

油田地面工程施工 与管理

周 强 编

王 玉 田 副主编

石油工业出版社

目 录

绪论	1
一、油田地面工程简介及施工内容	1
二、油田地面工程施工程序	9
第一章 施工前的准备	15
第一节 施工组织的建立与管理	15
一、施工队伍的组建	15
二、施工队伍的组织	17
三、施工组织管理	18
第二节 施工的物质准备	20
一、施工原材料及设备的准备	21
二、施工机具的准备	22
三、施工临时设施的准备	23
第三节 施工经费的落实与管理	24
一、施工经费的落实	24
二、施工经费的管理	25
第二章 踏勘与测量	28
第一节 施工现场的踏勘	28
一、现场踏勘的主要内容	28
二、现场踏勘的方法	29
第二节 施工测量的基本方法	30
一、距离的测量	30
二、给定长度的测设	32
三、给定角度的测设	33
四、地面上点的高程测量	33
五、斜线的测设	34
第三节 管道工程的施工测量	35

一、管线施工测量的准备工作.....	35
二、管线定位.....	36
三、埋地管道的施工测量.....	38
四、架空管线的施工测量.....	39
五、管道工程竣工图的测绘.....	39
第四节 场地平整过程的测量.....	40
一、场地平整的测量方法.....	40
二、大面积场地施工测量的方法.....	41
第五节 一般建筑物的施工测量.....	42
一、主轴线的测设.....	42
二、控制网的测设.....	42
三、房屋的施工测量.....	44
四、其它建筑结构的施工测量.....	48
第六节 设备基础的施工测量.....	51
一、设备基础控制网的设置.....	51
二、设备基础的定位.....	52
三、设备基础施工时的测量.....	52
第三章 土工工程.....	54
第一节 土石方工程.....	54
一、管沟及基础坑(槽)的施工.....	54
二、场地平整施工.....	60
三、常用的土方机械.....	62
第二节 地基与基础工程.....	71
一、地基工程.....	71
二、基础工程.....	74
第三节 砌筑工程.....	89
一、砖砌体工程.....	89
二、石砌体工程.....	103
三、砌块工程.....	105
四、墙面勾缝.....	106
五、异常气候时的施工措施.....	108
第四节 钢筋混凝土工程.....	111

一、模板工程	112
二、钢筋工程	114
三、混凝土工程的施工	117
四、预应力混凝土施工	126
五、钢筋混凝土工程的质量检验	129
第五节 装配式结构的施工	136
一、施工前的准备	137
二、构件的吊装步骤	138
三、常见混凝土构件的吊装	140
四、钢结构的吊装	152
第六节 屋面防水及保温(隔热)工程	155
一、平屋面的施工	156
二、斜屋面的施工	160
三、保温(隔热)工程	165
第四章 油田安装工程	169
第一节 管道工程	169
一、管道工程概述	169
二、钢制管道的施工	173
三、铸铁管道的施工	206
四、塑料管道的施工	212
五、不锈钢管道的施工	220
六、管道系统的试验	222
七、管道系统的吹扫与清洗	227
第二节 阀组的施工	230
一、预制安装前的准备	230
二、常见样板的制作方法	232
三、阀组的预制及组装	239
四、阀组的现场安装	242
第三节 储罐的施工	243
一、立式金属罐的施工	245
二、球形罐的施工	255
三、卧式圆柱形容器的施工	257

第四节 机泵安装	259
一、抽油机的安装	259
二、离心泵的安装	264
三、风机的安装	270
四、深井泵的安装	273
第五节 工艺设备的安装	277
一、锅炉的安装	277
二、塔类容器的安装	284
第五章 电气工程	288
第一节 电力架空线路的施工	288
一、架空线路的构成	288
二、架空线路的施工	291
第二节 电缆线路的敷设	298
一、电缆的种类	298
二、电缆的敷设	299
三、冬季电缆的敷设措施	302
四、电缆头的制作	304
第三节 动力照明配线	305
一、槽板配线	305
二、线管配线	306
三、瓷夹、瓷柱及瓷瓶配线	308
四、电气照明线路安装	309
第四节 电动机及起动器的安装	312
一、电动机的安装	312
二、起动器的安装	318
第五节 变配电设备的安装	321
一、变压器的安装	322
二、隔离开关的安装	324
三、负荷开关的安装	327
四、油开关的安装	328
五、避雷器的安装	329
六、电容器的安装	331

