情境中的技术创新系统：概念化情境结构和互动动态[☆](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "aep-article-footnote-id1)

## 强调

•

我们将技术创新系统 (TIS) 与各种背景结构之间的相互作用概念化。

•

区分了两种广泛类型的 TIS-上下文交互：外部链接和结构耦合。

•

考虑了与其他 TIS、部门和地理结构以及政治结构的相互作用。

•

为 TIS 分析师提供了进一步研究的建议和经验教训。

## 抽象的

本文探讨了技术创新系统 (TIS) 与更广泛的“背景结构”之间的相互作用。虽然 TIS 研究一直考虑各种上下文影响，但我们建议 TIS 框架可以通过对 TIS 上下文结构和 TIS-上下文交互的更详细的概念化来进一步加强。为此，我们确定并讨论了四种特别重要的背景结构类型：技术、部门、地理和政治。对于其中的每一个，我们提供了上下文结构与焦点 TIS 交互的不同方式的示例，以及如何通过明确考虑它们来增强我们对 TIS 动态的理解。为分析师提供了经验教训，并概述了研究议程。

## 1 . 介绍

在过去的三十年里，系统概念在有关创新过程和相关政策制定的学术文献中获得了突出地位（[Chang 和 Chen，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0110)，[Sharif，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0445)）。事实证明，这些方法有助于为广泛的紧迫公共政策问题提供信息，例如国家经济竞争力、区域工业复兴和全球环境可持续性。

技术创新系统 (TIS) 的特定变体侧重于了解围绕特定技术的创新系统如何发挥作用。重点可以放在成熟的技术领域或新的和激进的创新的出现和传播（[Bergek 等人，2008b](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0045)，[Carlsson 和 Stankiewicz，1991 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0105)，[Hekkert 等人，2007 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0205)，[Markard 和 Truffer，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0330)）。应用 TIS 框架的大部分研究都集中在研究清洁技术部门的出现，因此，它已成为可持续性转型研究的主要组成部分（[Markard 等，2012](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0315)）。在转型研究领域，TIS 为理解新产业出现和增长的复杂性提供了一个分析框架，并着重分析了这一过程的障碍（标记为阻塞机制、系统弱点或系统性问题）。该框架还有助于随后将障碍转化为干预和政策策略，从而产生了诸如系统工具和政策组合等概念（[Alkemade et al., 2011](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0005) , [Jacobsson and Karltorp, 2013](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0235) , [Smits et al., 2010](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0455) , [Weber和 Rohracher，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0505)，[Wieczorek 和 Hekkert，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0520)）。

作为一个以技术为中心的框架，TIS 研究中始终关注技术特定因素。然而，由于它是一种系统方法，分析师从一开始就试图寻找方法来考虑与包含或超越 TIS 的其他类型系统的交互，例如部门和国家创新系统。事实上，“函数方法”是作为一种方法学工具开发的，通过将对 TIS 动力学的各种影响（不同来源）汇总为一组关键过程（[Hekkert 等人，2007 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0205)，[Jacobsson 和 Bergek， 2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0225)，[约翰逊和雅各布森，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0250)）。这允许对各种 TIS 的动态如何受到内部和外部推动和拉动的影响进行大量详细的实证分析（有关评论，请参见[Bergek，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0030)，[Truffer 等人，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0480)）。

同时，函数框架并没有对周围环境的动态给予太多明确的关注。近年来，TIS学者因此回归到TIS与语境系统之间的关系。学者们进一步发展了地理维度（eg [Binz et al., 2014](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0060) , [Coenen et al., 2012](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0115) , [Gosens et al., 2015](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0190) , [Schmidt and Dabur, 2014](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0440)），研究了几种技术的平行发展和竞争（[Johnson and Jacobsson ） , 2001](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0250) , [Sandén 和 Hillman, 2011](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0425) , [Suurs 和 Hekkert, 2009a](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0460) , [Wirth 和 Markard, 2011](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0525) ) 并将 TIS 与更广泛的政策设置联系起来 ([Kivimaa 和 Virkamäki，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0275)，[Markard 等人，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0320)，[McDowall 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0345)）。一些人还呼吁将 TIS 框架与多层次视角相结合，以更好地把握技术演进与部门变革之间的关系（[Markard 和 Truffer，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0330)，[Meelen 和 Farla，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0355)）。

尽管这些研究都有助于更好地理解 TIS 如何与各种上下文结构相关，但我们仍然缺乏一个连贯的框架来明确说明如何将 TIS 与其上下文之间的交互概念化。这样的框架至少有四个明显的好处。首先，它将改进 TIS 框架作为一种政策工具，因为改进的上下文理解将指导分析人员寻找焦点 TIS 与其上下文之间的中心交互。其次，它将提高分析师和政策制定者对环境差异很大以及技术在不同环境中的不同发展的认识。因此，对背景的明确考虑将增加我们对个别案例研究的特殊性的理解，同时为分类提供基础，结果的概括和转移，这对于基于 TIS 的政策制定至关重要。第三，通过承认上下文结构不是静态的，而是随着时间的推移而变化，这将使分析人员能够识别出特别有利（或不利）的新技术开发机会。第四，包含上下文结构的连贯框架将促进进一步的分析工作，重点关注给定的 TIS（或一组 TIS）如何影响不同的上下文。因此，另一个好处可能是为开发基于 TIS 的框架铺平道路，该框架有助于分析涉及多种技术的增长和衰退以及相关部门转型过程的更大转型。通过承认上下文结构不是静态的，而是随着时间的推移而变化，这将使分析人员能够确定特别有利（或不利）的新技术开发机会。第四，包含上下文结构的连贯框架将促进进一步的分析工作，重点关注给定的 TIS（或一组 TIS）如何影响不同的上下文。因此，另一个好处可能是为开发基于 TIS 的框架铺平道路，该框架有助于分析涉及多种技术的增长和衰退以及相关部门转型过程的更大转型。通过承认上下文结构不是静态的，而是随着时间的推移而变化，这将使分析人员能够确定特别有利（或不利）的新技术开发机会。第四，包含上下文结构的连贯框架将促进进一步的分析工作，重点关注给定的 TIS（或一组 TIS）如何影响不同的上下文。因此，另一个好处可能是为开发基于 TIS 的框架铺平道路，该框架有助于分析涉及多种技术的增长和衰退以及相关部门转型过程的更大转型。包含上下文结构的连贯框架将有助于进一步分析工作，重点是给定的 TIS（或一组 TIS）如何影响不同的上下文。因此，另一个好处可能是为开发基于 TIS 的框架铺平道路，该框架有助于分析涉及多种技术的增长和衰退以及相关部门转型过程的更大转型。包含上下文结构的连贯框架将有助于进一步分析工作，重点是给定的 TIS（或一组 TIS）如何影响不同的上下文。因此，另一个好处可能是为开发基于 TIS 的框架铺平道路，该框架有助于分析涉及多种技术的增长和衰退以及相关部门转型过程的更大转型。

