

Mc
Graw
Hill
Education

中文翻译版
原书第5版

Design of Municipal Wastewater Treatment Plants

Volume 2: Liquid Treatment Processes

Water Environment Federation® (WEF®)
American Society of Civil Engineers (ASCE)
Environmental & Water Resources Institute (EWRI)

市政污水处理厂设计 (第5版)

第2卷：液体处理工艺



宋旭锋 译

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

市政污水处理厂设计(第5版)

第2卷：液体处理工艺

Design of Municipal Wastewater Treatment Plants

Volume 2: Liquid Treatment Processes

Water Environment Federation®(WEF®)

American Society of Civil Engineers(ASCE)

Environmental & Water Resources Institute(EWRI)

宋旭锋 译

中国石化出版社

内 容 提 要

污水处理无论是经济发展还是城市发展都是无法回避的问题之一,尤其是我国现阶段城镇化日益深化的情况下,对于水资源的充分利用和再利用变得日益迫切。《市政污水处理厂设计》不仅涵盖了每个单元工艺过程和所述单元位置的上游和下游影响,而且还涉及所述处理工程的总体方案的综合考量。尽管本手册并非包罗万象,但实际上除了各个单元工艺原理和操作、质量控制和安全标准,日常营运相关问题之外,还涵盖了市政污水处理厂的规划选址,可持续发展,以及与社会环境的协调统一。从污水处理厂的最初论证到最终建成和运营都无不体现科学性和艺术性的结合。

因此,《市政污水处理厂设计》是当代实践惯例相对完整的参考书之一。该手册是针对熟知污水处理概念、设计工艺方法和水污染控制监管基础的设计专业人员编写的,因而,本手册注定会成为从事污水处理相关行业的规划设计和操作人员,以及环境工程、水污染控制等专业的本科生、研究生从业的参考资料。

著作权合同登记 图字 01-2010-8127

Water Environment Federation® (WEF®)

American Society of Civil Engineers (ASCE)

Environmental & Water Resources Institute (EWRI)

Design of Municipal Wastewater Treatment Plants

ISBN 978-0-07-166358-8

Copyright © 2010 by the Water Environment Federation. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和中国石化出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权© 2010 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与中国石化出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

市政污水处理厂设计:第5版/美国水环境联合会,美国土木工程协会,美国环境与水资源研究所编;宋旭锋译. —北京:中国石化出版社,2016.1

书名原文:DESIGN OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

ISBN 978-7-5114-3715-0

I. ①市… II. ①美… ②美… ③美… ④宋… III. ①城市污水处理—污水处理厂—设计 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 266237 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 123.25 印张 3138 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

全套定价:398.00 元

目 录

第1卷 污水处理厂规划与布局

第1章 绪论	1-1
第2章 总体设计要素	2-1
第3章 集成设施设计的原理	3-1
第4章 选址和装置的排布设计	4-1
第5章 可持续发展和能源管理	5-1
第6章 污水处理厂水力学和泵送	6-1
第7章 气味控制和排气	7-1
第8章 职业健康与安全	8-1
第9章 支撑系统	9-1
第10章 建筑材料和腐蚀控制	10-1

第2卷 液体处理工艺

第11章 初步处理	11-1
第12章 初级处理	12-1
第13章 生物膜反应器技术和设计	13-1
第14章 悬浮生长生物处理	14-1
第15章 集成生物处理	15-1
第16章 高级污水处理的物理化学过程	16-1
第17章 侧流处理	17-1
第18章 自然系统	18-1
第19章 消毒	19-1

第3卷 固体处理与管理

第20章 固体管理简介	20-1
第21章 固体存储和运输	21-1
第22章 化学整理	22-1
第23章 固体增稠	23-1
第24章 脱水	24-1
第25章 稳定化处理	25-1
第26章 热处理	26-1
第27章 残余物和生物固体的利用和处置	27-1

术语表	G-1
-----------	-----

第 11 章 初步处理

1 概述	(11-2)
2 筛滤	(11-2)
2.1 筛滤的益处	(11-2)
2.2 筛滤的分类	(11-2)
2.3 筛余物的表征	(11-3)
2.4 筛板介质的类型	(11-5)
2.5 筛滤类型	(11-6)
2.6 筛余物处理	(11-16)
2.7 设计考虑因素	(11-18)
3 粗固体的降低	(11-29)
4 除砂	(11-30)
4.1 除砂的益处	(11-30)
4.2 砂砾的表征	(11-30)
4.3 除砂工艺	(11-31)
4.4 沙浆的加工处理	(11-35)
4.5 运输、储存和处置	(11-37)
4.6 设计考虑因素	(11-37)
5 脱脂	(11-39)
5.1 应用和受益	(11-39)
5.2 脱脂工艺过程	(11-39)
6 化粪池污水的接受和预处理	(11-40)
6.1 应用	(11-40)
6.2 化粪池污水的表征	(11-40)
6.3 设计考虑因素	(11-42)
7 均衡化作用	(11-46)
7.1 受益	(11-46)
7.2 设计考虑因素	(11-48)
8 参考文献	(11-53)
9 推荐读物	(11-55)

1 概 述

初步处理的目的是去除,降低或改变原始污水进水中可导致下游工艺过程产生的运行问题或增加下游设备的维护污水组分。这些组分主要包括较大的固体物质和碎料(过筛)、磨蚀性惰性物质(砂砾)、漂浮碎渣和油脂。本章介绍了初步处理工艺过程的描述和设计考虑因素。工业预处理也可被视为初步处理,但这属于本章的范围之外。

本章包括解决送进化粪池污物(化粪池污水)的操作和可能中断下游工艺过程的高流量与污染物负荷的衰减(均衡化问题)等章节。

2 筛 滤

2.1 筛滤的益处

筛滤能够用于去除可能会损坏污水进水泵或堵塞原始污水渠道和管道系统中的液流的大物体,或者也可以去除细小物体,如人的头发,而保护敏感的下流设备,包括膜系统,布过滤器,或在整体固定膜活性污泥法(IFAS)和移动床生物膜反应器(MBBR)系统中所用的悬浮介质。碎布和碎渣穿过而进入下游工艺过程,是设备维修和由于泵叶轮卡住、污泥和浮渣堵塞管道和旋转设备不平衡运行而产生故障的最大原因之一。在下游工艺过程或接收流中的漂浮物也产生美学问题,并对试图去除之的操作人员构成安全隐患。精细固体颗粒的去除有利于实现寻求A级产品的商业认可的生物固体计划。随着污水工艺过程继续传送,与污水中惰性物体相关的损害变得越来越重要。由于这些原因,一般的做法是朝着安装筛板采用更小的开口。随着筛板开口变得更小,就能去除更大量的有机物,它对于提供筛板冲洗器/压实机而将有机物返回至污水流中就变得非常重要。洗涤器/压实机正逐渐成为标准设计惯例,原因是:

