

01.040.91

DB21

P45/49

辽宁省地方标准

DB21/T 1795-202X

J11626-202X

---

## 污水源热泵系统工程技术规程

Technical specification for sewage-source heat pump system

（2020 版）

（征求意见稿）

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

辽宁省住房和城乡建设厅  
辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽宁省地方标准

# 污水源热泵系统工程技术规程

Technical specification of sewage-source heat pump system

**DB21/T 1795-202X**

**J11626-202X**

**(2020 版)**

**(征求意见稿)**

主编单位：大连理工大学

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

批准单位：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2020 年 XX 月 XX 日

2020 沈阳

辽宁省住房和城乡建设厅文件

辽建发〔2020〕XX号

关于发布辽宁省地方标准

《污水源热泵系统工程技术规程》的通知

各市建委、有关单位：

由大连理工大学建筑环境与设备工程研究所会同有关单位修订的《污水源热泵系统工程技术规程》，经审定，批准为辽宁省地方标准，编号为 DB21/T 1795-202X，现予以发布，自 2020 年 XX 月 XX 日起施行。

本标准由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，大连理工大学建筑环境与设备工程研究所负责解释。

辽宁省住房和城乡建设厅

2020 年 XX 月 XX 日

## 前言

本规程根据辽宁省住房和城乡建设厅《2019 年度辽宁省工程建设地方标准编制/修订计划》（辽住建科〔2019〕11 号）以及辽宁省市场监督管理局《辽宁省市场监督管理局关于下达 2019 年度辽宁省地方标准制修订项目计划的通知》（辽市监发〔2019〕91 号）文件要求，由大连理工大学会同有关单位对辽宁省地方标准《污水源热泵系统工程技术规程》DB21/T 1795-2017 进行修订而成。

《污水源热泵系统工程技术规程》DB21/T 1795-2017 自实施以来，对污水源热泵系统在我省的健康发展和应用起到了很好的规范和指导作用。但该规程适用的热源采集范围是城市原生污水、污水处理厂出水的低温热源，并未对洗浴污水等低品位热源热回收工程的设计、施工及验收产生实质规范作用。

另一方面，由于近几年热温污水余热回收工程技术的快速发展，以及原技术规程中所引用的国家标准有 5 项已经废止或修订。因此在征集省内部分专家意见的基础上，决定对原污水源热泵系统工程技术规程进行适当修订，扩充洗浴污水热回收工程技术相关内容。

本次修订主要是增加了洗浴污水热回收系统工程技术规程的相关内容，具体如下：

1. 在第 1 章中，对原规程中 1.0.2 条、1.0.3 条进行了修订；
2. 在第 2 章中，增加了 2.1.11 条、2.1.12 条、2.1.13 条、2.1.14 条、2.1.15 条、2.1.16 条、2.1.17 条、2.1.18 条、2.1.19 条；
3. 在第 3 章中，增加了 3.2.6 条、3.2.7 条；
4. 在第 4 章中，增加了 4.5，4.6 节；
5. 在第 5 章中，增加了 5.3，5.4 节；
6. 在第 6 章中，增加 6.4.6 条，对原规程中的 6.6 节部分进行了修订，增加 6.6.3 条、6.6.5 条、6.6.6 条、6.6.7 条、6.6.8 条、6.6.9 条；
7. 在第 7 章中，将章标题进行了修订，增加了 7.8 节；
8. 在第 8 章中，增加了 8.1.3 条、8.1.4 条、8.1.5 条、8.2.7 条、8.2.8 条、8.4.4 条；
9. 在第 9 章中，将章标题进行了修订，增加 9.0.2 条；
10. 增加附表 B 《洗浴污水热回收系统工程验收表》；
11. 将原规程条文说明中的 3.1.3 条、3.2.4 条、8.3.3 条、9.0.3 进行了修订，增加洗浴污水热回收系统工程技术规程的相关条文说明。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位大连理工大学负责具体技术内容的解释。本规程执行过程中如有建议或意见，请反馈到大连理工大学建筑环境与设备研究所（地址：大连理工大学综合实验 3 号楼 327 邮编：116023；电话：0411-84708091；Email：lxl@dlut.edu.cn），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：（略）

本规程参编单位：（略）

本次修订主要起草人员：（略）

本次修订主要审查人员：（略）

# 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1 总则 .....                | 1  |
| 2 术语和符号 .....             | 2  |
| 2.1 术语 .....              | 2  |
| 2.2 符号 .....              | 3  |
| 3 规划设计 .....              | 5  |
| 3.1 一般规定 .....            | 5  |
| 3.2 污水参数条件 .....          | 5  |
| 3.3 污水处理措施 .....          | 5  |
| 4 污水取排水系统 .....           | 6  |
| 4.1 一般规定 .....            | 6  |
| 4.2 取排水管线 .....           | 6  |
| 4.3 污水泵 .....             | 6  |
| 4.4 取水除污器 .....           | 7  |
| 4.5 洗浴污水收集系统 .....        | 7  |
| 4.6 洗浴污水储存系统 .....        | 7  |
| 5 污水专用换热器 .....           | 9  |
| 5.1 一般规定 .....            | 9  |
| 5.2 污水专用换热器性能要求 .....     | 9  |
| 5.3 洗浴污水热量提取系统 .....      | 10 |
| 5.4 洗浴用水系统 .....          | 10 |
| 6 污水源热泵站 .....            | 11 |
| 6.1 一般规定 .....            | 11 |
| 6.2 污水源热泵机组的选择 .....      | 11 |
| 6.3 供回水温度选择 .....         | 11 |
| 6.4 污水源热泵站配置 .....        | 12 |
| 6.5 污水源热泵站设计的其他要求 .....   | 12 |
| 6.6 污水源热泵站施工及验收 .....     | 12 |
| 7 供冷供热管网及洗浴污水换热系统管道 ..... | 14 |
| 7.1 一般规定 .....            | 14 |
| 7.2 管线敷设 .....            | 14 |
| 7.3 供冷供热管网水力计算 .....      | 15 |
| 7.4 管道应力计算 .....          | 15 |
| 7.5 管道绝热 .....            | 15 |
| 7.6 供冷供热管网与末端设备 .....     | 16 |
| 7.7 供冷供热管网的施工与验收 .....    | 16 |
| 7.8 洗浴污水换热系统管道施工与验收 ..... | 16 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 8 电气与自动控制 .....           | 18 |
| 8.1 一般规定 .....            | 18 |
| 8.2 供配电 .....             | 18 |
| 8.3 控制与监测 .....           | 18 |
| 8.4 电气与自动控制系统的施工与验收 ..... | 20 |
| 9 污水源热泵系统运转、调试与验收 .....   | 21 |
| 附录 A 污水专用壳管式换热器计算 .....   | 22 |
| 附表 B 洗浴污水热回收系统工程验收表 ..... | 27 |
| 本规程用词说明 .....             | 28 |
| 引用标准名录 .....              | 29 |
| 条文说明 .....                | 31 |
| 1 总则 .....                | 37 |
| 3 污水源热泵系统工程规划设计条件 .....   | 38 |
| 3.1 一般规定 .....            | 38 |
| 3.2 污水参数条件 .....          | 40 |
| 3.3 污水处理措施 .....          | 41 |
| 4 污水源热泵系统取排水系统 .....      | 42 |
| 4.1 一般规定 .....            | 42 |
| 4.2 取排水管线 .....           | 42 |
| 4.3 污水泵 .....             | 42 |
| 4.4 取水除污器 .....           | 42 |
| 4.5 洗浴污水收集系统 .....        | 43 |
| 4.6 洗浴污水储存系统 .....        | 43 |
| 5 污水专用换热器 .....           | 45 |
| 5.1 一般规定 .....            | 45 |
| 5.2 污水专用换热器 .....         | 45 |
| 5.3 洗浴污水热量提取系统 .....      | 47 |
| 5.4 洗浴用水系统 .....          | 47 |
| 6 污水源热泵站 .....            | 50 |
| 6.1 一般规定 .....            | 50 |
| 6.3 供回水温度选择 .....         | 50 |
| 6.4 污水源热泵站配置 .....        | 51 |
| 6.6 污水源热泵站施工及验收 .....     | 51 |
| 7 供冷供热管网系统 .....          | 52 |
| 7.1 一般规定 .....            | 52 |
| 7.2 管线敷设 .....            | 52 |
| 7.3 供冷供热管网水力计算 .....      | 52 |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 7.5 管道绝热 .....                 | 52        |
| 7.6 供冷供热管网与末端设备 .....          | 52        |
| 7.8 洗浴污水换热系统管道施工 .....         | 53        |
| <b>8 电气与自动控制 .....</b>         | <b>54</b> |
| 8.1 一般规定 .....                 | 54        |
| 8.2 供配电 .....                  | 54        |
| 8.3 控制与监测 .....                | 54        |
| <b>9 污水源热泵系统运转、调试与验收 .....</b> | <b>55</b> |

## 1 总则

1.0.1 为使污水源热泵系统工程设计、施工及验收做到技术先进、经济合理、安全可靠，保证工程质量，促进污水源热泵技术的良性发展，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以城市原生污水、污水处理厂出水、洗浴污水为低位热源，采用蒸汽压缩热泵技术进行供热、供冷或热水供应系统工程的设计、施工及验收。

1.0.3 本规程适用于在辽宁省新建、扩建和改建的污水源热泵系统工程。公共建筑的用能应通过对当地环境资源条件和技术经济的分析，结合国家相关政策，优先使用污水源等可再生能源。

1.0.4 污水源热泵系统工程的规划设计需要综合考虑当前的技术和经济条件。

1.0.5 污水源热泵系统工程的规划、设计、施工及验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关法律、标准和规范的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 城市原生污水 urban raw sewage

未经任何处理的城市污水称为城市原生污水。

#### 2.1.2 污水处理厂出水 treated sewage by sewage treatment plant

经污水处理厂一级处理或二级处理后的污水。

#### 2.1.3 污水源热泵 sewage source heat pump

以污水作为低温热源的热泵。

#### 2.1.4 污水源热泵系统 sewage source heat pump system

污水源热泵系统就是利用污水作为低温热源,并通过热泵机组提升热媒温度或降低冷媒温度,最终为用户提供热量或冷量的系统。

#### 2.1.5 直接式污水源热泵系统 direct sewage source heat pump system

污水直接进入热泵机组的蒸发器或冷凝器,换热后返回污水渠的污水源热泵系统。

#### 2.1.6 间接式污水源热泵系统 indirect sewage source heat pump system

污水先与中间传热介质换热,该中间传热介质再进入热泵机组的蒸发器或冷凝器进行换热的污水源热泵系统。

#### 2.1.7 中间传热介质 intermediate heat-transfer medium

间接式污水源热泵系统中,通过换热装置与污水进行热交换的一种液体。一般为清洁水或添加防冻剂的水溶液。

#### 2.1.8 污水专用换热器 dedicated heat exchanger for sewage

在间接式污水源热泵系统中从污水取热或向污水释热的换热器称为污水专用换热器。

#### 2.1.9 污水防阻机 sewage clog-proof machine

污水源热泵系统中能自动截留并排除水中污物,有效防止污杂物阻塞换热器、水泵和管路的一种机械设备。

#### 2.1.10 供冷供热管网 cooling and heating distribution pipe network

通过冷媒或热媒将热泵装置制取的冷量或热量输送到用户的管路系统。

#### 2.1.11 洗浴污水 bath waste water

指洗浴过程中排出的热污水及泡池换水时排出的热污水。

#### 2.1.12 洗浴污水热回收 heat recovery of bath waste water

指通过专用设备及系统将洗浴污水中可利用的热量提取出来,以制取新的洗浴热水,或做其它利用。

#### 2.1.13 洗浴泡池 hot bath pool

指洗浴时用于泡澡的热水池。分为清水池及汤泉池。

#### 2.1.14 洗浴汤泉池 characteristics hot bath pool

指水中含有对人体健康有益的微量元素的矿物质的泡池。

#### 2.1.15 洗浴热泵热水机组 heat pump unit

指用于循环加热泡池水的水源热泵类机组。

#### 2.1.16 洗浴污水换热器 waste water heat exchanger of bath waste water

指用于从洗浴污水中提取热量的换热装置。

2.1.17 洗浴板片式污水换热器 plate type waste water heat exchanger

指由内部带有换热介质通道的板状换热片组装的污水换热器。

2.1.18 热洗浴污水 hot bath waste water

指未被提取热量之前的洗浴污水。

2.1.19 冷洗浴污水 cold bath waste water

指被提取热量之后的洗浴污水。

## 2.2 符号

|             |    |                      |
|-------------|----|----------------------|
| $A$         | —— | 换热器的总换热面积；           |
| $b'$        | —— | 换热器内最外层管的中心与外壳内壁的距离； |
| $d_m$       | —— | 换热管的直径；              |
| $D$         | —— | 换热器的外壳直径；            |
| $f_0$       | —— | 壳程流体的摩擦系数；           |
| $F$         | —— | 管子排列方法对压力降的修正系数；     |
| $F_s$       | —— | 壳程压力降的结垢修正系数；        |
| $F_t$       | —— | 结垢修正系数；              |
| $h$         | —— | 折流板间距；               |
| $h_q$       | —— | 清洁流体侧换热系数；           |
| $h_w$       | —— | 污水侧换热系数；             |
| $K$         | —— | 换热器总换热系数；            |
| $L$         | —— | 换热管的管长；              |
| $n$         | —— | 换热器内的换热管数目；          |
| $n_c$       | —— | 横过管束中心线的管子数；         |
| $N_B$       | —— | 折流挡板数；               |
| $N_p$       | —— | 换热器内的管程数；            |
| $N_s$       | —— | 串联的壳程数；              |
| $S$         | —— | 换热管的管间距；             |
| $u_0$       | —— | 按壳程流通截面积计算的流速；       |
| $\beta$     | —— | 管道附件的散热损失附加系数；       |
| $\delta_1$  | —— | 管内污垢厚度；              |
| $\delta_2$  | —— | 换热管壁厚；               |
| $\lambda$   | —— | 沿程阻力系数。              |
| $\lambda_1$ | —— | 管内污垢导热系数；            |
| $\lambda_2$ | —— | 换热管导热系数；             |

|                      |    |                 |
|----------------------|----|-----------------|
| $\varphi_{\Delta t}$ | —— | 换热器有效平均温差的修正系数； |
| $\Delta p_1$         | —— | 流体流经直管的压力降；     |
| $\Delta p_2$         | —— | 流体流经回弯管时的压力降；   |
| $\Delta p_1'$        | —— | 流体横过管束的压力降；     |
| $\Delta p_2'$        | —— | 流体通过折流板时的压力降；   |
| $\Delta t_m$         | —— | 换热器两侧的有效平均温差；   |
| $\Delta t_{m,逆}'$    | —— | 换热器逆流方式的对数平均温差。 |

