ICS 点击此处添加ICS号

点击此处添加中国标准文献分类号

|  |
| --- |
|  |

DB

陕西省地方标准

DB XX/ XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

矿井水源热泵系统工程技术规范

Technical regulation for mine water source heat pump system engineering

|  |
| --- |
|  |
|  |

XXXX - XX - XX发布

     - XX - XX实施

陕西省质量技术监督局发布

目  次

[前言 II](#_Toc186180746)

[1　范围 1](#_Toc186180747)

[2　规范性引用文件 1](#_Toc186180748)

[3　术语和定义 1](#_Toc186180749)

[4　总则 3](#_Toc186180750)

[5　基本要求 3](#_Toc186180751)

[6　勘察和评价 4](#_Toc186180752)

[7　热源系统工程设计 4](#_Toc186180753)

[8　机房系统工程设计 5](#_Toc186180754)

[9　工程施工 7](#_Toc186180755)

[10　监测与控制 8](#_Toc186180756)

[11　系统试运转、调试与验收 9](#_Toc186180757)

[12　维护与保养 9](#_Toc186180758)

[13　系统节能 10](#_Toc186180759)

[附录A（资料性附录）　矿井水源热泵直接换热系统水质要求 12](#_Toc186180760)

[参考文献 13](#_Toc186180761)

前  言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省发展与改革委员会提出并归口。

本规范起草单位：陕西省煤田地质集团有限公司、陕西中煤新能源有限公司、陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司、西安建筑科技大学、长安大学、顿汉布什（中国）工业有限公司。

本文件由陕西省地热能标准化技术委员会负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西中煤新能源有限公司

电话：029-83640698

地址：陕西省西安市碑林区建东街150号

邮编：710054

矿井水源热泵系统工程技术规范

1. 范围

本文件规定了矿井水源热泵工程的范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、基本要求、勘察和评价、热源系统工程设计、机房系统工程设计、工程施工、监测与控制、系统试运转、调试与验收、维护与保养、系统节能等。

本文件适用于以矿井水作为冷热源，利用热泵系统供能的工程建设和运行。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB 30721 水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级

GB 50015 建筑给排水设计标准

GB 50183 石油天然气工程设计防火规范

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50261 自动喷水灭火系统施工及验收规范

GB 50274 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范

GB 50366 地源热泵系统工程技术规范

GB 50736 民用建筑供暖通风与空调设计规范

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

GB/T 19223 煤矿矿井水分类

GB/T 19409—2013 水（地）源热泵机组

GB/T 29044—2015 采暖空调系统水质

GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范

GB/T 31392—2022 煤矿矿井水利用技术导则

GB/T 41019—2021 矿井水综合利用技术导则

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

矿井水 mine water

在矿井建设和生产过程中，由地下涌水、地表渗透水、井下生产排水（防尘、灌浆、设备冷却等外排水）汇集所产生的水。

[来源：GB/T 41019—2021，3.1，有修改]

水源热泵机组 water-source heat pump unit

以水或添加防冻剂的水溶液为低温热源的热泵。

[来源：GB/T 19409—2013，3.1，有修改]

矿井水源热泵系统 mine water source heat pump system

以矿井水为热源，由水源热泵机组、换热系统、建筑物内系统组成的供热、供冷空调系统。

直接换热系统 direct heat transfer system

矿井水满足水源热泵机组进水水质要求，在循环泵的驱动下，直接流经矿井水源热泵机组换热器进行热交换的系统。

间接换热系统 indirect heat transfer system

矿井水在循环泵的驱动下，通过中间换热器与中介循环水进行热交换，再通过中介循环水与水源热泵机组进行热交换的系统。

中间换热器 intermediate heat exchanger

在矿井水源热泵系统中，从矿井水中吸取热量或释放热量的换热设备。

中介循环水 intermediate circulating water

矿井水源热泵间接换热系统中，通过中间换热器换热后，与水源热泵机组进行热交换的一种液体，一般为水或添加防冻剂的水溶液。

矿井水源热泵系统制热性能系数 COPsys

coefficient of performance of mine water source heat pump system

矿井水源热泵系统在满足测试条件下进行制热运行时，制热量与热泵系统制热消耗有功功率的比值，系统制热消耗有功功率包括热泵机组、各级水泵消耗有功功率之和。

矿井水源热泵系统制冷性能系数 EERsys

energy efficiency ratio of mine water source heat pump system

矿井水源热泵系统在满足测试条件下进行制冷运行时，制冷量与热泵系统制冷消耗有功功率的比值，系统制冷消耗有功功率包括热泵机组、各级水泵消耗有功功率之和。

1. 总则
   1. 合规性

矿井水源热泵系统工程设计、施工及运行维护除应符合本文件外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

