

The logo for RethinkX, featuring the word "Rethink" in white and "X" in orange with a stylized double-line design.

冲击、影响和抉择

# 2020-2030年交通运输行业再思考

交通运输行业冲击以及内燃机汽车和石油行业的崩塌

RethinkX 行业冲击报告  
2017年5月  
James Arbib 和 Tony Seba 著

# 目录

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 3  | RethinkX计划                     |
| 4  | 前言                             |
| 4  | 免责声明                           |
| 6  | 执行概要                           |
| 11 | Seba Technology Disruption框架™  |
| 13 | 道路运输新词汇入门                      |
| 14 | 第1部分：私家车模式的终结                  |
| 15 | 概述                             |
| 15 | 1.1 经济决定一切                     |
| 16 | 1.2 出行即服务的成本                   |
| 22 | 1.3 系统动力                       |
| 27 | 1.4 新模式采用的速率和程度                |
| 31 | 第2部分：TaaS冲击 - 石油和汽车行业价值链       |
| 32 | 概述                             |
| 32 | 2.1 简介                         |
| 33 | 2.2 对乘用车价值链的冲击                 |
| 39 | 2.3 对石油行业的冲击                   |
| 48 | 第3部分：影响。规划交通运输行业的未来            |
| 49 | 概述                             |
| 50 | 3.1 简介                         |
| 50 | 3.2 社会和经济影响                    |
| 51 | 3.3 环境影响                       |
| 54 | 3.4 地缘政治影响                     |
| 57 | 附录A                            |
| 57 | 成本方法                           |
| 63 | 附录B                            |
| 63 | Seba Technology Disruption 框架™ |
| 70 | 尾注                             |

## 图片目录

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| 图 1:  | Seba Technology Disruption 框架™   |
| 图 2:  | 私家内燃机汽车、私家电动车与TaaS成本             |
| 图 3:  | 2021年无人驾驶内燃机汽车 vs 无人驾驶电动车，车队如何抉择 |
| 图 4:  | 影响消费者抉择的因素                       |
| 图 5:  | TaaS采用的速率                        |
| 图 6:  | 交通运输价值链                          |
| 图 7:  | 车辆价值链内的收入分配（单位：10亿美元）            |
| 图 8:  | 车辆总数量和构成趋势预测                     |
| 图 9:  | 内燃机汽车 vs TaaS：年销售量趋势预测           |
| 图 10: | 美国轻型车辆汽油需求量预测                    |
| 图 11: | 全球石油需求量预测                        |
| 图 12: | 2030年全球液态燃料供应曲线现金成本              |
| 图 13: | 2030年液态燃料产量前20大国家（按商业属性划分）       |
| 图 14: | 2014年全球石油收入                      |
| 图 15: | 部分主要国家2030年液态燃料产量（按商业属性划分）       |
| 图 16: | 2030年累积液态燃料产量（按供应领域和商业属性划分）      |
| 图 17: | 2030年液态燃料产量前20大页岩油生产商（按商业属性划分）   |
| 图 18: | TaaS的潜在影响                        |
| 图 19: | TaaS在美国总用电需求量中的占比                |
| 图 20: | 内燃机汽车 vs 电动车购置成本时间分摊             |
| 图 21: | 新购买私家内燃机汽车成本 vs TaaS成本           |

# RethinkX 计划

RethinkX是一个独立运营的智库组织，其工作任务主要是对技术驱动所带来的冲击速度与规模，及其社会意义做出分析与预测。我们能够基于数据提供可靠、公正的分析结果，为投资者、企业、决策人及民间领袖展现最关键的决策依据。

我们将针对经济领域内的各行业部门，就技术驱动冲击所带来的影响进行逐一分析。交通运输业再思考将是一系列行动中的第一步。同时，我们的目标是通过分析来反映快速技术发展所呈现的S曲线的真实情况。目前主流分析公司的线性增量预测结果长期低估了技术冲击的速度和程度，比如在光伏太阳能和手机使用率方面的预测。如果单纯依靠这些主流的预测结果，决策者、投资者和企业可能会固步自封，这将限制其进一步的创新与进步。

而RethinkX的深入分析则会考量技术冲击在行业内及跨行业的逐级、相互依赖影响。我们的目标是就技术驱动冲击所带来的风险与机遇，促成全球范围内的讨论对话，并聚力于如何通过正确的抉择，打造一个更加公平、健康、有韧性且更稳定的社会。

诚邀大家加入我们的思想领袖和专家社区，共同为这一讨论贡献智慧。更多信息，请访问：[www.rethinkx.com](http://www.rethinkx.com)。

敬请关注：



[/rethink\\_x](https://twitter.com/rethink_x)



[/JoinRethinkX](https://www.facebook.com/JoinRethinkX)



[/company/rethinkx](https://www.linkedin.com/company/rethinkx)

# 前言

本报告中各项分析结果均有详细数据评估作为依据。数据评估内容涵盖了促成技术冲击的三大方面：市场、消费者和监管动态。报告会基于已掌握成本曲线的现有技术，以及现有的商业模式创新进行经济分析。对于成本曲线在未来短期内确认不会发生变化的领域，我们将展开数据推断。考虑到成本曲线的加速作用（例如锂离子电池领域成本曲线的加速示例），或技术的跳跃性变化（例如固态电池及人工智能处理单元领域的变化），我们在这里所着重关注的技术冲击速度可能会快于预期。新的创新性商业模式同样也有可能加速技术冲击的到来。

## 免责声明

本报告期内所有结论、预测、推论、暗示、判断、观念、观点、建议、意见及其他类似内容均为作者个人的表述意见，并非事实陈述。请勿将其视为事实陈述，并请依据自己的调研做出相关结论。本报告期内所含内容不构成任何形式的建议，请勿依据本报告或本报告期内所含内容采取任何行动或放弃采取任何行动。

本报告期内含有作者所选定的可能预测场景。这些场景预测并不全面，也不一定能够代表所有可能情形。本报告期内所含的所有场景预测或表述均基于作者自身选用的假设和分析方法。除此之外有可能存在其他假设及/或方法能够形成其他结果和/或意见。

本报告的作者及其发布方，以及其各自的关联方、主管方、公务人员、雇员、合作伙伴、许可方、代理方及代表人均未通过此报告的发布和/或分发提供任何财务或投资意见。报告中的所有内容均不得被视为构成任何形式的财务或投资意见。本报告的作者及其发布方，以及其各自的关联方、主管方、公务人员、雇员、合作伙伴、许可方、代理方及代表人并未对任何资产、财产和/或业务的收购和投资可行性提供任何建议或陈述，也未作出任何相关财务承诺。本报告中的所有内容也均不得视为具有此类作用。一切有关于此类资产、财产和/或业务的收购、投资或财务承诺决策均不得以本报告或其中所含信息为依据做出。在没有向有资质专业人员寻求特定的法律、税务和/或投资意见的情况下，不得以本报告中所含的一般信息作为行动依据。

本报告内的所有内容均不构成《2000年金融服务与市场法》第21节中所规定的投资活动参与邀请或投资活动参与诱导作用。

我们的分析成果及其意义均以数据为基础，其中充分运用了我们对金融、经济、技术采用和人类行为的了解和认知。同时，我们的分析成果会在合理背景下，展现出即将到来的技术冲击可能伴有的速度、规模和影响。各项预测场景均需要结合概率进行考量。我们认为，我们所预想的各个场景的出现可能性要远远高于现有的其他预测。实际上，我们认为这些冲击将是不可避免的。最终，个人消费者、企业、投资者以及决策者所作出的决策将真实反映出这些冲击的显现过程。我们所提供的各项见解均将充分考虑冲击所带来的影响。希望我们所提供的各项证据能够帮助大家做出更好的决策，使整个社会最终受益。

本报告及其中所含的信息均不构成任何明示或暗示或其他形式的保证或担保。对于涉及到本报告及其内容的所有明示或暗示或其他形式的保证或担保，本报告的作者及发布方将在法律允许的最大限度下免除相关责任。

在法律允许的最大限度下，本报告的作者及其发布方，以及其各自的关联方、主管方、公务人员、雇员、合作伙伴、许可方、代理方及代表人将对下列事项免除相关责任：

- 您或其他个人或实体，依据本报告或其中所含信息所采取的、或放弃采取的任何行动所给您或其他个人或实体造成的一切损失或损害；
- 您依据本报告或其中所含信息与第三方达成的一切交易；以及
- 您或其他个人或实体因使用本报告或其中所含信息所可能受到的、或可能给您或其他个人或实体所造成的一切损失或损害。

在本免责声明中提到的“本报告”包括本报告作者或发布方及其各自的关联方、主管方、公务人员、雇员、合作伙伴、许可方、代理方及代表人所提供的一切信息，其中包括但不限于所有有关本报告的总结、新闻通讯社交媒体帖子、新闻采访及文章。

## RethinkX研究与共创团队：

Irem Kok、Sani Ye Zou、Joshua Gordon 及 Bernard Mercer

## RethinkX研究运作与管理团队：

Uzair Niazi、Meena Raju 及 Rosie Bosworth

## RethinkX通信与设计团队：

Cater Communications - Morrow Cater、Sage Welch、Natalie Pawelski 及 Cristen Farley

## 鸣谢

本报告的编写与完成也要归功于大量个人与组织所提供的意见建议、时间和大力支持。在本报告的编写过程中，下列人员贡献良多，并对各项推论和草案进行了审阅：

Ryan Popple

Mike Finnern

Bryan Hansel

Simon Moores

Casper Rawles

Andrew Miller

Rahul Sonnad

Nick Warren

Tony Posawatz

Bart Riley

Ike Hong

Kristina Church

Jonathan Short

Alex Lightman

Ed Maguire

Ian Welch

Stephen Zoepf

Deborah Gordon

David Livingston

Dan Sperling

同时还有很多人对我们的思考和看法带来影响，尤其是Tony在过去几年中曾咨询过的大批人员和组织，其中包括很多行业领先的汽车、电池、石油和投资公司。

本鸣谢并不表示他们认同我们所作出的全部（或部分）假设与结论。我们对于一切可能的错误自行承担 responsibility。

## 》 执行概要

我们正处于交通运输行业历史上最快、最深刻、最关键的冲击浪潮的边缘顶端。截至2030年，也就是在无人驾驶汽车（AV）获得监管许可的10年内，美国95%的客运里程都将由按需行驶的无人驾驶电动汽车完成。而这些无人驾驶汽车将不再是个人所有，而是由新商业模式下的车队负责运营。我们把这种新商业模式称为“出行即服务”（TaaS）。出行即服务的冲击将给整个运输和石油行业带来巨大的影响。这将破坏两个行业的大部分价值链将遭到，进而造成石油需求量和价格跳水，吞噬上万亿美元的投资者价值 - 但与此同时还将催生上万亿美元的新商业机会、消费者剩余以及GDP增长。

经济方面的影响因素将加速冲击浪潮的到来。通过TaaS，一个普通的美国家庭每年在交通成本方面将节省5,600多美元，相当于获得10%的涨薪。这样一来，截至2030年以前，全体美国人合计每年将节省1万亿美元，从而有可能催生出历史上规模最大的消费性支出刺激。

这一结论的依据来自于对数据、市场、消费者和监管动态的详尽分析，分析采用了已成熟的成本曲线并仅基于现有技术。本报告将通过详实的数据，证明目前主流的分析结果忽略了技术冲击的速度、范围和影响力。目前的主流分析均提供了线性增量预测。与之不同，我们的模型包含了系统动力，其中包括反馈回路、网络效应以及市场力量，因此能够更好地反映出快速技术驱动S曲线的真实情况。而这些系统动力将在TaaS开始采用之初得到释放，进而形成一个降低成本、提高服务质量和便捷性的良性循环，这一循环又会反过来推动TaaS的采用程度沿S曲线指数型攀升。与此相反，私家车，尤其是内燃机（ICE）汽车则将进入成本上升、便捷性降低以及服务质量下降的恶性循环。

# 研究成果汇总

➤目前已有的以及新创立的早期出行即服务（网约车）公司一直在觊觎无人驾驶汽车所能带来的上万亿美元的市场机会和网络效应，因此无人驾驶汽车一旦获得监管批准，必将释放出使人们争相竞争的市场份额。早期出行即服务平台提供商，比如优步、来福车和滴滴等，早已开始较量，而其他竞争者也会加入到这场竞跑中。这场胜者为王的竞赛将刺激它们投入大量前期投资来提供尽可能高水平的服务，并保证在自己的所有市场地理区域内，其供给均能满足需求量。

➤在这一高度竞争的环境下，各企业提供服务的价格将更趋近于成本。因此，考虑到下列核心成本因素，其车队组成将由人类驾驶的内燃机汽车迅速转变为无人驾驶电动车（A-EV）：新模式下的汽车使用率将高出10倍；汽车使用寿命将达到500,000英里（到2030年可能提高到1百万英里）；以及大幅低于原有模式的维护、能源、融资和保险成本。

➤因此，TaaS将成为成本大幅低于原有模式的替代出行方式 - 到2021年，与购买新车相比，其每英里成本要低出4到10倍；与驾驶已有私家车相比，则低2到4倍。

➤随着私家车和公共交通的逐渐融合，其他来自于广告、数据变现、娱乐和产品销售方面的收入还将通过TaaS拼车的模式，开辟免费出行的新道路。

➤节约成本也将是推动消费者使用TaaS的关键因素。

➤TaaS将从城市开始，向外辐射至乡村地区。坚持不使用TaaS服务的人大部分会局限于乡村地区，因为其成本和等车时间可能会相对高一些。

➤提高汽车使用率（相比私家车，每辆车的使用率将高出10倍以上）还将意味着美国的汽车总需求量将大幅减少，从而使得我们预测中的TaaS的采用速度和程度不再面临供应方面的约束。

综合来说，这一分析结果预示着交通运输行业将面临快速、深远的冲击：在无人驾驶汽车得到广泛监管批准后的10年内，95%的客运里程将以TaaS形式提供。截至2030年，私家内燃机汽车仍将占到美国车辆总数的40%，但其客运里程数占比将仅有5%。

一般认为热爱驾驶、恐惧新技术或新习惯等行为方面的问题会是影响赢取消费者的初步障碍。但是，优步、来福车和滴滴等早期出行即服务公司早已经投入了数十亿美元的资金，来开发能够克服这些问题的技术和服务。2016年，早期出行即服务公司仅在纽约市一天就可接送500,000名乘客。<sup>1</sup>这个数字相当于前一年接送乘客量的三倍。TaaS的成本大幅低于私家车，同时还能够随时学习到同行的成功经验，这两项因素将促进这一服务得到进一步的广泛使用。TaaS的应用没有投资方面的要求也不存在壁垒，消费者可以轻松进行尝试，并随着使用舒适度提高，逐步增加使用次数。即便是在等车时间和成本略高的城郊和乡村地区，TaaS的采用程度也会高于一般预测结果，因为成本节约对于低收入群体来说所具有的影响力会更大。和其他所有技术冲击一样，TaaS的采用程度将沿S曲线呈指数型攀升。<sup>2</sup>

# TaaS所带来的冲击及其影响将非常深远：



## 经济

➤出行成本的节约将永久性提高美国家庭的年可支配收入，截止2030年，合计将达到1万亿美元。消费支出是截至目前最大的经济推动力，其在GDP总量中的占比达到71%，并极大推动了商业和工作岗位的增长。<sup>3</sup>

➤驾驶时间缩短使得生产效率提高，将额外推动GDP增长1万亿美元。

➤随着车辆数量的减少及单车行驶里程的增加，行驶在美国道路上的客运车辆数量将从2.47亿辆大幅减少到4400万辆，从而可以将大片土地用于其他生产力更高的用途。现有的车辆因为不再具有经济性，将有近1000万辆被遗弃。

➤新车的需求量将大幅减少：每年的客运车和卡车制造量将减少70%。这一情况将大大破坏汽车行业的价值链，汽车经销、维修和保险公司将受到灭顶之灾。而汽车制造商则可以选择成为低利润高产量的无人驾驶电动车装配商，或转型成TaaS提供商。这两项策略无论哪一个都将面临来自其他行业新参与者的激烈竞争。这一行业领域的价值将主要由汽车操作系统、计算机平台和TaaS平台构成。

➤到2030年，交通运输价值链将达到6万亿乘客英里的运输里程数（相比2021年增长50%），同时只需要目前四分之一的成本（3930亿美元vs14810亿美元）。

➤截至2020年，石油需求量将于每天1亿桶见顶，并在2030年前回落到7000万桶/天，也就是说，将导致需求量达到3000万桶/天的实际下降量，并将比美国能源信息管理局当前的一般标准低4000万桶。伴随其而来的价格暴跌（均衡成本为25.4美元/桶）将给石油业带来灾难性影响，根据自身与高油价挂钩程度的高低，各个企业、国家、油田和基础设施均会受到相应的冲击。

➤石油价格暴跌对整体石油行业价值链所造成的影响将最早将于2021年开始显现。

➤在美国，预计将有65%的页岩油和致密油（根据一般标准，将在2030年占到美国总供应量的70%以上）将不再具有商业可行性。

➤按照7000万桶/天的需求量估计，到2030年，贝肯页岩油将有大约70%的产能会被搁置。

➤而基石XL和达科塔输油管计划等基础设施的建设也会搁浅。

➤此外，其他面临需求量暴跌的地区还有英国的离岸产油区、挪威、尼日利亚、委内瑞拉重质原油油田，以及加拿大的油砂区。

➤传统的能源和交通运输业将出现严重的人员失业情况。因此需要出台政策缓解负面影响。





## 环境

►TaaS所带来的冲击将大幅度缓解甚至彻底消除运输行业所造成的空气污染和温室气体排放问题，从而显著改善公众健康水平。TaaS交通运输系统将减少80%的交通能源需求，以及90%的尾气排放量。通过类比同期内太阳能和风能对发电基础设施所带来的冲击，我们预计，截至2030年，道路交通运输将很大程度上不再产生碳排放。



## 地缘政治

►石油在地缘政治方面的重要性将明显降低。但是，石油收入大跌的速度和规模过度可能会造成严重依赖石油收入的产油国和产油地区出现动荡。如此一来就可能形成一种新的地缘政治风险类型。锂和无人驾驶电动车所需的其他关键矿物质所营造出的地缘政治格局与石油政治完全不同。世界上将不会出现像产油大国沙特阿拉伯一样的“产锂大国”。因为锂属于存货，而不像石油一样是流动。前者即便供应出现了问题也不会影响服务的提供。（详细内容请参见第54页。）



## 社会

►TaaS将显著降低交通运输成本；提高公众的出行、通勤、上学和就医效率（特别是对于老年人和残障人士等在当前模式下出行受限制的人员）；创造上万亿美元的消费者剩余，并营造出更加清洁、安全、更加适合步行的社会环境。

►我们预见，在TaaS拼车模式下（TaaS的一个分支，指人们可以与自己家庭或社交团体以外的人共乘同一车辆 - 等同于今天的优步拼车或来福车专线），公共交通和私家车将逐渐融合，免费交通出行也将逐步实现。企业可以通过赞助车辆或提供免费交通工具等方式向通勤人员推广产品或服务（例如“车轮上的星巴克咖啡”）。

►公共交通管理部门（PTA）的职责将从拥有和管理交通资源转变为管理TaaS提供商，保证低成本交通运输的公平并促进其普及开来。对于很多城市的政府来说，TaaS将成为方便市民通勤、购物、休闲、上学、就医及享受市内其他服务的重要手段。

## 总结

本项研究的目的是抛砖引玉，引发大家的讨论，同时促使决策者将注意力转移到交通运输和石油行业所面临冲击的规模、速度和影响力上。短期内，各位投资者和政策制定者将面临抉择的时刻，而这一抉择将具有很长远的影响。站在关键的十字路口，决策的正确与否将决定向TaaS过渡的速度快慢。RethinkX的后续分析将更加深入地探讨不同的选择方案以及决策的影响。

相信很多决策均将以经济利益（包括投资回报、生产效率提高、节省时间、降低基础设施建设成本和GDP增长等）以及社会和环境考量（包括减少交通伤亡、提高出行效率以及减少排放等）作为依据。但既得利益行业为了拖延或阻拦冲击的到来，也可能对部分决策的做出施加影响。考虑到无人驾驶电动车是一场“胜者为王”的竞争，最早拥抱TaaS的企业必将坐享巨大利益。

我们之所以致力于促成此方面的讨论，就是希望通过以实证为核心的系统分析，为单纯依赖于主流分析结果的决策者予以帮助。单纯依赖于主流分析结果所做出的决策有可能会将投资和基础设施建设局限在劣于最优的领域（从经济、社会和环境角度看），从而最终导致资源的搁置浪费。而这些劣于最优的决策往往会将社会禁锢在昂贵、过时、缺乏竞争力的资源、技术和技能范围内，导致整个社会日渐走向贫困。



## ➤ The Seba Technology Disruption Framework™

在本项研究中，RethinkX采用了Seba Technology Disruption Framework™，来协助我们对冲击进行分析和建模。十多年来，Tony Seba一直在斯坦福大学继续教育学院致力于技术冲击、商业模式创新、高科技产品和创新融资与战略营销等领域的研究和教学。而此套框架正是他多年工作的成果，同时也是我们理解和预测多个行业未来冲击的有效工具。有关Seba Technology Disruption Framework的完整说明，请参见附录B。

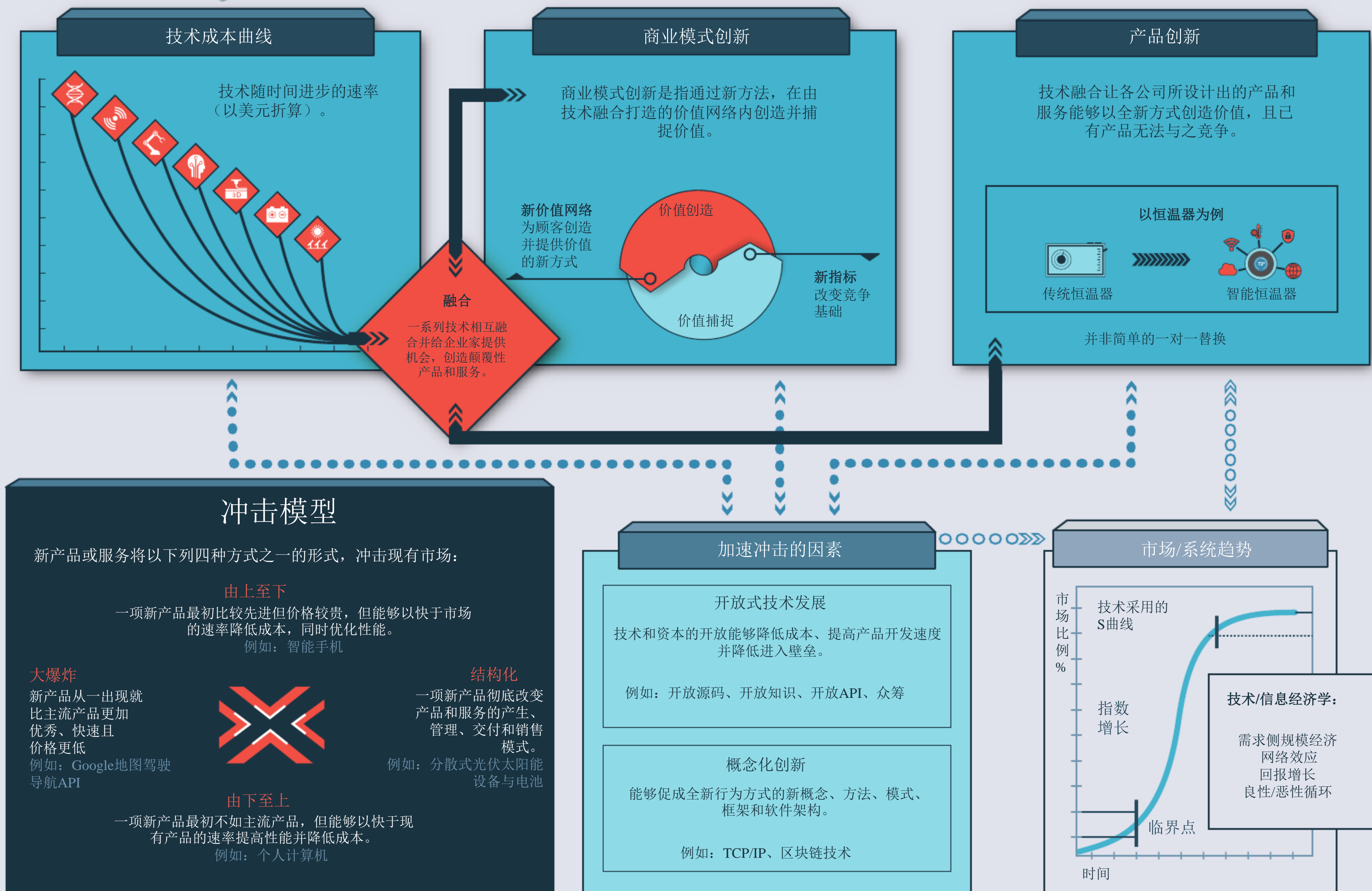
## 冲击产生原理

冲击是指新产品和服务面世时，会营造出新的市场环境，进而显著削弱、改变或破坏已有的产品类型、市场或行业现状。

图 1

# Seba Technology Disruption Framework

TM



# 》 道路交通运输新词汇入门

横扫道路交通运输行业的这场变革创造出了一系列的新概念和新词汇，其中包括大量让人眼花缭乱的缩写词。其中有一些（比如无人驾驶汽车-AV，和电动车-EV）是指汽车类型，也有一部分是业务创新和新模式的简称。

## 结论汇总1：缩写词的含义

**ICE：** 搭载内燃机，并使用汽油或柴油作为内燃机燃油的汽车。

**EV：** 电动车。在本文中，电动车指100%使用电池作为动力的车辆。

**AV：** 无人驾驶汽车或自动驾驶汽车。在本文中，无人驾驶汽车（或无人驾驶电动车）指完全无人驾驶汽车（5级），不需要任何人类干预 - 甚至不需要方向盘。对于目前已经搭载了硬件（传感器和处理器）和软件（汽车操作系统）的基础车辆，此项功能暂时属于附加功能。

**A-EV：** 具有无人驾驶功能的电动车。根据我们的模型，所有TaaS车辆均采用无人驾驶电动车。

**A-ICE：** 具有无人驾驶功能的内燃机汽车。

**早期出行即服务平台：** 是指网上的交通运输网络软件基础设施，其主要功能是通过移动应用，连接乘客与车辆驾驶员，对交通运输进行按需管理。我们一般也称其为网约车或拼车；目前优步、来福车和滴滴均是这方面的典型企业。

**出行即服务平台：** 是指网上的交通运输网络软件基础设施，其主要功能是通过无人驾驶电动车车队对交通运输进行按需管理。

**汽车操作系统（VOS）：** 汽车操作系统能够依靠人工智能（AI）对车辆进行控制，而人工智能系统则通过传感器和地图系统收集信息、驾驶车辆。

**私家车（IO）：** 当前的车辆保有模式，指车辆由个人所有或租赁，每年平均行驶里程约为11,300英里。

**TaaS：** 出行即服务。是指乘客按自身需求使用交通工具的新模式，其所提供的服务水平等价于或高于当前的车辆保有模式，同时却不需要个人拥有车辆。在本文中，TaaS对应完全基于无人驾驶汽车技术的出行服务，服务通过车队运营商所有的车辆提供，服务每日使用频次为私家车的10倍或更高。

**TaaS Pool：** 出行即服务的一个分支，是指人们可以与自己家庭或社交团体以外的人共乘同一车辆，等同于今天的优步拼车或来福车专线。提供出行即服务的车辆将等同于出行即服务拼车，具体的叫法取决于使用方式（乘客是否为拼车）。出行即服务拼车的使用乘客数量将日渐增加，最终将类似于今天的公共交通形式。

**乘客里程和汽车里程：** 交通运输业的新衡量指标。未来的收入和成本均将以里程数为基础进行计算。其对应于传统汽车行业中“下线量”（车辆单位）和售后销售量这两个收入衡量标准，按照这两个标准，汽车行业的主要目标是尽可能降低单位车辆的前期成本来控制费用，车辆售后的使用率则不在考虑范围内。

**每车辆里程成本与每车辆里程收入：** TaaS车队行业的关键成本和收入指标。

**每乘客里程成本与每乘客里程收入：** 在基本的TaaS模式下，其等价于今天的出租车、早期出行即服务（网约车）或私家车模式，也就是说乘客单独出行，每乘客里程成本等同于每车辆里程成本。而在出行即服务拼车模式下，出行即服务提供商则向每个单独乘客收取每车辆里程成本的几分之一作为费用。

The background features a dark teal color with several overlapping, semi-transparent geometric shapes in shades of blue and teal. On the left side, there is a bokeh effect of out-of-focus lights in warm yellow and orange tones. A prominent orange-red line runs diagonally from the top-left corner towards the center, forming a large arrow shape pointing right.