七、成套配电柜和配电箱的安装	333
第六节 接地装置的安装	334
一、接地体的安装	335
二、接地线的敷设	335
第七节 油田易燃易爆场所的电气安装	337
第六章 油田地面工程的施工	340
第一节 油气井场	340
一、自喷井井场的施工	340
二、抽油机井场施工	343
三、潜油电泵井场施工	345
四、水力活塞泵井场施工	347
五、气井井场施工	349
第二节 计量站与转油站	350
一、计量站的施工	351
二、转油站的施工	354
第三节 注水井与配水间	359
一、注水井与配水间的施工要求	359
二、施工步骤	360
三、施工注意事项	360
第四节 联合站	362
一、联合站的施工内容	362
二、施工注意事项	365
第七章 试生产考核与竣工验收	367
第一节 试生产考核	367
一、试运投产	367
二、试生产考核	371
第二节 工程竣工验收	372
一、竣工验收条件	372
二、竣工验收的级别	373
三、预验收的准备工作	374
四、预验收程序	375
五、正式验收	376

六、竣工技术资料及竣工验收文件的整理归档.....	376
主要参考文献.....	381

绪 论

一、油田地面工程简介及施工内容

石油及天然气矿藏埋在浅则几百米、深则几千米的地层内。在地层中，石油呈流体状态，常具有很高的压力。因此，开采石油不能象开采铁矿、煤矿那样进行露天开采或用坑道开采，必须用专门的石油钻井设备将岩层钻开下入套管，并在套管外注水泥把井封固好，以防井壁坍塌及高压油、气、水层间流窜。当井钻完用套管封固好后，在井口安装上采油树，井内下入油管，再将射孔枪下到井下对准油、气层进行射孔，打穿套管和水泥封固层，把油层射开，这时油、气就可以沿着油管或套管这个通道流到地面。

由于油井在油田呈分散状布置，因此，需要用各种管网和设备将各井产出的原油集中起来，输送出去。另外油井的采出液中不仅含有石油和天然气，而且还有水、砂、泥浆、盐、蜡、硫等。所以必须经过集中计量，然后通过管道汇集到中转站，再由中转站转输到各种处理场（站）进行净化处理，使其按照油田开发条例的规定生产出各种合格的油矿产品（石油、天然气、轻烃、水等）。然后经过计量分别外输到各个用户。完成上述一系列油气生产过程，就需要在油田上建立一系列油、气集输地面工程及必要的辅助工程。

为了使大家对油田地面工程有个简单的了解，现分述如下：

（一）油气集输系统的主要施工内容

油气集输系统是油田生产的重要环节，也是油田地面工程的主要内容。在不同的油田上，由于油田的地质条件不同，原油的物理化学性质不同以及油田所在地的气候条件不同，因而各油田油气集输系统的施工内容也不完全相同。一般常见的油气集输系

统工程有以下几个部分。

1. 井场

前面我们已经讲过：石油和天然气矿藏深深地埋在地下，必需采用打井的办法将它们采出。井打完后还必须在井口及井口附近的井场上安装一系列工艺设施，使油气能按照油田开发的需要安全的进行开采。

在油田上，井的种类比较繁多，有以生产原油为主要目的的油井；有以生产天然气为主要目的的气井；有以注水为主要目的的注水井；有以录取各种生产开发资料为主要目的的资料井，此外还有注气井、试验井、调整井、排液井、供水井、检查井、丛式井等等。井的用途不同，井场上所采用的流程和工艺设施也不完全相同。同样是油井，根据开采的方式又可分为自喷井、抽油机井、潜油电泵井、水力活塞泵采油井等等。