- 操作筛滤筛板时,操作人员的安全。
- 筛余物的处置通常采用市政垃圾填埋场填埋,为此限制越来越严格。美国环境保护署(U. S. Environmental Protection Agency)(U. S. EPA)方法9095B(称之为“油漆过滤器液体测试”)历史上一直使用,而监管填埋筛余物的最大湿度,要求不能存在游离水。最近欧洲垃圾填埋场的规定发生了变化,要求建筑垃圾的填埋干固体含量至少45%,而有机物低于3%,市政废物的填埋有机物含量要小于5%。
- 洗涤器/压实机的使用增加了下游需要可溶有机质才能正常发挥功能的营养物去除工艺过程的效率。

2.2 筛滤的分类

根据到筛孔的大小能够对污水筛滤进行分类。在本手册中,筛滤分类如下:

- 拦污栅和侧流筛:超过36mm(1.5in)的开口。
- 粗筛:大于6~36mm(0.25~1.5in)的开口。
- 细筛:大于0.5~6mm(0.25in)的开口。

- 微滤: $10\mu\text{m} \sim 0.5\text{mm}$ 的开口。

2.3 筛余物的表征

2.3.1 数量

除去的筛余物数量可能根据筛孔、污水流量、污水特性、冲洗器/压实机设备的效率,以及收集系统类型、筛板和筛板清洁机制而显著不同。在使用筛孔大小相同的筛板替换时可能会使用实际操作数据,但是如果项目升级涉及放置筛孔更小的筛板时,则这些数据的价值不大。

对于 $25 \sim 50\text{mm}$ ($1 \sim 2\text{in}$) 的筛孔,净孔径每降低 13mm (0.5in),筛余物体积将约增加 1 倍。对于筛孔小于 25mm (1in),则除去的筛余物体积迅速增加而与污水特性和洗涤器/压实机设备效率更加相关。拦污栅去除率与耙开口相比,更是污水特性的函数。

去除的筛余物数量将取决于收集系统的长度和斜率、泵站数量和位置,以及泵站是否包含筛滤设备。短而微斜并具有低度湍流的收集系统相比于长而陡并具有泵站的拦截系统,因为有机固体消解的程度不同而会产生更多的筛余物。对应于泵站启动期间的段筛负荷在一些设施中已经有报道 (Wodrich et al., 2005)。段筛负荷在第一次冲刷条件(尤其是干燥期之后)的汇集收集系统中和在秋季开始时的落叶树区域也很常见。

确定筛余物数量中另一个关键因素是进料至污水处理设施中的污水汇集系统类型。以往的经验表明,汇集系统相比于独立系统会产生多倍的粗筛余物。综合系统的湿季去除率以每小时为基础,可能按照平均干季条件的 $20:1$ 变化不等。

作为本手册开发的一部分,在 2008 年 6 月水环境联合会 (Water Environment Federation) (WEF) 实施了一项公共事业公司成员的调查,获得了来自美国各地 328 个污水处理设施的数据。图 11.1 和图 11.2 显示了该项调查的标准化数据,该数据区分粗筛和细筛。

基于该调查数据,产生了筛余物生成的一些一般性结论:

- 收集与污水进水流量成正比的湿筛余物量,似乎在小型污水处理设施中更高。
- 产生了各式各样的湿筛余物。设计师应该研究所有影响这些可能的湿筛余物收集量的因素,然后才作出最后的决策。对于瞬时峰值负荷应该包括足够的安全因素。
- 使用和不使用洗涤器/压实为基础的设施之间的比较表明,在湿筛余物和已经采用冲洗和压实(干筛余物)之间的州平均比率约为 25%。
- 筛余物数量的极端变化据报道,从小于 $0.74 \text{ L}/1000\text{m}^3$ 至 $148\text{L}/1000\text{m}^3$ ($0.1 \text{ cu ft}/\text{Mgal}$ 至 $20 \text{ cu ft}/\text{Mgal}$) 不等。
- 在美国筛余物产生量显然高于欧洲。最近在欧洲的供应商有研究发现,欧洲平均筛余物生产速度为 $2.4\text{kg}/\text{人} \cdot \text{年}$,而美国为 $4.5\text{kg}/\text{人} \cdot \text{年}$ 。这是建立在美国 $40.7\text{L}/1000\text{m}^3$ ($5.5 \text{ ft}^3/\text{mil. gal}$) 的筛余物生产; $378\text{L}/\text{人} \cdot \text{天}$ ($100 \text{ gal}/\text{人} \cdot \text{天}$) 污水生产速率;和 $800 \text{ kg}/\text{m}^3$ ($50 \text{ lb}/\text{cu ft}$) 的筛余物密度基础之上的。这种差异一定程度上可能归因于欧洲更广泛地使用洗涤器/压实机之故。
- 调查数据表明,42% 的设施正在使用细筛,其余的则使用粗筛。
- 总计 60% 的污水处理设施报告采用洗涤器/压实机进行筛余物调节;相比于采用细筛的 70% 的设施,采用粗筛的 40% 的设施报告使用洗涤器机/压实机。

