

高等学校规划教材

污泥处置

WUNI CHUZH

金儒霖 主 编
王宗平 任拥政 副主编
康建雄 芦秀清 罗 凡 姜 薇 参 编

中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

污 泥 处 置

金儒霖 主 编
王宗平 任拥政 副主编
康建雄 芦秀清 罗 凡 姜 薇 参 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污泥处置/金儒霖主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 2

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-20412-0

I. ①污… II. ①金… III. ①污泥处理-高等学校-教材 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 027525 号

本书为《排水工程》(下册)(第五版)在污泥处理、处置方面的补充及姊妹篇。本书分 8 篇,共 33 章,系统详细地介绍了污泥处置的基本理论、基本方法、工艺流程,污泥的浓缩脱水,厌氧消化,好氧消化,污泥稳定,干化干燥,污泥焚烧,污泥与垃圾、煤混烧,污泥与垃圾混合堆肥,资源化利用,回收有用物质以及各项工艺的安全生产,运行管理,规范标准,污染控制,环境监控等。书中还有设计例题、计算方法,典型案例,及常用污泥组分分析测定方法及步骤。

本书可作为高等学校给排水科学与工程、环境工程及相关专业教材,还可以作为工程技术人员参考书。

责任编辑:王美玲 俞辉群

责任校对:李美娜 姜小莲

高等学校规划教材

污 泥 处 置

金儒霖 主 编

王宗平 任拥政 副主编

康建雄 芦秀清 罗 凡 姜 薇 参 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

大厂回族自治县正兴印务有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:25 $\frac{1}{4}$ 字数:616千字

2017年10月第一版 2017年10月第一次印刷

定价:48.00元

ISBN 978-7-112-20412-0

(29891)

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)

前 言

原版《污泥处置》于1982年由中国建筑工业出版社出版、1988年重印，至今已近30年。在此期间，污泥处置领域在工艺、技术、设备、资源化利用、污染控制、环境保护、规范标准、检测仪表、运行管理等方面发展快速，很多工艺、设备和理念等已经落后和过时，必须被废弃和更新代替。因此，需重新编写以满足教学与社会需求。

华中科技大学环境科学与工程学院博士生导师王宗平教授组织本系部分具有海外留学阅历、长期从事教学科研的中、青年教师（排名以承担编写章节为序）——康建雄、芦秀清、罗凡、任拥政、姜薇等，通力合作，历时一年多，编著了本版《污泥处置》。

本版《污泥处置》有如下特点：

1. 延续并强化介绍了污泥处置领域的基本理论、原理及基本方法与工艺流程；
2. 系统介绍了污泥机械浓缩、脱水一体化新设备、新工艺；
3. 系统介绍了污泥厌氧消化的设计、计算；
4. 系统介绍了污泥好氧消化新工艺、新技术；
5. 系统介绍了污泥稳定的多种技术及稳定后产品的利用；
6. 系统介绍了污泥干化、干燥的新设备、新工艺、新技术；
7. 系统介绍了污泥湿式氧化技术的新设备及实际应用；
8. 系统介绍了污泥与垃圾、与煤、与水泥生产的混烧或掺烧的新工艺、新设备；
9. 系统介绍了污泥堆肥、与垃圾混合堆肥的新工艺、新装置；
10. 系统介绍了污泥资源化利用：土地利用、建材利用、能源与化工利用以及从污泥中提取回收有用物质（如磷、重金属等）的方法、原理与设备；
11. 系统介绍了污泥处置的各项工艺流程的运行管理、规范标准、污染控制及环境监控；
12. 系统介绍了污泥及污泥气的成分分析所用的各类精密仪器和操作规程。

由于本书属污泥处置方面的专著，因此少受篇幅方面的限制，实可作为《排水工程》（下册）（第五版）（张自杰主编，中国建筑工业出版社，2015年）在污泥处理、处置方面的补充及姊妹篇。

