分析、安全隐患防护技术、安全隐患治理措施及建议等内容。

由于编者水平有限，加之立足点仅限于四川气田，其气井类型、井口特点具有一定局限性，应用技术亦不够全面，本书编写有不足之处，还请读者谅解。

编著者

2013年3月

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 井口隐患的成因	1
第二节 四川采气井口隐患现状	2
第二章 采气井口装置	5
第一节 采气井口装置的结构型式与主要部件	5
第二节 采气井口装置的技术要求和基本参数	14
第三章 采气井口装置的失效分析	19
第一节 采气井口装置的失效机理	19
第二节 采气井口装置主要零部件失效形式	37
第四章 采气井口装置的失效预防	41
第一节 耐腐蚀材料的选择和合理设计	41
第二节 缓蚀剂防腐	45
第三节 表面处理技术	47
第四节 电化学保护技术	51
第五章 采气井口装置安全隐患治理技术	53
第一节 压井更换井口装置技术	53
第二节 带压更换井口装置技术	56
第三节 非正规井口整改技术	69
第四节 水泥浆封固技术	76
第五节 采气井口隐患治理技术展望	80
参考文献	81

# 第一章 绪 论

四川地区因地形复杂、地层流体高含酸性气体、报废井数量多等原因，井口隐患问题十分突出，给周边居民带来严重的影响。无论是生产井还是报废井，其采气井口装置受到严重破坏后，都会造成天然气泄漏，尤其是泄漏的硫化氢，不仅会污染环境，还会威胁到人畜的生命安全。因此，认清井口隐患的成因，做好井口隐患的保护措施并加以治理，对四川地区气井的安全生产和人们的生命安全具有极其重要的意义。

## 第一节 井口隐患的成因

我国是世界上最早发现和使用天然气的国家。早在公元前 11 世纪初的《周易》上便有“泽中有火”的记载。公元前 1 世纪，西汉杨雄的《蜀都赋》和班固的《汉书》中亦有“火井”、“火从地出”的记载。四川成都出土的东汉画像砖上的煮盐图表明，我国在公元一二世纪已利用天然气煮盐。公元 900 年就有祖先利用竹管输送天然气用于照明的文字记载。

川东气田是四川盆地乃至全国的天然气主力气田，该地区在 20000km<sup>2</sup> 的勘探范围内分布有上千口天然气井，累计生产天然气超过  $2300 \times 10^8 \text{m}^3$ 。在经历近 60 年的漫长天然气勘探开发过程中，整个川东气田有各种类型的隐患井、废弃井数千口。川东气田只是四川气田的一小部分，在整个四川地区分布有更多的各种类型的隐患井，井口隐患起因很多，而且难于治理。井口隐患的起因主要源于报废井带来的隐患、生产流体带来的隐患和采气井口装置本身带来的隐患。

### 一、报废井带来的井口隐患

一般情况下，报废井是没有完善的井口装置的，而且长期处于无人监管的偏远地区，因此其采气井口装置的腐蚀、磨损、老化现象特别严重，给井口装置带来很大的安全隐患。常见的报废井有以下几类。

#### （一）因产能枯竭而报废的井

天然气在生产过程中，每口气井的控制储量是一定的。按照一定的采气速度和采收率进行生产，达到产能极限后，采取上试、增压、水驱等工艺方式，井口压力仍低于输送压力而无法继续进行正常生产，或无法提高产量以满足经济产量时，称为气井产能枯竭井。这些井通常成为报废井而关井，甚至长期无井口监测装置，经年累月，采气井口发生腐蚀、老化现象非常严重，带来很多安全隐患。

#### （二）目的层产微气或干层而报废的井

在钻井过程中，由于对气藏认识不充分、目的层预测不准、靶点位置偏差等原因，造成完井后采取各类目的层改造措施后都无法满足工业产量，仅能产微气或不产气而被迫报废。

在新气藏、新层位的勘探过程中这类井非常常见且数量很多，这些井也因失去有效的监管，出现井口锈烂、微气外泄等隐患。

### （三）目的层为小产量且气水同产而报废的井

小产量且气水同产的井因管理不当或产能枯竭等原因，在生产后期很容易被水淹而造成报废或因重大工程事故而报废，经年累月，井筒微气积聚后，井口因腐蚀而出现泄漏，造成安全隐患。

## 二、生产流体带来的隐患

四川地区地层流体多含酸性气体二氧化碳和硫化氢，其对金属装置和橡胶的腐蚀特别严重。由于井口装置的耐腐蚀性有限，长期受到生产流体的冲刷、腐蚀、高温高压损伤，生产一段时间就会出现不同程度、不同类型的井口装置故障（如部件损坏、刺漏），导致井口存在中毒、着火等重大事故隐患。

