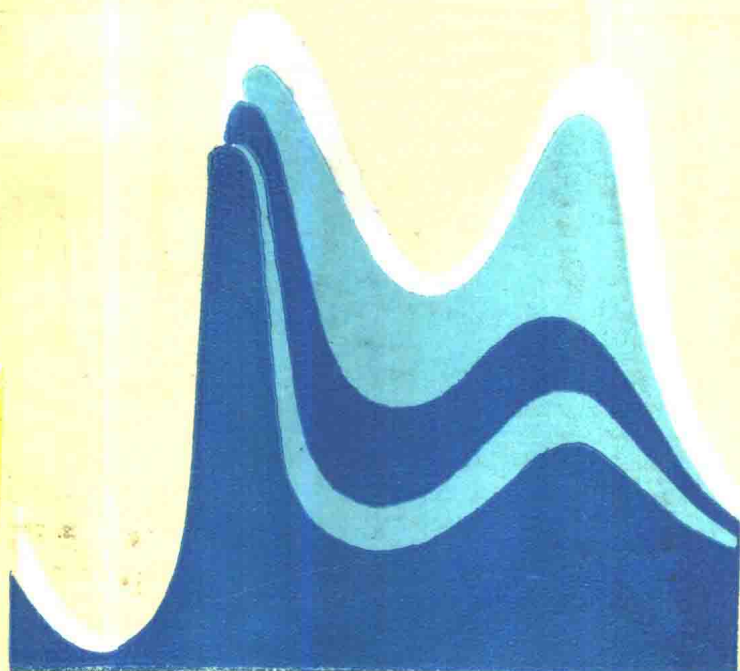


联合国教科文组织 (UNESCO) 资助出版

小区废水处理工程

〔美〕林宜狮 著



中国环境科学出版社

5254

7/443A

小区废水处理工程

〔美〕林宜狮 著
孙绍兴 李 敬 译
钱 易 审校

中国环境科学出版社

1989

内 容 简 介

本书叙述了小区废水处理工程在设计中应考虑的问题,可采用的处理方法和设计依据,并对小型污水处理设施的特点及经济可行性作了全面论述。书中还附有详细的工程实际资料。本书对小城市和卫星城镇地区及乡镇企业、高级宾馆等设计小型污水处理厂有很好的参考价值。可供市政、环境工程专业的技术人员、设计人员和大专院校师生参考。

YE-SHIH LIN, P.E.

WASTEWATER TREATMENT WORKS FOR SMALL COMMUNITIES

1986

小区废水处理工程

〔美〕 林宜猗 著

孙绍兴 李敬 译

钱 易 审校

责任编辑 杨吉林

中国环境科学出版社

北京崇文区东兴隆街69号

北京朝阳区新源印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1989年3月第一版 开本: 787×1092 1/32

1989年3月第一次印刷 印张: 3 7/8

印数: 1—5,000 字数: 90千字

ISBN 7—80010—241—6/X·170

定价: 1.35元

序

在工业发达的国家，除了大城市的大规模的污水处理厂外，还有很多较小城镇的小型废水处理工程，在设计运行方面也有不少经验值得借鉴。美国在1975年就有7500多万人口的污水是由较小容量的污水厂（日处理量在几千立方米）来处理的。在我国，污水处理工作将要大规模开展，城市规划的任务之一就是计划建设一些卫星城镇来减轻大城市由于人口集中而产生的种种问题。另外，所有较小城区的废水处理工程，在设计中也应结合具体情况予以重视。

清华大学环境工程系在联合国教科文组织（UNESCO）的资助下，于1986年9月举办了环境教育进修班，聘请美籍台胞林宜狮先生来华讲学。除主要讨论了水的再生和回用外，还讲了小区废水处理工程。林先生在美国洛杉矶（Los Angeles）市任顾问工程师多年，在给水排水工程与环境工程设计方面，有很丰富的经验。他还是清华大学环境工程研究所的顾问。本书是他在进修班讲学时的讲稿，书中叙述了小区废水处理工程在设计中应考虑的问题，可采用的处理方法，设计依据及经济评价等。这些资料对我们为小城市和卫星城镇地区设计小型污水处理厂时有很好的参考价值。为此，清华大学环境工程系组织了一些同志将这份讲稿译成中文，以供我国从事环境工程及给排水工程工作的同志参考。

