

PAS 2080 指导手册



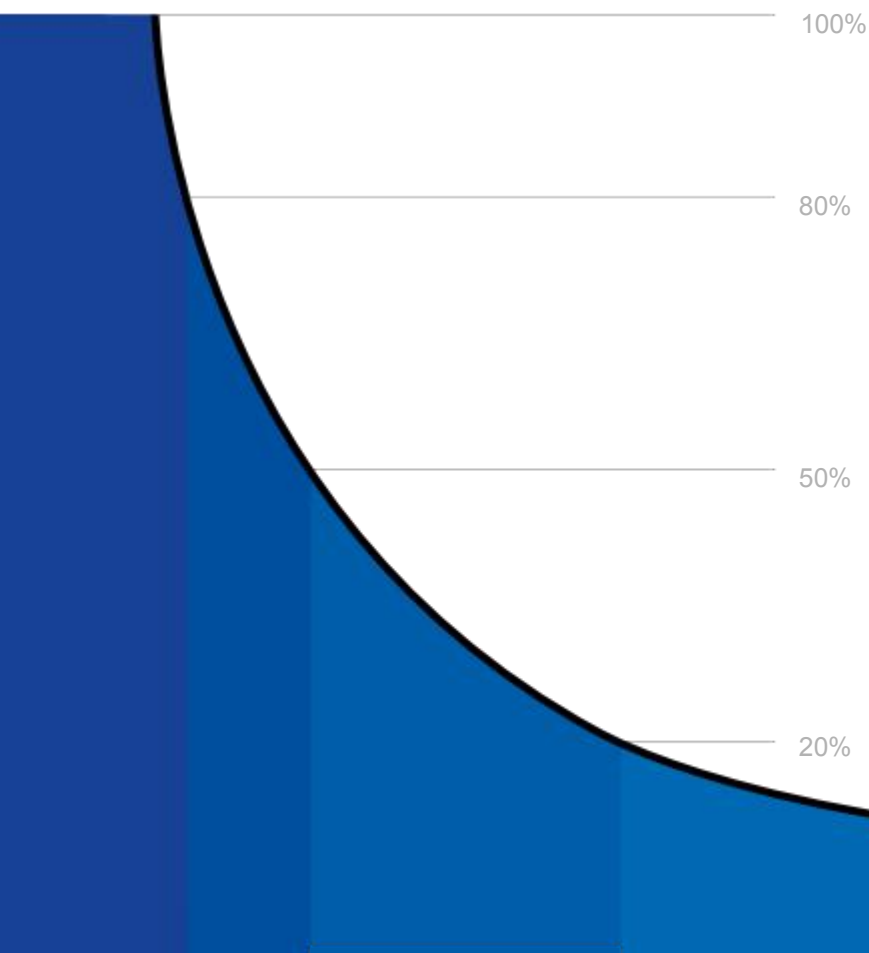
Construction
Leadership
Council

绿色建造委员会



Carbon
2060

High Quality Standard



100%

80%

50%

20%

世界上第一个管
理基础设施全生
命周期碳排放
的规范

前言

“PAS 2080有能力改变英国从其基础设施资产中获得的好处。如果价值链上的所有各方都能合作，并朝着减少碳排放的共同目标努力，可实现以下结果：

- 降低基础设施的交付和维护成本——推动更有效的工作方式，并帮助我们对社会和我们服务的社区产生更大的影响。
- 有效的碳管理——这是应对气候变化的重要贡献，并为后代留下积极的遗产。
- 以更低的成本提供更可持续的解决方案——提升行业声誉，为那些在该行业工作的人带来自豪感，并吸引新的人员和技能来加强我们的能力。
- 一个促进创新发展的平台，从而创造更加充满活力和更多回报的工作场所。

基础设施碳排放审查委员会认识到了这一机会。PAS 2080将帮助我们所有人把这一切变成现实。”

Thomas Faulkner，执行副总裁

斯堪斯卡英国、绿色建筑委员会基础设施工作组

英国绿色建造委员会（GCB）和商业、创新和技能部（BIS）与Mott MacDonald和Arup公司组成一个团队，编写了一份新的公共可用规范（PAS），以展示如何更合理、更有战略地管理基础设施中的碳排放。

本指导手册是由与PAS 2080相同团队的技术作者编制，即来自Mott MacDonald的Maria Manidaki、Priyesh Depala和Terry Ellis以及来自Arup的Kristian Steele和Daniel Roe。
同行评审由碳信托提供支持。

本指导手册的中文翻译工作由Carbon2060协同创新网络组织完成，参与的单位有中国城市科学研究会绿色建筑研究中心、中国房地产业协会技术委员会、中国建筑业协会绿色建造与智能建筑分会、低碳智慧建筑产业技术创新战略联盟、中国建筑科学研究院科技发展研究院、上海市建筑科学研究院有限公司、中建一局集团建设发展有限公司、中建碳科技有限公司、瑞士Freshape公司。



Construction
Leadership
Council

The Green Construction Board

以下组织提供了慷慨支持：



目录

0 引言	5
1 负责实施PAS 2080的价值链成员职责	8
确定将带头促进，实施和管理PAS 2080的相互依赖的利益相关者。	
2 如何实施碳管理流程	13
根据基础设施交付工作阶段的时间表，明确实施PAS 2080要求的实用指导内容。提供了一些实际案例研究。	
3 支持PAS 2080要求的关键组件	44
这部分围绕PAS 2080碳排放管理过程的不同元素进行了构建，并提供了多个示例/案例研究。	
4 量化操作示例	64

附录

附录1	71
示例数据源、质量适用性和内容	
附录2	74
碳排放报告	
附录3	75
支持信息的工作实例	

案例研究列表

案例研究A1	18
战略（展示领导力、治理）	
案例研究A2	22
基线开发	
案例研究A3 i	24
基线的量化	
案例研究A3 ii	25
基线的量化	
案例研究A4	29
Costain和Tarmac之间的早期参与和协作推动了可持续发展	
案例研究A5	30
与材料供应商进行早期接触，CEMEX	
案例研究A6	33
HS2报告	
案例研究A7	34
碳排放量报告	
案例研究A8	36
M5接合点27-28（Willand）Resur面向方案（2014），Skanska	
案例研究A9	40
优化性能并实现减排	
案例研究B1	46
目标设置	
案例研究B2	55
国家电网如何将碳管理整合到投资中	
案例研究B3 i	59
铁路安全与标准委员会（RSSB）：铁路碳工具	
案例研究B3 ii	60
碳测量工具，Crossrail Scope1、2和3预测工具	
案例研究B4	62
持续改进：伦敦南部地区公路维护	
案例研究B5	63
HS2环境声明	

引言

PAS 2080是更系统化的管理交付基础设施全生命期碳排放的方式。通过联合价值链成员，形成一种新的**鼓励直面挑战和勇于创新**，助力促进同时降低碳排放和成本的态度。

利用本PAS 2080指南手册将加速对PAS的理解和使用。

“业界一直在呼吁采取明确和一致的方法为21世纪提供低碳基础设施。PAS 2080响应了这个需求——采用一种结构化的碳排放管理流程，鼓励价值链中所有成员的全面参与，跨越不同领域及工作阶段。

现在，我们所有人都应该利用它来实现碳减排的量子飞跃。”

本PAS包括对价值链所有成员（资产所有者/管理者、设计者、建造者和产品/材料供应商）的所有领导者和实践者级个人的要求，以展示正确的领导力，并建立有效的管理系统，通过使用碳管理过程来减少整个生命期的碳排放。

碳管理过程中的个别价值链要求是围绕以下组成部分构成：

- 设定适当的碳减排目标；
- 确定评估碳减排绩效的基准；
- 建立指标，例如关键绩效指标，以可靠地量化和报告碳排放；
- 选择碳排放量化方法，以包括界定边界和取舍规则；
- 在基础设施所有工作阶段的适当阶段进行报告，以便了解绩效；
- 持续改进碳管理和性能。

通过采用PAS 2080，将形成一个更一体化的价值链，以一种共同的语言进行交流，并在一种真正的协作和创新的文化中工作。

价值链成员将主动挑战现状，从而减少碳排放、降低成本和增加价值。

有关PAS 2080的更多信息，请参阅www.bsigroup.com

PAS 2080的好处

定义良好的碳管理

PAS将为价值链组织提供明确的说明什么是良好的碳管理，以及推动全寿命碳减排的关键推动因素。能够证明自己是“PAS2080：资产所有者/管理者”的企业将在其组织中拥有一个良好的碳排放管理框架，从而促进创新、碳排放和成本降低。

提供一致性

PAS将确保在基础设施交付的关键点上对碳进行一致且透明的量化，使碳数据能够在价值链上透明地共享。

提高英国竞争力

企业可以证明他们是“PAS2080：设计师”，“PAS2080：建设者”和“PAS2080：产品/材料供应商”，因此能够提供低碳基础设施将获得更多的工作，而国际客户想在英国基础设施领域成功，将有利于公司证明有能力削减成本。

竞争优势

PAS2080的碳管理原则和组成部分形成的经验——含有改进碳管理和降低成本的积极信息——在海外投标时将受到欢迎，尤其是在那些旨在履行其国际碳减排承诺但不确定最佳方法的经济体中。

建立共同的理解和方法

PAS 2080的要求将有助于在基础设施部门（定义为水、能源、运输、通信和废物）和价值链成员之间建立一个管理全寿命期碳排放的共同理解和方法。

本指南文件是为了通过选定的例子和案例研究，以及洞察PAS 2080碳管理过程的基础成分，为从业人员提供实际指导，以支持PAS的实施。

本指南文件中，“碳”一词作为温室气体（GHG）排放的代名词使用，其含义与PAS 2080中的含义相同。

本指南的角色与作用

下表1阐明了本指南文件的作用，强调了如何使用本指南文件来支持PAS 2080的有效使用。

文件要素	PAS 2080	指南
基础设施碳管理规范	✓	✗
基础设施交付中碳管理的价值链成员职责规范	✓	✗
资产所有者/经理和其他价值链成员在交付资产和工作计划时执行碳管理过程的实际指导	✗	✓
碳管理过程组件的案例研究和工作实例。	✗	✓

表1： PAS 2080和指南文件涵盖的内容

参考PAS 2080

在给出具体指导时，文中参考PAS 2080的相关条款，风格如下，指南参考了PAS 2080的第6.1.1条，举个例子：所有价值链成员应实施组织碳管理流程，以帮助他们在交付资产和/或工作方案时满足其要求（第6.1.1条）。

1.目标设置		4.持续改进	
2.基准		5.报告	
3.量化		6.监测	

价值链成员 实施PAS 2080 的职责

“PAS 2080将解放供应链中的专业人员，让他们一起做正确的事情。”

Tim Chapman，伦敦基础设施集团的负责人，Arup和绿色建造委员会成员

基础设施是由广泛的价值链成员组织交付、运营和维护。**PAS 2080**的目标客户是这些组织中负责基础设施交付和碳管理的不同方面的从业者级个人。

PAS 2080相关价值链成员包括：

- 资产所有者和管理者；
- 设计者；
- 建造者；和
- 产品/材料供应者。

众所周知，在一个组织可能存在多个价值链成员。
例如，资产所有者/管理者或建造者也可以承担一些设计工作。因此，重要的是将价值链视为要履行的一系列角色，而不是特定的组织。

价值链成员及其从业者的参与情况

该指南显示了价值链成员参与的关键点，其中包括在基础设施交付过程中，
每个价值链成员的实践者角色——由基础设施交付的工作阶段界定(PAS 2080-图4)。

根据PAS的要求，价值链成员还需要在其组织中实施碳管理过程的组成部分（第6.1.1条）。
这样做将有助于他们建立相关的能力，以便根据资产所有者/管理人员的碳管理流程交付低碳资产和工作计划（详见本文件第2节）

成功实施PAS 2080的关键角色和职责

价值链中的每个成员都有责任为成功实施符合PAS 2080标准要求的碳管理流程做出贡献。表2列出了各个从业者的责任。注：不同价值链和组织架构下的角色可能有所不同。

从业者	职责
所有人	了解组织的碳管理目标，以及这些目标如何影响他们的角色。
	在团队内部承担起碳管理的职责，将组织政策转化为日常工作的实践。
	与价值链组织中具有类似角色的人员进行交流，以帮助分享最佳实践并简化流程。
	与其他内部从业者进行合作，以确保在碳管理方面的工作实践保持一致。

表2：从业者责任

资产所有者/经理

从业者

职责

领导团队

制定总体的碳管理方向，包括目标和治理系统。

通过培训或招聘，确保员工具备充分的碳管理技能。

战略规划者

确保新资产和现有资产的战略规划中包含明确的碳目标和指标。

采购经理

使用实现组织的碳目标的标准采购产品/材料/服务。

从战略阶段到运营/生命期结束的参与取决于组织的采购战略，例如，建筑材料的采购是否由建造商负责。

基础设施交付经理

贯穿整个价值链，以确保所提出和实施的技术和解决方案符合项目碳目标。

操作员/运营经理

确保资产的运营，以实现碳目标。

确保资产维护和更换策略纳入碳目标。

在整个资产的生命期内管理碳排放。

设计师

从业者

职责

领导团队

了解资产所有者/管理者的碳目标，并确保自己的组织目标一致。

在组织中贯彻碳减排意图，确保碳管理原则完全融入现有设计系统

确保技术团队拥有适当的培训和技能，以促进低碳解决方案的开发。

设计师/技术顾问或

使用适当的工具评估低碳解决方案（概述和详细设计），并了解材料和工艺方面特定设计决策的影响。

设计师/技术顾问	在战略、简报、概念、定义和设计阶段支持资产所有者/经理的碳管理方法。
----------	------------------------------------

**建造者
执业者**

职责

领导团队	了解资产所有者/管理者的碳目标，并确保自己的组织目标一致。 通过组织、倡议促进碳减排文化 适当的培训和实施最佳实践方法以实现低碳目标。 确保碳管理原则被整合到交付系统中。
采购经理	确保低碳选择标准与资产所有者/经理的标准一致，并嵌入采购过程中，将要求向供应商明确传达。
施工经理	采用低碳建筑技术/产品/材料，根据需要修改设计决策，以实现低碳产出。 量化、监测和报告施工期间的排放。

**供应商
执业者**

职责

领导团队	了解资产所有者/管理者的碳目标，并确保自己的组织目标一致。 通过组织推广碳减排文化，并确保技术团队接受适当的培训以开发低碳解决方案。 通过价值链展示其低碳产品/材料。 确保碳管理原则被整合到交付系统中。
采购经理	采用低碳采购标准，并将其推广到价值链的较低层级。
材料/产品开发人员	向价值链的其他环节提出低碳产品/材料应用建议，以实现最佳的全生命周期低碳性能。 确保量化方法与价值链要求一致。

表2：从业者责任

早期参与的好处

所有参与基础设施交付的组织都必须在可能的阶段尽早进行相互协作
理想情况下是推动行业内的积极变革——在特定的基础设施项目之外开展工作。

这种早期的参与将使履行不同价值链角色的组织能够更好地了解基础设施部门所需的服务和产品，并主动开发这些服务和产品。

如何 实施 碳管理 流程

“在ICR确立了减少碳排放和降低基础设施成本的案例时，PAS 2080提供了实现这一目标的实用指导。”

Mark Enzer，水务部门负责人，Mott MacDonald，绿色建造委员会成员，基础设施工作组成员

本节为所有价值链从业者提供了关于如何开发和实施PAS 2080碳管理流程的指导（PAS 2080中的图5）。它侧重于如何实施碳管理流程，以便价值链成员在交付资产或制定工作计划时能够协同工作（第6.2.1条），而不是专注于各自组织的碳管理流程（第6.1.1a条）。

虽然资产所有者/管理者在交付基础设施时是价值链中的关键成员，但当价值链的所有成员都充分参与并共同实施资产所有者/经理的碳管理流程以交付资产和完成工作计划时，才能释放最大的碳减排潜力。