### 3 规划设计

#### 3.1 一般规定

3.1.1 污水源热泵站选址宜靠近污水水源收集区。

3.1.2 方案设计前，应了解并落实本区域市政污水管网、污水厂的规划建设方案，应对污水参数进行详细调查，收集尽可能长时间的相关监测调查资料，并对污水输送管线及污水源热泵站选址进行工程勘察。

3.1.3 污水源热泵系统形式的选择应以安全、可靠、稳定为基本准则，综合考虑污水流量、污水水质、污水水温当地的气候条件等因素，进行全面的技术经济分析。

#### 3.2 污水参数条件

3.2.1 污水源热泵系统可利用的污水主要包括城市原生污水、洗浴污水和污水处理厂出水。

3.2.2 污水参数的现场调查应包括污水水量和污水水温的季节变化情况和典型天的逐时变化数据，应调查每年最冷月、最热月的逐日、逐时的污水量和污水温度的监测数据。采用累年数据的平均值作为设计的依据。

3.2.3 设计工况下污水水源可利用的温降（温升）不宜小于 3℃。

3.2.4 污水水源为城市原生污水时，直接式污水源热泵系统冬季流出蒸发器的污水温度的污水温度应满足污水处理厂处理工艺的最低要求，最大温降 3℃~4℃，间接式污水源热泵系统流出污水专用换热器的污水温度应满足污水处理厂处理工艺的最低要求；夏季流出冷凝器的污水温度不宜高于 35℃。

3.2.5 污水粘度系数宜实测确定，如没有实测数据可按清水粘度的 2.5 倍以上。

3.2.6 公共浴池中，淋浴用水量大于 30m<sup>3</sup>/d 或泡池总容量大于 20m<sup>3</sup> 的洗浴工程，应采用节能设计，节能设计宜采用间接换热洗浴污水热回收方式。

3.2.7 洗浴污水中所提取的热量不宜小于加热洗浴用水所需总热量的 70%，洗浴工程有空调需求时，宜充分利用热水机组或热泵机组产生的冷热量。

#### 3.3 污水处理措施

3.3.1 在污水源热泵系统中需要对污水进行处理时，宜根据污水的水质情况及主要杂质污物的特点采用低成本的物理措施，具体方法的选择应综合考虑污水处理技术效果与换热器运行维护要求等因素，经技术经济分析后确定。

3.3.2 污水水源为城市原生污水时，污水在进入污水取水管路前宜设置孔径≤50mm 的自动清洗滤网或格栅，且在进入换热设备前宜设置具有连续自动除污功能的取水除污器，并满足换热设备的使用要求。

3.3.3 污水水源为污水处理厂出水时，在取水管路上宜设置常规过滤装置。

3.3.4 进入污水专用换热器或热泵机组的污水水质应满足相应设备的具体要求。

## 4 污水取排水系统

### 4.1 一般规定

4.1.1 污水取水管线不宜过长，应尽量减少污水管线转弯及阀门安装；污水泵和污水管道宜采取减震降噪措施。

4.1.2 污水取水管道管内壁应光滑，一般可选用铸铁管及 PVC 等耐腐蚀性的管材。机房内管道宜选用内外防腐的碳钢管。

4.1.3 污水取水口应设置在污水渠最低水位以下，且应防止吸入底部泥沙或水面杂物。

4.1.4 污水取用后应排到取水点下游的市政污水管道中，且排水管路上宜采取消能措施。

4.1.5 排水口应位于取水口下游并与取水口保持一定距离，跌水水头大于 2m 时应设跌水井。

### 4.2 取排水管线

4.2.1 污水取排水管线设计不应影响市政排水。

4.2.2 在污水泵的总压水管上、污水干管进出热泵机组处及换热器进出口处应安装压力表和温度计；宜选用无表弯的压力表，且朝上安装。

4.2.3 污水取排水干管的公称管径不宜小于 DN100，管道转弯和交接处水流转角不应小于 90°。停用污水泵时，应先排净系统内污水，防止污水中的泥沙、污物等沉淀淤积造成同流面积缩小，污水流量减少。

4.2.4 在污水干渠取水且取水系统内需设置污水泵输送污水时，应依据污水泵允许通过的杂物尺寸要求，在污水泵前端设置人工或自动格栅清除污水中的大尺度污物。

4.2.5 污水流量波动较大，不能满足瞬时冷/热负荷需求时，宜修建污水蓄水池，蓄水池的容量应能满足热泵系统短期供冷供热的需要。污水蓄水池应设置溢流通道和人工或自动排污清污措施。污水蓄水池如采用人工清污时应设置通风设施。

4.2.6 在有压污水管上取水时，应设置必要的安全措施，且有压取水口的孔口面积不宜小于后接取水管道的面积。有压污水的进水管应设有闸门。

4.2.7 当采用自流管（渠）取水时，宜在取水端安装可启闭的闸门并设置冲洗设施，停用时先排净系统内污水，冲洗管路后将闸门关闭。

4.2.8 应注意取水管线与热泵机房的位置与高差，热泵机房位置较低时，应采取防污水倒灌机房的措施。

4.2.9 原生污水取水口宜设置具有连续反冲洗功能的过滤装置，保持取水口处污水量稳定。

### 4.3 污水泵

4.3.1 污水取水泵应选择专用污水泵，污水泵可选择干式安装和湿式安装方式，吸入口液位高度应满足水泵必需的汽蚀余量要求。

4.3.2 污水泵进口不应设底阀，出口设置止回阀，止回阀宜为微阻缓闭蝶式止回阀，宜水平安装，水泵进出口均装设闸阀。

4.3.3 污水管网流动阻力计算时应考虑其流动阻力特性与清水的差异性。

4.3.4 污水取水泵的设计流量和设计扬程应满足设计要求，在最高与最低流量时，水泵能安全、平稳运行，并符合以下要求：

- 1 污水泵的选择宜选用高效率水泵，同时考虑运行工况调节；
- 2 污水取水泵不应少于两台，当超过三台时，其中一台应设为备用泵；
- 3 应考虑近远期结合，一般可考虑远期增加水泵台数或更换大流量泵。

4.3.5 污水泵房周围应设置排水沟，并通向集水池，设置小型潜水排污泵及时排走集水池中的污水。

4.3.6 设置污水泵的房间应进行机械通风，并设置事故通风装置。

## 4.4 取水除污器

4.4.1 采用开式原生污水作为污水泵的冷（热）源时，原生污水取水口处的过滤装置应具有连续反冲洗功能。当使用污水处理厂出水作为污水源热泵的冷热源时，可采用常规过滤器进一步去除污水中的污杂物。

4.4.2 原生污水取水除污器宜具有连续自动除污功能和防泄漏功能。

4.4.3 取污水量较少的系统，宜采用具备防泄漏功能的容器型污水防阻机。

## 4.5 洗浴污水收集系统

4.5.1 洗浴污水收集应使洗浴污水全部流入污水箱（池）。

4.5.2 洗浴污水管路应避免泄漏、堵塞，并加以保温。

4.5.3 洗浴污水管路的铺设应符合现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB 50015 的规定。

## 4.6 洗浴污水储存系统

4.6.1 洗浴污水箱（池）有效储水量不宜小于每日洗浴热水用量的 80%。

4.6.2 洗浴污水箱（池）宜采用钢筋混凝土或玻璃钢建造，其结构及材料要求应符合国家现行相关标准及规范要求。当采用玻璃钢污水箱时，箱内金属件必须进行防腐处理。

4.6.3 洗浴污水箱（池）宜在室内设置并临近浴区。污水箱（池）的设置宜有利于污水的自然流入。4.6.4 洗浴污水箱（池）应采取保温及防水措施。

4.6.5 洗浴污水箱（池）应设置人孔，并保证封闭严密，严禁箱（池）内气体泄露。

4.6.6 钢筋混凝土污水池池底应设置集水坑，池底坡度应大于 5%，并坡向集水坑。

4.6.7 洗浴污水箱（池）的预设管应包括热污水进水管、冷污水排水管、载冷剂循环管、通气管等。管道宜采用非金属材质。

4.6.8 洗浴污水箱（池）的热污水进水管采用侧壁或顶盖预设，内外管端宜伸出成型后的箱（池）200mm，管径宜大于 100mm，箱（池）较大时可采用多根设置。

4.6.9 洗浴污水箱（池）的冷污水排水管应侧壁预设，内外管端宜伸出成型后的箱（池）200mm，管径宜大于 100mm，箱（池）较大时可采用多根设置。

4.6.10 洗浴污水箱（池）的载冷剂循环管采用侧壁或顶盖预设，内外管端宜伸出成型后的箱（池）200mm。当侧壁预设时，管道宜高于污水水面。

4.6.11 洗浴污水箱（池）的通气管宜采用顶盖预设，下部管口与箱（池）内顶盖平齐。通气管路宜设置在室外背风处，管口应采取防雨防虫措施，洗浴污水箱检修时应确保人员安全。

4.6.12 玻璃钢污水箱采用内拉筋时，应在洗浴污水换热器安装完成后进行内拉筋施工。

4.6.13 洗浴污水箱（池）及洗浴热水箱（池）应在系统施工前施工制作完成。

4.6.14 洗浴污水箱（池）内工程完工后，应将污水箱（池）的人孔盖封闭严密，污水箱（池）内注入污水后，不得有异味泄漏。

4.6.15 洗浴污水箱（池）的设置应符合国家现行相关标准的规定。

## 5 污水专用换热器

### 5.1 一般规定

5.1.1 污水专用换热器应用于间接式污水源热泵系统。污水专用换热器的选择应充分考虑换热效率、使用年限等经济性指标。

5.1.2 设计前应根据污水参数确定采用污水专用换热器的技术经济可行性。

5.1.3 存在冻结的可能时，中间传热介质应添加防冻剂。

5.1.4 添加防冻剂后的中间传热介质的冰点宜比设计最低运行水温低 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.5 污水热交换器附加安全系数可取 1.25~1.35。

5.1.6 洗浴污水换热器一般应在组装完成后单独进行压力试验，试验压力不得高于产品规定的压力。

### 5.2 污水专用换热器

5.2.1 宜选用多管程的固定管板式壳管换热器及其他不易堵塞的高效换热器作为污水专用换热器。

5.2.2 污水专用换热器采用壳管式换热器时，污水应流经管程，中间传热介质流经壳程。换热管管径不宜小于 DN25，污水专用换热器的布置应满足安装、运行和检修要求。污水专用壳管式换热器的选择计算参见附录 A。

5.2.3 中间传热介质应以水为首选，也可选用符合下列要求的其他介质：

- 1 安全环保，腐蚀性弱；
- 2 较低的冰点；
- 3 良好的传热特性，较低的摩擦阻力；
- 4 易于购买、运输和储藏。

5.2.4 污水专用换热器应根据水质参数选择耐腐蚀的管材。

5.2.5 污水专用换热器的总换热系数的取值，应考虑污水换热性能和流动性能与清水的差异性，并根据专业设备厂家的技术参数确定。设计时根据实际选用的传热介质的水力特性进行水力计算。

5.2.6 污水专用换热器应设置清洗装置，宜采用在线清洗技术。

5.2.7 污水专用换热器应设自动充液及泄漏报警系统；需要防冻的地区，应设防冻保护装置。

5.2.8 污水专用换热器应具备可拆卸功能。原生污水直接进入热泵机组时，应采用冷媒侧转换的热泵机组，且与原生污水接触的换热器应特殊设计。

5.2.9 洗浴污水换热器的安装，如方向、位置，必须符合设计规定，洗浴污水换热器换热板的顶部应高于污水箱（池）冷污水排水横管的底部 20mm。

5.2.10 当安装在钢筋混凝土污水池时，洗浴污水换热器应安装在现场制作的混凝土基础上；当安装在玻璃钢污水箱时，洗浴污水换热器应安装在玻璃钢型材制作的支架上，并保证牢固耐用。

5.2.11 洗浴污水换热系统的施工宜按如下流程执行：

开箱检查——机组及水泵就位——污水换热器安装施工——管道系统安装施工——电气系统安装施工——系统水压试验——保温施工——联合调试。

### 5.3 洗浴污水热量提取系统

- 5.3.1 洗浴污水换热器宜采用浸泡式拼装组合结构。
- 5.3.2 洗浴污水换热器宜采用非金属导热材料。
- 5.3.3 洗浴污水换热器宜采用板式换热片，不宜采用圆形换热管。
- 5.3.4 洗浴污水换热器应防腐、防堵、防污，好清理，安装方便。
- 5.3.5 被提取热量后排入市政管道的冷污水的温度宜为  $4^{\circ}\text{C}\sim 7^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.4 洗浴用水系统

- 5.4.1 洗浴热水用水量应满足项目设计需求，并符合现行国家标准的规定。
- 5.4.2 洗浴用水应由热水机组一次性加热，热水出水温度应可调节。
- 5.4.3 洗浴热水出水温度宜在  $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$  之间。
- 5.4.4 洗浴热水机组的型号及数量应根据洗浴热水用水量及热水机组的选型手册确定。
- 5.4.5 洗浴热水机组应符合《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362 的规定，并应具有《全国工业产品生产许可证》。
- 5.4.6 洗浴用水水质应符合现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB 50015 的规定。
- 5.4.7 洗浴用水热水箱（池）有效储水量不宜小于每日洗浴热水用水量的 60%。
- 5.4.8 洗浴用水热水箱（池）宜采用钢筋混凝土或不锈钢建造。
- 5.4.9 洗浴用水热水箱（池）应采取保温及防水措施。
- 5.4.10 洗浴泡池恒温系统应包括水循环过滤系统及池水恒温加热系统。
- 5.4.11 室内洗浴泡池恒温系统宜采用池水循环加热方式恒温，主机应采用循环加热式洗浴热泵机组。
- 5.4.12 室外洗浴泡池恒温系统宜采用池壁内布管形式对池内水体进行恒温加热，主机应采用循环加热式洗浴热泵机组。
- 5.4.13 洗浴泡池恒温加热系统高温侧循环水与泡池循环水之间应采用换热器进行隔离。洗浴泡池循环水进入换热器前应进行净化过滤。
- 5.4.14 洗浴室内泡池恒温系统热负荷取值宜为  $1\text{kW}/\text{m}^3\sim 3\text{kW}/\text{m}^3$ ，室外洗浴泡池恒温系统热负荷根据项目实际情况计算。
- 5.4.15 洗浴热泵机组的型号及数量应根据泡池恒温系统热负荷及热泵机组的选型手册确定，应具有《全国工业产品生产许可证》。