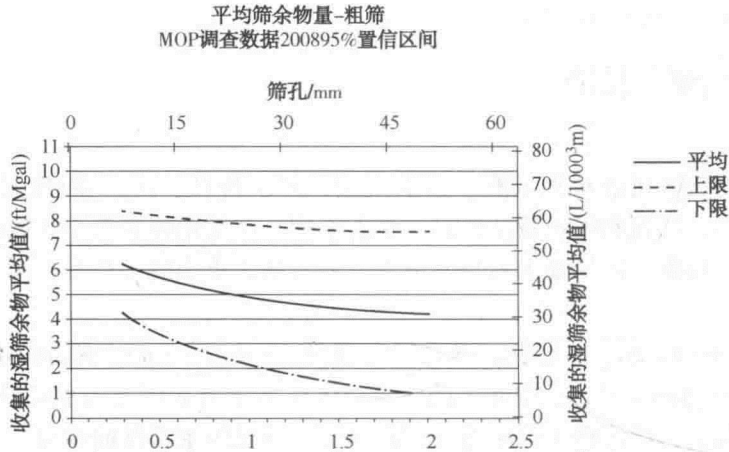


图 11.1 粗筛的筛余物量

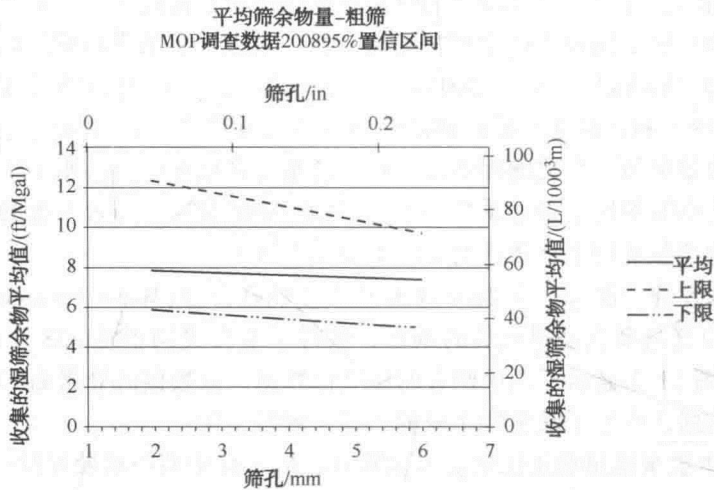


图 11.2 细筛的筛余物量

确定峰值筛余物数量足够的安全因素，在筛滤和压实机的设计中必须认真考虑。通常情况下，机械清洗筛板要承受瞬时峰值筛滤负载，尚无特殊规定。流步速调节的变频驱动可用于最小化收集设备上的磨损，同时防止瞬时高峰期间过大的压头损失。

筛余物洗涤器/压实机必须选择合适的大小尺寸才能充分应对瞬时峰值负载和进行筛余物处理。以往的研究表明，峰值因素从4~6至高达15不等(Wodrich et al. , 2005)。

2.3.2 物理性质

组成，以及体积，都会影响筛余物的处置。粗筛筛余物包括碎布、枝、叶、食物颗粒、骨骼、塑料、瓶盖和岩石。6mm(0.25in)和更小的开孔，将会主要捕获无法确定原生地的颗粒物质和大量的有机物。对于6mm(0.25in)开孔或更小的筛板，必须提供洗涤器/压实机，才能避免难以处理的筛余物并确保操作人员的安全，因为所有筛余物中都含有大量的病原微生物。细筛因为消除了高比例的固体而有利于下游工艺过程和设备，使用洗涤器/压实机溶解了粘附于筛余物上的有机物质，增加了下游脱氮除磷工艺过程的效率。如果可能，即使粗筛也应该提供洗涤器/压实器，因为它们将降低筛余物体积，因此降低运输成本。

未冲洗未压实的筛余物可能包含 10%~20% 的干固体, 堆积密度范围为 600~1 100 kg/m³ (40~70 lb/ft³)。在 2008 年的世界经济论坛(WEF)成员的调查中, 筛余物密度平均为 825 kg/m³ (55 lb/ft³)。洗涤器/压实机的性能规格详细说明包括有机质含量减少 90% 而干固体含量 50%。最近的欧洲供应商的研究发现, 50% 的干固体难以采用标准洗涤器/压实机处理。根据该调查的资料信息, 30%~40% 的范围内平均值为 37%。

2.4 筛板介质的类型

通常使用的有四种类型的筛滤介质, 主要是条杆、楔形丝、穿孔板和丝网。

2.4.1 条杆

条杆筛是历史上最常用的介质, 因为它是粗筛和拦污栅的首选。条杆提供各种形状, 包括圆形、长方形、梯形和泪珠形。圆形条杆捕获效率低, 而仅用于大型开孔条杆拦架。梯形条杆具有越来越宽的开孔, 允许通过在筛板前面最窄开孔的固体在条杆之间物夹留地通过。泪珠形条杆将梯形条杆的优点结合更好的水力流动特性, 最大限度地降低通过筛板的压头损失。条杆之间的纵向或横向的间隙, 可以允许通过长而薄的物体通过。

2.4.2 楔形丝

楔形丝是在更精细的筛滤应用中使用的梯形条杆筛的增强型。宽窄相同的开孔外形用于防止开孔之间的夹留固体。楔形丝筛的较窄开孔导致介质薄得多, 这就是为什么被称为“线”而不是“条杆”之故。楔形丝筛也具有长而垂直的间隙, 因此, 由于需要保持长而薄的物体如毛发不会在膜中累积, 某些膜生物反应器厂商并不允许如此。楔形丝条如图 11.3 所示。

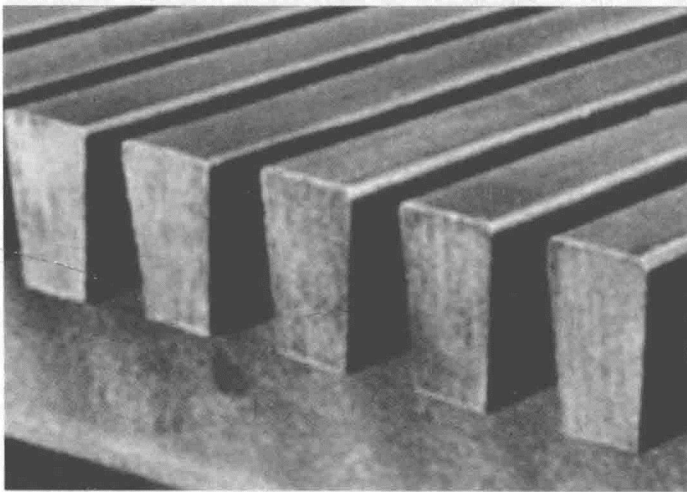


图 11.3 楔形丝筛介质

(从 <http://www.wedgewire.com/wedgewirescreens.pdf> 下载)