在此，我们对林宜狮先生及参加翻译工作的同志表示感谢！

陶葆楷 井文涌

1988年6月

目 录

第一章 小厂有关问题	(1)
1.01 序言	(1)
1.02 设计	(3)
1.03 运行和维护	(3)
1.04 经费限制	(4)
1.05 各种人员间的相互联系	(5)
第二章 基本设计考虑	(6)
2.01 序言	(6)
2.02 服务范围	(6)
2.03 人口规划	(7)
2.04 厂址和布置	(8)
2.05 流量测量	(9)
2.06 取样	(9)
2.07 废水特性	(10)
a. 废水流量	(10)
b. 流量均衡	(22)
c. 废水组成	(23)
d. 生物处理的要求	(30)
e. 营养缺乏对设计的影响	(31)
2.08 设计周期与阶段	(32)
2.09 二次沉淀池	(33)
2.10 废水处置	(33)
a. 排入地表水体	(34)

b. 废水的土地应用	(35)
c. 废水的回收	(36)
2.11 消化	(38)
2.12 电力供应	(38)
第三章 小区的污水处理方法	(39)
3.01 序言	(39)
3.02 流程图	(39)
a. 生物转盘法 (RBC)	(43)
b. 生物滤池	(45)
c. 活性污泥法	(45)
d. 稳定塘	(46)
e. 土地处理法	(47)
3.03 组合式废水处理厂	(48)
3.04 运行特点	(48)
3.05 性能数据	(56)
第四章 工程设计基础资料	(59)
4.01 序言	(59)
4.02 处理工艺数据	(68)
4.03 曝气装置	(68)
第五章 经济评价	(71)
5.01 序言	(71)
5.02 经济指标	(71)
5.03 投资费用	(72)
5.04 运行和维护费用	(75)
a. 劳力费用	(75)
b. 动力需求量	(76)
c. 年运行和维护费用	(96)
5.05 年度费用和单位费用	(97)

参考文献	(100)
附录	(103)

第一章 小厂有关问题

1. 01 序 言

人们对大区域污水处理系统的设计、建造和运行的关注，几乎完全掩盖了对于独立村社的小型污水处理厂的兴趣。但饶有趣味的是1975年美国有7500多万的人口是由处理能力为每天3785米³或更小的小型污水处理系统服务的。1975年美国公有的处理厂的分布情况汇总于表1-1。处理能力等于或小于每天3785米³的小污水处理厂占公有处理厂的85%以上。

使用小处理厂的地方包括农场、单个的农户、渔场、狩猎场、疗养区、学校、新建的郊外住宅区、活动住房集中地、高速公路旁休息区、高速公路旁旅馆、旅游公园、作业营地、医院和港口。将这些地方与大型污水处理系统连接起来往往不可能或经济上不合算，因此常应用小型污水处理厂。

人们常常不注意小区污水处理厂运行和维护的费用，因而导致由未经严格训练的人员进行操作运行，结果使许多小厂运行不可靠，出水常达不到要求。目前小厂设计和运行的许多问题变得十分突出。小厂必须尽可能象大厂那样有效且可靠地进行设计、建造、运行和维护。因此，本书的目的是：（1）详细说明与小厂有关的某些一般性问题；（2）评价适用于小区的各种方案的处理工艺；（3）评价对于小厂较重要的

