

# 净水厂排泥水处理

◎ 何纯提 著

中国建筑工业出版社

# 净水厂排泥水处理

何纯提 著

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

净水厂排泥水处理/何纯提著. —北京: 中国建筑工程出版社, 2006

ISBN 7-112-08475-X

I. 净 ... II. 何 ... III. 净水-水厂-泥沙-水处理  
IV. TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 082001 号

**净水厂排泥水处理**

何纯提 著

\*

中国建筑工程出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24 字数: 580 千字

2006 年 9 月第一版 2006 年 9 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 40.00 元

ISBN 7-112-08475-X  
(15139)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书从净水厂排泥水处理的理论基础、工艺流程选择、处理构筑物的分类、选型、排泥水处理规模的确定及设计参数的选取等方面进行了比较系统的论述。

由于净水厂排泥水处理的主要对象是沉淀池排泥水和滤池反冲洗废水，因此，本书对沉淀池排泥、滤池反冲洗也进行了相关的论述，提出了滤池反冲洗均匀模式和沉淀池排泥均匀模式下调节构筑物入流负荷时序安排的计算方法。提出了当生产废水回用时，对净水厂净化构筑物不产生冲击负荷的回流比取值范围及计算方法。

本书可供从事给水排水工程设计、净水厂运行管理、环境保护人员及大专院校相关专业师生参考。

\* \* \*

责任编辑：于 莉 田启铭

责任设计：崔兰萍

责任校对：张景秋 王雪竹

## 前 言

净水厂排泥水处理在国内起步较晚,1990年前几乎是一片空白。净水厂沉淀池排泥水、滤池反冲洗排水直接排入江河、湖泊或附近其他水域,对环境造成一定程度的污染。随着我国环保事业的不断发展,国内在石家庄润石水厂(水厂设计规模30万 $\text{m}^3/\text{d}$ ),北京市第九水厂(水厂设计规模150万 $\text{m}^3/\text{d}$ );深圳市梅林水厂(设计规模60万 $\text{m}^3/\text{d}$ ),广州西洲水厂(水厂设计规模50万 $\text{m}^3/\text{d}$ ),保定市巾法供水有限公司净水厂(净水厂设计规模26万 $\text{m}^3/\text{d}$ )等水厂相继建成排泥水处理系统,并投入运行。由于净水厂排泥水处理在国内起步较晚,目前还缺乏这方面的专著,新修编的《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)列入了这方面的内容,新增了第10章“净水厂排泥水处理”。本书是在国内实践经验不多的基础上进行编著的。由于作者理论水平、实践经验有限,今后还需在实践中不断丰富和完善。希望本书能起一个抛砖引玉的作用。

关于“净水厂排泥水处理”这一概念,曾有过三种不同的提法:

1. 净水厂污泥处理
2. 净水厂排泥水处理
3. 净水厂生产废水处理

以上三种提法均有一定道理,但从国内一些专业技术书籍、期刊上来看,还是以第1、2种提法较多。《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)修编最后统一为“净水厂排泥水处理”。

