

北方地区CAST污水处理工程示例

BEIFANGDIQUACASTWUSHUICHULIGONGCHENGSHILI

 市政与环境工程设计系列丛书

崔海 贾学斌 洪军 常松 郭少昱 编著



哈尔滨工业大学出版社

市政与环境工程设计系列丛书

北方地区 CAST 污水处理工程示例

崔海 贾学斌 洪军 常松 郭少昱 编著

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

本书主要介绍了我国北方地区 CAST 污水处理工程的污水处理厂设计计算内容及设计细部的图纸表达。全书共分两部分:第 1 部分涉及污水处理的设计计算说明,主要为工程设计依据,污水处理厂设计(厂址选择、工艺流程选择、平面布局、高程设计、处理单体构筑物设计、总图设计),附属专业设计(建筑设计、结构设计、采暖设计、消防设计、环境保护设计、道路设计)等内容;第 2 部分是以附录形式出现的污水处理厂的主体工艺设计部分图纸,共约百余张,主要包括:污水处理厂的平面布置、水力高程布置、管道系统布置、粗格栅及提升泵房、格栅及沉砂池、CAST 生物反应池等主体工艺图。

本书可作为高等学校市政工程专业和环境工程专业的教学及毕业设计参考用书,同时也可供从事市政工程、环境工程工作的技术人员在设计、施工和运行管理中参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

北方地区 CAST 污水处理工程示例/崔海等编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015. 10
ISBN 978-7-5603-5554-2

I. ①北… II. ①崔… III. ①污水处理工程-案例-中国 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 181388 号

策划编辑 贾学斌
责任编辑 王桂芝 任莹莹
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 880mm×1230mm 1/16 印张 11.5 插页 5 字数 300 千字
版 次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-5554-2
定 价 35.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

近年来,由于人口增长和工农业的快速发展,水已成为 21 世纪最有争议的城市问题。随着城市规模的不断扩大和人口的增加,水环境污染成了一个重要问题,国家越来越重视城市基础设施、环境保护工程设施的建设及运行管理,“环境保护”已是我国的基本国策,是维持社会经济可持续发展的必要组成部分。对此,相关部门给予了高度重视,加大了对城市污水处理工程的投资力度,新建造的城市污水处理工程数量倍增,为我国城市污水处理事业迅速发展起到了推动作用。基于以上背景,为推进我国环境保护事业的进一步发展,我们将曾经设计的北方地区 CAST 污水处理厂的设计计算内容及部分主体工艺设计图纸撰写出来,以期为我国污水处理工程建设提供一点经验。

本书介绍的内容是北方地区某城市污水处理厂项目,目前该城市尚无污水处理厂,该市是以食品、建材、医药、化学工业和旅游为主的城市,随着经济的飞速发展,工业大量增加,人口快速增长,居民生活水平日益提高,污水的排放量也在不断增加,由于城市生活污水和工业废水未经处理直接排放在该城附近水体中,多个断面的水质已出现严重超标现象,如不尽快解决这一问题,将会严重影响市容,危害居民身体健康,制约经济发展。设计污水处理厂日处理能力为 $40\,000\text{ m}^3/\text{d}$,其中一期工程日处理能力为 $20\,000\text{ m}^3/\text{d}$,设计工程包括兴建污水处理厂一座(二级处理工艺采用间歇式活性污泥法,处理能力为 $20\,000\text{ m}^3/\text{d}$),铺设截流干管和污水管线,以及一座污水中途提升泵站。

参与本书撰写及修改的人员有哈尔滨西部地区开发建设有限责任公司崔海;黑龙江大学贾学斌,哈尔滨市市政工程设计院洪军、常松、郭少昱等。同时也要感谢在本书撰写过程中整理图表和格式编排的徐冬冬、高鑫鑫、戴小康、广一泽、任莹莹、张荣、王桂芝等大力支持和帮助。

值得说明的是,由于本书主要介绍主体工艺,不是全部的图纸,因此在选图时只筛选了主要内容的图纸,图示、图剖面难免会有不连贯的地方;又由于在当时的工程设计工程中有很多细节考虑不周,且后来部分变更图纸也未能及时收纳在整体的设计文件中,在后期整理时也未能全部收集,所以会有部分细节存在纰漏,敬请读者和相关专家给予批评指正。

