

第一章 总 论

一、概述

1、项目主办单位概况

AA 纸业有限公司厂区占地面积 48 万平方米，建筑面积 5 万平方米。2004 年，企业开始进行大规模技术改造，到目前为止企业总的生产能力为年产漂白稻草浆 2.4 万吨，机制纸 4 万吨，已成为省内最大的文化用纸生产企业，主要生产金龙牌双胶纸、书写纸、胶印书刊纸、静电复印纸、果袋纸和日历纸六大系列，三十余种规格的产品，广泛应用于书刊、杂志、学生课本等印刷和办公室用纸，产品质量达到国家 A 级标准，书写纸的质量在黑龙江省处于领先水平。产品销往黑龙江省、吉林省、辽宁省、山东省、北京市等省（市），并出口台湾地区。

企业现有主要制浆设备包括 25 立方米蒸球 12 台，洗、选浆设备 2 套、CEH 三段漂白设备 2 套。公司拥有造纸机 6 台，其中：1575 双圆网双烘缸纸机 2 台，日生产能力 10 吨；1760 哈巴网造纸机 1 台，日生产能力 12 吨；1760 长网多缸造纸机 3 台，日生产能力 90 吨，该机达到国内中等技术水平。企业热力车间现有 6 吨沸腾锅炉 3 台，15 吨链条锅炉 2 台。企业现装机容量为 7300 千伏安，其中，800 千伏安变压器 2 台，1250 千伏安变压器 2 台，3200 千伏安变压器 1 台，企业设有 35 千伏和 10 千伏变电所各一座。

2、可研编制单位概况

BB 大学是全国九所与国际接轨的重点大学之一，其市政工程与环境工程是两个国家级重点学科，从事水处理技术研究、工程设计、设备开发已有七十余年历史，获得了上百项国家级和省部级科技进步奖、发明奖和优秀工程奖，取得了一批技术专利。BB 大学建筑设计研究院是具有 40 多年历史的国家甲级设计院，获得国家级和省部级设计奖百余项。

BB 大学是我国开展废水处理研究和工程实践最早的单位之一，已有数十项技术成功地应用于上百座污水处理工程中。多年来，BB 大学在造纸废水深度处理与中水回用方面进行了大量的研究，取得了丰硕的研究成果，并且有众多的研究成果被成功地应用到实际造纸废水处理工程中。

3、污水处理设施情况

为了治理污染，企业建设了一座日处理 150 吨漂白化学浆黑液碱回收系统，建设了生产生活污水处理系统（主要工艺流程为：调节——沉淀——水解酸化——曝气塘，处理规模为 $30000\text{m}^3/\text{d}$ ），使废水达标排放。但是，随着环保要求的日趋严格化，为了解决水资源短缺和有效利用水资源的问题，废水仅限于达标排放是不够的，因此，企业决定对现有废水处理工程进行改造并进行中水回用。改建废水处理系统，以提高废水处理系统的净化效果，并增加废水处理运行的稳定性；

建设中水回用系统，可以达到有效减低污染物的排放量、实现水资源的循环利用，保护环境的目的。

3、研究工作概况

为了有效解决污染问题，寻求出技术先进、经济最优、运行方便的处理工程技术方案，全面了解和掌握污染物排放情况，BB 大学的技术人员与汤原纸业有限公司技术人员进行了广泛的研讨、实地勘察和调研，在此基础上根据科研成果和工程实践经验，依据工厂的发展规划，制定出本工程方案并编制出可行性研究报告。

本废水深度净化与中水回用工程方案，力争作到密切结合企业的生产实际情况，采用现代先进和成熟的污染治理技术，解决企业的污染问题，通过综合处理与利用，使该污染综合治理工程达到整体最优化。作到“技术先进、经济合理、统筹规划、综合整治”。

二、项目编制

1、工程项目

本工程项目包括两个项目，即：废水深度净化工程（改造工程）和中水回用工程。

- **废水深度净化工程** 在现有废水处理工程的基础上，改造水解酸化池，增加复合生物处理系统，形成强化的生物处理系统，使废水的出水质量和稳定性提高。该工程的处理规模为 $30000\text{m}^3 / \text{d}$ 。

● **中水回用工程** 废水深度净化后的出水，进行中水回用处理，达到企业生产用水的水质要求并中水回用。中水回用工程的规模为10000m³ / d。

2、编制目的

本废水处理改造工程和中水回用工程项目的可行性研究，旨在企业总体规划指导下，根据工厂的现状，通过充分的调查研究、实地测量，在大量试验研究和工程实践的基础上，达到如下目的：

- (1) 论述建设本工程的必要性及意义。
- (2) 对废水处理、污泥处理与处置、气体净化等进行技术先进性、可靠性、经济合理性及实施可行性的论证。
- (3) 在充分论证和比较的基础上提出工程设计方案。
- (4) 提出工程效益分析、管理机构设置及项目实施计划等建议。

通过本废水处理与回用工程的可行性研究，为本项目的决策提供科学的依据。

3、编制依据

- (1) 《AA 原纸业有限公司扩建工程项目可行性研究报告》
- (2) 《AA 原纸业有限公司中水回用工程方案》
- (3) 松花江流域（黑龙江省境内）水污染综合防治规划

(4) 国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知（国发[2000]36号）

(5) 国家现行的有关的规范、标准

(6) 建设单位提供的设计基础数据及要求

(7) 现场收集的资料

(8) 试验与工程实践资料

(9) 《造纸工业“十五”规划》

4、编制原则

(1) 按照振兴东北老工业基地的整体战略意图，以降低松花江水污染，减少污染物排放量，实现水资源再生利用为目的，制定汤原纸业公司的废水深度净化和中水回用项目方案。

(2) 设计中要充分考虑东北地区的气候特点，选择可在低温下运行的废水处理工艺。同时，注重节水、节能、节约用地等方面的因素，采用成熟、先进、可靠，少污染，保护环境的工艺、设备和技术。做到技术先进、经济合理、安全适用。

(3) 充分利用汤原纸业有限公司现有的废水处理设施，最大限度地提高废水的处理效率，保证废水排放的水质、回用水水质、并避免二次污染的产生。同时，利用现有的公用工程和辅助生产设施，减少基建费用投资，避免重复建设现象发生。

(4) 根据试验研究结果并结合实际情况，本综合废水处理工程设计中，采用建设投资少、占地面积小、管理简单、运行可靠及处理成本低的工艺技术；保证装置稳定、正常、连续运行。

(5) 充分注意建设地区的气候特点，重点解决好废水处理设施在低温条件下的废水处理问题；对污泥的综合利用和气味的净化问题给予高度重视，在处理废水的同时，不产生二次污染；

(6) 充分考虑本综合废水处理工程建设场地的周围环境，尤其注重消防问题；在经济实用的基础上，注重提高自动化水平；认真贯彻执行国家和地方有关部门制定的现行有关标准、规范和规定。

5、编制范围

(1) 本项目结合汤原纸业有限公司现有污水处理工程的实际情况、污染物的排放情况、综合治理的技术措施等，以及今后的远景规划，研究本废水深度净化（改造工程）和中水回用工程建设的必要性与可行性。

(2) 以项目功能性为基础，选用先进、可靠、实用的方案，以及对资金来源与社会效益进行分析，确定最佳区划方案，选择最先进的设备与设施，优选最佳工艺组合，提出最优技术经济指标。

(3) 本项目主要研究范围是：

- AA 纸业有限公司废水深度净化工程（改造工程）和中水回用工程的工艺流程和工程方案；

- 设计相应的建构筑物，设计处理设备及管路系统；设计建设场地内的工程设施及附属工程设施（主要包括工艺、建筑、结构、暖通、给排水、电气、自控等）。

四、项目提出的背景和必要性

1、项目提出的背景

(1) 提高人民水平的需要

中国是世界上第二大纸和纸板消费国，并且成为仅次于美国的纸和纸板生产国，以及仅次于美国和加拿大的第三大制浆国。然而，中国人均纸消费量少于 30 公斤人均每年，仅仅是世界平均水平的一半。根据最新的估计，中国去年纸和纸板的产量为 3300 万吨。其中，因为中国相当有限的森林资源，仅 570 万吨（17%）为木浆制成；1360 万吨（41%）主要由进口的废纸制成，现在这是中国造纸产业原材料最强劲的增长来源；剩余的 1370 万吨（42%）仍然由的非木材原料制成，其中麦秆和稻草是主要种类。

现代生活中需要大量的纸张，因此，今后需求量在快速增加，相应的污染物产生量仍然是相当可观的，如果处理不能有效地进行处理，将会对环境造成严重的污染。

(2) 解决缺水矛盾的需要

水资源问题已经成为了困扰造纸企业的一大难题。中国属于缺水国，人均水资源占有量约为世界第 88 位，随着我国人口的迅猛增长和工

业的高速发展，导致我国的缺水矛盾日渐突出。而造纸企业一直是我国的用水大户，其供水不足的矛盾也日益显现，除长江沿岸的企业供水情况较好外，其他地区的企业均存在不同程度的供水不足现象，特别是黄河流域、西北地区、沿海地区和东北地区的企业，正面临严重的供水不足问题。如在山东、河北、河南、新疆地区的造纸企业只能靠开采地下水维持生产。由此可见，水资源的匮乏已经开始制约企业的发展。因此，采用中水回用的方式是解决水资源短缺的重要途径。