本文的目的是通过解决 TIS 和四种不同上下文结构之间的关系，朝着更明确的 TIS-上下文交互分析框架迈出一步。我们还制定了一组可能构成研究议程支柱的问题。选定的背景包括其他 TIS、工业部门、地理区域和政治体系。

在第[2](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "sec0010)节中，我们讨论了系统描述和交互的一些一般方面，并激发了对四种分析背景结构的选择，而第[3](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "sec0015)节提供了技术、部门、地理和政治结构如何与 TIS 动态相互作用的示例，并确定了一组研究问题。第[4](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "sec0040)节通过讨论分析师的一些一般性经验来总结本文。

## 2 . 了解 TIS 上下文结构和交互

技术创新系统被定义为一组要素，包括技术、参与者、网络和机构，它们为特定技术领域（例如特定技术知识领域或产品及其应用）的发展做出积极贡献（参见，例如[，Bergek 等人，2008c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0050)，[Markard 和 Truffer，2008](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0330)）。TIS 的观点强调这些要素之间的系统性相互依存关系，从而产生各种形式的协同作用，例如不同行为者可以利用但如果孤立工作就无法生产的集体资产。

系统级资产（或资源，参见[Musiolik 等人，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0370)）的存在意味着必须仔细选择系统边界。边界将 TIS（即特定技术领域的系统性相互依存关系发挥作用的领域）与其“背景”（TIS 之外的所有其他结构和相关因素）分开。在文献中，系统边界的设置在很大程度上被认为是一个分析问题，即系统边界可以根据分析师的研究兴趣以多种不同的方式设置，并且通常必须随着分析的进行而调整（[Bergek et al ., 2008a](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0035) , [Carlsson 等人, 2002](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0100)）。原则上，边界设置的目的是确定什么技术和什么水平的分析（知识领域、产品或技术的一个或多个应用程序）是重点（[Carlsson 等人，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0100)）。在实证分析中使用某种地理划分也很常见，例如一个地区或一个国家，但应该注意这并不是从 TIS 的定义中得出的（[Bergek et al., 2008b](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0045) , [Carlsson et al. , 2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0100)）。在下文中，我们将分析界定的分析对象称为“焦点 TIS”。

文献中通常对焦点 TIS 内部的结构和过程进行了很好的概念化。正如引言中所解释的，在系统边界之外和跨越系统边界发生的事情并没有系统地解决。因此，在本节中，我们旨在识别跨 TIS 边界的不同类型的相关交互，并可以在 TIS 和各种上下文结构之间产生耦合动态。我们区分了两种广泛的 TIS-上下文交互，这里称为“外部链接”和“结构耦合”，它们指的是不同程度的相互依赖。它们之间的区别是一种渐进的区别，而不是明确的区别。要考虑的主要问题本质上是 TIS 的参与者是否可以影响潜在的上下文元素。[1](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0005)

我们将 TIS 与特定环境之间影响 TIS 开发但不受 TIS 内部流程影响的那些影响（或资源、资产）表示为外部链接。例如，这种联系可以被概念化为“景观”力量（参见[Geels 和 Schot，2007](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0185)) 在远离焦点 TIS 的宏观层面发展的意义上。例如基本生产要素的价格突然变化、重大技术灾难、从根本上改变社会中的政治优先事项等。除了这些遥远的力量之外，外部链接也可能更接近焦点 TIS 的影响，例如影响知识生成的国家政策或市场条件以及物理基础设施的可用性、训练有素的劳动力或支持性的公共话语（例如可再生能源的气候变化）。作为一般规则，我们可以假设随着时间的推移，那些更接近 TIS 内部过程影响的上下文结构可能会随着时间的推移变成结构耦合（见下文）。在现存文献中，[Johnson 和 Jacobsson，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0250)），因此，它们与 TIS 功能有关。

尽管外部链接主要是从上下文到 TIS，但我们也可以考虑另一个方向的影响。然而，这种情况要少得多——尤其是在早期成熟阶段。例如，TIS 的存在可以作为现有部门参与者维持其对传统技术的投资的合法性，例如，如果他们可以使用 TIS 来表明他们正在“做某事”或“技术并没有真正起作用”。这两个例子都可以在汽车行业替代传动系统的大部分近期历史中找到（[Wesseling 等人，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0510)）。

第二种更重要的交互的影响是由“结构耦合” [2](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0010)调节的，即TIS 和特定上下文结构之间的共享元素（参与者、网络、机构、技术）。结构耦合的存在是因为大多数 TIS 元素的存在并不是为了推广所考虑的技术。[3](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0015)相反，它们通常同时嵌入几个不同的上下文中。想想一家销售全系列产品（例如食品和衣服）并管理一整套替代创新流程的公司。该公司可能是特定 TIS 的一部分（例如有机食品），同时（甚至更重要的是）必须响应特定部门（在本例中为零售）的发展，在不同的政策领域和必须管理延伸到全球的价值链。这意味着“共享”参与者的决策和策略不能仅用他们在焦点 TIS 中的成员身份来解释，而是取决于公司内部决策过程的复杂相互作用，以平衡不同目标之间的紧张关系和权衡取舍。在不同的领域实现。因此，公司可以被视为 TIS 和不同环境之间的耦合结构，它必须补偿这些不同领域的动态。网络和机构也可以作为结构耦合元素（[约翰逊和雅各布森，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0250)）。一个例子是德国的上网电价，它代表了不同可再生能源倡导者的利益和政党、能源部门老牌企业和其他利益相关者的更广泛关注的复杂妥协（[Lauber 和 Mez，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0290)）。

联轴器可能涉及单个元素甚至整个元素范围。这为整个系统重叠梯度开辟了可能性，从完全独立到非常强烈的共振系统。许多元素（或一些非常重要的元素）与上下文结构耦合的 TIS 可能会受到这些结构的严重影响，并且反过来也会影响它们。这意味着结构耦合可以在焦点 TIS 和各种上下文结构之间产生相互依赖的动态，其中在特定上下文中观察到的动态可能会影响 TIS 的发展，反之亦然。[4](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0020)

作为一般规则，人们会假设与仅表现出一些外生联系的那些元素相比，包含许多结构耦合的 TIS 元素在其对特定 TIS 的贡献方面的战略余地受到更多限制。示例可能是 (i) 参与 TIS 的特定组织内部的利益冲突，这限制了该参与者在 TIS 的背景下可以制定的行动和策略的范围（想想从事零排放车辆创新的汽车制造商同时仍希望保持传统技术的高销量），（ii）TIS 参与者建立的联盟中的限制，这可能包含与其他上下文结构的冲突或协同关系（例如[Karltorp 和 Sandén，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0255)，[Onufrey 和 Bergek，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0395)））。