本书在编写过程中,得到了潘明同志的协助,提供了一些宝贵的资料,在此,表示感谢。

著者  
2006年6月

# 目 录

## 前言

## 上篇 理论基础

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第1章 概述</b>               | 3  |
| 1.1 净水厂排泥水处理的必要性            | 3  |
| 1.2 国内外净水厂排泥水处理现状及实例        | 3  |
| 1.2.1 国外现状及实例               | 3  |
| 1.2.2 国内现状及实例               | 6  |
| <b>第2章 理论基础</b>             | 16 |
| 2.1 污泥的分类                   | 16 |
| 2.1.1 天然污泥                  | 16 |
| 2.1.2 地下水污泥                 | 16 |
| 2.1.3 软化水污泥                 | 16 |
| 2.1.4 絮凝污泥                  | 17 |
| 2.2 污泥的性质                   | 17 |
| 2.2.1 有机物对给水污泥性质的影响         | 17 |
| 2.2.2 污泥的亲水性和疏水性            | 18 |
| 2.2.3 污泥中水分的性质              | 18 |
| 2.2.4 污泥的可压缩性               | 19 |
| 2.2.5 其他性质                  | 19 |
| 2.2.6 表征污泥性质的因素             | 21 |
| 2.3 排泥水处理规模                 | 23 |
| 2.3.1 干泥量计算                 | 23 |
| 2.3.2 排泥水处理规模的确定            | 26 |
| 2.3.3 非完全处理模式超量污泥排出口位置选择    | 42 |
| 2.3.4 高浊度对策                 | 43 |
| 2.3.5 生产废水回收系统对排泥水处理规模的影响分析 | 44 |
| 2.4 处理程度与受体要求               | 49 |
| 2.4.1 受体对上清液及脱水机滤液排放要求      | 49 |
| 2.4.2 受体对泥饼的要求              | 50 |
| 2.5 工艺流程综述                  | 51 |
| 2.5.1 调节                    | 54 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 2.5.2 浓缩 .....        | 63  |
| 2.5.3 脱水 .....        | 80  |
| 2.5.4 处置 .....        | 100 |
| 2.5.5 总体工艺流程的确定 ..... | 106 |

## 下篇 净水厂排泥水处理设计

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| <b>第3章 设计基础资料收集与分析</b> .....        | 115 |
| 3.1 基础资料收集 .....                    | 115 |
| 3.1.1 原水资料 .....                    | 115 |
| 3.1.2 净水厂规划资料 .....                 | 115 |
| 3.1.3 净水厂日常运行管理资料 .....             | 115 |
| 3.1.4 排水标准 .....                    | 116 |
| 3.2 资料分析及小型试验 .....                 | 116 |
| 3.2.1 水质资料分析及试验 .....               | 116 |
| 3.2.2 污泥的性状分析及试验 .....              | 116 |
| 3.3 计算符号索引 .....                    | 118 |
| <b>第4章 调节工序及调节构筑物</b> .....         | 120 |
| 4.1 调节构筑物分类及特点 .....                | 120 |
| 4.2 不同类型调节构筑物应用分析 .....             | 121 |
| 4.2.1 分建式调节池与合建式调节池 .....           | 121 |
| 4.2.2 调节池Ⅰ型和Ⅱ型 .....                | 124 |
| 4.3 调节工序子工艺流程及其分析 .....             | 125 |
| 4.3.1 净水厂排泥水送往厂外集中处理 .....          | 126 |
| 4.3.2 净水厂排泥水厂内处理 .....              | 133 |
| 4.4 分建式调节构筑物设计 .....                | 142 |
| 4.4.1 排水池 .....                     | 142 |
| 4.4.2 排泥池 .....                     | 222 |
| 4.5 合建式调节构筑物 .....                  | 263 |
| 4.5.1 合建式调节构筑物负荷分析 .....            | 263 |
| 4.5.2 合建式调节构筑物负荷时序安排 .....          | 264 |
| 4.5.3 设计要点 .....                    | 266 |
| 4.5.4 设计参数取值与计算 .....               | 267 |
| 4.5.5 综合排泥池实例及分析 .....              | 278 |
| <b>第5章 浓缩工序及浓缩构筑物</b> .....         | 280 |
| 5.1 浓缩工序子工艺流程及选择 .....              | 280 |
| 5.1.1 浓缩工序子工艺流程 .....               | 280 |
| 5.1.2 浓缩工序工艺流程选择 .....              | 282 |
| 5.1.3 目前国内净水厂排泥水处理所采用的浓缩工艺及分析 ..... | 283 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 5.2 重力浓缩 .....               | 285        |
| 5.2.1 前处理设计 .....            | 285        |
| 5.2.2 重力连续式浓缩池设计 .....       | 287        |
| <b>第6章 脱水工序及脱水机房设计 .....</b> | <b>307</b> |
| 6.1 脱水工序子工艺流程 .....          | 307        |
| 6.1.1 污泥干化场脱水工艺流程 .....      | 307        |
| 6.1.2 机械脱水工艺流程 .....         | 308        |
| 6.2 自然干化场设计 .....            | 312        |
| 6.2.1 设计要点 .....             | 312        |
| 6.2.2 设计参数取值与计算 .....        | 313        |
| 6.2.3 构造实例 .....             | 317        |
| 6.3 机械脱水 .....               | 317        |
| 6.3.1 脱水前处理 .....            | 317        |
| 6.3.2 脱水机械及脱水机房设计 .....      | 322        |
| <b>第7章 厂平面及其他 .....</b>      | <b>363</b> |
| 7.1 厂平面 .....                | 363        |
| 7.1.1 厂址选择 .....             | 363        |
| 7.1.2 厂平面管道 .....            | 363        |
| 7.1.3 厂平面构筑物及其布置 .....       | 363        |
| 7.2 其他 .....                 | 364        |
| 7.2.1 排泥水处理监控系统 .....        | 364        |
| 7.2.2 分期建设形式 .....           | 371        |
| 7.2.3 成本计算分析 .....           | 372        |
| <b>参考文献 .....</b>            | <b>375</b> |