本书共分8篇33章。编著者的具体分工：第1、2、3、4、5、12、16、17章及第14章的14.3节、第15章的15.6节由金儒霖负责编写；第6、18、19、20、28、29、31、33章由王宗平负责编写；第7、21、22、23章由康建雄负责编写；第8、9、10章由芦秀清负责编写；第11、13、14、15章由罗凡负责编写；第24、25、26、32章由任拥政负责编写；第27、30章由姜薇负责编写。

在编写期间，各位的初稿都由金儒霖审阅后返回修改；王宗平教授多次组织编者讨论书稿，并邀请中国建筑工业出版社王美玲编辑与会作编写方面的具体指导。

全书最后由金儒霖审核定稿。

市政工程系的谢鹏超老师以及博士生郭一舟、陈轶群，硕士生方知、郭卫鹏、朱民涛、陈金辉、江山、高泉祀、柳健、刘慧敏、许润、姜启悦、郑丰、石稳民、付有为、魏小婷、刘昶志、何光瑞等，在资料搜集、联络、电脑输入等方面大力协助并参加了书稿的讨论会。

由于作者水平所限，有不当与错误之处，敬请业界同仁指出。

金儒霖
2016年8月

目 录

第 1 篇 概 论

第 1 章 污泥分类与性质指标	1
1.1 污泥来源	1
1.2 污泥的性质指标	2
1.3 污泥量	6
1.4 污泥处理基本方案	7
第 2 章 沉渣与污泥排除	9
2.1 格栅	9
2.2 破碎机	12
2.3 沉砂池	13
2.4 沉淀池	16
第 3 章 污泥输送与贮存	20
3.1 污泥管道输送	20
3.2 污泥输送其他方法	24
3.3 污泥贮存	25

第 2 篇 污泥浓缩

第 4 章 污泥重力浓缩	29
4.1 污泥重力浓缩原理	29
4.2 重力式浓缩池基本构造与形式	32
4.3 重力式连续流浓缩池设计计算	33
4.4 重力浓缩池运行管理	34
第 5 章 污泥气浮浓缩	35
5.1 气浮浓缩原理与工艺流程	35
5.2 气浮浓缩设备	36
5.3 气浮浓缩系统设计	37
5.4 设计实例	40
第 6 章 其他浓缩法	43
6.1 膜浓缩法	43
6.2 微孔滤机浓缩法	45
6.3 生物浮选浓缩法	46
6.4 涡凹气浮 (CAF) 浓缩法	46

第3篇 污泥稳定

第7章 污泥厌氧消化技术	48
7.1 污泥厌氧消化原理	48
7.2 污泥厌氧消化条件与影响因素	51
7.3 厌氧消化工艺设计计算	58
7.4 污泥厌氧消化案例	73
第8章 污泥好氧消化技术	78
8.1 污泥好氧消化原理	78
8.2 污泥好氧消化影响因素	81
8.3 污泥好氧消化设计计算	82
8.4 污泥好氧消化工艺	84
第9章 污泥石灰稳定技术	92
9.1 污泥石灰稳定机理	92
9.2 污泥石灰稳定工艺条件与影响因素	93
9.3 污泥石灰稳定后产品特性与利用	94
9.4 污泥石灰稳定典型工艺	96
9.5 污泥石灰稳定工艺设计	99
第10章 污泥其他稳定技术	102
10.1 热处理技术	102
10.2 微波技术	105
10.3 超声波技术	108
10.4 其他技术	111

第4篇 污泥脱水

第11章 机械脱水前预处理	113
11.1 预处理目的	113
11.2 化学调节法	114
11.3 冷冻处理技术	120
11.4 热处理	122
11.5 预处理其他技术	124
第12章 机械浓缩、脱水原理	126
12.1 卡门 (Caman) 过滤基本方程式	126
12.2 比阻的测定与计算、固体回收率及过滤产率	127
第13章 污泥真空过滤脱水	131
13.1 转鼓真空过滤机	131
13.2 真空过滤脱水影响因素	133
13.3 真空过滤机设计	135
第14章 污泥离心浓缩、脱水	140