* 1. 安全性

矿井水源热泵系统的设计、安装和操作应优先考虑安全性，确保系统的稳定运行，避免对操作人员、矿井环境和设备造成任何潜在损害，确保无泄漏、无污染。

* 1. 合理性

矿井水源热泵系统的设计和施工应充分考虑矿井水资源、热泵负荷和温度条件，确保设备的适用性和合理性。应根据矿井具体条件选择合适的技术方案，保证系统有效适应负荷需求并实现高效运行。

* 1. 综合性

矿井水除用于提供冷热源外，宜在过度季节考虑矿井水综合利用，可用于工业用水、杂用水、生态环境用水、农田灌溉用水、生活饮用水。

* 1. 高利用率

矿井水利用率不宜小于80%。矿井水利用率按公示（1）计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （1） |

式中：

U——矿井水利用率

m1——矿井水实际利用量，单位为吨（t）

m——矿井水总排水量，单位为吨（t）

1. 基本要求
   1. 矿井水源热泵系统工程应遵循安全、可靠、稳定的原则，符合矿山企业的安全技术要求。
   2. 矿井水源热泵系统工程应根据矿山企业矿井水污染程度、建筑用途及功能、冷热负荷分布特征等，通过技术经济分析等确定工程建设方案，优先考虑新工艺、新技术、新材料和新设备。
   3. 矿井水水源条件，应符合下列规定：
      1. 水量：应能满足换热系统设计换热量的需要；
      2. 水温：供冷工况不宜大于28℃，供热工况不宜小于10℃；
   4. 经处理或原水质符合附录A要求的矿井水，可采用直接换热系统，水质处理方法宜根据矿井水源的情况进行具体处理分析。
2. 矿井水分类处理方法

|  |  |
| --- | --- |
| 水质分类 | 处理方法 |
| 含悬浮物矿井水 | 混凝沉淀、澄清、过滤、超磁分离 |
| 含可溶性固体矿井水 | 微滤/超滤、纳滤/反渗透 |
| 酸性矿井水 | 中和法 |
| 含特殊污染物矿井水 | 根据污染物类型采取不同的工艺进行处理 |
| 1. 矿井水源热泵系统水质处理可采用表中的方法，也可采用其他等效方法。 | |

* 1. 综合考虑矿井水水质、技术可行性和经济合理性，对水质处理难度大、成本高的矿井水可经简化处理后采用间接换热系统。
  2. 矿井水水质可匹配非常规材质定制热泵的，综合考虑技术可行性和经济合理性，也可采用直接换热系统。
  3. 矿井水源热泵系统源水pH宜采取在线实时监测，其余检测频率宜为开机7d～10d内开始第一次检测，运行时每运行季度检测一次。

1. 勘察和评价
   1. 矿井水资源勘查

矿井水源热泵系统方案设计前，应对矿区范围内的水资源进行勘查和调研，并编写矿井水资源勘查报告，至少包括以下内容：

* + 1. 可利用矿井水类型，取水和排水的位置与方式，输水线路等；
    2. 可利用矿井水的水量、水温、水质、压力等参数长期监测数据及变化规律；
  1. 工程勘察

矿井水源热泵系统方案设计前，应由具备资质的工程勘察单位对矿井水资源、取水排水构筑物、水源热泵机房和输水管道线路的工程场地状况进行勘察，并编写工程勘察报告。勘察报告应对工程施工风险进行评价，依据充分，结论正确，建议合理，满足设计和工程建设要求。