表1-1 公有处理厂的大致分布情况

处理方法	大厂, 每日100万加仑以上 ^(d)			小厂, 每日100万加仑或100万加仑以下		总计
	WQL ^(a)	EL ^(b)	EL-OO ^(c)	WQL	EL	
无处理	29	32	3	944	1462	2467
初级处理	549	366	62	828	1278	3022
氧化塘	87	50	7	1800	2791	4728
生物滤池	574	382	57	1367	2015	4338
活性污泥法	235	219	35	872	1162	2488
延时曝气	42	29	4	686	1071	1828
其它二级处理	112	77	13	518	879	1586
土地处理	5	3	—	58	91	157
三级处理	42	30	4	169	263	504
总计	1676	1188	185	7242	11012	21118

(a) 位于水质限制地段的厂;

(b) 位于出水限制地段的厂;

(c) 位于出水限制并有排海口地段的厂;

(d) 1百万加仑=3.785千米³。

- 参见: "Alternative Waste Management Techniques for Best Practicable Waste Treatment". U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water Program Operations Washington D. C. EPA-430/9-75-013, October 1975 MCD -13

某些设计因素; (4) 从经济观点进行处理工艺方案比较。

本书中介绍的小区处理厂, 是指容量为日处理3.785千米³或3.785千米³以下的小厂。

1.02 设计

从工程设计的观点看，小厂的设计一直没有受到对它所应有的注意，经常出现的情况是把这些小设备的设计交给缺乏经验的工程人员进行。因此，许多小厂已被证明是不完善的，尤其不能满足法规制订机构提出的比较严格的排放要求。显然，应对小厂设计负责的是设计工程师，而不是运行人员或承包者。

无论是大型的或是小型的处理厂，其运行成功与否，都取决于设计思想的完善程度以及这些设计思想的具体实施程度。如果对一个厂考虑和设计不周，那么再多的熟练操作人员也不能改变这种状况。精心设计的工厂，应该而且能够以最少的时间进行过程控制，总体设备应尽量简单的设计思想对于小厂比大、中型厂重要得多。因此，某些处理方案也许对小厂比大厂更适用。小厂处理单元的设计参数可以不同于大厂所用的参数。

1.03 运行和维护

工厂的运行和维护简便，对操作人员最为重要，因为他们生活在工厂，日夜与之打交道。这里还要指出，选择处理过程的运行方法，选定能简化工作的设备，正是工程技术人员的责任。处理过程的设计要尽量减少运行时的实验室试验。

由于预算紧张，许多小厂的运行和维护一直是操作人员很头痛的事。因为这个原因，小厂不应采用试验性的新设备。在选择设备时，应十分小心，要考虑确保当设备损坏

时，可以有人修理，并有配件可供更换。最主要的是通过选择检验过的设备，来保证工程技术人员减少年度维护和检修费用，并改善整个运行状况。由于经费所限，小厂通常不能按24小时安排职工运行值班，故在夜间或周末无人值班时，生产上就有可能出现某些意外事故。人数有限的当班人员还因为没有脱产培训的时间，需要结合工作进行培训。此外，对设备运行负责的机构常不能提供（或者很少）为工程技术人员的周期性咨询服务或进行防护性维修所需的资金。经常的情况是当工厂设计和建造完毕后，对运行人员就放手不管了。当发生困难时工厂的运行人员得不到有知识有经验的有关人员的帮助。

1.04 经费限制

对于多数小城市，立法过程要求城市委员会通盘考虑由市政府各部门的预算形成的整个城市的预算，通常污水排放系统服务收费是不足以支付所需的经费的，超支部分就算入污水处理系统的维护、运行和基建改善的税率中。在小城市里，因为每追加一便士的税率都会使整个小区觉察出来。故许多城市委员会对于增加税收而不产生明显后果的项目，例如建造图书馆或公园是非常敏感的。城市小型污水处理系统的基建改善，很难征得各议员的一致赞同，即使是在污染控制作为专门议题时也是如此。因此，小厂所需费用常列入福利费预算内，当年度经费被削减时，又往往首当其冲。小厂常以紧急预算的方式列入议题，只有当当地污染控制机构遇到麻烦时，城市委员会才会慎重地考虑它的预算问题。

