

ICS 13. 060. 30

CCS Z 05

团 体 标 准

T/ACEF 069—2023

单相流负压污水收集系统技术规程

Technical code of practice for single-phase flow negative pressure sewage
collection system

2023-03-22 发布

2023-03-25 实施

中 华 环 保 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 总则	2
5 设计	3
6 施工	7
7 调试及验收	8
8 运行维护	8
附录 A（资料性）应用案例	10

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。

本文件由上海在田环境科技有限公司提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：上海在田环境科技有限公司、浙江工业大学。

本文件参编单位：江苏丰又环境科技有限公司，浙江工业大学工程设计集团有限公司，中国市政工程中南设计研究总院有限公司，中煤湖北地质局集团有限公司，中机国际工程设计研究院有限责任公司，中建生态环境集团有限公司，同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司，上海勘测设计研究院有限公司，上海市机电设计研究院有限公司，福建省环境保护设计院有限公司，江西省水投生态资源有限公司，湖北省环境科学研究院环境工程设计所，湖南省建筑科学研究院有限责任公司，福州城建设计研究院有限公司，南昌市城市规划设计研究总院集团有限公司，北控水务集团有限公司，华蓝设计（集团）有限公司，四川省水污染治理服务协会。

本文件主要起草人：陈礼国，陈云逸，李军，陈博，万年红、陈世洋，陈玮，程昊，程顺健，冯喆文，胡博，胡晓青，李家杰，刘涛，阮鹏程，苏小康，孙富海，唐生誉，王琪，徐波，许秋海，许振华，杨自雄，张翀，张卫东。

单相流负压污水收集系统技术规程

1 范围

本文件规定了单相流负压污水收集系统的基本规定、设计、施工、调试及验收和运行维护等。

本文件适用于新建、扩建和改建的城镇和农村居住区的单相流负压污水收集系统设计、施工、调试及验收和运行维护，老旧城区雨污分流项目、工业园区污水分质分流等流体分类收集项目可参照执行。

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 3096	声环境质量标准
GB/T 20801	压力管道规范 工业管道
GB/T 3836.1	爆炸性环境第1部分：设备通用要求
GB 50014	室外排水设计标准
GB 50054	低压配电设计规范
GB 50171	电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
GB 50202	建筑地基基础工程施工质量验收标准
GB 50208	地下防水工程质量验收规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50275	压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范
SL 490	水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单相流负压污水收集系统 **single phase negative pressure sewage collection system**

由格栅井或截污井、负压污水收集井、负压管网、中继井（可选）、负压站组成，用于

收集多个污水排放点污水的收集系统,有别于传统真空排水系统靠负压空气带动、输送污水,单相流负压污水收集系统在收集、输送污水过程中空气不进入负压管道。

3.2

负压污水收集井 **negative pressure sewage collection wells**

与格栅井或截污井和负压支管相连接,收集、短暂储存、传输污水的装置。

3.3

负压支管 **negative pressure branch**

负压污水收集井和负压总管之间的负压管道。

3.4

负压总管 **negative pressure manifold**

负压支管和负压污水收集罐之间的负压管道。

3.5

负压启闭阀 **negative pressure on-off valve**

安装在负压污水收集井内,控制负压支管和负压污水收集井内常压污水联通和断开的装置。

3.6

负压站 **negative pressure station**

由真空泵、排污泵、负压污水收集罐及辅助设施组成,为负压管网提供负压吸力的装置。

3.7

负压污水收集罐 **negative pressure sewage collection tank**

收集和临时储存负压管网污水的容器。

3.8

试压阀门井 **pressure test valve well**

由检修阀、打压口、压力表、井主体、井盖及辅助设施组成,用于负压管网密闭性试压或负压管网维护检修的阀门井。

3.9

中继井 **relay well**

由负压污水收集罐、控制阀门及辅助设施组成,拓展负压站服务半径的装置。

4 基本规定

4.1 单相流负压污水收集系统建设宜对单相流负压污水收集系统的现场适用性等进行论证。

4.2 单相流负压污水收集系统设计过程中,应收集水文地质、气象、地形测绘图、地下管线

5 设计

5.1 系统组成

5.1.1 单相流负压污水收集系统由格栅井或截污井、负压污水收集井、负压管网、中继井（可选）、负压站组成，负压站宜由真空泵、排污泵、负压污水收集罐及辅助设施组成，工艺流程图可参照图 1。

