

国外农村污水处理概况

刘俊新

中国科学院生态环境研究中心

2016年9月

提 纲

- 概述
- 欧盟分散污水处理
- 美国分散污水处理
- 日本农村污水处理
- 其他国家经验简介

概述

- ❖ 全国有近60万个行政村和260多万个自然村，农村在我国社会经济结构中占有重要的地位。
- ❖ 由于长期实行的城乡二元结构，导致城乡公共资源配置严重不均衡，在农村基础设施建设方面的投入严重不足。
- ❖ 随着新农村建设的发展，农村的生活水平显著提高，但农村的环境建设与经济发展不同步，村庄排水和污水处理设施严重不足。

概述

- 截至2015年末，全国城市共有污水处理厂1943座，县城共有污水处理厂1599座。城市污水处理率达到91.90%，县城污水处理率85.22%。



我国城市污水处理发展历程

- 2015年末，我国行政村的生活污水处理率为11.4%。许多村庄的污水未经处理，排放随意，对环境的污染负荷大。

概述

农村污水的特征：

- 污水类型复杂，区域差异大；
- 排放比较分散，个体水量较小，呈不连续状态。

目前我国存在的问题：

- 相应的法规与标准不配套；
- 缺乏有效的农村污水处理设施长效运营机制，已建成村庄污水处理设施维护困难，正常运行率低。

国外农村污水如何处理和管理？

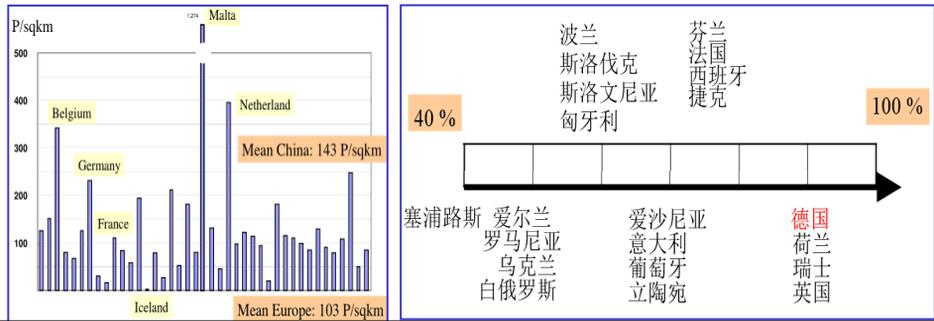
提 纲

- 概述
- 欧盟分散污水治理
- 美国分散污水治理
- 日本农村污水治理
- 其他国家经验简介

欧盟分散污水处理

● 基本情况

- 欧盟各成员国的条件差异较大，对于水质和污水处理的要求也不完全相同。
- 欧洲平均人口密度为103人/平方千米。
- 污水收集率差异很大。



欧盟分散污水处理

- 1991年通过城市污水处理的法规（UWTD），根据规模和所处的位置确定处理要求，并设定了相应的期限。

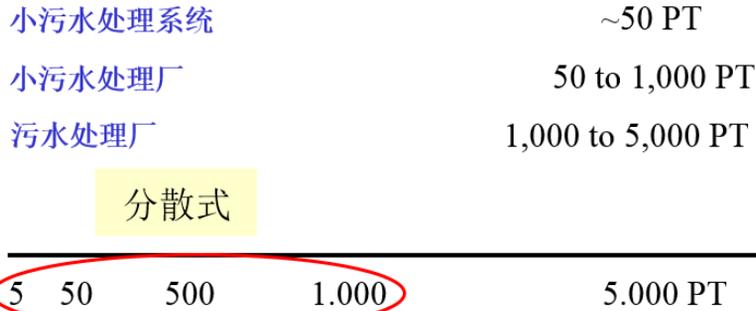
人口当量	0~2000	2000~10000	10000~15000	15000~150000	>150000
敏感区域	如果有收集系统2005年12月31日适当的处理	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理 (1)	收集系统系统 2005年12月31日 深度处理	收集系统系统 2005年12月31日 深度处理	收集系统系统 2005年12月31日 深度处理
一般区域	如果有收集系统2005年12月31日适当的处理	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理 (1)	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理
非敏感区域 (沿海水域)	如果有收集系统2005年12月31日适当的处理	收集系统系统 2005年12月31日 二级处理 (1)	收集系统系统 2005年12月31日 一级或二级处理	收集系统系统 2005年12月31日 一级或二级处理	收集系统系统 2005年12月31日 一级(例)或二级处理