上 篇

---

理 论 基 础



# 第 1 章 概 述

## 1.1 净水厂排泥水处理的必要性

随着城市建设和环境保护事业的不断发展,净水厂所排出的生产废水对环境的污染越来越引起人们的关注。净水厂的生产废水主要指沉淀池排泥水和滤池反冲洗废水,这些废水所产生的污泥主要是无机泥沙,其悬浮物含量已远远超过国家标准。根据《污水综合排放标准》(GB 8978—1996),生产废水排入按《地面水环境质量标准》(GB 3838)规定的Ⅲ类水域执行一级标准,即悬浮物含量不能超过 70mg/L;生产废水排入一般保护水域,即Ⅳ、Ⅴ类水域执行二级标准,悬浮物含量不超过 200mg/L;排入城市下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理执行三级标准,悬浮物含量不能超过 400mg/L。对于排入未设置二级污水处理的城市下水道,必须根据下水道出口受纳水体的功能要求,分别执行一级或二级标准。

净水厂的生产废水特别是沉淀池的排泥水,悬浮物含量一般在 1000mg/L 以上,有时高达 10000mg/L。如果这些废水不加以处理,直接排入水体和下水道,将造成河道、湖泊淤积,下水道堵塞。

国外早就有专门针对净水厂生产废水排放的立法。日本政府在 1975 年 6 月颁布的水质污染防治法把净水厂的沉淀设施和过滤设施指定为“特定设备”,设有这些设备的净水厂其排出的废水必须符合相应的排放标准。日本关于废弃物处理和清扫法律指出,由净水厂排出的沉淀池排泥中和滤池反冲洗排水,无机性污泥的收集、搬运及处置必须符合该法律相应条款所规定的准则。

此外,日本还规定了填埋处理污泥应符合自然公园法、自然环境保护法。投入海洋时应符合海洋污染防治法,向下水道排放时应符合下水道法的规定。

为达到以上相关法律法规的标准,日本等国对净水厂排出的生产废水进行处理。在净水厂建了相应的排泥水处理设施。

## 1.2 国内外净水厂排泥水处理现状及实例

### 1.2.1 国外现状及实例

净水厂排泥水处理在国外起步较早,如日本、法国、英国等。其中以日本较为普遍。下面介绍日本东京朝霞净水厂,见图 1.2.1-1;大阪丰野净水厂,见图 1.2.1-2;日本的西谷净水厂见图 1.2.1-3;法国雷恩市水厂第四期工艺流程,见图 1.2.1-4。

从以上国外几个实例可以看出有以下共同点:

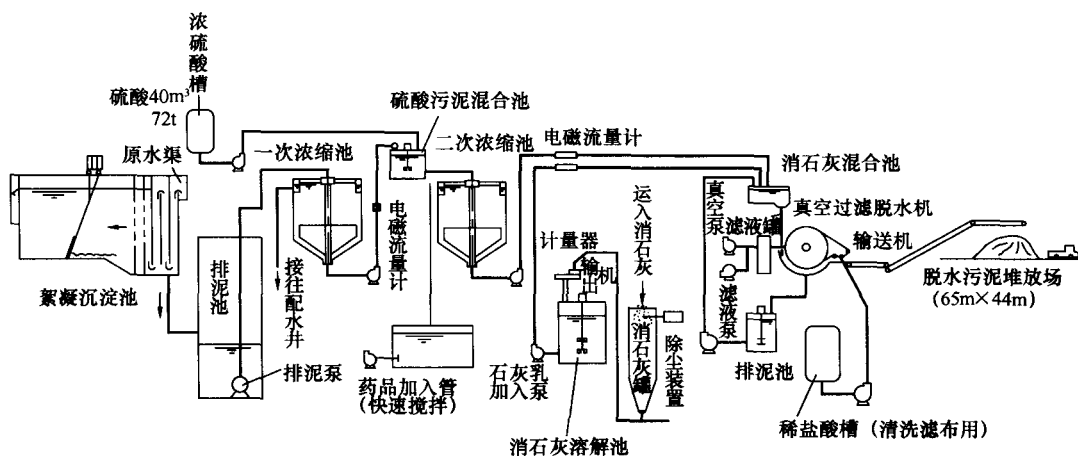


图 1.2.1-1 东京朝霞净水厂污泥处理流程

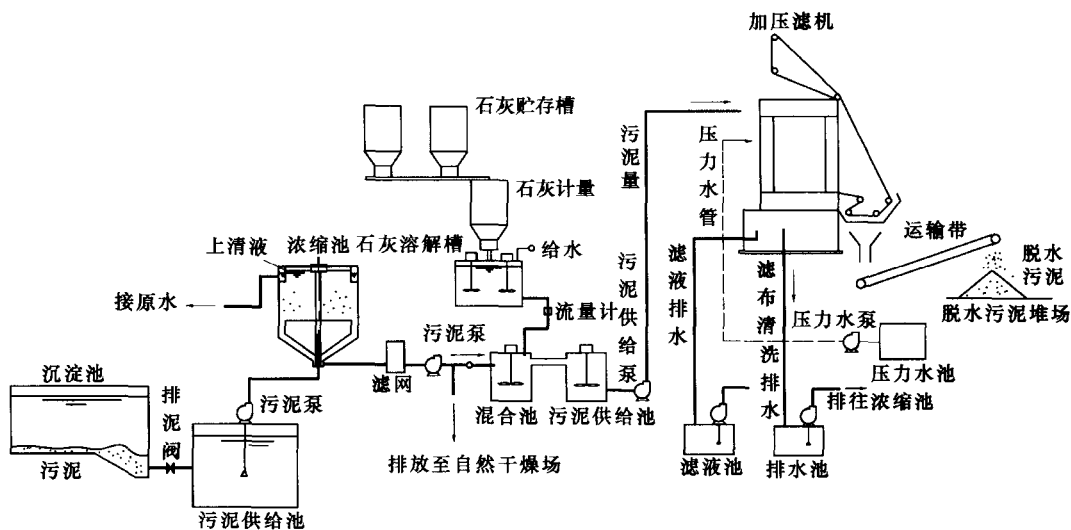


图 1.2.1-2 大阪丰野净水厂排泥水处理流程

1. 都具有调节、浓缩、脱水、处置四道基本工序，是一个较完整的排泥水处理系统。只是其中污泥处置未予表示和说明。

2. 都以不同方式和不同程度在浓缩和脱水工序前加了前处理。如东京朝霞净水厂排泥水处理在二次浓缩前加了酸处理,在脱水前投加石灰;法国雷恩市净水厂第四期工程在一次浓缩池前投加高分子混凝剂,在板框压滤机前投加石灰。

不同点是各道工序具体处理方式上有所差异,如浓缩和脱水工序的前处理方式,及脱水工序上采用不同的脱水方式。国内目前大多数采用板框压滤机和离心脱水机,日本的西谷净水厂开始采用高分子絮凝剂+造粒脱水机+热风干燥+燃气燃烧除臭的方式。造粒脱水机简单,但出泥含水率高,约85%。经热风干燥后,含水率可降至35%,为污泥处置