2、项目提出的必要性

(1) 对提高水环境质量有突出意义

AA 原纸业有限公司达产后，每天要产生的 2.4~3.0 万吨废水，如不进行处理而排入松花江水系，将对水体的环境质量构成严重破坏。如果进行有效处理，则可大大降低松花江中的污染物含量，使受纳水体的水质得到明显改善。

(2) 是企业生存发展的需要

AA 原纸业有限公司是松花江水域的污染大户，该厂的污染问题直接影响到松花江的质量，为此，省市政府有关方面十分重视，并多次要求该厂提高治理水平。此外，若工厂不能有效治理污染，将要在原基础上增加排污费，如果实施停产治理，则企业损失将更大，并直接影响到企业的生存与发展。因此，治理水污染、回收水资源是十分必要的。

(3) 项目的经济意义

该项目属于效益型环保项目，汤原纸业有限公司现阶段新鲜水费用为 1.5 元/吨水。然而伴随着黑龙江地区用水收费及管理逐渐向正规化方向转变，汤原纸业公司的新鲜水费用将达到 2.00 元/吨水或更高。所以说该项目的建设具有重大的经济效益，是刻不容缓的。该项目建成投产后，除具有可观的社会效益外，经济效益也是十分显著的。

五、项目研究成果

1、项目概况

(1) 本项目废水主要来源是碱回收后产生的废水、中段废水及其他生产、生活污水。在处理达标的条件下，仍然有大量的污染物排入水体中；同时大量的水资源被浪费。

(2) 在工厂现有废水处理设施的基础上，增加深度处理设施和中水回用设施，项目建成达产后每年可使 9900000 吨废水得到有效的净化，产出 3300000 万吨高质量回用水，可以极大减少汤原纸业有限公司新鲜水的用量，实现“废水”资源化，同时大大减少排入受纳水体的污染物量，取得明显的环境、经济和社会效益。

(3) 中水回用于造纸生产中，可做到全年稳定、恒量的使用。同时，生产工艺对回用水的水质指标要求明确。

(4) 本项目采用的废水深度净化和中水回用工艺技术已经在多家造纸企业实际应用，效果理想。本可研方案在试验研究与工程实践的基础上，又应用了多项专利技术，增加多项优化措施，因此，可使出水水质更加稳定，使技术保障体系更加完善。

(5) 该项目充分吸取了其他造纸企业废水深度净化和中水处理与回用工程的经验，设计上力求使整体工程集中紧凑、便于操作、自动化水平高、经济节能，以期达到最佳经济效益、社会效益和环境效益。

(6) 该项目充分利用了汤原纸业有限公司现有的公用工程设施，节省了项目投资，改善了环境污染现状，对废水处理过程中所产生的废气进行了密封收集和气体净化，做到无害化排放；对所产生的污泥进行全部综合利用，实现“零”排放。

(7) 从多种效益评估情况看，该项目是一项经济效益、环境效益和社会效益均比较好的环保工程，尤其是环保效益突出，可以大幅度降低企业生产所排污染物对松花江水体的污染，同时极大的减少了企业新鲜水的消耗量，并且将废气、污泥进行了有效的净化和综合利用，无二次污染问题。该项目实施后，可使企业在循环经济方面更加接近或达到国内先进企业水平。

(8) 从经济评估看，本工程可通过中水回用来获得效益，并且随着水价的不断提高，经济效益会日趋突出。

2、项目内容

● **废水深度净化工程** 在现有废水处理工程的基础上，在调节池内增加微氧空气曝气系统；在水解酸化池中增加软性生物填料并且增建水解酸池；增加复合生物处理系统，形成强化型生物处理系统，使废水的出水质量提高和稳定性增强。该工程的处理规模为 $30000\text{m}^3 / \text{d}$ 。

● **中水回用工程** 废水深度净化后的出水，进行中水回用处理，达到企业生产用水的水质要求并实现中水回用。中水回用工程的规模为 10000m³ / d。

3、项目建设

(1) 项目投资

本工程项目建设投资为 4503.73 万元，其中企业自筹 3503.73 万元，申请国家专项资金 1000.00 万元。

(2) 建设安排

本工程项目计划在 150 天内完成，并在 50 天内调试成功，及时控制污染，尽早回收水资源。

4、项目效益

本工程项目是环保工程，主要体现在环境效益和社会效益上。但是，由于企业是用水大户，废水经过深度净化和中水回用，不仅可以大大降低污染物的排放量，而且可以通过水资源的回收再利用，取得可观的经济效益。

六、主要技术经济指标

本项目的主要技术经济指标如表 1-1 所示。

第二章 废水特征与处理要求

一、废水特征

1、废水水量

(1) 废水深度处理工程处理量

根据对汤原纸业有限公司近年来废水排放量的实测结果，其废水的排放量为 18000~24000m³/d。考虑到近期生产的发展，工厂现有废水处理系统的设计处理量确定为 30000m³/d。本废水深度净化工程是在现有废水处理工程的基础上进行改造的，因此，其废水处理能力也要与之相协调，设计处理量确定为 30000m³/d。。

按生产类比调查可知，该厂的废水排放量和水质受生产过程的影响，有一定的波动性，因而，为有效的处理废水并发挥出最高的处理效率，需设有水量调节装置。

(2) 中水回用工程处理量

根据汤原纸业有限公司实际生产的用水量和水质情况，在“尽可能多回用，水质要求适宜”的原则下，确定中水回用量 10000m³/d（图 2-1 为回用水回用位置图，带*号的为吨浆消耗回用水量，目前企业日生产自制浆 90~100 吨）。

(3) 变化系数

考虑到造纸生产内容和生产量受市场的影响较大，以及生产废水排放量具有一定的间歇排放性和波动性，结合近年来的生产统计结果以及废水量的实测情况，本废水处理工程的日变化系数采用 1.20~1.25 是比较适宜的。

2、废水水质

(1) 废水水质特点

近年来的造纸废水水质监测资料及国内类似工厂的水质分析资料可知，造纸废水中主要含有较多的半纤维素、木素、糖类、助剂等有机污染物和无机盐类。其水质的基本特征是：化学需氧量高、悬浮物多、可生化性相对较差。

黑液是主要的污染源，有机污染物浓度高、碱度大，不可降解的物质多，因此，需要单独进行处理。中段废水的特点是水量大，水中污染物浓度相对较高，悬浮物多，在冬季时废水水温较低。

(2) 废水水质指标

经过碱回收后的废水与其他生产废水、生活污水的混合水质指标如表 2-1 所示。从该表中可看出，废水的水质具有一定的波动性，可生化性较差。

(3) 现行废水处理工程的处理效果

现有废水处理工程的处理后水质是按照现行的造纸废水排放标准确定的，表 2-2 中给出了现有废水处理工程的处理后水质与处理效率。从该表中可看出，处理后的水中仍然含有相当量的有机物质，对受纳水体水质还有着较大的影响。

二、处理目标

1、废水深度净化工程

(1) 水质指标与处理效率

本废水深度净化工程的实施，不仅可以提高废水的处理效率、稳定出水水质，而且可以减少松花江污染负荷，综合考虑这些因素，给出了本工程的设计出水水质指标与污染物的处理效率（如表 2-3 所示）。

(2) 水质指标对比分析

从表 2-2 和 2-3 中的水质数据对比分析可知，废水处理工程去除的主要指标是：COD、BOD₅ 和 SS。此外，根据对该种造纸废水的 BOD₅/COD 值（0.33）分析可知，废水的可生化性不好，但采用生物法去除有机物仍是可行的。从类比调查可知，该造纸废水的处理虽然有一定的难度，但只要设计合理、运行正常，是可以稳定达标排放的。

从表 2-3 中还可看出，废水深度净化工程对主要污染物的去除效率有了一定程度的提高，但出水的可生化性有所下降，如果继续采用生物处理则难度加大。

2、中水回用工程

(1) 水质指标

中水回用工程的实施，不仅可以节约了大量的新鲜水，杜绝水资源浪费现象，而且大大减少污染物的排放量。本工程的中水主要回用于制浆过程中，而制浆过程要求的水质如表 2-4 所示。

从废水深度净化后的水质指标与回用水水质要求对比结果看，需要进一步处理的指标有混浊度和色度。考虑到生产用水的安全性、以及回

用水质的稳定性和处理工艺的经济性，本回用水工程对净化水的 COD 值作了内部控制（ $\text{COD} \leq 200\text{mg/L}$ ）。

从汤原纸业公司多年的综合废水检测指标看，现有废水处理系统出水中各项离子指标均可达到回用要求，可以不加以限制，因此，降低了工程投资和运行成本。

第三章 废水处理工艺研究

一、概述

为了选择出最佳的工艺路线，合理的技术参数，制定出最优化的工程实施方案，我们针对性地进行了试验室和现场研究。针对性试验结果以及前期试验和实际工程的研究结果等，都为选择出本废水处理工程最合理的工艺流程提供了依据。

对于造纸废水，人们已对厌氧生物法、好氧生物法、氧化沟法、稳定塘法、灰渣吸附法、化学混凝法、化学氧化法以及吸附过滤法等处理工艺作了大量的研究，并对各种处理方法的优缺点做了适用性分析和客观的评价。