然而，与现有上下文结构的强耦合也可以促进——甚至是必要的——新技术的开发（[Onufrey，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0390)）。事实上，这可能是技术进化的本质（参见，例如[Arthur，2009 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0015)）。例如，更高程度的结构耦合可能会增加访问上下文中现有资产的能力。因此，不可能先验地确定结构耦合是 TIS 元件的正特性还是负特性。

TIS 元素的敏捷性受到限制或启用的程度还取决于各自背景结构的制度连贯性（[Fuenfschilling 和 Truffer，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0165)）。这些不同的上下文可以被概念化为组织领域（[Wooten 和 Hoffmann，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0540)）。社会技术制度的概念提供了一个识别能源供应、交通、医疗保健或农业等经济部门制度一致性的例子（[Geels，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0175)，[Rip 和 Kemp，1998 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0405)）。制度对应于组织领域的高度制度化的核心，它可能包括主导的技术范式，但也包括特定的专业身份、普遍持有的信仰、部门文化、主导的社会话语或共同的问题议程，这些都产生了特定的制度逻辑组合。[Fuenfschilling 和 Truffer，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0165)）。连贯上下文系统的其他示例可能包括其他技术领域或行业以及政治系统、地理系统、法律系统、科学和教育或金融系统。

到目前为止，我们以一种相当无差别的方式提到了“不同的上下文结构”，但没有具体说明这些可能是什么。我们现在将介绍三种通用类型的上下文结构，然后我们将选择四个具体示例进行进一步分析。

第一种上下文结构包括周围和相关的TIS。在某种程度上，这种 TIS-TIS 关系是如何定义焦点 TIS 的地理和技术系统边界的直接结果。例如，欧洲 PV TIS 代表了德国 PV TIS 以及欧洲薄膜 PV TIS 的背景。然而，上下文 TIS 不仅是一个描述问题，而且还依赖于更广泛的技术交互。不同的技术以不同的方式相互竞争和互补，这意味着几个 TIS 的共同进化将影响每一个的动态（另见[Sandén 和 Hillman，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0425)）。因此，每个 TIS 构成了其他 TIS 的潜在重要上下文。

第二种类型的背景结构可以与预先存在的基础设施和机构相关联，例如在特定部门或区域或国家背景中。随着新技术的出现，它必须嵌入到这些更广泛的结构中（其中一些），这些结构通常是为了更广泛的技术或公共政策目标而开发的。一个例子可能是一个国家特定种类的资本主义对技术推广方式的影响（[Garud 和 Karnøe，2003 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0170)），或者根据技术主要试图适应的部门而展开的不同技术轨迹（如德国的沼气，它最初是一种农业技术，近年来越来越成为一种能源技术，见[马尔卡德等人。（2014）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0335)）。

第三也是最后一点，我们可以识别与提供特定系统级资产相关的上下文结构。想想对特定技术政策的政治支持、对训练有素的人员的需求或提供风险投资。在每种情况下，焦点 TIS 将不得不分别与政治、教育或金融系统或多或少地密切互动。这些中的每一个都可能表现出非常特殊的约束和动态，这会影响 TIS 的进一步发展。

本文的其余部分详细阐述了四种示例性上下文结构的 TIS-上下文相互作用：其他 TIS（第一类）、部门和地理结构（第二类）和政治结构（第三类）。我们知道，这些背景不一定完全分开（因为技术、部门、国家和政治结构可能会强烈重叠），并且存在我们没有解决的其他潜在相关背景结构。我们将在结论部分回到这些限制。最后要注意的是，我们承认焦点 TIS 和不同上下文结构之间的区别通常是“模糊的”，因此，这不是一个简单的练习（[Bergek et al., 2008c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0050) , [Markard and Truffer, 2008](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0330)）。尽管在某些情况下某些系统边界看起来更“自然”，但焦点 TIS 及其上下文始终是特定分析选择的构造。TIS 和上下文描述也可以看作是从一个迭代过程中产生的；系统边界可以在发现新关系后重新绘制，这可能会发现其他关系。也可以同时使用不同聚合级别的系统来发现不同类型的动态（[Bergek et al., 2008c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0050)）。

## 3 . 焦点 TIS 和四个上下文结构之间的交互

### 3.1 . 焦点 TIS 与其他 TIS 之间的交互

技术相互补充、竞争并因此相互作用。这对于多种技术同时出现和衰落的社会技术转型尤为重要。因此，我们可以将上下文视为一大组“其他”TIS，它们以不同的方式与焦点 TIS 交互。其中一些互动是竞争性的，即两个不同 TIS 中的参与者争夺市场份额或战略资产（例如原材料、劳动力、资本或合法性），而其他互动是支持性的（即一个 TIS 中发生的事情对另一个 TIS 产生积极影响）（[桑登和希尔曼，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0425)）。例如，光伏电池与电池技术的最新进展相辅相成，同时与风能和核能竞争。

上下文中的 TIS 可以以与焦点 TIS 相同的方式进行概念化。它们由与特定技术领域相关的技术、参与者、网络和机构组成。此外，类似的划定程序也适用（参见[Bergek 等人，2008b](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0045))：这是一个由研究兴趣引导的迭代过程，但也受到只能凭经验识别的实际相互依赖性的影响。当分析师专注于技术价值链的特定部分、特定区域或特定技术范围时，这就定义了焦点 TIS 并自动将所有剩余部分（或系统）分配给上下文。然而，其中哪些与后续研究相关，在很大程度上是一个经验问题，随着焦点技术的扩散和成熟（或衰退），很可能会随着时间的推移而发生变化。

许多 TIS-TIS 交互发生在垂直相关的技术价值链上。焦点 TIS 通常需要由其他 TIS 提供的原材料、组件、子系统和服务，这意味着焦点 TIS 的发展可能会受到上游 TIS 发展的积极或消极影响。例如，由上下文 TIS 提供的组件的技术特性的变化可能对焦点 TIS 至关重要，焦点 TIS 产品的任何变化都可能强制其供应商的产品发生变化，即影响“知识发展”。 '和'搜索的方向'。其他事情也可能溢出，例如，由于在某些发电机磁铁中使用稀土，稀土金属提取的环境特征可能会对风力发电的“合法性”产生负面影响。这种相互作用通常是相辅相成的，即在相关 TIS 中的进展以积极的方式影响着焦点 TIS（例如，在更高的生产能力、更好的质量或更低的价格方面）。然而，上游或下游 TIS 也可能成为焦点 TIS 中“知识发展”的瓶颈，例如，如果互补技术的发展速度与焦点 TIS 的发展速度不同。[5](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0025)同样，许多焦点 TIS 提供的产品供一个或多个下游 TIS（而不是最终用户）使用，这些 TIS 的需求和要求可以，例如，“影响”焦点 TIS 在同时，焦点 TIS 可以影响下游 TIS 的发展速度和方向。