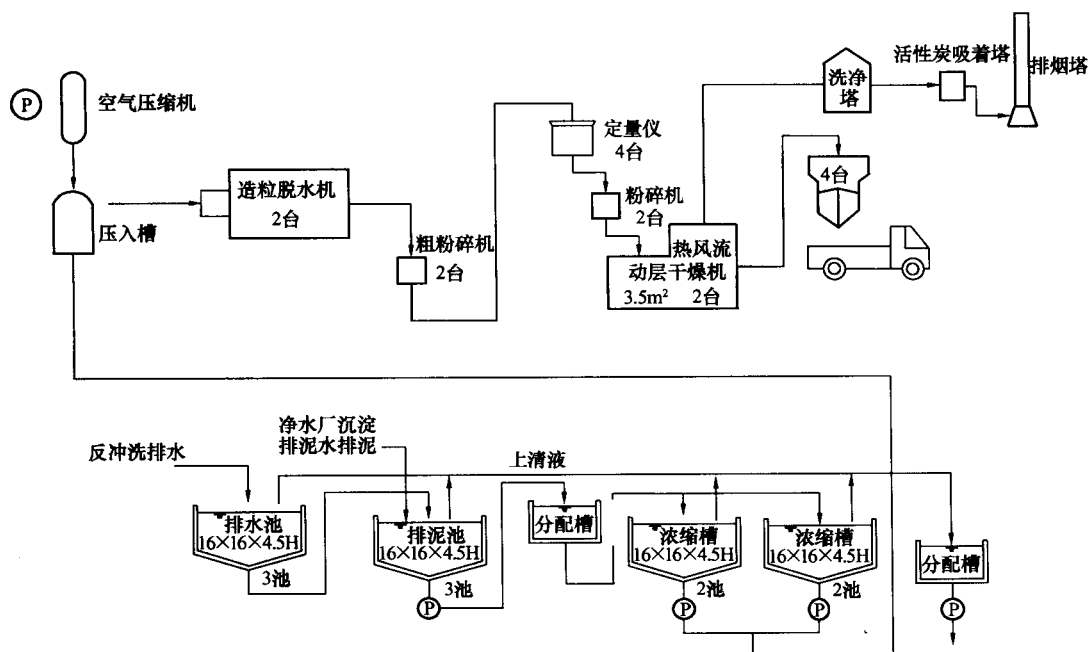


图 1.2.1-3 西谷净水厂排泥水处理设备工艺流程

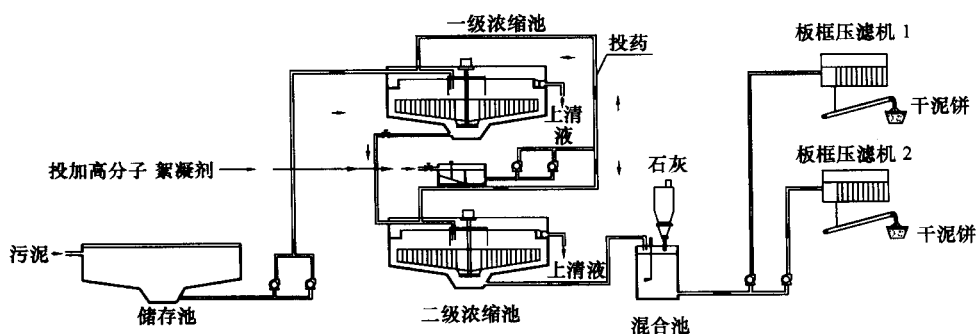


图 1.2.1-4 法国雷恩市水厂第四期工程排泥水处理流程

朝着有效利用方面创造了条件。后来由于设备老化，在更新改造中，采用不加药处理方式，脱水工序采用长时间加压脱水机。

又如日本长沢净水厂脱水工序采用加压脱水机与自然干化床，平时泥量少时，采用加压脱水机脱水。遇到原水浊度较高时，压滤机脱水与自然干化床并用。

表 1.2.1-1 是日本 1978 年统计的世界上 363 个净水厂所采用的污泥脱水方法。其中以自然干化及压力过滤脱水最为普遍。

各国 363 个净水厂的污泥脱水方法

表 1.2.1-1

| 水厂规模       | < 1 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d |            | < 5 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d |            | < 10 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d |            | < 50 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d |            | > 50 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d |            | 合计        | 总利         |
|------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|------------|------------------------------------------|------------|------------------------------------------|------------|------------------------------------------|------------|-----------|------------|
| 脱水方法       | 厂数<br>(座)                               | 利用率<br>(%) | 厂数<br>(座)                               | 利用率<br>(%) | 厂数<br>(座)                                | 利用率<br>(%) | 厂数<br>(座)                                | 利用率<br>(%) | 厂数<br>(座)                                | 利用率<br>(%) | 厂数<br>(座) | 利用率<br>(%) |
| 天然干化       | 7                                       | 50         | 94                                      | 43         | 19                                       | 31         | 8                                        | 15         | 0                                        | 0          | 128       | 35         |
| 真空过滤       | 0                                       | 0          | 6                                       | 3          | 2                                        | 3          | 1                                        | 2          | 1                                        | 8          | 10        | 3          |
| 加压过滤       | 3                                       | 21         | 40                                      | 18         | 25                                       | 42         | 66                                       | 57         | 10                                       | 76         | 111       | 31         |
| 冰冻解冻       | 1                                       | 7          | 12                                      | 6          | 4                                        | 7          | 1                                        | 2          | 0                                        | 0          | 18        | 5          |