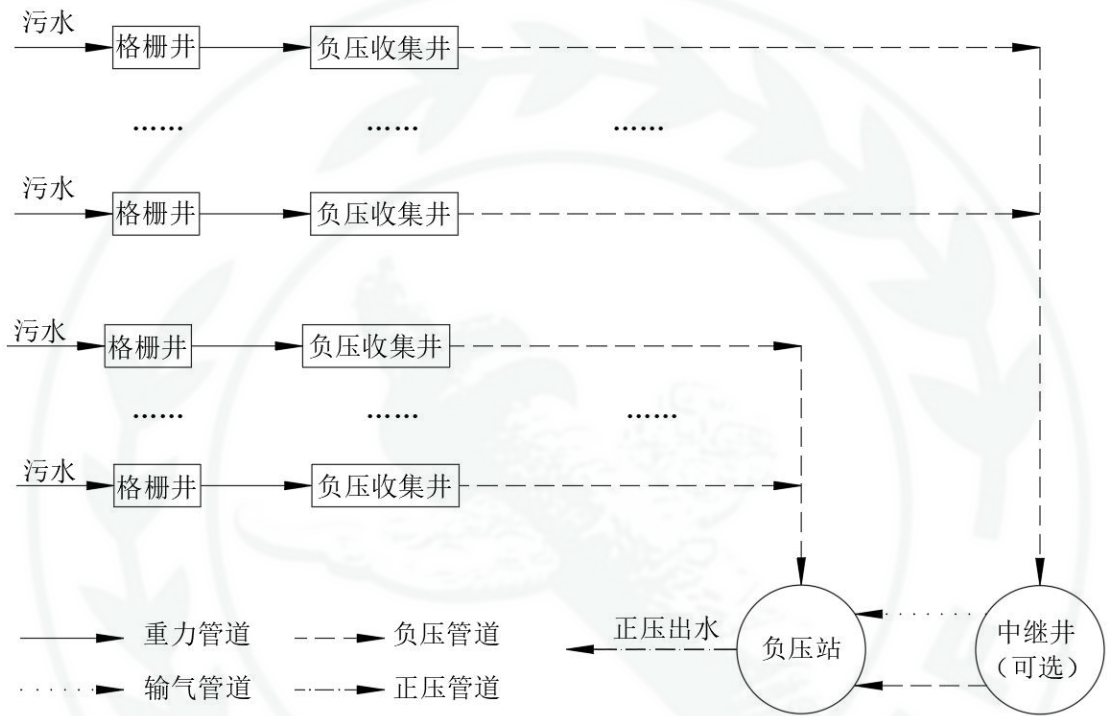


图 1 工艺流程图

5.1.2 单相流负压污水收集系统宜设置远程控制系统，远程控制系统宜具备远程启停、故障报警/自检、数据远传等功能。

5.1.3 负压管道顺坡或水平敷设时，负压站和负压污水收集井之间管道长度宜小于 600m，超过时宜设置中继井，中继井和中继井拓展服务范围内的负压污水收集井之间的管道长度宜小于 400m。

5.2 格栅井设计

5.2.1 格栅井宜设置过筛孔尺寸不大于 7mm×7mm 的筛网，过筛流速宜小于 0.3m/s。

5.2.2 负压污水收集井接收多路污水时，应在每路进水管路上分别设置格栅井，且格栅井与负压污水收集井之间的距离宜大于 0.5m。

5.3 负压污水收集井设计

5.3.1 负压污水收集井宜靠近污水排出点设置，不宜设置在道路下。无法避开时，应采取加固或保护措施。

5.3.2 负压污水收集井宜有自动启闭功能。

5.3.3 负压污水收集井设计应符合下列规定：

a) 负压污水收集井应采取抗浮稳定验算；

b) 宜具备 3 个以上进水口；

5.3.4 负压启闭阀宜选用浮力驱动型负压启闭阀。选用电动、气动驱动型负压启闭阀，电气设备防护等级应高于 IP54，防爆等级应符合 GB/T 3836.1 的有关规定。