14.1	离心浓缩与脱水	140
14.2	离心脱水试验与计算	150
14.3	离心浓缩脱水一体机	155
第 15 章	污泥压滤脱水	157
15.1	压滤脱水原理	157
15.2	带式压滤脱水	157
15.3	板框式(厢式)压滤机	163
15.4	滤布	171
15.5	螺旋压滤式脱水	174
15.6	叠螺浓缩脱水	178
第 16 章	污泥浓缩与机械脱水力学原理	181
16.1	自重浓缩力学原理	181
16.2	真空过滤的力学原理	185
16.3	压滤脱水力学原理	189
16.4	离心脱水力学原理	190
16.5	滚压脱水力学原理	195

第 5 篇 污泥深度处理

第 17 章	污泥自然干化	197
17.1	污泥自然干化场分类和构造	197
17.2	自然干化场脱水特点及影响因素	198
17.3	自然干化场设计	198
17.4	污泥干化其他方法	199
第 18 章	污泥干燥	200
18.1	干燥基本原理	200
18.2	污泥干燥器设备与分类	201
18.3	设计与计算	205
18.4	其他污泥干燥技术	209
第 19 章	污泥湿式氧化	217
19.1	基本原理	217
19.2	湿式氧化方法与分类	220
19.3	湿式氧化工艺装置	221
19.4	湿式氧化应用	228
第 20 章	污泥焚烧	231
20.1	污泥焚烧原理	231
20.2	污泥焚烧影响因素	232
20.3	污泥焚烧工艺流程	234
20.4	污泥焚烧工艺设备	235
20.5	污泥送火力发电厂与煤混烧技术	238

20.6	污泥与城市垃圾混烧技术	242
20.7	污泥与水泥生产掺烧	245
20.8	污泥焚烧环境影响与控制	245
第 21 章	污泥堆肥	249
21.1	污泥堆肥概述	249
21.2	好氧污泥堆肥原理	249
21.3	好氧污泥堆肥影响因素	251
21.4	污泥好氧堆肥工艺及设计计算	254
21.5	污泥堆肥设备与技术 (专用设备)	260
21.6	污泥厌氧堆肥 (沤肥)	263

第 6 篇 污泥最终处置与资源化利用

第 22 章	污泥填埋	265
22.1	概述	265
22.2	填埋方法分类	266
22.3	污泥填埋工艺设计	274
第 23 章	污泥土地利用	282
23.1	污泥肥料分类	282
23.2	污泥土地利用科学使用方法	283
23.3	农业利用	287
23.4	园林绿化	289
23.5	林地利用	292
23.6	退化土地修复	293
23.7	污泥土地利用风险与控制	293
第 24 章	污泥建材利用	301
24.1	污泥制砖	301
24.2	污泥制水泥	303
24.3	制生化纤维板	306
24.4	制陶粒	309
第 25 章	污泥能源及化工利用	313
25.1	污泥气成分及性质	313
25.2	污泥能源利用	313
25.3	污泥气的化工利用	318
第 26 章	污泥其他利用	323
26.1	制生物营养剂	323
26.2	重金属回收	325
26.3	磷的回收	330
26.4	制金属吸附剂	332
26.5	制灭火剂	333