| 离心机脱水      | 1                                       | 7          | 15                                      | 7          | 3                                        | 5          | 2                                        | 3          | 0                                        | 0          | 21        | 6          |
| 造粒脱水       | 0                                       | 0          | 3                                       | 1          | 1                                        | 2          | 6                                        | 10         | 2                                        | 16         | 12        | 3          |
| 排入其<br>他水厂 | 0                                       | 0          | 16                                      | 7          | 3                                        | 5          | 3                                        | 5          | 0                                        | 0          | 22        | 6          |
| 排入下水道      | 1                                       | 7          | 10                                      | 5          | 1                                        | 2          | 3                                        | 5          | 0                                        | 0          | 15        | 4          |
| 其 他        | 1                                       | 7          | 22                                      | 10         | 2                                        | 3          | 1                                        | 2          | 0                                        | 0          | 26        | 7          |
| 合 计        | 14                                      |            | 218                                     |            | 60                                       |            | 58                                       |            | 13                                       |            | 363       |            |

注：1. 利用率系指采用某种脱水方法的净水厂占该规模给水厂总数的百分数；

2. 总利用率系指采用某种脱水方法的净水厂占总调查给水厂总数的百分数。

### 1.2.2 国内现状及实例

净水厂排泥水处理国内处于起步阶段。据报导，目前已投产的净水厂排泥水处理有北京市第九水厂，水厂规模 150 万 m<sup>3</sup>/d；石家庄第八水厂（润石水厂），净水厂规模 30 万 m<sup>3</sup>/d；深圳市梅林水厂，净水厂规模 60 万 m<sup>3</sup>/d；广州市西洲水厂，净水厂规模 50 万 m<sup>3</sup>/d；保定中法供水有限公司，净水厂规模 26 万 m<sup>3</sup>/d；大连市沙河口净水厂，净水厂规模 40 万 m<sup>3</sup>/d。现将各净水厂排泥水处理工艺流程介绍如下。

#### 1.2.2.1 北京市第九水厂

北京市第九水厂总规模 150 万 m<sup>3</sup>/d，分三期建设，每期规模 50 万 m<sup>3</sup>/d。以密云水库为水源，年平均浊度 5NTU。主要净化构筑物选型一期为机械加速澄清池、虹吸滤池、活性炭吸附池亦采用虹吸滤池形式，二、三期采用大波形板絮凝池，大波形板侧向流斜板沉淀池，气、水反冲洗均质煤滤料滤池。活性炭滤池采用恒速恒水位滤池。

排泥水处理系统部分构筑物如排水池（即回流水池）随同净化构筑物同步建成，回收滤池反冲洗废水。排泥水处理系统的核心部分于 1995 年开始建设，1997 年投产，投产后运行正常。泥饼厚度约 30mm，含水率约 60%，现将排泥水处理系统简单介绍如下。

净水厂排泥水处理系统处理工艺流程一般由调节、浓缩、脱水、处置四道工序组成。可根据各水厂的具体情况，由其中的部分工序和全部工序组成。北京市第九水厂排泥水处理系统由全部四道工序组成，其工艺流程见图 1.2.2-1。

