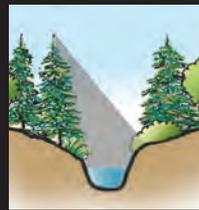
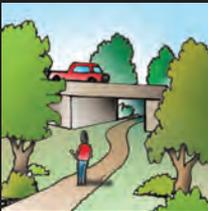
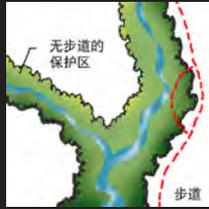


保护缓冲带



缓冲带、 廊道和绿色通道 设计指南



摘要

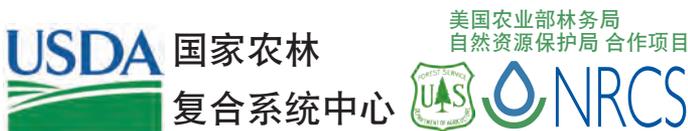
《保护缓冲带：缓冲带、廊道和绿色通道设计指南》一书，原文出版于 2008 年，为一般技术报告，编号 SRS-109，作者 **Bentrup, G.**，来自位于北卡罗来那州阿什维尔的农业部林务局南方研究站，共 110 页。

本指南在查阅 1400 多篇研究文献的基础上综合编写而成，书中提供了 80 多条进行保护缓冲带设计的原则。每一条设计原则都描述了采用植被缓冲带来保护土壤、改善空气质量和水质、改善鱼类和野生动物栖息地环境、生产经济产品、为人们提供休闲机会或美化景观的一种具体方式。这些基于科学的设计原则，旨在为城乡保护缓冲带的规划和设计提供简洁明了的一般性指导。本指南的网络版还列出了参考文献的清单，以及缓冲带设计的其他参考资料。网址为 www.bufferguidelines.net。

关键词：缓冲带、保护规划、保护措施、廊道、过滤带、绿色通道、滨水、河岸管理区、防风带。

关于作者

Gary Bentrup 是美国农业部林务局南方研究站，暨国家农林复合系统中心的景观研究规划员。所在地在内布拉斯加州林肯市，邮编：68538。



本手册的中文翻译的最终校对和修改由美国阿拉巴马农工大学的王勇教授和中国西北农林科技大学的王乃江教授共同完成。

目录

致谢..... ii

使用本指南

本指南的目的..... 1

网上指南..... 2

本指南的不足..... 2

景观设计的概念..... 3

保护缓冲带的规划..... 5

如何使用本指南..... 11

设计原则

1. 水质..... 15

2. 生物多样性..... 43

3. 土壤生产力..... 61

4. 经济机会..... 67

5. 防护和安全..... 77

6. 审美和视觉效果..... 89

7. 户外休闲..... 99

术语解释..... 107



点击此处

- 网络版附有1400多篇参考文献的目录
- 附有设计原则的图片演示
- 更多缓冲带设计资料

致谢

作者首先感谢众多科学家们，本指南使用了他们的研究成果，他们的集体努力为保护和改善我们环境的健康和生命力提供了极为重要的科学基础。

其次要向美国农业部国家农林复合中心（National Agroforestry Center – NAC）的 Mike Dosskey 表示特别的谢意，他制定了缓冲带宽度设计工具，并帮助编写了关于水质保护的其它设计原则。

作者还要对国家农林复合中心的各位同事表示深深的感谢，他们的建议和反馈大大提高了本指南的质量；另外也要对南方研究站科学传递组（Southern Research Station Science Delivery）提供的帮助和编审表示感谢。

作者还要感谢以下人员，他们的评审大大提高了本指南的质量：

Lynn Betts，美国农业部自然资源保护局，爱荷华州，得梅因市

Bill Berry，Buffer Notes 杂志，威斯康星州，史蒂文斯波特市

Jim Carlson，科罗拉多州，纽卡瑟尔市

William Clark，爱荷华州大学，爱荷华州，艾姆斯市

Robert Corry，圭尔夫大学，加拿大安大略省，圭尔夫市

Mary Cressel，美国农业部自然资源保护局，华盛顿哥伦比亚特区

Barth Crouch，雉鸡永存（Pheasants Forever）组织，堪萨斯州，萨林那市

Seth Dabney，美国农业部农业研究局，密西西比州，牛津市

Richard T.T. Forman，哈佛大学，马塞诸塞州，剑桥市

Wendell Gilgert，美国农业部自然资源保护局，俄勒冈州，波特兰市

Hank Henry，美国农业部自然资源保护局，北卡罗来纳州，格林斯博罗市

George Hess，北卡罗来纳州大学，北卡罗来纳州，罗利市

Jerry Jasmer，美国农业部自然资源保护局，怀俄明州，卡斯珀市

Craig Johnson，犹他州大学，犹他州，罗岗市

Richard Kittelson，爱荷华州东北地区资源保护和开发组织（Northeast Iowa RC&D），爱荷华州，波斯特维尔市

John Kort, 草原农场重塑管理局防风林中心, 加拿大萨斯喀彻温省, 印第安头市

Mike Kucera, 美国农业部自然资源保护局, 内布拉斯加, 林肯市

Jerry Lemunyon, 美国农业部自然资源保护局, 得克萨斯州, 沃思堡市

Rich Lewis, 纽约州土壤与水资源保护委员会, 纽约州, 奥尔巴尼市

Greg McPherson, 美国农业部林务局, 加利福尼亚州, 戴维斯市

Fabian Menalled, 蒙大拿州大学, 蒙大拿州, 波兹曼市

Roberta Moltzen, 美国农业部自然资源保护局, 爱荷华州, 得梅因市

Judy Okay, 美国农业部林务局, 马里兰州, 安纳波利斯市

Jennifer Ousley, 美国环保署, 堪萨斯州, 堪萨斯市

Jim Robinson, 美国农业部自然资源保护局, 得克萨斯州, 沃思堡市

Dick Rol, 山麓联合公司 (Foothill Associates), 加利福尼亚州, 圣地亚哥市

Max Schnepf, 土壤与水资源保护协会, 爱荷华州, 安克尼市

Richard Sutton, 内布拉斯加大学, 内布拉斯加州, 林肯市

Bern Sweeney, 史特拉伍德水质研究中心, 宾夕法尼亚州, 艾芳岱尔市

Mark Tomer, 美国农业部农业研究局, 爱荷华州, 艾姆斯市

Lyn Townsend, 美国农业部自然资源保护局, 俄勒冈州, 波特兰市

Doug Wallace, 美国农业部自然资源保护局, 密苏里州, 哥伦比亚市

此项研究是“关于农林复合措施对于泛滥平原的地理、生物、生态、经济和社会效益的分析”项目的部分, 由密苏里大学农林复合中心提供部分资金支持。依据与美国农业部农业研究局签订的合作协议 AG-02100251, 以及与美国环保署的协议 CR-826704-01-0, 该项目资助时间为 1999 年至 2006 年。本指南提供的信息仅由作者负责, 不代表农业研究局和环保署的政策和观点。

本手册印刷涉及的资金由以下机构提供:

美国农业部林务局第二区州属和私有森林管理处

美国农业部林务局第八区州属和私有森林管理处

美国农业部农林复合中心州属和私有森林管理处

美国农业部自然资源保护局科技协会—农林复合中心

所有图片都由美国农业部自然资源保护局提供。除第 4 页图片说明由 Ryan Dee 提供外, 所有其它图表都由作者创建。

致谢

iii

本指南的目的

保护缓冲带是嵌于景观中的条状植被带，用于影响各种生态过程并为我们提供各种产品和服务。缓冲带有多种别称，包括野生动物廊道、绿色通道、防风带以及过滤带等（图 1）。

保护缓冲带的作用有保护土壤资源、提高空气质量，改善水质、保护鱼类和野生动物栖息地以及美化景观等。此外，缓冲带还为土地所有者提供一系列的经济机会，包括保护和提升当地已有的产业。

关于如何规划和设计缓冲带，目前已有相当多的科学知识可供参考。遗憾的是这些信息广泛分散于大量的研究文献中，不易被大部分规划者找到或利用。

本手册旨在提取这一庞大的知识库中的相关内容，将它们综合成易于理解的设计原则。



图 1 — 农业景观中的保护缓冲带。

网上指南

本指南在参考了 1400 多篇研究文献的基础上，提供了 80 多条设计原则，这些文章涉及农业工程、保护生物学、经济学、水文学、景观生态学、社会科学以及城市生态学等非常广泛的学科领域。

本指南的网上版列出了这些文章的出处，这些文章对了解更多设计信息，是极有利用价值的资料。



本指南的不足

本手册不像一般的烹饪指南那样简单，其中的一部分设计原则汇集了科学家们多年的研究成果。其设计理念已被高水平的学术会议所接受，相此之下，除此之外的一些设计原则所根据的研究则比较有限，它们在更大程度上只是简单推论和归纳的结果。我们对缓冲带及其生态、社会经济功能和影响的认识还有很多不足，规划者在使用本指南时必须结合当地的立地、景观以及土地所有者的要求等第一手资料，来制定效益最大化，问题最小化的设计方案。

因此，本指南不应当作设计的唯一参考资料，而应当作为便于设计和技术沟通的一种工具，设计规划时还应参考其它资料、技术标准，并征求有关专家的意见。

景观设计的概念

一种描述景观的方法是将其划分成三种基本元素：斑块、廊道或缓冲带、以及基质（图 2）。



图 2 — 用基本的景观生态学术语描述的景观。

斑块：结构和功能明显区别于周边景观的相对较小的区域。

廊道或缓冲带：指具有某种特定典型功能的线性斑块（参阅下一页的文本框）。

基质：斑块和缓冲带镶嵌其中的背景区域。

在人工开发的景观中，斑块往往是景观建设后留下的林地和草场等残留区域；廊道是诸如防风带、篱笆、滨水区域等线性元素；基质往往是人工开发的土地，如农田、城区等。

本指南的重点是如何设计缓冲带，设计过程中还必须考虑斑块和基质区域，这有助于实现设计所要达到的目标。附近斑块和基质的位置、结构和管理情况都会影响缓冲带将发挥何种类型的功能及其防护效果。

设计时如果缺乏对各种景观过程的理解，建造起来的缓冲带可能不会发挥应有的效果。比如，在城市化进程中的区域，因不透水地面面积的加大，河流水量会大大增加，在建造用于加固河岸的缓冲带时，若不考虑这一因素，则建成的缓冲带可能没有这种效果。

缓冲带只是规划者所能使用的所有工具中的一种而已。规划者对于缓冲带的作用应该有现实的认识，要知道缓冲带作为解决和管理资源问题的一种手段，具有它的长处和局限。

廊道、缓冲带和绿色通道

用来描述线形斑块术语有多个。这些术语往往与具体的资源问题相关（比如用以保护水质的称为缓冲带，为野生动物提供通道的称为廊道，提供休闲活动环境和都市审美功能的称为绿色通道）。

本指南使用的术语是一般科技文献中用来说明特定资源问题的术语。规划者应该着重考虑需要实现哪些种类的功能，而不是过于注意术语问题。



保护缓冲带的规划

功能

保护缓冲带通过提高某些景观功能来改善资源状况。表 1 列出了可以通过设计缓冲带来应对的重要主题和有关缓冲带的功能。

大部分缓冲带能发挥不止一种功能，即使在设计时只考虑了一种功能的情况下，缓冲带也可发挥多种功能。设计缓冲带时不仅要考虑目标功能，也应考虑无意获得的非目标功能。

位置

位置决定了缓冲带适应周边景观的问题，也决定了其重要的立地特征，比如土壤类型和坡度等，这些特征能影响缓冲带的效果。对某一功能来说，可能某一位置更有优势，而对另一功能来说可能换个位置更好（图 3）。

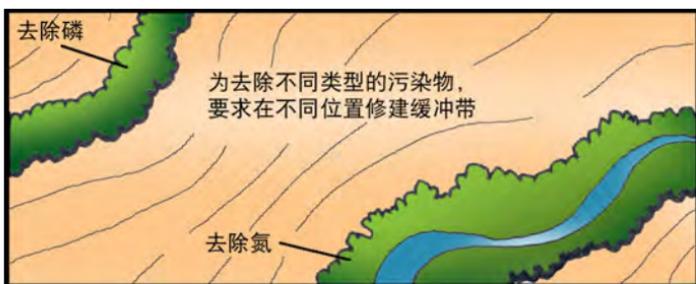


图 3 - 缓冲带位置将决定其实际发挥的功能。

地理信息系统可帮助我们来选择建造缓冲带的合适位置。通过调查整个景观所要求的立地因子，可以找到更好的位置用来建造缓冲带，在多功能缓冲带选址方面，GIS 显得特别有用武之地。

有关地理信息系统以及缓冲带规划和设计的更多信息，请访问网站 www.bufferguidelines.net。

表 1 — 与各种问题和目标相关的缓冲带功能

问题与目标	缓冲带功能
水质	
减少侵蚀，降低沉积物、养分和其它潜在污染物的扩散	拦截径流，提高水分入渗能力 截留地表径流中的污染物
去除径流和空气中的污染物	截留地下水中的污染物 固结土壤 减轻对河岸的冲刷
生物多样性	
改善陆生栖息地	增加栖息地面积 保护脆弱栖息地
改善水生栖息地	恢复景观连通性 提供资源重复利用的能力 为河流提供遮荫，维持水体温度
土壤生产力	
减少土壤侵蚀	减小径流的冲刷 减小风力
提高土壤生产力	固结土壤 提高土壤质量 消除土壤污染物
经济机会	
提供收入来源	生产适销产品 降低能源消耗
提高产业多样性	提高土地价值
提高经济价值	提供替代能源 提供生态系统服务
保护和安全	
防止风雪危害	降低风速
提高生物防治病虫害的能力	改变小气候
防止洪水侵袭	为害虫天敌提供栖息地
创造安全环境	降低洪水水位，减轻侵蚀 降低飓风危害
审美和视觉效果	
提高视觉效果	提高视觉吸引力
控制噪音	屏蔽不和谐景观 屏蔽噪音
控制空气污染物和异味	过滤空气污染物和异味 分隔活动场所
户外休闲	
倡导自然环境中的休闲活动	增加自然环境面积 保护自然环境
用缓冲带作为休闲活动的场所	保护土壤和植物资源 提供通行廊道 提供更好的休闲体验

结构

缓冲带的结构特征，如植被的范围的大小、形状和结构等，很大程度上决定了缓冲带在某一特定位置有效地发挥其功能的能力。规划者可以通过控制这些因素来达到设计目的。本手册中涉及到设计和管理方面许多应考虑的事项。

系统

缓冲带通常是要实现多种目标，包括土地所有者个人、所在社区和一般公众的目标。而多个目标通常是在不同地点建造多个不同的缓冲带来实现的，这些不同的缓冲带构成了缓冲带系统。

和每种事物都有其自有的范围一样，每一缓冲带功能也都有其作用和范围。要实现多种目标并发挥其功能是一项复杂的任务。而规划的过程是一种用某种组织的形式来执行规划任务，以确保实现所有目标的结构化的方法，这种方法我们称之为景观规划。

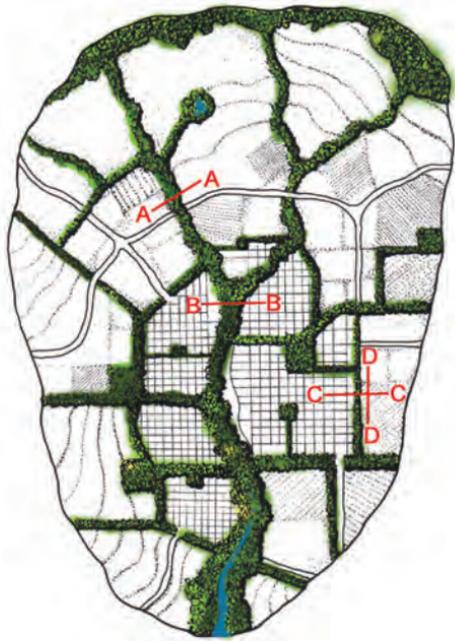
典型的规划过程包括以下步骤：

- 发现问题和机会
- 确定规划目标
- 资源本底调查
- 资源分析
- 制定备选方案
- 对各种备选方案进行评估，并作出决策
- 实施规划
- 评估规划

有关规划过程的更多信息，请访问网站

www.bufferguidelines.net。图 4 是经过规划程序而得到的一份概念性的缓冲带景观规划图，下一页有对规划图的简单描述。

图4—某流域的概念规划图以及多个不同类型保护缓冲带的剖面图。每个缓冲带可以实现不同的防护功能和目标。



剖面A-A



剖面B-B



剖面C-C



剖面D-D



缓冲带规划图（图 4）显示了在缓冲带特定部位，缓冲带的位置是如何在功能和目标中发挥关键作用的。

剖面 A-A: 用来过滤农田径流，以降低某社区饮用水处理成本的缓冲带。该缓冲带为野生动物提供了栖息地和水源，同时，也为人们提供了用来休闲的活动步道。

剖面 B-B: 普遍存在于城市化地区的缓冲带。缓冲带中的人造湿地用来处理流向河道的径流；缓冲带中的户外活动区域提供了一条防火道，用来保护住宅；野生动物还可以在这一缓冲带受益；但由于所处位置的不同，这一缓冲带对野生动物所发挥的作用要次于剖面 A-A 所在的缓冲带。

剖面 C-C: 位于农田和住宅区之间的缓冲带。此缓冲带用作农村和城市居民的共用园林。该缓冲带可以控制噪音，隔绝农药气雾，还生产诸如水果、坚果以及圣诞树等产品。

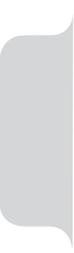
剖面 D-D: 显示了剖面 C-C 所处的缓冲带是如何产生另一种视觉效果。这一设计还纳入了其它视觉方面的考虑，以鼓励人们更好地使用资源。标示牌向居民说明了用来保护自然资源的各种措施。

小结：

- 设计缓冲带要考虑景观衔接性
- 设计缓冲带要考虑多种目标
- 注意缓冲带可能带来的意外效果
- 认识缓冲带的作用和局限性
- 重视规划过程

在开始使用本指南前，请先阅读如何使用本指南一节。





如何使用本指南

本指南为设计缓冲带提供了科学的设计原则，这些原则在以下七章节中加以叙述：

1. 水质
2. 生物多样性
3. 土壤生产力
4. 经济机会
5. 保护和安全
6. 审美和视觉效果
7. 户外休闲

为有效使用本指南，建议使用者遵循以下简单步骤：

使用缓冲带设计原则的步骤

1. 明确需要解决的资源问题
 2. 从表 1 中选择针对各个问题所需的缓冲带功能
 3. 从资源章节中找到实现各种缓冲带功能应遵循的设计原则
 4. 制定初步的缓冲带规划或设计方案
 5. 使用其它必要的方法进一步细化方案
1. 需要解决的问题和相关目标应在土地所有者或受益团体的协助下确定下来，将规划目标作一记录(示例见表 2)。
 2. 根据已经明确的问题和目标，从表 1 中选择相应的缓冲带功能并加以记录（示例见表 2）。

表 2-1 用以明确项目目标、缓冲带功能以及适用设计原则的示例表格

目标	缓冲带功能	应考虑的设计原则
将从径流和浅层地下水中的氮的流失减少50%	拦截径流，提高水分入渗能力 截留地表径流中的污染物 截留地下水中的污染物	1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.12, 1.15, 1.19, 1.20, 1.21, 1.26, 2.7, 2.9, 3.1
改善蝶螈的栖息地生境，使其种群数量增加10%	增加栖息地面积 保护脆弱栖息地 恢复景观连通性	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 1.4, 1.14, 5.3
将土壤侵蚀程度降低50%	减小径流水的冲击力 减小风速 固结土壤	3.1, 3.2, 3.3, 1.1, 1.4, 1.6, 4.3, 4.4, 5.9
为装饰植物产业提供木材	生产适销产品	4.1, 4.2, 4.4, 3.2
提高用生物方法控制蚜虫和蓟马等害虫危害的能力	改善天敌栖息地 改变小气候	5.1, 5.2, 5.3, 2.1, 2.2, 2.9, 3.2, 3.3, 4.4
改善土地所有者的居住环境景观	景点多样化 屏蔽不和谐景观	6.1, 6.5, 6.6, 6.7, 2.1, 2.9, 2.1, 3.2

3. 查阅各章节，利用设计原则—功能对照表来选择实现缓冲带功能应遵循的设计原则（图 5）。使用补充设计原则—功能对照表（图 6），从其它相关章节找出对应的设计原则。记下设计原则的章节号码（示例见表 2）。
4. 用已选定的设计原则，草拟一份缓冲带规划。对兼顾到的所有目标和缓冲带功能可以作一些必要的权衡和取舍。
5. 备选步骤：查阅用来制定设计原则的参考文献。
本指南网络版本提供了 1400 多篇参考文献（www.bufferguidelines.net）。这些文献会为您提供包括针对特定地理区域设计标准在内的更多更详细的设计信息，利用其它文献和网络资源，结合专家意见和个人经验，可以对缓冲带规划进行进一步提炼。

实施规划并对规划不同阶段的执行情况进行跟踪。根据检测结果，及时对缓冲带设计和规划进行调整。

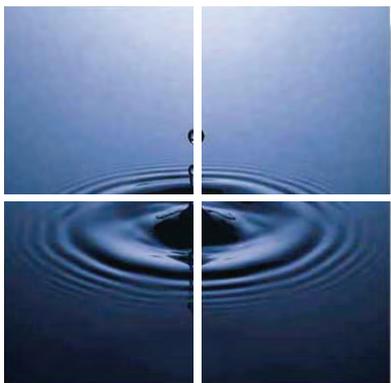


保护水质的设计原则	缓冲带功能				
	拦截径流, 提高水分入渗能力	截留地表径流中的污染物	截留地下水中的污染物	回结土壤	减轻对河岸的冲刷
选址与布局					
1.1 缓冲带和土地管理	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 喀斯特地貌	✓	✓	✓		
1.3 冻土	✓	✓	✓		
1.4 缓冲带在流域中的位置	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 在污染源附近建立缓冲带	✓	✓	✓		
1.6 缓冲带的位置设计	✓	✓	✓	✓	✓
大小与污染物类型					
1.7 缓冲带宽度的调整	✓	✓	✓		

图 5 - 设计原则 - 功能对照表示例。

有利于水质保护的补充设计原则	缓冲带功能				
	拦截径流, 提高水分入渗能力	截留地表径流中的污染物	截留地下水中的污染物	回结土壤	减轻对河岸的冲刷
2.1 基质简介	✓	✓	✓	✓	
2.2 斑块简介	✓	✓	✓	✓	
2.9 廊道宽度	✓	✓	✓	✓	✓
2.11 水生栖息地与缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 河流温度与缓冲带		✓			
3.1 缓冲带与农田管理	✓	✓		✓	
3.2 防风林带				✓	

