



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

WRI ROSS CENTER FOR
SUSTAINABLE
CITIES

设计让城市 更安全

通过城市和街道设计促进交通安全：指南和案例

1.0版

 EMBARQ®

WRICITIES.ORG



设计与排版:
Jen Lockard
jlockard@ariacreative.net

目录

1 前言

3 执行摘要

11 交通安全以人为本

12 全球城市交通安全状况

14 几乎所有城市居民都受到交通安全影响

15 为所有人创建更安全的系统：
减少暴露和风险

18 城市交通安全分析

18 绩效衡量

21 城市设计的关键要素

23 街区尺度

24 连通性

25 机动车/车道宽度

26 目的地的可达性

27 人口密度

29 交通稳静化措施

31 减速带

33 分段式减速带

34 曲折路型

35 路面窄化

36 路缘拓展

37 高起的交叉路口/人行横道

38 交通转盘

39 交通环岛

41 主干道走廊与交叉路口

43 主干道

44 人行横道

46 隔离带

47 隔离安全岛

48 信号灯管控

49 车道平衡

53 步行空间和公共空间的可达性

55 安全人行道的基本要素

57 共享街道

58 步行街和步行区

59 安全的学习和游乐场所

60 开放街道

61 街区广场

65 自行车基础设施

67 自行车网络

68 自行车道和自行车径

70 路外自行车径

71 共享自行车街道

72 交叉路口的自行车安全

74 公交站点的自行车安全

75 自行车信号灯

79 公交站点的可达性

82 设有公交走廊的交叉路口

83 街区中段人行横道

84 BRT/公交站点

85 终点站与换乘站

89 结论

92 参考书目

自行车基础设施

街道设计应特别重视骑车者的安全，因为他们是最容易遭遇交通伤亡事故的道路使用者，而通过提高自行车的安全和使用率能增进健康并带来环境效益。

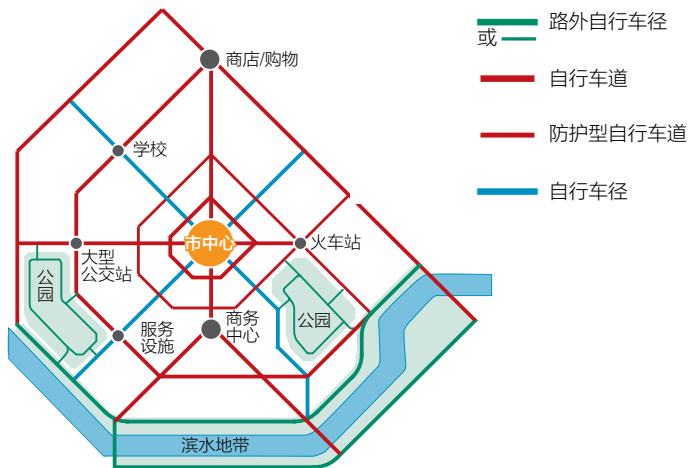
自行车是许多城市的主要交通方式。亚洲城市曾有着优良的骑车传统,但如今中国骑车的人越来越少,美欧等发达国家却越来越多。研究表明,骑车率较高的欧美城市的交通事故总量较少,而且这些城市建有连通的街道和先进的自行车道网络、路外自行车径、充足的自行车停放场地和自行车共享系统。本章将利用发达国家和发展中国家的实例和实证,重点介绍自行车系统安全环境的几个重要问题。本章将包括以下内容:

- 自行车网络
- 自行车道和自行车径
- 路外自行车径
- 共享自行车街道
- 交叉路口的自行车安全
- 公交站点的自行车安全
- 自行车信号灯

实证显示,骑车者交通事故率是机动车的6到9倍(Bjornskau 1993)。由于数据的少报漏报,发展中国家的风险甚至更高。实证表明,通过改善街道设计可极大降低自行车伤害与碰撞事故。虽然防护型自行车道似乎能提高用户的安全感和路口安全性,路口设计对于实际提升骑行安全非常重要。可采取的措施包括提高骑车者和机动车司机的相互可见性,通过合理的标线和信号灯应对路口的交通冲突。结合采取上述措施能创造更安全、宜人、更成功的自行车系统。

6.1 自行车网络

应在整个道路网络中考虑骑车者的需求。四通八达的自行车网络应包含互通的自行车道、自行车径、优先考虑自行车的交通稳静化街道，并特别注意在设计路口和交叉路口时优先考虑骑车者的需求。