## 6 污水源热泵站

### 6.1 一般规定

6.1.1 污水源热泵系统方案确定时，应综合考虑污水源热泵站选址、热泵机组选型、供冷供热管网系统配置、辅助热源运行等技术措施。污水源热泵系统应满足设计要求，当设计无明确要求时，系统制热系数 COP 限值不低于 2.6，制冷能效比 EER 限值不低于 3.0。

6.1.2 污水源热泵站位置应根据建筑总体规划、污水取水位置、冷（热）用户位置、环境卫生和管理维护要求等因素确定。

6.1.3 建筑冷热负荷计算方法应符合国家及辽宁省现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26 和《居住建筑节能设计标准》DB21/T2885 的有关规定。建筑应进行全年负荷计算分析，并根据分析结果确定热泵机组的选型。污水源热泵站为多栋建筑服务时，热泵机组容量应根据各建筑的使用功能考虑同时使用系数。

6.1.4 应根据建筑或区域的全年负荷曲线、全年污水温度与污水量曲线、热泵机组的性能和辅助冷热源的形式，经技术经济分析决定是否设置辅助冷热源系统。辅助热源宜选用区域内已有的市政热源。

6.1.5 污水源热泵站的位置不仅要考虑靠近负荷中心，还应考虑供冷供热管网和污水管网的投资及运行费用，宜做技术经济分析后确定。

6.1.6 污水源热泵站内应设置机械通风及事故通风装置。

### 6.2 污水源热泵机组的选择

6.2.1 装机容量设计要求：

1 优先满足制冷需求时，热泵装机容量按照建筑暖通空调设计确定的制冷负荷选定。区域供冷供热要考虑不同建筑的同时使用系数；

2 优先满足制热需求时，根据建筑暖通空调设计确定的供热总负荷逐时曲线、污水参数逐时曲线和热泵机组 COP 曲线，通过技术经济分析，确定热泵承担负荷与调峰负荷，从而确定热泵装机容量；

3 含蓄冷功能设计时，机组制冷负荷宜根据既定蓄冷策略确定的负荷选择，并考虑三工况机组的性能。

6.2.2 热泵机组台数和单机容量应满足满负荷与部分负荷时的调节要求，机组台数不宜少于两台；当仅设一台时，应选用调节性能优良的机型。

6.2.3 污水直接进入污水源热泵机组，机组换热器应采用防腐措施，且机组宜设置自动清洗装置。

6.2.4 制冷剂的选择必须符合有关环保要求。

### 6.3 供回水温度选择

6.3.1 污水源热泵系统冷热水设计参数，应通过技术经济比较后确定。宜采用以下数值：

1 冷水供水温度不宜低于 5℃，对于带有蓄冷装置的系统，冷水供水温度可以降低；

- 2 冷水供回水温差：5℃～10℃；
- 3 热水供水温度：40℃～60℃；
- 4 热水供回水温差：8℃～10℃，低温热水地板辐射采暖系统宜小于或等于 10℃；
- 5 生活热水供水温度不宜高于 60℃，且应符合《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的要求。

6.3.2 多个污水源热泵站联网运行的系统中，各热泵站的设计供回水温度应一致。

6.3.3 应根据所选择的供回水温度，设计或校核供热或空调末端装置的容量。

## 6.4 污水源热泵站配置

6.4.1 污水源热泵站布置形式可分为集中式、一级分散式和两级分散式三种形式，应根据建筑类型、建筑空间分布和冷热负荷特点等规划条件采取适宜的布置形式。

6.4.2 宜根据负荷的时间分布特点和当地的电价政策，考虑蓄冷设计的可能性。

6.4.3 当污水源热泵站的供冷与供热转换通过热泵机组外部阀门的启闭来实现时，应根据水质状况选择具有良好防腐、密闭性能的转换阀。

6.4.4 对直接式污水源热泵系统，当采用热泵机组外部阀门的启闭来实现供冷与供热的转换时，应对转换前的污水管路系统（含污水流经的冷凝器或蒸发器）进行冲洗，冲洗用水的水质宜与冷热循环水的水质相同。

6.4.5 热泵机房内排水系统的排水能力应满足管路系统冲洗时的最大排水量。

6.4.6 洗浴机组多台机组并联安装应保证供水均匀，同时机组不同步开、停机时应保证机组水系统不会短路。

6.4.7 污水源热泵站的冷热水系统应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中 8.3 节的相应规定执行。

## 6.5 污水源热泵站设计的其他要求

6.5.1 污水源热泵站内应具有良好的通风和照明设施，安装、检修和运输通道等其他设置应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

6.5.2 设备和管道的绝热应符合国家现行标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的规定。

6.5.3 监测与控制的一般要求应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

## 6.6 污水源热泵站施工及验收

6.6.1 污水源热泵站的施工企业应具有相应的施工安装资质。

6.6.2 污水源热泵站施工前应具备经审图单位审查通过后的相关设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

6.6.3 污水源热泵站施工现场应具备施工条件，不应有安全隐患，所需的安全措施必须齐备。

6.6.4 污水源热泵及其他设备的安装应符合下列规定：

- 1 设备技术参数应符合设计要求;
- 2 设备到场后, 应进行质量检验;
- 3 设备安装应符合安装手册的要求;
- 4 设备的吊装及搬运过程中应避免磕碰;
- 5 设备的临时存放及运输过程中, 与设备底面的接触底面应平整;
- 6 机组安装前首先要进行设备基础验收。

6.6.5 洗浴热水机组及污水源热泵机组单机安装应按国家现行标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 和《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的相关规定执行。

6.6.6 污水源热泵站的施工及验收应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

## 7 供冷供热管网及洗浴污水换热系统管道

### 7.1 一般规定

7.1.1 单体建筑内的供冷供热管网系统设计应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定；区域供冷供热管线的布置应符合行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ34 的有关规定。

7.1.2 供冷供热管网水力计算的内容应包括确定输配管网各管段的设计流量和管径，循环水泵的流量和扬程；分析管网正常运行时的压力工况，绘制水压图，确定定压点位置和定压方式等。定压压力选取应确保各末端用户有足够的资用压头，且系统不超压、不汽化、不倒空。

7.1.3 区域供冷供热管网的水力计算应包括典型事故工况分析。

7.1.4 区域供冷供热管道宜采用预制保温钢管道。

7.1.5 管道系统水压试验压力按照设计选取，**当无设计要求时，试验压力为工作压力的 1.5 倍，且不小于 0.6MPa。**

### 7.2 管线敷设

7.2.1 区域供冷供热管线布置可采用枝状管网或环状管网，管道宜采用双管制直埋敷设。直埋敷设时应考虑土壤冰冻深度、地下水水位、土壤腐蚀特性等。

7.2.2 当需要同时供冷供热时，可采用三管制或四管制。

7.2.3 污水源热泵系统承担热水供应负荷时，宜单独敷设管道。

7.2.4 区域供冷供热管线宜采用无补偿直埋敷设方式。

7.2.5 管线跨越河流时，宜采用管道桥或利用交通桥进行架设，其规划设计与相应的桥梁设计相结合。

7.2.6 管网输送干线每隔 2.0km~3.0km，输配干线每隔 1.0km~1.5km，宜装设一个分段阀。

7.2.7 露天敷设的管道上宜采用钢制阀门和附件，不得采用灰铸铁的阀门和附件。

7.2.8 管网主干管或支干管的起点应安装关断阀门。

7.2.9 地下敷设管道安装阀门、放水放气装置等管路附件时应设检查室。

7.2.10 管线的下列地点应设除污器：

- 1 循环水泵的入口前的管道上；
- 2 用户入口处的管道上。

7.2.11 洗浴热水机组的洗浴用水供水应连续稳定，供水压力应不小于 0.25MPa，并保证用水量。

7.2.12 洗浴污水热量提取系统载冷剂循环管宜采用 UPVC 材质，并应采取保温措施。

7.2.13 洗浴热水供回水管宜采用 PP-R 材质，并应采取保温措施。

7.2.14 洗浴热污水进水管宜采用 UPVC 材质，并应采取保温措施。管道坡度应大于 1%，并坡向污水箱（池）。

7.2.15 洗浴冷污水排水管宜采用 UPVC 材质，并做防倒灌处理。管道坡度应大于 1%，并坡向市政排水管道。

7.2.16 洗浴污水箱（池）的通气管宜采用 UPVC 材质，管径应不小于 DN50，管端设置在室

外。

7.2.17 洗浴热水箱（池）水位控制装置穿线管宜采用 UPVC 材质，管径宜选用 DN32。

### 7.3 供冷供热管网水力计算

7.3.1 计算冷热负荷时应按近期冷热负荷并考虑计入发展的冷热负荷，对于分期建设的管网，可以留有余地或考虑增设管网的可能性。

7.3.2 区域供冷供热管网的水力计算宜根据当时当地的技术经济数据进行优化设计。

7.3.3 区域供冷供热管网输送距离不宜过长。

7.3.4 管道压力损失计算时，输送冷水或热水时，应采用不同的粘性系数分别计算。

7.3.5 供冷供热管网各管段管径的确定要结合冷热媒水设计温差、循环水泵形式等因素，综合考虑供冷供热参数的匹配问题。输送干线、输配干线及负担多个用户的支干线应考虑同时使用系数。

7.3.6 当供冷供热管网承担夏季制冷负荷和冬季供热负荷时，应计算供冷期和供热期管网的设计流量，并取较大值作为管网设计流量。

7.3.7 输送管网及输配管网干线的比摩阻宜为 60Pa/m~120Pa/m，并宜根据技术经济分析结果选取。

7.3.8 输配管网支干线、支线应按允许压力降确定管径，但介质流速不应大于 3.5m/s，支干线比摩阻不大于 300Pa/m。连接一个热力站（冷站）的支线可大于 300Pa/m，但应符合《城镇供热管网设计规范》CJJ34 的要求。

7.3.9 区域管网的公称管径不宜小于 DN50，通向单体建筑的管径不宜小于 DN32。

7.3.10 为避免冬季能耗增加，宜分设管网冷热水循环水泵或考虑变频泵，对于大型系统，也可使用多台水泵运行、冬夏采取不同的台数控制策略。

### 7.4 管道应力计算

7.4.1 区域供冷供热管道的应力计算宜采用应力分类法。管道由内压、持续外载引起的一次应力验算宜采用弹性分析和极限分析，管道由热胀冷缩及其他位移受约束产生的二次应力和管件上的峰值应力应采用满足必要疲劳次数的许用应力范围进行验算。供冷供热采用一套管网的系统应分别进行验算。

7.4.2 管道的许用应力取值、管壁厚度校核计算、热胀和冷缩长度计算及应力验算应按《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 的规定执行。

### 7.5 管道绝热

7.5.1 直埋敷设管道应计算经济绝热层厚度，包括保冷厚度和保温厚度计算，计算保冷层经济厚度后，还应进行外表面凝露校核计算，校核计算应符合国家现行标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 的相关规定。

7.5.2 绝热层及保护层宜选择强度较高的材料，在使用环境下不得软化、脆裂，且应抗老化，其使用寿命不得小于设计使用年限。

7.5.3 直埋敷设管道冷（热）量损失计算参见辽宁省《海水源热泵系统工程技术规程》DB21/T1720。

7.5.4 计算管道总的散热损失时，由支座、补偿器和其他管路附件所产生的附加热损失系数可按表 7.5.4 给出的值计算。

表 7.5.4 管道散热损失附加系数  $\beta$

| 管道敷设方式 | 散热损失附加系数 $\beta$ |
|--------|------------------|
| 地上敷设   | 0.15~0.20        |
| 管沟敷设   | 0.15~0.20        |
| 直埋敷设   | 0.10~0.15        |

注：当管路附件绝热较好、管径较大时，取较小值；当附件绝热较差、管径较小时，取较大值。

7.5.5 架空、管沟敷设管网允许的冷热损失、管道的经济保温厚度按国家现行标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 计算，尚应符合国家现行标准《城镇供热管网设计规范》CJJ34 的规定。

### 7.6 供冷供热管网与末端设备

7.6.1 供冷供热管网与用户或设备的连接可采用直接式或间接式连接。

7.6.2 直接式连接适用于规模小、建筑高度不高的情况。对于高层建筑，应采取防超压的措施。

7.6.3 间接连接时用户侧二次系统设计温差应考虑由于换热器造成的温差降低。

7.6.4 供热泵系统的末端装置宜采用地面辐射采暖或风机盘管，如必须采用散热器采暖方式，应经技术经济比较后采用高温水热泵

7.6.5 对于有不同供水温度需求的供冷用户，宜采用串联连接，首先满足低温用户的需求，然后连接供水温度较高的用户。

7.6.6 供冷供热管网末端用户宜设置平衡阀或压差控制阀。

### 7.7 供冷供热管网的施工与验收

7.7.1 施工企业应具备相应资质，开工前应熟悉图纸和现场，并按建设单位或监理单位审批的施工组织设计组织施工。

7.7.2 工程施工和安装所需的材料及设备必须符合设计要求且有产品合格证，设计未提出要求时，应符合国家现行有关标准的规定。工程变更、材料及设备需代用或更换时，必须得到设计部门的同意。产品进入现场，应办理报验手续。

7.7.3 供冷供热管网施工及验收应按国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定执行。

### 7.8 洗浴污水换热系统管道施工与验收

7.8.1 管道安装应平直、整齐，并应满足现行国家标准《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

7.8.2 污水管道及热水管道必须按设计要求做好保温，保温材料的绑扎粘接应连续、牢固，并按设计要求做防水保护。

7.8.3 污水池通气管的施工应满足设计要求。

7.8.4 管道安装应按规定安装吊支架，管路的安装坡度必须符合设计规定。

7.8.5 管道穿墙的施工，不得在承重梁等影响建筑物安全的结构上开孔，同时应避让墙内隐蔽工程的水管、煤气管及电线管等。

7.8.6 管道在连接施工过程中应及时清理内部渣屑，保证内部清洁，热熔管道连接时不得过度热熔而造成热熔物在接口处的堆积，符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的相关要求。

7.8.7 隐蔽工程的管道施工完毕后，应进行局部水压试验，在试验压力下稳压 15 min，稳压后压力不得下降，再将压力降至工作压力，在 60min 内压力不得下降，同时不得有渗漏。