## 》第1部分： 私家车模式的终结

# 概述

截至2030年，即在完全无人驾驶汽车获得监管批准的10年内，95%的美国乘客里程将由TaaS提供商完成，而这些提供商将通过自有运营的无人驾驶电动车为乘客提供更高水平的服务、更快的出行以及显著提高的安全水平，同时出行成本将比今天的私家车（IO）模式低出10倍之多。这些车队将拥有多种多样的车辆类型、尺寸和配置，能够满足从接送儿童到运输设备的一系列不同消费者需求。

TaaS冲击的主要动力来自于经济方面。据估计，在新模式下，一个普通美国家庭每年在交通成本方面将节省5,600多美元，相当于获得10%的涨薪。由此，全体美国人每年将多出1万亿美元的可支配收入，从而有可能催生出历史上规模最大的消费性支出刺激。

从全球角度看，TaaS所带来的冲击将难以避免，而且其影响也会迅速到来。下面列出了有关TaaS冲击的一些基本分析，以及其对汽车和石油工业的影响，另外还将讨论在新形势下社会所面临的不同抉择。

## » 1.1 经济决定一切

经过深入分析，我们发现，TaaS的成本之低，足以让车主放弃保有私家车。而这一现象的发展速度和规模将远超出主流分析公司的预计（详见结论汇总8）。究其原因，是因为主流分析未能预见到成本下降的幅度会有如此之大，也未能预见到成本下降对新模式采用速度的影响会如此之巨。主流的预测场景一般侧重于新车销售方面的情况，也就是内燃机汽车逐步被电动车取代这一现象，但却没有意识到目前的所有车辆都将受到冲击进而遭到抛弃。

TaaS所带来的冲击不仅仅是车主购买新的电动车取代内燃机汽车。电动车确实会颠覆新内燃机汽车的销售，但我们本次研究中提到的TaaS所带来的冲击远远要比此深刻。汽车用户将不再自己保有汽车，取而代之的是按自身需求随时使用汽车。TaaS的冲击将彻底终结私家车这一模式。随着车主出售或放弃自有车辆转而使用TaaS，新车销售和现有的内燃机汽车及电动车车队（目前在美国拥有2.4亿辆）将被彻底取代。

而个中原因主要应当归功于个人车主放弃私家车转而使用TaaS能够节约大量成本。在私家车市场上，驾驶人员一方面要承担购置车辆的高昂前期成本，还要负担使用车辆时持续的保养成本。而在TaaS模式下，这些成本将不复存在，取而代之的是单一的按使用付费成本，而这一成本保守估计会比拥有私家车低出2到10倍，而且随着技术进步可能还会更低。

一般认为热爱驾驶、恐惧新技术或新习惯等行为方面的问题会给赢取消费者造成初步障碍。但是，优步、来福车和滴滴等早期出行即服务公司早已经投入了数十亿美元的资金来开发能够克服这些问题的技术和服务。2016年，早期出行即服务公司仅在纽约市一天就能够接送500,000名乘客。<sup>5</sup>这个数字相当于前一年接送乘客量的三倍。TaaS的成本大幅低于私家车，同时服务提供商还能够随时学习到同行的成功经验，这两项因素的结合将促进这一服务模式得到进一步的广泛使用。采用TaaS没有投资方面的要求也不存在任何壁垒。消费者可以轻松进行尝试，并随着使用舒适度提高逐步增加使用次数。即便是在等车时间和成本略高的城郊和乡村地区，TaaS的采用程度也会高于一般预测结果，因为成本节约对于低收入群体来说所具有的影响力会更加显著。

TaaS将大幅度提高美国人民的可支配收入水平（相当于每个家庭平均5,600美元），从而永久降低生活成本。如此将给家庭开支节约带来显著的积极影响，尤其是考虑到很多美国人民已经在整整一代人的时间里没有经历过明显的工资上调。而TaaS的出现，将开创新的历史，让所有消费者不用买车就能享受到便宜、便捷的道路交通服务。

从地理角度看，这一转变将最先出现于人口密度高、房地产价值高的城市，比如旧金山和纽约。而年轻人、残障人士、低收入人群以及无法享受到便捷、低价交通服务的中等收入人群很可能将是首批使用TaaS的人群，除此之外，还可能包括虽然不在乎出行成本，但机会成本较高、节省驾驶时间能够创造出更大收入机会的人群。

所有TaaS车辆均会采用基于电动车技术的无人驾驶汽车（A-EV）（详见结论汇总3）。无人驾驶汽车不需要人类的机械输入（没有踏板和方向盘）即可自动驾驶，并且成本会显著降低，服务水平（效用）显著提高，无需驾驶、停车、保养、保险或加油。出行即服务将采用按需提供模式，同时旅途时间会缩短，乘客还可以在乘车的同时处理其他事务。TaaS模式下的车辆资源利用率将比私家车高出一个数量级，因此单位里程的成本将大幅降低。

## 大爆炸冲击

无人驾驶汽车获批进入公共道路广泛使用之日，就是冲击开始之时。这一天何时到来取决于技术成熟程度以及何时获得监管批准。经过我们的分析可以看出，2021年<sup>6</sup>将最可能成为冲击的起始年。TaaS的冲击将演变为我们平时所说的“大爆炸冲击”：一旦TaaS开始广泛应用，其将立刻在所有市场上击败现有的模式。我们认为从这一时点起往后的10年内，美国95%的乘客里程将通过TaaS完成。

## 成本是影响消费者选择的最重要因素

私家车和出行即服务之间巨大的成本差异将超过影响消费者抉择的其他一切因素，从而保证TaaS只要一出现就会立刻普及。

我们对消费者采用新技术进行的需求假设包含了三个要素：

- ▶除非存在优于成本的其他影响因素，否则成本或效用的优化将提高人们采用新技术的可能性（见下方）；
- ▶成本或效用方面的差异越大，则一项因素相对其他因素在决策过程中所占的权重也就越大；
- ▶成本节约在可支配收入中所占比例至关重要。如果每年花费3,400美元<sup>7</sup>使用TaaS（使用拼车模式则为1,700美元）来代替每年平均支出9,008美元<sup>8</sup>使用私家内燃机汽车或电动车，相比之下，TaaS可以显著提高可支配收入。而这5,600美元的成本差异还将随着TaaS普及率的提高，以及私家内燃机汽车行业陷入死亡漩涡而继续扩大。

考虑到经济意义的重要性，我们在报告中，一开始就强调了成本分析中的几个关键因素。报告第1部分是对分析和结论的总结。附录A中有详细的分析过程。

## 》 1.2 出行即服务的成本

随着TaaS冲击的逐步到来，消费者将面临不同的交通出行选择方式。我们对不同方式各自的成本进行了调查，图2概括性地展示了我们的调查结果。



## 结论汇总2：选择不同出行方式的成本

根据我们的模型，下面是TaaS冲击逐步到来期间，个人消费者选择不同的出行方式分别对应的单位里程成本。自第1日（冲击到来的时间点）起，消费者将面临以下选择：

### 购买新车

➢ 内燃机汽车：65美分（2021年），逐步提高到78美分<sup>10</sup>（2030年）

➢ EV：62美分，逐步下降到61美分

### 使用已购买的现有内燃机汽车

➢ 仅内燃机汽车的使用成本：34美分，逐步下降到31美分

### 使用TaaS

➢ 出行即服务（TaaS）：16美分，逐步下降到10美分

➢ 出行即服务拼车（TaaS Pool）：5美分，<sup>11</sup>逐步下降到3美分

### 到2021年每台车的年节约金额：

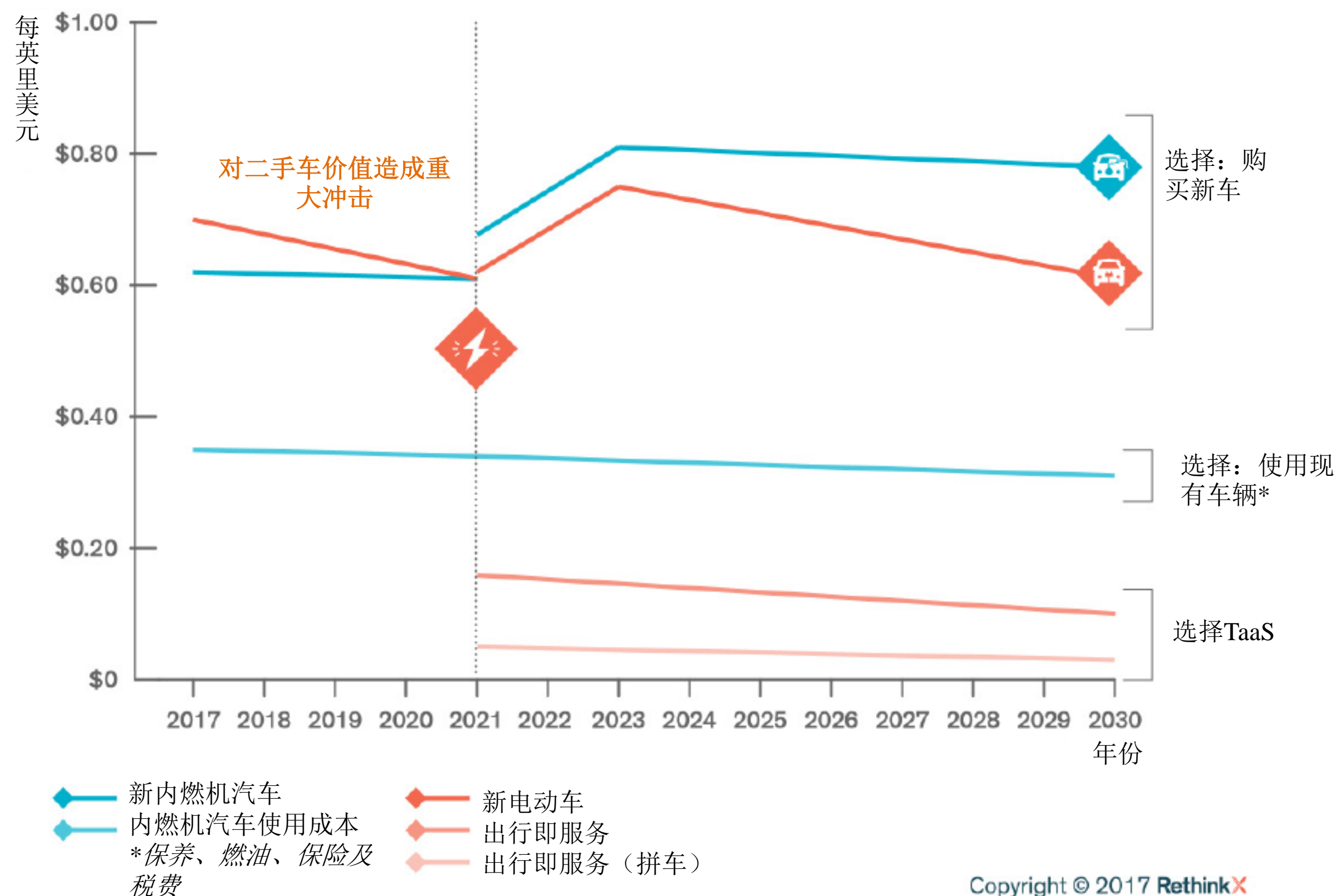
➢ TaaS Vs 驾驶已购买的内燃机汽车：\$2,000

➢ TaaS Vs 新内燃机汽车：\$5,600

图2 消费者选择：单位里程成本分析<sup>9</sup>

资料来源：作者采用Edmunds、凯利蓝皮书、Your Mechanic、美国能源部、美国运输部、美国劳工部统计局和uSwitch所提供的数据计算所得。有关计算方法的详细信息请参加附录A。

➢ 私家车、内燃机汽车、私家内燃机汽车和TaaS成本比较



## TaaS的成本为何如此低？

**40%的TaaS车辆使用率比私家车使用率高出10倍。**个人所有的私家车只有4%的时间在使用。虽然车辆数量会减少，但TaaS车辆可以一天24小时按需为乘客提供上门接送服务。因此，TaaS车辆的使用率将比私家车高出10倍。

**TaaS车辆在使用寿命期限内能够行驶500,000英里，比内燃机汽车高出2.5倍。**如此可显著降低最大的成本构成，也就是单位里程成本折旧。TaaS车辆行驶1英里的成本仅占车辆购置成本折旧的1/500,000。由于私家车的使用率过低，即便是理论上能行驶500,000英里的电动私家车在使用寿命内，也很难行驶到140,000英里以上。用购置成本除以500,000英里，得到的结果就是与购买私家内燃机汽车或电动车相比，TaaS在单位里程成本方面的最大节省之处（参加附录A）。

**TaaS车辆能够显著降低其他运营成本。**从根本上来看，无人驾驶电动车比内燃机汽车更加可靠、高效，因此能够显著节省运营成本。所节省的成本包括：**财务成本降低90%、保养成本降低80%、保险成本降低90%，以及燃油成本降低70%**。我们通过大量的基础研究（其中包括数据收集，以及与电动车制造商和运营商进行讨论）印证了这一结论（详细分析过程请见附录A）。

大部分主流分析均严重忽视了这三个因素。主流的分析没有考虑到无人驾驶电动车使用寿命提高，以及运营成本下降程度所具有的经济影响力。

这一成本分析所使用的假设比较保守，实际上的成本下降幅度可能更大。对于这些成本数字，我们还进行了敏感度分析。分析结果汇总于下面的结论汇总4。这也就是说，TaaS的单位里程成本在冲击到来日时，可低至每英里6.8美分。这就相当于与私家内燃机汽车相比，TaaS在问世的第二天，就具有10倍的成本优势，同时这一差距还会随着时间而继续加大。

## 结论汇总3：无人驾驶内燃机汽车 vs 无人驾驶电动车车队

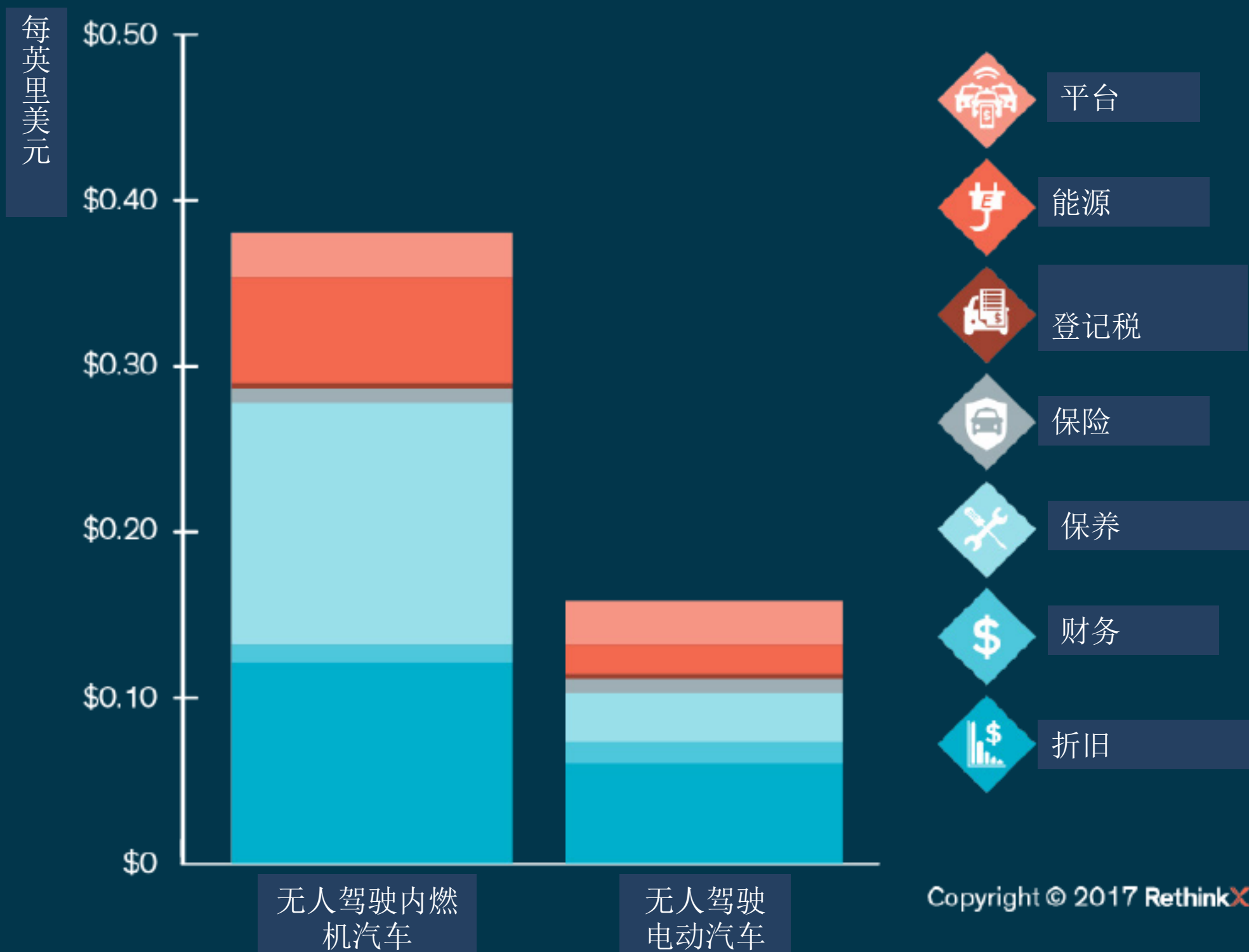
*TaaS提供商将选用无人驾驶电动车，放弃无人驾驶内燃机汽车*

TaaS车队运营方早期要面临的关键抉择，即选用无人驾驶电动车，还是想办法给内燃机汽车植入无人驾驶功能（A-ICE）。有可能部分内燃机汽车制造企业会提供无人驾驶内燃机汽车，来保护在内燃机汽车制造方面的已有投资。图3的对比显示，无人驾驶电动车的运营成本明显更低。除此之外，无人驾驶电动车的可靠性更高、维修或停用时间更短。因此我们预计所有TaaS车辆均将采用无人驾驶电动车。

图3 无人驾驶内燃机汽车vs无人驾驶电动车<sup>12</sup>的相对单位里程成本

资料来源：作者的计算。详细内容请见附录A。

►2021年无人驾驶内燃机汽车vs无人驾驶电动车情况 – 车队选择依据



## 结论汇总4：2021年TaaS车辆敏感度分析 (TaaS衡量指标单位为美分/每汽车里程)

|                             | 保守情况                | 中性情况      | 乐观情况                |
|-----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|
| 购置成本(折旧) - 每辆车增加/减少10,000美元 | +2.0c               | 6.0c      | -2.0c <sup>1</sup>  |
| 车辆使用寿命                      | +1.0c <sup>2</sup>  | 500,000英里 | -2.4c <sup>3</sup>  |
| 保养                          | +0.7c <sup>4</sup>  | 2.9c      | -1.5c <sup>5</sup>  |
| 保险 - 保守估计                   | +1.3c <sup>6</sup>  | 0.9c      | -0.0c               |
| 税                           | +1.0c <sup>7</sup>  | 0.3c      | -0.0c               |
| 平台费用                        | +1.3c <sup>8</sup>  | 2.6c      | -2.6c <sup>9</sup>  |
| 燃油                          | +0.0c               | 1.8c      | -0.0c               |
| 财务                          | +1.3c <sup>10</sup> | 1.3c      | -0.6c <sup>11</sup> |
| 每汽车里程总成本                    | 24.5c               | 15.9c     | 6.8c                |

1. 可以通过模块化平台，设计专门的出行即服务汽车，即可实现。
2. 电池寿命仅有200,000英里 - 可以更换两次电池，同时车辆的其他部件能够坚持600,000英里。
3. 车辆使用寿命为1,000,000英里，500,000英里后更换一次电池，成本100美元/kWh（2026年）。
4. 保养成本增加到等价于内燃机汽车的25%。
5. 保养成本降低到等价于内燃机汽车的10%。目前已经可以实现，但是通过工艺自动化，并重新设计车辆和耗材以提高车辆韧性可以进一步提高效益，并简化效益实现过程。
6. 基于当前Tesloop预测的单位里程成本（使用人类驾驶汽车）。
7. 假设燃油税能够获得全额退税。
8. 假设平台费用上升到单位里程成本的30%。
9. 假设开源平台能免费提供（可能能够通过其他收入机会实现变现，例如Facebook/Google模式）。
10. 假设利率上升到每年10%。
11. 假设利率下降到每年4%，且汽车利用率下降到60%。

出行即服务与私家车之间的巨大成本差异所带来的颠覆性影响包括：

### 出行即服务颠覆新车市场

自TaaS问世起，打算购买新车的消费者将面临一个新的选择方案，那就是放弃私家车，选择TaaS并节约4-10倍的出行成本。据我们所了解，目前还没有任何一个市场在面临10倍的成本差异时没有出现颠覆性转变。这一巨大的成本差异将促使广大车主快速开始使用TaaS模式。同时，原本打算购买新车的人也会放弃购买。如此一来会造成新车产量快速下降。

随着新车销量下降，收入将大幅缩水，利润的降幅将更大。随后将形成恶性循环，造成厂家停业、产能整合。同时，整体行业的萎缩会造成规模经济效益降低，进而推高内燃机汽车的制造成本。

在现金流遇到压力时，各公司可能会通过提价手段做出应对措施。但是，随着越来越多车主卖出汽车转而采用TaaS，二手车的供应量会出现增加。而原本有购买二手车打算的人（年轻人、低收入群体、计划购买第二或第三辆车的中产家庭）到那时可能已经放弃购买并选择了TaaS，因此二手车的潜在需求量也会下降。供应量上升、需求量下降所共同形成的结果，就是二手车转售价值暴跌。这一“系统动力”，或者说反馈回路的出现，将造成新车和二手车之间的成本差异大幅增加，如此一来，即便是坚持想购买新车的人，其购买意愿也会出现下降。由此，内燃机汽车行业的死亡漩涡将进入高速发展阶段。所有这些因素的共同作用，最后就会造成2020年到2023年之间，TaaS逐步展开的过程中新内燃机汽车的单位里程成本大幅上升（图2）。

## 受到TaaS冲击的现有汽车存货

根据我们对单位里程成本的分析显示，尽管现有车主转用TaaS所获得的好处不及计划购买新车的人，但其程度也是很可观的。如果只考虑汽车的使用成本，那么驾驶已购买车辆与使用TaaS之间将有2-4倍的成本差异。也就是说，即便车主不在乎车辆本身的价值，而只考虑已有车辆的燃油、保养和保险成本，转用TaaS仍然比驾驶自有车辆要便宜50%。转用TaaS拼车模式则可将成本节省提高到75%。因此，我们预计卖出旧车转而使用TaaS的车主比例会越来越大，从而让二手车遭到冷遇。

我们还应注意到的一点是，私人保有汽车还存在保险、养路费和折旧成本等固定成本要素。如果每年的行驶里程减少，这些成本（每英里）都会增加（例如乘客在使用TaaS的同时，继续保有一辆汽车）。因此，随着私家车每年行驶里程数的减少，单位里程成本会上升，从而从经济角度刺激车主卖出车辆并彻底改用TaaS模式。我们还注意到TaaS的一些其他潜在益处（见结论汇总6），这些益处暂时没有囊括在模型内。

本报告所展示的模型较为保守，报告使用的数据均经过验证，且仅考虑了当前已有技术。如果在敏感度分析中采用更为激进的成本假设，那么TaaS在第1日（冲击时间点）的单位里程成本就将达到6.8美分，从而会进一步扩大其与私家车之间的成本差异，使TaaS的冲击速度比模型所预计的更快。

## 结论汇总5：Tesloop案例研究<sup>13</sup>

Tesloop是一家加利福尼亚公司，公司主营业务是为需要短途飞行和长途驾驶的用户提供低成本的替代方案。公司目前在南加州运营多条路线（例如洛杉矶到棕榈泉、拉斯维加斯等地），并提供上门接送、定点接送服务，使用车辆为Tesla。Tesloop每月的车辆使用里程超过17,000英里，这个数字已经让普通乘用车望尘莫及，而且预计还将继续提高到25,000英里，同时车辆每天的行驶或充电时间接近20小时。Tesloop的早期数据显示，主流的假设大大低估了车辆的使用寿命里程数，同时高估了保养和其他单位里程使用成本。

关键点：

### 车辆使用寿命里程数更高、使用成本更低

➤ **车辆使用寿命里程数。** Tesloop的第一辆车（Tesla S）目前已使用了20个月，累计行驶280,000英里。行驶里程达到200,000英里时，车辆的电池老化程度仅有6-7%。<sup>14</sup> Tesloop的其他两辆车目前也已经行驶了100,000英里，电池老化7-9%。这一数字还是在电池充电循环率非常高的情况下所统计的结果，按照公司CEO Rahul Sonnad的说法“按目前的电池化学优化水平来看，可能没有比这个更差的使用习惯了。”<sup>15</sup>

据Sonnad预计，按每月行驶25,000英里计算，这几辆车能够轻松用满5年，即相当于1500万英里的公路行驶里程。<sup>16</sup> 车辆的动力传动系统和电池预计能比其他部件坚持的时间更长，其他部件可能需要不定期修整。目前来看，Tesla的Model S和Model X的最大里程范围可以允许Tesloop及同类公司在波士顿和纽约、奥斯丁和达拉斯/沃思堡、或纳什维尔和孟菲斯之间提供点对点服务（早期出行即服务模式）。

➤ **保养成本。** 保养成本的主要方面来自于轮胎。其他成本主要来自于空调、门把手等局部的功能故障。<sup>17</sup> 随着制造商逐步开始采用使用寿命更长的设计方案，这些成本预计将被压缩到最低水平，同时我们可以清晰地看到同一车型的新车保养成本沿既定轨道逐步下降。

➤ **单位里程成本。** 考虑车辆保养、燃油、保险、折旧和财务成本（但不考虑驾驶员成本）后，Tesloop目前使用Tesla Model S的单车辆里程成本为20到25美分左右。

## 自动驾驶技术的影响

►Tesloop预计，在车辆达到4级自动化水平后（5级完全自动化之前的倒数第二阶段），驾驶员成本将出现大幅度下降。Tesloop曾进行过一项新业务模式实验，实验中，他们允许经常使用公司服务的老客户在接受一定的“驾驶员培训”后预订驾驶员座位，然后以驾驶员的身份提供客户服务或者在出现意外情况时紧急担任驾驶员，自己则可以免费享受旅程。

►这样一来，我们的模型就不再需要将5级自动化能否获得全面监管批准视为TaaS的核心前提条件，特别是对于城市间路线这种不太需要转移空驶车辆的情况。

## 有何市场意义

►Sonnad还表示：“除了具体的成本结构优势之外，其实这个领域还存在着一些更加深远的影响。如果我们能将事故风险几率降低99%，那么TaaS的普及能力就会显著改变。如果除了能免去保养成本，我们还能避免意外停运，那么服务的可用性必然会提高。但最重要的是人们思维模式的转变：汽车将不再只是汽车，而是服务的载体。我们现在已经能做到以近乎完美的精确度对汽车进行数字监控，而不久之后我们还能对汽车进行远程控制。从此以后人类不再需要接受驾驶培训，是否会犯错也不再重要。除此之外，新模式的出现让交通运输成本这么多年来首次出现显著的年同比下降。虽然每年的下降幅度只有5%、10%左右，但是比起火车、公交车、飞机和汽油车来说，我们的曲线是单方向下降的。那么，无人驾驶技术、电动动力传动系统、深度网络连接和超级充电技术的碰撞会产生怎样的火花？我认为，它们的结合将打造出一套前所未有的，近乎全电动/数字化的系统，这套系统的控制之精细，不仅是一点一滴，甚至能达到原子级别。”

## 通向免费出行之路

与大部分公共交通工具相比，TaaS拼车模式具有更高的便捷性和更低的价格。其不仅能够模糊公共交通和私人交通之间的界限，甚至更有可能引导两者相互合并。据我们的预测，TaaS所使用的各类车辆在尺寸上将存在很大的差异，例如双座、四座或是八座的车辆等。而在TaaS拼车市场上，则可能出现多达20、甚至40座的车辆。而对于使用服务的人来说，其成本（截止到2021年，TaaS拼车模式的每乘客英里成本为5美分）还有进一步大幅下降的空间，而其实现方式有两种，第一种是通过增加新收入来源（见下方）降低运营成本，进而将成本下降传递给消费者；第二种就是通过进一步的成本削减，关于这一点本次分析暂时没有将其纳入模型当中。成本大幅下降后，剩余的服务使用成本完全可以由企业或当地政府负责承担。企业可以通过赞助车辆或提供免费出行的方式向通勤人员推广商品或服务（例如“车轮上的星巴克咖啡”<sup>18</sup>）。对于很多城市的政府来说，免费的TaaS将成为方便市民通勤、购物、休闲、上学、就医及享受市内其他服务的重要手段。

请注意，我们暂时没有把节省来的驾驶时间价值纳入到考虑范围内。有关这一点将在第3部分进行分析。

## 结论汇总6：其他有可能推动TaaS价格降低的因素

**其他收入来源。**无人驾驶电动车能够通过娱乐收费、广告费、数据变现以及销售食品饮料等方面获得额外的收入来源。这些来源能够给车队经营方带来更多的收入。额外的收入一方面可以用来降低消费者的出行成本，另一方面也可以留存作为利润。举例来说，在2030年，TaaS将产生12万亿乘客分钟的时间可用作广告营销，而且所有受众均为被动受众，所有乘客的身份和目的地数据都可以获取到，如此必然将形成具有高度针对性的高价值数字广告空间。

**电网后备支持。**在用电需求达到峰值时，无人驾驶电动车还可以用来为美国及其他国家电网提供后备供电支持。根据我们的场景预测，到2030年，美国将拥有2000万辆TaaS车辆，每个搭载60kWh的电池，合计将达到1,200GWh的电池容量。而美国电网在冬夏两季的峰值用电量分别为475GW和670GW。<sup>19</sup>在用电需求量达到峰值而交通需求量不高时，无人驾驶电动车可以通过编程接入电网提供供电支持。

**电池的第二次生命。**我们的分析显示，无人驾驶电动车的电池在行驶了500,000英里后仍然能够保持80%的容量，可以回收用来储存电网电量。按一年400万辆无人驾驶电动车退役来计算，多余的电池电量每年能够给电网增加200GWh的储电量。<sup>20</sup>相比之下，美国在2013年的电网储电量仅为24.6GW。<sup>21</sup>

**无人驾驶电动车设计和制造的效率提升。**未来巨大的市场容量将给极大地刺激TaaS的各运营商，并很可能促使他们努力在整体供应链上寻求并实现最高的成本效率。因此，我们预计无人驾驶电动车在降低制造成本、易于组装和易于维护保养这三方面将产生出一定的执行优先次序。

**无人驾驶电动车的单车制造成本降低、行驶里程增加。**无人驾驶电动车制造商之间的竞争将促进模块化汽车架构的普及以及折旧成本的降低，从而让TaaS车队运营商坐享更低的购置成本。随着无人驾驶技术的不断创新，无人驾驶电动车的使用寿命可能将超过500,000英里，从而使单位里程成本变得更低。

**降低保养成本。**为了在竞争中胜出，各个运营商必将在市场刺激下，努力压缩保养成本。降低保养成本的方法包括使用模块化装配流程和备件，以及采用自动化保养流程来节约人力成本等。同时，各个耗材的设计将尽可能提高耐用性和使用寿命，不再考虑计划报废的问题。

**车辆差异化。**为了尽可能降低生产成本，各制造商将采用标准化的硬件平台（包括车辆传动平台外加车辆操作系统计算平台）。但是，标准化的硬件配置会限制制造商提供多种多样的车辆形状、类型和性能，比如三轮车到跑车，到卡车甚至巴士车等。

**安全因素方面的成本节约。**随着无人驾驶汽车所占市场份额逐步扩大以及安全性大幅提高，原本在车辆硬件工程设计时要考虑的每年几百万起车祸问题将不再重要。以前用来增加车体强度和重量的金属材料可以就此卸下，车辆的制造成本将因此得到降低。

## 》 1.3 系统动力

### 系统动力加速新模式的采用，并推动其发展

和数码相机、移动电话和微波炉等其他技术驱动冲击相同，TaaS的出现过程也遵循着一定的技术采用生命周期，其采用过程呈S曲线型，而非线性。<sup>22</sup>技术采用之所以会呈现出指数型的趋势，很大程度上是受到交互性系统动力的推动，这其中包含了一系列的反馈回路、市场力量和网络效应。我们不能像主流分析一样简单地认为技术成本下降，采用程度提高，同时“其他因素还能保持均衡”。

