

生态卫生厕所



©瑞典国际开发局
版权所有

出版: 瑞典国际开发局(英文版)
中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所(中文版)

协调/主编: Uno Winblad

翻译: 肖钧

插图:

Hans Mårtensson (1.2, 1.3, 2.3-2.7, 3.3-3.10, 3.15, 3.17-5.4)

Kjell Torstensson (3.1, 3.2, 3.11, 3.12)

Uno Winblad (1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.13, 3.16)

封面和照片: Uno Winblad

本书允许对部分章节或全文进行综述、摘要、复制或翻译,但不得出售或以商业目的使用。如果引用了本书中的内容,请用以下方式注明资料来源:

Esrey S *et al.* Ecological sanitation. Sida, Stockholm, 1998

本书是瑞典国际开发局授权研究的结果,但书中所表达的完全是作者的观点。

生态卫生厕所

ECOLOGICAL SANITATION

Steven A Esrey
Jean Gough
Dave Rapaport
Ron Sawyer
Mayling Simpson-Hébert
Jorge Vargas
Uno Winblad(主编)



瑞典国际开发局
斯德哥尔摩
1998
中文版 1999

致 谢

本书是集体合作的成果,因为有很多同事的名字没有出现在封面上,所以我们借此机会谨向参与“环境卫生研究”项目,对本书的出版做出贡献的所有人员致以诚挚的谢意。

我们特别感谢参加“环境卫生研究”项目讨论会并对发展生态环境卫生概念做出贡献的人们。他们在该领域发挥了关键性作用,在全世界的各自地区负责了生态卫生厕所项目的实施。他们有:墨西哥 César Añorve、George Anna Clark 和 Josefina Mena, 危地马拉 Armando Caceres 和 Kajsa de Asturias, 萨尔瓦多 Herberth Aparicio、Elton Membreno、Miguel Santamaria 和 Enrique Siliézar, 厄瓜多尔 Edgar Flores, 玻利维亚 Petra Forsström, 美国 David del Porto, 埃塞俄比亚 Jember Teferra 和 Worede Yohannes, 南非 Fuad Izadinia 和 Thabo Ramokgopa, 印度 Paul Calvert, 越南 Nguyen Huy Nga、Bui Trong Chien 和 Duong Trong Phi, 中国潘顺昌、王俊起和肖钧, 以及日本 Saburo Matsui。

我们还要感谢支持和推动了我们的研究活动、试点项目和讨论会的政府和机构官员: 联合国儿童基金会 Per Engebak、Hans Spruijt、Mirjam Fernandes 和 Vathinee Jitjaturunt, 世界卫生组织 Dennis Warner, 越南卫生部 Nguyen Van Thuong, 中国卫生部苏菊香、董继成和徐桂华。

以个人身份对本书提出见意、进行补充和审阅,使本书受益匪浅的有: David Addiss、Ingvar Andersson、Eric Arrhenius、Sten Ebbersten、Bengt Johansson、Les Roberts、Christine Moe、Janusz Niemczynowicz、Göran Sterky 和 Lennart Wohlgemuth。我们还感谢在早期与我们共同撰写本书的英国的 Eric Dudley。

我们感谢瑞典国际开发局(Sida)的慷慨资助,还有世界卫生组织(WHO)、联合国儿童基金会(Unicef),以及萨尔瓦多、越南和中国卫生部的贡献。

最后,我们还要感谢朱强、潘顺昌、王俊起和孙凤英对本书中文版的审阅和修订。

目 录

致谢	II
前言	IV
第一章 简介	1
1.1 挑战	1
1.2 设想	4
1.3 准则	5
1.4 关于本书	7
第二章 粪便的无害化和利用	8
2.1 无害化: 如何杀灭致病菌	8
2.2 利用: 如何把养分返回土壤	13
第三章 生态卫生厕所: 新老类型的实践和与评述	20
3.1 脱水型生态卫生厕所	20
3.2 降解(堆肥)型生态卫生厕所	32
第四章 生态卫生厕所: 维护和管理	44
4.1 引以为戒的故事	44
4.2 生态卫生厕所的设计和管理特点	51
4.3 生活污水	59
4.4 选择生态卫生厕所	61
4.5 对家庭和社区的推动和支持	62
第五章 设想未来	73
5.1 设想	73
5.2 生态卫生厕所的优点	75
注释和参考文献	82
词汇对照表	90

前 言

目前最普遍应用的两种卫生设施是水冲式厕所和非水冲式厕所。传统的水冲排污系统已证明不适合于解决发展中国家的环境卫生要求。这种系统造价太昂贵，不能供所有人使用，一般只提供给富裕的上流社会和中产阶级。现在发展中国家城市近90%的污水未经处理就排放，污染了河流、湖泊及沿海区域。非水冲式厕所也有局限性，尤其在人口密集地区有污染地下水的严重危险。


预计从现在起20年之内，主要在发展中国家，要求安全的卫生设施的城镇人口会增加20亿。还有，许多迅速膨胀起来的城镇位于干旱和半干旱地区严重缺水，可用水量正在减少。

世界市场上，在食品不安全、土壤肥力降低和化肥价格上涨的情况下，农业上要求利用特别是富含氮和磷酸盐等养分的人尿这样的肥料，来提高生产力，减少对化肥的需求。

很明显，无数的挑战提出了重新思考、提高环境卫生的地位以及寻找新途径、新技术和新方法的要求。

本书提出了可替换普通卫生设施的“生态卫生厕所”。它遵照生态系统的途径，把人粪尿作为宝贵的可利用资源进行再循环。此外，书中还表明了生态卫生厕所并非没有经过试验——现在全世界有数十万套脱水型厕所和堆肥型厕所，大多数在农村和小型社区使用。我们现在需要的是在发达国家和发展中国家的城市地区大范围地应用生态卫生厕所。

本书内容根据瑞典国际开发局资助的研究与开发项目。我们希望它有助于重新思考迫切的环境卫生问题。



Johan Holmberg (约翰·豪姆伯格)

自然资源与环境处处长

1998年6月于斯德哥尔摩

第一章 简介

1.1 挑战

世界上现在有许多城市和乡村的环境受到严重污染,很多人和孩子就住在这种环境里。发展中国家的城市和城市周边地区属于世界上污染最严重而且疾病多发的地方。这种污染多数是由于缺少厕所和其它卫生设施引起的,造成了营养不良、疾病发病率高和死亡。缺乏充足的卫生设施有多种因素,包括财政来源短缺、供水不足、场地缺乏、土壤条件不利和公共机构能力有限。随着城市膨胀和人口增长,这种情况会越来越糟糕,对于价廉、安全而可持续发展的卫生厕所的需求也会越来越紧迫。

现在提倡的卫生设施主要分为两大类型:“水冲式厕所”和“非水冲式厕所”。过去一百年里,特别是在城市,水冲式厕所一直被认为是理想的卫生设施,所以许多发展中国家的城市在国际信贷的帮助下试图也建造这种模式的厕所。然而那些没有条件用水冲式厕所的还得选择非水冲式厕所,如传统的坑式厕所,它可以把人排泄物长期封存在厕坑里。和水冲式厕所相比,坑式厕所常被认作是低劣的、临时的。

多数第三世界国家的城市,负担不起水冲式厕所必要的水和资金,公共机构的能力也不足。到2010年,很多这样的城市会面临严峻的水短缺,威胁着居民的生命与健康。从全球来说,占世界人口40%的80个国家已经遭受季节性缺水了¹。预计到90年代末,在非洲、中东和中国北部的大部分地区,印度和墨西哥的部分地区,美国西部、巴西东北部和中亚地区国家,都会有长期的淡水短缺。仅中国就有300个城市面临严重缺水²。

水冲式厕所处理系统可以运行得很好,病原体的杀灭可以达到标准要求。但是在第三世界国家,污水排入环境之前普遍没有经过处理³。

总的来说,集中式污水收集系统排放的污水是水污染的主要原因,例如造成水体富营养化、有毒藻类激增(如赤潮),并对一些沿海地区旅游业带来不利影响⁴。尽管绝大多数人可以接受这种系统,但它对公共机构能力和技术水平要求很高,目前许多第三世界国家的城市是达不到的。

框 1.1 水冲式排污系统

每人每年为冲洗400-500升尿和50升粪便要用掉1.5万升的干净水。浴室、厨房和洗衣用水等生活用水合计每人每年又需1.5-3万升。除此之外，污水管道中还有雨水和重污染的工业废水。

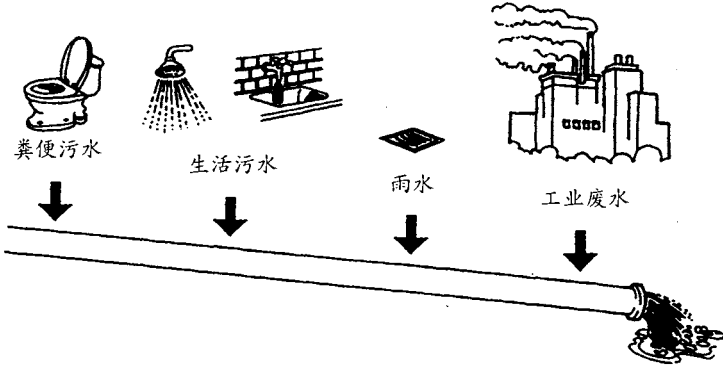


图 1.1 在水冲式排污系统中，非常少量的有害的粪便污染了大量的水。而多数情况下污水排到地表水之前未进行处理。

这样，水冲排污过程中的污染问题在一步步扩大：未经无害化处理的50升粪便，不仅污染了尿，还污染了冲厕用的大量干净水和其它生活污水。排污系统的末端应该有处理厂，但多数情况下没有，第三世界国家90%以上的污水没有处理就排放，拉丁美洲的数字是98%⁵。而且即便进行处理，也不过是把水分离出来而已。

很多城市是在未经规化的住宅区基础上发展起来的，市政府不愿意或不能够提供自来水、下水道、排水和垃圾收集等服务。由于费用太高，特别在发展中国家迅速发展的大城市，实际上有效的污水治理几乎做不到。结果，低收入居民只能靠某种坑式厕所来满足他们的需要。

坑式厕所尽管在某些地方能够防止污染，但在城市里一般不太可行，因为没有可供挖厕坑的场地，土壤和地下水条件也不好，挖坑会使附近房屋地基不稳，厕所还会有臭味。

框 1.2 非水冲式厕所

世界上最常见的卫生设施是坑式厕所，它可以把人排泄物长期封存在厕坑里。我们把这种厕所叫做非水冲式厕所。

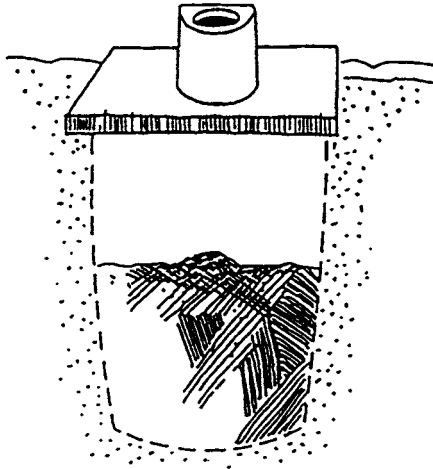


图1.2 坑式厕所简单、造价低，但也有缺点。如不能用在人口拥挤、岩石地层、地下水位高和有周期性积水的地区。

坑式厕所要求建在地上，有一定的开阔空间，土壤能挖，地下水位低，不积水。这种厕所技术简单，不用水冲，纸、其它东西和水都可用于便后擦拭或清洗。不足之处是它会污染土壤和地下水，有臭味和苍蝇孳生，会塌坑，会动摇附近建筑物地基，雨大时会有溢流的危险。虽然简单的坑式厕所建造费用很低，但改良式的，像通风改良坑式厕所(VIP厕所)，还是较贵的。

还有，全世界都有文献报道，从水冲式厕所、非水冲式厕所和化粪池等渗漏出的有机物和病原体都是使地下水和附近地表水污染的原因⁶。

社区和领导们目前面临两个选择，推广现有的具有很大局限和缺点的卫生设施或寻找全新的卫生设施。现有的卫生设施对绝大多数人来说不适用，而且支付不起，同时也没有为社会的可持续发展起到作用。本书就在寻找新的卫生设施来解决这些问题。

1.2 设想

我们在本书中探讨的卫生设施有两个基本方面，把粪便无害化，预防污染而不是在污染后再想办法去治理；粪便经无害化后安全地用于农业。这个途径的特征是“粪便的无害化和利用”。

我们称这种卫生设施是“生态卫生厕所”，它与环境形成可持续的完整地循环系统(见图1.3)。人排泄物作为可利用的资源，进行就地处理，或者根据情况再进行二次处理，直到完全杀灭病原体(见2.1.3节)，然后在农业中再利用排泄物中的养分，进入自然界的再循环。

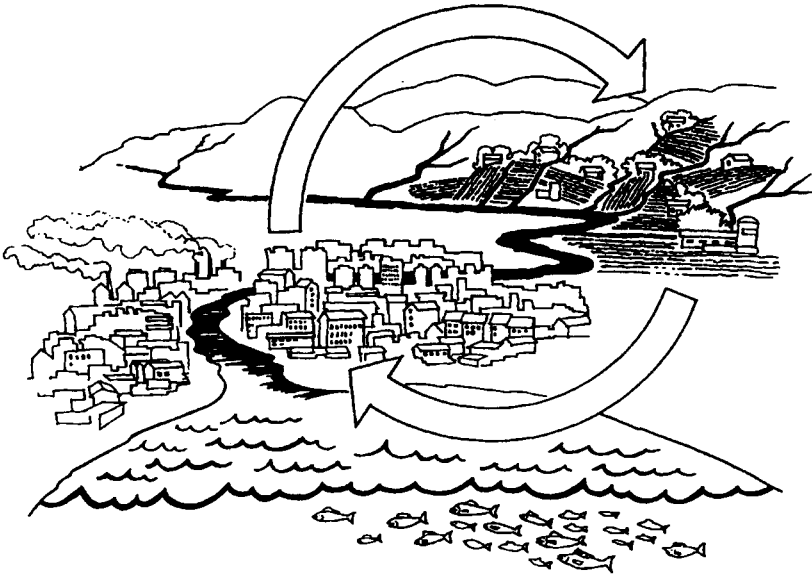


图1.3 在生态卫生厕所中人类尿经过无害化，然后返回土壤用于提高土壤肥力并为作物提供养分，不再污染环境。

在回收和利用人排泄物之前，关键是无害化。尿里一般少有细菌，而且尿是人排泄物中有肥料价值的主要部分(见第二章)。我们在本书讨论了三种回收尿的方法：分集、分离和混合处理(见4.2.1节)。分集是把尿单独收集，粪尿始终不混合。分离是粪尿混合收集后再把它们互相分离出来。混合处理是粪尿混合收集后一起处理，一起作肥料。

多数由人排泄物引起的疾病主要来自粪便，而不是尿。所以需要 对粪便进行无害化处理。本书讨论了两种无害化处理的方法：脱水

处理和降解处理。粪便不与尿和水混合时比较容易脱水，里面的生物会因为脱水而死亡；降解时，里面的生物也会因条件不利而死亡。这两种方法都可以杀灭粪便里的细菌、虫卵和其它有害生物。经无害化处理后的粪便就可以安全回收和利用了。（“脱水处理”和“降解处理”仅仅表示何种条件起主导作用，见4.2.2节）。

生态卫生厕所的关键特征是：预防由人排泄物引起的污染和疾病，把人排泄物当作可利用的资源而不是废物，回收并利用其中的养分。人和其它动物的排泄物在自然界中起着重要的作用，例如增强土壤肥力，为植物提供养分等。传统的方法则破坏了这个循环，废弃了这些养分。

为实现新设想需要遵循的准则很简单，但是要实现这个设想，我们必须改变关于卫生设施的观念。书中提到的挑战是为了推出对这个新设想有所贡献的卫生设施，并同时探讨它的限制条件（第四章）和优越性（第五章）。

1.3 准则

卫生设施对于社会平等和可持续发展都是关键的决定性因素。如果我们不能接受上面提到的对卫生设施的挑战，我们就不能在为现在人提供服务的时候而不妨碍后代人的幸福。因此，卫生设施必须能够回收可利用的资源，而不是对待废弃物。同样，只要世界有一半人口没有最基本的卫生厕所，也就不可能有平等。

所以，有利于社会平等和可持续的卫生厕所必须满足以下准则：

1. **预防疾病**：能够起到阻隔或杀灭粪源性病原体的作用。
2. **价格低廉**：让即便是世界上最贫困的人也能够使用上。
3. **保护环境**：能够防止污染，安全施肥，节省宝贵的水资源。
4. **易于接受**：在美学角度上不令人讨厌，与文化和社会价值必须一致。
5. **因地制宜**：适应当地有限的资金、技术能力和公共机构能力，易于维护，坚固。

如果想成功地运用好这些准则，实现对生态卫生厕所的设想，我们必须把卫生设施作为一个系统来认识。在设计和使用卫生设施时必须考虑这个系统的所有组成，而不只考虑一个或两个。它的主要组成是自然、社会、处理过程和装置（见图1.4）。

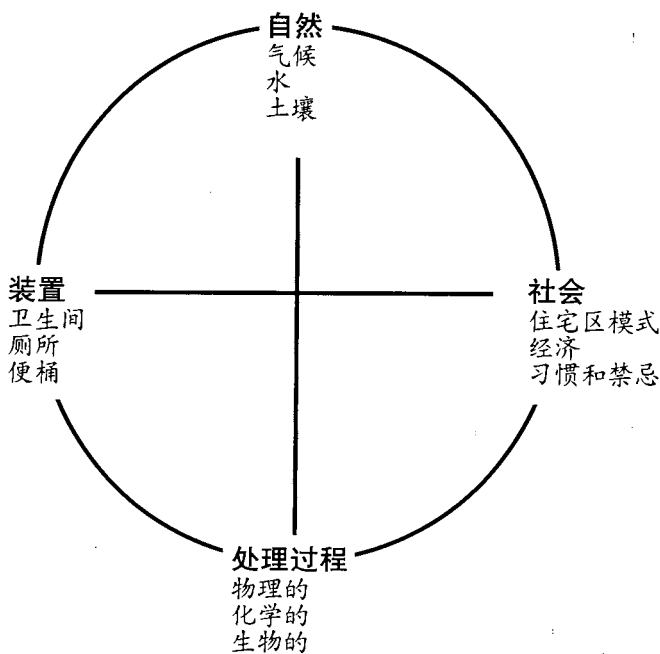


图 1.4 卫生设施是一个系统，其主要组成是自然、社会、处理过程和装置。所有这些组成必须综合考虑。

- **自然**：主要有气候(湿度、温度等)，水(可用水量、地下水位等)，和土壤(坚固性、渗透性、可挖掘性等)。
- **社会**：包括住宅区模式(集中式的/分散式的、低层建筑/高层建筑)，态度(愿意用粪肥/不愿意用粪肥)，习惯(便后清洗/擦拭)，与人排泄物有关的信仰和禁忌，和该社区的经济状况等。
- **处理过程**：指人排泄物经过物理、化学和生物学的处理变成不令人讨厌和无害的肥料的过程。我们在本书中讨论了两种处理过程：脱水处理和降解处理。
- **装置**：指专门为大小便而建造的构筑物。目前关于卫生设施的文献多集中于对装置的讨论，而没有把它与卫生设施的其它组成联系起来。

生态卫生厕所的根本原则并不新颖，以生态学原则为基础的卫生设施在不同习俗地区已使用上百 years 了。在东亚和东南亚的部分地区，

现在仍然在比较广泛地使用生态卫生厕所。在西方国家，水冲式厕所用得最多，基本不用生态卫生厕所，但是近些年来，又对生态卫生厕所产生了兴趣。

运用上面的准则，发展并实施卫生设施项目时，我们必须转变思想，从弃置排泄物转变成零排放和再循环。这么做也能保护淡水资源。

1.4 关于本书

那么本书中有什么新理念呢？——主要有以下三方面

1. 把卫生装置与卫生设施作为一个系统来考虑。在不同的自然和文化背景条件下，我们严格调查了多种卫生设施的优缺点。

2. 把来自世界不同地方的经验系统化，形成既符合生态卫生厕所的标准，又简单适用的模式。本书探讨了通用的原则，为分散式卫生设施的创新提供了一个新的概念性框架。

3. 阐述了生态卫生厕所应从何着手，在发展和实施这种厕所模式时需要考虑什么。

本书虽然涉及了许多技术和政策问题，并相当实际地讨论了可行方案，但并不是技术和政策手册。生态卫生厕所的概念特别与缺少水、场地和资金的城市有关，但不能认为它是只供穷人使用的二流卫生设施。如第三章所述，选择生态卫生厕所对各种各样的社会经济条件都是可行的。

本书意在愿为解决城市卫生设施问题中探索新方法的人使用：

- 望提供高质量的城市服务设施，但在日益增长的要求面前资金不足的市政当局。
- 利用地方组织、环境意识和民主管理来寻求生活条件改善的基层群众和社区领导。
- 寻找商业契机的私营企业。
- 提倡环境和财政的可持续干预的国际公共机构。
- 愿试验或者进一步发展生态卫生厕所的学者、工程师和实践者。

第二章 粪便的无害化和利用

2.1 无害化：如何杀灭病原体

生态卫生厕所和所有其它卫生厕所第一重要的准则是要形成防止人排泄物里的病原体引起疾病传播的屏障。我们在这一部分讨论卫生设施与疾病和杀灭各种病原体方法之间的关系。我们的结论是利用脱水处理比利用其它常用方法杀灭病原体更有效，对于杀灭存活时间长的病原体和寄生虫也特别有实际意义。

2.1.1 相关的疾病

人排泄物中含有细菌、寄生虫卵和其它生物。这些微生物有的可传播疾病，称为病原体。有的生物寄生在人体里，称为寄生虫。它们绝大部分随粪便排出。尿里一般少有细菌，只有在特殊情况下才引起危害¹。粪便里的主要病原体能引起血吸虫病、伤寒和副伤寒，虽然有时尿里也有伤寒菌，但粪便是伤寒和副伤寒致病菌的主要传播源。

人粪便里的病原体和寄生虫能够引起各种各样的病症，如腹泻、营养不良、发育不良，以及造成铁、维生素A和其它微量营养成分缺乏，这种结果有时会伴随一生。不是所有的病原体和寄生虫都会致人死亡，但是疾病和营养不良造成的虚弱使人更容易因为其它原因而患病和死亡。

新鲜粪便里与人有关的生物群主要有四种：细菌、病毒、原虫和蠕虫。这些生物排出体外后可能会：

- 即时就具有传染性；
- 在体外经过一段时间后再具有传染性；或者
- 经过一个中间宿主再变得具有传染性。

细菌和病毒排出体外后即时就具传染性。原虫以孢囊形式排出体外，可即时就具传染性，也可能在体外经过一段时间后再具传染性。很多蠕虫卵对环境条件具有抗性，需要在体外经过一段时间再具传染性。而有些寄生虫，如血吸虫，则需要经过一个中间宿主再变得具有传染性。

当病原体排出体外后，而又没有被抑制或杀灭时，就会污染环境。

一旦粪便进入较大的环境(见图2.1),就可能污染手、衣服、用具、水(饮用水、炊事用水、饮料和其它水体)、田地(菜地和庭院),或被苍蝇(家蝇和野蝇)、家养动物和蜗牛等沾染。

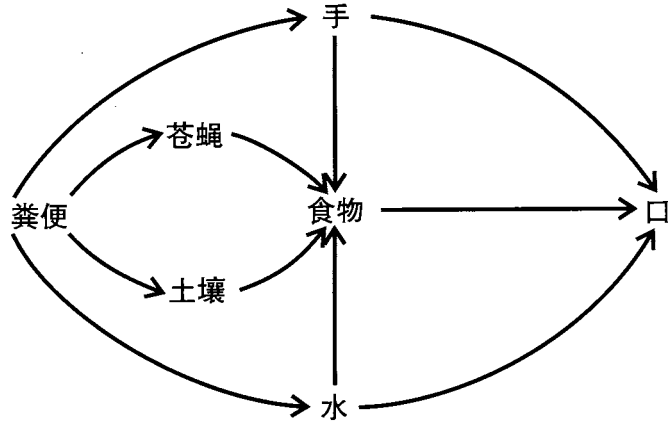


图2.1 该图总结了腹泻传播的主要途径 粪源性病原体直接或间接地污染了食物和水, 然后又吃下这样的食物和水。

人可能通过直接接触,或吃了被污染的饮食而传染上病原体或寄生虫。

人在被污染的环境中,有随时被病原体感染和患病的危险。然后刚刚被传染的患者又会向环境中排泄,就有了感染、污染和感染的重复循环。

通过一些措施阻止病原体从一个地方(如排便处),转移到另一个地方(如食物和水,见图2.2),可以减少或防止病原体的传播。卫生设施作为初级屏障阻止排泄物污染水体、田地、食物和间接污染手,或被苍蝇沾染,防止病原体的传播。但是,如果病原体污染了手、食物等,就必须依靠卫生习惯(如洗手、煮饭)作为二级屏障来预防传染。这一章里,我们强调的以生态卫生厕所原则为基础的非水冲式厕所系统可以作为有效的初级屏障。