## 三、井口装置自身带来的隐患

由于采气井口装置本身质量缺陷，或者日常操作不当、保养不力，就会出现井口部件损坏、刺漏等隐患。早期因为材料抗硫性和防腐性不及现在的好，其质量与现在的材料存在很大的差距，很容易发生腐蚀、氢脆等失效形式；早期对采气井口的监测不够，没有对采气井口装置的失效加以防护与治理，隐患逐渐增多；另外，以前对采气井口的操作合理性不够，会增加采气井口失效的概率。

无论生产井还是报废井，井口装置都极易腐蚀，尤其是高压井、高含硫井。无论什么原因造成的井口隐患，一旦  $H_2S$  气体外泄，不仅影响气井的安全生产，而且严重威胁周边人畜的生命安全，造成环境的恶性污染，同时还会对金属设备及用具造成严重的损伤和破坏。因此，必须加强预防并及时治理，才能达到采气井口装置安全生产的目的。

## 第二节 四川采气井口隐患现状

四川地区由于地形复杂且地层流体多含有酸性气体二氧化碳和硫化氢，导致四川地区的气井井口装置失效问题很严重，带来了很严重的多类型安全隐患，并且因四川地区人口稠密、管理疏忽、隐患类型多等原因，使得在隐患治理方面难度较大。

### 一、隐患类型

井口装置的安全隐患主要包括窜、漏、锈蚀及井口装置不齐。井口装置可能泄漏的部位较多，如阀门密封填料、法兰、阀体与前后阀盖连接处、注脂孔等。川东气田大多属“三高”气井，属酸性气质，大多数井  $H_2S$  含量高于  $30g/m^3$ ，外泄后极易造成空气的恶性污染，威胁人畜安全，而川东人居较密、林木茂盛，井口隐患治理面广、治理技术难度大。

经过较系统地调研发现，四川地区气井井口隐患大致有以下几种类型：

#### （一）窜

窜主要指井内或地层中的天然气通过套管环空上窜至地面。产生上窜的主要原因是固井

质量不合格，或者未使用正规的套管头密封、悬挂套管，而是采用的简易套管头，即将多级套管头上部拆掉了，最下部的套管头则失去了密封功能。上窜的天然气经过没有密封功能的简易套管头或水泥环密封失败的套管环空窜至地面。另一种情形是井下套管固井质量不好或未固井，造成不同压差的层间窜漏或邻井之间的窜漏。

## （二）漏

漏分内漏和外漏两种情况。内漏主要是指闸阀关闭不严，介质仍在管道内部流动。产生内漏的原因主要是结构陈旧、加工精度不够、闸板腔内有杂质泥沙等污物，以及使用不当，闸板被刺坏或闸板被介质腐蚀等，主要发生于 CQ-250 型的井口装置（如东 4 井）。外漏是指天然气等从采气井口装置内部漏失到大气中。外漏部位常见的有阀杆密封填料处、阀盖与阀体连接处、法兰连接处、油管头顶丝处。产生外漏的主要原因是密封件失效或缺密封脂，阀杆腐蚀严重，连接法兰的钢圈、钢圈槽被刺坏，法兰连接时未紧平、拧紧。在已调查过的存在隐患的井口装置中，大部分存在外漏，而大部分外漏点均为阀门的阀杆密封填料密封处，主要发生于 KQ-250、KQ-600 型井口装置（如含  $H_2S$  较高的卧龙河构造、张家场构造老井）。其主要原因就是阀杆被腐蚀，导致密封填料密封失效。

## （三）锈蚀

以较偏僻的非生产井的简易井口装置为主，因井口漏气、 $H_2S$  腐蚀，装置金属本体直接暴露在大气中，受空气腐蚀、雨水酸性腐蚀、土壤电化学腐蚀，又缺乏合理的保养，井口装置被锈蚀、强度减低，直接威胁井口安全。

## （四）井口装置不齐

完整的井口装置有 9 个闸阀和 2 个针阀。一般情况下未封闭的井 1、2、3 号阀是有的，往往缺失的是 4、5、6 号阀或其他阀。对生产井而言，缺失 4、5、6 号阀是很严重的隐患。一旦 1、2、3 号阀关闭失效，将没有其他可控制井口的阀门。井口装置不齐主要出现在非生产井中的干井或压力较低的井。

## 二、治理难点

通常将 1、2、3 号控制阀失效或油管头损坏的井口隐患称为一类隐患，这需要压井才能整改或封井，也可部分采用不压井技术更换井口装置。二类隐患是指井口危险气源可控制的井口隐患，比如通过 1、2、3 号阀关井，或通过套管头控制套管环空窜气，从而实现井口隐患的整改或控制。可实现正常关井，然后进行整改、维修和保养的井口隐患，称为三类隐患。面对如此众多的隐患类型和治理难点，四川采气井口装置治理难度大，主要体现在以下几方面：

