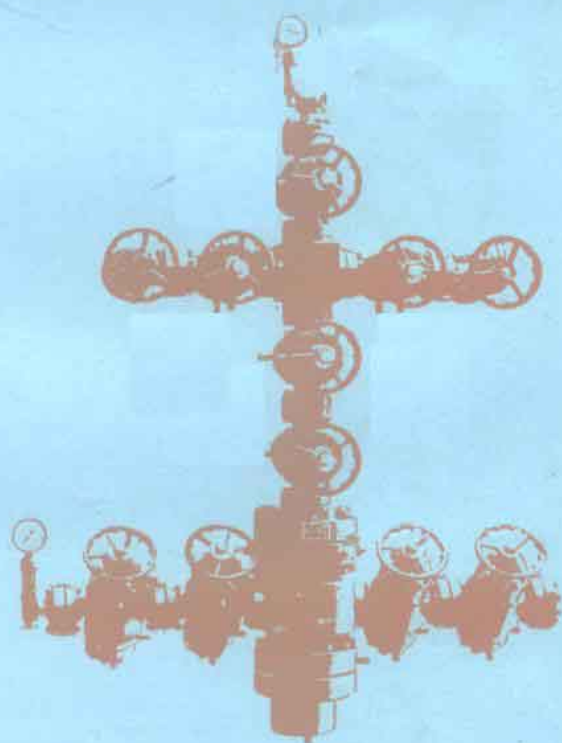


《国内外高压采油(气)井口装置》 资料汇编



机械工业部兰州石油机械研究所
全国石油钻采机械行业技术情报网

1986

出版说明

我国生产采油(气)井口装置已有近三十年历史。但是,在生产采油(气)井口装置的行业里从未有一本系统论述采油(气)井口装置的专题书。各生产单位在设计和制造采油(气)井口装置中只能参考《阀门设计》和其他一些书藉。随着石油工业的不断发展,采油(气)井口装置的制造厂家及油田都迫切要求有一本系统阐述采油(气)井口装置的参考书。三十年来,我国在设计制造采油(气)井口装置方面已积累了丰富的经验,特别是近年来大量引进国外技术和对外技术合作,使我们对国外的采油(气)井口装置有了一定的了解。为此,兰州石油机械研究所和全国石油钻采机械行业技术情报网决定组织部分单位编写《国内外高压采油(气)井口装置》资料汇编一书。

本书收集编写了采油(气)井口装置的用途及结构型式,重点介绍了国内外比较先进的井口装置典型结构。有水下和陆上用的采油(气)井口装置;有法兰连接的、卡箍连接的采油(气)井口装置等,可供工程技术人员在设计产品时参考;在材料方面,重点介绍了API的材料规范及其产品在不同工况条件下对材料的要求,还编进了MR01-75及TM01-77标准,它可以作为选用材料的设计依据;在产品的设计计算方面,介绍了闸阀、节流阀等部件的设计计算。既有斜楔式闸阀的设计计算,又有比较先进的平板闸阀的设计计算;既介绍了法兰连接的设计计算,又介绍了卡箍连接的设计计算。为了便于大家今后设计计算的需要,本书还选编了一些计算实例。此外本书还介绍了采油(气)井口装置的检验及验收标准,可供广大用户在验收产品时参考等。

本书除第一章第三节由上海第二石油机械厂余敬文同志和辽河油田采油工艺研究所杨树方同志编写、第二章第一、二节,第四章第二、三、六、七节由西南石油学院林仲豪同志编写外,其余部分均由上海第二石油机械厂姜启皋、方思羽、孙国宝、余敬文等同志编写。

在编写本书的过程中,兰州石油机械研究所和全国石油钻采机械行业技术情报网进行了大量的组织协调工作;另外还得到了中原油田钻采工艺研究所傅国梁同志、以及四川石油管理局钻采工艺研究所、四川钻采设备厂、大港油田等单位的大力支持,在此谨表示衷心的感谢。

参加本书的校审人员有孙国宝、金舜光(四川石油管理局钻采工艺研究所)、杨纯忠(四川钻采设备厂)、姜启皋、余敬文、方思羽、林仲豪、张明洪(西南石油学院)、马德坤(西南石油学院)、吴选茂(兰州石油机械研究所),最后由林仲豪同志汇总编辑。

本书作为第一本阐述采油(气)井口装置的参考资料,对各设计、制造、使用单位将起着积极的作用。但由于我们的时间仓促和水平不高,书中会存在不少错误和缺点,敬请广大读者提出宝贵意见。

一九八五年十一月

目 录

概述

第一章 采油(气)井口装置的结构型式与基本参数	(2)
第一节 采油(气)井口装置的结构型式	(2)
第二节 采油(气)井口装置的基本参数	(19)
第三节 热力采油井口装置	(27)
第二章 阀门	(32)
第一节 闸阀	(32)
第二节 阀门的密封	(36)
第三节 闸阀的结构及特点	(42)
第四节 闸阀的基本参数	(45)
第五节 节流阀的结构型式	(54)
第六节 节流阀的基本参数	(57)
第三章 采油(气)井口装置的材质	(64)
第一节 API SPEC 6A 规范	(65)
第二节 美国生产采油(气)井口装置的一些公司的材料规范	(71)
第三节 我国制造采油(气)井口装置的材料标准	(74)
第四节 NACE MR-01-75和TM-01-77 材料规范	(76)
第四章 采油(气)井口装置的设计与计算	(101)
第一节 厚壁压力容器的基本计算方法	(101)
第二节 可调节节流阀的设计与计算	(105)
第三节 楔式闸阀的设计与计算	(112)
第四节 平板闸阀的设计与计算	(130)
第五节 卡箍连接器的设计与计算	(139)
第六节 法兰的设计与计算	(146)
第七节 套管头的设计与计算	(178)
第八节 计算实例	(185)
第五章 试验方法和验收标准	(211)
第一节 理化性能试验	(211)
第二节 无损检测	(212)
第三节 厂内液压试验	(213)
第四节 气密封试验	(213)
第五节 通径规检验	(213)

概 述

本文阐述的是用于油(气)田自喷井开采用的采油(气)井口装置,该装置是一种用于控制自喷井井口压力和原油、天然气流量的承压设备。目前,国外生产最大工作压力为20.7MPa(210kgf/cm²)以上采油(气)井口装置的国家有:美国、苏联、日本、英国、法国、联邦德国、意大利、加拿大、墨西哥、阿根廷、罗马尼亚、澳大利亚、新加坡和埃及等;国内生产最大工作压力为20.7MPa(210kgf/cm²)以上采油(气)井口装置的制造厂家有:上海第二石油机械厂、四川钻采设备厂、大庆油田总机厂、新疆石油管理局机修总厂、江汉石油管理局机修总厂、江苏南京石油机械厂、江苏金湖石油机械厂、浙江奉化石油机械厂等。