图 6 - 补充设计原则 - 功能对照表示例。







1. 水质

目标

- 减少侵蚀，降低沉积物、养分和其它潜在污染物的扩散
- 去除径流和空气中的污染物

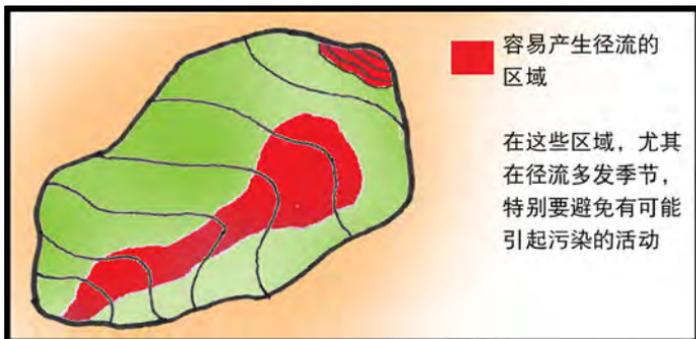
缓冲带的功能

1. 拦截径流，提高水分入渗能力
2. 截留地表径流中的污染物
3. 截留地下水中的污染物
4. 固结土壤
5. 减轻对河岸冲刷

保护水质的设计原则	缓冲带功能				
	拦截径流，提高水分入渗能力	截留地表径流中的污染物	截留地下水中的污染物	固结土壤	减轻对河岸的冲刷
选址与布局					
1.1 缓冲带和土地管理	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 喀斯特地貌	✓	✓	✓	✓	
1.3 冻土	✓	✓	✓	✓	
1.4 缓冲带在流域中的位置	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 在污染源附近建立缓冲带	✓	✓	✓	✓	
1.6 缓冲带的位置设计	✓	✓	✓	✓	✓
大小与污染物类型					
1.7 缓冲带宽度的调整	✓	✓	✓		

保护水质的设计原则	缓冲带功能				
	拦截径流, 提高水分入渗能力	截留地表径流中的污染物, 提高	截留地下水中的污染物	固结土壤	减轻对河岸的冲刷
缓冲带大小与污染物类型 (接上页)					
1.8 缓冲带有效面积比	✓	✓	✓		
1.9 根据坡度和土壤类型调整缓冲带	✓	✓			
1.10 用缓冲带截留沉积物	✓	✓			✓
1.11 用缓冲带来过滤病原体	✓	✓			
1.12 用缓冲带除氮	✓	✓	✓		
1.13 用缓冲带去除富集磷	✓	✓			
1.14 用缓冲带吸收杀虫剂	✓	✓	✓		
1.15 用缓冲带过滤浅层地下水			✓		
1.16 城市径流与道路边沿	✓	✓	✓		
1.17 缓冲带与放牧		✓		✓	✓
1.18 缓冲带对河岸侵蚀的缓冲		✓		✓	✓
1.19 缓冲带宽度设计工具	✓	✓			
植被					
1.20 选用抗污能力强的树种	✓	✓	✓		
1.21 硬茎草草障	✓	✓			
1.22 控制河岸侵蚀的植被				✓	✓
1.23 选用能清除河道中的污染物的物种		✓			
1.24 树种选择	✓	✓	✓	✓	✓
管理					
1.25 沉积物清除	✓	✓			
1.26 收割植被以去除养分	✓	✓	✓		
1.27 植物演替	✓	✓	✓		
1.28 植被与交通	✓	✓			

有利于水质保护的补充设计原则	缓冲带功能				
	拦截径流、提高水分入渗能力	截留地表径流中的污染物	截留地下水中的污染物	固结土壤	减轻对河岸的冲刷
2.1 基质简介	✓	✓	✓	✓	
2.2 斑块简介	✓	✓	✓	✓	
2.9 廊道宽度	✓	✓	✓	✓	✓
2.11 水生栖息地与缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 河流温度与缓冲带		✓			
3.1 缓冲带与农田管理	✓	✓		✓	
3.2 防风林带				✓	
3.3 草本风障				✓	
3.5 利用植物来过滤可溶性污染物的缓冲带	✓	✓	✓	✓	
5.3 缓冲带与气雾漂移		✓			



1.1 缓冲带和土地管理

除非对周边土地也进行有助于改善水质的管理，否则仅仅通过缓冲带可能无法达到改善水质的目标。有多种方法可以降低周边土地的污染负荷，请参考其它出版物。另见土地管理的一般注意事项。

某些情况下，流域内绝大部分的水质问题可能仅仅是由于少数个别区域对土地使用不当引起的。重点改善加强对这些区域的土地管理就可能在很大程度上改善水质(见 1.4 节)。

土地管理的一般注意事项

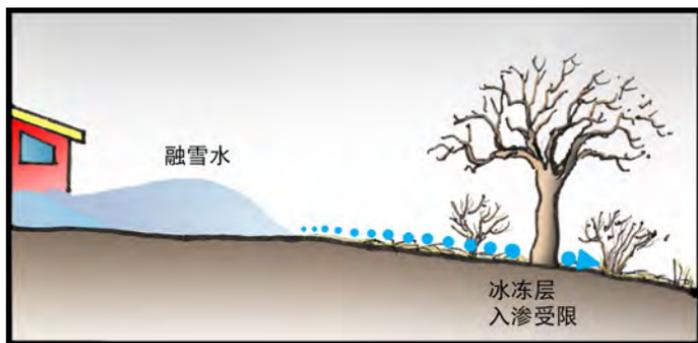
- 通过土地管理减少径流和增加入渗。
- 最大程度地提高植被覆盖率。
- 在容易产生较多径流的区域，避免可能造成污染的活动。
- 在径流较多的季节尽量减少可能造成污染的活动。
- 用山地防护林体系减少径流对河岸缓冲带的淤积。





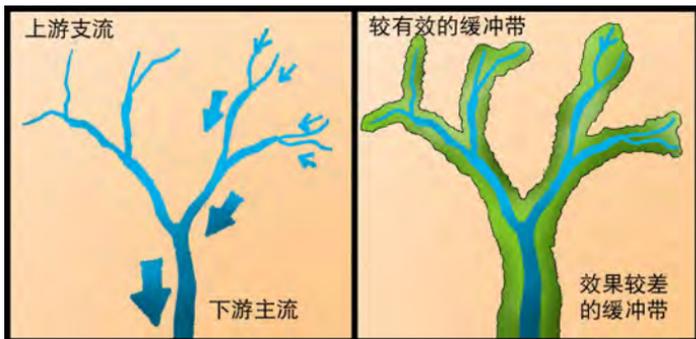
1.2 喀斯特地貌

喀斯特地区或主要由石灰岩构成的地区由于地表水和地下水之间直接相连尤其容易受到水质问题的困扰。落水洞和潜流周围可建立缓冲带，以最大程度减少受到污染的径流直接流入地下水系统。



1.3 冻土

在土壤冻结并发生径流的地区，由于入渗受限，缓冲带的效果要大打折扣。在此情况下，除缓冲带以外还需使用其它的最佳管理措施。

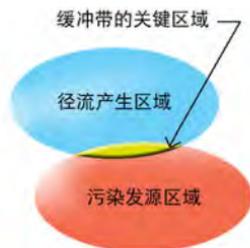


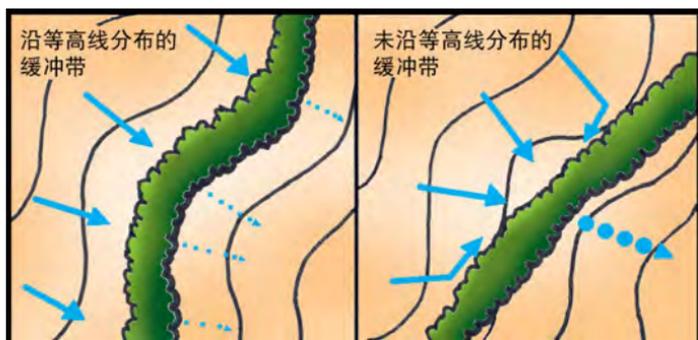
1.4 缓冲带在流域中的位置

以净化水质为目的的缓冲带，在某些区域会比其它区域更有效，常常在具有高污染物和易于去除污染的地方建立缓冲带，有利于改善水质。

关于建造位置的一般注意事项

- 在丘陵地区，由于大部分降雨要流入上游溪流，所以沿小河或上游河道建造缓冲带通常会比沿大河或下游河流建造更有效。
- 地下水补给区域、临时形成的水道以及其他径流汇集区域都是建立缓冲带的重要区域。
- 在某些地区，地表径流主要来自于暴雨季节土壤易达到饱和的区域。这些产流区如果和污染源（比如种植作物的农田）相接，则这些地区应该配置缓冲带。
- 作物种植区域的地表径流在坡度较陡、土壤质地粘重的地方会有更高流量。这些地方很需要建立缓冲带。
- 在景观层面上，利用地理信息系统来选择缓冲带的位置极为有效。





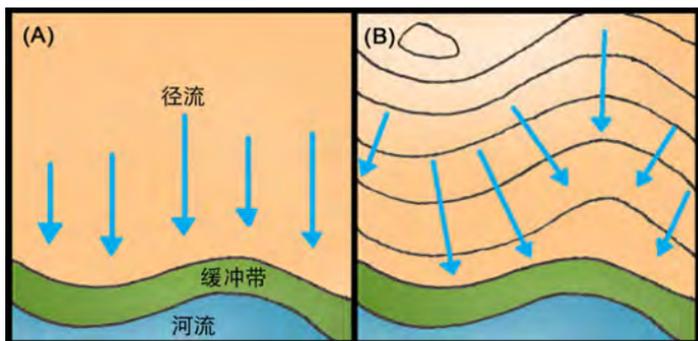
1.5 在污染源附近建立缓冲带

缓冲带应尽可能建在靠近污染源的地方，并且沿等高线分布，使水流可以平缓地流过缓冲带。若不紧沿等高线分布，缓冲带可能加剧径流汇集，降低缓冲效果。建立草障有助于分散汇集的水流（见 1.21 节）。



1.6 缓冲带的位置设计

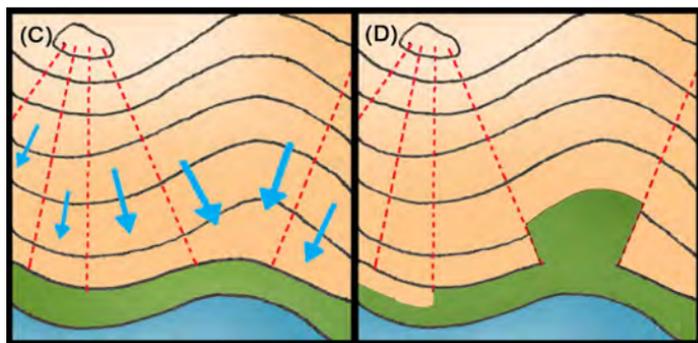
任何缓冲带的设计都要考虑包括缓冲带的大小、植被类型、管理方式等诸多要素。而这些要素又取决于缓冲带的立地条件，包括污染类型和负荷、缓冲带截留和转化污染物的能力、以及降低污染的程度等。可参照以上图示来完成缓冲带的位置选择和设计原则。



1.7 缓冲带宽度的调整

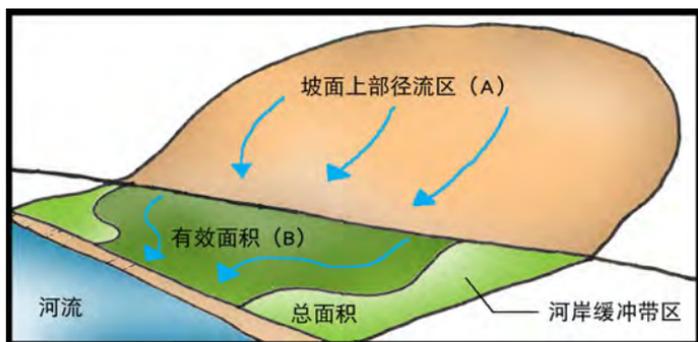
如果径流分布很均匀，则缓冲带宽度可以固定下来 (A)。但由于地形、耕作方式和其它因素的影响，实际的径流往往分布不均，有些地方分散，有些地方集中 (B)。此类情况下，宽度一致的缓冲带效果会差一些。

因此，应根据径流量和缓冲带立地条件的变化来加大或减小缓冲带在不同区域的宽度，做到缓冲带的宽度有一定的



变化。可以在地形图上画出产流区和径流入缓冲带的位置 (C)，可以对缓冲带的宽度进行必要的调整来对应不同的径流量 (D)。在上方坡面径流区域较大，污染物负荷较高的区域，缓冲带也应较宽。

坡面上部径流区域面积与缓冲带区域面积的比例大小可以为进一步设计提供指导 (见 1.8 节)。



1.8 缓冲带有效面积比

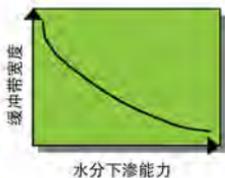
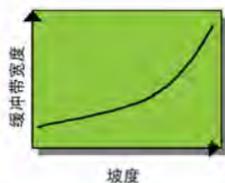
要获得较高的除污率，通过缓冲带区域的径流量要低。有一种方法是设计时考虑上方坡面径流区 (A) 与有效缓冲带区 (B) 的面积比。比率较低 (比如 20:1) 缓冲带的除污能力要比该比率较高 (比如 50:1) 的缓冲带高得多。需要注意的是，缓冲带有效区域是径流流向河流时穿过缓冲带的实际路径，该区域可能比缓冲带总面积要小。

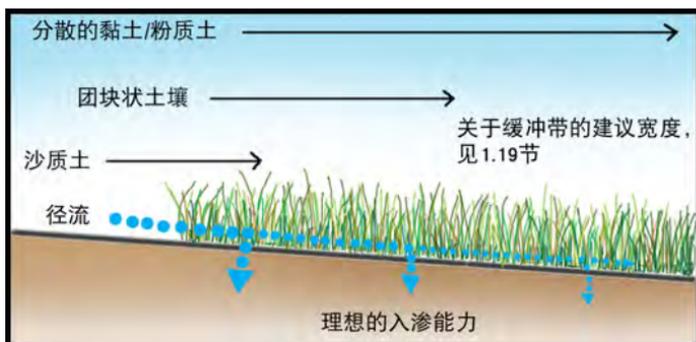
1.9 根据坡度和土壤类型调整缓冲带

地面坡度和土壤的类型对缓冲带从地表径流中去除污染物的能力有很大影响。

坡度较陡会加大污染物流量，减少入渗时间，从而降低缓冲带效果。在此情况下，需要较宽的缓冲带。

入渗能力高的土壤比入渗能力低的土壤可以在更大程度上降低径流。入渗能力低的土壤需要较宽的缓冲带。质地较细的土壤通常比沙质土壤入渗能力低。





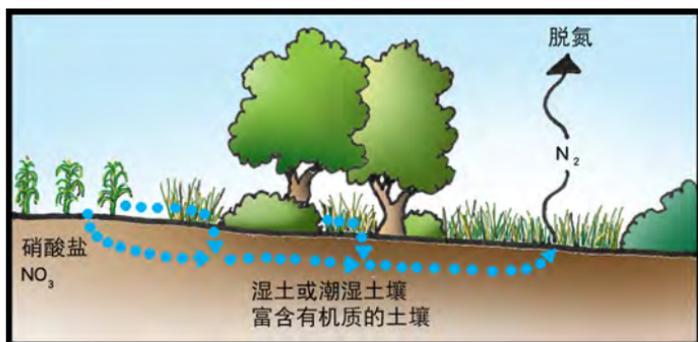
1.10 用缓冲带截留沉积物

沉积物是可以通过缓冲带时从径流中去除出来的污染物。粗颗粒沉积物会最先沉积下来，而较细的颗粒则需要更宽的缓冲带才能去除。缓冲带应该是截留沉积物的最后一道防线。在此之前，应先采用最佳经营管理措施最大程度防止土壤流失。关于沉积物管理问题，见 1.25 节。



1.11 用缓冲带控制病原体

缓冲带可以降低来自城区、牧场、施肥农地和动物养殖场的地表径流中的病原体含量，但要使水质达到标准仅靠缓冲带通常是不够的，还应结合其它比较好的经营管理措施。



1.12 用缓冲带除氮

大部分氮 (N) 都会通过地面水的流动和地下水对硝酸盐 (NO_3) 的渗滤而损失。植物吸收氮, 但是通常不能永久性的将氮去除, 除非植物被收获, 其体内的氮最终还是在植物死亡和分解后回归土壤 (见 1.26 节)。

脱氮是指用缓冲带永久去除氮的过程。在脱氮过程中, 厌氧菌会将硝酸盐转化成氮气 (N_2) 排入大气。缓冲带要能起到有效的脱氮作用, 需要具备以下主要特点:

设计要考虑的主要事项

- 土壤应富含有机质, 这些有机质通常由腐烂的植物提供。
- 土壤应该潮湿或浸水。
- 土壤应有中等或较高的渗透能力以促进水流入渗, 但同时其排水能力应较差, 以保持其无氧条件。粗沙或砂砾层如果较深, 脱氮作用发生前, 水流可以扩散到深层地下水。
- 低温和酸性土质会抑制脱氮过程。
- 有关用来处理地表径流中 N 素的缓冲带宽度的建议请参见 1.19 节。
- 关于用来处理浅层地下水流的缓冲带请参见 1.15 节。



1.13 用缓冲带去除富集磷

径流中的磷 (P) 以颗粒态或溶解状态存在。颗粒态的磷附着于沉积物中, 可以通过缓冲带的沉积作用较有效地截留。溶解态的磷会随径流下渗截留于土壤中。

不像氮可以通过脱氮作用排放到大气中, 磷会在缓冲带累积起来。当磷一旦饱和之后, 缓冲带就成了一个磷含量很高的地方, 需要用其它最有效的管理措施进行必要的处理。

设计要考虑的主要事项

- 防止磷被截留于河岸缓冲林带中, 以免因河水上涨造成新的污染。
- 关于缓冲带的建议宽度, 请参见 1.19 节。
- 种植不用施肥的农作物, 或干草作缓冲带可截留磷并加以利用。收获干草有助于从流域中输出磷和氮 (见 1.26 节), 但要求必须选择高养分需求的植物。





1.14 用缓冲带吸收杀虫剂

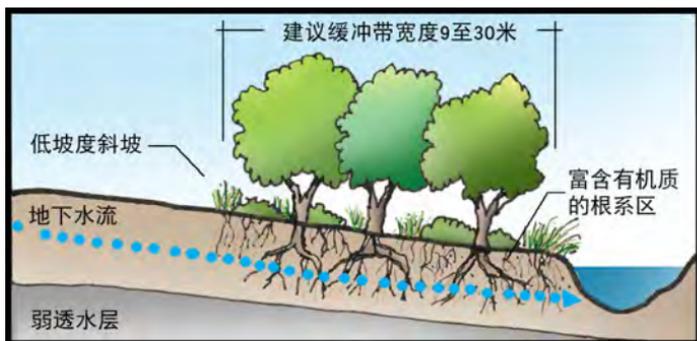
径流中的杀虫剂以附着于沉积物的形式或溶解状态存在。溶解态的杀虫剂通常最易离开施用区域而造成污染。杀虫剂的性质说明中会提供杀虫剂是否易迁移的信息。

设计要考虑的主要事项

- 一些杀虫剂很容易被土壤吸收，而其它则吸收很弱，这一特性可以根据 Koc 值或土壤吸收指数来判断。相应的缓冲带设计建议见下表。
- 水溶解度较高（如大于 30 ppm）的杀虫剂通常需要更宽的缓冲带。
- 半衰期较长（如大于 30 天）的杀虫剂可能需要更宽的缓冲带。
- 除缓冲带以外还应考虑使用其它防止杀虫剂污染的最佳管理措施（见 5.1 至 5.4 节）。
- 有关缓冲带的建议宽度，请参见 1.19 节。

有关杀虫剂性质的说明可从产品标签上找到。

Koc 值对缓冲带吸收杀虫剂的能力的影响		
Koc 值	吸收和迁移	缓冲带设计建议
< 500	吸收程度低， 随水迁移	最大程度提高水流入渗率，延长径流与土壤和植被接触的时间 通常需要较宽的缓冲带
> 500	吸收程度高， 随沉积物迁移	最大程度加大缓冲带截留沉积物的能力 可能只需较窄的缓冲带



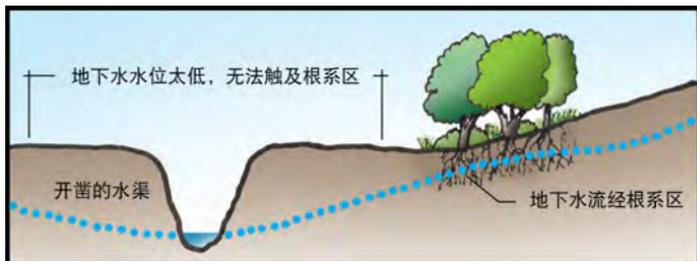
1.15 用缓冲带过滤浅层地下水

缓冲带可以接触到浅层地下水，通过各种过程去除水中的一些污染物。

硝酸盐	去除率可超过 75%
溶解态磷	去除效果不好
杀虫剂	现有数据有限

设计要考虑的主要事项

- 浅层地下水多见于河流、湖岸和湿地附近。在浅层地下水流向河流的情况下缓冲带比较有效（反之则不然）。
- 在地下水涌出或渗出成为泉水的地方，水流流过缓冲带区的速度可能会太快，导致不能有效地净化水质。这种情况下可能需要有更宽的缓冲带，以便水流能不断过滤入渗。
- 沿开凿较深的水渠分布的缓冲带可能不会有效拦截地下水，在离水渠远一些的地方，地下水可能更浅。这些地方才是缓冲带过滤地下水最有效的位置。

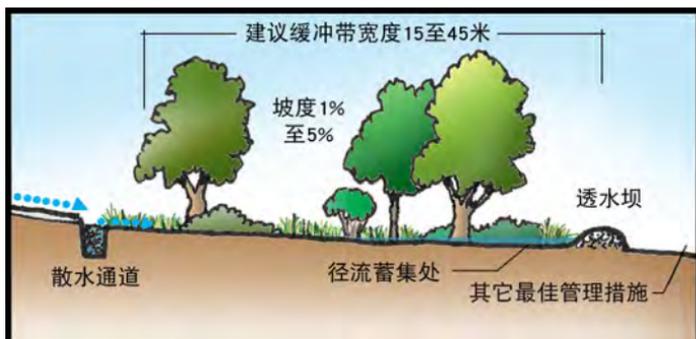


设计要考虑的主要事项(续)

- 大部分浅层地下水中的硝酸盐在进入缓冲带 9 米至 30 米的范围内发生还原。
- 在地下水流因密实的土壤层（弱透水层）或岩床隔绝而汇集在根系区内（大约在 0.9 米以内）的地方，硝酸盐的去除率最高。
- 选择深根性植物以拦截地下水流。
- 选择能适应地下水位季节性涨落并且根系发达的植物。
- 地下水流的自然状态很复杂，必要时咨询相关领域专家。
- 在因铺设排水瓦管或沟渠导致地下水排放增加的区域，地下水流往往不经处理绕过缓冲带流出。在排水瓦管或沟渠的末端修建人工湿地可帮助减轻这一问题。



