

新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅 污水处理技术

文科军 主编

中国建筑工业出版社

新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅污水处理技术

文科军 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

节能住宅污水处理技术/文科军主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 6

(新农村节能住宅建设系列丛书)

ISBN 978-7-112-18151-3

I. ①节… II. ①文… III. ①农村住宅—污水处理
IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 107401 号

本书采用深入浅出、图文并茂的表达方式, 全方位地介绍了村镇住宅的节能技术及在相应规范、标准指导下应如何使用节能技术。全书共分为 7 章, 主要包括: 农村水污染的特点及性质、农村住宅污水处理技术介绍、村镇污水处理系统、农村污染河流的生物修复技术、池塘污染的生物修复技术、农村雨水的收集与利用技术、结语等内容。

本书既可为广大的农民朋友、农村基层领导干部和农村科技人员提供具有实践性和指导意义的技术参考; 也可作为具有初中以上文化程度的新型农民、管理人员的培训教材; 还可供所有参加社会主义新农村建设的单位和个人学习使用。

* * *

责任编辑: 张 晶 吴越恺

责任设计: 董建平

责任校对: 赵 颖 党 蕾

新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅污水处理技术

文科军 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 190 千字

2016 年 3 月第一版 2016 年 3 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-18151-3

(27399)

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)

《新农村节能住宅建设系列丛书》编委会

主 任：王 喆

副主任：于双民 王建廷

编 委：王 俊 郑向阳 刘 戈 文科军 吴丽萍
张志刚 任绳凤 常 茹 张 戈 李 锁
赵国敏 龙天炜

序

本套丛书是基于“十一五”国家科技支撑计划重大项目研究课题“村镇住宅节能技术标准模式集成示范研究”(2008BAJ08B20)的研究成果编著而成的。丛书主编为课题负责人、天津城建大学副校长王建廷教授。

该课题的研究主要围绕我国新农村节能住宅建设,基于我国村镇的发展现状和开展村镇节能技术的实际需求,以城镇化理论、可持续发展理论、系统理论为指导,针对村镇地域差异大、新建和既有住宅数量多、非商品能源使用比例高、清洁能源用量小、用能结构不合理、住宅室内热舒适度差、缺乏适用技术引导和标准规范等问题,重点开展我国北方农村适用的建筑节能技术、可再生能源利用技术、污水资源化利用技术的研究及其集成研究;重点验证生态气候节能设计技术规程、传统采暖方式节能技术规程;对村镇住宅建筑节能技术进行综合示范。

本套丛书是该课题研究成果的总结,也是新农村节能住宅建设的重要参考资料。丛书共7本,《节能住宅规划技术》由天津市城市规划设计研究院郑向阳正高级规划师、天津城建大学张戈教授任主编;《节能住宅施工技术》由天津城建大学刘戈教授任主编;《节能住宅污水处理技术》由天津城建大学文科军教授任主编;《节能住宅有机垃圾处理技术》由天津城建大学吴丽萍教授任主编;《节能住宅沼气技术》由天津城建大学常茹教授任主编;《节能住宅太阳能技术》由天津城建大学张志刚教授、魏璠副教授任主编;《村镇节能型住宅相关标准及其应用》由天津城建大学任绳凤教授、王昌凤副教授、李宪莉讲师主编。

丛书的编写得到了科技部农村科技司和中国农村技术开发中心领导的
此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

大力支持。王喆巡视员，于双民处长和王俊副处长给予了多方面指导，王喆巡视员亲自担任编委会主任，确保了丛书服务农村的方向性和科学性。课题示范单位蓟县毛家峪的李锁书记，天津城建大学的龙天炜教授、赵国敏副教授为本丛书的完成提出了宝贵的意见和建议。

丛书是课题组集体智慧的结晶，编写组总结课题研究成果和示范项目建设经验，从我国农村建设节能型住宅的现实需要出发，注重知识性和实用性的有机结合，以期普及科学技术知识，为我国广大农村节能住宅的建设做出贡献。