下图1总结了如何通过将不同的碳管理过程组件整合到现有基础设施工作阶段中，从而实现整个生命期减少碳排放。

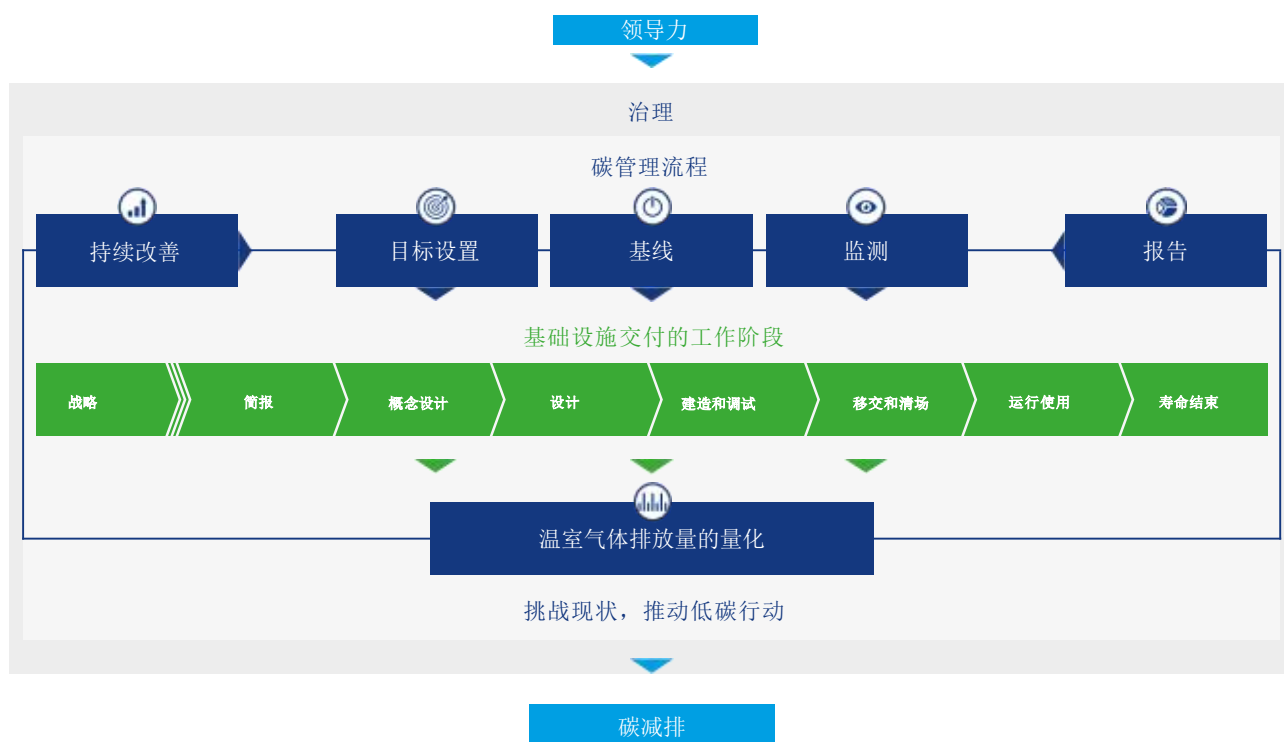


图1: PAS 2080碳管理流程

来源: PAS 2080: 2016-基础设施中的碳管理

目标是减少基础设施交付八个不同工作阶段中每个阶段的基础设施资产和工作方案中的全生命周期碳排放。

为每个工作阶段提供了关于碳管理过程要求的指南（如PAS 2080所述），以帮助从业者了解何时需要解决这些要求，以及价值链中的哪个组织最适合解决这些问题。

过程中的某些环节可以在工作阶段中更早或更晚进行，具体时间安排请参见本节。这里提供的时间仅作参考之用。具体行动的时间，例如基线何时以及如何制定，应由个人从业者根据自身资产或工作计划的开发方式来确定。

对于工作方案，有些活动可以在制定特定项目之外进行（例如在最初的“战略”阶段）。在提供单一资产和工作方案存在差异时，就强调了这一点。

通过来自不同基础设施部门的一些工作范例和案例研究来说指南应用情况。

责任划分

在提供资产和工作计划时，要实施有效的PAS 2080碳管理流程，就需要许多不同的价值链角色的参与和参与。为了调整所有的利益相关者，为每个工作阶段都提供了一个责任表（RACI），以告知每个价值链成员的职责和要完成的活动。

每个活动的责任级别定义如下：

Responsible负责-活动执行者。

Accountable问责-负责确保活动按要求完成的价值链成员。

Consulted咨询-价值链成员积极参与并为活动执行者提供支持。

Informed知情-了解活动的完成方式和时间的价值链成员，必要时可提供投入。

RACI图表总结了在基础设施交付中，责任通常如何被分割，但必须承认，这些责任可能会因合同和组织协议而有所不同。

根据PAS 2080的要求，资产所有者/经理最终负责明确每个活动的责任并向价值链传达这些责任。然而，也得承认，如本节所述，所有的价值链成员都需要在不同的基础设施工作阶段表现出领导能力，并主动承担具体的责任。

下表3说明了一个示例RACI图表，用颜色编码显示每个活动的不同责任级别。

工作阶段的碳管理过程活动	资产所有者/ 经理	设计师	建造商	产品/材料供 应商
活动1	RA	R	R	R
活动2	RA	C	C	C
活动3	RA	C	I	I
活动4	A	C	R	I
活动5	R	A	C	C

R负责 A问责 C咨询 I知情

表3：示例RACI图

战略

战略工作阶段是资产所有者/经理确定预期成果和基础设施资产的功能单元的阶段。在此阶段，设计者通常也参与其中，其他价值链成员有机会挑战资产所有者/经理的决定。

本这个工作阶段，最大化碳减排机会而采取的关键行动是：

- 明确领导；
- 设定大胆的目标和明确的结果；
- 与价值链的早期参与者分享碳目标；
- 消除任何协作限制；
- 定义公司治理；
- 拥抱挑战和变化的态度；
- 鼓励和激励整个价值链中的创新。

责任分配表

下表4总结了在战略工作阶段需要处理的碳管理过程中的各个要素，以及关键价值链成员的具体职责。

战略工作阶段的碳管理过程活动	资产所有者/ 经理	设计师	建造商	产品/材料供 应商
展示领导能力来减少碳排放	RA	R	R	R
定义基础设施服务成果，包括需求报表（定义功能单位）	RA	C	I	I
建立将包括一个持续改进过程的公司治理	RA	C	I	I
设定碳减排目标；或其他与碳管理相关的相关目标	RA	C	I	I
与价值链合作伙伴的早期接触	RA	R	R	R

表4： RACI图表，总结战略工作阶段的活动

领导力

价值链成员应在其组织的最高管理层展示有效的领导能力和承诺，并嵌入低碳文化。这种承诺应从董事会向下传递到管理者和实践者。

每个价值链成员都应该在其组织活动中制定一个明确的愿景和目标。此外，资产所有者/管理人员需要为他们需要交付的基础设施资产/工作计划设定具体的碳目标（第5条），应记录并用于符合性索赔（第12条）。

价值链成员应在其组织内推广碳减排文化，鼓励所有人建设性地挑战现状并交付低碳基础设施（第0.2条、第5条）。

增强和提升早期采用者的技能

各级领导者（第5条）和实践者需要赋予组织内部及价值链中对碳减排充满热情并能影响他人的交付团队以权力。这可以通过在其组织和整个价值链中培养碳管理知识和技能来得到支持，并在此过程中分享PAS 2080原则。



目标设定

该组织的董事会应制定雄心勃勃的碳减排目标，以使工作交付过程的资产/计划发生逐步变化，并确保显著偏离常规业务（第8条）。碳减排目标需要反映整个生命期的碳减排愿望。从业者可以选择为资本、运营或用户碳排放设定单独的目标，或一个单一的全生命期碳目标。

碳减排目标可以反映一项资产/工作方案的总排放量，即相对于基准，整个生命期碳排放总量减少20%，或者碳强度数字，例如tCO₂e 资本碳/£'000支出（第8.2.1条）。

资产所有者/经理应为交付的资产/项目设定目标，其余价值链成员在交付基础设施时至少应达到这些目标。此外，价值链成员还应设定与其自身参与基础设施交付相关的指标，并挑战资产所有者/管理者，以改进目标。价值链还应鼓励尚未设定目标的资产所有者/管理者这样做。

目标应相对于一个基准值进行设定，例如一个可以量化的基准值的某个比例。目标可以是反映单个资产/项目的，然后再进行汇总，为整个组织提供一个整体减碳目标。持续改进过程应支持定期更新目标，使其变得越来越雄心勃勃（第10条）。

鼓励设计、施工和材料供应组织的从业人员积极挑战为交付资产或工程计划而设定的目标。

战略（展示领导力和治理能力）

案例研究 | A1

奥林匹克公园

奥林匹克公园占地2.5平方公里，有多条水道，并通过高速公路、自行车道和铁路网络与周边地区相连。桥梁和高速公路是公园基础设施的支柱。南北公园由20公里的公路、13座人行天桥、11公里的挡土墙、7座公路桥和6个地下通道组成。北公园的基础设施包括挡土墙、高速公路、二级公路、一座陆桥、一座高速公路桥、六座现有桥梁和两条地下通道。

为了支持奥林匹克交付当局（ODA）渴望创造有史以来最可持续的奥林匹克和残奥会，我们向设计和施工队提供了几份指导文件，以确保在项目的设计和建设中嵌入优先主题。环境保证程序根据一系列关键绩效指标（KPI）跟踪绩效，包括要求至少达到“非常好的整体项目”评级。该治理结构包括以下目标：

- 材料和废弃物
- 能源和碳排放
- 运输

在《能源和碳》一项提供的能源声明中展示了在整个生命期的关键阶段为基础设施设计采用的主要建筑材料，如骨料、混凝土和钢所采取的减少能源和碳消耗的措施。在设计期间进行的案例研究确定了以下问题：

- U01地下通道从概念到最终设计减少50%碳
- 从概念到最终设计，碳排放量减少了90%

在运输方面，生物柴油被确定为减少碳排放的一种成本低效益高的解决方案：燃料来自可持续的来源；质量符合欧洲标准；项目团队计入了车辆保修无效的财务影响。结果，直接二氧化碳（二氧化碳）排放减少了50%，节省了12%的成本。

治理

资产所有者/经理从业者应挑战现有的治理体系，以确保碳减排文化得到鼓励，并成为基础设施交付的核心。一个好的治理体系应该明确定义需要量化和报告碳排放的关键阶段，以便尽早确定碳排放热点，以告知减少碳排放，并根据目标取得进展。

这应该与现有的成本和质量管理的治理流程相结合。碳（和成本）的量化和报告应该在最初的概念设计阶段更频繁应用，在那里减少碳的机会是最大的。

资产所有者/经理组织的从业者需要在治理过程中允许足够的灵活性，以使设计师、施工人员和产品/材料供应商能够展示他们的能力，并主动提出创新的想法（第5.2条）。



战略

作为公司治理的一部分，从业者应鼓励交付团队挑战现有资产标准/规格（如适用），以便使减排跟随碳减排层次（第6.1.4条）。从业者应将确保创新得到适当考虑的程序纳入治理系统，即使这些创新与现有资产标准相冲突。

监督活动

每个价值链成员可以选择指定一个人来监督其组织内这个工作阶段的所有必要行动，并将这些行动报告给资产所有者/经理，特别是对于单个项目。对于工作方案，可以分担任务的责任，并纳入标准的业务程序，以确保方法的一致性。

激励措施

从业者应考虑在其价值链合作伙伴和其组织内使用激励措施，以鼓励终身碳排放和成本降低。他们应该考虑如何在合同中纳入终身碳管理，以及如何确认和回报交付团队中良好绩效的适当指标

例如，将碳减排和针对目标的进展作为关键绩效指标（KPI），并与财务奖励挂钩。可以通过建立和促进（内部和外部）奖励计划的奖励行为来实现，以表彰与减少碳排放有关的项目/项目相关成就。

“在低碳发展过程中，领导能力一直是至关重要的，现在也需要同样的领导能力来推动PAS 2080的采用，并释放其承诺的价值。”

Mark Enzer，水务部门领导，
Mott MacDonald和绿色建造委员会
委员，基础设施工作组



量化

资产所有者/管理从业者应尽早确定拟议/现有基础设施的具体“结果”，并按这些方面量化碳排放，以及一项资产或工程计划的碳排放总量。以结果为中心的方法更有可能遵循PAS（第6.1.4条）中要求的碳减排决策层次结构，并鼓励没有建造和翻新的选择。

结果应与温室气体定量的功能单位直接相关。功能单元是对基础设施提供的有用产品或服务的度量（第7.1.2条）。对于某些组织，可能需要多个功能单元。在可能的情况下，对碳排放的评估应使用在企业或部门中已经采用的相同指标，例如出于与财务或业绩有关的原因。

价值链成员应与资产所有者/管理者进行对话，以了解将使用的功能单元（第7.1.2条）。

简报

简报阶段是资产所有者/管理者对基础设施进行初步策划的阶段。在此阶段，鼓励资产所有者/管理者向设计单位和施工单位进行咨询。

在该阶段，最大限度减少碳排放的关键措施是：

- 让设计者尽早参与进来，关注服务成果，质疑对新资产的需求；
- 在计划中留出时间，让设计师对最初的概要提出质疑，并审查进一步利用现有资产的机会；
- 明确传达所期望的服务成果，但允许价值链自由选择实现这些成果的方式，从而为创新留出最大空间；
- 为价值链中的其他组织选择采购途径，以解决整个生命周期的性能问题并鼓励低碳；
- 尽早让施工单位参与进来，评估创新的施工技术和材料；
- 尽早让产品/材料供应商参与进来，展示低碳替代品，以便在概念和设计工作阶段加以考虑；
- 确定量化方法的范围和取舍规则。

责任表

下表 5 概述了在简报阶段碳排放管理需要开展的具体工作，以及主要价值链成员的具体职责：

简报阶段碳排放管理工作内容	资产所有者/经理	设计师	建造商	产品/材料供应商
根据假设解决方案确定资产/方案基准	RA	C	I	I
温室气体量化 - 确定碳排放量化方法	RA	C	C	C
确定项目的数据质量要求	RA	C	C	C
确定在不同工作阶段使用的碳排放量化工具	RA	C	C	C
在与价值链进行初步接触后编写简介	RA	C	C	C

表5: RACI图表, 简报工作阶段工作内容汇总



基线

根据所提供的资产/方案类型和设定的目标，可创建不同级别的基线。基线应参照为正在开发的基础设施定义的功能单元：

- 资产所有者/管理者可能会针对资产、工程计划或服务提供设定基准；
- 施工单位最有可能根据活动的基线来衡量它们的性能（第8.1.2条和第8.4.2条）。这些规定可以及时确定，参照一个特定的投资期间或以前的工作方案。

单个资产的基线计算起来相对简单，因为它们是由建造它们所需的材料和活动建立起来的，而对于较小的资产，这些资产收集起来并不太繁重。对于已经交付了大量资产的工作方案，资产所有者/管理者可以决定使用更高层次的量化方法，如投入-产出方法。

应收集所有相关的温室气体生命周期阶段的数据，以告知基线。在可能的情况下，应该使用来自以前项目的内部数据来创建基线。这可以采用图纸、工程量清单或模型的形式。应该为概念解决方案建立基线，基于之前实现预期结果的“照常业务”实践。基线还可以指出后续设计阶段的关键碳热点应该是什么。

第4节包含一个实用的工作示例，其中包括如何设置基线。

重要的是，资产所有者/经理给价值链机会和足够的时间来挑战基线，然后同意一个现实的基线。人为设定的高碳排放基线（因为它们没有被仔细定义），可能会使碳减排的任务看起来过于容易，并防止最大限度地增加进一步的碳减排机会。另一方面，设定不合理的低基线对价值链来说可能太繁重，并歪曲了在后续工作阶段所做的碳节约。

用于量化基线的方法受到数据可用性、时间限制和所需的精度水平的影响。资产所有者/经理应咨询其价值链成员，并确定在整个交付过程中需要捕获哪些数据。因此，价值链成员应主动收集活动数据，以改善基线，并与资产所有者/经理共享这些数据。然后可以选择适当的方法（第7.1.4条）。

应鼓励从业人员设定基线，即使在初始工作阶段可获得的数据非常有限，但也承认这些数据的准确性可能是有限的。

一旦创建了初始基线，这些都可以在资产或计划交付的期间保持不变，然后将更新作为持续改进过程中的一部分（第10.2.1条）。只有在交付资产/工程计划期间，当已有显著改进的数据或在原始假设中发现错误时，才需要修改基线。对于单个大型基础设施资产，这可能会有所不同，因为资产所有者/管理人员可能会在很长的施工期内选择多次重新基线（见组件2）。

