

绿色桥梁建造技术研究——以可持续为导向

尹紫钰¹ 黄庆业² 刘神斌³

1. 2. 中国联合工程有限公司; 3. 浙江数智交院科技股份有限公司

摘要: 本文旨在研究绿色桥梁的建造技术, 以可持续为导向。首先, 介绍了绿色桥梁的概念和发展历程。然后, 探讨了可持续性在桥梁建造中的重要性, 并分析了可持续性设计原则。接着, 介绍了绿色桥梁建造中常用的技术, 如绿色材料、节能技术、水资源管理等。最后, 以某绿色桥梁为案例, 分析其建造技术和效益, 以期对未来绿色桥梁的建造提供参考。

关键词: 桥梁建造; 绿色桥梁; 可持续

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.061

一、引言

随着世界经济的不断发展和人口的不断增长, 城市化进程逐渐加快, 城市建设也越来越重视可持续发展和环境保护。桥梁作为城市基础设施的重要组成部分, 其建造过程不可避免地会对周围的环境产生影响。传统的桥梁建造技术在建造过程中往往会对环境造成不可逆转的影响, 例如水土流失、大气污染、噪音扰动等。这些负面影响对环境和社会带来了不可忽视的危害。因此, 绿色桥梁建造技术的研究显得尤为重要, 它致力于最大程度地减少这些影响, 从而保护环境、减少资源消耗、提高社会效益。

全球气候变化的加剧也为绿色桥梁建造技术的研究提供了重要的背景。气候变化导致了全球气温升高、海平面上升、极端天气频发等一系列环境问题, 这些问题对桥梁建造和运营都会带来挑战。例如, 高温天气容易导致桥梁结构膨胀变形, 降雨过多容易导致桥梁被淹。因此, 绿色桥梁建造技术的研究要考虑气候变化对桥梁的影响, 设计出更加适应未来气候变化的桥梁结构。

此外, 政府、企业和公众对可持续发展和环境保护的日益重视也为绿色桥梁建造技术的研究提供了重要的背景。许多国家和地区都制定了相关法规和标准, 要求桥梁建造过程中必须考虑环境保护因素。例如, 欧盟于2014年发布了《可持续发展指令》, 要求公共建筑和基础设施在建造和使用过程中要尽可能地减少对环境的负面影响。同时, 市场对绿色建筑和可持续发展的需求也不断增长。

绿色桥梁建造技术研究的一个重要目的是减少对环境的影响。研究可以探索如何使用可再生能源、减少污染物排放、使用环保材料等方法来建造桥梁。研究如何使用绿色技术来建造桥梁, 可以降低建造成本, 提高效率, 节约资源。这将有助于促进经济发展和可持续发展。绿色桥梁建造技术研究还可以探索如何在建造桥梁时提高安全性, 例如使用更加耐用、可靠的材料, 以及采用更加安全的建造工艺等。可以促进社会的可持续发展, 提高人民生活质量, 改善社会环境, 促进城市化进

程。绿色桥梁建造技术研究的研究目的是通过使用可持续、环保、经济、安全的建造技术, 为社会和环境带来更多的益处。

二、桥梁的概念和发展历程

1. 绿色桥梁的定义和特点

绿色桥梁是近年来随着环境保护意识的提高而出现的一种新型桥梁。与传统的桥梁相比, 绿色桥梁注重环境保护和可持续发展, 其设计、建设和维护过程中充分考虑生态环境和社会经济的因素, 以实现桥梁与周边环境的和谐共生。在设计上, 绿色桥梁通常采用多种新技术, 例如运用计算机辅助设计、BIM技术等, 以确保桥梁的结构安全和节能减排。在建设和运营过程中, 绿色桥梁也采取了许多措施, 例如使用环保材料、采用低碳施工方式、进行精细化管理等, 以减少对环境的影响和资源的浪费。绿色桥梁的出现, 对于推动城市可持续发展、保护生态环境、提高交通运输效率等方面都具有重要意义。同时, 绿色桥梁的发展也需要政府、企业和公众的共同努力, 共同推动绿色桥梁的发展与应用^[1]。