26.6	合成可生物降解塑料	334
------	-----------	-----

第7篇 污泥处置运行管理及保障措施

第27章	消化池运行管理	336
27.1	消化池验收	336
27.2	消化池启动	337
27.3	维护与管理	338
第28章	污泥焚烧运行管理	345
28.1	相关规范、标准	345
28.2	日常运行管理	348
28.3	环境监控	349
第29章	污泥堆肥运行管理	351
29.1	相关规范、标准	351
29.2	堆肥场运行管理	352
29.3	环境监控	354
第30章	污泥填埋运行管理	356
30.1	相关规范、标准	356
30.2	现场运行管理	357
30.3	环境监控	365
第31章	污泥土地利用运行管理	367
31.1	相关规范、标准	367
31.2	现场管理	371
31.3	环境监控	372
第32章	建材利用管理	374
32.1	相关规范、标准	374
32.2	现场运行管理	378
32.3	现场安全管理	379

第8篇 污泥及污泥气组分分析

第33章	污泥及污泥气组分分析	383
33.1	污泥泥样预处理	383
33.2	污泥理化特性测定	384
33.3	污泥的重金属测定	384
33.4	污泥气体测定	385
33.5	有毒物质测定	387
33.6	生物学指标测定	387
主要参考文献		388

第 1 篇 概 论

第 1 章 污泥分类与性质指标

1.1 污泥来源

城镇污水与工业废水处理过程中，产生的浮渣与沉淀物，统称为污泥。其数量约占处理水量的 0.05%~0.1%（以含率为 80% 计）。具体数量取决于排水体制、污水水质及处理工艺。

污泥成分非常复杂，包括有害有毒物质如寄生虫卵、病原微生物与细菌等；各种自然有机物及化学合成有机物如苯并芘、有机卤化物、多氯联苯、二噁英等；重金属如铜、锌、镍、铬、镉、汞、钙及砷、硫化物；有用物质如植物营养元素（氮、磷、钾）、有机物和水分。

总之，污泥的主要成分可归纳为三大类：有机物、无机物及微生物与细菌。

1. 按污泥的成分不同划分

污泥——以有机物为主要成分的称污泥。其性质是易于腐化发臭，颗粒较细，相对密度较小（约为 1.02~1.006），含水率高且不易脱水，属胶状结构的亲水性物质。初次沉淀池与二次沉淀池的沉淀物及气浮池的浮渣均属污泥。

沉渣——以无机物为主要成分的称沉渣。沉渣的主要性质是呈颗粒状，相对密度较大（约为 2 左右），含水率较低且易于脱水，流动性差。沉砂池与某些工业废水处理如酸碱中和池、混凝沉淀池等，产生的沉淀物属于沉渣。

栅渣——被格筛、格栅截留的物质称栅渣。主要成分为织物碎片、塑料制品、棉纱毛发、蔬果残屑、植物茎叶、木屑纸张等，多属于有机物质、含水率低、数量较少。

污泥、沉渣、栅渣中，都含有大量细菌、粪大肠菌与寄生虫卵等。

2. 按污泥的来源不同划分

初次沉淀污泥——来自初次沉淀池。

剩余活性污泥——来自活性污泥法后的二次沉淀池。

腐殖污泥——来自生物膜法后的二次沉淀池。

以上三种污泥统称为生污泥或新鲜污泥。

消化污泥——生污泥经厌氧消化或好氧消化处理后，称为消化污泥或熟污泥。

化学污泥——用化学沉淀法处理后产生的沉淀物称化学污泥或化学沉渣。

1.2 污泥的性质指标

1.2.1 物理性质指标

1. 污泥含水率

污泥中所含水分的重量与污泥总重量之比的百分数称为污泥含水率。初次沉淀污泥含水率介于 95%~97%，剩余活性污泥达 99% 以上。因此污泥的体积非常大，对污泥的后续处理造成困难。污泥浓缩的目的是减容。污泥中所含水分大致分为 4 类：颗粒间的孔隙水，约占总水分的 70%；毛细水，即颗粒间毛细管内的水，约占 20%；污泥颗粒吸附水和颗粒内部水，约占 10%，见图 1-1 所示。