（1）“三高”气井气质毒性强，四川气田人口密集、道路窄陡、疏散范围大；井控风险极大，治理技术和安全设施要求高，治理投入也较高。

（2）因管理疏忽，井史资料流失严重，导致井位混淆，且因无油补距、套补距和套管记录，隐患治理设计所需基础数据不齐，无法进行最优化、最可靠的方案设计。

（3）许多井完井时为干井或微气井，直接安装盲板盖帽的法兰完井，无井口控制阀或泄压通道，无压力监测仪表，无法判断井下是否有积气、是否有油管，治理时井口装置的配套与加工非常困难，使井口整改存在不可预见的井控风险。



(4) 大多数报废井的井场及井场公路已被改造、截断、复耕或在其上修建房屋，大多数井位偏远、井口周围密集建房、林木广泛；甚至当地居民直接在井口上点火煮饭，无安全意识。同时，对需要进行注水泥塞、动作业机的井，治理时需重修井场，赔偿与疏散范围大，费用高昂，井控工作难度极大。

(5) 一些井口敞井、井口套管或井底法兰出露，泥土沉积和井下杂物呈井内不均匀压实，砂桥段塞多，治理时通井很困难，常常造成设计频繁更改。

(6) 完井装置太老式，大部分老井套管钢级不明、许多井口采用苏式的套管头完井，治理时井口装置的配套非常困难。

(7) 复杂井多，特别是  $H_2S$  含量高，井内管材腐蚀严重，易发生井下复杂，且井下复杂处理技术要求高。

### 三、治理意义

在天然气勘探开发过程中，存在井口隐患的井大多属边远、低效小气井，其天然气产量低，有的井口压力高，有的还含有硫化氢，远离主管线和消费市场，既无经济开采价值，又是一个安全隐患，还要专人管理，泄压放空，因长期不防腐而锈蚀严重。石油行业 Q/SH 0003.1—2004《天然气井工程安全技术规范》标准规定，无工业开采价值的废弃井，必须采取封堵措施，以保长治久安。

而对于有生产价值的井，在开采末期也不断需要整改井口。特别是，具有高温、高压、高产（“三高”）且腐蚀性强的气井是目前国内外天然气勘探开发中遇到的巨大挑战。在高温、高压、高产，含  $H_2S$  腐蚀性环境中工作的气井井口装置，恶劣的服役环境和复杂受力情况是其损坏的关键原因，严重降低了采气井口装置的强度，大大降低了采气井口装置在高压气井中作业的安全性，会引发井口设备破坏或其他复杂情况的发生，严重时会使气井报废，或造成周边环境污染和人畜中毒事故。

因此，采气井口装置隐患的排查和整改技术是石油天然气行业一项长期的、必要的生存需要，并且要不断发展，适应天然气生产管理不断优化的安全需求和资源开采的保障需要。

## 第二章 采气井口装置

采气井口装置是控制气井生产的重要地面设备，它主要由套管头、油管头和采气树三大部分组成。其中，套管头和油管头可构成初步井口装置，把防喷器装在该井口装置上，便构成钻井井口装置；把采气树装在该井口装置上，就构成采气井口装置。采气井口装置控制着气井的生产状况，主要用于监控生产井口的压力和调节气井的流量，也可以用于酸化压裂、注水、测试等各种作业。其作用主要体现在以下几方面：

- (1) 开关、控制和引导气流，即在开采过程中，将天然气引到地面上来；
- (2) 悬挂油管，即悬挂下入井中的油管柱；
- (3) 连接井下套管，承托下入油井中的各层套管柱；
- (4) 密封套管与油管之间的环形空间；
- (5) 创造测试及井下作业条件，便于测压、清蜡、洗井、循环、压井和增产等各种措施的实施。

### 第一节 采气井口装置的结构型式与主要部件

目前，采气井口装置主要由套管头、油管头和采气树三大部分组成，但其组合形式复杂多样，通常人们按照不同的分类方法可将不同的采气井口装置进行分类，便于认识和使用。为此，本节主要对采气装置的主要部件及不同采气井口装置做简要介绍。