用以处理浅层地下水污染的缓冲带	
变量	有利于增加处理能力的因素
坡度	地表坡度低（0%到3%）
水位深度	地下水位浅（地表以下0至0.9米）
湿土	存在并且占据较大宽度（≥ 9米的缓冲带宽度）
离污染源的距離	缓冲带距污染源较近
土壤排水等级（自然排水）	排水等级处于很差、不良、略不良水平
有机质	土壤有机质含量较高



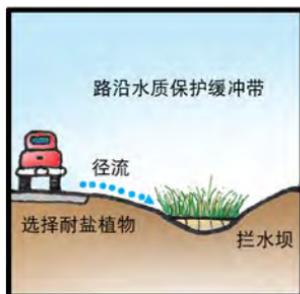
1.16 城市径流和道路边沿

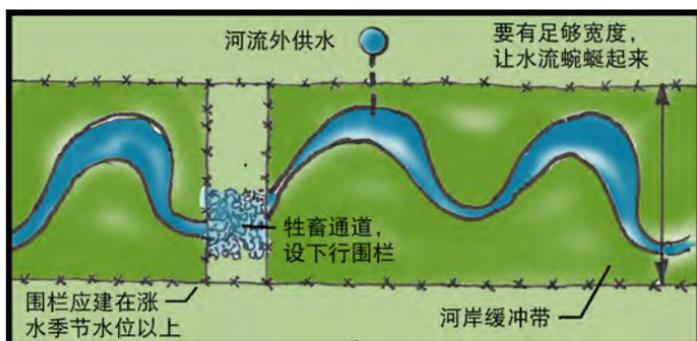
用于控制城市径流的缓冲带在截留沉积物方面较为有效，但在处理溶解态的污染物方面效果较差。城市有暴雨时，如果大量径流水汇集并流经缓冲带，这样的缓冲带应对暴雨的效果可能不好。缓冲带既要设计成不被水流淹没，又不能被水流绕过。

主要设计考虑事项

- 缓冲带最适合建于低到中等建筑密度的区域（不透水地面比率小于 20%）。
- 对于透水地面，流入缓冲带的水流的长度应小于 46 米；对于不透水地面，长度应小于 23 米。
- 可利用散水通道使汇集的水流沿缓冲带宽度方向分散。
- 除缓冲带以外，其他有效的管理措施，包括开发土地时最大程度减少不透水地面的建造。

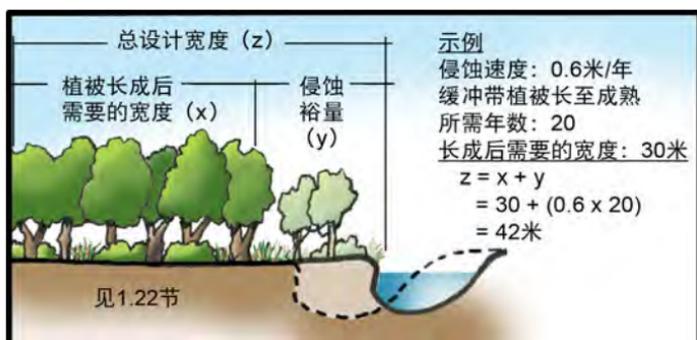
路沿缓冲带通过过滤径流来提高水质。使用拦水坝降低水流速度，增加其停留时间。在公路撒盐的地方，选择耐盐植物。





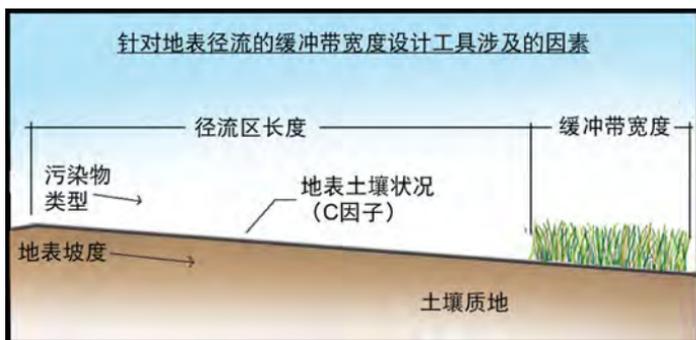
1.17 缓冲带和放牧

为保护水质，往往需要用篱笆将河岸缓冲带和牧场隔开。放牧从缓冲带中去除养分的效果有限（见 1.26 节），但可能加快河岸侵蚀。有些河岸缓冲带可以容许短期放牧。但在土壤潮湿、植物处于萌芽期、播种期或天气干旱且植被生长受限的情况下，不应进行放牧。



1.18 缓冲带对河岸侵蚀的缓冲

为降低河岸侵蚀建造的缓冲带，需要考虑增加一定的额外宽度，以适应植被在成熟之前发生的侵蚀，即使是发育完全的植被也可能无法完全阻止对河岸侵蚀，因为一些侵蚀是自然发生的。在土壤严重退化的流域，仅有植被还不能完全减轻河岸侵蚀，解决侵蚀问题还需考虑其它原因。



1.19 针对地表径流的缓冲带宽度设计工具

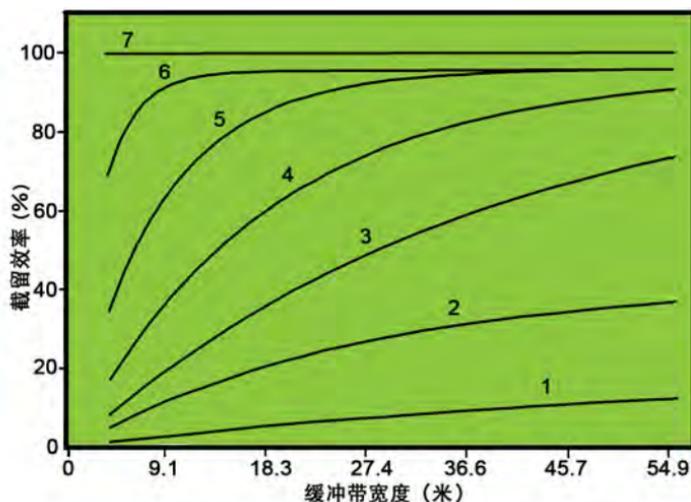
在任一给定位置，缓冲带从地表径流中去除污染物的能力主要取决于其宽度。以下几页图表可用来估算缓冲带要去除污染物应有的宽度。

这一工具可以为各种条件的立地快速估算出缓冲带设计宽度。也可以根据地面坡度、土壤质地、立地大小和土壤表面状况对计算结果作相应的调整。该工具可以用来估算处理沉积物、附着于沉积物的污染物、以及溶解态污染物分别需要的缓冲带宽度。

该工具起初是针对处理农田径流创建的，但也可以在其他用途的土地类型中加以应用。

有关这一工具是如何创建的问题，请参考本条设计原则后面的“常见问题”一节。

针对地表径流的缓冲带宽度设计工具



缓冲带宽度对照图

表A-1与曲线图中各条曲线对应的立地条件

曲线号	径流区长度 (米)	C因子 ¹	地表坡度 (%)	土壤质地	污染物类型
7	198	0.5	2	细砂质壤土	沉积物
6	198	0.15	2	粉质粘壤土	沉积物
5	198	0.5	2	粉质粘壤土	沉积物
4	396	0.5	2	粉质粘壤土	沉积物
3	396	0.5	2	细砂质壤土	溶解物
2	198	0.5	10	粉质粘壤土	沉积物
1	396	0.5	2	粉质粘壤土	溶解物

1. C因子等于0.5代表犁耕和圆盘耙耕整的条播作物，有中等数量的作物残体回归土壤表面。C因子等于0.15代表保护性耕作或免耕的土地，回归土壤的残体比例很高。其它土壤覆盖管理状况对应的C因子数值见下一页。

缓冲带宽度对照图——七条曲线分别代表用来描述典型农业用地的七种不同的立地条件（见表 1.19A）。各条曲线逐级变化，代表污染物去除水平的范围，使用这一曲线图就可以根据已知的立地条件，选择一条最合适的曲线。

如何使用缓冲带宽度设计工具

1. 从表 A 中所描述的立地条件选择最接近实际立地状况的参考线编号。
2. 根据现有立地条件和污染类型与参考线代表的状况和类型的差别，从表格 B 中选择高于或低于参考线编号的曲线编号。具体做法是：
 - 将正负数值相加获得总调整数。
 - 将总调整数与参考线编号相加。所得结果即为用以确定该立地缓冲带设计宽度的合适的曲线号。
3. 确定希望达到的污染物去除水平，然后使用曲线图中的合适参考线，估算可以获得这一水平的相应的缓冲带宽度。

表B—曲线选择调整规则

调整规则	
污染物类型	溶于水的污染物改成沉积物，则选择上数第三条线（原序号+3） 溶于水的污染物改成全磷，则选择上数第二条线（原序号+2） 沉积物改成全磷，则选择下数第一条线（原序号-1） 沉积物改成溶于水的污染物，则选择下数第三条线（原序号-3）
径流区长度	径流区长度每减一半，选择上数一条线（序号+1） 径流区长度每加一倍，选择下数一条线（序号-1）
地表坡度	坡度每降低2.5%，选择上数一条线（序号+1） 坡度每增加2.5%，选择下数一条线（序号-1）
土壤质地	土壤粗糙度每升高一个等级，选择上数一条线（序号+1） 土壤精细度每升高一个等级，选择下数一条线（序号-1）
C因子	C因子数值每降低0.35，选择上数一条线（序号+1） C因子数值每升高0.35，选择下数一条线（序号+1）

污染物类型

溶于水的污染物包括硝酸盐、溶解态磷以及可溶于水的杀虫剂

径流区长度

缓冲带径流来源区域的长度

地表坡度

缓冲带和径流来源区的平均坡度

土壤质地等级

砂土—包括砂质壤土、砂质粘壤土和细砂质壤土

壤土—包括极细砂质壤土、壤土和粉质壤土

黏土—包括粘壤土、粉质粘壤土和粉质土

C因子（来自通用土壤流失方程）

消耕农地 = 1.0

牧场、永久性草场 = 0.003

建筑工地，无覆盖物 = 1.0

犁耕农地，有少量作物残体 = 0.8

森林，林冠郁闭 = 0.0001

建筑工地，有稳定覆盖物 = 0.1

如何使用缓冲带宽度设计工具举例

以下两个表格是使用缓冲带宽度设计工具的两个例子。在示例1中，调整后的最终参考线是曲线4，而在示例2中，最终参考线是曲线1。下图中的虚线表明如何根据两个例子中两种所需截留效率来确定相应的缓冲带设计宽度。

示例1—沉积物			
变量	初始参考线	立地条件	调整幅度
径流区长度	198米	350米	-1
地表坡度	2.0%	4.5%	-1
土壤质地	粉质粘壤土	壤土	+1
C因子	0.5	0.5	0
污染物类型	沉积物	沉积物	0
曲线号	5		

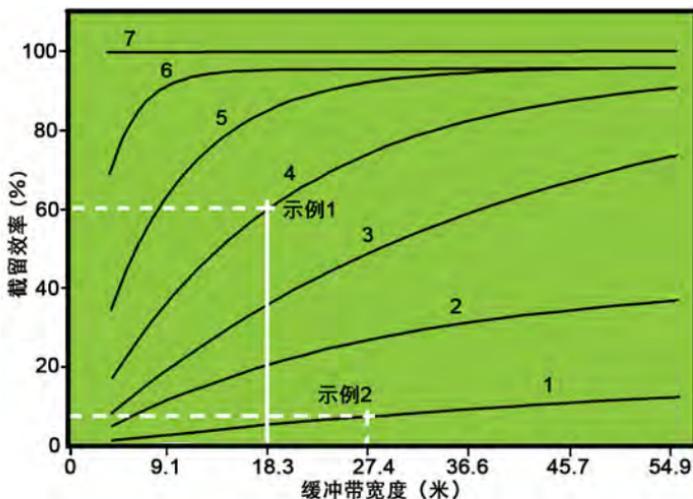
总调整量: $(-1)+(-1)+(1)+(0)+(0) = -1$

最终设计参考线: $(5) + (-1) = 4$

示例2—硝酸盐			
变量	初始参考线	立地条件	调整幅度
径流区长度	396米	399.3米	0
地表坡度	2.0%	5.0%	-1
土壤质地	粉质粘壤土	粉质壤土	+1
C因子	0.5	0.5	0
污染物类型	沉积物	溶解物	-3
曲线号	4		

调整总量: $(0)+(-1)+(1)+(0)+(-3) = -3$

最终设计参考线: $(4) + (-3) = 1$



有关缓冲带宽度设计工具常见问题

该工具是如何创建的？

该工具是利用一个名为植被过滤带模型（Vegetative Filter Strip Model, VSFMOD）的复杂的缓冲带数学模型创建的。该模型用来计算来自农田的径流量和沉积量，以及它们在缓冲带中的沉积和入渗情况。使用该模型根据不同组合的坡度、土壤质地、农地 C 因子、农田长度以及沉积物和水截留效率，可以估算缓冲带所需的宽度。计算过程假设其它立地条件保持不变（见下表）。有关更多信息，参考 Dosskey 等作者 2008 年的文章。

用以进行模拟计算的立地条件	
因素	条件
缓冲带	植被成熟，覆盖稳定的草地 坡度和土壤质地与径流来源区一样 径流分布均匀
径流区	沿等高线耕作（P因子=1.0） 降雨前土壤潮湿
降雨	一次性降雨 一小时降雨量6厘米

这一工具有哪些局限？

这一工具没有考虑沉积物的长期堆积或者溶解态污染物的长期去向，应该提醒使用者，估算的截留效率只是一个粗略的估算值，其准确度会随时间的流逝而降低。通过减少立地因子，该工具用起来变得更为简单，但其精度不如使用全部因子准确。

此设计工具是否可以将其它立地因素考虑进去？

可以，任何立地状况若使径流负荷加倍或减半，则对应的曲线应为紧挨初始参考线的下一条或上一条曲线。要考虑不同大小暴雨对设计的影响，每小时 9 厘米和每小时 3.8 厘米的降雨量，相比创建参考线时使用的每小时 6 厘米的降雨量，其产生的径流负荷将分别为加倍或减半。

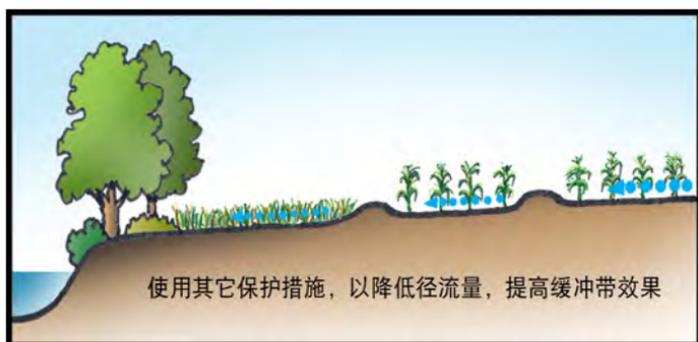
有关缓冲带宽度设计工具常见问题（续）

宽度狭窄的缓冲带（小于 4.5 米）是否可行？

宽度小于 4.5 米的狭窄缓冲带在某些地方可以有效地去除沉积物。这些地方的立地条件应非常接近曲线 5、6 和 7 所代表的状况（坡度相对较小，径流区域较小，土壤渗透性好）。

如果该工具表明使用缓冲带效果将不会很好怎么办？

在某些情况下，根据目标截留效率估算出的缓冲带宽度可能会超出土地所有者愿意提供的土地宽度。遇到此类情况，应考虑采取其它进一步的保护措施来减小径流量，这是要提高任何保护缓冲带系统的有效性都应考虑的第一步（见下图及 1.1 节）。

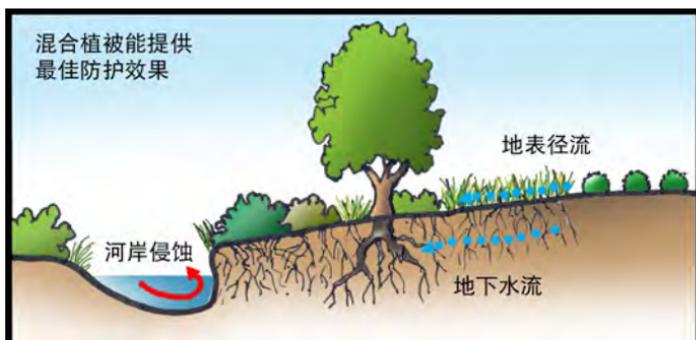


如果径流分布不均怎么办？

径流分布不均相当于给缓冲带部分区域增加了径流负担，从而降低缓冲带效果。在估算缓冲带有效区域的宽度时应选择下面一些的曲线（见 1.7 和 1.8 节）。可以建立草障，来帮助分散汇集的水流，增加缓冲带的有效区域（见 1.21 节）。

栽种乔木和灌木有何影响？

缓冲带宽度设计工具是以稠密草皮作为缓冲带植被的条件下创建的。乔木和灌木可以是缓冲带的一部分，只要地表有稠密的覆盖物（植物和植物残体），可以充分阻挡水流，（见 1.20 节）就可以使用该工具。



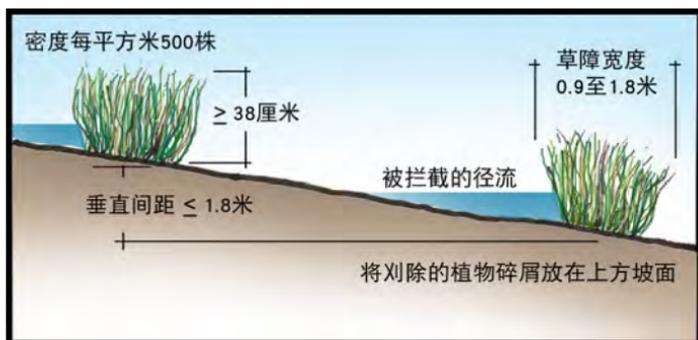
1.20 选用抗污能力强的树种

植被去除污染物的功能包括降低水流速度、促进沉积和入渗、促进养分吸收和污染物中有机物的转化。

多种植被都具备这些功能，将草本和木本物种结合起来效果会最佳（见下表）。植被的选择要根据环境容量和土地所有者偏好来定。

其它因素（如宽度、坡度、位置、缓冲带面积比以及土壤状况）可能会比植被类型起的作用更重要。

水质保护缓冲带的植被选择	
一般标准	
地表径流	植物茎秆和残体分布密度高 茎秆质地硬 能承受沉积物的堆积 能承受高含量的养分和其它污染物 径流多发季节应处于生长活跃期
地下水流	植物根系能截留地下水流 植物根系生物量大 耐水湿和高养份 避免使用固氮植物
河岸侵蚀	见1.18和1.22节



1.21 硬茎草草障

草障是由垂直栽种于斜坡上又高又密、茎秆较硬的草本植物构成的狭长植被带。草障作为屏障可以减缓和蓄集径流，促进沉积物的入渗和沉积，主要在容易形成水沟的陡坡来减缓和分散汇集的水流。



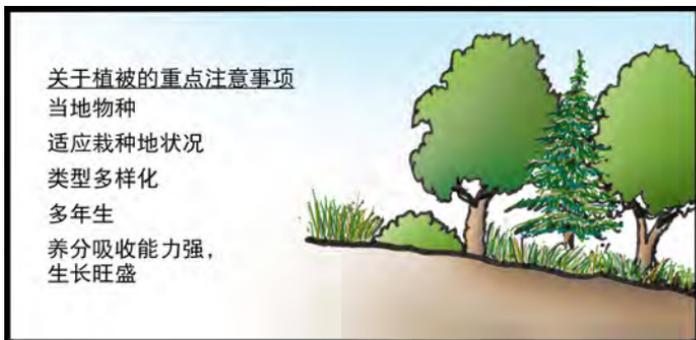
1.22 控制河岸侵蚀的植被

须根发达的草本植物能更好的防止河岸侵蚀。深根性木本植物则更利于增强土壤粘结力，减少斜坡大块坍塌的发生。木本植物最好是选择那些从根系或断枝能重新萌芽的物种，最好是混合栽种多种类型的植物。



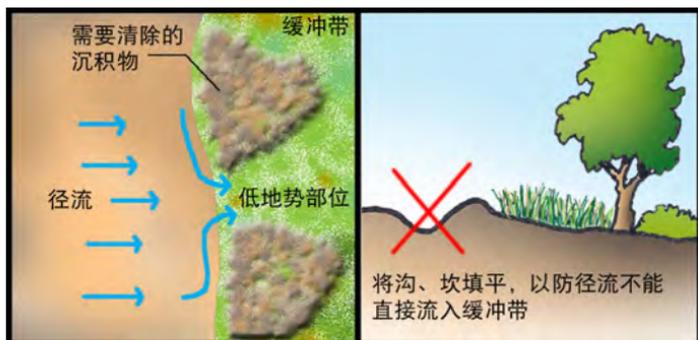
1.23 选用能清除河道中的污染物的物种

缓冲带有助于促进河道中一些物理和生物过程的发生，这些过程可去除河流中携带的污染物。细小的植物残体利于脱氮和杀虫剂的降解，而体积较大的树木残体则有助于污染物的沉积（见 2.11 节）。河道中污染物的去除率是一个变量。在河道较小，水流较慢的情况下，缓冲带对河流污染水平的影响通常较大些。



1.24 树种选择

栽种植物时，要根据当地的立地条件选择原生植物群落中的物种。为最大程度防止虫害和疾病的发生应选用多种植物混合栽植。选择多年生植被，以提供永久性的覆盖并逐步提高土壤入渗率。用于吸收养分的植被在径流多发季节应该刚好处于快速生长期。



1.25 沉积物清除

随着时间的推移，截留于缓冲带中的沉积物会慢慢影响流入缓冲带的水流，最终导致水流更加集中。因此，不断堆积的沉积物需要定期清除。应先在污染源区使用侵蚀控制的措施来减小沉积量，最大程度降低未来清除缓冲带中沉积物的需要。在缓冲带水流流入方向，要防止因人工耕作或沉积形成沟道或土坎。



1.26 收割植被以去除养分

收割和去除缓冲带的植被有利于促进植物再生和养分吸收。虽然可以通过放牧去除一部分植被，高达 60% 至 90% 被牲畜摄入的养分还是会通过粪便和尿液回归土壤。收割植被这一方式应和其它管理办法配合使用。



1.27 植物演替

耐污染能力较强的植物可以在受到污染的径流中正常生长，随着时间的推移，缓冲带的植物群落可能因此发生变化，草本植物缓冲带中的乔木和灌木会逐渐成为主要植被。要保持草本植物的稠密覆盖和木本物种的覆盖比例，就要定期伐除其中的乔木和灌木。



1.28 植被和交通

在缓冲带中通行车辆会压实土壤，降低其入渗能力，并降低植被密度。栽种木本植被可以防止车辆进入缓冲带，防止土壤遭受碾压。只栽种草本植物的缓冲带因为容易移除，更易受土地管理方面变化的影响。







