

X53/1

21957

工业和城镇污水 土地处理系统手册

〔美〕S. C. 里德 R. W. 克赖茨 著

中国环境科学出版社

工业和城镇污水 土地处理系统手册

[美] S.C. 里 德 著
R.W. 克赖茨

杨景辉 向 锋 钱 谊 译
周泽江 陈雨莉

杨景辉 校

中国环境科学出版社

1 9 8 9

内 容 简 介

本书全面地阐述了工业废水和城镇污水土地处理系统的整套设计程序和标准,包括污水土地处理的基本概念、工艺分类、设计方法、水质参数、土壤系统水力学、植被和场地选择等,书中还列举了确定各主要设计参数和应用有关设计公式的大量实例,内容丰富,叙述简要,实用性强。

本书对从事环境管理的人员、环境工程设计人员和科技工作者、大专院校师生有很大的参考价值。

Handbook of Land Treatment Systems for Industrial and Municipal wastes

S.C. Reed R.W. Crites

工业和城镇污水土地处理系统手册

[美] S.C.里德 R.W.克赖茨 著

杨景辉 向 锋 钱 谊 译
周泽江 陈雨莉

杨景辉 校

责任编辑 吴再思

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京市平谷县大北印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1989年10月第 一 版 开本 850×1168 1/32

1989年10月第一次印刷 印张 12 5/16

印数 1—2 500 字数 250千字

ISBN 7-80010-353-6/X·204

定价: 4.30元

译 序

随着我国工农业生产的迅速发展,人口的迅速增加,城乡污水排放量日益增多,致使江河湖海受到严重污染,生态环境受到严重破坏。据1985年统计,我国污水年排放量已达342亿吨,日排放量近1亿吨。预计到2000年,我国污水年排放量将超过1040亿吨,这势必将对生态环境产生更加严重的威胁。如此巨量的污水如大部分进行二级生物处理,所需基建投资将高达数百亿元,此外每年还要支付数十亿元运行和维修费用。如此巨额支出是我国经济力量难以承当的。因此,我国污水处理途径不可能是单一的二级生物处理,而必须是多途径的。

另一方面,在我国干旱和半干旱地区,水资源不足已成为社会主义经济建设的一个极其尖锐的问题,污水资源化势在必行。1980年我国污灌面积即达800万亩,1982年猛增到2000万亩。作物生长期污水灌溉量相当于全国污水日排放量的20%。这对缓和农业用水紧张程度,扩大农业水肥资源和处理城市污水都起到了积极的作用。但是污灌中也出现了一些严重的问题,其主要原因是对污灌系统缺乏科学的设计程序和必须遵循的严格标准。我国大部分污水都是未经任何预处理就直接灌田,致使数百万亩农田遭受有机毒物和重金属不同程度的污染,个别灌区生态环境受到严重破坏,人群身体健康受到严重威胁。

近年来,世界各国对污水土地处理技术给予了愈来愈多的注意。大量的研究证实了污水土地处理系统不仅具有很强的污水处理能力和很高的可靠性,而且这种处理技术所需的基建投资、运行、维修费用和能源消耗都远远低于常规的二级生物处理。因此,污水土地处理技术作为污水二级处理和三级处理的代用技术是有广阔前途的。

6207 45/11

我们翻译本书的目的正在于推动污水土地处理技术的正确发展和迅速推广,克服污灌事业发展中存在的盲目性。

目前,污水土地处理系统一般都是根据经验进行设计的,即通过对现有的土地处理系统成功运行的经验的研究和总结,引导出具有普遍意义的设计标准和数学表达式,而后利用这些标准和公式进行新系统的设计。本书全面地阐述了工业废水和城镇污水土地处理系统的整套设计程序和标准,它将为我国污水土地处理技术的研究提供有益的借鉴。

本书作为一本设计手册,每章均列有大量的参考文献,为读者进一步查阅有关污水土地处理方面的资料提供了方便。书中还列举了确定各主要设计参数和应用有关设计公式的41个实例,供读者在阅读和参照本书进行实际设计时参考。