7.8.8 部分完工后的管道，暂时不进行连接的，应将管口进行封堵，避免进入灰尘杂物。

## 8 电气与自动控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 污水源热泵站、水泵房及换热站供配电与照明系统的设计应与工艺设计相互配合，选择合理的供配电方式及控制方式，并应采用节能高效的光源和灯具。

8.1.2 污水源热泵站、水泵房及换热站的供配电和照明系统的设计，除应符合本章规定外，尚应符合国家和行业内相关电气设计标准、规范的规定。

8.1.3 洗浴污水换热系统机房宜选择室内封闭独立房间，机房应具备采暖设施，房间内温度不应低于 5℃；机房内不应有刺激性、腐蚀性气体。

8.1.4 洗浴污水换热系统机房宜采取隔音降噪措施。

8.1.5 洗浴污水换热系统机房应具备排水及通风设施,并符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

### 8.2 供配电

8.2.1 污水源热泵站应根据其工程规模和重要性，合理选择供电等级和供电方式。

8.2.2 当污水源热泵系统规模较大、用电容量较大时，宜单独设置供配电系统，并宜采用放射式配电方式。

8.2.3 污水源热泵站内的自动控制线路应采取抗干扰措施。

8.2.4 低压配电应符合国家现行标准《低压配电设计规范》GB 50054 对配电线路与管道净距的规定，并宜采用桥架、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。

8.2.5 水泵房及污水源热泵站的水泵与水泵控制柜（箱）异地设置时，宜设置就地控制按钮和安全防护措施。

8.2.6 污水源热泵系统的电气设备和控制设备防雷及接地系统的设置应符合国家现行标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

8.2.7 洗浴污水换热系统机组应设独立供电开关，供电电源参数及容量应满足热水机组及附属设备的使用要求。

8.2.8 洗浴污水换热供电系统及电气设备应采用 TN-S 系统进行保护接地，并应符合现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的规定。

### 8.3 控制与监测

8.3.1 污水源热泵站的中央控制系统宜具备冗余功能，确保热泵机组及附属设备能够长期稳定运行。

8.3.2 热泵系统中各设备及附件的起停应设置电气联锁控制，并满足下列顺序要求：

1 热泵系统启动时，电动水阀、污水泵、中介循环泵、冷/热水循环泵应先于热泵机组启动，热泵主机在冷/热水水流得以证实后开机；

2 热泵系统停机时按与上述相反的顺序依次进行操作。

8.3.3 系统在制冷工况下，应有防止冷却水进水温度过低控制措施。

8.3.4 系统应有人工或自动的供冷与供热工况间的转换措施。

8.3.5 热泵系统应配置监测及中央控制系统，系统设计宜实现下列监测和控制内容：

- 1 热泵机组的供、回水温度及压差控制或监测；
- 2 污水调节池水位、调节池入口污染物的监测；
- 3 污水供排水温度和流量监测；
- 4 换热器热泵侧的水温、水质、水量监测；
- 5 换热器侧污水防堵液位监测与报警；
- 6 冷（热）媒水质自动控制与监测；
- 7 辅助热源设备的启停控制；
- 8 水泵的变频控制；
- 9 热泵机组启停台数的控制；
- 10 热泵机组运行状态监测及故障报警；
- 11 供冷供热模式的控制与转换；
- 12 换热站、取水泵房与污水源热泵站之间的通讯与控制；
- 13 冷热量计量与管理；
- 14 机组自动保护；
- 15 热泵机房的制冷剂浓度的监测与报警；
- 16 污水取水的流量计量；
- 17 污水进出换热器或热泵机组处及污水防阻机的压差报警。
- 18 洗浴用水热水箱（池）应设置水位监控装置。

8.3.6 热泵机组宜优先采用由冷量优化控制运行台数的方式。

8.3.7 在总装机容量较大、数量较多的大型污水源热泵工程中，宜采用机组群控方式。

8.3.8 在下述情况下，热泵系统供回水总管之间不宜设置压差旁通控制：

- 1 在以电磁阀通断控制的风机盘管与其他水侧不控的空调末端（水阀不控的空调机组；水阀不控或使用三通阀的风机盘管）组成的水系统中，水侧不控的空调末端的设计水量大于系统总设计水量的 30%；
- 2 在以水阀自控的空调机组与其他水侧不控的空调末端组成的水系统中，水侧不控的空调末端的设计水量大于系统总设计水量的 50%；
- 3 全部由水侧不控的空调末端组成的水系统。

8.3.9 污水源热泵站内压差旁通控制阀应采用常闭式。

8.3.10 大型污水源热泵系统设置气动调节阀时，宜采用两级过滤压缩空气装置。

8.3.11 污水取水泵自动控制分为就地控制和集中控制。设备运行监测项目应包括流量、压力、设备启停显示、阀门开度等。自动控制设计宜符合下列规定：

- 1 对有配水池的系统，可采取水泵台数控制；
- 2 对于流量变动范围小的系统，可采用阀门开启度控制；
- 3 对于流量变化大且负荷分配要求渐变的系统，可采用转速控制。

8.3.12 采用二次泵系统的冷/热水系统中，其二次泵宜采用自动变速控制方式。

8.3.13 污水源热泵站内宜预留通讯管理接口。

8.3.14 冷、热计量装置的设置应按照国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《公共建筑节能设计标准》GB 50189 执行。

## 8.4 电气与自动控制系统的施工与验收

8.4.1 电气与自动控制系统的施工企业应具有相应的施工资质。

8.4.2 电气与自动控制系统施工前应具备经审图单位审查通过后的相关设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

8.4.3 电气与自动控制系统的施工与验收应符合国家现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169、《电气装置安装工程施工及验收规范》GB 50254～GB 50259、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

8.4.4 洗浴热水机组、热泵机组及配套设备用电电源应设置独立开关，采用三相五线制，并根据设计要求进行电线、电缆规格的配置。

## 9 污水源热泵系统运转、调试与验收

9.0.1 污水源热泵系统交付使用前，应进行整体运转、调试与验收。

9.0.2 洗浴污水热回收系统验收应按安装顺序分步进行，主要分为污水换热器的验收、隐蔽工程的验收，系统验收和运转效果测试，应符合“附表 B 洗浴污水热回收系统工程验收表”的规定。

9.0.3 污水源热泵系统整体运行与调试应符合下列规定：

- 1 整体运行与调试前应制定整体运行与调试方案，并报送专业监理工程师审核批准；
- 2 污水源热泵机组试运行前应进行水系统平衡调试，确定系统循环总流量、各分支流量及各用户流量均达到设计要求；
- 3 水力平衡调试完成后，应进行污水源热泵机组的试运行，并填写运行记录，运行数据应达到设备技术要求；
- 4 污水源热泵机组试运行正常后，应进行连续 24h 的系统试运行，并填写运行记录；
- 5 污水源热泵系统调试应分冬、夏季工况进行，且调试结果应达到设计要求。调试完成后编写调试报告及运行操作规程，并提交建设单位确认后存档。

9.0.4 污水源热泵供热供冷系统整体验收前，宜进行冬、夏两季最不利工况下进行运行测试，并对污水源热泵系统的实测性能做出评价。洗浴污水热回收系统运行效果测试应在全部工程具备运转条件后进行。

9.0.5 污水源热泵系统整体运行、调试与验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274、和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

## 附录 A 污水专用壳管式换热器计算

污水中含有大量的污染物，其流动性能与换热性能与清水有很大差异，通常选用固定管板式的壳管换热器作为污水专用换热器，设计计算中应重点考虑换热器总换热系数的选取与阻力计算等内容。

### 1、冷、热流体流动通道的选择

由于清洗管子的内部较之清洗其外部要更为容易，以及污水极易污染堵塞换热设备的缘故，清洁流体走壳程，污水走管程。

### 2、根据系统的冷热负荷要求来计算换热器的换热量

### 3、流体两端温度的确定

冷热流体进出口温度根据实际工程条件由设计确定。

### 4、确定参与换热的两种流体的流向，计算传热温差

为改善壳程换热，通常采用折流挡板，通过设置折流挡板，以达到实现强化传热的目的。示意图如图 A，即两种流体的流向为错流。

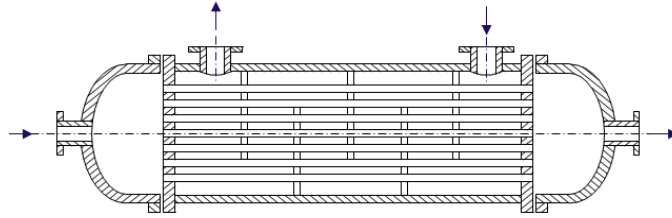


图 A 设置折流板的壳管式换热器

两种流体的有效平均温差先按逆流计算，再乘以考虑流动方向的温差修正系数，即：

$$\Delta t_m = \varphi_{\Delta t} \cdot \Delta t'_{m, \text{逆}} \quad (\text{A.0.1})$$

式中： $\Delta t'_{m, \text{逆}} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}$  为逆流对数平均温差； $\varphi_{\Delta t}$  为考虑流动方向的温差修正系数，

具体可参见《热交换器》GB/T 151。

### 5、总换热系数的计算

换热热阻由四部分组成：污水侧对流换热热阻、污垢热阻、管壁热阻、清水管外侧对流换热热阻，即：

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h_q} \quad (\text{A.0.2})$$

式中：K —— 换热器总换热系数，kW/(m<sup>2</sup>·℃)；

$h_w$  —— 污水侧换热系数，kW/(m<sup>2</sup>·℃)；

$h_q$  —— 清水侧换热系数，kW/(m<sup>2</sup>·℃)；

$\delta_1$  —— 管内污垢厚度，m；

$\lambda_1$  —— 管内污垢导热系数，kW/(m·℃)；

$\delta_2$  —— 换热管厚度，m；

$\lambda_2$  —— 换热管导热系数，kW/(m·℃)。

注：此公式引自：杨善让，徐志明，孙灵芳. 换热设备污垢与对策.北京：科学出版社，2004.

### 1) 污垢热阻计算

换热管污垢增长特性与流速有直接关系，流速在 0.5m/s~2.5m/s 之间时，污垢平衡厚度在 0.3mm~5.0mm 之间；污垢导热系数 1.163 W/(m·℃) ~3.490W/(m·℃)。

注：此处引自：吴荣华，张承虎，孙德兴等. 城市原生污水冷热源换热管垢特性研究. 流体机械, 2006, 34(01): 59~62.

李鑫,孙德兴,张承虎等. 污水换热器内污垢生长特性实验研究.暖通空调,2008 38(2): 5~8.

崔福义, 李晓明, 周红. 污水换热器污垢热阻特性研究. 煤气与热力, 2005, 25(06): 9~12.

### 2) 污水侧换热系数计算

实验表明：随着流速增长，污垢热阻比逐渐减小，而污水侧对流热阻比逐渐增大，当流速大于 1.5m/s 后，污水侧对流热阻比与污垢热阻比均已趋于稳定，污水对流热阻是污垢热阻的四倍左右，实际计算中取其四倍。

注：此处引自：吴荣华. 原生污水源热泵系统研究与工程应用:[博士学位论文]. 哈尔滨工业大学, 2006.

吴荣华,孙德兴,张成虎等.热泵冷热源城市原生污水的流动阻塞与换热特性.暖通空调,2005,35(2): 86-88

### 3) 清水侧换热系数与管壁热阻计算：按常规换热准则关联式计算

对于已知的换热系统，管壁热阻及清水侧对流热阻所占比例很小，热阻主要集中在污水侧对流热阻和污垢热阻。原生污水的流动换热效果不好，尽管流速很大，但总换热系数基本在 600 W/(m<sup>2</sup>·℃)左右。目前污水专用换热器的平均换热系数的取值宜为 550 W/(m<sup>2</sup>·℃) ~ 750 W/(m<sup>2</sup>·℃)。

注：此处引自：武姿,张世钢,付林等. 污水换热器传热性能测试分析. 暖通空调,2009,39(2): 87-89

## 6、主要工艺尺寸的确定

根据换热器需要传递的换热量计算出换热面积  $A$ ，当确定了换热面积后，初步确定换热器的基本参数（管径、管程数、管子根数、管长、管子排列方式、折流元件等的型式及布置、壳体直径等结构参数），主要包括以下内容：

### 1) 管子的选用

选用较小直径的管子，可以提高流体的对流换热系数，并使单位体积设备中的换热面积增大，设备较紧凑，单位换热面积的金属耗量少，但制造麻烦，小管子易结垢，不易清洗，可用于较清洁流体。大管径的管子用于粘性较大或易结垢的流体。

我国壳管式换热器常采用无缝钢管，规格为外径×壁厚，常用的换热管的规格： $\phi 25 \times 2.5$ ， $\phi 38 \times 3$ 。

管子的选择要考虑清洗工作的方便及合理使用管材，同时还应考虑管长与管径的配合。

### 2) 折流挡板

挡板的形状和间距必须适当，方能取得良好效果。以弓形为例，缺口的高度一般取为壳体内径的 10%~40%，常见的是 20%~25%。缺口方向可水平和垂直排列。挡板间距过大，流速小，不能保证流体垂直流过管束；间距过小，流动阻力增加，且不利于检修。可采用圆缺型、圆盘型、分流型等；我国系列标准规定的固定管板式挡板间距：150 mm、300 mm 和 600 mm 三种规格）。

### 3) 管子总数 $n$ 的确定

$$n = \frac{A}{\pi d_m L} \quad (\text{A.0.3})$$

式中： $A$  为总换热面积； $d_m$  为换热管的直径； $L$  为换热管的管长；国内管材生产规格，长度一般为：1.5、2、2.5、3、4.5、5、6、7.5、9、12m 等。

#### 4) 管程数 $N_p$ 的确定

通常采用 6~8 管程，并应使每程的管数大致相等。

#### 5) 管子的排列方式及管间距的确定

管子在管板上排列的原则是：管子在整个换热器的截面上均匀分布，排列紧凑，结构设计合理，方便制造并适合流体的特性。其排列方式通常为等边三角形与正方形两种，也有采用同心圆排列法和组合排列法。

在排列管子时，应先决定好管间距。决定管间距时应先考虑管板的强度和清理管子外表时所需的方法，其大小还与管子在管板上的固定方式有关。

换热管管长与壳径 ( $L/D$ ) 之比： $L/D=4\sim6$ 。

换热管排列：正三角形、正方形直排、正方形错排、同心圆排列。

管间距：胀接法， $S=(1.3\sim1.5) d_m$ ，且  $S>(d_m+6)$ ；焊接法， $S=1.25 d_m$ 。

#### 6) 外壳直径的确定

$$D = S(n_c - 1) + 2b' \quad (\text{A.0.4})$$

正三角形排列： $n_c = 1.1\sqrt{n}$ ；正方形排列： $n_c = 1.19\sqrt{n}$ 。

$b'$  为最外层管的中心与外壳内壁的距离，通常  $b' = 1.0\sim1.5 d_m$ 。

壳体的标准尺寸见下表 A。

表 A 壳体标准尺寸

|               |     |                    |                |            |
|---------------|-----|--------------------|----------------|------------|
| 外壳直径 $D$ (mm) | 325 | 400, 500, 600, 700 | 800, 900, 1000 | 1100, 1200 |
| 最小壁厚 (mm)     | 8   | 10                 | 12             | 14         |