连接重要目的地的自行车网络示意图

设计原则

- 为骑车者提供最直接的路线和连续路权。
- 应具有连贯性，不受交叉路口或建筑妨碍。
- 与高速机动车交通分开，交叉路口应特别考虑骑车者需求并保证他们的清晰视线。
- 考虑自行车道类型/层级，如路外自行车径、共享街道、防护型自行车道。
- 安装道路指引工具、信号灯并与其他交通方式相结合。
- 提供充足的自行车停放空间。
- 通过安装信号灯可提高自行车网络的安全性。

优点

- 四通八达的自行车网络可为骑车者提供连续不受干扰的骑车路线。
- 设计合理的自行车网络能确保自行车安全并减少交通事故及死亡人数。
- 健全的自行车网络和充足的自行车设施或项目可鼓励骑车和活动，并减少机动车出行及对环境的影响。

应用

- 应调整主要道路的车道标线、宽度、等候和载客区，更好地为骑车者服务。
- 公交站点应特别考虑自行车路线，避免引起冲突。
- 尽可能在主要道路上安装自行车设施，如自行车道、停车区、在路口设置自行车信号灯。
- 提供自行车停车设施、租赁或共享系统。
- 确保骑车能通往所有的零售、商业、休闲目的地和公共空间。
- 应考虑实施自行车共享/租赁项目促进自行车使用。

实证

- 过去多年，哥本哈根、纽约、明尼阿波利斯等城市修建更安全的自行车基础设施后，骑车者的伤亡率出现了大幅下降（Duduta, Adiazola-Steil和Hidalgo 2012）。



图 6.1 | 自行车网络案例

巴西城市库里奇巴的自行车道和自行车径长度超过120公里，穿越草地和城市街道。该市正在规划新增200公里自行车道/自行车径，通过一体化网络将目的地、交通节点和住宅区相连。

6.2 自行车道和自行车径

自行车道 (bike lanes) 是指通过路面标记将一个交通方向或双向某段街道设为自行车专用道, 自行车径 (cycle tracks) 是指通过路缘或隔离带隔离出来的自行车专用道。防护型自行车道可将骑车者和机动车物理隔离, 为骑车者出行提供安全感。



通过物理障碍隔离自行车道与机动车道。

设计原则

- 如果设计者希望自行车设施能提高安全和骑车者舒适度, 建议邻近人行道路缘的自行车道正常最小宽度为2.2米, 最小绝对宽度为1.7米。在自行车道旁边未设停车道且临近车道车速较低的情况下, 1.5米宽就可满足需求。
- 除防止横穿马路或空间有限的情况外, 不提倡设计双向自行车道。通过有限的交叉路口、自行车特殊信号灯、交叉路口交通稳静化措施、在某些交叉路口抬高自行车横道、考虑机动车驶入等因素, 提高自行车道的安全。双向自行车道的宽度不得少于2.5米。
- 停车道旁的自行车道应设在停车道里侧, 避免自行车受到机动车干扰。
- 在中等或较高交通量街道, 可在自行车道和机动车道之间设立物理障碍或缓冲区, 但应在右转路口前移除障碍。
- 将自行车道设在单行街道的右侧 (靠右行驶国家)。

优点

- 隔离的自行车道能使骑车者免受交叉路口干扰, 舒适骑行, 免受机动车干扰, 同时能使骑车者增强安全感, 由此提高自行车出行率。
- 防护型自行车道可使骑车者进一步远离汽车尾气。

应用

- 交叉路口之间的防护型自行车道更安全, 但在机动车和自行车会发生冲突的交叉路口可能会产生问题。应注意提高这些地点的视线并减少冲突。
- 将路面涂上颜色加以区别, 特别是交通量较高的交叉路口。
- 在考虑交叉路口安全的反向车流配置下, 可考虑在单向机动车街道采用双向自行车道。
- 因地制宜, 通过缓冲等设施提供防护型自行车道, 包括安装小型减速带、直线路缘、高起的自行车道、涂色塑料阻车桩或其他提供物理保护的工具有。
- 可与路面保持水平或在路面和人行道之间保持水平, 但最好不要与人行道位于同一平面, 因为这会引起行人和骑车者共享空间。

实证

- 自行车道可小幅改变交通伤害事故量。交通伤害事故量平均减少4%在统计学上是显著的 (Elvik, Høye和Vaa 2009)。
- 纽约新建的一条自行车径将超速率从74%降低到20%, 各类碰撞和伤害事故减少了63% (Schmitt 2013)。

图 6.2 | 自行车道和自行车径



上：墨西哥城的一条单向自行车径利用物理障碍保护骑车者，并在机动车驶入处移除障碍，画上标线。
下：上海的自行车基础设施，通过护栏将骑车与机动车隔离，同时防止行人入内。