在技术采用程度逐渐提高的过程中存在着几个临界点，一旦达到这些临界点，系统动力就会开始对竞争技术的成本或效用产生影响，从而让TaaS市场的竞争程度日益提高。TaaS的价格将逐步降低，同时功能会逐步提升，而内燃机汽车的使用成本和难度都会加大。下面我们将介绍部分系统动力在技术采用生命周期内的作用。

### 在城市内迅速展开

在技术冲击到来的伊始，政策、商业和下文将要介绍的消费者驾驶人员等因素均能够保证TaaS的需求量，同时它们还能够保证车辆供应量的充足、保证支持性监管框架到位。

对于车辆使用寿命长、运营成本低的服务提供商，其一方面将冲击传统汽车工业的竞争根基，另一方面还能够触发更进一步的成本节约，因此市场必将给予其应有的奖励。

## TaaS技术采用生命周期达到关键体量及临界点

在人口密度较大、房地产价格高昂的城市（例如纽约、旧金山、波士顿、新加坡、伦敦）中，TaaS的采用进度可能会快于其他地区。对于享受不到当前私家车市场服务的人群，或无可支配收入或可支配收入过低的人群来说，其压抑已久的需求足可以保证TaaS在早期有足够的用户群体（残障人士、依靠养老金固定收入的人群，<sup>23</sup>需要将大部分收入用于缴纳房租的年轻人，<sup>24</sup>努力在大城市求生存的中产阶级<sup>25</sup>等）。

仅这些用户就足以构成关键体量，使TaaS市场达到整体交通出行市场占比10-20%份额的临界点。根据技术采用生命周期的S曲线，一旦市场达到临界点，需求就会出现加速，进而形成TaaS车辆供应量上升、成本下降、服务质量提高、接送和出行速度提高这一系列良性循环。良性循环的出现一方面会增加已有用户的使用频次（也就是说他们不仅会在通勤时使用，还会在逛超市、接送孩子等场合下使用），另一方面还将吸引更多的新用户，从而更进一步推动良性循环。

拿数码相机冲击胶片相机的案例举例。早期使用数码相机的人越多，数字成像服务的提供也就越普遍（Flickr、Shutterfly），同时数码相机的价格也会越低，这样一来就会吸引更多的用户和生态系统提供商（Facebook、Instagram），进而再吸引更多的主流用户，最终甚至可能吸引狂热的胶片相机爱好者放下胶片相机，拿起价格便宜得多，而且功能更加优越的数字成像设备。

冲击因素所带来的良性循环的反面，就是被冲击领域出现的恶性循环。私家内燃机汽车行业就将进入新车销售量和二手车价值暴跌的恶性循环。

## 恶性循环让私家车不可避免的走向消亡

随着大多数人在早期（主流市场）开始逐步采用TaaS，私家内燃机汽车行业将步入恶性循环，最终引发行业的颠覆。个人车主对内燃机汽车的使用将越来越少，直至最后完全抛弃。曾经有车但比较早尝试TaaS的车主将会卖出自己的私家车，并且不会再买新车。在TaaS的渗透率接近主流临界点（50%）时，不再使用、卖出且不考虑再买内燃机汽车的用户数量将达到关键体量。同时城市内的加油站、修理厂和经销商也会关门停业，风潮将逐步蔓延到城郊地区。这时，还坚持使用私家内燃机汽车的车主会发现汽车加油和维修保养的成本和耗时越来越高。而且私家内燃机汽车的拥有成本还会继续攀升，加油站离家的距离也会越来越远，加油从此成为一大难题，而与此同时，TaaS的使用成本则会节节下降，使用也会更加方便。

这一局面将进一步扩大TaaS与私家内燃机汽车之间的成本和使用便捷性差距，从而吸引越来越多的用户放弃私家车。随着越来越多的加油站、修理厂和经销商倒闭，内燃机汽车行业将被推入更深一步的恶性循环。同时，零件供应商的停业浪潮会大大加剧寻找汽车零备件的成本和难度。而在保险方面，由于保险公司会根据实际驾驶行为模型定价保费，人类驾驶员的保险成本会升高，并进一步推动私家内燃机汽车的使用成本。TaaS的出现会提高出行效率并缓解拥堵，更重要的是人们会逐渐认识到人类驾驶的方式实际非常危险而且会拖慢交通效率。于是在社会压力下，相关方将出台法律，限制人类驾驶的允许区域或时间。更有甚者，在TaaS发展相对落后的地区，大家对新服务的渴求会促进服务供应加大扩张，并迫使监管层考虑如何采取普及化措施。截止到这一时点，上述的所有系统动力会迫使私家车的使用越来越贵、越来越难，同时TaaS也将遍及最落后的乡村地区，TaaS的近乎全面采用将成为必然之势。

## 来自利益相关方的动力

在消费者、企业和政策制定者等主要利益相关方各自的决策环境中，TaaS所带来的冲击会出现动态化的发展变化。这些不同的利益相关群体之间存在着相互依赖关系，每一个群体所作出的决策都会影响其他群体。

要理解冲击形成的过程，我们就必须深入观察所有利益相关方的可能行为特点。因此，我们对影响每个利益相关群体的主要因素进行了分析，分析结果汇总于下。

## 推动消费者决策的最大动力来自于成本

对TaaS的需求（而非供给）将是促成冲击的关键动力。成本差异的程度将凌驾于其他所有影响消费者决策的因素。一旦消费者开始接触并体验无人驾驶电动车，那么目前大部分妨碍TaaS发展的障碍都会被克服。试验性地乘坐一次TaaS汽车就和下载手机应用一样简单方便，而且有利无害。所以大家完全可以自由地尝试，自由地选择是否要长期使用TaaS（具有很高的“可尝试性”<sup>26</sup>）。其实TaaS和私家车这两种模式也并非不能共存；私家车主完全可以在使用TaaS的同时继续使用自己的内燃机汽车和电动车。图4汇总了影响消费者选择的几项主要因素。

其他因素的重要性高低因消费者不同而异，但是在成本节约（高达10倍），以及近乎免费的交通出行这一巨大优势下，成本一定会成为影响消费者选择的决定性因素。随着时间推移，最初构成障碍的因素会逐步消失，经济效益的提高和生活质量的改善以及其他消费者选择因素会开始显现，系统动力会让天平进一步朝着TaaS的方向倾斜。

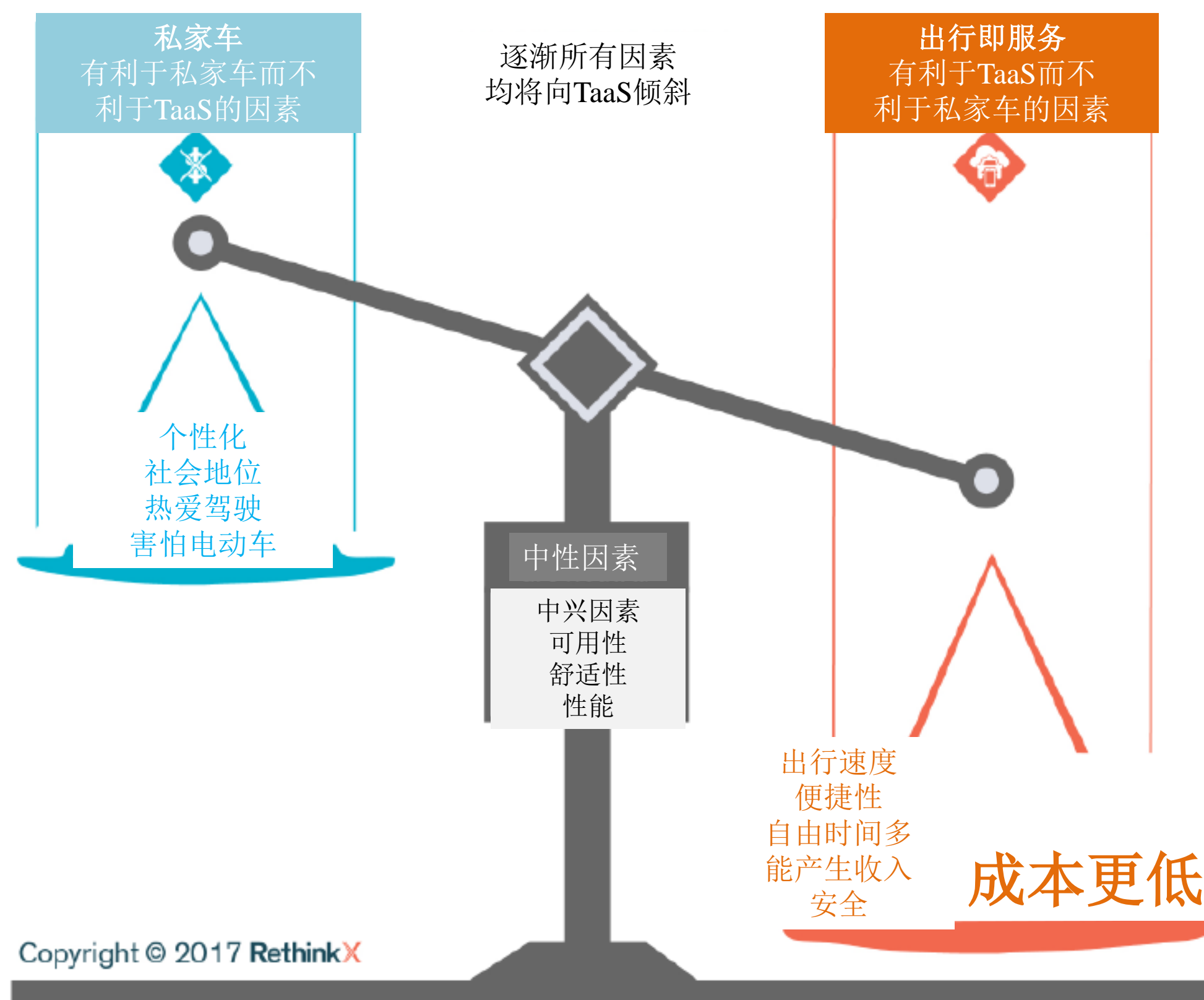
## 商业环境将有利于成本较低的TaaS模式

潜在TaaS市场的规模（2030年将达到6万亿乘客英里）和高度竞争化的市场环境是车辆供应量满足需求量的强力保证，同时TaaS的价格将逐渐向其成本靠拢。<sup>27</sup>这一市场中的各个企业可能会面临下列局面：

➤随着TaaS提供商开始在巨大的按里程付费市场（TaaS冲击到来时，美国将产生4万亿乘客英里数，10年内将提高到6万亿）上展开角逐，在平台网络效应的影响下，市场可能会出现“胜者为王”的局面。

图4 影响消费者选择TaaS或私家车的因素汇总

### ➤影响消费者决策的因素



➤在这些因素的影响下，TaaS提供商为了抢占本地市场会大量投放车辆，从而可能引发市场份额的争抢。

➤单位乘客里程成本将成为关键衡量指标，对于能够有效降低这一成本指标的服务提供商（通过降低购置成本和运营成本并延长车辆使用里程数），市场力量将会给予其应有的奖励。实际上，当前市场的情况与此相反（汽车销售“走量”，通过维修赚取利润），市场恰恰会给使用寿命短、运营成本高的制造商以奖励，因此，随着市场力量的逐步改变，在这一领域将存在着巨大的潜在利益。



►在一个竞争十分激烈的市场中，价格趋向于成本化，同时公司不断创造新的营收来源，以分担盈利压力，消费者便可以从中享受到每公里的低运价。市场力量能够在寡头垄断刚开始形成的时候对此加以阻拦，避免出现垄断性定价（见案例7）。

TaaS对现有交通运输业务形成的威胁应成为行业谋求变革的强劲助推器，促使业内公司——无论是硬件生产商（车辆）还是TaaS服务商——不断自我创新发展。TaaS价值数万亿美元的潜在市场还将吸引更多公司入场参与。在竞争如此激烈的市场中，TaaS供应商要实现垄断性收益将变得极为困难。随着平台营收来源的多样化，消费者将从中受益。竞争性的市场将会使价格下降，更趋向于成本。我们预测供应商为了保障自己在本地市场的主导地位，将进行具有高度竞争力的定价，甚至掀起价格战，采用短期的亏本销售定价策略。随着时间推移，赢家出现，掌控当地市场，这一动态模式将会再次重演。我们不认为最终获胜的平台供应商有能力进行垄断性定价。（见案例7）。

## 案例7：垄断定价？

**平台网络效应：**像优步一样的早期TaaS平台从网络效应中受益。使用平台的乘客越多，平台能吸引到的司机也就越多。这就形成了一个良好的循环：乘客的等待时间进一步减少，打车速度更快，反过来，又吸引了更多的乘客加入平台，让更多的司机愿意利用平台载客。平台的价值随着司机和用户数量的增加而提升。这种双边型的网络（司机和乘客）形成了一种胜者为王的动态模式。到最后，只有少数平台在各自地区市场存活下来。有人担心这种动态模式可能导致垄断问题，因为赢家可以对消费者收取垄断价格获取丰厚利润，而非通过成本节约的方式来盈利。我们的分析表明，在大多数市场上，这一忧虑将不会成真。

如今的前TaaS平台是双边市场，司机和用户共同创造了网络效应。司机（车）越多，用户越多，反之亦然。不过，到目前为止，由于司机可以同时为多家平台工作（Lyft和优步），而且用户也可以同时使用多个打车应用，这种网络效应并没有达到最大化程度。

平台供应商通过激励手段、收取低廉的平台费用来争夺数量有限的司机为其服务。优步提高了平台费用，而Lyft反其道而行之。那么Lyft可以吸引更多的司机，增强自己的良性循环。

早期TaaS动态模式有利于少数几个供应商在各自的地区市场良性运作（相互排斥的平台意味着更糟糕的服务和漫长的等待时间）。有人担心，由于市场份额逐渐集中到少数供应商手中，此类网络效应最终会导致“赢家”掌握垄断定价。实际上，这一动态模式并不会转化为市场定价权。每个城市都有自己的本土市场，任何竞争者（投资者、生产者或平台公司）均可以组建本土车队，动摇垄断定价。因此，这一动态模式将确保价格始终维持着一定竞争力，而不会走向垄断性高价。

平台科技很大程度上依赖于软件，许多希望在本土市场上赢得商机的公司都可以自行开发这个软件——例如，中国的滴滴、美国的优步和Lyft、印度的Ola、东南亚的Grab等。利用该软件进入新市场的可能性始终存在，并且不会构成市场门槛。我们预测市场上会出现像安卓那样强大的开源版本。事实上，Google下属的一家公司Waze，已经提供了一种叫车服务，在数个城市中与优步形成了竞争关系。LibreTaxi是一家位于旧金山的新兴公司，提供了一个免费的开源叫车软件。任何人可以在任何地点免费下载并使用该软件，随时有可能成为优步等现有市场主导者的直接竞争者。

一旦AV进入市场，早期TaaS双边网络效应将会消失殆尽，因为驾驶不再需要人工操作。因此，进入TaaS的阻碍将会消失，从而对所有新入场者提供众多机遇。A-EVs的TaaS软件和车队不再需要为招募司机投入精力，而将准备去探索新的市场。这一结果将有效阻止大多数市场中最终获胜的赢家采用过高的市场定价。

平台供应商将通过流量而非市场优势盈利。它们将开拓新的收入来源（例如，汽车可以在不载客的时候运输货物），进行商业模式创新（例如，作为平台上唯一的供应商，对视频直播服务收费），还可以通过提供更多的产品内容（比如说，无人机服务）挖掘网络平台价值。

当今世界上最大的云服务供应商——亚马逊网络服务（AWS）就是一个类似的例子。随着计算成本的降低，它提供的服务价格也不断地降低。虽然有上千家公司依赖AWS满足自身的信息技术需求，AWS并没有因此滥用自己的市场优势地位。相反，AWS不断提供更多的产品和服务种类，为客户创造更多的收入和价值来源。微软、谷歌、IBM等公司的强大科技竞争力也对亚马逊形成了威慑，阻止它滥用自身的市场地位。

## 政策制定者有能力加速或推迟TaaS转型

政策制定者在决定是加速还是推迟TaaS的过程中，将面对几个关键性的问题。其中第一个也是最重要的一个关键点是：是在全国范围还是州省或城市区域范围内清除门槛。在国家层面清除门槛将极大地推动TaaS转型。美国政府承诺投入40亿美元，加速自动驾驶汽车在全国范围内的普及推广。美国高速公路安全管理局（NHTSA）已经开始着手制定一个“此类先进技术的安全与快速部署计划框架”。<sup>29</sup>

不过，加利福尼亚州比联邦政府更快一步。号称黄金之州的加利福尼亚是谷歌、特斯拉、优步等引领AV市场变革公司的大本营。截至本书出版之时，加利福尼亚批准了30家公司在公共道路上测试自动驾驶车辆的测试请求<sup>30</sup>，还制定了相关条例，最快在今年允许全自动（5级）车辆上路。<sup>31</sup>

TaaS所能带来的经济、社会和环境效益促使许多政策制定者采取行动。

其中包括：

➤**科技领先效益：**城市、省府乃至国家可以抓住机会，在A-EV供应链的技术研发上争取先发优势。科技领先优势能够确保本地业务发展能够引领全球变革，并且享受其所创造的财富和就业岗位。

➤**生产力效益：**人们工作通勤的时间缩短，消费者的交通往来更便捷。这带来了5000亿到2.5万亿美元国内生产总值的增加额（见表3）。

➤**消费者收入效益：**我们估计TaaS产生的消费者收入效益等同于自2021年起，每个家庭每年享受了平均为5600美元的税收减免或收益增加额，或换句话说，在2030年，每年总共收益将达到1万亿。<sup>32</sup>目前为止，消费者支出是经济发展的最大动力，占国内生产总值的71%。<sup>33</sup>

➤**公共部门财政效益：**它来自高速公路基础设施成本的降低以及“土地财源”，因为路权范围内的公共所有土地可以解放出来，用于其他用途。

➤**生命质量效益：**无法自行驾车者能够享受便利的交通，无法负担买车费用的人也可以用车。此外，TaaS有助于减少排放，让空气更洁净，减少道路设施建设和交通意外事故的发生，有助于增强政府实现气候变化管理目标的能力。

相关政策可能是在联邦层面推行，也可能是从一个州到另一个州，一个城市到另一个城市那样逐步推广开来的。支持性的联邦政策有助于快速实现转型；但是，这并非是一个前提条件。当某些城市开启TaaS转型进程，当地交通便利性大大提升，同时价格又变得低廉化，那么其他地方的政策制定者将会面对沉重的商界和社会压力，迫使其尽快顺应潮流，立刻推动TaaS变革。

我们预计未来的政策环境将变得更为积极有利，各个国家和城市将争先推进变革，以便享受其所能带来的好处。

支持的方式包括建立大规模试验的孵化器、对AV技术加快审批流程、对基础设施给予投资，引入清晰明确的保险规则以保障民众权利，清除妨碍AV发展的法律障碍。

反过来说，在某些地区，由于文化、社会经济或政治原因，考虑到TaaS的引入将对现存业务造成冲击和损失，人们会对采用无人驾驶模式的TaaS变革抱有敌意。

例如，高达500万个工作岗位将会消失，带来每年2000亿的总收入损失。但经济体中消费者可支配收入的增加、生产力的提高所带来的工作效益，以及全球技术领先优势带来的工作岗位增多，能够弥补这些损失。对TaaS的抵制将会把这些新工作岗位排除在本区域之外，却无法避免因此带来的工作机会流失。石油行业的营收将会大幅减少。因此，我们预测石油行业将大力游说，强烈反对批准A-EVs。那些屈服于石油行业压力的国家或地区将会发现自己憾失TaaS变革带来的巨大效益，在全球中的竞争力也因此下降。在20世纪末期主宰全球经济的几个国家（美国、日本、德国）就是那些果断放弃马车交通，转而积极使用内燃机汽车(ICE)的国家。在21世纪未能引领或参与到TaaS转型的国家就好比那些想凭借马车交通与汽车、卡车、拖拉机和飞机交通系统相抗衡的国家。

## 案例8：转型的主流意见

### 主流分析中的关键论点

- 主流分析认为拥有私家车仍将是消费者们的主要诉求——商对客模式。导致这个结论的原因有很多，包括“我们热爱自己的车”观念（与“我们热爱自己的马匹”一样），以及这些分析者没有意识到转而使用TaaS能够节约大笔开支。
- 大多数分析将EV和AV看作是内燃机汽车一对一的替代品；也就是说，在未来，我们会选择拥有一辆EV或AV，以取代内燃机汽车。
- 主流分析将自动化技术仅仅视为私家车的一种特色功能，就像是防锈或者是合金轮胎。例如，他们设想AV可以把一名顾问从家里送到工作地，然后她可以让车停回家，再次等待指令，以便在她下班时接送她回家。这样的AV在96%的时间内被闲置在家中。
- EV则被视为建立在以上基础的一种变革。目前，EV虽然拥有优越性能，但价格相当昂贵。随着时间的推移，EV价格逐步下降，内燃机汽车将被新型EV汽车取代。主流分析认为，全球现有的十亿内燃机汽车需要几十年的时间逐步淘汰，内燃机汽车的销售仍将持续到2040年前后，甚至更久远的时间。<sup>34</sup>
- 内燃机汽车和EV的价格比较主要 是 基于传统汽车行业旧有的指标。例如购买的预付成本（TaaS则计算每公里的成本）。车辆的寿命期限对成本少有影响，因为它基于剩余价值，而非整个生命周期中的里程距离。
- 主流分析普遍认为现有车辆系统不会出现大面积的停摆。
- 因此，主流预测车辆转型将会是数十年的逐步累进过程，而非一种陡峭的倍增型S曲线。车辆转型不会在突然之间爆发，并改变整个行业的商业模式。
- 主流分析人士普遍对转型系统动态模式关注度不足，没有意识到这一动态模式将带来TaaS和IO 内燃机汽车之间10倍的成本差距，以及足以颠覆整个现有行业的S型技术采用过程。

与TaaS相联系的所有技术都是全球性的。TaaS转型将遍及全球。技术采用生命周期意味着整个过程中将出现创新者、早期采用者、大众、晚期采用者和落后者。即便某一个国家、州或城市禁止或是拒绝批准AV，转型仍将进行，只不过会出现在另外一个国家、州或城市。任何阻碍大众采用A-EV的措施，都会在人们见到早期技术采用者所享受到的收益后被解除。同样的，晚期采用者会紧随在大众之后进行转型。TaaS的唯一根本性问题不在于TaaS转型是否会发生，而在于谁将成为创新者，谁又将成为落后者。

## »1.4 采用 TaaS 的速度和程度

规章制度对我们业务模式的影响在于，其是否允许大众使用5级自动化汽车。更大力度的扶持性规章制度可以加速大众对TaaS模式的采用速度。在我们看来，考虑到商机规模和未能占有领先地位而遭受的商业威胁，TaaS 的 采用 将 受到消费者需求、TaaS供应商预测或是紧密关注的需求驱动。基于我们对技术成熟度和规章制度的动态性评估，2021年是TaaS转型的时机点，具有关键性意义。鉴于关键的A-EV技术正在 倍增式发展，在某些地区，转型点可能在2019年或2020年就提前到来了。采用的发展方式并不会改变下述的评估内容。它只会更早地到来。

## TaaS采用是如何开展的：最先在城市中诞生，随后辐射到周边地区

我们认为TaaS采用的整个过程可分为五个阶段：

### 阶段 0：批准前

这正是如今的状况。在这期间， 尽管某些地区仍存在着政治性反对意见，早期TaaS叫车公司在全世界主要城市赢得了关键的大量乘客和用户。车即服务的概念在文化和政治层面都得到了人们的认同，甚至成为高人口密度和高房价城市中的基本交通常识。

我们注意到全自动车的生产即将在今年开始。此类车辆的自动化行驶等级取决于规章制度而非当前的技术水平。相关公司将采集数据以便大幅改进驾驶技术和导航定位能力。目前，全自动技术的测试项目已经从少数几个城市向全球范围内众多城市开展。未来的TaaS供应商将自行研发汽车自动驾驶技术，为独立的服务商颁发自动驾驶技术执照，或是并购自动驾驶技术公司，为TaaS转型做好车队建设准备工作。在全球范围内，有关中央商务区新型建筑中车辆的停泊要求将会被新出台的法律法规废除。

### 转型时刻

转型时刻是指自动驾驶车辆在公共道路上的使用得到监管部门的全面批准。在我们的模型中，预测该转型将在2021年开始。

### 阶段1：早期TaaS采用阶段，1-3年

早期TaaS公司将会把自己的车队转换为A-EV，正式成为TaaS供应商。优步用户越来越多地通过TaaS出行。A-EV更普遍地出现在大众用户面前，并且为越来越多的人所接受。

在高人口密度和高房价并存的城市，TaaS迅速超越IO车辆，成为更多乘客的出行之选。车主们不再购买新车，而开始把自己的车卖掉。世界各地的政府将出台新法律，禁止内燃机汽车和非自动化汽车在城市的中央商务区中使用。

### 阶段2：TaaS普遍采用阶段，3-8年

TaaS的应用从大型城市向城郊地区、小城市蔓延，然后普及到农村区域。TaaS供应商逐渐出现，人口密集区域是其发区域。越来越多的车主放弃了自己的汽车。世界各地政府出台法律禁止内燃机汽车和非自动化汽车在城市内使用。

### 阶段3：稳定期，8-10年

公共交通部门所承担的职责将发生巨大的改变，从拥有和管理交通资产转向管理TaaS供应商，确保民众可以公平且普遍地享受到低价交通服务。那些在大城市市场争夺战中失败的TaaS供应商将会把目光转向小城市和农村地区，消弭现有的市场鸿沟。社会潜在要求公共交通部门做出努力，像保障所有民众的通信、用水和用电那样，让所有人享受到TaaS服务。

### 采用 TaaS 的速度和程度

►综合分析讨论并通过应用我们的TaaS采用框架，我们得出以下结论：

►在TaaS采用达到95%水平的稳定阶段，仍有20-25%的农村民众为非采用者（见案例9）。如果IO内燃机汽车市场的恶性循环使得此类汽车的性能下降和拥有成本的上升达到极端程度，或者整个社会要求公共交通部门像过去提供全面通信、用水和用电服务那样，保障所有人的高质量TaaS服务，那么TaaS市场渗透率可能将超过95%。

►到2030年，TaaS车辆将占到总汽车使用量的60%。95%的里程距离中，美国60%的车辆为A-EV，剩下的40%主要是尚未更新换代的私家内燃机汽车。根据我们的模型，到2030年，TaaS车辆将达到2600万辆，IO车辆将为1800万辆（见第2部分）。

►需求反弹。乘客出行总里程数将从4万亿上升到6万亿。里程数的增长原因如下：i) 老人、残疾人、病人和青少年等目前无法独立驾车的群体可以通过TaaS出行；ii) 低廉的价格引发更多的需求；iii) 人们舍弃如短途飞机、巴士和自行车灯交通方式。

考虑到十倍的开支削减、更多的区域出行安排以及实现免费交通的可能性，6万亿的里程数可能还是一个相对保守的估计。据此看来，TaaS在总里程数中的占比还会更高，也意味着从IO和ICE汽车到TaaS的转型过程将会更快。

► 优步TaaS将在比图表所显示的更短时间内占据95%的市场份额。图5显示了美国整体的TaaS采用情况。优步的市场将实现更快的增长，TaaS随后将推广到农村区域。

## 车辆供应能满足未来需求

根据分析，我们判断车辆供应不会妨碍必要的车辆交付数量以满足正常需求。这一结论所涵盖的主要风险在于原材料供应的潜在瓶颈，尤其是锂和钴的供应。只要市场预料到了TaaS转型的规模，市场力量就能够及时增加供给，满足这些原材料的新增需求。TaaS车辆更广泛的使用意味着用来运载乘客的汽车数量将大大减少。因此，生产或装配能力限制将不会对我们的模型结论构成障碍。除此之外，对于受需求驱动的TaaS转型过程，我们没有发现其他有碍因素。

从本质上来说，TaaS车辆是由EV和配套的信息技术硬件和软件构成的。因此，我们将EV产能作为分析的基础，将装配能力、电池产能、锂原料称为供应侧三个潜在限制性因素。在此，我们将扼要地解释，为何我们未把这三个因素看做是无人驾驶型TaaS的采用速度和程度的实质性障碍。

## 案例 9：非采用者

在10年后，谁会成为群体中5%的TaaS非采用者？这些非采用者可分为以下三类：农村消费者、富豪和技术落后者。

### 农村消费者

我们认为绝大多数的非采用者属于这一类群体。小型农村社区可能人口密度较低，无法产生足够大的用车需求，以吸引大量的TaaS车辆入驻及维持一定的服务水平（例如，从等车时间的角度来看）。这意味着，很多时候，TaaS车辆不得不等待乘客，以便送其返回或仅仅只为了搭载其他地方的一名乘客而是不得不空车驱车远行。等待时间和空车（“空车返程”）会导致每公里的成本上升。有几种方法可以改善这些情况。如果一名乘客可以安排打车时间（例如，她在早9点到晚5点工作，因此总是要在早8点打车），那么TaaS车辆可以提前安排既定行程。TaaS供应商的预测分析应在预测人们打车的时间和地点方面不断提高准确性，这样就能大幅减少等待时间。然而，一个颇具说服力的反驳观点认为，农村消费者将成为晚期采用者。农村收入普遍低于城市或城郊收入。因此，农村家庭转而使用TaaS所能享受到的开支节省将远高于其他群体。

### 富豪

富豪是指那些对出行经济不感兴趣的人，他们并不在乎TaaS能否节省费用。此类群体最有代表性的就是那些会在一辆车上花费平均价格5倍以上金钱的富有人士。但反对意见认为，这些高薪人士可能有更充分的动机选择自动车代步，因为他们可以在车内工作而非自行驾车，从而能赚到更多的钱。无论如何，这个群体规模相当小，对TaaS采用的整体情况不会产生实质性影响。

### 技术落后者

此群体涉及那些出于各种私人原因而不愿意选择使用TaaS的人，原因包括：厌恶改变、对新科技不信任和个人自由的丧失感。

关于TaaS的使用反馈弧有可能摧毁上述的内燃机汽车价值链，让内燃机汽车的使用变得格外困难，价格高昂，最终使TaaS几乎普及开来。

**装配能力（车辆生产商）。**EV的产能正在增长，我们预测该产能将远远超过预期的TaaS要求。如果新型EV产能的增长率大幅降低，装配能力的不足可以通过内燃机装配线来弥补。因为EV的装配流程明显简单许多，所以内燃机汽车的装配线能轻松转化为EV的装配能力。尼桑等汽车生产公司在同一个工厂内制造EV和内燃机汽车。事实上，大部分的EV和内燃机汽车均在同一条产线上装配。