### 7、流动阻力计算

#### 1) 管程流体阻力

由于污水换热器的传热系数较小，为满足换热量的要求，采用多管程换热器，对于多管程换热器，流体总阻力应等于各程直管阻力、回弯阻力及进、出口阻力之和（通常忽略进、出口阻力）：

$$\sum \Delta P_i = (\Delta P_1 + \Delta P_2) F_t N_s N_p \quad (\text{A.0.5})$$

式中： $\Delta P_1$  —— 流体流经直管的压力降， $\text{N/m}^2$ ；  
 $\Delta P_2$  —— 流体流经回弯管时的压力降， $\text{N/m}^2$ ；  
 $F_t$  —— 结垢修正系数， $\phi 25 \times 2.5$  取 1.4；  
 $N_s$  —— 串联的壳程数；  
 $N_p$  —— 管程数。

#### (1) 直管压力降 $\Delta P_1$

按流体力学的一般公式进行计算，要考虑污水流动性能与清水的差异性。城市污水的流动切应力本构式可表示为 A.0.6 式：

$$\tau = k \left( \frac{du}{dy} \right)^n \quad (\text{A.0.6})$$

式中  $k$ 、 $n$  为本构常数,  $k=8.0 \times 10^{-4}$ ,  $n=1.6$ 。

特征广义雷诺数  $\text{Re}^s$

$$\text{Re}^s = \frac{d \cdot u_m^{\frac{2-n}{n}}}{(k/\rho)^{\frac{1}{n}}} \quad (\text{A.0.7})$$

式中:  $u_m$  —— 管内水的平均流速, m/s;

$d$  —— 管径, m;

$\rho$  —— 水的密度,  $\text{kg/m}^3$ 。

层流时沿程阻力系数  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{190}{(\text{Re}^s)^{1.6}} \quad (\text{A.0.8})$$

紊流光滑区沿程阻力系数  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{0.416}{(\text{Re}^s)^{0.23}} \quad (\text{A.0.9})$$

原生污水的流动阻力特性与清水有很大差异, 相同紊流条件下, 其阻力系数为清水的四倍左右。

注: 此公式引自: 吴荣华, 张承虎, 孙德兴. 城市污水类非牛顿幂律湍流流动特性研究. 水动力学研究与进展 A 辑 2005, 20(06): 708~713.

吴荣华, 张成虎, 孙德兴. 城市原生污水源热泵系统运行工况与参数特性. 流体机械, 2005, 33(11): 73~76.

(2) 回弯管中的压力降  $\Delta P_2$

由下面的经验公式估算:

$$\Delta P_2 = 3 \left( \frac{\rho u_m^2}{2} \right) \quad (\text{A.0.10})$$

2) 壳程流体阻力

壳程流体阻力的计算公式很多, 但由于壳程流体的流动状况十分复杂, 由不同的公式计算的结果相差较大。

埃索法计算壳程压降  $\sum \Delta P_0$  的公式:

$$\sum \Delta P_0 = (\Delta P'_1 + \Delta P'_2) F_s N_s \quad (\text{A.0.11})$$

式中:  $\Delta P'_1$  —— 流体横过管束的压力降,  $\text{N/m}^2$ ;

$\Delta P'_2$  —— 流体通过折流板时的压力降,  $\text{N/m}^2$ ;

$F_s$  —— 壳程压力降的结垢修正系数, 对于液体取 1.5, 对于气体或可凝蒸汽取 1.0;

$N_s$  —— 串联的壳程数。

$\Delta P'_1$ 、 $\Delta P'_2$  按下式计算:

$$\Delta P'_1 = F f_0 n_c (N_B + 1) \frac{\rho u_0^2}{2} \quad (\text{A.0.12})$$

$$\Delta P'_2 = N_B \left( 3.5 - \frac{2h}{D} \right) \frac{\rho u_0^2}{2} \quad (\text{A.0.13})$$

式中：  $F$  —— 管子排列方法对压力降的修正系数；对于正三角形排列  $F=0.5$ ，对于正方形排列  $F=0.3$ ，对于正方形斜转 45 度  $F=0.4$ ；

$f_0$  —— 壳程流体的摩擦系数；

$n_c$  —— 横过管束中心线的管子数；

$N_B$  —— 折流挡板数；

$h$  —— 折流板间距，m；

$u_0$  —— 按壳程流通截面积计算的流速，而  $A_0 = h(D - n_c d_m)$ ，或由系列标准中查得，m/s。

通常，液体流经换热器的压力降为 0.1atm~1.0atm，设计时，换热器的工艺尺寸应在压力降与换热面积之间予以权衡，使之既能满足工艺要求，又经济合理。

## 8、校核计算

根据确定的尺寸，进行换热量的校核。

附表 B 洗浴污水热回收系统工程验收表

|        |                                     |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| 工程名称   |                                     | 建筑面积<br>(m <sup>2</sup> )           |  | 洗浴热水用水量 (m <sup>3</sup> )           |  | 泡池总容量<br>(m <sup>3</sup> )          |  |
| 施工单位   |                                     |                                     |  | 项目负责人                               |  | 施工负责人                               |  |
| 序号     | 分部分项工程名称                            | 验收内容                                |  | 施工单位自检结果                            |  | 建设/监理单位验收意见                         |  |
| 1      | 开箱检查                                |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 2      | 机组及水泵就位                             |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 3      | 污水换热器安装施工                           |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 4      | 管道系统安装施工                            |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 5      | 电气系统安装施工                            |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 6      | 系统水压试验                              |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 7      | 保温施工                                |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 8      | 联合调试                                |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 运行效果测试 |                                     |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 工程验收结论 |                                     |                                     |  |                                     |  |                                     |  |
| 验收单位   | 施工单位                                | 设计单位                                |  | 监理单位                                |  | 建设单位                                |  |
|        | (公章)<br><br>单位(项目)<br>负责人:<br>年 月 日 | (公章)<br><br>单位(项目)<br>负责人:<br>年 月 日 |  | (公章)<br><br>单位(项目)<br>负责人:<br>年 月 日 |  | (公章)<br><br>单位(项目)<br>负责人:<br>年 月 日 |  |

## 本规程用词说明

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2. 规程中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《污水综合排放标准》GB 8978  
《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962  
《城市污水再生利用工业用水水质》GB/T19923  
《污水再生利用工程设计规范》GB 50335  
《室外排水设计规范》GB 50014  
《热交换器》GB/T 151  
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736  
《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065  
《建筑物防雷设计规范》GB50057  
《公共建筑节能设计标准》GB 50189  
《泵站设计规范》GB 50265  
《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1  
《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069  
《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332  
《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268  
《低压配电设计规范》GB 50054  
《供配电系统设计规范》GB 50052  
《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264  
《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272  
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243  
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231  
《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274  
《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303  
《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169  
《电气装置安装工程施工及验收规范》GB 50254~259  
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300  
《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411  
《建筑给排水设计规范》GB 50015  
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736  
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243  
《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242  
《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303  
《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169  
《城镇供热管网设计规范》CJJ 34-2010  
《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81  
《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28  
《民用建筑电气设计规范》JGJ 16  
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26  
辽宁省《海水源热泵系统工程技术规程》DB21/T 1720

辽宁省《居住建筑节能设计标准》DB21/T 2885

《游泳池水和水上游乐池给水排水设计规范》CECS 14:2002

《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》CEC S138:2002

辽宁省地方标准

# 污水源热泵系统工程技术规程

Technical specification for sewage-source heat pump system

条文说明

## 前 言

为在全省推广污水源热泵技术，以规范和指导工程应用为原则编制本规程。规程力求概念准确、内容全面，注意实际可操作性。规程不仅及时总结了我省有关的工程经验，还引用了最新的研究成果，具有一定的先进性。

为了便于广大规划、设计、施工、科研、教学等单位的有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，辽宁省地方标准《污水源热泵系统工程技术规程》编制组按章、节、条、款顺序编制了本规程的条文说明，供使用者参考。在使用中如果发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄至大连理工大学建筑环境与设备研究所（116023）。



# 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1 总则 .....                | 1  |
| 2 术语和符号 .....             | 2  |
| 2.1 术语 .....              | 2  |
| 2.2 符号 .....              | 3  |
| 3 规划设计 .....              | 5  |
| 3.1 一般规定 .....            | 5  |
| 3.2 污水参数条件 .....          | 5  |
| 3.3 污水处理措施 .....          | 5  |
| 4 污水取排水系统 .....           | 6  |
| 4.1 一般规定 .....            | 6  |
| 4.2 取排水管线 .....           | 6  |
| 4.3 污水泵 .....             | 6  |
| 4.4 取水除污器 .....           | 7  |
| 4.5 洗浴污水收集系统 .....        | 7  |
| 4.6 洗浴污水储存系统 .....        | 7  |
| 5 污水专用换热器 .....           | 9  |
| 5.1 一般规定 .....            | 9  |
| 5.2 污水专用换热器性能要求 .....     | 9  |
| 5.3 洗浴污水热量提取系统 .....      | 10 |
| 5.4 洗浴用水系统 .....          | 10 |
| 6 污水源热泵站 .....            | 11 |
| 6.1 一般规定 .....            | 11 |
| 6.2 污水源热泵机组的选择 .....      | 11 |
| 6.3 供回水温度选择 .....         | 11 |
| 6.4 污水源热泵站配置 .....        | 12 |
| 6.5 污水源热泵站设计的其他要求 .....   | 12 |
| 6.6 污水源热泵站施工及验收 .....     | 12 |
| 7 供冷供热管网及洗浴污水换热系统管道 ..... | 14 |
| 7.1 一般规定 .....            | 14 |
| 7.2 管线敷设 .....            | 14 |
| 7.3 供冷供热管网水力计算 .....      | 15 |
| 7.4 管道应力计算 .....          | 15 |
| 7.5 管道绝热 .....            | 15 |
| 7.6 供冷供热管网与末端设备 .....     | 16 |
| 7.7 供冷供热管网的施工与验收 .....    | 16 |
| 7.8 洗浴污水换热系统管道施工与验收 ..... | 16 |
| 8 电气与自动控制 .....           | 18 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 8.1 一般规定 .....            | 18 |
| 8.2 供配电 .....             | 18 |
| 8.3 控制与监测 .....           | 18 |
| 8.4 电气与自动控制系统的施工与验收 ..... | 20 |
| 9 污水源热泵系统运转、调试与验收 .....   | 21 |
| 附录 A 污水专用壳管式换热器计算 .....   | 22 |
| 附表 B 洗浴污水热回收系统工程验收表 ..... | 27 |
| 本规程用词说明 .....             | 28 |
| 引用标准名录 .....              | 29 |
| 条文说明 .....                | 31 |
| 1 总则 .....                | 37 |
| 3 污水源热泵系统工程规划设计条件 .....   | 38 |
| 3.1 一般规定 .....            | 38 |
| 3.2 污水参数条件 .....          | 40 |
| 3.3 污水处理措施 .....          | 41 |
| 4 污水源热泵系统取排水系统 .....      | 42 |
| 4.1 一般规定 .....            | 42 |
| 4.2 取排水管线 .....           | 42 |
| 4.3 污水泵 .....             | 42 |
| 4.4 取水除污器 .....           | 42 |
| 4.5 洗浴污水收集系统 .....        | 43 |
| 4.6 洗浴污水储存系统 .....        | 43 |
| 5 污水专用换热器 .....           | 45 |
| 5.1 一般规定 .....            | 45 |
| 5.2 污水专用换热器 .....         | 45 |
| 5.3 洗浴污水热量提取系统 .....      | 47 |
| 5.4 洗浴用水系统 .....          | 47 |
| 6 污水源热泵站 .....            | 50 |
| 6.1 一般规定 .....            | 50 |
| 6.3 供回水温度选择 .....         | 50 |
| 6.4 污水源热泵站配置 .....        | 51 |
| 6.6 污水源热泵站施工及验收 .....     | 51 |
| 7 供冷供热管网系统 .....          | 52 |
| 7.1 一般规定 .....            | 52 |
| 7.2 管线敷设 .....            | 52 |
| 7.3 供冷供热管网水力计算 .....      | 52 |
| 7.5 管道绝热 .....            | 52 |
| 7.6 供冷供热管网与末端设备 .....     | 52 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 7.8 洗浴污水换热系统管道施工 .....  | 53 |
| 8 电气与自动控制 .....         | 54 |
| 8.1 一般规定 .....          | 54 |
| 8.2 供配电 .....           | 54 |
| 8.3 控制与监测 .....         | 54 |
| 9 污水源热泵系统运转、调试与验收 ..... | 55 |

## 1 总则

1.0.3 污水源热泵系统工程可以用于辽宁省内单体建筑供热供冷工程，也可以用于多栋建筑的区域供冷供热工程。

1.0.5 本规程对污水源热泵系统工程设计中的污水取水系统、污水源热泵、供热供冷管网以及系统的电气和自动控制设计等做出了规定。但污水源热泵系统涉及的专业较多，各专业均有相应的标准。在进行污水源热泵系统的设计时，除应符合本规程外，尚应符合其他国家现行的有关标准的规定。

### 3 污水源热泵系统工程规划设计条件

#### 3.1 一般规定

3.1.1 污水源热泵既可以供单体建筑，也可以供多幢建筑群，主要看污水量是否满足建筑的负荷要求。一般说来，从污水主干渠取水易获得较大的水量，但是如果距离建筑较远，将导致系统效率低下。因此，以污水源与用户靠近为宜。

3.1.2 污水相关监测资料的调查包括以往历史的水温、水量与水质参数，还应包括规划中的污水参数，供设计参考。

3.1.3 污水源热泵系统根据热泵机组换热器是否直接与污水接触分为直接式污水源热泵系统与间接利用式污水源热泵系统。

1 直接式污水不经污水专用换热器，直接进入热泵机组。冬季运行模式下，污水直接进入蒸发器，夏季运行模式下，污水直接进入冷凝器。由于不需要间接热交换器，没有中间换热温差损失，因此系统效率较高，对污水温度较低、水质较好的应用场合比较适合，但必须采取必要的措施保证机组的安全运行；