2.4.3 钻孔板

钻孔板介质(图 11.4)在需要细筛(如, 脱毛发)时能够比条杆或楔形丝更有效地捕捉固体。钻孔板介质的技术不断进步, 尺寸下限目前为 1mm。钻孔板介质因为有效开放面积降低, 孔损失和相比于条杆或楔形丝介质堵塞增加而具有更高的压头损失。

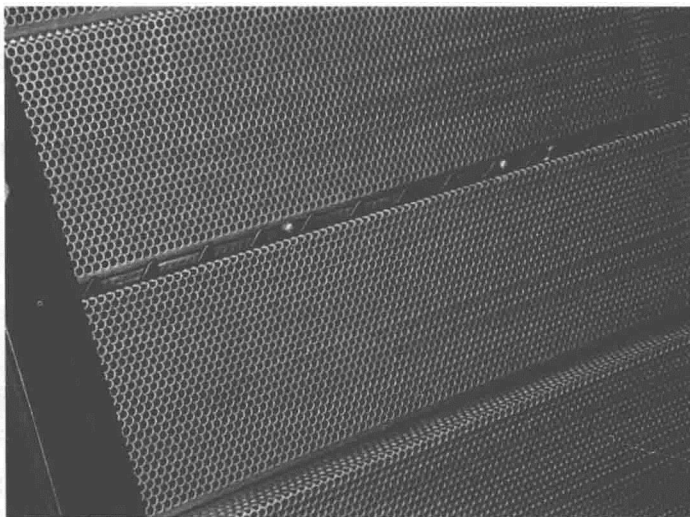


图 11.4 钻孔板面板
(经 JWC Environmental 允许)

2.4.4 丝网

因为钻孔板介质制作受限，丝网筛(图 11.5)适用于 1mm 和更细的细筛。丝网介质更加脆弱，并可能导致固体在介质中“卡钉”，干扰通过去除机制捕获的物体释放。为了避免堵塞丝网，推荐使用高压水射流进行清洗。丝网介质开口也可能是因为方形网孔的角间距稍微比侧边间距长而发生混乱。开孔通常定义为一侧到另一侧的距离。

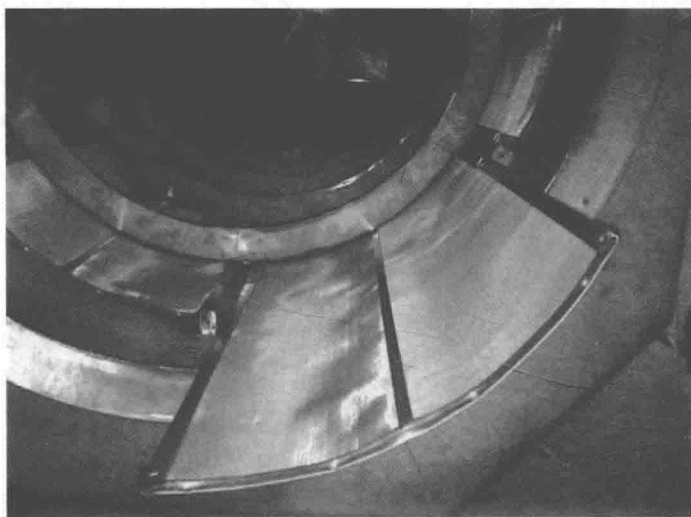


图 11.5 转鼓型筛中的丝网介质
(经 Baycor Fibre Tech, Inc. 允许)

2.5 筛滤类型

2.5.1 拦污栅和旁路筛

拦污栅用于比较老旧的污水处理厂，适用于污水处理厂接收可能含有较大物体的合流式下水道系统的污水。这些筛滤类型是 36~144mm (1.5~6in) 大型开孔的条杆筛，设计用于防

止原木、木材、残根和其他大而重的碎片进入处理工艺过程。拦污栅通常是在较小筛孔的筛板之前。在空间有限时，污水处理厂有时也采用篮筐型拦废物筛，进行手动捞出和清洁。

旁路筛，通常是在机械清洗粗或细筛必须停止服务的情况下，用于应急筛滤之目的。开孔范围为 24~48mm(1~2in)。手动清理拦污栅和旁路筛通常以与垂直方向呈 30°~45°角安装，而有利于用耙子和钻孔板排水盘进行清洁。机械清理拦污栅也可以利用，并以与水平呈 75°~80°角安装。随着污水处理厂规模增大，使用手动旁路筛因为截留更大体积的筛余物而将会变得难以管理。

2.5.2 粗筛

粗筛历史上一直是最常用的污水处理厂的独立筛滤，因为粗筛提供足够的筛滤，而不会产生超量的有机物质，消除了洗涤器/压实机的需求。最小开孔的粗筛仍然可能去除有机物质，对于这些筛滤，还是应该提供洗涤器/压实机。

粗筛采用机械清洁而具有的开孔范围为 6~36mm(0.25~1.5in)。机械清洗允许筛滤介质以更垂直的位置，一般为与水平呈 70°进行安装。机械清洗降低了劳动成本；改善水流条件和筛余物的捕获；降低了干扰；以及在汇流系统中，更充分地处理大量的雨水碎片和筛余物。机械清洗的筛板几乎总是指定用于各种规模的新污水处理厂。许多类型的机械清洗条杆筛都已经生产出来，包括但不限于，链式/电缆驱动、单耙、多耙和连续筛。

2.5.2.1 链式驱动筛

这些类型的筛滤制造出了几种构造设计结构：前清洁/前返流、前清洁/后返流和背面(或通过)清洁/后返流。前清洁/前返流类型最有效地保留了筛余物，而降低了筛余物被冲走的可能。电缆驱动用于深层应用方面代替链式驱动。这种类型的筛滤因为水下链、轴承和链轮的高维护需求已经不太被人认可，但技术的进步导致这种方式会被人重新启用。多耙筛滤(图 11.6)正变得越来越受欢迎，是因为多个耙能迅速从筛滤上清除积累物质，而使之能够处理峰值流量期间的高筛余物体积。由障碍物造成的损伤能够通过机械或电扭矩传感和反复逆转耙运动而防止。当前多耙筛滤的设计可用于粗、细筛。