作 者

2015 年 6 月

目 录

第1章 设计依据、规范和标准	1
1.1 设计依据	1
1.2 设计规范和标准	1
第2章 工程总体论证	4
2.1 工程规模和水质要求	4
2.1.1 本项目服务区排水量预测	4
2.1.2 工程设计规模	6
2.1.3 进厂水质及出厂水质要求	6
2.2 污水处理厂方案论证	7
2.2.1 污水处理厂位置确定	7
2.2.2 污水处理厂工艺处理方案	7
2.2.3 污水处理厂工艺处理方案比较	9
第3章 污水处理厂设计	13
3.1 污水处理厂厂址	13
3.2 工艺流程	13
3.3 污水处理厂平面布局	14
3.4 污水处理厂高程设计	14
3.4.1 污水处理厂水力高程设计	14
3.4.2 污水处理厂地面高程设计	15
3.5 处理单体设计流量	15
3.6 单体工艺设计	16
3.6.1 粗格栅间	16
3.6.2 污水提升泵房	16

3.6.3	细格栅间	17
3.6.4	旋流沉砂池	17
3.6.5	CAST 反应池	17
3.6.6	消毒接触池	18
3.6.7	二次提升泵房	19
3.6.8	鼓风机房	19
3.6.9	贮泥池	19
3.6.10	污泥浓缩脱水间	19
3.6.11	加氯间	20
3.6.12	加药间	20
3.6.13	厂区生活给水	21
3.7	总图设计	21
第 4 章	附属专业设计	22
4.1	建筑设计	22
4.1.1	设计依据	22
4.1.2	总平面设计	23
4.1.3	主要单体建筑物设计	23
4.1.4	装修情况、主要材料的使用	24
4.1.5	绿化美化设计及要点	24
4.2	结构设计	25
4.2.1	设计依据	25
4.2.2	地基处理	26
4.2.3	建(构)筑物结构方案	27
4.2.4	材料	29
4.2.5	抗震设计	30
4.2.6	结构构件标准图的应用	30
4.3	采暖设计	31
4.3.1	设计依据	31
4.3.2	设计范围	31
4.3.3	锅炉房	31

4.3.4	热网	31
4.3.5	通风	32
4.4	消防设计	32
4.4.1	设计依据	32
4.4.2	建筑消防设计	32
4.4.3	厂区消防设计	32
4.4.4	电气消防设计	33
4.5	环境保护设计	33
4.5.1	工程实施过程中的环境影响及对策	33
4.5.2	污水处理厂建成后产生的影响	34
4.5.3	处理措施	35
4.6	道路设计	36
4.6.1	设计依据及主要技术标准	36
4.6.2	道路工程	36
4.7	职业安全卫生	37
4.7.1	设计依据	37
4.7.2	生产过程中职业危害因素的分析	37
4.7.3	职业安全卫生设计中将采用的主要防范措施	38
4.8	节能	39
4.8.1	能耗	39
4.8.2	节能措施综述	39
附录	主体工艺设计部分示例图	41

第 1 章 设计依据、规范和标准

1.1 设计依据

- (1)《关于××市城市污水处理工程可行性报告的批复》(黑发改地区[2006]×××号);
- (2)《关于××市城市污水处理工程环境影响评价报告书的批复》(黑环评[2006]×××号);
- (3)《××市城市总体规划》(2000 ~ 2020 年);
- (4)工程地质勘测报告。

1.2 设计规范和标准

采用的主要规范和标准如下:

- (1)《室外给水设计规范》(GB 50013—2006);
- (2)《室外排水设计规范》(GB 50014—2006);
- (3)《建筑给水排水设计规范》(GBJ 50015—2002);
- (4)《给排水构筑物施工及验收规范》(GBJ 141—90);
- (5)《给水排水管道工程施工及验收规范》(GBJ 50268—97);

- (6)《城市排水工程规划规范》(GB 50318—2000);
- (7)《给水排水制图标准》(GB/T 50106—2001);
- (8)《泵站设计规范》(GB/T 50265—97);
- (9)《城市工程管线综合规划规范》(GB 50289—98);
- (10)《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002);
- (11)《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002);
- (12)《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001);
- (13)《总图制图标准》(GB/T 50103—2001);
- (14)《建筑制图标准》(GB/T 50104—2001);
- (15)《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001);
- (16)《屋面工程技术规范》(GB 50207—2002);
- (17)《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222—95);
- (18)《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006);
- (19)《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001);
- (20)《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005);
- (21)《办公建筑设计规范》(JGJ 67—89);
- (22)《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001);
- (23)《构筑物抗震设计规范》(GB 50191—93);
- (24)《供配电系统设计规范》(GB 50052—95);
- (25)《低压配电设计规范》(GB 50054—95);
- (26)《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—94,2000 版);
- (27)《建筑项目环境保护设计规定》(〈87〉国环字第 002 号);
- (28)《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001);
- (29)《建筑结构荷载规范》(GB 5009—2001);