2. 生物多样性

目标

- 改善陆生栖息地
- 改善水生栖息地

缓冲带功能

1. 增加栖息地面积
2. 保护脆弱栖息地
3. 恢复栖息地连通性
4. 利于资源的充分利用
5. 为河流提供遮荫，维持水体温度

针对生物多样性保护的设计原则	缓冲带功能				
	增加栖息地面积	保护脆弱栖息地	恢复栖息地连通性	利于资源的充分利用	为河流提供遮荫，维持水体温度
2.1 基质简介	✓	✓	✓	✓	
2.2 斑块简介	✓	✓	✓	✓	
2.3 廊道与连通性	✓	✓	✓	✓	
2.4 廊道与连接区	✓	✓	✓	✓	
2.5 廊道网络	✓	✓	✓	✓	
2.6 气候变化与廊道	✓	✓	✓	✓	✓
2.7 跳板与缺口	✓	✓	✓	✓	
2.8 连接缓冲带与廊道	✓	✓	✓	✓	
2.9 廊道宽度	✓	✓	✓	✓	

针对生物多样性保护的设计原则	缓冲带功能				
	增加栖息地面积	保护脆弱栖息地	恢复栖息地连通性	利于资源的充分利用	为河流提供遮蔽，维持水体温度
2.10 廊道的边缘效应		✓	✓	✓	
2.11 水生栖息地与缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 河流温度与缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 道路与野生动物通道			✓	✓	
2.14 路沿廊道	✓		✓	✓	

有利于生物多样性保护的补充设计原则	缓冲带功能				
	增加栖息地面积	保护脆弱栖息地	恢复栖息地连通性	利于资源的充分利用	为河流提供遮蔽，维持水体温度
1.4 缓冲带在流域中的位置	✓	✓	✓	✓	✓
1.14 用缓冲带吸收杀虫剂		✓			
3.2 防风林带	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 草本植物风障	✓		✓	✓	
3.4 草皮水道	✓		✓	✓	
4.5 农林间作	✓		✓	✓	
4.9 传粉昆虫栖息地	✓		✓	✓	
5.1 用缓冲带控制虫害	✓		✓	✓	
5.2 吸引益虫的植物	✓		✓	✓	
5.3 缓冲带与气雾漂移		✓			
6.5 创造良好的生态环境	✓	✓	✓	✓	✓
7.1 步道设计与野生动物	✓	✓	✓	✓	
7.2 根据动物逃逸距离设计缓冲带		✓	✓	✓	
7.3 沿河岸廊道修建步道		✓	✓	✓	✓



2.1 基质简介

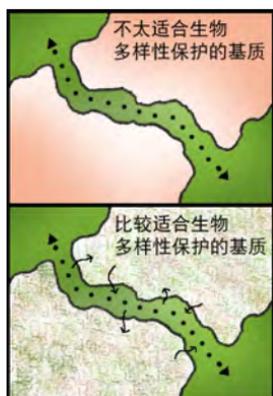
在设计用以改善生物多样性的廊道时，应同时考虑斑块和基质的作用。在以人类活动为主的景观中，基质通常是开发过的土地（如城市、农田），而斑块则是与周边区域不同的分布有动植物群落的残留区域。

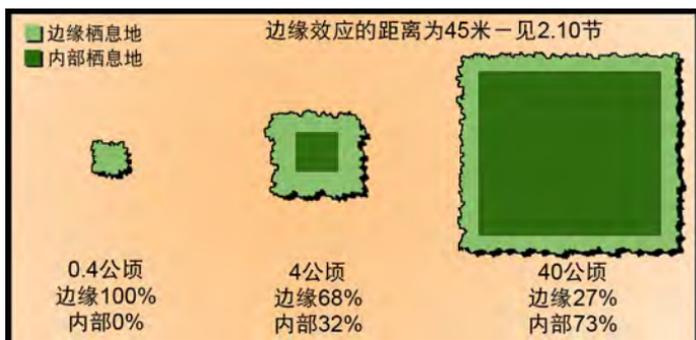
用廊道连接孤立斑块的潜在价值取决于基质的类型和基本状况。在基质不利于生物多样性保护的景观中修建的廊道通常会更有价值。

以下是为保护生物多样性，在基质管理方面需要考虑的事项。关于斑块的设计原则见下一页。

有关基质的主要设计原则

- 从多时空角度考虑基质问题。
- 使开发区域较为集中，以便留下更多空地。可能的话利用其它最佳发展策略。
- 尽量减少对自然植被的干扰。
- 尽量减少非原生物种的引入和扩散。
- 合理控制干扰性的活动（如干草收割、土石挖掘）以降低不良影响。





2.2 斑块简介

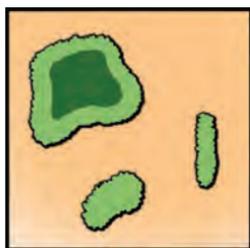
大型斑块通常能提供更多高质量的栖息地，其结果是容纳的物种更加丰富，更为多样化。斑块越大，其所包含的内部栖息地的比例就越大。这就有利于居于内部栖息地中的物种的生存，因为这些物种往往最易受到栖息地缩小和破碎化的威胁。

物种所需的最小斑块面积很大程度上依赖于物种类型、栖息地质量和周围景观的状况。下表提供了不同物种所需要的斑块面积汇总表。一般来说，大型动物需要更大的斑块。请咨询生物学家以获得更为准确的数据。

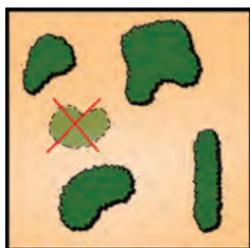
物种类别	斑块面积
 植物	2至>101公顷
 无脊椎动物	4.6平方米至>1公顷
 爬行类和两栖类动物	1.2至>14.2公顷
 草地鸟类	4.9至>54.6公顷
 水禽	≥4.9公顷
 森林鸟类	2至>38.4公顷
 小型哺乳动物	1至>10公顷
 大型哺乳动物	16.2公顷至>5.2平方公里
 大型肉食哺乳动物	9.1至>2201.5平方公里

有关斑块的主要原则

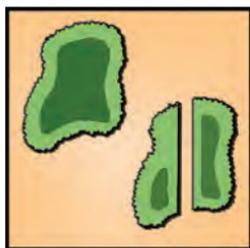
在保护生物多样性方面，尤其在栖息地有限的区域，小型斑块起着非常重要的作用。小型斑块可以囊括多种栖息地类型或特殊栖息地。在景观规划中，应该包含大小不等的所有斑块。



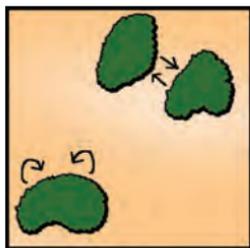
斑块重复对于任何规模的生态系统都极为重要。如果多个斑块共存于一个区域，则即使其中一个受到破坏或出现退化，生存其中的物种也可能不会受到严重威胁或遭遇灭绝。



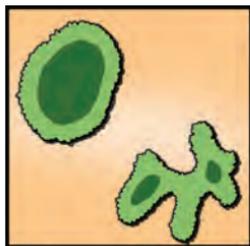
假定有两个斑块面积完全相等，一个呈碎片状，另一个连成一片，则后者的价值远远大于前者。后者所能保持的生物多样性水平更高，负面边缘效应更低。

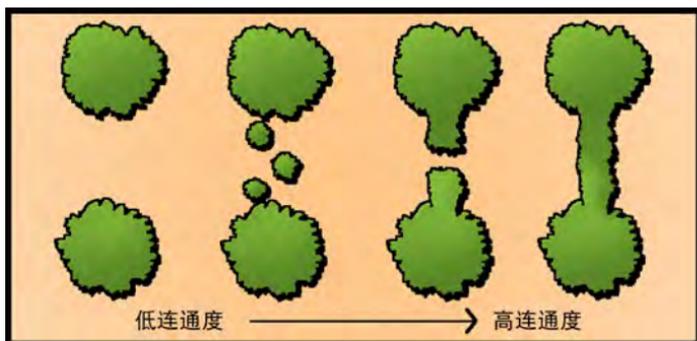


斑块间的距离越小，物种间彼此交流的机会就越多。这一潜在的交流能否进行取决于物种类型和它们的迁移能力。



形状越不复杂的斑块其边缘栖息地的比例也越低，能为内部物种提供的益处也越大，而内部物种往往是更需保护的物种。





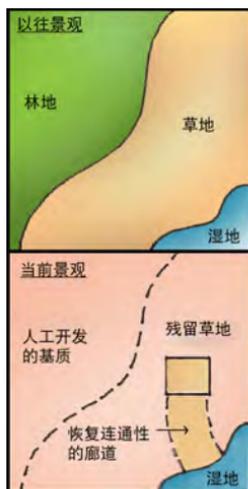
2.3 廊道与连通性

不同斑块用廊道连通提供通向其它栖息地区的通道，促进基因流动，提高物种生存能力，促进斑块的重新利用和保护栖息地，从而有利于保护生物多样性。

不过有些情况下，连通不同斑块可能带来无法预料的后果或并不成功。廊道可能受边缘效应的严重影响，可能增加寄生病蔓延，增加其他疾病传播的风险，也可促进入侵物种的扩散（见 2.10 节）。廊道若不能符合目标物种的迁移和栖息要求则可能发挥不了作用。

主要设计考虑事项

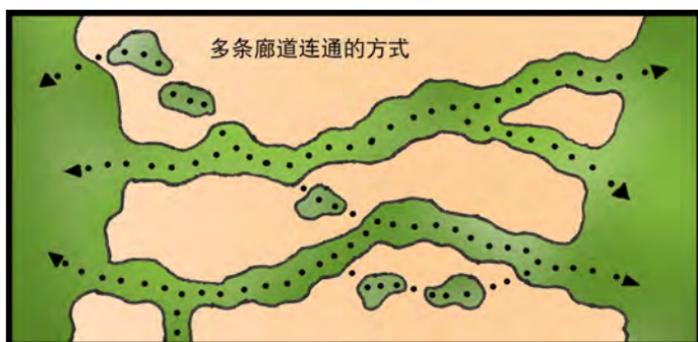
- 从多种时空尺度设计廊道。
- 只要可能，廊道应提供高质量的栖息地。
- 廊道走向要沿生物扩散和迁徙的路线分布。
- 廊道（尤其是区域性的廊道）要避免只途经一种地形。
- 廊道中的植被最好与斑块的植被相近。
- 恢复历史上原有的斑块连接，一般情况下，应避免连接原先不连通的斑块。





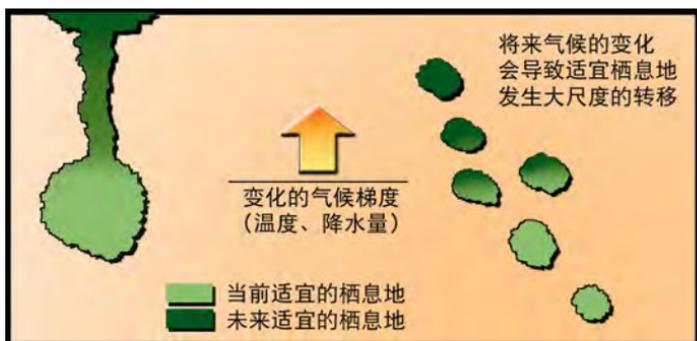
2.4 廊道与连接区

避免建成单一植被类型的带状廊道，尽量将廊道设计成宽阔的连接区。使用这一方法，廊道可以连接物种需要的不同类型的栖息地来加强栖息地连通度，或有助于在生态连通中维持各种生态系统过程（如气候变化、种子散播等）。



2.5 廊道网络

一旦某一廊道遭到破坏，网络状的廊道可以为生物迁移提供多条通道，从而减少由此带来的影响，不过，连通度的增加也可以加快诸如疾病、寄生虫、入侵物种等的传播。但廊道网络是连通某一区域多快栖息地的一种有效途径。



2.6 气候变化与廊道

当前和未来的气候变化可能会对生物多样性和其它资源带来显著影响。廊道和缓冲带有可能通过多种途径减轻这些影响：

1. 减少温室效应气体（见 4.2、4.7 和 4.8 节）
2. 气候发生变化时利于物种的迁移
3. 保护脆弱区域以免遭受逐渐增多的气象灾害，如洪水和沿海风暴潮的破坏
4. 为物种提供小气候避难区及栖息地

如果气候变化的速度太快导致物种来不及迁移，则廊道对于生物多样性保护的价值比较有限，甚至可能仅仅使那些迁移灵活，适应力强的物种（包括入侵物种）得益。

设计要考虑的主要事项

- 用以应对气候变化的廊道可能最适合建于人工开发程度较低的景观中。
- 宽阔的连接区可能比界限分明的狭长廊道更有效（见 2.4 节）。
- 将跳板和廊道结合利用可能最有利于生物的扩散和迁移（见 2.7 节）。
- 穿越不同海拔区域的廊道利于物种在山地景观中的迁移。



设计要考虑的主要事项（续）

- 廊道与斑块的布局要能在多种空间尺度上为生物提供应对不利气候的避难区。
- 廊道要途经多种地质环境和土壤的区域，以适应不同植物的生长需要。
- 河岸缓冲带有助于减轻气候变化造成的河流温度变化（见 2.12 节）。
- 根据气候梯度的预期变化布置廊道走向。



当要新栽植长期生长的植物时，有必要选择能适应气候变化的树种。根据气候变化模型制定出的木本植物分布图可以作为参考，这些分布图可以用来预测哪些物种需要更多的迁移才能维持生存。关于树种分布的气候变化图集可以从网上找到。





2.7 跳板与缺口

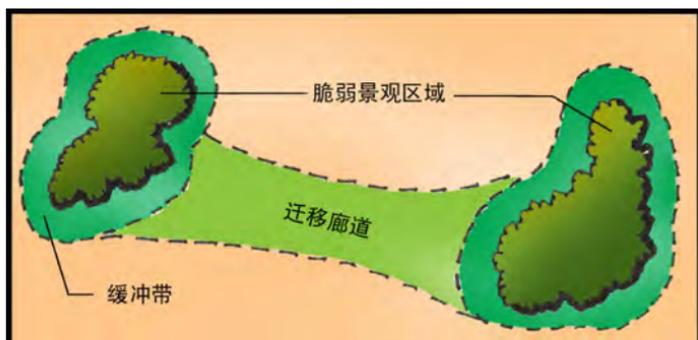
小型斑块可起到跳板的作用，方便物种在大型斑块之间迁移，在破碎化的景观中起着重要作用。但是，失去一块跳板通常会阻碍迁移，增加斑块孤立程度。

跳板之间的距离或连续廊道中的缺口一旦超过某一临界宽度，就会形成障碍，某些物种可能就不能穿越，这些缺口应该得到修复。

关于控制缺口设计的主要注意事项

- 缺口与廊道两侧植物群落的差异越大，缺口的宽度应越小，以免造成迁移障碍。
- 物种体型越小，所能适应的临界缺口宽度通常也越小。
- 对栖息地有特殊需求的物种，能适应的临界缺口宽度也较小。
- 对于靠视野决定能否跨越障碍的物种而言，临界缺口宽度可能取决于是否能看到下一跳板或缺口对面的廊道。
- 对于河岸廊道而言，应优先恢复下游主河道沿岸的缺口，这样更有利于保护生物多样性。



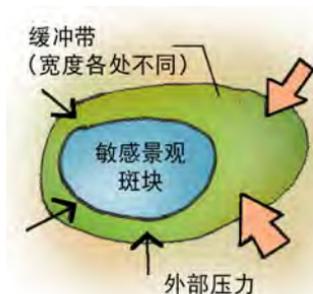


2.8 连接缓冲带与廊道

将缓冲带和廊道连接起来是一种物种保护的策略。缓冲带是用来保护脆弱景观斑块（如湿地、野生动物保护区等），防止其受不良外部压力影响的专门区域。廊道则用来连接受缓冲带保护的景观斑块。

缓冲带的宽度应该根据所需的生态功能、景观要素及外部压力来决定。对于保护湿地中的龟鳖和两栖类生物，周边陆地缓冲带的建议宽度为 75 至 300 米。对于野生动物保护区或公园来讲，缓冲带可能需要好几公里的宽度。

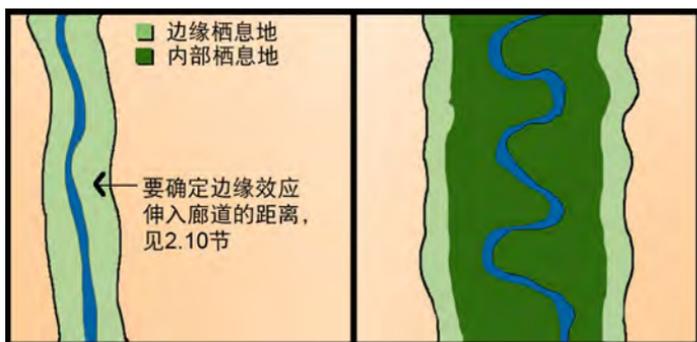
有关边缘效应的距离，参考 2.10 节。这些距离数据可以为防止边缘效应，创建栖息地周围的缓冲带提供指导。有关涉及人类活动的缓冲带区的设计原则，见 7.2 节。



主要注意事项
根据具体的生态功能决定缓冲带宽度

根据景观要素和外部压力调整缓冲带宽度

限制缓冲带中的人为活动，以利景观斑块目标的实现



2.9 廊道宽度

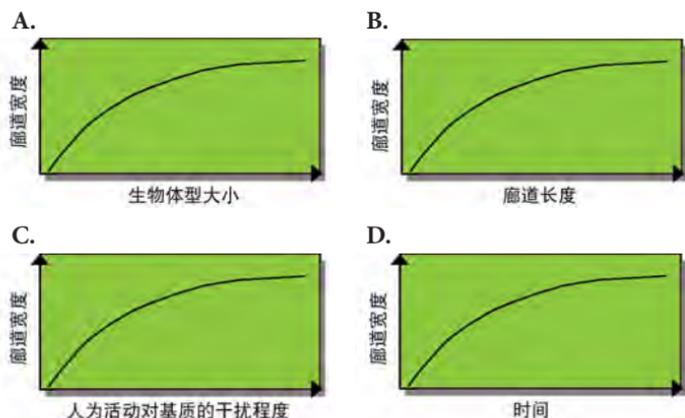
宽阔的廊道，包括高地和河岸廊道，能提供更大的栖息地面积，减轻边缘效应，并且通常能为物种迁移提供更多机会。宽阔的河岸廊道有助于方便水流蜿蜒流动，总之，能提供质量更高，环境更加多样的栖息地。

有多项研究曾考察过特定物种所适合的廊道宽度的问题。不过，这些研究很多都没有对不同廊道宽度的效果进行对比，不足以确定最佳廊道宽度。并且，对于给定的宽度，廊道的效果会因其长度、栖息地连续性、栖息地质量以及其它因素的不同有所差异。

在考虑到这些局限的前提下，下一页的条状图总结了不同物种迁移所需廊道的研究数据。黑色长条表示建议的最小廊道宽度，灰色长条表示建议宽度的上限。这些只是大致范围，要获得更准确的数据应该咨询生物学家。

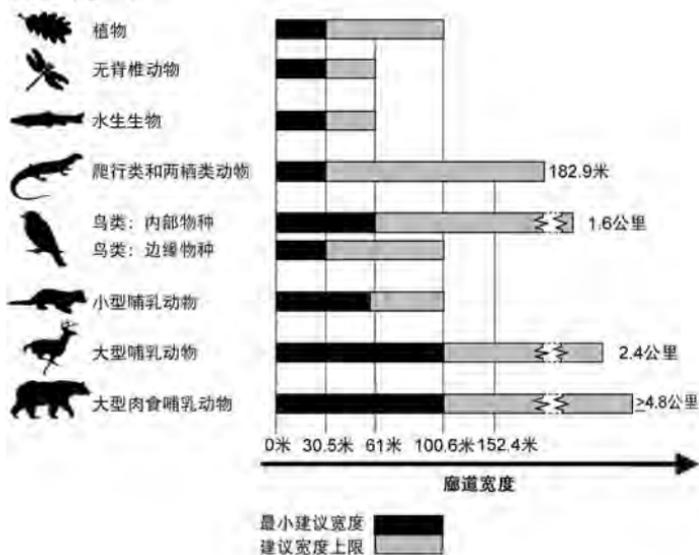
根据这一研究，我们可以得到廊道宽度与其它因素的一般关系（见曲线图）。

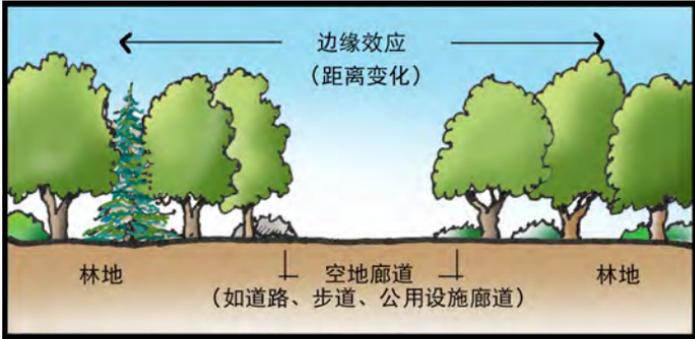
- A. 物种体型越大，便于迁移并为其提供潜在栖息地所需要的廊道的宽度也越大。
- B. 廊道长度增加，宽度也应相应增加。较短的廊道比长一些的更可能增加斑块的连通度。



- C. 在栖息地面积有限或者主要被人类活动占据的景观中，廊道通常需要更宽。
- D. 需要数十年或数百年持续发挥作用的廊道需要更宽。由于气候的变化，需要很长的时间，缓冲带的功能才能显现出来，这包括迁移速度很慢的生物的扩散、基因流动、因气候变化导致的物种分布变化等等。

廊道宽度一览





2.10 廊道的边缘效应

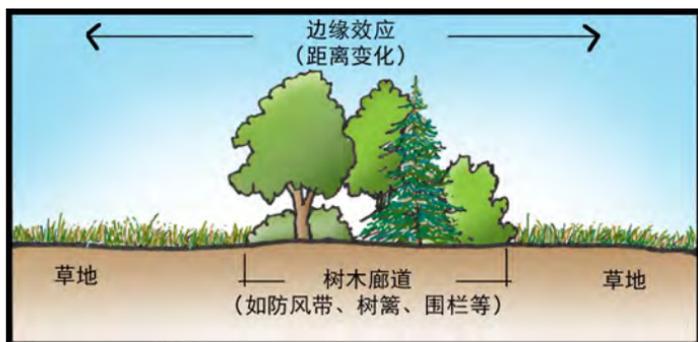
建于林地和草地中的廊道会对林地或草地产生负面的边缘效应。这样的例子包括林地道路和草地中的灌木、树篱。

负面边缘效应包括增加寄生问题或疾病传播的风险、增加物种被捕食的危险、造成不利的微观气候环境、以及带来入侵物种的竞争等。设计廊道时都应考虑这些因素。

为降低负面边缘效应的主要注意事项

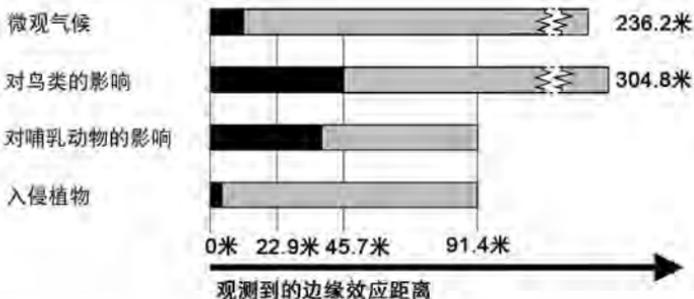
- 使廊道沿原有边缘分布，避免分割栖息地斑块。
- 将不同用途的廊道集合在一起最大程度减轻栖息地破碎化（比如，将道路和工业设施合在一起）。
- 在林地边缘栽植密集繁茂的植物，以降低边缘效应的发生。
- 较狭窄的廊道对两旁栖息地产生的边缘效应通常较轻。
- 如果景观中的斑块已经主要由边缘区域构成，则增加廊道可能不会产生更多的负面影响。