2 间接式污水通过污水专用换热器，将热量释放给中间介质（制热工况）或吸收中间介质热量（制冷工况）。冬季运行模式下，如果机组蒸发器端出液温度在 0℃ 以下，中间介质必须采用常压下凝固点低于 0℃ 的溶液，可选择浓度适宜的乙二醇溶液等。

污水水源为城市原生污水，且水质满足《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 规定的水质标准时，宜采用间接式污水源热泵系统。

污水水源为污水处理厂的出水时，水质不满足《污水再生利用工程设计规范》GB 50335 关于用做直流冷却水水质标准的规定时，宜采用间接式污水源热泵系统；满足《污水再生利用工程设计规范》GB 50335 关于用做直流冷却水水质标准的规定，宜采用直接式污水源热泵系统。

《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 规定排入城市下水道的污水水质，其最高允许浓度必须符合表 3.1 的规定。

表 3.1 污水排入城镇下水道水质控制项目限值

| 序号 | 控制项目名称                     | 单位           | A 级     | B 级     | C 级     |
|----|----------------------------|--------------|---------|---------|---------|
| 1  | 水温                         | ℃            | 40      | 40      | 40      |
| 2  | 色度                         | 倍            | 64      | 64      | 64      |
| 3  | 易沉固体                       | mL/（L 15min） | 10      | 10      | 10      |
| 4  | 悬浮物                        | mg/L         | 400     | 400     | 250     |
| 5  | 溶解性总固体                     | mg/L         | 1500    | 2000    | 2000    |
| 6  | 动植物油                       | mg/L         | 100     | 100     | 100     |
| 7  | 石油类                        | mg/L         | 15      | 15      | 10      |
| 8  | PH                         |              | 6.5~9.5 | 6.5~9.5 | 6.5~9.5 |
| 9  | 五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ） | mg/L         | 350     | 350     | 150     |
| 10 | 化学需氧量（COD）                 | mg/L         | 500     | 500     | 300     |
| 11 | 氨氮（以 N 计）                  | mg/L         | 45      | 45      | 25      |

表 3.1 污水排入城镇下水道水质控制项目限值（续）

| 序号 | 控制项目名称                   | 单位   | A 级   | B 级   | C 级   |
|----|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| 12 | 总氮（以 N 计）                | mg/L | 70    | 70    | 45    |
| 13 | 总磷（以 P 计）                | mg/L | 8     | 8     | 5     |
| 14 | 阴离子表面活性剂（LAS）            | mg/L | 20    | 20    | 10    |
| 15 | 总氰化物                     | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 16 | 总余氯（以 Cl <sub>2</sub> 计） | mg/L | 8     | 8     | 8     |
| 17 | 硫化物                      | mg/L | 1     | 1     | 1     |
| 18 | 氟化物                      | mg/L | 20    | 20    | 20    |
| 19 | 氯化物                      | mg/L | 500   | 800   | 800   |
| 20 | 硫酸盐                      | mg/L | 400   | 600   | 600   |
| 21 | 总汞                       | mg/L | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| 22 | 总镉                       | mg/L | 0.05  | 0.05  | 0.05  |
| 23 | 总铬                       | mg/L | 1.5   | 1.5   | 1.5   |
| 24 | 六价铬                      | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 25 | 总砷                       | mg/L | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| 26 | 总铅                       | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 27 | 总镍                       | mg/L | 1     | 1     | 1     |
| 28 | 总铍                       | mg/L | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| 29 | 总银                       | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 30 | 总硒                       | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 31 | 总铜                       | mg/L | 2     | 2     | 2     |
| 32 | 总锌                       | mg/L | 5     | 5     | 5     |
| 33 | 总锰                       | mg/L | 2     | 5     | 5     |
| 34 | 总铁                       | mg/L | 5     | 10    | 10    |
| 35 | 挥发酚                      | mg/L | 1     | 1     | 0.5   |
| 36 | 苯系物                      | mg/L | 2.5   | 2.5   | 1     |
| 37 | 苯胺类                      | mg/L | 5     | 5     | 2     |
| 38 | 硝基苯类                     | mg/L | 5     | 5     | 3     |
| 39 | 甲醛                       | mg/L | 5     | 5     | 2     |
| 40 | 三氯甲烷                     | mg/L | 1     | 1     | 0.6   |
| 41 | 四氯化碳                     | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.06  |
| 42 | 三氯乙烯                     | mg/L | 1     | 1     | 0.6   |
| 43 | 四氯乙烯                     | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.2   |
| 44 | 可吸附有机卤化物（AOX，以 Cl 计）     | mg/L | 8     | 8     | 5     |
| 45 | 有机磷农药（以 P 计）             | mg/L | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 46 | 五氯酚                      | mg/L | 5     | 5     | 5     |

《污水再生利用工程设计规范》GB 50335 关于用做直流冷却水水质标准的规定，见表 3.2。

表 3.2 再生水用作冷却用水的水质标准

| 项目                                             | 直流冷却水      | 循环冷却补充水    |
|------------------------------------------------|------------|------------|
| pH 值                                           | 6.0~9.0    | 6.5~9.0    |
| SS/mg L <sup>-1</sup>                          | 30         | -          |
| 浊度/度                                           | -          | 5          |
| BOD <sub>5</sub> /mg L <sup>-1</sup>           | 30         | 10         |
| COD <sub>Cr</sub> /mg L <sup>-1</sup>          | -          | 60         |
| 铁/mg L <sup>-1</sup>                           | -          | 0.3        |
| 锰/mg L <sup>-1</sup>                           | -          | 0.2        |
| 氯化物/mg L <sup>-1</sup>                         | 250        | 250        |
| 总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计/mg L <sup>-1</sup> ） | 850        | 450        |
| 总碱度（以 CaCO <sub>3</sub> 计/mg L <sup>-1</sup> ） | 500        | 350        |
| 氨氮/mg L <sup>-1</sup>                          | -          | 10*        |
| 总磷（以 P 计）/mg L <sup>-1</sup>                   | -          | 1          |
| 溶解性总固体/mg L <sup>-1</sup>                      | 1000       | 1000       |
| 游离余氯/mg L <sup>-1</sup>                        | 末端 0.1~0.2 | 末端 0.1~0.2 |
| 粪大肠菌群/个 L <sup>-1</sup>                        | 2000       | 2000       |

注：铜材换热器循环水氨氮为 1 mg/L。

本条文规定了水源的水质应满足机组的用水要求，否则应采取进一步的措施。因为水源不理想可能造成机组堵塞、结垢和效率降低，甚至无法正常使用。

## 3.2 污水参数条件

3.2.1 应避免利用强酸或强碱的高腐蚀性的水质。

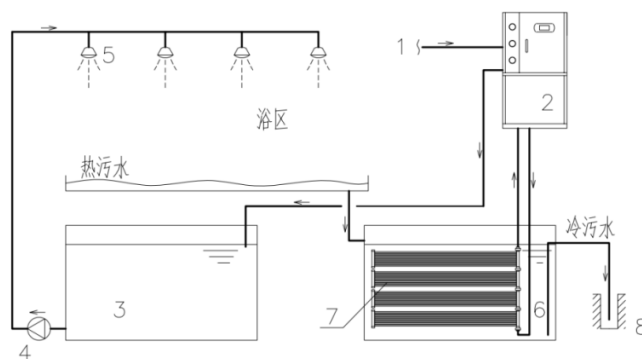
3.2.2 逐日的污水量和污水温度宜进行 72 小时以上的流量变化测试，并应包括冷热逐时负荷峰值所对应的时刻。

3.2.3 冬季供热时，污水的温度较低，易出现可利用的温差较小的情况，建议极端工况下污水水源温度不低于 8℃。保证不冻的情况下，设计可利用的温差不宜小于 3℃，以避免过小的温差导致换热面积迅速增加和系统能效下降的不利情况；同时，冬季取热后到达污水处理厂的污水温度不应低于污水处理工艺的最低要求。

3.2.4 由于污水处理要依靠污水有一定的温度，若原生污水水温降低过大，将有可能影响污水处理工艺的正常运行。夏季水温不能过高，应有可以利用的温升，《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 规定污水排入下水管内的温度上限为 40℃，为防止产生异味，引起环境污染，夏季时排放的污水温度不宜高于 40℃。

3.2.6 洗浴污水热回收系统工程设计时，淋浴用水量大于每天 30m<sup>3</sup>/d 的淋浴用水系统，或总容量大于 20 m<sup>3</sup> 的室内外泡池，热能消耗较大，且污水排放时会造成地下环境的热污染，因此需要做洗浴污水热回收或泡池保温、恒温处理。热回收系统的热源以洗浴污水为主，泡池恒温系统的热源可采用地下水。夏季可用空调循环冷水做热源。

洗浴热回收系统流程：如图 1<sup>①</sup>：



**图 1 浴池专用热能循环利用热水供应系统**

1-市政给水管；2-热水机组；3-热水箱（池）；4-热水供水泵；

5-淋浴喷头；6-污水箱（池）；7-浸泡式非金属污水换热器；8-市政管道

洗浴污水中含有酸碱盐、脂肪、毛发及微生物等物质，无法通过净化过滤装置处理干净，一旦进入机组或换热器等，污水中脂类物质就会由于低温而析出，并沾到机组或换热器的换热面上，造成换热逐渐失效，同时污水会对设备造成严重腐蚀，短期内即会使设备损坏。

3.2.7 洗浴污水热回收系统，从污水中提取的热量达不到 70%时，由于主机运转耗功所补充的热量一般达不到 30%，使系统缺少热量，不仅会使热回收效率较低外，且会使系统不能正常连续运转。夏季空调系统运行时，洗浴热水机组或洗浴热泵机组的热源则可切换至空调系统，产生的冷量可作为空调系统的冷源，以减少空调主机投入及降低空调系统运行费用。

### 3.3 污水处理措施

3.3.1 对污水处理宜采用物理处理方法，应该根据现场条件和工程的具体情况选择具体措施。

3.3.2 常用过滤设备是格栅和筛网，格栅主要用于截留污水中大于栅条间隙的漂浮物，一般布置在污水进水口，以防止管道、机械设备及其他装置的堵塞。筛网的网孔较小，一般小于 10mm，主要用以滤除废水中的纤维、纸浆等较小悬浮物。原生污水中含污物较多，人工清理费时费力，故选择性能优良的具有连续自动除污功能的取水除污器非常重要。

3.3.3 城市污水厂处理污水有三个级别，一级处理，即城市污水处理的三个级别中的第一级，污水经一级处理后，一般达不到排放标准。所以一般以一级处理为预处理，用以去除废水中的漂浮物和部分悬浮状态的污染物，调节废水 pH 值，减轻废水的腐化程度和后续处理工艺负荷。以二级处理为主体，必要时再进行三级处理，即高级处理，使污水达到排放标准或补充工业用水和城市供水。

3.3.4 国内目前尚没有统一的可用于换热器的原生污水水质标准，因此，在选择设备时，应尽量选择有污水源热泵工程经验的取水除污器、污水专用换热器和热泵生产厂家。

## 4 污水源热泵系统取排水系统

### 4.1 一般规定

4.1.1 原生污水中含有大量杂质，极易堵塞管道与阀门。即使安装阀门也宜采用不易被堵塞的阀门，不应使用蝶阀。

4.1.3 污水取水孔处应根据污水水质特点采用设置格栅或沉沙池等措施。设置格栅的目的是防止大尺度污物（一般指大于 90mm）进入系统，应根据当地水质特点对格栅定期检查清理。

### 4.2 取排水管线

4.2.2 压力表阀门平时关闭，仅在检查污水子系统是否出现堵塞故障或判定换热器是否需要清洗时使用。

4.2.3 由于污水可取用的温差的限制与水质较差等原因，造成污水取水量大、污垢问题严重与换热效率低，因而污水管道内的最低流速不得小于 0.7m/s，否则容易产生管内污物沉淀。一般水泵吸水管流速宜采用 0.8 m/s~1.2m/s，压水管流速宜采用 1.2 m/s~1.5m/s；污水干管的管径不宜小于 DN100。

4.2.4 污水干渠内的杂物可能较多，宜采用具有切削功能的装置可将大尺度污物切割搅碎，以免增加系统过滤和清理的负担。

4.2.6 闸门的设置应便于操作检查和维修。

4.2.7 为减少系统水泵能耗，应优先考虑采用自流管（渠）取水的方式。

4.2.8 在设计中应校核系统从取水到机房再到排水点的各处水位，采取相应措施，严防污水倒灌。

### 4.3 污水泵

4.3.1 一般为湿式潜水泵，可输送含有尺寸在 40mm~90mm 范围内的纤维或者其它悬浮杂质的污水。污水泵吸水管上一般应装设软接头、阀门和压力真空表；出水管上应装设软接头、止回阀、阀门和压力表。

4.3.2 污水泵进口不设置底阀以减少管道堵塞的可能性。水平安装止回阀主要是为了防止粘性较大的杂物在重力作用下黏住阀瓣。

4.3.3 城市原生污水的流动阻力特性与清水有很大差异，相同紊流条件下，阻力系数大 3 倍以上。设计中要防止因污水阻力过大导致水泵性能曲线与管网性能曲线交叉点，即水泵的实际工作点前移，导致水泵流量小于设计流量，进而造成污垢的增长，从而影响系统的节能效果，甚至导致系统停止运行。

### 4.4 取水除污器

4.4.2 取水除污器可采用污水防阻机、自动筛滤器、自清洗过滤器与多级过滤网等技术。由于运行时污水流量大、污物浓度大，传统过滤技术无法承受，而且容易造成二次污染，建议

选用取水除污器可采用如下装置：

#### 1 污水防阻机

由转筒滤面（或平板滤面）与驱动装置组成，污水干渠中的污水由污水泵输送至污水防阻机进行过滤，污水经过滤后由污水循环泵输送至壳管式污水专用换热器，经换热后的污水返回污水防阻机反洗滤面将杂物带至污水干渠，其混水率不应超过 5%，因混水造成污水进出口温差损失不应超过 1℃。经换热后的中间传热介质作为热泵机组的冷热源，保证机组正常运行，过滤与反冲洗同时进行。

#### 2 自动筛滤器

主要由孔式旋转筛滤筒和毛刷等构成。其工作原理为：当污水中的浮游物堵塞筛滤筒时，毛刷将随着旋转工作的筛滤筒进行上下刷洗，被刷洗掉的污物和截留的浮游物一同汇集到筛滤器的底部。对于截留在筛滤筒表面的毛发等纤维物质，经筛滤器内的刀片进行切割后，与筛滤器底部的污物一同定期自动排出。此外，为去除附着在筛滤筒内外表面的污垢，筛滤器还具有自动水力反冲洗的功能，一般反冲洗的时间间隔为 8h，每次反冲洗时间为 60s。