5.4 负压管网设计

5.4.1 单相流负压污水收集系统宜对负压管线服务区域水量逐一计算，计算方法应符合 GB 50014 的有关规定。

5.4.2 负压管道设计

应符合下列规定：

a) 负压支管管径不宜小于 DN50，支管长度不宜大于 15m；

b) 负压总管、负压支管管径宜按满管流计算，管道流速不宜小于 0.7m/s。

c) 负压站或中继井到末端负压污水收集井之间负压管道的理论允许总水头损失应按式

(1) 计算：

$$h'_z = K \cdot P'_{g \max} - h_j - h_y - h_v - \sum h_n - (h_0 - h'_0) \quad (1)$$

h'_z ——理论允许总水头损失 (m)；

K ——转换系数，取-0.1 (m/kPa)；

$P'_{g \max}$ ——负压污水收集罐内最大负压 (kPa)；

h_j ——负压支管总水头损失 (m)；

h_y ——负压污水收集井局部水头损失，取 0.2m；

h_v ——负压总管剩余水头，取 0.5m；

$\sum h_n$ ——管道累计爬升水头损失 (m)；

h_0 ——负压站或中继井进水口管道中心标高 (m)；

h'_0 ——负压污水收集井底标高 (m)；

d) 负压总管内径应按式 (2) 计算：

$$D' = 6.0674 \times \frac{v^{1.588} \times l^{0.857}}{C^{1.588} \times h_z^{0.857}} \quad (2)$$

D' ——计算内径 (m) ;

v ——管道流速 (m/s) ;

l ——管道长度 (m) ;

C ——管材粗糙系数, 塑料管取 150;

5.4.3 负压管道和管件选型

应符合下列规定:

a) 管道和管件压力等级不宜小于 1.0MPa, 并应符合 GB/T 20801 的有关规定, 不得采用非承压排水管道和管件;

b) 管道和管件材质宜耐蚀、耐磨, 宜采用 PVC-U 管、CPVC 管、HDPE 管、PE 管、PPR 管、不锈钢管等;

5.4.4 PVC-U 管道宜采用粘接、法兰连接; HDPE 管、PE 管、PPR 管宜采用电熔连接、法兰连接; 不锈钢管宜采用焊接、法兰连接。

5.4.5 负压管道转弯时宜采用 45°弯头或弯管, 负压管道并入负压支管或总管时宜采用斜三通。

5.4.6 负压管道埋地敷设时, 绿化带以下, 管顶覆土厚度宜大于 0.6m; 车行道以下, 管顶覆土厚度宜大于 0.7m。

5.4.7 冰冻地区负压管道宜埋设在冰冻线以下, 埋设在冰冻线以上时, 应有防冻措施。

5.4.8 负压总管每 200m 应设置试压阀门井。

5.5 负压站设计

5.5.1 负压站宜布置于负压管网中心或地势低的位置, 与周围建筑物距离不宜小于 15m, 与生活给水泵房、地表水体、水池的距离不宜小于 5m, 不具备实施条件时, 基坑开挖应采取边坡防护措施。

5.5.2 负压站采用地下或半地下设计时应采取抗浮稳定验算。

5.5.3 负压站宜采用钢制、玻璃钢制等预制成品或钢筋混凝土结构, 采用一体化钢制结构时宜对设备涂装防护。

5.5.4 负压站应设置通风设备, 换气次数应符合 SL490 的规定。

5.5.5 负压站宜设置流量计, 宜使用远程控制系统对系统流量实时监控。

5.5.6 负压污水收集罐容积应大于设计平均小时流量的 0.75 倍。

5.5.7 负压污水收集罐罐体承受的真空压力应小于 -0.09MPa。

5.5.8 真空泵选型

应符合下列规定:

a) 真空泵组最大小时吸入气体总体积应按式 (3) 计算:

$$q_{A\max} = (q_1 + q_2) \times \alpha \times P_u / [(P_{g\max} + P_{g\min}) / 2] \quad (3)$$