治理系统应能够捕获活动数据，以便能够持续改进基线（第10.2.1条）。

基线的制定

案例研究 | **A2**

海湾海滩铁路碳基线

作为价值65亿英镑的泰国铁路项目的一部分，贝尔弗·贝蒂铁路公司负责伦敦桥主车站内外的轨道和小型土木工程。这包括安装158个测控单元和更新约38,000米的轨道。

计算基线的一个重要因素是确定什么是“照常经营”，什么数据可用，以及在整个交付过程中需要捕获什么。根据招标过程中提供的高水平数据计算了基线大纲。这突出了与某些工作包有关的数据差距。为了解决这个问题，与客户、设计和施工团队的主要成员举行了一次研讨会，以提高对碳管理的认识，以及如何根据现有数据提高初始基线的准确性的实用性。项目主任还主持了一次会议，以便分配提供数据输入基线的责任。

材料数据是基于每个工作包的大纲设计而建立起来的。项目前两年使用的燃料、天然气和电力与净销售价值(NSV)进行标准化，再乘以剩余工作的价值(NSV)。

然后使用铁路工业碳排放工具来计算碳排放基线。在可能的情况下，计算是基于每个工作包的材料总数，而不是完成对该特定工作包中的每个结构的单独计算（其中有100个）。使用该工具确保了基线计算的透明度，并可追溯到确切的碳排放因子和所使用的计算方法。

我们学到的一个重要教训是，花时间规划计算基线的最有效方法是有益的。很明显，从一开始就提高意识并获得关键人物的支持是计算基线和整个碳管理过程的关键。

基线计算方法示例

自上而下/投入产出分析(IOA)类型

这种方法使用高水平的部门或行业平均数据来估计碳排放。当需要高水平的估计和只有有限的数据可用时，通常最好使用这种方法。这种方法提供了对总体排放的洞察，但不一定有助于确定排放集中在哪里，以及减少工作应该集中在哪里。这种方法可能适用于在获得改进数据之前开始其碳减排之旅的组织；或者当需要对一项资产或工程计划的碳排放进行初步概述时。

示例计算

A=桥梁工程的估算成本=500万英镑

B=每一£支出的行业平均温室气体排放量=0.224 kgCO₂e per £

A x B =1,120 tCO₂e，桥梁到最终交付排放的温室气体排放总量。



自下而上/生命周期评估（LCA）类型

该方法将整理和分析所有要完成的材料和活动，以交付所需的基础设施。这种方法提供了进行更深入的分析的机会，以确定碳排放集中在哪里，并考虑可能是什么适当的项目反应。这种方法适用于那些已经为建筑工程捕获了详细的活动和相关的碳因子数据的组织。

结合自上而下和自下而上的方法

大多数组织将采取一些混合的方法，并在可用的情况下使用详细的数据，并在数据和时间限制需要时使用一般的行业数据和假设。随着时间的推移，有了适当的治理，预计组织将捕获公司特定的数据，并减少他们对通用行业和类似的自上而下数据的使用。



量化-建立和沟通一种量化的方法

应尽早确定在整个基础设施交付过程中如何以及何时量化温室气体排放（第7条）。PAS 2080为设计师、施工人员和产品/材料供应商设定了能够根据资产所有者/经理的要求来量化温室气体排放的要求。

在简报阶段，不同设计方案的温室气体排放的量化可能是高水平的，主要集中在长列表类型方案的选择。在这些情况下，从业人员应根据现有数据确定适当的方法（条款7.1.4）；参见案例研究A₃ (i)和 (ii) 以及第4节中的工作实例。

基线的量化

案例研究 | **A3i**

阿特金斯-爱丁堡-格拉斯哥改善项目（EGIP）

爱丁堡-格拉斯哥改善项目（EGIP）是一项全面改善苏格兰铁路基础设施、铁路车辆和服务提供的综合计划。阿特金斯在这个项目中进行的碳排放工作主要集中在格拉斯哥和爱丁堡之间现有线路的架空、线路电气化基础设施和线路清理工程上。

阿特金斯对该项目的碳建模方法是超过单纯的碳排放量化，在量化的基础上与工程师和客户密切合作，以确定可行的低碳干预方案。

主要步骤是使用阿特金斯碳知识库计算OLE基础设施和路线清除工作的基线碳足迹。

由此产生的碳模型可以被分析，以确定碳的“热点”。

这些信息、主要碳模型和知识库分析功能被用于与工程师和客户进行一系列创新研讨会，以确定潜在的替代低碳干预方案，更重要的是每个方案的优势、劣势、机会和威胁（SWOT）。研讨会之后，在知识库中建模，以量化它们的实际碳值。然后，将每个选项的模型与初级碳模型的相关组成部分进行比较，以确定所设想的碳效益实际上是多少。这些方案确定在初级设计上提供碳减排，并具有可接受或更好的SWOT平衡，作为最终建议提出。

该项目在确定不同的碳减排方案方面非常成功。已确定的方案表明，潜在的碳影响减少超过40%。

量化工具

价值链组织的从业人员应检查现有的温室气体排放量化工具（第7.1.8条），并决定它们是否符合PAS 2080中第7条的要求，或者是否需要开发新的工具。

一个好的量化工具，功能清晰，可以可视化输出，有助于交付团队了解碳排放热点在哪里，以明确碳减排工作的重点。第3节提供了指导，关于什么是一个好的量化工具。

定制的工具通常不是必要的，可以针对项目开发特定的报告模板，在评估目标或概念时沟通使用。

一个好的量化工具，功能清晰，可以可视化输出，有助于交付团队了解碳排放热点在哪里，以明确碳减排工作的重点。

基线量化

案例研究 | A3 ii

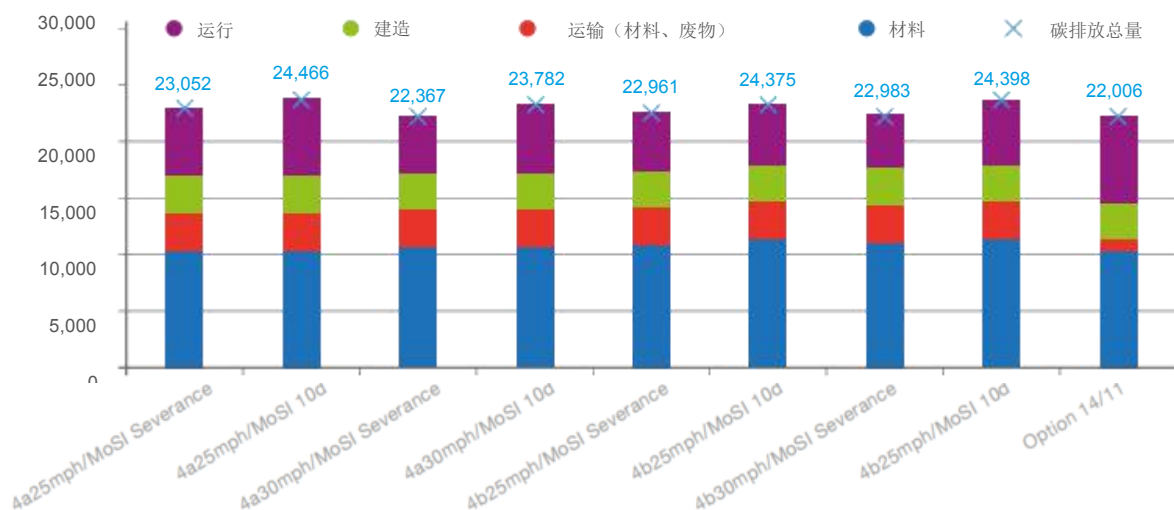
帕森斯，布林克霍夫，网络铁路

在北方枢纽的改进计划中，奥尔德萨和德计划首次包括了连接曼彻斯特三个主要车站的新部分轨道的计划。作为该计划的一部分，铁路网需要修建一座新的高架桥，以连接曼彻斯特的维多利亚路、牛津路和皮卡迪利大街的车站。

作为铁路网GRIP 3选项选择过程的一部分，全寿命碳模型被用于该结构，预期寿命120年，使用了苏格兰运输公司的原型碳工具。

进行了一系列基线研究，涵盖了项目使用寿命的所有阶段：建筑材料、材料和废物的运输；建设；以及材料的更换。开展这项基线研究，考虑到项目寿命的所有阶段，可以为项目开提供一系列设计方案。

结果表明，在碳排放方面，设计方案几乎没有差异（下图）。然而，在帕森斯·布林克霍夫举办的“碳挑战研讨会”上，确定了一个跨学科团队关注的热点，以确定减排机会。



评估的关键学习要点包括，需要采用整个生命周期的碳分析方法，以便开发排放和相关热点的完整图景。

此外，虽然不能使用该工具估计与建筑相关的排放，但苏格兰运输的原型“碳工具”通过估计与材料和运输相关的排放，提供了一种制定基线的极好方法；它还可以被操纵，以帮助估计与材料更换相关的维护排放。

概念设计

概念设计工作阶段包括对资产和/或工作方案的初步评估，然后在详细设计之前选择首选方案。

在概念阶段，仍有一个巨大的机会来实现显著的碳减排，这可能仍然包括不建立任何选项（第6.1.4条）。资产所有者/经理应鼓励设计师、施工人员和产品/材料供应商挑战简报，并制定方案，以实现项目可能的最低碳排放解决方案。这应该通过量化来告知，以便提供最大的干预机会。

在这个阶段中，最大限度地减少碳减排机会的关键行动是：

- 以全生命周期碳绩效为依据进行决策；
- 考虑隐含碳和运营碳之间的最佳平衡；
- 通过减少建设和选择低碳材料来减少隐含碳；
- 通过减少运营能源和资源使用，以及应用可再生能源来减少运营碳；
- 考虑使用者的碳排放，了解哪种选择可以减少全寿命碳排放；
- 影响终端用户行为，进一步减少用户的碳排放；
- 考虑设计师、施工人员和产品/材料供应商关于减少碳的方法（创新产品/材料和建筑技术、低能源工艺、可再生能源系统）；
- 考虑寿命结束场景和碳排放，以告知资产布局和使用的材料。

责任表

表6总结了在概念设计阶段碳排放管理需要开展的具体工作，以及关键价值链成员的具体责任。



概念设计阶段碳排放管理工作内容	资产所有者/ 经理	设计师	建造商	产品/材料 供应商
根据基线对所有选项（以及在适当的情况下对工具的使用）进行高级量化	RA	R	C	C
挑战对新资产的需求。为后续的工作阶段设定和完善相应的目标	R	RA	R	R
报告碳排放量最大和可减少的项目活动、材料/组件和碳类别	I	RA	C	C
与价值链合作，参与设计方案的碳减排，重点关注首选的解决方案及其确定的热点（遵循碳减排层次）	R	RA	C	C
针对目标进行报告和监控的进度	R	RA	I	I

表6: RACI图表，总结概念和定义工作阶段期间的责任



基线

该项目可能已经有一个基线，或已为工作方案制定。如果它不存在，则应按照简报工作阶段中规定的指导方针创建一个基线。资产所有者/经理应与价值链的其他部分检查基线在整个工作阶段是否相关，如果不是则进行更新（第8条）。

基线的“相关性”包括确保在温室气体生命周期阶段和资本、运营和用户碳排放方面捕获相同的活动范围。用于计算基线的方法必须兼容，并提供与用于量化设计的方法的可比较的输出。

在要评估多种选项的情况下，都可以使用功能单元将它们与基线进行比较。在没有预先确定基线的情况下，评估方案之一可能是“照常经营”方法，然后成为评估其他项目的基线。在这种情况下，从业者应该注意确保业务通常的选项是现实的，而不是为了使其他选项相对而言看起来更好。



量化

根据商定的温室气体排放量化方法，设计者或其他相关从业者应确定潜在的基础设施服务提供方案的排放量。细节水平应适合项目的这一阶段，并在可能的情况下依赖基于项目的信息，如大纲战略描述、概念图、材料清单估算以及过去类似项目的信息（第7.1.5.4条）。

从业者应确保满足第7条的所有要求，包括：

- 包括所有相关的温室气体生命周期阶段的排放源。如果从业者确定了潜在的排除因素，这些因素应该被记录下来。（PAS2080中第7.1.3.2条和附录A）；
- 评估中使用的活动数据相关且准确（第7.1.5.3条）；
- 碳排放因子适合于项目的位置和时间（第7.1.5.3条）。



监测

不同选项的温室气体量化的输出应由资产所有者/经理和施工人员共同报告和审查，并在商定的功能单位中提出量化。

从业人员应该提供数据，让价值链了解关键热点的位置，例如，必要时展示PAS 2080中图7的组件分解和温室气体生命周期阶段。

从业者应该考虑最相关的方法：关于项目绩效的信息可以以报告的形式呈现给价值链的相关成员。无论如何，报告应有助于解决方案/或备选方案的改进。

标准化的量化工具可能会使这种报告变得简单。我们鼓励从业人员将此报告作为正常项目报告/可交付成果的一部分集成起来。

对给定评估的基础假设和证据可以单独报告给具体结果，以便将重点保持在相关问题上（第9条）。



Costain和Tarmac之间的早期参与和合作推动了可持续发展

案例研究 | **A4**

耗资1.04亿英镑的海舍姆到M6连接公路项目是兰开夏郡最优先的交通项目之一。Costain和Tarmac开始实现真正合作的全部潜力，通过早期参与，提供完整的透明度和知情同意告知规范。

在项目开始前两年的合作提供了一个独特的机会，以更深入地了解彼此的行动。这有助于确定潜在的后勤、成本和可持续发展效益。协作工作从一开始就嵌入到这两项业务的方法中，因为团队一起工作以了解彼此的操作。

Tarmac提供了关于现场决定对采石、运输和到现场路线的影响的战略信息。因此，该团队的目标是供应项目的采石场的零浪费。这将确保所有生产的材料都将用于该计划或提前计划，多余的材料可以避免垃圾填埋。此外，还制定了物流计划，提供了到现场的最佳路线，并将对当地交通的影响降至最低。

这种工作关系模型对项目有显著的影响。在ECI阶段生产的整体新设计使总吨位减少了近25%，节省了超过20万吨的原材料，并使近9000立方米的再拌混凝土减少，略高于26%。这意味着比原来的设计节省了21%的二氧化碳，超过了20%的KPI。



持续改进

资产所有者/经理应记录任何操作。这些工作将有助于未来项目的持续改进过程，并为当前项目的后续工作阶段提供信息（第10条）。这些可以在项目登记中记录，既可以“设计”碳减排，也可以为已经确定但尚未包括在内的机会。

早期参与

资产所有者/经理和设计人员应尽早聘请相关的价值链成员，以帮助确定所有潜在的碳减排机会。这可以通过将碳管理纳入现有的项目会议来实现。

来自量化阶段和过去项目的信息可以帮助识别潜在的热点，并指导价值链集中在最有价值的领域。

与材料供应商进行早期接触，CEMEX

案例研究 | **A5**

早期接触价值链中的材料供应商对于考虑创新的和潜在的碳减排举措非常重要。

例如，作为混凝土材料供应商，CEMEX英国开发了一种碳足迹工具（二氧化碳工具），可以准确评估混凝土全生命周期的碳排放。该工具遵循PAS2050的原则。通过PAS2050可以进行外部验证混凝土全生命期的碳排放。

CEMEX可以利用该工具输出的数据来支持资产管理
人员提供替代解决方案和方法，以提供碳减排目标，和支持低碳解决方案。

在所示的示例中，标准混凝土混合物的碳足迹为338 kgCO₂e/m³。然而，随着早期的参与，可以使用替代混凝土来降低碳排放，在本例中为248 kgCO₂e/m³。