美国在生产井口装置方面一直占据着领先的地位,它不仅能根据油(气)田的工况和介质来生产陆上用的最大工作压力为20.7MPa(210kgf/cm²)以上各种采油(气)井口装置,而且还能生产水下用的最大工作压力为20.7MPa(210kgf/cm²)以上乾式和湿式采油(气)井口装置。美国能生产陆上、海洋平台和水下用采油(气)井口装置的有:CAME-
RON、McEVOY、NATIONAL SUPPLY和W-K-M等公司;生产陆上和海洋平台用采油(气)井口装置的有:GRAY TOOL和FMC-O·C·T等公司;只生产水下用采油(气)井口装置的有:VETCO和HUGHES OFFSHORE等公司。上述这些美国公司,在技术上都是各有特色的典型公司。另外,美国不仅拥有一批技术先进和设备高效的石油机械制造公司,还有一个成立于1919年、具有世界性权威的民间学术团体——美国石油学会(API),采油(气)井口装置隶属于API阀门和井口装置标准化委员会。该委员会已将采油(气)井口装置的基本参数标准化了,并且对主要零件的材料理化性能、主要零部件及整套装置的试验方法都作了规定。此外,还对焊接、焊工考核、承压铸钢件和承压锻件的无损检测都规定了套用的标准。由于API标准的完整性、成熟性和它对石油机械的发展与技术进步作出的贡献,所以世界上很多国家都采用API标准。美国各石油机械制造公司在贯彻API标准的基础上制定出本公司的企业标准。

国内生产采油(气)井口装置的制造厂虽有近10家之多,但我国至今还没有正式颁布一个统一的标准,而且,除了上海第二石油机械厂和四川钻采设备厂外,大部分制造厂只生产最大工作压力为24.5MPa(250kgf/cm²)的KY250型采油井口装置。四川钻采设备厂可以生产最大工作压力为24.5、34.5、58.8和69.0MPa(250、350、600和700kgf/cm²)的采油(气)井口装置。上海第二石油机械厂可以生产最大工作压力为24.5、34.5、58.8、69.0、98.1和103.5MPa(250、350、600、700、1000和1050kgf/cm²)的采油(气)井口装置。一九八三年,上海第二石油机械厂从美国McEVOY公司引进了最大工作压力为20.7~103.5MPa(210~1050kgf/cm²)的陆上和海洋平台用采油(气)井口装置的设计与制造技术;一九八四年,又从美国HUGHES OFFSHORE公司引进了最大工作压力为20.7~103.5MPa(210~

1050kgf/cm²)的水下采油(气)井口装置的设计与制造技术。由于上海第二石油机械厂从美国引进了采油(气)井口装置的设计和制造技术,因此在国际投标竞争中,已将四批采油(气)井口装置销售给了中日合资开发的埕北油田 A平台和B平台,这就初步改变了我国采油(气)井口装置的“出口出不去,进口挡不住”的局面。

美国各石油机械制造公司生产的采油(气)井口装置是根据油(气)田的工况和工作介质来设计与制造的;我国生产的采油(气)井口装置是根据最大工作压力来设计和制造的。经过分析和试验,应该说美国的这种设计方法比较合理。因此,加快引进消化国外的先进技术,合理地运用到我国目前的生产制造水平中,是各科研、制造单位的一个重要课题。

为此,在这本书的汇编中,我们收集了国内外采油(气)井口装置及阀门的主要结构型式和基本参数;有关零部件的设计计算以及材质的选用,供广大读者在今后的工作中有所借鉴和参考。

第一章 采油(气)井口装置的结构型式与基本参数

采油(气)井口装置是控制油气井生产的重要地面设备。它主要由套管头装置、油管头装置和采油(气)树三大部分组成。其中,由套管头装置和油管头装置构成井口装置,把防喷器安装在井口装置上方,即构成钻进井口装置,卸去防喷器,把采油(气)树安装在井口装置上方,即构成采油(气)井口装置。

采油(气)井口装置的作用有以下几个方面:

- 1.开关、控制和引导油气流。即在开采过程中,从油管和套管的环形空间将油和气引到地面上来;
- 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.创造测示及井下作业条件,便于测压、清蜡、洗井、循环、压井和油井增产等各种措施的施实施。

第一节 采油(气)井口装置的结构型式

一、采油(气)井口装置的结构型式有以下几类:

(一)根据各部分之间连接方式的不同,可分为卡箍式、法兰式和混合式几种。卡箍式连接的采油(气)井口装置(图1—1)拆装方便,螺栓所受的载荷小,缺点是承压能力较小,其所能承受的最大工作压力低于69.0MPa(700kgf/cm²)。法兰式连接的采油(气)井口装置(图1—2)承压能力大,目前它所能承受的最大工作压力可高达207MPa(2100kgf/cm²);缺点是拆装不方便。混合式连接的采油(气)井口装置,是在一套采油(气)井口装置上有卡箍式连接,也有法兰式连接(图1—3);或既有法兰式连接,又有螺纹式连接(图1—4)。

(二)根据使用现场的不同,又可分为陆上用、海洋平台用和水下用三种。陆上用和海洋平台用的采油(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