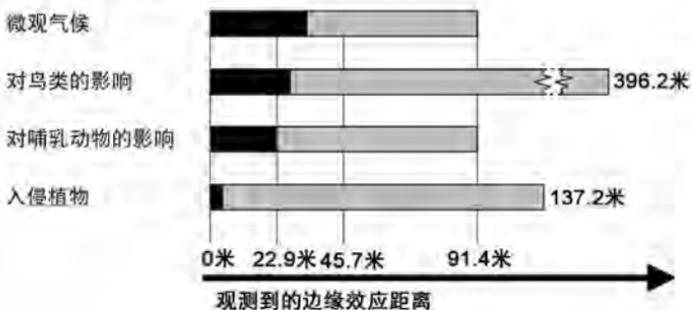


这些统计图总结了各种边缘效应的影响范围。图中的距离可用来估算受影响的范围，从而提供了降低这种影响的设计方法。

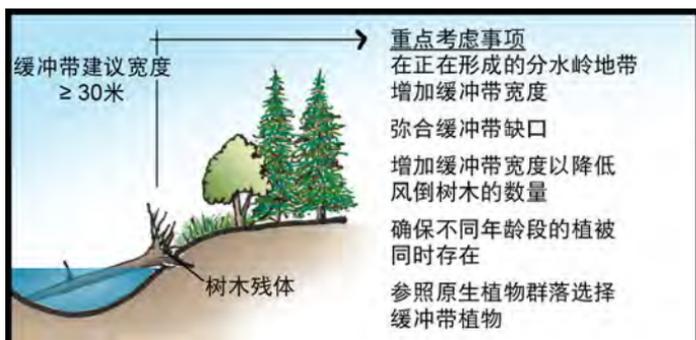
林中空地



草地中的树木廊道



观测到的最小边缘效应距离
 观测到的最大边缘效应距离



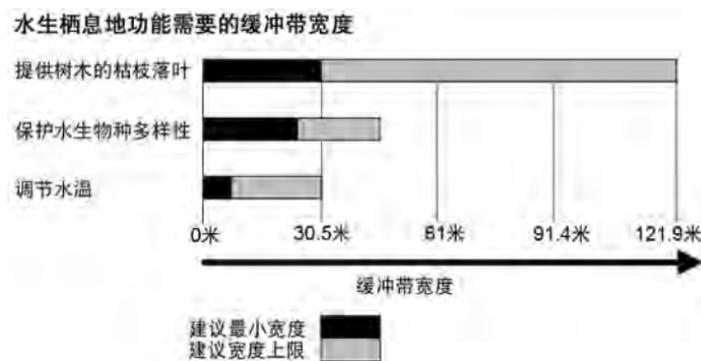
2.11 水生栖息地与缓冲带

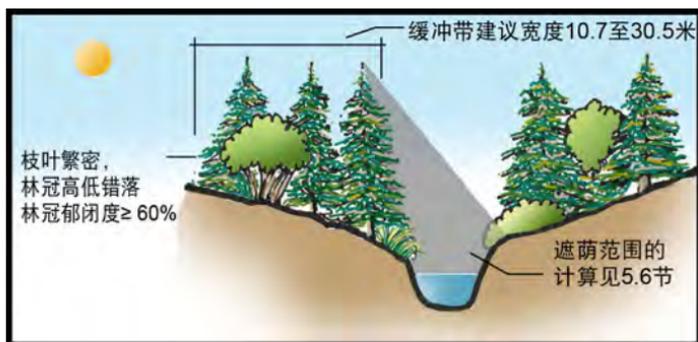
河岸廊道或缓冲带能以以下多种方式影响水生物种栖息地的质量：

1. 为水生栖息地提供树木残体。
2. 维持河道小气候（见 2.12 节）。
3. 为水生物种提供食物。
4. 保护水质（见 1.0 节）。

在高度开发过的流域中，河岸缓冲带可能无法维持水生生物所要求的栖息地质量。此类情况下，还要采用土地管理的其他办法。

下图总结了有关实现各种水生栖息地功能所需的缓冲带宽度的研究数据，可用来作为指导设计的基本参考资料。





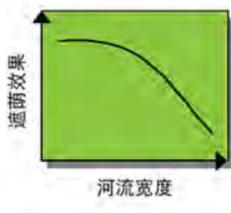
2.12 河流温度与缓冲带

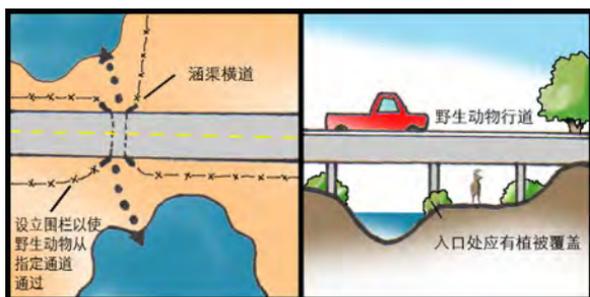
缓冲带中的植被若能为水面提供足够的遮荫，则有助于将小型河流的水温维持在较低水平。这对于冷水水生物种的生存和水质本身都有好处。

河流的遮荫来自周边山丘、河岸和植被。河流若去除植被遮荫，其夏季水体温度通常能比原来升高 5 至 11 摄氏度。河流走向、河道形态，以及地下水的流入等因素对河流温度的影响可能比缓冲带的影响要大得多。

主要注意事项

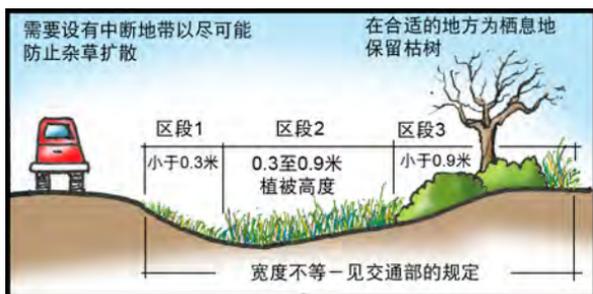
- 将地形和河岸的遮荫效果纳入设计要考虑的范围之内。
- 乔木和灌木可以提供最大的遮荫范围，但未经修剪或放牧的草地缓冲带可以为宽度小于 2.4 米的小溪提供遮荫。
- 缓冲带的遮荫效果随河流宽度的加大而减小。
- 砍伐木材后留下的缓冲带中风倒现象可能较普遍，有必要建立更宽的缓冲带。
- 为保持小气候的其它指标（比如土壤温度、湿度），需要更宽（45 至 300 米）的缓冲带。





2.13 道路与野生动物通道

公路横穿野生动物廊道时，应利用涵渠、桥梁或天桥等方式确保动物通行安全。进行景观尺度的评估可帮助确定野生动物的穿行位置。利用不同大小的涵渠作为穿行横道时，要防止诸如树木残枝堆积，阻碍动物通行。设计时可参考这方面的指导资料。



2.14 路沿廊道

在栖息地有限的地区，路沿廊道虽然对其他物种可能有害，却有益于某些物种的生存。路沿植被要保持合适的高度以保证视野不被过分遮挡，减少车辆与动物相撞事故的发生。栽种当地原生的植物，每三到五年对主要植物进行刈除或焚烧保持植物长势不衰。焚烧或刈除要分块进行，以确保一些区段不受影响。







3. 土壤生产力

目标

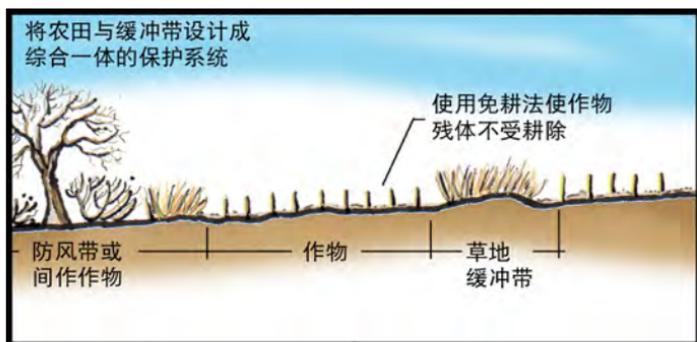
- 减少土壤侵蚀
- 提高土壤生产力

缓冲带功能

1. 降低地表径流的冲击能量
2. 减小风力
3. 固结土壤
4. 提高土壤质量
5. 消除土壤污染物

针对土壤生产力保护的设计原则	缓冲带功能				
	减小径流水的冲击能量	减小风力	固结土壤	提高土壤质量	消除土壤污染物
3.1 缓冲带与农田管理	✓	✓	✓	✓	
3.2 防风林带	✓	✓	✓	✓	
3.3 草本植物风障	✓	✓	✓	✓	
3.4 草皮水道	✓		✓		
3.5 利用植物来过滤可溶性污染物的缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓

有利于土壤生产力保护的补充设计原则	缓冲带功能				
	减小径流水的冲击能量	减小风力	固结土壤	提高土壤质量	消除土壤污染物
1.1 缓冲带和土地管理	✓	✓	✓	✓	✓
1.4 缓冲带在流域中的位置	✓	✓	✓	✓	✓
1.6 缓冲带位置设计	✓		✓		
1.7 缓冲带宽度的调整	✓		✓		
1.8 缓冲带有效面积比	✓		✓		
1.10 用缓冲带截留沉积物	✓		✓	✓	✓
1.18 缓冲带对河岸侵蚀的缓冲			✓	✓	
1.20 选用抗污能力强的树种	✓		✓	✓	✓
1.21 硬茎草草障	✓		✓		
1.22 控制河岸侵蚀的植被			✓	✓	
4.4 防风带与作物产量	✓	✓	✓		✓
4.5 农林间作	✓	✓	✓	✓	✓
5.10 防洪带	✓		✓		
7.4 控制休闲步道的土壤侵蚀	✓	✓	✓		

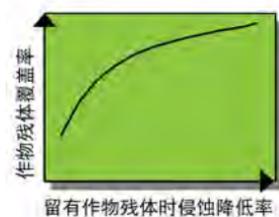


3.1 缓冲带与农田管理

缓冲带并不能替代对农田的良好管理。缓冲带截留的土壤对于维持土壤生产力的效果并不显著，而且会成为土壤管理的一个长期问题。最有效的办法是将缓冲带和合适的农田管理结合起来。

农田管理方面的主要注意事项

- 沿等高线栽植作物。
- 使用保护性耕作或免耕方法，减轻水蚀和风蚀。在农田保留作物残体，其分布方向与盛行风方向垂直。
- 在农田保留作物残体，以降低蒸发，增加水分入渗。利用田间作物残体阻截吹雪，增加土壤湿度。
- 在休耕季节使用作物残体覆盖作物和土壤。
- 使用带状间作以有利于径流中悬浮物的沉积。
- 在容易发生侵蚀的农田，种植多年生作物为土壤提供常年覆盖。
- 采用对农田侵蚀最轻的灌溉方式。





3.2 防风林带

用以控制土壤侵蚀的防风带通常由一至三行树木构成，与盛行风方向垂直。防风带有效防护区域取决于防风带的平均高度和疏透度。

防风带有效防护距离通常是树木高度的 10 至 15 倍。防风带疏透度在 60% 至 40% 之间时能最有效地防止背风面的土壤侵蚀。栽种时选择其枝叶能在土壤侵蚀防护的关键时期达到最佳疏透度的树种。

单行树木的防风带所能提供的保护比较有限，一旦有一棵树木死亡就会在防风带某处形成一个缺口。缺口会加大风速，降低保护能力。

多支式的防风带能比单行式的防风带提供更大范围的保护。

将道路设在防风带末端。使防风带长度大于被保护区域的长度。

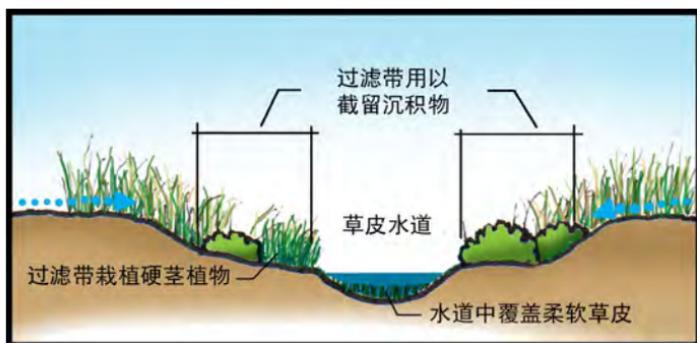
有关防风带的其它功能，见 4.4、5.7 和 5.8 节。





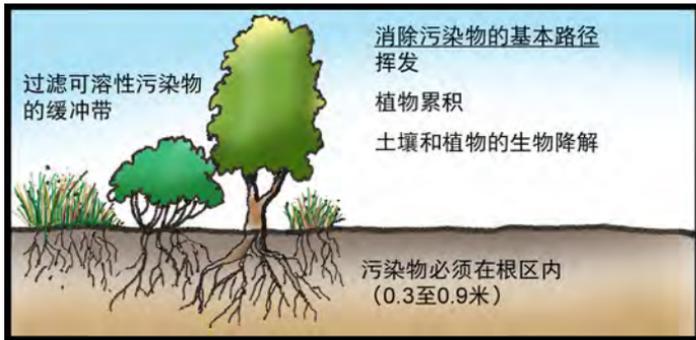
3.3 草本植物风障

草本植物风障由高度较大的非木本植物构成，呈狭长带状，用来减少土壤侵蚀，保护作物。一般而言，3.2节中的设计原则也同样适用于草本植物构成的风障。草本植物风障适合于高度受限的地方使用，比如，在中心旋转灌溉系统的农田可以使用草本植物风障。



3.4 草皮水道

草皮水道是由草本植物覆盖的排水通道，可将径流以不造成侵蚀的速度引导到一个固定的出口。为提高草皮水道的效果，可在水流入口使用过滤带来过滤径流，使水里的悬浮物沉积在水道外面。草皮水道中的植物应伏地生长，而过滤带中的植物则应体杆高坚挺，以防水淹，并确保能有效地去除径流中的沉积物。



3.5 利用植物来过滤可溶性污染物的缓冲带

植物可吸收和降解化学物质，清除土壤和水中的金属、可溶性化学复合物和其它污染物。这种缓冲带可以用来处理工业废弃地、填埋垃圾渗滤液、矿山废物、以及其它被低中度污染的场所。

这种方法的使用受很多因素的限制，包括植物吸收降解污染物的期限、所用植物对污染物的承受阈值、污染物被植物可吸收利用的程度以及污染物应被清除的程度与标准。要设计一套有效的过滤污染物的系统，应咨询相关环保专家。

主要注意事项

- 选择生长速度快、易于维护、能够将污染物转化成无害物质的植物。
- 进行筛选研究和田间试验，选用合适的植物实地试种。
- 避免栽植单一植物以免遭受疾病和虫害。
- 污染物应在根系分布区的上方。要处理较深的土壤污染，可混合栽植不同根系类型和深度的植物。须根植物效果通常最好。
- 评估野生动物接触的潜在风险，采取降低这种风险的防护措施。
- 有必要对缓冲带植物定期割除并进行妥善处理。







4. 经济机会

目标

- 提供收入来源
- 提高经济多样性
- 提高经济价值

缓冲带功能

1. 生产适销对路产品
2. 降低能源消耗
3. 提高土地价值
4. 提供替代能源
5. 提供生态系统服务

针对创造经济机会 的设计原则	缓冲带功能				
	生产适销对路产品	降低能源消耗	提高土地价值	提供替代能源	提供生态系统服务
4.1 缓冲带的生态系统服务功能	✓				✓
4.2 碳汇	✓				✓
4.3 利用缓冲带发展立体农业	✓				✓
4.4 防风带与作物产量	✓	✓			✓
4.5 农林间作	✓	✓			✓
4.6 生物燃料缓冲带	✓			✓	✓
4.7 节约能源：微观尺度			✓	✓	✓
4.8 节约能源：景观尺度			✓	✓	✓
4.9 传粉昆虫栖息地	✓				✓

针对创造经济机会的设计原则	缓冲带功能				
	生产适耕对路产品	降低能源消耗	提高土地价值	提供替代能源	提供生态系统服务
4.10 绿色步道的经济效益	✓	✓	✓	✓	✓
4.11 绿色通道与土地价值			✓	✓	✓

有利于创造经济机会的补充设计原则	缓冲带功能				
	生产适耕对路产品	降低能源消耗	提高土地价值	提供替代能源	提供生态系统服务
3.2 防风林带	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 草本植被风障	✓	✓	✓	✓	✓
3.5 利用植物来过滤可溶性污染物的缓冲带	✓	✓		✓	✓
5.1 用缓冲带控制虫害	✓				✓
5.8 用防风带保护牲畜	✓	✓	✓		✓
6.2 用防风带控制异味扩散				✓	✓
6.3 用缓冲带净化空气				✓	✓
6.4 利用缓冲带控制噪音				✓	✓
6.6 用路沿廊道美化道路景观				✓	✓
6.7 用缓冲带屏蔽不良景观				✓	✓
7.5 步道的使用者偏好				✓	✓
7.6 步道布局		✓	✓		✓
7.7 步道地理位置和用途		✓	✓		✓



4.1 缓冲带的生态系统服务功能

缓冲带可以为社会和土地所有者提供有价值的生态系统服务。一些服务有直接的市场，比如根据栖息地的功能将其出租作为狩猎和休闲活动场地；但也有很多服务难以量化，当前市场有限或还没有市场。一些服务可能逐渐形成市场，比如改善水质、炭汇等。以上是为最大程度提供生态系统服务设计缓冲带时应考虑的事项。



4.2 炭汇

缓冲带的炭汇可以在未来的碳排放权交易市场出售。树木和其它木本植物可在地表以上储存相当数量的炭。栽种的植被若用于生产耐用品，可实现最大程度的、更为永久性的炭汇。缓冲带下面土壤中的碳，则可以通过有机质积累和沉积物淀积而增加。



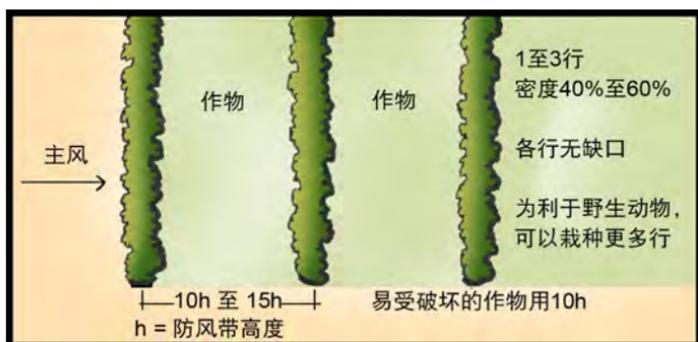
4.3 利用缓冲带发展立体农业

乔木缓冲带下可生产的适销对路产品（见表格）。

主要注意事项

- 选择能提供多种益处的植物。
- 使用能提供短期和长期产品的植物。
- 避免使用争夺相同资源的植物。
- 充分利用不同的林冠层，增加产品种类。
- 避免栽种影响其它缓冲带目标实现的植物。

缓冲带可以栽种的产品	
空间层次	植物/产品
上层林	坚果树木（如山核桃树、榉实树、山胡桃树、松树），材用树种（如橡树、胡桃树、枫树），能源植物（如白杨树）
中层林	糖浆（如枫树、复叶槭），树皮（如雪松、桦树），常青树枝，其它来自树木的产品（如雪松垫木、植物油等）
灌木层	装饰用木本花卉（如曲柳、红瑞木、冬青树），浆果（如野生李子、六月莓、醋栗）
草本植物层	药草（如人参、黑升麻、血根草），烹任用香草（如薄荷、罗勒），装饰植物（如熊草、沙龙白珠树、蕨类植物）
根系区	真菌（如块菌、龙葵）
垂直层	攀缘性浆果（如树莓），攀缘性蕨类（如苦甜藤），蘑菇



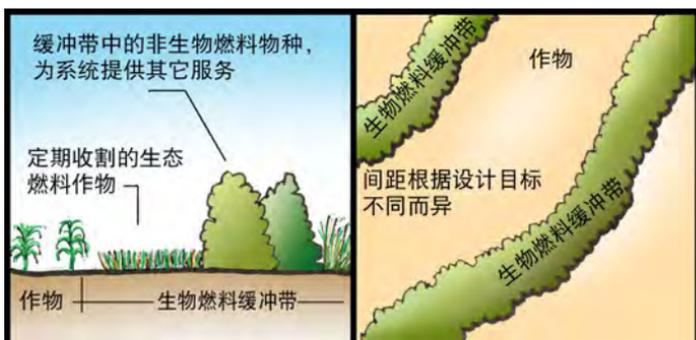
4.4 防风带和作物产量

防风带可以通过减少侵蚀、改善小气候、保持土壤湿度、降低大风对作物的破坏等提高作物产量和质量。如果主风来自两个方向，则可能需要在农田两侧修建防风带。为促进降雪和土壤水分在田地中的均匀分布，防风带密度应保持在 30% 至 40% 之间。



4.5 农林间作

农林间作是指在各木本植物带之间栽种作物的方法。主要注意事项包括选择能提供适销对路产品的木本植物、作物栽种时间的选择和作物管理、作物光照要求以及农用机械对栽种间距的要求等。随着树冠的郁闭,可以更换间作作物。



4.6 生物燃料缓冲带

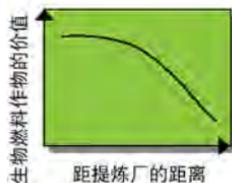
多年生草本和木本植物可以用来生产生物燃料。生物燃料作物可用来通过燃烧和气化生产能源，还可以提炼液态燃料，如乙醇、生物油、可降解塑料和特种化学品等产品。

种植在缓冲带中的生物燃料作物可以加大生物燃料主体种植区的面积。研究表明缓冲带有可能生产足够的生物燃料，用来补偿栽培缓冲带之间的作物所需要的能源。

虽然也有许多物种可作为生物燃料作物进行栽培，但杂交白杨、柳树和柳枝稷仍是目前研究最多的生物燃料作物（见表格）。要种植生物燃料作物可参考这方面的指导材料。

选择生物燃料缓冲带位置要考虑的主要因素

- 很容易侵蚀的土地通常较为合适。
- 也可以考虑其它边缘性土地，包括易受洪水冲击和养分贫瘠的土地（取决于植物物种）。
- 选择的位置有助于实现其它目标如作物保护、水质改善。
- 缓冲带位置要接近生物燃料提炼工厂，以降低运输成本。