2.5.2.2 单耙筛

单往复耙式筛滤能够配备反清洁/返流机制，或采用最小化固体冲走的前清洁/前面返流机制(图 11.7)。虽然前清洗设计最小化了筛余物冲走，但是反面清洗不容易受到涌塞影响。由于反清洗筛的长齿有限的束强度，则这种类型的使用仅限于较大开孔的筛子。上下往复运动耙，类似于人耙动的手动条杆筛，能够最小化涌塞的可能性。

往复耙筛滤的净空要求大于其他类型的筛滤。估计的净空要求能够通过将筛滤的垂直深度加上高出地面排放高度再加上 0.72m(2.5in)而确定。设计工程师需要对于净空特别注意。

虽然很多驱动机制(链式和电缆式、液压和螺杆操纵)可供使用，但是最流行的设计是齿轮传动。对于这些设计，整个清洗耙装置，包括齿轮马达，都滑

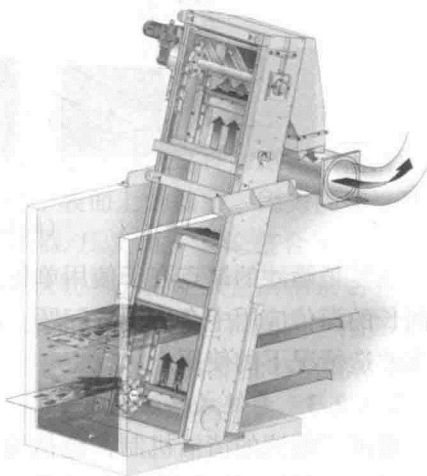


图 11.6 多耙条杆筛

(经 Huber Technology, Inc. 允许)

座安装于固定针或齿轮条上运行的齿轮上。通常驱动机制经过设计而使耙骑过在清洗划过期间遇到的障碍物。万一耙被卡住，则限位开关就被激活，并关闭驱动电机。顶部安装的驱动器也可用于这种类型的筛滤，会导致效率提高。如果需要深位安装而经受高地表水位，这些筛滤的电机需要进行防水浸泡设计。

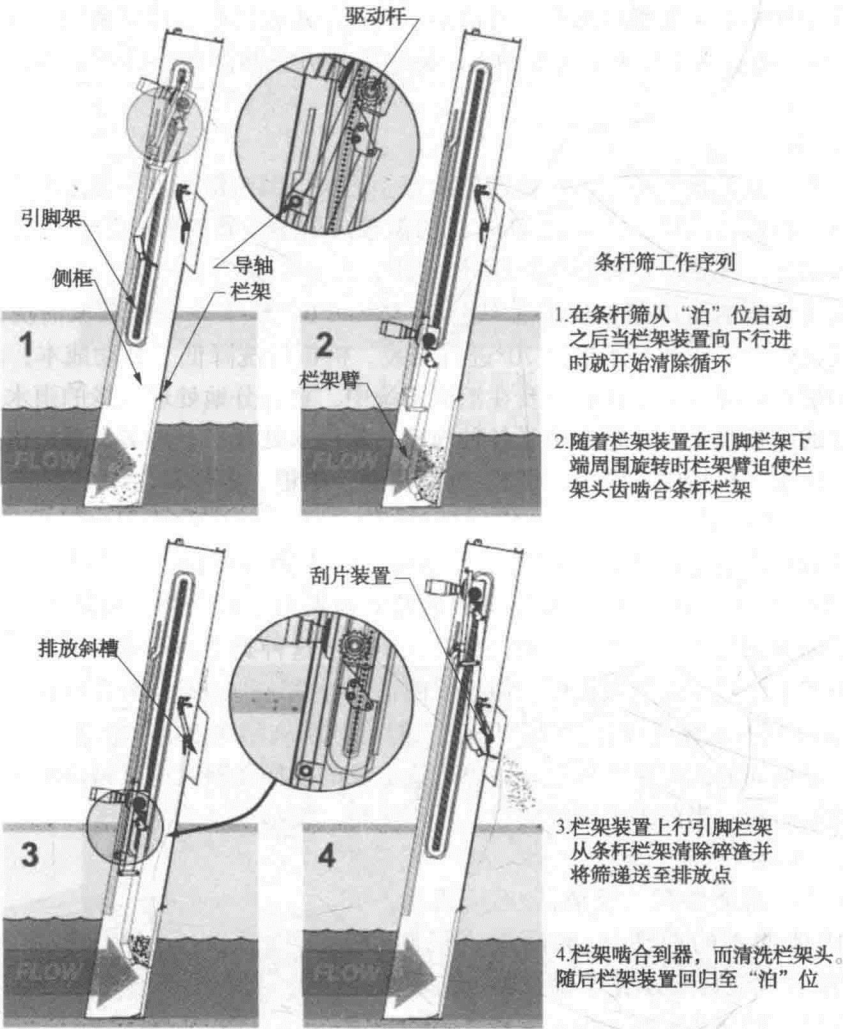


图 11.7 往复耙筛
(经 Vulcan Industries, Inc. 的允许)

往复耙筛滤的缺点在于使用单耙，限制了处理极端负荷的能力，但是这通常只是在周期时间长的深位应用中会出现的问题。此外，这些系统需要更高的过顶间隙，这潜在地限制了其在改造情况下的使用。

2.5.2.3 悬链式筛滤

悬链式筛滤的清洁机制，包括通过其链、耙的重量和耙平衡力对着筛滤而固定的重齿耙。术语“悬链式筛滤”源于筛滤前的作业链形成的悬链式环。在这种筛滤基部的弧形过渡件，使之可有效地去除底部捕获的固体。像往复耙筛滤一样，所有链轮、杆轴和轴承都位于液流之外，而降低了磨损和腐蚀，减轻了所需的维修。然而，淹没的连接链接头表面会产生