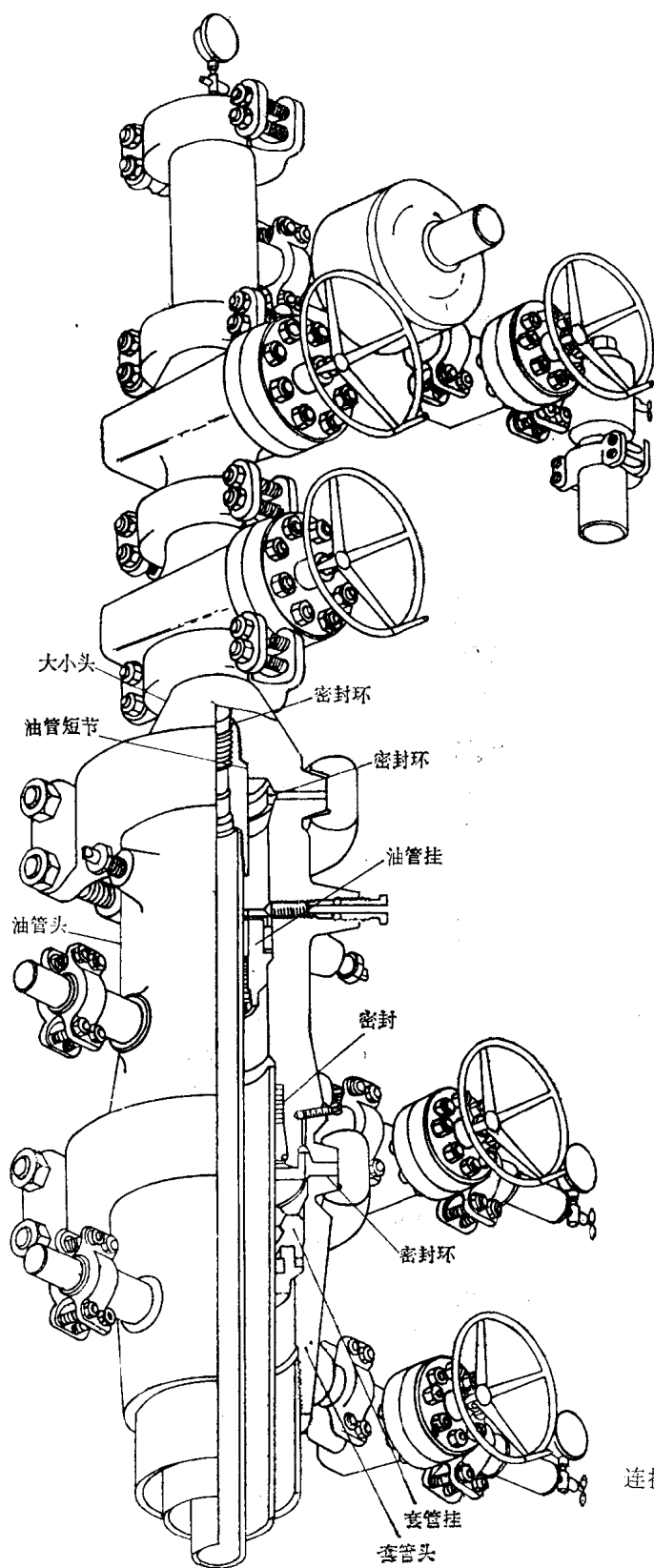


图 1—1 单翼单管组装式卡箍连接的采油(气)井口装置

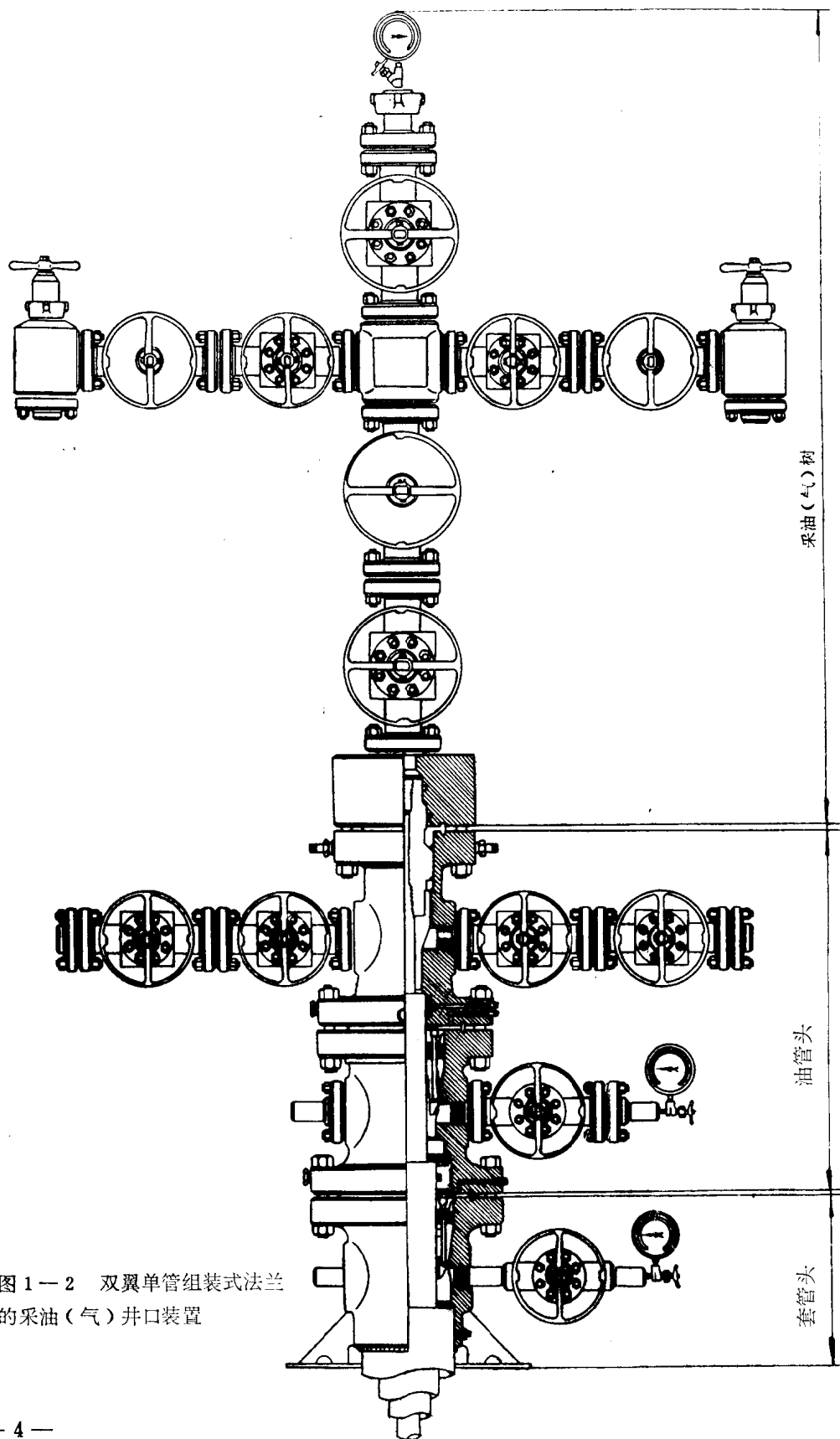


图 1—2 双翼单管组装式法兰连接的采油(气)井口装置

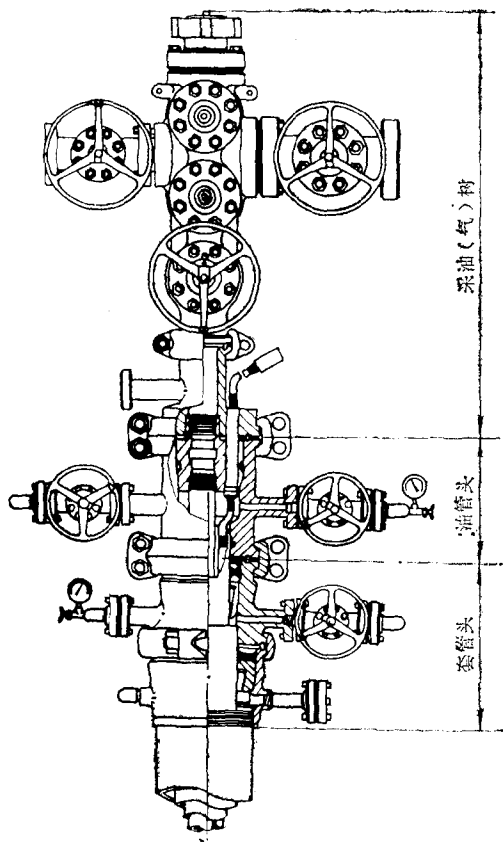


图 1—3 双翼单管整体式法兰和卡箍混合连接的采油(气)井口装置

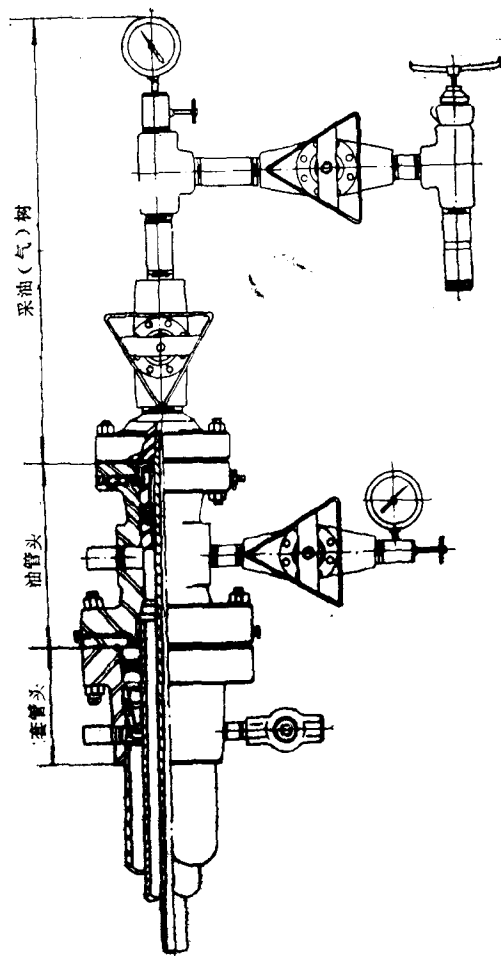


图 1—4 单翼单管组装机螺纹和法兰混合连接的采油(气)井口装置

制，所以使用的采油(气)井口装置的体积要比陆上用的小一些，因此，采油(气)树一般使用整体式闸阀，只是整体式闸阀的造价要比组装机闸阀高得多。

陆上用采油(气)井口装置的典型结构见图 1—5，海洋平台用的采油(气)井口装置的典型结构见图 1—6。

水下用采油(气)井口装置的结构型式又可分为乾式(图 1—7)和湿式(图 1—8)两类。湿式采油(气)井口装置类型较多，图 1—9 所示为水下用潜水员的湿式采油(气)井口装置，图 1—10 所示为水下不用潜水员的湿式采油(气)井口装置。按照生产方式的不同，湿式采油(气)井口装置又分为单井和井组(图 1—11)两种。水下采油(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。使用水下采油(气)井口装置还可加快油(气)田的投产，减少或节约采油(气)平台的费用。美国在五十年代就开始发展这种产品，HUGHES OFFSHORE公