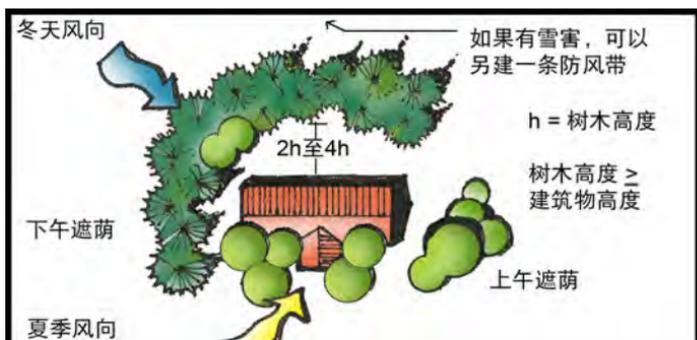
主要注意事项

- 多年生植物能比一年生植物提供更多益处。
- 混合栽种不同植物可能优于栽种单一植物（木本和草本的生物燃料作物可能需要分开）。
- 作物的布局要便于种植和收割机械作业。
- 选择适应立地条件并且与当地自然植物群落形成互补的生物燃料作物。
- 在特定年份里，留下部分生物燃料作物不进行收割，以得到其它益处。

几种主要的生物燃料作物的最新信息			
参数	白杨树 (杨属)	柳树 (柳属)	柳枝稷 (稷属)
现实产能 ¹ (干吨/公顷/年)	6.9 至 15.8	6.7 至 12.1	8.9 至 15
成熟时间	三年以上	三年以上	2至3年以上
杀虫剂用量	低	低	低
肥料用量	低到中等	低到中等	很低
耗水量	中等	中等	低
建设成本	中等	中等	低
作物寿命	15至30年?	20至30年?	20至30年?
收割间隔期	3至10年	3至4年	每年
收割机械	专用切割机	改型的饲料收获机	饲草压捆机
净能量比 ²	1:8 至 1:16	1:8 至 1:16	1:4 至 1:14
侵蚀速率 ³ (吨/公顷/年)	0.2 至 2	0.2 至 2	0.2

注:

- 1 在土壤未灌溉和施肥量较低的情况下产量会有不同。
- 2 根据各种基本假定和产出能量类型的不同，计算得出的生物燃料净能量比也会有很大不同。作为大致比较的参考，玉米乙醇获得的净能量比为1:1.6，大豆生物柴油的这一比率大约为1:3.2。
- 3 作为大致比较的参考，一年生作物的侵蚀速率在4.4至15.1吨/公顷/年之间。



4.7 节约能源：微观尺度

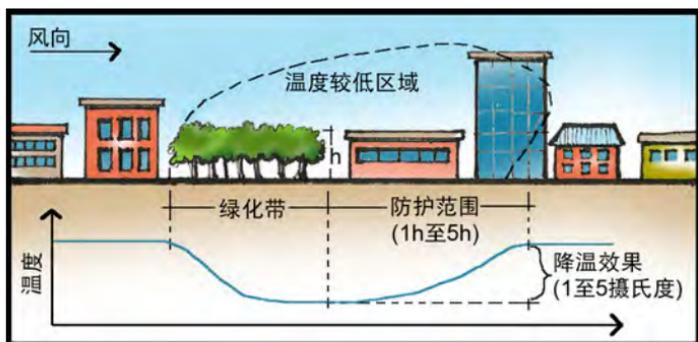
在适当位置建成的缓冲带每年可以节约 10% 至 40% 的能源，设计中的主要问题在于控制好遮荫和通风状况。

控制遮荫

- 要获得降温效果，西墙、东墙和屋顶要能形成最大程度的遮荫。
- 种于房屋东南边、南边或西南边的树木，只有在树冠越过屋顶的情况下，在夏季时才能为房屋提供遮荫。这些树木应是落叶树，并且应进行适当修剪，以使冬季阳光能充分照进窗户。
- 一年中的最高温时节，应提供最大程度遮荫；而最冷时，应提供最小程度遮荫（见 5.6 节）。
- 考虑树木的最终高度和树型、枝叶密度以及萌芽、落叶期。

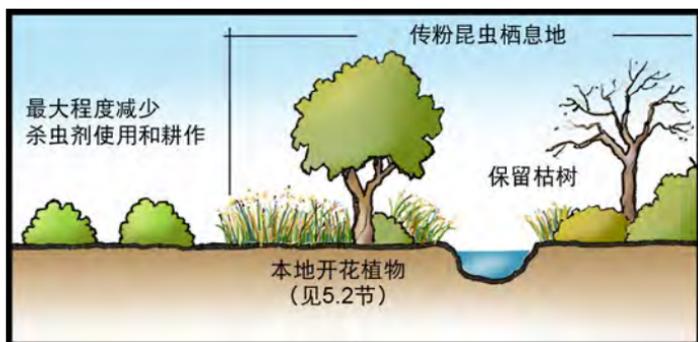
控制通风

- 要获得保暖效果，在房屋上风口，距离为树木高度 2 至 4 倍的位置，种植一条常绿树防风带。
- 要获得保暖效果，防风带树木不能修剪。不同排的树木要交错种植，以免有树木枯死时出现缺口。
- 如果有雪害发生，在第一条防风带的上风口，再种植一条防风带（见 5.7 节）。
- 要获得降温效果，保持树冠下层通风，以便夏季空气流通（风向不同于冬季风向—见图）。



4.8 节约能源：景观层面

公园和其它绿化区缓冲带通过降低附近空气的温度能降低能源消耗。在绿化区以外，距离树高1至5倍范围内，建筑区在夏季可以获得1至5摄氏度的降温效果。要获得最佳降温效果，缓冲带的间距要足够近。温度每降1度，用于制冷的电量可节省2%至4%。



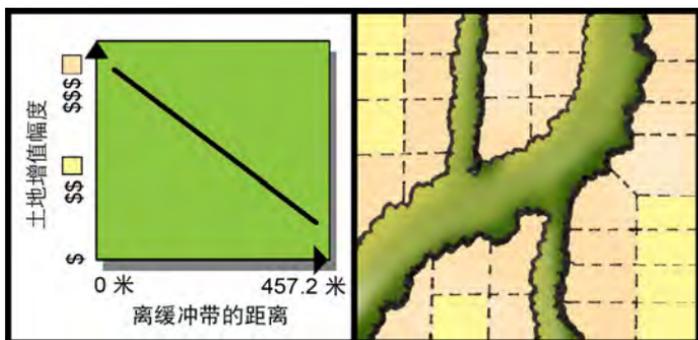
4.9 传粉昆虫栖息地

缓冲带可以为传粉昆虫提供重要的栖息场所，包括遮荫环境、筑巢场所、水、花蜜和花粉，并使它们免于杀虫剂的危害（见5.2和5.3节）。缓冲带还可以降低风速，有助于觅食，提高传粉效率。缓冲带离作物的理想距离最好小于304.8米。



4.10 绿色步道的经济效应

建有步道的缓冲带或绿色通道可以带来各种经济利益，如增加土地价值、促进旅游业发展、降低公共开支等。绿色通道降低公共开支的途径包括作为公用设施廊道，以及保护高风险区域（如易受洪水冲击的区域）不受开发破坏。增加步道使用的一些因素有助于创造经济利益（见第6、7章）。



4.11 绿色通道与土地价值

绿色通道能为周边土地带来5%至32%的增值。风景优美、能提供良好休闲环境的绿色通道，其临近土地价值更高（见第6、7章），通过土地增值和随后的物业税收增加，绿色通道足以为公共征收和开发提供资金支持。







5. 防护和安全

目标

- 防风挡雪
- 加强虫害控制
- 防止洪水侵袭
- 创造安全环境

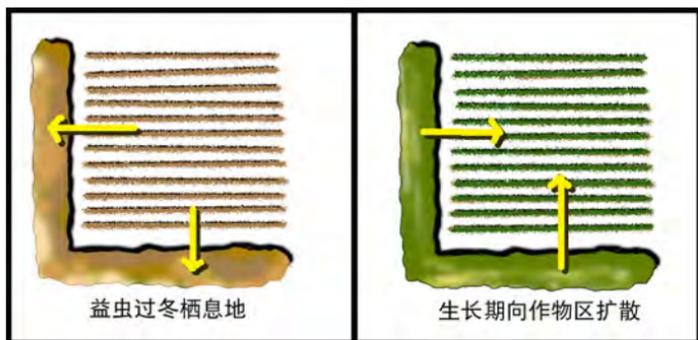
缓冲带功能

1. 减小风力
2. 改变小气候
3. 改善害虫天敌栖息地
4. 降低洪水危害，减轻侵蚀
5. 减少各种危害

针对保护和安全的設計原則	缓冲带功能				
	减小风力	改变小气候	改善害虫天敌栖息地环境	降低洪水水灾，减轻侵蚀	降低各种危害
5.1 用缓冲带控制虫害	✓	✓	✓		
5.2 吸引益虫的植物		✓	✓		
5.3 缓冲带与气雾漂移	✓	✓	✓		✓
5.4 用缓冲带控制杂草生长	✓			✓	
5.5 缓冲带与道路交叉口					✓
5.6 控制遮荫范围			✓		✓
5.7 控制吹雪	✓	✓			✓
5.8 用防风带保护牲畜	✓	✓			
5.9 用缓冲带减轻洪水灾害				✓	✓

针对保护和安全的 设计原则	缓冲带功能				
	减小风力	改变小气候	为昆虫的孳 改善栖息地环境	降低洪水水位， 减轻侵蚀	降低各种危害
5.10 防洪带				✓	✓
5.11 防火区	✓	✓			✓

有利于保护与安全的 补充设计原则	缓冲带功能				
	减小风力	改变小气候	为昆虫的孳 改善栖息地环境	降低洪水水位， 减轻侵蚀	降低各种危害
1.18 缓冲带对河岸侵蚀的缓冲				✓	✓
2.2 斑块简介			✓	✓	
2.9 廊道宽度			✓	✓	✓
2.13 道路与野生动物通道					✓
2.14 路沿廊道					✓
3.2 防风林带	✓	✓	✓		✓
3.3 草本植被风障	✓	✓	✓	✓	✓
4.4 防风带和作物产量	✓	✓	✓	✓	
4.5 农林间作	✓	✓	✓	✓	
4.7 节约能源：微观尺度	✓	✓			
4.8 节约能源：景观尺度	✓	✓			
4.9 传粉昆虫栖息地	✓	✓	✓		
6.2 用防风带控制异味扩散	✓	✓			✓
6.3 用缓冲带净化空气	✓	✓			✓

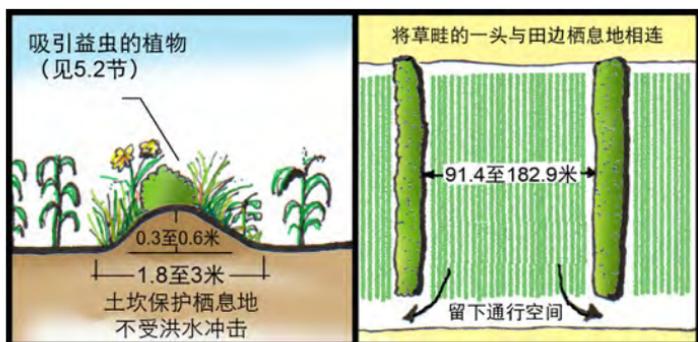


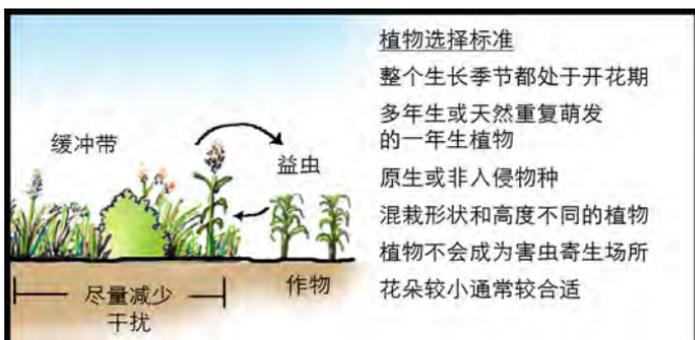
5.1 用缓冲带控制虫害

缓冲带为捕食作物害虫的益虫提供栖息地。为促进捕食，应了解益虫和害虫的生命周期。

主要设计考虑事项

- 缓冲带中的植物要多样，结构要合理。
- 防止缓冲带受到干扰（如杀虫剂、耕作）。
- 缓冲带栖息地面积所占比例越高，害虫被捕食程度一般也越高。
- 缓冲带要遍布于农田和景观的各个区域，以促进益虫扩散。
- 缓冲带也可能为害虫提供栖息地，但可以通过选择合适的植物减轻这种后果（见 5.2 节）。
- 草畦是栽种植物的长条状田埂，用以为益虫提供栖息地（见下面）。





5.2 吸引益虫的植物

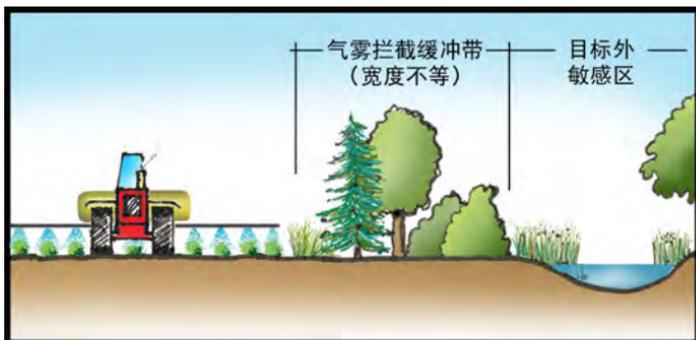
可以选用吸引益虫的植物来建造缓冲带。需要考虑的因素包括选择整个生长期内依次连续开花的植物，以及避免栽种容易繁衍害虫的植物。

本土植物应该作为首选物种，因为这些本地植物能吸引当地的益虫，但不容易成为农田杂草。下表列出了各类益虫、害虫以及吸引益虫的植物或栖息地。

吸引益虫的植物		
益虫	捕食的害虫	植物/栖息地
猎蝽 (猎蝽科)	包括飞蝇和大毛虫在内的许多昆虫	提供掩蔽用的永久性植物 (如防风带)
蜜蜂-蝴蝶 (多种科属)	无, 但对于授粉很重要	豆科、紫草科、紫菀科、乳草属、醉鱼草及其它
绒茧蜂 (茧蜂科)	粘虫、菜青虫、苹果蠹蛾、舞毒蛾、欧洲玉米螟、蚜虫、毛虫以及其它虫类	花朵小的蜜源植物、西洋蓍草、向日葵、独活
姬蜂 (姬蜂科)	蚜虫、蓟马、叶蝉、角蝉、毛虫	紫菀科、西洋蓍草、抱茎泽兰
土鳖虫 (步甲科)	鼻涕虫、蜗牛、夜蛾、科罗拉多薯虫、舞毒蛾、毛虫、杂草种子	苋属植物、丛生禾草、供掩蔽用的永久性植物

吸引益虫的植物

益虫	捕食的害虫	植物/栖息地
食蚜蝇 (食蚜蝇科)	蚜虫	胡萝卜和紫菀科 (金鸡菊、向日葵、 麒麟草)。独活、 抱茎泽兰
草蜻蛉 (草蛉科)	软体昆虫—包括蚜虫、 蓟马、欧洲玉米螟、 水蜡虫、蚧壳虫、螨虫	胡萝卜和紫菀科 (金鸡菊、向日葵、 麒麟草)
瓢虫 (瓢虫科)	蚜虫、蜘蛛螨、 欧洲玉米螟、水蜡虫	紫菀科、蝴蝶草、 原生草类、藜香、 独活、西洋蓍草、刺楸
花蜂 (花蜂科)	蓟马、蜘蛛螨、叶蝉、 棉铃虫、小毛虫以及 其它虫类	胡萝卜和紫菀科 (雏菊、向日葵、 西洋蓍草、麒麟草)、 加拿大接骨木、委陵菜、 藜香、抱茎泽兰、柳树
隐翅虫 (隐翅虫科)	蚜虫、线虫、飞蝇	原生草类、供掩蔽 用的永久性植物
蜘蛛 (跳蛛科、 蟹蛛科和其它科)	多种虫类	胡萝卜和紫菀科、藜香
斑腹刺益蜂 (蜂科)	粘虫、叶蜂、 科罗拉多毒虫、 墨西哥豆甲	紫菀科(向日葵、 西洋蓍草)
寄生蝇 (寄蝇科)	夜蛾、粘虫、 五月甲虫、舞毒蛾、 南瓜虫	胡萝卜和紫菀科、 苋属植物
斑螫 (虎甲科)	多种虫类	苋属植物、丛生禾草、 供掩蔽用的永久性植物
小蜂 (多种科属、 包括赤眼蜂科)	云杉蚜虫、棉铃虫、 番茄天蛾、玉米螟、 苹果蠹蛾	胡萝卜和紫菀科 (雏菊、向日葵、 西洋蓍草、麒麟草)、 委陵菜、藜香、独活、 抱茎泽兰



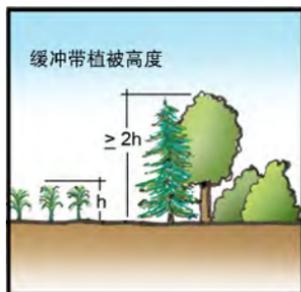
5.3 缓冲带与气雾漂移

缓冲带可以帮助保护目标外脆弱区域不受药剂气雾漂移的污染。此类缓冲带的设计取决于多种因素，包括气雾喷洒方法、风向风力、药剂类型、目标外脆弱区域的类型等。

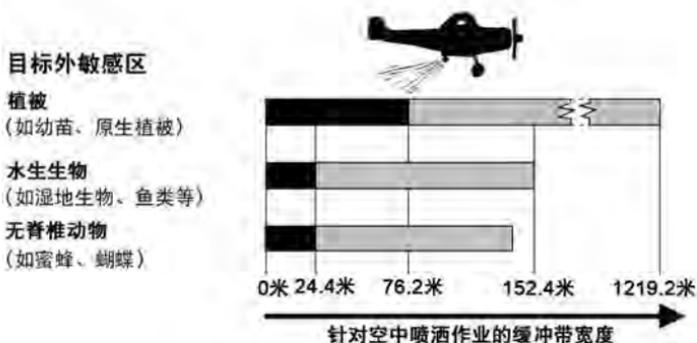
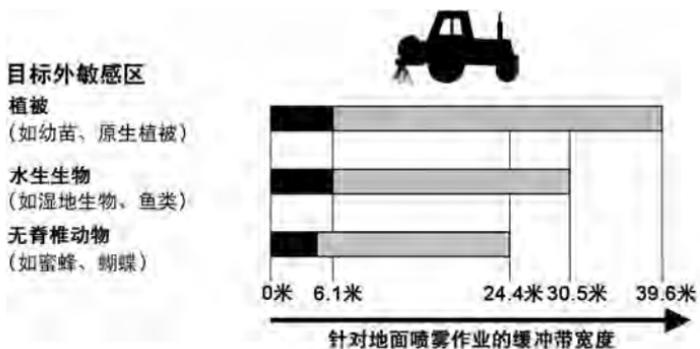
下面的图示总结了依据不同喷洒方法、不同需要保护的敏感区域类型所对应的缓冲带建议宽度。以下是一般的设计考虑事项。

主要注意事项

- 使用细叶或针叶植被。阔叶植物截留的漂移气雾要少一些，但有利于降低风速。
- 采用对施用的农药有较强耐受能力的植被。
- 植被屏障要留有空隙（密度40%至50%为宜），便于空气流通。多排栽种比单排栽植好。
- 缓冲带应至少比作物高两倍。
- 以混合形式栽植，确保缓冲带无缺口。
- 缓冲带方向要有利于阻挡主风，其位置要尽可能靠近农药喷洒区。



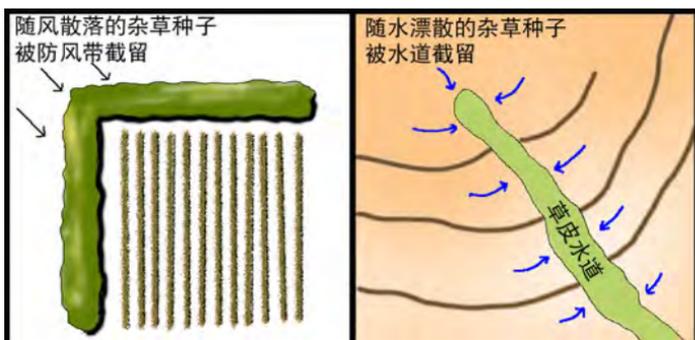
黑色长条表示建议的最小廊道宽度，灰色长条表示根据当前的研究推荐的宽度上限。这些只应作为指导设计的基本参考数据。



最小建议宽度 
 建议宽度上限 

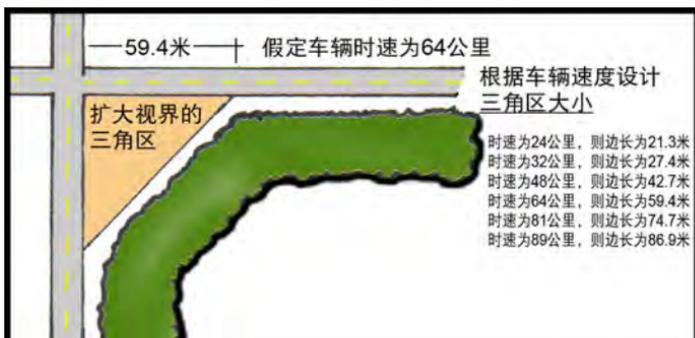
由于化学品的毒性多种多样，这些设计原则还需针对施用的化学品的具体管理措施结合使用。也可以用计算机模型来帮助计算气雾漂移的可能范围和缓冲带区大小。

缓冲带不能替代其它安全措施。除缓冲带以外，还应使用其它农药喷洒作业的最佳管理措施。



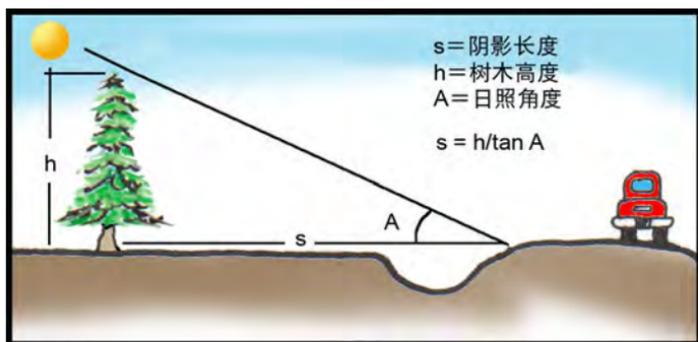
5.4 用缓冲带控制杂草生长

缓冲带通常不会成为杂草的来源地，并且可用来控制杂草生长。缓冲带可以截留随水漂流和随风散落的杂草种子，降低用以控制杂草所需的土地面积。被集中截留的杂草种子有助于被动物取食。缓冲带的稠密植被可抑制杂草萌芽。



5.5 缓冲带与道路交叉口

在没有停车标志控制的交叉口，设计的缓冲带应不妨碍驾车者看见交叉道路上来往的车辆。扩大视界的三角区的大小应根据车辆速度来决定。三角区植被的高度应小于0.9米。关于交叉口缓冲带后移问题是否有什么法规，请咨询相关政府机构。