(1) 自喷井是原油、天然气和水等混合物依靠油层内部自身的压力喷到地面上来进行生产的井。这种井的井场工程内容较少，只需要一套简单的集输工艺管网，一般不用安装专门的采油机械设备。但有些井场还需要安装井口计量装置和加热炉、值班室等。

(2) 抽油机井是指一些油层原始压力低或者油层开始压力很高，后来经过一段时间开采压力下降，为了保持油井的生产能力、采用抽油机和深井抽油泵将井下的原油抽到地面上来进行生产的井。

这种井场施工内容除包括油气生产工艺管网外，还包括抽油机械设备和变压器、控制箱等供电设备，所以施工较自喷井复杂。

(3) 潜油电泵井是把电动离心泵连同电动机一起下到井筒内与油管相连接，利用潜油电泵来使油井保持连续的生产能力。

这种油井井场施工内容主要有三部分：

1) 安装潜油电泵、潜油电机和保护器。

2) 安装地面控制设备: 包括自动控制箱、自耦变压器以及连接井下电泵到自耦变压器的电缆系统(包括导向轮、电缆滚筒等)。

3) 地面工艺管网(一般与自喷井相同)。

(4) 水力活塞泵井是利用地面高压柱塞泵将经过加压后的部分原油, 通过高压管线和井口四通送入井下, 带动井下水力活塞泵抽吸井下的原油, 然后将原油泵到地面, 以保证油井连续生产。

水力活塞泵井井场工艺比较复杂, 主要施工内容有以下三部分。

1) 井下水力活塞泵的作业安装。

2) 井场工艺安装(包括高压柱塞泵、分离器、储油罐、集输油管网等)。

3) 电器线路及自动控制设备安装。

对于井场的施工内容除和开采方式不同有关外, 还和油井原油物理化学性质, 油田所在地气候条件, 油井采用的流程等有关, 由于篇幅关系这里就不再细述了。

2. 计量站

计量站是集中进行油井单井油、气、水计量的场所。除此之外有些计量站还负责向所管辖油井分配供热保温的介质。在油田油气集输工艺采用三级布站时, 油田上常单独设置计量站, 即石油和天然气等混合物从油井中出来后, 先输到计量站进行单井油-气计量(有的计量站还要进行水量计量)。经过计量的油-气-水混合后再和其它油井来的油-气-水混合物一起输往中转站。对于一些掺热水(或热油)的站, 计量站还要把从中转站输来的热水(或热油)分配到所管辖的各个油井, 以达到加热保温保证管线畅通的目的。

计量站从结构上可分为列车式、大板式和砖混式三种。在计量站内, 主要工艺设备有计量分离器、原油计量阀组、天然气计量阀组、水计量阀组以及原油、天然气和水的计量仪表。

对于有掺热水（或掺热油）功能的计量站，在计量站内还要安装掺热水（或掺热油）阀组和热洗阀组。

3. 中转站

中转站在一些油田也称为选油站，它的主要作用是将各计量站或单井输来的油-气-水混合物，汇集起来进行初步分离、计量。然后将油转输到脱水转油站进一步净化；天然气输往天然气处理场（或压气站）；水输往污水处理站（或将水加热后返输到计量站作供热用）。

中转站的工程一般比计量站要大，其主要工程有油-气-水分离装置，油泵房，水泵房，压气机房，缓冲油罐，油-气-水阀组，油-气-水计量装置，加热炉，锅炉以及各种供、配电装置等。有些中转站还设有加药泵房，加药罐，天然气收发球装置等等。

对于油田采用两级布站的流程，计量站有时和中转站合为一个站。在这种情况下，中转站还担负单井计量的任务，所以工程量就更大了。

4. 脱水转油站

脱水转油站的主要任务是将所管辖区域内中转站或井排来的油-气-水混合物集中起来，进行分离、沉降、加热、脱水、原油稳定等净化处理。一般从脱水转油站输出出来的原油都已成为合格的油矿产品可以直接外输给用户。从脱水转油站输出的天然气、轻烃和污水，要分别输到天然气处理场（压气站）和污水处理站进一步净化，以达到出矿标准后输送给用户。