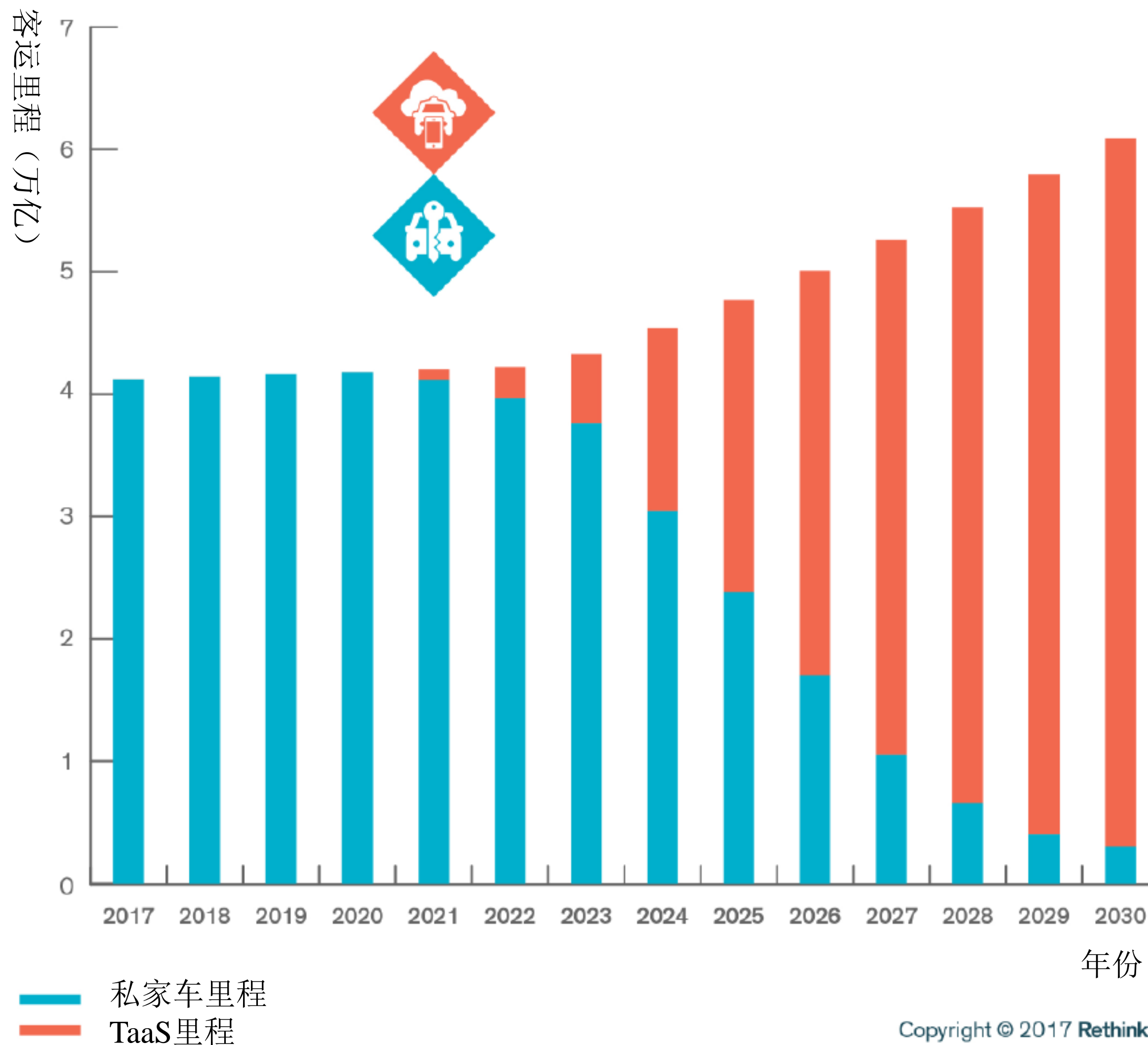
**电池生产能力。**人们在电池的大规模生产能力方面讨论颇多。在美国，不少电池制造厂正在建设当中。由于这些工厂已经配齐了主要设备，扩大生产规模相对来说比较简单，因此电池的生产能力不会对TaaS转型构成障碍。不少专家认为只需9到12个月的时间就能建造起一家每小时数生产千兆瓦电容量的电池制造厂。

**电池的矿产原料供应。**这个因素通常被视为关键性的潜在供应侧障碍。因为开采新锂矿或钴矿及开发相伴电池级精炼能力的过程较为复杂，须花费三年之久。但我们通过与矿产专家的交谈了解到，提供一定的供电量，满足模型显示的需求曲线是可行的。当前全球的锂储量超过3000万吨，我们估计到2030年，每年的锂产量需求为100万吨。有关于电池的钴供应量分析，请见第3部分。

图 5. 采用速度

来源：作者基于美国交通部门数据的分析

### ► TaaS采用速度





## » 第2部分: TaaS 转型—石油和汽 车价值链

# 概述

在第1部分，我们讨论了TaaS转型对汽车供应链可能带来的影响。这一部分将更详细地探讨TaaS对汽车行业的影响，还会分析TaaS对石油价值链的冲击。

## » 2.1 简介

根据我们的研究和模型来看，随着TaaS转型的到来，现有汽车和石油供应链每年10万亿的营收将大幅减少。正如之前的市场转型所显示的情况，服务于这些行业的公司市值缩水程度更大。与此同时，TaaS将创造新的财富，带来新的就业岗位。而正如之前的转型，这些效益可能并不为如今的行业佼佼者所享。

在此部分，我们将特别强调在TaaS还未达到无回报阶段之前，利益相关方需要加以考虑的关键点。

我们的研究发现指出了可能出现结果的微妙差异。汽车价值链的某些部分可能面对生死存亡的威胁，无论如何，最终都难以幸免；而有些部分则拥有一定的资产、能力和技术，能够实现蜕变，甚至在TaaS转型所造就的新价值链中占据主导地位。

石油供应链的前景展望普遍较为悲观，对所有的行业参与者造成了负面性影响。但是，由于生产成本的差异，各个国家、各大公司和油田所受到的负面影响有所不同。

下面，我们将讨论TaaS转型可能带来的影响，考察汽车生产商和石油公司将会面临的抉择选项。相关背景知识请参见图6的供应链地图。

## 案例10：价值链概要

### 概要：

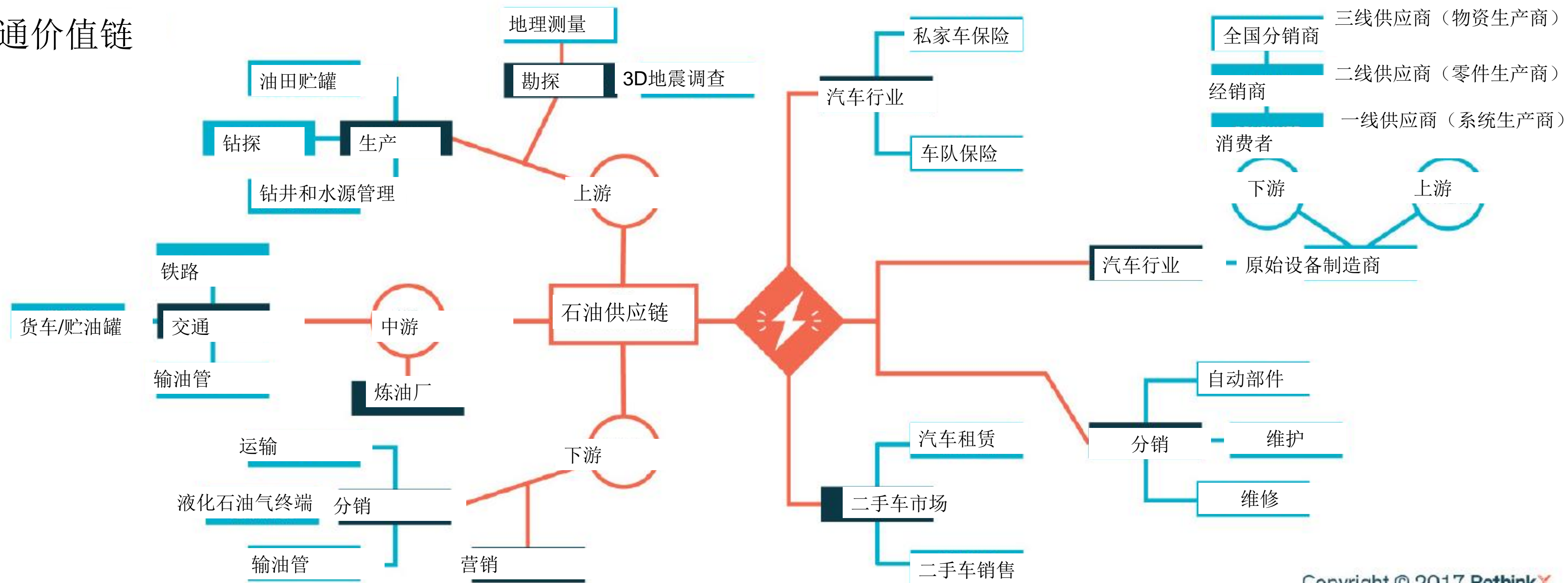
如第1部分所述，TaaS的转型将对汽车和石油价值链产生深远的影响。其中包括：

- ▶ 乘客的里程数将从2015年的4万亿增加到2030年的6万亿。
- ▶ 里程成本将从2015年的1.481万亿下降到2030年的3930亿。
- ▶ 美国车队的规模将从2020年的2.47亿辆下降到2030年的4400万辆。
- ▶ 每年度的新车生产量将同比减少70%。
- ▶ 每年度新生产的内燃机汽车面向个人客户的销售量将下降到零。汽车经销商将不复存在。
- ▶ 汽车运营系统、计算平台和TaaS车队平台将孕育庞大的商机。
- ▶ 全球的石油需求水平将从2020年每天的1亿桶减少到2030年每天7000万桶。
- ▶ 石油价格水平将下滑到每桶25美元左右。
- ▶ 石油价格即将在2021年大幅下跌。
- ▶ 高成本的油田将彻底停工。
- ▶ 包括基石（Keystone XL）和Dakota 输油管道（Dakota Access）项目在内，依赖于高成本油田的基础设施将会停止。



图 6. 车辆和石油供应链

## 交通价值链



Copyright © 2017 RethinkX

## » 2.2 客运车辆价值链的转型

### 转型、指标和收入

历史证明，转型将带来新的行业参与者和新指标。道路运输的转型也不例外。在过去一个世纪里，传统汽车工业的主要指标就是车辆销售量；而车辆的有效使用程度并非是评估成功与否的重点内容。

TaaS转型将带来新的行业指标。能够在这些关键性指标上集中投入财力物力的公司成功可能性更高，而那些忽视新指标的公司将面临生存风险。从TaaS采用之日开始（在我们的模型中，转型时刻为2021年），行驶里程数将成为重点衡量单位，四大关键变量指标分别为：客运里程、行驶里程、每英里成本（美元）和每英里收入（美元）。

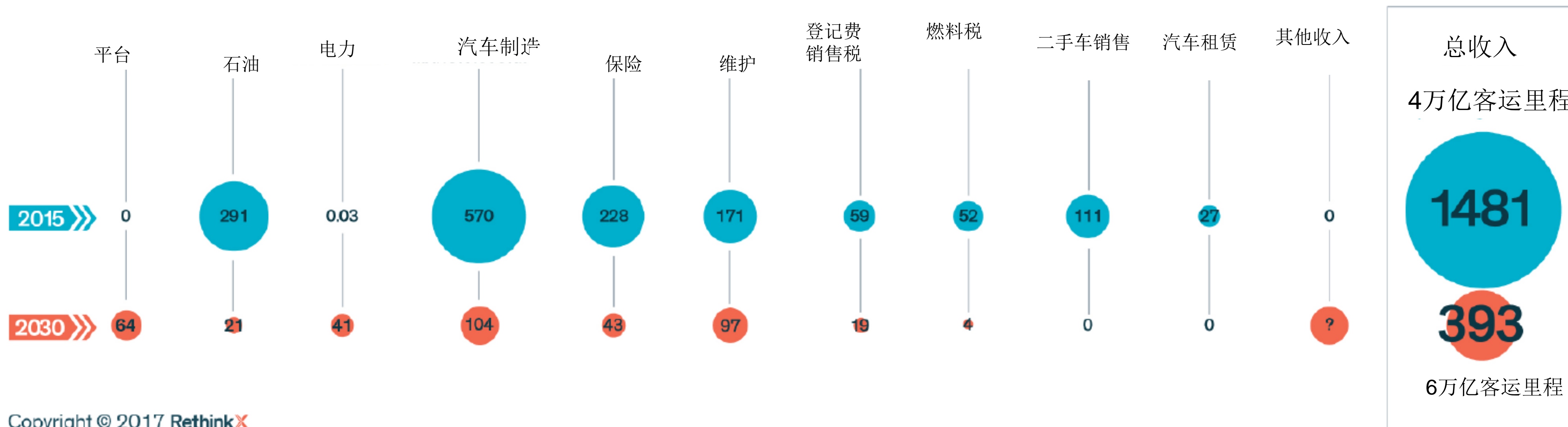
### 收入缩水2/3

我们估计客运里程会增加50%，从2015年的4万亿增长到2030年的6万亿。然而，所产生的收入将大幅缩水，从2015年的1.5万亿美元下降到2030年的3930亿美元，降幅超过70%（见图7）。

图7 汽车价值链的收益分布

来源：作者计算结果所依据的数据来自汽车租赁（Auto Rental）、Edmunds、Kelley Blue Book、Ibis World、Statista、美国劳工统计局（U.S. Bureau of Labor Statistics）、美国能源部（U.S. Department of Energy）、美国能源信息署（U.S. Energy Information Administration）和《华尔街日报》

» 汽车价值链收入分布图（单位：十亿美元）



Copyright © 2017 RethinkX

汽车数量将下降80%以上，从2020年的2.47亿辆减少到2030年的4400万辆。汽车总库存缩小的主要原因是车辆资产的利用率上升（见第一部分）。在2030年，通过TaaS平台，美国仅需2600万辆车辆就能实现5.7万亿英里的客运里程，剩下5%的客运里程由尚未更新换代的1800万IO车辆承担（见图8）。

因为消费者转而使用TaaS，在2030年，将有9700万辆内燃机汽车闲置，成为过剩库存。由于二手IO车辆供应大幅增加而相应需求消失，这些车辆最终可能无法找到乐意接手的买家（见图8）。

►到2030年，新汽车年销量将下降70%，从2020年的1800万辆下降到2030年的560万辆（见图9）。在我们的模型时间框架中，当车辆整体库存下跌80%的时候，新的汽车销售仍面临小幅下降的窘境。这是因为在TaaS模式中，每一辆车的行驶里程要比之前多10倍，因此车辆也会相对更快地达到寿命时间点。TaaS模式中的车辆更换周期也更短（按年计算），虽然按里程计算，它们的车辆寿命实际更长些。

►新的内燃机汽车销售将在2024年终止，也就是在监管部门批准A-EV技术且该技术进行商业化推广的短短三年后。在2024年，已有的车辆库存能充分满足私家车主的客运里程需求，甚至是远超需求。

➤二手内燃机汽车价格将跳水，降到零价值甚至负价值，原因在于上升的维修费用、汽油和保险费，存放成本或无价值车辆纳税支出和二手车市场的缺乏。也就是说，车主可能需要为处理掉私家车而付费。

➤最迟到21世纪30年代末，内燃机车辆将从车队中消失。考虑到车辆平均使用寿命为11.5年，我们可以预料，在2023年前售出的内燃机汽车必须在21世纪30年代中期前全部更换。剩余的内燃机汽车则将在2024年前从车队中淘汰。

➤到2024年，汽车经销商将不复存在。同样，从2024年起，新IO汽车销售也将终止，而且消费者将不会再直接购买汽车。原因在于此后的TaaS车辆将为车队所有。

➤汽车保险也将经历转变<sup>49</sup>。TaaS用户在保险费用上的开支相对于IO将下降90%。这是因为在TaaS转型后，汽车偷盗问题将彻底消失，针对事故责任、事故伤害和汽车损坏的保险开支将大幅减少。

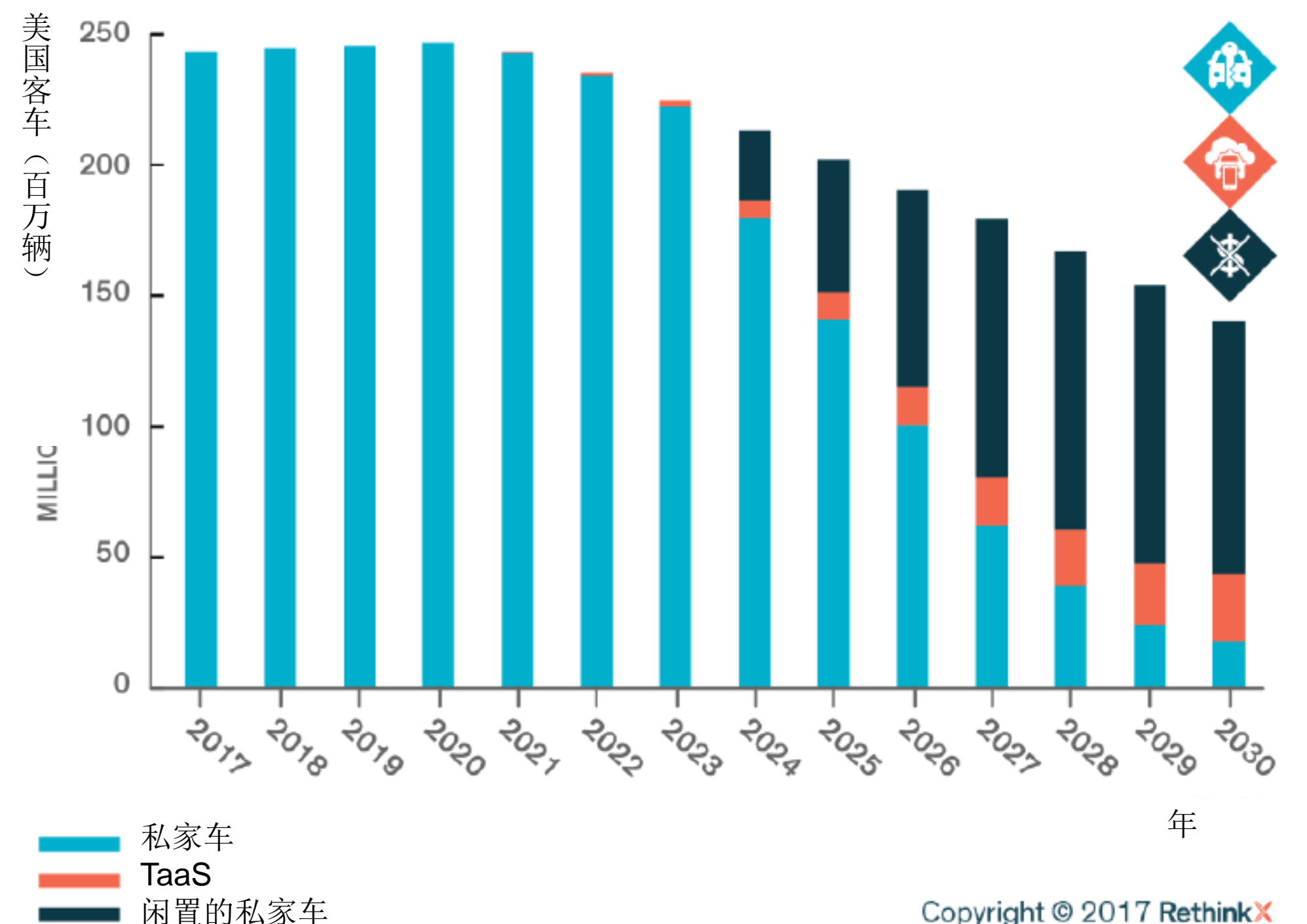
➤随着美国从IO内燃机汽车走向共享型A-EV车队，美国政府将失去近500亿美元的汽油税收入。不过，依赖此项财政收入的政府可以转而对每英里行程征税，而不再对汽油或柴油征税。

## 机遇领域

在TaaS引发巨大的转型冲击时，汽车价值链上的不同行业将受到不同程度的损失和收益。在公路客运出行商业化促使硬件利润率和容量减少时，也在产生新的商机。公司可以在操作系统、TaaS平台和服务以及额外收入流三大方向上，力图创造更高利润率的业务，并在这些平台上建立的新业务模式中得到启发。这些内容将在下文简要概述。

图8 2015年到2030年之间私家车拥有量规模和组成情况  
来源：基于美国交通部数据的作者计算结果

### » 车队规模和组成部分预测趋势



## 车辆操作系统

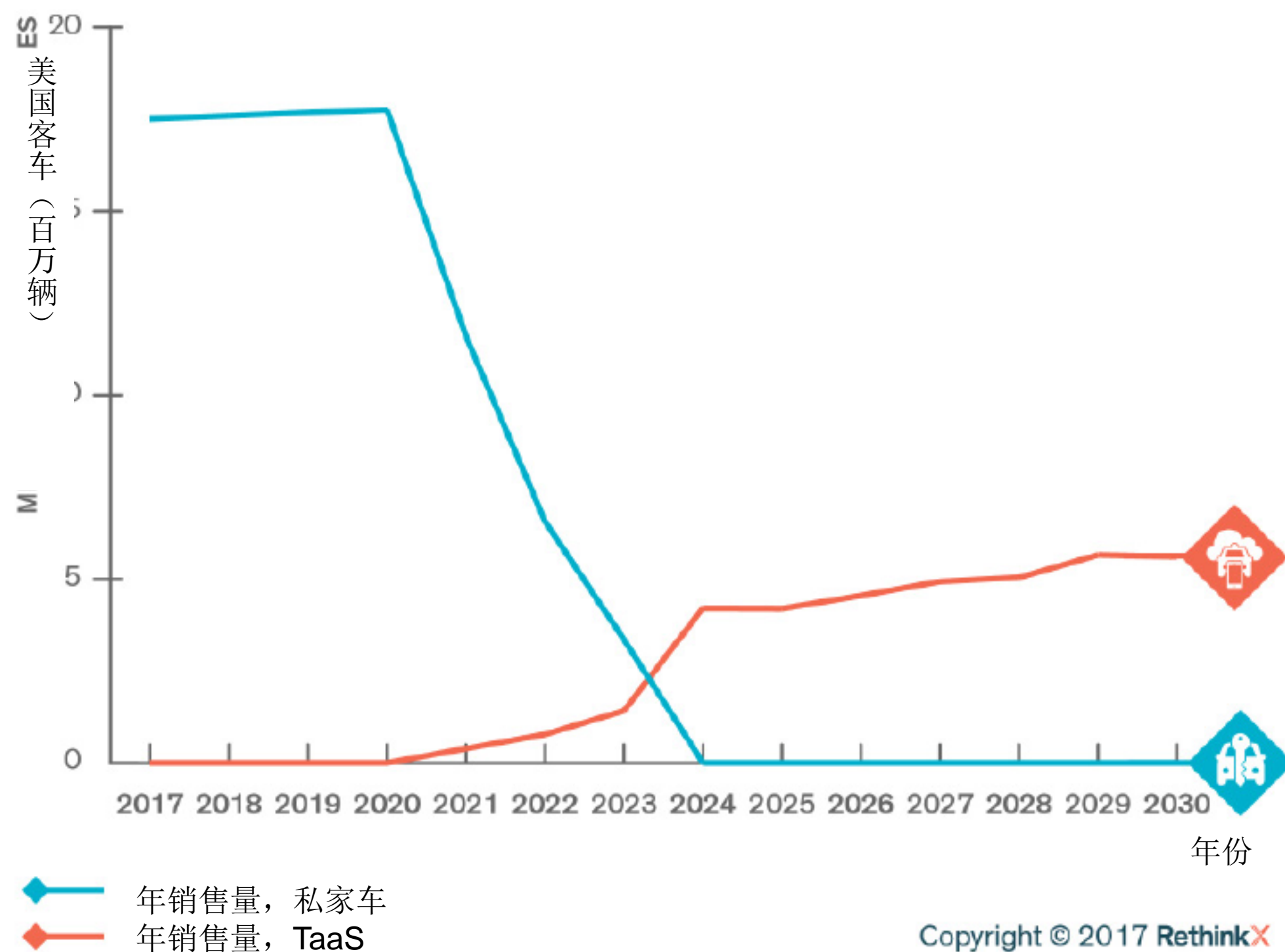
开发A-EV操作系统的公司将从中获得重大收益，可以比肩微软、苹果、谷歌和思科通过计算，互联网和智能手机操作系统开发取得巨大成功的案例。

目前，特斯拉的自动驾驶车处于主导地位，已测试了13亿英里行程；特斯拉的首席执行官Elon Musk表示，到2017年，所有的特斯拉汽车将实现完全自动化。其他自动驾驶先行者包括谷歌（Waymo）、NVIDIA、Uber和百度。在当前的汽车行业，通用和福特等公司也在通过收购硅谷新兴公司的方式开发自动驾驶汽车软件。

图9 汽车销售趋势

来源：作者计算结果、美国能源信息署（EIA）和美国交通部门

» ICE vs. TaaS预测年销售量



## TaaS平台——一个规模庞大，增长迅猛的市场机遇

和操作系统一样，TaaS平台有望从网络效应中受益：即一个平台的用户越多，它就越能吸引更多的用户加入。一旦某个TaaS产品达到临界规模时，它将在所处的市场中占有领导地位。Uber、Lyft和滴滴公司的例子就生动表现了早期TaaS公司在向无人驾驶的A-EV转型点迈进的过程中，是如何投资数十亿以争取市场份额的。

操作系统和TaaS平台的主要区别是，后者的网络效应主要在本土或区域市场起效。纽约乃至美国市场的霸主并不一定也会在中国、印度等市场占据同样的主导地位，中国市场上演的优步和滴滴之争已经证明了这一点。类似的现象也在印度出现。在那里，Ola与优步形成了激烈竞争。

在早期TaaS时代，我们明显可以看到技术导向的打车服务让消费者与优步、Lyft和滴滴建立紧密关系，而不是丰田、通用汽车、大众。这一点清楚地证明了，在未来TaaS平台极有可能成为新交通品牌。道路客运价值链从而变得商品化，导致制造商品品牌价值受到侵蚀。类似案例可参考大多数网络和社交媒体情境中的消费者体验。大多数用户与Facebook、谷歌、亚马逊建立关系，而非那些为数据中心提供服务的计算机或网络公司。

特斯拉最近的自有出行共享平台开发决定，正预示这个行业的未来发展趋势。在其他地方，现有汽车行业公司在平台相关建设方面也加快了步伐，包括通用汽车公司对Lyft的5亿美元投资、宝马的出行共享服务Reachnow和大众对Gett的3亿美元投资。

成功的TaaS平台将带来关键的数据生产潜力，有助于推出新产品，进一步增强服务。公司车队的行驶里程数越多，产生数据的价值也就越大。

特斯拉的自动驾驶车就是一个典型的例子。特斯拉在真实的车辆环境中进行软件测试，利用测试产生的数据改进半自动化能力。据美国国家公路交通安全局（NHTSA）报告，自从2015年特斯拉引入自动驾驶功能后，特斯拉车辆的事故发生率减少了40%。展望未来，TaaS供应商将使用来自车辆传感器的数据建立数据库，这既可以用来直接击败竞争对手，或是作为其他营收来源的基础。在更宏观的层面上，传感器的数据有助于公司掌握天气、空气质量、客流量甚至乘客健康等情况及相关行为。

## 计算平台

英特尔推出了中央处理器（CPU），并使其成为两大流行操作系统的平台（MS-DOS and Windows），从而在个人电脑转型浪潮中抢到了商机，成为市场大赢家之一。TaaS转型同样掀起了一场“成为自动驾驶车行业中的英特尔”的比赛。例如，NVIDIA在图片处理器重新利用方面投入重金，以便更好地在此基础上运行与AV相关的深度学习软件。英特尔最近花费150亿美元收购了一家自动驾驶技术公司Mobileye，力图在这个市场中有所作为。

## 娱乐、工作和其他商机

到2030年，美国人每年在汽车上度过的时间将增加到约1400亿小时。TaaS转型让人们不必浪费时间去驾车，而可以把空余时间用到别的活动上：工作、学习、休闲和睡眠。这有利于提高生产力，推动GDP增长（见第3部分第5点）。

从TaaS供应商的角度来看，它们可以提供更多附加服务，比如娱乐（电影、虚拟现实），工作服务（车上工作）与食品饮料供应（星巴克车上咖啡）。供应商可以通过一系列商业模式以经销商身份赚取收入，包括按平台上的销售额百分比（如亚马逊和苹果商店）收费，车载娱乐的广告收入（类似于Facebook与谷歌的AdWords模式）以及其他应TaaS转型之势而兴起的商业创新模式。

## 对汽车制造商的影响

### *汽车生产的利润率减少*

TaaS将对汽车制造商构成巨大的挑战。随着消费者不再乐于购买私人车辆，内燃机汽车和EV的零售状况将显著恶化。在我们的模型中，汽车制造商利润率下降的原因在于TaaS供应商凭借先发优势，可以将自己的服务定价更低，导致生产商的利润挤出效应，到2030年，TaaS供应商还将使汽车生产营收下降80%。

同时，由于A-EV技术的商品化，传统汽车的利润率还将进一步减少。考虑到以上变化，传统汽车生产链的价值毁灭已成无可避免之势。

在商品化方面，与内燃机汽车相比，A-EV有着明显竞争优势，因为它们的动力总成活动部件要比内燃机汽车部件少得多（20个vs2000个）进一步的考虑内容则与零部件的采购和标准化有关。当前的汽车制造商并不一定在零部件上实现了最优配置。比如，电池通常是由松下（大众和特斯拉的电池供应商）、三星SDI（宝马电池供应商）等专业电子设备公司特别提供的，而非由汽车制造商自行完成的。今后，原始设备制造商（OEM）公司将类似于通信产业中的电子制造服务供应商（EMS）（例如，富士康在苹果iPhone装配上发挥作用）。在标准化方面，汽车制造商最有可能承担适应不同车辆尺寸的底座设计工作。防锈、保修期延长和功能性涂料等高利润率的附加服务将被淘汰。