* 1. 可行性评价

矿井水源热泵系统工程实施前，应在资源勘查及工程勘察工作成果的基础上，根据供热规划、资源条件、能源价格、负荷特征、供热范围等因素进行技术经济分析，确定主要技术方案，编制矿井水源热泵系统工程可行性研究报告。可行性研究报告的编制应遵循安全可靠、技术可行、切合实际、统筹兼顾、注重效益的工作原则。

1. 热源系统工程设计
   1. 矿井水源热泵系统稳态吸热量/释热量应由矿井水计算取水量、计算温度测定。计算取水量宜按照稳定最小涌水量取用；计算温度应选取最不利条件下的测定温度。
   2. 矿井水源热泵系统的设计换热量，应按照热能利用系统的稳态吸热量/释热量进行计算，并考虑合理的污垢系数。
   3. 矿井水源热泵系统的设计取水量，应按设计工况下需要的最大流量进行计算。
   4. 矿井水源热泵系统的排水水温，供冷工况不应高于40℃，供热工况不应低于5℃。
   5. 矿井水中间换热器的材质，应与矿井水水质相适应，满足抗腐蚀、耐磨损、防结垢的要求。
   6. 换热系统应设置排气、定压、膨胀、自动反冲排污、自动补水和漏水报警装置。
   7. 换热系统应设置在线清洗装置，源水流道的流速不宜低于1.2 m/s。
   8. 矿井水需过滤处理的，过滤设备应采用密闭式，过滤精度应与换热器水流道的断面尺寸相匹配。
2. 机房系统工程设计
   1. 一般规定
      1. 机房系统的设计，应符合GB 50736的规定。涉及生活热水或其他热水供应部分，应符合GB 50015的规定。
      2. 机房系统设计时，通过技术经济比较后，可增加辅助冷源/热源、蓄冷/蓄热装置或其它节能设施。
   2. 水源热泵机组
      1. 水源热泵机组的设置方式，应根据供冷/供热建筑的特点和使用功能，以及矿井水换热系统的形式确定。
      2. 水源热泵机组的台数选择，应能适应全年供冷/供热负荷的变化，不宜少于2台。采用大型水源热泵机组，应有容量控制机构，采用小型水源热泵机组，应按照其负荷调节性能进行台数配置。
      3. 水源热泵机组应按设计运行参数选型，应满足矿井水源热泵系统运行参数的要求。
      4. 直接换热系统，所选用水源热泵机组的性能应考虑污水流道结垢的影响，采用合理的污垢系数对制冷量/制热量进行修正。
      5. 矿井水源热泵系统，传热介质添加防冻液时，应对所选用水源热泵机组的制冷量/制热量和蒸发器/冷凝器阻力进行修正。
   3. 水系统
      1. 水源热泵机组供冷/供热时，冷水供水温度不宜低于5℃，满足冷负荷需求时，应尽量升高冷水供水温度；热水供水温度不宜高于60℃，满足热负荷需求时，应尽量降低热水供水温度。有条件时，宜适当增大供回水温差。
      2. 采用间接换热的水系统，应选择合理的高效换热器。换热器传热系数计算应考虑污垢修正系数。
      3. 水源热泵机组的取水泵和循环泵宜按一机对一泵设置。多台水源热泵机组的源水或空调水采用集管连接时，应采取措施保证源水或空调水系统各并联环路之间的水力平衡。
      4. 矿井水直接进机组的水系统，应在水系统上预留水源热泵机组清洗用的旁通管。
   4. 热回收
      1. 矿井水源热泵系统同时存在供冷负荷和供热负荷时，宜考虑水源热泵机组冷凝热的回收利用。
      2. 带热回收的水源热泵机组用于供给生活热水等时，应符合下列规定：
3. 在满足需要的情况下，应尽量降低热水供水温度，提供较高温度热水应通过矿井水源热泵系统设计运行状况分析确定。
4. 应采取措施保证进入冷凝器的水温满足安全运行的最低要求。
   1. 机房布置
      1. 机房站址应根据矿区总体规划、矿井水取回水位置、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。
      2. 机房的平面布置和空间组合，应满足紧凑合理、功能分区明确、建筑简洁协调、工艺流程流畅、安全运行、方便运输、有利安装和检修的要求。
      3. 各建（构）筑物和场地布置，应充分利用地形，使挖方和填方量小，排水良好，防止水流入地下室和管沟。
      4. 机房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，并应使各种管线流程最短、结构简单，使机房面积和空间使用合理、紧凑。
      5. 机房宜分为热泵机房、变配电室、控制室等区域。
      6. 变配电室宜邻近热泵机房布置。
   2. 电气工程
      1. 供电电压应根据机房所在地区供电条件、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。
      2. 机房应根据工程规模和重要性，合理确定用电负荷等级。用于生产供热时，应满足矿区用电负荷等级要求；用于生活办公区供热时，用电负荷等级宜为3级。
      3. 应根据矿区配电现状，选择合理供电方式，保证热泵系统正常运行。
      4. 机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。
   3. 供暖通风工程
      1. 机房室内供暖计算温度宜符合表2的规定。
5. 室内供暖计算温度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 房间名称 | 室内供暖计算温度（℃） |
| 1 | 热泵机房、泵房 | 5～8 |
| 2 | 办公室、值班室、控制室 | 18～20 |