本书原文主要采用英制计量单位,为了便于我国读者阅读和参考,在译本中我们尽量采用我国法定计量单位,只是在图、表、设计公式和计算实例中不便改动的地方仍保留英制计量单位。

本书的第一、六、七、十三章由周泽江翻译,第二、三、八、十二章由钱谊翻译,第四、九、十四章由向锋翻译,第五、十五、十六章由陈雨莉翻译,第十、十一章由杨景辉翻译,全书由杨景辉总校。在翻译过程中对本书原文一些明显的印刷和计算上的错误,我们都做了修正。由于译者外文水平和专业知识所限,肯定还会存在一些翻译上的错误,敬希读者指正。

借此机会,我们谨向在本书翻译过程中给予我们热情支持和鼓励的建设部南京环境科学研究所的有关同志表示由衷的谢意。

译 者

1986年11月20日

目 录

第一章 引言	(1)
一、本书的目的.....	(1)
二、历史背景.....	(1)
三、北美洲的污水土地处理.....	(2)
污水土地处理现状	(3)
参考文献.....	(5)
第二章 基本技术和设计方法	(6)
一、污水土地处理的基本概念.....	(6)
(一) 场地特征.....	(6)
(二) 设计要点.....	(7)
(三) 处理效能.....	(7)
二、慢速渗滤法.....	(8)
三、快速渗滤法.....	(10)
四、漫流法.....	(12)
五、限制性设计参数.....	(14)
参考文献.....	(16)
第三章 污水参数和土地处理系统之间的相互作用	(18)
一、BOD.....	(18)
有机负荷	(20)
二、悬浮固体.....	(21)
(一) 城市污水土地处理系统.....	(22)
(二) 工业废水土地处理系统.....	(22)
三、病原体.....	(23)
(一) 寄生虫.....	(23)
(二) 作物污染.....	(24)
(三) 径流污染.....	(25)

(四) 地下水污染	(25)
(五) 气溶胶	(27)
四、油脂	(32)
五、金属元素	(35)
(一) 金属极限值	(36)
(二) 土壤和作物对金属的去除	(38)
六、氮	(39)
(一) 土壤对氮的反应	(40)
(二) 硝态氮	(41)
(三) 设计要点	(42)
(四) 有机氮	(42)
七、磷	(46)
(一) 去除机制	(47)
(二) 快速渗滤系统	(47)
(三) 漫流系统	(49)
八、痕量元素及盐类	(51)
(一) 硼	(51)
(二) 硒	(52)
(三) 砷	(53)
(四) 钠	(53)
(五) 硫	(56)
(六) 钾	(57)
九、痕量有机物	(58)
(一) 非挥发性有机物	(59)
(二) 氯代烃	(60)
参考文献	(61)
第四章 土壤水力学	(66)
一、土壤性质	(66)
(一) 土壤的物理性质	(66)
(二) 土壤的化学性质	(68)
二、水在土壤中的运动	(69)
(一) 入渗率	(69)

(二) 吸入率·····	(89)
(三) 渗透系数·····	(70)
(四) 导水系数·····	(70)
(五) 给水度·····	(70)
(六) 持水量·····	(71)
三、饱和水力传导率·····	(74)
四、不饱和水力传导率·····	(76)
五、渗漏量·····	(77)
(一) 设计渗漏率·····	(77)
(二) 垂直渗透率的计算·····	(78)
(三) 剖面排水·····	(79)
六、地下水丘的形成·····	(80)
地下水丘形成的预测·····	(80)
七、地下排水管布置·····	(85)
参考文献·····	(87)
第五章 植被——污水土地处理系统的一个组分 ·····	(89)
一、土地处理系统中的植被·····	(89)
二、蒸发蒸腾作用·····	(89)
(一) 蒸发作用·····	(90)
(二) 蒸发蒸腾量的计算·····	(91)
(三) 可能蒸发蒸腾量·····	(95)
(四) 蒸发蒸腾量的预测·····	(96)
三、农作物的选择·····	(98)
(一) 慢速渗滤系统·····	(98)
(二) 漫流系统·····	(104)
(三) 快速渗滤系统·····	(105)
四、森林作物选择·····	(106)
(一) 氮素的吸收·····	(108)
(二) 磷和痕量金属元素·····	(109)
五、作物管理和水质·····	(110)
(一) 漫流系统的作物管理·····	(112)
(二) 森林作物的管理·····	(112)