6.3 路外自行车径

路外自行车径是指在道路之外的地方专为自行车和行人设置的小道。一般被称为绿道或绿线，在线型走廊、公园、公共设施和以前的轨道走廊上，沿溪流和水滨而建。



路外自行车径将骑车者和行人分离，减少冲突。



图 6.3.1 | 路外自行车径案例

巴西贝洛奥里藏特公园沿线的双向自行车道，邻近道专供行人使用。通过修建水泥柱将自行车道与机动车交通隔离。双向自行车道在公园、水滨等走廊沿线转弯冲突较少的地方最为适用。



图 6.3.2 | 路外自行车径案例

哥伦比亚波哥大某公园一侧的路外自行车径为行人和骑车者分别提供道路，减少了冲突。

设计原则

- 通过划线或单独道路将自行车和行人交通隔离，双向自行车道最少设计3米，步行道最少1.5米。
- 应仔细设计路口或机动车冲突点，以降低车速、控制通往路口的交通并设立适当标识。
- 理想地点是溪流、水滨、废弃轨道走廊或公共设施走廊，或作为互联公路系统的一部分
- 封闭街道可用于修建自行车绿道。
- 与街道自行车和行人路线相连。

优点

- 可提高骑车和步行道的连通性。
- 可为周边发展带来经济效益。
- 完全与机动车交通分离，可带来更安全的体验。

应用

- 确保骑车者和行人隔离，如果不可能，则应控制自行车车速，优先考虑行人需求。
- 设置充足的照明和安全设施。
- 避免急弯。

实证

- 与混合自行车和行人的自行车道相比，具有清晰标志的自行车道可提高骑车者安全（Reynolds等2009）。
- 路外骑行径是加拿大温哥华最安全的自行车路线之一（Teschke等2012）。

6.4 共享自行车街道

共享自行车街道也被称为自行车大道，是指通过交通稳静化、减少车辆和重新分流、设置标识和路面标线、交叉路口处理等措施，优化自行车出行的低车流、低车速街道。



某条具有路面标线和交通稳静化措施的共享自行车街道（自行车大道）。

设计原则

- 设置在车速为20到30公里/小时，最大为40公里/小时的低车流街道上。
- 利用交通稳静化措施限制机动车数量和车速。
- 采取分流车道、交通转盘等措施减少车辆，限制或禁止机动车穿越所有路口，但允许自行车通过。
- 优先处理交叉路口，建设更安全人行横道，减少与快速通过的车辆之间的冲突，这些措施包括自行车专用等待区、信号灯、横向交通的交通稳静化措施、隔离安全岛等。
- 通过路面标线和标识优先自行车出行。

优点

- 可更好地利用低流量交通和街区街道。
- 通过修建共享自行车道可为业主和当地社区创造更安全、安静和宜人的环境。

应用

- 应将自行车大道与学校、工作地点或商业中心、休闲设施和公交等重要目的地连接。
- 共享自行车街道有各种交通方式，必须注意控制安全车速，保证骑行安全。如果沿交通走廊和主要街道的交叉口没有处理好这个问题，就无法提高安全性。
- 更好地整合环保雨水处理系统、公共艺术、景观和街道树木、行人便利设施以及旅途终点设施（充足和安全的自行车停放场地）。

实证

- 加利福尼亚伯克利的实证表明，自行车大道的交通事故率比平行、邻近主干道低2到8倍，两者的差异在统计学上是显著的（Minikel 2012）。



图 6.4 | 共享自行车街道案例

荷兰的一条自行车大道具有路面标线和自行车大道标识。

6.5 交叉路口的自行车安全

骑行更安全的交叉路口包括彩色路面、标线、自行车专用等待区、自行车信号灯以及为骑车者同步启动的绿灯时段。应特别注意确保交叉路口和机动车道自行车设施不会妨碍骑车者看到机动车，减少转弯与机动车冲突风险。



可改善司机和骑车者在接近路口时视线的交叉路口，及“两步左转”自行车专用等待区。

设计原则

- 将交叉路口潜在冲突最小化，利用高起的人行横道、减速带和其他措施确保车辆低速通过路口。
- 在距离交叉路口至少10米之前取消所有路边停车空间，保证司机和骑车者相互可见。
- 最好将机动车停车线推后5米，保证骑车者可以被看见（有时将该地区划为专用等待区），自行车停车线应设在人行横道之后。

- “两步左转”（即骑车者先到对面街角，然后左转再直行）比骑车者在机动车道左侧左转更加安全。自行车专用等待区可设在交叉街道人行横道的前面，保证骑车者排队等候左转的空间（详见第73页）
- 双向车道的安全性更低，因为骑车人的活动不可预测（特别是在交叉路口）。如果采取上述措施，应在交叉路口采取特别交通稳静化措施，如高起的自行车横道、减速带等，此外还应进行信号灯控制，消除与左转车辆的冲突。