#### 一、采气井口装置的结构型式

目前，采气井口装置的种类繁多，不同的结构型式具有不同的功用，根据不同的工况和使用环境可选择不同种类的采气井口装置。通常，可从以下几个方面对采气井口装置进行分类。

##### (一) 根据各部分之间的连接方式分类

根据各部分之间连接方式的不同，井口装置可分为卡箍式、法兰式和混合式。

(1) 卡箍式连接的采气井口装置拆装方便，螺栓所受载荷小；缺点是承压能力较小，其所能承受的最大工作压力低于 69MPa。

(2) 法兰式连接的采气井口装置承压能力大，目前它所能承受的最大工作压力可达 207MPa；缺点是拆装不方便。

(3) 混合式连接的采气井口装置是指在一套采气井口装置上有卡箍式连接，也有法兰式连接；或既有法兰式连接，又有螺纹式连接。

##### (二) 根据使用现场的环境分类

根据使用现场的不同环境，井口装置可分为陆上用、海洋平台用和水下用三种。

(1) 陆上用和海洋平台用的采气井口装置的结构型式基本相同，只是由于海洋平台的

占有空间受限制，所以使用的采气井口装置的体积要比陆用的小一些。因此，采气树一般使用整体式闸阀，只是整体式闸阀的造价比组装式闸阀高得多。

(2) 水下用采气井口装置的结构型式可分为干式(图 2-1)和湿式(图 2-2)两类。湿式采气井口装置类型较多。按照生产方式的不同，湿式采气井口装置可分为单井和井组两种。水下采气井口装置既适用于深海海域，又适用于浅海海滩，还受恶劣气候和海况的影响，这些特点是海洋平台所不能替代的。使用水下采气井口装置还可加快气田的投产，减少或节约采气平台的费用。

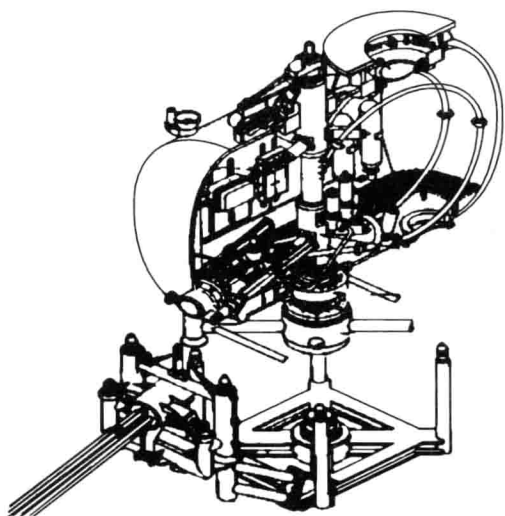


图 2-1 干式水下采气井口装置

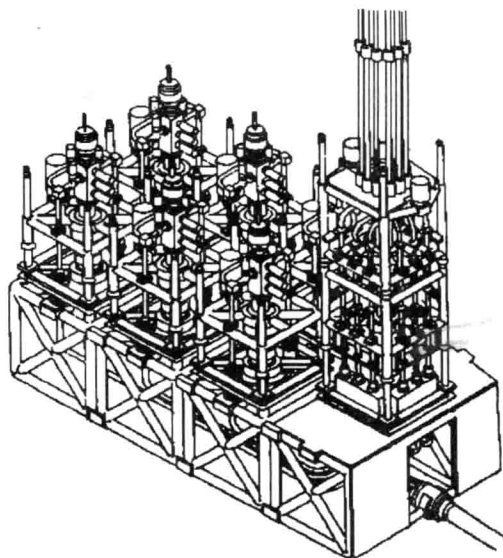


图 2-2 湿式水下采气井口装置

### (三) 根据生产方式分类

根据生产方式的不同，采气井口装置可分为单翼和双翼、单管和多管。单翼式采气井口装置可用于井口压力不太高或产量不太大的气井，它大大简化了管线间连接，可为用户节省装备费用。双翼采气井口装置有两个工作翼：一翼为工作管线；另一翼作为备用管线，适用于深井、超深井或大产量井的开采。开采单一气层用的单管采气井口装置的油管头内，只悬挂一根油管柱。对于同时开采两层或两层以上气层的气井，要装备专供分层开采用的采气井口装置。这种采气井口装置的油管头内可悬挂两根或两根以上的油管柱，采气树上的阀门也与油管头内的油管柱数量配套以达到分层开采的目的。图 2-3 是双翼单管组装式法兰连接的采气井口装置。

### (四) 根据操作方式分类

根据不同的操作方式，采气井口装置可分为手动、液动和气动三种。它们可以带安全阀，也可以不带安全阀，但海洋平台和水下用的采气井口装置必须带安全阀。所带的安全阀可分为自控和它控两种，它控的安全阀需配置安全阀控制系统。

### (五) 根据用途分类

根据采气井口装置的不同用途，采气井口装置可分为采油、采气和热采井口装置。采油井口装置承受的最大工作压力比较低，采气井口装置承受的最大工作压力比较高，两者选用的材料是不一样的，图 2-4 是热采井口装置的示意图。