参考文献	(114)
第六章 场地的鉴别和选择	(118)
一、对土地的初步需求	(119)
(一) 污水特征	(119)
(二) 初估污水负荷率	(120)
(三) 蓄水土地需求	(120)
(四) 场地面积估算	(122)
二、场地的鉴别	(123)
(一) 地图重叠法的使用	(123)
(二) 场地适宜性诸因子	(124)
三、气候因素	(130)
四、水权问题和可能产生的冲突	(132)
五、场地的选择	(133)
场地筛选法	(133)
参考文献	(139)
第七章 现场调查步骤	(141)
一、土壤性质	(142)
(一) 物理性质	(143)
(二) 化学性质	(145)
(三) 测试坑和测试孔	(147)
二、地下水状况	(152)
(一) 地下水埋深和静水头	(152)
(二) 地下水流	(154)
三、地下渗透性	(156)
(一) 螺旋钻孔试验	(157)
(二) 渗漏污水与地下水的混合	(160)
四、入渗率	(161)
(一) 测试池测定法	(162)
(二) 圆环式测渗仪	(164)
(三) 气入式渗透仪 (AEP)	(166)
五、农学因素	(169)
(一) pH 值	(170)

(二) 植物有效性磷和钾.....	(170)
(三) 盐度和钠.....	(171)
(四) 测试步骤.....	(171)
参考文献.....	(172)
第八章 污水的预处理和蓄存	(174)
一、污染物质在氧化塘中的去除.....	(176)
(一) BOD 和固体物质在氧化塘中的去除.....	(176)
(二) 氮在氧化塘中的去除.....	(179)
(三) 磷在氧化塘中的去除.....	(181)
(四) 病原体在氧化塘中的去除.....	(182)
(五) 金属和痕量有机物在氧化塘中的去除.....	(185)
二、蓄水塘的设计.....	(185)
(一) 蓄水量的计算方法.....	(188)
(二) 漫流系统蓄水塘的设计.....	(189)
三、蓄水塘的运行.....	(194)
四、蓄水塘的实体设计与施工.....	(194)
参考文献.....	(195)
第九章 输送系统与分配系统	(198)
一、提升站.....	(198)
(一) 输送提升站.....	(198)
(二) 分配提升站.....	(199)
(三) 尾水提升站.....	(199)
(四) 压力管道.....	(200)
二、分配系统.....	(201)
(一) 地面分配系统.....	(201)
(二) 喷灌分配系统.....	(202)
(三) 设计依据.....	(202)
三、地面分配.....	(205)
(一) 垄沟分配.....	(205)
(二) 坡面条田分配.....	(209)
(三) 漫流法的地面分配.....	(214)
(四) 快速渗滤法的地面分配.....	(214)

四、喷灌分配	(216)
(一) 固定式系统	(216)
(二) 林地固定式系统	(220)
(三) 固定式喷灌的漫流系统	(221)
(四) 动-停式喷灌系统	(222)
(五) 连动式系统	(223)
参考文献	(229)
第十章 慢速渗滤系统的设计	(231)
一、系统类型	(231)
二、最大水力负荷率 L_W	(232)
(一) 设计渗漏率 (P_W)	(233)
(二) 设计降水量 (P_r)	(233)
(三) 设计蒸发蒸腾量 (ET)	(236)
三、根据限制性设计参数确定水力负荷率	(237)
(一) 为补充氮素而对设计进行的修改	(239)
(二) 除氮素外作为限制性设计参数的其他物质	(240)
四、最终设计用的月水量平衡和水力负荷率 (L_{WD})	(242)
五、所需土地面积的确定	(245)
(一) 对缓冲带的要求	(247)
(二) 对蓄水的要求	(247)
(三) 作物的选择	(248)
(四) 配水系统	(248)
六、编制施水程序表	(248)
七、有毒和有害废水	(255)
参考文献	(258)
第十一章 漫流系统的设计	(257)
一、漫流系统的概念和组分	(257)
(一) 场地特征	(257)
(二) 系统布局	(258)
(三) 运行标准和系统能力	(259)
二、设计步骤	(260)