绿色桥梁是一种桥梁设计和建造的理念, 旨在减少对环境的负面影响, 同时提供一种可持续的交通解决方案。绿色桥梁的设计和建造采用可持续性原则, 包括考虑生态系统影响、资源利用、社会影响和经济效益等方面。在绿色桥梁的设计中, 要考虑使用环保材料, 减少能源消耗和废弃物产生。此外, 设计要考虑桥梁的维护和操作成本, 以确保经济可持续性。绿色桥梁的建造过程也需要采取环保措施。这可能包括减少土地破坏、减少材料浪费、采用绿色建筑材料、减少碳排放等。在建造过程中, 要遵守环境法规和建筑安全标准, 确保施工过程中对环境和人员的影响最小化。绿色桥梁是一种致力于减少对环境和资源的负面影响, 同时提供可持续交通解决方案的桥梁设计和建造理念。

绿色桥梁是为了满足社会对可持续性发展的需求而出现的, 它的设计和建造旨在减少对环境的负面影响, 同时提供一种可持续的交通解决方案。绿色桥梁的特点可以更详细地描述如下:

(1) 生态系统影响: 在绿色桥梁的设计和建造过程中, 要考虑生态系统对桥梁建设的影响。这包括减少对土地和水资源的破坏, 避免对野生动物和植物的干扰, 以及减少对自然风光的影响。此外, 绿色桥梁的设计还可以利用生态系统服务, 例如生态修复和水资源管理。

(2) 资源利用: 绿色桥梁的设计和建造考虑了资源利用效率的问题。这包括采用可再生能源, 例如太阳能和风能等, 以及选择可回收和可再用的建筑材料。绿色桥梁的建造过程中也应该减少资源的浪费, 例如减

少建筑废料和过剩材料的产生。

(3) 社会影响：绿色桥梁的设计和建造需要考虑社会影响，例如交通流量、人员和货物运输等。绿色桥梁的设计应该充分考虑交通需求，同时尽量减少对居民和周边社区的影响。

(4) 经济效益：绿色桥梁的设计和建造还要考虑经济效益。这包括桥梁的维护和操作成本，以及对周边经济的影响。绿色桥梁的设计应该充分考虑桥梁的使用寿命和维护成本，以确保其经济可持续性。

总之，绿色桥梁是一种兼顾环境、社会和经济可持续性的桥梁设计和建造理念。它的出现旨在满足社会对可持续性发展的需求，以提供更为环保和可持续的交通解决方案。

2. 绿色桥梁的发展历程

绿色桥梁是指在设计、建设、运营和维护中最大限度地减少对环境影响，以及促进可持续性和环境保护的桥梁。其发展历程可以追溯到20世纪90年代，1994年，美国建筑工程师学会（ASCE）发布了《可持续性评估指南》，这是一个早期的可持续性评估标准，其中包括桥梁。1997年，美国联邦公路管理局（FHWA）发布了《绿色公路设计手册》，其中提到了绿色桥梁的设计原则和实践。该手册强调减少碳排放和交通拥堵、保护生态系统和自然资源、提高社会效益和健康等方面，为可持续性交通的实践提供了指导。2000年，欧洲委员会发布了《可持续性交通规划指南》，其中包括了绿色桥梁的设计和建设原则。该指南强调了减少环境影响、提高资源效率、提高交通安全性和人口健康等方面，对欧洲桥梁可持续性的实践提供了指导。2001年，ASCE发布了《桥梁可持续性评估指南》，该指南提供了一个框架来评估桥梁的可持续性，并提出了一系列的指导原则。该指南重视减少能源消耗、降低对环境的影响、促进社会经济发展和创新等方面，为桥梁可持续性的实践提供了指导^[2]。2002年，美国环境保护局（EPA）和FHWA共同发布了《环境可持续性设计指南》，其中包括了绿色桥梁的设计和建设原则。该指南重视节约能源和资源、减少对环境影响、提高社会效益和人口健康等方面，为桥梁可持续性的实践提供了指导。

三、可持续性在桥梁建造中的重要性

1. 可持续性概念和意义

可持续性是指在满足当前需求的同时，不损害满足未来世代需求的能力。这个概念不仅涉及环境方面，还包括社会和经济方面的可持续性。

可持续性的意义在于确保我们能够维持一个长期稳定的社会和生态系统。这需要我们采取措施，以确保我们的行动不会破坏环境，消耗自然资源和生态系统，并影响到未来的世代。这也需要我们在社会和经济方面采取行动，确保公平性和包容性，并在可持续发展的框架下推动经济增长。