优点

- 交叉路口是骑车者与司机最容易发生冲突的地方，因此改善视线、保护骑车者，能提高骑车的舒适度和安全。
- 为骑车者创造良好环境可更好地隔离行人和骑车者。
- 高起的人行横道、隔离安全岛可降低交叉路口的车速。

应用

- 交叉路口的设计应与特定空间相符，并考虑该路口的交通需求。
- 自行车专用等待区一般设在有信号灯、自行车流量较大的路口，特别是左转自行车和右转机动车经常发生冲突的地点。
- 推荐采用彩色路面和标线突出骑车者的存在。
- 自行车专用等待区可与单独的自行车信号灯时段相结合，允许自行车先于机动车穿越路口。



图 6.5 | 交叉路口的自行车安全案例

阿姆斯特丹的交叉路口设计目的是让骑车者和司机相互可见，逐渐取消停车道，提高司机和骑车者之间的视线。

专栏 6.1 | 设有自行车道街道的左转

左转是交叉路口复杂性较高的运动之一，了解特定设计的各项安全因素非常重要。

美国《NACTO 城市自行车道设计指南》等介绍了自行车专用等待区，使骑车者先于汽车左转（NACTO 2013）。同理，爱尔兰和荷兰的手册描述了骑车者并入支线车道左转的方案，但这种方案会使骑车者在转弯时面临风险（CROW 2007；NTA 2011）。

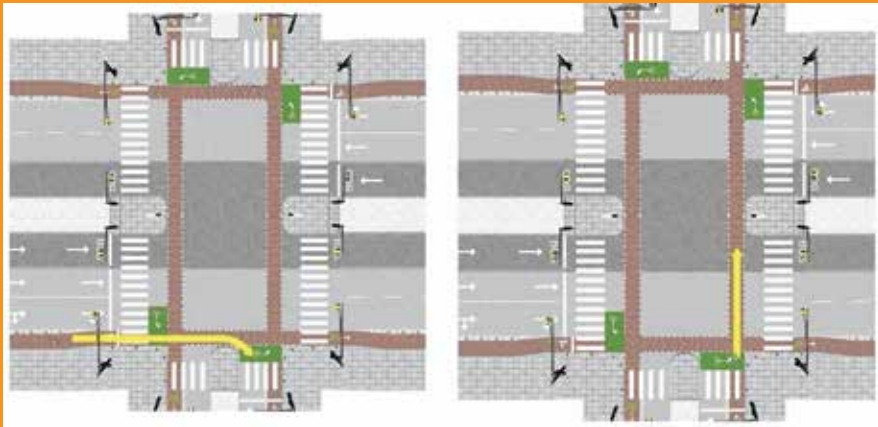
“两步转弯”的设计更为安全。荷兰发布的指南表明，两步左转可减少冲突（CROW 2007）。墨西哥的国家指南也建议采取该设计（ITDP 2011）。中国的研究也表明，两步式设计具有实效（Wang 等 2009）。该设计的问题是让骑车者在街道上等候时缺乏安全感。鉴于此，NACTO 建议根据路缘或停车区而设置骑车者位置。爱尔兰自行车指南同样指出，“转弯等候区”应清晰可见，不妨碍横过马路的行人或直行自行车。高频率的自行车信号灯可鼓励骑车者在两步式转弯内等候。

最后，荷兰的 CROW2007 表明，可采用自行车专用同步绿灯时段允许交叉路口各方向的自行车左转。这种设计可能会增加所有道路使用者的等候时间，但可能对于高自行车流量的交叉路口比较理想。信号灯快速循环可缓解这一问题。

还应针对上述措施进行更多研究，并对设施影响进行测评。

两步式转弯设计案例

骑车者在绿灯时应继续沿道路直行，在右侧专用等待区排队等候，等信号灯变绿之后，再前往另一街道。



实证

- 77%的骑车者认为在设有自行车专用等待区的街道骑行更为安全，自行车专用等待区可将路口机动车侵占自行车空间的情况降低近20%（Monseré和Dill 2010）。
- 通过改善交叉路口设计和两步式左转，北京的机动车和自行车的安全冲突降低了24%（Wang等2009）。
- 芬兰和荷兰的研究都表明减速措施（如高起自行车横道）可改善司机的视线搜寻方式，注意到从右侧来的自行车，从而有更多时间注意骑车者（Summala等1996；Schepers等2011）。