#### 1. 调节

北京市第九水厂调节构筑物采用分建式，即排水池与排泥池分建，排水池（回流水池）主要接纳和调节滤池及活性炭吸附池反冲洗排水，上清液回流到净水工艺混合井，底

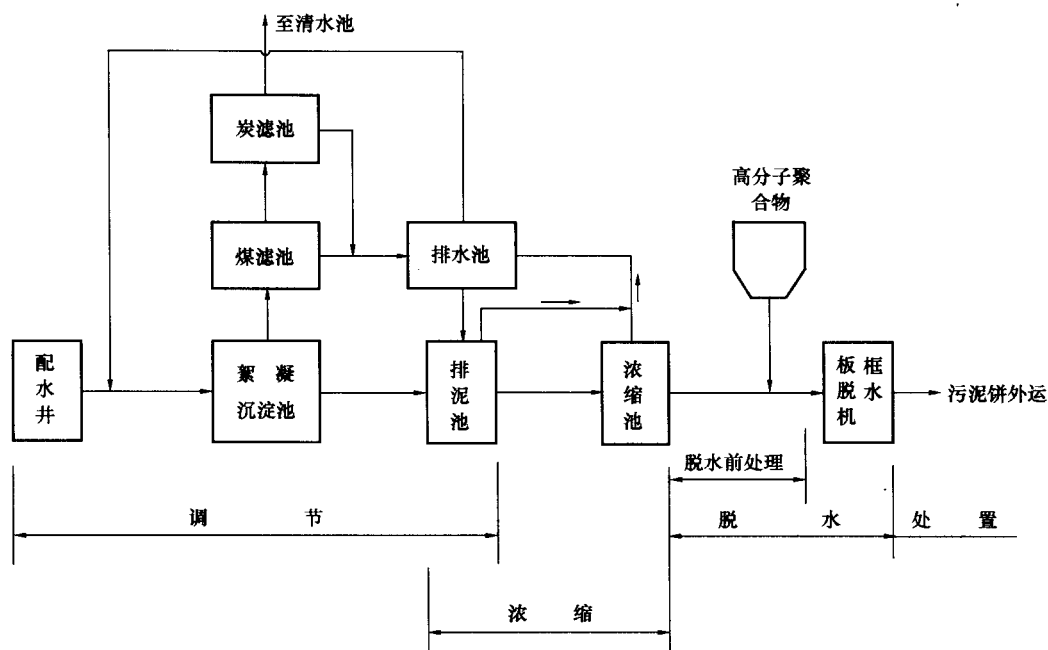


图 1.2.2-1 北京市第九水厂排泥水处理系统图

泥定时用潜污泵间歇送往排泥池，排水池随水厂净化工艺同步建成投产。排泥池主要接纳和调节沉淀池排泥水。排泥池设计成既具有调节功能，又具有一定浓缩功能的浮动槽形式排泥池，进水（即沉淀池排泥）是间歇不连续的，而下一道工序连续重力式浓缩池要求入流是连续均匀的，因此需要一定的容积进行调节。排泥池容积按满足一日的排泥量进行设计，以满足调节要求；池面积按固体负荷设计，以满足浓缩要求。底流污泥由排泥泵 24h 连续均匀送往下一级浓缩池。为了充分利用排泥池容积进行浓缩，设浮动槽吸取上清液，浮动槽可动幅度为竖向 1.5m，上清液均匀连续地从浮动槽排出，细水长流，对底泥扰动小。

排泥池上清液利用虹吸管从浮动槽重力流入集水井，然后用排水泵送入回流水池与回流水池上清液一并回流至混合井重复利用。

排泥池池型采用正方形中心进水辐流式浓缩池，3 座，平面尺寸为 24m×24m，为了池四角不积泥，池下部做成圆形，设中心传动刮泥机，刮泥机将泥由池边刮向中央集泥沟，然后由排泥泵送往浓缩池。

## 2. 浓缩

由于沉淀池排泥重力流入排泥池，排泥池离三期沉淀池又有一定距离，因此，排泥池位置较低，排泥池底流进入浓缩池，需用污泥泵提升。在浓缩池前设提升泵房 1 座，排泥池底流提升水泵和其上清液输送水泵合建在一座泵房里。