(1) 当排入沿海水体时进行适当的处理

欧盟分散污水处理

● 欧盟对分散污水的界定：

- 分散污水处理主要指小于50和50-1000人口当量两种情况；
- 排放水质指标与处理设施规模有关。



欧盟分散污水处理-德国

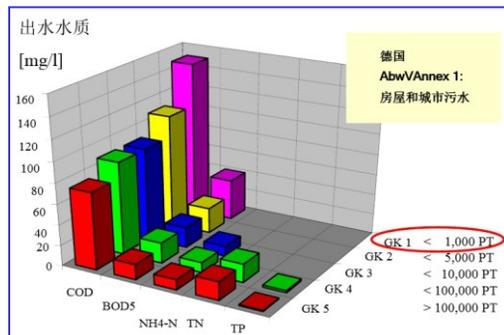
● 基本情况：

- 70%以上的居民生活在10万人口以下的“城市”，多数居住在1000-2000人规模的村镇。

● 污水处理标准：

- 德国每个州都有自己的“水法”，与欧洲大致相似，主要是消减负荷、保护环境。

- 针对不同的排放要求，设定了不同的处理目标，包括仅消减COD，同时消减COD和氨氮，同时消减COD、总氮和磷等。



欧盟分散污水处理-德国

● 处理需求与控制指标

Effluent requirements for SWTS in Germany

SWWTP	Class	C	N	D	+P	+H
	Sampling					
COD	grab sample	150	90	90		
mg/l	24h comp. sample	100	75	75		
BOD₅	grab sample	40	20	20		
mg/l	24h comp. sample	25	15	15		
SS	grab sample	75	50	50		
mg/l	24h comp. sample					
NH₄-N	grab sample					
mg/l	24h comp. sample		10	10		
N_{inorg}	grab sample					
mg/l	24h comp. sample			25		
P_{tot}	grab sample					
mg/l	24h comp. sample				2	
Coli	grab sample					100
1/100ml	24h comp. sample					

+ H
Disinfection

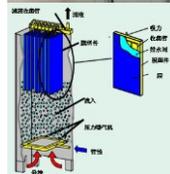
欧盟分散污水处理-德国

● 采用的主要污水处理技术：

- 化粪池+由介质层和植物组成的渗滤（湿地）系统
- 各种标准化的生物反应器



小型装置



微滤-膜装置

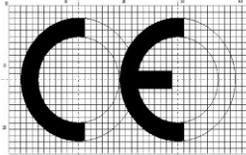
欧盟分散污水处理-德国

● 分散污水处理特点：

- 装备化，从化粪池到土壤渗滤系统都制作成可现场安装或组合的装备；
- 标准化，从装备的材料、制造到现场安装，都颁布了相应的欧洲或德国的技术标准和和安全标准；
- 规范化，有专门的认证机构按照相应的标准对各类设备进行严格检测，以保证产品质量。

欧洲：

CE – 标记



Small Wastewater Treatment Systems up to 50PE

European Standards EN 12566

Standard	Use
hEN 12566-1+A1	Prefabricated septic tanks
CEN/TS 12566-2	Soil infiltration systems
hEN 12566-3+A2	Packaged and/or site assembled domestic wastewater treatment plants
hEN 12566-4	Septic tanks built in situ from prefabricated kits
CEN/TS 12566-5	Pre-Treated Effluent Filtration systems
hEN 12566-6	Prefabricated treatment units used for septic tank effluent
hEN 12566-7	Prefabricated Tertiary treatment units

欧盟分散污水处理-芬兰

芬兰：

❖ **发展概况：**2003年颁布《排水管网以外地区生活污水处理政府法令》，又称《本地污水处理法令》（OWSD）

❖ **法规体系：**

- 芬兰宪法(731/1999)-任何人都对保护环境富有责任，政府应努力保证环境健康。
- 环境保护法(86/2000)-对污水处理和无害化的一般要求
- 本地污水处理法令(542/2003)-为污水系统提出的一般环境要求
- 各地的城市环境保护规定-各地对污水系统作出的环境规定