* + 1. 机房内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。
  1. 给排水及消防
     1. 机房生活及生产用水应取自可靠水源。
     2. 机房内生活排水及生产用水系统的检修排水宜排入矿区生活排水系统，当自流排入采出水系统时，应设置水封。
     3. 水路系统管道保温、电气系统导线护套等应采用耐火阻燃材料。
     4. 设备机房内不得堆放易燃易爆危险品，且应设置灭火器等消防设施。
     5. 设备机房内宜设消火栓、起火自动报警和自动灭火装置，符合GB 50261和GB 50974的规定，设备机房内应设置防火门、疏散通道、安全出口，且划定和设置其他设施时不得占用和堵塞。
     6. 出入口、电梯口、防火门等醒目位置应设置提示安全逃生路线、安全出口、消防设施器材使用方法的明显标志和警示标语。

1. 工程施工
   1. 一般规定
      1. 施工前应具备正式的设计文件和图册。
      2. 矿井水源热泵系统施工前应具备矿井水换热系统勘查资料、设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计和安全技术交底。
      3. 主要设备应有出厂文件和图册，设备、主要材料应有产品合格证明文件。
      4. 施工前应根据施工文件要求及GB 50243有关规定，编制工程检验试验和监测验收计划，并应对原材料、成品、半成品和设备进行进场检查验收，并保存相关设计文件、合格证、质量证明文件等记录。
      5. 矿井水源热泵系统施工前应了解施工场地内已有地下管线、其他地下构筑物的功能及其准确位置，并应对地面清理，铲除地面杂草、杂物和浮土，平整场地。
   2. 室外工程
      1. 施工过程中，应严格检查并做好管材保护工作，管道应做好防腐及保温措施。
      2. 室外管道施工，应避让矿区主要采掘场地和采空区。在矿区建筑红线内施工，室外管道应尽量与矿区综合管沟结合。如无法采用室外管沟敷设，可采用直埋敷设。在重要道路上敷设管道，宜采用人工顶管或非开挖定向钻探技术施工。施工时应根据地勘报告及现场实际情况采取技术措施护坡，确保边坡稳定及施工安全。如有地下水要采取降水措施，严禁泡槽施工，施工后做好回填工作。
      3. 如室外管线较多，施工时遇到管线交叉，应遵循以下避让原则：
2. 压力管道避让重力自流管道；
3. 新建管道避让已建管道；
4. 小管径管道避让大管径管道；
5. 临时性管道避让永久性管道；
6. 生活给水管道与矿井水管道交叉时，给水管道应敷设在矿井水管道上面，且无接口重叠；但应保证给水管一定程度覆土。若无法保证，给水管从排水管下部通过时，应在给水管外部加装钢套管。
   * 1. 供、回水管进入矿井水源处应设明显标志。
     2. 排水检查井位于路面时，其井盖与路面平；位于绿化地带，其井盖应高出地面，并在井口周围向外做护坡。
   1. 机房系统工程
      1. 水源热泵机组、附属设备、管道、管件及阀门的型号、规格、性能及技术参数等应符合设计要求，并具备产品合格证书、产品检验报告及说明书等文件。
      2. 水源热泵机组及建筑物内系统安装应符合GB 50274及GB 50243的规定。
      3. 与矿井水直接接触的设备和管道应符合易于干燥、清理。
      4. 管道、附属设备及管道附件的安装、试验均应按照GB 50235有关规定执行。
      5. 管道、设备以及钢结构的表面涂色和标志宜按照SY/T 0043有关规定执行。
7. 监测与控制
   1. 一般规定
      1. 矿井水源热泵系统应加强对换热系统的监测和控制，并符合本文件7.4要求。
