

团 体 标 准

T/QGCML 5084—2025

中继泵站系统应用技术规范

Technical Specification for Application of Relay Pump Station System

2026 - 02 - 03 发布

2026 - 02 - 18 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 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 1

4 技术要求 1

5 型号类别 3

6 安装与调试 4

7 安全与环保 5

8 智能化系统 5

9 试验方法 5

10 检验规则 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中豫全敬环保设备有限公司提出。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会归口。

本文件起草单位：中豫全敬环保设备有限公司、中铁隧道局集团有限公司、中铁四局集团有限公司城市轨道交通工程分公司。

本文件主要起草人：王明元、李彤、王鹏、王焱、李建勋、斯东杰、尉传龙、张路。

本文件为首次发布。

中继泵站系统应用技术规范

1 范围

本文件规定了中继泵站系统应用技术规范的术语和定义、技术要求、型号类别、安装与调试、安全与环保、智能化系统、试验方法、检验规则。

本文件适用于新建、改建、扩建的中继泵站系统，也可用于已建系统的节能与智能化改造。

2 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/T 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级、2级和3级
- GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验
- GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价
- GB/T 29531 泵的振动测量与评价方法
- GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法
- GB 50016 建筑设计防火规范(2018年版)
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- CJJ/T 81 城镇供热直埋热水管道技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中继泵站 relay pump station

在长距离流体输送管道中设置的增压设施，用于补偿沿程阻力损失，维持系统稳定运行。

3.2

系统效率 system efficiency

泵站输出有效功率与输入总功率的比值，反映能源利用水平。

3.3

智能监控 intelligent monitoring

通过传感器、PLC、DCS、工业互联网等技术实现泵站运行参数实时监测与远程调控。

4 技术要求

4.1 系统设计

4.1.1 站址选择与总体布局

4.1.1.1 站址应避开滑坡、塌陷、地震断裂带等地质灾害区，避开饮用水源一级保护区。

4.1.1.2 与周边建（构）筑物防火间距应满足 GB 50016 要求，供热泵站距民用建筑 ≥ 15 m，石油化工泵站距明火点 ≥ 30 m。

4.1.2 泵站宜靠近负荷中心，减少管道长度；并预留扩建用地，面积不小于本期用地面积的 30%。

4.1.3 总平面应分区明确：生产区、辅助生产区、管理区、生活区分隔设置，并设置环形消防通道，宽度 ≥ 4 m。

4.1.4 泵房净高 ≥ 4.5 m（大型）或 ≥ 3.9 m（中型），设置双梁桥式起重机，起吊能力 \geq 最大检修件

重量的 1.3 倍。

4.2 水力设计

4.2.1 在满足末端压力需求的前提下，采用变压力、变流量运行曲线，降低节流损失。

4.2.2 水力过渡过程计算应包括启停泵、阀门调节、断电事故等工况，水锤压力峰值 ≤ 1.3 倍设计压力。

4.2.3 设置双向调压塔或空气罐，其有效容积应能吸收最大水锤能量，并满足 10 min 泄漏补水量。

4.2.4 在高点设置自动排气阀，低点设置泄水阀；长距离管道每 0.5 km 设置在线压力监测点。

4.3 设备选型

4.3.1 水泵

水泵包括：

- a) 离心泵、混流泵或轴流泵，优先选用高效区宽、汽蚀余量低的节能产品；
- b) 流量、扬程应覆盖系统设计工况并留 10% - 15% 余量，效率 \geq GB 19762 2 级能效；
- c) 过流部件材质与介质兼容，供热系统宜选用球墨铸铁或不锈钢，石油化工系统按 NACE 标准防腐。

4.3.2 电机

电机包括：

- a) 功率匹配：额定功率=水泵轴功率 \times （1.1~1.15）；
- b) 防护：户外电机 \geq IP55，绝缘等级 F 级，轴承采用免维护密封轴承，寿命 $\geq 50\,000$ h。

4.3.3 阀门及附件

阀门及附件包括：

- a) 主阀：电动调节蝶阀或球阀，启闭时间可调，泄漏等级 \geq VI级；
- b) 多功能阀：集止回、流量控制、水锤消除于一体，响应时间 ≤ 5 s；
- c) 泄压阀：设定压力偏差 $\leq \pm 3\%$ ，具备自动复位功能，启跳后 10 s 内完全关闭；
- d) 伸缩节、限位拉杆、盲板力计算应符合 CJJ/T 81 规定。