(一) BOD	(261)
(二) 悬浮固体	(265)
(三) 氮	(266)
(四) 磷	(268)
(五) 其他组分	(268)
三、所需土地面积的确定	(268)
(一) 施水时间	(269)
(二) 施水程序表	(269)
(三) 冬季运行和蓄水间的关系	(270)
(四) 降雨径流的贮存	(272)
四、物理特征和施工细节	(272)
(一) 径流收集	(272)
(二) 配水系统	(273)
(三) 场地坡面修整	(274)
(四) 植物	(274)
五、复合系统	(275)
参考文献	(278)
第十二章 快速渗滤系统的设计	(281)
一、处理要求	(282)
(一) 硝化作用	(282)
(二) 氮的去除	(283)
(三) 磷的去除	(284)
二、水力负荷率	(284)
(一) 设计入渗率	(285)
(二) 施水/落干比	(285)
(三) 设计水力负荷率	(286)
三、所需的土地面积	(287)
四、水力负荷周期	(288)
(一) 快速渗滤池的数目	(289)
(二) 污水施用速率	(289)
五、寒冷气候条件下快速渗滤系统的运行	(291)
六、快速渗滤系统的排水	(292)

(一) 地下排水进入地表水体·····	(293)
(二) 地下排水管·····	(294)
(三) 回收井·····	(295)
参考文献·····	(295)
第十三章 投资和能源问题·····	(298)
一、投资·····	(298)
(一) 传输设施·····	(298)
(二) 提水设施·····	(298)
(三) 预处理设施·····	(299)
(四) 蓄水设施·····	(299)
(五) 现场整修·····	(299)
(六) 配水设施·····	(300)
(七) 回收设施·····	(305)
(八) 土地·····	(307)
(九) 污泥的土地处理·····	(309)
二、效益·····	(309)
三、能源需求·····	(310)
(一) 水泵所需能源·····	(310)
(二) 污水土地处理所需能量·····	(311)
(三) 污泥土地处理所需能量·····	(311)
(四) 能源的节约·····	(311)
参考文献·····	(313)
第十四章 运行、维修与监测·····	(315)
一、慢速渗滤系统·····	(315)
(一) 人员编制·····	(315)
(二) 一般技术·····	(316)
(三) 特殊技术·····	(317)
(四) 过程控制与监测·····	(317)
(五) 蓄水塘·····	(321)
(六) 施水场地监测·····	(322)
(七) 维修·····	(328)
二、漫流系统·····	(329)

作物管理.....	(329)
三、快速渗滤系统.....	(329)
四、污泥系统.....	(330)
(一) 监测要求.....	(330)
(二) 在农用地地上施用的时间安排.....	(331)
(三) 污泥在被破坏的土地上的应用.....	(331)
(四) 污泥施用方法.....	(332)
参考文献.....	(334)
第十五章 小规模系统和一些新的处理方法	(335)
一、化粪池系统.....	(336)
(一) 设计负荷.....	(338)
(二) 地下水丘的形成.....	(340)
(三) 土丘系统.....	(343)
(四) 就地处理系统的修复.....	(345)
二、小规模土地处理.....	(347)
(一) 场地的鉴别.....	(347)
(二) 场地的最终选择和调查.....	(349)
(三) 简化的设计方法.....	(350)
三、新的处理方法.....	(355)
污水处理系统.....	(355)
参考文献.....	(358)
第十六章 污泥的土地处理	(360)
一、处理场地和过程的评价.....	(360)
二、农业利用.....	(361)
(一) 氮素的限制.....	(362)
(二) 金属的限制.....	(363)
(三) 磷的限制.....	(364)
(四) 污泥负荷量的确定.....	(364)
(五) 施用污泥所需土地面积的确定.....	(365)
(六) 监测和编制污泥施用程序表.....	(369)
三、森林利用.....	(369)
(一) 编制林地施用污泥的 程序表.....	(370)