排泄物离开人体进入更大环境之前,可以用许多方法来预防病原体传播。如第一章所述的传统方法,用水冲式厕所冲掉排泄物,或用坑式厕所把排泄物封存起来。

这些处理方法表面上防止了环境污染。但这只是假象,因为过段时间,厕坑里的内容物就会渗进地下水或被大雨冲刷出来。

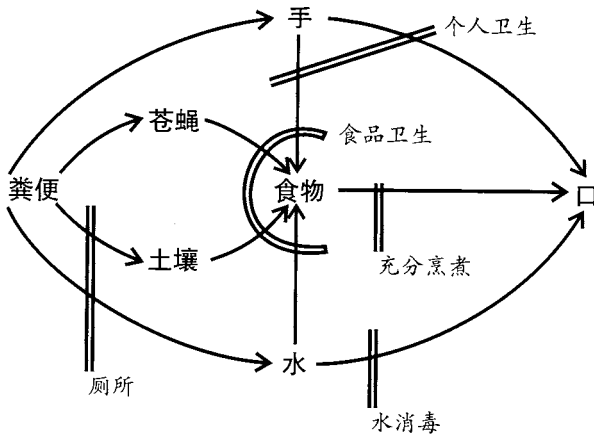


图 2.2 防止病原体传播的一套屏障。

水冲式厕所系统里的污水可以经过充分处理后安全排放，但多数情况下，排放前完全未经处理，或者只有部分处理²。这两种情况都会对下游造成污染。

另一种切断循环传染的方法是治疗患者。例如，给腹泻儿童抗生素或口服补液。通常疾病能够治愈或自愈。但是，如不采取有效措施，患者又会把病原体排泄到环境中去，因为有些传染病，即使在病症消失之后，还可能有病原体继续存在。另外，传染病抗药菌株变型迅速，所以预防比治疗更重要³。

为切断传染和再传染的恶性循环，我们必须在问题开始产生的地方采取预防措施，首先不让病原体进入环境。患者在几天到几星期甚至几个月时间里的排泄物中都会带有病原体。而且有的社区里，多数患者在同一时期里会排泄出不同的病原体。所以我们必须制订出一个方法来防止排泄出的病原体进入环境，或者杀灭病原体。方法既可以是把带病原体的排泄物安全储存，也可以快速进行无害化。实际当中我们需要两者结合作用：安全储存并且快速杀灭。

2.1.2 病原体死亡规律

患者的粪便中含有大量的致病菌或寄生虫卵，每次排便都带有上千甚至上万个。当然病原体进入环境后，最后都会失去致病能力或死亡。但还有些生物会继续长时间保持活性和致病能力。

相同类型病原体的所有生物全部死亡所需的时间称为消亡速率。不同类型病原体的消亡速率不同。但有两个例外，一是沙门氏菌和某些细菌，在体外数量会暂时增加；另一个是发育期的寄生虫卵。虽多数蠕虫卵数量不会增加，但比其它类型的寄生虫卵消亡所需时间长。

影响病原体消亡速率的环境条件很多(见表2.1)。对病原体的消亡起重要作用的有：温度、湿度、营养、其它生物、阳光和pH值。每种环境条件都会随着自然条件(如雨季和旱季)和人为条件(例如加石灰)的变化而变化。这意味着病原体的实际消亡速率可能比平均消亡速率快或慢。通常在自然条件下，原有病原体数量越大，全部死亡所需时间就越长。

环境因素	如何加速病原体杀灭
温度	提高温度
湿度	降低湿度
营养(有机物)	减少养分
微生物(包括其它病原体)	减少生物体
阳光	增强光照
pH	提高 pH 值

任何一种环境条件都有病原体的最佳存活范围。病原体消亡速率会随着自然条件和人为条件的变化而发生变化。例如，温度上升，病原体死亡得快；在夏天，土壤中的粪大肠菌群细菌2星期可死亡99%，而在冬天则需3星期。60℃以上时，排泄物中的病原体会立即死亡。多数病原体在50-60℃范围内不能繁殖或发育，并通常在30分钟或更短时间内死亡。这几种温度可通过多种方法达到，例如高温堆肥。同时改变多个因素会进一步加速病原体的消亡。例如，降低湿度同时提高温度，这比只改变一个因素使病原体消亡得更快。

所有病原体都受环境条件的影响。但是，病原体受到不同弃置和处理时会有不同的消亡速率⁵。

细菌、病毒和原虫可在几个月或更短时间内死亡(见表2.2)。蠕虫卵一般可存活几个月，其中蛔虫卵能够存活多年。高温堆肥是能够最

快地杀灭多数病原体的方法。但实际中,由于难以达到理想条件,某些病原体还可以活下来。污水稳定塘对杀灭原虫和蠕虫有效,但是,对细菌和病毒效果甚微。

一般认为,如果有效地杀灭了抗性最强的病原体,那么其它所有病原体也就都被杀灭了。人蛔虫和细小隐孢子(可引起腹泻的寄生性原虫)是两种传播广泛并且抗杀灭的寄生虫。全世界都发现有人蛔虫。据估计,多达20%的世界人口都可能感染了人蛔虫⁶。细小隐孢子的流行较难估计,但是世界上有50多个国家的排泄物样品中鉴定出了细小隐孢子⁷。这两种感染都会导致营养不良,严重的会致死。儿童比成人更易感染。

表2.2 不同弃置和处理条件下病原体的存活时间(天)

条件	细菌	病毒	原虫*	蠕虫**
土壤	400	175	10	数月
作物	50	60	未知	未知
粪便、淤泥(20-30℃)	90	100	30	数月
堆肥(环境温度下厌氧)	60	60	30	数月
高温堆肥(50-60℃保持数天)	7	7	7	7
污水稳定塘(停留时间>20天)	20	20	20	20

* 不包括细小隐孢子
 ** 主要是蛔虫,其它寄生虫卵死亡较快

细小隐孢子以孢囊的形式被排出体外,它的孢囊对杀灭有很大抗性,比蛔虫抗性强,甚至可以在冷冻、高温、有氯和臭氧等的环境压力下存活⁸。

但是脱水处理可以破坏细小隐孢子。试验证明在室温下仅仅2小时的空气抽干,可杀灭97%的孢囊;4小时的空气抽干,可杀灭全部孢囊⁹。

蛔虫卵的存活时间也特别长,但是消亡速率根据环境条件不同变化相当大。在土壤中,由于干燥和光照强,虫卵死亡率会提高。据报告在沙质向阳处的土壤中,蛔虫卵2星期内死亡。在寒冷、潮湿、阴暗处的土壤中,蛔虫卵可以存活多年。壤土、粘土和腐殖质中的蛔虫卵几星期后还会有95%以上具有活性(即能够引起感染)。虫卵有薄层土壤覆盖比在地表面存活时间长。

关于蛔虫卵在不同处理系统中的存活情况已有各种各样的研究。杀灭虫卵最有效的方法是干燥和加热。例如，在危地马拉，目前蛔虫感染者达到人口的50%，拉斯夫厕所（详见3.1.2）里每克粪便中有上千个虫卵。但是经过储粪池里的储存和脱水处理，再接着6个月的日光干燥，虫卵死亡率可达到100%¹⁰。

普通的污泥稳定塘处理法（如20-25℃下无氧消化），对蛔虫卵杀灭效果不太好，但使用污泥床杀灭蛔虫卵则均有效¹¹。

2.1.3 逐步杀灭病原体

干燥脱水处理粪便比用水冲式系统杀灭病原体更有效。低温、低有机物（低养分）和高pH值相结合，杀灭效果最好。可见，杀灭病原体最有效的方法是脱水处理。

像水冲式系统中的处理方法对杀灭病原体不特别有效。污水是病原体存活的理想环境，因为它在很多方面类似肠道里的条件。例如富含有机物和营养，潮湿并且厌氧。不同的是温度，污水和处理厂的运行温度远比37℃低。病原体在污水中不仅延长了存活时间，如果污水没有得到有效处理就施到作物上或排放到下水道里，也会增加人的发病率。

理论上杀灭病原体很简单，但实际当中要求特别谨慎。我们推荐下面的四步法，用来对排泄物进行安全处理和再循环：

- **使有害物质的量尽量少：**把尿分流走，并且不用水冲；
- **防止含有病原体的物质扩散：**用安全的装置储存，直到可安全利用；
- **减少粪便的体积和重量：**利用脱水处理和降解处理，这样便于储存、运输和进一步处理；
- **杀灭病原体，达到无害化：**现场一次处理（储存、脱水、降解），现场和非现场的二次处理（再次脱水、高温堆肥、加入石灰改变pH值），三次处理（焚烧）等无害化处理。

2.2 利用：如何把养分返回土壤

在生态卫生厕所中，人排泄物是可再进入自然循环的资源而不是要弃掉的废物。世界上很多地区都有用人排泄物给作物施肥的实践。

在中国，把人和牲畜的排泄物进行堆肥已有几千年的历史了¹²。在日本，十二世纪引进了在农业中利用粪尿的作法¹³。在瑞典，已经开始应用把尿单独收集集中储存的做法，农民缴纳一定费用从地下储尿罐里取尿，并把尿施在自己的农田里。

“排泄物是废物，没有应用意义”这个思想正是现代的错误概念。污染问题的根源就来自于普通的卫生设施，特别是水冲式厕所。自然界中所有生物的排泄物都可被其它生物用作原料。排泄物经过无害化后返回到土壤里，起到了恢复自然界中物质循环的作用，所以自然界中没有废物。但是这已经被我们现在的做法打乱了。另外，这种再循环过程越就地进行，越节约能源。

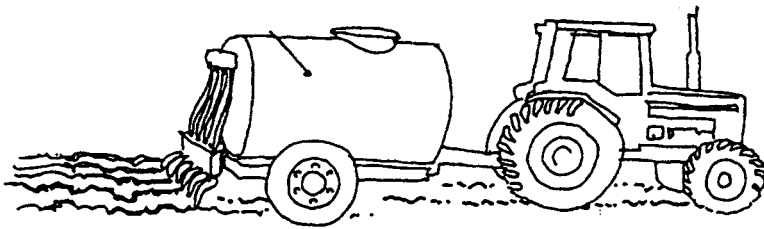


图2.3 瑞典在目前的“研究与开发”项目中，把人尿就地储存在储尿罐里，由农民定期收集，用机械化设备施到农田上。

对排泄物中的养分进行再循环有很多好处。再循环可防止由于污水排放或渗入水源和生态系统引起的直接污染。再循环可把养分返回给土壤和植物，减少对化肥的需求；再循环可恢复有益于植物的土壤生物，而且任何地方都可行。

不管在城市还是农村，从人排泄物中回收的养分可用于提高农场和花园的生产力，而城市里的人们大部分依靠自己生产的粮食¹⁴。如果不是这种情况，或者不可能把回收的排泄物运输到远处的农田里，也可以把它用于恢复退化的非农业用地，建立公园和绿地。

为了尝试对人排泄物进行再循环的做法，许多国家研制出了各种堆肥型厕所。虽然大部分养分在堆肥过程中丢失了，但是所得的腐殖质仍是宝贵的土壤调节剂。如第一章中讨论过的，最有效的回收排泄物中养分的方式是设计一种特殊的蹲便器或坐便器，把尿分流到一个独立的储罐里，分别收集粪尿。

框2.1 墨西哥城种蔬菜

在墨西哥城，为了解决高通货膨胀、高失业率和营养品不足的问题，非政府组织“阿纳德格斯”完善了一种用人尿作肥料，在容器中种蔬菜的方法。该项目于1988年在墨西哥城启动，现在有1200多户城市居民参与。

当地情况是没有现成的土地作花园，参加者买不起容器和肥料，放在屋顶进行蔬菜栽培用的容器需要轻质材料做成。项目根据这些情况选用了合适的技术措施。

没有土地就在容器中种蔬菜。终选容器是18-20升的塑料桶，装满落叶或草屑，上面是3-5厘米厚的土层，这种土是前一年的腐殖质和经过蚯蚓堆肥的家庭垃圾。排水孔在容器的一边，离底5-10厘米，根据要种的植物种类而定，这样形成了一个固定的水库和肥料库。尿在2-5升的容器里储存，3星期后即可和水以1:10的比例稀释后施到容器中。

如何给根长叶大的植物提供充裕的空间呢？使用废轮胎解决了这个问题。墨西哥城阿纳德格斯试验中心现在正试验一种剪轮胎样机，能把轮胎里面翻出来，形成广口容器，给这种植物提供了足够的生长空间。

经过几年的研究，现在从这种低造价的城市蔬菜生产模式得出的明确结论是：

- 用尿施肥的植物比普通的生长得更迅速、更高大、更健康，而且用水少。
- 食用植物，例如菠菜、君达菜、芹菜和胭脂仙人掌，长得特别好，叶子大，暗绿色。
- 有些结果植物长得也很好，产量丰富，尤其是辣椒，它是墨西哥饮食里辣椒的主要成分，但不如普通生长的味辣。
- 其它结果植物，如番茄、绿番茄、南瓜、扁豆、菜花和黄瓜，早期生长良好，但在果实产量方面就不太好了。
- 所有植物早期生长都特别好，对害虫和疾病都证明有相当的抵抗力。

阿纳德格斯卖给每家10个容器、3个翻面的轮胎、各种各样的植物秧苗和1公斤蚯蚓(帮助垃圾堆肥用)。参加者向一项周转基金贷款来支付大约80%的启动费用。当蚯蚓迅速繁殖起来后，仅仅几个月就可回收2公斤蚯蚓。参加者把回收的蚯蚓又卖给阿纳德格斯，还掉贷款和利息。

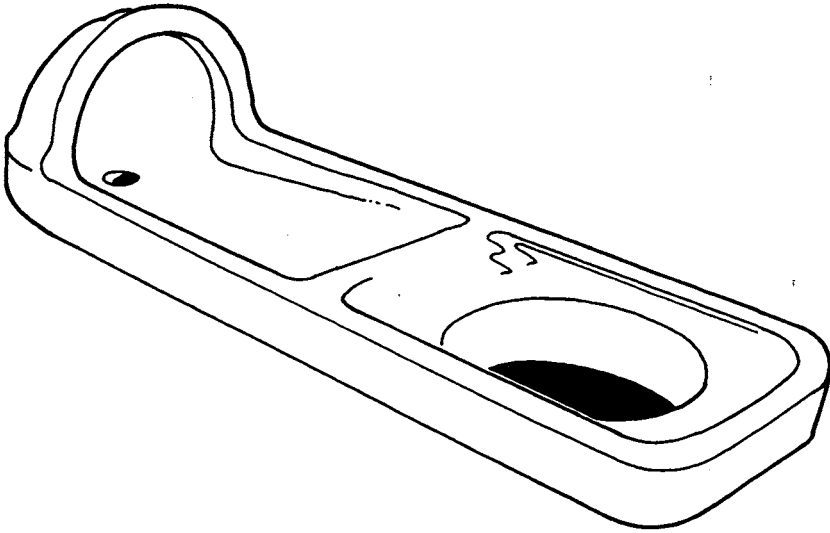


图 2.4 尿分流式蹲便器，陶瓷材料。于 1997 年在中国由“环境卫生研究”项目的资助研制出来，现由河北大名卫生陶瓷厂生产。

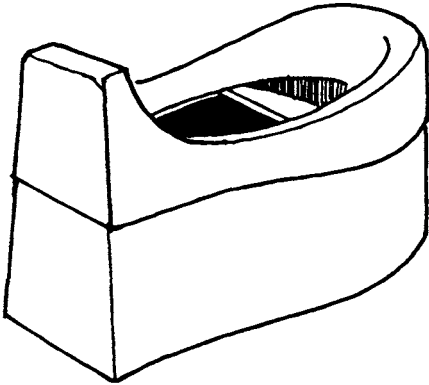


图 2.5 尿分流式坐便器，纤维玻璃钢材料。于 1994 年在墨西哥由“环境卫生研究”项目的资助研制出来。

2.2.1 尿

人排泄物中可作植物养分的物质大部分在尿里。一个成人一年约产生 400 升尿，其中含有 4.0 公斤氮、0.4 公斤磷和 0.9 公斤钾¹⁵。有趣的是，这些养分的存在形式最容易被植物吸收。氮是尿素形式，磷是磷酸盐形式，钾是离子形式。尿中总的养分数量比化肥中的更适合于农业生产。在瑞典，1993 年人尿的年总产量中含有的氮、磷、钾，相

当于无机肥料中氮、磷、钾的15-20%¹⁶。人尿中重金属浓度比大多数化肥的低得多——这也是一个重要的优越性¹⁷。

作为肥料收集尿时,最重要的是尿的储存方式必须防止氮损失和臭味。瑞典的研究表明,大部分尿里的氮最初是尿素形式,在收集和储存装置中迅速转变成氨。当然,可以把尿储存在密封容器中,最大限度减少氨的损失¹⁸。

尿既可以由生产型家庭用作肥料,也可以由社区收集,卖给商业型农民使用。把尿施在裸露的土壤上时,可不用稀释。如果施在植物上,必须稀释,防止烧苗,一般是1份尿对2-5份水。对用尿没有积极性的地方,在他们认识到尿作为肥料的价值之前,可以用蒸发—蒸腾床或直接通过蒸发作用把尿处理掉。

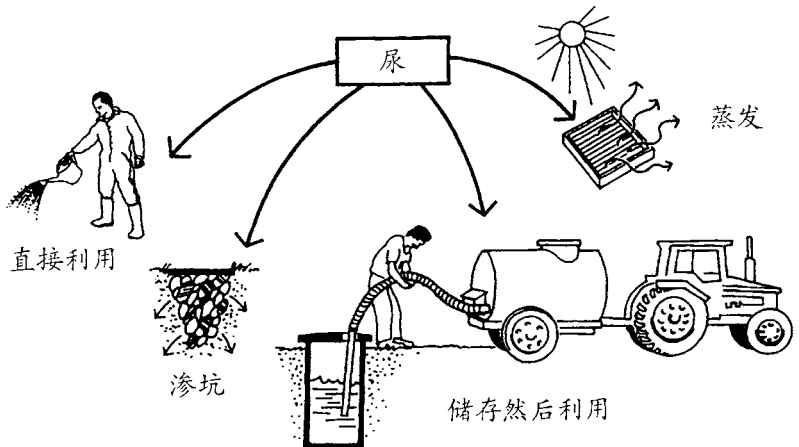


图 2.6 处置或使用尿的多种方法。

在瑞典,把尿分流并回收养分的经验越来越多。现在已有几个粪尿分集式厕所的制造厂商。制造的多数是小型厕所,适合安装在独立的住宅里,但慢慢地就会有用于住宅区和公寓区以及公共机构里的大型厕所系统了。(有的例子见第三章的3.1.3、3.2.1和3.2.2节。)

瑞典的一些公共机构目前参与了一个尿分流并利用的联合研究。在这个项目里,从斯德哥尔摩的两个住宅区的粪尿分集式厕所里收集尿,尿就地储存在每个住宅区的储尿罐里,然后用卡车运到斯德哥尔摩南部的农场,尿在密闭容器里储存6个月之后撒到谷类作物上。这个项目总目的是准备完善一个在农业上对养分进行回收利用的系统。

这个项目检验了疾病传播危险、潜在环境影响、农业价值和各种各样在技术、社会和经济等方面的问题。到目前为止，其研究结果还表明了尿中的大部分养分在收集和储存过程中没有损失，肥效几乎和相应数量的化肥一样好¹⁹。

2.2.2 粪便

粪便的组成主要是未消化的有机物，例如由碳构成的纤维素。每人每年的粪便总量是25-50公斤，含有0.55公斤氮、0.18公斤磷和0.37公斤钾¹⁵。虽然粪便比尿含有的养分少，但粪便经过脱水和降解无害化处理杀灭病原体后(见2.1.3节)，是一种宝贵的土壤调节剂。可为土壤增强肥力，改善持水能力，提高养分的可利用性。降解过程产生的腐殖质也可供有益的土壤生物种群生长，实际上保护植物不被土壤传播的疾病侵害。

最简单的再循环形式是居民能在自己的花园和农田里使用粪肥。当然在城市里，不会所有的居民都有土地或有自己使用粪肥的想法。但是缺少土地不一定妨碍粮食生产，例如2.1中墨西哥城和博茨瓦纳的“垂直花园”的例子，见框2.2。

框2.2 博茨瓦纳哈博罗内垂直花园

瑞典园艺学家古斯·尼尔森博士从1967年起住在博茨瓦纳，为干旱地区研制出一种把中空混凝土砖块做成的生长箱建成墙壁的容器园艺系统。

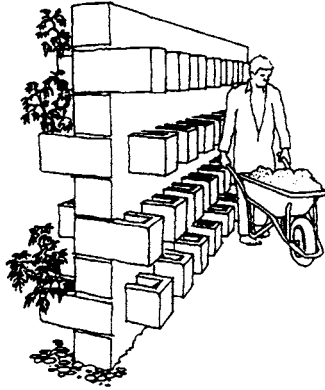


图2.7 古斯·尼尔森博士在博茨瓦纳为干旱的热带地区研制出一种利用墙壁的密集型园艺系统,(同时见图5.3)

建墙时，其中一些中空混凝土砖向外转90度，墙的中心部分填上低强度混凝土料。伸到外面的中空混凝土砖块成为有底和小排水孔的容器，放入肥料并覆盖沙土。容器可以设在墙的一边或两边，摆成各种样式。在热带，容器可以面对任何方向，墙之间的空间也可以比较紧密(例如1.2-1.5米)。

在博茨瓦纳哈博罗内，示范住宅的墙上有2000个容器(见图5.3)。还有储雨槽也做得像容器墙似的。

很多种蔬菜和观赏性植物都可在容器里生长。尼尔森博士的每个容器一年收获四次能生产2公斤番茄。一年里1平方米墙上生产的番茄的零售收入大致相当于建1平方米墙的费用，这样不但能够很快偿还投资，还能获得利润。

Winblad, U (1992): The productive homestead.
Report to Sida, Stockholm.

第三章 生态卫生厕所： 新老类型的实践与评述

本章目的是想搞清楚生态卫生厕所在实用中会出现什么情况，论证其可行性，我们列举了大量的实例来说明这个问题，既有过去也有现在的实践。每例生态卫生厕所在某种程度上确实在方方面面都符合第一章里所列出的准则：预防疾病、保护环境、价格低廉、易于接受、因地制宜，并且能使养分返回土壤。它们确实保护环境，节约水，而且很有预防疾病的潜能¹。由于现有生态卫生厕所系统的多样性，使得有可能找到一种能够被当地习俗接受的厕所系统。价格贵贱是相对的，这里介绍的厕所系统有复杂而昂贵的，也有简易而低廉的。在厕所的造价和运行之间往往有个权衡比较：造价低的，对卫生设施的人工操作和管理麻烦；而造价高的，人工操作和管理简单。

下面按照杀灭病原体主要的处理过程，脱水处理和降解处理的顺序来讨论各例生态卫生厕所。重要的是区别处理过程和方法（见1.3），有的插图中的厕所设备既可用于脱水处理，也可用于降解处理，进行哪种处理则由加进去的材料所决定。4.2.2节中更详细地讨论了它们的主要设计和管理方案。

3.1 脱水型生态卫生厕所

脱水处理可以除掉物质中的大部分水分。在脱水型厕所中，通过加热、通风和加入干物质使储粪池里内容物的水分尽快降到25%以下，达到干燥，这样才能快速杀灭病原体（见2.1），并且没有臭味和苍蝇孳生。

用蹲便器或坐便器等专门收集装置把尿分流入一个独立的容器中储存，这可让粪便非常容易地脱水（见图2.4、3.2和4.3）。如前面讨论过的，由于尿里含有大部分肥分，而一般没有病原体，不需要进一步加工就可直接作为肥料。如果不把尿分流走而对粪便进行脱水是很困难的，但是在极其干燥的气候条件下也有可能，例如在厄瓜多尔。

3.1.1 越南：双坑式脱水型厕所

越南的双坑式厕所是典型的脱水型生态卫生厕所。它广泛用于越南北部。在过去20年里，中美洲国家、墨西哥和瑞典也有了这种类型的厕所(见3.1.2和3.1.3)。

在越南北部，过去经常用新鲜粪便给稻田施肥。由于这种做法很危险，所以越南卫生当局在1956年开始了建造双坑式厕所的运动，随后进行长期而持久的健康教育²。新厕所的作用是在把粪便撒到地里之前杀灭其中的病原体。

这种厕所所有两个储粪池，每个容积约0.3立方米。

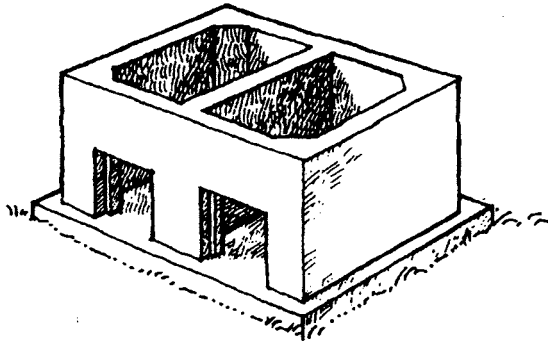


图3.1 越南双坑式厕所的储粪池。每个容积 $0.8 \times 0.8 \times 0.5$ 米。取粪口 0.3×0.3 米。

厕所完全建在地上，储粪池建在由水泥、砖或粘土构成的实心底板上，底板高出地面至少10厘米，这样不会被大雨淹没。厕所位于花园后面，有时靠着猪圈。

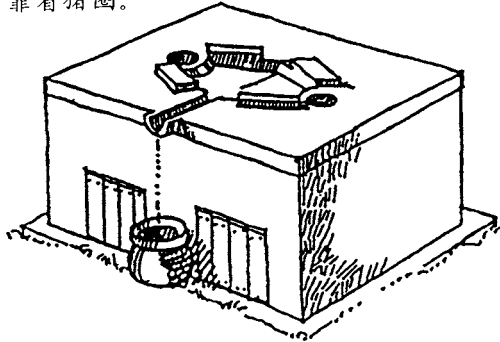


图3.2 储粪池上有一个尿分流的蹲板，一个储尿罐儿和两个取粪口的小门。不用的排粪口用石头堵住，并用泥或砂浆密封。

蹲板覆盖在储粪池上面，有两个排粪口、两对垫脚和一个尿槽。两个排粪口都有严密的盖子(图3.2中未显示)。后面还有两个30×30厘米的小门，用于取粪。这两个小门平时密封，只在清掏时才打开。

第一次使用厕所之前，要在储粪池底部铺上一层细土，目的是吸收粪便里的水分，防止粪便粘在底上。先用其中一个储粪池，每次便后，往粪便上撒两勺灰。灰可以吸收水分，中和臭味，使粪便不招引苍蝇。