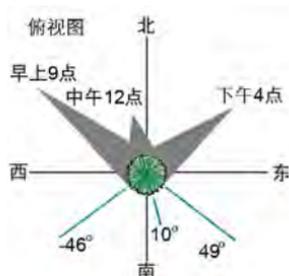
5.6 控制遮荫范围

缓冲带投射的遮荫范围是设计考虑的重要因素。比如，对于需要防止积雪和形成冰冻的道路，缓冲带应远离道路一段距离，以便阳光可以照射到道路表面。在积雪集中堆积的道路，则可能需要不间断的遮荫来防止形成冰冻路面。缓冲带对于控制吹雪的效果也应考虑（见 5.7 节）。

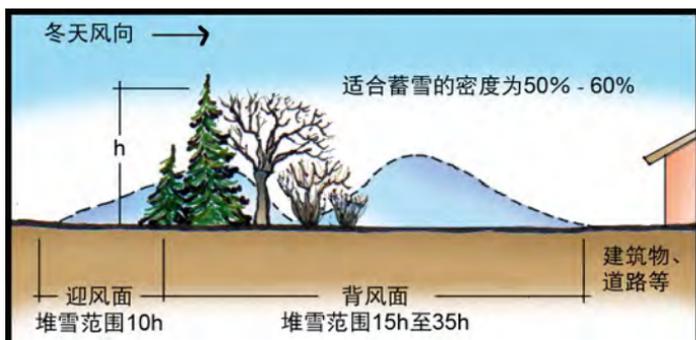
使用公式 $s = h / \tan A$ 计算阴影长度。示例见表 5.6。利用网上的太阳角计算公式，可以算出特定位置某一日期和时间的太阳角 (A) 和太阳方位角大小。

示例：12月21日太阳移动路径数据
西经100度—北纬40度 树高=10.4米

时间	日照角度 (A)	tan A	太阳方位角 (南偏东)	阴影长度 (米)
上午9点	9°	0.1584	49°	67.4
中午12点	26°	0.4877	10°	21.9
下午4点	11°	0.1944	46°	54.9

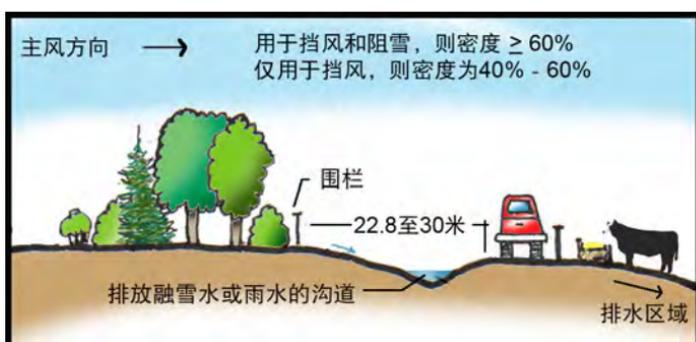


方位角用来画出地面的阴影方向。画出一年内关键时期，整个白天的阴影变化范围对于设计缓冲带很有帮助（相关章节如 2.12、4.4 和 4.7 节）。



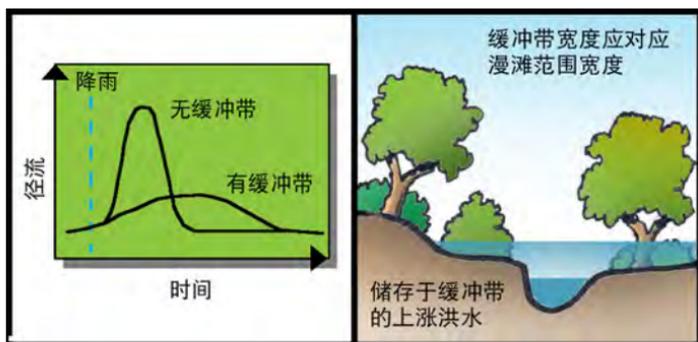
5.7 控制吹雪

为控制吹雪，沿垂直于主风的方向栽种一条防风带。如果冬季风向变化不定，就需要两条防风带。防风带两头应超出需保护的区域 15 至 30 米。植物高度影响积雪蓄集能力（植物高度加倍，蓄雪量增加四倍）。



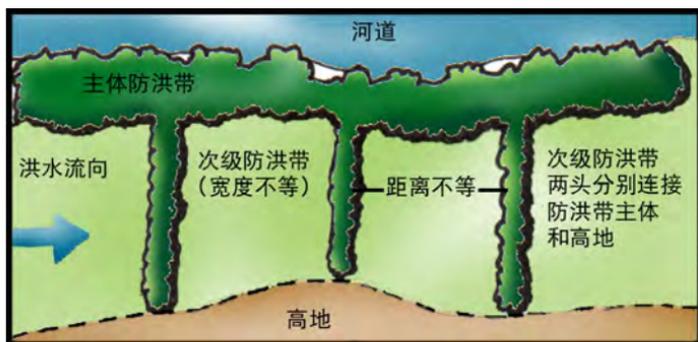
5.8 用防风带保护牲畜

与冬季盛行风向垂直的防风带可以保护牲畜，同时又可以使夏季凉风贯通于饲养场或牧场。避免在防风带中放牧，以免降低防风效果。来自饲养场的径流应处理后导流到远离树木的方向（见第 1 章）。



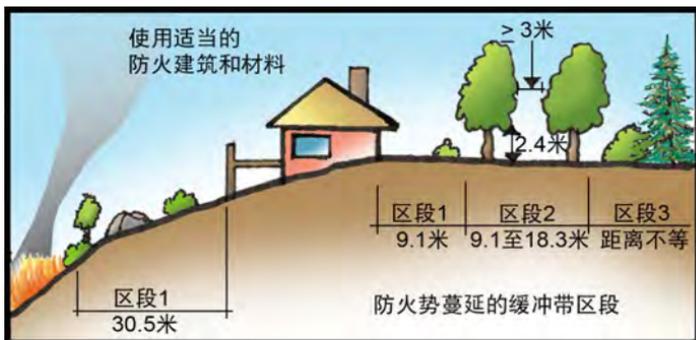
5.9 用缓冲带减轻洪水灾害

发生洪水灾害时，河岸缓冲带和湿地可以减缓径流，吸收多余水分。这可以降低洪峰流量，减轻下游洪水压力。下游河岸缓冲带与上游相比，会更有效地降低洪水压力。缓冲带宽度应与对应的漫滩宽度相匹配。



5.10 防洪带

防洪带是由木本植物构成的缓冲带系统，用以控制洪水，促进泥沙沉积。主体防洪带与河道平行，次级防洪带与洪水流向垂直。建于河道边沿的防洪堤，其木本植物缓冲带可以防止防洪堤决口，而在出现决口的情况下，可降低防洪堤的受损程度。



5.11 防火区

缓冲带区可用来减轻火灾易发地区的房屋和敏感区域的破坏。

区段 1. 至少需要 9 米，以方便消防人员保护建筑不受火焰侵袭。若该区段是斜坡，则距离应增加到建筑下坡方向 30 米外。使用低矮、不易燃的植物，相互间要留有较大的空间，定期清除植物残体。

区段 2. 区段 2 可栽种落叶乔木、灌木和间距很大的针叶树。要去除离地 2.4 米以内（但不超过树高 30%）的树枝。树木间距以树木成林后树冠间距至少在 3 米以上为宜。去除有助于火势蔓延到树冠的可燃物，如树枝和其它材料。

区段 3. 管好这一区段，以维护林分健康和其它土地所有者的利益。控制死树或枯树的数量，但要为野生动物留有一定的数量（每公顷 3 到 5 棵为宜）。

有关更多设计原则，请咨询当地林务官员。

低燃烧值植物的特点

- 树叶柔软潮湿，树液稀薄如水
- 植物上面没有积累或有很少枯死枝叶
- 树型开张，枝叶稀疏







6. 审美和视觉效果

目标

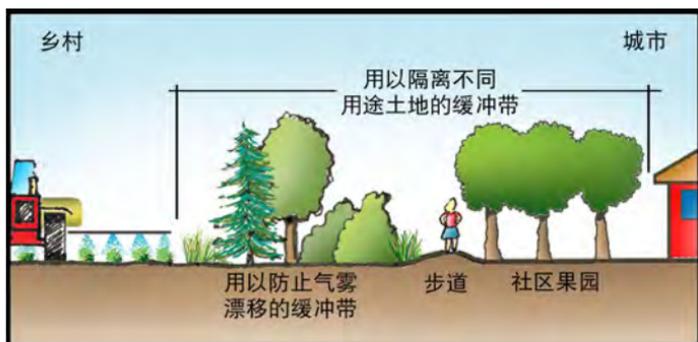
- 提高视觉效果
- 控制噪音水平
- 控制空气污染物和异味

缓冲带功能

1. 增加视觉吸引力
2. 屏蔽不和谐景观
3. 屏蔽噪音
4. 过滤空气污染物和异味
5. 分隔活动场所

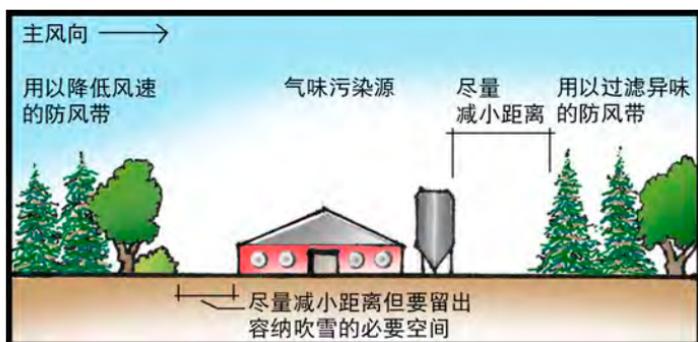
针对审美和视觉效果的设计原则	缓冲带功能				
	增加视觉吸引力	屏蔽不和谐景观	屏蔽不和谐噪音	过滤空气污染物和异味	分隔活动场所
6.1 用缓冲带隔离城乡交错区不同用途土地	✓	✓	✓	✓	✓
6.2 用防风带控制异味扩散				✓	✓
6.3 用缓冲带净化空气				✓	✓
6.4 利用缓冲带控制噪音			✓		✓
6.5 创造良好的生态环境	✓				✓
6.6 用路沿廊道美化道路景观	✓	✓	✓	✓	✓
6.7 用缓冲带屏蔽不良景观		✓			✓

有利于提高审美和视觉效果 的补充设计原则	缓冲带功能				
	增加视觉吸引力	屏蔽不和谐景观	过滤空气污染物和异味	分隔活动场所	
2.1 基质简介	✓				
2.3 廊道及其连通性	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 廊道宽度	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 道路与野生动物通道	✓				✓
2.14 路沿廊道	✓	✓	✓	✓	✓
3.2 防风林带	✓			✓	✓
3.3 草本植被风障	✓			✓	✓
4.11 绿色通道与土地价值	✓	✓	✓	✓	✓
5.1 用缓冲带控制虫害					✓
5.3 缓冲带与气雾漂移				✓	✓
5.4 用缓冲带控制杂草生长					✓
5.7 控制吹雪					✓
5.8 用防风带保护牲畜		✓		✓	✓



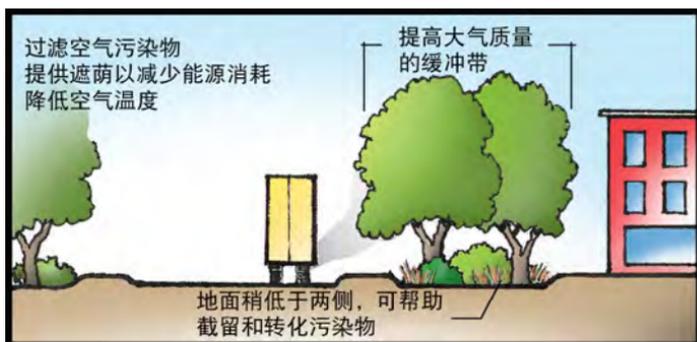
6.1 用缓冲带隔离城乡交错区不同用途土地

城乡交界区域往往是土地使用和管理方面充满冲突的区域。可以使用缓冲带为不同用途的土地提供保护屏障，并产生多种好处。设计的缓冲带要能最大程度消除易发问题（如气雾漂移、噪音污染、气味传播），同时提供良好的休闲活动环境（如步道、社区园林）。



6.2 用防风带控制异味扩散

防风带可以减轻来自于牲畜饲养场所、污水处理设施和其它气味污染源的气味。在缓冲带混合栽种高大乔木和灌木，尤其是针叶树，栽种位置要靠近气味源头。植被密度最好在 50% 至 65% 之间。防风带系统最好能包围整个气味源头。关于更多设计原则，见 6.3 节。



6.3 用缓冲带改善空气质量

缓冲带中的植被可以通过三种主要方式影响某地或某区域的空气质量：降温、消除空气污染物以及影响建筑的能源消耗。

降温。通过树木和其它植被降低空气温度，能减少许多对温度有依耐的污染物的产生。

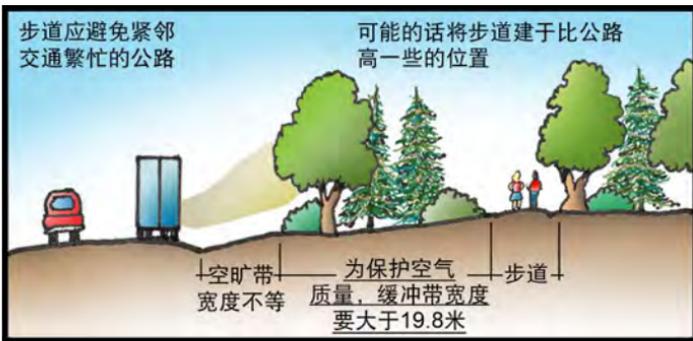
消除空气污染物。植物通过树叶吸收和拦截空气悬浮颗粒，消除空气污染物，截获的污染物通常被输送到土壤中。有些污染物经土壤和植物的转化会失去毒性，污染物的最终去向、存在形式和造成的影响应给予充分考虑。

对建筑的能源消耗的影响。树木有助于降低建筑的能源消耗，降低发电厂污染物排放。



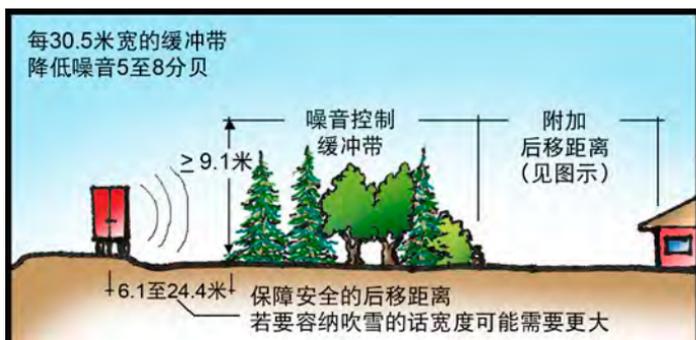
主要注意事项

- 选择缓冲带位置时考虑气象、地形和其它景观等因素（如污染发生时间、污染集中地点）。
- 使缓冲带靠近空气污染源并围绕污染源分布。
- 中等密度的缓冲带最有利于消除污染物。
- 乔木、灌木和草本植物混合栽植，以提供多层次的截留。
- 将缓冲带建于能带来能源节约的位置（见 4.7 和 4.8 节）。



用以净化空气的植物选择标准

- 常绿树能更多地消除污染物；但是许多针叶树种对常见污染物非常敏感。
- 选择枝叶浓密的植物。
- 多毛、富含树脂、表面粗糙的树叶比光滑树叶能更多截留污染物颗粒；小树叶通常能比大树叶更有效地截留污染物。
- 草本可能可以更多地吸收气体污染物。
- 使用多种物种来应对降低多样性而造成的风险。
- 使用寿命长，管理粗放的物种。
- 选择抗病虫害能力强的物种。
- 树种选择要与立地条件相适应（比如城市环境中的土壤通常比较紧实和干燥）。



6.4 利用缓冲带控制噪音

缓冲带可以将户外来自公路和其它噪音源的噪音降至不妨碍正常活动的程度。一条 30.5 米宽的缓冲带可以将噪音水平降低 5 至 8 分贝。在缓冲带中使用诸如高地等屏障可以很大程度增加缓冲带效果（30.5 米宽缓冲带结合 3.7 米高的高地可以将噪音降低 10 至 15 分贝）。

以下提供了针对不同公路的设计原则。下一页的图表用来估算为达到可接受的噪音水平应在典型的 30 米宽缓冲带的基础上后移的距离。

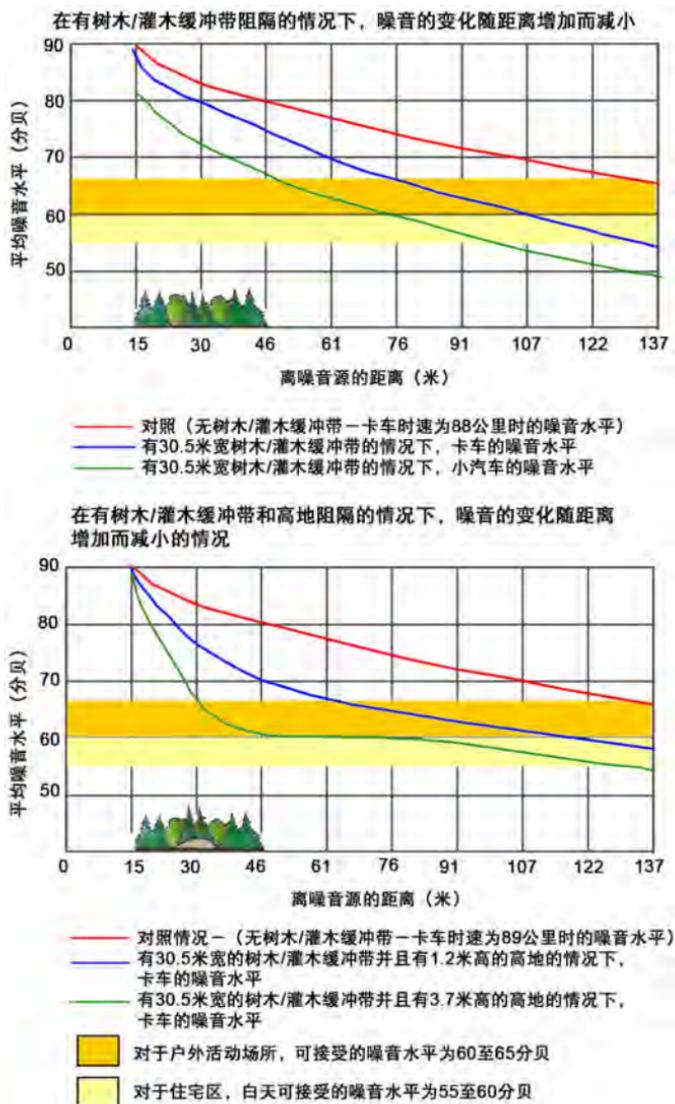
用以降低路沿噪音的缓冲带设计原则	
一般速度的公路 (<64公里/小时) 栽植6.1至15.2米宽的缓冲带，其靠近公路一侧的边沿距最近车道的中心线距离为6.1至15.2米之间	高速公路 (≥64公里/小时) 栽植19.8至30.5米宽的缓冲带，其靠近公路一侧的边沿距最近车道的中心线距离为15.2至24.4米之间

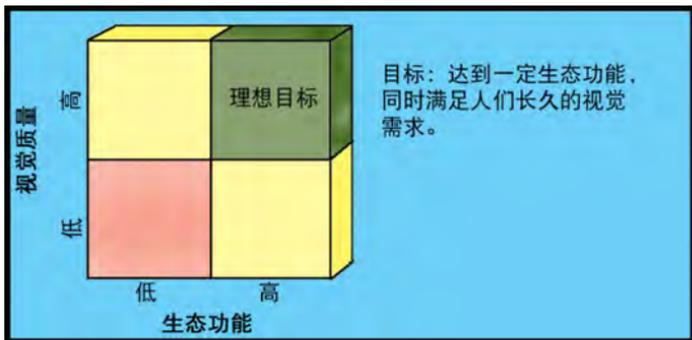
主要设计注意事项

- 缓冲带靠近噪音源，但要确保交通安全，并能保证提供足够的容纳积雪空间。
- 常绿树种可以终年控制噪音。
- 乔木和灌木混合栽植的稠密缓冲带，能够防止形成缺口。
- 选择耐空气污染并且抗解冻的植物。
- 天然缓冲带效果不如人工栽植的缓冲带。
- 可能的话考虑地形因素，使用现成的高地作为噪音屏障。

估算距噪音控制缓冲带的距离

示例: 某公路旁边需要建一个噪音水平不超过 60 至 65 分贝的户外活动场所。如果使用 30.5 米宽的乔木 / 灌木缓冲带, 则该活动场所的位置应在缓冲带后面 30.5 至 61 米范围内。如果缓冲带中有一片 3.7 米高的高地, 则该场所可建于紧挨缓冲带后面的位置。





6.5 创造良好的生态环境

不论有何种背景，大多数人在景观的视觉方面都有着相似的偏好。这些元素包括：

多数人偏好的视觉元素

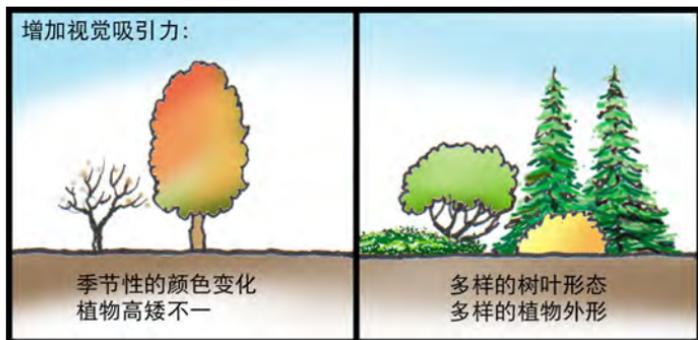
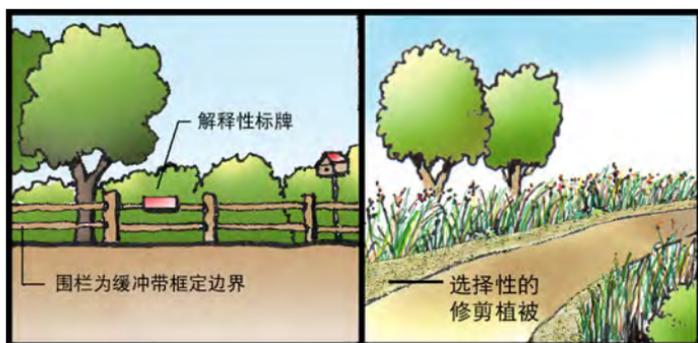
- 水景（如湖泊、蜿蜒的河道）
- 修剪整齐的植被景观
- 草原或类似公园的景观
- 树木与周边景致协调一致
- 无枯死树木和落地残枝
- 水流清澈、无树木残枝拥堵水道
- 树形高大，冠幅大的树木
- 与周边空间边界分明（如毗邻树林的草场）