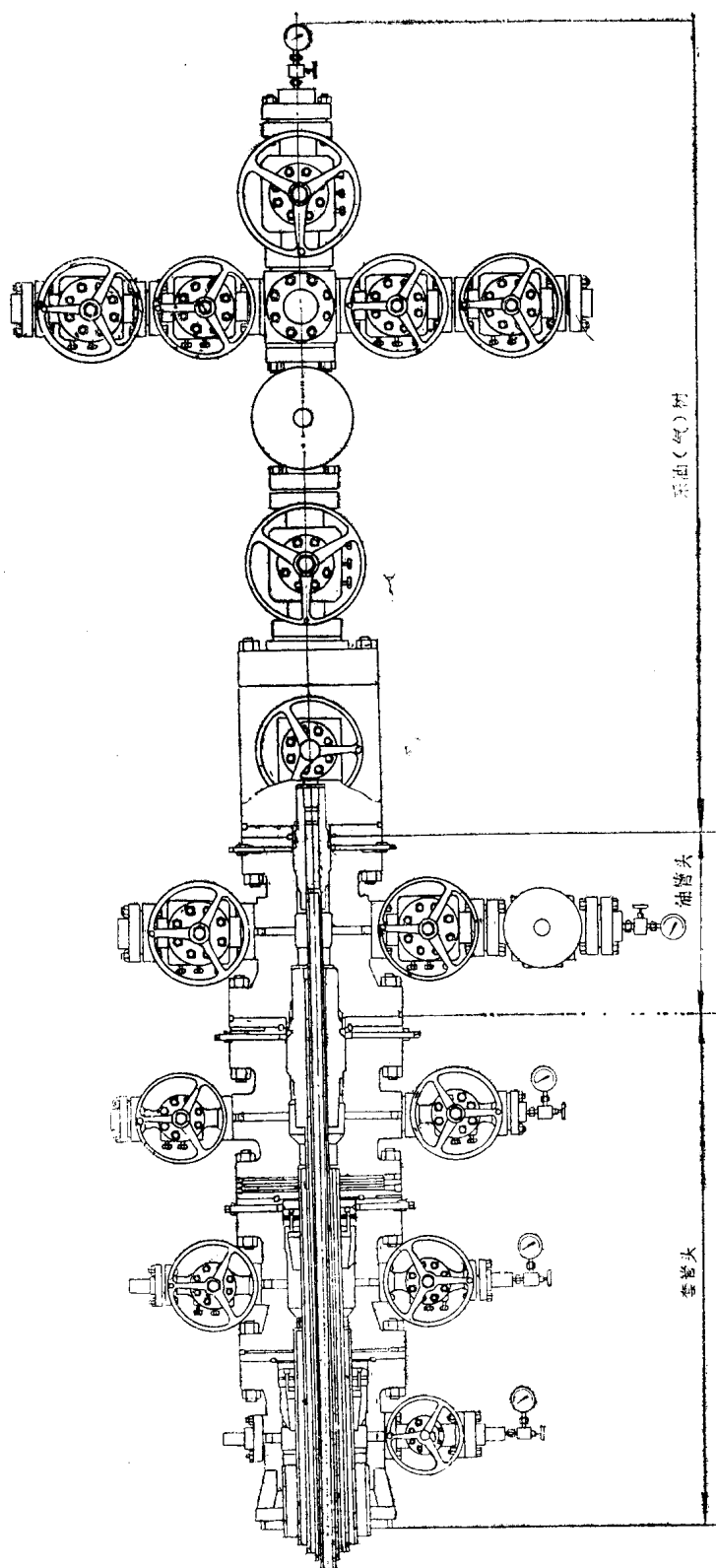


图 1—5 双翼单管组装式法兰连接的采油(气)井口装置

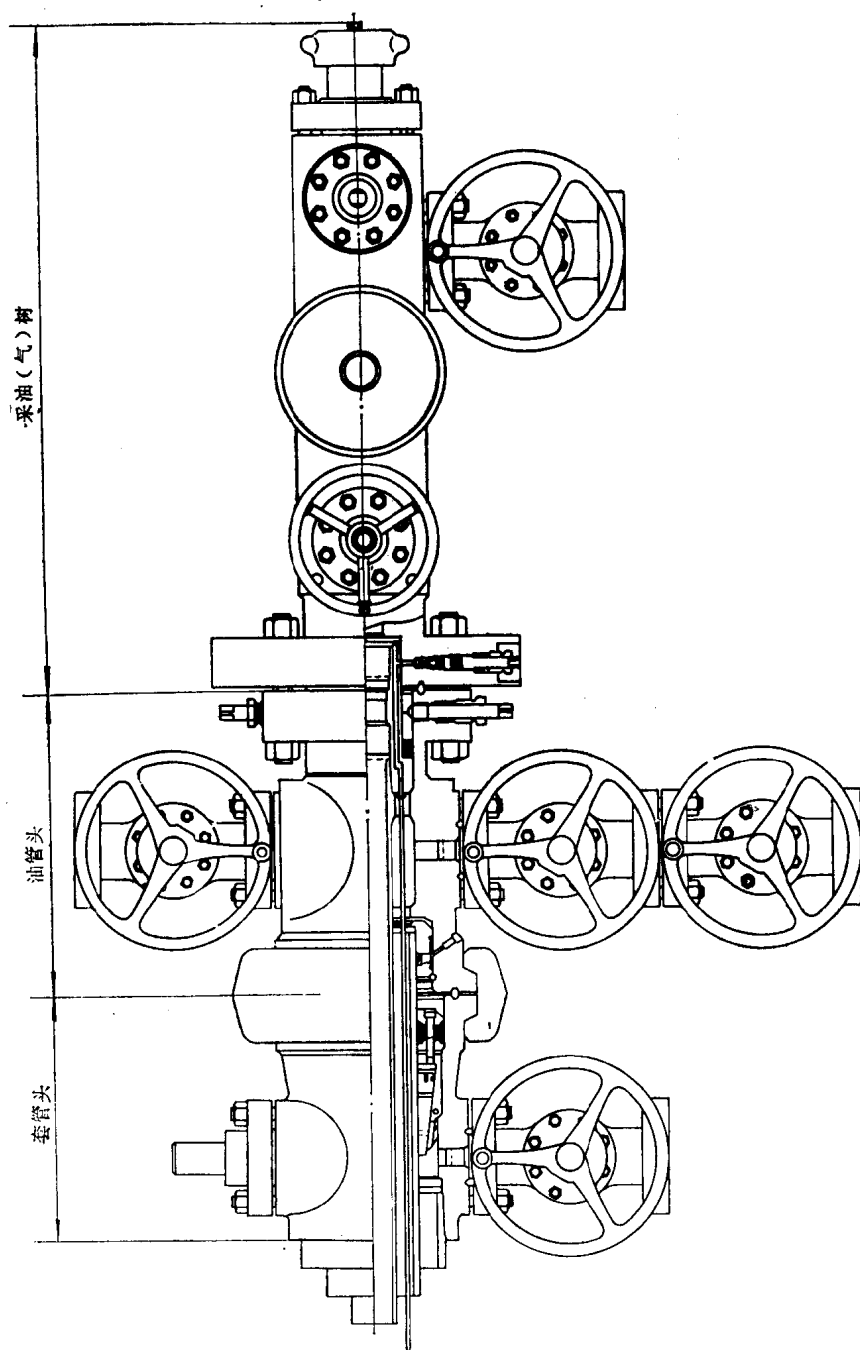


图 1—6 单翼单管整体式法兰连接的采油(气)井口装置

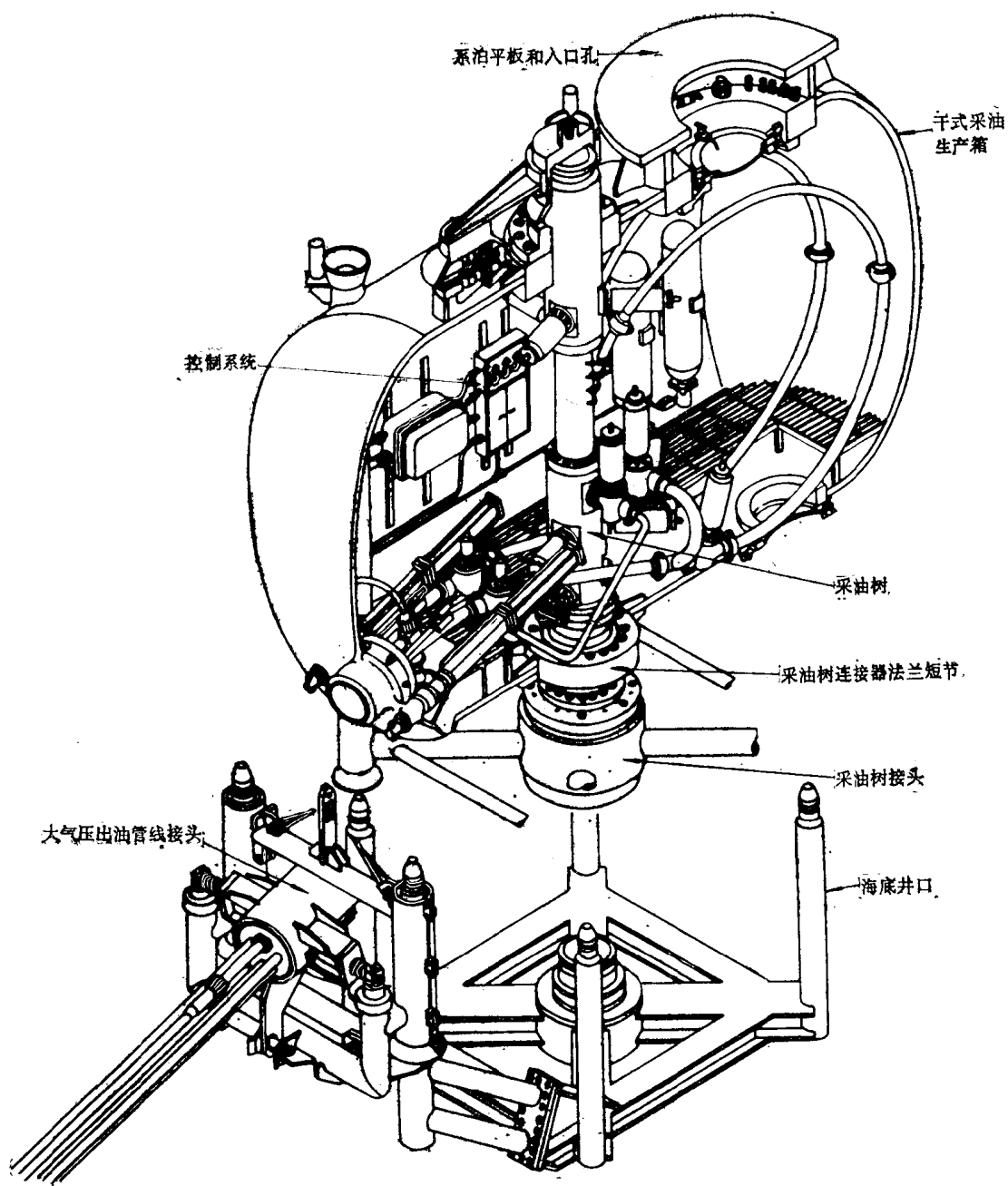


图 1—7 水下乾式采油（气）井口装置

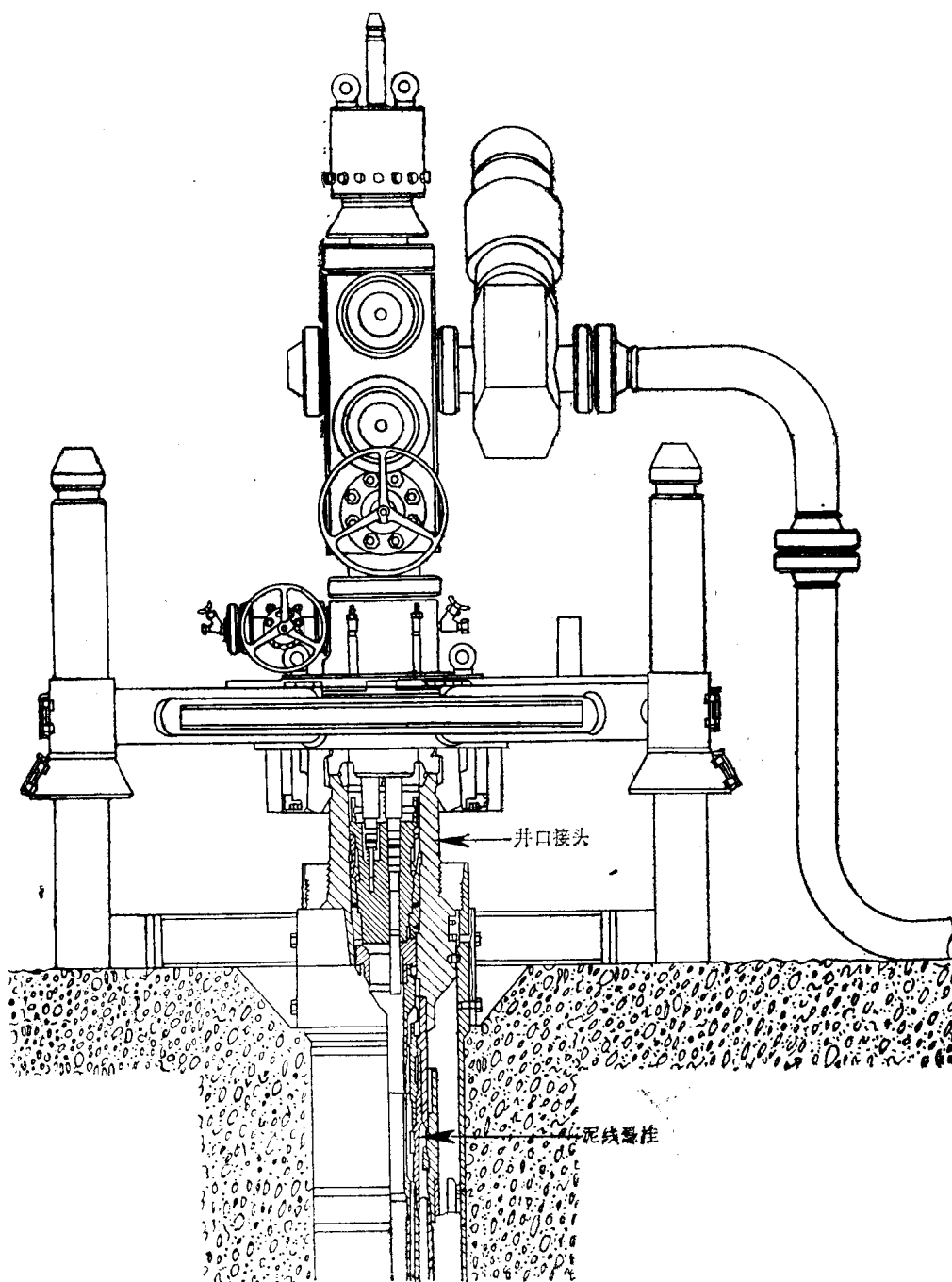