$q_{A\max}$ ——真空泵组最大小时吸入气体总体积 (m³/h)；

q_2 ——负压污水收集罐容积 (m³)；

q_1 ——负压管网容积 (m³)；

α ——安全系数，取 1.2~1.5；

P_u ——环境气压 (kPa)；

$P_{g\max}$ ——负压污水收集罐内最大绝对压力 (kPa)；

$P_{g\min}$ ——负压污水收集罐内最小绝对压力 (kPa)；

b) 真空泵数量应按式 (4) 计算：

$$n \geq q_{A\max} / q_{Ap} + 1 \quad (4)$$

q_{Ap} ——单台真空泵最大小时吸入气体体积 (m³/h)；

n ——真空泵数量；

5.5.9 排污泵宜设置备用泵，宜采用干式安装离心排污泵，排污泵组运行小时流量宜大于设计平均小时流量的 5 倍，排污泵扬程应按式 (5) 计算：

$$H_p \geq H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5; \quad (5)$$

H_p ——排污泵扬程 (m)；

H_1 ——排污泵水头损失 (m)；

H_2 ——排污泵排水管道沿程水头损失和局部水头损失 (m)；

H_3 ——负压污水收集罐最低液位与污水排放口的高程差 (m)；

H_4 ——负压污水收集罐内的最大负压值 (m)；

H_5 ——流出水头 (m)，按 2m~3m 计算。有输送剩余水头要求时，按剩余水头计算。

5.6 中继井设计

5.6.1 中继井和负压站之间应设置空气管道相连接，中继井收集到的污废水应由设置在负压站和中继井之间的负压污水管道抽吸至负压站。

5.6.2 中继井服务范围内的负压管网设计应按本文件 5.4 节确定。

5.6.3 中继井与周围建筑物的距离不宜小于 15m，与生活给水泵房、水源、水池的距离不宜小于 5m，不具备实施条件时，基坑开挖时应采取边坡防护措施。

5.6.4 中继井配套负压污水收集罐容积应大于中继井服务区域设计平均小时流量的 2 倍。

5.6.5 中继井宜设置钢筋混凝土基础，采用地埋形式应采用抗浮设计，宜使用钢制、玻璃钢制等定型产品。

5.7 其他规定

5.7.1 格栅井、负压污水收集井、负压站、中继井检修口上沿或防雨水灌入设施宜高出周边地坪不小于 200mm。

5.7.2 负压站、负压污水收集井及中继井噪声控制应符合 GB 3096 的有关规定。

5.7.3 单相流负压污水收集系统电气设计应符合 GB 50054 的有关规定。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应组织设计、施工和监理等单位进行设计交底和图纸会审。

6.1.2 施工应按合同文件、技术文件要求，根据施工图、施工界域内地下管线等构（建）筑物资料，深入现场调查，掌握现场实际情况，编制施工组织设计。

6.1.3 施工应符合施工图纸及有关技术文件要求，变更设计，应按相应程序报审。

6.2 管道施工

6.2.1 管道系统施工应符合 GB 50268 的有关规定。

6.2.2 负压管道施工还应符合下列规定：

a) 塑料管材现场堆放时应分析高温、紫外线和外力对管材的影响，当无法避免时，应采取有效防护措施；

b) 未作试压或试压未合格管段不应回填土作业。

6.3 负压污水收集井施工

6.3.1 负压污水收集井纵向及横向安装水平偏差不宜大于 4‰。

6.3.2 负压污水收集井基坑开挖作业前宜复核地下管网布置情况。

6.3.3 负压污水收集井基坑开挖作业不得扰动坑底土壤或超挖，坑底土壤受到扰动或超挖时，应按 GB50268 的有关规定采取补救措施。

6.3.4 负压污水收集井安装前，宜在夯实坑底原土后，在底部铺设厚度不小于 200mm 的中粗砂垫层。

6.4 负压站施工

6.4.1 基坑及基础工程施工应符合 GB 50202 的有关规定。

6.4.2 排污泵、真空泵安装应符合 GB 50231 和 GB 50275 的有关规定。

6.4.3 负压站电气安装应符合 GB 50171 的有关规定。

6.4.4 负压站采用一体化地埋设备时，纵向及横向安装水平偏差不宜大于 4%，负压站底板应与钢筋混凝土基础预埋钢板焊接牢固。

6.4.5 负压站采用钢筋混凝土结构时，应符合 GB 50208 的有关规定。

6.5 中继井施工

6.5.1 基坑及基础工程施工应符合 GB 50202 的有关规定。

6.5.2 中继井采用一体化地埋设备时，纵向及横向安装水平偏差不宜大于 4%，中继井底板应与钢筋混凝土基础预埋钢板焊接牢固。

7 调试及验收

7.1 管道功能性试验

7.1.1 试验前应确保负压管网已按 GB 50268 的有关规定完成水压试验且符合设计要求，负压设备等应已施工调试完毕且功能良好。

7.1.2 负压管网与负压站连接后，应开启负压站真空泵直至负压站压力达到-0.08MPa，并维持此负压不应少于 30min，2h 内的压力变化不应超过 5%。

7.1.3 其它功能实验应参考 GB50268 的有关规定。

7.2 其他规定

7.2.1 管道系统试验和验收应符合 GB 50268 的有关规定。

7.2.2 负压设备和负压管网负压试验应符合本文件 7.1 的规定。

7.2.3 工程完工后应编制竣工资料，竣工资料宜包含设备文件、设计文件、施工文件、验收文件。

8 运行维护

8.1 日常巡检

8.1.1 运行维护巡查周期宜小于 14d，应将巡查发现的问题记录，并应及时采取维修措施，巡查宜包括下列内容：

- a) 化粪池、隔油池、检查井应无破损、满溢，井盖应无丢失；
- b) 隔油池、格栅井、化粪池过水应通畅；
- c) 负压污水收集井井盖应无丢失、破损，液位应正常，负压启闭阀应正常启闭，并记录负压污水收集井负压值；
- d) 负压站仪表显示应正常，显示值异常时应及时分析原因并做好记录；