可持续性的实现需要各种领域的合作，包括政府、企业、公民社会组织和个人。需要采取可持续性的措施来减少对自然资源的消耗、降低碳排放、改善环境保

护、加强社会公平和包容性，并促进经济发展和创新。

2. 可持续性设计原则

可持续性设计原则是指在设计产品、建筑或系统时，考虑环境、社会和经济的可持续性，以最大限度地减少对环境影响，并在整个产品生命周期中提高资源效率和生产效率。这是因为，我们的生产和消费方式已经对地球产生了很大的负面影响，例如大量的碳排放、森林砍伐、水污染和废物堆积等。因此，通过采用可持续性设计原则，可以实现经济、社会和环境的可持续性^[3]。

减少产品制造和使用过程中的资源消耗，包括能源、水和原材料等。例如，在产品阶段，应考虑材料的来源、使用、处理和回收方式。在产品使用阶段，应设计低耗能、低排放、低水耗等特性，以减少资源消耗。减少废物和排放物的数量和质量，以减轻环境压力和资源浪费。

通过优化生产过程和资源利用效率，减少资源的浪费和消耗。例如，采用生产自动化和机器人技术可以减少人力成本和误差，提高生产效率和品质。同时，应采取可持续性采购政策，选择环保、社会责任和人权合规的供应商和材料。在产品阶段，应考虑整个产品生命周期，包括制造、使用和处理阶段。例如，在设计阶段就考虑产品的可维修性、可升级性、可再利用性和可回收性，以延长产品寿命和减少废弃物。在产品使用阶段，应考虑如何降低能源和资源消耗，如何减少排放和废物的产生。在产品处理阶段，应考虑如何回收、重复利用或安全处理产品和废弃物^[4]。

3. 可持续性与桥梁建造的结合

在桥梁建造中，可持续性非常重要。桥梁作为公共基础设施，不仅要承受重大的交通负荷，还需要保持耐用性和安全性。如果不考虑可持续性，桥梁的设计和建造可能会对环境造成负面影响，也会影响桥梁的使用寿命和安全性。

选择可再生或可回收的材料，减少对有限资源的依赖，降低生产和运输材料的能源消耗和排放。采用节能技术和可再生能源，减少桥梁的能源消耗和碳排放，比如采用太阳能照明、风力发电等技术。在桥梁建造前要进行环境评估，确保不会破坏生态系统和对环境造成负面影响。在桥梁建造中要关注社会责任，包括聘用当地工人、减少建造期间对当地社区的影响等。考虑到桥梁的使用寿命，应设计和建造易于维护和保养的结构，减少对环境和资源的浪费。此外，定期维护和检查可以延长桥梁的使用寿命，减少对环境影响。

桥梁建造中的可持续性是一个综合考虑环境、社会和经济因素的问题，通过采用可持续性的方法，可以提高桥梁的安全性和可靠性，同时减少对环境影响，实现可持续发展的目标。

四、绿色桥梁建造技术

1. 绿色材料

绿色桥梁建造技术使用的绿色材料是为了减少对环境的破坏和污染，同时保证可持续性，以保证桥梁的长

期使用。绿色桥梁建造技术使用的高性能混凝土，这种混凝土使用少量的水、较少的水泥和更多的矿物质掺合料，可以减少碳排放并且减少能源消耗。高性能混凝土具有较高的强度和耐久性，可以减少对环境的污染和减少桥梁的维护费用。

可再生材料也是绿色桥梁建造技术使用的绿色材料之一。这些材料包括竹子、稻草、木材等，它们可以循环利用，减少对自然资源的破坏。这些材料不仅环保，而且可以有效地降低建造成本，同时增加桥梁的美观性。金属材料也是绿色桥梁建造技术中的一种绿色材料。金属材料如铝、钢等可以回收利用，降低对环境的影响。此外，它们还具有较高的强度和稳定性，这是建造桥梁的关键因素。

绿色桥梁建造技术也使用了节能玻璃，这种玻璃可以阻挡太阳紫外线的照射，从而减少空调的使用。这样可以降低桥梁的能源消耗和运行成本，从而减少对环境的污染。绿色桥梁建造技术使用环保涂料，这种涂料不含有害物质，可以减少对环境的污染。环保涂料不仅具有良好的保护作用，还能保持桥梁的美观^[5]。

2. 节能技术

绿色桥梁建造技术是指在桥梁建设过程中采用可持续发展的设计理念和先进技术，以达到减少能源消耗和环境污染的目的。在实际应用中，绿色桥梁建造技术通常包括以下几个方面的节能技术。