❖ **财政补贴制度：**

- 原则上，物业所有者必须对自家的污水处理系统的运行效果负责。在申请建房时必须包含污水系统的规划，并且在建房时受当地环境或建筑部门监督
- 原则上由建筑物所有者支付污水处理与运行管理的费用。政府通过基金为低收入家庭提供一定补助，补助额不超过总费用的35%。

欧盟分散污水处理-芬兰

❖ 芬兰污水处理技术:

- **集中式污水处理:** 芬兰鼓励乡村污水处理尽可能通过一个小型的管网系统收集然后集中处理。该系统可以由市政部门运营,也可以由私营的水合作社管理。
- **分散式污水处理系统:** 包括盥洗水和厕所水分开处理和混合处理两种类型。



黑水与灰水分开处理系统

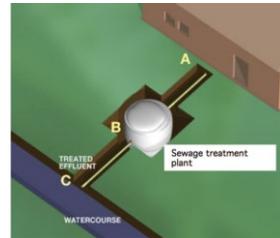


欧盟分散污水处理-英国

英国:

❖ 法规体系:

- 英国与污水处理相关的法律大多数是对欧盟相关指令的解释。在英国最重要的是《水资源法案》(1991)和《环境法案》(1995)。
- 发放排水许可证制度



典型分散式污水处理系统

❖ 英国乡村污水处理:

- **集中式污水处理:** 小型污水处理厂,通常包括沉沙池、初沉池和生物处理系统。常见的生物处理系统有常规生物滤池、生物转盘、延时曝气活性污泥法、生物接触法以及氧化沟。
- **分散式污水处理系统:** 包括污水槽、化粪池等



典型的芦苇床系统

提 纲

- 概述
- 欧盟分散污水治理
- 美国分散污水治理
- 日本农村污水治理
- 其他国家经验简介

美国分散污水治理

● 基本情况

- 美国城镇化率高，农、林、渔业人口只占美国总人口的约0.7%，农村很少，分散的小型社区较多。

● 美国水环境立法

年代	名称	要点
1948	《水污染控制法案》	要求联邦政府研究水污染，调查研究污染物，为公共处理工程的市政建设提供贷款
1956	《水污染控制法案修正案》	允许州政府为定义水质量设立标准；强化联邦政府的作用；完成赞助公共处理工程建设的计划
1965	《水质法案》	要求州政府建立环境水质量标准，设计实施计划，颁发许可，建立监控和强制计划
1972	《联邦水污染控制法案》	将水质量控制的主要责任从州政府转移至联邦政府；建立第一批美国国家水质量目标；批准美国国家环保局建立以技术为基础的排污限额
1977	《清洁水法案》	延迟达到排污限额的最后期限；为送到公共处理工程的废物制定新的标准，加强有毒污染物的控制
1987	《水质法案》	为支持公共处理工程的各州提供联邦补贴，要求州政府为非点源污染建立计划

美国分散污水治理

● 分散污水治理发展历程：

- 美国定义的分散污水处理适用于农村地区或人口低密度发展区和人口少于1万人的小型社区。
- 美国分散住户原先采用化粪池处理污水，并没有受到严格意义的政府管理。
- 1997年，美国环保局（EPA）向国会提交了关于使用分散式污水处理系统的文件，第一次阐述了美国环保局对分散污水处理系统的立场。
- 2001年出了导则，要求要有污水排放许可证。
- 2002年发布了《分散污水处理系统手册》，用于指导地方管理分散污水处理。
- 2003年发布了《分散污水处理系统管理指南》，用以引导地方政府和群众在适当的地方安装分散式污水处理系统，并配合管理、维护。

美国分散污水治理

- 2003年9月，EPA确认分散污水处理系统（Decentralized wastewater treatment systems, DWTS）作为国家废水基础设施的重要组成部分。
- DWTS主要包括2种形式：
 - ❑ 原位处理系统 (Onsite wastewater treatment system, OWTS)，通常由化粪池(septic tank) 和土壤沥滤场(leach fields)组成；
 - ❑ 群集处理系统(Cluster wastewater treatment system, CWTS)，用于两户或两户以上的污水收集和处理系统（但不是整个社区）。总体来说，分散污水处理系统（特别是小型装置）处理水主要是排入土地，利用土壤进一步处理。