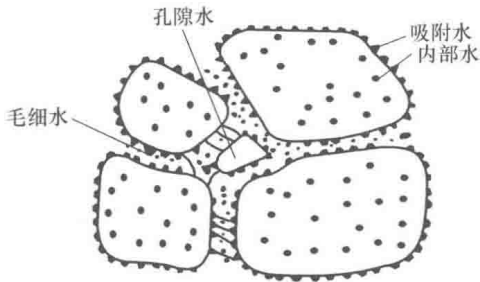


图 1-1 污泥水分示意图

降低含水率的方法有：浓缩法，用于降低污泥中的孔隙水，因孔隙水所占比例最大，故浓缩是减容的主要方法；自然干化法和机械脱水法，主要脱除毛细水；干燥与焚烧法，主要脱除吸附水和颗粒内部水。不同脱水方法的脱水效果列于表 1-1。

不同脱水方法及脱水效果表

表 1-1

脱水方法		脱水装置	脱水后含水率 (%)	脱水后状态
浓缩法		重力浓缩、气浮浓缩、机械浓缩	95~97	近似糊状
自然干化法		自然干化场、晒砂场	70~80	泥饼状
机械脱水	真空吸滤法	真空转鼓、真空转盘等	60~80	泥饼状
	压滤法	板框压滤机	40~80	泥饼状
	滚压带法	滚压带式压滤机	78~86	泥饼状
	离心法	离心机	80~85	泥饼状
干燥法		各种干燥设备	10~40	粉状、粒状
焚烧法		各种焚烧设备	0~10	灰状

污泥含水率高，体积大，相对密度接近 1。污泥的体积、重量与所含固体物浓度之间的关系，可用式 (1-1) 表示：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{100 - p_2}{100 - p_1} = \frac{C_2}{C_1} \quad (1-1)$$

式中 p_1, V_1, W_1, C_1 ——污泥含水率及污泥含水率为 p_1 时的污泥体积、重量与固体物浓度；

p_2, V_2, W_2, C_2 ——污泥含水率及污泥含水率为 p_2 时的污泥体积、重量与固体物浓度。

【例 1-1】 污泥含水率从 97.5% 降低到 95%，求污泥体积。

【解】 由式 (1-1)：

$$V_2 = V_1 \frac{100 - p_1}{100 - p_2} = V_1 \frac{100 - 97.5}{100 - 95} = \frac{1}{2} V_1$$

污泥含水率从 97.5% 降低到 95%，含水率仅降 2.5%，但体积减小一半。

式 (1-1) 仅适用于含水率大于 65% 的污泥。因含水率低于 65% 以后，体积内出现很多气泡，体积与重量不再符合式 (1-1) 关系。

2. 湿污泥相对密度与干污泥相对密度

湿污泥重量等于污泥所含水分重量与干固体重量之和，湿污泥相对密度等于湿污泥重量与同体积的水重量之比值。由于水的密度为 1，所以湿污泥相对密度 γ 可用下式计算：

$$\gamma = \frac{p + (100 - p)}{p + \frac{100 - p}{\gamma_s}} = \frac{100\gamma_s}{p\gamma_s + (100 - p)} \quad (1-2)$$

式中 γ ——湿污泥相对密度；

p ——湿污泥含水率，%；

γ_s ——污泥中干固体物质平均相对密度，即干污泥相对密度。

干固体物质中，有机物（即挥发性固体）所占百分比及其相对密度分别用 p_v 、 γ_v 表示，无机物（即灰分）的相对密度用 γ_f 表示，干污泥平均相对密度用 γ_s 表示，它们之间的关系可用式 (1-3) 表示：

$$\frac{100}{\gamma_s} = \frac{p_v}{\gamma_v} + \frac{100 - p_v}{\gamma_f} \quad (1-3)$$

则干污泥平均相对密度为：

$$\gamma_s = \frac{100\gamma_f\gamma_v}{100\gamma_v + p_v(\gamma_f - \gamma_v)} \gamma_v \quad (1-4)$$