尿从蹲板上的浅槽流到厕所后面的一个罐子里。用过的手纸扔到蹲板旁边的盒子里，然后烧掉。这样储粪池里只有粪便、灰和土，这些东西水分少，比较密实。储尿的罐子里开始可以放一部分水、石灰或草木灰，或者什么都不放。尿和浸了尿的灰都可用作肥料(见2.2.1)。

一个储粪池可供5-10口的一家人使用2个月。第一个储粪池满三分之二时，用棍子搅一搅里面的内容物，然后用干燥的细土填满，并把储粪池封起来，储粪池所有的开口都要用石灰浆或粘土封实。然后使用第二个储粪池，再过2个月，这个储粪池快满了时，就把封起来的第一个储粪池打开并掏空。现在，脱水的粪便没有臭味，可以用作肥料了²。

在越南，这种厕所系统有正反两方面的经验(见4.1.2节，缺乏教育和培训)。毫无疑问，正确使用该厕所时确实能起到非常好的作用。当然，两个月的停留时间对于完全杀灭病原体看起来太短了。但是真正的原因是，在越南北部，有的农民不管粪便应该停留多长时间，只要需要肥料就从储粪池取粪，这样撒到地里的粪便就是处理不完全的，甚至是新鲜的。破除旧的习惯做法需要花很长时间，在越南，明显需要加强并继续健康教育，直到不再有使用新鲜排泄物作肥料的做法(见4.1.2)。

3.1.2 中美洲和墨西哥：双坑式脱水型厕所

“拉斯夫”厕所是从越南双坑式厕所稍经改动后的样式，于1978年由非政府组织中美洲适用技术研究中心引进危地马拉。过去20年里在中美洲，特别是在萨尔瓦多，已经建了上千套厕所。在墨西哥也一样，库埃纳瓦卡的一个建筑企业家赛萨·阿努维先生推动了它的发展，并给它一个“无水冲生态卫生厕所”的名字。

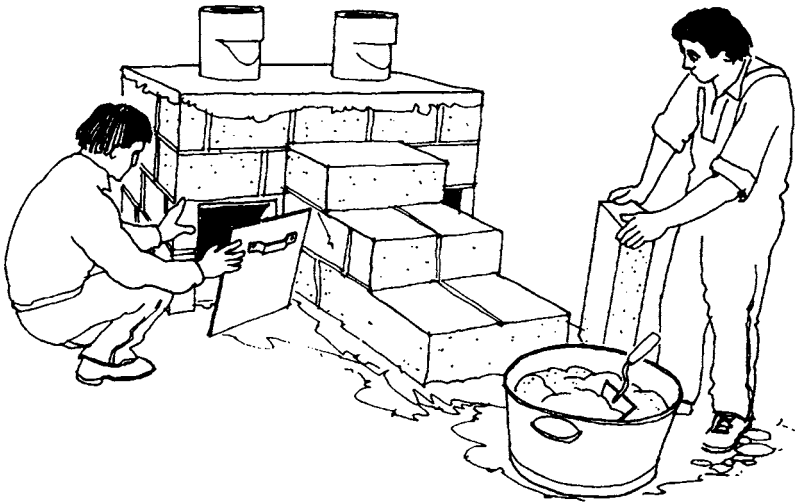


图3.3 建造中的拉斯夫厕所。每个储粪池上面的坐便器都能使尿分流。不用的坐便器常用塑料袋罩起来。

和越南的双坑式厕所一样，拉斯夫厕所和无水冲生态卫生厕所都建在地上，有两个储粪池，每个体积约0.6立方米。因为在中美洲没有用尿作肥料的传统，所以尿从坐便器里通过管子流到储粪池下面的渗坑里。粪便直接落入储粪池里。使用者便后往粪便上撒些灰、土，或者土—石灰、锯末—石灰混合物等干物质。按照拉丁人的传统，用过的手纸放入靠着坐便器的一个专用容器里，然后烧掉。这样，储粪池里只有粪便和灰等其它干物质。每星期用棍子搅一搅储粪池的内容物，再加些灰。

第一个储粪池快满时，用土填满，封起来。然后用第二个。一年以后或者第二个储粪池快满时，打开第一个。5-6口之家每年可产生大约0.5立方米没有臭味、完全脱水的物质³。

在墨西哥和中美洲，有许多在城市里使用这种卫生设施的例子。例如在萨尔瓦多：埃蒙萨·普罗文希亚是圣萨尔瓦多市中心的一个低收入小区，建筑密集，院落小，缺水，土层硬。1991年，这里总共130户建了拉斯夫厕所。因为房屋之间几乎没有空地，没有后院，所以拉斯夫厕所常常紧挨着住房，或者就建在住房里面(图3.4)。

由于社区的高度参与，埃蒙萨·普罗文希亚的所有厕所经过6年后仍然能极好的运作。厕所里没有臭味，储粪池里没有苍蝇孳生，形成的干燥混合物可用于开垦荒地，或者装袋出售。

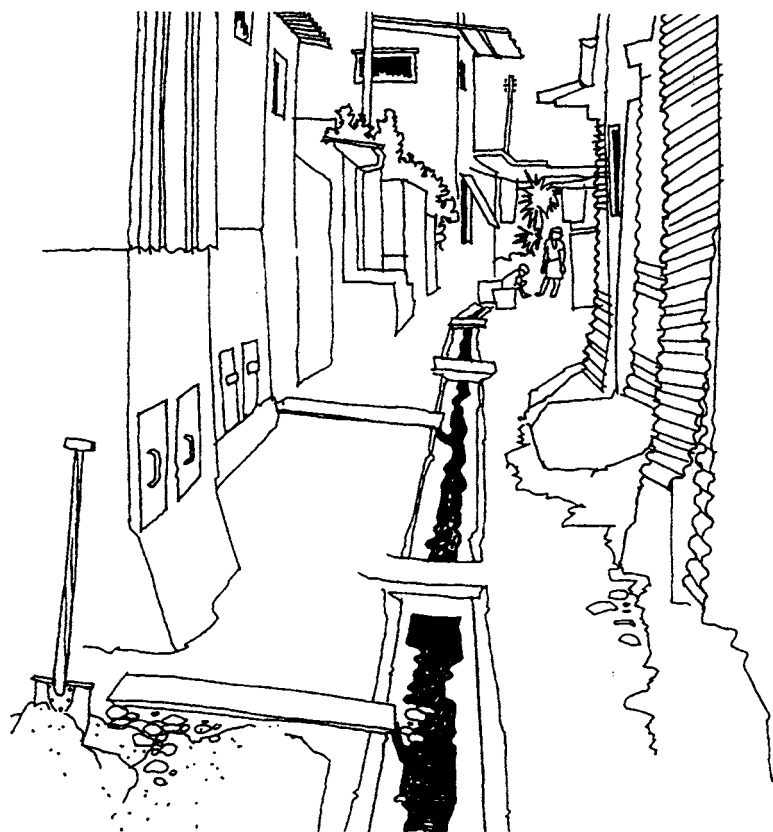


图3.4 圣萨尔瓦多市中心高人口密度的非法定居区埃蒙萨·普罗文希亚的街道。每家都有自己的拉斯夫厕所，多数紧靠着住房，或者建到住房里面。

又如在墨西哥，赛萨·阿努维先生用了15年时间对越南的卫生厕所模式进行了改进，把它变成了一个高标准的室内卫生间。

赛萨·阿努维先生的运营几乎完全依靠出售尿分流式坐便器的赢利来支撑。他自己的工厂在库埃纳瓦卡，是个小型家庭作坊，每星期生产大约30个水泥抛光的坐便器，并出售纤维玻璃钢制的坐便器模具。他还组织当地人成立了小型工厂。第一个独立的工厂于1990年在瓦哈卡和尤卡坦成立。墨西哥的各个地区现已有15个独立的小型制造厂。

他们计划将来把用户与社区堆肥中心联系起来。作为服务性行业，社区堆肥中心负责清掏厕所的储粪池和储尿罐，并把这些东西带到堆肥中心，作进一步处理并出售。



图3.5 越南双坑式厕所的墨西哥模式，建在库埃纳瓦卡市现代化的高标准住房的浴室里。有一个活动的带收集尿的坐便器，浴室地板下面是储粪池，可从住房外面开口。

水泥抛光坐便器的售价在1997年相当于16美元（126墨西哥比索）。包括地上建筑的一套完整的厕所相当于150美元（1200墨西哥比索）。赛萨·阿努维先生的纤维玻璃钢便器模具相当于250美元（2000墨西哥比索）。承包商于1997年在萨尔瓦多修建拉斯夫厕所的费用，不包括地上建筑，相当于125美元（1100萨尔瓦多科朗）。

在墨西哥和中美洲使用越南双坑式厕所近20年非常成功。由于正确的管理，厕所里没有臭味，没有苍蝇孳生。看起来在墨西哥高原的干燥气候下特别适用。当然过去也失败过。储粪池里湿度大，有臭味，苍蝇孳生。但那通常是因为信息、培训和跟踪等服务的低劣、薄弱，或者根本就没有造成的。

这两个城市的使用情况特别突出。在圣萨尔瓦多，成功地用于了人口密度高的非法定居区；在库埃纳瓦卡，许多中产阶级用在现代化的高标准住宅里。这个项目证明了，或许超出文献的报道，由于用户高度的积极性和理解，对生态卫生厕所系统的管理认真，所以才能够

让非常简单的技术发挥非常好的作用。

3.1.3 瑞典：脱水型厕所

80年代初期，瑞典斯德哥尔摩卡罗林斯卡研究所的马茨·沃盖斯特教授研制出“ES型WM·意科勒根”厕所系统。它像越南厕所那样依靠脱水处理，有尿分流设计。

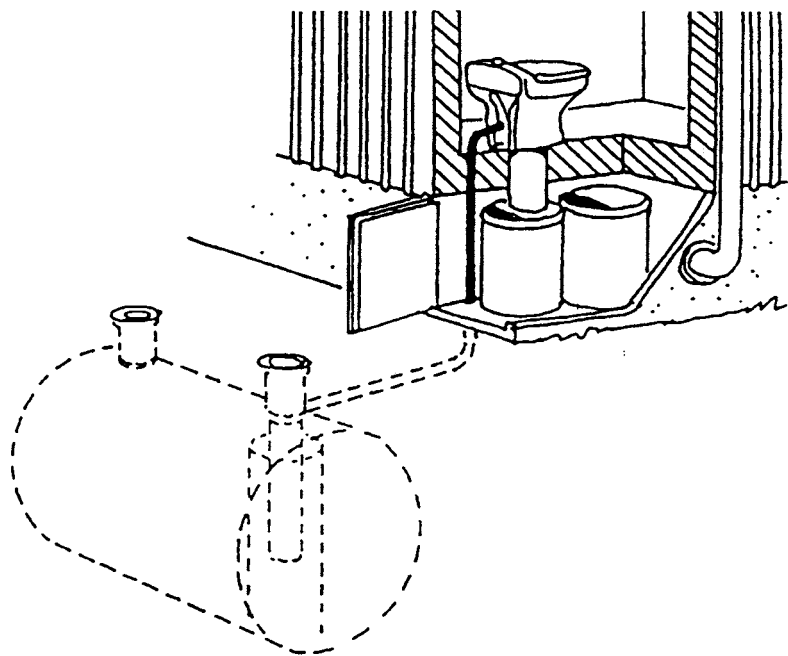


图3.6 瑞典的“ES型WM·意科勒根”脱水型厕所，安装在室内。粪便和手纸进到一个大桶里。尿管管道流入地下储尿罐。

用0.1升水把尿冲到一个地下的储尿罐里。储尿罐容积按每人0.5立方米设计。粪便和手纸进到封闭地窖里的一个80升塑料容器里。2-3个月后，储粪容器满了时，把它放一边，再换一个空的容器放到便器下面。满的储粪容器在地窖里放置大约6个月后，把脱水的内容物转移到通风堆肥箱里进行二次处理(为降解手纸)或者烧掉。

这种厕所装有风扇把空气从浴室中吸到便池里，再进入储粪池，

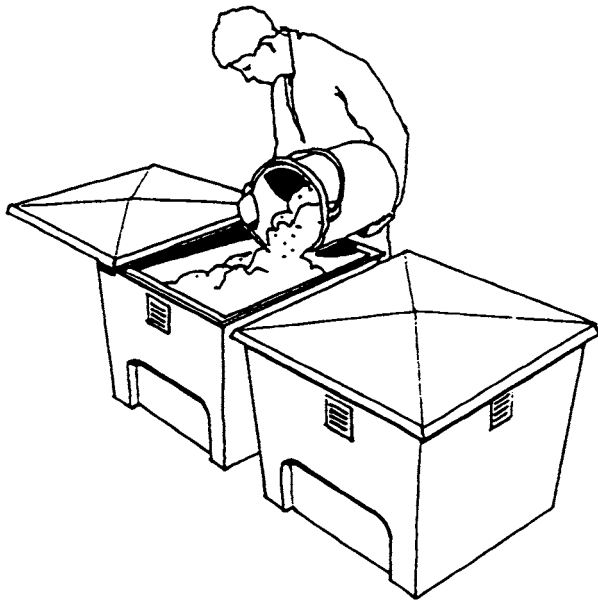


图 3.7 经过脱水的内容物转移到堆肥箱中进行二次处理。

然后经排风管排出去。

尿分流式陶瓷坐便器的零售价大约是360美元(2900瑞典克郎)。在瑞典,像这样有坐便器、风扇、地窖、储粪容器和1000升尿罐的一套厕所的总造价是650-750美元(5200-6000瑞典克郎)。目前在瑞典有大约800套这样的厕所安装在度假住宅、长期住宅、工厂和公共机构里。

“WM·意科勒根”厕所是受过严格检验的高标准室内卫生设施,适用于现代化浴室。可以用在城市和农村,公共机构和私人住房。

3.1.4 萨尔瓦多: 太阳能加热式厕所

第四章指出造成脱水型卫生厕所失败的主要原因是湿度大。给储粪池加一个简单的太阳能加热器就可以解决这个问题了。在坦桑尼亚对太阳能加热式厕所进行了一些初步试验后,在墨西哥(见3.2.3)以及最近在萨尔瓦多和越南对此又有了进一步发展⁴。

萨尔瓦多1994-97年“泰克盘”项目的目的是试验和发展利用脱水处理、尿分流和太阳能加热的单坑式卫生厕所。在圣萨尔瓦多附近

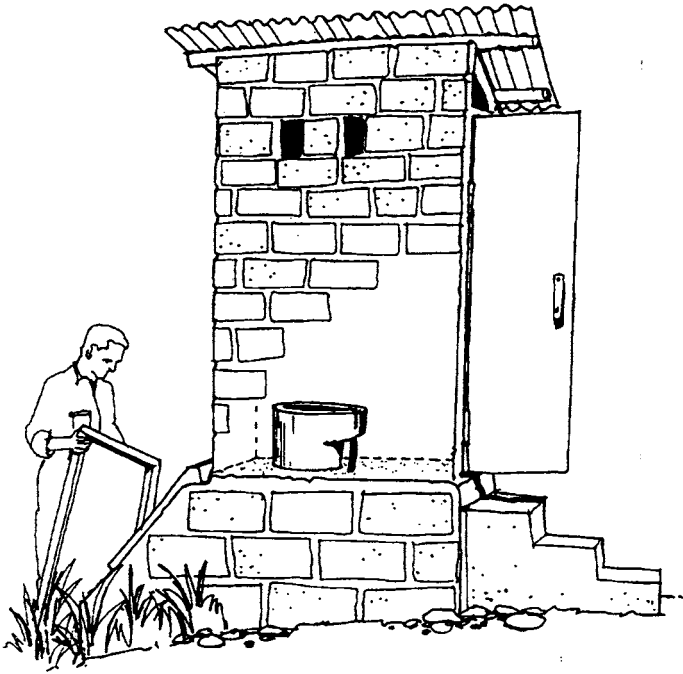


图 3.8 圣萨尔瓦多市外泰克盘社区的脱水型厕所，有太阳能收集板，可加速储粪池里的蒸发作用。

的泰克盘社区，总共 36 个样厕已由居民们使用几年了⁵。

这种厕所的使用方式与一般的拉斯夫厕所一样。进入储粪池的有粪便、木灰或者土—石灰混合物(比例 5:1)。尿顺着管子流到厕所旁边的小渗坑(因为在中美洲一般不用尿作肥料)。按照萨尔瓦多的惯例，手纸放到坐便器旁边的盒子或袋子里，定期烧掉。

每隔 1、2 个星期，掀开作盖子用的太阳能收集板，用锄头或耙子把积存在便器下面的粪便+灰/石灰/土的粪堆推到储粪池后部。锄头或耙子可存放在储粪池里。每隔 2、3 个月，把储粪池后部干燥没有臭味的粪堆铲到麻袋里，存放在厕所外面，用于花园施肥。

有的厕所配备了一个“推杆”，用它把粪堆推到储粪池后部，见图 3.9。

承包商修建一个带太阳能加热的泰克盘厕所和塑料预制的坐便器，没有推杆，造价大约是 164 美元(1437 萨尔瓦多科朗)。

泰克盘厕所起到了非常好的作用。太阳能加热器加速了粪便脱水。

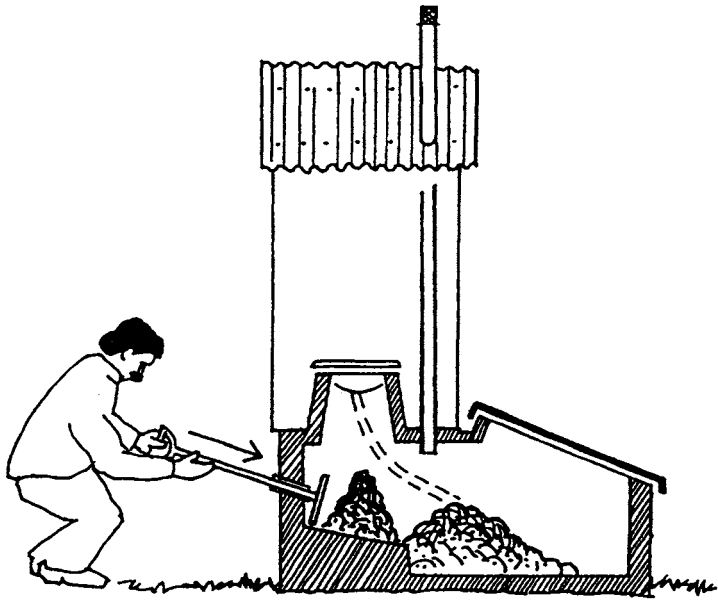


图3.9 用固定的推杆把粪堆从便器下面推到有太阳能加热的储粪池后部，每月都要推几次。

多数试验厕所十分干燥，没有臭味和苍蝇孳生。下一步的试验将表明，储粪池加太阳能加热器是否对病原体有杀灭效果。

单坑式厕所的造价比双坑的少，但每1、2个星期必需推一次粪堆。利于粪便脱水。

3.1.5 厄瓜多尔：双坑太阳能加热式厕所

从1985年起，厄瓜多尔安第斯高原科托帕希省已经修建了300个双坑太阳能加热式厕所。他们选择这种系统是想解决高海拔地区（3500-4000米）长期的土壤肥力降低的问题。

因为这个地区气候干燥，不需要尿分流式的技术。每次便后加一把锯末或灰就可以了。每个储粪池可用6个月，然后再换另一个。每个储粪池的盖子用木板做成，表面覆一层刷黑的镀锌薄铁板，用于吸收太阳能促进粪便脱水。每个储粪池的盖子上都有通风口让空气进去，还有通风管给储粪池通风。通风口和通风管都用金属遮蝇网盖住。

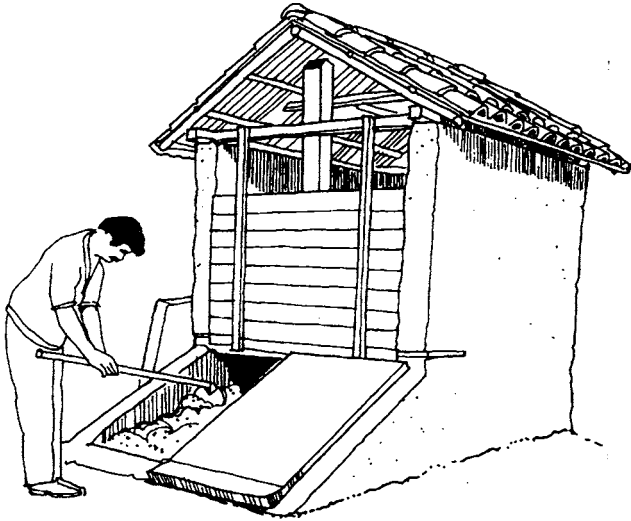


图 3.10 厄瓜多尔双坑太阳能加热式厕所。

厕所就地晒制的泥砖建造，再和木料预制成的坐便器、盖子、通风管和门等组合在一起。

有趣的是，厄瓜多尔的经验在于安第斯山区极热的气候不需要尿分流和太阳能收集板。（这两项原来是为在潮湿气候下加速储粪池里的蒸发作用而设置的）。

3.1.6 也门：室内高落差式脱水型厕所

萨那市的旧城区像也门的其它地区一样，传统住房是高高的，从狭窄的街道上起五到九层。一座房子里常常居住着一个大家族。楼上每层都有一个或两个厕所兼浴室，挨着一个狭长的通风井。图3.11显示了这个从房顶到街道的通风井。

每个浴室里都有便器。尿从蹲板上顺着石地板上的一个浅槽流到墙上的开口处，然后顺通风井的建筑外表面流下去。（这个表面常常有讲究的造型和装饰。）尿顺通道表面向下流的过程中大部分蒸发掉了，没蒸发掉的就排到渗坑里。

粪便从蹲板的排粪口处落下，顺通风井掉到和街道同一水平面的

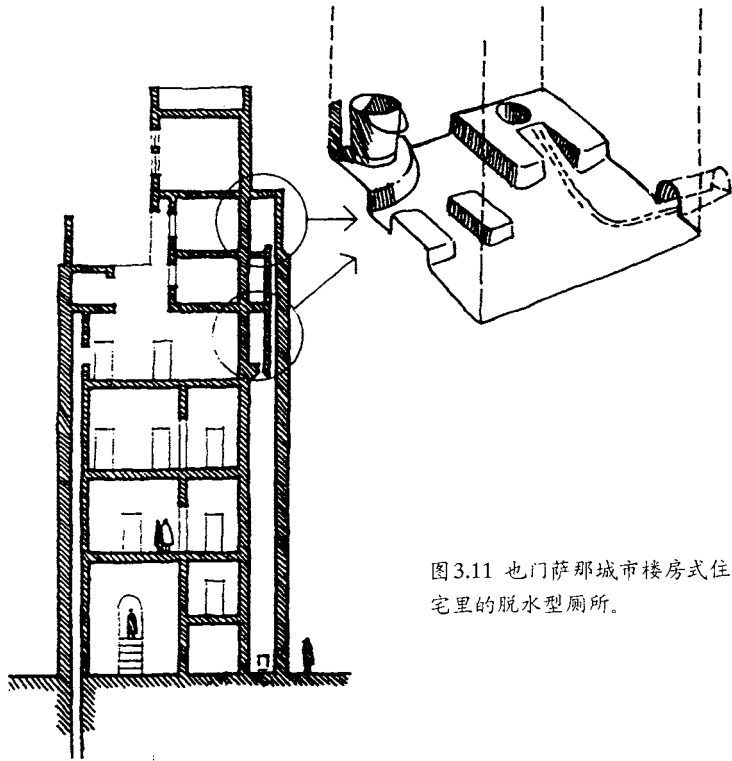


图3.11 也门萨那城市楼房式住宅里的脱水型厕所。

储粪池里，从这个储粪池里可定期收集干燥的粪便，放在邻近公共浴室的屋顶上进一步干燥，最后用作烧水燃料。

他们在蹲板旁边的一对方石上进行便后清洗。这种水和洗澡水都像尿一样排走。这样就不会有水分进入长长的通风井和下面的储粪池。由于萨那气候干热，粪便干燥得非常迅速⁶。

在上午，便器旁边有一个炭火桶。他们进行便后清洗后，蹲在桶上给自己烘干⁷。

这是一个用在城市楼房式住宅内，有专人对脱水粪便进行集体收集的生态卫生厕所的例子。这还是一个习惯便后清洗的人们用的非水冲式卫生厕所的例子。（还有一个见3.2.6。）这种传统的厕所在也门已经使用几百年了。尿和水蒸发掉了，粪便经过了三步处理：第一步就地脱水，第二步在公共浴室的屋顶上直接晒太阳，再次脱水，最后一步烧掉。没有味，没有苍蝇孳生。

3.1.7 印度拉达克：室内脱水型厕所

拉达克是喜马拉雅山西面的一个高原地区，海拔3500米。多数传统式住房的楼上有室内厕所，见图3.12。由于气候干燥，不进行尿分流也可使粪便脱水。

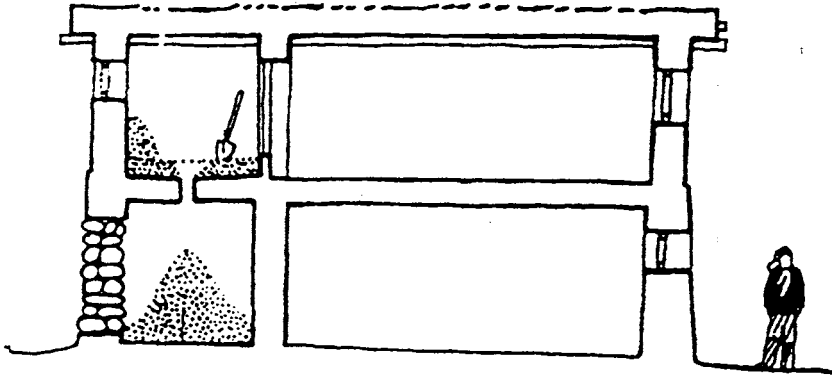


图 3.12 印度拉达克传统的室内脱水型厕所。

楼上挨着厨房或起居室的小房间的地上有厚厚一层土。地板上有排粪口，通向楼下的小房间。楼下的小房间只能从外面进。人们在楼上地板的土上排便。然后把粪便和土一起从排粪口推下来，尿也这样。平时经常加些厨房灰，必要时从外面带些土回来，把土堆在楼上厕所的一角里，供漫长的冬天使用。厕所里还放着一把锹或铲。这里便后一般不进行擦洗。春天和夏末时掏出经过降解的粪便，撒到田里。