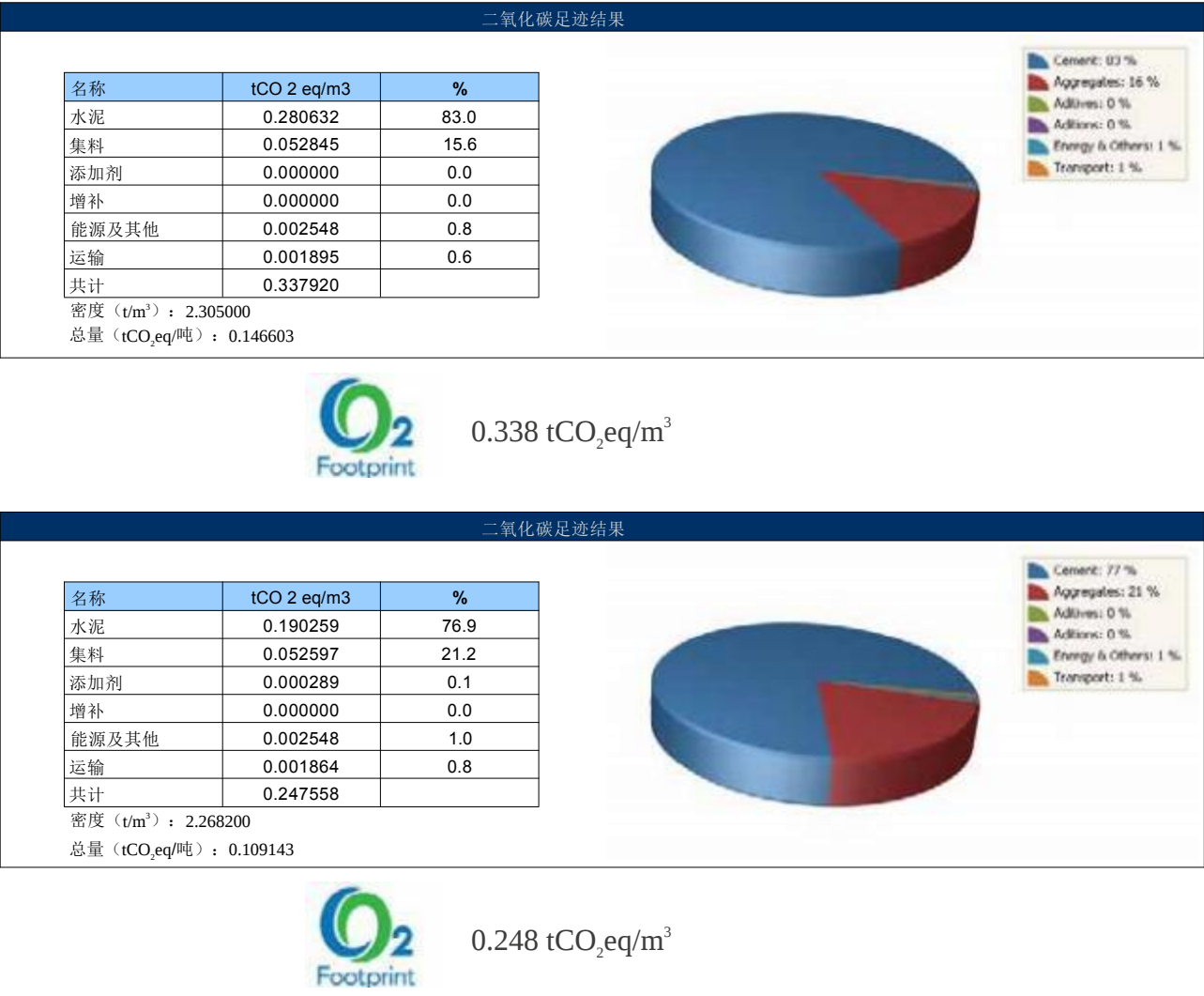


图2：标准混凝土与替代混凝土之间的差异——通过与价值链的早期接触实现

设计

设计工作阶段包括对首选方案的详细设计。在此工作阶段，应考虑进一步的碳减排机会，并对相关的施工活动进行规划。

在这个阶段中，最大限度地减少碳减排机会的关键行动是：

- 通过低碳材料、精简的设计、智能通信（仪表控制和自动化）系统来优化首选设计方案的资源和能源利用效率；
- 在材料选择时考虑寿命结束的碳；
- 在寿命结束时对材料重复使用进行设计。

责任表

表7总结了在设计阶段碳排放管理需要开展的具体工作，以及关键价值链成员的具体责任。

设计阶段碳排放管理工作内容	资产所有者/ 经理	设计师	建造商	产品/材料 供应商
根据基线和目标详细量化项目碳排放的预期情况	R	A	C	I
与价值链合作，寻求创新和提升效率，以减少碳排放，并使用可进行量化的具体信息	C	RA	C	C
报告重点碳排放源，以便通过进一步的努力减少该排放源的碳排放，以期超越初始设定的减排目标	R	A	I	I
制定与碳排放有关的规范要求，并为采购和施工设定挑战	A	R	C	C

表7：RACI图表，总结设计工作阶段期间的责任

 基线

在概念设计阶段之后，将确定一个首选的方案。在设计阶段，基线可以从前一个阶段开始保持，其中基线确定的准确性和方法允许这一点。

例如，如果使用自上而下的输入输出方法确定基线，则可能更适合使用自下而上的方法重新计算基线，因为可用的信息量可能已经增加（第10.2.1条）。

从业者应考虑是否应设定设计工作阶段的具体目标，并根据整个项目目标分别进行评估。这可能有助于确定评估的重点，并使评估的结果更清晰。



量化

根据商定的量化方法，设计者或其他相关从业者应确定潜在的基础设施设计方案的排放量。详细程度应适用于项目的这一阶段，并预计将比早期工作阶段更详细（第7.1.5.4条-表2）。

设计者和资产所有者/经理应与价值链合作，以确定温室气体排放量化中包含的任何通用信息是否可以被预期的产品、材料和施工方法的更具体信息所取代（第7.1.5.4-表2）。这将提高评估的整体准确性，也可以作为与其他价值链合作伙伴一起探索想法和选择的机制。

从业者应评估价值链提供的信息，以确保其符合量化方法和质量要求。这将包括检查信息中的温室气体排放相关数据的准确性和代表性（第7.1.5.3条）。



报告

设计方应将量化的输出报告并沟通给资产所有者/经理，以及商定的职能单位中的其他价值链成员（第7.1.2条）。报告不需要复杂，应该集中在针对设定目标的设计和性能的相关碳热点上。

从业者应利用这些信息，通过关注关键领域，在采购活动中为承包商和供应商设定有意义的目标。

通过在基线和目标的开发过程中提供额外的数据点，对特定设计的报告可以反馈到其他项目的早期设计阶段（第10.2.1条）。

从业者应实施机制，以确保学习被共享并纳入所有项目（第10条）。这可以在“良好实践”指南中介绍，并将例子传达给价值链。



HS2的报告

案例研究 | A6

HS2有限公司负责开发和推广英国新的高速铁路网络。拟议的网络将分两个阶段交付：

第一阶段，伦敦和西米德兰兹；

第二阶段在西米德兰和曼彻斯特和利兹之间。

议会通过的初步立法正在寻求HS2第一阶段的发展同意。2013年11月，政府向议会提交了一份报告环境影响评估（EIA）结果的环境声明（ES）。

ES报告了与HS2第一阶段的建设和运行相关的碳排放影响。ES中的评估更新和改进了《可持续性评估》中早期报告的碳评估，该报告的发布是为了支持公众对第一阶段拟议计划的咨询。ES报告：

- 1.建筑碳足迹
- 2.运行碳足迹，包括系统边界内的碳排放和碳汇
 - a.HS2第一阶段及相关地面通道的模式转换
 - b.在经典的铁路网络上发布的客运和货运旅程到运力的模式转换
 - c.植树固碳
- 3.总碳足迹，建筑和运营的碳排放减去碳汇。

碳足迹是在国际（京都议定书）、欧洲（EU ETS）和国家（英国气候变化法案）政策的背景下报告的。报告的碳足迹总量为60年的评估期（以与经济评估相一致）和120年的评估期（以反映基础设施的设计寿命）。

在每一个实例中，碳足迹的报告范围是基于采用不同外部变量预测的情景，例如未来几年电网电力的碳强度影响未来碳性能的碳强度。采用这些方案是为了将HS2的碳性能置于更广泛的英国背景下，并显示它可能如何受到HS2有限公司自身的运营和建设活动之外的政策和措施的影响。

与其他重要的交通方式、可比的基础设施项目、建筑部门和英国的整体碳足迹作为基准，也被用来为碳足迹提供背景。用于碳评估的假设、排放因素和方法报告于ES的附录。

协作

资产所有者/管理者应正式允许项目中留出时间和空间，鼓励设计师、建造者和供应商合作并挑战实现所需结果的设计方案和选项（第5.2条）。这应与量化过程并行进行，并由量化过程提供信息，以提供最大的干预机会。采用包容性研讨会的方法可能有助于促进这一点。



碳排放量化报告

案例研究 | **A7**

PARSONSBRINKEHOF-大西部电气化计划（GWEP）网络铁路

GWEP是铁路网将从伦敦到牛津、布里斯托尔和南威尔士的干线通电。WSP 帕森斯·布林克霍夫铁路公司和阿特金斯组成了该项目的主要设计组织（LD0）。碳的研究在GRIP第5阶段（详细设计）进行。

本项目碳研究的范围涵盖了由LDO负有设计责任的所有路线路段的与建筑材料相关的碳排放。运输和建筑的排放量是由其他铁路网的承包商估计的。

英国可持续发展团队对单个路段（RS3）中涉及的材料数量进行了详细的分析，总结了每个建筑单元中的桩和OLE结构的数量。由此产生的材料数量被传递给阿特金斯，他将其输入RSSB的轨道碳工具。

然后推断RS3的足迹，以提供所有LD0-led的路由部分到总体的碳足迹的估计数。

RSSB工具的输出确定了所体现的碳热点。碳减排机会可分为两类：

1. 减少材料的数量：已经开展了减少整个项目的桩的深度的工作，并估算了与材料节约相关的碳节约。更薄的OLE桅杆选项，根据选择，减少了钢铁和相关材料的碳排放。
2. 改变材料的规格：钢和混凝土是代表最大的关联碳的两种材料。设计中规定的混凝土允许应用一系列的混凝土混合料；该范围包括不同水平的GGBS和PFA。工作正在进行中，以确保尽可能采用GGBS的混凝土。该方案已经采购了大量的钢材，因此，似乎在很大程度上错过了确定含碳含量较低的再生钢材或钢铁供应商来源的机会。

资产标准

资产所有者/经理的从业人员应该审查技术规范和程序，以使正式设计具有尽可能多的灵活性。从业人员应考虑资产标准和规范对（或限制）设计决策的影响程度，以及它们是否受到了适当的挑战。这一挑战过程应尽可能有效，以提供最大的机会将创新整合到项目中（第5条）。

影响采购

挑战过程的结果还应确定施工工作阶段的具体目标。在设计阶段，与采购团队讨论减少碳的目标是至关重要的，因为这是锁定（或不锁定）低碳机会的关键决策。设计从业人员应与采购团队合作，为与项目的具体评估相关的招标活动制定具体的问题和目标。

M5 Junction 27– 28 (Willand) 重新铺设方案(2014), Skanska

案例研究 | **A8**

M5公路这段路段的路面和标记状况很差，最初的全面重建预计将耗资450多万英镑。

Skanska的智能重新设计包括重新铺设路面铺层，将成本减半，并减少了该项目对环境的影响。对现有路面的50mm进行了规划并重新铺设，更换了道路标记和道路螺钉，并更换了车辆检测回路。

碳足迹减少了23%

对该项目进行了碳足迹研究，计算出建筑材料导致了该项目碳足迹的70%以上。减少了以下因素：

- 夏季在最佳温度铺设沥青，优化每班沥青铺设量，以减少浪费；
- 计划卡车运输，使沥青能够持续生产，而不是需要设备重新加热的停止启动生产；
- 引入一种新的“热箱”技术，在处理沥青时保持设备热，以节省能源；
- 将设备和车辆存放在工地附近，而不是每天送回仓库，这将班次从42减少到33。

与价值链的互动

采购从业者——在资产所有者/管理者和价值链的其他部分中——应该尽早参与进来，以帮助释放潜在的碳减排利益。采购的作用可能因项目或方案的结构而有所不同（第5.1条）。

应该鼓励价值链成员之间的协作交付模式。从业人员应确保项目目标在整个价值链中得到明确的沟通（第8.1.1条），并确保所有人都有充足的机会为决策增加价值。

资产所有者/管理人员可以利用采购事件直接挑战产品/材料供应商，以交付特定项目的碳目标。资产所有者/经理、设计人员和施工人员都应在投标活动之外与供应商接触，以确保整个价值链了解碳目标以及通过交付的管理方式（第5.5条）。



基线

对于施工期延长的单个大型基础设施资产，资产所有者/经理可决定在施工阶段或采购事件之后的固定点重新基准（见组件2）。这样做是为了确保重点保持在这个工作阶段的活动，可以控制最大限度地减少碳。



建造和移交

工作实例-根据施工期间设定的基线/目标监测碳排放

从业者参与价值链，提供混凝土等材料的碳排放因子。我们要求潜在的供应商提供信息。

在一个项目的概念阶段，通过开发与20%的目标相关联的无建造解决方案，确定了15%的潜在碳节约。

供应商A提供了环境产品声明（EPD）。从业人员审查了EPD，并且已经在同一项目范围内进行了高质量的评估——内部的值可以直接用于量化。

在项目的采购过程中，这些信息被共享给投标人，他们被要求找到额外的碳节约，每个投标人提供的碳信息作为活动的一部分。

供应商B尚未对其产品进行量化，但愿意提供有关混凝土混合物和规格的信息。从业者指出，供应商B不能提供信息，并将这作为项目招标事件的潜在要求。

资产所有者/管理人将每个投标人的响应作为其评估标准的一部分，并使用这些信息来选择首选投标人。作为建设阶段的一部分，资产所有者/经理和中标人之间商定了监测行动。



量化

在采购过程中，应要求潜在供应商提供项目的完整量化或基于产品的量化，以支持资产所有者/经理和其他利益相关者的决策过程。这将有助于鼓励价值链内的竞争和创新。

从业人员应在价值链中明确规定应进行量化的参数，包括温室气体生命周期阶段和应包括的温室气体排放类型（第7.1.3条）。

审查来自不同供应商的意见书的从业人员应检查评估是否遵循了规定的方法和范围（第7.1.4和7.1.1条）。从业者可能会发现制定检查表以帮助这一过程是有用的，研究目标和范围描述应该被广泛共享，以便所有各方都可以看到研究的基础。

在施工工作阶段本身，从业者应测量使用所有相关来源对碳排放的影响（第7.1.3条）。施工者应考虑如何在施工期间简化活动数据的收集（第7.1.5条）。这可能包括使用材料清单、交付单或其他系统进行监控工作。

可以利用这些数据直接计算碳排放量（作为一种工具）或提取信息以进行单独的量化。施工者还应尽可能使用供应商特定的数据，并将其整合到其量化过程中（第7.1.5.4条）。





监测

如果在施工过程中监测碳排放，这就为确定潜在的良好做法和提高早期定量的准确性提供了机会。资产所有者/经理和施工人员应就如何有效且以提供有用信息的方式进行监控达成一致（第8条）。这可以通过在交付时监视项目的特定包或元素来实现，并构建到可以为其设置特定kpi的总项目中。下面是如何在建设期间，特别是在建设周期较长的项目中，实现碳排放监测的一个例子。

工作实例--长期项目建设期间的碳监测

步骤1: 使用现有/新的碳模型对整个寿命的碳排放进行量化。设计师们确定了最低的全寿命碳排放解决方案。

步骤2: 设计团队在选定的方案中进一步挑战降低全寿命期碳排放，并确定关键的碳热点。

步骤3: 设计团队和资产所有者/经理与施工人员共享顶级热点地区设计碳计算背后的所有假设。这是通过将碳计算转换为活动数据可以与所建设计划相关联的活动数据来实现的。

步骤4: 建造商可以将已构建的碳数据与设计的碳数据进行比较，以监测这些活动中的碳排放是否可以进一步减少或是否有可能增加。

步骤5: 建设商可以为选定的活动生成竣工碳排放数据，可用于未来改进资产所有者/管理者的碳模型。



报告

在施工结束时，评估结果应与价值链共享。从业人员可以利用这些信息来传达建设项目的结果和根据既定目标实现的碳减排（第8条）。这些信息还可用于改进和改进基线中的基本假设（第10.2条）。施工单位应在施工期间报告和监测资本碳排放（第8.4.3条）。这可能在较长时间的建设项目中特别有用，并且应该帮助施工人员找到减少碳排放的方法，并验证和改进在这一阶段进行的碳排放量化假设。

