

生态卫生厕所

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

赠书

©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。

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>

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 Kajsja de Asturias，萨尔瓦多 Herberth Aparicio、Elton Membreño、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 Izadina 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意见、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 Wohlgenuth。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。

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，把人类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

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

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所坑里。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。

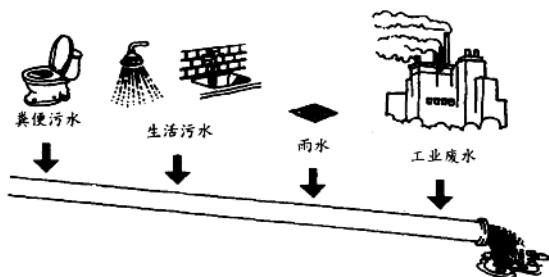


图 1.1 在水冲式排污系统中，非常少量的有害的粪便污染了大量的水。而多数情况下污水排到地表水中之前未进行处理。

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。而且即使进行处理，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。

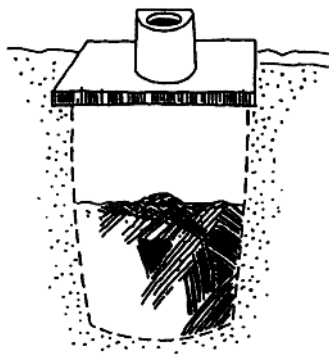


图 1.2 坑式厕所简单、造价低，但也有缺点，如不能用在人口拥挤、岩石地层、地下水位高和有周期性积水的地区。

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。

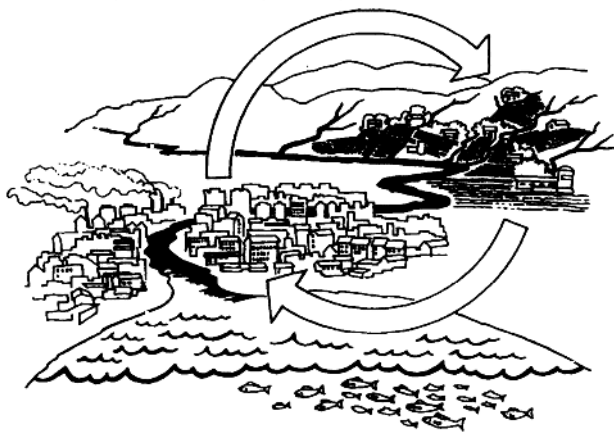


图1.3 在生态卫生厕所中人类尿经过无害化，然后返回土壤用于提高土壤肥力并为作物提供养分，不再污染环境。

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）。

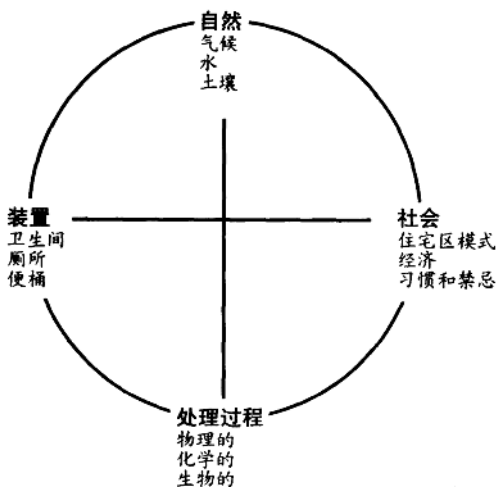


图 1.4 卫生设施是一个系统，其主要组成是自然、社会、处理过程和装置，所有这些组成必须综合考虑。

- **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年了。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)、家养动物和蜗牛等污染。

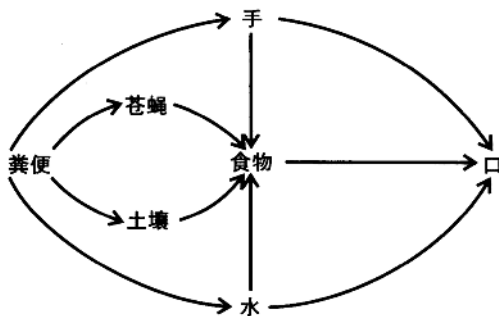


图2.1 该图总结了腹泻传播的主要途径 粪源性病原体直接或间接地污染了食物和水,然后人又吃下这样的食物和水。

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,或被苍蝇污染,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。

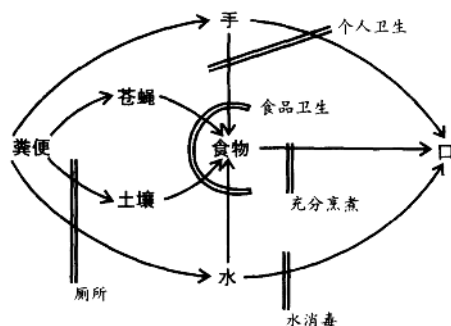


图 2.2 防止病原体传播的一套屏障。

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，还可能病原体继续存在。另外，传染病抗药菌株变异迅速，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。