

NB

中华人民共和国能源行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

油田采出水余热利用工程技术规范

Technical code for waste heat use of oilfield produced water

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 工程设计..... 3

5 施工及验收..... 10

6 管理、运行及维护..... 13

7 安全、环保与职业卫生..... 13

附录 A（规范性附录） 规范条文说明.....16

油田采出水余热利用工程技术规范

1 范围

本标准规定了油田采出水余热利用工程中工程设计、施工验收、运行维护、职业健康、安全与环境等要求。

本标准适用于陆上油田采出水余热利用新建、改建和扩建工程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB2893	安全色
GB2894	安全标志及其使用导则
GB3096	声环境质量标准
GB3838	地表水环境质量标准
GB8702	电磁环境控制限值
GB8978	污水综合排放标准
GB/T9068	采暖通风与空气调节设备噪声声功率级的测定—工程法
GB12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB13271	锅炉大气污染物排放标准
GB16297	大气污染物综合排放标准
GB/T21447	钢质管道外腐蚀控制规范
GB/T23258	钢质管道内腐蚀控制规范
GB/T50006	厂房建筑模数协调标准
GB50007	建筑地基基础设计规范
GB50009	建筑结构荷载规范
GB50011	建筑抗震设计规范
GB50016	建筑设计防火规范
GB50019	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB50034	建筑照明设计规范
GB50040	动力机器基础设计规范
GB50041	锅炉房设计规范
GB50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB50053	20kV及以下变电所设计规范
GB50054	低压配电设计规范
GB50057	建筑物防雷设计规范
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
GB50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB50116	火灾自动报警系统设计规范
GB50153	工程结构可靠性设计统一标准
GB50166	火灾自动报警系统施工及验收规范
GB50183	石油天然气工程设计防火规范
GB50217	电力工程电缆设计标准
GB50223	建筑工程抗震设防分类标准
GB50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB50235	工业金属管道工程施工规范
GB50236	现场设备、工业管道焊接工程施工规范
GB50252	工业安装工程施工质量验收统一标准
GB50264	工业设备及管道绝热工程设计规范
GB50300	建筑工程施工质量验收统一标准
GB50303	建筑电气工程施工质量验收规范
GB50314	智能建筑设计标准
GB50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB50348	安全防范工程技术规范
GB50393	钢质石油储罐防腐工程技术标准
GB50453	石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准
GB50462	数据中心基础设施施工及验收规范
GB50493	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
GB50582	室外作业场地照明设计标准
GB50736	民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB/T50823	油气田及管道工程计算机控制系统设计规范
GB/T50892	油气田及管道工程仪表控制系统设计规范
GBZ1	工业企业设计卫生标准
GBZ2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
GBZ2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
SH3147	石油化工构筑物抗震设计规范
SY/T0043	油气田地面管线和设备涂色规范
SY/T6784	钢质储罐腐蚀控制标准
SH/T6964	石油天然气站场阴极保护技术规范
SH/T7036	石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范
DL5025	电力系统数字微波通信工程设计技术规程
JGJ79	建筑地基处理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

油田采出水 oilfield Produced water

油田开采过程中产生的伴生水，简称采出水。

3.2

余热资源量 waste heat resource's quantity

经技术经济分析确定的可利用的油田采出水余热称为余热资源量。

3.3

中间传热介质 intermediate heat transfer medium

用于采出水或原油与热泵工质热交换的中间热媒，一般为水或添加防冻剂的水溶液。

3.4

油田采出水热泵系统 heat pump system of oilfield Produced water

利用油田采出水作为低温热源，并通过热泵机组提升热媒温度，最终为用户提供热量的系统。

3.5

直接式热泵系统 direct heat pump system

油田采出水直接进入热泵机组的蒸发器，换热后返回油田采出水处理系统的水源热泵系统。

3.6

间接式热泵系统 indirect heat pump system

油田采出水先与中间传热介质换热，中间传热介质再进入热泵机组的蒸发器进行换热的水源热泵系统。

3.7

辅助热源 supplementary heat source

基本热源的供热能力不能满足实际热负荷的要求或为提高系统运行经济性而设置的其它热源。

3.8

备用热源 stand-by heat source

在检维修及事故工况下投入运行的热源。

4 工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 油田采出水余热利用工程应安全、可靠、稳定。

4.1.2 工程方案论证阶段应对油田采出水处理站、油田采水管网的总体规划、余热资源量进行资料收集与分析，并对油田采出水的水温、流量以及水质等进行调研。

4.1.3 工程技术经济分析应根据供热规划、资源条件、能源价格、负荷特征、服务半径等因素综合确定。

4.1.4 蓄热系统设计宜根据负荷的时间分布特点和当地的电价政策综合确定。

4.1.5 采出水供热量不能满足热负荷需求时，应设置辅助热源；全年热负荷波动幅度较大，经论证技术经济合理时，宜设置辅助热源。辅助热源容量应根据油田采出水温度及水量、全年供热负荷曲线、热泵机组效率等因素确定。