有机物相对密度一般等于 1，无机物相对密度一般约为 2.5~2.65，以 2.5 计，则式 (1-4) 可简化为：

$$\gamma_s = \frac{250}{100 + 1.5p_v} \quad (1-5)$$

确定湿污泥相对密度和干污泥相对密度，对于浓缩池的设计、污泥运输及后续处理，都有实用价值。

【例 1-2】 已知初次沉淀池污泥的含水率为 95%，有机物含量为 65%。求干污泥相对密度和湿污泥相对密度。

【解】 干污泥相对密度用式 (1-5) 计算：

$$\gamma_s = \frac{250}{100 + 1.5p_v} = \frac{250}{100 + 1.5 \times 65} = 1.26$$

湿污泥相对密度用式 (1-2) 计算：

$$\gamma = \frac{100\gamma_s}{p\gamma_s + (100 - p)} = \frac{100 \times 1.26}{95 \times 1.26 + (100 - 95)} = 1.008$$

3. 污泥比阻

污泥比阻是表示污泥脱水难易程度的重要指标。

比阻的定义是：单位过滤面积上，过滤单位质量的干固体所受的阻力，单位为 m/kg。其值越大，脱水越困难。比阻的测定与计算见本书第 12 章第 12.1 节卡门过滤基本方程式及第 12.2 节比阻的测定与计算。

1.2.2 化学性质指标

1. 污泥肥分

污泥中含有大量植物生长所必需的肥分（氮、磷、钾）、微量元素及土壤改良剂（有机腐殖质）。我国城镇污水处理厂各种污泥所含肥分见表 1-2 所列。

我国城镇污水处理厂污泥肥分表（以干污泥计）

表 1-2

污泥类别	总氮(TN)(%)	磷(以 P ₂ O ₅ 计)(%)	钾(以 K ₂ O计)(%)	有机物(%)
初沉污泥	2.2~3.4	1.0~3.0	0.1~0.5	50~60
活性污泥	3.5~7.2	3.3~5.0	0.2~0.4	60~70
消化污泥	1.6~3.4	0.6~0.8		25~30

注：引自《城镇污水处理厂污泥处置技术指南（试行）》2011.3。

2. 污泥重金属离子含量

污泥中重金属离子含量，取决于城镇污水中工业废水所占比例及工业性质。污水经二级处理后，污水中重金属离子约有 50% 以上转移到污泥中。因此污泥中的重金属离子含量一般都较高，表 1-3 为我国城镇污水处理厂污泥重金属成分及含量。从表 1-3 可知，我国城镇污水处理厂污泥重金属离子含量变化幅度很大，视当地的土质、工业结构、污水性质的不同而不同，其上限全都超过农用标准。

当污泥作为肥料使用时，应符合《农用污泥中污染物控制标准》GB 4284—1984（表 1-4）的规划定。

我国城镇污水处理厂污泥中重金属成分及含量（mg/kg）（干污泥）

表 1-3

名称	Hg 总(汞)	Cd 总(镉)	Cr 总(铬)	Pb 总(铅)	As 总(砷)	Zn 总(锌)	Cu 总(铜)	Ni 总(镍)
含量范围	0.09~17.5 (2.13)	0.04~2999 (2.01)	2.0~6365 (9311)	3.6~1022 (72.3)	0.78~269 (20.2)	217~30098 (1058)	51~9592 (219)	16.4~6206 (48.7)

注：引自《城镇污水处理厂污泥处置技术指南（试行）》2011.3。

污泥农用时污染物控制标准限值

表 1-4

序号	控制项目	最高允许含量(mg/kg 干污泥)	
		在酸性土壤上 (pH<6.5)	在中性和碱性土壤上 (pH≥6.5)
1	总镉	5	20
2	总汞	5	15
3	总铅	300	1000
4	总铬	600	1000
5	总砷	75	75
6	总镍	100	200
7	总锌	2000	3000
8	总铜	800	1500
9	硼	150	150
10	石油类	3000	3000
11	苯并(a)芘	3	3