- (30)《工业建筑防腐设计规范》(GB 50046—95);
- (31)《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94);
- (32)《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005);
- (33)《建筑采光设计标准》(GB/T 50033—2001);
- (34)《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB 50062—92);
- (35)《通用用电设备配电设计规范》(GB 50054—95);
- (36)《电力工程电缆设计规范》(GB 50217—94,2000 版);
- (37)《电力设备接地设计技术规范》(SDJ 8—79);
- (38)《工业与民用电力装置的接地设计规范》(GBJ 65—83);
- (39)《10 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—94);
- (40)《仪表系统接地设计规定》(HG/T 20513—2000);
- (41)《仪表供电设计规定》(HG/T 20509—2000);
- (42)《并联电容器装置设计规范》(GB 50227—95);
- (43)《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—94,2000 版);
- (44)《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2004);
- (45)《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303—2002);
- (46)《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—92);
- (47)《城市道路绿化规划与设计规范》(CJJ 75—97);
- (48)《城市绿化工程施工及验收规范》(CJJ/T 82—99);
- (49)《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85—2002);
- (50)《城市绿化和园林绿地用植物材料——木本苗》(CJ/T 34—91)。

第2章 工程总体论证

2.1 工程规模和水质要求

本工程服务区域在城市中心区,该市地势中间高,四周低,以境泊街为界,主要分为南北两个排水区。南部排水区为老城区,近期采用合流体制,远期另设雨水管线;北部排水区为雨、污分流制,新建污水管线排入污水处理厂,雨水就近排入五里河。

2.1.1 本项目服务区排水量预测

1. 规划年限

根据《××市总体规划》近期规划年限为 2010 年,远期年限为 2020 年。

2. 中心区人口预测

该市中心区现有人口 11 万人,根据《××市总体规划》规定,规划近期(2010 年)人口 13 万人,远期(2020 年)人口 18 万人。

3. 排水量预测

该市中心区现有人口 11 万人,属《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)中规定的二区中小城市,居民平均日综合生活用水定额为 110 ~ 180 L/(人·d)。

该市工业产值根据收集的基础资料确定,结合《××市总体规划》和城市发

展布局,对不同年限内中心区工业产值预测如下:2010 年为 25.5 亿元,2020 年为 108.8 亿元。考虑到工业水重复利用的情况,根据现状工业废水量,可推算出各规划年限内工业用水量。

未预见水量包括管网漏失量、消防水量、浇洒道路等。

城市污水量的发生与城市的供水量密切相关(表 2.1、2.2),本次工程污水定额按用水定额的 80% 计取(表 2.3、2.4)。

表 2.1 居民综合生活用水量预测

项 目 \ 年 限	2010 年	2020 年
居民综合生活用水量标准/(L·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)	110	150
总人口/万人	13	18
用水普及率/%	97	99
每日需水量/万 t	1.39	2.67

表 2.2 工业用水量预测

项 目 \ 年 限	2010 年	2020 年
中心区工业总产值/(亿元·a ⁻¹)	25.5	108.8
万元产值综合耗水量/t	60	56
重复利用率/%	80	90
需水量/(万 t·d ⁻¹)	0.84	1.67

表 2.3 总用水量预测

项 目 \ 年 限	2010 年	2020 年
居民综合生活需水量/(万 t·d ⁻¹)	1.39	2.67
工业需水量/(万 t·d ⁻¹)	0.84	1.67
未预见水量/(万 t·d ⁻¹)(以上总量的 10%)	0.22	0.43
总需水量/(万 t·d ⁻¹)	2.45	4.77

表 2.4 总污水量预测

项 目 \ 年 限	2010 年	2020 年
总需水量/(万 t · d ⁻¹)	2.45	4.77
总排水量/(万 t · d ⁻¹)(按需水量 80% 计)	1.96	3.82

2.1.2 工程设计规模

根据以上水量预测分析,确定该市污水处理厂近期(2010 年)处理规模为 20 000 m³/d,远期(2020 年)处理规模为 40 000 m³/d。

本次初步设计内容包括新铺污水截流干管、中途提升泵站、污水处理厂以及污水处理厂至水体的出水干管。

污水截流干管设计按远期规模(40 000 m³/d)一次完成。污水处理厂分近、远期建设,本次设计内容为近期(20 000 m³/d)污水处理厂设计。

2.1.3 进厂水质及出厂水质要求

根据该市环境保护监测站提供的各个排出口的水质参数,并根据类似规模城市的污水水质报告和当地实际情况,确定进入污水处理厂的进水水质:

$BOD_5 \leq 200 \text{ mg/L}$, $COD_{Cr} \leq 350.0 \text{ mg/L}$, $SS \leq 90.0 \text{ mg/L}$;

$TP \leq 5.0 \text{ mg/L}$, $NH_3-N \leq 35.0 \text{ mg/L}$, $TN \leq 45.0 \text{ mg/L}$ 。

处理后出水排入牡丹江,污水厂处理水排放标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 B 标准,即:

$BOD_5 \leq 20 \text{ mg/L}$, $COD_{Cr} \leq 60 \text{ mg/L}$, $SS \leq 20 \text{ mg/L}$;

$TP \leq 1.0 \text{ mg/L}$, $NH_3-N \leq 15 \text{ mg/L}$, $TN \leq 20.0 \text{ mg/L}$ 。

污水处理厂各项污染物的去除率分别为：

$BOD_5 \geq 90\%$, $COD_{Cr} \geq 83\%$, $SS \geq 78\%$;

$TP \geq 80\%$, $NH_3-N \geq 58\%$, $TN \geq 56\%$ 。

为保证污水处理厂建成后能够正常运行,有关部门应加强对工业废水水质排放指标的控制,使其各项指标达到《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999)要求后,方可进入污水处理厂。

2.2 污水处理厂方案论证

根据水量预测,确定该市污水处理厂近期规模为 $20\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。

2.2.1 污水处理厂位置确定

基于以下考虑,将污水处理厂选在糖厂东侧：

(1)根据城市总体规划确定的位置,该位置处在城市的下游,适宜建设污水处理厂。

(2)该位置为原有的排水管道和五里河的汇合口,朝向城市下游,污水处理厂设置位置有利于原有排水设施发挥作用。

(3)厂区地势比较低,处于城市夏季主导风向的下风向。

(4)厂区位置地势开阔,为以后发展留有余地。

(5)电源从 10 kV 临江支线接入,距污水处理厂 400 m 。

(6)该位置为国有土地,不涉及基本农田,符合国家土地政策。

2.2.2 污水处理厂工艺处理方案

可研报告中比较了污水处理厂的两种污水处理工艺,即 A/O 活性污泥法

和间歇式活性污泥法。

1. A/O 活性污泥法处理工艺

A/O 活性污泥法处理工艺,预处理后的污水进入 A/O 生物反应池。此法是活性污泥法的一种高级形式,是对活性污泥法的完善。它是在普通活性污泥法曝气池的前端隔出一段作为厌氧段,厌氧段和好氧段的容积比为 1 : 3。回流污泥中磷的代谢包括两个部分:厌氧区磷的释放和好氧区磷的吸收,并通过排放剩余污泥达到除磷的目的。

A/O 活性污泥法处理工艺为连续流,工艺流程如下:

泵站来水经过粗格栅、提升泵房、细格栅、沉砂池、初沉池一级处理,进入 A/O 生化池、二沉池进行二级处理,加氯消毒后排入牡丹江,工艺流程如图 2.1 所示。

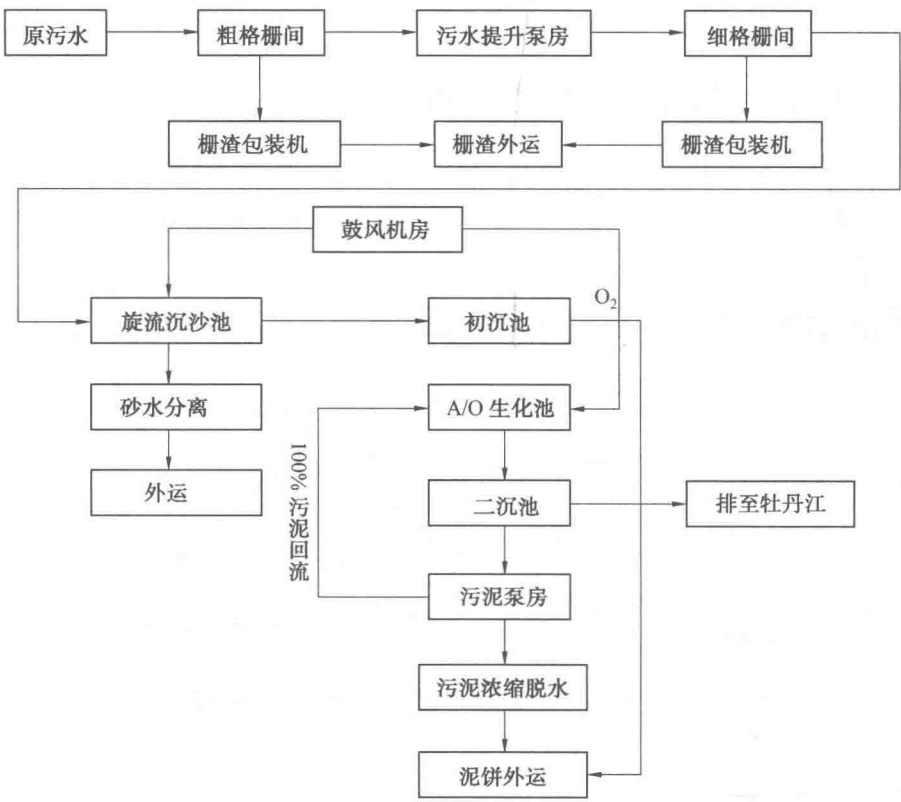


图 2.1 A/O 活性污泥法处理工艺流程简图

2. 间歇式活性污泥法处理工艺

间歇式活性污泥法处理工艺是将曝气和静止沉淀进行周期性循环运行的污水处理工艺(图 2.2),主要特点如下:

(1)间歇式活性污泥法由于曝气和静止沉淀间歇运行,基质浓度随时间的变化梯度加大,增加了生化反应的推动力,提高了处理效率。

(2)工艺流程简单,运行方式灵活,无初沉池和二沉池,取消了大型刮泥机械和污泥设备。

(3)进水水量、水质的波动可用改变曝气时间的简单方法予以缓冲,具有较强的适应性。

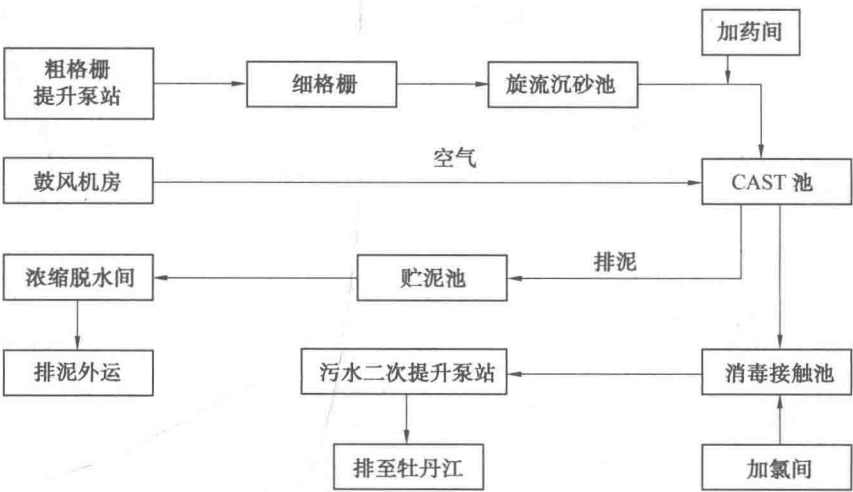


图 2.2 间歇式活性污泥法处理工艺流程简图

2.2.3 污水处理厂工艺处理方案比较

1. 经济比较

(1)投资估算比较见表 2.5。

表 2.5 污水处理厂处理方案直接费用投资比较

单位:万元

序号	项目名称	A/O 活性污泥法	间歇式活性污泥法
1	厂区平面布置	363.42	357.29
2	粗格栅提升泵房	239.36	239.36
3	细格栅间及沉砂池	133.34	133.34
4	初沉池	230.20	—
5	A/O 池或 CAST 池	1 045.2	1 382.87
6	二沉池	268.06	—
7	鼓风机房	514.12	514.12
8	消毒接触池及污水二次提升泵房	164.53	164.53
9	加药间	30.88	30.88
10	加氯间	61.28	61.28
11	污泥浓缩脱水间及贮泥池	230.96	230.96
12	回流污泥泵房	80	—
13	变电所	42.88	42.88
14	办公楼	66.46	66.46
15	机修间及车库	14.04	14.04
16	锅炉房	54.37	54.37
17	门卫室	2.77	2.77
18	其他	543.78	543.78
19	合计	3 736.38	3 489.25