本废水中含有多种难生物降解物质，但是从 BOD_5/COD 值可知，该种废水中可生物降解的成分仍然较多，适宜采用经过驯化后的微生物进行降解。经过综合分析比较，本废水处理工程采用以生物处理法为主的处理工艺是比较适宜的。

在中水回用处理工艺中，人们实践了生物膜法、化学氧化法、膜分离法、吸附法等，其中经济运行和稳定运行是控制因素，直接影响到回用水的生产和再利用。为此，采用多方法结合的经济工艺受到了重视。通常人们采用生物处理法来继续降低有机物含量，采用化学或吸附进行深度处理，采用膜分离技术获得良好的水质。

二、工艺流程选择

1、废水深度净化工艺流程确定

我国对造纸废水处理的研究和工程实践已经有较长的历史了，不仅采用了传统的废水处理方法，而且也实践了一些近年来出现的一些新型的处理方法以及联合废水处理工艺。但总体看，生物处理方法（厌氧生物法、活性污泥法、氧化沟法、生物接触氧化法、CASS法、SBR法等）以及以生物处理法为主的联合处理法，依然是主流方法。对本工程而言，采用好氧生物处理工艺是适宜的。

好氧生物处理工艺近年来出现了一些新工艺，例如在SBR法的基础上发展起来的一些间歇式处理方法（CASS法、CAST法等），UNITANK法、DAT-IAT法等一些既具有间歇式活性污泥法的特点，又可以连续稳定运行的处理工艺等受到了人们的关注。尤其是复合式生物处理工艺和BAF工艺等表现出良好的运行结果。

- **SBR工艺：**活性污泥在一个池子内进行生物降解反应和泥水分离（由充水、曝气、沉淀、排水、闲置等过程组成一个周期，循环重复），不需要污泥回流设施，运行方式灵活，比较适合于小水量，且水量和

水质不稳定的情况，但需要多个池子为一组和复杂的自控系统，以使整个系统连续进水。

- **CASS 工艺**：本废水处理工艺是 **SBR** 工艺的基础上增加了污泥回流装置，并增加了生物选择器。该工艺可以适应较高浓度的废水处理，运行更为稳定，但工艺过程控制较复杂，同样需要多个池子为一组，以使系统连续进水。

- **UNTANK 工艺**：本处理工艺的最基本单元是一个被分成三格的矩形反应池，中间池始终处于曝气状态，两侧池交替做沉淀池和曝气池，不需要回流污泥系统和独立的二沉池，可使系统内各池污泥浓度保持较高的数值，该池可连续进水。但该工艺控制系统要求较高。

- **BAF 工艺**：该工艺通常以陶粒作为生物的载体，采用曝气形式供氧，具有生物接触面积大、供氧条件好、对悬浮物和有机物去除效果好的特点，但需要反冲洗系统。

- **复合式生物处理工艺**：各种新型的好氧生物处理法都表现出显著的优点，但也存在着明显的缺点，因此，人们在实际工程中通常将生物处理工艺作成复合式，该工艺集中了悬浮生长法效率高的特点，发挥了固定生长法稳定广谱的长处，但工艺流程较复杂。

本造纸废水中的主要污染物质是溶于水中的有机物质，因此，采用生物处理法是适宜的。实践表明，生物处理法是一种运行稳定且成本较低的去污水中有机物质的主流方法之一。

(1) 现行废水处理工艺流程

AA 原纸业有限公司的现行废水处理工程，采用纤维回收→沉淀→调节→水解→生物处理的基本工艺流程。该处理工艺沉淀部分的前端设有加药装置与絮凝反应池，可通过加药的混凝作用来去除污染物（如图 3-1 所示）。

(2) 废水深度净化工艺流程

为了提高出水水质，减少排污量，汤原纸业有限公司准备在现有工艺流程的基础上，增加强化型生物处理工艺。经过对比研究，认为对于难生物降解物质较多的造纸废水，采用近年来开发的复合生物好氧处理技术比较适宜。该技术针对各种新型好氧生物处理法都表现出显著的优点和明显的缺点，将生物处理工艺作成复合式，该工艺集中了悬浮生长法效率高的特点，发挥了固定生长法稳定广谱的长处。

该工艺流程以原有处理工艺为基本工艺，对现有处理系统进行改造（调节池内增设微氧曝气装置，水解酸化池内增加生物填料），同时增加复合生物处理系统，污泥浓缩与脱水系统，污泥综合利用系统等。图 3-2 列出了废水深度净化工艺流程。

2、中水回用净化工艺流程确定

中水回用处理工艺的选择与回用要求直接相关，根据本工程的回用标准，经过试验对比研究和实际工程运行情况考察，采用不人们实践了生物膜法、化学氧化法、膜分离法、吸附法等，其中经济运行和稳定运行是控制因素，直接影响到回用水的生产和再利用。为此，采用多方法结合的经济工艺受到了重视。通常人们采用生物处理法来继续降

低废水中有机物含量，采用化学或吸附进行废水的深度处理，采用膜分离技术获得良好的水质。根据试验结果，本中水回用工程采用曝气生物滤池→气浮→氧化调节→水解→生物处理的基本工艺流程。该处理如下的工艺流程（图 3-3）。

本中水回用工程中采用了化学处理工艺，主要是通过氧化剂的投加来去除色度，具有运行灵活性大、适应范围广、工艺简单和运行稳定的特点，常被用来做废水的后续深度处理。但是采用化学处理工艺时，如果投药量较大则运行成本较高。

气浮处理与砂过滤是常用的废水处理工艺，具有设备简单、运行方便、技术成熟、应用广泛的特点。因此，在本中水处理工程的后端采用了气浮与砂滤工艺，使出水进一步净化。

在上述系列处理过程中，色度已经被大部分去除，但仍略带颜色，因此，本中水回用工程中采用投加氧化剂的去除色度物质，使净化水清澈透明。

三、处理效果与技术参数

1、处理效果

表 3-1 中列出了废水处理与回用工艺各处理单元的主要污染物指标（以 COD 为例）的处理效果。

2、主要技术参数确定

本废水处理工程的成功建设和良好运行，不仅取决于采用先进的工艺流程，科学合理的工程方案，结构优化的设施结构，而且取决于选择可靠的技术参数。为此，在大量试验研究和工程实践的基础上，确定了本工程中主要单元工艺的设计参数，其主要设计数据如下：

- 水解酸化工艺参数

水解酸化过程在高浓度难降解有机废水生物处理中的作用是非常显著和有效的，设计良好的反应器中的生物量增长较快，不易流失，对有机负荷的变化适应性较强，水解酸化作用可以将不溶性大分子、难降解有机物分解为水溶性的小分子有机物，有利于后续好氧生物处理设施的进一步净化。

试验结果表明，在水解酸化反应器运行较好的阶段，能承受较高的有机负荷（最高容积负荷达 $18.5\text{KgCOD}/\text{m}^3\text{d}$ ），但这时需要严格的管理，稳定性也较差。从多数试验结果看，在常温的条件下，COD 去除率在 $8\sim 15\%$ 之间时，不仅运行稳定，可以抗较大的冲击负荷，而且运行管理容易，此时的 BOD_5/COD 值可提高 $6\sim 12\%$ ，因此，在本设计中采用 COD 去除率为 10% 是适宜的。

试验结果还表明，HRT 对造纸废水的水解酸化效果有较大的影响。对本废水水质而言，HRT 低于 6h 时，水解酸化作用明显减弱；HRT 高于 20h 时，水解酸化作用效果变化不明显。所以，综合考虑处理效果、运行稳定性和经济因素后，本工程水解酸化 HRT 采用 9h 。

本工程的水解酸化反应器是在原有水解池的基础上改造而成，加入了生物填料，改变了流态，增大了生物与污染物的接触机会，强化了处理效果。

- 复合好氧处理工艺参数

根据大量的试验数据和近年来的废水处理工程实践结果，结合国内外最新的研究动态，以及综合考虑工厂生产废水的水质水量情况、废水处理工程建设场地条件和实际应用的技术经济可行性，在废水深度处理工程中，水解酸化预处理后端采用了复合式好氧生物处理工艺来处理。该复合式好氧生物反应器（专利技术）集悬浮微生物和固定微生物相结合，二沉池与污泥回流系统为一体。该复合式反应器处理效果稳定、便于运行管理。

对复合生物反应器的有机物去除效能与影响因素研究结果表明：复合生物反应器对难降解废水具有较高的去除效率，当反应器的有机负荷为 $0.14\sim 0.45\text{kgCOD}/(\text{kgMLSS d})$ 时，COD 和 BOD 去除效率均在 65% 以上，试验结果还表明，本复合式好氧反应器具有较高的抗冲击负荷能力。结合上述研究结果和工程实践数据，本废水处理工程的有机负荷采用 $0.3\text{kgCOD}/(\text{kgMLSS d})$ ，MLSS 选取 3000mg/L ，考虑到经济运行的因素，本工程采用 40% 的 COD 去除率。