续表

序号	控制项目	最高允许含量(mg/kg 干污泥)	
		在酸性土壤上 (pH<6.5)	在中性和碱性土壤上 (pH≥6.5)
12	多氯代二苯二噁英/多氯代二苯并呋喃 (PCDD/PCDF,单位:ng 毒性单位/kg 干污泥)	100	100
13	可吸附有机卤化物(AOX)(以 Cl 计)	500	500
14	多氯联苯(PCB)	0.2	0.2

3. 挥发性固体（或称灼烧减重）和灰分（或称灼烧残渣）

挥发性固体近似地等于有机物含量；灰分表示无机物含量。一般情况，初次沉淀池污泥的挥发性固体约为 50%~70%，活性污泥为 60%~85%，消化污泥为 30%~50%。

4. 可消化程度

污泥中的有机物，一部分是可被消化降解的（或称可被气化，无机化）；另一部分是难降解或不能被消化降解的，如脂肪、化学合成有机物等。可用消化程度表示污泥中可被消化降解的有机物数量。可消化程度用下式表示：

$$R_d = \left(1 - \frac{p_{v2} p_{s1}}{p_{v1} p_{s2}}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 R_d ——可消化程度，%；

p_{s1} ， p_{s2} ——生污泥及消化污泥的无机物含量，%；

p_{v1} ， p_{v2} ——生污泥及消化污泥的有机物含量，%。

5. 污泥的燃烧热值

污泥的燃烧热值取决于污泥来源、有机物的性质与含量。各类污泥的燃烧热值参见表 1-5。

各类污泥的燃烧热值

表 1-5

污泥种类	燃烧热平均值(以干污泥计)(MJ/kg)	挥发性固体(干)(%)
初次沉淀池污泥	10.7	60~90
活性污泥	13.30	60~80
初次沉淀池与二次沉淀池的混合污泥	20.43	
消化污泥	9.89	30~60
无烟煤	25~29	

1.2.3 卫生学指标

污泥的卫生学指标包括细菌总数、粪大肠菌群数、寄生虫卵数等致病物质。我国城镇污水处理厂污泥中细菌总数与寄生虫卵均值参见表 1-6。

城镇污水处理厂污泥中细菌总数与寄生虫卵均值

表 1-6

污泥种类	细菌总数(10^5 个/g)	粪大肠菌群数(10^5 个/g)	寄生虫卵(10个/g)
初沉污泥	471.7	10~200	23.3(活卵率 78.3%)
活性污泥	738.0	80~7000	17.0(活卵率 67.8%)
消化污泥	38.3	1.2	13.9(活卵率 60%)

1.3 污 泥 量

1. 初次沉淀池污泥量

根据污水中悬浮物浓度、污水流量、去除率及污泥含水率进行计算。用式 (1-7) 按去除率计算:

$$V = \frac{100C_0\eta Q}{10^3(100-p)\rho} \quad (1-7)$$

式中 V ——初次沉淀污泥量, m^3/d ;
 Q ——设计日平均污水流量, m^3/d ;
 η ——去除率, %, 以 80% 计;
 C_0 ——进水悬浮物浓度, mg/L ;
 p ——污泥含水率, %;
 ρ ——沉淀污泥密度, 以 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 计。

按重量计算:

$$\Delta X_1 = aQ(C_0 - C_e) \quad (1-8)$$

式中 ΔX_1 ——污泥产量, kg/m^3 ;
 C_0 ——进水悬浮物浓度, kg/m^3 ;
 C_e ——出水悬浮物浓度, kg/m^3 ;
 Q ——设计平均日污水流量, m^3/d ;
 a ——系数, 无量纲, 初沉池 $a=0.8\sim 1.0$; 化学强化一级处理和深度处理工艺根据投药量: $a=1.5\sim 2.0$ 。