美国分散污水处理

● 分散污水

- 约25%的人口采用分散处理系统，有超过1/3的新建社区采用分散污水处理的方式。
- 分散处理系统是美国污水处理的一个非常重要的组成部分。



化粪池-土地处理



群集处理系统

美国分散污水处理

● 法规体系

➢ 联邦政府：

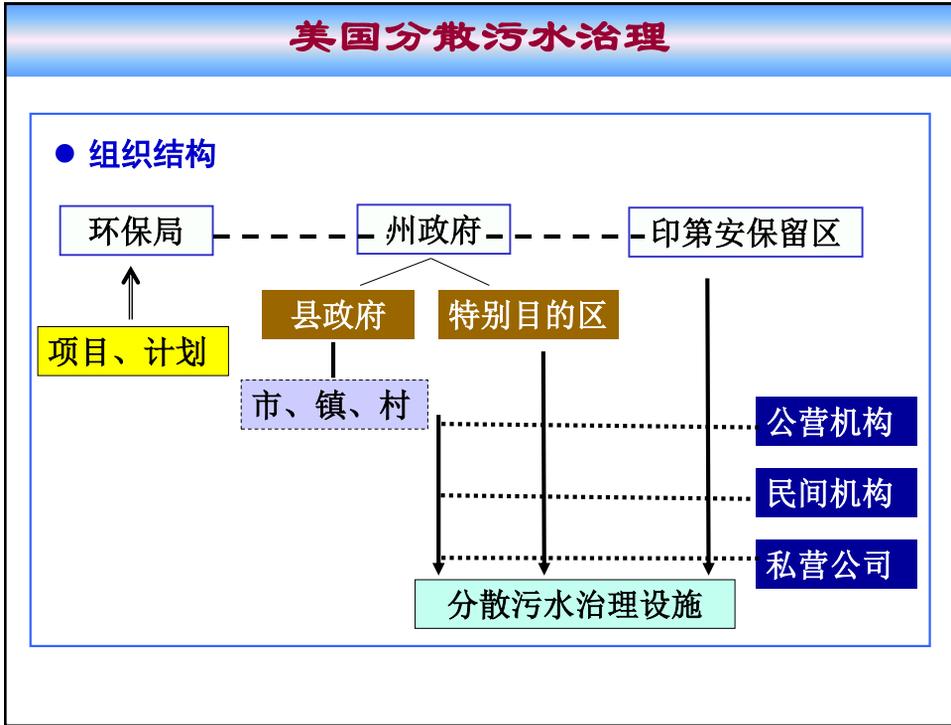
- ✓ 《清洁水法案》
- ✓ 《安全饮用水法案》
- ✓ 《水质法案》

➢ EPA：

- ✓ 《分散处理系统手册》
- ✓ 《分散处理系统管理指南》

➢ 州和民族地区立法

- * 政府制定的导则的原则：（1）保证公众健康与环境保护；（2）依据当地条件做决策；（3）流域一体化综合考虑。



美国分散污水处理

财政补助制度

- 州清洁水滚动基金
 - 联邦拨款+各州配套20%;
 - 低息或无息贷款，期限可根据住户的情况而定;
 - 偿还的贷款和利息再次进入滚动基金。
- 国家环保局、农业部、房屋和城市发展部、各州政府项目资助

运营模式:

联邦环保局《分散处理系统管理指南》

业主自主方式 专业维护方式 许可运行方式 机构管理方式 机构所有权方式	集 中 程 度 ↓	仅限于维护需求最低的系统。执法部门定期邮寄保养提示及注意事项。 鼓励业主与有专业技术人员签订维修保养合约。适用较复杂的技术系统。 发放运行许可证，适用于敏感水体区域 运行许可证发放给机构而非业主。适用于饮用水源保护区。 由机构集中建设、运行与维护。相当于集中处理。
---	---------------------------------	--

