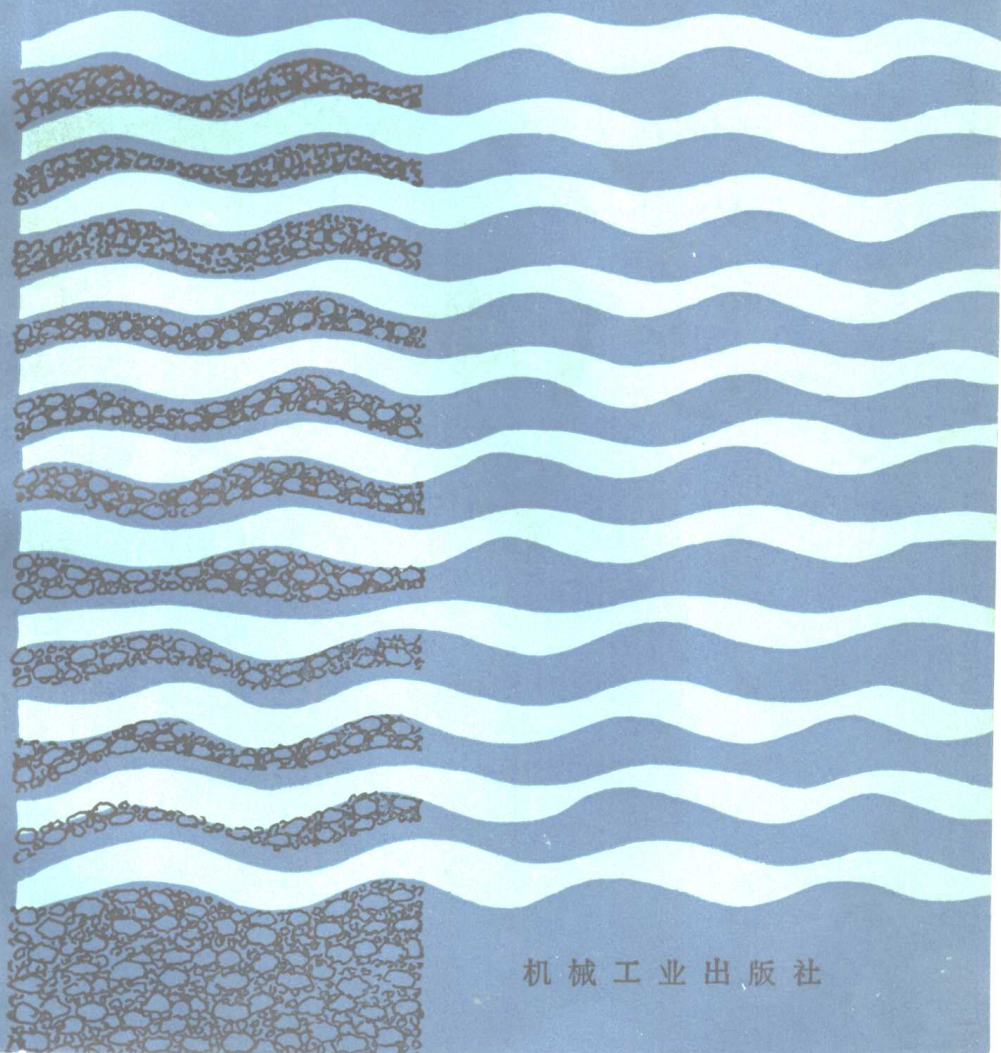


# 污水处理机械 设计计算

[日]真島卯太郎 著



机械工业出版社

# 污水处理机械设计计算

[日] 真島 卯太郎 著

陆 煜 康 译  
伊 承 勋 校



机械工业出版社

本书详细地介绍了污水处理机械的特点、结构、设计和运转，并结合污水处理工艺流程，对各种机械作了详细的分析。每章都列举例题进行设计计算，有一定的参考价值，可供给排水专业人员和环境保护工作人员参考。

## 下水处理机械计算法

真島卯太郎 著

工学図書株式会社版

1976年6月

## 污水处理机械设计计算

[日] 真島卯太郎 著

陆煜康 译

伊承勋 校

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $850 \times 1168$  1/32·印张 $16\frac{3}{8}$ ·字数427千字  
1982年11月重庆第一版·1982年11月重庆第一次印刷  
印数 0.001—6,900·定价 2.00 元