(二) 森林场地的污泥负荷.....	(370)
四、场地改良.....	(372)
(一) 污泥施用速率.....	(373)
(二) 场地恢复状况的监测.....	(375)
五、土壤处理系统.....	(376)
参考文献.....	(377)
附录 计量单位换算表.....	(378)

第一章 引 言

一、本书的目的

本书的目的在于阐明工业与城镇污水土地处理系统的全套设计步骤和设计标准。1970年以前，工程上很少有人用土地处理方法来解决污水处理问题。在70年代，污水土地处理的概念在一系列污水处理的可靠技术中又重新确立了自己的位置。大量的研究不仅证实了污水土地处理系统的处理能力和可靠性，而且还表明这种处理手段所需的建设投资、运行费用和能源消耗都可大大低于那些众所周知的机械处理系统。然而许多标准的工程设计书中对于污水土地处理问题至今仍只是一带而过，有的干脆就不提。本书的宗旨正是为了填补这一空白。

二、历史背景

有史以来用土地来处置废弃物一直被认为是天经地义的事。土壤将废弃物全部固定并同化掉，这对于低密度迁徙的人群和动物种群来说是不会发生问题的，但对于高密度情况所造成的问题，从公元以来就有文字记载^[1]。这些问题的解决所需要的是管理技术而不是对废弃物的随意处置。随着人口向城镇集中，废弃物的土地处理作为一种技术应运而生。最早的有关文献记载了德国本兹劳(Bunzlau)的污灌系统^[2]，该系统从1531年开始启用，一直运行了300多年。苏格兰爱丁堡附近的一个污灌系统于1650年左右开始运行^[2]。那时候人们已经充分认识到污水对于蔬菜和其他作物所具有的肥料价值。

三、北美洲的污水土地处理

19世纪中叶,用土地处理废弃物被技术专家和政府官员们认为是最安全和最可靠的废弃物处理途径。尽管当时人们并不清楚污水致病的原因,但他们已经认识到污水与疾病之间有着某种联系,因此他们就尽量避免向水源排放废弃物。美国第一个对污水处理提出综合评论的人是美国地质调查局的乔治·拉弗特(George Rafter),从1894年到1899年,他在一系列的报告^[1-3]中评述了美国和欧洲当时的污水处理状况。截止1899年,美国和加拿大的143处污水处理设施中大多数是污水土地处理设施(见表1-1)^[4]。下面这些结论直接引自拉弗特的论述:

- 用土地处理污水可使污水得到最有效的净化。
- 管理合理的污灌农场中污水利用不会对健康造成威胁。
- 在最冷月平均气温不低于-7—-4℃的地方可以全年进行漫灌,净化污水。
- 根据国外经验,只要对各种作物所需的具体条件加以考

表1-1 美国一些早期的污水土地处理系统

地	点	起 始 年 份	面 积(ha)
科罗拉多州	博尔德	1890	—
密执安州	卡卢门特	1888 [*]	5
加利福尼亚州	伍德兰	1889 [*]	100
加利福尼亚州	弗雷斯诺	1891 [*]	1600
得克萨斯州	圣安东尼奥	1895	1600
新泽西州	文 兰	1901 [*]	6
得克萨斯州	卢博克	1915 [*]	—
马萨诸塞州	南弗雷明汉	1889	—

· 现在仍在使用的系统。