如果供应商 TIS 提供通用商品和服务（例如钢或磁铁）以用于除焦点 TIS（例如风力涡轮机）之外的许多 TIS，而且购买者绝不会专注于焦点 TIS 的输出，垂直交互将具有外部链接特征。然而，在某些情况下，价值链的不同部分会出现结构耦合，例如以公司密切合作的形式（例如通过合资企业或“发展对”（[Fridlund，1993](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0160))) 甚至纵向整合（例如通过收购），以实现高度协调或控制关键投入或市场。例如，在 2007 年和 2008 年左右新兴的 PV TIS 中，在增长率极高、硅成为稀缺资源的情况下，许多欧洲太阳能电池生产商与化学工业的硅生产商签订了长期合同，甚至购买了硅生产设施。以确保持续供应。结构耦合可能导致参与者之间的“知识扩散”、TIS 之间的“资源动员”（例如以劳动力流动的形式）以及有关制度因素（例如期望和客户偏好）的溢出效应，这可能会影响“市场形成”和“合法化” ' 的焦点 TIS。如果价值链的关键部分由某些类型的公司控制，这可能对新技术（及其支持者）的发展产生深远的影响。例如，在制药行业，老牌企业控制着市场渠道和将新技术商业化所需的金融资产，因此，如果新的生物技术公司希望他们的技术进入市场，就必须与老牌企业结盟。[罗塔梅尔，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0410)）。

焦点 TIS 和水平相关的 TIS 之间也可能发生相互作用。这主要是指利用相同输入和互补资产或提供与焦点 TIS 相似输出的 TIS。例如，在沼气的情况下，能源作物和粮食种植争夺相同的主要资产，即耕地。同样，风能和水能是相互竞争的技术，因为它们产生相同的产品（电力）。这种关系通常会导致竞争性的、外部链接类型的交互，但也会出现结构耦合（尤其是随着时间的推移）。例如，后者可以通过有组织的游说工作以取消竞争技术的合法性的形式，例如荷兰的生物燃料，[Suurs 和 Hekkert，2009b](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0465)，[Ulmanen，2013](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0485)）。横向相关的 TIS 也可以通过机构在结构上耦合。一个很好的例子是德国的上网电价，以促进广泛的不同可再生能源技术。它提供财政资源、指导和合法性，从而对几个 TIS 产生重大影响，包括风电、太阳能、沼气、热电联产等。因此，各种 TIS 通过该法规（间接）耦合。事实上，这些不同 TIS 的倡导者联合起来并共同努力发起、维持和加强上网电价，尽管它们本质上是竞争对手（[Jacobsson 和 Lauber，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0240)）（另见第[3.2节）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "sec0025)）。就在最近，在关于这些补贴成本的有争议的辩论之后，技术竞争变得更加突出，因为来自光伏和陆上风力涡轮机 TIS 的参与者开始取消海上风电的合法性，海上风电仍然非常昂贵并且需要更高的上网电价。

这指出了 TIS 与上下文交互的另一个重要方面：它们往往会随着时间的推移而变化，这既是上下文结构中自主发展的问题，也是焦点 TIS 增长和变得更加成熟的结果。事实上，在 TIS 发展的早期阶段，我们预计 TIS 将非常依赖于其上下文 TIS 的发展。另一方面，这些背景 TIS 仅受到新兴 TIS 的轻微影响，特别是如果它们已建立且相当成熟。然而，在后期阶段，依赖可能变得更加平等，这意味着上下文 TIS 中的参与者和制度结构将受到焦点技术发展的影响。

通过对焦点 TIS 与其他 TIS 之间的相互作用进行更详细的分析，出现了一系列全新的研究问题，例如：（1）TIS-TIS 竞争对焦点 TIS 的影响以及政策在放大或放大平衡竞争力[Hillman 等人，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0215)，[Wirth 和 Markard，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0525)）？(2) 来自不同创新系统的参与者之间典型的斗争类型是什么（[Suurs 和 Hekkert，2009a](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0460)）？(3) 竞争性 TIS 中的参与者在什么条件下决定成群结队并合作进行制度改革（[Bergek et al., 2008c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0050) , [Jacobsson and Lauber, 2006](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0240))? (4) 一个 TIS 的技术改进和基础设施发展如何影响其他 TIS 的成功机会，例如，先行者何时充当“桥接技术”为其他 TIS 铺平道路，何时将竞争对手排除在市场之外（[Andersson 和Jacobsson，2000 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0010)，[Sandén 和 Hillman，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0425)）？(5) 新兴和更成熟的 TIS 之间可以产生哪些协同作用（而不是竞争）（[Haley，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0195)）？

### 3.2 . 焦点 TIS 与相关部门之间的互动

如第[1](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "sec0005)节所述，人们早就认识到给定 TIS 的动态与它所属的部门的结构和动态交织在一起。这种理解不仅存在于关于创新系统的文献中（参见[Johnson 和 Jacobsson，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0250)，[Malerba，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0310)），而且还存在于社会技术制度的概念中（参见[Geels，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0180)，[Kemp 等人，1998 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0260)，[史密斯和乌鸦，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0450)）。在本文中，我们根据为潜在用户提供某种功能所需的技术和产品的生产、分销和使用来定义行业，例如药品供应（[Malerba，2002](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0310)）、能源或食品供应（cf.[吉尔斯，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0180)）。部门由与 TIS 相同类型的结构元素组成，但它们依赖于处于不同成熟阶段的大量技术 - 因此，依赖于几个不同的 TIS - 来提供其整体功能。它们倾向于在明确的分工和供应方参与者之间稳定的网络关系、明确的用户实践、偏好和买方-供应商关系、特定行业的法规和技术基础设施方面表现出高度的制度化（[Malerba，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0310)，[史密斯和乌鸦，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0450)）。因此，一个部门提供了一个相当稳定的环境，各个 TIS 要么必须适应，要么尝试改变以实现自身利益。

让我们首先考虑一个明确嵌入一个主要部门的焦点 TIS，即其产品主要有助于服务于该部门的整体功能。例如，风力涡轮机 TIS 开发用于发电的产品，因此可以被视为能源部门的一部分。这样的 TIS 可以或多或少地与该部门整合。在一个极端情况下，TIS 是类似利基的，即它由不太参与部门事务的特定于 TIS 的参与者、网络和机构组成。大多数 TIS 与部门的互动将属于外部链接类型（在一定程度上已在以前的 TIS 文献中讨论过）。在另一个极端，TIS 将与该部门如此整合，以至于将其作为单独的 TIS 进行分析甚至可能没有意义。在这两个极端之间，焦点 TIS 既有技术特定的元素，也有与部门结构相结合的元素。这是我们在这里感兴趣的情况。此类 TIS 可以通过多种方式连接到部门级结构。