统一书号: 15033·5338

## 译者的话

在污水处理工艺中，无论是污水处理厂还是中间泵站和排水管网，机械都起着重要的作用。目前，我国污水处理大都引用化工机械，往往规格不符合处理厂的要求而影响处理厂的建设和运转。污水处理机械有它独自的特点。一些专用设备由于无详细设计数据和加工单位，一般都是根据各自的要求，自行设计加工，无定型规格，修配困难。为了加快发展我国的污水处理事业，提高我国给水排水机械化程度，本着学习先进技术，吸取国外先进经验，在同志们的鼓励和帮助下，翻译了此书，供广大给水排水专业人员和环境保护人员参考，以便结合我国具体情况加以利用和改造，为我国污水处理机械化、自动化服务。

本书较详细地介绍了污水处理机械的特点、构造、设计和运转，并结合污水处理的特点，对各种水处理机械作了详细的分析、计算。本书第一章综合地介绍了污水处理机械的特点，以后各章分别按照污水处理工艺流程，详细地阐述了在各处理工艺中使用的机械构造和在工艺中的应用，并列举例题进行设计计算，对设计污水处理机械有一定的参考价值。

在译校过程中，对所发现的原书笔误和印刷错误都作了更正。因书中涉及的专业面较广，译者水平限制，可能有不少错误之处，恳请广大读者批评指正。

译者

## 序

随着城市的飞速发展和经济的增长，带来环境恶化，特别是环境污染，已成为今天的重大问题。解决的方法之一就是利用下水道，因而污水处理工作量大幅度地增加。污水处理事业能够经济地、而且短期内完成，是一个重要的课题，也是人民的愿望。

为了实现人民的这一愿望，培养技术人员，提高技术水平是一个重大的课题。作者从事污水机械的设计、制造、安装和对事故的处理等方面已有 20 多年的历史。在此期间，吸取了前辈、同行的宝贵教训，经过较大代价的失败，积累了经验，参考了同行的有关文献、产品样本等，为构思新机种、新机构扩大了视界，达到今天的水平，借此深致谢意。

为了对前辈、同事的感谢，完成对晚辈的义务，作者立志写作污水处理机械设计计算。但因为涉及的范围很广，研制的新机种也很多，在这里只叙述下水道设施指南与说明中记载的机种。作者虽打算通过计算例题，用经济的设计方法和计算方法向读者介绍，但由于学识浅薄，不能满足读者的地方仍很多，务请读者批评指正。设计的秘诀在于勤奋地学习。但愿通过此书，希望在培养技术人员、提高技术水平方面起点作用。这是写作此书的缘由。

作者

1976年6月

# 目 录

第一章 绪 论 .....	1
第一节 污水处理机械 .....	1
第二节 污水处理系统 .....	2
第三节 沉砂池用的机械 设备 .....	4
一、闸门 设备 .....	4
二、排砂用的机械 设备 .....	6
三、除渣用的机 械设备 .....	6
第四节 一次沉淀池用的机械 设备 .....	8
第五节 曝气用的机 械 .....	9
一、布气板 .....	11
二、布气管 .....	11
三、其他布气装 置 .....	12
四、机械曝气装 置 .....	13
第六节 二次沉淀池用的机械 设备 .....	14
第二章 污水处理机械部件的设计 .....	16
第一节 机械材料的性能 .....	16
第二节 容许应力 .....	16
第三节 轴的强度计算 .....	17
一、受弯矩的轴径 .....	17
二、受扭矩的轴径 .....	19
三、受扭矩和弯矩的轴径 .....	19
四、轴的扭力 .....	21
五、轴的传动功率 .....	22
第四节 键的设计 .....	22
第五节 轮辐和轮毂的设计 .....	23
一、轮辐的强度计算 .....	23
二、轮毂的尺寸 .....	24
第六节 轴 承 .....	24
普通轴 承 .....	24

第七节 联轴节	27
一、夹壳联轴节	27
二、法兰联轴节	27
三、挠性联轴节	27
1. 链条联轴节	29
2. 齿轮联轴节	30
3. 弹性柱销联轴节	32
第八节 行走车轮	33
一、行走车轮的材质	33
二、行走车轮的容许轮压	33
第九节 齿轮	38
一、正齿轮的强度计算	38
二、圆锥齿轮	40
三、圆锥齿轮产生的推力	41
四、蜗轮	41
五、蜗轮效率	42
六、自锁蜗轮	42
第三章 钢结构部分的设计	44
第一节 钢结构部分的设计与载荷	44
第二节 载荷	44
一、静载荷	45
二、动载荷	45
三、水平载荷	45
四、风压载荷	45
五、热引起的载荷	46
第三节 载荷系数	46
一、静载荷系数 $\varphi$	46
二、动载荷系数 $\phi$	46
三、载荷的组合	47
第四节 容许应力	47
第五节 杆件的接合	49
一、铆钉接合	49
二、螺栓接合	49