- 曝气生物滤池工艺参数

在中水回用处理系统中采用了曝气生物滤池（BAF）工艺，其特点是：以生物膜为主进行污染物质净化，对难降解污染物去除效率高；为了

减少反冲洗次数和降低用水量，简化操作过程，本工程中的 BAF 采用了上流式和下流式相结合的双向流 BAF（专利技术）。该工艺固液分离效果好，占地面积小，结构紧凑，节省投资，与前段其他处理设施具有较好的协调一致性。

在现场试验中，当反应器的容积负荷为 $1.5\sim 1.8\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \text{滤料 d})$ 时，COD 和 BOD_5 去除效率均在 50% 以上，为此，考虑到实际工程的不可预见因素，本工程采用 $1.5\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \text{滤料 d})$ ，并采用 40% 的 COD 去除率。

四、污泥处理与处置方案研究

1、污泥处理流程的选择

在废水处理过程中，要产生一定量的污泥（主要是剩余污泥活性污泥和化学絮凝污泥），其污泥含水率高达 99% 以上，这样的污泥难以运输和综合利用，并且易于产生二次污染。因此，对污泥进行减少体积和提高污泥固体含量的处理是必要的。

污泥处理与处置宜采用技术成熟、耗能低的工艺方案。从实践结果看，常用的污泥处理与处置工艺方案有如下两种：

A、污泥浓缩——→厌氧消化——→机械脱水——→外运处置

B、污泥浓缩——→机械脱水——→外运处置

上述两种污泥处理工艺的主要区别在于污泥浓缩后是否经过厌氧消化再进行脱水处理。设置污泥消化的作用一方面能增强污泥的稳定

性，减少污泥体积 50%左右，减少运输压力；另一方面污泥消化后产生的沼气可以回收利用。结合本废水处理工程的特点，在废水处理中应用了浓缩和脱水的工艺，脱水污泥进行综合利用。

2、污泥处理工艺研究

(1) 污泥浓缩

污泥浓缩可以采用重力浓缩池进行浓缩和机械浓缩两种方式。重力浓缩池占地面积较大，但运行成本低；机械浓缩效率较高，设备紧凑，但需要投加化学药剂。根据本废水处理工程的特点，采用重力浓缩的方式是适宜的。

(2) 污泥脱水

根据本工程的污泥产量和建设条件，采用机械脱水方式是合理的。现在运行比较好的污泥机械脱水机有带式压滤机和离心脱水机，两者污泥脱水效果都比较理想，且运行成本相当，但离心式污泥脱水机的卫生条件较好，带式污泥压滤机的维修方便。综合考虑各种因素，在本废水处理工程中采用带式污泥压滤机是适宜的。

(3) 污泥最终处置

脱水后的污泥可采用卫生填埋、堆肥等处置方式，也可用于生产有机肥、建筑陶粒或低热值燃料。根据工厂有大量的稻草碎末，可以与污泥一起生产低热值燃料，做到综合利用的情况，本工程采用生产低热值燃料的方式综合利用污泥。本试验已经成功，正在进行放大试验。

第四章 厂址选择与自然环境

一、厂址选择

汤原县位于黑龙江省东北部（东经 130°，北纬 46°30′），AA 原纸业公司位于汤原县城的西部，该公司现有的废水处理工程建在汤原纸业公司的厂区西南处。该场地地形规整，地势平坦，紧邻汤旺河，地面海拔标高为 95.0m 左右。该场地周围均为工厂的原料用地，比较空旷，距离人口稠密区较远，适宜合理布设废水处理工程设施。

综合考虑现有废水处理工程的位置、建设场地条件、便于管理等因素，选择在现有废水处理工程场地建设废水深度净化工程和中水回用工程是适宜的（见图 4-1）。

该建设地比较规整，交通方便，具有以下的特点：

- 该区域进行废水处理与中水回用工程建设时无拆迁工程，厂区整理工程量和工程难度均较小；
- 该场地交通比较便利，供水、供电、供汽方便，离人员稠密区域相对较远，对周围环境影响小；
- 地形便于按废水处理工艺流程进行顺序布置；
- 处理水的排放距离较近，回用水距用水点较近，污泥处理与利用场地宽阔、原料供应方便。

二、自然条件

1、气象资料

汤原县属寒温带，大陆性季风气候。其气候特点是四季分明，光、热、水资源比较丰富。冬季比较寒冷，夏季高温多湿，春季干燥多风；气温上升较快，昼夜温差较大，秋季降温迅速。

A、气温

年平均气温 2.9℃，最高气温 35.4℃，最低气温-41.1℃，最高月份气温 27.4℃，最低月份气温-25.6℃，全年无霜期多在 100~140 天之间。

B、降水情况

平均降水量为 535.3mm，一日最大降水量为 88.5mm，一小时最大降水量为 56.7mm。降水表现出明显的季风性特征，夏季受东南季风的影响，降水充沛，占全年降水量的 60%左右；冬季在干冷西北风控制下，全年降水量在 4%左右；春季和秋季降水量分别占全年降水量的 13%和 23%左右。一月份降水最少，七月份最多。

C、风向风速

该地区风速与风向都表现出明显的季节性变化，有明显的季风性特征。年平均风速大部分地区在 3~4m/s。一年之中春季风速最大，平均风速达 3~5m/s；夏季风速则最小，七月份风速仅为 2~4m/s；冬季平均风速略大于秋季。全年大风日数绝大部分地区在 20 天以上，全年主导风向为西南风。

D、湿度与气压

年平均绝对湿度一般在 5.5~8.4 毫巴之间，夏季绝对湿度最大值在 13~18 毫巴之间，冬季最小值在 0.5~5 毫巴之间，秋季 4~7 毫巴，春季 3~5 毫巴。夏季相对湿度出现最大值，一般在 70% 以上。

冬季平均气压为 98.06Kpa，夏季平均气压为 95.89Kpa。

E、冻土积雪

最大冻土深度 220cm，最大积雪厚度 48cm。

2、工程地质

废水处理建设场地所在区域，地址结构稳定，属于抗震有利地段。建场地内局部地段饱和砂土、粉土有发生地震液化的可能，考虑到工程性质，故一般建筑物的基础可不考虑地基土振动液化的可能，但考虑振动性基础下的饱和砂土、粉土的振动液化危害。

建场地内地下水及地基中的酸根离子对砼构件及钢结构物均具有中强腐蚀性，建议采取三级防护措施。建场地内粘土均已构成弱膨胀粘土，但因其深埋已接近或已位于水位以下，故一般建筑物可不考虑其膨胀性影响。建场地内各土层承载能力值均能满足各建筑物的要求。其承载能力值见表 4-1。

3、水文情况

AA 原纸业有效公司的废水排入厂区西南的汤旺河，汤旺河在距厂区 10 公里的位置汇入松花江。

汤旺河一年之内水量的变化较大，夏季洪峰高、流量大，径流量可达 $7200\text{m}^3/\text{s}$ ；枯水季节河水的径流量较小（ $35\text{m}^3/\text{s}$ ），年平均径流量为 $160\text{m}^3/\text{s}$ 。汤旺河的年际变化与降水量分布特征基本相似，主要集中在六至九月份。

4、地震烈度

根据《中国地震烈度区划图(1992)》的划分，建设地的地震基本烈度为6度。

第五章 废水处理工艺方案设计

一、工程总体布置

1、工程方案与工程内容

本废水深度处理工程采用水解酸化——好氧生物处理为主的工艺流程；中水回用工程采用生物膜——气浮——氧化——过滤的工艺流程。其相应的工程方案注重其工艺技术的先进性、运行操作的可靠性和运行的经济性。

本综合废水处理工程内容包括：预处理系统、好氧处理系统、污泥处理系统等几大部分。

2、工程平面布局

本工程的布设原则是：

- 在布设时即考虑工艺流程上的合理连接，同时也要考虑废水处理工程与其他部门交通上的方便。

- 对噪声较大和易产生气味的设施布设在离人群活动较远，而离用户较近的地方。
- 考虑到工厂的远期发展，留出一定的预留地。

本工程的平面布置见图 5-1。

3、工程高程布置

(1) 水位高程设计

从本建设场地的地形地势情况可知，其地形较为规整，地面较为平坦，而汤旺河在丰水季节水位较高，因此，对氧化塘的水位应控制在可以顺利外排标高，以实现处理水的常年自流外排。

根据工艺流程顺序，本工程采用一次提升，主要靠重力流进行工艺连接的过水方式。本废水处理工程的进水水位标高为 91.00m，外排水出口水位标高为 92.80m。

(2) 地面高程设计

根据废水处理工程建设场地现有的地面高程情况，为了合理地布设处理设施、减少土方量和便于运行管理，本废水处理工程采用统一的地面高程，设计地面绝对标高为 94.00m。

4、工程区域道路布置

本废水处理与中水回用工程建设区域内形成较完善的道路网络体系，连接着该区域内的多个处理单元和附属设施，此外，本工程区域外的道路已经形成，交通方便。

二、废水处理工程方案

1、设计总原则

- 不仅要注重采用先进的工艺技术，而且要充分结合实际情况，因地制宜地选择可行的工艺设计方案。使先进工艺具有可操作性和可实现性，进而发挥出最佳的技术性能。
- 采用高效的废水净化设备和设施，提高单元处理设备与设施的运行效果和效率，并注重操作的简便化和设备与设施的一体化程度。
- 便于进行处理设备的运行、维修和监控，操作管理方便，保证其常年安全运行，提高自动控制水平。
- 设计应考虑远近期结合的问题，留有提高处理效率的余地，以适应将来生产发展的需要和废水排放标准严格化的要求。