4.4 管道系统

4.4.1 材质

4.4.1.1 输水

Q235B+环氧煤沥青或TPEP防腐钢管。

4.4.1.2 供热

预制直埋聚氨酯保温管，钢管壁厚 ≥ 6 mm，外套HDPE ≥ 8 mm。

4.4.1.3 石油化工

L360M无缝钢管+3PE防腐，阴极保护电位 -0.85 V \sim -1.2 V。

4.4.2 设计压力

≥ 1.5 倍系统最高工作压力，且 \geq 水泵关闭扬程+水锤峰值。

4.4.3 管道补偿

优先采用自然补偿，不足时设置波纹补偿器或套筒补偿器，补偿量 \geq 计算位移的1.2倍。

4.4.4 支座与固定墩

水平管段每6 m设置滑动支座，垂直管段每3 m设置导向支座；固定墩承载力 ≥ 1.5 倍管道推力。

4.5 辅助系统

4.5.1 供电

双回路10 kV电源，配置柴油发电机或UPS，保证断电30 s内恢复供电；低压配电采用T5铜母线，无功补偿功率因数 ≥ 0.95 。

4.5.2 自控

PLC+SCADA系统，CPU冗余配置，I/O余量 $\geq 20\%$ ；通信协议支持MQTT、OPC UA。

4.5.3 通信

光纤环网+5G备份，数据传输延时 ≤ 100 ms；远程控制响应 ≤ 2 s。

4.5.4 消防

室内消火栓系统+自动喷水灭火系统，火灾报警采用光纤分布式温度监测，每3 m一个测点。

4.5.5 通风

机械排风+自然补风，换气次数 ≥ 6 次/h；有毒介质区域设置事故排风，12次/h。

4.5.6 给排水

生活污水经一体化生化处理设备后回用于绿化，回用率 $\geq 70\%$ 。

5 型号类别

5.1 型号命名

托盘系列按“公称宽度/公称高度-承载级别”命名，共五种规格：

- a) 8/6-300；
- b) 10/8-300；
- c) 12/10-300；
- d) 14/12-300；
- a) 300-通用；。

5.2 结构尺寸

托盘为整体焊接框架，其性能参数包括：

- a) 公称宽度：80cm、100cm、120cm、30 cm、10 cm 对应型号；
- b) 公称高度：6 cm、8 cm、12 cm、12 cm、通用 对应型号；
- c) 标准长度：2 m、3 m、4 m，可按工程需求定制；
- d) 壁厚：侧板 20.0 mm，底板 30.0 mm，内加强筋 100 mm \times 100 mm，间距 ≤ 150 mm；
- e) 单位长度质量：控制在 420 kg/m \sim 500 kg/m 之间，满足稳定及轻量化要求。

5.3 承载性能

在简支跨距 2 m 条件下，均布载荷 300 kg/m 时：

- a) 挠度 $\leq L/200$ ；
- b) 安全系数 ≥ 2.0 ；
- c) 托盘与主泵接口螺栓抗剪 ≥ 50 kN。

5.4 表面处理

表面处理与泵站主材一致：阳极氧化膜厚 ≥ 15 μm ，或粉末喷涂厚度 80 $\mu\text{m}\sim 120$ μm ，耐中性盐雾 $\geq 1\,000$ h，附着力按 GB/T 9286 测试，分级 ≤ 1 级。

5.5 生产工艺通用要求

五种型号共用同一条柔性生产线：

- a) 挤压—在线淬火—拉伸—锯切—去毛刺；
- b) 数控折弯、焊接（TIG/MIG）—矫形—抛丸；
- c) 表面预处理（脱脂—酸洗—钝化）—阳极氧化/粉末喷涂—固化；
- d) 激光打码（型号、批号、二维码）—终检—包装。