丛书主编：王建廷

前 言

农村经济条件的相对落后，农村生活污水收集和处理设施的缺失和滞后，造成生活污水肆意倾倒现象普遍发生。根据我国第六次全国人口普查结果，农村人口约 6.74 亿，占全人口总数的 50.32%。随着农村生活方式的转变和生活水平的提高，生活污水排放量也越来越多，由《全国第一次污染源普查》和《村庄人居环境现状与问题》报告显示，我国农村地区每年约有 80 多亿吨未经处理的生活污水被排至河流、湖泊等，严重污染了农村的生态环境，也危及广大农民的身体健康，成为农村面源污染的重要来源，对水体、土壤、生态环境的影响日趋严重，成为阻碍农村经济发展的重要因素之一。自 2007 年起，保护和改善农村环境成为环境保护工作的重要部分，国家环保部印发了《全国农村环境污染防治规划纲要》，农村环境整治力度加大，农村生活污水处理的试点示范工程得到大力开展。

本书基于农村生活污水浓度相对较低，水质水量波动大，不含或少含重金属物质和有毒有害物质，可生化性强，但污水分布较为分散，排放方式粗放，治理意识淡薄，处理技术落后，处理技术匮乏等问题，从开展环境保护和生态建设发展的实际需求出发，采用深入浅出、图文并茂的表达方式，全方位地介绍了农村水污染现状、生活污水特点以及适宜的污水处理技术与修复技术。全书共分为 7 章，主要包括：农村水污染的特点及性质、农村住宅污水处理技术介绍、村镇污水处理系统、农村污染河流的生物修复技术、池塘污染的生物修复技术、农村雨水的收集与利用技术、结语等内容。

本书第1、2章由文科军、吴丽萍编写，第3、4、6、7章由文科军编写，第5章由文科军、严倩倩编写。

本书既可为广大的农民朋友、农村基层领导干部和农村科技人员提供具有实践性和指导意义的技术参考；也可作为具有初中以上文化程度的新型农民、管理人员的培训教材；还可供所有参加社会主义新农村建设的单位和个人学习使用。

在本书编写过程中，我们参考了大量的书刊杂志及部分网站中的相关资料，并引用其中一些内容，难以一一列举，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，本书中不当或错误之处在所难免，希望广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

1 农村水污染的特点及性质	1
1.1 农村水污染的特点	2
1.2 农村水的点污染和面污染现状	4
1.2.1 农村点污染现状	4
1.2.2 农村面污染现状	5
1.3 农村水污染的成因	7
1.4 农村水污染的危害	8
1.5 农村生活污水治理的基本原则	9
1.6 农村污水处理的主要难题	9
2 农村住宅污水处理技术介绍	11
2.1 污水集中处理技术	12
2.2 污水分散处理技术	12
2.3 污水组合工艺技术	14
3 村镇污水处理系统	17
3.1 集中污水处理系统	17
3.1.1 蚯蚓生态滤池处理系统	17
3.1.2 稳定塘处理技术	22
3.1.3 生物膜处理工艺	29
3.1.4 集中型污水处理厌氧—好氧工艺	36
3.1.5 人工湿地处理技术	40

3.1.6 土壤渗滤技术	45
3.2 污水分散处理系统	50
3.2.1 土地处理技术	51
3.2.2 生活污水净化沼气池处理技术	56
3.2.3 一体化污水处理装置系统	58
3.2.4 其他新型污水生态处理技术	61
3.3 组合处理工艺	65
3.3.1 生物接触氧化与人工湿地组合	66
3.3.2 稳定塘—人工湿地系统组合	67
3.3.3 净化沼气池—人工湿地组合	68
3.3.4 厌氧消化与有氧消化相结合	69
3.3.5 组合塘工艺	70
3.3.6 组合式分层生物滤池与人工湿地联合工艺	74
3.3.7 生物净化槽/强化生态浮床(BPT-EEFR) 组合工艺	75
3.3.8 厌氧水解、跌水充氧接触氧化、折板潜流式人工湿地组合技术	75
3.3.9 厌氧—接触氧化—砂滤组合工艺	77
3.4 农村再生水的最终排放与利用	78
3.4.1 农村再生水的利用	79
3.4.2 农村污水资源化再利用标准	80
4 农村污染河流的生物修复技术	83
4.1 河流水体的生态特点及污染特征	84
4.1.1 河流水体的生态特点	84
4.1.2 河流水体的污染特征	85
4.2 污染河流的修复技术	88
4.2.1 物理净化法	89
4.2.2 化学净化法	89
4.2.3 生物净化法	89
4.2.4 自然净化法	90
4.3 污染河流的生态修复技术	90