式 (1-8) 适用于初次沉淀池、水解池、AB 法 A 段和化学强化一级处理工艺的污泥质量计算, 污泥质量换算成污泥体积, 可根据含水率用式 (1-1) 计算。

2. 剩余活性污泥量

$$\Delta X_2 = \frac{(aQL_r - bX_v V)}{f} \quad (1-9)$$
$$L_r = L_a - L_e$$

式中 ΔX_2 ——剩余活性污泥量, kg/d ;
 f ——MLVSS/MLSS 之比值, 对于生活污水, 通常为 $0.5\sim 0.75$;
 L_r —— BOD_5 降解量, kg/m^3 ;
 L_a ——曝气池进水 BOD_5 浓度, kg/m^3 ;
 L_e ——曝气池出水 BOD_5 浓度, kg/m^3 ;
 V ——曝气池容积, m^3 ;
 X_v ——混合液挥发性污泥浓度, kg/m^3 。

污泥产率系数, $\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$, 通常可取 $0.5\sim 0.65$;

污泥自身气化率, kg/d , 通常可取 $0.05\sim 0.1$ 。

3. 消化污泥干重量

消化处理后污泥干重计算公式如下:

$$W_2 = W_1(1 - \eta) \left(\frac{f_1}{f_2} \right) \quad (1-10)$$

$$\eta = \frac{q \times k}{0.35(W \times f_1)} \times 100\%$$

式中 W_2 ——消化污泥干重, kg/d;

W_1 ——原污泥干重, kg/d;

η ——污泥挥发性有机固体降解率, η 计算时的 0.35 是 COD 的甲烷转化系数, 通常 $(W \times f_1)$ 大于 COD 浓度, 且随污泥的性质不同发生变化;

q ——实际沼气产生量, m^3/h ;

k ——沼气中甲烷含量, %;

W ——厌氧消化池进泥量, 以干污泥 (DSS) 计, kg/h;

f_1 ——原污泥中挥发性有机物含量, %;

f_2 ——消化污泥中挥发性有机物含量, %。

消化污泥量可用下式计算:

$$V_d = \frac{(100 - p_d)V_1}{100 - p_d} \left[\left(1 - \frac{p_{v1}}{100} \right) + \frac{p_{v1}}{100} \left(1 - \frac{R_d}{100} \right) \right] \quad (1-11)$$

式中 V_d ——消化污泥体积, m^3/d ;

p_d ——消化污泥含水率, %, 取周平均值;

V_1 ——生污泥体积, m^3/d , 取周平均值;

p_1 ——生污泥含水率, %, 取周平均值;

p_{v1} ——生污泥有机物含量, %;

R_d ——可消化程度, %, 取周平均值。

1.4 污泥处理基本方案

1. 污泥处理的目的

污泥处理的目的是: 减量、稳定、无害化及资源化。

减量。因污泥的含水率高、体积大, 必须先减量, 便于后续处置。基本方法是浓缩、脱水、干化与焚烧。

稳定。因污泥的有机物含量极高, 易于腐败发臭, 必须作稳定处理, 分解部分有机物。基本方法是化学稳定、厌氧消化与好氧消化、堆肥等。

无害化。因污泥含有大量细菌、寄生虫卵、病原微生物, 易引发传染病, 必须无害化处理, 提高卫生学指标。基本方法是厌氧消化、好氧消化、堆肥、消毒等。

资源化。因污泥含有大量植物营养元素、水分及有机物质、无机物质等, 可作为肥料与土壤改良剂, 生物能源, 建筑材料, 回收重金属等领域的利用。基本方法是堆肥、厌氧消化制取沼气、裂解制取富氢燃气、混合烧制建筑材料、土地利用等。

2. 污泥处理的基本方案

污泥处理的方案选择, 取决于污泥的性质成分、当地的气候、环境保护、经济社会发