      2. 矿井水源热泵系统应有水源热泵机组压缩机启停与源水、空调水通断连锁的措施。系统启动时，电动阀、取水泵、循环泵应先于水源热泵机组启动，系统停机时应与上述顺序相反。
      3. 水源热泵机组应设置源水侧温度联锁保护装置，当源水侧进、出水温度超限时，应自动报警和启动辅助冷/热源。
   2. 监测
      1. 矿井水源热泵系统应对以下参数进行监测：
8. 水源热泵机组蒸发器进或出口流量，蒸发器进/出口温度、压力；
9. 水源热泵机组冷凝器进或出口流量，蒸发器进/出口温度、压力；
10. 分/集水器水量、水温、压力（或压差）；
11. 中间换热器进/出口水量、水温、压力；
12. 各用能设备功率，应独立计量；
13. 水源热泵机组、取水泵、循环泵等设备的启停状态及工作功率；
14. 电控阀、调节阀等阀位；
15. 源水侧换热系统吸热/放热量的瞬时值和累计值；
16. 空调水系统冷/热量的瞬时值和累计值。
    * 1. 换热系统中的过滤设备，应监测进出口压差，当压差超限时应报警。
      2. 换热系统的数据监测采集时间步长宜为10 min。
    1. 控制
       1. 水源热泵机组宜根据空调负荷变化或机组瞬时冷/热量进行运行优化控制。
       2. 取水泵应根据换热器出口矿井水温度控制运行台数或变速调节。
       3. 中介水循环泵宜根据机组源侧进、出口中介循环水温差控制运行台数。
       4. 空调水循环泵宜根据空调水系统机组供回水压差变化控制变频调速或运行台数。
17. 系统试运转、调试与验收
    1. 矿井水源热泵系统交付使用前，应进行试运转、调试与验收。
    2. 矿井水源热泵系统试运转与调试应符合下列规定：
       1. 试运转与调试前应制定整体方案，并报送业主审核批准；
       2. 矿井水源热泵系统热泵机组试运转应进行水系统平衡调试，确定系统循环总流量、各分支流量及末端设备流量均达到设计要求；
       3. 水力平衡调试完成后，应进行水源热泵机组的试运转，并填写运转记录，运行数据应达到设备技术要求；
       4. 水源热泵机组试运转正常后，应进行连续24 h的系统试运转，并填写运转记录；
       5. 矿井水源热泵系统调试应分冬、夏两季进行，且调试结果应达到设计要求。调试完成后应编写调试报告及运行操作规程，并提交业主确认后存档；
    3. 系统试运转、调试与验收应符合本规范规定，还应符合GB 50243和GB 50274相关规定。
18. 维护与保养
    1. 应制定矿井水源热泵系统维护保养制度。
    2. 热泵机组、循环水泵、阀门、过滤器等设备及阀部件应定期维护，并应符合下列规定:
       1. 热泵机组在制热（制冷）工况下，中介循环水出水温度和蒸发温度（冷凝温度）宜每天定时记录；当温差超过一定限值时，应检查中介循环水水质并清洗蒸发器（冷凝器）。
       2. 过滤器两端的压差应每天记录，当压差超过一定限值时应及时清洗过滤器。系统监测仪表、温控器、传感器、上位机、监测装置等关键器件，应每年进行至少一次校准和维护。
    3. 矿井水源热泵系统的主要设备和管路的检查孔或检修门不应封堵，测量孔不应被遮挡。
    4. 矿井水源热泵系统中的流量、温度、压力、热量、耗电量等监测及计量仪表应定期校验、标定和维护，仪表工作正常，对失效或缺少的仪表及时更换或增设。
    5. 矿井水源热泵系统水质应定期检测，矿井水水质满足5.3要求，中介循环水及空调水符合GB/T 31512要求。
    6. 在每个供暖季、供冷季结束后，对换热器、热泵机组等进行冲洗作业及维护保养，并填写日志。
    7. 宜对矿井水源热泵系统矿井水进行常年水量、水温、水质监测。
    8. 应对矿井水源热泵系统进行压力监测。当压力波动超出设计值15%时，应对各管道进行流量、压力检查。
19. 系统节能
    1. 制热量的计算方法