6.6 公交站点的自行车安全

由于自行车会和公交车站上下车的行人形成冲突，应通过特殊设计兼顾两者需求。在公交站背后设计自行车道可避免自行车和公交乘客的冲突，即使不采取这种方式，也应以某种方式优先考虑行人的需求。



自行车道的设计应兼顾骑车者和公交车站行人的需求。



图 6.6 | 公交站点自行车安全案例

巴西里约热内卢的公交站点穿越公交车候车区，自行车道与人行道齐平。

设计原则

- 确保行动不便的人士方便到达公交站点。
- 自行车道可与人行道或街道高度持平，但应在站点附近使用斜坡将自行车道抬高到人行道高度，使行人更方便前往公交站台区域。
- 通过设计和标线确保骑车者减速，让出空间使行人在共享空间横过马路。
- 应在转弯区拓宽自行车道，降低骑车者摔倒的风险。
- 上下车/等车区最小宽度应为3米，建议长度为20米。

优点

- 减少公交站点行人和自行车碰撞的风险。
- 在公交站点周围纳入自行车道，同时确保乘客方便上下车。

应用

- 如果禁止将自行车道与人行道齐平，或禁止在车站背后修建自行车道，就将行人优先区域涂上颜色或标线。
- 可能需要考虑公交站点乘客上下车人数而调整等候区面积。

实证

- 研究表明，自行车和行人碰撞会造成严重伤害，提高共享空间的控制措施可减少行人（特别是老年人）伤害的负担（Chong等2010）。减少公交站点冲突是一项值得考虑的措施。

6.7 自行车信号灯

自行车信号灯明确了通过路口的主体和时间，同时通过信号灯时长优先让骑车者通过，可使骑车者在通过路口时更加安全。信号灯按钮、自行车专用等待区、彩色路面和标线可与自行车信号灯结合使用，提高自行车过马路的安全。



可在显眼位置设置自行车信号灯，指示骑车者何时过马路。

设计原则

- 自行车信号灯的地点和设计应能让骑车者看见，不让汽车司机，因为司机在看到自行车信号灯时可能会先行通过。
- 交叉路口可将自行车信号灯与现有传统信号灯结合使用。
- 应使用三色信号灯，方便骑车者将其与行人信号灯相区分。

优点

- 在交叉路口给予骑车者优先权，自行车先行绿灯可让骑车者更容易被发现。
- 将横过马路的运动分为不同时段，避免骑车者和司机在交叉路口产生冲突。

应用

- 建议在自行车横穿马路较多的交叉路口使用。
- 在骑车者转弯较多的地方提前给自行车绿灯（如先行横过马路时段）。
- 可用于复杂交叉路口，否则骑车者难以通过。
- 可用于邻近学校和大学的交叉路口。

实证

- 俄勒冈州波特兰市的实证表明，自行车信号灯可降低自行车/机动车的碰撞事故数量（Thompson等2013）。



图 6.7 | 自行车信号灯案例

土耳其伊斯坦布尔防护型自行车道沿线的一处自行车信号灯。



新建自行车基础设施能提高骑车出行率，为居民提供无与伦比的健康交通方式（考虑自行车带来的运动效益）。除修建更安全的自行车道之外，城市也可通过自行车共享系统提供自行车，该措施在中国和墨西哥等中等收入国家大获成功。

最引人瞩目的案例之一是墨西哥城的 Ecobici 自行车共享项目，该项目于 2010 年启动，如今已有 7.3 万名用户，每天 275 个自行车存放点、4000 多辆自行车的出行总量为 2.75 万次。中国拥有世界最大的自行车共享系统。中国杭

州的自行车共享系统有 2700 个存放点，6.65 万辆车。全球已有 500 多个城市建立了自行车共享系统（Hidalgo 和 Zeng 2013）。

自行车共享领域的研究表明，该系统的健康潜力较大。巴塞罗那自行车共享系统用户的研究表明，空气污染和交通事故暴露风险呈零增长，同时人们转向更主动的交通方式而进行活动，每年能挽救超过 12 人的生命（Rojas-Rueda 等 2011）。美国、加拿大和欧洲的自行车共享系统评估表明，自行车共享系统用户发生交通事故的风险率低于骑车者平均

水平（Kazis 2011）。专家发现这种现象是因为自行车共享系统提供的自行车速度较慢、更加坚固、设计目的是使骑车者保持垂直姿势，且这类自行车自带照明、通常用于短途出行，可限制风险暴露水平。

还需进一步研究交通事故率较高的国家采取自行车共享系统的安全性，尤其是在拉美和中国。同时，有意建立自行车共享系统的城市应采取行动改善街道基础设施的安全。