美国分散污水处理

● 加州案例

- 在加州，有120万个OWTS，州政府有标准图可供用户选择。
- 实行污水排放许可证制度，私人建房时必须包含污水处理系统。

● 分散处理系统存在的问题

- 10%-20%的已建分散系统运行不正常。
- 大约一半的设施已超过30年，出现故障较多。
- 美国水质局调查表明，化粪池系统是地下水质的第二大威胁。

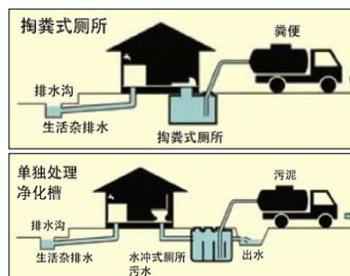
提 纲

- 概述
- 欧盟分散污水处理
- 美国分散污水处理
- 日本农村污水处理
- 其他国家经验简介

日本农村污水治理

● 日本农村污水治理的背景与发展历史

- 1879年和1886年，日本发生了严重的霍乱流行，日本政府于1900年制定了《下水道法》，主要是改善市区的卫生状态，预防传染病，但不包含粪尿处理。
- 1920年代，日本在欧美化粪池技术的基础上，开发了处理粪便污水的处理装置，主要安装在有抽水马桶的住宅，或者是大型公共设施的厕所，作为粪便污水处理的装置。
- 60年代，日本进入经济高速发展期，国民对抽水马桶的需求日益增长，下水道不能满足需求，日本当时推广“单独式净化槽”处理抽水马桶污水。

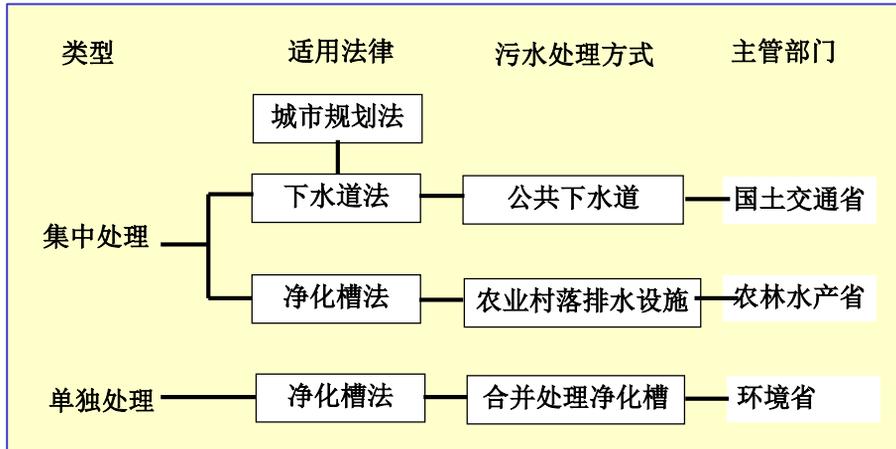


日本农村污水治理

- 但在推广“单独式净化槽”期间，法律和行政措施没有跟上，生活杂排水未处理就排入河流中，造成水环境污染。1969年首次制定了合并处理净化槽的结构标准，将净化槽作为生活污水污水处理系统。
- 1970年修订了公害对策基本法，从发生公害后的事后处理转变成重视防患未然，法制建设有了很大进展。
- 农林水产省从1973年开始了农业村落排水设施的建设工作。1983年制定了净化槽法，将村落排水处理设施定位于净化槽法。
- 日本是国际上唯一一个在农村与城市污水治理上适用不同法规体系的国家。