优化性能和减少配送

案例研究 | **A9**

BALFOUR BEATTY RAIL UK – THAMESLINK SIGNAL STRUCTURES

Balfour Beatty Rail (BBR) 是关键输出2项目的土建和轨道工程的主要承包商，该项目是铁路网公司65亿英镑的隧道连接计划的一部分。

铁路网已与承包商BBR、Costan和西门子实施了BS11000认可的合作工作方法。

土建工程包括15个信号门架，10个信号悬臂支架和69个信号单柱或顶棚结构。悬臂结构可能特别昂贵和破坏性，在大多数情况下需要在轨道床下浇筑一块板。

在Grip阶段4（大纲设计）结束时，BBR对该方案的设计进行了审查，以降低成本和碳排放，提高可建造性。

他们发现，其中三个新的悬臂结构直接与现有的龙门结构相邻。对现有结构的调查显示，通过采取某些加强措施，这些措施可以用来支持新的信号。

对于调查和随后的设计工作，以及对现有“活”结构的授权，修改现有结构的要求更高。然而，这些好处是相当大的。

该倡议直接有助于铁路网的交通系统连接可持续发展目标#17——减少在工程中部署的材料对环境的影响。具体为：

- 所采用的解决方案的碳足迹比控制第四阶段的提案少了约60%。
- 安装的干扰较小——现场的劳动时间、照明和噪音都减少了。
- 其成本节约类似于碳节约。

它还讨论了铁路网公司减少浪费的第18号目标：

- 这里没有挖掘出的土壤，不需要从现场清除。
- 第四阶段的提案将包括部分拆除护墙，这将造成浪费和相关的安全风险。在所采用的解决方案中避免了这些问题。



目标

资产所有者/管理人员应在运营期间采取反映以前工作阶段基础设施开发期间设定的目标。应维持和衡量项目级的目标，以衡量资产的具体表现，并证实作为持续改进过程一部分的早期工作阶段使用的数据和目标设定方法。

还可以设定更广泛的运营目标，并应用于资产。在这个阶段可以确定新的目标，重点关注资产运营的特定要素，例如能源使用或维护制度（第8.2.1条）。

从业人员应考虑可能需要哪些目标来推动预期的行为，以支持减少碳排放的持续努力（第8条）。



运行使用



量化

对于经营资产，应尽可能使用已计量的活动数据，以便对该资产进行持续的量化。在资产开始运行之前，应开发一个监测系统来获取活动数据，并告知正在进行的排放量化（第8条，第7.1.5.4条）。这在概念上可能集中在运营或用户的碳排放上，因为**隐含碳**在基础设施运营中变得不那么优先考虑。

从业人员应评估在这一阶段可能发生的温室气体排放的来源，并重新审查在以前的工作阶段确定的纳入和排除因素，以确保这些因素仍然适用。相关时，应纳入量化和监测制度，以及基线和目标（第8条）。



监测

监测应按照资产的功能单位制定，如早期工作阶段制定（第8条）。如果对碳排放的评估从一项已经在运行的资产开始，则应根据战略工作阶段规定的指导方针，为该资产确定适当的功能单位。根据相关资产的不同，这可能是基于工具、采购订单/发票或建模得出的直接测量。

监测系统应记录适当的数据来源、相关的数据持有者以及如何吸收这些信息。从业人员应该考虑是否可以使用现有的管理系统来帮助收集和维护这些信息。在生命结束阶段，应遵循类似于施工工作阶段所规定的量化方法。



报告

量化应与组织内可能发生的其他定期报告一样定期报告，但如果资产未能达到其预期的业绩水平，至少应尽可能频繁地能够及时采取行动（第9条）。

从业人员应考虑是否应将碳排放报告包括在组织中已经进行的标准报告中，或是否单独进行报告——任何一种方式都可能对任何组织产生更大的影响。

在目标没有达到的情况下，那么从业者应该参与价值链尽早可行的时间以识别潜在的解决方案和记录特定的学习点可能通知其他项目和提高假设的质量评估在早期设计阶段（条款10）

寿命结束

现有资产的生命结束阶段应具有与处理新资产相同的思维模式。

在这个阶段中，最大限度地减少碳减排机会的关键行动是：

- 探索延长资产寿命和资产回收重复利用的可能性。
- 评估“不建立任何解决方案”的可能性，并寻求重复利用现有资产。
- 评估任何即将成为冗余的资产的有益资产重复使用潜力——这些资产是否可以在现场重复使用和/或是否可以回收任何资源以用于其他资产或市场的使用。
- 采用协作的方法，确定再利用/回收材料和设备的最佳选择。

个人资产在生命结束阶段的碳减排机会应纳入新计划的考虑。

责任表

表10总结了在寿命结束阶段碳排放管理需要开展的具体工作，以及关键价值链成员的具体责任。

寿命结束阶段碳排放管理工作内容	资产所有者/ 经理	设计师	建造商	产品/材料 供应商
探索现有资产退役后原有材料用于新资产的机会	A	R	I	I
从将要退役的资产中收集数据，以改进对未来资产有用材料回收的设计	A	I	R	I
寻找跨部门的合作机会，以确定有机会重新利用资产或拆除材料，以避免垃圾填埋或其他处置方法	RA	C	C	C

表10: RACI图表,总结了寿命结束工作阶段的责任

寿命终结时的创新

从业人员应在确定资产寿命结束时，遵循碳减排等级（第6.1.4条），确定创新解决方案，以延长现有资产的使用寿命，使用新功能延长寿命或纳入新工程计划以减少对新资产的要求。

设计寿命结束

从业者在考虑报废碳影响时往往是困难的，如果不是不可能，准确预测资产在其设计寿命中如何公平，以及资产在达到寿命结束阶段后是否需要。

然而，重要的是，从业人员可以从退役现有资产中学习如何使资产再利用、材料回收和处置成为一个更有效和更低的碳影响过程，并将这种学习纳入新资产的设计中。



支持PAS 2080的 要求的 关键 构成 要素

本节提供了关于PAS 2080中规定的碳管理过程的五个关键组成部分的指导。

本节中包含案例研究示例，以提供一些组件的进一步实用应用。

构成部分1

目标设定（第8条）



碳管理过程的有效目标设定是成功减少碳的关键组成部分。关于设定目标的指南（第8条）包括特别关注为项目设定目标和工程计划之间的差异。

关键绩效指标（KPI）指导方针（第8.2.3条）支持监测以下进度：

- 在施工期间，隐含碳排放达未达到目标；
- 在资产运营期间，运行碳排放未达到目标；
- 在用户使用基础设施期间，用户的碳排放未达到目标。

虽然资产所有者/经理负责为资产或工作计划设定目标（第8.1.1条），但价值链从业者应寻求挑战和超越目标，以推动交付的所有阶段的创新。

目标设置

案例研究 | B1

Allies和Morrison建筑师与Arup合作在阿曼马斯喀特国际机场附近实施新的城区总体规划。总体规划被设想为一个范例的城市中心，成为地方和全球城市发展模式，真正可持续基础设施的基准。

该项目的关键因素是希望减少生命周期的碳排放。因此，进行了一项碳研究，以量化与拟议发展有关的排放作为基础案例。这项研究强调，碳排放的主要基础设施贡献者是运输、能源和饮用水供应。

为了集中于设计团队的努力，我们决定为这些系统的性能设定一系列明确的目标。这些项目都是通过客户和设计团队之间的密切对话，通过研讨会和审查来建立起来的。这些目标考虑到了阿曼的基线条件，并推动设计团队在这些条件上取得了显著的改进，以带来更广泛的可持续性效益。

目标没有明确的碳说明，因为这被认为是外行人无法达到的，而是使用代理与实现这些目标相关的碳排放单独计算。在交通方面，一个目标是“通过促进减少碳密集型的交通选择，如步行和公共交通，而不是汽车，来减少与每公里旅行相关的碳排放。”

在伊尔凡案例和基本案例中，建筑和基础设施要素的总体资本碳排放量大致相等。然而，马迪纳特伊尔凡20年寿命的碳排放总量比基本情况少40%。此外，与基线水平相比，在20年的设计期间内，与Irfan开发相关的总预测成本降低了44%。

构成部分2

基准（第8条）



一旦确定了合适的的数据，并知道了基础设施资产/工作计划的预期结果，资产所有者/经理应尽早制定基线（第8.2.2条）。然而，所有的从业者都应该通过收集和共享适当的数据来支持这一过程，以促进生成稳健的基线（第8.1.2条）。

数据可以使用第2节中突出显示的数据。此外，来自价值链中其他具有相关部门经验的的数据可能是有用的。这些初始基线提供了一个基点，组织可以从中进行改进。

在初始基线中缺乏准确性可以通过：

- 透明地报告用于计算它们的所有数据和假设（以使用户能够理解和解释限制）
- 建立一个治理系统，允许在基础设施交付期间捕获改进的数据；并将其用于未来的研究。

持续改进基线

如何以及何时改进基线取决于所交付的基础设施项目的类型。

· 单一大型基础设施资产/项目

对于单一的大型基础设施资产的交付——建设周期可能会持续数年——在设计和施工开始之前，可能需要付出更多的努力来制定一个详细的基线。

然而，一旦这些阶段开始，一开始时的新方法（即设计或施工解决方案）可能会照常进行，团队可能会选择在适当的时间重新基线，以鼓励进一步的碳减排。

· 工程方案

对于正在交付多项资产的工程方案，应尽早建立基线。如果在原始假设或新数据中发现了重大错误，则可以进行最小限度的增量改进。

在交付工作方案期间，将根据治理系统的确定，定期捕获数据，并反馈给原始的基线数据集。这些改进后的数据可用于在下一个工作方案开始时创建一个新的基线。这允许将所有解决方案的性能与一个稳定的值进行比较。

构成部分3

量化（第7条）



本节提供了关于如何进行温室气体排放量化的指导，并通过范围和边界定义、数据选择和功能单位的实际例子来说明这一点。

一个稳健和透明的量化方法为研究结果的价值链成员提供信心，促进碳管理的良好决策，促进参与，并使一致的实践成为可能。它还将支持可比性和更好的理解方法之间的差异。

PAS 2080没有明确规定温室气体排放量化的特定方法；相反，它提供了对方法中需要包含的关键组件的要求。

定义目标和范围（第7.1.1节）

在进行温室气体排放量化时，首先要制定一个明确的研究目标。对目标的仔细考虑将鼓励利益相关者思考研究过程，以便适当地定制以满足研究需求。在定义一个研究目标时，需要考虑的各个方面包括：

- 结果，例如基线化、目标设置或结果报告
- 结果将在哪里应用，例如，哪个工作阶段的结果将用于：战略、设计或采购；
- 谁将是信息的接收者，例如采购官员、设计师、资产经理或产品/材料供应商。

然而，一个适当确定的目标将更进一步——它将有助于确定应用于量化的研究范围，即确定研究边界条件、数据要求、方法选择、量化方法和报告/沟通策略。

下表11说明了新桥研究范围的示例。

研究范围	示例说明
系统描述	一座跨度15米（8米宽）的砖拱桥管理着一条河上的a型公路。现有的结构需要加强和翻新，预计使用寿命为120年（包括定期维护）。
系统功能	一个有双向车辆流量的公路过桥，车辆总质量可达41吨
功能单元	一座15米乘8米的公路桥，有双向交通，总车辆质量限制为41吨，使用寿命为120年。
系统边界	研究涵盖温室气体生命周期模块A、B和C，允许结构加强和翻新，并在120年内进行定期维护。适用于任何模块的任何输入或输出排除项均不得超过能源使用量和质量的5%。
适用的分配程序	预计没有特定的分配要求，本研究应尽量避免分配的需要。如果确实有需要或使用了包含分配决策的数据，则应按照EN ISO 14044的要求进行处理。

结果将用于何处	高速公路管理局管理团队将利用研究结果来告知未来的结构加强战略对气候变化的影响。
数据质量要求	该研究应使用来自一致方法或平均数据进行。应具有区域适用，并反映项目供应链中使用的技术。
假设和限制	本研究是一种具有提供公路运输方式功能的单一用途结构。未来是不确定的，由于物理、经济、技术、安全等诸多因素，生命周期的变化是可能的。该研究应适用未来的维护制度，反映当前的权威做法，并将确保结构安全120年。
审核流程	调查结果将用于告知组织的战略方向，因此将采用审查程序，包括两名公路管理局桥梁工程师，由一名具有基础设施LCA经验的外部学者支持。

表11：温室气体排放研究范围说明示例

所研究系统的功能和功能等效性（第7.1.2条）

基础设施温室气体排放量化应始终基于基础设施提供的基础服务作为测量和报告温室气体排放（即基础设施和功能基础设施）的基础。这是通过使用所谓的功能单元作为定义和进行研究的基础来实现的。温室气体排放量化研究将使用一个功能单元作为参考基础，据此可以更清楚地理解研究结果，从而为决策和沟通提供信息。

重要的是要应用一个与成本信息的估计和记录方式相似或一致的功能单元。功能单元可以代表单个离散组件（例如桥承载）、离散基础设施资产（例如慢沙过滤器），甚至整个基础设施系统（例如从位置a到位置B的铁路系统）。

无论规模如何，一个好的功能单元都将包含一些关键特征的信息，包括：

- 1)被评估组件、资产或系统的功能；
- 2)与性能相关的质量；
- 3)提供功能的时间段或持续时间；
- 4)定义研究项目物理性质的量。

下表12列出了一些在基础设施开发期间功能单元比较选项的例子，例如战略工作阶段。

在与资产所有者/管理人员合作时，设计师和承包商应开发和应用功能单位，从终身碳的角度加强对基础设施如何表现的理解。这意味着创建一个丰富描述的功能单元，反映正在研究的项目及其生命周期。

对于产品供应商来说，由于提供材料和产品的碳信息，使用材料有许多不同的功能场景。因此，最合适的格式通常是采用“每个物理单位的CO₂e”（例如，CO₂e/kg、CO₂e/m、CO₂e/m²、CO₂e/m³和CO₂e/材料项目）。当以这种方式报告材料或产品的碳信息时，它通常被称为“声明单位”，因为没有与这些单位相关的功能。

部门示例	功能单元	备注
电力	每年提供1GWh的基地负荷电力，使用寿命为30年。	项目战略的发电技术比较。
	太阳能发电厂，年发电量为250兆瓦时，包括所有辅助设备，峰值输出功率为50千瓦，项目使用寿命为50年。	在考虑设计选项时，应采用太阳能技术对比。
运输	每天提供1000名乘客在60年的时间里，从A点到B点20公里的距离，行程时间为1小时。	对运输方式选项进行比较。
	1公里，年总值6000万吨，使用寿命为60年。	用于比较不同的轨道设计。
废弃物	在白天（24小时期间）处理5吨城市废物，废物密度为106 kg/m ³ 。	对不同的废物处理技术进行比较。
	在典型的1000名居民附近的垃圾填埋场处理和处置收集和未分类的城市固体废物，为期24小时，英国平均废物产量为1.5公斤/居民/天，废物密度为106 kg/m ³ 。	研究不同的垃圾填埋场技术
通讯	在一个城市环境中，1 Tbps带宽的数据连接为99.9%的年可用性，为期5年。	用于比较网络数据传输类型。

水	1公里的便携式总水管，在2巴压力下供应5毫升/天，从A位置的水处理工程到30公里外的B位置，为期60年。	比较在两点之间输送饮用水的替代解决方案的例子（例如，使用现有资产、提供新的管道等）。
	饮用水主流量为每秒1m³，承载压力最低为3.5 bar/10m，内部粗糙度系数最低不少于100mm，位于粘土地下2m，包括必要的支撑挖沟和垫层材料，使用寿命为60年。	用于比较管道材料和施工技术。

表12：用于比较整个生命周期碳性能的功能单元示例

研究边界（第7.1.3条）

PAS 2080中的图7列出了一种处理温室气体排放生命周期边界的模块化方法。这反映了根据BS EN 15804和更广泛的CEN TC350标准计划提交环境产品声明信息的方法。该结构能够通过温室气体的生命周期高效地组织和呈现信息模块。

对基础设施温室气体量化很重要的信息模块都有唯一的标识符，并围绕四个不同的阶段进行结构化：

- A-使用前阶段；
- B-使用阶段；
- C-生命阶段结束；
- D-基础设施生命周期之外的补充信息。

在每个阶段中，都有特定的模块。例如，A阶段由六个信息模块组成：A-0到A-5，这些模块包括导致温室气体排放的相关活动。在实践中，信息模块是记录它所代表的活动的碳排放的一套数据。这可能代表单一活动或单独活动的组合，其中任何一种都可能有单一或联合的排放因子。

从业人员应根据这些模块组织他们的项目数据（和报告），以产生一致和透明的温室气体排放量化数据。

资本、运营和用户温室气体排放（PAS 2080附录A）

PAS 2080承认了资本碳排放、运营碳排放和用户碳排放中的三种不同类型的温室气体排放。这些描述符跟踪了PAS 2080中图7所示的温室气体排放报告的模块化方法。

PAS 2080附录A提供了关于隐含碳、运营碳和用户碳的详细描述，应查阅该附录以获取更多详细信息。

广泛应用于跨基础设施的支出类别，包括资本支出（CAPEX）和运营支出（OPEX），已被用于告知这些定义。CAPEX和OPEX的范围与隐含碳和运营碳排放基本一致，但可能会根据不同组织和部门适用的精确解释而有所不同。