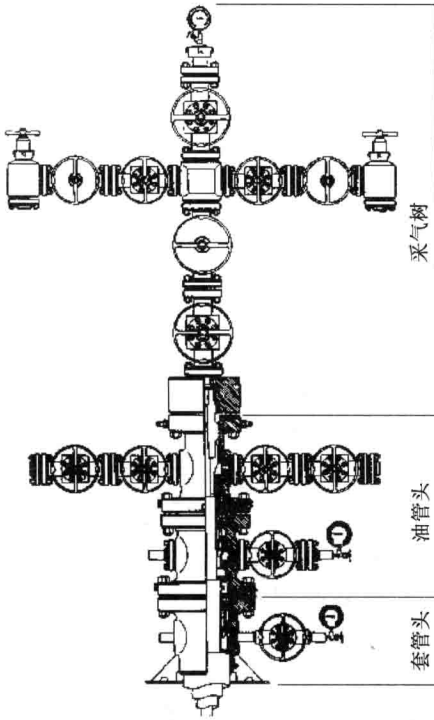


图 2-3 双翼单管组式法兰连接的采气井口装置

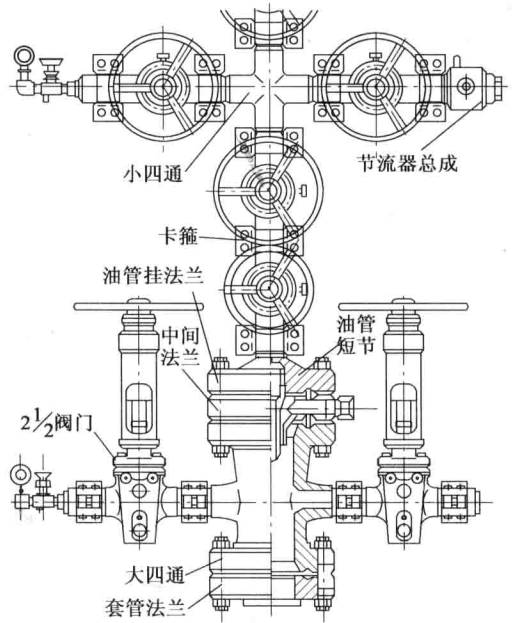


图 2-4 热采井口装置

以上各种类型的采气井口装置在结构和组合形式有很大的差别，针对不同的生产情况，要有针对性地选用不同的采气井口装置，以实现安全、高效、稳定的生产目的。虽然采气井口装置具有不同的结构型式，但是其基本组成部件还是大同小异的，主要还是由套管头、油管头和采气树组成，其主要部件的性能特征决定其结构型式和使用条件。

## 二、采气井口装置的主要部件

### (一) 套管头

套管头安装在井口装置的下端，是连接套管和各种井口装置的一种部件。套管头的主要作用是承受技术套管和油层套管的重力，密封各层套管间的环形空间，为安装防喷器、油管头和采气树等上部井口装置提供过渡连接。表层套管用法兰与套管头下法兰连接，油层套管用螺纹与套管头内螺纹连接。套管头主要由套管本体、套管悬挂器和密封组件三大部分组成。可细分为套管头下四通、上四通、顶丝总成、套管悬挂器（卡瓦和芯轴）、密封总成、防磨衬套、试压取出工具及阀件等部件。

#### 1. 套管头上下四通

套管头上下四通是承受井口压力、承坐套管悬挂器、安置环空密封件、为各种特殊作业提供套管环空出口、为防喷器等井口井控设备提供标准连接的主要部件。

套管头下四通为单法兰结构，下部加工有与表层套管相应的套管内螺纹与表层套管相连。上部为 API 标准法兰可与防喷器井控设备相连。套管头下四通的上部内孔还设计加工有卡瓦式套管悬挂器及主密封件的安放位置，用来坐挂技术套管和密封表层套管与技术套管之间的环形空间。四通的左右两侧开有 API 标准法兰的旁通连接侧口，并配有相应的侧法

兰和丝堵，用以连接侧口平板阀、压力表来监视井况，必要时可以连接油管进行引水、引油（气）、挤水泥、注平衡液等特殊作业。套管头上四通为双法兰结构，配套悬挂器可为芯轴和卡瓦两种，其他结构基本和下四通相同。

## 2. 套管悬挂器

一般套管头的悬挂器分为卡瓦式悬挂器和芯轴式悬挂器。

### 1) 卡瓦式悬挂器

卡瓦式套管悬挂器主要由卡瓦、补芯、导向螺钉、压板、胶圈、垫板、连接螺栓等组成。卡瓦卡紧套管的作用是靠套管柱本身的重量所产生的轴向载荷，通过卡瓦背部锥斜角产生一个径向分力，这个径向分力使卡瓦卡紧套管。在套管头的设计中，把这个径向分力达到挤毁套管时的值定为悬挂器的极限载荷，如果能减少这个分力，又不使套管滑脱，就可增大悬挂器的承载能力。卡瓦悬挂器对套管安装长度要求不严，高出井口多余套管可用专用工具割掉，这给安装井口带来很多方便。