日本农村污水治理

● 日本污水治理的相关法律与责任管理体系



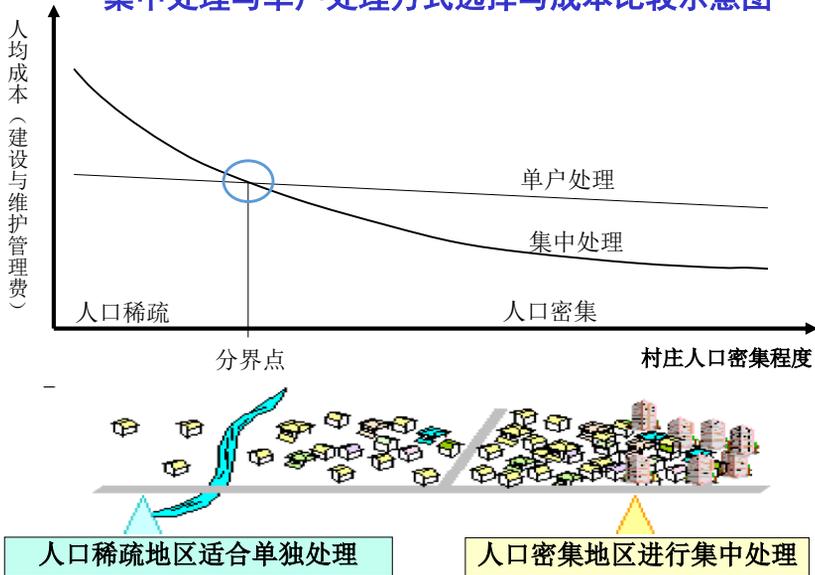
日本农村污水治理

日本农村污水治理模式与组织

村落公共设施	农业村落	农业振兴区域内，规划规模20户以上，人口大约1000人以下。	
	渔业村落	渔业村落，规划人口约为100~5000人。	
	林业村落	林业振兴区域内，原则20户以上，通过林业区域综合治理事业实施。	
	简易排水	山村地区等3户以上20户以下。	
家庭设施	集合排水	10户以上20户以下，地方独立事业。	
	合并处理	个人家庭设置时，由市町村补助。	家庭设置
	特定地域	以饮用水水源地保护为目的。	市町村设置
尿尿处理	在集中处理区域的周边地区实施。		

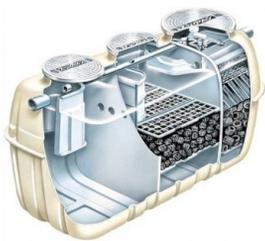
日本农村污水治理

集中处理与单户处理方式选择与成本比较示意图



日本农村污水治理

● 农村污水处理技术与设备



户用净化槽



村落污水处理站

日本农村污水处理

日本家庭污水处理的财政补助制度

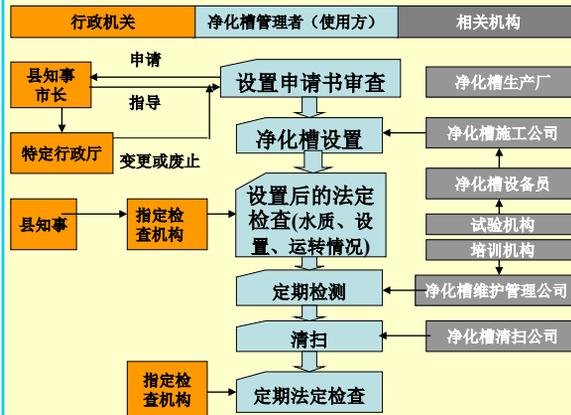
- 1987年 “合并净化槽设置整备事业” 补助制度



- 1994年起 日本政府开始实施 “特定地域生活排水处理事业” 补助制度



日本的运营、服务与管理体系



发达国家分散污水处理-日本

日本农村污水处理设施的维修、保养与监管 -- 《净化槽法》有关规定

维护检修: 每年两次定期性的设备检修、水质监测和消毒药剂的补充以及害虫的驱除等。

清 扫: 每年至少1次（全曝气2次）清理污泥并处置。

水质检查: 建成后3~8个月检查一次；以后每年一次。



日本农村污水治理

● 日本农村污水治理的经验与教训

- **经验：**由政府牵头，开展前期技术研究，筛选适用技术，建立技术标准，确定产品的技术路线、性能参数以及后续的维护管理的规划。
- **经验：**建立和完善分散污水处理的运营管理机制，积极推动分散污水处理设施的普及。
- **教训：**单独式净化槽问题表明，在选择适用处理技术时要谨慎，应选择性能可靠、运行管理可行的技术和设备。由于条件所限只能采用低端的处理技术时，必须为将来技术改造和升级预先做准备。
- **教训：**制定统一的生活污水处理规划，提高效率，避免重复建设和浪费。

提 纲

- 概述
- 欧盟分散污水治理
- 美国分散污水治理
- 日本农村污水治理
- 其他国家经验简介

澳大利亚农村污水治理

- 澳大利亚地广人少，平均人口密度为3人/平方千米。
- 城市化率89%，农村人口月250万人，农村社区一般为1000-10,000当量人口。
- 由于人口密度低，以家庭/农场为单元的分户污水处理通常采用化粪池，也有采用氧化塘和人工湿地组合的系统。
- 在管理方面，澳大利亚采用城乡统一的法律和标准，颁布了可以指导具体实施的技术指南。国家和地方政府制定了相关的政策。