关于参与者，一些现有用户可能有足够的能力通过定义他们的需求甚至共同创建满足这些需求的解决方案来参与特定新技术的开发。这样的“主要用户”（[Von Hippel，2005 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0535)）可以影响 TIS 中的“搜索方向”。例如，在工厂自动化领域，[Carlsson 和 Jacobsson（1994）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0095)指出了先进客户在创新过程中的关键作用，在风电领域，瑞典能源公司 Vattenfall 很早就参与了风力涡轮机的开发。引导 MW 涡轮机发展（和“资源调动”）的技术（[Bergek 和 Jacobsson，2003 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0040)）。然而，现有用户也可以通过阻止其对资源的访问或使其合法化来阻碍新兴 TIS 的发展（[约翰逊和雅各布森，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0250)）。能力较差的用户也会影响焦点 TIS。例如，能源消费者可以通过开始使用这些技术生产自己的能源来影响风力涡轮机或太阳能电池 TIS 的“市场形成”。

部门级网络，例如游说组织、行业协会或合作研究网络，可以影响与部门相关的所有 TIS 的“合法性”和“指导搜索方向”。[6](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0030)如果焦点 TIS 的参与者参与此类网络，他们可能会影响议程以使 TIS 受益，例如确保研究机构的部分预算用于与 TIS 相关的研究。一个例子是荷兰顶级能源部门（见 www.topsectorenergie.nl）中存在不同的可再生能源财团，该财团决定如何将研发资金分配给荷兰能源部门的主要参与者。几个专注于海上风能和光伏等特定可再生能源技术的财团已经成功地完全融入了顶级能源领域，从而在研究资金的分配方面拥有重要的发言权。

共享的技术资产，如物理基础设施或联合部门知识库，往往旨在服务于已建立的技术，因此可以影响新兴 TIS 的初始“搜索方向”（[Unruh，2000 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0490)）。例如，当前的电网是为集中式工厂的单向供电而设计的，并且在一定程度上歧视分布式电力生产。此外，行业层面的技术轨迹（参见[Dosi，1982](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0135)) 可以影响个别技术的“搜索方向”。一个例子是照明行业，随着时间的推移，对提高能源效率的持续关注刺激了新灯技术的出现（例如卤素灯、CFL 和 LED），以及在每个 TIS 内开发新的和逐渐改进的产品（[Onufrey， 2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0390)）。与此同时，能源效率轨迹已逐渐因个别 TIS 取得的成功而得到加强。

最后（也许是最重要的），焦点 TIS 和部门级机构之间发生互动。其中包括影响整个部门框架条件的部门级政策，例如许多基础设施部门的自由化政策，这些政策为新技术打开或关闭市场（“市场形成”）并影响现有参与者的战略。处理新技术（“对搜索方向的影响”）（[Lieberherr 和 Truffer，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0295)，[Markard 和 Truffer，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0325)）。部门级机构还包括针对部门内所有或大多数技术的法律、法规和经济支持系统，例如排放或性能标准，它们影响“市场形成”以及特定TIS 的“搜索方向”。其中一些具有特定于技术的组件或规则，从而与受影响的 TIS 建立结构耦合。例如，原则上适用于所有可再生电力生产的瑞典可交易绿色证书系统具有关于哪些水电站可以获得证书的技术特定规则，同样，德国上网电价法在固定技术方面对技术进行了区分。价格水平。

部门层面的规范和价值观，例如用户偏好和实践或主导部门话语，也会影响个别 TIS，特别是在“合法性”方面。一个典型的例子是关注里程作为汽车的一个关键性能维度，以及对与电动汽车相关的里程焦虑的讨论。另一个例子是核能问题在瑞典能源辩论中的主导地位，这使所有可再生能源技术的合法性受到质疑（[Jacobsson 和 Bergek，2004 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0220)）。然而，现有部门技术的“合法性”和新兴 TIS 正在开发的技术往往相互交织。随着新兴的 TIS 变得更加成熟，它们可以挑战现有的行业规范和法规。例如，当德国的上网电价法在 1990 年代受到现有公用事业公司的质疑时，来自几个可再生能源 TIS 的参与者共同努力并能够保持上网电价法的实施（[Bergek 等人，2008c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0050)，[Jacobsson 和劳伯，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0240)）。

许多 TIS 是多个部门的一部分。例如，基于生物质的运输燃料 TIS 主要是运输部门（使用燃料）的一部分，但也与汽车部门（生产使用燃料的车辆）、农业和林业部门有关（生产燃料生产的投入）和能源部门（因为燃料也可用于产生热量和电力）。这意味着互动不仅发生在焦点 TIS 主要嵌入的部门中，而且还发生在与其相关的其他部门中。特别是，进入新兴 TIS 的参与者通常来自其他部门。这也适用于买家。例如，可再生能源技术的购买者经常从其他行业和部门转向电力生产，例如纸浆和造纸、食品、[Bergek 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0055)）。由于这种结构耦合，相邻部门的部门动态可以影响供应商和用户在焦点 TIS 中的行为，从而影响其功能动态。[7](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0035)

正如上面的讨论所表明的，需要对相关部门背景结构及其通过外部链接和结构耦合与焦点 TIS 的相互作用进行明确分析，以充分捕捉 TIS（和部门）动态。这样的分析为一系列研究问题开辟了道路。首先，它提出了一个问题，即不属于 TIS 焦点的现有部门参与者如何影响其发展。以前的文献主要强调现任者（积极）抵制变革，但正如上面的讨论所表明的那样，情况可能比这更复杂。其次，当存在结构耦合时，TIS 与部门的相互作用不一定是单向的。新兴的 TIS 如何影响部门级结构，尤其是当它们开始快速增长时？第三，如果一个 TIS 与多个部门相关联，则它们的影响不一定是可调和的。根据 TIS 主要适应的扇区，它可以被拉向不同的方向。一个重要的问题是，将焦点 TIS 与不同部门联系起来会产生什么后果。

### 3.3 . 地理环境结构中的 TIS 开发

一个微不足道的事实是，TIS 的结构元素总是位于空间的某个地方。因此，TIS 边界通常会与领土界限相吻合。例如，如果风力发电主要是在丹麦开发的，那么很自然地会寻找该国已经存在的政治、社会和经济结构所提供的有利条件。[8](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0040)因此，作为第一步，地理环境可以被视为与 TIS 边界的设置以及可能存在于 TIS 和位于特定领土内的资源之间的外部链接有关。在这种解释中，地理背景一直是 TIS 分析的一部分，尽管大多是隐含的。特别是，如果相关的技术、部门和政治背景结构在一个领土（例如特定国家）内重叠，那么处理地理背景对分析师来说就变得相当容易了。那么这个国家可以被视为所有不同情况下的简写名称。事实上，TIS 概念的大多数实证应用都集中在全国范围内（[Coenen et al., 2012](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0115)) 或者，最多对两个或几个国家界定的 TIS 进行比较分析（[Bergek 和 Jacobsson，2003 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0040)，[Lovio 和 Kivimaa，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0305)，[McDowall 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0345)，[Negro 等人，2007 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0380)，[Vasseur 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0500)） .