2、废水深度处理系统

(1) 微滤与沉淀

由于本工程废水是来自生产工段，废水中的纤维较多，而其他杂物较少，为此，在整个处理系统前设置微滤格网，以进行废水中纤维类的回收。该微滤网设在两侧，上部设有刮纤维机。刮出的纤维进入链条式刮纤维机，沿斜面将纤维刮至纤维收集器。

去除纤维的废水自流到初次沉淀池，沉淀池内设有刮泥机，刮泥机将污泥刮至污泥斗内，然后由污泥泵将其输送到污泥浓缩池。

微滤沉淀间的主要设计参数为：

- 沉淀池表面负荷： $4.4\text{m}^3 / \text{m}^2\cdot\text{h}$
 - 水力停留时间： 1.0h
 - 沉淀区长： 24m， 宽： 12m
- 有效水深： 4.5m

(2) 调节池

本调节池采用空气搅拌的方式进行水质均合、采用变容积的方式进行水量调节，可以为回流的剩余污泥提供吸附污染物条件。该池分两部分，一部分在综合处理间下，一部分在水解酸化池下。

本工程将在综合处理间下的调节池内加装微氧曝气器，起到防沉淀、微氧控制的作用。在该池内设有提升泵和加药间。提升装置采用潜污泵，加药池设搅拌装置。

废水先进入综合处理间下的调节池，然后自流入水解酸化池下的调节池，然后用提升泵送入水解酸化池。

(3) 水解酸化池

本水解酸化池采用长方形，钢筋混凝土结构。在本次改造中增设固定式纤维填料，加大生物量，强化水解酸化效果（见图 5-2）。

水解酸化池的主要设计参数为：

- 水力停留时间： 9h
- 沉淀区长： 24m， 宽： 20m

- 有效水深： 6.0m
- 数量： 4 座（新增 2 座）

(4) 复合生物处理池

本生物处理池为新型二元复合式，该池集活性污泥处理系统和生物膜处理系统为一体。悬浮性活性污泥区设于生物处理池的两端，采用可变微孔曝气器曝气。生物膜污泥区设在池的中间，内装球形填料，底部设曝气器。池的中间还设有污泥沉淀区和污泥回流装置。图 5-3 为复合式生物池的平面图。

复合式生物池的出水一部分自流到中水回用系统；一部分流入氧化塘（稳定塘）。复合式生物池的主要设计参数为：

- 容积负荷： $0.91\text{kgCOD} / \text{m}^3.\text{d}$
- 污泥负荷： $0.30\text{kgCOD} / \text{kgMLSS}.\text{d}$
- 有效水深： 5.2m
- DO 值： 2-3mg / L
- MLSS： 3000mg / L
- 二沉池： HRT=2h

(5) 曝气塘部分

利用现有氧化塘改造，塘底采用粘土防渗，上面用砣做底面层，塘内装有悬挂式曝气器。均采用鼓风机供气。此外，为了有效的利用氧化

塘，要在氧化塘的中间加设隔墙，并对堤坝进行修整。使塘的水深达到 5m，在塘出水端设有灰渣过滤沟。

3、中水回用处理系统

(1) 曝气生物滤池

在中水回用处理系统中采用了双向流曝气生物滤池工艺，该滤池内的生物膜可对污染物质，特别是难降解污染物进行有效的净化；同时可减少反冲洗次数和降低用水量，简化操作过程。该工艺固液分离效果好，占地面积小，结构紧凑，节省投资，与前段其他处理设施具有较好的协调一致性。该滤池采用气水联合反冲洗。

双向流曝气生物滤池的主要设计参数为：

- 容积负荷：1.5kgCOD/（m³ 滤料 d）
- 滤料体积：2300m³
- 滤池尺寸：15m×27m×6m
- 滤池数量：2 座

(2) 气浮池

这部分的主要作用是去除水中悬浮物，进一步降低 COD 和 BOD，使非溶解性污染物得以最大程度的去除。在絮凝气浮中投加有机高分子药剂，能使其处理效果大幅度提高。

该气浮池可以有效地去除水中的悬浮物，使浊度大大降低。同时可去除 COD、油类、异味等。为确保良好的混凝效果，药剂必须经混合器充分混合，混合器采用最型椭圆螺旋多向混合器，可节约混合时间，药剂与水充分混合后进入反应池，使水中悬浮物及胶体脱稳而凝聚，将水中粗分散物质胶体污染物和水中少量真溶液杂质去除。

气浮采用部分回流式高压溶气气浮，使溶气压力高达 0.45-0.55Mpa，其关键部件采用自动调节式释气器，其特点是气泡粒径小，释放均匀、放置旋转布气不堵塞，并辅以自动控制强力吹堵装置，解决了以往气浮工艺不能稳定长期运行的弊病。

气浮池的主要设计参数是：

- 溶气形式：部分溶气
- 回流比：35~40%
- 数量： 4 座
- 尺寸： D=6m

(3) 化学反应系统

化学反应系统处理的污染物质包括不可生化物质与难降解物质，以及前述工艺处理后的剩余有机物质，对色度有良好的去除效果。

化学反应选择加次氯酸钠，化学反应系统包括储药罐、药物投加、混合搅拌装置、旋流反应池。来水经投药后从中心管施流进入反应池中。

水流以切线方向旋流下降，最后进入反应区旋流上升完成反应过程。

出水进入沉淀池。投药量，反应过程，液位控制均采用自动控制系统。

本化学反应系统的主要设计参数是：

- 管道静态混合器：2套
- 反应时间：30min
- 尺寸：9m×9m×4m

(4) 砂滤池

它是一种比较常用的过滤设备。在滤前进行微絮凝可以大限度地提高该设备的处理效率，不仅可以去除SS，而且可以去除COD、油等，该过滤器能使出水混浊度 $\leq 10\text{mg/L}$ 。

砂滤池的主要设计参数为：

- 滤速：8m
- 滤料体积：60m³
- 滤池尺寸：D=4m H=4m
- 数量：4座

4、污泥处理系统

(1) 污泥浓缩池

各处理单元排出污泥总量是60~70m³，均进入污泥池，然后自流或泵入污泥浓缩池。污泥浓缩池对剩余污泥，化学污泥进行浓缩，使含水

率降至 96% 以下。浓缩后的污泥进入带式压滤机压滤，压后泥饼外运进行综合利用。

污泥浓缩池的主要设计参数为：

- 水力停留时间：12h
- 数量：2 座
- 尺寸：4×4×4.5

(2) 污泥脱水机

本工程采用带式压滤脱水机进行污泥脱水。为了有效地进行污泥脱水处理，需要向浓缩后的污泥中投加聚丙烯酰胺等絮凝剂。

污泥脱水设备为：脱水机成套设备，加药成套设备。污泥脱水机的设备参数如下：

- 带式压滤脱水机：2 套
- 带宽：2m
- 带速：0.8-8m/min
- 处理能力：10-15m³/h

三、辅助工程设计

1、综合处理间

本综合处理间包括微滤、沉淀、调节、污泥脱水、加药、配电等生产用房，也包括值班、化验、卫生、药品库等用房，该处理间已建

成使用，本工程进行部分改造。综合处理间的平面尺寸为 24m×24m。总建筑面积为 576m²。

(2) 鼓风机房

鼓风机房（现有）采用单独设置形式。根据本工程的用气情况，采用罗茨鼓风机。本房间内设有值班室、配电室。本鼓风机房的平面尺寸为 15m×9m，建筑面积为 135m²。

(3) 控制操作间

本控制间（新建）内设有中心监控室、化验室、办公室、值班室，设备间（气浮池系统、化学氧化系统、加药系统）等，平面尺寸为 30m×15m，总建筑面积为 450m²。

(4) 滤池操作间

本滤池操作间（新建）主要用于滤池的控制。平面尺寸为 6m×15m，总建筑面积为 90m²。

第六章 建筑与结构工程

一、建筑工程

1、建筑概况

AA 原纸业有效公司废水深度处理与中水回用工程的总占地面积为 11520m²（不包括氧化塘）；总建筑面积为 1251m²（其中新建 540m²）；总构筑物体积为 62304m³（其中新建 48672m²）。

2、总平面布置

根据建设场地的实际情况和环境要求，按工艺流程将建筑物依次布置，适当地配置绿化、小品等设施，以形成优美的环境；生产区平面布置保证工艺流程通畅合理，有良好操作空间。同时采取紧凑的布置方式。

3、单体建筑

- 单体建筑造型立求新颖、别致，具有现代感；色彩选择以白色为主，与水质净化功能相符。适当配以鲜艳的红色墙面或蓝色墙面，加以玻璃点缀，给人以清新之感。
- 除办公室、化验室、走廊、卫生间等采用瓷砖地面外，其它均为水泥砂浆地面。
- 部分屋面采用水泥珍珠岩保温层（根据要求），采用三毡四油防水层；内墙为混合砂浆抹面后刷大白二道；外墙为水泥砂浆抹面后刷建筑涂料，办公区的主入口采用铝合金门，其余为塑钢门窗。