只要厕所维护得好，每天往排粪口下面铲下够用的土，就没有臭味。有时候有轻微的氨味，是因为尿撒在地板上的土上了。因为土和粪便很干燥，所以没有苍蝇孳生。这种厕所在农村已经使用几百年了，非常好，但近些年在勒荷镇的中部地区有了些问题，主要是那里不容易弄到土。

3.2 降解(堆肥)型生态卫生厕所

堆肥是生物学处理过程，在一定条件下，细菌、蚯蚓和其它生物把有机物分解变成腐殖质。腐殖质是一种稳定的富含营养的基质，能让植

物的根茁壮生长。在堆肥型厕所里,微生物分解着堆积在储粪池里的人排泄物和加进去的填充料,如蔬菜碎片、稻草、泥炭、刨花或椰子壳——就像自然环境中所有有机物最终发生的那种反应一样。把温度、气流和其它因素调节到堆肥的最佳条件,那么在合适条件下并在储粪池中充分停留后产生的腐殖质是一种上好的土壤调节剂,没有人类病原体。如果厕所中有臭味,可通过屋顶上的通风系统直接抽出去。

堆肥型厕所应该能让充足的氧气通到肥堆里,来维持有氧条件,达到最佳的生物降解效果。储粪池里内容物的湿度应该在50-60%之间,碳氮比(C:N)应该在15:1到30:1的范围内,温度应该在15℃以上。

有助于在堆肥型厕所里分解有机物的生物多种多样,从病毒、细菌、真菌和藻类,到蚯蚓和昆虫,大小各异。它们的重要作用是对储粪池里的内容物进行混合、通气、撕碎和分解。应该给它们在储粪池里的活动创造有利条件。把蚯蚓放到储粪池里后,如果环境适合于它们,它们就会迅速繁殖起来,在粪堆里钻洞,吃那些臭的有机物,使之变成腐殖质,见框3.1。

尽管我们相信尿分流式堆肥型厕所更有好处,但多数堆肥型厕所把粪尿一起收集。为了创造最佳堆肥条件,常常在粪便、其它固体和尿在储粪池里混合后,再依靠各种方法把尿分离出去(见4.2.1节和图4.4)。但是因为尿一接触粪便就会被病原体污染,直接用作肥料就更成问题了,所以还要使用其它方法处理尿。有的堆肥型厕所可以让水分分离出来后渗到地里,有的则是通过蒸发作用去除水分。尽管在堆肥型厕所中损失了很多尿里的氮,但是保留了其它养分的腐殖质仍是一种宝贵的土壤调节剂。

3.2.1 瑞典:单坑式堆肥型厕所

50多年前,瑞典引进了用于度假住宅的堆肥型厕所。从那时起,市场上出现了大量的堆肥型厕所模式。世界各地,包括北美和澳大利亚,现在都在使用堆肥型厕所。市场上的堆肥型厕所像标准水冲式便器那样小的,也有大的,用简单的便器在浴室里通过粪便通道与地下的储粪池连起来。

图3.13所示为典型的“克里沃斯·马尔初姆”厕所的储粪池(堆肥池)的模式。这是一个单坑式堆肥型厕所,粪尿和有机垃圾一起处理。

堆肥池里有斜坡式地面、空气导管，低的一端是个储肥室。有一个粪便通道连着坐便器和堆肥池，还有一个厨房垃圾通道。自然形成的对流风进入堆肥池，经过空气导管又从排风管出去，所以里面是通风的。

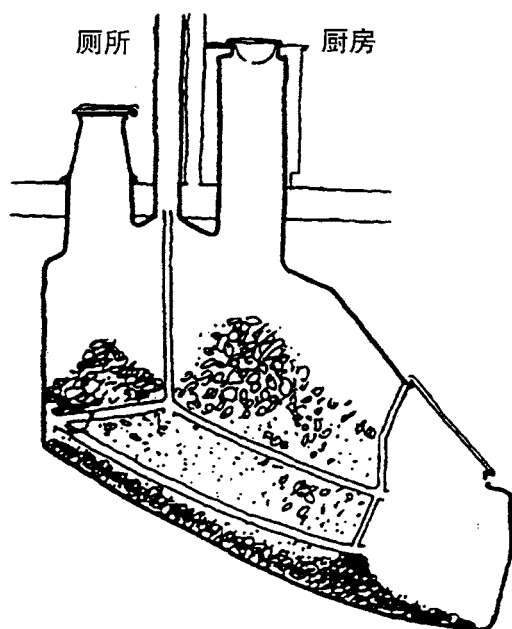


图3.13 瑞典“克里沃斯”堆肥型厕所的堆肥池，位于住宅的地下室里。这个模式中有一个单独来自厨房的剩饭菜通道。还有带孔的管子把空气带进肥堆的中间。

进到堆肥池里的不仅有粪便、尿和手纸，还有各种有机垃圾：蔬菜、肉末、果皮、骨头、蛋壳、地面垃圾、草屑和餐巾纸(但是不能有易拉罐、玻璃瓶、塑料瓶或者大量水分)。

因为堆肥池的地面是倾斜的，前端的新鲜堆积物会慢慢地滑到末端的储肥室里。降解处理后的肥堆体积不足原来的10%。

第一次使用堆肥池前，必须在堆肥池的地面上铺上0.4米厚的泥炭和0.2米厚富含腐殖质并混有草屑的花园土，作为“启动床”，目的是吸收液体，提供对尿进行氧化作用的细菌。

粪堆渐渐地变成了腐殖质，一种类似于优质花肥的黑色块状物。一般第一次取出这些腐殖质需5年以后，以后要一年取一次。(堆肥池里大部分空间不会空着，除非堆肥池的隔板下面的东西也被清空。)腐

殖质的产量为每人每年10到30升不等。

一个克里沃斯马尔初姆厕所最多可供多少人使用取决于温度、湿度、垃圾的数量和种类、粪尿比例和堆肥池的容积等因素。一般情况下，一年最多供8-10人使用。

克里沃斯马尔初姆厕所里的腐殖质中的细菌和土壤中的一样。在瑞典，人们认为这种腐殖质可以安全地直接用作肥料和土壤调节剂。

如今，克里沃斯马尔初姆厕所不仅用于度假住宅，还用于一般住宅和公共机构，以及公共厕所。全世界正在使用的克里沃斯马尔初姆厕所大约有1万座⁸。

框 3.1 克里沃斯·马尔初姆厕所里的蚯蚓

用蚯蚓帮助堆肥看起来是个好主意...蚯蚓应该是排泄物堆肥生态学的重要组成部分。但是在把克里沃斯马尔初姆厕所从瑞典引进美国后的15年里，红蚯蚓总是不能很好地存活。...堆肥池里的环境条件显然不适合它们。所以我们...试着每天喷水...。这种潮湿的新条件...终于对它们非常有利，它们以惊人的速度繁殖着，3个月之内数量已达几千。

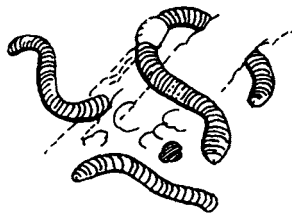


图 3.14 瑞典堆肥型厕所里的蚯蚓。

红蚯蚓群在克里沃斯·马尔初姆厕所里帮助堆肥的效果相当显著。除了便器粪便通道和厨房垃圾通道下面是两个小堆外，肥堆的其它部位都被蚯蚓弄平了，它们的排泄物覆盖了整个肥堆表面。我们观察到蚯蚓更喜欢剩饭，但它们也喜欢人排泄物。

为了堆肥池里红蚯蚓的生长和繁殖，除了有合适的养料外，关键的是还要定期加湿。

Rockefeller, A(1995): Clivus Multrum loves worms,
in Worm Digest No 8

如果堆肥池建造正确并管理得好，就不应该有麻烦。但是，因为没有把尿分开收集，并且地板是倾斜的，如果气候不是非常干燥的话，水分会积累在低的一端，这是很危险的。为解决这个问题，第二代的克里沃斯·马尔初姆厕所，在堆肥池下面设了一个储存水分的容器，见图4.3。

3.2.2 挪威：多坑式堆肥型厕所

挪威的维拉·米里奥公司制造的“旋转式”厕所长期以来一直是该国最流行的堆肥型厕所之一。据报道，1972年以来，在挪威和美国已制造了3万多套。在瑞典也制造有一种类似的厕所。斯堪的纳维亚半岛以外制造旋转式厕所的国家是澳大利亚，称为“柔塔路”厕所，除在澳大利亚和新西兰出售外，目前南太平洋的一些岛国也在使用“柔塔路”厕所，并且数量愈来愈多。

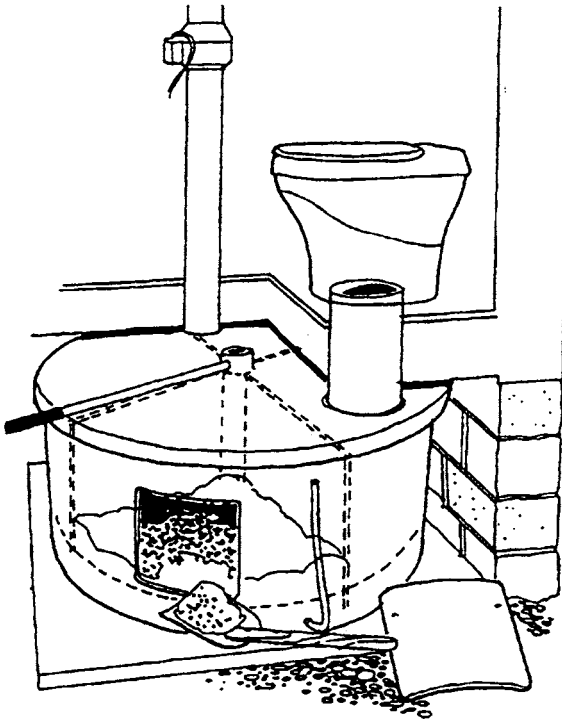


图 3.15 挪威“旋转式”堆肥型厕所。

“旋转式”厕所的设计特点是储粪池在地下，由圆柱状外罐和稍微小一点的能够以轴转动的里罐组成。里罐分成4个储粪池(有的模式是6个)。正使用的储粪池位于便器粪便通道的正下面。这个储粪池满了时，转动里罐，把下一个储粪池转到便器下面。这样按顺序用满每个储粪池。如果按照厕所的设计容量使用时，用满所有储粪池至少需要一年时间。当储粪池全用满时，把最早满的那个储粪池掏空，进行下一轮使用。水分可以通过里罐底部的孔排到外罐里，然后蒸发掉或流入蒸发—蒸腾床。市场上几种大小不同、容量各异的“旋转式”厕所的售价在1700到2300美元(14000-19000瑞典克郎)之间。

旋转式厕所基本上是个多坑式厕所。这样可以有效地把新鲜的和经过无害化的粪便分开。如果用人工搬动的储粪池代替有轴转动罐，效果相同而价格则低得多(见图5.4)。

3.2.3 墨西哥：太阳能加热式堆肥型厕所

70年代中期，在坦桑尼亚试验了双坑太阳能加热式堆肥型样厕。在墨西哥进一步发展了这种厕所，纤维玻璃钢预制厕所在墨西哥生产超过15年了。像越南厕所一样，墨西哥型的厕所有一个分成两个储粪池的容器。在两个储粪池隔离壁的上有一个活动挡板(见图3.16)。挡板朝向一边时，排泄物就落入这一边的储粪池。这个储粪池满了时，转动一个把手，让挡板朝向另一边，排泄物就落入另一个储粪池里。

容器上的排风管通到房顶上面，可以排走臭味。排风管上面有网罩，也是防蝇罩。两个储粪池都有涂黑的铝板盖。盖子朝向太阳的方向，尽量收集太阳能来加速储粪池里的蒸发作用，提高肥堆的表面温度。

每个储粪池的容积是1.2立方米。当粪堆高度接近挡板时，就把粪堆推到储粪池底部。在6-8人正常使用情况下，一年只需掏空一次厕所。只要恰当管理，这个厕所容量可以很大，作用非常好。因为使用了挡板，很容易从一个储粪池转到另一个储粪池。

这种厕所地下建筑的玻璃钢预制件的造价在1994年相当于445美元(1488墨西哥比索)，地上建筑的预制件是109美元(360墨西哥比索)⁹。

墨西哥使用这种厕所已超过15年了，效果非常好。这种预制式厕所特别美观轻便，并且是活动的。非法定居区的居民常常被一纸通知赶走。如果再发生这种事情时，他们就可以把厕所掏空，然后就像一

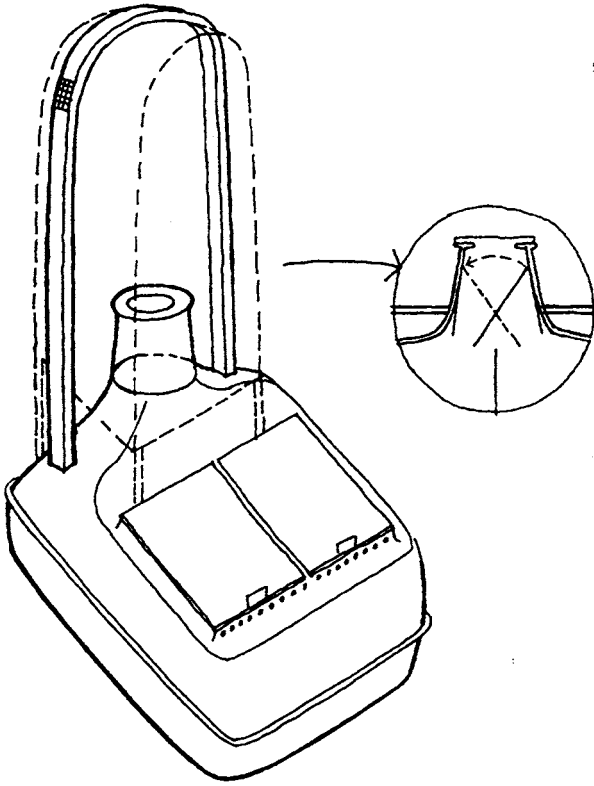


图 3.16 墨西哥的太阳能加热式堆肥型厕所。整个厕所，包括地上建筑，均由纤维玻璃钢制成。

件家具一样把它带走。

3.2.4 基里巴斯：活动箱式厕所

澳大利亚塔斯马尼亚大学“环境研究中心”的工作人员和有关地方人员经过一系列试点项目，在太平洋岛国基里巴斯成功地试验了几种堆肥型厕所。

其中一种厕所使用了一个标准的240升带轮塑料垃圾箱作为储粪池。靠近箱底部有一个带筛孔的层，水分透过筛孔层排到箱底，再顺箱底部的管子排到一个密封的蒸发——蒸腾床里。空气可从靠近箱底的一个开口处进入箱内，通过筛孔层与肥堆底部接触。另外，还有几个多孔的通风管顺着箱的里壁垂直下来，帮助肥堆通风。

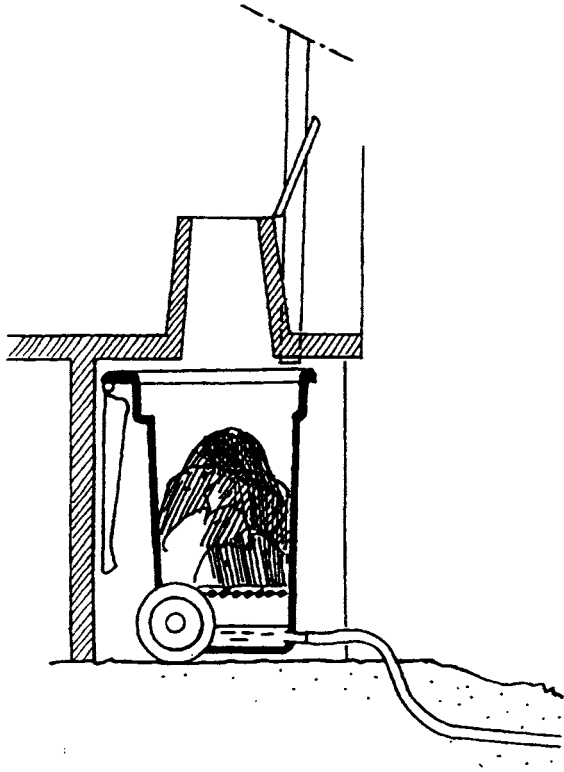


图3.17 可分离水分的堆肥型厕所。储粪池由标准的带轮塑料垃圾箱改造成，可以排走多余的水分。

坐便器下面放一个垃圾箱作为储粪池，满了时再换一个¹⁰。

在基里巴斯的初步试验结果表明，虽然岛上的空气极其潮湿，但这种厕所仍然成功地生产出了不令人讨厌，像腐殖质一样的肥渣。

3.2.5 南太平洋：CCD 厕所

由大卫·戴尔·波特先生为绿色和平组织和清洁发展中心(CCD)研制的为太平洋岛国使用的卫生厕所，着眼于零排放，而不是尿的分开和再循环。

CCD厕所由建在地上的两个不透水的储粪池组成。像其它的双坑式厕所一样，排泄物堆积到其中一个储粪池里，两个储粪池交替使用。

在保证一定的堆肥期后把腐殖质掏走用作土壤调节剂。

储粪池里悬挂着一个尼龙渔网，渔网上面铺有一个由棕榈叶编成的垫子，排泄物落到垫子上，利用垫子把固液体分开。这个垫子还能让空气从各处渗入粪堆。通过排粪口定期加入椰子壳、碎木屑、树叶或剩饭菜等填充料，可以为降解提供碳源(作为能源)，增加粪堆的疏松性，使空气容易渗入。

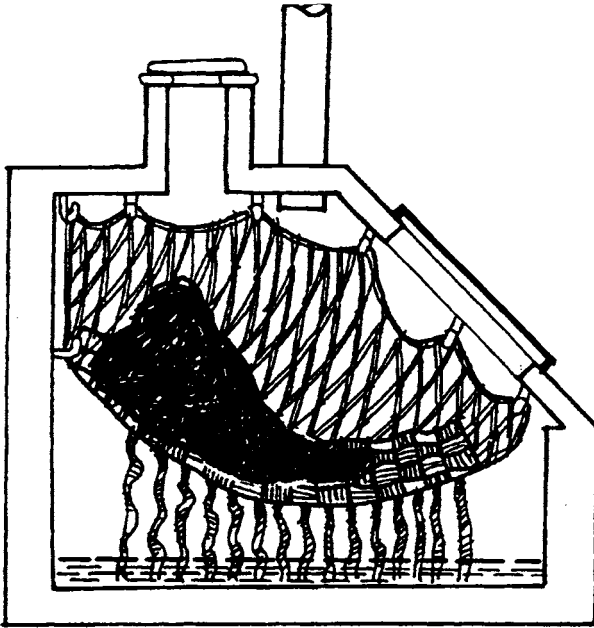


图3.18 CCD堆肥型厕所，为南太平洋极湿气候而设计。用渔网把水分和固体分开，用旧衣服做成的布条来加快蒸发作用。

大口径的排风管可把空气从渔网下面的进气口顺着储粪池的后壁通过粪堆抽上去。这个气流还能帮助蒸发掉积累在储粪池地面上的水分。也可以用聚酯纤维或人造纤维旧衣服做成布条，悬挂在网上，从下面吸水，增加水分在气流中的暴露面积，加强蒸发。另一种办法是把水分排到蒸发—蒸腾床里(见框3.2和4.3节)。

框 3.2 密克罗尼西亚：CCD 厕所

1992年，绿色和平组织及地方人员在密克罗尼西亚联邦的雅浦岛上建造CCD样厕，一般可供4个成人和3个儿童使用一年。1994年在波纳佩岛上又建了4套稍经改良的CCD厕所，供6到12口之家使用。定期的肉眼观察表明储粪池里发生了生物降解，多余水分蒸发了。所有使用者都对这种厕所表示满意，并说没有臭味。特别值得注意的是，波纳佩岛气候潮湿，年平均降雨量近5000毫米。

1997年5月，根据项目组成员肉眼观察和与户主访谈的报告，所有4个CCD厕所都起到了非常好的作用。特别显著的是，有3个示范厕所运转了2年多才换第二个储粪池。密克罗尼西亚联邦国家政府目前正在波纳佩岛建造至少40多套CCD厕所，该国环境署已表示要在环境敏感地区使用这样的厕所。

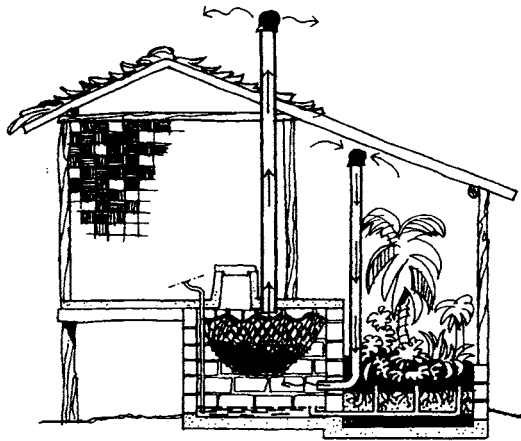


图 3.19 CCD 堆肥型厕所，有温室和蒸发——蒸腾床。

当粪堆高度接近坐便器时，把坐便器挪到另一个储粪池上面，把这个储粪池封上，并压上一个重重的水泥盖。第二个储粪池满了时，从掏粪口把第一个储粪池里的粪肥掏走，或把整个渔网取出来，用作土壤调节剂。除了定期加入填充料、定期用肥皂和少量水清洗坐便器外，实际上没用别的维护。目前10口之家用满一个储粪池需用一年多时间¹¹。

目前的经验表明, CCD 厕所在一定程度上可使水分蒸发, 不需要维护, 不像以前报导的有关潮湿环境下的堆肥型厕所的情况。所有示范厕所在至少一年半时间内都达到了污染物零排放。在环境污染严重和因文化背景而不太可能进行高度维护的地方, 只要有合适的有机填充料, 如树叶、蔬菜碎屑、椰子壳或刨花等, CCD 厕所是很有前途的。由于粪肥的生成相对很少, 也没有尿用作肥料, 对于那些主要想利用粪肥而对生态卫生厕所有积极性的地方, 这种技术不适宜。

3.2.6 印度: 双坑式厕所

在印度卡雷拉邦, 习惯便后清洗的居民适应了越南卫生厕所。尿和水都被引入挨着厕所的一个蒸发—蒸腾茅草床。厕所使用前用稻草衬在储粪池里, 作为接收粪便并吸收水分的富含碳的床。每次便后在粪便上撒一把灰, 偶尔也可加些稻草、树叶和碎纸, 这表明进行的是降解处理而不是脱水处理。储粪池里内容物体积的减少证明降解作用发生了。使用一年或一年多以后打开第一个储粪池取肥。

蒸发—蒸腾床几乎不需要维护。只要剪掉生长过旺的草, 把它们切成碎片并加到储粪池里就行了。

选择地上的非水冲式厕所是因为这个地区水位高, 而且水井已经被坑式厕所和水冲式厕所的渗漏污染了。过去3年里, 这种新厕所被谨慎地介绍给了一些村子的135家住户。因为可利用的场地非常少, 所以许多厕所紧挨着住房建造, 有的就靠着住房的墙壁建造。但是厕所维护得很好, 没有苍蝇, 没有味, 很有前途。修建这样的厕所, 包括地上建筑, 大约100美元(4500印度卢比)¹²。

这个例子很有趣, 因为它表明了非水冲式厕所在潮湿气候地区也能运行得非常好, 而且那里的用户还习惯于便后清洗。它还表明了越南进行脱水处理的粪尿分集的双坑式厕所, 在加入富含碳的物质的情况下, 也能进行降解处理。迄今为止获得的成功归功于很好地动员了当地参加者, 特别是妇女, 归功于有效的健康教育和定期跟踪监督。