脱水转油站的施工内容比较多，施工技术上要求也比较高。工艺上主要有油气分离装置，油水加热装置，原油脱水装置，原油稳定装置和油、水缓冲罐，沉降罐，锅炉房，输油泵房，污水泵房，脱水泵房，加药泵房，压缩机房，轻油回收装置，天然气收发球装置，油-水-气计量装置及各种工艺管线和阀组等。

除此之外，在脱水转油站内还有许多独立的辅助系统如：供电系统、自动控制、自动监测系统、给排水系统、采暖、通风系

统和消防系统等等。

5. 含油污水处理站

前面已经说过，在石油开采过程中，从油井中采出的除了原油、天然气外还有水，特别是采用早期注水方式开发的油田，经过一段时间开发，原油含水率上升极快，由于从原油中脱出来的水含有较多的油和其它物质，若不净化处理，将会给人们生产生活带来极大的危害。因此在油田开采时要建设许多污水处理站，及时对含油污水进行处理。

油田上含油污水处理站的流程种类比较多，常见的有①自然除油——混凝除油——过滤流程；②粗粒化——一次除油——过滤流程和粗粒化；③一次除油——过滤流程三种。主要工程内容有粗粒化罐，自然沉降除油罐、混凝沉降除油罐、过滤罐、净化水罐、污油罐、污水回收池、污水泵房、污油泵房、加药泵房及各种管网、阀组和污水、净化水、污油计量装置等。除此之外污水站内还设有供、配电系统、供排水系统、采暖通风系统和消防系统等。

6. 天然气处理场（或压气站）

天然气处理场（或压气站），是对天然气和轻烃进行净化，加压计量外输的工程，主要工程内容分为以下五大部分：

（1）天然气收集、压缩、外输部分 主要包括集气、工艺管网、阀组、除油器、压缩机房、冷却器、分离器、计量仪表、收发球装置等。

（2）冷冻、回收部分 主要包括冷却器、贫、富气换热器、氨蒸发器、分离器、氨压缩机房等。

（3）产品分馏部分 主要包括脱乙烷塔、轴油稳定塔（或叫脱乙烷塔）、重沸器、冷凝器、回流罐等。

（4）各种储罐 主要有天然气储气柜（罐）、球形轻油储罐、污油储罐、冷却水罐等。

（5）辅助生产系统 主要有给、排水系统、供电系统、采暖供热系统、自动化控制、监测系统、通风系统、消防系统和通讯系统等。

7. 油库

油库是储存转输和销售石油及石油产品的综合性工程，其工程内容和油库采用的输送方式、储存、运输的油品种类，储存能力和结构型式有关。常见的油库有以下几种：

(1) 铁路运输油库

这种油库中的石油及石油产品主要是通过铁路槽车进行运输的。这种油库的主要工程内容包括铁路装油鹤管、栈桥、卸油平台、机车牵引装置、铁路专用线、零位油池、信号控制装置、油泵房、储油罐、油库管网及阀组间、防火堤、油品化验室、污油回收系统和计量系统。除此之外，油库内还有许多辅助作业系统如：加热保温系统（包括锅炉及燃料油系统、水泵、水罐、软化水系统、供热管网及阀组），还有供电系统、通风系统、消防系统、污水处理系统、通讯系统、维修间与办公室等。

(2) 管道运输油库

这种油库的石油及石油产品主要是通过管道进行输送的。管道输送油库的主要工程包括输油泵房、输油阀组间、流量计间、油品化验室、储油罐、油库管网、防火堤及污油回收处理装置。其辅助作业系统主要有：供热保温系统（包括锅炉、供水泵、水箱、燃料油系统、水处理系统、供热管网、换热器等）。除此之外还有供电系统、供水系统、通风系统、自动化控制与监测系统、消防系统、维修间及办公室等。