5.6 组装与安装

5.6.1 托盘与主泵段采用 M36/M42 高强螺栓连接，扭矩 45 N·m。

5.6.2 现场安装时，与泵出口中心高差 $\leq \pm 2$ mm。

5.6.3 每 2 m 设置可调支吊架，热胀补偿由波纹伸缩节实现。

6 安装与调试

6.1 安装准备

6.1.1 施工前应完成图纸会审、设计交底、施工组织设计审批。

6.1.2 特种作业人员持证率 100%，施工机械检验合格率 100%。

6.1.3 关键设备进场验收：外观、随机文件、性能测试、第三方检测报告。

6.2 设备安装

6.2.1 水泵

6.2.1.1 基础二次灌浆采用无收缩灌浆料，强度 \geq C40。

6.2.1.2 水平度 ≤ 0.1 mm/m，标高偏差 ± 3 mm。

6.2.1.3 联轴器同心度 ≤ 0.05 mm，角向偏差 ≤ 0.05 mm/m。

6.2.2 管道

6.2.2.1 焊接工艺评定覆盖全部规格，焊缝 100% 射线检测，II 级合格；

6.2.2.2 水压试验：强度试验 1.5 倍设计压力，保压 30 min 无渗漏；严密性试验 1.1 倍设计压力，保压 2 h 压降 ≤ 0.01 MPa。

6.2.3 电气

6.2.3.1 电缆敷设弯曲半径 ≥ 15 倍电缆外径。

6.2.3.2 接地电阻 ≤ 1 Ω ，PLC 机柜独立接地电阻 ≤ 0.5 Ω 。

6.3 系统调试

6.3.1 单机调试

6.3.1.1 电机空载运行 2 h，轴承温升 ≤ 45 K，振动 ≤ 2.8 mm/s；

6.3.1.2 水泵连续运行 4 h，流量、扬程、效率、汽蚀余量与设计偏差 $\leq \pm 3\%$ 。

6.3.2 联动调试

6.3.2.1 模拟启停泵、变负荷、断电事故等工况，水锤压力峰值 ≤ 1.3 倍设计压力；

6.3.2.2 SCADA 数据刷新周期 ≤ 1 s，远程控制指令响应 ≤ 2 s。

6.3.3 72 h 连续试运行

6.3.3.1 系统累计运行 72 h，故障停机次数 ≤ 1 次。

6.3.3.2 系统效率 \geq 设计值 95 %，单位能耗 \leq 设计值 105%。

7 安全与环保

7.1 安全设施

7.1.1 设置可燃/有毒气体检测仪，报警阈值 $\leq 10\%LEL$ 。

7.1.2 爆炸危险区域电气设备符合 GB 50058。

7.1.3 高压设备设置安全阀、爆破片，每年校验。

7.1.4 有限空间作业执行“先通风、后检测、再作业”制度。

7.2 环保措施

7.2.1 含油污水经隔油池+气浮+过滤三级处理，出水 COD ≤ 50 mg/L。

7.2.2 噪声控制：泵房外 1 m 处昼间 ≤ 65 dB(A)，夜间 ≤ 55 dB(A)。

7.2.3 固废：废油、废滤芯委托有资质单位处置，转移联单保存 5 年。

7.2.4 碳排放：建立碳台账，每年核算一次，碳排放强度年下降率 ≥ 1.5 %。

8 智能化系统

8.1 架构

8.1.1 边缘层：PLC、RTU、智能仪表、传感器。

8.1.2 传输层：光纤+5G 双链路冗余，环网自愈时间 ≤ 50 ms。

8.1.3 平台层：工业互联网平台，支持数字孪生、AI 诊断。

8.1.4 应用层：生产监控、能耗分析、预测性维护、应急指挥。

8.2 功能

8.2.1 实时监控：压力、流量、温度、振动、电流、功率。

8.2.2 优化控制：根据末端需求预测，自动调节转速、阀门开度，节电率 $\geq 10\%$ 。

8.2.3 故障预警：基于振动频谱、电流谐波、温升趋势，提前 7 d 预警。

8.2.4 移动端：微信小程序/APP，支持报警推送、远程启停、视频巡检。

9 试验方法

9.1 水泵性能

按GB/T 3216，测试流量、扬程、效率、汽蚀余量。

9.2 振动

按GB/T 29531，测量三向振动速度。

9.3 噪声

按GB/T 29529，测量A计权声压级。

9.4 系统效率

在线监测7 d，计算加权平均效率。

9.5 水锤

瞬态分析仪记录停泵、关阀过程压力波。

9.6 高原低气压

在海拔4 000 m等效环境（气压60 kPa、25 ℃）下连续运行12 h，实测流量下降 $\leq 3\%$ 、效率下降 $\leq 2\%$ ，NPSHr增加值 ≤ 0.5 m，无汽蚀异响。

9.7 高寒启动

整机-35 ℃静置16 h后无预热启动，记录启动电流 ≤ 6 倍额定值、启动时间 ≤ 15 s；连续运行4 h，振动速度 ≤ 4.5 mm/s，轴承温升 ≤ 45 K，密封无渗漏。

9.8 高温湿热

55 ℃、95%RH条件下运行168 h，绝缘电阻 ≥ 10 M Ω ，PLC通讯延时增幅 ≤ 10 ms，金属件锈蚀等级 ≤ 2 级，漆膜不起泡。

9.9 沙尘盐雾复合

先8 h吹尘（5 g/m³，8.9 m/s），后48 h盐雾（5%NaCl，35 ℃）；防护等级维持IP55，散热片堵塞面积 $\leq 5\%$ ，电气接点无腐蚀失效。

10 检验规则

10.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

10.2 出厂检验

10.2.1 产品出厂需工厂检验部门逐批检验合格，附产品合格证后方可出厂。

10.2.2 出厂检验项目包括技术要求的全部内容。

10.3 型式检验

一般情况下每一年进行一次型式检验，有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 首次生产或试制的产品定型时；
- b) 定型产品的结构、制造工艺、材料有较大改变，可能影响到产品性能时；
- c) 成批生产产品每年检验一次；
- d) 停产两年时；
- e) 国家市场监督管理总局提出型式检验要求时。

10.4 判定规则

所检项目全部合格判定合格，若二项以内出现不合格时，需加倍抽样复检，复检合格则判定为该批产品合格。如仍有不合格项目，则判定该批产品为不合格。