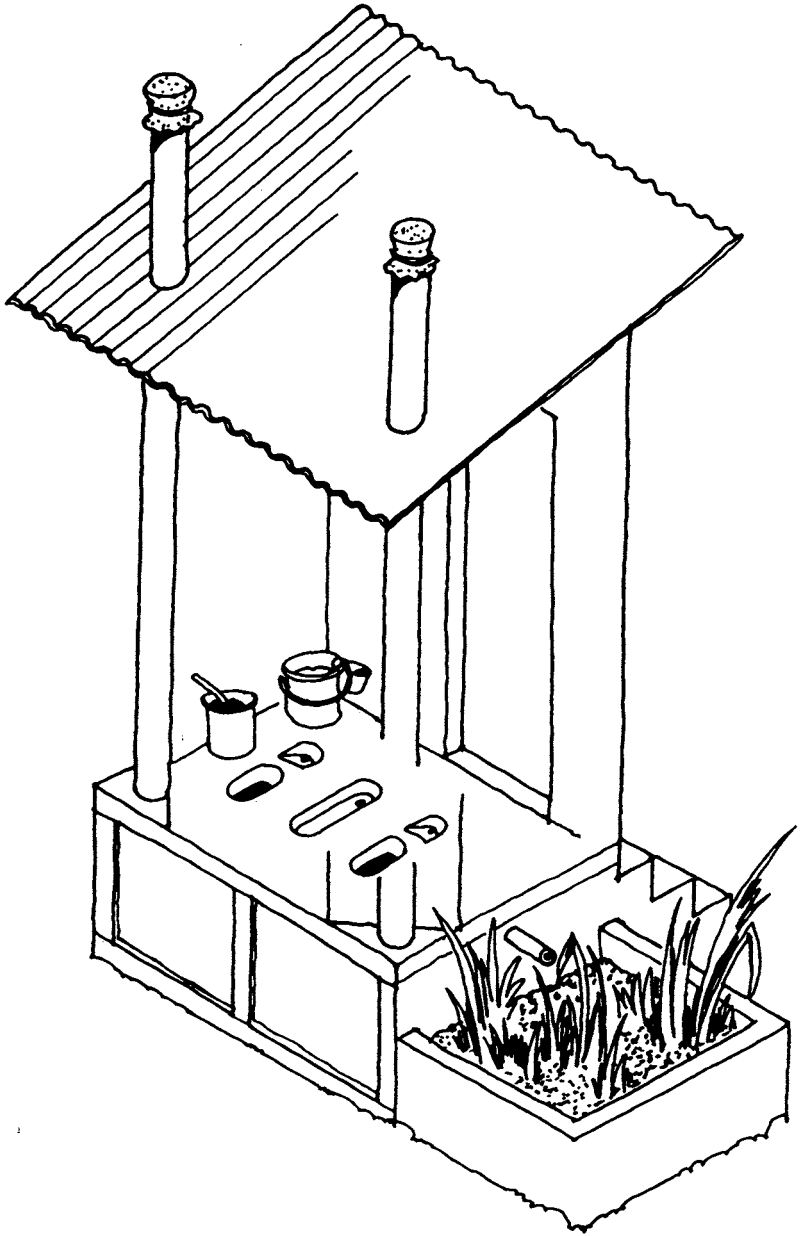


图 3.20 卡雷拉邦双坑式厕所。每个储粪池上面有一个排粪口和一个尿漏斗。两个储粪池之间有一个水槽，可在上面进行便后清洗。水和尿流到种着苦葫芦、车前草和美人蕉的蒸发——蒸腾床里。

第四章 生态卫生厕所：维护和管理

很多人不知道第三章描述的生态卫生厕所系统，也没有充分理解。如果还没有清楚地了解这种厕所怎么运作，为什么出故障，就不能进行推广。生态卫生厕所的有些特点是人们不习惯的，例如有尿分流式坐便器或蹲便器，这就出现了是否能被习俗接受的问题。此外，这种厕所比普通的坑式厕所、VIP厕所和水冲式厕所需要对使用者进行更多的推动、支持、教育和培训。

现在，生态卫生厕所在全世界的使用使我们有了很多认识。在越南北部，几十万农户使用了双坑式厕所，并把厕所的产物应用到农业中实现再循环。在墨西哥和中美洲有几万套拉斯夫厕所。在美国和瑞典有几千套以上的克里沃斯·马尔初姆厕所和类似的卫生设施。在印度拉达克和也门有几百套传统样式的厕所。其中有的成功，有的失败，我们可以从两方面吸取经验。

为了避免实践中出现错误，我们在本章要阐述生态卫生厕所的设计和管理特点，并提出推动和支持这类厕所正确运作的必要策略。我们从4.1节开始列举这类厕所人们不习惯的方面和厕所的管理要点，使读者能够深刻地认识到对于厕所的设计和管理都需认真考虑。4.5节讨论对生态卫生厕所的推动和支持。

4.1 引以为戒的事例

4.1.1 不习惯的方面

对于生态卫生厕所人们最不习惯的地方可能是它要求以家庭为单位处置人粪、尿。世界各地都有人非常关心这是否会被习俗接受和这种处置的卫生性。世界上有些地方的习俗不在乎自己处置人粪尿；而有的地方的习俗则因为受到宗教影响认为这是肮脏的或令人憎恶的，不愿意接触粪便。但是多数地区的习俗处于这两者之间。我们的经验是当人们亲眼看到一种受到妥善管理的生态卫生厕所运作的是多么好时，他们原来的看法就基本消失了。因此我们不应该假定某种习俗有什么反应，而应该先做试验，再下结论。

关于处置人粪尿,重要的一点是如果生态卫生厕所在乡镇和城市里达到上百或上千套使用规模时,就不再需要各家各户自己处置了。达到这种规模时,可由街道或收集中心的受过培训的专门人员对生态卫生厕所的产物进行收集、进一步处理或出售。

在习俗方面的第二个问题是,在由传统和宗教规定便后需进行清洗的地区,生态卫生厕所是否会得到正确使用。假设这种习俗要求使用者在储粪池上进行便后清洗,这点水很快就会破坏储粪池里精细的处理过程。但是只要这些地区的人们对这种厕所了解得多了,这个问题就解决了。在也门和坦桑尼亚桑给巴尔岛这两个穆斯林文化地区,有一种传统的生态卫生厕所,人们按照传统和非水冲式厕所的原则在排粪口旁边进行便后清洗。由于这种做法在这些传统的厕所里没有引起什么问题(见也门实例, 3.1.6),所以没有理由认为在其它有便后清洗习俗的地区会引起不可克服的问题。印度的例子(3.2.6)表明该行为确实能够改变。

粪尿分集式坐便器和蹲便器是独特的革新,目的是使储粪池里的内容物保持干燥,并且可以把尿用作肥料。这对于世界大多数地区来说是很陌生的,以致于新看到这种厕所的人常常难以相信它能正常工作。有的人说他们不相信这种厕所能给男人用,有的人则怀疑是否能给女人用。但是经验表明,只要使用者蹲着或坐着,这些设计对男女都同样能很好地工作,见图2.5。有的社区为男人设计了有独立小便池的厕所,这样喜欢站着小便的男人就不必非用坐便器和蹲便器了。

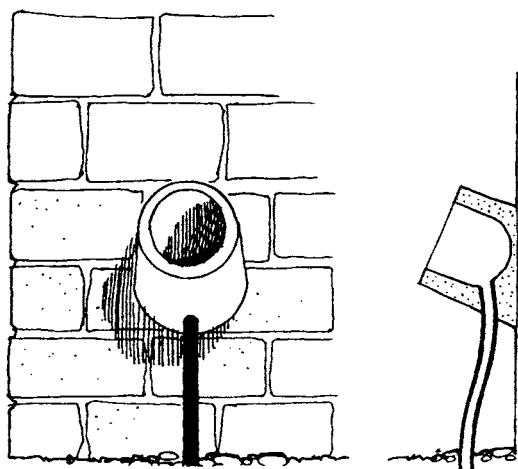


图 4.1 中美洲的拉斯夫厕所多配有一个独立的小便池。

当然，小孩在使用尺寸大的便器坐垫和蹲板时会有些特殊问题，为此在大坐垫上面设计了一个可以拉下来的小坐垫。

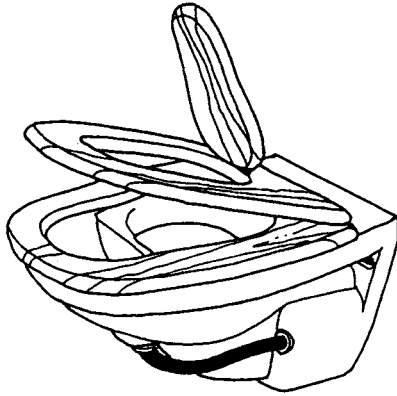


图 4.2 瑞典粪尿分集式便器，“双坐垫”有一个适合于儿童的小坐垫。

怀疑论者经常宣称生态卫生厕所是劣等的，因为有味，有苍蝇孳生，并且与现代生活不相称。这种看法是因为在许多地区，厕所放在远离住房的地方，花园后面或猪圈附近，而且装修粗糙，黑乎乎的，不能保持整洁。这种低质量的厕所影响了生态卫生厕所的形象。这是个实实在在的问题，本书也多次提到了。和坑式厕所的就地处理人粪便相比，生态卫生厕所更不能接受糟糕的设计和管理。考虑到自然、习俗和处理过程等方面，如果厕所的设计和管理不当，效果就会令人不满意，达不到卫生和保护环境的预期特点。但是，一旦新手熟悉了情况以后，并看到了实际当中对厕所的正确设计、建造及管理，他们就会认识到生态卫生厕所可以成为一种高标准的现代化的选择。例如在欧洲和北美，为非贫困家庭研制了高标准的生态卫生厕所，放在现代化浴室里，非常具有吸引力，形象完全改变了。这种厕所应该被看成是上等的而不是劣等的，因为它还能保护环境，而现有的其它厕所却做不到。

一个经常提到的问题是，对于发展中国家低收入家庭来说，这种厕所有的简直太贵了。但是其实生态卫生厕所并不比普通厕所贵。一般情况下，找到或研制出一种价格低廉的生态卫生厕所是有可能的。有的生态卫生厕所复杂而昂贵，而有的则相当简易并低廉。当然对于

造价和运行常常只能选一个：便宜的需要对卫生设施进行较多的管理和维护，而贵的就减少了这些负担。

生态卫生所需要的建造费用不多，因为：

- 全部设施都建在地上——不需要花很多钱来挖储粪池和进行衬砌；
- 尿被分流走，不用水冲，又由于储粪池需要定期清掏，体积可以相当小；
- 储粪池里内容物是干燥的——不需要昂贵的防水结构。

最后，不习惯这种厕所的人也无法想象它怎么能用于楼房式建筑里。但是，这在瑞典已经获得成功，毕竟不那么神秘，见图4.3。

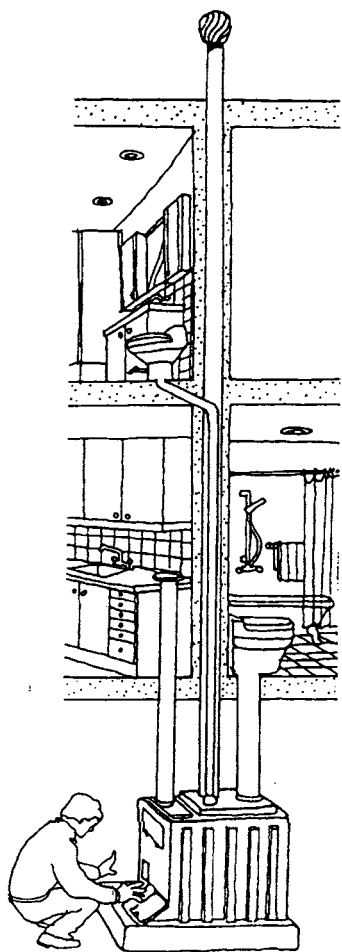


图4.3 楼房式建筑中的克里沃斯·马尔初姆厕所。楼下浴室里有个非水冲式厕所，粪便通道直通到下面的储粪池里。厨房里也有一个垃圾通道。楼上浴室里有一个用微量水冲的厕所。

4.1.2 生态卫生厕所的管理要点

生态卫生厕所比坑式厕所复杂，但比水冲式厕所则简单得多。因为生态卫生厕所只有在正确起作用时，才能体现它的优点，所以从一种新的观念看，它有风险存在，例如，规划、设计并建造厕所的人并不完全了解有关的基本原则，不知道因地制宜，很可能导致所选的厕所不适合当地的气候和社会经济条件；另一方面，有了又合适又好的厕所时却仍然会失败的原因往往是：缺少使用者的参与，不了解厕所的运行，建筑材料和工艺不合格，以及维护不当。

缺少参与

没有使用者的参与和恰当的指导，即使厕所类型选择对了，这样的生态卫生厕所项目也肯定会失败。下面的例子清楚地表明了这一点。

1992年至1994年，在美洲洲际开发银行通过社会投资基金会资助的一个项目里，萨尔瓦多政府建造了50263个所谓的拉斯夫厕所，总共投资1250万美元。厕所由承包商建造，但是没有社区的参与，而且几乎没有进行社区培训。

1994年对6380户进行的一项抽样调查显示，使用正确的厕所占39%，使用不当的占25%，而没有使用的竟达36%¹。

针对这种结果开展了健康教育，通过家访、组织妇女参与整个教育过程、发放教育材料、对使用者进行友好的跟踪调查和评价，对所有家庭成员着重进行个人教育。这种健康教育模式影响显著。第一轮教育完成后，厕所使用正确的上升到72%，使用不正确和完全没使用的分别降到18%和10%²。

从这个全过程得到的教训是：不使用厕所或管理不当的问题不是由于技术本身，而是由于技术与使用者之间没用相互配合好。因此，为了提供现场咨询，应该以个人和家庭为单位宣传和推动这种技术。同时强调行为转变、正确使用和维护的必要性。

在越南北部(见3.1.1节)，肠道寄生虫病的流行相当严重，由此引出了一个特殊的问题。在越南南部，双坑式厕所不多见，肠道寄生虫病流行也不严重。有些观察家根据这些表面事实武断地说寄生虫病的

感染率高是由于使用了双坑式厕所。但是更合理的解释是北方长期以来有使用新鲜粪便作肥料的传统，比南方用得更多。有的家庭能正确使用双坑式厕所，而有的家庭就不行。不正确使用的往往是只要地里需要肥料就把新鲜粪便从厕所里取出来用。不认真洗手和处理食物，以及儿童感染者露天排便也会使寄生虫卵传播出去。越南认识到了这个问题，原先与这些厕所有关的健康教育运动需要更新。越南的教训是需要持续不断地进行健康教育，并尽可能与农村大规模的驱虫活动相结合。随着长期跟踪和教育，包括重点强调防止经手、食物和幼儿粪便等污染途径，这个问题最终会消失。

不了解厕所的运行

卫生厕所的问题是综合性的。新鲜粪便有潜在的致病危险，如果管理不当就会引起相当严重的公害。卫生厕所的问题还涉及了很多禁忌。这些年里我们碰到不少由于无知和缺乏经验而导致生态卫生厕所失败的例子。

当一个选择正确而且建造良好的生态卫生厕所失败时，最常见的毛病是储粪池里变湿了。脱水型厕所储粪池里内容物的湿度应该迅速降到20%以下，达到这一点，就没有味、没有苍蝇孳生，并且可以非常迅速地杀灭病原体。如果由于种种原因使内容物变湿了，它就会有味，有苍蝇和其它昆虫在粪堆里孳生，病原体存活时间会延长。

理想情况下，降解型厕所里的湿度应该在50-60%之间。如果储粪池内容物太湿，降解就会减慢，粪堆就会有味，有苍蝇，病原体存活时间也会延长。

苍蝇在厕所里孳生基本上与储粪池内容物的湿度有关。正确使用的脱水型厕所里不会有苍蝇孳生，但如果什么地方出错了，内容物变湿了，就很可能孳生苍蝇。堆肥型厕所中有苍蝇孳生的主要两个原因是：储粪池内容物的湿度非常高；蝇卵跟厨房垃圾一起被带到储粪池里了。

杀灭病原体是生态卫生厕所的关键问题。在发生故障或错误使用的生态卫生厕所里，病原体会存活下来，并通过人们利用未经充分处理的粪便而播散到环境中去。

建筑材料和工艺不合格

生态卫生厕所对建筑材料和工艺要求并不比其它卫生厕所高。有时，因为处理过程需要干燥的条件，而且处理量相对很少，要求还会低一些。常见的毛病是水渗到储粪池里、排尿通道泄漏和排气管受堵³。

在墨西哥莫雷洛斯的库埃纳瓦卡市郊的一个非法定居区，一个街道团体为建坑式厕所向国家公共事业工程部门请求信贷。虽然最后批准了这个申请，但该部门交付的建筑材料“不足”(即他们偷了一部分建筑材料)，而且还用“他们自己的”技术拙劣且低廉的泥瓦工代替技术熟练的(即他们昧下了多余的工钱)。结果留下的是建筑粗糙而且不正确的厕所，以及居民对厕所的讨厌和怀疑。

维护不当

很多生态卫生厕所的失败是由于维护不当。这往往是因为人们只把它看成是一种新型的装置，而没有把它看作是由自然、社会、处理过程和装置这些成份相互作用组成的一个系统(见1.3)。新装置安装上了，但没有充分重视教育和技术协助，而这对于为了使厕所工作需要用户做什么，并保证用户了解和接受都是很必要的。

所有的卫生设施都要求正确维护。例如庞大的水冲排污系统和中心处理厂必须由专业人员不断维护。但是由于生态卫生厕所里的处理过程多为就地进行，而且因为把人粪尿进行无害化和再循环比起把它们作为废物进行简单处置肯定会更复杂，所以比起普通水冲式厕所和坑式厕所，使用者需要对生态卫生厕所进行更多的维护。

使用者维护生态卫生厕所的工作量随着厕所设计、当地气候等情况差别很大。好的厕所设计能够尽量减少高强度的维护，并使维护工作不再繁重。例如，堆肥型厕所要求经常性地加入填充料，定期检查，确保排风管畅通。有的厕所还要求把未经充分处理的内容物转移到二次处理地。很多厕所都要求在不用坐便器或蹲便器时，把排粪口封住。所有的厕所都要求定期检查和清掏终产物。使用者对生态卫生厕所最基本的维护是必须保证厕所正确运作。但是要强调的是，清掏储粪池、运输和二次处理等许多操作和维护也可由专门服务商来进行，既可以是公共服务机构，也可以是私营企业。签定服务合同可以最大限度地

减轻用户的负担,也可以使市政管理能够保障这些操作和维护达到令人满意的标准。

不用厕所

有人不用厕所在露天排便,所以对公共卫生具有潜在的危害。不用厕所可能有许多理由:使用者也许不接受生态卫生厕所的概念;也许不够了解;或者因为厕所不能起作用或用起来有困难而拒绝使用。与排便和人粪尿有关的传统的态度、习惯和禁忌是影响对某种厕所是否接受的重要因素。

4.2 生态卫生厕所的设计和管理特点

第三章里的例子表明了生态卫生厕所在一般性概念之下可以有多种选择。本节主要对处理水分和对固体部分进行无害化的多种方法进行综述,其次讨论一些设计方案。

4.2.1 处理水分:

生态卫生厕所的基本设计问题是:是把粪尿分开收集,还是把粪尿混合收集到一个储粪池里。如果采用后者,那么进行有效处理时无一例外地需要把尿等水分分离出来。因此我们提出三个方案供讨论:尿分流、分离水分和联合处理。

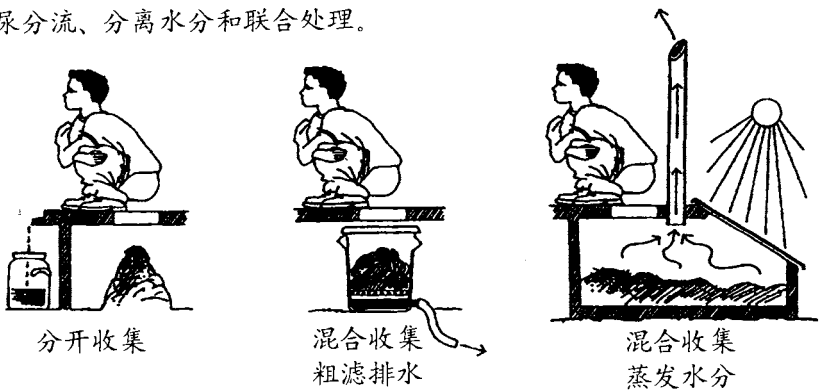


图 4.4 生态卫生厕所处理水分的三个方案:尿分流、分离水分和联合处理。

尿分流

粪尿不混合至少有三个好处：避免储粪池里湿度过高；尿里病原体少；没有污染的尿是优质肥料。但问题是尿分流需要一个特殊设计的坐便器或蹲便器，作用可靠，能被社会接受。

避免粪尿混合的基本想法很简单，例如排便者应该坐在或蹲在某种带有分隔的装置上，粪便从分隔物后面掉下去，而尿流到分隔物前面。粪尿不混合的想法并不新鲜，简易的粪尿分集式厕所在中国的部分地区已经使用几百年了(图4.5)。而就在最近几年，北京附近的一家工厂已经开始生产尿分流式陶瓷蹲便器(图2.4)。

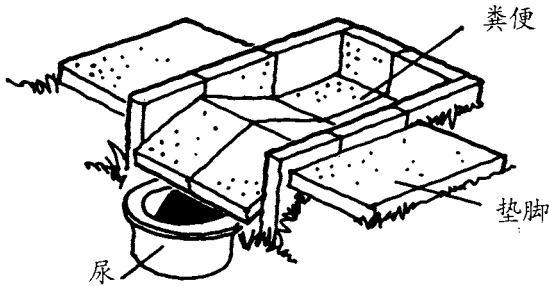


图4.5 中国传统的尿分流式厕所。尿收集到罐子里，作为蔬菜的液体肥料。(粪便每天掏走，放入肥堆。)

在拉丁美洲和斯堪的纳维亚半岛，私人住宅、公共机构和公共厕所里的各种坐便器也采纳了上面的方式⁵。

收集起来的尿可以渗入渗坑或蒸发—蒸腾床；也可以在当天用于灌溉，或就地储存以备后用，见4.3和图2.6。

分离水分

能分离水分的厕所不一定非要求有特殊设计的坐便器或蹲板。例如，粪便、尿和少量的水可以沿同一个排粪口下去，随后通过装在储粪池上面的“旋流分离器”再把液体和固体分开(图4.6)。这个装置由瑞典研制，没有运动部件，仅仅利用水冲的速度把液体沿着有环形水道的内壁送走，同时固体部分从旋流器的中部落入储粪池。

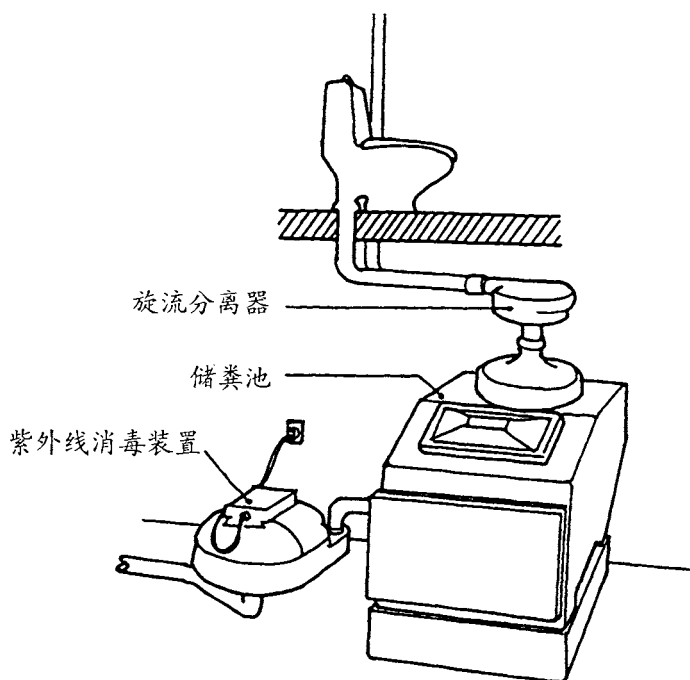


图4.6 “旋流分离器”用于微量水冲式厕所分离固液体，置于储粪池的上面。分开的水分用紫外线消毒。

另一种方法是用网兜或铁丝网做底，把水分从储粪池里排走(见图3.17)。

如果水分接触了粪便，必须经过消毒或其它处理，才能作为肥料利用。

联合处理

在气候极其干燥或加入大量吸水材料的情况下，可以把液体和固体一起处理。这种情况下，粪便、尿和少量水也可以进入同一个储粪池。但是我们一般不推荐这种方式，因为这样会使储粪池里的内容物变湿并有恶臭味。

4.2.2 脱水和降解的比较

生态卫生厕所中排泄物的一次处理可分别通过脱水和降解,或两种处理结合使用。一次处理的目的是杀灭病原体,预防公害,为随后的粪便运输、二次处理和最后的利用提供方便。

脱水

脱水指通过蒸发作用和加入灰、锯末、谷壳等干物质,使储粪池里内容物的湿度降低到25%以下。绝对不能向储粪池里加水或潮湿的植物。由于有机物在干燥条件下降解程度极低,又加进了干物质,所以内容物的体积几乎不会减少。粪便干透后,剩下的易碎的团块不是肥而更像是一种富含养分、碳和纤维物质的覆盖料。

脱水处理是一种有效的杀灭病原体的方法,特别对于蠕虫卵,因为脱水使虫卵丧失了赖以生存的水分(见2.1.2节)。在这种低湿度情况下没有臭味和苍蝇孳生。因为干燥,手纸和储粪池里的其它内容物不管储存多长时间都不会发生分解,所以必须把手纸分开放置,或进行二次堆肥处理。

脱水型卫生厕所的储粪池里不能有尿和便后清洗的水。这种厕所特别适合于气候干燥的地方,但如果加上简单的太阳能加热器,也可以在潮湿气候条件下工作。

降解

降解(“堆肥”)是个复杂的生物学过程,有机物经过腐熟变成腐殖质。理想的发酵处理要求粪堆的湿度在60%左右。如果过低,参与降解的生物会失水,使处理过程停顿下来。如果过高,生物则会失氧,也使处理过程减慢下来。理想的碳氮比约是30:1,那么我们必须加进些含碳物质如锯末、厨房垃圾、手纸和草等。

高温堆肥(温度达到60℃以上)可以有效地杀灭多数病原体。但实际上这种温度在堆肥型厕所中难以达到,因为粪堆体积太小,紧密压实,翻堆困难,粪堆中部难以通风,而且翻粪堆会令人不舒服。幸好堆肥环境中还有其它因素可以帮助杀灭病原体,例如时间、不利的pH

值、食物竞争、抗菌作用、降解性生物的有毒副产物等。多数堆肥型厕所设计的停留时间为8-12个月。

4.2.3 其它技术方案

太阳能加热式

太阳能加热器装在厕所储粪池上可以加速蒸发作用。这在潮湿气候条件和粪便、尿、水混合的情况下更为重要，蒸发对脱水型厕所比堆肥型厕所也更为重要。

第三章里讲述的某些类型厕所使用的太阳能加热器由涂黑的金属板构成，盖在储粪池朝向太阳的部位。这个金属板一般也是储粪池的盖子。(见图 3.8、3.9、3.10 和 3.16)。