二、结构设计

1、构筑物

本工程土建部分结构较为复杂，结构形式多种多样，各种水池均采用现浇砼梁板柱结构，顶板、底板采用一般的普通梁板体系。根据工艺要求本部分砼土均采用抗渗、耐腐蚀砼。

2、建筑物

一般小型用房采用普通砖实混合结构，对于几个较大跨度的车间，采用排架体系，屋面采用保温与承重体系为一体的拱板结构。

3、基础处理

本工程所处的位置地势变化不大，地基土构成不复杂，因此，针对不同的结构型式采用不同的地基基础，对于小型用房采用天然地基，其它为桩基或经过处理的天然地基。

三、主要建(构)筑物

本废水深度处理与中水回用工程新增加的主要建筑物和构筑物如表6-1所示。

第七章 公用工程方案

一、供电与自控

1、概述

- 本工程总装机容量 994KW,其中正常工作容量 593KW (其中中水回用系统 130.3KW),整个工程计算负荷:有功功率 478KW,无功功率 385KVAR,补偿容量 162KVAR,视在功率 542KVA。

- 工厂现供电能力可满足项目需要。

2、供电工程

本工程供电电源引自厂区变电所。

本工程无功功率采用在变电所集中补偿方式，补偿后功率因素可达 0.9 以上。

3、照明工程

本工程各车间照明均选防水尘灯，控制室、值班室、化验室及办公室选日光灯。

4、电力工程

本工程各车间配电方式采用放射式，单台设备容量大于 15KW 的用电设备均采电降压启动方式，小于 15KW 的经动力配电箱直接配电。

本工程各车间配电设备均集中设置在车间控制内，现场设有手动启动按钮。

5、通讯工程

为便于生产管理，本工程各车间控制室均装设电话一部，办公室、化验室各装设电话一部。本工程电话线路引自厂电话总机。

6、防雷和接地

(1) 防雷

本废水处理工程的建（构）筑物高度较低（不超过地面 6m），根据现行国家规范《建筑物防雷设计规范》中的规定，年预计雷击次数小于 0.6d/a 的建筑区可不装设防雷装置。

(2) 接地

本工程的电源接地方式为 TN-S。各建筑物接地装置的接地级采用自然接地体或人工接地体构成。变电所接地装置的工频接地电阻不大于 4 欧姆，其他车间为 10 欧姆。所有电力设备的外露可导电部分均应可靠接地。

7、自动控制测量仪

(1) 控制内容

为了保证生产过程的顺利进行，方便管理，本工程中的主要处理设施设置水位显示、水位控制、声光报警等检测和控制仪表。鼓风机、污泥脱水机、刮吸泥机等主要机械设置自动控制装置。

(2) 仪表选型

由于本工程为污水处理工程，工作环境较差，所选变送器均选国内外先进和优质产品，以满足工艺要求。

对于主要设备自身配备 PLC 装置。

(3) 控制方式

本工程各车间均设有控制室，控制室设有仪表盘，仪表盘上安装有该车间生产过程中各重要参数的指示、纪录、计算、报警、调节仪表。车间内所有设备均可在控制室集中进行自动或手动控制，在工作现场还设有手动操作装置以便于现场操作。

二、供水工程

本废水处理工程的最大用新鲜水量为 8.3T/h，工厂采用自备水源供水，其供应能力可以满足要求。

三、供热工程

1、概述

本工程用热为建筑物采暖用热，最不利情况下总用汽量为总用热量 $Q=10$ 万大卡 / 时，工厂现有供热能力可以满足本工程要求。

2、采暖设计

- 按废水处理工艺要求综合处理间及和中心控制室做采暖设计。
- 中心控制室及各车间的值班室、变配电间温度按 18°C 设计，其他车间按 $10-14^{\circ}\text{C}$ 设计。
- 本工程的采暖热媒为 $90-70^{\circ}\text{C}$ 热水。利用工厂提供的 2 表压蒸汽，经设置在换热站（综合处理间内）内的换热器置换成 $90-70^{\circ}\text{C}$ 热水。

3、室外供热管网

本室外供热管网采用直埋敷设，管材为热轧无缝钢保温管，最大管径为 DN100mm。

第八章 法律法规篇

一、防火设计专篇

1、设计依据与内容

(1) 设计依据

- 《建筑设计防火规范》(GBJ16-87);
- 《建筑防雷设计规范》(GBJ57-83);
- 《建筑灭火器配置设计规范》(GBJ140-90);
- 《制浆造纸厂设计规范》(QBJ01-83);
- 建设单位提供的建筑设计任务书。

(2) 设计内容

在本废水深度处理与中水回用工程区域内建设的主要建筑物及构筑物有：综合处理间、鼓风机房、水解酸化池、复合生物处理池、控制操作间等。纸业公司座落于汤原县县城西部，距县城中心 3 公里，可供利用的消防条件较好，工程建成后消防可以以县城消防力量为主，以自防为辅。

2、总平面布置

(1) 根据建设场地实地情况，按工艺流程将生产性建筑物、构筑物依次布置；将试验、化验、值班、中心控制室等辅助建筑物集中布置。建筑物、构筑物周围适当配置绿化。

(2) 本建设区设有两个出入口，均与与厂内主要干道相通，在建筑物四周设环形道路以提高火灾发生时灭火有效面积，并保证消防车辆顺利通行。

(3) 建设区内道路形成网络，可作为消防车道。在任何情况下，消防车可到达现场。建设区内的主道路宽度均为 9 米，沥青路面。

(4) 本工程中废水深度处理系统和回用系统的生产类别为丁类，最低耐火等级为二级。

车间平面布置除满足工艺要求外，同时考虑疏散通道，安全出口和楼梯形式、数量、位置、宽度、疏散距离等符合安全防火要求。

2、消防设施与消防机构

AA 原纸业公司按国家规定，建设了完善的消防系统，并建立了防火机构和设施，形成了全厂消防网。工厂配备了消防车、消防井、消火栓、灭火器、干粉车、水龙带等，并且通过了国家有关部门的验收。

工厂设有专职消防人员，专门负责消防知识的宣传，消防制度的监督及消防器具的管理与使用。

3、单体建筑物、构筑物

本废水处理工程包括：鼓风机房、综合处理间、初沉调节池、水解酸化池、生物处理池等单体。本工程为丁类，其结构主要承受构件的耐火性能均采用非燃烧体。建筑物主要构件的耐火性能及等级见表 8-1。

4、消防给水

本建设区内原为原料库，室外建设了独立的消防给水系统（专用消防给水系统）。因此，本工程不必新建消防给水系统。

5、电气防火

本废水处理工程所有重要的电力设备均可在控制中心直接控制并显示其工作状态，现场的一些主要工作参数也可以在控制中心适时进行显示。

本工程在变配电室及中心控制间内设有应急照明，走廊及疏散楼梯间设有疏散指示，间距不大于 15 米。所有应急照明、疏散指示灯具有自带蓄电池，停电后的连续供电时间不少于 20 分钟。

所有电力设备及电力设备的传动装置、变压器及配电屏、控制屏的框架均设接地保护。距变配电室较远的车间供电电源进户前做重复接地。

二、劳动安全卫生专篇

1、设计依据

- 《国务院关于加强防尘防毒工作的决定》，国务院；
- 《工业企业建设项目卫生评价规范》，卫生部；
- 《工业企业设计卫生标准》，TJ36-79；
- 《关于生产性建设工程项目职业安全监督的暂行规定》；
- 《工业企业厂界噪声标准》，GB12348-90；
- 《恶臭污染物排放标准》，GB14554—93。
- 其它有关标准、规范。

2、工程概况

本工程为废水深度净化与中水回用工程，日处理规模分别为 30000 立方米和 10000 立方米。

在本废水处理工程区域内建设的主要建筑物及构筑物有：综合处理间、鼓风机房、水解酸化池、初沉调节池、控制操作间等。

3、建筑及场地布置

本废水处理工程位于主厂区的西南部。该地现为空旷，紧邻汤旺河，远离居民稠密区，有利于有害气体的扩散。

4、有害因素来源与分析

(1) 有害因素

本废水处理工程是一种净化废水、消除水体污染的环境保护工程，但在废水处理的过程中也要产生一些对人体健康不利的有害因素，主要有：废水和污泥气味、机械噪声、化学药剂和干污泥粉尘等。

(2)来源分析

● 气味

在废水处理和污泥处理过程中，要有少量的难闻气味逸出，主要来源有初沉调节池、水解酸化池、综合处理间内的污泥脱水间等。

● 噪声

本废水处理工程中有一定数量的机械转动设备，这些设备在运行过程中要产生噪声，主要来源有初沉调节池、泵房加药设施、综合处理间内的水泵间和鼓风机间等。

- 粉尘

为调整水质，有时需要向废水中投加一定量的磷盐、碱等化学药剂，这些药剂在搬运、调配过程中要产生少量的粉尘，其主要来源是加药间。

5、主要治理措施

- 气味处理

对含有异味的场所进行封闭处理，并采用副压抽吸的方式集气，然后集中净化处理后再排除。少量气味的地方设轴流风机进行机械通风；

- 噪声治理

A、本工程中噪声主要来自运转的水泵和鼓风机。对水泵噪声采取了地下设置（地下泵房）、水下设置（潜水泵）和可曲饶接头减振形式。

B、鼓风机是噪声比较大的运转设备，本设计采取独立基础、可曲饶接头减振连接和每台机器设隔声罩形式。同时，将值班室设置在远离噪声源的地方，采取双层结构的隔声措施，改善值班人员的工作环境。