(3) 汽车运输油库

这种油库的石油及石油产品主要是靠汽车罐车进行运输的，一般用在油库吞吐量较小的情况下。这种油库的主要工程包括：汽车罐车的装油鹤管、卸车平台、装车自动控制装置、公路专用线、输油泵房、流量计间、油库管网、油库阀组间、储油罐、防火堤、污油回收系统、油品化验室等。其辅助作业系统有供热保温系统（包括锅炉、供水泵、水罐、水质处理装置、燃料油供给装置、换热器、供热管网等）。除此之外还有供电系统、供水系统、通风系统、自动化控制和监测系统、消防系统、维修间及办

公室等。

(4) 水运油库

这种油库主要是建在海边、湖边、河流附近，主要工程包括有油船装卸油码头、输油泵房（或水面浮动泵房）、储油罐、防火堤、油库阀组间、流量计间、油品化验室、油品工艺管网、污油回收装置等。其辅助作业系统有供热保温系统、供电系统、供水系统、通风系统、自动化控制与监测系统、消防系统、维修间及办公室等。

(5) 联合油库

是采用两种或两种以上运输方式输送石油及石油产品的油库。这种油库的工程内容随油库采用运输方式的形式和油库储运能力的不同而增减。

除运输方式外，油库工程内容和油库储存运输的油品性质有很大关系。

1) 原油库 这种油库主要是用来储存和运送原油的油库，油品单一，工艺流程简单，但这种油库往往储存和运送量都比较大，所以储油罐容积比较大（近年来油罐容积发展到五万立方米、十万立方米甚至更大型的油罐）。工艺管网也比较粗。

2) 成品油库 这种油库主要用来储存运输各种成品油的油库。成品油库由于通常储存和运输的油品品种多，而各种产品的粘度、凝固点、腐蚀能力、爆炸极限相差很大，因而使油库的工艺流程也较复杂，但罐和机泵都比较小。

3) 轻烃库 轻烃库是以储存并运输易燃、易爆、易挥发的轻烃及混合物为主的建筑工程。所以轻烃储罐与原油储罐不同，它们多是能耐受较高压力的卧罐和球罐。泵房和罐区对防雷、防静电、防火、防爆以及自动化的要求都很高。除此之外，还有喷淋、水封等安全设施。

(二) 地面辅助系统工程

在油田地面工程中，除了油气集输工程外，还有许多辅助系统工程，如油田注水工程、供水工程、供电工程、通讯工程、排

水工程、供热工程、道路工程等等。下面我们将其工程内容作一简单的介绍。

1. 油田注水工程

当油田投入开采后，如果没有驱油能量补充地下油层，油层压力就会逐渐下降，因此原油产量也就会随之而下降。为了保证油田长期稳产，就要向地下油层补充能量，目前我国大部分油田都是采用向油层注水的方法，来保持油田稳定生产能力的。

为了保证按开发要求向油层内注水，油田上必须建设一整套注水系统工程。这一系统的主要工程内容包括有注水站、配水间、注水井场及配套的注水管网和相应的辅助工程。

2. 供水工程

供水工程是油田地面工程的一个重要组成部分，它不仅是保障人们生活的必要条件，而且是保证油田生产、基建施工的重要条件。

供水工程主要包括水源工程；集水和输水系统工程。

油田供水水源主要分为地面水源和地下水源两大类。地面水主要指河流、湖泊、水泡子等。以地面水为水源的供水系统工程内容主要有取水口、一级加压泵房、集水管线、加药系统、沉淀池、过滤池、净化水罐、二级加压泵房、输水管网、脱氧站、转水站、加水站、计量仪表以及水站的供电、供热通讯等辅助工程。