e) 采用远程控制系统，可适当延长巡查周期。

8.1.2 巡检发现突发负压站积水、负压管网漏压等，应立即报修。

8.2 维护

8.2.1 负压站内真空泵、排污泵、真空电磁阀、电气仪表维护保养周期不宜大于 1 年。

8.2.2 维修过程中应保持管道内清洁。

8.2.3 化粪池、隔油池、格栅井宜 2-12 个月清掏一次。

8.2.4 应建立运行维护台账。

8.3 环境管理

8.3.1 运行维护应制定运行与维护操作规程以及管网信息和档案管理制度。宜使用远程控制系统，对流量、液位、负压值等运行参数远程监控。

8.3.2 下列物质不应排入负压管网：

- a) 具有腐蚀性的污水或物质；
- b) 垃圾、建筑泥浆、工业废渣等物质；
- c) 剧毒、易燃、易爆、恶臭或烟雾等有害物质；
- d) 易凝聚、易沉积或其它易造成排水管道堵塞的污水或废水。

附录 A（资料性）

应用案例

A.1 项目简介

某村地势平坦，共计有 40 户农户，气压 101kPa，冻土层厚度为 9cm~10cm，年平均最低气温-5.2℃，常年地下水位为 1.2m，河网密布，绿植等障碍物众多，无远期预留。该村采用单相流负压污水收集系统对农户生活污水收集，收集的污水由负压站内的排污泵正压泵送至终端污水处理设备，系统吨水输送能耗为 0.2kW·h。

A.2 工艺流程

居民排出的厕所污水分别经化粪池、格栅井处理后自流排放至负压污水收集井，居民排出的厨房污水分别经隔油池、格栅井处理后自流排放至负压污水收集井，负压污水收集井内污水在负压站提供的负压抽吸力作用下，经负压管网流入负压污水收集罐，负压污水收集罐内液位达到预设高度后，由排污泵正压输送至终端污水处理设备。

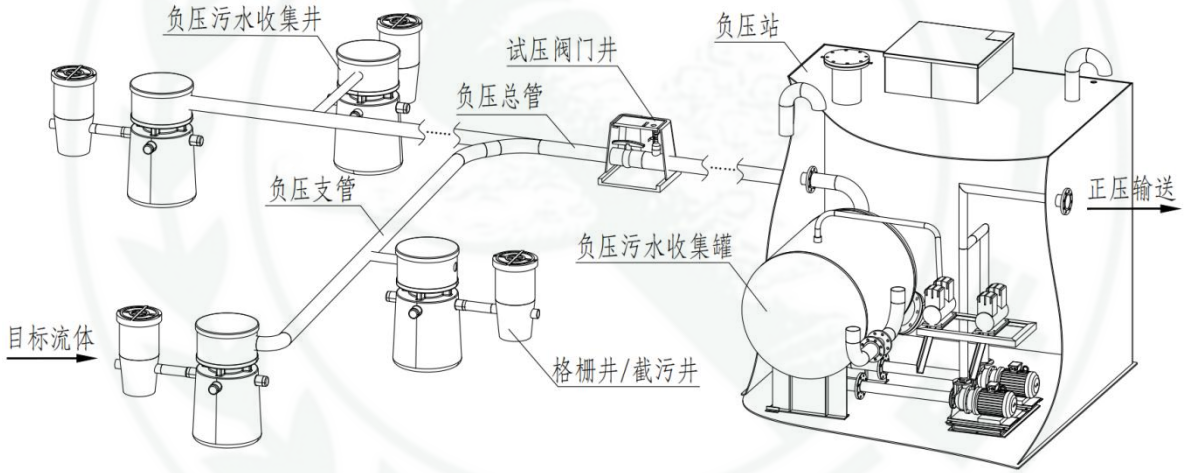


图 A.2 单相流负压排水系统示意图

A.3 设计计算

A.3.1 负压管线平面布置

该区域地形相对平坦，管网计算时不计及地形高差对管网水头损失造成的影响。根据居民建筑物分布情况布设负压管道，如图 A.3.1 所示，道路南侧负压管线配套 13 台负压污水收集井，负压总管长度 600m，道路北侧负压管线配套 11 台负压污水收集井，负压总管长度 550m。