考虑到以上因素，我们估计OEM的生产利润率将为8%。这是一个比较保守的数据。如果装配工作变得更接近于电子产品装配模式，利润率可能接近于4%。如果TaaS供应商绕开OEM，向Magana、Continental和Delphi等服务公司直接采购，那么利润率还将进一步降低。目前，此类服务公司已经在为OEM提供大多数汽车零件生产，甚至是整车的生产服务。

## 品牌

从私人所有到所有权共享的转变中，乘客将和TaaS供应商而非OEM，建立主要关系（在默认情况下，我们将TaaS供应商视为平台所有者）。因此我们认为，道路客运的品牌价值将由TaaS供应商建立，而非OEM。

## 当前汽车制造商的未来

我们认为汽车制造商可采用以下四大整体性策略：

►关注硬件生产和装配。TaaS车辆装配市场将会是一个高容量、低利润的产业。由于NVIDIA和谷歌Waymo等公司将为AV提供计算平台和车辆操作系统，我们预计将有更多的公司进入汽车硬件市场。现有的OEM将与当前的汽车供应商（如Delphi、Continental、Magna），包括电子装配商（如富士康）、电动汽车公司（如比亚迪，NiO）和电动公交车公司（如Proterra）等市场新参与者展开竞争。越来越多的公司将激烈争夺车辆需求已经大幅降低的市场。

►为TaaS供应商建立并运营车队。这一业务模式将要求汽车制造商不仅具备汽车生产能力，还要有效地在车辆使用期内管理和维护车队。

对此项业务的关注将促使汽车在保障每英里行程的最低成本开支以外，实现最长的使用期限。这将对传统OEM“pushing steel”策略（即只顾汽车的生产与销售，而不顾汽车性能）的明显背弃。新商业模式会使那些能够兼顾长使用期限和低使用成本的公司受益。不过，要从实现两种截然不同的商业模式的跨越，企业文化与组织管理因素十分重要。

►向前整合，转变为TaaS平台供应商。汽车制造与车队业务将成为商品化业务。与乘客的紧密关系、品牌价值和潜在利润都将向TaaS平台供应商转移。通用、福特、宝马等公司已经意识到这一点，开始在此方面投资，进行产能建设，以便抓住市场机遇。出于以下各类原因，OEM面临着系列的挑战：i) TaaS平台不仅要求公司具备特定的技能和文化元素，还要求公司具有媲美硅谷高科技软件公司的产品开发速度，而不能像底特律硬件公司那样发展缓慢；ii) 保持OEM现金流的压力，推动无竞争力内燃机汽车销售的沉没成本；iii) 网络效应可能只允许极少数平台在每个市场中生存下来。

►垂直整合。汽车制造商可能希望垂直整合A-EV供应和TaaS服务，参与到价值链的所有组成部分，包括：

汽车制造、车队运营、TaaS平台和汽车操作系统开发。一些OEM正在大力投资，希望实现这一构想。福特和通用已经收购了硅谷的自动驾驶技术公司，而尼桑选择在内部自行开发自动驾驶技术。

为求生存，汽车制造商可在转型时刻到来前，提前采用以下策略：

►在2020年前增强EV/AV车辆产能，确保TaaS早期的市场份额抢占阶段时车辆供应充足。

►收购具有AV软件研发能力的公司

►注重降低车辆的每英里成本，减少运营成本，增加使用寿命。

►停止私家车上的资本投入和研发开支，重点发展TaaS车辆。比如，通过汽车架构模块化的方式，达到便于装配和维护，适用多种尺寸车辆的目的；采纳具有高里程利用率和使用寿命的车辆设计方案。

►与其他营收渠道合作或是开发新的营收来源，例如广告和娱乐，从而减少每英里的净成本。

►收购或研发TaaS平台，或者与TaaS平台进行合作。

►成为全球AV技术试验的先行者。

►在AV得到批准后，向城市大规模推出AV汽车，抢夺市场份额。

►引领本地的平台运营格局洗牌。

►利用现有的车主关系，从城市中心向外辐射到郊区和农村地区。

## » 2.3 石油行业的转型

TaaS转型对石油行业造成生存威胁。我们的研究表明，全球石油需求峰值将在2020年左右出现，达到每天1亿桶左右，到2030年，降至每天7000万桶（见图11）。如此大幅度的需求减少会对整个价值链产生连锁反应，对油田、管道和炼油厂造成系统性破坏。

我们发现市场尚未充分意识到TaaS转型会对石油产业造成的影响。上市石油公司当前的估值表明，股东仍然在私家车拥有量持续上升的假设前提下进行投资，并且预测未来几十年内，石油行业的营收和现金流仍将继续增长。

此部分将探讨TaaS转型对石油行业带来的冲击影响。

## 重新思考TaaS模式下的石油需求

### 方法

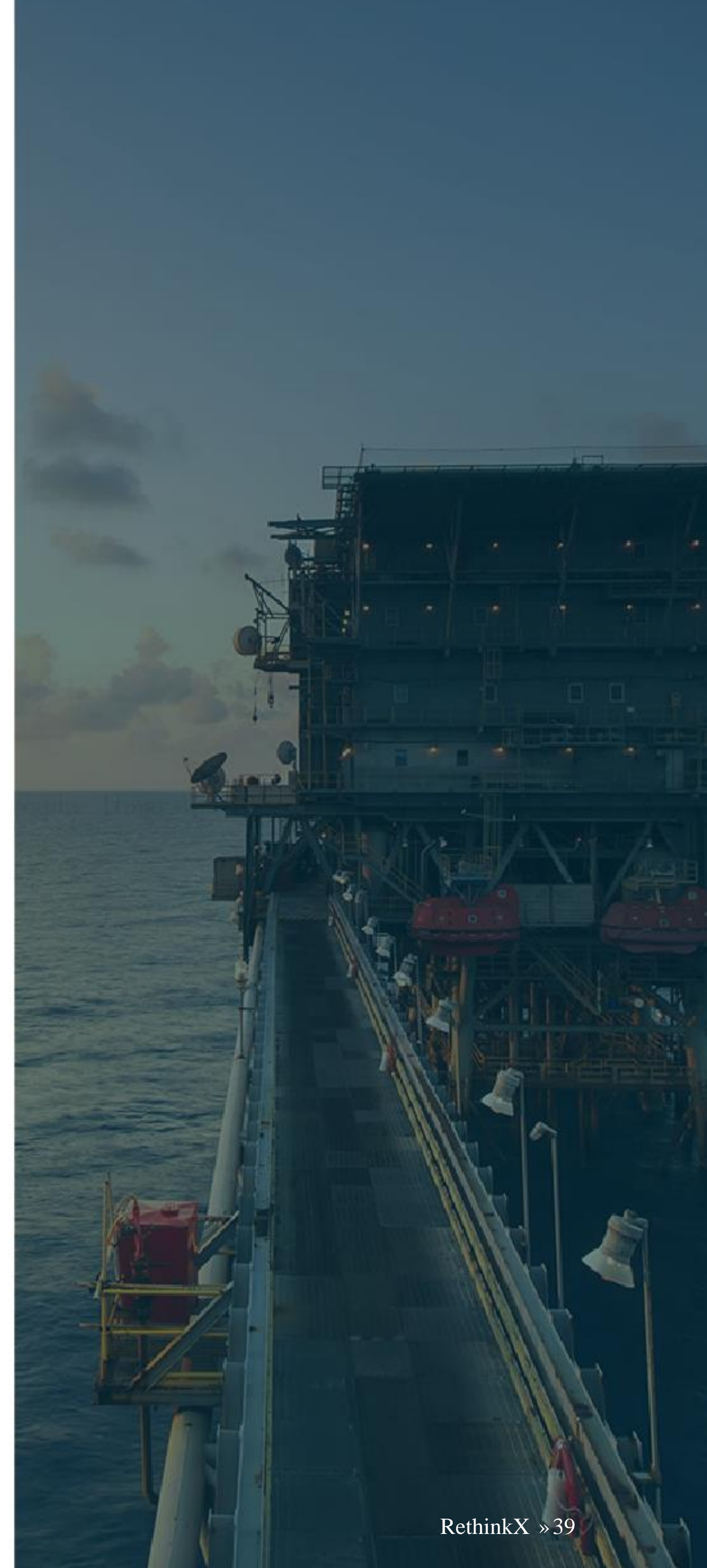
我们对TaaS转型所引发石油需求变化的分析，基于以下主要假设：

►美国汽车客运的石油需求。我们根据第1部分的采用率预测数据计算了当美国轻型汽车减少时的石油需求。

►货车运输行业受到冲击。自2021年起，美国的中型和重型车辆受到影响，我们判定相关石油需求出现每年5%的变动。

►从美国数据类推全球范围内的石油需求变化。我们推定美国石油需求的变化将在同年于欧洲和中国上演，世界其他地区的变化则可能延迟四年时间，以此估算全球石油需求的变化。

►其他渠道的石油需求如常（BAU）。根据能源信息署（EIA）的预测内容，我们判断交通部门其他途径及其他部门的石油需求保持不变。即，我们不会将航空或船运等交通部门途径的石油需求变化纳入到本文分析中。



## 全球货车运输的石油需求每天将减少700万桶

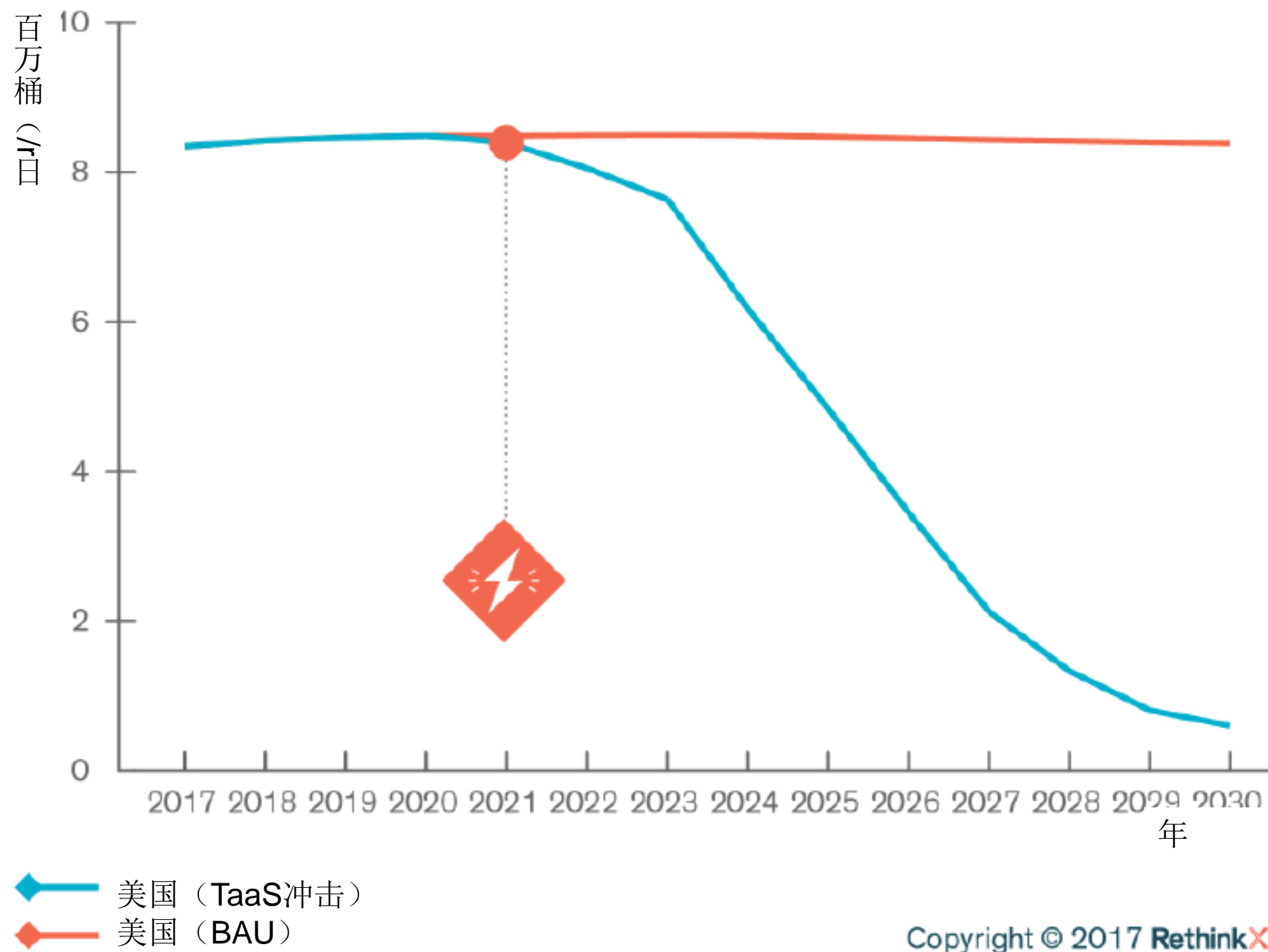
### 到2030年，美国公路客运的石油需求下降90%

以能源信息署的BAU预测为基准，我们的分析结果表明，美国汽车客运油耗将从2020年每天超800万桶，下降到2030年每天不足100万桶的水平。TaaS的转型将减少超700万桶的每日石油需求。这意味着美国90%的汽车客运市场石油需求将在10年内蒸发。

图 10. 美国轻型汽车的石油需求

来源：基于能源信息署数据的 BAU

#### » 美国轻型汽车石油需求量预测



汽车客运发生的改变同样适用于货车运输行业，因为A-EV货车将迅速推动人们转而使用TaaS。

在美国，劳动力和燃料占货车运营成本的69%。而A-EV货车将能以自动化技术取代人工驾驶，令维护和燃料成本实现大数量级的下降，使每英里的成本出现大规模减少。依靠货车车队开展业务的物流等行业公司将面临竞争压力，需要通过采用A-EV货车来降低运输成本。目前，货运业已经通过投入巨资的方式，将车队资产利用率提升了约50%。A-EV有可能还能在此基础上进一步提升利用率。关键点在于自动驾驶的货车每天运营时长不受监管限制，而根据法律规定，货车驾驶司机每天工作时长不得超过某个法定限制。与客运车辆一样，货车资产利用率的上升，将大大降低货车整个使用寿命周期中的每英里成本。因此，优化货车利用配置将成为公司存续的关键。

现有和初创公司已经证明了自动化货车技术的可行性。例如，自2015年来，戴姆勒公司已经公开在内华达州实现半自动化货车的运营。然而，变化往往来自现行参与公司之外。初创公司Otto由一位曾主导谷歌自动驾驶汽车项目（现在的Waymo）的工程师创立，在2016年为优步收购。

我们并不认为运输距离会是内燃机货车转变的障碍。美国运输部估计，一半以上的货物（按重量计）在美国的运输距离不到100英里，71%的货物运输少于250英里。这些运输距离正处于目前的A-EV运输能力范围内。而且，在下一个十年期内，A-EV货车的运输距离还将成倍增长。

中型或重型车辆占美国石油消费量的15%。根据能源信息署的BAU预测，预计在2020到2030年期间，美国中重型车辆减少50%，相应的A-EV替代车辆的石油消费量将从每天的300万桶减少到不足每天200万桶。全球货车运输每日对石油的需求下降560万桶。



## 全球石油需求峰值出现在2020年，达到每日1亿桶，到2030年，大幅跳水到每日约7000万桶

图11 交通的TaaS转型影响下的全球石油需求

来源：以美国能源信息署石油需求预测作为基准的作者计算结果

为了对全球石油需求加以分析，我们将美国本年度的轻、中型和重型车辆交通的石油需求变化率也看做是中国和欧洲同一年的状况，世界其他地区则适用延迟四年的美国变化状况。图11显示了该假定前提下的分析结论：全球石油需求将从2020年的每日1亿桶下降到2030年的每日7000万桶。就是说，全球石油总需求将在十年内减少约30%

### 对石油生产者的影响

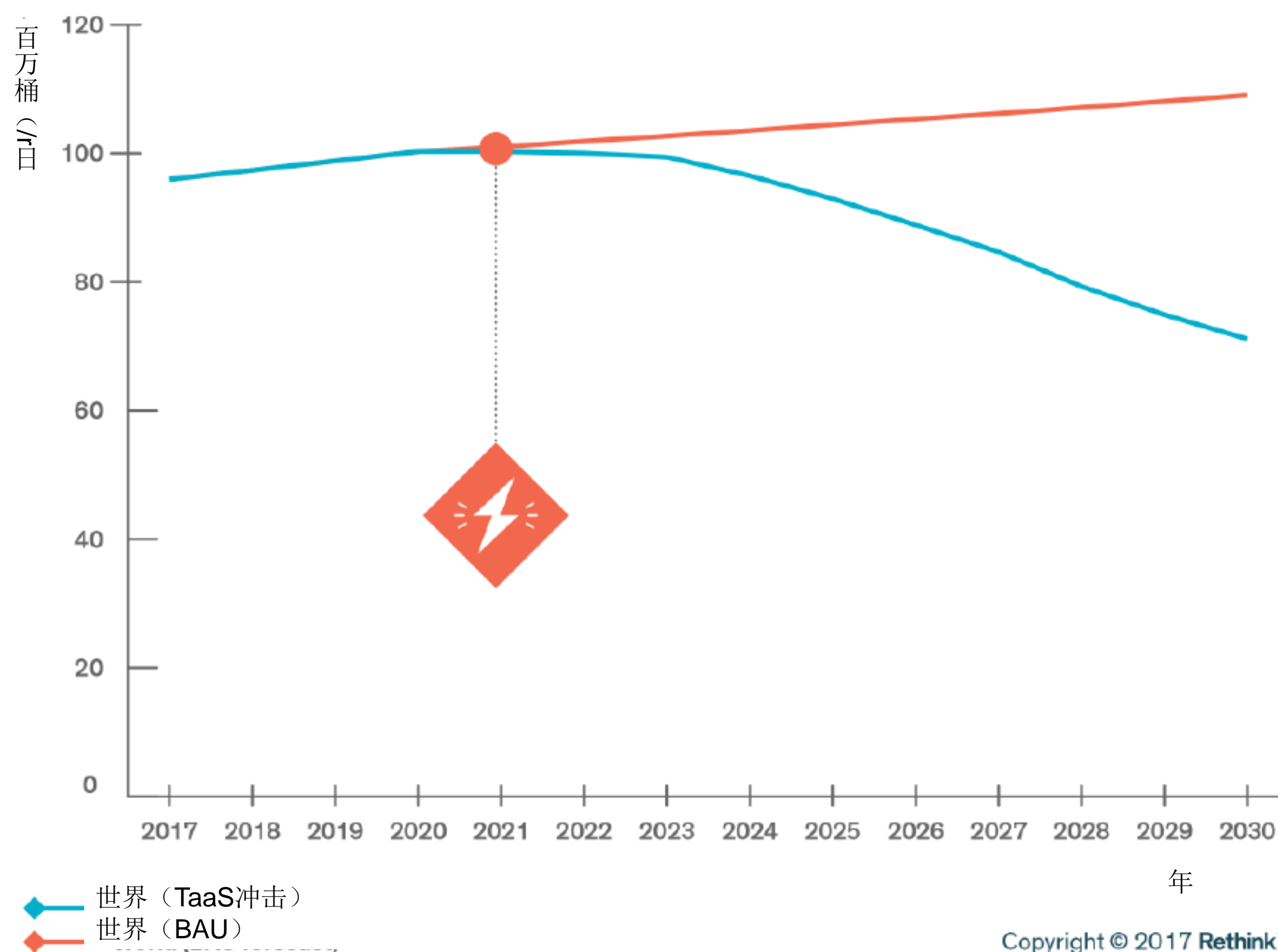
我们预测石油价值链的各方将受到以下三大关键性因素的冲击。

▶价格暴跌。2030年，低至25.4美元的每桶油价（bbl）将影响整个供应链，更重要的是上游部门高成本的生产商将会被迫出局。而那些为高成本油田而服务的基础设施也将受到低油价导致的营收下降之苦。

▶产量暴跌：低石油需求对整个石油供应链的影响分布不均衡。部分高成本的产油国家、公司和油田将发现在此情境下，他们的油产量将彻底消失。

▶需求构成的冲击。精炼石油产品需求的构成将产生显著变化，成为石油供应链另一个冲击性因素。平均来说，一家美国炼油厂能从每42加仑原油中生产19加仑的汽油，10到12加仑的柴油和4加仑的航空燃料，即每桶中约69%的原油用于汽油和柴油生产。因为全球市场上汽油和柴油的每日需求将减少3000万桶，原油生产对整个石油价值链的影响可能更为深远，更不均衡。这是因为石油市场相当复杂，简单的平均法不一定适用。全世界存在超过600家炼油厂，有超过150种不同的原油类型。这些炼油厂的复杂程度不一样，对于石油供应和燃料需求构成状况的变化适应能力也有所不同。由于汽油和柴油的需求下降，许多炼油厂很可能无法适应新的市场状况。

#### » 全球石油需求量预测



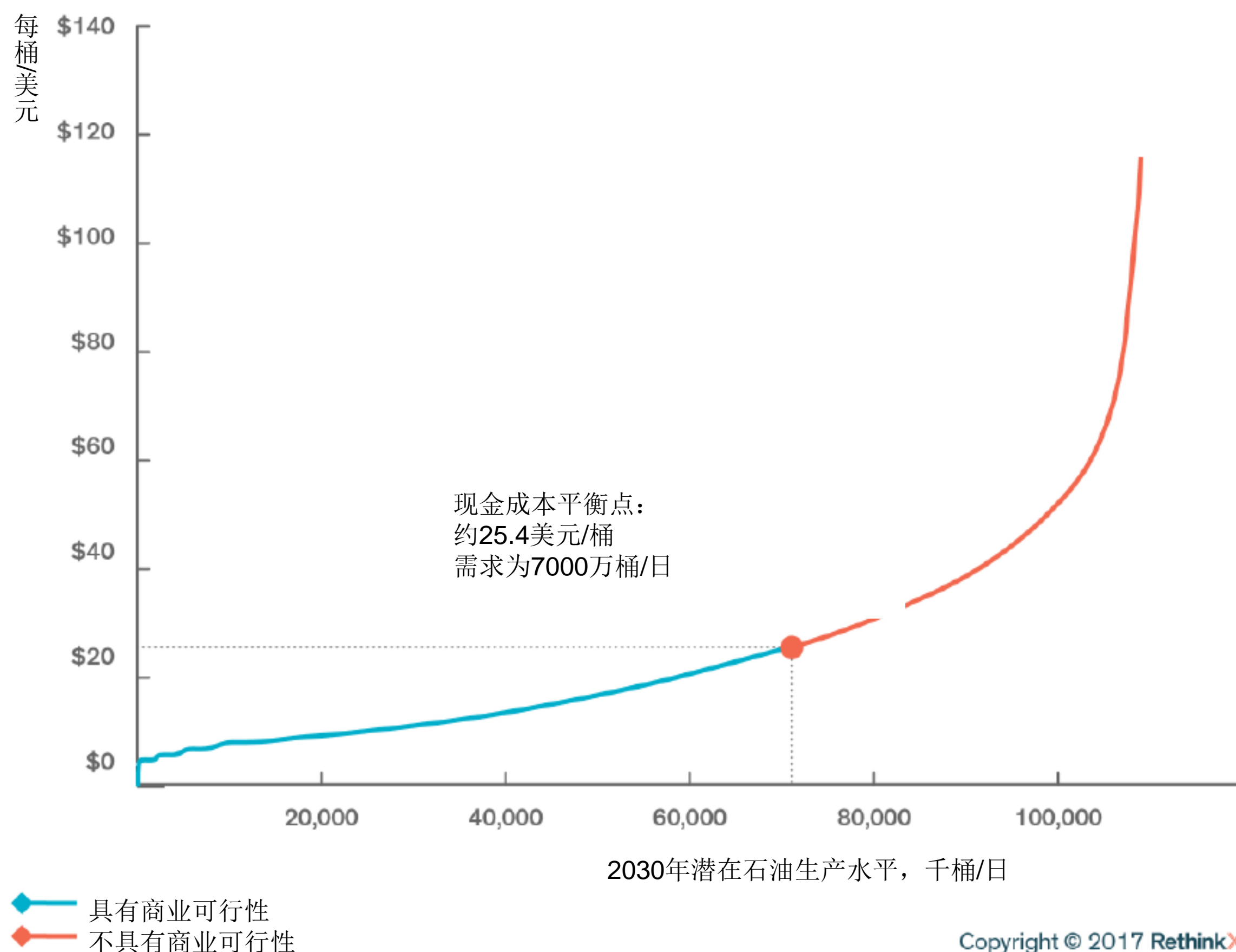
Copyright © 2017 RethinkX

难以顺利将产能转移到其他的石油“副产品”上，如喷气燃料、取暖油、沥青、石油化工品和煤油。炼油厂可能不得不停工，或争取大额投资，以便根据市场现状进行改造。一个新的炼油厂可能需要5-7年时间才能交付，建设成本高达180亿美元，而改造现有炼油厂可能只需要30亿美元。这意味着，在市场稳定前，3000万桶/日（占每桶油产出的69%）的汽油和柴油需求减少幅度，会对产量为4300万桶/日的石油价值链造成冲击。

图12. 2030年每桶石油生产的现金成本

来源：威雷斯塔能源公司的UCube数据库（Rystad Energy UCube）

### » 2030年全球石油供应现金成本曲线



### 油价下跌到每桶25美元及以下

基于需求情境、分析和威雷斯塔能源公司的数据，图12显示了2030年的石油现金成本平衡状况。假设2030年需求下降到7000万桶/日产量水平，市场将在现金成本25.4美元/桶处达到均衡状态。

经济规律决定了在一个竞争激烈的市场上，当石油需求下降到7000万桶/日的水平上，市场将生产7000万桶最低价石油。在我们的模型中，全球范围内生产成本高于7000万桶石油最低价的，都将无法顺利售出，因而不具备任何市场价值。这一影响意味着高成本石油将不会被开采出来，而相关的石油开采设备和基础设施（输油管、炼油厂）等也会被弃置，丧失价值。

### 石油价格的短期波动

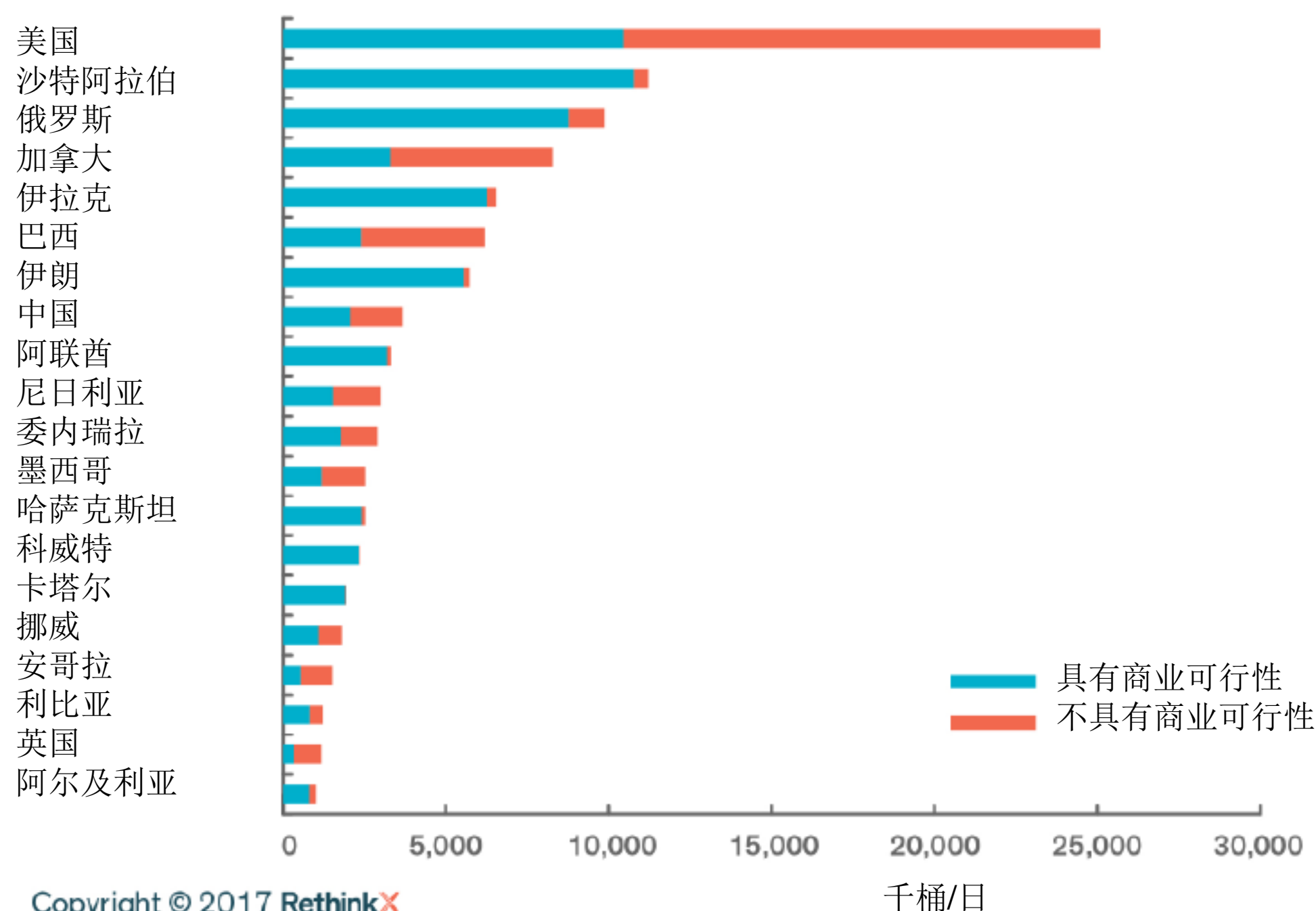
虽然在此报告中，我们的目的并不是预测油价，但我们可以推测交通部门的冲击在中期内将如何影响石油价格。在石油需求达到峰值的2020年前，我们可能会在短期内看到石油价格呈现高波动性，甚至达到峰值。有人担心短期内石油定价将有很大的不确定性，但随着TaaS在未来几年来逐步向冲击时刻迈进，公司和投资者逐步认识到这一趋势，我们预计勘探、生产、运输、炼油厂和配套基础设施方面的投资将逐渐减少。这可能导致全球石油市场在冲击爆发之前遭遇瓶颈，即短期内石油供应不足，油价飙升。此外，如果石油生产商在预测到冲击时集体决定将现金流最大化，则可能带来另一个油价峰值。石油生产商可能暂时决定对市场扣留200万桶石油。