[然而，如果我们关注与地理作为上下文相关的两个进一步问题（ Truffer 和 Coenen，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0475)） ，焦点 TIS 和地理上下文之间的交互会变得相当复杂：（i）导致嵌入 TIS 的结构耦合特定地区的结构（想想一家积极开发新技术的公司，同时非常积极地支持区域劳动力的教育，或者农民采用沼气合作管理系统，因为他们已经形成了一种文化与当地邻居共享机器和资源），以及 (ii) 与将不同地方互连的参与者、网络和机构相关的结构耦合（例如，在跨国公司或全球化价值链的情况下）。

首先，TIS 参与者、网络和机构通常会嵌入特定领域中预先存在的结构中。简而言之，地理领土——民族国家、地区、城市或国家协会（如美国或欧盟）——可以被视为组织和制度调整过程（涉及工业部门、文化规范、正式法规）的历史结果、教育系统、劳动力市场、政治制度等）和自然环境条件。这些地区通常拥有独特的文化社区，具有指导合作、竞争和/或创新的特定制度安排。因此，TIS 元素可能在结构上与这些地域一致的元素相结合。举个例子，建筑规范可能是安装可再生能源等空间广泛的能源技术的主要障碍。建筑规范在历史时期不断发展，整合了与住房需求、工业发展、景观和自然保护以及生计和审美考虑相关的特定区域或国家政治优先事项。可再生能源技术的安装可能会受到这些规范的强烈影响，在这种情况下，它们代表了外部链接。TIS 参与者将不得不尝试适应或更改这些建筑规范中的具体规定。在后一种情况下，建筑规范将代表结构耦合。TIS 和建筑规范的这种耦合动态一方面受到与区域建筑规范相关的所有其他考虑因素的影响，另一方面，规范可能会以可能在其他领域产生意想不到的后果的方式进行更改（例如，更改对屋顶表面或物理景观的审美感知）。其他例子可能是专业或区域文化，它们可能会影响特定当地背景下技术轨迹的形状（[Wirth 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0530)），当可再生能源在普通农民的活动中获得越来越多的份额时，这可能反过来改变农民的专业身份和当地文化（如德国最近从粮食农业转向能源农业，见[Markard 等等人（2014 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0335)）。

最近提出了一个关于嵌入的地理差异化观点的相关性示例，用于解释光伏市场的形成如何在德国如此有力地发展。通常的解释是指实施强有力的全国统一市场拉动政策，即可再生能源的上网电价。最近的一项研究认为，这种解释忽略了使强有力的支持政策首先在政治上成为可接受的合法性基础（[Dewald 和 Truffer，2012 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0130)）。这项研究表明，在引入国家上网电价之前十年，全国各地的当地公民团体（所谓的太阳能公民协会）参与了广泛的市场形成活动，这对整个光伏发电行业具有决定性意义。 TIS 在德国的发展（[Dewald 和 Truffer，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0125)）。这些举措培养了早期采用者并作为系统集成商发挥作用，将不同的技术组件放入工作的光伏系统中，并负责安装、维护和融资面板。他们还参与营销活动并游说当地支持政策。作为同一社区的成员（强大的结构耦合），他们可以克服市场形成的障碍，这对于一个全国性的活跃利益集团来说几乎是不可能的。他们可以建立的核心资产之一是在当地人民之间建立信任关系，这使他们能够与文化背景建立联系并建立合法性，确保早期供应商和客户之间就技术和财务可靠性进行非常密切的知识交流，与当地贸易商进行谈判，以证明如何使企业从PV中赚钱，甚至被选为公共议会以促进某些政策。总而言之，我们可以说每个组织都通过将它们嵌入到特定的本地环境中来构建本地 TIS 结构（这里主要与市场形成有关）。通过这种方式，他们可以为有效的光伏贸易提供当地的“可行性证明”（在技术以及文化和经济方面），为当地公司提供收入，为政党以及满意的客户和公民提供政治合法性。当国家上网电价最终推出时，它可以建立在广泛的地方环境中独立建立的强大合法性基础上，因此在没有太多政治争论的情况下获得动力。

本地嵌入有望为 TIS 的形成开辟一些新的视角。焦点 TIS 与不同地域创新系统之间的结构耦合可能会产生有趣的动态，并引发有关技术与区域政策之间的协同作用或地方和区域倡议对促进可持续发展的贡献的问题。一条特别有前途的研究途径开辟了将 TIS 研究应用到世界上迄今为止尚未覆盖或仅覆盖很少的地区，即新兴经济体和发展中国家。如果有的话，这些地方的制度和组织结构的多样性甚至更大，而监管机构的可靠性则要低得多。这为在这些情况下如何发生技术变革开辟了新的自由度，与可持续技术发展的相关性很难质疑。但除此之外，将 TIS 研究转移到全球南方可能会激发 TIS 研究中重大概念创新的形成（参见，例如，[Blum 等人，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0070)，[Gosens 等人，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0190)，[Jacobsson 和 Bergek，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0225)，[Murphy，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0360)，[Tigabu 等人，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0470)）。

将 TIS 与空间上下文结构耦合时出现的第二个问题领域涉及多尺度问题。作为开始，重要的是要回顾 TIS 概念最初是作为对地域创新系统概念的批判（[Carlsson 和 Stankiewicz，1991 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0105)另见[Oinas 和 Malecki，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0385)），明确声称系统形成过程通常跨越任何预先设定的领土边界。事实上，[卡尔森 (2006)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0090)诊断出大多数创新系统研究（包括 NIS、RIS 和 SIS）无法充分解决创新活动日益全球化的问题，并敦促明确采用创新过程的国际观点。从多尺度的角度来看，通常很难确定参与者、网络和机构的实际位置。例如，跨国公司可能活跃在特定地区，但它们也与世界上许多其他地方有联系。因此，他们将与他们活跃的所有地理环境建立结构耦合。因此，他们的企业战略通常会反映在其全球价值链中的整体考虑中出现的优先事项，而不仅仅是关注特定分支机构的利益。因此，我们可以将跨国公司（或任何其他国际活跃的参与者团体）视为将战略耦合与潜在的大量地域背景结构相结合。为了了解成功地区的条件，地理学家因此重申，研究由不同维度的邻近性构成的跨地方网络很重要，除了地理上的、文化、组织或认知上的邻近性。[博施马，2005 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0075)）。在一般的区域研究文献中，人们理所当然地认为，创新区域不仅依赖于本地嵌入，而且同样依赖于参与者获取全球网络提供的资产的能力（[Asheim 和 Isaksen，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0020)，[Bunnell 和 Coe，2001 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0085)，[Maskell 等人，2006 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0340)）；[卡尔松和斯坦凯维奇 (1991)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0105)。因此，国际广泛的 TIS 的繁荣可能取决于以不同的方式访问在许多不同地域环境中可用的资产的能力。