### 2) 芯轴式悬挂器

芯轴式悬挂器是由芯轴、主密封金属环、主密封压环、卡簧等组成。与卡瓦式悬挂器相比，它不但结构简单、价格便宜、不需要在井口切割套管和磨削坡口，而且不存在挤扁套管、卡瓦咬伤套管的问题，对于井口稍微偏斜、卡瓦不易卡紧套管的气井尤为适用。但它的悬挂能力较小，对套管的安装长度要求严格。目前芯轴悬挂器下部一般设计成与套管相应的特殊内螺纹，上部扣型与联顶节扣型相一致。芯轴中部外圆加工有与套管头四通内孔相适应的承载台肩用于套管管柱在套管头四通内坐挂；当套管头四通上部法兰上的 10 条顶丝旋紧后通过主密封压环对金属主密封环产生下压楔紧力，使特制的异型主密封金属环弹性变形来实现刚性密封；芯轴上部外圆还加工有副密封装置的安放位置与油管头二次副密封组件配合实现套管环空的二次增强密封。

## 3. 顶丝总成

套管头四通的上部法兰有 10 个均匀分布的顶丝，主要用于在钻井时锁紧防磨衬套；在完井后压紧套管悬挂器及芯轴悬挂器上的主密封金属环使其起到密封套管环空的作用。

## 4. 密封总成

近年来，为了增强套管头对套管间环形空间的密封能力，在设计中采用了主密封与副密封分列设置的双重密封形式。主密封在芯轴式套管悬挂器上，它是通过套管头双法兰四通上部法兰上 10 条均匀分布的顶丝的旋紧来压紧主密封压环使特制的主金属密封环涨开双唇来实现密封的。

副密封则是分装在双法兰四通下部法兰上的胶件密封，由两道 Y 型密封胶圈组成，通过向四通下部法兰内孔上的 Y 型胶圈底槽挤入密封脂，使 Y 型胶圈受压后推动 Y 型密封胶圈抱紧套管外壁来实现二次密封的，大大增强了套管环形密封性能。

## 5. 防磨衬套及试压取出工具

防磨衬套作用是在钻井过程中保护套管头内孔的台肩，防止套管头四通内孔发生偏磨，下套管固井时将防磨套取出。防磨套需要专门的取送工具送入和取出，取送工具也可做试压堵塞器，其两端加工有钻杆接头螺纹。取送防磨套时可取送工具连接到钻杆上，使其侧面销螺钉卡入防磨套的 J 形槽内，然后，送入或取出防磨衬套。用作试压堵塞器时，使其颠倒使用即可。作为防喷器组的试压工具，在钻井过程中可随时对防喷器组及节流管汇等进行试压检测。

通常，随着井深的增加，需要封隔井下地层的层数增多，下入井内的套管长度也相应增加。目前下入油井的套管柱多达五层，因此，套管头有单层、双层、三层、四层和五层之分。最上部套管头的上下法兰分别与油管头的下法兰和下面一级的套管头的上法兰连接。根据套管头与表层套管的连接方式还可将套管头分为焊接式、螺纹式和卡瓦式，如图 2-5 所示；根据需要，可将套管头设计成整体式结构和分体式结构；侧出口的连接方式有螺纹式、栽丝法兰式和法兰式。



图 2-5 套管头实物图

套管头是整个采气井口装置的最下端，其承受着油管头和采气树的重量，其质量的优劣和性能的好坏直接影响着整个采气井口装置功能的实现和安全生产。为保证整个采气井口装置的安全生产，套管头应具有以下结构和性能上的特征：

- (1) 可靠地密封管间空间；
- (2) 控制管间空间的压力；
- (3) 快速而又可靠地连接套管柱；
- (4) 通用性好，即可将各种组合的套管柱连接在一个套管头上；
- (5) 防止钻具对地面附近的套管迅速磨损；
- (6) 井下温度高时套管柱有垂直移动的可能性；
- (7) 在钻进时和长期采油过程中，悬挂器和密封件工作可靠性好；
- (8) 套管头高度尽可能低；
- (9) 在各种载荷作用下，套管头坚固、耐用。

套管头的基本参数较多，且层数越多的套管头，其参数越复杂。套管头一般涉及的参数有：连接套管外径  $D$ 、悬挂套管外径  $D_1$ 、本体额定工作压力、本体垂直通径  $D_2$ 。如果套管头的层数较多，其参数又分为上中下部本体额定工作压力和上中下部本体垂直通径。单层套管头、双层套管头和三层套管头的基本参数如表 2-1、表 2-2、表 2-3 所示。

表 2-1 单层套管头基本参数

连接套管外径 $D$	悬挂套管外径 $D_1$	本体额定工作压力, MPa	本体垂直通径 $D_2$ , mm
mm(in)			
193.7(7 $\frac{7}{8}$ )	114.3(4 $\frac{1}{2}$ )	14	178
		21	
244.5(9 $\frac{5}{8}$ )	127(5)、139.7(5 $\frac{1}{2}$ )、 177.8(7)	14	230
		21	
		35	