4.1.6 备用热源的设置应根据供热负荷可靠性要求确定。

4.1.7 油田采出水余热利用系统的取水方式应根据采出水输送方式、采出水管线与供热站的空间位置关系等因素综合考虑确定。

4.1.8 采出水取（回）水泵、供热循环水泵、中间介质循环水泵、补水泵宜设置备用泵。

4.1.9 换热器材质的选择应根据采出水水质特点及被加热介质特点确定。

4.2 热负荷

4.2.1 热负荷应包括生产热负荷、生活热负荷、工业建筑及民用建筑的供暖、通风热负荷。最大、最小、平均生产热负荷应采用生产工艺系统的实际需求。

4.2.2 热负荷的最大热负荷应按式(5.2-1)计算：

$$Q_{\max} = k(k_1 Q_1 + k_2 Q_2 + k_3 Q_3 + k_4 Q_4) \quad (5.2-1)$$

式中：
 $Q_{\max}$ —最大计算热负荷（kW）；
 k —供热管网热损失系数，可取1.05～1.20；
 k_1 —供暖热负荷同时使用系数，取1.0；
 k_2 —通风热负荷同时使用系数，取0.5～1.0；
 k_3 —生产热负荷同时使用系数，取0.5～1.0；
 k_4 —生活热负荷同时使用系数，取0.5～0.7；
 Q_1 —供暖最大热负荷（kW）；
 Q_2 —通风最大热负荷（kW）；
 Q_3 —生产最大热负荷（kW）；
 Q_4 —生活最大热负荷（kW）。

4.3 取、回水系统

4.3.1 作为低温热源的油田采出水宜采用经过处理站处理过的采出水。

4.3.2 油田采出水余热利用工程的取水量、取水点位置、取水方式、回水点位置、回水方式等不得影响采出水处理站的安全、稳定运行。

4.3.3 油田采出水取用后宜回输至取水点下游的采出水处理系统中，或从同级的不同构筑物取用和回输。

4.3.4 余热供热站应采取措施保证管道和设备排出的水回到采出水处理系统，油田采出水严禁排至市政排水系统。

4.3.5 油田采出水取、回水管线的流速不应低于 0.7m/s，且流速不宜高于 3m/s。

4.4 采出水换热系统

4.4.1 油田采出水温度高于用热温度，且经论证技术经济合理时，宜采用直接换热的方式利用采出水余热。

4.4.2 采出水取水量应根据最大热负荷需求、热泵制热效率及取回水系统的投资、电耗等因素综合分析确定。若采出水量不足时，取水量宜按照采出水最大供水量设计。

4.4.3 换热器宜根据采出水水质特点，选择板式、管壳式、螺旋板式等高效换热器。换热器采出水侧宜采取在线清洗措施。

4.4.4 采出水换热器采用管壳式换热器时，采出水应流经管程，中间传热介质流经壳程，采出水换热器的布置应满足安装、运行和检修要求。

4.4.5 采出水换热器传热系数计算时应考虑污垢修正系数。

4.4.6 采出水换热器台数的选择和单台换热能力的确定应满足换热负荷需求及供热可靠性的要求。

4.4.7 采出水换热器宜露天布置在油气站场内。

4.5 热泵系统

4.5.1 热泵机组蒸发器材质适应采出水水质特性，且经论证技术经济合理时，宜采用直接式热泵系统。

4.5.2 热泵机组台数和单机容量应满足供热负荷运行调节要求，当仅设一台时，应选调节性能优良的机型。

4.5.3 热泵机组选型应根据运行参数、驱动能源的供应条件经技术经济比选后确定。

4.5.4 直接式热泵系统所选用热泵机组的性能应考虑蒸发器流道污垢的影响，采用合理的污垢系数对制热量进行修正。热泵机组宜采取在线清洗措施。

4.5.5 直接式热泵系统所选用热泵机组的蒸发器应根据采出水水质情况采用相应的防腐材质，且不宜采用奥氏体不锈钢。

4.5.6 热泵机组冷媒宜选用环保、无毒、不易燃的制冷剂。

4.5.7 被加热介质为原油时，热泵机组与原油系统之间宜设置中间换热器。

4.5.8 间接式热泵系统中间介质宜采用软化水。

4.5.9 热泵站内软化水系统的设计，应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的规定。

4.6 原油换热系统

4.6.1 原油—水换热器（以下简称原油换热器）的选型应满足热负荷和工艺要求，并应通过技术经济对比确定。换热器的形式可选用板式换热器、管壳式换热器或螺旋板式换热器。