制热量应按公式（2）计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （2） |

式中：

Qr——矿井水源热泵系统制热量，单位为千瓦（kW）；

Cc——水的比热取值为4.187[kJ/ (kg•℃)];

ρc——水的密度，单位为千克每立方米（kg/m3），取值按照GB/T 16666—2012附录D表2.2要求，按照热水侧进、出水温度的平均值查询密度值；

Wc——空调水体积流量，单位立方米每小时（m3/h）；

tcs——主机侧空调水出水温度，单位为摄氏度（℃）；

tjs——主机侧空调水进水温度，单位为摄氏度（℃）。

* 1. 制热性能系数的计算方法

矿井水源热泵系统制热性能系数（COPsys）应按公式（3）计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3） |

式中：

COPsys——矿井水源热泵系统制热性能系数；

Wsys——矿井水源热泵系统消耗有功功率，单位千瓦（kW）。

* 1. 制冷量的计算方法

制冷量应按公式（4）计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （4） |

式中：

Ql——矿井水源热泵系统制冷量，单位为千瓦（kW）；

Cc——水的比热取值为4.187[kJ/ (kg•℃)]；

ρc——水的密度，单位为千克每立方米（kg m3），取值按照GB/T 16666-2012附录D表2.2要求，按照热水侧进、出水温度的平均值查询密度值；

wc——空调水体积流量，单位立方米每小时（m3/h）；

tcs——主机侧空调水出水温度，单位为摄氏度（℃）；

tjs——主机侧空调水进水温度，单位为摄氏度（℃）。

* 1. 制冷性能系数的计算方法

矿井水源热泵系统制冷性能系数（EERsys）应按公式（5）计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5） |

式中：

EERsys——矿井水源热泵系统制冷性能系数；

Wsys——矿井水源热泵系统消耗有功功率，单位千瓦（kW）。

* 1. 评价指标
     1. 矿井水取水、排水温差不宜小于3℃。
     2. 空调水供水、回水温差不宜小于3℃。
     3. 矿井水源热泵系统制热性能系数COPsys不应小于3.0。
     4. 矿井水源热泵系统制冷性能系数EERsys不应小于3.4。

1. （资料性附录）  
   矿井水源热泵直接换热系统水质要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| pH | 6.0～9.0 |
| 悬浮固体/（mg/L） | ≤20 |
| 总铁（以Fe2+计）/（mg/L） | ≤0.3 |
| CODCr/（mg/L） | ≤80 |
| BOD5/（mg/L） | ≤5 |
| 浊度（NTU） | ≤10 |
| 总碱度+总硬度（以CaCO3计）/（mg/L） | ≤700 |
| 氨态氮/（mg/L） | ≤15 |
| 硫化物/（mg/L） | ≤0.1 |
| 油含量/（mg/L） | ≤0.5 |
| 总磷（以-计）/（mg/L） | ≤5 |
| 氯化物/（mg/L） | ≤500 |
| 总溶固/（mg/L） | ≤1000 |
| 细菌个数/（个/mL） | ≤1.0×104 |
| 各项指标检测方法可参照HG/T 3923。 | |

参 考 文 献

[1] CJ/T 337—2010 城镇污水热能利用水质标准

[2] HG/T 3923-2007 循环冷却水用再生水质标准

[3] NB/T 10275—2019 油田采出水余热利用工程技术规范

[4] SY/T 0043 石油天然气工程管道和设备涂色规范

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_