三、焊接 接合	52
第六节 输送机桁架的应力图	53
一、输送机桁架和支架的名称及其作用	53
二、垂直载荷的应力图	54
1. 应力图	54
2. 制作应力图时的注意事项	55
3. 垂直静载荷的计算	55
4. 桁架应力图	55
第七节 支架应力图	56
一、支架的形状与杆件的名称	56
二、支架应力图	56
第八节 桥式起重机桁架应力图	61
一、桥式起重机各部分名称和尺寸	61
二、重量的假定	62
1. 小车重量	62
2. 钢结构部分的重量	64
三、关于杆件自重的应力	64
四、集中载荷对杆件的应力	65
1. 小车轮压	65
2. 集中载荷产生的应力图	67
第四章 污水处理机械用的链条和链轮	75
第一节 污水处理机械与链条	75
第二节 钢板链条和铸造链条的比较	77
一、强度的比较	77
二、耐磨性的比较	77
三、耐蚀性的比较	78
四、精度的比较	78
第三节 销钉链条	79
一、标准型销钉链条	79
二、标准型SF-4刮板链节	80
第四节 TAW销钉链条	81
一、销钉链条的历史	81
二、TAW销钉链条	81



三、730 TAW 销钉链条磨损特性与耐腐蚀性	82
四、SF-4 刮板链节	85
第五节 ACS 链条	85
第六节 沉砂池机械用的链条	89
第七节 链轮齿数	91
第八节 DL型链轮	95
第九节 导轮	96
第十节 链曲线	97
一、链曲线	98
二、集中载荷作用下的链曲线	100
第五章 闸 门	106
第一节 闸门的机能和种类	106
第二节 外螺旋式与内螺旋式	106
一、外螺旋式	106
二、内螺旋式	108
第三节 闸门驱动装置	108
一、手动式	108
二、电动驱动式	110
三、油压驱动装置	111
四、水压驱动装置	114
第四节 闸门的摩擦系数	114
第五节 方牙螺纹的力学	116
第六节 斜楔的力学	117
第七节 闸门驱动部分的机械效率	117
一、手动闸门	117
二、电动闸门	118
第八节 电动驱动功率的计算	119
第九节 闸门的设计	120
一、闸板的设计	120
二、闸板的断面性质	121
1. 断面一次矩	122
2. 断面二次矩	122
3. 断面系数	122

三、闸杆的设计	123
四、联轴节的设计	124
第十节 闸门的安全装置	124
一、设置滑动齿轮的方法	124
二、使用热继电器使电动机停转的方法	125
三、通过蜗轮滑动带动开关动作,使电动机停转的方法	125
四、限位开关	126
第十一节 闸门用电动机	126
一、闸门启闭时的扭矩特性	126
二、电动机的 $GD^2$ (转动惯量)	126
三、电动机额定时间	126
四、电动和手动的切换	127
第十二节 开度指示计	127
第十三节 叠梁闸	128
第六章 格栅	141
第一节 粗格栅(人工操作)	142
第二节 悬吊行走式除渣机	144
第三节 绳索式除渣机	147
第四节 行走式除渣机	149
第五节 机械格栅	151
一、除渣能力	151
二、链条上产生的张力	153
三、驱动功率的计算	154
四、驱动装置	155
1.钢珠联轴节	155
2.链轮的设计	155
3.传动链的设计	157
4.剪切销的设计	157
5.驱动轴	159
6.下部水中轴	161
7.螺旋式张紧装置	162
8.齿耙和小耙	163
第六节 针齿条式除渣机	164