1.05 各种人员间的相互联系

在处理厂（不论大小）的运行过程中，操作人员与总运行员或管理人员之间，操作人员与设计工程师之间，管理人员与厂长之间，存在着不同程度的联系。其中，操作人员和设计工程师或顾问之间的联系对于工厂的有效运行，是十分必要的，特别是当建造一个新厂时更是如此。在计划采用一种新装置时，运行人员应该有机会向设计工程师说明他们对于平面布置、运行、维护和设备选择等方面的意见。

设计工程师必须利用时间去努力了解运行人员的意见，争取运行人员的参与。作这样的努力是值得的，因为这对每个人都有利，一般能使建造的工厂易于运行和维护。

第二章 基本设计考虑

2.01 序 言

废水处理厂的目的是除去杂质，使处理过的出水符合法规制定机构的要求，并适于排放或回用。无论是从废水中除去不可用成分的过程还是最终的处置，都必须以环境上可接受的方法完成。为满足这一目标，在确定了可能的进水特性和出水要求后，对于小处理厂的设计，工程师必须选择：

(1) 花费运行人员的时间为最少的流程；(2) 相对说不需经常维修的设备；(3) 在较大范围的水力负荷和有机物负荷下能有效地运行；(4) 使用最少的能量；(5) 遇到紧急情况，例如生物过程被破坏和设备故障时对承受水体不致有所损害；(6) 保护并改善环境因素和自然资源。

2.02 服务范围

在确定流量和废水特性中，小处理厂服务的范围起着重要的作用。这个范围的限值可以按自然排水流域、行政区划、特殊的废水处理要求或者这些因素的任意结合来规定。在某一区域内，现有的和计划的土地使用方式以及伴随的居民人口是估计待处理废水的流量和特性的主要决定因素。

首先，必须对现有土地利用情况进行评价，并收集一切有用的资料。在人口已达饱和的地区或商业和工业布局完全

形成的地区，在确定废水流量及其可能的特性时，只有现状数据就已足够用了，除非预计该地区还要发展。如果还要发展，土地使用的变化会改变废水的流量和特性。

大多数小型废水处理设备设置在农村或郊区，其服务范围的大部分是不发达或正在发展中的地区。对发展该地区中的、本地的或地区性的趋向，以及小厂未来可能的扩建等，必须进行考察。本地的趋向应包括经济的发展和与建设费用及税收有关的税收基础的变化。地区性的趋向应包括各种不同活动地点，例如商业区或工业区以及郊区发展的速度，行政界域的变化，以及其它小区可能的合并或服务协定，运输系统的状况和其它地区性的公用设施的可用情况。这些情报的其它来源，包括地区规划、区域性地图和报告，工程调查、法规机构所作的报告，以及对该地区的实际的调查研究。

关于地区发展的大多数情报应包括在综合性的国家、地区和小区的废水规划报告中。

2.03 人口规划

人口是影响废水流量和特性的一个主要的因素，生活和工作在一个地区的人口密度或许有最重要的直接影响。然而，其它与人口有关的因素，象社会经济状况等也可影响废水质量和流量。

人口变化的主要原因有三：（1）出生率，它受文化水平、社会心理学因素和社会经济状况的影响；（2）死亡率，它受生活条件和医疗水平的影响；（3）人口迁移，它受人们迁入迁出小区，试图改善其生活水平的影响。

与人口迁移有关的某些因素是人们希望有更好的经济机遇，土地可用于发展的程度和在新的地方有所获益的愿望。

市政部门在 发展住房和 新兴的、有吸引力的工业方面的计划，也是引起居民迁移的一个重要因素。

人口规划是所有重要的计划决策的基础，对这一重要的工作，应该给予充足的时间。对于废水处理厂的设计，未来人口的规划是用于计算预期的废水量与成分的。小厂服务的区域虽然一般很小，但它可能会以很高的速率发生变化。应该谨慎地预料其未来的发展趋势。