磨损磨蚀和疲劳失效。因为清洗耙是主要由链的重量对着条杆进行固定,则这个耙能够拽出阻碍去除的大碎布或固体。

2.5.2.4 连续自清洁筛滤

连续自我清洗筛滤包括塑料或不锈钢组件的连续传动带,这种传动带通过污水推动而提供沿着整个筛滤的淹没长度的筛滤作用。筛滤开孔设计具有横向和纵向两个方向的有限尺寸;垂直间距稍微大于横向间距。连续筛滤可以应用于粗、细筛滤应用,开孔小至 1mm,大至 72mm(3in)。这些筛滤固体处理容量越大,就会使用更小的筛孔,由此从污水流中就会捕获更大的固体。连续筛滤在通道底部具有低链轮或导轨支持被淹没的筛滤组件。如果选择这种类型的筛滤,仔细选择材料是很重要的。在筛滤底部所在的渠道上新建凹型缺口或梯子是一个很好的做法,可以帮助防止砂粒和杂物堆积于单元装置之前。连续筛滤经过设计可以转出和转进渠道中进行维护和移除筛板之下夹留的物质。连续筛的缺点包括前清洗/后返流的设计可能将固体冲走以及背侧上难以清洗筛板组件。

2.5.2.5 弧形筛滤

弧形筛除了条杆耙架是弯曲的之外,类似于单耙筛,而耙机制在筛板正前方具有枢轴点,使之在清洗过程中能够作弧形运动。这些筛板可以安装在通道的一侧,并能够提供适合像回流下水管溢流(CSO)或卫生下水管道溢流(SSO)一样的溢流应用的必要的大表面积。弧形筛还可用于渠道水深不超过 3.5m(7in)的小型污水处理设施进水筛滤。弧形筛能够提供单耙或多耙机制,根据每个位置的净空限制,允许全部或部分耙旋转。新的针形接头设计避免了大顶空需要。弧形筛的优点是高液压容量和设计简单。钻孔板弧形筛采用摇摆刷代替耙子,最近已引入到精细筛的应用中。

2.5.2.6 袋式筛滤

袋式筛滤是并未涉及任何移动部件清除筛余物的筛滤类型。这种筛滤包括由塑料或不锈钢制成的可拆除袋子,用于保留大于袋上网孔尺寸的传入固体。有些型号,在袋子下游具有有助于消除被夹留于网孔中的有机物的搅拌系统。网孔大小,包括小至 3mm 的粗、细筛滤应用。

袋式筛滤已在欧洲使用,但通常并不会在美国使用。这种类型可用于溢流雨水筛滤或作为粗、细筛滤应用的临时旁路筛。

2.5.3 细筛滤

细筛具有 0.3~6mm(0.02~0.25in)的开孔。这些筛板进行机械清洗是必不可少的,开孔越小,清洗性能对于正常运行越关键。水喷雾或拭刷通常用于清洗这种筛滤。热水清洗细筛能够比冷水提供更好的结果,因为热水有助于去除粘附于表面上的油脂。因为固体受到刷子的挤压,则刷子清洁的筛滤具有较低的捕获性能。洗涤器/压实机,无论整合至筛滤或是独立的组件,对于细筛必须使用,因为需要去除大量的有机物质。由于大量的筛余物和有机物质需要去除,洗涤器/压实机还必须精心设计和维护,才能防止其他运行问题。细筛通常涉及比粗筛更复杂的机制问题,因为细筛需要去除更小尺寸的固体。细筛滤与粗筛滤相比,具有更精制的清洗机制,因为附着的有机物质从较小的开孔更加难以清除。

2.5.3.1 连续组件筛滤

连续组件筛板包括具有经由不同构造设计连接至主驱动力的无限清洁网格筛滤。筛余物被收集并传送至筛板顶部部件而随后释放。连续组件筛滤能够按照各种形式提供;然而,最流行的是钻孔板和带式技术。钻孔板筛滤(图 11.8)由具有遍及整个面板的塑料或不锈钢板制

成,在堆叠面板构造设计中提供定期耙而防止筛余物回滚。通常开孔是圆形孔口,便于施工。适当的清洗机制(水喷和/或刷)是去除有机物质积累所必需的。

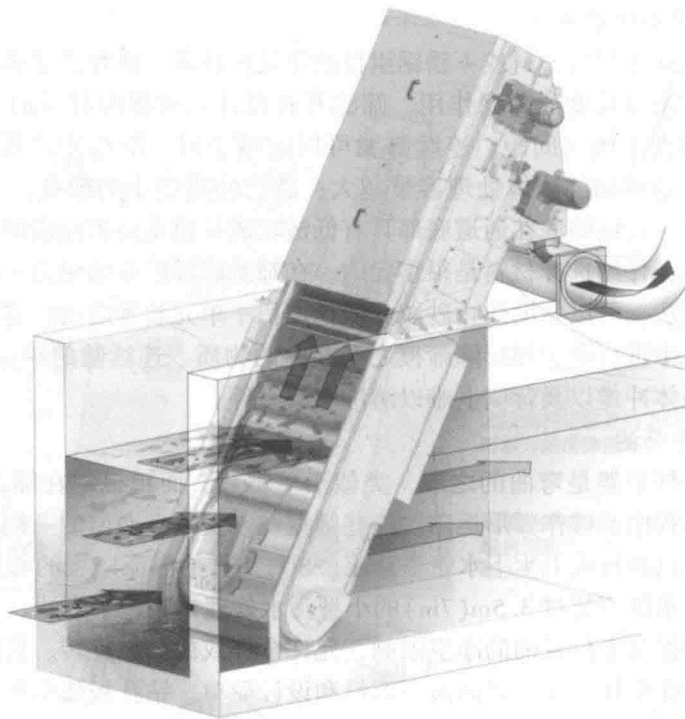


图 11.8 穿孔板筛滤

(经 Huber Technology, Inc. 允许)

穿孔板筛滤采取通流构造设计通常都需要 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 的倾角,而使筛余物传送具有最大潜势。连续组件筛滤在工业上是具有最佳筛余物截留率的组件之一,经常用于下游工艺过程需要筛余物最小化而其具有相当大的压头损失之处。

2.5.3.2 多耙筛滤

多耙筛滤,已经在“粗筛滤”这节中讨论(图 11.6 所示),在细筛滤应用中使用频率越来越高。基本施工建设与多耙粗筛滤相同;然而,因为较高的筛余物收集率,更精细筛滤的排污系统需要经过设计而在更高清洁频率下运行。多耙机制严格容限允许这种筛滤提供小至 4.8mm ($3/16\text{in}$) 的开孔。