第七节 高链自动除渣机	167
第八节 滚压机	169
第七章 沉砂处理机械	190
第一节 多斗式排砂机	192
一、斗式排砂机排砂能力	192
二、链条产生的张力	196
1. 为将沉砂在池底滑动一定距离 $L$ 时链条产生的张力	196
2. 沉砂、V形斗、链条等提升到 $H$ 米高度时链条产生的张力	198
3. 带V形斗的双链排砂机空转时链条产生的张力	198
4. 为使链轮转动链条产生的张力	198
5. 作用于链的起始张力	199
三、带V形斗双链排砂机的驱动功率	199
四、驱动轴	200
五、从动轴	200
六、多斗式排砂机的改进	201
七、多斗式排砂机的运转方式	202
第二节 吊运式抓斗门形排砂机	218
一、抓斗的启闭装置	220
1. 单电动机式启闭装置	220
2. 等容量双电动机式启闭装置	220
二、卷筒和槽轮的直径	221
三、抓斗	222
1. 复索式抓斗	223
2. 单索式抓斗	225
四、门形排砂机的钢结构	230
1. 弯度	232
2. 稳定度	232
五、承载、启闭用电动机容量	234
六、小车行走电动机容量	238
七、大车行走电动机容量	340
八、操作容量的决定	243
九、行走钢轨的安装	244

第三节 带抓斗的回转式排砂机 .....	249
一、回转架 .....	250
二、回转车轮 .....	252
三、回转装置 .....	253
四、回转电动机容量 .....	253
第八章 垃圾、沉砂输送机 .....	257
第一节 皮带输送机(垃圾输送机) .....	258
一、输送机皮带的构造 .....	258
二、芯体材料 .....	258
1.棉帆布 .....	258
2.维尼纶帆布 .....	259
3.尼龙帆布 .....	259
三、芯体的强度 .....	259
四、面覆橡胶厚度 .....	259
五、橡胶的性质 .....	261
六、托辊的种类与构造 .....	262
1.槽形托辊 .....	262
2.回程托辊 .....	263
3.边侧托辊 .....	263
七、托辊的配置 .....	264
八、皮带输送机的驱动功率 .....	264
九、皮带输送机的输送能力 .....	267
1.水平皮带输送机的输送能力 .....	268
2.槽形皮带输送机的输送能力 .....	269
十、螺旋式张紧装置 .....	269
十一、皮带的保护 .....	269
第二节 刮板输送机 .....	280
一、刮板输送机的构造 .....	280
二、刮板输送机的输送量 .....	282
三、刮板输送机产生的最大张力 .....	284
四、刮板输送机的驱动功率 .....	286
五、链条和刮板的连接 .....	286
第三节 牵引链输送机 .....	292

一、牵引链 .....	293
二、牵引链输送机的输送量 .....	296
三、牵引链产生的张力 .....	296
四、牵引链输送机的驱动功率 .....	297
五、链轮与端部滚轮 .....	297
第四节 吊斗提升机 .....	302
一、吊斗提升机的型式 .....	303
二、输送能力 .....	303
三、驱动功率 .....	304
四、沉砂、垃圾吊斗的装载 .....	304
五、吊斗提升机的控制方法 .....	305
六、料斗 .....	305
1. 料斗的容积 .....	305
2. 料斗锥形角度 .....	307
3. 闸门启闭 .....	308
第九章 桥式起重机 .....	311
第一节 桥式起重机 .....	311
第二节 桥式起重机的选择 .....	313
一、低速型性能 .....	313
二、普通型性能 .....	314
三、高速型性能 .....	314
第三节 吊钩的设计 .....	318
一、吊钩的材料 .....	318
二、吊钩的强度计算 .....	319
三、载荷与安全率 .....	321
四、耳轴的设计 .....	322
第四节 卷筒的设计 .....	323
一、卷筒的设计 .....	323
二、钢丝绳的固定方法 .....	324
第五节 制动装置 .....	325
一、两侧制动片制动器 .....	326
二、制动片压力与摩擦系数 .....	326
三、制动容量 .....	327