为了反映这些差异，PAS使从业者能够选择他们对使用阶段模块（图7）中哪些活动被分配给隐含碳或运营碳排放的解释。为了提高透明度，在作出这种性质的选择时，它们必须是合理的，并有助于指导工作方法的任何假设和标准的文件支持。

取舍原则（第7.1.3.2条）

研究边界定义了温室气体排放量化研究的范围，并由此包括或排除了过程和物理方面。从业人员在确定温室气体排放的潜在来源时，应使用温室气体排放表中的图7来考虑所有的温室气体生命周期阶段和模块。BS EN 15804中记录了描述此相关边界的详细指南；这可以作为告知更大或更小的温室气体排放源可能发生的指南。

PAS 2080指出，如果活动没有显著改变评估结果，则可排除在温室气体排放研究之外。然而，有许多规则形成了这个要求。例如，应使用敏感性分析来证明任何排除因素都不影响定量的结果。

PAS 2080还规定，在适用排除条款时，应使用专家判断来为本决策提供信息。在实践中，这要求从业者在他们进行研究领域的经验，并将逻辑推理应用于他们的排斥选择。这也可以通过向他人寻求专家的建议来实现。在制定截止规则时，考虑到温室气体排放量化工作和正在研究的基础设施，由此产生的研究边界、应用的数据和方法选择应该是合理的。

研究周期（第7.1.3.3条）

PAS 2080规定，对于定量应确定一个参考研究期。在可能的情况下，本研究期应按照BS 15686等行业规范来确定。在没有任何具体部门指导的情况下，应选择一个合理反映基础设施的预期功能和预期寿命的研究期间。

从业者应该测试某个研究时期的选择是否可能导致与另一个研究时期不同的结果。在平衡与资本和运营碳相关的潜在温室气体排放时，这一点尤为重要。

控制与影响

温室气体排放及其减少的潜力可被归类为受资产所有者/管理人的“控制”或“影响”。控制排放通常将成为大多数温室气体排放量化研究的重点，这自然涉及资本和运营碳。

然而，在许多情况下，价值链，特别是资产所有者/管理者，也会对用户的碳排放产生影响。这是通过创造对用户决策有直接影响的推动因素，并可能导致利用基础设施的用户的碳排放概况的变化。

下面的图2列出了控制、影响和直接影响的边界，以及这些边界与碳排放类别之间的关系。直接影响的概念和改变用户碳排放的能力是非常强大的。在一些部门，用户的碳排放是重大的，而在直接影响领域进行的相对较小的努力可以通过改变用户的行动来推动显著的碳减少。

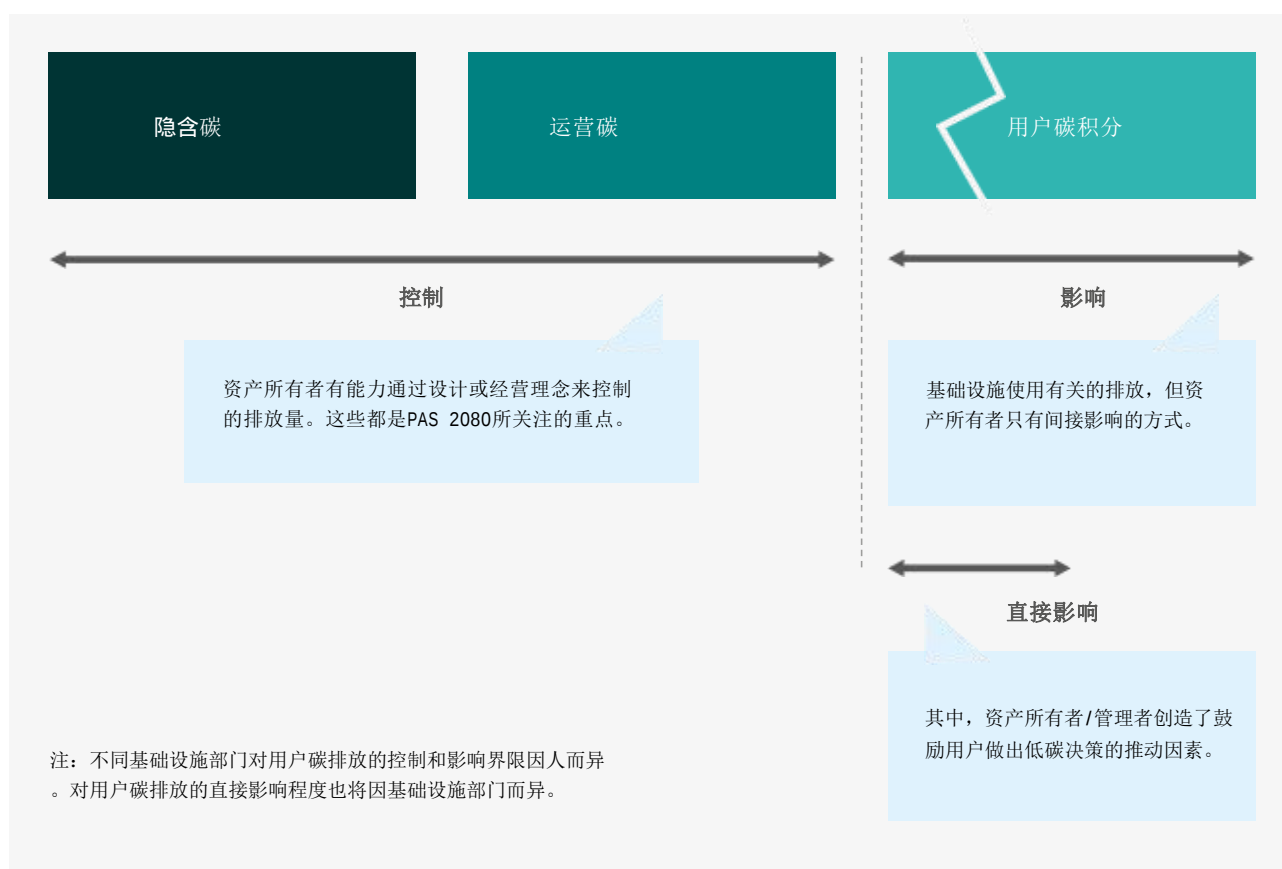


图2：控制和影响及其与碳排放类别的关系

“控制”指的是资产管理能够通过决策直接管理的排放。这通常包括资本和运营碳排放，例如决定或批准所需混凝土的数量，或特定设备的规格，如**LED**灯。这两个例子都会对最终的资本和运营碳产生影响。

“影响”指的是与基础设施使用方式有关的排放，而这些排放无法直接测量。例如，这包括人们使用道路的方式，以及他们对驾驶车辆的时间、地点和类型的选择。然而，资产管理公司在这个问题上并非总是无能为力，他们可以在基础设施发展的特定点或价值链上的进一步，例如监管机构、政府或直接与用户施加影响，以改变行为和对资产和基础设施系统的使用方式。影响能力的规模将因基础设施类型和上下文而异。资产所有者/管理人员可能通过开发新的基础设施资产对减少用户排放有直接的影响，例如使用管理高速公路技术鼓励司机遵守特定的速度限制。其他部门的资产管理对减少用户排放的影响可能有限，例如，水务公司可以向客户沟通需求管理措施，以减少用水，进而减少加热水的排放。

基础设施工作阶段定义：何时以及进行何种类型的温室气体量化

PAS 2080使用工作阶段（图3）作为开发碳管理过程的基础。该结构与PAS 1192-2相一致，它定义了应该如何开发基础设施的工作阶段，从战略到设计、施工、调试和移交，以及运营到生命结束。这些工作阶段都提供了一个潜在的机会，可以对温室气体排放进行评估，并确定将减少温室气体排放的潜在措施。

PAS并没有规定在每个工作阶段都对温室气体排放进行量化，但在作出不同的决定时，每个阶段都有减少排放的机会。资产所有者/管理人应考虑在哪些阶段进行温室气体量化将支持关键决策，并为进行此类评估作出准备。

由于在基础设施发展的早期，减排的机会最大，因此建议资产管理公司至少在概念阶段对温室气体排放进行量化，一个良好的资产所有者/经理简报将要求这样做。设计阶段评估。通过概念和设计阶段，这些共同的努力将推动低碳和成本的结果。

建设和调试阶段可以为验证之前使用的假设提供有用的信息，即促进项目对项目的学习。在操作阶段正在进行的测量可以验证项目已经实现了减少。

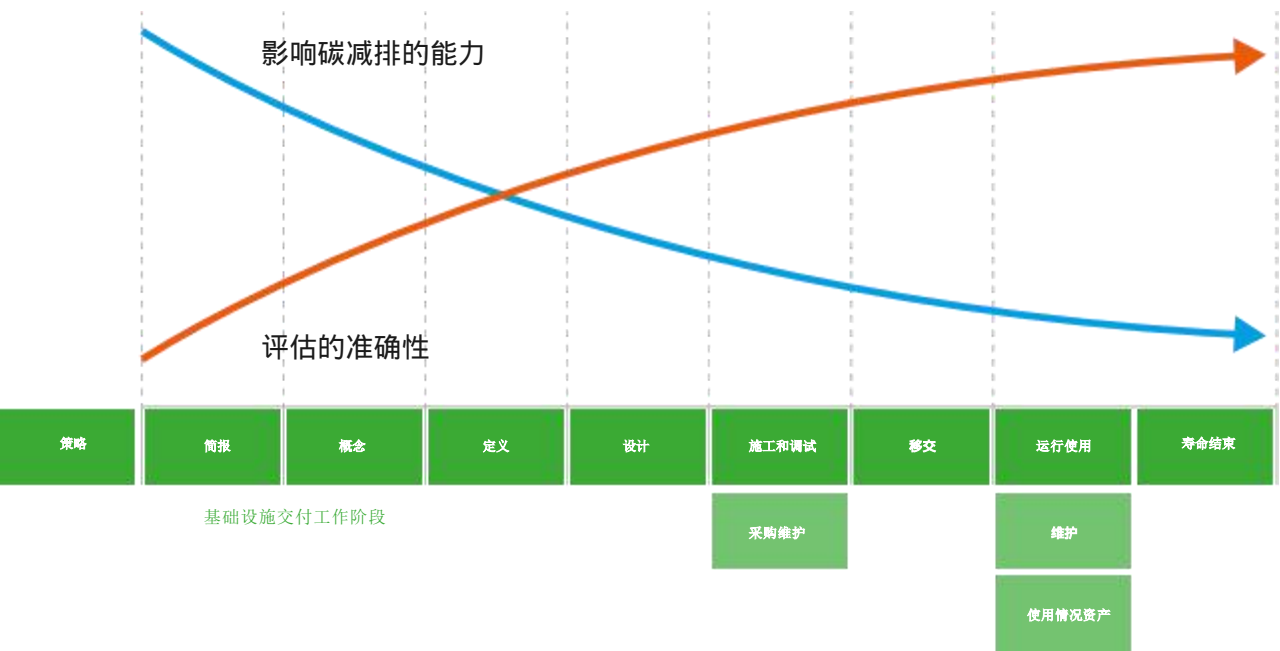


图3： PAS 2080-显示影响基础设施交付不同工作阶段碳减排能力的概念图

资料来源：PAS 2080：基础设施中的碳管理

国家电网如何将碳管理融入投资中

案例研究 | **B2**

控制和影响排放的能力随着投资项目在基础设施工作阶段的进展而有所不同。

在国家电网，在整个投资过程中考虑排放的方式说明了这一点。例如，一旦建立了一个新的天然气压缩机站的需求案例，重点就会转移到投资选择评估上。在这个概念阶段，运营碳在投资决策案例中具有更高的权重，同时还有其他一些因素，包括成本和当地空气质量因素。

考虑到电动驱动压缩机与气体压缩机机组的碳影响，以及每个方案的预计碳排放量；这一决定对于确定投资的总体影响很重要，因为这些方案中持续的碳排放可能会显著不同。

当一个项目进入设计阶段时，开发工程师会与设计师合作，使用内部的碳测量工具来确定碳减排的机会。这一阶段集中在碳热点地区，如混凝土。随着技术的选择，在这个阶段潜在的碳减少更加有限，但创新仍然可以对整个生命周期的碳产生影响。

在采购活动中，商业和技术团队向供应商提出挑战，以降低终身碳和成本。对于主要投资项目，5%的碳称重是作为招标奖励标准的一部分。

在施工期间，重点是工程，包括工厂、材料和运输，国家电网的交付团队与中标承包商合作，确定在工程范围内减少资本碳的进一步机会。

最后，随着资产的到位和运营，运营排放的管理再次成为最重要的焦点。

选择温室气体排放量量化方法

PAS 2080要求选择一种方法，以尽量减少温室气体排放量化中的不确定性。从业者基于计算、测量和两者的结合，一般有三种选择。

基于计算-活动的活动率与该活动的温室气体排放因子相结合。计算主要有两种方法：

自下而上/生命周期评估（LCA）类型——通过分析研究系统的过程和活动，从边界向外确定排放因子；**LCA 自上而下/输入-输出分析（IOA）类型**——活动排放因素是基于非常广泛的边界（甚至可能是在无边界的基础上），基于相互关联的经济部门信息和宏观，如国家、区域或部门的排放因素数据。

基于测量-测量了温室气体的物理排放。这是最可靠的量化方法，但它只能用于监测排放发生时的排放。测量数据的置信水平取决于测量的标准和类型——例如，它是连续的还是周期性的。这方面的一个例子是测量垃圾填埋场中温室气体的浓度和数量，从而给出排放的直接值。

基于计算的方法很可能是主要的方法，因为它有更广泛的应用，可以预测。基于计算的方法的例子是那些使用来自设计模型、图纸和数量清单的活动和数量数据，并将其与环境产品声明和行业碳因素信息相结合的方法。

在选择要使用的方法时，从业者应该考虑可使用的数据的质量和可能适用的工作阶段。对现有数据的审查可能有助于选择方法的选项。

在不同的阶段使用不同的方法可能是合适的，从业者应该考虑这是否导致不同的交付阶段可比较的结果，或者是否可能需要不同的基线。

收集和获取研究库存数据（第7.1.5条）

PAS 2080规定，从业者应在量化符合所述研究目标、范围和研究边界的温室气体排放时使用研究数据。在实践中，这意味着在所研究的系统中将发生的活动和与之相关的温室气体排放因素的数据。

活动数据

活动数据将根据所研究的特定基础设施系统而有所不同。它很可能是材料数量数据、能源需求或其他过程数据的组合，包括运输需求、废物产生、水需求或建筑工程等。活动数据可以基于已知的、预测的/估计的或建模的数据。在每种情况下，从业者应审查数据的适用性及其对被研究对象的代表性。

应使用表13中所列的数据质量标准来定义数据要求，并应记录在研究范围描述中。

活动数据通常可以从过程测量、材料清单、能源或质量平衡、项目规范、方案报告、图纸、BIM模型或与正在研究的基础设施相关的其他类型的模拟或建模中获得或推导出来。

温室气体排放因子（第7.1.5.2条）

排放因素将温室气体的排放率分配给一个活动单位。排放因素可以从第一性原理计算、已发表的来源以及在极少数情况下从直接测量中推导出来。从业人员应使用尽可能接近于关注焦点活动的排放因子。

从业人员应意识到，某些活动可能导致一种以上的温室气体排放，例如化石燃料燃烧导致二氧化碳和一氧化二氮排放；也可能随着时间的推移而变化，例如，电网的温室气体排放系数可能随着时间的推移而脱碳而降低。

温室气体排放因子也可以包括发生在多个生命周期模块中的排放。例如，将产品创建和交付到建筑工地的所有主要提取、运输和制造排放都可能以单一的温室气体排放因子报告。从业人员应在量化范围内管理此类病例，确保所有活动和温室气体生命周期模块都被考虑为确定的研究目标和范围（而不是重复计算）。

数据质量规则（第7.1.5.3条）

PAS 2080定义了温室气体排放量化的数据质量规则。应尽可能使用最准确的量化数据。规则列于下表13，从业人员应遵循审查和选择活动或排放因子数据的标准。

鉴于基础设施工作阶段交付的性质，和数据的可用性，它可能会假定温室气体排放量化变化，变得更加严格的研究从概念或设计工作到建设和建造。这种演变反映了随着资产或工程计划的固定和实现而可获得的更准确的数据。