太阳能加热器必须安装严密，防止水和苍蝇进入储粪池。

单坑式或双坑式

斯堪的纳维亚半岛国家和北美市场出售的多数堆肥型厕所或脱水型厕所是单坑式的。单坑式厕所的首要问题是新鲜粪便中的病原体。尽管每一次新鲜粪便的量都相当少，但是为杀灭病原体而进行充分处理后的量却不一定少，而加入少量的病原体都会污染整个粪堆。无论如何，必须保证粪便与外界隔离，直到病原体减少到合格程度。使用单坑式厕所时，常常需要把粪便转移到另一处的粪堆(储粪仓或储粪池)里做进一步处理后进行再循环。

发展中国家的厕所往往设计有两个储粪池，各自都有坐便器或蹲便器。两个储粪池交替使用，从一个储粪池换用另一个时，把封存着的储粪池里的内容物掏空后就可以使用了。假设封存池里几个月没进新鲜排泄物，它的内容物应该是安全的了。

如果尿和水不进入储粪池，或被迅速排掉或蒸发掉时，脱水速度可能就快，这样的单坑式厕所也会是卫生合格的。

最近在萨尔瓦多、墨西哥、南非、越南和中国进行了单坑式脱水型样厕的实验(是与“环境卫生研究”项目合作的)。因为未经完全处理的固体成分还必须要转移到二次处理地，所以项目要求使用者认真维护厕

所，了解基本的卫生知识。当然这样做的好处不仅是减少了臭味，获得了和双坑式厕所一样的优质肥料，小单坑还减少了造价和场地。

这些样厕仍在试验和改进中。单坑式厕所的潜在好处是否会有力地推动使用者为安全使用这种厕所而转变行为？节约的工程造价是否多于为这种厕所进行推动、教育和监督的费用？这些还有待于观察。

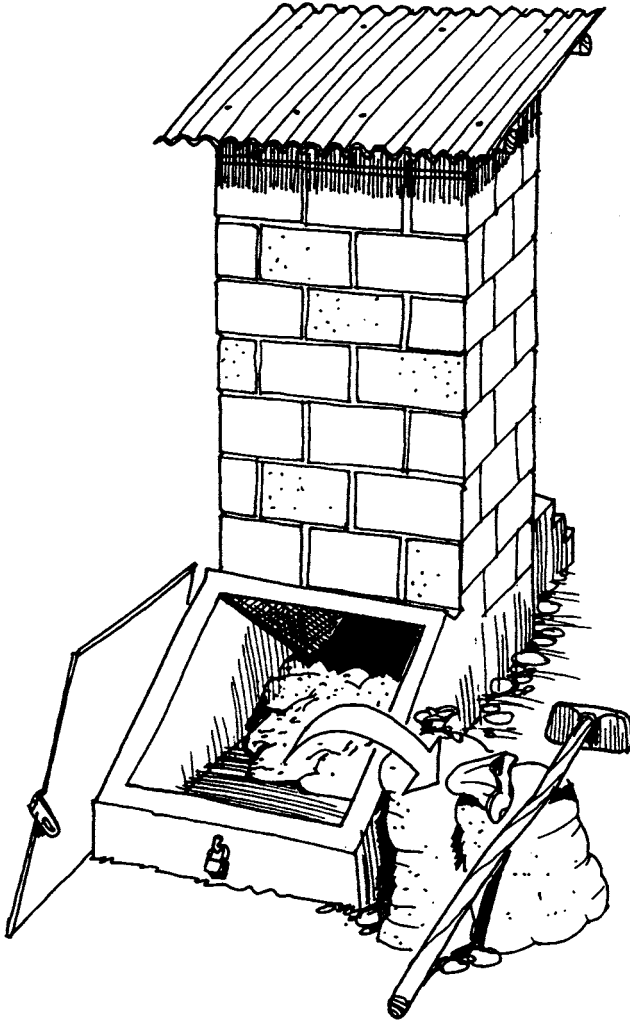


图4.7 萨尔瓦多单坑式脱水型厕所。坐便下面堆积起来的粪堆被定期转移到太阳能加热器下面的储粪池里。储粪池满了时，把粪便掏出来，装到袋子里进一步储存，直到用作肥料。

便后擦洗用材料

排便后使用什么材料进行便后擦洗在不同习俗地区也不同。有的用纸，有的用植物性材料或石头，还有的则如前面提到的用水。擦洗用材料如处理不当，在厕所中也会造成麻烦。世界上有的地方的水冲式厕所的排水系统不能处理手纸，所以必须把手纸分开收集到纸篓里，以后再烧掉。另外如果人们想在厕所里用石头或玉米棒子等东西用于便后擦拭，水冲式厕所马上就会堵住，不能用了。除了擦洗用材料外，常被扔到厕所里的还有棉塞、卫生巾和避孕套等其它东西。

非水冲式厕所能够处理各种纸和固体物质。也门(3.1.7节)和印度(3.2.6节)的例子显示了非水冲式厕所都能改造成为可以处理便后清洗用水的。

堆肥型厕所里能处理纸，但纸在脱水型厕所里不降解。脱水型厕所里纸的问题有三个解决办法：

- 对储粪池里的内容物进行堆肥；
- 烧掉储粪池里的内容物；或
- 把手纸放到专门的容器里，定期烧掉。

吸收物和填充料

吸收物有草木灰、石灰、锯末、谷壳、碎干叶子、泥碳和干土等，排便后应该马上加上这些东西，盖住新鲜粪便，可以减轻臭味、吸收多余水分，使粪堆疏松，并且对于下一个使用者也不致于太不雅观。脱水型厕所和堆肥型厕所都可以用。

填充料像干草、树枝、椰子纤维壳和刨花等，用在堆肥型厕所里可使粪堆疏松，让粪堆里空气通透。

在十九世纪有许多“土马桶”的设计，用土或灰自动撒到粪便上面(见框4.1)。

通风和通气

通风具有以下几个目的：除臭味，使内容物干燥，在堆肥型厕所中为降解处理提供氧气。当然也不一定非得安装通风管：斯基的纳维

框 4.1 十九世纪的土马桶

在英国十九世纪下半年，喜欢水冲式厕所和喜欢土马桶的人们之间有着激烈的争论。土马桶的第一个发明专利是在1838年由汤姆斯·思温伯恩取得的，但是他发明的装置没有被广泛接受。25年以后，亨利·穆勒的工作出现了重大进展。他把自己家便桶里的内容物埋到花园里做实验，他发现埋的东西经过3-4期后就消失了。穆勒接着设计了一种厕所，可以从坐便器后面的撒料器里把一定量的土撒到新鲜粪便上面。接着他又建立了“穆勒土马桶专利有限公司”，并研制了豪华型的模式，还有为兵营、学校和医院设计的模式。别的发明者申请了一种半自动式土马桶的专利，当坐便上面失去压力或当垫脚被踩压时，土就撒下来。

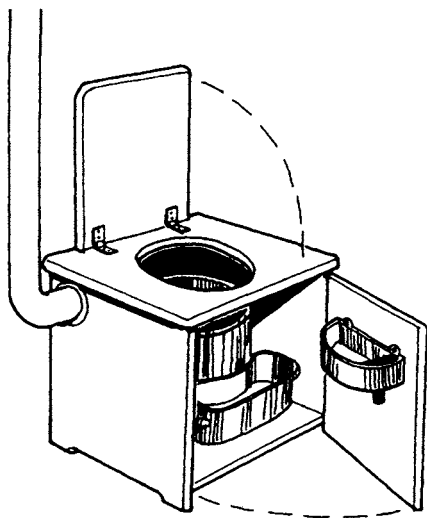


图 4.8 亨利·穆勒的土马桶。

亨利·穆勒是一位效果卓著的宣传员，他用小册子宣传用土卫生设施的好处和水冲式厕所的弊端。1861年他出版了一本小册子叫“国家的卫生与财富”，得到了广泛的支持。1868年8月1日的“澜社报”报道了伦敦温布尔登的一个军事营地用了148个他的这种厕所，其中40个每天供2000人使用，没有因为臭味引起的不快。1860年，许多学校把水冲式厕所改成土马桶，因为他们认为土马桶的维护更可靠、更便宜。 ▶

19世纪70年代,穆勒和别人又进一步着眼于用加热的方式来杀灭病原体和去除臭味,于是他们把土马桶和壁炉设计在一起,便于粪便的干燥。别的设计者研制了更大的撒料器,装满后可供撒料一千次,有的还有通风管和自动关闭的挡板。

Moule H(1875): National health and wealth, W Macintosh, UK, and
Poore GV(1894): Essays on rural hygiene, London,UK.

亚半岛的所有室内厕所(3.1.3)都配有通风管,但是越南双坑式厕所(3.1.1)和中美洲和墨西哥的双坑式厕所(3.1.2)就没有通风管。是否需要通风管是由气候、储粪池里内容物的湿度和要求的标准决定的。(如果储粪池的通风管能起到好的作用,室内空气可从坐便器或蹲便器排掉,厕所和浴室就根本没有味。)

通风管的直径应该在10-15厘米之间。在潮湿气候条件下,为了使大量水分蒸发掉(3.2.5),直径应该更大些,可达25厘米。通风管要尽可能笔直,高出厕所顶部30-90厘米。

堆肥基本上是好氧过程。对降解起作用的许多微生物是需氧的,因此必须让空气进入粪堆,这可以通过对粪堆的搅拌、挖刨或者挪动来实现。粪堆里的蚯蚓、昆虫和其它生物对于储粪池里内容物的混合、通气和分解起着重要作用。有时可在储粪池里安装多孔通气管通到粪堆中心(3.2.1)。另一种方法是在储粪池里悬挂一个带有可堆肥垫料的网兜(3.2.5)。也可加入前面提到的填充料来进行通气。

4.3 生活污水

做饭、洗澡和洗衣服产生的水称为生活污水。非水冲式厕所不能处理生活污水,所以必须设计出能考虑到这种可利用的资源的一种单独的排水系统。

虽然生活污水并不比公共卫生当局认可合格排放的污水脏,但是他们认为生活污水对健康有害。瑞典的资料表明生活污水中含有的氮和磷的浓度不足农田径流的一半,氮的浓度大约只是经过净化合法排放到水体中的污水的四分之一⁶,生化需氧量和固体悬浮物大约是生活污水、尿、粪便和冲厕水等混合污水的一半⁷。

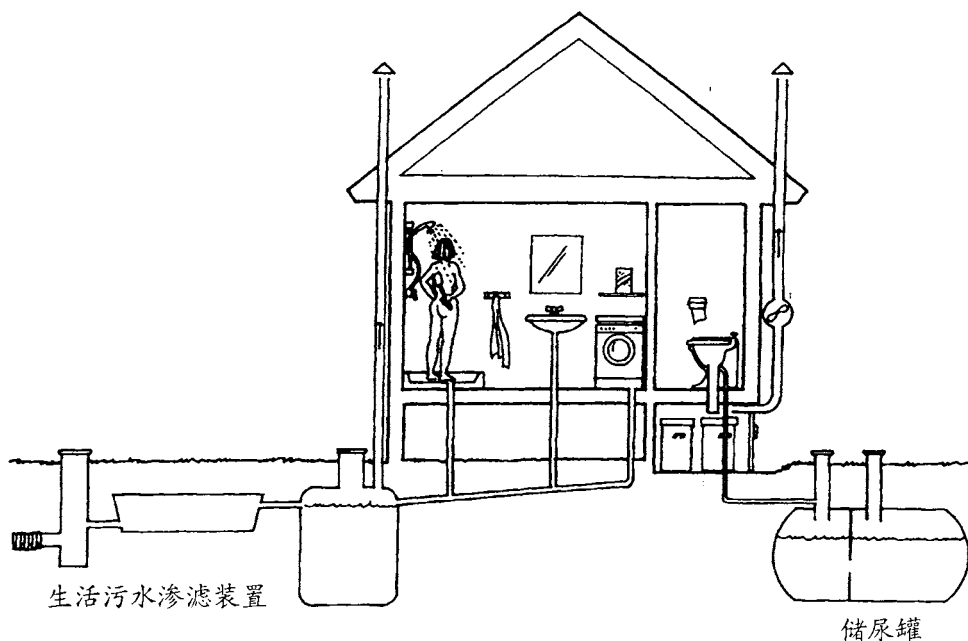


图 4.9 瑞典的一所住房，有脱水型厕所，尿分流后储存在地下储尿罐里(见 3.1.3 节)，就地处理生活污水。

生活污水的数量和质量都可以家庭为单位进行控制。通过节水措施，注意肥皂、洗涤剂等家用化学品的使用，可以比较容易地管理好生活污水。转变行为，妥善维护管道和水龙头，和使用节水装置都可使生活污水的数量显著减少。当生活污水里的污染物成了问题时，人们意识到应该选用无污染的家用化学品从源头预防污染。工程师们往往由于这种办法不属于自己的工作范围而忽视它，但看来这比污染后再脱污要更可行。

利用生活污水的最方便的办法是植物灌溉。世界上很多地区当严重缺水时，这么做就是当然的事了。用生活污水灌溉可以像把它们泼在花园里那样简单。即使在没有花园的地方，也可以利用生活污水，例如在危地马拉市的郊区，居民们习以为常地把生活污水撒在房前的路上降尘。当然，最近的研究表明市区和郊区的园艺数量很多，所以利用生活污水进行灌溉是可行的。

如果家用化学品没有毒，生活污水一般不存在健康问题，不会引

起显著的污染和危害,但最好还是设计一种能防止人接触生活污水和预防潜在环境污染的生活污水处理系统。工业化国家市场上有这种现成的产品,利用生活污水进行地下灌溉。

在没有自来水的家庭,由于本来生活污水数量就少,那么简单的生活污水回收办法就足够了。即便在那些把生活污水用于灌溉、路面降尘,或者仅仅渗入土壤的地方,生活污水都比人粪尿或缺乏良好的卫生习惯引起的危害远远小得多。

4.4 选择生态卫生厕所

理想情况下,生态卫生厕所可以防止污染,使人粪尿中的养分经过无害化后返回到土壤中去,而且在运输或处理过程中节约了水。为简便起见,我们把这种格局称为“粪便的无害化和利用”。本书列举了大量不同设计的生态卫生厕所的例子,讨论了它们的重要设计特征。本书中有的生态卫生厕所比较接近于真正体现这种理想状况。而每一种厕所的研制又是为了解决所在地的最主要的问题。这个讨论为因地制宜地使用卫生设施提供了一个思考框架。

卫生设施的选择是否合适受到许多当地条件的影响

- **气候**——温度、湿度和降水量。
- **地形和土壤类型**——是否可把厕所建在地上,水和污染物在土壤中的迁移速度和方向。
- **水的充裕或短缺**——节水的相对重要性。
- **水资源和水生态系统的邻近度或敏感性**——地下水位和可用水量,靠近湖水、江水、河水或海水的程度。
- **能量**——当地可用的能量,例如太阳能。
- **社会或文化**——影响卫生设施“社会性”设计的习俗、信仰、价值观和习惯,能否被社区接受或适应。(当然,应该注意的是,这些事情并不是一成不变的,新的习惯正在大部分社会中不断的出现。)
- **经济**——个人和社区两方面的资金结合起来支持卫生设施。
- **技术能力**——当地工艺和工具的技术水平。
- **基础建筑**——能支持卫生设施的基础建设和现有的服务,例如

现有的供水、运输、公共卫生网络和教育系统等等。

- **人口密度和住宅区模式**——就地处理、储存和进行当地再循环的场地。
- **农业**——当地农业和园艺的特点。

这些因素的自然特点决定了预防污染、利用排泄物中的养分、节约用水和其它设计目标的相对重要性和对设计的制约因素。有的社区需要利用排泄物作为肥料,人们可能会特别关心研制一种能把尿回收用作肥料的厕所,这就会推动生态卫生厕所的发展。而有的社区首先要保护水资源,如果厕所的设计更容易实现堆肥和向大气中排放氮时,人们也会愿意放弃这些养分。在干旱地区利用脱水处理使粪便无害化比较容易,而堆肥在气候非常潮湿的地方则比较成功。

4.5 对家庭和社区的推动和支持

生态卫生厕所比多数普通的卫生设施复杂,用户和社区需要对生态卫生厕所正常起作用负有更多的责任。使用者必须意识到:尽管厕所所有益于健康,但任何不正确的使用都会使之变成麻烦,威胁公共健康,污染环境。为避免这些问题最好从一开始就采取正确的行为。另外还应特别注意利用好这些有资源意义的植物养分。

每个家庭、每个人都必须了解生态卫生厕所如何工作,哪里会出错,必须有进行正确管理的承诺和技术。大规模使用生态卫生厕所时,绝大部分社区居民都要有这种知识和承诺。

在城市里,生态卫生厕所的基本问题是如何建立一套全方位的操作程序。管理大范围内分散的生态卫生厕所是一回事,而使上千套生态卫生厕所在人口稠密的非法定居区正确工作又是一回事。在设计城市生态卫生厕所时暴露出了大量的关键问题。这些问题关系到生态卫生厕所产物的安全处置、运输和利用。

本节将探讨一些有关推动和支持大规模生态卫生厕所的关键性问题。前两部分讨论以使用者为导向的参与式推动、教育和培训策略的关键要素。后两部分涉及到为发展和支持社区系统所需的机构和财政安排。其中重要的是从操纵公众意见转向与市民共享知识、分摊责任和建立合伙关系。

4.5.1 社区帮助和推动

推动生态卫生厕所发展不应该只为自身目的,而应该为了更深层次地帮助穷人,特别要让他们学会自己管理自己。个人、群体和社区对生态卫生厕所的了解和转变比只改善卫生设施更重要,事实上,只有人发生了更深刻的改变后,卫生设施才是可持续的。

为了能够可持续发展,必须了解生态卫生厕所的基本要素和它们是如何互相联系的。这些要素在1.3节中有概述:

- 自然条件与厕所系统相互影响,例如气候和季节变化,对可用水量和水源的影响,污染的危险;
- 社会的习俗和行为内涵;
- 处理过程的基本特点和局限,维护正常运行所需的条件;
- 装置的基本特点,及其正确设计、建造、使用和维护。

在生态卫生厕所还是个全新而且陌生的概念或技术的地方,需要大量的宣传和指导。当这种厕所与当地习俗没有根本的矛盾时,推动生态卫生厕所发展是比较容易的。例如,也门古老的市镇和住宅区使用尿分流式厕所和中国和越南使用人粪尿作肥料都有长期的传统,这使得这些国家在改进或推广生态卫生厕所方面处于优先地位。同样在斯堪的纳维亚半岛国家的乡下度假住宅里带有分散式卫生设施,这也更有利于大量地推广生态卫生厕所(见3.1.3、3.2.1和3.2.2)。

从一开始就让妇女参与这种帮助和推动活动非常重要。妇女是负责家庭里供水、环境卫生、个人卫生和做饭的人,必须让她们表达观点和看法,并在项目设计和详细的决策中采纳她们的意见⁹。

根据需要进行选择

环境卫生项目必须能满足社区和用户的需求,而不是推动由局外人规定的办法。例如,脱水型厕所能在萨尔瓦多非常迅速推广的主要原因是环境因素。这个国家大部分地区长期以来的水短缺问题越来越尖锐,这使得普通的水冲排污系统不现实了,而传统的坑式厕所在水位高的沿海地区也不可行。而在粮食生产上利用尿肥来促进脱贫成为墨西哥城的阿纳德格斯项目中的主要刺激因素。节水则是次要的好处。

如果用户没有认识到替代型卫生设施的必要性，并且对建造和维护这样的卫生设施知道的很少，项目就会失败。新厕所可能只被当作储藏室或猪圈，而更严重的是，管理糟糕的厕所会严重危害健康。新厕所“不能工作”的坏话会传得非常快，想恢复这种陌生的技术或厕所的声誉是极其困难的。

宣传策略

不管生态卫生厕所看起来多么有效，它的最后成功取决于使用者的信任。为使这种厕所成为完整的当地习俗的一部分，它首先必须能起作用，必须能被地方领导和提意见者所接受。参观邻居家起作用的生态卫生厕所是使“不相信者”改变认识的最好方法之一。

由“关键家庭”向社区介绍生态卫生厕所是个有效的方法。如果这些“关键家庭”对这种厕所表示满意，好话会迅速传开。所以应该鼓励这些家庭在一起互相学习，交流成功和失败的经验。开始时，这种相互支持还可以减轻由其它社区成员的嘲笑和拒绝造成的伤害。

一般情况下，最好通过社区内有成就有名望的地方基层群众组织进行工作。这些组织有责任为了所有居民和环境的利益进行社区改革。他们有必要的社会政治技能来应付社区内抵制改变的阻力，他们可能已经开始分析当地或更大范围内的问题，并找出集体解决问题的方法。

技术选择和适应性

推动生态卫生厕所发展时，重要的是提供替代方法，鼓励使用者选择最适合他们社区的方案。为了这么做，他们必须全面了解每一种选择的优缺点—包括对健康和环境的远期影响。

应该把脱水型厕所和堆肥型厕所作为普通水冲式厕所的长期替代型，而不是一个“过渡型”技术。例如，拉丁美洲部分地区的“坑式厕所”被当作农村里的解决办法，并且不幸被认为是比水冲式厕所低等的“穷人的厕所”。

特别是从别的习俗和物质条件下引进技术时，应注意让当地使用者进行试点，对新厕所进行试验和改进，来适合当地的习俗和环境条

件。这一阶段的效果将决定项目将来的成功和可持续性。

越南双坑式厕所经过一系列改造后适合了拉丁美洲的习俗。例如，首先在危地马拉研制出来尿分流式坐便器满足当地人愿意坐着而不是蹲着的习俗。墨西哥的无水冲生态卫生厕所项目(3.2.3节)的想法来源于很多厕所模式，包括克里沃斯·马尔初姆厕所、越南双坑式厕所，和邬诺·温布莱德先生于1974-1977年在坦桑尼亚进行的太阳能加热式厕所的实验¹⁰。

最后，在学校里或诊所旁的公共场所安装的示范厕所经常失败的原因是没有人负责清理公共厕所。而当使用生态卫生厕所时，这种危险会更大，因为使用者需要对生态卫生厕所比对普通坑式厕所的了解和维护更多。

分阶段实施项目

在技术移植的历史上有许多计划者或政治家由于急于求成，没有充分考虑到使用者的参与和理解，结果都出问题了。生态卫生厕所也不例外。

我们建议先从试验性的小规模**试点**项目开始，进行不同类型生态卫生厕所的评价。在**示范**阶段，向比较广泛的听众示范这种技术的可行性，这样做的社会效果比较好。最后像墨西哥赛萨·阿努维先生指出的，广泛的**宣传**需要看得见的有吸引力的产品、推动观念全面改变的策略上的合作，和管理制度改革。然后还需要定期跟踪监督试验的情况，保证必要的调整和修改。

4.5.2 对生态卫生厕所推动者和社区的教育和培训

，为保证有关人员具有建造、操作和维护生态卫生厕所的承诺和能力，有必要充实和配备**生态卫生厕所推动者**的骨干队伍。这些推动者可以在社区或公共机构里工作，可以是志愿的或需要报酬的。他们原来的工作往往属于水、健康、农业或环境等其它领域，但实际上，多学科和跨部门组成的队伍对于建立可持续的生态卫生厕所项目最有效，应该鼓励这种做法。(见下面的“综合策略和合伙组织”。)

为了适当配备生态卫生厕所推动者的队伍,同样应该重视三个互补的教育方法:参与式学习、信息共享和技能培训。使用时偏重于哪种方法应取决于特定的习俗或环境。例如,在尿分流和再循环的概念还很陌生或不被接受的地方,使用参与式学习方法就很必要。另一方

框 4.2 圣路易斯·贝尔川

圣路易斯·贝尔川是墨西哥瓦哈卡市北部郊区的一个居民区。圣路易斯的居民原来希望用完全水冲式排污系统,但是他们自己或市政府却远远支付不起所需的资金。

80年代末期,墨西哥全国性非政府组织“埃柯特”的技术员说服少数家庭安装了尿分流式的非水冲式厕所。开始在公共工程部的支持下建造了35套。——“开始我们怀疑这种厕所是否能起作用。”地方委员会主席董杰隆尼奥说,“但是当人们开始亲眼看到了这种厕所工作很好,没有味,没有苍蝇,他们也对建造非水冲式厕所感兴趣了。”

被第一个阶段的成功所带动,市民们得到市长的支持,又修建140套非水冲式厕所。仅仅过了两年,圣路易斯就变成了瓦哈卡州的,也许是全墨西哥的,第一个彻底解决排泄物处理问题的社区。五年以后,社区拒绝了市政当局为圣路易斯·贝尔川安装普通排污系统的一项提议,他们现在对非水冲式厕所给他们带来的好处深信不疑。

不仅仅是因为环境问题打动了圣路易斯的居民采用非水冲式厕所,他们主要关心这样做可避免与下游邻居发生冲突。他们都清楚地知道由于上游未处理的污水排到下游社区而造成的严重冲突。

自从把非水冲式厕所引进圣路易斯,河流污染的程度显著小了,河水更安全了。人们的态度也改变了:现在没有人对水冲排污系统感兴趣。人们很满意非水冲式厕所的效果,而且一直在进行改进——他们真的愿意使用非水冲式厕所。

圣路易斯·贝尔川采用的这种生态卫生厕所吸引了瓦哈卡州州长、该州社会福利机构主席的妻子克拉拉·雪瑞的注意。她开始通过官方和非政府组织的渠道推动非水冲式厕所的发展,现在在该州注册的生态卫生厕所所有2万7千多套。

César Añorve (1998): 人与人的交流。

面，在文化开放的情况下，对尿分流和人粪尿利用几乎没有严重阻力或禁忌时，仅仅需要提供所选厕所的信息和对厕所建造、运行监督的具体技能培训就可以了。不管怎样，重要的是保持全面系统的多学科交叉的方法，这可以让使用者逐渐把生态卫生厕所溶入到他们自己的风俗文化和生活方式中去。