在2014年和2015年期间的石油危机中，原油价格从2014年中期的115美元每桶暴跌到2015年初不足30美元/桶。此危机发生时，市场上石油供应量超过需求量200万桶/日。而我们预测到2030年石油需求量将下降3000万桶/日（比BAU估计数少4000万桶）。

在短期内，石油价格也可能出现过度矫正的情况，因为某些国家或公司可能期望石油需求在未来会有所恢复或是价格有所上涨，因而尽管无利润可图，它们仍然选择继续增产石油。

图 13. 2030年潜在石油生产量前20名国家，按商业可行程度划分  
来源：威雷斯塔能源公司的UCube数据库

» 2030年潜在石油生产量前20名国家，按商业可行程度划分



Copyright © 2017 RethinkX

国家石油公司可能继续进行不实用的投资，以至于短期内石油价格低于现金成本。

尽管在短期和中期时间内，油价呈现波动之势，我们对TaaS之于油价的长期影响抱有信心，认为每桶油价在长期内将回归边际成本。

## 油产量暴跌

### 对国家的影响

图13显示了，在我们的交通冲击模型中，2030年潜在石油生产量排名前20的国家各自无法售出的油产量。美国受油产量影响最大，将近1500万桶石油/日——占总量58%——无法以25.4美元的现金成本生产。同样的，加拿大、巴西、墨西哥、安哥拉和英国一半以上的石油产量也无法售出。然而，波斯湾国家基本不受油产量缩减的影响，95%及以上的石油产量仍能销售流通。到2030年，全球的石油生产相比目前的分布状况将进一步集中到俄罗斯和湾区国家。

我们的分析表明，不同国家受到交通业转型冲击的影响各不相同，个体国家受影响的程度取决于三个主要因素：

- 油产量跌幅——产油无法售出的比例（图13）
- 价格跌幅——对流通石油市场价格的影响（图12）
- 石油对经济的相对重要性（图14）

石油生产收入占美国GDP1%以下，占沙特阿拉伯和伊拉克GDP的40%。占伊朗、卡塔尔和阿联酋GDP约20%。

沙特阿拉伯、俄罗斯、伊拉克等国家具有较低的石油生产现金成本，将继续维持较高的产量水平，但仍然会受到低油价的影响，石油收入和利润率有所下降。鉴于这些国家对石油收入依赖度较高，因此油价的暴跌将对政府支出和经济增长产生严重影响。因此，无论如何，TaaS所带来的冲击均将对这些石油生产国造成重大影响。

### 个体石油公司所受影响：拥有高比例搁浅资产的大型石油公司

我们的分析表明，交通带来的冲击对石油公司造成的影响各不相同。影响程度取决于两大主要因素：价格和产量

即，当全球石油需求预计下降30%时，对于Saudi Aramco这样的公司，总资产组合中的搁浅资产比例仅为4%；对于Rosneft之类的公司，比重则将接近10%（图10）。

然而，埃克森美孚、壳牌和BP等公司的境况截然不同。在BAU假定下，这些公司将继续进行投资，因此40-50%的资产将面临搁浅困境。此外，剩下仍有商业可行的50-60%资产也将遭受持续市场低价的困扰，以致于公司营收和利润大幅跳水。

图 14. 石油收入占GDP比重

来源：世界银行世界发展指标，2017年1月25日访问

### » 2014年全球石油收入

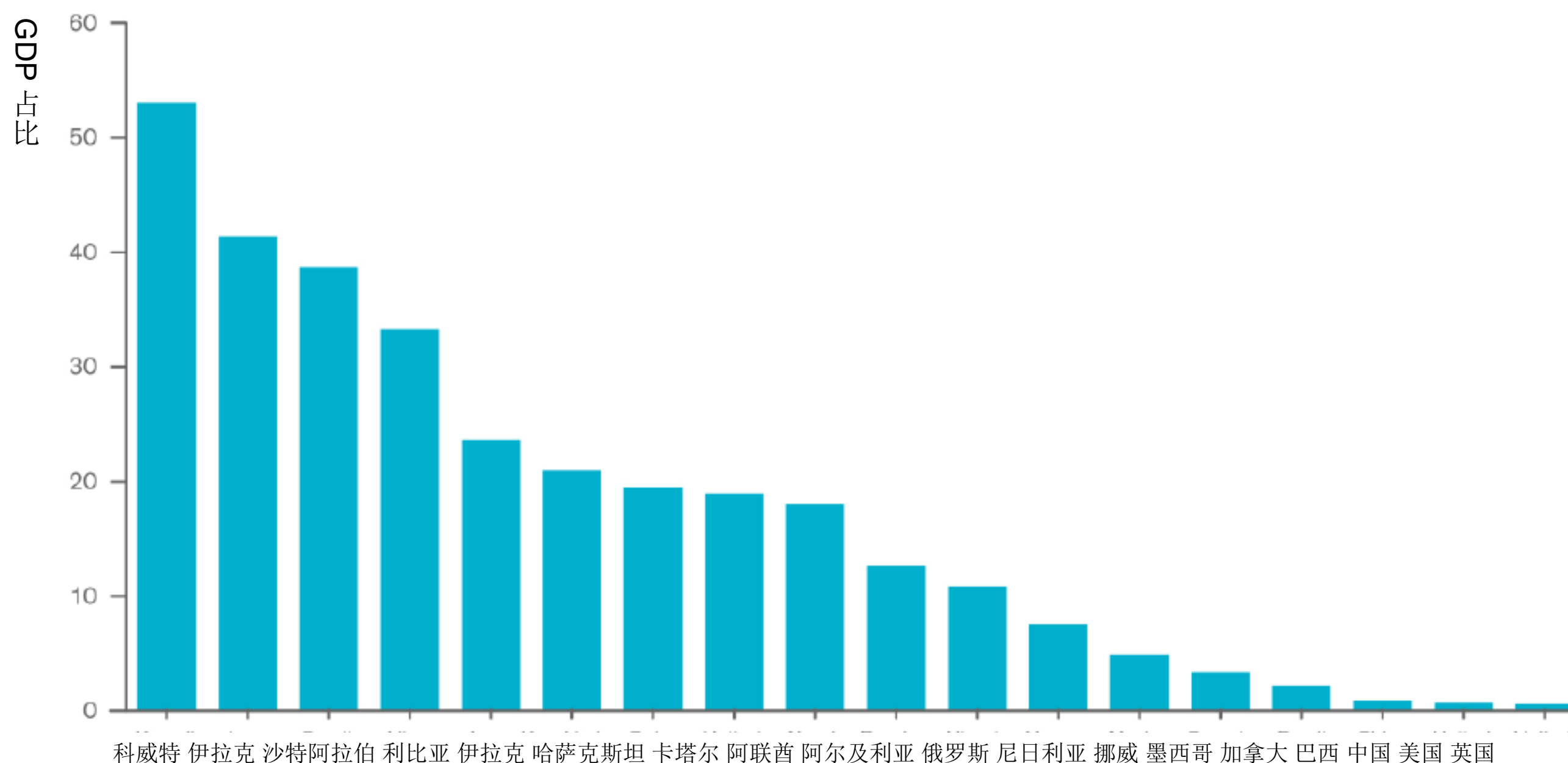
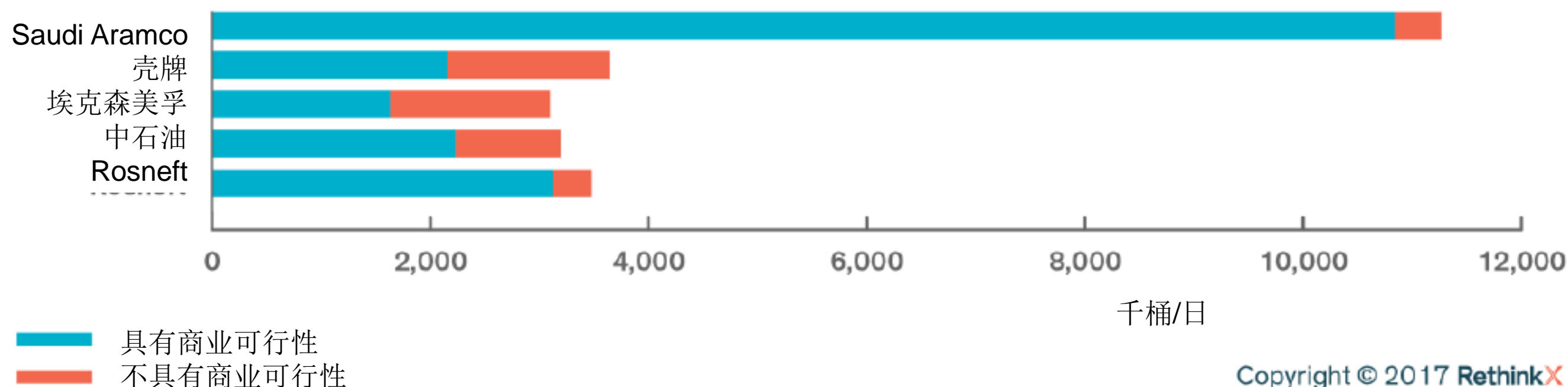


图15. 2030年潜在石油生产量排名前列的部分公司，按商业可行程度划分

来源：威雷斯塔能源公司的UCube数据库

### » 2030年潜在石油生产量排名前列的部分公司，按商业可行程度划分



## 对油田的影响：高成本的油田将停工

油产量冲击对各个国家的影响程度取决于该国的油田类型。以沙特阿拉伯为代表的波斯湾国家的石油主要产自低成本的大陆油田，基本不受油产量收缩的影响。而对那些以页岩油、油砂和海洋油田为主的国家而言，其相当高比例的石油不再具有商业可行性。在主流的BAU分析情境中，在2030年，页岩油和致密油可能占美国石油供应的70%以上。然而，在我们的交通冲击模型中，美国65%的石油不具有商业可行性。其他面临着大规模油产量冲击的国家和地区包括：北海（英国）、尼日利亚和挪威的海洋油田；委内瑞拉重质原油；加拿大油砂和美国页岩油田。

## 对基础设施的影响：输油管和炼油厂

不具备商业可行性油田相关的基础设施将遭受严重影响。主要观点如下：

► 达克塔输油管计划（DAPL）将搁浅，因为潜在巴肯页岩油的70%不具有商业可行性，无法盈利，否则造成输油管道产能过剩。由能源传输伙伴公司（Energy Transfer Partners）设计，旨在服务于DAPL计划的1,173英里长的管道能承担47万桶/日。在我们的模型中，即便没有DAPL，现有管道的输油能力也足以支持巴肯油田的产量。

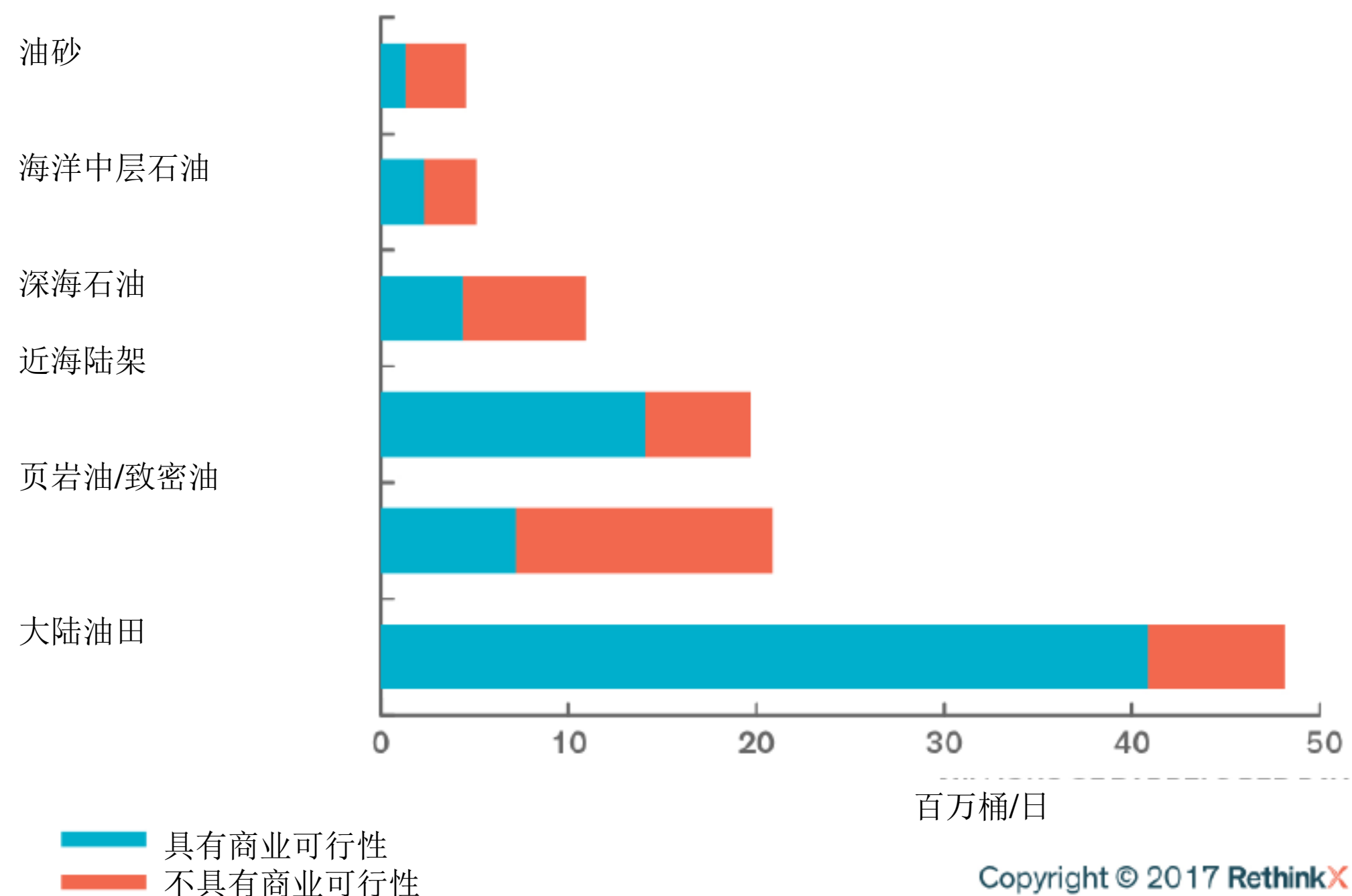
► 由于加拿大焦油砂造价高昂的项目将停工，基石XL输油管（Keystone XL Pipeline）也将搁浅。基石XL由TransCanda设计，用以将加拿大的焦油砂输送到墨西哥湾，在当地的炼油厂进行加工，然后出口到国际石油市场上去。在我们的模型中，基石XL输油管和墨西哥湾的油砂炼油厂都缺乏经济可行性。

► 不具备商业可行性、无法盈利的相关的油田、炼油企业或工厂必须接受耗资巨大的改造或不得不关厂停工。炼油厂通常用来处理特定品种的原油，不同类型的原油需要不同的处理方法。那些与搁浅油田相关或邻近的炼油厂将面临严重困难，要么被迫关闭，要么接受大规模改造工程。

图 16. 2030年潜在累积产液量，按供给部门和商业可行性划分

来源：威雷斯塔能源公司的UCube数据库

## » 2030年潜在累积产液量，按供给部门和商业可行性划分



## 案例11：油田实例

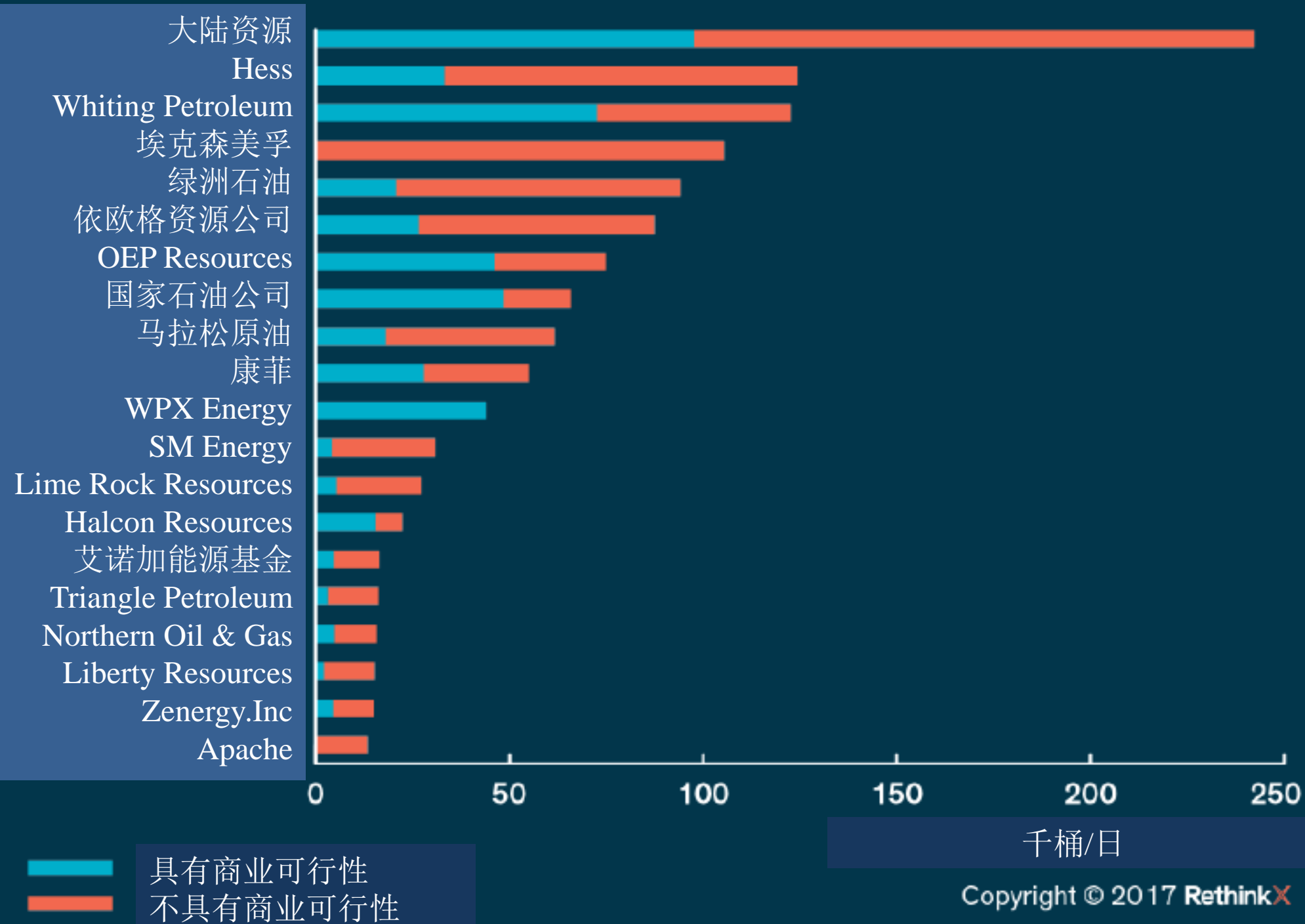
### 案例研究：巴肯油田

在7000万桶/日的需求假设下，2030年巴肯页岩油大约70%的潜在产量将被搁浅。我们的研究表明，埃克森美孚和Apache的巴肯油田将不再具有商业可行性（见图17），而其他的大生产商，如大陆资源（Continental Resources）和国家石油公司（Statoil）将分别遭受60%和25%的资产侵蚀。

图17. 2030年巴肯潜在石油产量排名前20名的生产商，按商业可行性划分

来源：威雷斯塔德公司的UCube数据库

#### » 2030年巴肯潜在石油产量排名前20名的生产商，按商业可行性划分



## 石油价值链内受影响的其他方面

### 专业工程/石油服务公司

高成本的油通常很难开采，需要在该领域拥有丰富专业知识的石油服务公司深度参与其中。这些公司一般面临着更大的风险，更容易被因需求冲击而搁浅的高成本项目所拖累。

### 运输行业

石油运输业必然受到石油产量下降的冲击，这将导致油轮运输能力过剩，价格骤降。反过来，又会诱发新油轮需求的减少，对整个运输工业价值链造成负面的连锁反应。

## 石油公司表现如何？

由于石油需求的减少，石油公司及整个石油供应链的其他公司几乎毫无回旋余地。鉴于行业冲击的速度，它们可采取的应对策略也极为有限。

冲击的过往历史和石油公司的具体行动显示，在大多数情况下，自我摧毁重建，抑或是转变业务重点并非是一个切实可行的选择。财务战略表明，资产销售或售出整个业务将是变现价值的最佳途径。然而，在市场低迷时期，找到合适的买家相当棘手，就像要在大萧条期间房地产泡沫破灭后出手一套房产那样困难。

当公司对冲击的态度从拒绝变成接受，石油公司将尝试使用多种方式实现价值最大化。根据我们的分析，今后将有越来越多的公司选择以下应对方式：

➤销售高成本资产。这些资产可能包括油田、炼油厂、石化装置和管道。为了应对不断变化的商业环境和低油价，壳牌已经承诺公司将在2016年至2018年期间出售价值300亿美元的石油和天然气资产。2017年初，该公司出售了其所拥有的一半北海石油和天然气资产、泰国的海洋天然气田和加拿大油砂项目。

➤销售公司。在市场意识到冲击的规模之前，一些石油公司可能会自我推销，以实现价值的最大化。例如，Saudi Aramco可能筹集1000亿美元，将公司估值为2万亿美元，这将使它成为历史上最大的IPO公司。将公司出售或上市，从而“把钱从桌子上拿到手上”的时机十分短暂。但只有该销售行为是面向私人或政府实体时，“一般持有人”才可能受益。如果公司是出售给另一家上市公司的，那么一般持有人仍将面临业务风险。

➤将它们的业务分割为石油相关资产和其他资产（化工、塑料、天然气），以确保“积极”的业务不会因“消极”业务的负债和问题受到影响。电力行业已经采取了这一措施，如RWE和EON分化成了化石燃料和核业务为主的“消极公司”，和具有“积极”增长潜能的清洁能源公司。

➤如果石油公司发现自己无法顺利出售石油资产，那么它们可能会专注于通过缩减业务来最大化现金流。公司将销记或减记高成本资产、削减资本支出和日常费用，尽可能地摆脱大笔负债，最好的方法是向不知情的纳税人转嫁（见下文）。埃克森承认，它可能不得不减记多达46亿桶的北美储油，这将会是其历史上“最大规模的会计准备金修订”。


➤要努力克服政府行为和规则俘获（regulatory capture）的影响。无论是把注意力集中在政策上，还是集中在规则上，抑或是集中在补贴上，想以此来减慢发展速度或者创造新的发展动力，这样的行为都会阻碍AV和EV技术的进步，而这些技术本是Taas的关键推动力。要求得高速发展，就要认清政府方面与石油行业方面之间关系的此消彼长。另外，石油行业还将向公共舆论方面做出投资，以此来对抗公众对自动驾驶技术的接纳趋势。我们身处一个后真相政治（post-truth politics）的时代，因此可以预见，未来将会源源不断地出现谎言、虚假新闻、让人恐惧、疑虑或是怀疑的消息，以及种种伪科学，凡此种种都是试图控制大众对AV技术的认知的行为。

## 产值不断下降的情况中的债务问题

投资者，雇员以及纳税人都应注意到该战略的潜在风险，需要充分理解石油公司的潜在债务，其中也包括我们在此处讨论的价值评估中的或有负债。在产量暴跌前可能会出现价值破坏的情况。以煤炭工业为例，煤炭产量达到峰值后，由于行业债务状况的影响而仅仅出现了轻微下跌，但是整个行业市场价值却几乎受到了毁灭性打击。

债务方面，包括对以下现金流的潜在索赔：

- 债权人
- 工人—退休金债务，医保债务以及裁员成本
- 对其他团体实体的抵押
- 租赁支付义务
- 无论是否提货均需付款的义务
- 清理资产的成本—停运成本，油井及其他设备的搬迁储存



》第3部分：  
影响规划交通运输行业  
的未来



# 概述

在第3部分中，我们将探究TaaS冲击在社会、经济、环境和地缘政治方面的影响。另外，我们还将探讨其在道路交通系统内可能产生的作用，并明确指出TaaS给国家、企业、消费者和社会群体所分别带来的正面和负面效应。

## 主要结论

- 》 美国家庭可支配收入提升。TaaS的采用每年将为消费者带来巨额的成本节约。截止到2030年，所节约的成本合计每年将提高美国家庭1万亿美元的可支配收入。
- 》 **GDP增长**。生产效率提高带来1万亿美元新增价值，进而大幅推高GDP。
- 》 **冲击石油行业**。石油产量和价格的降低将对能源安全、军费开支和地区稳定性带来地缘政治方面的影响。
- 》 **环境、健康和社会方面的好处**。以TaaS为核心的客运道路交通系统可有效降低二氧化碳排放，缓解空气污染、提高公众健康水平、提高材料使用效率、大幅提高出行效率并显著减少因缺乏交通出行工具造成的社会不公平现象。
- 》 **减少CO<sub>2</sub>排放量**。TaaS车辆在使用寿命内的二氧化碳排放量比私家内燃机汽车低出整整一个数量级。
- 》 **司机工作岗位**。TaaS会造成大量司机工作岗位消失，由此产生的收入损失合计将高达2000亿美元。
- 》 **新行业**。作为价值高达数万亿美元的新行业，TaaS所创造出的财富量将堪比甚至高于个人计算机、互联网和移动电话蓬勃发展时期所创造的财富。

## 政策建议：

为了充分保障TaaS发展所带来的各项好处，并最大程度降低其不良影响，我们有几条政策方向的建议可供参考，其中包括：

- 》 允许对无人驾驶电动车进行测试和使用。
- 》 针对乘客数据所有权及隐私权和车辆网络安全建立行业标准。
- 》 启动开放数据计划，让市政道路和交通信息可以共享给公众和企业。
- 》 鼓励开放式的技术开发生态系统，让全球的企业都能开发并使用开源软件和硬件，以及开放式的数据、地图、人工智能技术和开放的技术教育，以便更好地发展TaaS平台、无人驾驶汽车和电动车。这些开放计划将有助于降低TaaS产品开发和市场进入的壁垒，从而可以有效防止大型的TaaS提供商掌握垄断定价权，并保证单位里程成本的降低能够切实的传递给各个市场上的消费者。
- 》 针对不再使用的交通基础设施、停车场和道路两侧停车位制定再利用规划策略。
- 》 放松监管尺度，允许将不再使用的商业停车场转型为社会和生产使用，例如廉价房屋、共享办公区、艺术工作室、保姆房、学生公寓或无电梯公寓等。
- 》 对于因新形势而失去工作的工人（包括但不限于司机，以及石油和内燃机汽车等受冲击行业内的工人等），应当做好准备并立法尽量弱化负面影响，例如为这一人群提供社保、经济和医疗方面的安全保障，以及提供再就业培训等。
- 》 投资开展公众教育活动，宣传TaaS在经济、社会、公众健康和环保方面的好处，并培养公众的对TaaS的接受度和信任度。

## » 3.1 简介

TaaS很可能在全球范围内引起一场颠覆道路交通运输系统的竞赛。实际上，在一系列经济和社会因素的推动下，即便没有TaaS的影响，高新技术企业、电池制造商以及无人驾驶电动车领域的其他关键参与者也早已摩拳擦掌。美国及其他国家地区的政策制定者早已开始制定恰当的政策来推动社会向新出行体系过渡。

商业化无人驾驶电动车的潜在影响、TaaS在道路交通及整体经济运行中的采用，以及TaaS在经济、环境和社会层面的影响，能否透彻地理解这三方面是立法和负面影响弱化政策制定的关键前提。图18中汇总了无人驾驶电动车和TaaS的主要潜在影响。

在整体社会层面，TaaS所带来的冲击其实还有着更为广泛的潜在影响。在本节中，我们将着重介绍其社会和经济影响、环境影响以及地缘政治影响，还会探讨政策制定者手头有哪些措施可以使用。

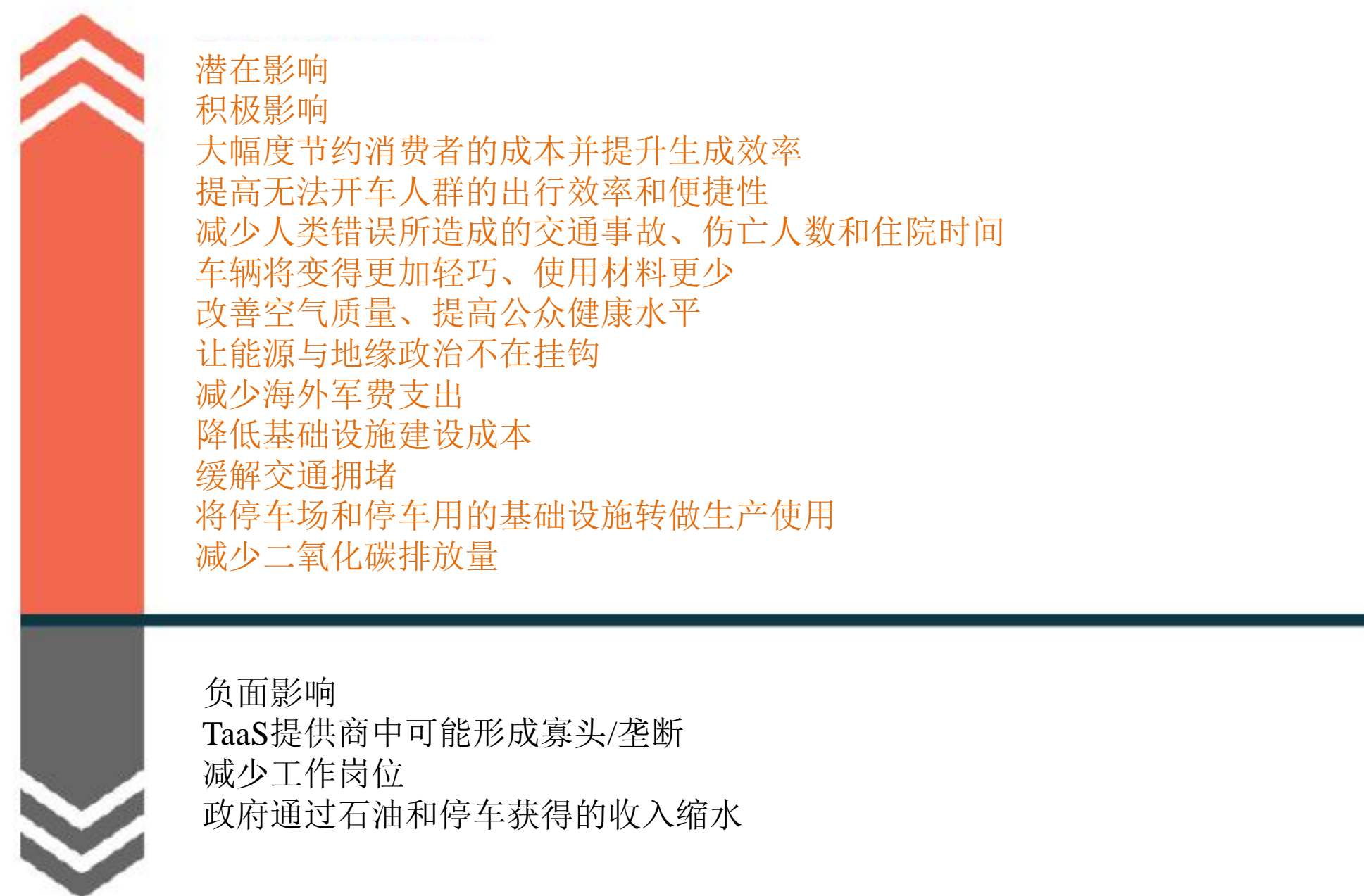
### 政策制定者的选择范围

在行业向TaaS过渡的过程中，有很多选择亟待政策制定者做出，而选择的方向直接决定了过渡速度的快慢。他们可以选择领导技术革新，加快过渡速度，也可以选择对抗冲击的到来，迫使社会禁锢在高成本交通的基础架构中。