4.6.2 原油换热器宜布置于石油天然气站场内。应根据站场总平面以及与工艺装置、储油罐区、系统管廊、道路等相对关系确定位置，宜于油气密闭工艺装置集中布置，并符合工艺流程要求。

4.6.3 原油换热器宜露天地面上布置，其防火间距应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的相关规定。

4.6.4 在满足工艺过程要求的条件下，宜选用传热面积较大的换热器，总数量不应少于 2 台。按照生产工艺要求设置备用换热器。

4.6.5 项目选用板式换热器时，其波纹深度不应小于 4mm。

4.6.6 原油板式换热器的设置应符合下列规定：

- a) 原油板式换热器设计前应前往项目所在站场现场取样，对所取回的样品进行介质组合及流动性分析，结合分析结果设计出使原油在换热器内流动性好，且能均匀流动的板式换热器。
- b) 原油板式换热器应设计排污通道，并有针对性对场站油液特性而设计配套的防堵装置。
- c) 原油板式换热器应根据场站需换热的采出液的含气比例、流动压力不同而设计专用排气装置。

- d) 原油板式换热器中框架与原油或污水接触部分须采用与板片相同材质的材料。
- e) 当设计及使用方缺乏垫片在某种介质中的使用经验时，应对垫片进行浸泡实验，将垫片浸泡在介质中，测量垫片的膨胀、硬度及化学腐蚀的敏感性；浸泡时间应不小于 60 天，待确认垫片材料性质不发生变化后，方可使用。
- f) 原油板式换热器垫片不应采用粘式垫片，且设备外不得有垫片部分露出。
- g) 原油板式换热器应考虑所在场站环境条件下的腐蚀，并采取有效防腐措施。

4.6.7 管壳式换热器管程内液相介质的流速不宜大于 3m/s，采用螺旋板式换热器时通道内的流体流速不宜小于 1m/s，板式换热器板间流体流速宜为 0.2 m/s ~1m/s。

4.6.8 管壳式换热器应采用逆流换热流程，冷流自下而上，热流自上而下地进入换热器。

4.6.9 当多台原油换热器并联安装时，其进、出口管路设计应均匀分配每台换热器的介质流量。

4.6.10 原油换热器热、冷介质进、出口管道上应安装必要的温度、压力检测仪表（就地、远传），检测数据可以远传接入站场控制系统。管道上的阀门、仪表和调节阀应靠近换热器的操作通道布置，操作通道的宽度不应小于 0.8m。

4.6.11 根据原油换热器结构形式，应在换热器周边留有足够的空间满足操作、清洗、维修的需要。

4.7 供热站布置

4.7.1 供热站站址的确定，应根据区域总体规划、油田采出水取回水位置、热用户位置、环境卫生和管理维护要求等因素经技术经济分析确定，供热站的位置宜靠近负荷中心。

4.7.2 区域布置防火间距应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183、《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求。

4.7.3 供热站内各建筑物、构筑物的平面布置和空间组合，应紧凑合理、功能分区明确、建筑简洁协调、满足工艺流程流畅、安全运行、方便运输、有利安装和检修的要求。

4.7.4 各建（构）筑物和场地布置，应充分利用地形，使挖方和填方量最小，排水良好，防止水流入地下室和管沟。

4.7.5 供热站工艺布置应确保设备安装、操作运行、维护检修的安全和方便，并使各种管线流程短、结构简单，使供热站面积和空间使用合理、紧凑。

4.7.6 供热站厂房宜分为热泵机房、换热机房、变配电室、控制室等区域。

4.7.7 变配电室宜贴紧压缩式热泵间布置。

4.7.8 供热站设备间的门应向外开。当采用燃气吸收式热泵供热时，供热站出入口的设置，应符合下列规定：

- a) 出入口不应少于 2 个。但对独立供热站，当走道总长度小于 12m，且总建筑面积小于 200 m²时，其出入口可设 1 个；
- b) 非独立供热站，其人员出入口必须有 1 个直通室外。

4.8 公用工程

4.8.1 建筑、结构

4.8.1.1 供热站火灾危险性分类和耐火等级应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，且应符合下列要求：