- 粉尘控制

A、磷盐、碱等化学药剂（放置在加药间内）采用小袋包装，机械搅拌配制。操作时工人穿防护工作服，戴口罩和手套，房间内设轴流风机。

B、脱水后的污泥其含水率仍在 75~80%，要及时运走，不使其自然干化。

- 劳动保护与安全措施

为提高运行管理水平，改善操作环境和劳动卫生条件，有利于安全生产，本项目采用如下劳动保护措施：

A、本工程设计在工艺设备选型时，注重在生产操作中采取安全、省力、操作管理方便的设备和控制方式。如主要处理构筑物设有除渣、刮泥、刮沫设备，主要生产车间均设有电动起重设备，操作省力，使用方便等。

B、所有电气设备按国家有关电气设计接地保护规程的要求进行设计，高压设备接地保护，低压设备接零保护，以保证人身安全。

C、废水处理工程敞开的水池四周设置栏杆，厂区主要干道设置路灯，利于安全及生产。

D、其它

a.生产生活用水共用一条供水管，水质符合《生活饮用水卫生标准》。

b.各有人值班的处理间内均设有值班更衣室；中心控制间内设有更衣休息室。

c.使用工厂原有的职工浴室、食堂等。

6、劳动安全卫生机构设置及人员配备

本废水处理工程为工厂的一部分，劳动安全卫生的管理机构由总厂统一设置，本工程设劳动安全员 2 名，随时检查劳动安全和卫生情况。劳动安全设置和设备的维修、养护由本工程维修人员负责。本废水处理工程的管理人员要不定期检查劳动安全卫生情况，定期进行劳动安全和卫生方面的教育，组织参加工厂的有关安全卫生方面的讲座。

7、劳动安全卫生预评价的主要结论

本废水处理工程在建设和运行过程中，只要严格按国家的有关规定办，采取行之有效的保护措施，对环境的影响较小，对操作人员是安全和卫生的。

三、环境保护专篇

1、水污染控制

本废水处理工程是保护受纳水体环境的重要工程措施，废水经过处理后，污染物的数量已明显减少，优于现行的行业废水排放标准，为改善受纳水体环境将起到了重要作用。

处理后出水中所含污染物的浓度已大大降低，按废水处理工程投产后的规模计算，每年少排受纳水体的污染量为：

$COD \leq 10950T / a;$

$BOD_5 \leq 2190T / a;$

$SS \leq 11498T / a。$

2、固体废物处置

本工程排放的固体废物，主要有各处理阶段的剩余污泥和化学污泥，总量最大为 $40m^3 / d$ （含水率 96%），污泥采取浓缩和机械脱水后，用于制成低燃烧值燃料，即避免了二次污染，又实现废物再生利用。

3、废气处理

本废水处理工程所处位置远离居民稠密生活区，但为了改善生产条件及居民生活环境，采取空气净化装置对各处理阶段产生废气进行净化。气体净化装置设于综合处理车间内，以保护大气环境质量。

4、噪声控制

- 本工程噪声的主要来源是水泵和鼓风机在其运转过程中产生的机械噪声。因大型水泵采用潜水泵，故噪声较小。
- 鼓风机外设隔噪房，鼓风机采用消音减振措施。整个鼓风机房采用控制噪音结构。
- 在泵间、值班室，采取噪音综合控制措施，以减少噪音设备对周围环境的影响。

- 本工程考虑必要的绿化，通过绿化及四周围墙的砌筑，减少噪声对周围环境的污染，绿化面积符合《城市排水工程项目建设标准》的规定。

- 建设区域内的噪声应符合《工业企业噪声控制设计规范》（GB12348-90）中的II类标准。厂外噪声符合《城市区域环境噪声标准》。

5、地面绿化

为提高环境质量，在处理工程中利用空地布置一些绿化区，种植常绿树种、开花乔灌木、草皮及花卉等。绿化不仅具有美化环境的功能，而且具有防风降尘、稳定土壤、减弱噪声的功能。

四、节能设计专篇

1、概述

在世界性能源紧张的今天，节约能源受到了人们普遍而高度的重视，并为此作了大量的工作。此外，在生产能源过程中要产生污染，浪费能源和资源等于制造污染的道理，正在成为人们的共识。

在废水处理工程设施的运行费用中，能源消耗占全部运行费的60%以上，其中电能约占40%左右。因此，节约能源不仅可以大大地降低废水处理设施的运行费用，而且可以直接或间接地减少污染物的排放量。故本废水处理工程设计上应将节约能源作为重要内容来加以考虑。

2、节能措施

在整个综合废水处理工程运行中，电能消耗通常占全厂运行费用的50%以上，因此，本工程在整个设计上，将节能做为非常重要工作认真考虑，主要以下几个方面进行：

- 在保证污水在各构筑物之间能够顺利自流条件下，对各构筑物之间的水头损失，包括沿程损失，局部损失及构筑物本身水头损失进行精确计算，在水厂平面布置上力求紧凑减少管道长度，降低水头损失，减少能耗。

- 在整个工艺的高程布置上，力求提升泵站在比较经济的扬程范围内。对输往不同高度构筑物的液体，采用不同扬程的水泵输送。

- 鼓风机及其空气扩散系统，进行合理选择与搭配，使其在最优化装态下运行。

- 对国家公布的淘汰机电产品不采用；对国家推荐的优良产品优先选用；对国家未明确规定的产品，在进行质量和节能性能比较后采用。

- 对工艺需要在较高温度下运行的设备和设施，做好保温处理，最大限度地减少热量损失。

第九章 原材料供应及主要设备

一、原材料供应

本综合废水处理工程所用的消耗性材料，需要外购的主要为聚丙烯酰胺以及尿素、磷肥、碱等，此类材料货源充足，供应渠道通畅，可满足本工程需要。

二、主要设备

本综合废水处理工程中的主要设备详见表 9—1。

第十章 环境影响与工程招标

一、环境影响

1、施工建设期环境影响

● 施工扬尘的影响

工程施工期间，挖掘的泥土通常堆放在施工现场，直至构筑物施工及管道埋设完成，短则几个星期，长则数月。长期堆土裸露，旱干风吹，导致尘土飞扬，使大气中悬浮颗粒物含量骤增，严重影响市容和风景，给施工现场周围的生活环境带来不利影响。时逢雨季，由于雨水的冲刷以及车辆的碾压，使施工现场变得泥泞不堪，行人步履艰难。

● 施工噪音的影响

污水厂及施工期间的噪声主要来自建设时施工机械和建筑材料运输，车辆马达的轰鸣的喧闹声。特别是在夜间，施工的噪声将产生严重的扰民问题，影响邻近居民的工作和休息。因此尽量夜间停止施工，或进行严格控制，则噪声对周围环境的影响将大大减少。

● 生活垃圾的影响

工程施工时，施工区内施工人员食宿将会安排在施工现场。如果生活废弃物若没有作出妥善的处理及安排，则会严重影响施工区的卫生环境，导致工作人员的健康水平下降，尤其是在夏天，施工区的生活废弃物乱扔轻则导致蚊蝇滋生，重则致使施工区工人暴发流行疾病，严重影响工程施工进度，同时使附近的居民遭受蚊，蝇，臭气疾病的影响。

- 弃土的影响

施工期间将产生许多弃土，这些弃土在运输，处理过程中都可能对环境产生影响。

车辆装载过多导致沿程泥土散落；车辆沾满泥土导致运输公路不满泥土；晴天尘土飞扬，雨天路面泥泞，影响行人和车辆过往和环境质量。

弃土处理地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用，河流流畅。破坏自然，生态环境，影响城市文明形象和整洁。

弃土的运输需要大量的车辆，如在白天进行，必将影响本地区的交通，使路面交通变得更加拥挤。

2、缓解措施

- 减少扬尘

工程施工中沟槽开挖土方的堆放，在旱季致扬尘和机械扬尘导致尘土飞扬，影响附近居民和工厂。为了减少工程扬尘土对周围环境的影响，建设施工中遇到连续晴好天气又起风的情况，对弃土表面洒水处理，

防止扬尘，并要求按照弃土处理计划，及时运走弃土，并在将装运的过程中不要超载，风天应加盖苫布，确保沿途不洒落。车辆驶出工地前应将轮子的泥土出干净，防止沿程弃土满地，影响环境整洁，同时对工地门前的道路环境实行保洁制度，一旦有弃土、建材撒落应及时清扫。建筑建材堆放整洁，用蓬布覆盖。

- 施工噪声的控制

工程施工时，运输车辆、混凝土搅拌以及碾压机等施工设备造成施工的噪声。为了减少施工对周围居民的影响，工程在距民舍 200m 地区域内部允许在晚上十一时至次日上午六时内施工，同时应在施工设备和方法中加以考虑，尽量采用低噪音机械。对夜间一定要施工又要影响周围居民声环境的工地，应对施工机械采取降噪措施，同时也可以在地周围或居民集中地周围设立临时的声障之类的装置，以保证居民区的声环境质量。