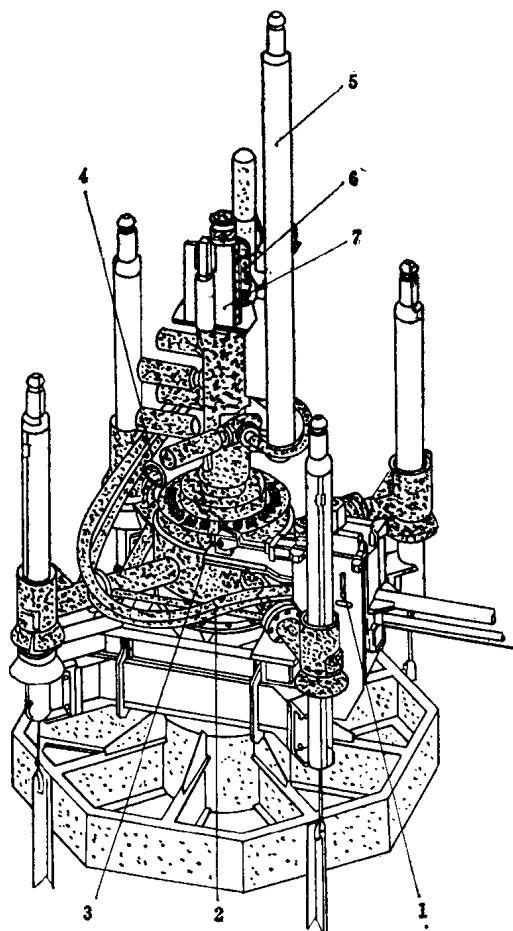
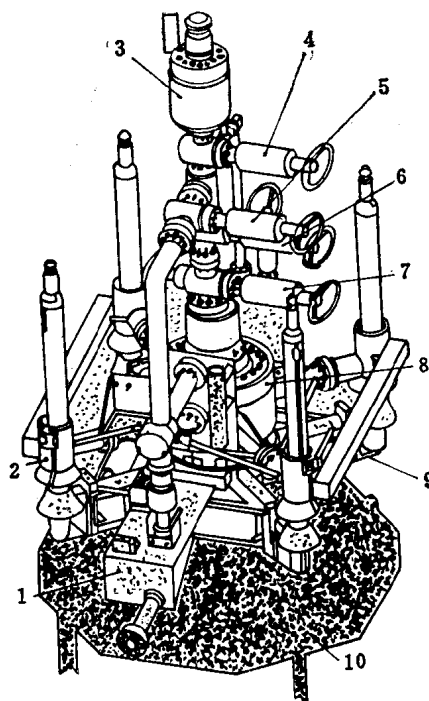


图 1—8 水下湿式采油（气）井口装置

→图 1—9 水下用潜水员的单管采油(气)井口装置

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 输油管线对正机构 | 2. 采油树导向架 |
| 3. 采油(气)树帽 | 4. 抽油阀 |
| 5. 翼阀 | 6. 顶部主阀 |
| 7. 主阀 | 8. H-4 型连接器 |
| 9. 永久导向架 | 10. 临时导向架 |



←图 1—10 水下不用潜水员的卫星式单管采油(气)井口装置

- | | |
|---------------|------------|
| 1. 输油管线对正机构 | 2. 输油管线 |
| 3. H-4 采油树连接器 | 4. 下部的生产主阀 |
| 5. 重复送入柱 | 6. 采油树帽 |
| 7. 程序阀 | |