2.5.3.3 梯型筛滤

这种类型称之为台阶式筛滤(图 11.9),由具有 $3 \sim 6\text{mm}$ 净孔的长 $2 \sim 3\text{mm}$ 不锈钢平行薄片构成。在阶梯式筛滤中存在两套薄层板;大多数设计都是一套薄层板固定,另一套是可移动的,能够旋进和旋出筛滤而提供了一种台阶运动模式,将所收集的筛余物向上抬升而直至将其排放至筛板顶部。移动台阶薄片,通常由链式或杠杆连接。薄的薄片很容易被大型物体、岩石、碎玻璃和砂砾损坏。有时,楔形物或较大物体一直是这一设计的难题。在底部采用柔韧薄片可防止大物体堵塞或损害。水冲洗连接处防止薄片之下砂砾堆积。梯型筛滤相比于其他细筛滤,提供了更高的开孔面积,因为这种结构从筛滤格栅底部至顶部具有开放式插槽。这种插槽的构造结构允许纤维状固体通过,这就能够通过“缠结操作”而最小化,因为

筛滤能够通过使用差压头控制而产生的累积筛余物缠绕团进行运行。这些筛滤的开孔面积越大,就越有助于最小化压头损失,使之适合关键处的改造。梯型筛滤通常需要较大的占地面积,因为这种类型的筛滤推荐使用 45° 倾角而防止筛余物回滚。为了减少占地面积的需求,有些设计使用带钩梯子,而使这种筛滤能够以 75° 倾角安装于更深的渠道。大多数梯型筛滤设计能够在渠道上面提供允许该单元从操作平台进行工作的枢轴点。

2.5.3.4 带式筛滤

带式筛滤(图 11.10)类似于穿孔板筛滤,因为二者通常都使用穿孔板格栅。但这两种筛滤中带式筛滤较宽,能够容纳筛板旋转,而产生“带”状图形。每个面板上提供的抬升唇沿将筛余物抬起越过水面而排放入筛余物收集槽。对于此项技术,根据污水流接近筛滤的途径不同,市场上有几种可供使用的构造设计结构,但是在污水处理应用中使用的仅仅只是中心进料设计。中心进料筛滤采用筛板平行水流进行安装,而使筛滤面积与渠道宽度无关。与其他细筛不一样,这种筛滤通过并不提供帮助筛板旋出渠道的枢轴组件,而如果置于建筑物内进行移除则需要净空或天窗。

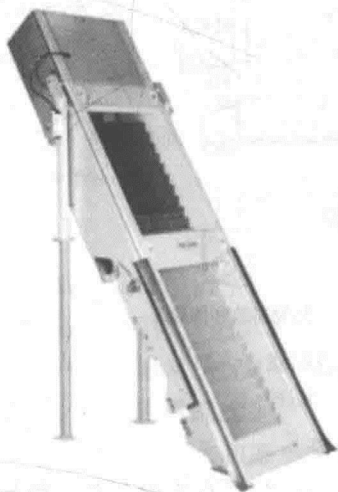


图 11.9 梯型筛滤

(经 Vulcan Industries, Inc. 允许)

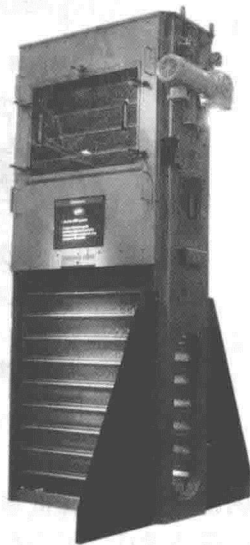


图 11.10 带式筛滤

(经 Headworks11 允许)

2.5.3.5 转鼓式筛滤

地上转鼓式筛滤是转鼓式筛滤最流行的类型。这种筛滤需要泵送进水,这种进水方式可以是内部或外部进料。对于内部进料筛滤(图 11.11)而言,污水进入转鼓内的分配盘,而筛余物传送至采用大型内部回转式阶梯的筛滤前面。筛滤之后的污水随后排放出筛滤背面。转鼓在轮上连续旋转,而筛滤介质能够部分被移出进行替换。污水以外部进料模式在转鼓外送入(图 11.12),固体沉积到螺旋阶梯之下。

重力流转鼓筛滤也可供使用。这些筛滤类似于带式筛滤,只是这种类型是由按照圆形模式连接在一起的穿孔板面板构成。转鼓筛滤通常采用类似于带式筛滤的抬升唇沿进行中心进料。筛余物传送至筛滤顶部通过重力和在冲洗系统辅助下移除。转鼓筛滤必须具有足够大的直径而延伸到渠道上的工作地面之上而使筛余物被排放。这种筛滤应该延伸到渠道足够深度

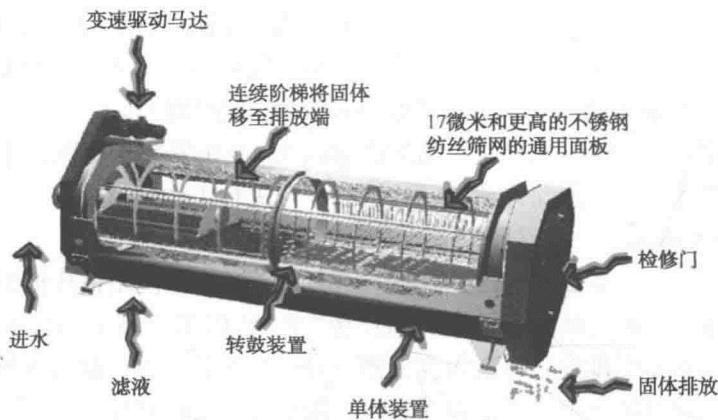


图 11.11 内部进料转鼓筛滤
(经 Baycor Fibre Tech, Inc. 允许)