续表

连接套管外径 $D$	悬挂套管外径 $D_1$	本体额定工作压力, MPa	本体垂直直径 $D_1$ , mm
mm (in)			
273.0(10 $\frac{3}{4}$ )	139.7(5 $\frac{1}{2}$ ), 177.8(7)	14	254
		21	
		35	
339.7(13 $\frac{3}{8}$ )	139.7(5 $\frac{1}{2}$ ), 177.8(7), 193.7(7 $\frac{5}{8}$ ), 244.5(9 $\frac{5}{8}$ )	14	318
		21	
		35	

表 2-2 双层套管头基本参数

连接套管外径 $D$ mm(in)	悬挂套管外径, mm(in)		下部本体工作 压力, MPa	下部本体垂直 直径 $D_1$ , mm	上部本体工作 压力, MPa		上部本体垂直 直径 $D_1$ , mm
	$D_1$	$D_2$			下法兰	上法兰	
339.7 (13 $\frac{3}{8}$ )	177.8(7)	127.0(5)、 139.7(5 $\frac{1}{2}$ )	14	318	21	21	164
			21		35	35	
			35		70	70	
339.7 (13 $\frac{3}{8}$ )	244.5(9 $\frac{5}{8}$ )	127.0(5)、 139.7(5 $\frac{1}{2}$ )、 177.8(7)	14	318	21	21	230
			21		35	35	
			35		70	70	

表 2-3 三层套管头基本参数

连接套管 外径 mm(in)	悬挂套管外径, mm(in)			下部本体 工作压力 MPa	下部本体 垂直直径 $D_1$ mm	中部本体 工作压力 MPa		中部本体 垂直直径 $D_{11}$ mm	上部本体 工作压力 MPa		上部本体垂直 直径 $D_{12}$ mm
	$D_1$	$D_2$	$D_3$			上 法 兰	下 法 兰		上 法 兰	下 法 兰	
339.7 (13 $\frac{3}{8}$ )	244.5 (9 $\frac{5}{8}$ )	177.8 (7)	127.0 (5)	14	318	21	14	230	35	21	164
				14		35	21		70	35	
				21		70	35		105	70	
406.4 (16)	339.7 (13 $\frac{3}{8}$ )	177.8 (7)	127.0 (5)	14	318	21	14	318	35	21	164
				14		35	21		70	35	
				21		70	35		105	70	
508 (20)	339.7 (13 $\frac{3}{8}$ )	244.5 (9 $\frac{5}{8}$ )	177.8(7)、 139.7(5 $\frac{1}{2}$ )	14	390	21	14	318	35	21	230
				14		35	21		70	35	
				21		70	35		105	70	
				14	486	21	14		35	21	
				14		35	21		70	35	
				21		70	35		105	70	
	177.8 (7)	127.0 (5)	14	486	21	14	318	35	21	164	
			14		35	21		70	35		
			21		70	35		105	70		

套管头的种类很多，不同种类其参数也就不同。在选择套管头时需根据油气井设计和井身结构而定，即根据井深、套管层数、套管尺寸和地层压力等因素而定。套管头一直伴随着气井的生产，所以在选择时，不仅应考虑目前所开采的油气层，还需预计到气井以后可能会采的其他油气层情况。因此套管头的选择是一个需考虑多方面因素的综合问题，须全面而仔细地考虑后再做选择。

## (二) 油管头

油管头装在套管头的上面，由油管头四通、油管悬挂器、密封填料装置、顶丝、闸阀、压力表和法兰组成。油管头的作用是在钻进过程中，在钻穿气层以前，将它安装在最上层的套管头上，再与防喷器连接。完钻以后，再用它悬挂油管柱，密封油管与生产套管之间的环形空间，并可进行各种工艺作业。油管头的组成部件很多，但最重要的是油管悬挂器、油管头四通和顶丝法兰盘。

### 1. 油管悬挂器

油管悬挂器是用来悬挂井内油管柱，密封油管与油层套管间的环形空间。悬挂器与四通之间的密封分为非金属密封和金属密封。油管悬挂器可分为橡胶密封油管悬挂器、金属密封油管悬挂器、带电缆密封油管悬挂器和缠绕式油管悬挂器。根据钻采工艺的要求，油管悬挂器有带电缆穿透孔的偏心油管挂（图 2-6）、自密封油管挂（图 2-7）和双油管挂（图 2-8）。