4.3.1	河流水体曝气复氧技术	91
4.3.2	生物膜技术	91
4.3.3	投菌技术	92
4.3.4	植物修复技术	93
4.3.5	人工湿地净化技术	94
4.3.6	人工生态(浮)岛	95
5	池塘污染的生物修复技术	99
5.1	池塘水体的生态特点	99
5.2	污染池塘的修复技术	101
5.2.1	微生物修复	102
5.2.2	水生植物的生物修复	106
5.2.3	生物操纵修复	112
5.2.4	底泥环境疏浚修复	115
5.3	修复工艺的优化	116
6	农村雨水的收集与利用技术	117
6.1	人工汇集雨水工程的特点	118
6.2	农村雨水收集利用的意义	118
6.3	农村雨水的收集方法	119
6.3.1	蓄水设施类型	120
6.3.2	山区集雨工程措施	125
6.3.3	其他蓄水方法	125
6.3.4	水源的净化设施	128
6.4	农村雨水的利用方法	128
6.4.1	开展大规模的集雨造林工程	128
6.4.2	利用田间工程和水利工程集雨蓄水	129
6.4.3	家庭水窖的建设	129
6.4.4	道路雨水利用	129
6.4.5	秋季塑膜覆盖土壤保墒技术	130

6.4.6 塑料大棚雨水高效利用技术	130
6.5 雨水利用的水质控制	130
6.6 国外雨水收集利用范例	131
6.7 国内农村雨水收集利用实例	132
7 结语	135
附录	137
附录 A 《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918—2002	137
附录 B 《污水综合排放标准》GB 8978—1996	140
附录 C 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920—2002	150
附录 D 《地表水环境质量标准》GB 3838—2002（生活用水）	151
附录 E 《农田灌溉水质标准》GB 5084—2005	155
附录 F 《地表水环境质量标准》GB 3838—2002（景观娱乐用水）	157
附录 G 《渔业水质标准》GB 11607—89	158
参考文献	161

农村水污染的特点及性质

1

当前，中国城市污水的处理率在 46% 左右，主要指的是 661 个大中小城市，而县城的污水处理率也就在 11% 左右，到乡镇一级不超过 1%。但是，县、镇、村每年生产的生活污水约达 80 多亿吨，且还在不断增加，排水量占全国总排水量的 50%，80% 以上的村庄没有有效的污水处理设施，往往将污水随意的排入周围的水系之中，造成地表和地下水的严重污染，严重影响环境并危害居民身心健康。住房和城乡建设部《村庄人居环境现状与问题》调查报告对中国具有代表性的 9 个省、43 个县、74 个村庄的入村入户调查显示，96% 的村庄没有排水渠道和污水处理系统，生产、生活污水随意排放，给农村污水的收集和处理带来了相当的难度，使接纳水体出现了严重污染，如图 1-1 所示。

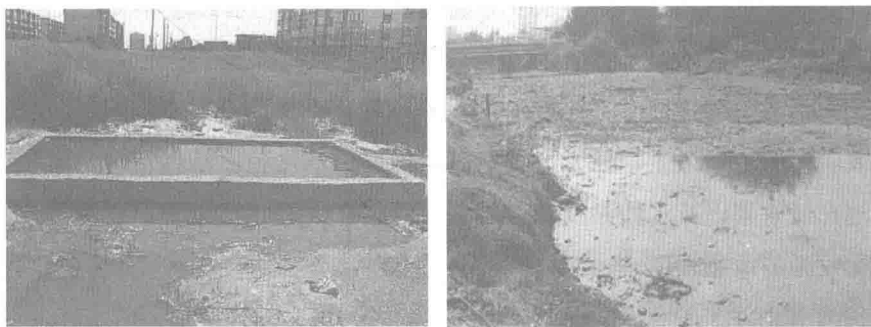


图 1-1 农村污水肆意横流状况示意图

资料来源：<http://www.szyq.gov.cn>；<http://baike.so.com>。

中央和地方政府高度重视“三农”问题，在改善农村地区人居环境方面做了大量的工作，也取得了较为明显的成效。但由于底子薄、基础差，当前我国农村的大量生活污水直接排放，污水处理基础设施建设十分落后，造成河流、水塘污染，影响村民居住环境，威胁农民的身体健康，环境安全隐患与问题非常突出。