首先，优化设计是实现绿色桥梁建造的关键。在桥梁设计过程中，采用先进的建模和仿真技术，通过对材料、结构和构件的分析和优化，实现桥梁结构和使用的材料最优化，以降低能源消耗。例如，在桥梁结构设计中采用减重设计原则，通过减少桥梁自身重量，降低桥梁使用过程中的能源消耗。同时，在材料选择上，采用可再生的、环保的材料，如使用可回收的材料、节能材料和低碳材料等，以减少能源消耗和环境污染。

其次，采用节能施工技术是实现绿色桥梁建造的另一个重要方面。采用现代化的施工技术，如预制构件、智能化施工设备和节能工具等，减少人力和机械设备的消耗，降低能源消耗和环境污染。例如，采用预制构件技术可以减少现场施工的时间和能耗，并减少噪音和灰尘等对环境的影响。同时，采用节能施工设备，如太阳能充电器和燃气发电机等，可以减少现场的能源消耗。

最后，采用节能照明技术也是绿色桥梁建造的重要方面。采用高效的照明系统，如LED灯、太阳能照明等，减少能源消耗和环境污染。例如，在夜间照明方面，采用LED灯可以有效减少能源消耗，并且寿命更长，维护成本更低。在采用太阳能照明方面，可以通过太阳能电池板收集太阳能，转化为电能供应照明使用，减少对传统能源的依赖。

3. 水资源管理

绿色桥梁建造技术是指采用可持续的建造方法和材料，以减少对环境的影响并最大程度地保护自然资源。在绿色桥梁建造技术中，水资源管理是至关重要的一环。以下是一些与绿色桥梁建造技术相关的水资源管理

措施：

(1) 水循环利用：绿色桥梁建造技术鼓励收集并循环利用雨水和废水。可以通过建造雨水收集系统和灌溉系统来实现这一目标。这可以减少对公共供水系统的需求，并降低城市的水资源消耗。

(2) 水污染控制：绿色桥梁建造技术强调采用可持续的建造方法和材料，以减少对水资源的污染。可以通过在施工过程中严格控制废水的排放和在施工现场设置适当的水资源管理系统来实现这一目标。

(3) 水土保持：绿色桥梁建造技术强调保护土地和水资源。可以通过采用植被覆盖和自然排水系统等方法来减少水资源的流失，并保护周围的自然环境。

(4) 河流和湖泊保护：绿色桥梁建造技术强调保护周围的河流和湖泊。可以通过建造过水通道、截污沟和处理污水等措施来保护河流和湖泊的水质和生态环境。

总之，绿色桥梁建造技术在水资源管理方面强调可持续性和环境保护，需要采取一系列措施来最大程度地减少对水资源的消耗和污染，并保护周围的自然环境。

五、结论

可持续性绿色桥梁建造技术发展的重要目标，绿色桥梁建造技术应该以降低能耗、减少污染、提高使用寿命和降低维护成本等可持续性指标为导向，促进桥梁的长期稳定运行和对环境的友好性。采用新材料和新技术是绿色桥梁建造技术发展的重要途径。例如，使用高性能混凝土、复合材料、预应力钢筋等材料，以及采用建筑信息模型（BIM）、数字孪生技术等先进技术，可以提高桥梁的建造效率和质量，降低能耗和污染。

绿色桥梁建造技术应该与可持续交通规划相结合，实现整个交通系统的可持续发展。例如，可以通过优化交通组织、发展公共交通、鼓励低碳出行等措施，减少交通拥堵和污染，提高交通效率和舒适性，实现交通系统的可持续性。政府可以出台相关政策，鼓励和引导企业采用绿色桥梁建造技术，同时提高市场准入门槛，促进绿色桥梁建造技术的推广和应用。将对城市发展、环境保护和社会经济发展等方面产生重要影响。因此，未来应该进一步加强绿色桥梁建造技术的研究和推广，实现可持续发展目标。

参考文献

- [1] 李久林, 徐浩, 何辉斌, 刘廷勇, 李强强. 空间弯扭钢桥数字化建造关键技术分析[J]. 测绘通报, 2022(09), 1-5.
- [2] 李清洋, 管涛, 苗子臻, 魏志松, 徐万林, 高天骄. 预制装配式技术在市政桥梁工程中的应用[J]. 施工技术(中英文), 2022(02), 66-69.
- [3] 张思. 道路桥梁施工中现场施工技术的应用[J]. 交通世界, 2021(10), 108-109.
- [4] 孙策. 城市桥梁预制装配化绿色建造技术应用与发展[J]. 世界桥梁, 2021(01), 39-44.
- [5] 周定权. 基于绿色生态理念的公路桥梁施工技术探析[J]. 交通节能与环保, 2018(03), 88-90.