这些视觉元素当中，有些不利于诸如水质保护和野生动物栖息地保护等目标的实现。自然景观具有重要的生态功能，但往往被认为很凌乱、无序。而修剪整齐的景观，生态功能有限，却被认为体现了良好的管理水平，视觉上更加美观。

因此，既要实现所需的生态功能，又要提供视觉上为人们所喜好，并且体现长远考虑的景观缓冲带设计是一种挑战性的工作。下一页提供了应对这一挑战的各种策略。

提高缓冲带视觉效果策略

- 将缓冲带外围可见部分设计得较有视觉吸引力，同时内部的设计则偏重考虑如何实现缓冲带的生态功能。
- 有选择性的修剪植被，在不对生态功能造成影响的前提下，显示良好的经营管理水平。
- 在缓冲带外围设立栅栏（如木栅），以此界定缓冲带边界并提供有序的视觉环境。
- 使用解释性标牌和宣传标语，增强人们的环境保护意识。
- 通过增加季节性的颜色和搭配种植不同高度、质地和形态的植物提高视觉吸引力。
- 通过配置简易的巢箱和喂食器等方式改善野生动物栖息地的环境。野生动物的存在通常能提高视觉吸引力。
- 大胆使用不同植物进行景观布局，显示景观设计创意。





6.6 用路沿廊道美化道路景观

通过精心的设计和管理，路沿廊道可以创造舒适的驾驶环境、节省维护成本、减轻司机旅途压力。选择合适颜色、质地、形态和高度的植物以创造良好的视觉效果。车辆时速若在 64 公里以上，离路沿 12 米远以外的区域会看得更清晰，这在视觉上也更为重要。见 5.5 至 5.7 节。



6.7 用缓冲带屏蔽不良景观

使用稠密和多层次的植被、尤其是灌木来提供视觉屏蔽。落叶植物在落叶后提供的屏蔽度比常绿植物小 40%，因此若要常年提供屏蔽应建立常绿树缓冲带或宽度较大的落叶树缓冲带，设计时要考虑植被和视点高度。







7. 户外休闲

目标

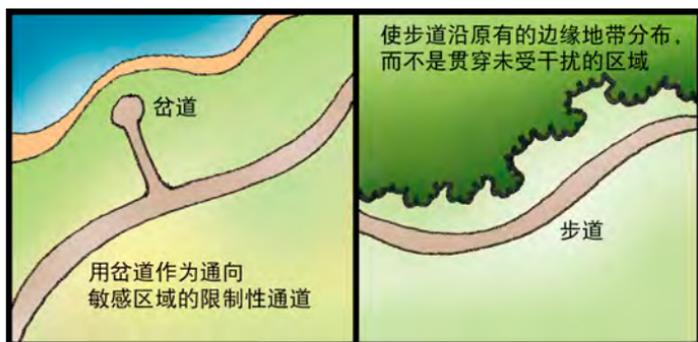
- 倡导到自然环境中休闲娱乐
- 用缓冲带作为休闲活动步道

缓冲带功能

1. 增加自然环境面积
2. 保护自然环境
3. 保护土壤和植物资源
4. 提供通行廊道
5. 提供更好的休闲体验

针对户外休闲活动的设计原则	缓冲带功能				
	增加自然环境面积	保护自然环境	保护土壤和植物资源	提供通行廊道	提供更好的休闲体验
7.1 步道设计与野生动物	✓	✓	✓	✓	✓
7.2 根据动物逃逸距离设计缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
7.3 沿河岸廊道修建步道	✓	✓	✓	✓	✓
7.4 控制休闲步道的土壤侵蚀		✓	✓		✓
7.5 步道的使用者偏好				✓	✓
7.6 步道布局	✓			✓	✓
7.7 步道地理位置和用途				✓	✓
7.8 绿色通道与公共安全					✓

有利于为户外休闲活动 提供良好环境的补充 设计原则	缓冲带功能				
	增加自然环境面积	保护自然环境	保护土壤和植物资源	提供通行廊道	提供更好的休闲体验
1.18 缓冲带对河岸侵蚀的缓冲		✓	✓		
1.22 控制河岸侵蚀的植被		✓	✓		
2.1 基质简介	✓	✓	✓	✓	✓
2.3 廊道与连通性	✓	✓	✓	✓	✓
2.8 连接缓冲带与廊道	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 廊道宽度	✓	✓	✓	✓	✓
2.10 廊道的边缘效应		✓		✓	
2.11 水生栖息地与缓冲带	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 道路与野生动物通道		✓		✓	
3.1 缓冲带与农田管理			✓		
3.2 防风林带	✓		✓	✓	
4.10 绿色步道的经济效益				✓	✓
6.4 利用缓冲带控制噪音				✓	✓
6.5 创造良好的生态环境				✓	✓
6.7 用缓冲带屏蔽不良景观				✓	✓



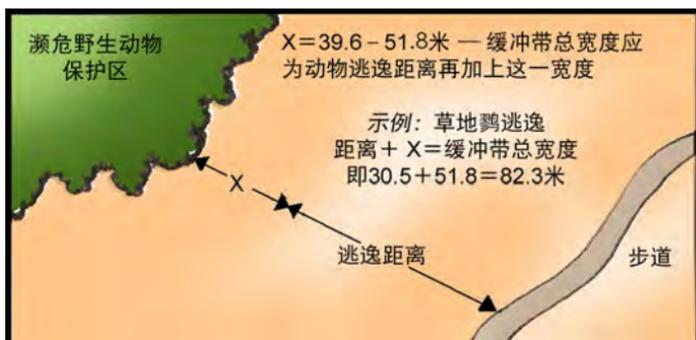
7.1 步道设计与野生动物

设计的步道应最大程度减少行人对野生动物的干扰，对野生动物的短期影响因素包括：物种类型和惊逃距离、行人活动类型和强度、一年中活动的季节和一天中的活动时段以及野生动物活动类型。要获得这方面的指导，请咨询野生动物专家。

主要设计考虑事项

- 步道沿着或靠近原有的人工或自然边界分布，而不是贯穿未受干扰的区域（见 7.3 节）。
- 步道及其影响范围要离开已知敏感物种所栖息的特定区域。
- 隔绝濒危物种栖息地，或提供较有限的通道。
- 步道布局要能为行人提供多样化的体验，以免他们自行踩踏出其它步道。
- 用岔道或一端无出口的步道通向敏感区域，这样的步行人较少。
- 通常使游人的活动集中在某些区域而不过于分散。
- 步道建设要尽量减少对两旁环境的影响。
- 在公路和步道交叉口、步道起点以及河岸等区域做好杂草控制。
- 关于如何根据动物逃逸距离设计缓冲带，见 7.2 节。





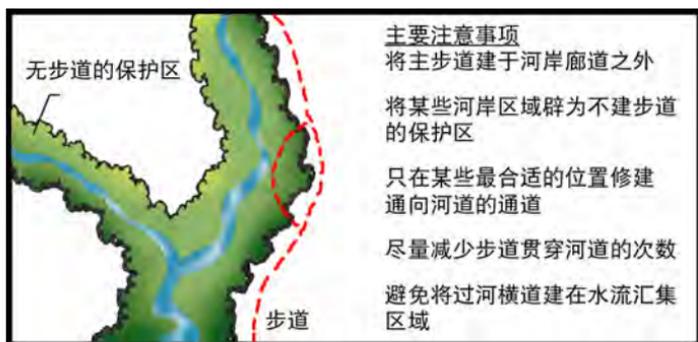
7.2 根据动物逃逸距离设计缓冲带

逃逸距离是某种动物在外来威胁接近到一定程度后开始逃逸的距离。对很多物种的逃逸起始距离都有研究数据，这些距离可以为在濒危野生动物保护区周边建立缓冲带提供一般性的指导（见表 7.2）。

这些距离都是单个徒步者在接近动物时的数据。如果接近者是一群人，则可能需要更宽的缓冲带。很多其它因素也可以影响逃逸起始距离，有关这一问题应该咨询野生动物学家。

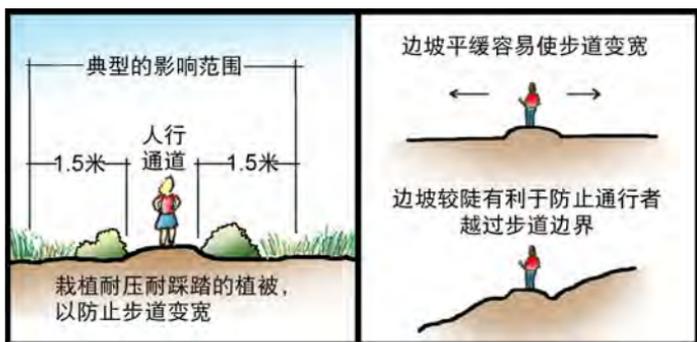
动物逃逸起始距离		动物逃逸起始距离	
物种	逃逸距离 (米)	物种	逃逸距离 (米)
骡鹿	149.4至249.9	金斑鸽	201.2
叉角羚	234.7	大青鹭	201.2
麋鹿	85.3至201.2	隼	18.3至182.9
野牛	100.6	草原猎鹰	18.3至182.9
鹭	105.2至390.1	大白鹭	100.6
毛脚鹭	53.3至883.9	草地鹑	30.5
秃头鹰	50.3至883.9	知更鸟	9.1

应该注意的是，逃逸起始距离是动物开始躲避威胁的距离；要建立最大程度减少对野生动物干扰的缓冲带，还需在此距离之外另加一段后移距离，建议这一额外的距离为 39.6 至 51.8 米。



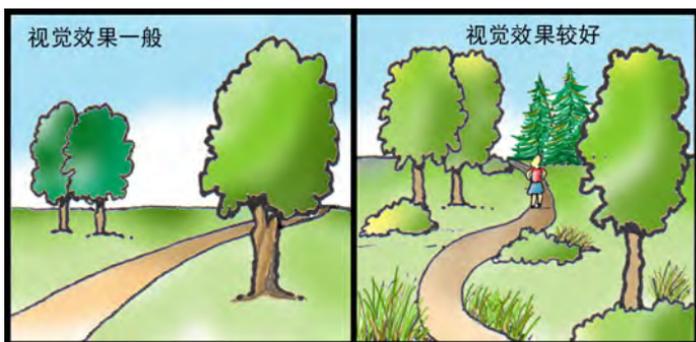
7.3 沿河岸廊道修建步道

河岸廊道是发挥许多生态功能的重要区域，休闲步道若设计不合理或管理不善都会对其造成负面影响。为减轻这些影响及各种维护问题，主步道应建于河岸廊道的外侧，然后只在某些最合适的位置修建通向滨水区域的通道。



7.4 控制休闲步道的土壤侵蚀

为减少土壤侵蚀，将步道建于侵蚀度低的土壤区域中（质地粗、有机质含量低、低湿度）。使步道沿等高线分布。使用挡水条和其它措施将径流引离步道。在潮湿土壤上搭建人行桥。避免将步道建于陡坡上。考虑使用木屑、碎石等材料覆盖步道地面以减少侵蚀。



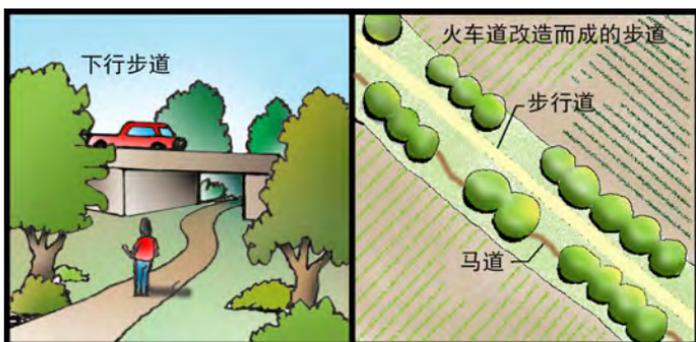
7.5 步道使用者偏好

有关使用者偏好的研究发现了步道使用者偏好绿色步道，这些特征可用来提高使用者的休闲质量，增加步道使用率。

主要注意事项

- 穿越多种植物群落的步道通常较受欢迎。
- 在适宜的地方布置水景和一些历史、文化元素（如旧石墙、水渠）。
- 穿过树木稀少或无景观特征的空旷区域的步道，不太受欢迎。空旷和封闭的区域最好能相互搭配。
- 将步道布置成弯曲形状创造神秘气氛。
- 纳入人们喜好的其他视觉元素（见 6.5 节）。
- 提供相互连通、便于使用者进入，且能容纳多种用途的步道（见 7.6 至 7.8 节）。
- 设计步道时要考虑如何避开噪音和空气污染（见 6.3 和 6.4 节）。
- 建造观景点，在这些位置使用者可以看到野生动物、其它步道使用者或一些有趣的风景。



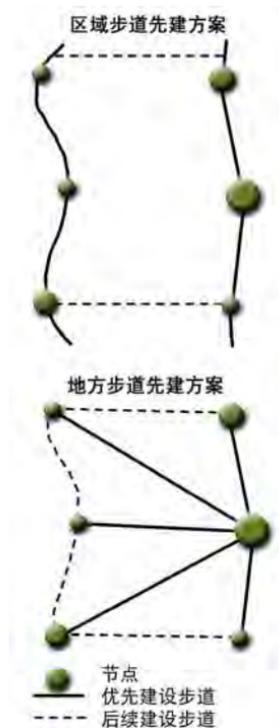


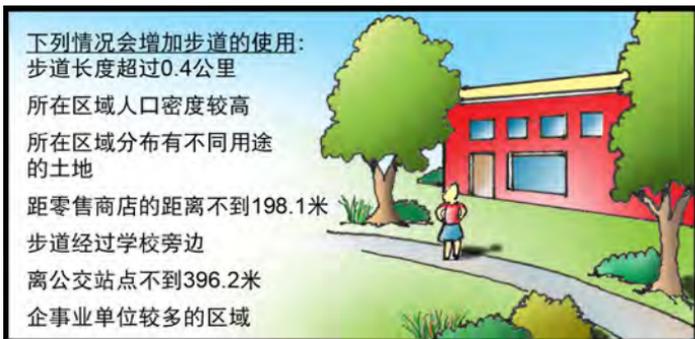
7.6 步道布局

与彼此孤立的步道相比，相互连通的步道系统能给人们提供更为愉快、安全和没有干扰的休闲经历。步道在穿越潜在屏障如公路的时候，应提供安全通道（如人行桥和下穿通道）。有时候，废弃的铁路可以改造成步道，这类步道往往可以作为特定区域内重要的区域性步道。

区域性步道通常作为步道系统的主干通道来修建，其它地方的步道可以与其相连。在城市化地区，使用地方性步道先建方案可能比区域方案更有价值。地方性步道更能持续性的满足使用者对娱乐休闲、交通、接触自然环境的日常需要（见图）。

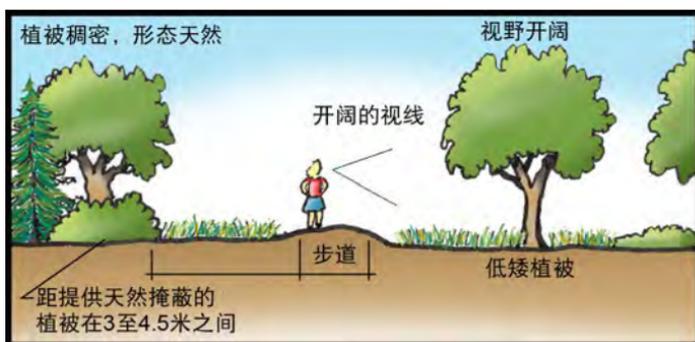
图中节点代表了各个出发地和目的地，如公园和工作单位。在区域方案中，应首先建成区域性步道，然后再作次级连接。在地方性设计方案中，先是修建一系列地方性步道，为步行者使用提供更多选择。





7.7 步道地理位置和用途

对于地方性步道，目标人群距步道的距离通常应小于8公里；如果目标人群是老年人，该距离最好小于1.6公里。对于区域性步道，人们可能愿意为使用某一绿色步道而旅行24公里甚至更远距离。步道应能容纳多种通行方式，但应考虑分开相互冲突的方式（如骑自行车和骑马）。



7.8 绿色通道与公共安全

研究表明，相比其它用途的土地，绿色通道步道上的犯罪发生率更低。植被可以用来减轻恐惧、淡化犯罪滋生氛围的效果。步道一侧栽植稠密、形态天然的植被，但另一侧如视野开阔，会让游人仍有安全感。可能的话，步道任何位置的前后视野范围都应达到30米以上。



术语解释

缺氧的：没有氧气的。

弱透水层：过于密实，不易透水的土壤、岩床或黏土层。

最佳管理措施：用以防止或减少沉积物、养分、杀虫剂和其它污染物从陆地流入地表或地下水的结构性或非结构性的方法。

生物利用度：受污染土壤中污染物能被生物降解的程度。

树干：树木的主干。

缓冲带：线形斑块。缓冲带的线形特点有助于其发挥特定的功能，如屏蔽不协调的景观，增加栖息地之间的连通度等。

缓冲带面积比：上方坡面产生径流区域与径流流入的缓冲带区域的面积比。

炭汇：消除大气中二氧化碳。

C 因子：覆盖—管理因子。指在进行特定的作物栽培和田间管理的条件下的土壤流失量与休耕条件下土壤流失量的比率。

汇集的水流：聚集或汇集成边界清晰的水道的径流。

连通度：生物或物质在两点间迁移的容易程度。

保护性耕作：最大程度地保持土壤，使其不受破坏的作物生产方法。

廊道：线形斑块。廊道的线形特点有助于其发挥特定的功能，如屏蔽不协调的景观，增加栖息地之间的连通度等。

脱氮：在缺氧条件下土壤细菌将硝酸盐还原成氮气。

沉积：物质积累到地层的地质过程。

散布：生物体或物质颗粒从一个地方扩散到另一个地方的过程或结果。

生态系统服务：生态系统向人类提供的各种可消费和不可消费的服务。

边缘效应：两种或多种类型的栖息地交汇时所产生的生态效应。边缘可自然形成或人工造成，人造边缘如果改变了生态过程，会对栖息地产生负面影响。

过滤带：用于去除径流和废水中的沉积物、有机质和其它污染物的植被带或植被区。

地理信息系统：用于储存、检索、绘制和分析地理数据的软硬件系统。

地下水补给：地表水流入地下蓄水空间补充地下水的过程。

湿土：水浸和水淹形成的土壤。这些土壤在生物的生长期长期保持浸湿状态，形成土壤上层缺氧条件。

喀斯特: 由不规则石灰岩构成的地区, 因岩体侵蚀, 出现很多裂沟、落水洞、地下溪流和洞穴。

Koc 值 (土壤吸附系数): 衡量杀虫剂是否易于被吸附或滞留于土壤颗粒表面的指标。Koc 值越大, 杀虫剂就越牢固地吸附于土壤有机质中, 也就越不容易渗滤流失。

不透水层: 任何不利透水, 导致高径流率的硬实表面, 如房屋顶盖、柏油或水泥面等。

入渗: 水流向土壤或其它物质渗入的过程。

渗滤液: 与垃圾接触过或从垃圾中排放出的液体。

斜坡坍塌: 不稳定斜坡, 物质滑落坍塌的现象。

基质: 斑块和缓冲带置于其中的背景区域。

迁徙: 动物群体为觅食或繁殖而进行的周期性的区域间迁移。

寄生: 两种生物物种间的共存关系。在此关系中, 一物种从另一物种身上获益, 但不杀死对方。

斑块: 结构和功能明显区别于周围景观, 相对较小的区域。

病原体: 使其它生物体或人体致病的微生物。

渗透性: 物质容许液体透过的能力。

植物修复法：利用植物清除土壤和水中的金属、化学溶剂和其它污染物的方法。

孔隙度：衡量材料中空隙大小的指标。

捕食：捕捉其它动物作为食物的行为。

物种避难区：物种生存其中，在别处已濒临灭绝的物种残存区域。

河岸区：陆地与水体生态系统的过渡区域。河岸区的生物—物理环境、生态过程和生物分布通常体现出渐次过渡的特点。

目标外敏感区域：与要进行药物喷洒作业的区域相邻，且不能受气雾漂移污染的其它区域。

土壤粘结力：土壤的凝聚能力。

跳板：小型的栖息地斑块，便于物种在大型斑块间的迁移。

重点应用：将保存、保护的手段或其它管理措施重点用于景观的特定区域，使它们效益最大化。

风倒：树木因风吹被连根拔起。

作者 **Bentrup, G.**。原文出版于 2008 年。《保护缓冲带：缓冲带、廊道和绿色通道设计指南》为一般技术报告，编号 SRS-109。北卡罗来那州阿什维尔市。农业部森林局南方研究站。共 110 页。

本指南提供了 80 多条附插图说明的保护缓冲带设计原则，经查阅 1400 多篇研究文献后综合编写而成。每一条设计原则都描述了用植被缓冲带保护土壤、改善空气质量和水质、改善鱼类和野生动物栖息地环境、生产经济产品、提供休闲机会、或美化景观的一种具体方式。这些基于科学的设计原则旨在为促进城乡景观中保护缓冲带的规划和设计提供简明清楚的一般性指导。本指南的网络版还列出了参考文献的清单，以及其它缓冲带设计参考来源。网址为 www.bufferguidelines.net。

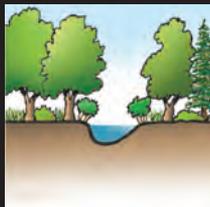
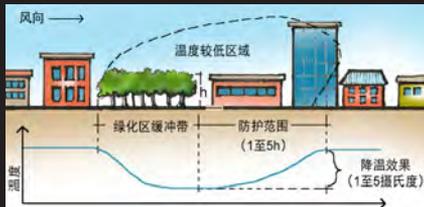
关键词：缓冲带、保护规划、保护措施、廊道、过滤带、绿色通道、滨水、河岸管理区、防风带。



美国农业部 (USDA) 林务局依照多重用途管理的原则致力于维护国家森林资源，以确保森林可持续地提供木材、水资源、食物、以及野生动物栖息和人们户外活动所需的环境。通过研究森林、与联邦各州和私人森林业主的合作，以及对国家森林和国家草原的管理，该机构（根据国会的指示）努力为这个不断发展的国家提供越来越多的服务。

美国农业部禁止涉及基于种族、肤色、国籍、年龄和残障的歧视，禁止基于性别、婚姻状况、家庭状况、父母状况、宗教、性取向、基因信息、政治信仰或出于报复目的的歧视，或因某人的所有或部分收入来自任何公共资助项目而导致的歧视。（并非所有禁止歧视规定都适用于所有项目。）为了解此项目信息需要其它交流手段（布莱叶盲文、大字体印刷、录音带等）的残疾人士请联系农业部 TARGET 中心。电话 (202) 720-2600（语音和耳聋通讯工具）。

欲反映歧视问题，请致信 USDA, Director, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW, Washington, D.C. 20250-9410，或拨打电话（800）795-3272（语音）或（202）720-6382（耳聋通讯工具）。农业部坚持提供平等雇佣机会的原则。



USDA 国家农林复合
系统中心

美国农业部林务局
自然资源保护局 合作项目
US NRC S

您可利用的科学！