参与式学习

有效地使用参与式方法对于生态卫生厕所项目的成功极其重要，一般地说，对个人卫生和环境卫生项目也是如此。这种方法要求使用者全面地辨别问题和需要，编制计划和研究解决办法，监督健康和环境影响。使用者的参与十分重要，可以对厕所系统进行及时必要的调整。

参与式方法也可以改善社区和赞助机构内部或两者之间的交流。个人和社区在发挥作用时有独特的特点和方式，必须听取、理解并尊重他们做出的改变。为了有效的实施项目，同样应该重视当地传统的知识和外来的经验的结合。

参与式方法的另一个优越性是能激发社区成员的自信心和创造力。

萨尔瓦多生态卫生厕所项目的技术人员和现场工作人员接受了参与式方法学的培训(自尊、协作力量、人物力资源、行动计划、责任感)¹¹。已经制定的综合教育策略把非水冲式厕所的建造、使用和管理与个人卫生和生态卫生厕所结合在一起。这对于推动人们接受替代型卫生设施和使该系统可持续是极为重要的。参与式学习方法的重要成果是建立了一个跨机构的培训教师队伍，他们培训其它机构和部门的人员，改编并编制有革新性的参与式学习材料，在推动参与式方法方面起了领导作用。

信息共享

有知识并了解情况的人容易接受新事物并不断改变行为。参考相关信息可使社区的决策尽量完善。参与式方法和社会网络可以推动这些相关信息的交流。公众媒体(例如广播)和社会性的市场交易方法可以作为传统知识系统中信息的补充。政府和社区领导对公众的担保，

以及政府机构、非政府组织和私营企业的信息活动都是有用的。

语言在任何推动或教育方法中都能发挥关键性作用。给一个装置或系统的命名会影响人们的感官期望。例如，要用“卫生厕所”一词指生态卫生厕所，而常用的“厕所”一词往往有“茅厕”的含意。同样也应避免“废物”一词。明智的推动者会避免使用这类带有负效应的词。

技能培训

成功地实施生态卫生厕所项目要求使用者改变与卫生设施有关的信仰和习惯，要求公共事业官员改变思考方式。大规模的城市生态卫生厕所系统特别需要在各个层次上进行适当的培训

- 主要的地方当局和现场工作人员必须接受生态卫生厕所系统的原则、技术方法、相对优缺点的恰当培训。
- 现场的工人需要接受生态卫生厕所系统的建造和维护等操作和怎样帮助用户用户的培训。
- 家庭和社区成员必须掌握建造、操作及维护生态卫生厕所设施的技能。

“边学边做”方法包括参与式研究会、讨论会等会议，以及更广泛的实习培训。

推动生态卫生厕所系统的发展为加强卫生意识提供了一个特有的机会。在中美洲的许多地区，在环境卫生项目中，凡是把有关卫生习惯和示范项目、使用者参与选择卫生设施和新习惯的强化达标行动结合起来的，对脱水型厕所的操作和维护都非常出色；而忽视了对卫生设施的维护进行培训的社区，环境卫生仍然很差。

4.5.3 机构框架

推动和支持生态卫生厕所系统的发展需要各种各样的机构来共同进行。根据地方和国家的各自情况，有不同的具体安排。有的国家几乎完全通过官方政府机构开展项目；而有的国家则由商业部门和非政府组织起主要作用。

地方和非政府组织

分散式生态卫生厕所系统常常依靠**地方组织**来推动、建造、监督和评价。地方组织对当地情况，特别是对家庭习惯的了解对于推动和管理非常必要。还有，地方组织有权引进新的做法，调查用户的执行情况，动员地方资源，影响社区成员的行为。

地方**宗教或政治组织**所施加的刺激和约束对推动和管理生态卫生厕所系统也是极有好处的。如果大多数人属于一个特别的教派，如在埃蒙萨·普罗文希亚(圣萨尔瓦多市的一个低收入区，见3.1.2节)，这个群体对新的卫生措施的认同形成了人们普遍接受和可持续维护的局面。

有信誉的地方组织有助于推动社区采用新方法—即使不符合用户的最初愿望。如果要长期正确地操作和维护卫生设施，就必须要求社区组织积极参与。在埃蒙萨·普罗文希亚，社区领导监督生态卫生厕所操作和维护是否充分，向不正确管理的家庭罚款。

地方和国际非政府组织常常是推动生态卫生厕所发展的理想组织，特别是在初期试点阶段。非政府组织往往愿意和社区保持充分联系和互相信任，它们有灵活的手段让方法和技术适合使用者的需要。

政府和官方机构

政府强有力的承诺对生态卫生厕所的规模化发展是必要的，特别是在城市地区，合法的管理框架是建造卫生设施的的决定性因素。虽然有效地引进和使用生态卫生厕所在很大程度上取决于社区的主动性，但是仍然需要中央政府和地方政府来推广并使之持续下去。例如，最近一项对社区的固体废弃物管理项目的研究发现，如果有高度的政治愿望和政府支持社区工作的明确规定，可持续和推广的前景就会比较大。该研究也表明了组织二次运输和固体废弃物处理往往都超出社区自己的能力，即使粪便收集项目实施成功时也是这样。

另一方面，万一政府机构高度官僚或腐败，那么一开始就非常有必要发展能绕过他们的机制。

商业和私营部门

独立的承包商和顾问集团由于直接的经济利益驱动，常常注意使人们接受或需要他们的产品或服务。事实上，为了进一步发展，墨西哥的赛萨·阿努维先生建议要加强为小型社区制作尿分流式坐便器的作坊和修建厕所的泥瓦匠之间的联系，这是生态卫生厕所长期可持续发展的关键因素之一。全世界的许多卫生厕所项目中，人们也看到了地方建筑工人作为推动者的重要作用。

国际发展组织和捐赠者

国际组织除了可能作为卫生厕所革新项目试点的创使人，还有助于影响政府官员，制订合适的政策框架。例如联合国儿童基金会在萨尔瓦多为提供外部资金和协调公共机构、培训和技术支持之间的关系上发挥了重要作用。同样，绿色和平组织曾帮助密克罗尼西亚发生变化，瑞典国际开发局资助的“环境卫生研究”项目特别对于启动和支持技术研究和开发，在全球形成工作网络方面起到了重要作用。

技术学校、研究机构和专业协会

研究机构和技术中心在试验新技术、使之适应当地条件和监督新技术的质量及其操作方面的作用极为重要。例如危地马拉的非政府组织中美洲适用技术研究中心在向中美洲引进并改造越南的双坑式堆肥型厕所中发挥了中枢作用。

随着项目的成熟，注意力转向了通过培训技术人员和获得建筑师、工程师、公共卫生官员和农艺家等专业协会的支持，来影响部门政策和标准。尤其在城市项目里，应尽早提出利用这些机构的方法。在墨西哥库埃纳瓦卡，地方建筑师协会最近成功地疏通了市政府，签发了一项为中等收入的城市居民区建造家用生态卫生厕所系统的许可，这被认为是一次巨大的成功。这为未来使用节水生态卫生厕所的家庭减少公用事业费创造了重要的先例。

综合策略和合伙组织

有些重大的生态卫生厕所项目,为了使不同层次的机构同时参与,发展了一些方法。其中在萨尔瓦多的经验是:

- 在市和基层组织一级有地方和国际非政府组织做工作。
- 卫生部处在研究和开发、培训和推动的最前沿。
- 联合国儿童基金会用瑞典国际开发局的资助促成了有利的变化。
- “环境卫生研究”项目提供技术指导,参与资助国际讨论会和培训班。

在城市居民区,要特别明确责任。例如,社区或地方政府负责建立操作准则,监督厕所在各家各户的安全工作。如果必要,还需议定并实施一套鼓励和制裁体系。

市政府、社区组织或私人承包商负责收集和进一步治理排泄物,分配和出售经过无害化的粪尿。收集工人也有监督户厕运行的任务。

无论怎样安排,从长远考虑,把社区主动性与官方的法律约束结合起来是必要的。

4.5.4 财政考虑

引进的生态卫生厕所系统的总费用必须低于城市卫生设施的。下水道、处理厂和污泥处理等的费用是生态卫生厕所系统的好几倍。这对于第三世界国家非常重要,它们的公共机构面临着银根紧迫的财政限制。生态卫生厕所系统的投资要少得多,因为它既不需要水冲,也不需要管道运送污水,也不需要污水和污泥处理厂。

当然,生态卫生厕所系统在信息、培训、监督和跟踪方面也需要费用,并且比普通卫生设施需要的多。而且,城市生态卫生厕所系统还要花费小型农村生态卫生厕所不需要的费用,例如用于安全处置、运输和储存尿和经过脱水或堆肥的粪便的费用。但另一方面,肥料的经济价值和生态价值也是显著的。

成功的卫生设施依靠完善的财政来源。使用者原则上应该偿还全部投资,还有操作和维护的费用,保证地方生态卫生厕所系统的可持

续性。在实际当中，当对卫生厕所的费用产生虚假期望时，采用了免费或高补助示范模式的郊区卫生厕所试点项目很可能在长期的运行中失败。

最初的补助不应该随着价格结构变动而有显著变化。许多使用者也许在接受了一个免费厕所后就把它荒废掉。使用者愿意贡献自己的资金，而不是依赖外部资金，这最有力地表明了他们能够接受这一系统并能保证成功。

需要大规模配套服务的城市项目中，有偿收集成为了关键。为了改善收集工作，可由银行或合作社等金融机构代收款，或者由地方非政府组织引起使用者更多的信任。

为了推动、培训和监督等活动，社区组织应该持有部分资金。其它资金可以转到为资助新的生态卫生厕所项目或改善现有卫生设施的信托基金会等地方。如果可能的话，应该为进一步的研究和开发保留一部分基金，因为几乎没有单独为高级科学研究提供的基金。

框 4.3 “财政问题”

财政资金不够，并不是选择新的供水和卫生设施服务模式的唯一原因。“财政问题”实际上往往不是资金短缺的问题，而是财源的错误分配，不适宜的技 - 术，和无视环境的问题。使用一种在不同环境条件、气候、社会——经济情况下发展起来的模式，会导致费用昂贵却常常无效。未来这样的问题可能更多。单单是钱不能解决缺水问题，需要的是在供水和卫生设施方面采用一种新思路。

Kalbermatten, JM & Middleton RN (1992): Future directions in water supply and waste disposal, mineo, Washington DC

第五章 设想未来

在本书前面章节里，我们阐述了目前已知的生态卫生厕所的基本情况及其优缺点。我们就装置和系统的选择、设计和管理等问题，对如何使生态卫生厕所正确运作，为用户提出了建议。我们也和大家交流了我们在推动和支持生态卫生厕所方面的认识，这对于成功极为必要。但是生态卫生厕所怎么能在像全镇或全城这样的大范围里工作？城市该用一种什么样的安全而卫生的方式来处理排泄物，使之有利于社会和更大的环境？

目前还没有大范围应用的例子来做结论。对于城市的大范围应用情况，我们不得不凭借设想，想象它会如何工作。

5.1 设想

我们设想的城市具有这些相当典型的特征 属于发展中国家的城市，有富人区，现代化娱乐设施应有尽有，有穷人区，有迅速发展的非法定居区，有周边农村地区。许多城市淡水短缺严重，需要或者应该特别重视保护地下水和地表水的水源水质。但是发展中国家的市政府和住在城市及其周边农村的人们多数都缺钱。另外，城市里许多地方很拥挤，穷人区的发展许多没有规划，住宅之间的通道狭窄，地形困难。

在这样的城市里，市政府是进步的。它真正关心市民的福利，并努力平衡各方面的利益。市领导把《里约热内卢宣言》放在心中，根据平等、可持续和维护环境质量的原则，努力做出了合理的决定。他们想找到一种解决不良环境卫生问题的方法，但是因为既没有冲水所需的水，也没有投资建下水管道、抽水站和处理厂的资金，他们不能采用集中式排污系统。因为重视地下水质量，他们还决定不用坑式厕所和水冲式厕所。他们重视利用当地资源，重视当地能力建设，这两者是可持续的重要方面。他们不想依靠外部以物质、参与或基金等任何形式的帮助。

市领导认识到他们需要一个为所有市民服务的卫生设施系统，但是不能太贵。他们在选择卫生设施模式时必须考虑气候条件、地形和地下水条件、人口密度、住宅区模式、禁忌和现有的排便习惯。

最后,他们选择了一种分散式管理排泄物和家庭垃圾的卫生设施系统,通过服务合同和集体收集,最大限度地减少用户自己维护厕所的负担。每个街道都将建立为金属、纸、塑料、玻璃、厨房垃圾和排泄物的回收站。根据这些决定,他们选择了生态卫生厕所,可以安全地将厨房垃圾进行利用,对粪尿进行无害化,并应用到苗圃和农场。他们为排泄物的利用选择的系统具有尿分流的特点,分别收集尿和经过无害化的粪便。

街道建立起了回收站,现在,回收站的工人们按照由社区规定的时间表,定期从各家各户收集粪尿和厨房垃圾。经过无害化的粪便每6个月从厕所里收集一次,带到回收站。就地一次脱水处理后,粪便重量大大降低了,而且对工人的健康也安全了,也不令他们讨厌了。因此,尤其是在路面狭窄的地方,有些街道不得不走自行车和驴车的情况下,使收集工作方便了许多,

在回收站,为杀灭全部病原体,对未经完全无害化的粪便进行二次处理:高温堆肥。

尿暂时储存在厕所附近,各家各户都可把尿用在自己的花园或屋顶容器花园里(见框2.1)。

每周收集多余的尿和不想用的尿,储存在回收站的储尿罐里,直到经过无害化处理后卖给城市周边的苗圃和农场作液体肥料。而用大棚生产蔬菜的,在寒冷季节里仍然需要用尿肥。

经过无害化的粪便作为土壤调节剂出售,和商品化肥一样好,但便宜得多。农场和苗圃为购买粪肥或尿肥支付的费用完全承担了回收站工人的工资,所以用户不必再缴费了。每个回收站还为当地居民创造了大量就业机会。

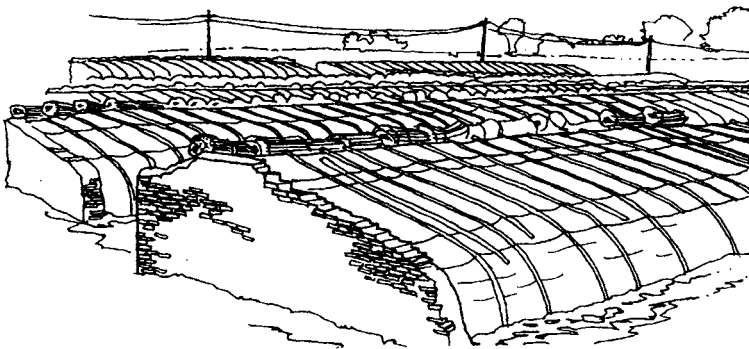


图 5.1 大棚蔬菜生产在寒冷季节里仍然需要尿肥。

整个生态卫生厕所系统由一个教育与培训项目支持,该项目培训回收站的收集工人,然后由他们指导并回访用户使用厕所的情况。如果在收集粪尿时看到用户的卫生设施有问题,他们有责任和用户讨论问题并努力就地改正。另外,市政府对街道回收站和生产的肥料组织了定期监测。为了公共健康和安全,还定期检测尿和经过无害化的粪便。

新卫生设施系统教育项目的附带好处是提出了以前从未有过的卫生行为。洗手、食物卫生和照顾婴幼儿预防腹泻病等受到了极大的重视。另一个好处是社区采用居民参与式方法来规划他们自己的回收站。现在社区团体正在利用这种方法来解决其它方面的发展问题。

5.2 生态卫生厕所的优点

如果对这个生态卫生厕所的设想可以实现,那么对环境、对用户,对市政都会有很大好处。我们总结了以下几方面优点以结束本书。

5.2.1 有益于保护环境

如果大范围采纳生态卫生厕所,会保护我们的地下水、河流、湖泊和海洋免于粪源性污染,减少消耗用水,减少对商品化肥的需求。而现在,化肥从土壤中被淋洗入水体里,造成了环境退化。

生态卫生厕所让我们利用了高效的尿肥。每人每年产生的400-500升尿里有充足的植物养分,可生产250公斤谷物,足够一个人一年的粮食。尿里富含氮、磷、钾,占人排泄物的肥分的90%¹。这种重要的可利用资源以纯尿的形式比以粪尿混合物的形式处理起来容易、安全。把尿用水稀释后,直接上到蔬菜园和农田里,或者把尿储存在地下罐里备耕作时用。

生态卫生厕所还让我们回收了有资源意义的粪便。粪便能转化成宝贵的土壤调节剂。但粪便里也含有危险的微生物,必须杀灭这些病原体之后,再把粪便在土壤里进行再循环。如果粪便不与尿和水混合,那么病原体杀灭和粪便处置就更安全、更容易,费用也降低了。

大范围利用人粪尿能够使城市和农村的农业更具活力。尿和经过无害化的粪便定期返回农田,补充了土壤肥力,可以使生产力显著上升。一项在瑞典的研究发现,堆肥型厕所产生的粪肥的养分含量比农

家肥好，在某种程度上更优质²。

大范围利用人粪尿进行会减少温室效应。如果把利用人粪尿作为提高土壤碳含量综合项目的一部分在大范围内实施，会有助于减少温室效应。由于二氧化碳(CO₂)增多被认为是气候改变的原因，所以对于减少大气中二氧化碳形成的研究多集中在减少燃料燃烧和雨林砍伐。但是，科学家们最近开始重视土壤对大气中多余碳的吸收能力。土壤中的碳以腐殖质和腐烂有机物的形式存在。影响土壤中碳积累的因素很多。把经过无害化的排泄物返回到恶化的土地上，对于增强土壤肥力、加速植物生长，并因此加强光合作用，减少大气中的二氧化碳这一过程具有显著意义。适度地把无林土壤中的碳含量加倍，即从目前的1%的低浓度(这是侵蚀的后果)增加到100年后的2%，可以平衡大气中碳在这些年中的年净增长量³。

5.2.2 改善用户和街道的面貌

生态卫生厕所系统如果管理和维护正确，就没有味，没有苍蝇和其它昆虫。比普通坑式厕所具有极大的优越性。粪尿不接触，就不产生味。湿度低则不利于苍蝇孳生。

关于普通坑式厕所经常听到的是小孩会掉进去而致死。生态卫生厕所系统就不会引起这样的危险，因为它既不深也不湿，而且一般全部建在地上。

不管当前的环境是多么令人不满意，用户都可以通过采用生态卫生厕所系统从很大程度上来改善自己的条件。不需要等待有关当局来给安装自来水和下水道系统。这种厕所本身就相当便宜并且不难建造，可以挨着住房建，也可以建在屋里，可大可小，用户马上就可拥有方便美观、无味无蝇的私人厕所。当然这对妇女也非常重要。在没有厕所并露天排便的住宅区，居民们可以通过使用生态卫生厕所极大地改善他们的环境。

厕所的健康效益对于消费者的认可来讲通常不是一个重要的销售热点。但是，当消费者知道了自己的社区能够更卫生，腹泻和蛔虫感染会降低，全民会更健康，学龄儿童会有更好的学习效果时，他们就会对此感兴趣了⁴。

如果对粪尿进行利用,用在花园、屋顶、阳台、甚至在墙上的蔬菜生产(见框2.1和2.2),可以改善家庭的食物结构。尿的肥效和粪便改善土壤肥力的能力,即使在贫土或少土情况下,也能够生产出优质作物⁵。这对于妇女又是非常重要的,因为她们一贯是负责一家人食物的。

有些生态卫生厕所设计得轻便并可移动。城市贫民一般没有属于自己的居住地,所以他们不会对带不走的固定资产进行投资。但是他们可以拥有一套活动的预制式生态卫生厕所。墨西哥市技术进步公司生产的预制式厕所已证明是个重要的销售热点(见3.2.3节)。

清掏普通坑式厕所和化粪池的工作繁重,费用高,技术难度大。在许多民用住宅区,抽粪用真空卡车难以通过狭窄的街道和斜坡。如果人工清理,又臭又湿的内容物会对工人有危险。脱水型和降解型的生态卫生厕所的产物干燥、像土一样,完全不令人讨厌,易于处置,要处理和运输的物质的量减少了。而且厕所完全建在地上,管理方便,清掏经过无害化的粪便并进行再循环也方便了。

有些地区建厕的大问题是房基土和地下水条件不好。有的地太硬,不好挖;有的水位太高,接近地表。这两种情况下都难以建造坑式厕所、VIP厕所和水冲式厕所。



图5.2 使用生态卫生厕所系统的一个街区。每家都有自己的粪尿分集式脱水型或堆肥型厕所,挨着住房建造。储粪池用太阳能加热。市政工人收集尿、经过一次处理的粪便和厨房垃圾,并把它们带到街区自己的回收站。

而生态卫生厕所系统可以完全建在地上，所以它能建在任何地方，不会坍塌，不会使附近建筑物的地基不稳，不会污染地下水。

经常听说好的厕所不能不用水。这是因为有些卫生设施依靠水来冲走粪尿。多数生态卫生厕所不需要水—实际上，水对于它们的正常运行是有害的。

发展中国家一半以上的人口没有处理粪尿的卫生设施，还有一半以上失业的穷人。但是卫生装置的市场和需求是巨大的，大多数生态卫生厕所不需要昂贵的设备和高技术，可以给建厕者和粪尿收集者创造工作机会。厕所生产的肥料可以卖给农民和生产蔬菜的家庭。特别在市区，完全可以围绕生态卫生厕所系统发展一种“微型经济”。

5.2.3 减少市政压力

在全世界，市政对住宅区和街区供水的困难越来越大。在许多城市，水是定量供应的，一星期只供水几个小时。富裕的居民用大罐存水，而穷人则在公共自来水那里排队领取每日定量。生态卫生厕所不使用稀有的水资源，因而对富人和穷人的水的分配更公平。

生态卫生厕所的主要好处是可以最快地提高卫生厕所普及率。现在，提高整个市区人口卫生厕所普及率的压力对市政府越来越大。他们纵然有政治愿望，也要受现有厕所类型的严重限制：选择水冲式厕所，没有水和资金；选择坑式厕所，缺少场地，地质和地下水条件困难。然而如第三章所述，选择生态卫生厕所，没有操作和维护等方面的经常性支出，一般情况下，穷人都支付得起。生态卫生厕所大多不需要挖地，不依靠水和管道网，还有，因为整套系统没有臭味，可以放置在任何地方（哪怕放在室内和楼上），也可以用在人口稠密地区。当需要扩大排污系统时，生态卫生厕所是一个便宜而有吸引力的替换型模式。

最后，生态卫生厕所系统允许并有利于在城市里进行分散的“从废物到资源”的管理，并由街道负责。一个起到良好作用的城市卫生设施系统保证为市政府卸下了负担，居民自己监督卫生设施的运行，并直接采取必要的措施。市政府以确保公共健康为目的的作用变得有章可循了。

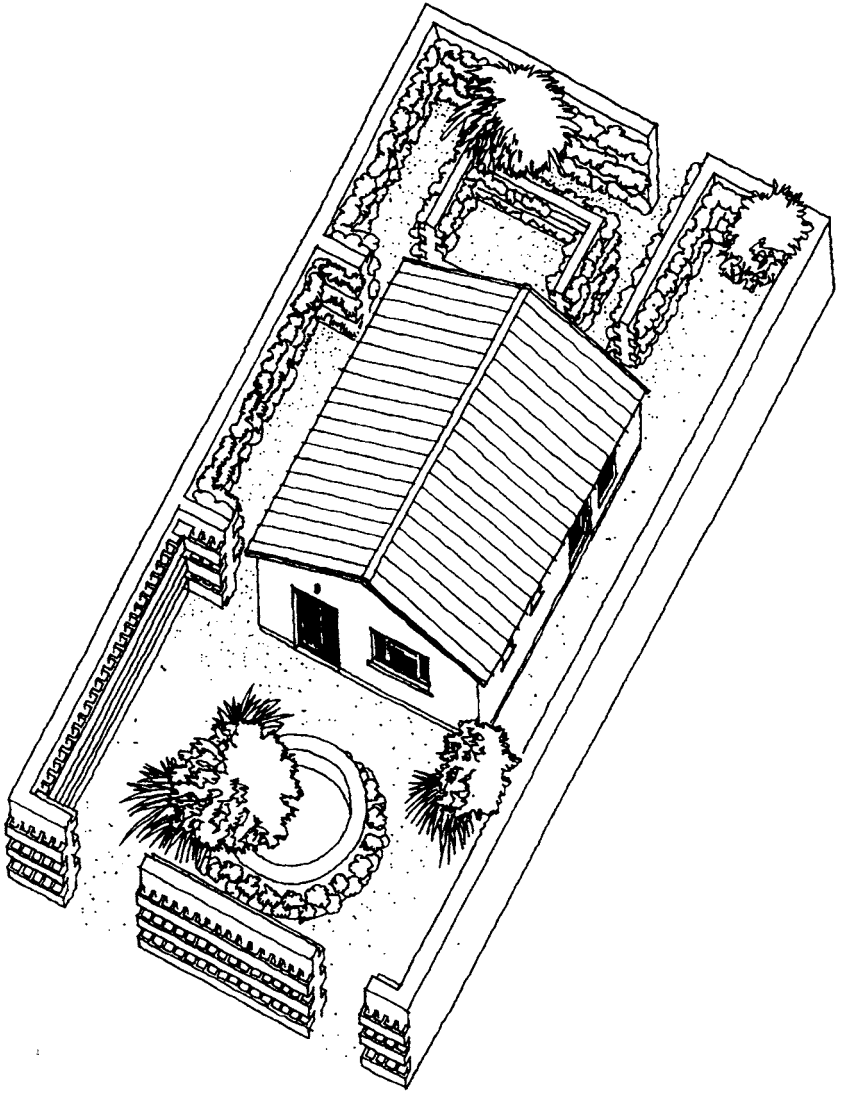


图5.3 博茨瓦纳的哈博罗内，古斯·尼尔森博士的“具生产力的住宅”的全景。垂直花园包围着住房，花园由产蔬菜的生长箱构成(见框2.2)。粪尿和生活废水在住宅里自行循环利用。