质量措施	从业者考虑的问题
阶段	该数据是否适用于量化所涵盖的时间段？这些数据是在基础设施建设之前创建的吗？这些数据是否适用于对基础设施的未来预测？
位置	这些数据是否基于特定地理位置的假设？这些数据的适用性是否可能存在国家或地区的差异？这些数据是否代表了该活动可能发生的位置？
技术	这些数据是否特定于基础设施及其供应链中应用的技术？它是否代表了一个特定的或更广泛的产品或活动类别？
方法	这些数据是否遵循了一个已定义的方法？这种方法是否与在量化中应用的范围、边界和方法相一致？数据中固有的假设和限制是什么？与这些数据相关的不确定性是什么？
能力	这些数据的来源是否可靠？这些数据是否被广泛引用？数据是否得到保证或质量检查（例如，通过认证过程）？

表13：数据质量标准和支持说明

量化工具（第7.1.8条）

使用量化工具（第7.1.8条）来支持碳管理过程，可以为整个价值链带来显著的利益。

一个好的量化工具，具有清晰的绩效可视化输出，可以是一个很好的方式，让交付团队了解碳热点和减少的重点应该在哪里，并可以增加评估的一致性。

从业人员应检查拟议工具的使用是否符合项目的要求，以及是否符合第7条的规定。这包括考虑研究边界和数据质量。

一个有用的和适当的工具的属性可能包括以下特征：

- 能够从早期工作阶段的高水平碳到后期阶段的详细设计；
- 报告量化和减少，以促进讨论和对改进的挑战；
- 确定热点；
- 易于使用、传输和共享数据。

基线工具

许多组织已经开发了碳排放工具，以支持和配合他们现有的成本估算工具。这些工具可以被开发来提供高级模型，用于早期工作阶段的选择工作。当在后期的工作阶段有更好的数据可用时，它们也通常具有详细量化的功能。工具还可以采用关系曲线或单位速率数据的形式（例如，桥面资本碳的经验法则曲线，以帮助不同类型的评估）。

BIM软件

只要将基础数据纳入不同产品和材料的模型中，也可以使用BIM软件进行温室气体量化。这有可能允许快速识别碳热点，并测试不同的设计和材料选择。

内部工具的开发

一些组织可能会选择开发他们自己的内部工具，其定制的好处包括：

- 定制的数据，以满足特定的设计要求/标准和业务流程；
- 包括满足自身报告需求的专业功能，例如模板。

特定行业工具

针对特定部门的工具有很大的空间，以帮助在评估、知识转移和同行比较和改进方面的一致性，例如英国水工业研究碳会计工作簿和铁路碳工具。

铁路安全与标准委员会（RSSB）：铁路碳工具

案例研究 | **B3 i**

铁路碳工具是由RSSB为英国铁路工业组织提供的，使铁路行业能够测量和减少其碳足迹。

该工具基于网络，允许铁路组织和用户计算、评估、分析、报告和减少碳足迹。它通过使用已验证的、中心可用的碳因子数据来评估低碳选项来促进这一点。它可以容纳具体化的碳和可操作的碳。

该工具已被指定以适应铁路行业的速度和灵活性。它取代了传统的基于电子表格或特定领域的碳评估工具，并补充了更全面的碳或能源模拟工具。

铁路碳工具使铁路组织能够计算和分析英国铁路项目和活动的碳足迹；确定和评估替代的低碳选择，为低碳战略的制定提供信息。衡量碳的总体目标是减少碳排放，并帮助提高可持续性绩效。

欲了解更多信息，请访问：
www.railindustrycarbon.com

碳测量工具

横轨范围1、2和3预测工具

案例研究 | **B3 ii**

在建的横轨工程要求所有承包商提供能源管理计划，并确定在第1、2和3个排放范围内的碳减排目标。

在与承包商基地的讨论中，横贯铁路公司很快发现，特别是对在范围1和范围2范围内可以实现的目标缺乏信心。承包商必须评估其各自工作包的范围、用于建造它们的工厂和设备，然后评估减少排放的机会，并预测实施这些措施后的减排百分比。

利用最终数据，该项目为范围1和范围2设定了8%的减排目标，但没有方法确定它是否能在合同结束时实现这一目标。

这导致了一个基于Excel的工具的开发，允许承包商输入设备和工厂类型的能源/燃料使用数据。这些数据最初是从制造商的性能数据表中提取的，但随着实际操作数据进行了修正。

这导致了一个基于Excel的工具的开发，允许承包商输入设备和工厂类型的能源/燃料使用数据。这些数据最初是从制造商的性能数据表中提取的，但随着实际操作数据进行了修正。

利用从第61节（噪声和振动控制，CoPA 1974）中提取的信息，可以建立用于特定施工活动的工厂和设备的准确图像，包括准时百分比，以便与潜在的燃料使用有关。

当所有这些信息被输入到工具中时，它会产生一个预测的能量/碳使用曲线，直到项目结束，并提供一个“无所事事”的输出数字。为了计算**牙齿**预测的数字，允许承包商根据行业内常见的设备和采购的设备输入默认的燃料消耗数字。如果承包商然后采购一块工厂或设备比行业更有效的默认设备，这可以输入作为一个储蓄，例如CFD照明仍在很大程度上在建筑工地标准，承包商采购一个完全LED照明解决方案预测节省38%的能源。一个下拉菜单将允许承包商将其作为一项已实施的倡议，并重新计算该干预措施产生的能源使用和碳排放。同样地，他们可能选择购买混合动力挖掘机，将材料从库存转移到铁路马车，节省15%的燃料。使用下拉菜单的挖掘机，15%的节省可以突出显示。计算所有的干预措施，并用图表曲线重新校准。

请注意，该工具中的所有干预措施都使用了与燃料类型及其相关碳强度相关的百分比减少，以便将输出数字表示为碳减少。

有必要创造正确的环境，围绕无所事事的场景建立合理的假设，以避免驾驶错误的行为。例如，很容易选择一个性能不佳的设备项目作为计算干预措施的默认值。因此，用户需要为选择默认设备提供一个理由。通过这样做，我们有了一个更可靠的基线，基于行业通常可用的东西，而不是与过时或很少使用的低效设备进行比较。

构成部分4

持续改进（第10条）



为了不断改进管理和减少基础设施中的碳排放，需要建立程序和做法，以便实施改进行动并审查结果。所有的价值链成员都应该有支持持续改进的流程，其中包括对整个价值链的信息共享。

PAS 2080第10条中，以下步骤/活动代表了实现持续改进的良好做法：

- a.根据目标和相关基准确定碳排放表现；
- b.确定并建立需要改进的领域；
- c.获得对改进的承诺，并确定改进目标；
- d.评估当前绩效的原因；
- e.定义和测试能够实现改进目标的变更；
- f.定义和测试能够实现改进目标的变更；
- g.识别并克服对变更产生的任何阻力；
- h.实施变更；
- i.建立控制措施，以保持新的性能水平，并重复步骤。

应利用有关改进方面的知识为目标设定和基线提供信息，以支持正在进行的碳减排过程（第10.2.1条和第10.2.2条）。

与现有的管理系统保持一致

应利用有关改进方面的知识为目标设定和基线提供信息，以支持正在进行的碳减排过程（第10.2.1条和第10.2.2条）。

如果资产管理公司有一个现有的管理系统，就可以整合持续改进管理碳排放的流程的程序。通过ISO14001认证或有类似EMS认证的机构很可能已经建立了程序。

促进部门的持续改进

最佳实践的知识共享是帮助基础设施部门实现低碳解决方案，并帮助为所有价值链成员实现利益的最快方式。

知识共享平台示例

应该鼓励价值链成员分享最佳实践，并开发他们自己的论坛，以分享其组织的不同层次的知识，例如在整个领导团队和第1节中强调的不同从业者角色。

绿色建筑委员会自身拥有丰富的案例研究资源，涵盖水、铁路、公用事业和其他基础设施领域，所有人都可以在网上免费获得：

[www. greenconstructionboard. org/ index. php/ resources/ promotion/ case- studies](http://www.greenconstructionboard.org/index.php/resources/promotion/case-studies)

持续改善：伦敦南部地区的高速公路维修

案例研究 | **B4**

2007年，企业公司（EM）的任务是为伦敦交通局公路网（TLRN）的南部高速公路和维修工程合同（HMWC）区域提供维修活动和特别改进工作。伦敦交通局的简报包括要求他们参加试点定期合同评估。

EM是在2007年进行竞争性招标后被任命的。EM的环境资质是通过披露过去任何违反环境立法的行为来评估的。随后，该合同中包含了一些具有挑战性的要求，其中包括：

- 环境服务绩效指标（SPI）；
- 制定年度可持续发展计划；
- ISO14001认证；
- EM的自愿性，但仍然具有约束力的环境质量承诺。

这些要求的目的是建立一个框架，以确定、评估、管理和监测环境影响和改善环境的机会。此外，这些要求确保了二氧化碳、NOX和PM10排放的减少，减少与交通相关的噪音和振动，保护和加强伦敦的建筑和自然环境，减少资源消耗和对绿色采购的承诺。

本合同对发展治理结构的要求导致了碳减排，其中包括：

- EM及其主要分包商的车队100%符合欧盟4和5排放标准；
- 99.7%的EM挖掘的废物和96.4%的未挖掘的建筑和拆除废物被重复利用或循环利用；
- EM已经实现了年度碳足迹范围1和2的减少；
- 在2009年和2010年，EM获得了伦敦市长绿色500计划颁发的二氧化碳减排白金奖，并成为该国第一个获得碳信托标准的高速公路承包商。

2011年，伦敦交通局和EM（以及其他两个hmwc）在伦敦交通奖上获得了年度交通伙伴关系（而不是伦敦交通局的活动）。该奖项认可了其他具有商业竞争的公司之间的合作关系导致了合作，为伦敦带来了真正的利益。

构成部分5

报告（第9条）



PAS 2080报告是关于特定碳排放评估的碳排放绩效的汇总信息，或作为碳管理过程的一部分进行的评估的汇总。

报告碳信息的原因有很多，包括：

- 在价值链内共享信息，以便评估碳排放，例如报告产品排放，以支持资产级评估；
- 能够根据目标和基准对业绩进行审查，并确定改进行动，作为持续改进过程的一部分；
- 通过沟通绩效，确保透明度和问责性；
- 在基础设施各部门内部和各部门之间共享最佳实践

更多详细信息见附录2。

HS2环境声明

案例研究 | **B5**

作为环境影响评估过程的一部分，提交的HS2的环境声明（ES）报告了与HS2第一阶段的建设和运行相关的碳排放影响。

ES中的评估更新和改进了可持续性评估中早期报告的碳评估，以支持公众对第一阶段拟议计划的咨询。

ES报告：

- 1.建筑碳足迹；
- 2.运行碳足迹，包括以下系统边界之外碳汇和碳排放：
 - a.HS2第一阶段及相关地面通道的模式转换；
 - b.在经典的铁路网络上发布的客运和货运旅程到运力的模式转换；
 - c.植树固碳。
- 3.总碳足迹，建筑和运营的碳排放减去碳汇。

碳足迹是在国际（京都议定书）、欧洲（EU ETS）和国家（英国气候变化法案）政策的背景下报告的。

总碳足迹的报告时间为60年的评估期（以与经济评估相一致）和120年的评估期（以反映基础设施的设计寿命）。

与其他重要的交通方式、可比的基础设施项目、建筑部门和英国的整体碳足迹作为基准，也被用来为碳足迹提供背景。

量化工作完成 范例

在设计阶段计算碳排放量，以审查对资产的需求，以满足不断增长的人口需求。

这个工作的例子说明了如何通过工作阶段设计战略，计算碳排放和减排。

这个例子集中于PAS 2080的生命周期排放阶段A1-5（施工前到施工），如图7所示。

工作阶段的概念策略：计算标准解决方案的基线

该项目由资产所有者/经理向设计师提供，将在未来15年为一个预计人口增加2万居民的城镇提供饮用水。资产所有者/管理人提供了一个目标，即将实现这一目标的资本碳排放比基准数字减少35%。

设计师挑战了简报，以确认了2万人的增长，以确定潜在的新基础设施的程度。这个数字得到了证实，原来的摘要也保留了下来。

衡量标准解决方案的目标减少的基线通常由设计者执行；然而，在某些情况下，资产所有者/经理可能提供一些定制工具，以帮助设计者量化基线和设计。

步骤1-确定排放源

应对潜在排放源进行审查，以确定可能发生的各种排放源，以帮助确定范围。在这个例子中，该项目将导致A阶段和随后c阶段后期的资本碳排放。B阶段将会出现一些与维护相关的排放。资产管理人/所有者控制着所有这些排放，因此它们都包括在量化中。

注：为了简洁起见，本工作示例仅列出A阶段排放量（A1-A5）。

步骤2-收集所需材料 / 活动数据

需要收集与A1-5阶段中排放相关的相关材料/活动数据，以实现安装一个新的泵站和在边缘铺设管道的概念解决方案。这可以从资产所有者/经理以前承担的项目的材料清单和图纸中进行整理，或者如果不可能，则由其他组织进行整理。在此步骤的最后，将组装一个按模块分组的活动列表，以便用于量化。

步骤3-收集相关碳排放因子

一旦相关材料/活动数据完成，将需要按照PAS 2080第7.1.5.3条规定的的数据质量规则，收集与这些活动和材料相关的适当排放因子。

在本例中，排放因子基于平均数据，因为在此工作阶段不知道确切的供应商，后者由资产所有者/经理以工具的形式提供。从业者应逐步通过数据质量标准，以检查排放因子是否适合与所定义的活动数据一起使用。

第4步-计算基线

材料/活性数据和排放因子现在可以用PAS.2080第7.1.6条规定的定量公式计算每种材料的基线。然后可以建立这些来形成概念解决方案的基线。

基线将根据PAS 2080中第8条所述的服务结果进行计算。在这个例子中，服务结果是根据预测的人口增长，每天向服务区提供15毫升（毫升/天）的水。然而，设计者或施工人员可以计算他们将要完成的活动的基线，例如在道路上每100米管道的tCO₂e。这是可以接受的，只要以后可以为资产管理公司的功能单位每XML/日供水的tCO₂e提供总体碳排放。

使用资产所有者/经理提供的工具计算基线：

- 15kW抽水站（77tCO₂e）；
- 8km明切割（边缘）90mm HDPE SDR17管道（143tCO₂e，包括管道、切割和恢复）

这导致总基线数字为220吨二氧化碳当量，可负担能力为85万英镑（总收入）。

下面给出了其中一个方程式的一个例子

温室气体排放量化方程（PAS2080第7.1.7条）

$$B \times A = F$$

B=材料/活动数据，A=排放系数，F=每项活动的温室气体排放总量

开挖8km管道的示例计算：

$$\text{HDPE管安装的总排放量: } 17.85 \text{ kgCO}_2\text{e/m} \times 8,000\text{m} = 142,770 \text{ kgCO}_2\text{e} = 143 \text{ tCO}_2\text{e}$$

附录3提供了建立这个基线所需的活动和材料的总体汇总表，以及相关的排放因素和来源。请注意，上述值是温室气体生命周期A1-5阶段的组合。进一步的细节见附录3。

工作阶段定义-早期设计阶段挑战

设计师们现在有了一个基准，他们必须以此为目标，实现35%的碳排放量的减排。

步骤5-确定碳的位置

设计者应对基线进行评估，以如PAS 2080第8.2条所述，确定标准解决方案中的热点。

在将要进行的两项活动中，安装一个泵站和8公里的新管道，安装在管道上的碳影响显著增加，占总排放量的65%。因此，这是设计师应该集中他们最初努力的地方。

这些信息可以传达给设计师和供应商，以帮助他们关注碳减排的机会。

第6步-资产设计挑战（PAS 2080第6.1.4条）

从这个分析中，设计师评估资产所有者/经理的现有资产，试图找到机会来重复利用现有的元素，以减少对新资产的需求。

设计者确定了一个重用部分现有管道基础设施的机会，从而减少了对新建筑的需要。

设计人员对资产管理公司关于建设所有新管道的要求提出了挑战，提出了一种重复利用2公里管道的解决方案，将新管道的安装范围减少到6公里

第7步-计算新设计中的温室气体排放量

设计人员应再次遵循步骤1-3，活动数据应从以前的项目中收集和/或由相关项目的施工人员进行估算：

在道路上铺设6公里露天管道的实例计算：

HDPE管道安装的总排放量： $17.85 \text{ kgCO}_2\text{e/m} \times 6,000\text{m} = 107,070 \text{ kgCO}_2\text{e} = 107 \text{ tCO}_2\text{e}$ 。