规模的明确概念化开辟了许多新的研究问题。这里可能会提到最近的几项研究：我们如何分析几个实施竞争性产业政策战略的国家 TIS 的耦合动态（如中国和德国的光伏 TIS，参见[Quitzow (2013)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0400)）？我们如何理解欧洲国家 TIS 之间的相互关系以及有朝一日可能构成欧洲 TIS 的内容（关于海上风电的情况，请参见[Wieczorek 等人（2013）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0515)）？我们如何确定一个特定的 TIS 是否是全球性的，或者它是否由一组基本上独立的国家和/或地区 TIS 组成（对于膜生物反应器技术的情况，请参阅[Binz 等人（2014）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0060))? 更具体地说，对于新兴经济体：我们如何分析这些国家在工业发展或基础设施建设中跨越某些发展阶段的机会或障碍（关于城市水资源管理，参见[Binz 等人（2012 年）](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0065)）？或者，我们如何评估特定国家/地区内的多标量 TIS 动态（对于德国的 PV，请参阅[Dewald 和 Fromhold-Eisebith (2013)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0120)）？最后，我们如何确定 TIS 动态中价值链的制造和市场部分开始遵循空间差异路线的时刻，从而为国家制定的需求方政策带来合法性问题（对于德国光伏，参见[Dewald 和 Truffer (2012)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0130)）？

### 3.4 . 焦点 TIS 与政治背景之间的相互作用

人们认识到，焦点 TIS 和政治背景之间的相互作用是大规模转型过程的核心（[弗里曼和 Louçã，2002 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0155)），因为它们会影响制度一致性的性质，其中包括规范、信仰和法规的改变（[Fuenfschilling和特鲁弗，2014](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0165)）。因此，TIS 所处的政治环境对其发展至关重要。对 TIS 的政治支持体现在，例如，用于研发和市场形成的公共财政资源的可用性，以及对技术领域的社会合法性的提高，这对新参与者的进入产生积极影响，从而为焦点 TIS，例如投资者、企业家和地方政府。政治背景和焦点 TIS 之间的关系可以看作是第 2 节中定义的“类型三”TIS-背景相互作用的一个例子，其中结构耦合以一致的机构的形式创建，从而能够提供对 TIS 进一步成熟至关重要的特定资源。

由于制度一致性能​​够获得资源和市场，企业单独和作为政治网络的一部分竞争以获得对制度的影响（[Farla 等人，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0145)，[Jacobsson 和 Bergek，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0220)）。正如[Van de Ven 和 Garud (1989, p. 210)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0495)所说：“公司不仅在市场上竞争，而且在这种政治制度背景下也竞争。竞争对手公司经常合作共同操纵制度环境，以使集体生存所需的资源合法化并获得资源……”市场和培育创新 ( [Konrad et al., 2012](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0280)，[史密斯和瑞文，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0450)，[乌尔曼，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0485)）。为此，不仅需要政治参与者的参与，还需要来自新兴 TIS 和社会运动的参与者的参与（[Meadowcroft，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0350)）。制度一致性甚至可能需要影响政治意识形态，因为这些影响了对可接受解决方案的理解，包括政府的适当角色。

当公司和政治网络从事这些类型的活动时，它们会受到主导 TIS 的逻辑的影响，但也会受到它们所在的特定政治体系的特征的影响。因此，这些参与者和网络成为焦点 TIS 和政治系统之间结构耦合的体现。然而，许多 TIS 和转型文献的一个弱点是，可能没有解决导致采用支持深远转型的政策的政治环境（[Markard 等，2015](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0320)）。当政治系统被明确地视为一个语境系统时，需要关注政治系统的特征，包括其动态，以及它如何限制或促成焦点 TIS 的进一步发展。一个例子是[Schenner (2011)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0435)，他分析了瑞典“选择”可交易绿色证书背后的政治因素，作为管理可再生能源供电技术投资的监管框架。除了目前最具成本效益的技术外，该框架对所有相关的 TIS 都有影响，并构成了演示阶段之后 TIS 动力学的主要阻塞机制。她将这种选择的根源追溯到一种政治意识形态，这种意识形态受到技术中立政策优越性的核心信念的强烈影响。这种意识形态很大程度上是由于瑞典大型能源密集型基础工业（钢铁、造纸、纸浆和化学工业）的政治影响。[9](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0045)这导致创新资本货物供应商缺乏早期市场，缺乏当地学习机会；这种情况与德国的情况截然不同，德国的 EEG 2000 背后的基本原理包括早期市场形成作为技术变革和降低成本的驱动力（[FME，2000 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0150)）。

这些政治背景的差异对参与政治（例如游说活动）的 TIS 参与者具有重大影响。瑞典背景下的聪明政治需要与德国不同的框架，并需要形成一个非常广泛的可再生能源联盟来克服技术中立的意识形态。在德国，特定技术的团体可以更容易地与政府互动，因为特定技术的政策更容易被政策制定者接受，因此更容易游说。因此，由于政治背景的不同，TIS 参与者的政治策略也会有所不同。

当研究全球 TIS 时，政治进程中的国家差异尤其明显，因为它受到不同地理位置的政治进程的影响。民主形式的差异（[Lijphart，2012 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0300)）、根深蒂固的政治信仰（[Sabatier 和 Jenkins-Smith，1993 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0420)）、权力结构和政治进程（[Hess，2014 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0210)）影响 TIS 参与者和现任者的政治策略。加州和欧洲在零排放机动性方面的政策传统差异很明显。加利福尼亚州的零排放指令被设立为一项技术强制计划，以强烈影响大型汽车制造商的创新选择。[韦瑟林等人。(2014)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0510)表明它导致现有汽车制造商进行了广泛的游说活动，从提交修正案和诉讼策略到合规策略。另一方面，欧洲选择了随着时间的推移逐步提高排放标准，这引发了大型汽车制造商的不同游说策略。

然而，正如第[3.2](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#sec0025)节所述，政治过程通常也具有特定于一个部门的特征，即使国家特征以一般方式影响政治，即政治是一个跨越地理、部门和技术的维度。德国关于“能源转型”的辩论是行业层面政治动态的一个例证，以及发电行业中各种结构耦合的 TIS 相互依存的动态。大多数大型公用事业公司从一开始就反对 Energiewende，但反对失败（[Jacobsson 和 Lauber，2006](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0240))，由于可再生电力生产的快速部署，大型德国公用事业公司已面临生存威胁。作为回应，公用事业公司（[Enel 等人，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0140)）和支持传统发电的话语联盟的其他成员做出了更强烈的尝试，使支持可再生能源 (EEG) 的部门政策框架合法化，认为这涉及“过度补贴”和“负担不起”的技术。

受欧盟委员会也分享的这种说法的影响，德国新政府（2014 年）对政策框架进行了重大改变，包括减缓燃煤电厂的淘汰速度、减少对陆上风电的补偿、减缓海上风电的部署和大幅削减新的生物质产能。事实上，对海上风电 TIS 的影响出现在其发展的某个阶段，它使一个完整且足够大的供应链的形成面临风险，从而有助于及时替代煤炭（[Lauber 和 Jacobsson，2013 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0285)），即鉴于德国长期以来一直专注于建设强大的资本货物产业，这一点非常重要。[10](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0050)因此，尽管民众运动、各州政府和发达的德国资本货物工业等德国政治格局中的反对行动者具有持久的实力，但话语联盟还是成功地对政策产生了巨大影响。