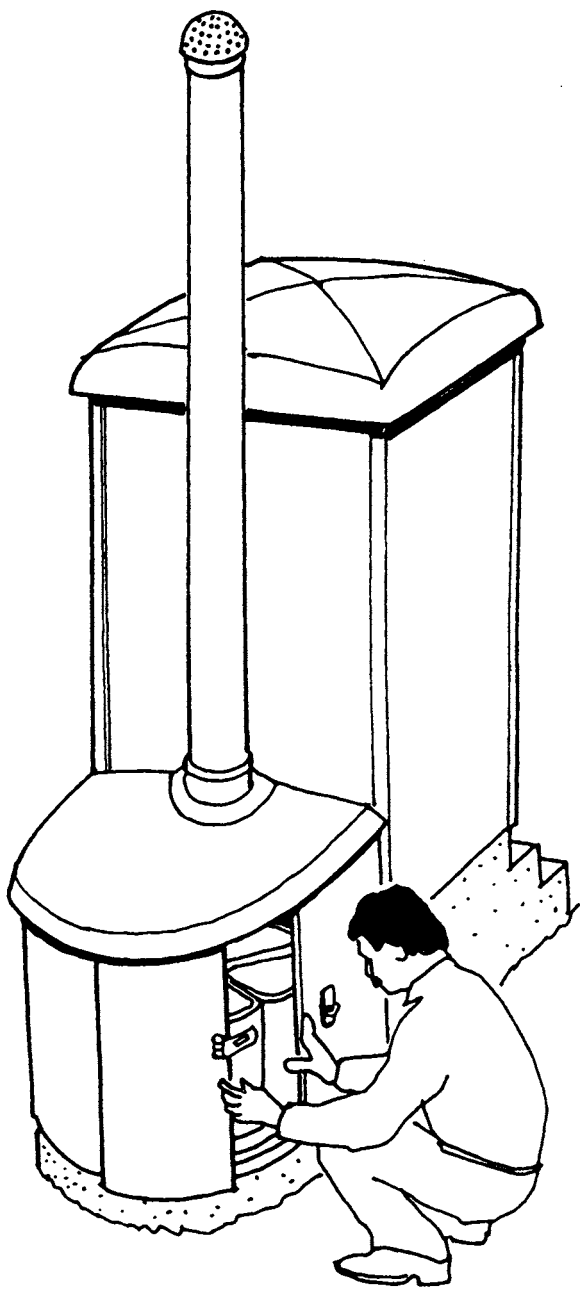


图 5.4 完全建在地上的生态卫生厕所。这套预制系统带有太阳能加热装置和在可旋转装置上的多个储粪桶。

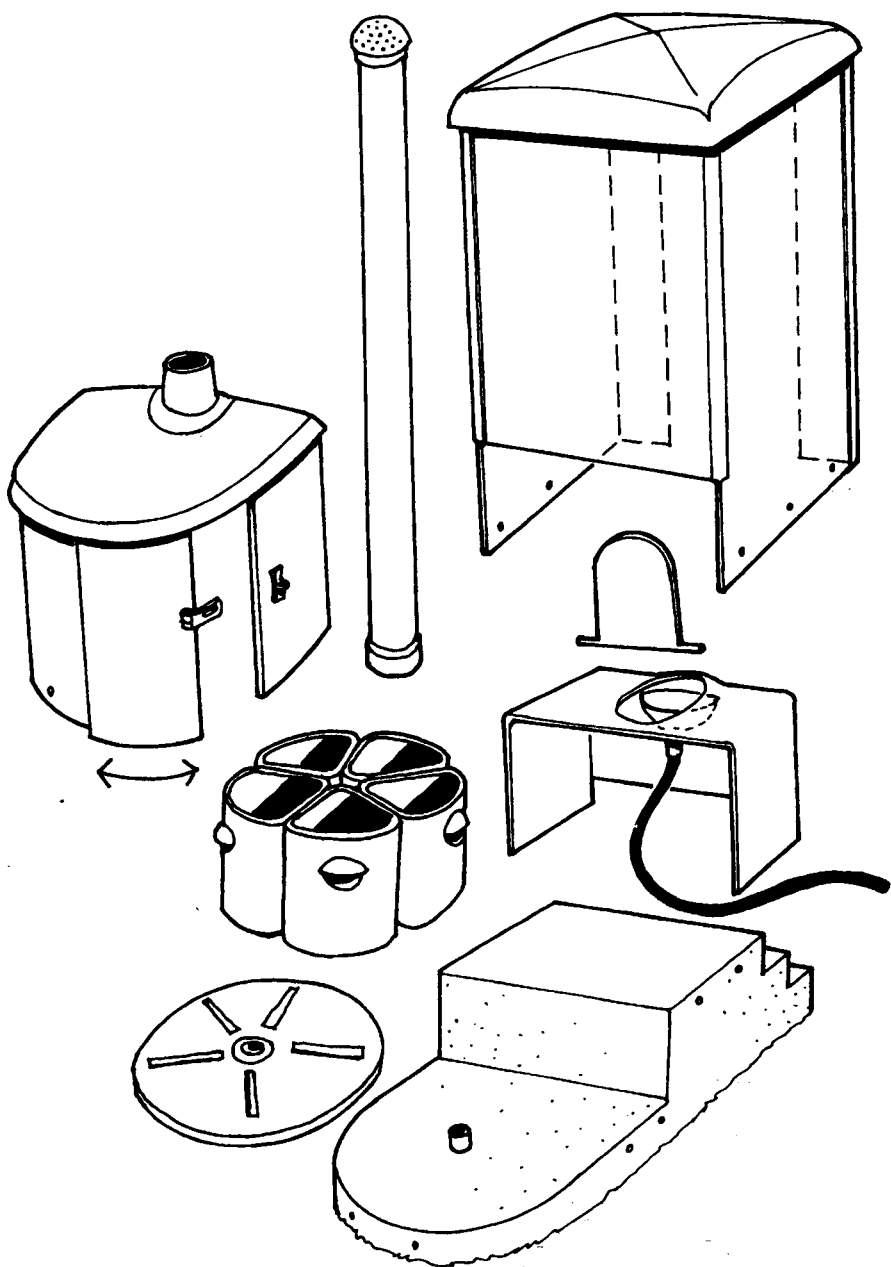


图 5.5 图 5.4 所示厕所的部件分解图。

注释和参考文献

第一章：简介

(1) Union of Concerned Scientists (1992): *World scientists' warning to humanity*, issued in Washington, DC, USA, on 18 November 1992. UNCHS (1996): *Water crisis to strike most developing world cities by 2010. Habitat Press Release*, Nairobi, Kenya. UNDP (1996): *Habitat II, Dialogue III: Water for thirsty cities*, Report of the Dialogue, UN Conference on Human Settlements, June 1996, Istanbul, Turkey.

(2) 纽茂生, 中国水利部, quoted in Brown LR (1997): *Who will feed China? Wake-up call for a small planet*. WW Norton & Co, New York, USA, pp 66-67.

(3) UNCSO (1997): *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*. Economic and Social Council, fifth session, 5-25 April. E/CN.17/1997/9/. New York, USA.

(4) Costner P & Thornton J (1989): *We all live downstream-the Mississippi River and the national toxics crisis*, Greenpeace, Washington DC, USA. Platte, AE (1995): *Dying seas*, in *World Watch*, Volume 8, No. 1, Worldwatch Institute, Washington, DC, USA. Smayda T (1990): *Novel and nuisance phytoplankton in the sea - evidence for a global epidemic*, in Graneli E et al (eds): *Toxic marine phytoplankton*, Elsevier Science Publishing House, New York, USA, pp 29-40.

(5) Briscoe J & Steer A (1993): *New approaches to sanitation-a process of structural learning*. In *Ambio*, Vol 22, No 7, p 456. Stockholm, Sweden. WHO (1997): *Environmental Health Newsletter*, No 27-Supplement, Geneva, Switzerland.

(6) 坑式厕所地下水污染的最新研究见 Stenström TA (1996): *Water microbiology for the 21st century*, paper presented at Workshop 3, Stockholm

Water Symposium, 7 August 1996, Stockholm, Sweden. ——“厕所或水井的位置不好会引起大范围地下水的微生物污染。过去的经验法则没有考虑有关因素。许多发展中国家里遵循的厕所和水井之间的安全距离最多也不过10-30米,而且也没有考虑到实际影响污染风险的因素。为了评价和证实这种传播途径,我们进行了大量的简易试验,把噬菌体作为示踪生物放入两个非洲城市郊区的不同厕所里。结果显示,尽管厕所与水井达50-100米的距离,但在普遍条件下,几天内就出现了传播。这表明尽管可以有效阻止住寄生虫和细菌,但不能阻止住某些病毒。”

第二章：粪便的无害化和利用

(1) 人排泄物里发现的主要病原体和有关疾病有：伤寒沙门氏菌(伤寒)、副伤寒沙门氏菌(副伤寒热)、血吸虫(血吸虫病)。世界上大部分地区,粪尿里都有伤寒和副伤寒沙门氏菌,而且短期带菌粪比带菌尿更普遍。血吸虫卵主要在人的尿里,但是在人体外经过发育期后能够通过皮肤进入人体。对上面各种病原体和疾病的更全面描述可见 Beneson AS (ed) (1995): *Control of communicable diseases manual*. American Public Health Association, Washington DC, USA. 以及 Höglund C (1998): Hygienisk kvalitet på källsorterad urin (Hygienic quality of diverted urine). Paper presented at the National VAV Conference, Linköping 2-3 March 1998.

(2) 发展中国家城市处理的民用废水不足5%。见 World Resources Institute (1996): *The urban environment, 1996-1997*. Oxford University Press, New York, USA, p 109.

(3) 抗志贺氏菌进展的评述见 Tuttle J and Tauxe R (1995): *Antimicrobial-resistant Shigella—the growing need for preventive strategies*. CDC/NCID Report. *Infectious diseases in clinical practice*, 2(1):55-59. 病原体在环境介质中对消毒处理越来越具抗性。例如,氯对蠕虫和原虫无效。

(4) 下面几个文献中有对这些因素和病原体消亡的更全面的讨论: Strauss M & Blumenthal UJ (1990): *Use of human wastes in agriculture and aquaculture-utilization practices and health perspectives*. International

Reference Centre for Waste Disposal (IRCWD), Duebendorf, Switzerland.
Feachem RG *et al* (1983): *Sanitation and disease-health aspects of excreta and wastewater management*. John Wiley and Sons, Chichester, New York.
Jenkins JC (1994): *The humanure handbook-a guide to composting human manure emphasizing minimum technology and maximum hygienic safety*. Jenkins Publishing, Grove City, PA, USA.

(5) 对各种病原体及其流行病学、存活能力和疾病特征的描述见:
Feachem RG *et al* (1983): *Sanitation and disease-health aspects of excreta and wastewater management*. John Wiley & Sons, Chichester, NY, USA.

(6) Markell EK, Voge M, and John DTT (1986): *Medical parasitology*. WB Saunders Company, Philadelphia, USA.

(7) Beneson AS (ed) (1995): *Control of communicable diseases manual*. American Public Health Association, Washington DC, USA.

(8) Robertson LJ, Campbell AT, and Smith HV (1992): Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures, in *Applied and Environmental Microbiology*, 58(11):3494-3500.

(9) Fayer R (1985): Effect of high temperature on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water, in *Applied Environmental Microbiology*, 60(8): 2732-2735. Andersson BC (1985): Moist heat inactivation of *Cryptosporidium* sp, in *American Jnl of Public Health*, 75 (12): 1433-1434.

(10) Armando Caceres, CEMAT: 人与人的交流。

(11) Reimers RS等对蛔虫在废水中不同条件下的存活能力进行的系列研究是: *Parasites in southern sludges and disinfection by standard sludge treatment* (EPA-600/S2-81-166, Oct 1981); *Investigation of parasites in sludges and disinfection techniques* (EPA-600/S1-85/022, Jan 1986), and *Persistence of pathogens in lagoon-stored sludge* (EPA/6000/S@-89/015, Jan 1990).

(12) King FH (1973): *Farmers of Forty Centuries: permanent agriculture in China, Korea and Japan*. Rodale Press, Emmaus, PA. (originally published in 1909). 又见 Winblad U and Kilama W (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition, Macmillan, London, UK.

(13) Matsui S, (1997): Nightsoil collection and treatment in Japan, in *Ecological alternatives in sanitation*, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

(14) UNDP (1996): *Urban Agriculture*. New York, USA.

(15) Jönsson H (1997): Assessment of sanitation systems and reuse of urine, in *Ecological alternatives in sanitation*, in Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm.

(16) Jönsson H, Olsson A, Stenström TA, Dalhammar G (1996): Källsorterad humanurin i kretslopp-en förstudie i tre delar (Recycling source separated human urine-pilot study in three parts), *VA-Forsk Report* 96-03, Stockholm, Sweden. (In Swedish, English summary.)

(17) Olsson A (1995): *Källsorterad humanurin-förekomst och överlevnad av fekala mikroorganismer samt kemisk sammansättning* (Source separated human urine-occurrence and survival of faecal micro-organisms and chemical composition). Report 208, Department of Agricultural Engineering Research, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

(18) Jönsson H, Stenström TA, Svensson J, and Sundin A (1997): Source separated urine-nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination, in *Water Science and Technology*, 35(9): 145-152. 其他研究者发现加酸可抑制尿素发生降解。应该在降解开始之前加入酸, 见 Hanaeus Å *et al* (1996): Conversion of urea during storage of human urine, *Vatten* 52:263-270, Lund, Sweden. 一越南研究者建议加入过磷酸盐防止氨的蒸发, 见 Polprasert C (ed) (1981): *Human faeces, urine and their*

utilization. ENSIC, Bangkok, Thailand.

(19) Jönsson H (1997): Assessment of Sanitation Systems and Reuse of Urine, in *Ecological alternatives in sanitation*, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

Elmqvist H, Rodhe L, Blomberg M, Lindén B, and Steineck S (1998): Human urine and effluents from digestion of food refuse as a fertilizer to barley-crop yields, ammonia emission and nitrate leakage. Paper presented at the 8th International RAMIRAN Conference Management Strategies for Organic Waste in Agriculture, 26-29 May 1998, Rennes, Brittany, France.

第三章：生态卫生厕所：新老类型的实践与评述

(1) 2.1.3节概述了通过卫生设施经过四步过程杀灭病原体。理想情况下在一次处理中就可杀灭全部病原体。如果这步处理不能充分杀灭病原体，那么必须再经过现场或非现场的二次处理。

(2) McMichael JK (ed) (1976): *Health in the Third World-studies from Vietnam*, Spokesman Books, Nottingham, UK. Polprasert C (ed) (1981): *Human faeces, urine and their utilization*. ENSIC, Bangkok, Thailand.

(3) “环境卫生研究”项目与瑞典传染病控制研究所于1998年合作发起了一个试验项目。其结果将于1999-2000年期间出版。

(4) 坦桑尼亚和墨西哥使用的太阳能加热式的第一种样厕见 Winblad U and Kilama W (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition. Macmillan, London, UK. 越南的太阳能加热式厕所见 Winblad U and Stenström TA (1997): Pilot project in Cam Duc commune, Kan Hoa province-rapid assessment. Report to Sida, Stockholm, Sweden.

(5) Gough J (1997): El Salvador experience with dry sanitation. *Ecological alternatives in sanitation*, Publications on Water Resources No 9, Sida,

Stockholm, Sweden. 1996年和1997年在大量条件下分析了一些泰克盘厕所储粪池里的内容物。19个内容物样品中17个是粉质, 1个是粘质, 1个是半粘质。经MPN/g的检测, 粪大肠菌群数的平均值为4。粘质内容物的MPN是2400, 是迄今报导的最大值。只有一个厕所里有蛔虫卵, 但在镜检下没有活的, 可能是这个社区不流行蛔虫病。(一项对蛔虫存活的专项研究正在进行。)pH值的范围从7到12, 平均值为10。湿度一般较低, 从8%到38%。平均值为13%。只有4个样品的湿度在20%以上。

(6) Kirkman J (1976): *City of Sanaa*, World of Islam Publishing Co Ltd, London, UK. Lewcock R (1976): *Towns and Buildings in Arabia-N. Yemen*, *Architectural Association Quarterly* 8(1).

(7) Irma De Cal: 人与人的交流。

(8) 在马萨诸塞州索尔兹伯里海滩有一个克里沃斯·马尔初姆厕所设备站(3个建筑物有33个厕所和6个小便池) 每天供2万人使用。它是1996年建成并投入使用的。另一个在罗得岛州迷斯夸密卡特海滩有一个克里沃斯·马尔初姆设备站(包括12个储粪池)使用6年了, 现在正在扩建。设备站属于各自所在州, 并由克里沃斯新英格兰有限公司经营。这两个海滩以前因为污染而关闭, 但在安装了堆肥型厕所系统后又能够重新开放。目前, 他们正与农民就肥液的利用问题进行谈判。固体肥部分取出前在储罐里留存了约10年。现在美国的国家公园、高速公路服务区和军营等地正使用着几千套堆肥型公共厕所。关于粪肥利用的规定各州都不一样。-Carl Lindström (1998): 人与人的交流。

(9) Dudley E and Winblad U (1994): *Dry latrines for urban areas - the findings of the 2nd Sanres Workshop*. Mexico City, Mexico.

(10) Berry G and Crennan L (1996): Paper presented at the Sanres Workshop on Eco-sustainable Sanitation, San Salvador, El Salvador.

(11) Rapaport D (1995): *Sewage pollution in Pacific island countries and how to prevent it*. Centre for Clean Development, Eugene, Oregon, USA.

(12) Calvert P (1997): Seeing (but not smelling) is believing-Kerala's compost toilet. *Waterlines* 15(3): 30-32. Calvert P (1998): A positive experience with composting toilets in India-Kerala case study, paper presented at the CSE Conference on Health and Environment, New Delhi, July 1998. Paul Calvert (1998): 人与人的交流。

第四章：生态卫生厕所：维护和管理

(1) Fondo de Inversion Social (1994): Diagnostico y recomendaciones proyecto letrinas aboneras, operaciones BID I y II, San Salvador, El Salvador.

(2) Fis, Unicef and Ministry of Health (1995): Unpublished evaluation of the pilot project on the hygiene education module, San Salvador, El Salvador.

(3) Fittschen I (1995): *Water management in the Ecovillage Toarp*, Department of Water Resources Engineering, Lund University, Lund, Sweden and Janusz Niemczynowicz: 人与人的交流。

(4) Clark GA (1997): Dry sanitation in Morelos, Mexico, *Ecological Alternatives in Sanitation*, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm.

(5) 瑞典的两个最新实例：卡尔马大学的新科学楼(1997年建)配备了一个生态卫生厕所：供500名学生和50名教职工使用，有尿分流、蚯蚓堆肥和就地灰水处理。斯德哥尔摩伯吉恩斯卡植物园有个供职工和游客使用的厕所，有尿分流设计和一个“旋转式”型储粪池。

(6) Günther, F (1992): *Simplifying waste water treatment by source separation*. Dept of Systems Ecology, University of Stockholm, Sweden.

(7) Clivus Multrum (1998): *Greywater-facts about greywater: what it is and how to treat it*. <http://www.clivusmultrum.com/greywater.html>

(8) 见第二章第14条。

(9) Haden A (1997): Gender checklist for planning sanitation programmes, *Sanitation promotion kit*. Simpson-Hébert M and Wood S (eds), WHO and Water Supply & Sanitation Collaborative Council, Geneva, Switzerland.

(10) Winblad U and Kilama W (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition. Macmillan, London, UK.

(11) Wood S, Sawyer R and Simpson-Hébert M (1998): *Phast step-by-step guide-a participatory approach for the control of diarrhoeal disease*, WHO, Geneva, Switzerland.

第五章：设想未来

(1) Sundblad K and Johansson M (1997): *Ecological engineering in sewage management*. Coalition Clean Baltic, Stockholm, Sweden,

(2) Valdmaa K (1975): *Functioning of the 'Ecolet' biological compost toilet*. The Royal Agricultural College, Uppsala, Sweden.

(3) Strong M and Arrhenius E (1993): Closing linear flows of carbon through a sectoral society-diagnosis and implementation, *Ambio*, 22(7): 414-416.

(4) WHO (1997): *Strengthening interventions to reduce helminth infections*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

(5) See for example Brown LR et al (1998): *State of the world 1998*. Earthscan Publications Ltd, London, UK: “对于城市贫民来说，堆肥是一种免费的肥料，而这种生产几乎不需要场地，实际上也不需要设备，只需普通劳力。这种物美价廉的宝贵资源不需要依靠外界的供应即可获得，可以为经济拮据的人们提供新的经济的土壤养分的来源。”

词汇对照表

A

阿纳德格斯

Autonomia, Descentralismo y
Gestion, AC (Anadeges), 墨西哥的一个非政府组织

埃柯特

Espacios Culturales de
Innovacion Tecnologica (Ecit),
墨西哥一个非政府组织

B

便后擦拭

Wiper

便后清洗

washer

病原体

pathogen

D

地表水

surface water

地下水

ground water

堆肥

composting

蹲便器

squatting pan

F

非法定居区

squatter settlements

非水冲式厕所(系统)

drop-and-store system,

dry toilets (system)

非政府组织

non-governmental organization
(NGO)

粪便

faeces

粪便污水

black water

腹泻

diarrhoea

腐殖质

humus

H

环境卫生

sanitation

“环境卫生研究”项目

Sanitation research (Sanres)

回收站

recycling stations

生活污水

greywater

J

降解

decomposition

节水

water saving,

water conservation

寄生虫

parasite

K

克里沃斯·马尔初姆厕所

Clivus Multrum toilets

坑式厕所

pit toilets

L

拉斯夫厕所

Letrina abonera seca familiar (Lasf)

联合国儿童基金会

United Nations (International)

Children's (Emergency) Fund

(Unicef)

联合国发展署

United Nations Development

Programme (UNDP)

绿色和平组织

Greenpeace

M

美元

USD

美洲洲际开发银行

Inter-American Development

Bank (IDB)

N

尿

urine

P

排便

defecation

排尿

urination

排泄物

excreta, night-soil

Q

清洁发展中心

Centre for Clean Development

(CCD), 美国一个非政府组织

R

人蛔虫

Ascaris lumbricoides

柔塔路厕所

Rota-Loo toilets

蠕虫

helminths

瑞典国际开发局

Swedish International Develop-
ment Cooperation Agency (Sida)

S

赛迪卡尔

Centro de Investigacion y

Capacitacion Rural AC (Cedicar),

墨西哥一个非政府组织

社会投资基金会

Social Investment Fund (Fis)

渗透性; 渗透能力

permeability

生化需氧量

biochemical oxygen demand

(BOD)

生态卫生厕所

ecological sanitation (eco-san)

世界卫生组织

World Health Organization
(WHO)

水冲式厕所(系统)

flush-and-discharge system,
pour-flush toilets, WC

T

泰克盘厕所

Tecpan toilets

通风改良坑式厕所

VIP toilets

脱水

dehydration

W

维拉·米里奥公司

Vera Miljo A/S

卫生设施

sanitation

无害化

sanitize

X

细小隐孢子

Cryptosporidium parvum

Y

养分

nutrients

原虫

protozoa

Z

蒸发蒸腾(作用)

evapo-transpiration

自尊、协作力量、人物力资源、行动计划、责任感

Self-esteem, Associative strengths, Resourcefulness, Action planning, Responsibility (Saras)

最大可能数

most probable number (MPN)

坐便器

seat-riser

作者简介

STEVEN A. ESREY

营养流行病学专家

曾经进行供水和环境卫生措施对全球健康影响的比较学研究。

目前在美国纽约联合国儿基会工作。

<sesrey@igc.apc.org>

JEAN GOUGH

卫生工程师

曾经实施中美洲供水和环境卫生项目。

目前在萨尔瓦多联合国儿基会工作。

<jgough@hqfaus01.unicef.org>

DAVE RAPAPORT

环境学家——活动家

曾经为绿色和平组织和清洁发展中心实施南太平洋环境卫生项目。

目前在美国佛蒙特州一个有关环境的非政府组织 VPIRG 工作。

<vpirg@together.net>

RON SAWYER

社会科学家

曾经发起 UNDP/Prowess project 和 WHO/UNDP/World bank PHAST 的开展。

目前在墨西哥特奥潘特兰国际顾问组 SARAR Transformacion SC 工作。

<rsawyer@laneta.apc.org>

MAYLING SIMPSON-HÉBERT

医学人类学家

推动了全世界环境卫生的发展，包括编辑 WHO/WSSCC/Sida 关于推动环境卫生的书。

目前在美国科罗拉多州作为推动健康和卫生发展的国际顾问。

<phebert@cmn.net>

JORGE VARGAS

经济学家——社会学家

曾经在哥斯达黎加实施住房项目。

目前在哥斯达黎加和美国作博士生。

<jvcaam@sol.racsa.co.cr>

UNO WINBLAD

建筑师——规划师

曾经为第三世界国家的城市研究与开发环境卫生的革新系统。

目前在瑞典斯德哥尔摩国际顾问组 WKAB 工作。

<uno.win@wkab.se>

发展中国家的城市和城市周边地区属于世界上污染最严重而且疾病多发的地方。这种污染多数是由于缺少卫生设施引起的。随着城市膨胀和人口增长，这种情况会越来越糟糕，对于价格低廉、安全而可持续的卫生设施的需求也会越来越紧迫。现有的卫生设施对于绝大多数人来说不现实，也支付不起。

本书以“生态卫生厕所”的方式来寻找新的解决办法。本书讨论了目前已知的生态卫生厕所的基本情况及其优缺点。就设施的选择、设计和管理，对如何使这种厕所发挥作用，以及对用户的推动和支持活动，提出了建议。这对于获得成功极为必要。

本书可供在解决城市卫生设施问题中探索新方法的人使用。