1.1 农村水污染的特点

农村水资源污染主要由农村生活污水、农业面源、工业点源、养殖业、外来污染（降雨、上游）几个方面组成，而农村生活污水主要是洗涤、沐浴和部分卫生洁具排水，因此农村水污染具有与城市污水不同的特点，主要包括：

（1）规模小且分散

我国现行的“城市污水处理工程项目建设标准（1997）”中将城市污水处理规模分为五类，其中Ⅴ类为 $10000\sim50000\text{m}^3/\text{d}$ 。我国的小城镇污水处理规模一般小于 $20000\text{m}^3/\text{d}$ ，重点是 $2000\sim5000\text{m}^3/\text{d}$ 。而农村污水处理是不同于城市和中小城镇污水的第三种类型，其污水量比中小城镇还小很多，一般在 $1000\text{m}^3/\text{d}$ 以下，其中多数在 $500\text{m}^3/\text{d}$ 以下。与城市和小城镇污水处理相比，农村不仅居住密度小，而且有些户与户之间居住较分散、村与村间距也相对较远。

（2）区域差异大

我国幅员辽阔，从冬季时间长达半年以上的北部到常年四季如春的海南，地理环境、气候、当地经济发展水平等地区差异大，给污水处理带来很大困难。我国现阶段在污水处理领域普遍采用生物处理法。在此过程中酶是主要的降解激发物质，而构成酶的蛋白质对温度比较敏感，随着温度的降低其活性明显变弱。研究还表明，温度对微生物种群组成、微生物细胞的增殖、活性污泥的絮凝性能、曝气池充氧效率以及水的黏度都有较大影响。在大型污水处理厂，由于水量大，水温受气温的敏感程度小；而农村排水量小，导致气温对处理效果影响很大。因此，我国南北方、东西部的气候环境不同，农村污水处理所适用的工艺及设计参数也有很大不同。

（3）水量水质变化大

每天的不同时段，水质水量变化较大，且比较集中，特别是早、中、晚集中做饭时间，污水量达到高峰，是平时污水排放量的 $2\sim3$ 倍；此外，农村排水系统很不完善且没有经过合理的规划，雨污混排，受雨季影响，水量变化系数较大。

农村生活日渐城市化，生活污水主要来自农家的厕所冲洗水、厨房洗涤水、

洗衣机排水、淋浴排水及其他排水等。农村生活污水含纤维素、淀粉、糖类、脂肪、蛋白质等有机类物质,还含有氮、磷等无机盐类,且 COD_{Cr} 、 BOD_5 普遍高于城镇生活污水, COD_{Cr} 350~770mg/L, BOD_5 200~400mg/L, $\text{BOD}_5/\text{COD}_{\text{Cr}}$ 0.5~0.55,可生化性好,SS250mg/L, TN 30~40mg/L, pH 6~9, TP 2.5~3.5mg/L。另外农村生活污水中含有多种微生物,新鲜生活污水中细菌总数在 $5 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$ 个/L 之间,并含有多种病原体。生活污水中悬浮固体物质含量一般在 200~400mg/L 之间。污染物平均浓度见表 1-1。

生活污水污染物平均浓度 (单位: mg/L)

表 1-1

项目 类别	COD_{Cr}	BOD_5	SS	pH
原污水	300~350	100~250	300~350	6.5

由于生活污水中污染物以有机物为主,同时生活污水中还含有许多微生物,对有机污染物进行分解,因而生活污水是不稳定的、生物可降解的和易腐烂的,如果不经处理直接排放到环境中去会引起环境的污染。

(4) 管理水平低

污水处理工程是一个由不同功能单元组成的系统,是一个特定“车间”,需要一定的水力学、环境工程微生物学和机械设备等专业知识背景。目前我国农村污水处理站主要由村民管理,人员专业素质低,维护管理技术人员及运行管理经验严重缺乏。

(5) 资金短缺

农村供水排水设施建设与运营缺乏可靠的资金来源是阻碍农村水污染治理的一大难题。实践证明:工艺再简单,操作管理再方便的污水处理站,也需要动力消耗,需要一定的运行管护经费和定期大修资金。以一个日处理 200t 的污水处理站为例,采用常规工艺,日常运行费用以 0.5 元/t 水计,则年运行费用为 3.6 万元。据北京市农村污水处理调研可知,这笔费用是一个沉重的负担,要知道目前农村的普遍现实是许多地方自来水都是免费的。