- a) 燃气热泵机房应属于丁类生产厂房，单台吸收式热泵机组额定蒸发量大于 6.4t/h 或额定热功率大于 4.5MW 时，燃气热泵间建筑不应低于二级耐火等级；单台吸收式热泵机组额定蒸发量小于 6.4t/h 或额定热功率小于 4.5MW 时，燃气热泵间建筑不应低于三级耐火等级；
- b) 设在其它建筑物内的燃气热泵机房，燃气热泵间的耐火等级，均不应低于二级耐火等级；
- c) 燃气调压间应属于甲类生产厂房，其建筑不应低于二级耐火等级，与燃气热泵机房贴临的调压间应设置防火墙与燃气热泵机房隔开，其门窗应向外开启并不应直接通向燃气热泵机房，地面应采用不产生火花地坪。

4.8.1.2 燃气热泵机房外墙、楼地面和屋面，应有相应的防爆措施，并应有相当于热泵机房占地面积 10% 的泄压面积，泄压方向不得朝向人员聚集的场所、房间和人行通道，泄压处不得与这些地方相邻。当泄压面积不能满足上述要求时，可采用在燃气热泵机房的内墙和顶部（顶棚）敷设金属爆炸减压板作补充。

4.8.1.3 燃气热泵机房与相邻的辅助间之间的隔墙应为防火墙，隔墙上开设的门应为甲级防火门；朝燃气热泵操作面方向开设玻璃观察窗时，应采用具有抗爆能力的固定窗。

4.8.1.4 供热站的柱距、跨度和室内地坪至柱顶的高度，在满足工艺要求的前提下，应符合现行国家标准《厂房建筑模数协调标准》GB/T 50006 的规定。

4.8.1.5 建（构）筑物设计使用年限、安全等级应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定。

4.8.1.6 建（构）筑物设计采用的风荷载、雪荷载及活荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

4.8.1.7 建（构）筑物抗震设计应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《石油化工构筑物抗震设计规范》SH 3147 的规定执行；建（构）筑物的抗震设防类别应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的规定。

4.8.1.8 建（构）筑物地基基础设计应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定执行。

4.8.1.9 处于腐蚀环境的建（构）筑物构件，应根据现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的规定，采取相应的防腐蚀措施。

4.8.2 采暖通风

4.8.2.1 供暖室内设计温度应满足现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的规定。

4.8.2.2 供暖热媒宜采用热水。

4.8.2.3 当散入房间的有害气体数量不能确定时，热泵机房正常通风换气次数不应小于 6 次/h，事故通风次数不应小于 12 次/h，房间换气次数宜按下表选取。

表 4.8-1 房间通风换气次数表

序号	房间名称	正常通风 换气次数（次/h）	事故通风 换气次数（次/h）
1	燃气热泵机房	6	≥12
2	电驱动的热泵机房	6	≥12
3	燃气调压间	3	≥12

4.8.2.4 燃气热泵机房、燃气调压间及电驱动的热泵机房宜有良好的自然通风环境，且应设置机械通风与事故通风装置。

4.8.2.5 燃气热泵机房、燃气调压间及可能挥发可燃气体的采出水进入的厂房，应设置可燃气体浓度报警装置，当达到报警设定值时，应自动发出报警信号，且应自动关断燃气管道总切断阀及采出水管总切断阀，并连锁开启事故排风机进行排风。通风装置应防爆。

4.8.2.6 控制室等人员办公区域夏季应设置空调系统，应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的相关要求。

4.8.3 消防、给排水

4.8.3.1 供热站生活及生产用清水应取自可靠水源。

4.8.3.2 站场内生活排水及生产用清水系统的检修排水宜排入油气站场生活排水系统，当自流排入采出水系统时，应设置水封。

4.8.3.3 站场内设施消防按现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 执行，建筑消防按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 执行。

4.8.4 电气

4.8.4.1 供热站的供电电源宜从所在地区的电力系统取得。供电电压应根据供热站所在地区供电条件、用电设备电压及负荷等级、送电距离等因素，经技术经济对比后确定。

4.8.4.2 供热站应根据工程规模和重要性，合理确定用电负荷等级。

4.8.4.3 高压配电系统设计应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的相关要求，低压配电系统设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的相关要求。

4.8.4.4 供热站内电缆敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的相关要求。泵房内电缆宜采用桥架、线槽或钢管敷设，在进入电机接线盒处应设置防水弯头或金属软管。

4.8.4.5 供热站室外照明的设计应符合现行国家标准《室外作业场地照明设计标准》GB 50582 的相关要求。室内照明的设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的相关要求。

4.8.4.6 供热站防雷接地系统的设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的相关要求。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/556040210235010050>