- 施工现场废物处理

应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的生活废弃物；对施工人员加强教育，不随意乱丢弃物，保证工人工作生活环境卫生质量。

- 倡导文明施工

要求施工单位尽可能地减少施工过程中对周围居民、工厂、学校影响，提倡道文明施工，做到“爱民工程”，组织施工单位、街道及业主联席会议，及时解决施工中对环境影响问题。

- 视觉与景观影响及缓解措施

废水处理工程的建设可能对周围环境带来美学方面的一定影响，这需要有优美的建设设计和园林美化来克服。

二、工程招标

1、招标形式

设立评标领导小组，领导小组下设办公室，组织招标、答疑、开标等事，保证招标公开、公平。

设立评标专家组，按公布的评标办法和评标标准评标，保证项目招标的公正、择优。对重要的设备、材料等采购活动拟采用委托招标的形式。

施工、监理、设备材料及部分安装实行委托招标。

2、工程承包

根据本工程的组成，采用 3 个合同包进行招标：

土建施工包：包括所有土建工程。

设备、材料包：包括工艺设备、电气设备、仪表及自控系统、实验室分析仪器和主要材料的采购等。

设备安装包：负责废水处理工程的安装工程，包含部分设备采购、全厂工程安装、调试、试运行等。

一、企业组织工作制度

1、企业组织

该项目是在原厂基础上进行建设的，原厂已有较完善生产、经营管理机构，中段废水处理系统和回水回用系统可按正常需要配备生产工人，车间管理人员及技术人员，人员可以由内部调配和社会招聘。

2、工作制度

管理部门为常日班制，各工段均为三班制，24 小时连续工作，全年有效工作日数 330 天。

二、劳动定员

本工程新增人员 16 人，其中管理人员 2 人，技术人员 3 个，生产职工 11 人，见下面人员构成表 11-1。

表 11-1 人员构成表

三、人员培训

废水深度处理系统和回水回用系统设备复杂，生产安全性要求高，操作管理技术难度大，因此，需招收高中文化以上的工人，并在试车前，管理人员、工艺、设备、电气、仪表等工程必须到同类厂进行培训，经严格考核后，合格者方可上岗。

培训人员及时间，可根据具体情况考虑分批培训或一批培训，培训人员可控制在 10 人左右，培训时间以 2 个月以上为好，具体实施时间

可灵活掌握，但一定要在设备管道安装试车以前，完成培训计划，以便安排培训参加人员，一起参与安装及试车。

第十二章 建设进度

为了保证生产工程和环保工程的同步建设，解决水体污染加剧和缺水问题，应加紧实施本综合废水处理工程项目。计划 2006 年全部完成。

根据当地气候特点，为确保工程质量，施工安排在非冰冻季节进行，具体建设进度安排如下表 12-1。

第十三章 工程投资估算

一、编制说明

1、本估算编制内容为 AA 原纸业有限公司中水回用工程，工程设计规模为改造污水处理工程设计规模为 $30000\text{m}^3/\text{d}$ ，新建中水回用工程设计规模为 $10000\text{m}^3/\text{d}$ 。工程总投资为：4503.73 万元。

2、编制依据：工程量按我院编制的可研报告计算，定额采用省建委 2000 年颁发的《黑龙江省建筑工程概算定额》、《黑龙江省建设工程预算定额》、《全国统一市政工程预算定额黑龙江省估价表》、《全国统一安装工程预算定额黑龙江省估价表》及有关规定。

3、取费标准：采用 2000 年省建委颁发的《黑龙江省建筑安装工程费用定额》及有关文件。

4、设备价格采用中国建设工程造价管理协会颁发的《工程建设全国机电设备 2002 年价格汇编》并考虑了运杂费。部分设备价格为厂家询价加运杂费。

二、资金来源

本项目建设投资为 4503.73 万元，其中企业自筹 3503.73 万元，申请国家专项资金 1000.00 万元。

三、投资估算表

本废水深度处理工程按日处理废水 30000 立方米规模计算，中水回用工程估算按日处理废水 10000 立方米规模计算。工程总投资估算价值为 4503.73 万元（详见表 13-1）。

第十四章 经济评价

一、工程概况

汤原纸业有限公司中水回用工程，新建回用水工程设计规模为：1.00 万 m³/d。新建回用水工程总投资为：2503.73 万元。本次经济评价计算内容仅为新建回用水工程，污水处理改造工程所造成的成本增加由公司负责，不在本经济评价范围之内。

二、基本数据

1、固定资产投资构成

固定资产投资构成详见投资估算表。

2、资金来源

本项目建设资金由申请国家专项资金、县财政借款及企业自筹解决。

3、实施进度及计算期

本项目拟二年建成，第三年开始投入生产，生产期按 20 年计算，整个计算期为 22 年。

4、流动资金来源及分年使用计划

流动资金周转天数按 90 天计算。

流动资金总额=（年经营成本 ÷360）×流动资金周转天数=47.26 万元

企业自有流动资金率为 30%，自有流动资金总额为：14.18 万元，银行贷款为：33.08 万元，年利率为：5.85%，在投产第一年投入使用。

5、企业定员及工资总额

企业定员为 16 人，人均年工资及职工福利费按 7200.00 元计，年工资总额为 11.52 万元。

三、财务评价

1、生产成本估算

生产成本估算详见附表。

成本估算说明如下：

(1) 固定资产折旧费按综合折旧率：4.4%计取。

(2) 修理费按：2.2%计取。

(3) 检修维护费按：0.5%计取。

(4) 无形及第延资产合计为：273.03 万元，按 10 年摊销，年摊销费为：27.30 万元。

2、运行收入

汤原纸业有限公司中水回用工程，新建回用水工程设计规模为：1.00 万/m³，综合确定中水收费价格为：1.40 元/m³，依此价格计算评价基本报表。

3、财务评价指标

各项财务评价指标计算详见附表，由基本报表计算出的财务评价指标如下：

所得税前财务内部收益率：8.17%

所得税前财务净现值（I=4%）：1077.53 万元

所得税前投资回收期：11.57 年

财务内部收益率：5.86%

财务净现值（I=4%）：456.29 万元

投资回收期：13.63 年

投资利润率：6.09%

投资利税率：8.31 %

通过以上评价指标可以看出,该项目财务内部收益率大于本行业基准收益率: 4.00%, 说明盈利能力满足了本行业最低要求, 当 $I=4.00\%$ 时, 财务净现值为: 456.29 万元, 大于零. 因此, 该项目在财务上是可以考虑接受的.

4、盈亏平衡分析

(以生产能力表示的) 盈亏平衡点 = $\frac{\text{年固定总成本}}{\text{年销售收入} - \text{年可变成本} - \text{年税金}} \times 100\% = 67.90\%$

计算结果表明, 该项目只要达到设计能力的 67.90% 时, 企业就可以保本。由此可见, 该项目盈亏平衡点比较低, 抗风险能力较强。

5、敏感性分析

该项目基本方案财务内部收益率为: 5.86%, 投资回收期为: 13.63 年 (包括建设期 2 年), 均满足本行业基准值的要求, 考虑到项目实施过程中的一些不确定因素的变化, 分别对销售收入, 固定资本投资, 经营成本等因素降低或提高 5%、10%、15%、20% 时的单独因素变化, 对全部投资财务内部收益率和投资回收期影响的敏感性分析。

敏感性分析详见附表。

四、结论

根据对该项目的技术经济分析表明, 该项目财务评价各项指标较好, 财务内部收益率为: 5.86%, 大于本行业基准收益率: 4.00%, 在折现率为: 4.00% 时, 财务净现值为: 456.29 万元, 投资回收期为: 13.63

年（包括建设期 2 年），不确定分析具有较强的抗风险能力。污水处理项目有较大的社会效益，特别是回用水处理工程能有利的节约水资源。建设该项目，将大大改善人民的生活条件，改善社会环境，改善投资环境，推动工业生产的发展及城市建设，因此该项目是可行的。

由于该项目费用与效益比较直观，不涉及进口平衡问题，财务评价的结果已能满足决策的需要，根据《关于建设项目经济评价工作的若干规定》第三条，不再进行国民经济评价。

第十五章 结 论

1、本项目的实施能改变汤原纸业有限公司公司废水排放现状，大大减少了污染物质的排放量，回收了水资源，改善了环境、取得可观的环境效益和社会效益。

2、本项目采用的工艺技术成熟、先进、可靠、经济合理，在众多的实际工程中得到了验证。

3、通过对原有废水处理工程的改造，提高了处理效率，降低了污染物浓度，提高了废水处理系统的稳定度，为减污排放和中水回用工程的实施奠定基础。

4、经济分析表明，本工程资金使用合理，具有较强的抗风险能力。通过中水回用实现了经济运行和良性循环。

因此，该项目无论从技术上、经济上都是可行的，其经济效益、社会效益、环保效益十分显著，该项目的实施是十分必要的。

附件

- 1、环境影响报告表的批复
- 2、建设项目选址意见书
- 3、扩建工程项目用地预审意见
- 4、资信证明书
- 5、企业自筹资金来源说明
- 6、公司贷款担保的决议
- 7、担保承诺
- 8、财政承诺
- 9、固定资产项目贷款意向书
- 10、企业法人营业执照
- 11、企业组织机构代码证
- 12、高新技术企业认定证书
- 13、审计报告