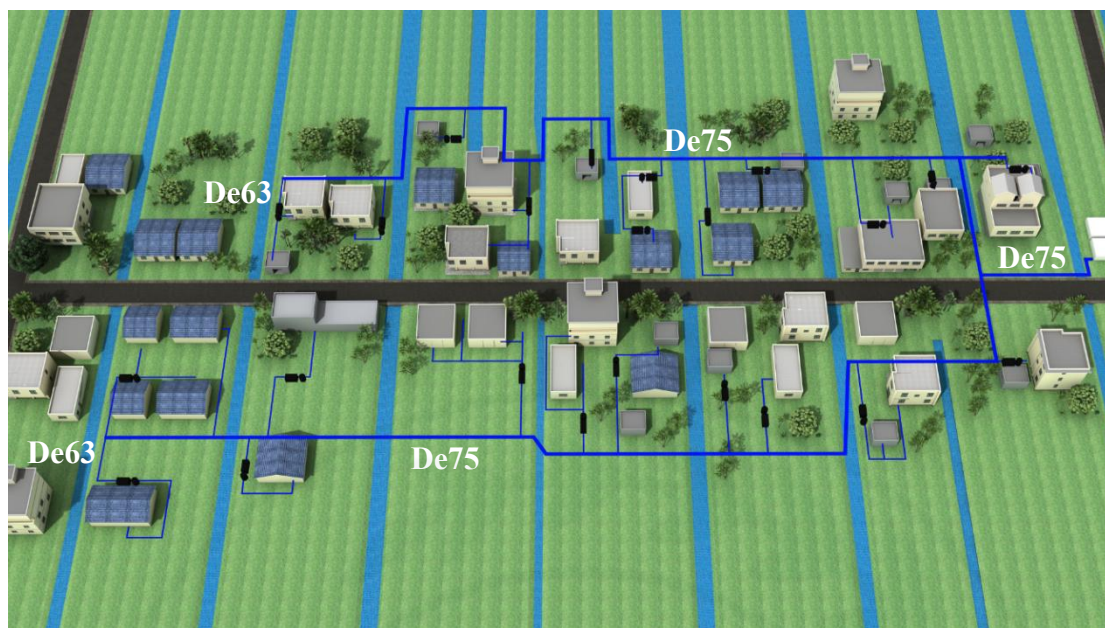


图 A.3.1 负压管线平面布置图

A.3.2 管径计算

按 5.4.2 式 (2) 进行管径计算, 负压总管管径取 De75。

A.3.3 负压污水收集罐体积

负压污水收集罐体积: $q_1 = 2 \times 0.225 \times 3600 / 1000 = 1.62 \text{ m}^3$

A.3.4 真空泵选型

经计算, 参考真空泵选型样本, 选用 2 台 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ 旋片式真空泵, 一用一备, 单台真空泵功率为 1.5 kW 。

A.3.5 排污泵选型

经计算, 参考排污泵选型样本, 选用 2 台排水泵, 一用一备, 流量为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$, 扬程为 18 m , 单台泵的电机功率为 1.1 kW 。

A.4 项目特点

A.4.1 设备安装简单

项目所用负压设备均为定型产品, 设备安装简单, 施工速度快。

A.4.2 管网施工便捷

A.4.2.1 单相流负压管网施工具有管道埋深浅、无敷设坡度要求、沟槽开挖面小、不需要基坑降水、不扰动农户房屋地基、管道可沿弧线敷设避让障碍物、现场沟通协调工作量少、施工周期短等特点。

A.4.2.2 单相流负压管道管径小, 便于采用顶管过路的施工方式, 具有施工费用省、不影响交通

出行等特点。

A.4.2.3 单相流负压管道管径小，便于采用支墩、挂桥或桁架过河施工方式，具有施工便捷、节省施工费用等特点。

A.4.3 运管特点

A.4.3.1 单相流负压管网输水过程中空气不进入管网，具有运维噪音小、吨水输送能耗低等特点。

A.4.3.2 单相流负压管网通过定期开启负压污水收集井进气阀的方式，实现对管网水气联合擦洗。

A.4.3.3 单相流负压污水收集系统通过具有远程启停、故障报警/自检、流量累计等功能的物联网远程控制系统，大幅降低运维人员工作量。



规范用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：1) 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。