当明确考虑政治背景时，它会提出以下问题：TIS 参与者如何建立政治网络或联盟，以实现有利于焦点技术的政策变化（[Jacobsson 和 Bergek，2004 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0220)，[Musiolik 和 Markard，2011 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0365)，[Negro 和 Hekkert，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0375)）？不同的政治背景结构如何影响新技术倡导者的游说策略（[Kitschelt，1986 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0270)，[Sabatier，1998 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0415)）？什么样的政策网络和联盟支持或阻碍与现有部门的深远变化相关的 TIS（[Kern 和 Smith，2008 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0265)，[Markard 等人，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#bib0320))? 哪些政治制度更有利于特定技术的支持政策？除了这些研究问题之外，TIS 分析得出的政策建议类型可能会发生变化。到目前为止，大多数政策建议都没有考虑目标受众（政策制定者）​​的政治环境。通过更明确地关注政治背景，政策建议可以考虑决策者的日常实践以及社会和政治嵌入。还可以就如何进行各种游说活动向新兴技术的倡导者提供更好的建议。

## 4 . 对分析师的结论和启示

在本文中，我们认为技术创新系统的动态受到各种背景结构的影响，并且我们朝着对这些背景的详细概念化迈出了一步。我们将语境结构描述为组织领域，表现出一定程度的制度连贯性。我们还区分了两种广泛的交互——外部链接和结构耦合——其特点是焦点 TIS 和特定上下文结构之间存在不同程度的相互依赖。我们更详细地讨论了四种类型的上下文。首先，焦点 TIS 的发展受到其他 TIS 发展的影响。这种互动既可以是支持性的，也可以是竞争性的。其次，TIS与行业之间存在互动。一个部门由多个 TIS 组成，这些 TIS 提供为潜在用户提供某种功能所需的技术和产品。由于部门特定的法规、规范和认知框架以及物理基础设施，会发生交互。第三，我们发现了 TIS 上下文结构的地理维度。技术发展在空间上分布不均，区域结构以不同方式影响技术发展和传播。最后，我们发现了发生“机构之战”的政治层面。技术发展在空间上分布不均，区域结构以不同方式影响技术发展和传播。最后，我们发现了发生“机构之战”的政治层面。技术发展在空间上分布不均，区域结构以不同方式影响技术发展和传播。最后，我们发现了发生“机构之战”的政治层面。

正如第[2](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X#sec0010)节中简要讨论的那样，这种概念化有一些局限性。首先，我们完全承认，除了我们在本文中讨论的四个之外，还有其他相关的上下文结构。[11](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "fn0055)然而，即使我们没有提供所有相关上下文结构的详尽列表，我们仍然希望本文所做的阐述为将来分析其他上下文结构提供一种模板。其次，在实证环境中，这四种背景结构可能没有被巧妙地分开。然而，这里的观点是，根据研究的目的，我们可以专注于特定的上下文结构，以研究其动态和与焦点 TIS 的联系。因此，我们可以将上下文视为相互排斥的概念放大镜，每个放大镜都将特定事物带到前台，并且共同提供了对经验案例的更完整画面。

TIS 上下文的明确和更丰富的概念化对分析师的影响是显着的。从积极的方面来说，它有助于发现系统性问题的根源，然后可以通过不同类型的干预措施来解决这些问题。它强调，对所讨论的 TIS 的透彻理解必须辅以对一组背景动态及其与 TIS 相互作用的洞察力。因此，分析师的第一个也是主要的教训是，可以包含在 TIS 研究中的问题的多样性，例如可以通过各种政治网络的话语分析的制度变迁政治，到与其他 TIS 的技术耦合，以及超越部门边界。

第二个教训是，分析师需要对工业动态有透彻的了解，其中包括对所涉及技术的肤浅掌握，并借鉴许多不同科学学科的洞察力。这对于理解与互补性 TIS 交互的重要性（例如基础设施）以及技术性质的耦合的重要性是必要的，因为焦点 TIS 可能受益于其他 TIS 中产生的知识库和产品。

第三个教训是，分析师在设置他们想要分析特定 TIS 的技术和领土边界时应谨慎行事。理想情况下，对于领土边界的情况，他们将首先确定全球 TIS 要素和功能集，然后确定他们首选的空间划界是否代表全球 TIS 中充分互连的子系统。此外，分析师应仔细确定必须考虑哪些“外部因素”，以及这些因素是否足够相互独立以被视为孤立的力量。如果不是，则必须重新定义系统边界以允许更复杂的系统拓扑。例如，如果国家 TIS 受到更高阶政策的严重影响（例如，国家海上风电 TIS 是欧洲 TIS 的一部分），则分析将包括一组嵌套的 TIS。另一种情况可能是，如果 TIS 分析被框架为两个国家 TIS 的耦合动态（cf.[本托和丰特斯，2015 年](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241530006X" \l "bib0025)）。

最后，到目前为止，TIS 研究主要有助于深入了解具体的技术轨迹如何展开以及这些动态的政策和管理影响。然而，通过对上下文的这种解释，一些必要的构建块也已经到位，以研究一个或多个 TIS 的动态如何影响该上下文。事实上，理解各种 TIS 和部门动态的共同演化是解释社会转型的关键，而一个包含上下文结构的连贯框架预计将是朝着基于 TIS 的社会技术转型模型迈出的一步。

## 致谢

论文背后的部分工作通过 EIS（能源创新系统战略研究联盟及其动态）获得了财政支持。EIS 由丹麦战略研究委员会、可持续能源和环境计划委员会以及参与的研究机构资助。我们感谢 Wouter Boon 和三位匿名审稿人对本文早期版本的有用评论。

3.1 技术创新系统 (TIS)、部门和市场

技术是关于如何整合资源以生产产品和服务以帮助接受者解决社会经济问题的专业知识。技术创新系统 (TIS) 专注于“……围绕特定技术的创新系统如何发挥作用。” (Bergek et al., 2015) 他们专注于成熟的技术领域以及新的和激进的创新的到来和传播。 “一个部门由多个 TIS 组成，它们提供为潜在用户提供某种功能所需的技术和产品。由于行业特定的法规、规范和认知框架以及物理基础设施，相互作用才会发生。” （Bergek 等人，2015 年，第 61 页）

虽然 TIS 是一个以技术为中心的框架，但它也是一种系统方法（参见本文和下文 Bergek 等人，2015 年）。这意味着 TIS 捕获了特定技术的代理、机构和功能。同时，重要的是要认识到 TIS 也总是与其他系统（背景）相关，即与其他 TIS 的支持或竞争关系、与部门的关系、地理维度（区域、国家和/或全球）以及与讨论和建立机构的政治领域的关系。