#### 3 自清洗过滤器

此装置是一种通用过滤设备，用转筒滤面过滤，通过设定滤面进出水压差或时间来进行反冲洗，反冲洗水为过滤后的水。其原理与普通的过滤器相同，只是滤面材料与生产工艺有很大区别。

#### 4 过滤格栅

由网眼直径不同的多组滤面构成，例如一级网眼 40 mm、二级网眼 8 mm、三级网眼 1 mm。此方法能解决阻塞问题，但是滤网占地面积大，维护困难。

4.3.3 污水防阻机有容器型防阻机与淹没型防阻机，容器型防阻机是外观呈容器型的污水防阻机。淹没型防阻机是裸露安装在取水头部的污水防阻机。

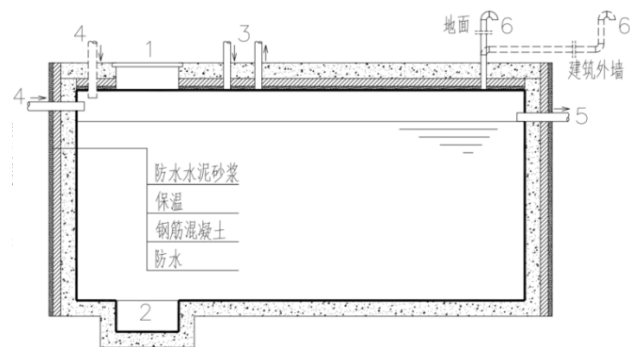
### 4.5 洗浴污水收集系统

4.5.1 洗浴污水热回收系统中，洗浴用水被加热所需热量的 70%以上来自于洗浴污水，洗浴污水的流失或洗浴污水温度的散失将降低热回收效率，使系统缺少热量，从而系统失去平衡，不能连续运转。

### 4.6 洗浴污水储存系统

4.6.1 一般情况下，污水池的有效储水量不小于每日洗浴热水用量的 80%，可以保证在洗浴高峰时热污水不流失。

4.6.2 钢筋混凝土污水池如图 2：



**图 2 钢筋混凝土污水池示意图**

1-人孔；2-集水坑；3-载冷剂循环管；4-热污水进水管；5-冷污水排水管；6-通气管；

4.6.3 污水箱（池）可设置在地面以下，有利于收集洗浴污水，也减少占用空间。

4.6.4 钢筋混凝土污水池底部保温层较软，容易使污水池下沉，且由于底部水温较低，因此底部可以不保温。

4.6.5 污水散发的气体不仅气味难闻，且与空气中水蒸气结合后具有一定的腐蚀性。

4.6.7 污水箱（池）内有可能形成少量沼气等气体，使箱（池）内压力升高串味，设通气管并连接到室外，便于箱（池）内减压、排气排味。

4.6.14 通气管下部管口与箱（池）内顶盖平齐，可以使箱（池）内气体充分排出。

## 5 污水专用换热器

### 5.1 一般规定

5.1.2 换热器换热量应满足污水源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。在技术经济合理时，可采用辅助热源或冷却源与污水专用换热器并用的调峰形式。

5.1.3 防冻剂的类型、浓度及有效期应在充注阀处注明。选择防冻剂时，应同时考虑防冻剂对管道与管件的腐蚀性、防冻剂的安全性、经济性及其对换热过程的影响。

### 5.2 污水专用换热器

5.2.1 可用于污水换热的换热器有沉浸式、壳管式与淋激式，由于污水换热器的总传热系数不高，造成实际应用中换热设备庞大，而这三种换热器的传热系数又以壳管式最高，因此实际系统中以壳管式换热器应用最为普遍。

#### 1 沉浸式换热器

沉浸式是将换热管束浸泡于污水池、坑、井、箱、湖、河、海等大容积范围内，以特大流通断面的方式避免流通断面的阻塞。沉浸式换热器是由直管或螺旋状弯管组成。沉浸式换热器结构简单，制作最为简单。沉浸式管外污水流速低，传热温差不大，传热系数相对较低，因此换热面积较大，体积庞大，对工况的改变不敏感。应用特点如下：

- 1) 系统形式：适用于直接式与间接式两种系统，均有小型工程实例；
- 2) 水源条件：适用于所有水源条件；
- 3) 阻塞问题：很好地解决了阻塞问题；
- 4) 污染问题：换热面污染严重，维护困难，必须定期清洗，换热面污染物最大贴附厚度可达 12.5 mm；
- 5) 换热强度：为自然对流，传热系数较小，为  $300 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  左右；
- 6) 应用规模：热泵机组装机容量较小，以不超过 600 kW 为宜。

#### 2 壳管式换热器

1) 壳管式换热器，传热系数较高，在其他领域应用广泛，不同负荷的换热器型号完备；

2) 污水可在壳侧，也可在管侧。若污水在管侧流动，容积流量小，需增大换热管管径；若污水在壳侧流动，为加大流速，需在管外空间装设折流板，污水曲折流动多次，在壳侧空间容易发生积垢和阻塞，且不容易清洗；

3) 壳管式换热器更适合于处理后污水，而对原生污水需在换热器前加设过滤装置等。

#### 3 淋激式换热器

1) 淋激式换热器结构简单，形式开放，易于清洗和维护，且喷淋清洗效果最好；

2) 污水通过淋激装置均匀的淋洒在传热元件上（通常为圆管或平板），并以液膜或少量液滴和液流的状态沿管壁或板壁流下，于此同时与制冷剂或水等介质换热。淋激在传热面上的液膜较薄，且受重力作用，流动加强，与沉浸式换热器管外自然对流相比，换热系数较高；

3) 操作中易于观察与控制，由于污水在管外流动换热，其成膜情况及结垢情况可以方便地观察并测定，易于实现控制；

4) 由于溶液沿管壁呈传热效果较好的膜状流动，液膜很薄，且有波动性质，有利于液

膜与管壁间的传热。低温传热性能优良，传热温差小，适合回收污水热能等低品位热能；

5) 维持流动水膜的相对稳定，使之均匀地包覆传热表面是保证水膜强化传热和换热器安全有效运行的一个重要前提。一旦液体薄膜发生破断，在传热表面出现干区，那么就会使换热系数迅速降低。

5.2.2 污水换热器两端应留有抽出换热管的空间，以方便打开清洗。

5.2.5 换热热阻由四部分组成：污水侧对流换热热阻、软垢热阻、管壁热阻、清水管外侧热阻。在高流速条件下，软垢热阻与污水侧对流换热热阻占总热阻的 70%左右，即污水侧传热系数很小。因而在强制对流条件下，尽管换热流速很大，在大部分设计流速下总换热系数为  $600 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  左右，而且随流速变化迟缓。目前污水专用换热器的平均换热系数的取值宜为  $550 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \sim 750 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

5.2.6 换热面的污染时间短，换热系数衰减快，在线清洗技术主要有海绵胶球法、毛刷自动清洗方法、旋转螺旋线法、液固流化床技术、弹簧振动法与小水量强力轮替冲洗部分换热管方法等。

1 海绵胶球法：其流程为：①待机状态将规定数量的球体装入注球器中；②注入利用空压机把注球器中的水高压喷出，高压水把球体注入到主水管；③管道清洗球体进入管道后对管道内壁进行擦拭，以此清除管道内的沉淀物质。球体穿过管道后回到捕球器中；④回收排空注球器中的空气，冷却水倒流回注球器，同时把球体送回注球器中。以上循环操作通常为每小时进行两次，而且完全是自动完成的；

2 毛刷自动清洗方法：设备正常运转工况时水体逆时针流过换热管，清洗毛刷被收集到左侧的毛刷吸纳管中，当对换热设备进行清洗时，通过四方转向阀改变水流方向，带动毛刷从左侧移动到右侧的毛刷吸纳管中，进而对管壁进行有效清洗；

3 旋转螺旋线法：该方法所用设备基于壳管式换热器，在管内设置了可转动的螺旋线状装置；

4 液固流化床技术：由于固体粒子与换热壁面的不断接触、颗粒对壁面的冲刷等作用，可有效除去换热壁面上沉积的污垢，即使有污垢产生，其厚度也能得到很好的控制，使换热器的换热系数维持在一个可接受的范围内操作而不需清垢，同时固体粒子在随流体的运动中不断穿过流动边界层，换热也能得到强化；

5 弹簧振动法：管内弹簧在流体动力作用下振动，按振动形式可分为振动式、旋转式与分段式；

6 小水量强力轮替冲洗部分换热管方法：小水量强力轮替冲洗部分换热管工艺主要是在壳管式换热器封头内设置在电机带动下可以自动旋转的主轴（兼作进水管），主轴两侧通过轴承分别与管板和封头连接。高压冲污水泵吸入的污水通过主轴上的接头进入主轴内腔，再经主轴出水口进入随主轴一同旋转的冲污注水头，强力注入换热管束进行冲污。冲污注水头随着主轴的旋转紧贴各个换热管的入口转动，从而完成轮替冲洗的过程。完成冲污后的污水通过污水出口或污水进口和污水出口排出。

5.2.9 污水换热器的尺寸可根据污水箱（池）的尺寸定制。

5.2.10 在钢筋混凝土污水池中，污水换热器安装在混凝土底座上，见图 3：

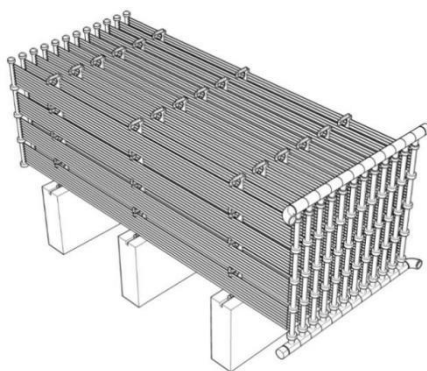


图 3 污水换热器安装示意图

如污水箱采用玻璃钢建造，污水换热器底座采用玻璃钢型材时，应保证玻璃钢型材的耐水性，不合格玻璃钢型材在水中浸泡后会分层损坏。

5.2.11 洗浴污水换热器施工流程可根据实际需要做局部调整。

### 5.3 洗浴污水热量提取系统

5.3.1 浸泡式非金属污水换热器，如图 4<sup>②</sup>：

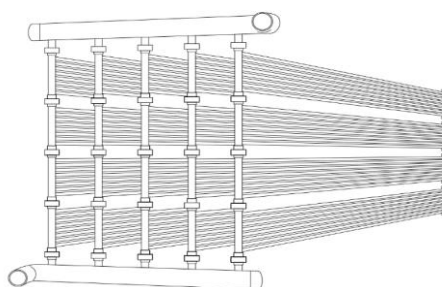


图 4 浸泡式非金属换热器

5.3.2 由于污水对有些金属有强烈腐蚀性，同时金属换热器挂污后失效较快，所以污水换热器不宜用金属换热器。

5.3.3 由于管状物容易被毛发缠绕，并且不易清理，所以避免采用地热管等管状物加工污水换热器。

### 5.4 洗浴用水系统

5.4.5 由于机组及系统涉及安全及能效，并接受国家的生产许可证制度强制性管理，因此应选用取得《全国工业产品生产许可证》的产品。如“浴池热能循环利用专用热水机组”<sup>③</sup>及“浴池热能循环利用专用级联式热水机组”<sup>④</sup>。

5.4.7 一般情况下热水箱（池）的有效储水量，应不小于每日洗浴热水量的 60%。热水箱（池）过小，热水机组工作的时间将缩短，使系统不能正常运行。

5.4.8 钢筋混凝土热水池的做法见图 5、图 6：

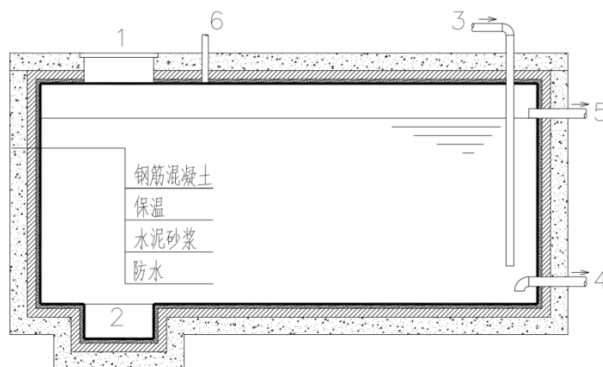


图 5 钢筋混凝土热水池示意图

1-人孔；2-集水坑；3-热水进水管（接热水机组）；4-热水供水管道（接淋浴喷头）；5-热水溢流管；6-水位控制器线管

热水池如底面无集水坑时，则有效深度尺寸应减去潜水供水泵的高度。即有效深度  $H$  为  $H_1 - H_2$ 。

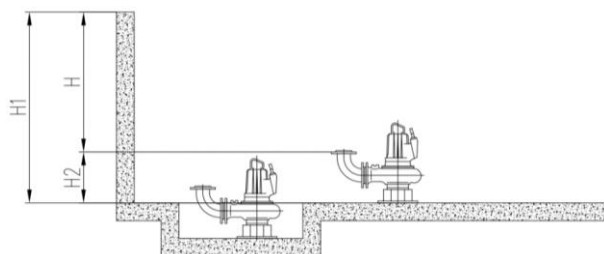


图 6 钢筋混凝土热水池集水坑示意图

5.4.11 室内泡池为了减少换水次数，一般采用砂缸过滤系统维持泡池内部水的清洁，在过滤过程中可增加换热环节结合热泵机组，使泡池水温恒定在所需温度，见图 7。

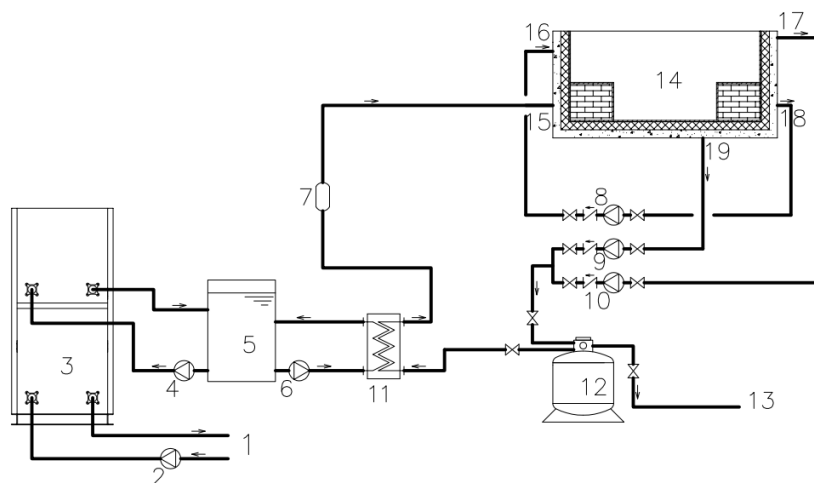
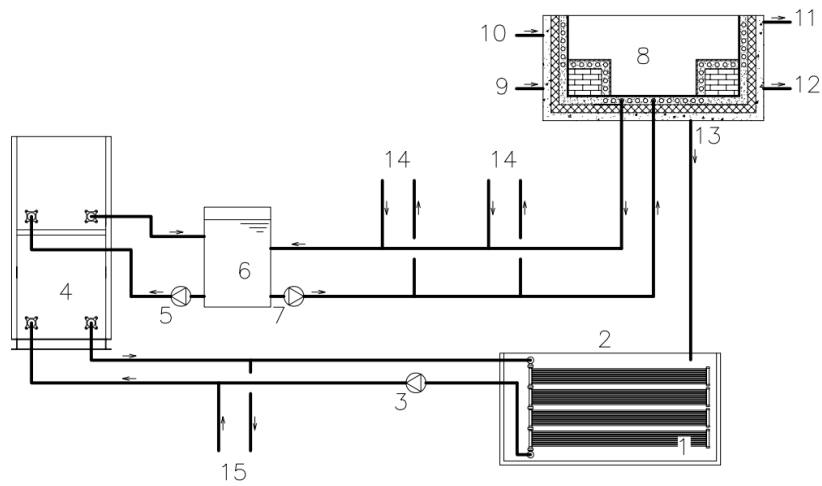