(6) 缺乏工艺设计参数

农村污水处理的规模比较小,进行污水处理工程设计时如果沿用和照搬城市污水和小城镇污水处理工艺的设计参数,这样势必造成工程投资和运行费用过

高,其结果是建不起也用不起。缺乏有针对性的治理技术及工程设计参数制约了农村污水治理工作的发展。

1.2 农村水的点污染和面污染现状

水污染的污染源分类主要为:(1)点源污染。点源污染是指大、中企业和大、中居民点在小范围内的大量水污染的集中排放;(2)面源污染。面源污染是指分散的小企业和分散的居民在大面积上的少量水污染的分散排放;(3)内源污染。内源污染又称二次污染,是指江河湖库水体内部由于长期污染的积累产生的污染再排放。

随着我国城镇化的飞速发展、农民生活水平的逐步提高以及乡镇企业的迅猛前进,当前我国农村水污染的污染源主要包括点源污染和面源污染两大类。

1.2.1 农村点污染现状

水污染点源是指以点状形式排放而使水体造成污染的发生源。一般为工业污染源和生活污染源产生的工业废水和生活污水,经污水处理厂或经管渠输送到水体排放口,作为重要污染点源向水体排放。农村点源污染主要包括生活污水和乡镇企业产生的工业废水两大类。

1. 生活污水

农村用水一般以河水、井水和自来水三者结合使用。自来水为饮用水主要来源,河水、井水作为辅助用水用于衣物洗涤、冲刷地面、饲养家禽等。

农村生活污水主要是洗涤、沐浴和部分卫生洁具排水,水量因地区经济程度的差异而不同,因此农村生活污水具有与城市污水不同的特点。一般间歇排放,排放量少且分散,但由于我国农村人口众多,排放总量很大,且污水中基本上不含重金属和有毒有害物质,所含有机物浓度相对偏高,可生化性好,日变化系数大(一般在3.0~5.0之间)。此外,农村污水还具有氮、磷浓度高,含有大量的营养盐、细菌、病毒且污水处理率低等显著特点。

由于目前全国绝大部分农村没有建设污水管网,公共设施跟不上发展的需要,大量生活废水未经处理排入各种水体,这都给农村污水的收集和处理带来了

一定的难度。

2. 工业生产废水

随着农村经济的发展,乡镇企业的种类和数量急剧增长,但是据统计显示,超过 95% 的乡镇企业根本没有设置污水处理系统,因而乡镇企业成为农村水污染的重要来源。

工业废水源自工业生产过程,其来源、水量及性质随生产过程而异,一般可分为工艺废水、设备冷却水、原料或成品洗涤水、设备和场地冲洗水以及由于跑、冒、滴、漏产生的废水等,废水中常含有工业原材料、中间产物、产品和其他杂质。我国的乡镇工业污染排放负荷行业分布相对比较集中,水环境污染以有机污染为主,废水 COD_{Cr} 的排放量是主要指标, COD_{Cr} 排放总量高度集中在几个行业内:造纸及纸制品业占比例接近 70%,其次是食品加工业(以酿造为主)、纺织业(以印染为主)、化学原料及制品业和皮革制造业。而这些行业中乡镇企业产值所占比例较高,有些行业乡镇企业甚至成为主体,使乡镇企业在有些主要污染物中占据了全国工业企业污染物排放的大头,从而也成了农村水体污染的重要污染源。

1.2.2 农村面污染现状

随着 2000 年全部工业污染源达标排放的实现,污水处理厂的加快建设,工业和城市生活污染有所下降,而农村面源污染对环境的影响日益突出,危害越来越大,后果也越来越严重,这是造成村镇水质不断恶化的另一个重要方面,应引起高度重视。

面源污染又称为非点源污染,有广义和狭义两种理解:广义指各种没有固定排污口的环境污染;狭义通常限定于水环境的非点源污染。面源污染的主要特点是时空上无法定点监测的,与大气、水文、土壤、植被、地质、地貌地形等环境条件和人类活动密切相关的,可随时随地发生的,从非特定的地点随暴雨生成的径流进入受纳水体所造成的污染。

在农村水体的污染中,面源污染包括农村灌溉水形成的径流、农村废水、地表径流和其他污染源。在这其中,农业面源污染表现得最为突出。农业面源污染

指在农业生产活动中,氮和磷等营养元素、农药以及其他有机或无机污染物质等

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com