- » TaaS的支持者在未来可以受益于新交通系统所带来的积极影响，并会制定支持性的法律体系、规划新的基础设施建设并弱化冲击的负面影响。
- » 而反对方则可能会把TaaS的负面影响当作反对借口，转而继续投资建设高成本基础设施，并宣传抵制无人驾驶电动车和TaaS的广泛采用。

图 18TaaS的潜在影响

### » 潜在影响



## » 3.2 社会和经济影响

截止到2030年，美国家庭年均可支配收入总计可提高1万亿美元。

TaaS的普及可以明显节省美国家庭的生活开支。根据我们的模型估计，全美国在个人交通出行方面的成本节约能够让家庭可支配收入合计提高超过1万亿美元（见图7）。在目前，每个美国家庭年均需要支出9,000美元的收入用于交通出行。而如果采用了TaaS模式，每年每个家庭将能够节约5,600美元左右的支出。

TaaS的冲击可能会给整体经济造成巨大影响。一方面，家庭可支配收入的提升可以刺激消费，并在整个经济体系内给就业增长带来积极作用。另一方面，TaaS会造成受冲击行业内工作岗位减少。

### *截止到2030年，因TaaS所节省下的驾驶时间可推动GDP增长1万亿美元*

在今天，美国人每年花费在汽车上的时间累计大概有1400亿个小时。每辆车上平均有1.5名乘客，按此计算每年浪费在驾驶上的时间就是870亿小时。如果从此美国人不用再花时间开车去上班或上学，那么截止到2030年，其将可推动GDP增长5000亿美元，达到2.3万亿美元。

补充说明：2016年美国的GDP总额为18.56万亿美元。GDP的增长能够让整个美国收益，而不仅仅是交通运输这一个行业。因此，这一潜在的GDP贡献将很可能会鼓励政策制定者全力支持TaaS的采用。其最关键的一点在于，TaaS有推动生产效率大幅提高的潜能。上文的计算结果只是表面上的指标，其根本作用在于展现出TaaS究竟能给美国经济带来多大幅度的生产率提高。

### *驾驶员工作岗位的减少会造成2000亿美元的收入降低，但与此同时新的工作岗位也会出现*

自动驾驶技术的出现会让驾驶员工作失去存在的意义。目前，美国的汽车工业整体直接雇佣员工数量为125万人，间接雇佣员工725万人。

自动驾驶汽车在未来可能造成全国范围内5百万个工作岗位消失（其中包括350万个卡车司机），这个数字占到了全美国劳工人数的3%。与此同时，由电动自动驾驶车辆提供服务的共享交通出行系统则将会创造出大量新的工作岗位。假设5百万个消失的驾驶工作岗位年均工资为40,000美元，折算下来就相当于全国收入减少总计2000亿美元。

对于这一点，政策制定者要有所准备，并尽量出台政策缓解工作岗位丢失造成的负面影响，例如为失业的工人（包括但不限于司机和受冲击的石油和内燃机汽车行业的工人）提供社保、经济和医疗方面的安全保障，以及再就业培训等救助手段。（有关这方面的内容将在RethinkX未来的报告中专门阐述）。

### *提高出行效率和便捷性*

#### 提高出行效率

为公众出行提供服务是道路交通系统的重要职能之一。如果能通过TaaS车辆按需提供上门接送出行服务，则将极大地提高无法驾驶车辆、暂时无力购买车辆（包括依靠固定收入或收入极不稳定的人群）人群的出行效率。这一方面的影响对于美国尤其显著，因为美国城市扩张速度过快、公共交通基础设施的密度过低，因此有一大部分人口依赖于驾车出行。

### *方便通勤及公共服务的使用*

与公共交通相比，TaaS具有衔接程度更高、出行时间更短这两大优势，同时其成本又低于驾驶私家车。在美国，居民区到最近的公共交通站点的平均距离要高于欧洲，因此TaaS在减少出行时间方面的优势更加明显。同时，出行速度的提高以及价格的降低还能保证所有人都能够方便地就业和使用医疗及教育服务。

## » 3.3 环境影响

TaaS将给地区和全球的环境带来积极影响，但同时也可能产生负面作用。下面我们着重说一下最主要的问题。

### *轻型车辆的二氧化碳排放量减少90%*

使用电动无人驾驶车辆和共享个人交通出行系统在环保方面的最大好处之一，就是能够减少二氧化碳排放量。目前在美国，交通运输领域的二氧化碳排放量占总排放量的26%，其中的三分之二来自于轻型车辆的燃油燃烧。因此，新的交通运输系统有助于美国兑现其气候改善承诺。

我们的模型显示，截止到2030年，TaaS冲击能够将轻型车辆道路运输造成的二氧化碳排放量降低90%以上（基于BAU的预测）。

### 以BAU的预测结果为依据计算，美国的用电需求量将增长18%

无人驾驶电动车的充电将提高用电需求量。我们的估计显示，到2030年，TaaS模式下的无人驾驶电动车车队每年需要使用7330亿kWh的电力。这个数字相当于到2030年美国用电总需求量比现在增长18%，该数字的比较基准为美国能源信息署在“一切正常”假设下的预测结果（见图19）。虽然无人驾驶电动车在美国用电需求量中的占比相对较小，但扩张无人驾驶电动车车队规模所造成的用电需求量增长却占到了总增长量的四分之三。我们要注意的一点是，需求量（kWh）的增长并不意味着需要扩大现有基础设施的容量（kW）。因为现在的电力系统是根据峰值需求量建造的，没有考虑使用效率问题。因此，我们认为如果只在非用电峰值时间段将无人驾驶电动车接入充电，那么现有的基础设施完全能够容纳18%的需求量增长，不需要实质性投资更新基础设施。

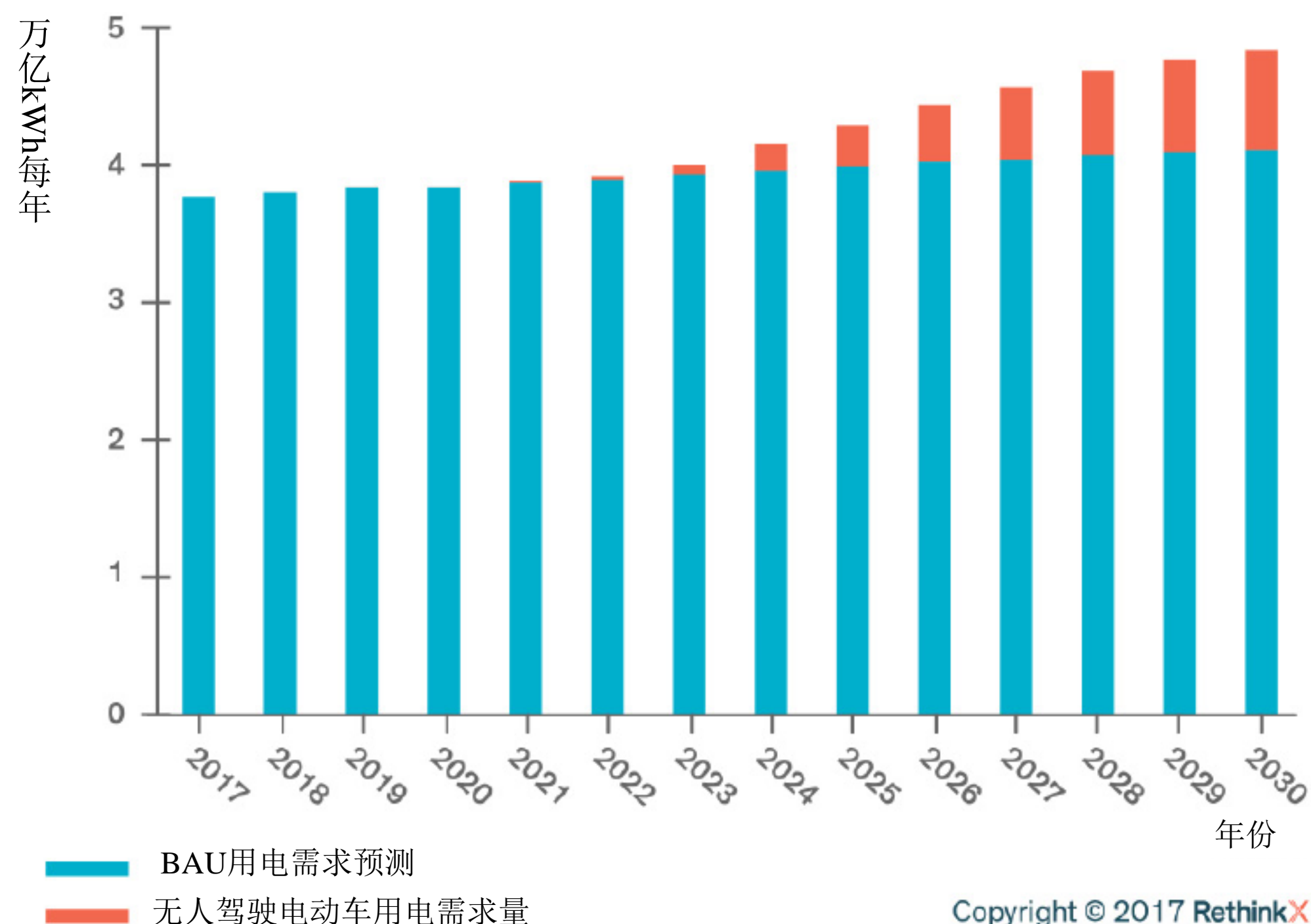
### 以BAU的预测为基准，美国交通运输行业的能源需求将降低80%

根据BAU预测，目前所有内燃机汽车的能源消耗总量约为12.9千万亿英国热量单位，相比之下，TaaS汽车只需要使用2.5千万亿英国热量单位的能源。也就是说，无人驾驶电动车能够将道路运输的能源需求量降低80%。因此我们要注意到，虽然用电需求量将增长18%，但总能源需求量会下降80%。而造成这一点的原因是无人驾驶电动车的能源使用效率远远高于内燃机汽车。从内燃机汽车过渡到无人驾驶电动车将形成美国有史以来最大的二氧化碳排放量降低幅度。到2030年，美国完全过渡到清洁能源网后，整个道路交通系统将基本从此告别二氧化碳排放。

图 19 无人驾驶电动车在美国用电需求总量中的占比，单位为kWh每年

资料来源：作者依据美国能源信息署数据计算的结果

### » TaaS占美国总用电需求量比例



### 无人驾驶电动车的单位里程二氧化碳排放量远低于内燃机汽车

有一个广为流传的说法称，无人驾驶电动车在生产过程中排放的温室气体要多于内燃机汽车。但如果将生产过程中的气体排放量均摊到车辆使用寿命内的单位里程上，情况就大大不同了。

无人驾驶电动车在温室气体排放方面的优势有三个层面：生产、尾气和车辆生命周期内总排放，其中包括车辆回收与废弃处理过程。

如前文所述，如果无人驾驶电动车的电池生产使用可再生能源提供动力，那么其尾气排放量将为零。在生命周期方面，无人驾驶电动车的排放量比内燃机汽车少50%左右。该数据来自于对美国2015年售出电动车的调研结果。

从生产角度说，无人驾驶电动车的排放水平似乎确实更高一些：一项研究显示，生产一辆电动车的排放量比生产一辆内燃机汽车要高出15-68%，其中主要是生产锂离子电池时的二氧化碳排放。<sup>124</sup>其他研究也提供过类似的结论。但是，这两者比较时所采用的下面几项假设还需要进一步推敲：

》 “电动车和内燃机汽车的行驶里程数相等。” 这一条假设其实站不住脚。拿TaaS模式下运行的无人驾驶电动车与私家车模式下的内燃机汽车对比可以发现，无人驾驶电动车的使用寿命为500,000英里，相当于内燃机汽车的2.5倍。在考虑了使用寿命内的里程数之后，无人驾驶电动车生产期间的单位里程排放量就比内燃机汽车低了33-54%。截止到2030年，无人驾驶电动车的使用寿命将达到一百万英里，从而单位里程排放量将会进一步降低。

》 “制造锂离子电池所需的能源和资源量是恒定的”。这一假设没有考虑制造锂离子电池的生产成本会大幅下降。实际上锂离子电池的生产成本在过去24年内一直保持着每年16%的下降速度。电池生产商一直在研究如何降低既定单位（kWh）能源储存量所需的制造资源和能源。

因此，生产无人驾驶电动车电池产生留下的能源足迹已经得到了显著的改善，而且还将继续以指数型的速度进步。

》 “制造商制造电池时还是会使用有污染的能源”。特速乐已建成的全球最大规模电池厂目前的生产规模已经达到了35GWh，公司已经宣布将100%采用太阳能和风能等清洁能源为工厂提供能源。因此特速乐生产的汽车的碳足迹显然不同于比亚迪等厂商生产的电动车，因为这类厂商使用的能源主要为煤电。Apple也曾承诺其供应链将100%使用可再生能源，同时其数据中心目前已经开始100%使用可再生能源运行。假如Apple也进入无人驾驶电动车市场，那么其生产的电动车的碳足迹将接近于零。

在考虑了上述所有因素后，我们预计TaaS无人驾驶电动车的单位里程碳足迹会比内燃机汽车低出一个数量级 - 而这个数字在可见的未来还将继续提升。

### *新的交通运输体系将改善地区空气质量和公众健康水平*

无人驾驶电动车的普及将减少汽车的总数量并提高驾驶效率，从而可缓解拥堵，并改善汽油燃烧所造成的当地空气污染。如果所有汽车都换为电动车，则将彻底消除空气污染。汽车尾气造成的空气污染对人类健康存在不良影响，尤其是在大城市。从全球角度看，每年有3百万人因为户外空气污染死亡。在世界经合组织国家，

每年因户外空气污染造成的过早死亡和疾病会带来1.7万亿美元的经济损失，而欧洲因空气污染造成过早死亡引起的经济损失预计占到了GDP的1%以上。而这些损失中的一半都要归罪于道路运输。因此，尽快普及无人驾驶电动车并减少路上的车辆数量将极大地改善公众健康水平和生活质量。

### *新的交通运输系统每年在全球可拯救120万生命*

根据世界卫生组织的调查，2015年全球共有125万人死于交通事故。除此之外，每年有多达5000万人因交通事故受到非致命伤，生活质量受到严重影响并承受着后续的经济损失。无人驾驶汽车相比人类驾驶会安全得多，因此可以有效减少道路交通事故。

### *汽车制造业使用的材料和资源将显著减少*

无人驾驶电动车的使用还将对资源和材料的使用效率带来积极的影响。其中最显著的因素有三点：

》 每辆车所使用的材料减少。电动车传动系统的零件数量明显少于内燃机汽车：电动车传动系统的活动零件数量仅有20个，而内燃机汽车则有多达2,000多个。

» 新车产量减少造成制造材料使用量减少。

» 材料浪费的减少将刺激汽车制造商为了生存把业绩指标从销售量改为单位里程成本。如上文阐述，汽车制造商能否在冲击后生存下来，完全取决于其是否能够制造出使用寿命长、运营成本低的车辆。这也就意味着它们会尽力优化并减少汽车制造和使用过程中的资源浪费，例如在设计汽车框架时尽量使用可互换且可回收的零部件等。

除此之外，随着交通事故率开始实质性下降，我们预计各原始设备制造商将开始采用更加轻质的材料，因为目前材料和功能使用都是着眼于今天的故事率进行设计的，在未来将不再有必要（参见第2部分）。

## » 3.4 地缘政治影响

下面，我们来分析两大主要的地缘政治影响：石油需求量减少和油价降低对产油国、地区稳定性以及美国能源安全的影响；锂在无人驾驶电动车世界中的地缘政治意义。

### 石油地缘政治

*需求量减少和价格下降将给石油净出口国造成重创*

在高度依赖石油出口的地区，石油需求量的减少和石油价格的降低将营造出不稳定的政治环境，从而让世界政治力量的平衡出现变化。随着油价降低，很多油田将会停产，同时低油价还会影响继续出产石油国家的收入水平。相比经济多元化且资金储备丰富的国家，单纯依赖石油出口的国家所受到的冲击将会更加严重。而石油净进口国则会受益于进口价格的降低，以及对石油出口国依赖程度的降低。

预计可能受到冲击影响最大的石油净出口国家包括：委内瑞拉、尼日利亚、沙特阿拉伯和俄罗斯。在近期的石油危机期间，委内瑞拉和尼日利亚因为金融安全网不够充分，因此受到了严重的社会和经济压力。<sup>136</sup>相比之下，沙特阿拉伯可观的金融储备在很大程度上缓解了低油价的冲击，同时，俄罗斯尽管同时还受到预算削减和经济衰退程度加深的影响，但遭受低油价的冲击也不大。

*产油国面临政治动荡*

随着石油市场持续下行，我们预计部分产油国将因为负债增长、社会福利支出减少以及贫困和社会不公而面临政治动荡局面。对于石油工业衰退最严重的国家，其政治不稳定程度可能会最高。

*能源安全将不再是美国外交政策的关键因素之一*

到2030年，TaaS的冲击将让美国的每日石油需求量大幅减少8百万桶以上。在2015年，美国每日的石油净进口量为470万桶（进口940万桶，出口470万桶）。石油市场和价值链的国际化意味着石油出口国也可以进口石油技术、产品和服务。所以说，除非石油需求量完全为零，否则石油能源独立这个概念是不成立的。然而，虽然美国在未来也会有很大一部分的石油资产遭到搁置，但国家整体将在2030年以前从数学角度上完全不再依赖于石油进口。能源安全在美国的外交政策和军事政策中将不再是关键的因素。石油工业崩塌所引发的政治动荡在短期内会给美国造成严重的地缘政治影响。但考虑到美国的能源安全从此不再属于国家首要战略地缘政治问题之列，美国的所有外交政策和军事政策都需要重新制定。

### 锂的地缘政治意义

*供应危机亟待解决*

目前，电动车的生产和设计存在几项关键的资源要求，其中包括锂、镍、钴和镉。锂离子电池是目前电动车的最关键构成部分。考虑到电动车制造对这些材料的爆炸性需求，如何确认材料供应方面的风险和不确定因素，并寻找解决策略对于行业的未来至关重要。

## 锂的地缘政治意义完全不同于石油的地缘政治意义

锂属于材料存货，在电动车行业只有制造电池时需要，而石油则是保证内燃机汽车运转的燃料。锂的稀缺性只会影响到新车的生产。没有了锂，就类似于无法再生产新的引擎，实际并不影响已有的车辆继续工作。而石油对于现有车辆的运转则至关重要，因此，石油在价值链中的重要性远高于锂。如果没有了石油，已有的车辆马上就会停止工作，这一点在1973年到1979年的石油危机中已经得到了印证。因此，在短期内，锂供应的地缘政治意义并不如当今的石油重要，甚至完全不能跟石油类比。

### 锂离子电池制造的供给限制因素较少

与石油储量类似，锂的储量也集中在少数几个国家。同时锂的生产也高度集中。目前四大主要制造商控制了85%的供应量（Sociedad Quimica y Minera de Chile、FMC Corp、Talison以及 Albemarle Corporation）。

锂离子电池中的实际锂含量只有2%，所以锂离子电池这个名字有些名不副实。锂的成本并不是锂离子电池的主要制造成本：其实实际只占制造成本的4%左右（原先为2%，但近期锂的价格出现了上涨）。近年来，锂离子电池的成本已经累计下降了70%，而同期锂的现货价格却已经上涨了一倍多。我们的研究显示只要提前做出充分的使用规划，锂的矿物储量完全足够满足所有电池需求量。

锂生产的主要受制因素是开采矿产，以及建设精炼厂产能所需的时间较长（3-5年），原材料本身并不存在短缺。

### 锂离子电池可以使用替代矿物制造

锂离子电池的种类有很多，所以完全可以根据特定的需求使用不同的矿物进行制造。每种不同的电池都可以采用不同的化学搭配和材料实现不同的使用目的。举例来说，智能手机提供商设计的电池能够快速充电，但使用寿命较短，因为智能手机一般使用两到三年就会更换。而用于家庭、企业或电网储电的静态网络存储设备，其提供商会倾向于设计使用寿命较长的锂电池（例如20到30年）。而对于需要“超级”提速能力的高级跑车，其电池设计就要求电压越高越好，而市内的公交车对提速能力没有要求，因此可以使用不同的化学搭配。

特斯乐的车辆使用锂镍钴铝氧化物（NCA）电池，而比亚迪的大巴车则使用磷酸锂铁（ $\text{LiFePO}_4$ ，也称为LFP）电池。<sup>147</sup>比亚迪同时还使用LFP电池为其电动车和混合动力电动车提供动力。这些车并不需要特斯乐Model S这么强大的提速能力，但比亚迪的电池质保期长达30年，而特斯乐的质保期仅有8年。

作为最常见的锂离子电池，镍锰钴（NMC）电池的主要构成内容并不是

锂，而是一系列其他材料，其中包括钴、锰和铝等。在2015年，电池工业的需求量占到了全球钴需求总量的41%。同时几乎所有（94%）的钴供应都是镍或铜开采的副产品。这两项矿物的开采主要集中在冲突不断的刚果共和国，这里垄断了全球60%的供应量。未来短期内，新开采的矿区可以让全球当前的产量从94000吨提高35%。生产量有限外加国际需求量的提高造成2016年钴的价格暴涨了50%。目前在全球，大约有68%的锂离子电池使用钴制造，其中22%为LFP，20%为LMO（锂锰氧化物）。其中，后者主要用于消费设备。要解决钴的供给危机方法有两种，其一是修改钴在电池阴极中的平衡量，其二是使用不需要钴的磷酸铁锂电池来代替。

中国出产的电动车电池中约有80%为LFP。特斯乐于近期宣布，公司将优先从北美采购原材料供应内华达超级工厂的使用，同时还将修改电池内的化学搭配来缓解材料供应危机。

### 锂的矿物供应危机完全可以通过循环利用来解决

退役的无人驾驶电动车上的锂电池可以回收拆解生产新电池或作其他二次利用，例如公用设施、家庭和企业的储电设备。锂电池即便从道路交通领域退役后，仍然能够保有原先80%的储电能力。



## » 附录A、附录B及尾注



# » 附录 A

## 成本方法

### 简介

成本是影响经济决策的最重要因素。成本差异的大小将是决定消费者选择TaaS还是私家内燃机汽车的关键要素。本节我们将对报告中各项假设的依据进行介绍。

### 购置成本分析

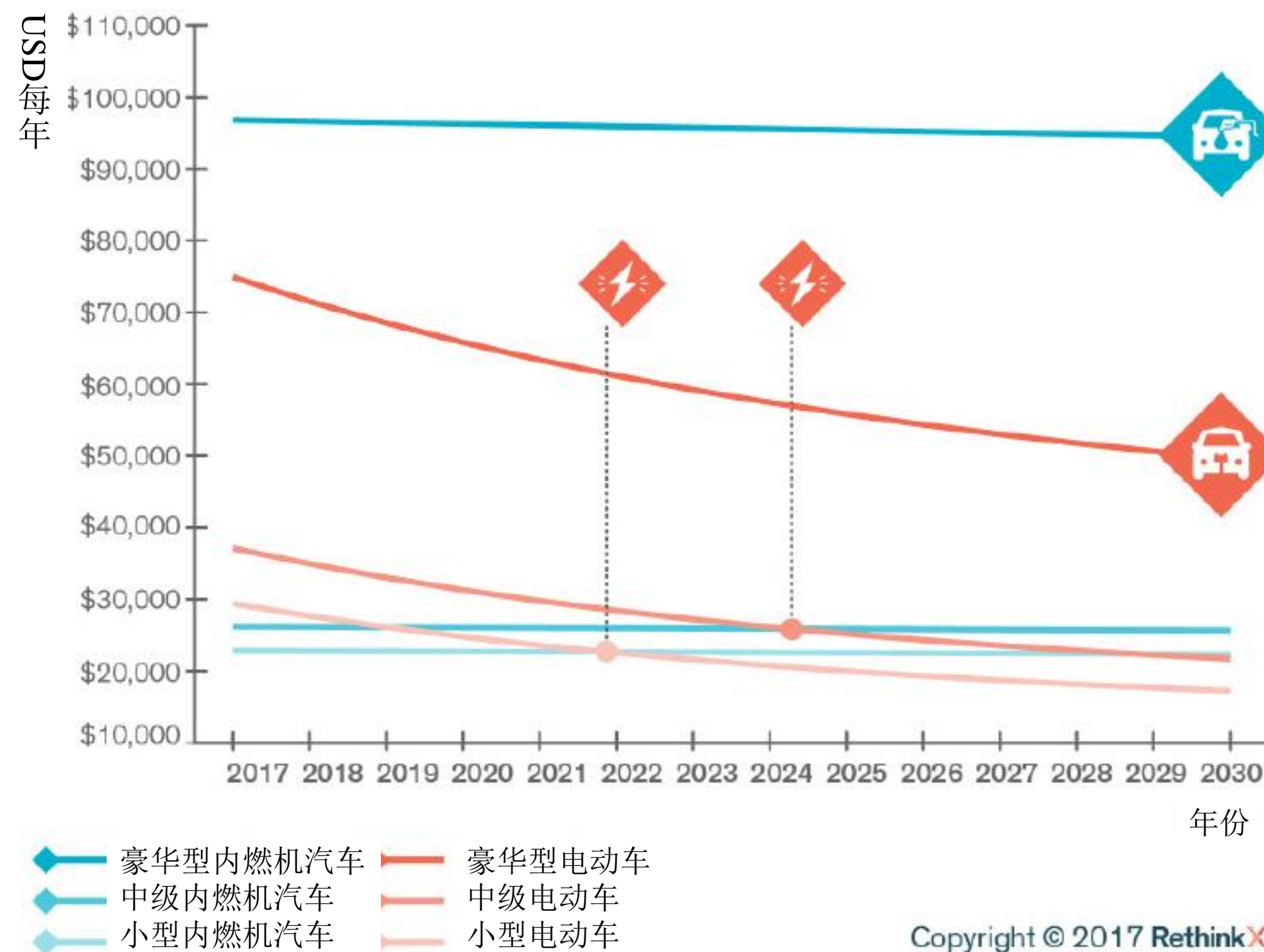
在对新车购置成本进行建模时（见图20），我们采用了下面的方法：

- » 车辆类型。我们的分析使用了下面三种类别中分别最畅销的车型：小型车、中级车及豪华车。内燃机汽车方面分别为本田思域、丰田凯美瑞以及梅赛德斯S级。电动车方面我们使用了日产聆风、雪佛兰Bolt以及特斯拉的Model S。我们的分析采用这些车型作为基准。
- » 调整。对于电动车，我们假设到2020年，由于当前车辆电池尺寸加大（如有必要），且电池功率密度提高，车辆的续航里程可达到250英里。另一项在电动车方面的重要调整，是自2017年起，假设电池成本为200美元/kWh。
- » 成本预测。我们使用上述车型来代表同类的车辆，并将车辆细分成了主要的零部件，同时分别对其应用成本曲线，曲线取值到2030年。成本分析的依据是行业数据以及与相关专家的讨论结果。

图 20 电动车和汽油车截止到2030年的购置成本比较

资料来源：作者的计算结果、Edmunds、Tony Seba和美国能源部

### » 内燃机汽车 vs 电动车购置成本时间分摊



对于TaaS的无人驾驶电动车，我们将制造和经销利润率降低到了8%。降低原因是考虑到车辆生产的商业化（更类似于电子装配行业）、品牌价值降低，以及车队经营方直接通过原始设备制造商购买车辆造成经销链缩短（详细内容请见第2部分）这三项因素。<sup>158</sup>

## 折旧和财务成本

TaaS车辆（均为无人驾驶电动车）的折旧计算方式采用车辆购置成本除以使用寿命内的行驶里程数（计算依据见下方）。购置成本要素的说明请见前文的注释以及图20；在本节我们主要讨论车辆使用寿命。如我们报告所示，TaaS和私家车之间有几项主要的区别会影响折旧的处理，其中车辆使用寿命内的行驶里程数是关键的区别因素。

### 车辆使用寿命

车辆的使用寿命不是非黑即白的绝对概念，一辆车如果到了继续修理不如报废划算的程度就宣告使用寿命结束，而每辆车在这期间的的时间跨度和行驶里程数区别很大。通过更换个别零件可以延长车辆的使用寿命，但到最后，更换零件的成本会超过购置新车或二手车的成本，即不再有经济意义。

我们的分析中将无人驾驶电动车的关键组成要素分成了四大类：动力传动系统和电池、车身和内饰、耗材（例如刹车片），以及动力电子设备和传感器。

我们对这些组成要素进行研究时分析了车辆的潜在使用寿命情况，以及不同更换周期的影响。我们假设在冲击时点时，所有的零部件都是可以更换的，更换成本已经包含在保养成本的假设内容中。

### 使用寿命分析

在分析过程中，我们发现限制使用寿命的因素主要是车辆的电池；因此模型假设车辆在电池储电能力老化到原先80%<sup>159</sup>时宣告使用寿命结束，此后不再考虑寿命结束的无人驾驶电动车的任何价值。

但是，这种一笔勾销的假设方式在多个方面均嫌保守。因为从实际角度看，车辆的很多零部件在车辆报废后仍然在其他领域存在价值，例如可用用作其他无人驾驶电动车的保养备件等。此外，报废车辆的电池也许还可用来加入电网储电，而且从更长远的角度看，我们预计电池可以像刹车片一样变成可更换的耗材。