澳大利亚农村污水处理



稳定塘（厌氧塘+兼性塘）

瑞士分散污水处理



马来西亚农村污水处理

- 在马来西亚，50-60年代主要是解决公共卫生问题，70-80年代，主要解决河流污染问题，目前主要是解决环境问题。2015年，马来西亚农村使用卫生设备的比例达到96%。
- 在农村污染治理立法与实施方面：
 - 构建了由联邦政府、州政府、水资源委员会和供水委员会为主体组成的体制政策框架；
 - 由私人开发商、联邦政府污水服务部、农业发展部和系统运行部门为主体组成的机构执行框架；
 - 建立了有政府、特许权所有人、开发商共同出资的筹资机制及金融框架。

马来西亚农村污水治理

- 污水处理的方式与其他国家相同，也分为分户原位处理、村落（社区）就近处理和区域集中处理三类。
- 技术上，原位处理以安装简便、成本低的化粪池为主，就近处理以小型处理设备和土地处理为主，区域集中处理以污水处理厂为主。
- 在实施过程中，实行管控标准化，对制造商、咨询机构、承包商、运营商进行全面管理，颁布了相关的技术标准和规范。



分户原位处理



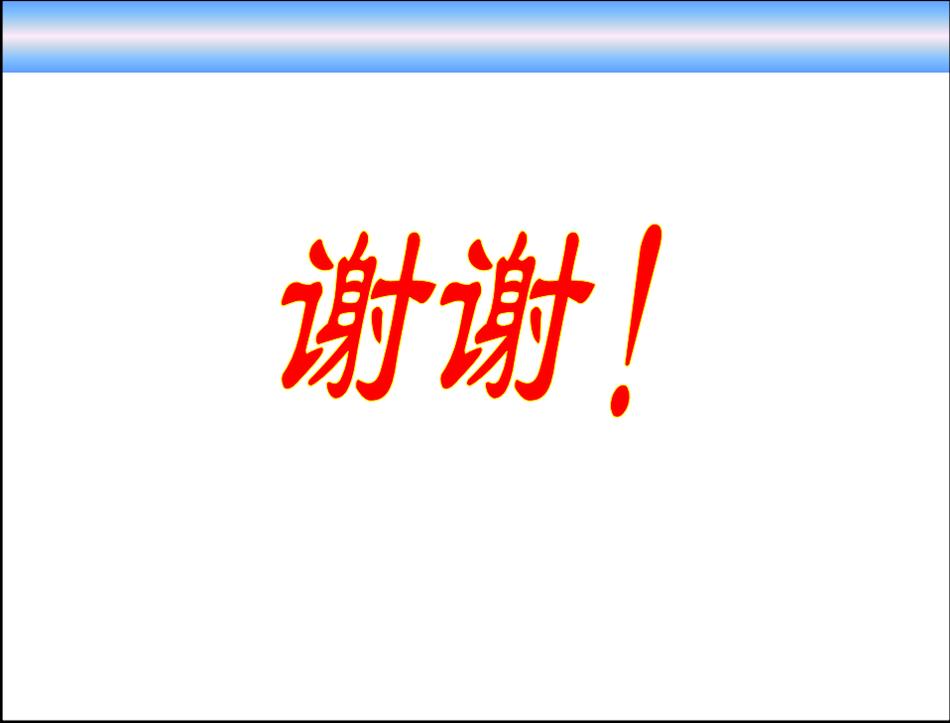
村落就近处理



区域集中处理

结束语

- 发达国家经过多年的摸索和实践，已经形成比较完善的乡村污水治理体系。
- 因地制宜优选技术，并实现规范化和标准化。
- 建立了较完善的法律法规制度和监督机制，以及标准化的指导体系、认证与评估体系。
- 在不同形式和程度上为农村/分散污水治理提供财政补贴或银行贷款，同时，扩大社会力量与市场机制的作用。
- 在污水处理设施的运营方面，通过专业机构提供运行、维护有利于保障设施的正常运行，便于实施监管。
- 发达国家的经验对我国具有借鉴意义，但需要结合中国国情发展我国的农村污水治理技术与管理体系。



谢谢!