泵站影响保持不变：184 tCO₂e。

因此，新设计的总估计温室气体排放量为389 tCO₂e，比基准数字减少了16.2%。

附录3提供了活动和材料的总体汇总表以及相关的排放量

量化该设计排放量所需的因素和来源。请注意，上述数值是结合了GHG生命周期阶段A1-5的。更多细节见附录3。

工作阶段设计-设计和早期施工方的参与

新设计已经实现了16.2%的降幅，但该资产管理公司正在努力超越其目标。

建造商现在参与其中，并在审查设计时挑战了假定的施工方法来使用开放的施工技术。

图4突出显示了管道设计和施工中的排放情况，并显示了在使用开放切割技术（施工和安装过程）时，59%的排放为生命周期的A5阶段。

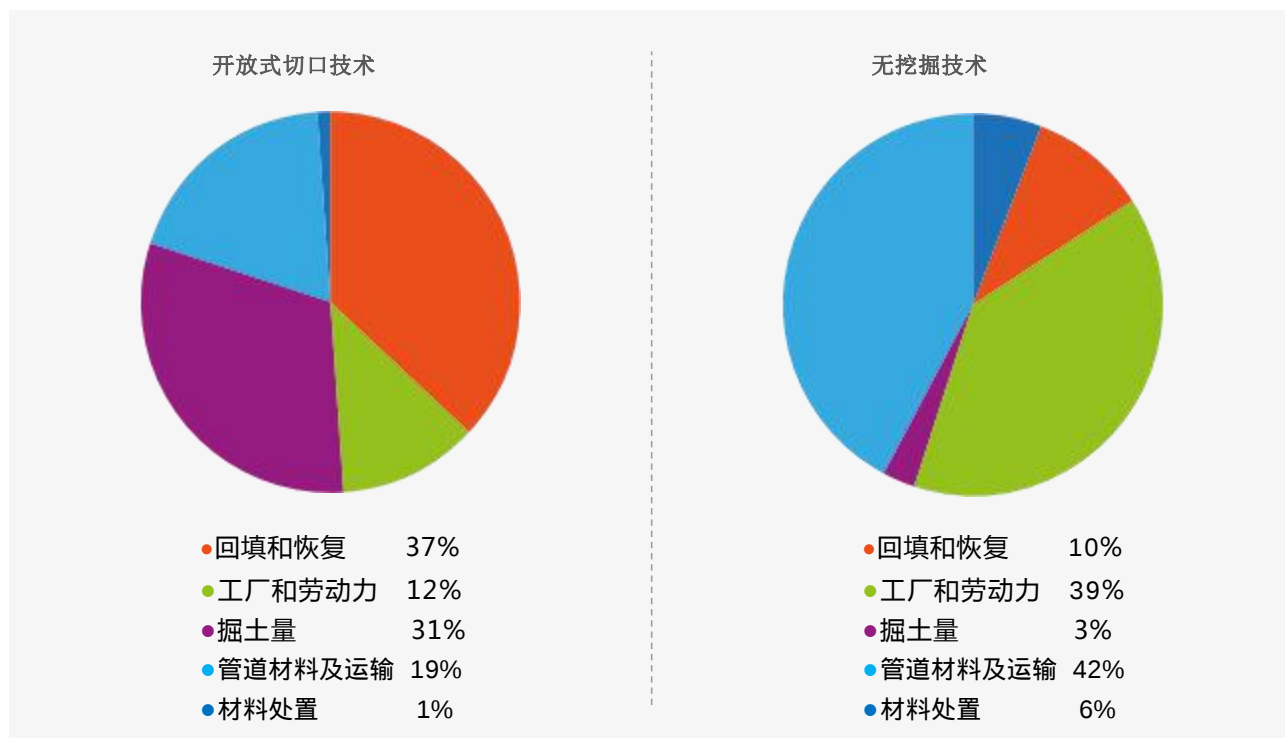


图4：温室气体排放分解（A1-A5）-道路中的HDPE管道，开挖技术与无挖掘技术

来源：PAS 2080：2016

施工单位建议，它将减少使用无壕沟定向钻井技术铺设管道的方案。这还将通过减少挖掘和恢复道路的需要来减少碳排放。

第8步-根据新的施工技术重新计算排放量

设计者应该再次遵循步骤1-3，活动数据应该从以前的项目中收集和/或由构造人员进行估计。

无沟槽定向钻探技术的碳影响为 $8.82 \text{ kgCO}_2\text{e/m}$ ，比基线中包含的开沟槽技术减少了51%。

因此，管道的影响为： $8.82 \text{ kgCO}_2\text{e/m} \times 6000\text{m} = 52,920 \text{ kgCO}_2\text{e} = 53 \text{ tCO}_2\text{e}$ 。

承包商对此提出的挑战是将施工技术改为无沟槽定向钻探技术，将总体影响降低到 $130\text{tCO}_2\text{e}$ ，比原基线节省了41%。

附录3提供了活动和材料的总体汇总表，以及量化本设计的排放所需的相关排放因素和来源。请注意，上述值是温室气体生命周期A1-5阶段的组合。进一步的细节见附录3。

第9步-与供应商互动，以嵌入节省措施

在设计过程中确定了潜在的节约后，资产所有者/经理应在任何招标或采购活动中包括设计，并要求供应商进一步减少与基础设施资产相关的排放。这可能包括明确定义工程信息，并包括对供应商的激励措施。资产所有者/经理应促进所有价值链成员之间的讨论，以确保探索所有可能的机会。

材料供应商对管道材料的基本排放源提出了质疑，声称可以通过新的、高效的制造工艺来减少排放。

步骤10-根据新材料影响重新计算排放量

设计人员应再次遵循步骤1-3，并从材料供应商处收集活动数据。

高效的制造过程导致HDPE管道减少5%。

管材当前影响：3.4 kgCO₂e/m（无沟槽定向钻探影响为8.8 kgCO₂e/m）。考虑到减少15%： $3.4 \times 0.85 = 2.8$

kgCO₂e/m。

因此，采用新管冲击的无沟槽定向钻探的整个施工量为：8.65 kgCO₂e/m。

6公里安装的影响： $8.2 \text{ kgCO}_2\text{e/m} \times 6000\text{m} = 48,990 \text{ kgCO}_2\text{e} = 49 \text{ tCO}_2\text{e}$ 。

材料供应商的挑战是，将他们的新高效材料纳入其中，将总体影响降低到125.99 tCO₂e，比基准节省了43%。

附录

附录1

示例数据源、质量适用性和内容

类别	LCI数据示例	优点	缺点
通用的	浴缸的碳和能源清单 ²	免费提供。	只有碳和能量，而不是其他环境影响。
		许多常见问题建筑材料	通常的数据是关于原材料的，因此过程排放和浪费很可能被遗漏。
特定的	制造商特定的环境产品声明	免费提供。	不适合早期设计，除非明确限制在特定的供应路线。
		报告所使用的产品的准确信息。	可能是对EN 15804的解释略有不同。
		对环境有全面影响。	可用性目前很有限，但还在不断增长。
		通常会包括正在使用和生命结束的影响。	
		针对行业。	
	供应商数据（示例）	所有（将）符合同一标准，EN 15804。	
		免费提供。	不适合早期设计，除非明确限制在特定的供应路线。
		特定于建筑业。	并非所有数据均符合EN 15804标准。

类别	LCI数据示例	优点	缺点
平均值	行业平均值 环境产品声明	免费提供。 在更具体的信息已知之前，非常适合早期设计比较。 对环境有全面影响。 通常包括在用和寿命结束的影响。 特定于建筑业。 所有（将）符合相同标准，EN 15804。	可能是对EN 15804的解释略有不同。 目前的可用性有限，但正在增长。
	运营碳数据，例如： DEFRA ³ 、GHG协议 ⁴ 和 IPCC数据 ⁵	免费提供。 定期更新。	
收集数据	专有LCI数据库， 例如：GaBi/PE数据6， SimpaPro数据7，	包含全面的环境影响。 部分数据已汇总至行业/国家层面。 数据具有高度可信度。 数据在一个地方，可以搜索。	使用/访问数据的成本。 很多数据不是英国特有的。 数量有限特定于施工的产品。 通常不包括EPD中包含的其他附加信息，例如在用或寿命结束产品和使用说明。

类别	LCI数据示例	优点	缺点
		免费提供。	并非所有数据均符合EN 15804。
			对于我们的需求来说，可能会有太多/太详细的信息。（也许可以请求一个简化的/过滤过的数据集）
	建设特定LCI数据库，如影响9	全面的环境影响。（也可用于花费	无法在未使用许可工具的情况下访问数据。
		数据在一个地方，可以搜索。	使用/访问许可工具数据的成本。
		特定于建筑业。	
		所有数据均符合相同标准EN 15804，使用相同的解释。	
		包括使用中和使用寿命结束的影响。	
已测量	上一个项目示例	实际代表性数据	可能仅适用于特定场景

表A1：碳排放因子来源

附录2

碳排放报告

为推动部门一致性并确保利益相关者拥有充分的信息来解释其内容，建议碳排放报告包括以下要素：

- i.碳管理过程或评估的目的；
- ii.碳管理过程或评估的边界描述（包括空间和时间尺度和生命周期边界）；
- iii.所用资料和数据来源；
- iv.计算碳排放所用的方法和计算工具的参考；
- v.假设和限制，包括任何排除和排除原因；
- vi.基线描述，包括如何选择/定义；
- vii.功能单元（即比较手段）的描述和选择依据；
- viii.如适用，说明考虑的任何替代选项（例如，材料选择、燃料类型）以及选择优选选项的原因；
- ix.为减少排放而已实施的行动（或拟议的未来行动）的描述；
- x.根据第7条定义的每个温室气体生命周期阶段的二氧化碳公吨排放数据，以及根据第8条设定的基线、目标和kpi的性能。

附录3

工作示例支持信息

下面的表A1和表A2提供了第4节中工作示例的背景计算。应当指出的是，表格中提供的数据可能会发生变化，因此不应使用一个编造的例子来进行任何进一步的计算。

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
管道材料（使用） -HDPE SDR 17	A1-3	1.3	kg/m	2.53	kgCO ₂ e/kg	3.40	ICE2.0版，高密度聚乙烯（HDPE）树脂管
管道材料（损耗， 假设为2%）-HDPE SDR 17	A1-3	0.03	每米的千克 浪费量	2.53	kgCO ₂ e/kg	0.07	ICE2.0版，高密度聚乙烯（HDPE）树脂管
管道运输至现场	A4	0.01	t·公里（假 设距离65公 里）	1.888	kgCO ₂ e/km	0.02	来自WI_GHG_ Estimator_CAWv7.xls 的EF，2013年3月-根据 供应商运输数据计算出的 值
挖掘地点： 表层土壤	A5	2.00	m ³ /m	2.43	kgCO ₂ e/m ³	4.86	CESMM4 2013数据库， 2013年7月更新

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
挖掘地点:							
底基层（现场开挖和储存材料）	A5	0.22	m ³ /m	2.76	kgCO ₂ e/m ³	0.60	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
管道安装-人工							
工时	A5	0.20	Hrs/m	1.06	kgCO ₂ e/hr	0.21	来自WI_GHG_Estimator_CAWv7.xls的EF，2013年3月-根据供应商安装估算计算出的值
管道安装-工厂							
柴油消耗量	A5	0.60	L/m	2.67	kgCO ₂ e/L	1.60	WI_GHG_估计者_CAWv7.xls，2013年3月
汽油消耗量	A5	0.15	L/m	2.30	kgCO ₂ e/L	0.34	WI_GHG_估计者_CAWv7.xls，2013年3月

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
回填和恢复							
底基层——来自库存	A5	0.15	m ³ /m	2.47	kgCO ₂ e/m ³	0.37	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
底基-进口天然材料1型	A1-3	0.06	m ³ /m	33.34	kgCO ₂ e/m ³	2.01	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
从临时堆放物中提取的开挖表土	A5	2.00	m ³ /m	2.12	kgCO ₂ e/m ³	4.24	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
材料处置：							
从现场清除的表土、岩石或人工硬质材料以外的开挖材料-运输至15公里外的垃圾箱	A5	0.01	m ³ /m	8.49	kgCO ₂ e/m ³	0.11	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
每米总的温室气体排放量kgCO ₂ e						17.85	
每8千米总的温室气体排放量kgCO ₂ e						142.77	
每6千米总的温室气体排放量kgCO ₂ e						107.07	

表A2：第4节中工作实例的辅助信息-开挖技术

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
管道材料（使用）-HDPE SDR 17	A1-3	1.3	kg/m	2.53	kgCO ₂ e/kg	3.40	ICE2.0版，高密度聚乙烯（HDPE）树脂管
管道材料（损耗，假设为2%）-HDPE SDR 17	A1-3	0.03	kg/m 损耗量	2.53	kgCO ₂ e/kg	0.07	ICE2.0版，高密度聚乙烯（HDPE）树脂管
管道运输至现场	A4	0.01	t.公里（假设距离65公里）	1.888	kgCO ₂ e/km	0.02	来自WI_GHG_Estimator_CAWv7.xls的EF，2013年3月-根据供应商运输数据计算出的值
挖掘地点：							
表层土	A5	0.07	m ³ /m	2.76	kgCO ₂ e/m ³	0.19	CESMM4 2013数据库，2013年7月更新
底基层（现场开挖和储存材料）	A5	0.02	m ³ /m	2.43	kgCO ₂ e/m ³	0.04	CESMM4 2013数据库，2013年7月更新

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
管道安装-人工							
工时	A5	0.44	Hrs/m	1.06	kgCO ₂ e/hr	0.47	来自WI_GHG_Estimator_CAWv7.xls的EF, 2013年3月-根据供应商安装估算计算出的值
管道安装-工厂							
柴油消耗量	A5	1.00	L/m	2.67	kgCO ₂ e/L	2.67	WI_GHG_估计者_CAWv7.xls, 2013年3月
汽油消耗量	A5	0.25	L/m	2.30	kgCO ₂ e/L	0.57	WI_GHG_估计者_CAWv7.xls, 2013年3月
回填和恢复							
底基层——来自库存	A5	0.05	m ³ /m	2.47	kgCO ₂ e/m ³	0.12	CESMM4 2013 数据库, 2013 年7月更新
底基-进口天然材料1型	A1-3	0.02	m ³ /m	33.34	kgCO ₂ e/m ³	0.71	CESMM4 2013 数据库, 2013 年7月更新

材料和活动	阶段	数值	单位	排放系数	单位	合计碳排放 kgCO ₂ /单位	排放系数/EF来源
回填和恢复							
从临时堆放物中 提取的开挖表土	A5	0.02	m ³ /m	2.12	kgCO ₂ e/m ³	0.04	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
材料处置：							
钻探泥浆处置	A5	5.96	t.km	0.09	kgCO ₂ e/t.km	0.52	—
从现场清除的表土、岩石或人工 硬质材料以外的 开挖材料-运输 至15公里外的垃圾箱	A5	0.00	m ³ /m	8.49	kgCO ₂ e/m ³	—	CESMM4 2013 数据库，2013 年7月更新
				每米总的温室气体排放量kgCO ₂ e		8.82	
				每8千米总的温室气体排放量kgCO ₂ e		70.56	
				每6千米总的温室气体排放量kgCO ₂ e		52.92	

表A3：第4节“无挖掘技术”工作示例的辅助信息

致谢

技术作者团队感谢PAS 2080技术咨询小组成员对PAS 2080和PAS 2080指导文件的开发做出的贡献：

PAS 2080技术顾问小组成员

大卫·莱利	安格利亚水务有限公司
蒂姆·查普曼	Arup集团有限公司
保罗·托因	Balfour Beatty plc
克里斯·布罗本特	BRE集团
布赖恩·苏赫	基本装船须知
Jullian Allwood	剑桥大学CEMEX英
保罗·弗莱彻	国
马修·戈德堡彼得·	克莱恩集团
卡普尔霍恩	建筑产品协会Costain Group plc
Damien Canning	商务、创新和技能部（BIS）
Jeremy Martin	高速二（HS2）有限公司高速
艾莉森·沃克	二（HS2）有限公司HM财政部
马克·芬顿	J.N. Bentley有限公司
基思·沃勒	伦敦地铁
Daniel Sutcliffe	Mott MacDonald Limited
John Batchelor	MWH全球
Mark Enzer	国家电网
Adrian Johnson，主	负责任的解决方案
席Steven Thompson	斯堪斯卡英国有限公司
伊恩·尼科尔森	塔塔钢铁
罗伯特·麦卡洛伊	伦敦交通局
恩·米勒	
特里·普莱斯	



Construction
Leadership
Council

The **Green Construction Board**

在以下组织的慷慨支持下：