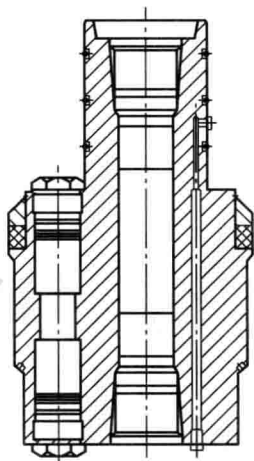


图 2-6 带电缆穿透孔的偏心油管挂

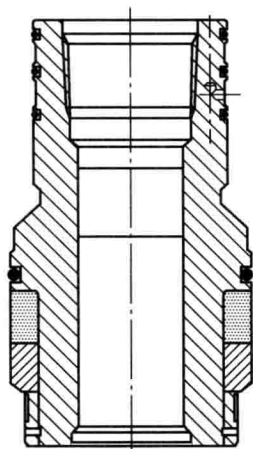


图 2-7 自密封油管挂

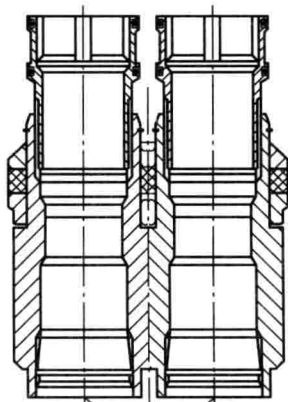


图 2-8 双油管挂



## 2. 油管头四通

油管头四通是用于钻井和天然气生产的一个非常重要的设备。油管头四通常用于正、反循环洗井，观察套管压力以及通过油、套环形空间进行各项作业。油管头四通的法兰端通常位于套管顶部，并与油管头底部连接，是油管头重要的组成部分。

## 3. 顶丝法兰盘

顶丝法兰盘是装在油管四通上的部件。油管挂坐在顶丝法兰的座上，并起到挤压密封填料密封油、套环形空间的作用，同时起到卡住油管，防止井内压力太高时将油管柱顶出的作用。

图 2-9 是典型的油管头装置，不过根据天然气钻采的要求，有时需要对储层进行分层开采时，就要用到双层油管头装置（图 2-10）或多层油管头装置（图 2-11）。

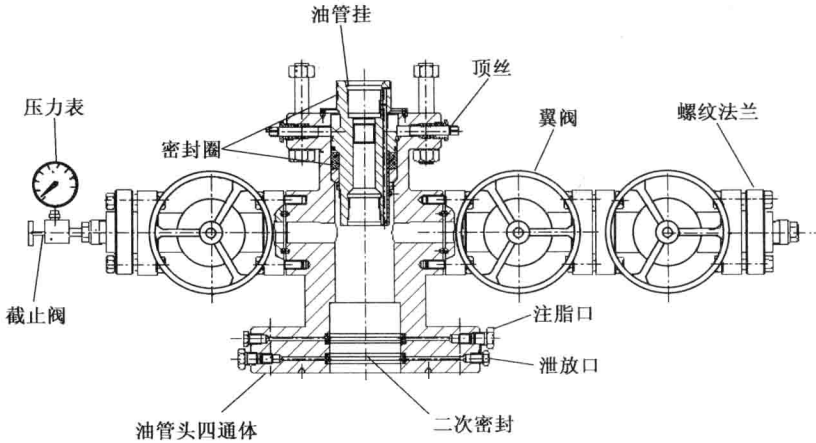


图 2-9 典型的油管头装置

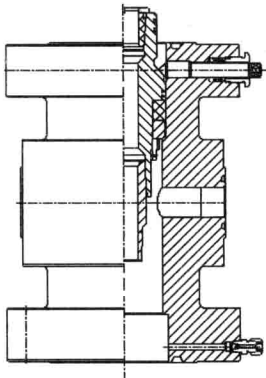


图 2-10 单层油管头装置

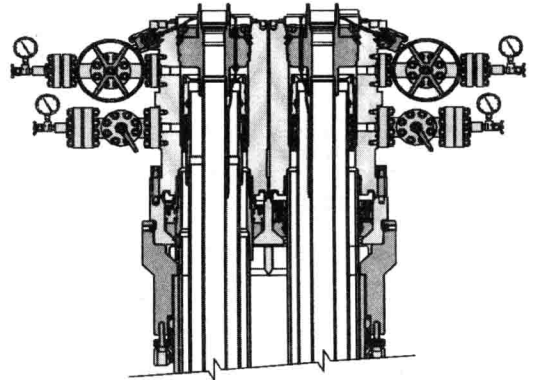


图 2-11 双层油管头装置

在油管头装置的一侧旁通可安装压力表，以观察和控制油管柱与套管柱之间环形空间内的压力变化，在另一侧旁通可安装闸阀。通常情况下，当下完油管后，再接上带有短节的油管挂，油管柱就悬挂在这个油管挂上，该短节上车有油管螺纹。油管挂与四通内壁之间的间隙用一组密封填料加以密封，密封填料之间加有隔环。当介质通过密封填料渗入隔环的空腔时，可由单向阀压入密封脂。四通通孔内还装有压环，并用六个顶丝将其锁住，以防止井内液体作用在油管挂上的上顶力将油管挂顶出其固有位置。另外，为了保护油管挂上部的螺纹，在油管挂内旋入一个护丝，在井上安装采气树时，可将护丝卸去。