第六节 桥式起重机各部分的名称与尺寸 .....	329
第七节 重量的假定 .....	331
第八节 小车行走轮压 .....	331
第九节 驱动功率的计算 .....	335
一、提升机用电动机功率的计算 .....	335
二、小车行走功率的计算 .....	337
三、大车行走功率的计算 .....	338
第十节 大车行走车轮轮压 .....	339
第十一节 钢丝绳的寿命 .....	340
一、断线 .....	340
二、磨损 .....	340
三、腐蚀 .....	340
第十二节 安全装置 .....	341
一、卷扬的安全装置 .....	341
二、小车行走的安全装置 .....	342
三、大车行走的安全装置 .....	342
四、防电装置 .....	342
第十章 螺旋泵设备 .....	355
第一节 螺旋泵的历史 .....	355
第二节 螺旋泵的构造 .....	355
一、螺旋 .....	355
二、下部轴承 .....	356
三、上部轴承 .....	357
四、驱动装置 .....	358
五、混凝土水槽 .....	361
六、附属设备 .....	362
第三节 螺旋泵的扬水量 .....	362
第四节 螺旋泵的最佳转速 .....	364
第五节 扬程和倾角 .....	364
第六节 螺旋泵的效率 .....	365
第七节 原动机输出功率 .....	366
第八节 螺旋泵的特性曲线 .....	367
第九节 螺旋泵的伸长 .....	368

第十节 螺旋泵的挠度 .....	368
一、圆形断面的性质 .....	368
二、空心圆断面的性质 .....	369
三、螺旋泵自重引起的挠度 .....	371
四、螺旋泵扬水量引起的挠度 .....	371
第十一节 螺旋泵各部分的设计 .....	371
第十二节 螺旋泵的优缺点 .....	372
第十三节 用于污泥回流的螺旋泵 .....	373
<b>第十一章 一次沉淀池设备 .....</b>	<b>379</b>
<b>第一节 链条刮板式刮泥机 .....</b>	<b>380</b>
一、刮泥能力 .....	381
二、链条产生的张力 .....	384
1. 刮泥时链条产生的张力 .....	386
2. 装有刮板的链条由于自重产生的张力 .....	387
3. 装有刮板的双链刮泥机空转时链条产生的张力 .....	387
4. 为使链轮转动在链条上产生的张力 .....	387
5. 作用于链的起始张力 .....	388
三、驱动功率的计算 .....	389
四、驱动轴 .....	389
五、中间轴和张紧装置轴 .....	390
六、链条刮板式刮泥机的改进过程 .....	391
1. 主链 .....	391
2. 链轮 .....	394
3. 导轮 .....	395
七、螺旋式张紧装置 .....	395
八、机械安全装置 .....	397
九、撇渣装置 .....	397
<b>第二节 桁车式刮泥机 .....</b>	<b>410</b>
一、刮泥量 .....	411
二、行走功率的决定 .....	412
1. 为刮泥消耗的动力 .....	412
2. 为克服行走车轮的行走阻力消耗的动力 .....	413
3. 为克服风压刮泥机运转消耗的动力 .....	413

三、行走长轴的轴承间隔 .....	414
四、行走长轴的直径 .....	414
五、刮板提升装置 .....	415
六、提升刮板的功率 .....	417
七、运转方式 .....	419
第三节 中心和周边驱动式刮泥机 .....	439
一、中心驱动式刮泥机的构造与各部分的名称 .....	441
1. 刮泥机主体 .....	442
2. 桥 .....	442
3. 安全装置 .....	442
二、周边驱动式刮泥机的构造与各部分的名称 .....	442
三、撇渣装置 .....	443
四、正方形沉淀池 .....	444
五、刮送污泥量 .....	444
六、驱动装置 .....	447
1. 中心驱动式(悬挂式) .....	447
2. 中心驱动式(支墩式) .....	448
3. 周边驱动式 .....	450
七、刮泥机的驱动功率 .....	451
八、中心桁架的计算法 .....	453
第十二章 二次沉淀池设备 .....	460
第一节 一次沉淀池与二次沉淀池在设计上的差别 .....	460
第二节 二次沉淀池的污泥量 .....	463
第三节 链条刮板式刮泥机 .....	463
一、链条刮板式刮泥机的刮送能力 .....	463
二、刮板的间距 .....	465
三、传动链的安装方法 .....	466
第四节 行走虹吸式排泥机 .....	484
一、行走装置的设计 .....	484
1. 求行走车轮轮径的方法 .....	484
2. 行走阻力的计算 .....	487
3. 风压阻力的计算 .....	487
4. 行走功率的计算 .....	488



## IV

5. 驱动部分的设计 .....	489
6. 行走长轴的设计 .....	491
二、回转装置的构造 .....	493
三、真空装置 .....	495
1. 大气压 .....	495
2. 管道的摩擦水头损失 .....	500
3. 真空泵的容量 .....	501
四、钢架部分的设计 .....	501
1. 板梁结构 .....	502
2. N桁架 .....	503