以地下水为水源的供水系统工程内容主要有各水源井场工程（包括水源井工艺、深井泵安装以及井场供电、保温工程等）和集水管网、过滤罐、加药装置、净化水罐、加压泵房、输水管网、转水站、加水站以及水站的供电、供热、通讯等辅助工程。

3. 供电工程

油田是工业用电大户，在油田生产的各个环节几乎都离不开电。因此，在油田地面工程建设上，供电工程占有一个相当大的比例。

油田常见的供电工程有一级变电站（电压35kV以上）、二级变电站（35kV—6kV电压的）、高压输电线路、配电所、低压输电线路以及各种用电设备的安装工程等。除此之外，许多油田都建有自己的发电站和发电设施，形成一套完整的供电系统工程。

4. 供热工程

我国油田生产的原油大部分为高粘度、高凝固点原油，加之许多油田地处北方，冬季寒冷，因而油田供热工程是十分重要的。在油田上除了各种井、站上有许多分散的供热工程外，在工业和民用设施集中的地方还有许多大型的集中供热工程。这些供热工程的主要内容包括锅炉安装工程，水处理工程，燃料油（或燃气）系统工程，通风系统工程，循环供水工程，供热管网工程，以及锅炉房，软化水处理间，水泵房等土建工程等。

5. 其它工程

在油田上，除上述工程外还有许多工程，如通讯工程、道路工程、排水工程、机械修理与加工工程等等，由于篇幅关系就不一一叙述了。

二、油田地面工程施工程序

一项工程从开始计划到交付使用，大体上可以分为以下八个环节：

1. 编制工程的设计任务书

工程设计任务书也叫计划任务书是确定建设工程项目及建设方案的重要文件，没有经过上级批准的设计任务书的工程，设计人员不准进行设计，施工人员不许进行施工。对于新油田的建设项目，一般由建设单位或主管单位根据油田地面建设的长远总体规划，提出项目建议书，经过技术经济论证和上级主管部门审批后，编制建设项目的的设计任务书。

对于老油田调整改造项目和老油田的建设工程一样，一般由建设单位根据油田需要和老油田地面调整的总规划提出项目建议书，经过技术经济论证和上级审批后，编制老油田调整改造项目设计任务书。

设计任务书编制完后，需经国家和上级主管部门批准。按现行规定一般总投资在3000万元以上的项目，设计任务书由国家计划委员会批准，总投资在3000万元以下的项目，设计任务书按隶属关系由主管部门或省、市、自治区批准。对于特别重大的项目（如总投资在10亿元以上的项目），要经过国务院预审后报人大常委会批准。

2. 选择建设地点

选择建设地点要按照国家颁发的“土地管理法”、“矿产资源法”、“森林法”、“草原法”等一系列政府法令，本着尽量少占和不占耕地、森林和地面建设适应油田开发需要的原则，慎重地选择建设地点，有时要摆出几个方案进行反复对比后，交上级审批。

3. 编审设计文件

建设项目的设计必须按照批准了的设计任务书的要求在调查研究和勘察测量的基础上进行。大中型项目一般采用两段设计（初步设计与施工图设计），技术复杂的项目和有特殊要求的经主管部门批准，增加技术设计阶段，小型项目中技术要求简单的，经过主管部门批准，也可简化初步设计或直接编制施工图。

初步设计的内容一般包括：设计的指导思想，建设规模和产品方案（或纲领），总体布置和项目构成，工艺流程和主要设备，建筑结构和工程标准，公用及辅助设施，占地面积和土地利用情况，生产组织和劳动定员，主要建设材料用量，工程总概算，建设进度，环境保护，防火、抗震、人防等内容。

初步设计的深度应能满足编制施工组织设计、主要材料及设备的订货和土地征用及平整场地等施工准备工作的要求，并能据以编制施工图和工程预算。

初步设计经过批准后方可编制施工图设计（或技术设计）。

技术设计是在初步设计的基础上，对建设项目的工程技术和经济问题的进一步深化，其深度应能满足重大技术问题和有关试验及设备制造等方面的要求。在技术设计阶段编制修正概算。技