图 7 室内泡池恒温系统流程

1-地下水或其他热源；2-热源供水泵；3-热泵机组；4-热水循环泵；5-热水箱；6-供热循环泵；7-加药机；8-按摩泵；9-底排过滤泵；10-溢流过滤泵；11-板式换热器；12-过滤砂缸；13-反冲洗排水；14-泡池；15-热水补水进水口；16-按摩喷嘴；17-溢流回水；18-按摩回水；19-底排。

5.4.12 室外泡池换水次数较少，散热较快，同时不便采用砂缸过滤系统，因此采用热泵机组结合预埋加热管，使泡池水温恒定在所需温度，见图 8。



**图 8 室外泡池恒温系统流程**

1-污水换热器；2-污水池；3-换热介质循环泵；4-热泵机组；5-热水循环泵；6-热水箱；7-供热循环泵；8-泡池；9-热水供水口；10-按摩喷嘴；11-溢流回水；12-按摩回水；13-底排；14-其他泡池；15-地下水。

5.4.13 泡池水与循环加热水隔离，是为了防止泡池水中污物进入热泵机组循环加热系统。

## 6 污水源热泵站

### 6.1 一般规定

6.1.1 污水源热泵的选择需要考虑的因素包括热泵效率、能源的价格体系、节能与环境保护政策、技术成熟度。与传统的采暖、空调方式相比较，是否采用热泵需要综合考虑、评价以上因素。

污水源热泵系统 COP/EER 包括热泵机组能耗、管网热损失、污水取水泵和外网循环水泵能耗。考虑末端用户每得到 1kWh 热/冷量，用热泵供热/冷耗能和用燃煤供热耗能或常规空调系统供冷耗能的环境影响相当，参照国家规范《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB50801，污水源热泵供热系统的制热系数 COP 限值不低于 2.6，制冷能效比 EER 限值不低于 3.0。

受工程所在的气候区、资源条件、工程规模等因素的影响，辽宁北部严寒地区污水源热泵供热系统的 COP 不应低于 2.6，辽宁南部寒冷地区，污水源热泵供热系统的平均 COP 不应低于 3.0。根据大连地区污水源热泵供热系统的工程实践，系统 COP 一般能够达到 3.2，节能效果较好。

6.1.2 污水源热泵站宜与其他建筑物分开独立设置；当布置在建筑物内时，不宜设置在临近人员密集的场所。

6.1.3 当负荷设计资料不全时，可以采用面积指标法并根据建筑使用功能考虑不同的同时使用系数，夏季同时使用系数可取 0.6~0.8，冬季同时使用系数可取 0.7~0.9。

6.1.4 合理设计辅助冷热源，可以减小热泵装机容量，降低热泵系统投资，提高系统总效率，并确保冬季在污水温度较低时，热源系统仍能正常运行。

对于集中式污水源热泵站，辅助冷热源的连接方式视情况可采用集中调峰方式或分散调峰方式；对于分散式污水源热泵站，宜采用分散调峰方式。集中调峰是指调峰站设置在污水源热泵站内或附近供水总管路的某一点处；分散调峰是指调峰站设置在换热站或建筑的热力入口处。

辅助冷热源选择的技术经济分析可以投资回收期作为目标，其投资回收期宜小于 5 年。

6.1.5 对污水源热泵站选址作技术经济分析时可采用费用年值最小作为目标。

### 6.3 供回水温度选择

6.3.1 ASHRAE(美国采暖、制冷和空调工程师学会)手册中推荐最低的冷冻水供水温度为 5℃，同时结合我国现行规范《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中的相关规定，得到条文中冷热水供水温度及温差的推荐值。若要准确得到最佳的设计供、回水温度，应结合具体工程条件，综合考虑冷热源、供冷供热管网、用户系统等方面的因素，进行技术经济分析后确定。

6.3.3 在设计过程，需要注意根据热泵机组的供回水参数设计或校核采暖空调末端装置的容量，特别是对于改造工程，原有的末端装置的设计参数可能与改造设计不同，应做适当调整，避免出现末端装置出力不够、室内温度达不到要求的情况。

## 6.4 污水源热泵站配置

6.4.1 集中式是指污水集中送至污水源热泵站内，污水源热泵机组制出满足制冷、采暖温度要求的冷热水，再通过室外管网送至各个供冷供热对象。适合建筑密度较大的大型区域供冷供热工程。

一级分散式是指集中取污水，集中处理，通过污水泵及污水管网送至各个分散的污水源热泵站。分散污水源热泵站可以是单体建筑的独立机房，也可以是一定规模的集中冷热站。适合建筑密度小、分配管网损失大的情况。

两级分散式是指污水集中送至一级污水源热泵站内，热泵机组制出满足二级需要的冷热水，将其作为冷热源再通过室外管网送至各个二级污水源热泵站，二级污水源热泵站可以是单体建筑的独立机房，也可以是小型水环热泵机组，还可以是一定规模的集中冷热站。两级分散式布置形式适合大型区域供冷供热、建筑密度大、建筑之间存在冷热需求不一致等情况，比如供热季节，有些建筑仍需要供冷，一级热泵出水既可以作为热源，也可以作为冷却水源回收部分能量。

6.4.2 对于峰谷电价差较大（峰谷电价比大于 3: 1），空调用电负荷不均匀，且空调用电峰谷时段与电网重叠的建筑工程，可以考虑设置蓄冷系统以降低热泵机组的容量，提高系统运行的经济性。

6.4.3 当利用热泵机组外部阀门的启闭来实现污水源热泵站供冷与供热的转换时，阀门两侧往往是不同性质的流体，例如直接式污水源热泵系统，阀门两侧是污水和清洁的循环水，为避免两侧流体掺混，需要转换阀门具有良好的防腐和密闭性能。

6.4.4 在对转换前的污水管路系统（含污水流经的冷凝器或蒸发器）进行冲洗时，为保证冲洗效果，应尽量增大管内冲洗流速，建议不小于 2m/s，冲洗时间以出水水质透明为限。

## 6.6 污水源热泵站施工及验收

6.6.3 设备到场后，组织建设单位、监理单位、施工单位及生产厂家联合进行设备开箱验收，应做好验收记录。设备临时存放处应具有防潮、防磕碰等措施。对机组进行拆卸吊装运输，现场安装完毕后应重新打压抽真空。

## 7 供冷供热管网系统

### 7.1 一般规定

7.1.4 区域供冷供热管网对绝热要求较高,应进行经济厚度的计算。采用其他材质的管道时,也应满足保温、保冷的要求。

### 7.2 管线敷设

7.2.4 污水源热泵区域供冷供热时,由于供回水温度较低,采用无补偿直埋敷设方式施工方便快捷,节约安装成本,可靠性高。

7.2.11 采用水箱供水方式时,供水水压可以用变频泵控制;如采用压力较高的自来水管道供水时,可采用稳压阀控制给水压力。

7.2.12~7.2.17 热回收系统应尽量采用非金属管道,避免内部锈蚀而影响系统运行。

7.2.15 应防止市政排水管道中由于暴雨等情况造成的水位过高出现的倒灌。

### 7.3 供冷供热管网水力计算

7.3.3 为避免区域供冷供热系统全年运行能效比过低、投资过大,管网输送距离不宜过长,输送距离不宜大于 3.0km。

7.3.4 水的粘性随温度的增加而减小,输送 5℃冷水的阻力损失要比输送 80℃热水的阻力损失高 20%左右。

7.3.5 供冷供热管网一般采用双管制,夏季通冷水,冬季通热水。供冷供热时管网内热媒流量差异较大,流速和比摩阻确定应结合冷热负荷动态特性确定流量,并结合供冷供热温差来综合考虑管网流速和比摩阻。可以采用全局优化的方法,综合考虑各种因素,优选管径。同时使用系数应根据实际工程具体情况确定。

### 7.5 管道绝热

7.5.2 绝热层外设置保护层,保护层材料应具有防水、防潮、抗大气腐蚀、化学稳定性好等性能,不得对绝热层产生腐蚀或溶解作用;保护层材料应采用不燃性材料或难燃性材料。

7.5.5 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264-97 没有直接给出直埋敷设圆形管道的经济保温层厚度计算公式。本条文给出了单层圆筒型绝热层经济厚度公式,公式推导时,目标函数为绝热后的年冷(热)损失费用和投资年分摊费用之和为最小值。

### 7.6 供冷供热管网与末端设备

7.6.1 直接式连接指供冷供热管网与末端用户不经过换热设备而直接连接;间接式连接指用户系统通过表面式换热器与供冷供热管网相连接,管网的压力不能作用于用户系统的连接方式。对于污水源热泵供冷供热系统,应根据系统水压图、末端用户的承压能力和系统控制要

7.6.3 设计时用户侧设计温差较一次侧温差至少低  $1^{\circ}\text{C}$  考虑。

7.8.2 污水系统及热水系统系统保温的好坏，直接影响热回收系统效果，保温方法可参照图 9、图 10 所示：



1-污水箱；2-浴区地面地漏；3-泡池

建筑物外墙

与室外大气联通

污水箱

室内

室外

防水

与室外大气联通

污水箱（池）建在室外

裸露在室外的屋面或地面

7.8.6 如采用 PPR 热熔连接的管道时，可选择比其它连接方式的管路大一型号，以保证热熔后通道不被缩小。

## 8 电气与自动控制

### 8.1 一般规定

8.1.3 污水气味及其它刺激性、腐蚀性气体或液体，会对管理人员造成伤害，同时会对机组设备造成严重腐蚀。机房温度应保持在 5℃ 以上，防止水系统结冰损坏管道及设备。

8.1.5 机房内有可能发生制冷剂大量泄漏或维修时制冷剂排放过多，造成局部地区缺氧，而使操作人员处于危险环境，因此机房必须处于通风状态。

### 8.2 供配电

8.2.2 当污水源热泵系统规模较大、用电量较大时，其大容量的热泵机组等设备的启停对其他用电负荷的影响较大。为了提高供配电的可靠性，减少对其他用电负荷的影响，宜单独设置供配电系统。

### 8.3 控制与监测

8.3.3 根据现行国家产品标准《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组 第 1 部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.1 中，关于冷水机组正常使用范围的规定，冷却水进口温度有最低值的限制，因此，为保障机组正常安全运行，应设有防止冷却水进水温度过低控制措施。

8.3.5 本条规定了系统设计时宜实现的监测与控制内容，设计时应根据具体的系统设置加以确定。对污水进行计量时，由于其水质较差，选用常见的接触式流量计量装置容易造成阻塞或损坏，推荐采用非接触式流量计量装置。

8.3.6 采用冷量控制的方式直接针对冷量需求来进行控制，可以让热泵机组尽可能地在高效区运行，比采用温度控制的方式更有利于热泵机组的运行节能，是目前最合理的控制方式。

8.3.7 机组群控方式是能源综合管理、提高能源利用率的有效方式之一，但由于机组群控涉及到的内容很多，涉及到的相关技术环节甚至相关的单位也很多，在目前的建筑建造、运行管理模式，需要进行综合协调。在实际操作过程中可能存在一定的难度，需要建筑开发商、设计单位、施工单位以及建筑内的所有相关设备和系统供应商经过充分的协商后才能完成。考虑目前的实际情况，所以本规程中推荐根据需求和条件合理采用。

8.3.8 经研究证明：在条文中所列的三种情况下，没有必要在系统供、回水总管间设置压差旁通装置。

8.3.12 本条对二次泵的控制方式提出了明确要求。设计中采用二次泵的系统通常是规模较大的系统。二次泵系统作为一种节能的空调水系统，最初是以定速台数控制方式出现的，而理论和实践都证明：二次泵采用变速控制方式比采用水泵台数控制的方法更节能，加之变频调速设备性能的提高和价格的不断降低，为二次泵采用变速控制节能提供了良好的基础；同时为了实现实时控制，二次泵系统必须设置相对完善的自动控制系统。

## 9 污水源热泵系统运转、调试与验收

9.0.2 热回收系统的水路的工作压力一般情况下：载冷剂侧（包括污水换热器）工作压力在 0.15MPa~0.25MPa 之间；使用水侧工作压力在 0.25MPa~0.45MPa 之间。污水换热器一般应在组装完成后单独打压试验，试验压力不得高于产品规定压力。

9.0.4 洗浴污水热回收系统的运行效果测试可如下进行：工程完工后，污水池中加满井水或其他冷水，系统运转，随着污水池中水温逐渐降低，不断加入冷水，将热水箱逐渐烧满水（也可以用买来的热水直接将热水箱加满，但此时也必须用井水或其他清理卫生的冷污水使污水池加满冷水）。热水箱水满后，通过淋浴喷头等设施将热水放出，并通过排水系统流入污水池，此时系统已经接近日常工作状态，再由有经验的调试人员判断系统运行效果是否正常。必要时邀请有资质的第三方机构进行检验、验收。