浓缩池 3 座，池型为中心进水辐流式浓缩池，上方下圆。每池设中心传动带竖直栅条刮泥机一台，将泥由池边刮向中心集泥沟，上清液重力流入排水池，重复利用。刮泥机采用国际招标进行采购。

### 3. 脱水

采用机械脱水，脱水机形式为带薄膜挤压的二阶段板框压滤机，从英国进口两台 Edwards & Jones 产品。板框压滤机型号为 ASLW1515H。随同主机一并供货的附属设备有：

- (1) 压缩空气系统：包括空压机两台及其他配套设备。
- (2) 高压冲洗水系统：两台高压水泵，压力 10MPa。
- (3) 投料系统：两台托马斯·威廉供料泵、容积式水泵。
- (4) 药剂投加系统

进机的污泥浓度要求不低于 2%，脱水前投加高分子絮凝剂 PAM 调质。并预留了向浓缩池投加 PAM 的技术措施。随主机板框压滤机供货的药剂投加系统包括了溶解、稀释、投配全过程的所有环节的全部设备。

#### (5) 现场控制设备

随主机一并提供的现场控制装置能自动控制板框压滤机及其附属设备按程序自动运转。并预留有与上一级计算机控制系统的通信接口。

#### 1.2.2.2 石家庄市第八水厂

石家庄市第八水厂设计规模 30 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，水源为距市区 21km 的黄壁庄水库，根据水库长年的监测资料，浊度小于 10NTU。是利用澳大利亚政府贷款建设的项目。水厂采用常规净化工艺，主要净化构筑物为折板絮凝池，平流沉淀池和汽水反冲洗 V 形滤池。分两个系列，每系列絮凝沉淀池两座，V 形滤池 8 格。水厂的主要设备均由澳大利亚引进。

水厂设有排泥水处理系统，主要处理沉淀池排泥水和滤池反冲洗废水，由调节、浓缩、脱水、泥饼处置四道工序组成，其处理工艺流程见图 1.2.2-2。

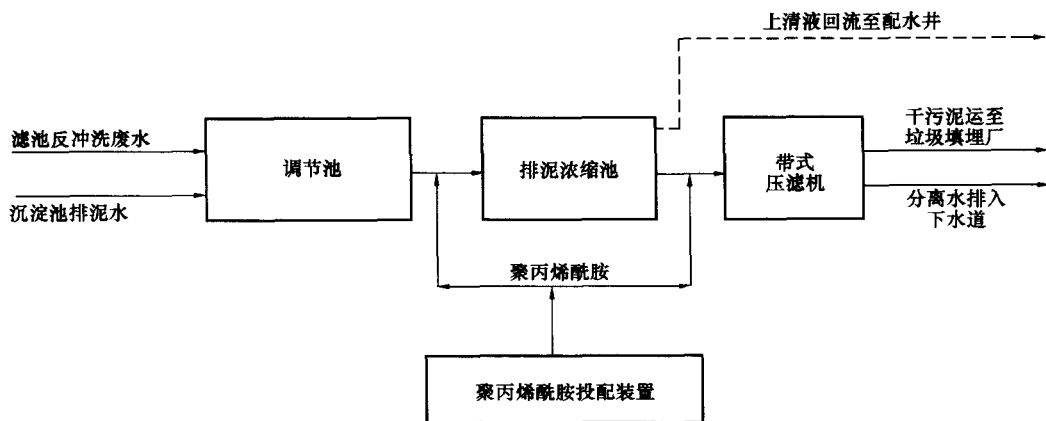


图 1.2.2-2 石家庄市第八水厂排泥水处理流程

#### 1. 调节

石家庄第八水厂排泥水处理采用合建式调节构筑物综合排泥池，既收集沉淀排泥水，又收集滤池反冲洗排水，为保证匀质匀量，在调节池内安装潜水搅拌机，池内污泥处于悬浮状态，使污泥浓度均匀。同时在池内安装潜水泵，以恒定流量向浓缩池投配污泥。潜水泵的设计流量为  $500\text{m}^3/\text{h}$ ，泵的开停由液位控制，调节池尺寸为  $24\text{m} \times 9\text{m} \times 4.2\text{m}$ ，调节池容积为  $550\text{m}^3$ 。