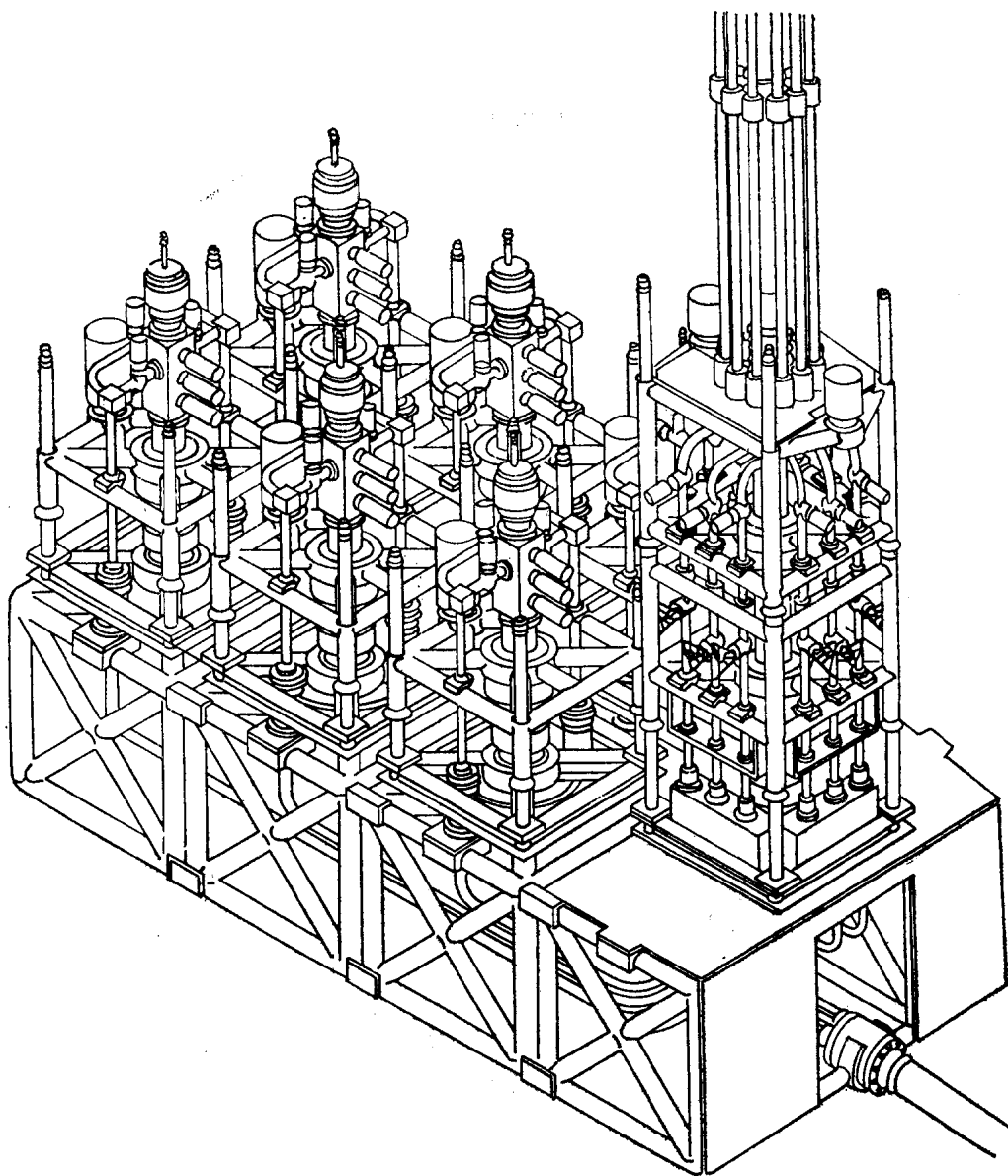


图 1—11 湿式水下采油（气）井口装置

司生产的水下采油（气）井口装置在非洲象牙海岸已用在水深七千多英尺的海域，我国目前已引进了该公司的有关技术，正为研制水下采油（气）井口装置进行必要的准备。

（三）根据生产方式的不同，采油（气）井口装置又可分为单翼和双翼、单管和多管。

单翼式采油（气）井口装置可用于井口压力不太高或产量不太大的油井，它大大简化了管线的连接，可为用户节省装备费用。

双翼式采油（气）井口装置有两个工作翼，一翼作为工作管线，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。

开采单一油层用的单管采油（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油层的油井，要装备专供分层开采用的采油（气）井口装置。这种采油