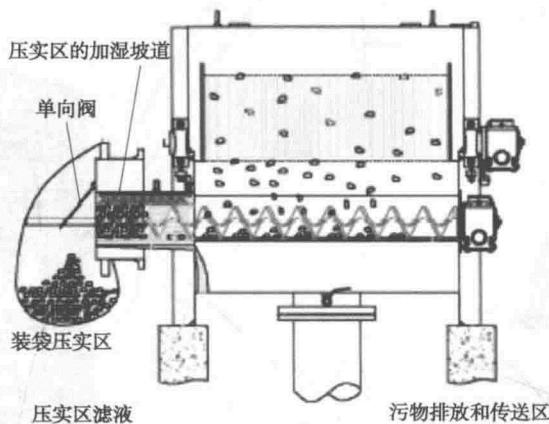


图 11.12 外部进料转鼓筛滤
(经 Andritz Separation, Inc. 允许)

而淹没足够的筛网，以使在低水位处能通过所需的流量。

立式转鼓筛滤设计，可安装于深沙井中。这些筛滤一般都有槽型开孔，使耙机制从底部收集筛余物而将其传送至水面之上。

2.5.3.6 倾斜式圆柱形筛滤

这些筛滤(图 11.13)由圆柱形筛篮构成，类似于转鼓式筛滤，具有典型属于螺旋螺杆式的内部筛余物去除机制。这种筛滤通常以 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 角倾斜安装。这些筛滤类型可以是固定的而筛余物由螺旋螺杆去除或通过刷子和喷雾杆去除。筛余物下落至螺杆进料的轴定位料斗，而通过倾斜的洗涤器/压实机管传送。由于采用中心进料模式，筛余物传送较低。这种筛滤的最大优点之一在于这种类型提供了整体洗涤器/压实机。然而，这种类型比其他筛滤类型需要较大的占地和更浅的进水渠道。

2.5.3.7 静态筛滤

静态筛滤(图 11.14)具有倾斜的金属筛，起到筛滤介质之用，让水通过而同时保留顶部的固体。污水从这个通常起到堰功能的单元顶部进料，冲流而下经过金属筛，收集筛余物。这种类型的筛滤没有移动部件，完全由重力将固体移除。筛滤介质是典型的楔形线，具有

0.25~2mm 的开孔，通常提供喷嘴或刷子进行清洗。静态筛滤适用于沿着渠道使用，提供了相当大的筛滤区域。然而，这种类型的筛滤可能具有高压头损失的要求。

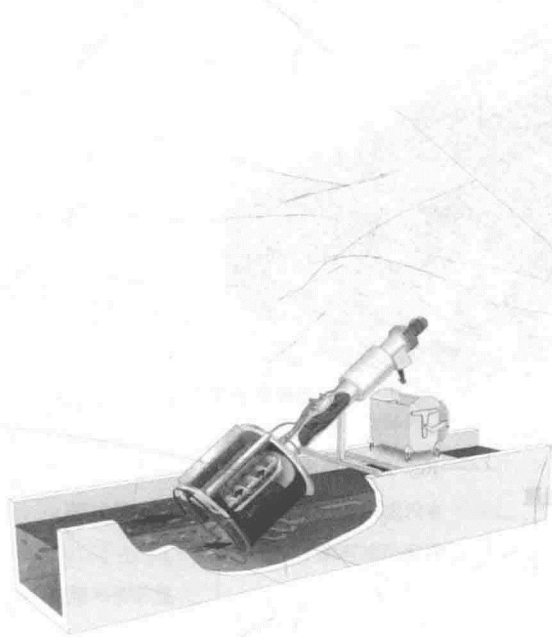


图 11.13 倾斜式圆柱形筛滤
(经 Huber Technology, Inc. 允许)

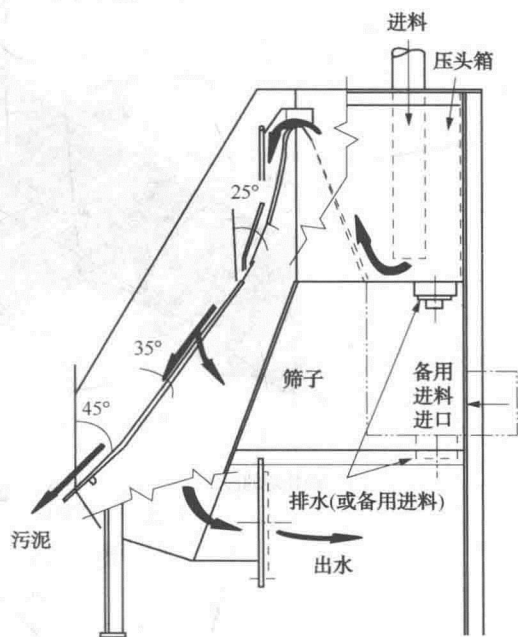


图 11.14 静态筛滤

2.5.3.8 微滤

微滤的构造结构设计类似于转鼓式筛滤，但使用了精细丝网织物作为其筛滤介质而能够去除平均 10~60 μm 的固体。通常需要提供清洗这些筛滤的特殊系统并应该基于所需应用而与筛滤厂商协调一致。通常情况下，需要使用高压水射流清洗。

2.5.4 雨水/湿季流量筛滤

由于法规日益增多，雨水和湿季水流的筛滤正变得越来越普遍。大多数讨论的筛滤类型已成功地应用于这些水流。为了应对湿季流量，溢流堰通常提供于上游的污水处理设施，从而最大限度地降低通过污水处理厂的峰值流量。独立的湿季流量处理系统如压载絮凝处理系统、停留处理池 (RTB)、或均衡化池，尤其是在污水处理设施对于湿季排放有严格限制的情况下，都已经成为良好的实践管理。

CSO 技术能够筛滤溢流并将收集的物质返回至污水流中而在污水处理设施进行筛滤。这就可以防止在 CSO 筛滤位置进行操作。在目前市场上还有几种湿季筛滤，包括静态的，自清洗的，水平的和垂直的筛滤。自清洗筛滤 (图 11.15) 和组合筛滤/除砂系统 (图 11.16) 可供使用。

当地条件将会决定雨水筛滤选择的类型。如果分流点不需要湿季水流筛滤，则就能够使用先前所示的标准筛滤类型。

雨水或湿季水流筛滤的筛板开孔大小取决于几个因素，包括下游的处理要求，许可规定和运营商的喜好。例如，在英国，CSO 排放点的细筛要求——为了环境和审美——尺寸大于 6mm 的固体需要去除。