2.04 厂址和布置

习惯上，选择废水收集和处理设施的位置和路线时，首先应该考虑借助于重力使废水自流输送。通常处理厂尽可能设置在孤立的地方，以便使偶尔散发的工厂气味不会严重影响周围的居民。然而都市化的发展，以及现有的都市区内日益增长的对废水处理的要求，都需要利用发达地区附近和商业区中的地方作厂址或穿过这些地区。

厂址规划和绿化带设计也给设计者提供了机会，可使维护和运行人员最少，并有利于工厂设施的进一步发展。

除了在建筑物之间必需的吊车和其它提升设备的通道以及埋设为日后发展所用的管线和所需的通道外，工厂的布局应尽量紧凑。这样可以减少管道连接、人行道、汽车道的费用，也能使运行时更为方便。

进入厂区及到达装卸设备的道路，应以适当的卡车和回转半径为依据。这看起来是很明白的，然而车辆通道不足的小区工厂的数目却是很多的。

一般厂址及周围的庭院都规划得比较差，用围墙把工厂所有财产和草地围起来，是小区工厂的典型设计。庭院的范围及其所需的维护，既需要经常不断地制定维护计划，也需

要数目可观的维护人员，才能保持良好的厂容。根据经验，维护6亩草地所需的工时，约为每年30人时，30亩的草地，每年将需要一个人月的工时。因此，应尽量减少厂区中的草地。可以采用不需收获的土地覆盖以代替草地。在很多气候条件下，自动灌溉系统也可节省劳力。

2.05 流量测量

每个工厂都要对进入的废水的流量进行测量并作纪录。许多小厂的流量计不够精确，因为很少对其进行校检，或者很少为运行人员提供检查流量的方法，以便能知道设备是否需要修理。因此，使用明渠流量测量装置是较方便的，例如帕歇尔槽，可以允许运行人员调整仪表零点并以手工核对深度、计算流量，并将其与计量计读数进行比较。运行人员也可以检查小时流量，并经少量计算以确定累加器是否在正常工作。渠内液位测量装置较差，与帕歇尔槽联接的静止井则比较好。

2.06 取 样

几乎所有小厂都采用人工取样，以获得性能数据和进行运行监测，因此一般只能得到8小时的混合样。因为收集样品耗费时间，在混合时可能出现差错，而且缺乏对废水特性完整的了解。应用目前市场上的自动采样机（价格为每个取样点2000到5000美元）和流量计联用，能够得到极好的混合样品。应用这种装置不仅可使运行人员脱出身来作其它工作，而且能得到比手工取样更为准确的数据。

2.07 废水特性

a. 废水流量

在确定废水处理单元尺寸时，标准的基础数据是日平均流量，即一年中流入该厂的废水总量除以一年的天数。设计平均流量是给定的设计期限的最后一年的平均日流量；最大日流量是设计年内预期的24小时最大废水量；高峰流量是在此24小时内预期最大流量。最小日流量是在该年内预期的24小时最小废水量。极端最小流量是在该时期内预期的最小流量。在确定水管和其它单元的水力尺寸时，高峰流量对于防止泛滥是很重要的。一般水泵的最大容量都根据高峰流量确定。在确定管道尺寸时，防止低流量时固体沉积是重要的。平均流量则用于确定污泥处置设备的大小或确定化学物质的数量。

在设计废水处理厂时，选择方法、确定设备大小和分析，应考虑五种流量，即：高峰流量、最大24小时流量、日平均流量、最小24小时流量，以及极端最小流量。选择的处理方法应能在全部范围内有效地运行。应针对以下情况确定以上各种流量：（1）运行时初期的状况；（2）在设计期限終了时的情况；（3）采用分期建设时各个发展时期的状况。

可以用两种方法确定最大和最小流量。第一种基本方法是在已有的系统中用仪表测定流量，然后将这些流量应用于该地区未来的发展。第二种基本方法是先估计服务区的各种不同废水来源（如家庭、商业、公共团体、工业、雨水，地下水）的流量，再由此估计总流量。各不同来源的废水流量，常使用一本或数本参考文献中的平均值来估算，见表