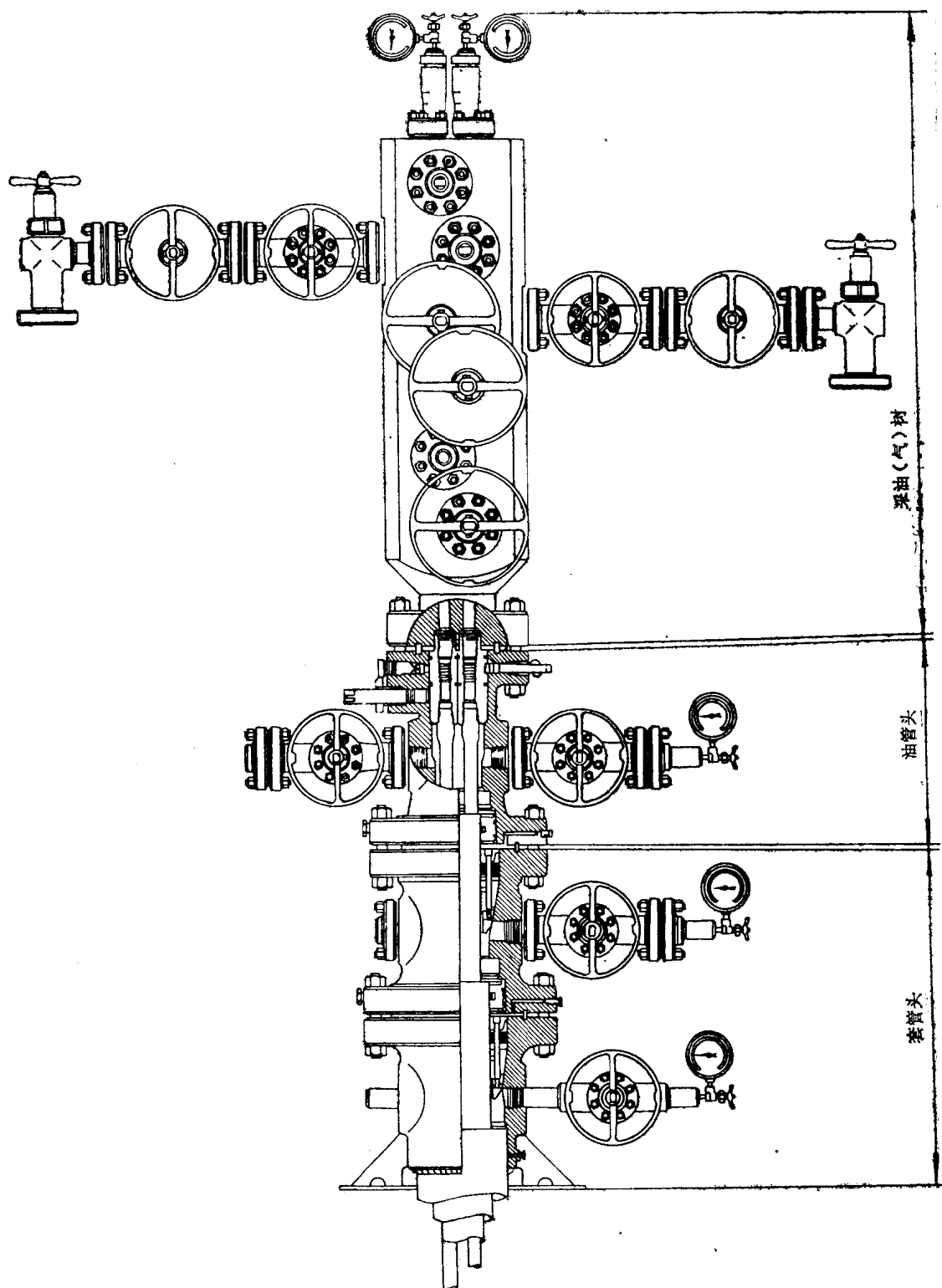


图 1—12 双翼双管整体式法兰连接的采油(气)井口装置

(气)井口装置的油管头内可悬挂两根或两根以上的油管柱,采油(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。

因此,单翼单管采油(气)井口装置适用于油(气)层单一且储量不十分丰富的油(气)田;双翼单管采油(气)井口装置适用于油(气)层单一、压力相对稳定和储量较丰富的油(气)层,以提高采收率;双翼双管(或多管)的采油(气)井口装置(图1—12)适用于多油层且储量较丰富的油(气)田,便于分层开采和提高采收率,从而提高经济效益以便在最短期间回收投资和盈利。

(四)根据操作方式的不同,采油(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油(气)井口装置则必须带安全阀。所带的安全阀又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)根据用途的不同,采油(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。

美国按油(气)田工况的不同,把陆上用采油采气井口装置按适用性分成以下几类:

a. 对于 $-29\sim 343^{\circ}\text{C}$ 的油、气、水和热采井;和在有氧化情况时,适用于 $-29\sim 260^{\circ}\text{C}$ 的油、气、水和热采井;

b. A NSI阀门,适用于油和气井;

c. 用于一般油田的油和气井;

d. 用于一般油田,低温可至 -59°C ;

e. 用于一般油田,含有少量二氧化碳;

f. 用于腐蚀性注水作业;

g. 用于含二氧化碳成分高,但无硫化氢的油(气)井;

h. 用于含硫化氢,且含二氧化碳、分压小于5磅/英吋²的酸性油(气)井;

i. 用于含硫化氢,且含二氧化碳,分压小于30磅/英吋²的酸性油(气)井;

j. 用于含高量的硫化氢和二氧化碳的酸性油(气)井。

对水下用采油采气井口装置依工况的不同,按适用性,可分成以下几类:

a. 用于一般油田的油井和气井;

b. 用于含二氧化碳的油井和气井;

c. 用于含硫化氢,但无二氧化碳的油井和气井;

d. 用于含硫化氢、且含二氧化碳的油井和气井。

热采井口装置主要用于向稠油油田注高温蒸汽或热水以开发稠油油田,这种井口装置的结构型式和主要参数详见本章第三节。

二、采油(气)井口装置的主要部件

(一)套管头装置

套管头装在井口装置的下端,套管头的功能是:固定钻进井的井口;连接井下的套管柱;可靠地密封井口和控制管间空间;钻井时,套管头上还可安装防喷器等设备;采油时,则可安装采油树。

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。套管头的结构应能保证：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.防止钻具对地表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.在钻井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。

此外，在钻井条件复杂的情况下，如在钻含腐蚀性物质的油井时，套管头的某些部件应能耐腐蚀磨损；在海上钻井时，可把套管头安装在深200米或更深的海底。

最简单的单层套管井井口的安装方式如图1—13所示。在表层套管3上连接法兰2，再用双头螺栓将大小头1固定在法兰2上。为调节高度H，要使大小头的上法兰低于钻台150~200毫米。这种套管头适用于压力为150~200kgf/cm²的浅井。

美国CAMERON公司生产的单层套管头装置通常由一个套管头四通和一个悬挂封隔机构（即悬挂器）组成（图1—14），连接形式有法兰式和卡箍式。

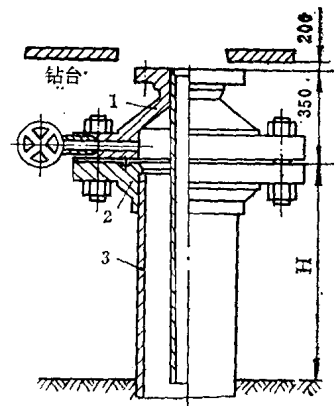


图1—13 单层套管井井口

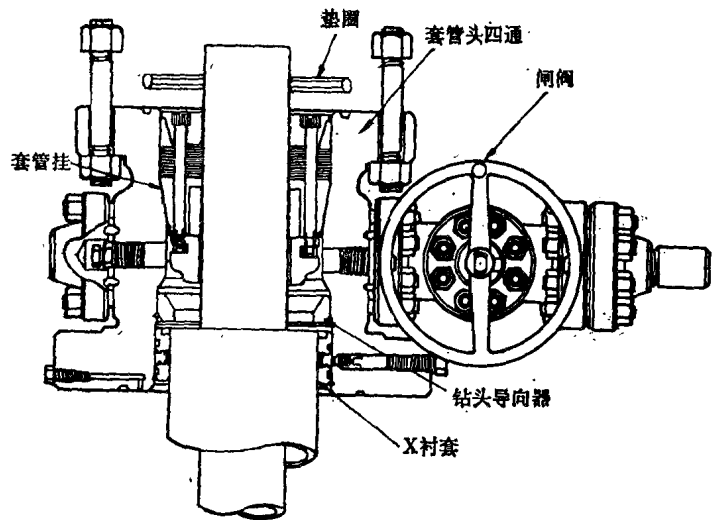


图1—14 CAMERON公司单层套管头装置

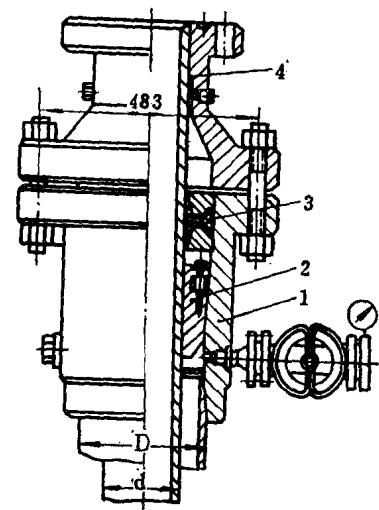


图1—15 双层套管柱的套管头

图1—15为双层套管柱的套管头。第一层套管连接在短节1上，短节内配置有卡瓦式悬挂器2，其内连接第二层套管。两层套管之间的管间空间由盘根3加以密封。第二层套管的活端焊接在套管头的短节4上。若盘根3不能保证可靠密封，则焊缝也能密封两层套管的管间空间。