由于车辆的老化在多个方面与时间息息相关，因此车辆使用率的提高有助于降低成本：单位时间段内行驶里程增加可以降低车辆，以及电池和车身等车辆组成部件的老化率。这方面的影响在于，只要利用率能进一步提高（即提高到40%以上），就可以进一步降低单位里程的成本。

我们的一项主要发现就是，截止到2021年，无人驾驶电动车的最大行驶里程可达到500,000英里。这一数字比同年内燃机汽车寿命内最高行驶里程数的估计值高出了2.5倍（200,000）。下面，我们将对这项假设的依据进行阐述。

**动力系统。**我们应当注意到，无人驾驶电动车的动力系统比内燃机汽车要简单得多：无人驾驶电动车只有20个可运动零件，而内燃机汽车有高达2,000个可运动零件。除此之外，无人驾驶电动车的动力系统工作环境远比内燃机汽车温和，环境的

热量和振动程度都要低得多，而且相互接触的零件数量也少得多。因此，无人驾驶电动车的老化速率要低得多，其老化主要是运动零件相互接触，彼此磨损，或零件产生的热量所造成的。由于电动车的零件数量较少，因此其装配也更加简单廉价，零件更换难度也大大好于内燃机汽车。综合这些因素，电动车技术从根本就更具有更优秀的持续性，同时从经济角度也更具竞争力。

**电池。**锂离子电池中可以采用的化学搭配方式多种多样，每种作用都有不同的属性，可以适用于不同的使用目的。下面我们着重介绍其中三种：

**镍钴铝（NCA）或镍锰钴（NMC）：**特速乐的车辆就采用了这种化学搭配。其具有很高的功率系数，可以实现更快的提速水平。能源密度越高，则每kg的续航里程就越大。但其负面影响是使用寿命内允许的充电周期次数会比较少。

**磷酸铁锂：**主要用于大巴、卡车及其他车辆。其成本略低，使用寿命内允许的充电周期次数较多。但这种组合的功率系数较低 - 所以提速能力较差。其能源密度较低，因此每kg的续航里程较少。

我们假设TaaS拼车市场所使用的较大型车辆均采用磷酸铁锂电池或NCA/NMC电池，而小型车辆则使用NCA/NMC，当然两个领域内的技术发展随时可能改变这一假设。性能（提速）不是TaaS车辆的关键因素。

时间和使用都会造成电池的老化。对于使用率比较高的车队，我们不认为时间是造成电池材料老化的主要因素，所以本次分析主要侧重于使用。电池在使用方面的指标采用充电周期进行衡量。

我们通过500名特斯拉Model S的车主（合计行驶里程约为1200万英里）收集到的真实数据显示，车辆在行驶到50,000英里后，电池老化程度仅有5%，100,000英里后约为8%。加利福尼亚的一家早期出行即服务创业公司Tesloop目前正采用特斯拉的Model S和Model X为客户提供服务，据该公司介绍，其车辆电池在行驶里程超过200,000英里后老化程度仅有6%。特斯拉的CEO伊隆·马斯克曾表示，特斯拉的电池模拟测试显示车辆在行驶超过500,000英里后电池老化程度不到20%。

因此，我们相信磷酸铁锂电池目前可以保证2500-3000次有效充电周期，<sup>165</sup>而且这一水平一定可以保持到2021年，即我们的模型中使用的年份。假定单次续航里程为200英里，那么整体使用寿命内的行驶里程可达到500,000-600,000英里。我们的模型还假设充电周期次数到2030年将可以提高到5,000次，这一估计可能较为保守。

NCA/NMC电池的使用寿命预计相对较短。但是，实测数据显示NCA/NMC电池的寿命要远远高于预期水平。相关数据为初步数据，暂时无法深入展开。下面，我们开始考虑单位里程成本模型对电池使用寿命的敏感度。

我们将通过3个不同的场景假设来探讨TaaS单位里程成本数字对电池使用寿命的敏感度。首先，假设电池寿命为500k。

英里，不需要更换电池。第二，假设电池寿命为300k英里，需要更换一次，车辆总使用寿命提高到600k英里（假设电池是我们模型中限制车辆使用寿命的首要因素，其他零部件均可达到此里程数）。第三，假设电池寿命为200k英里，在600k英里的总使用寿命内需要更换2次。对于电池寿命为500k英里和300k英里的情况，单位里程成本不受影响；车辆寿命延长到600k英里可以抵消电池成本的增加。而对于电池寿命200k英里的情况，TaaS模式下单位车辆里程的成本将增长1美分。我们不认为这一幅度的增长会对新模式采用速度方面的结论产生实质性的改变。

电池充电周期分析的数据基础是假设电池续航里程为250英里，耗电量80%。

发动机。发动机早已是成熟技术产物，对于发动机在其他高利用率环境下的使用寿命，我们掌握有可信数据。电动车发动机可在不进行保养维护（或轻度保养）的情况下持续使用不低于500,000英里。因此，我们不认为发动机会是模型中的主要限制因素。

车身和内饰。车身所受的主要影响是外界腐蚀。腐蚀的影响作用主要与时间有关，与行驶里程关系不大。环境条件也会影响腐蚀程度，但是根据内燃机汽车几十年的使用经验来看，无人驾驶电动车的车身使用寿命可以远远超过5年，甚至达到模型在2030年预测的9年。车身只需要轻度的更换和保养，因此不会成为限制使用寿命的因素。

对于内饰方面，我们调查了飞机、大巴和火车的内饰更换周期作为参考，发现内饰更换成本很低，我们已将其囊括在了维护成本当中。根据Exova Defiance Test Facility对Proterra电动大巴进行的耐久性测试显示，车辆在行驶超过750,000英里后，“车身或其他系统的零件均未受到任何损坏，其中包括底盘、电池组和车架、车窗和车门。”

耗材。刹车、轮胎、车灯、传感器及其他耗材的修理或更换均非常简单，我们已经在建模时将其纳入到了保养成本的考虑范围内。当前的私家车商业模式会刺激制造商限定车辆的报废和零件更换时间；而TaaS模式则恰恰相反。

举例来说，电动大巴和卡车中使用的反馈制动系统已经成功将刹车的保养成本压缩到极低（甚至无需保养）的水平，而刹车也是内燃机汽车上更换最为频繁的零件之一。

动力电子设备和计算机。计算机的使用寿命主要受时间影响，与行驶里程数关系不大。我们假设计算机在硬件层面能够持续使用达到无人驾驶电动车的估计寿命5年/500,000英里。软件方面我们假设可以通过无线网络保持更新。在这一方面，我们的假设与折旧计算中使用的3年标准计算机更新周期有所不同，因为折旧计算主要考虑的是车辆报废和零件的定期更换。

结论。总结来说，我们认为在2021年前，车辆的使用寿命估计值采用500,000英里较为保守。除了电池之外，我们认为车辆其他部分的使用寿命能够大大超出500,000英里。我们对电池使用寿命的敏感度分析显示，更换电池给TaaS模式所新增的成本很少甚至完全不会新增成本，因为更换电池能够相应地延长车辆整体的使用寿命。此外，我们还假设车辆的使用寿命能够以每年8%的速率提升，从而在2030年前可达到总体1百万英里的使用寿命。

## 计算折旧

无人驾驶电动车相对内燃机汽车在折旧成本方面的优势是TaaS模式成本低于私家内燃机汽车的最主要原因。车辆的购置成本可以通过消费者所承担的单位里程成本以折旧费的形式回收。折旧费的处理与私家车模式的购置成本处理之所以不同有多方面的原因（见结论汇总12）。TaaS提供商可以将车辆的购置成本均摊到车辆使用寿命内的全部行驶里程上。

计算方式为：

折旧 = 购置成本 ÷ 车辆使用寿命内的预期行驶里程数

这一计算方式与私家车模式的折旧计算完全不同，对于私家车模式，折旧的金额取决于车辆残值的计算，其中需要考虑车辆保有期限内价值的减少（见结论汇总12）。考虑到私家车的车主很少能将车辆保留到使用寿命结束，因此使用寿命内的行驶里程数对于私家车折旧的计算没有意义。

## 结论汇总12：内燃机汽车和无人驾驶电动车折旧的计算

### 私家车折旧（包括内燃机汽车、电动车和无人驾驶车）

私家车一般会在经济年限到达之前被售出。此处我们默认车主会在车辆达到经济年限之前将车辆出售；<sup>173</sup>很少有车主会将车辆保留到使用寿命终结，而且还有很多车辆属于租赁性质。在折旧分析中，我们采用了租赁财务模型作为分析依据，并使用标准的3年租期作为分析基准。

私家车的折旧是指车辆价值在保有期内的变化程度。内燃机汽车会在经济期限达到之前被出售这一假设说明车辆在出售之时仍然存在一定的残值。因此，折旧的计算就是车辆保有期内价值的减少，即购车时车辆的价值与残值之差。

车辆使用寿命内的行驶里程数不作为私家车折旧的计算依据。在私家车市场，车辆使用寿命内的行驶里程数不会考虑到拥有成本当中。因此使用寿命内行驶里程数不作为折旧计算的依据；大部分私家车主（及租赁公司）主要考虑的是车辆在一定期限后降低的价值。

私家车折旧的单位里程成本计算方式为车辆减少价值除以保有期内车辆行驶的里程数（根据我们的分析，按新车计算为33,900英里，3年折旧期）。

使用寿命较长的电动车不适用于私家车市场。无人驾驶电动车或普通电动车的使用寿命为500,000英里，等同于私家车44年的使用寿命，截止到这一年限车辆早已报废。这一结算结果更加印证了我们的假设：使用寿命内行驶里程数这一计算方式不适用于私家车的折旧。

### TaaS车队的无人驾驶电动车折旧

TaaS提供商将在无人驾驶电动车的完整使用寿命内保有车辆。如果提供商向彼此出售车辆，出售价值将以车辆剩余使用寿命里程数为计算依据。

高使用率造成车辆使用年限较短。我们估计无人驾驶电动车的在5年内的行驶里程数可达到500,000英里。

出于会计目的，我们的模型中假设无人驾驶电动车在使用5年后没有残值剩余。模型保守估计5年（500,000英里）后车辆将完全报废，剩余零件无法回收再利用。

考虑到这些因素，TaaS模式的折旧计算需要以车辆使用寿命内的单位里程成本为基准。由于无人驾驶电动车5年期满时不考虑残值（且不考虑在使用寿命内出售车辆），因此私家车的折旧方法不适用。所以，我们认为使用单位里程为指标处理TaaS车辆的成本折旧是比较合理的计算方式。

我们还假设TaaS提供商会将购置成本平均分摊到车辆使用寿命内行驶的里程数上。这样一来折旧成本就会大幅下降。

如此一来，TaaS模式下车辆单位里程的折旧费用较低的原因就比较清晰了：车辆使用寿命（按英里数计算）成为了计算中的最关键要素。（见结论汇总12）。同时这一点也是电动车技术相比内燃机汽车具有巨大优势的原因：截止至2021年电动车的使用寿命内行驶里程数可达到500,000英里，而内燃机汽车仅有200,000英里。事实上，在车辆使用寿命较长的情况下，即便车辆的购置成本上涨速率低于我们的预期，其折旧成本也不会出现明显的变化。

而对于使用TaaS服务的消费者来说，折旧仅仅是全部成本的一小部分（单位里程购置成本的1/500,000）。在结论汇总12中详细解释了TaaS单位里程折旧成本较低的原因，以及使用不同会计处理方式的原因。

## 财务费用

财务成本主要取决于时间；车辆使用率越高，则说明资金效率越高，同时单位里程的财务成本越低。财务费用需要在车辆保有期内按年或按月计算；因为TaaS车辆在任意期限内的行驶里程数均为私家车的10倍，因此单位里程的财务成本会低出10倍。在比较分析中，我们采用了通用方法处理私家内燃机汽车的财务成本，不考虑车辆是租赁还是现金购买的，因为现金购买还会存在资金机会成本的问题。

## 保养成本

车辆的使用寿命、购置成本和保养成本彼此存在紧密的关联。对于内燃机汽车，这几项因素之间存在着此消彼涨的关系：如果产品的制造较为牢固，则使用时间会较长，维护成本也会较低，但购置成本会升高。内燃机汽车同样存在有一条随车辆使用寿命而延长的保养成本曲线。

但这几项因素对于无人驾驶电动车的影响则不同。如前文所讨论，无人驾驶电动车具有较长的使用寿命和较低的保养成本。根据我们对无人驾驶电动车使用寿命内维护成本的分析，其成本相当于内燃机汽车的20%。<sup>175</sup>

这一估计同样比较保守。通过使用频次较高的电动大巴和卡车得来的相关数据显示，在由下至上的保养成本分析中，较低的成本数字是合理的。除此之外，“汽车行业冲击”还会造成车辆制造工艺的模块化，以及可替换零部件的普及，还会通过自动化的保养流程消除人工成本，从而压低保养成本。另外，车辆耗材从此可以按照无人驾驶电动车的全使用寿命为标准进行设计。

这些维护方面的优势与内燃机汽车存在着本质的不同。内燃机汽车的经销体系高度依赖于从售后服务到保养的营收流。相比之下，TaaS行业则采用单位里程成本作为关键成本指标。对于能够达到

最高使用寿命内行驶里程数同时保证最低成本的制造企业，市场会给予其相应奖励。而其他企业将无法与之抗衡。

在私家内燃机汽车的单位里程成本分析中，我们采用了两种保养处理方式（见图2）。对于新车，我们取购买后前三年的平均保养成本（以便匹配折旧的处理方式）。对于已有的车辆，我们在如图2所示中计算私家内燃机汽车的使用成本时，选用了200,000英里全使用寿命保养成本来计算单位里程的平均成本。

## 保险

与TaaS价值链的其他部分相同，保险市场也将改用单位里程成本作为指标，而不再采用年保费模式。我们预计，相比由驾驶员控制的内燃机汽车，无人驾驶电动车的保费会低出90%。这一结果来源于我们对保险成本两大核心要素的分析结果：1) 盗抢险；2) 责任险、伤亡险和车损险。

## 盗抢

虽然无人驾驶电动车有可能被黑客远程控制并开走，但总体来说车辆通过这一方式被盗的风险很低。考虑到无人驾驶电动车都会

安装摄像头、GPS、振动传感器以及十多个定位传感器，所以对车辆的警报和跟踪都能够快速、自动执行，找回车辆也会相对容易。事实上，通过今天的技术已经能够实现94%的被盗车辆找回比率。所以，随着数字自动化技术的发展，以及有效网络安全战略的成熟，各种最初存在的盗抢风险都会逐渐消失。<sup>177</sup>例如，通过加密、身份验证和AI技术可以检测到不符合自动数字技术的异常现象，并在确认威胁存在后阻止入侵行为。<sup>178</sup>正如计算机系统安全进步的历史所示，我们预期盗抢险将逐渐退出车辆保险的范围。

## 责任险、伤亡险和车损险

根据当今的安全数据显示，无人驾驶电动车造成的事故数量比内燃机汽车将少90%以上。<sup>179</sup>其原因是94%的内燃机汽车事故都是因人类的错误造成的。<sup>180</sup>此外，我们还将看到无人驾驶电动车的道路交通安全性随着AI学习技术的成熟日渐提高，从而最终彻底消除撞车的可能。

在某种程度上说，半无人驾驶汽车已经比人类驾驶员要安全得多。根据特速乐CEO 伊隆·马斯克所表示，特速乐的自动驾驶功能安全性已经相当于人类驾驶员的两倍。根据2016年国家公路交通安全管理局的报告，特速乐的撞车事故率在2015年引入自动驾驶功能后已经下降了40%。<sup>181</sup>一年提高40%的进步率（略慢于摩尔

定律）意味着无人驾驶汽车到2020年将比人类安全5倍，到2022年则为10倍。摩尔定律只能衡量硬件进步水平。无人驾驶汽车在过去几年内真正的进步在于深度学习软件。软件的巨大优势之一，就是其在车辆上所学到的一切内容都可以上传并共享给网络上的其他车辆。所以只要一辆特速乐学会了在新西兰的克赖斯特彻奇要注意避让路上的奶牛，其就可以将这一信息上传到特速乐的云端，以便与全球的其他特速乐车辆分享信息。而其他特速乐的车辆在很短的时间内就会学会如何躲开奶牛。道路上行驶的特速乐车越多，学习和共享的机会也就越多，很快在克赖斯特彻奇行驶的特速乐就会从奥斯陆的特速乐学会如何在雪地环境行驶。换言之，无人驾驶汽车相比人类驾驶的优势程度将继续加速提高，并在很短的时间内达到零事故率，其速度将远远快于大多数专家的预测。

我们对进步速度的估计中并未考虑量级水平技术突破的可能性。例如，英特尔已经耗资数十亿美元收购了多家能够帮助企业进入AI技术市场的公司。英特尔于近期预测，此举能够将机器深度学习训练的能力提高100倍。<sup>182</sup>只要有足够的真实数据，这种水平的能力提高速度将极大地加快零事故率实现的进程。

但是，不论无人驾驶汽车超越人类驾驶的进步速度是快还是慢，到2020年，TaaS提供商支付的保险费用都一定会比私家车低一个数量级。保险的计算将以实际使用数据为依据，而不是基于人口统计学或地理学的保险精算表。同时，其将以单位里程成本为保费计算指标，而不再采用年度保费形式。除此之外，拥有车辆的车队还可以与保险公司讨价还价，这一点是个人车主所不能比拟的。此外，各大原始设备制造商也会逐步扩大自有保险的提供范围（例如近期沃尔沃、梅赛德斯和Google的公告所显示）<sup>183</sup>，从而也会给保险市场造成冲击。

与此同时，随着人类驾驶员相对于无人驾驶车辆风险的提高，其所需要缴纳的保费也会节节升高。逐渐，人类驾驶在无人驾驶的大背景下将被视为“鲁莽”行为。随着无人驾驶电动车逐步改善道路安全性，法院可能会将注意力不集中、酒驾和疏忽等因素造成的人类错误在事故中的责任加重。

## 燃料成本

在燃料成本方面我们的模型考虑了两大进步。第一个是电动车相比内燃机汽车燃料效率的提高。电动车使用电能作为动力，相比使用汽油的内燃机汽车成本要低得多。使用电动车将节约70%的燃料成本。第二大进步就是无人驾驶电动车相比人类驾驶具有更高的驾驶效率。由于无人驾驶电动车行驶时的燃料使用效率更高，我们在模型中给予了其20%的优势水平。<sup>184</sup>

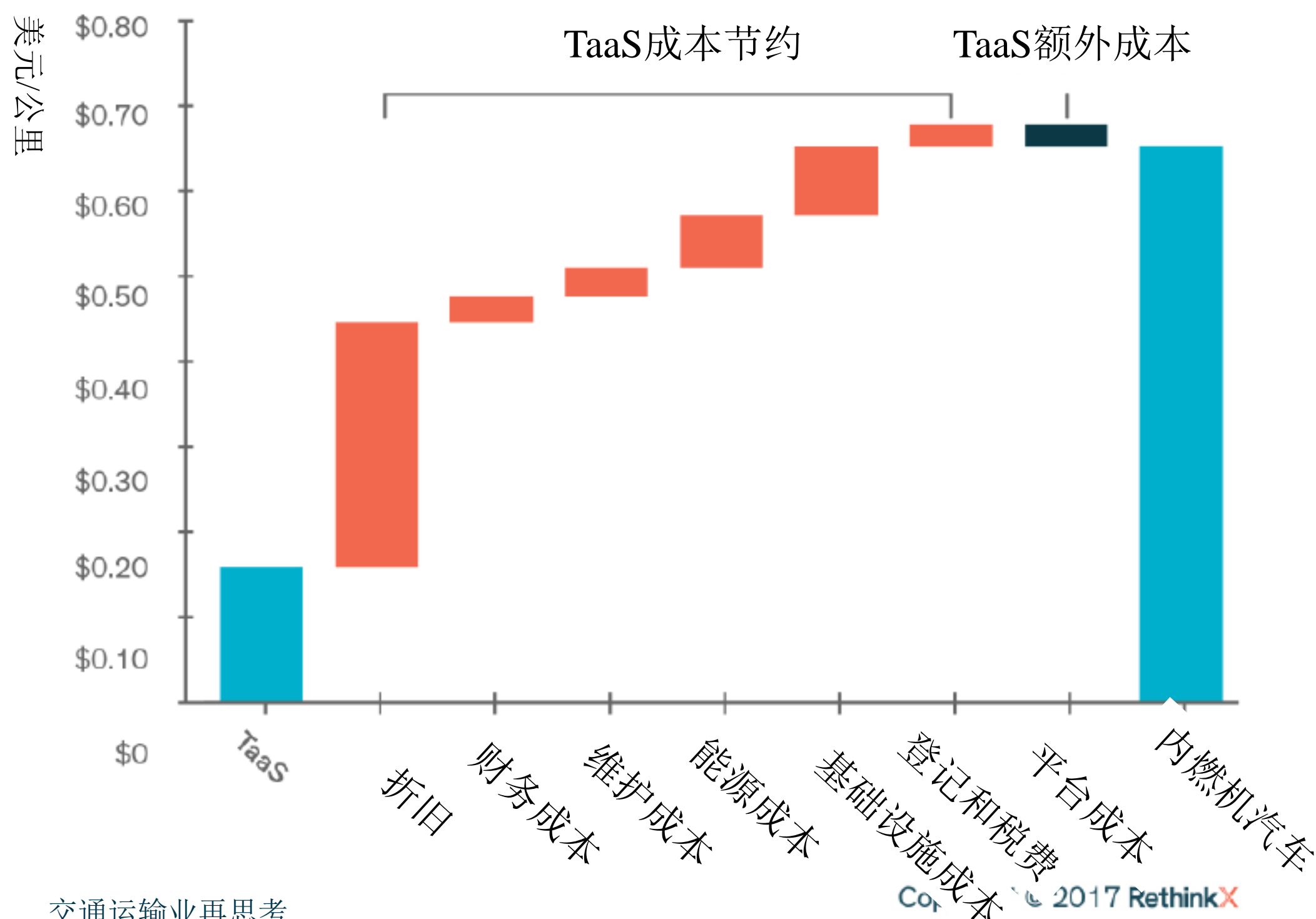
## 平台和车辆运营成本

在我们的建模中，这些成本被视为TaaS车队总里程成本的组成部分。平台（即连接消费者和A-EV车队管理的界面）的使用支出占每客运里程成本的20%。我们将运营系统成本纳入TaaS车队的预付开支中，2021年，该成本为2500美元。在TaaS冲击的早期阶段中，激烈的市场竞争将使价格趋向于成本。鉴于运营系统和平台实质上建立在软件基础上（低边际成本），我们因此认定，在这些市场中，高于此水平的公司定价空间基本不存在。

图 21. TaaS vs. 新型 ICE: 每英里成本构成内容的差异

来源：作者的计算结果

### ► 新IO 内燃机汽车 vs TaaS 成本



## » 附录 B

### Seba Technology Disruption 框架™

在本项研究中，RethinkX采用了Seba Technology Disruption 框架™对冲击进行分析并建模。Tony Seba长期在斯坦福大学继续研究学院从事科技冲击、商业模式创新、高科技产品和创新成果融资和战略营销的研究和教学工作。此套框架正是他十多年来的心血结晶，同时也是我们理解和预测多个行业未来的有效工具。此框架是Seba在2014年出版的著作《梳理冲击》（Clean Disruption）的核心内容，准确预测了由电池、电动车、自动驾驶汽车和太阳能光伏领域科技发展引发的能源和交通部门持续性冲击。

以下内容是对Seba框架的初步总结。

**冲击：**当新产品和服务创造了新市场，并在过程中大幅削弱、改造或毁灭当前的产品类别、市场或产业时，冲击就产生了。

数码相机的冲击摧毁了胶片相机产业。但冲击并不总是意味着对现有市场的破坏。例如，虽然网络明显削弱了报纸出版业的地位，但并没有将后者摧毁。叫车服务已经从根本上改变了出租车行业，但还没有摧毁它。

技术的融合以及技术融合所推动的商业模式创新，使冲击成为可能。技术研发的开放性能够加速冲击的到来。

**融合：**拥有不同发展速率的多种技术在某一时刻某一点上汇聚整合，推动新产品或新服务的诞生。

2007年，苹果和谷歌在几个月的时间内分别推出了iPhone和安卓产品。这是因为技术的融合使智能手机成为可能——带宽、数字成像、触摸屏、计算、数据存储、云、锂离子电池和传感器技术都在2007年前后诞生。通过将技术成本曲线和商业模式创新结合的方式，Seba Technology Disruption框架能够帮助我们预测某一系列技术将在何时融合，为企业家创造颠覆性产品和服务带来宝贵商机。例如，Seba在其著作《梳理冲击》（2014）中，准确预测了市场将在2018年之前，以3.5万美元到4万美元（未补贴）的价格使200英里续航距离的电动汽车实现商业化。通用Bolt和特斯拉Model 3——引领该浪潮的电动汽车——已经预售出成千上万辆，证明了他的观点。

**技术成本曲线：**技术成本曲线：技术具有成本改进曲线，指的是特定技术随时间推移而不断完善的速率。最有名的技术成本曲线是摩尔定律，提出计算能力每两年左右翻一番。Seba框架对这些技术改进曲线的经济学领域应用进行了研究，探索给定单位在每一美元基础上的改进程度。例如，在分析电池技术时，我们讨论的指标是每千瓦小时的成本（美元）。

对于锂电池而言，在1995年到2009年期间，每千瓦小时的成本（美元/千瓦小时）以14%的速率改进。技术成本曲线的改进归功于几个因素的结合，包括行业之间和市场规模的投资增加、研究和开发、生产规模、经验及学习效应、开放性、竞争性、标准、系统集成、应用等。按美元/瓦单位衡量，太阳能光伏发电价格已经从1970年的100美元/瓦左右下降到了2017年的约33美分/瓦水平。每年改进率约为11.4%。

当我们研究技术成本曲线时，有必要重点关注成本曲线改进的主要驱动力。斯旺森定律认为，累积输电容量每增加一倍，太阳能光伏发电成本会下降约20%。因此，在太阳能光伏发电的案例中，技术成本曲线主要由电容量而非时间因素推动。

Seba在他2009年出版的著作《万亿太阳能》（Solar Trillions）中预言，到2020年，不受补贴的太阳能成本将低至3.5美分每千瓦，性价比击败石油、煤炭、核能。这一预言在近日成真。煤和核能的需求已经见顶，开始走下坡路，两大行业的上市公司市值因而出现暴跌。

**指数型技术：**技术成本曲线及其基本性能的改进率差异各不相同。信息和通讯技术有较高的年改进率（摩尔定律为每年41%左右），而太阳能光伏发电技术的进步相对缓慢（11.4%/年）。指数型技术的概念由雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）创造，意指飞速的技术变化。

虽然他没有清晰地说明指数型技术的改进率状况，但他的研究工作着重强调了那些能够每年或每两年将性能改进一倍的技术。摩尔定律指出计算性能每两年可提升一倍，无线通讯技术的发展甚至拥有更高速率，每10到11个月就能增加一倍性能。指数型技术的力量在于它们的性能表现极大地超越了大多数人类对发展的线性理解。例如，1998年提出的亨迪定律（Hendy's Law）认为，数字成像性能每年约改进59%（按像素/美元衡量）。59%的成本曲线意味着该技术在10年内将改进约100倍，20年内为1万倍，30年内为100万倍。Steve Sasson在1975年发明了第一台数码相机。如果柯达将亨迪定律应用到Sasson的发明上，它就可以预测到，在2005年，一台价值100美元的数码相机就能实现在1975年要花1亿美元才能达到的效果。柯达的利润在1999年达到顶峰，随后公司在2012年破产。而在亨迪和Sasson提出他们的发明和发现时，两人都还在柯达工作。其他的指数型技术包括传感器、人工智能、3D打印和DNA测序。

技术成本曲线改进率并不是静态的。有时它会暂时减慢速度，甚至永久停滞。内燃机就是一个例子。一个世纪之前，内燃机促使汽车冲击了马匹运输，但在随后的几十年内没有得到实质性的改善。



这些技术性价比的小幅改进就可能需要大笔投资。不过，技术成本曲线也可能出现加速迹象。电池技术在15年内维持着每年14%的改进率。这一改进促进了台式电脑、笔记本电脑和之后智能手机的发展。从2010年到2016年，锂离子电池每年的改进率约为20%。锂电池每千瓦时的成本降低，促进了新市场的诞生，如网格存储、电力储存、无人飞行器和机器人。良性循环能够继续压低成本，并与其它技术融合，促使不同市场在技术成本曲线的不同点上发生冲击现象。

## 冲击模型

The Seba Technology Disruption框架™ 包含四大主要模型，用以阐明冲击是如何发生的。

**1. 下层冲击：**（Clayton Christensen）源自内部而非主流市场的新产品或新服务，要比现有产品或服务拥有更高的成本降低和效能提升速率。更高的改进率要归功于服务于该产品开发的关键技术成本曲线。该产品可能最初只为小众需求市场服务，但随着效用的不断改进，产品逐步扩展到新的市场。最终，该产品取代了现有产品，对现有市场造成冲击。例子有个人电脑和太阳能发电。

**2. 上层冲击：**（Tony Seba）在主流市场中，新推出产品性能更优越，但价格比竞争对手更高。不过，随着时间的推移，产品成本逐渐降低，直到变得比现有产品更便宜。通过对冲击性产品技术成本曲线的了解，我们有可能准确预测冲击将在何时发生。特别要注意的是，很多时候，冲击性产品并非是一对一的替代品，所以分析师和行业专家有可能无法准确预见冲击。智能手机就是最近的一个例子。当苹果的iPhone在2007年以约600美元的价格进入市场时，专家们认为该产品不会造成冲击。

在人们可买用100美元买到诺基亚手机时，谁会想去买一个600美元的手机？专家们没有意识到智能手机不仅仅是一部手机。iPhone实际上是一个平台，允许我们处理很多事务，除了打电话以外，还能查询日程安排、了解行车路线，使用网上银行功能。与传统手机相比较，智能手机绝非是一种一对一的替代品。电动汽车（EV）则是另一个上层冲击的例子。电动车从各个方面来说都是一件卓越的产品，而非内燃机汽车的电动版本。《梳理冲击》列出了九个原因，解释为什么电动汽车是一个颠覆性的产品。例如，电动汽车内置电池可以为一个普通美国家庭供电一到两天（对于印度家庭而言，则为两周）。

**3. 大爆炸式的冲击：**（Larry Downes和Paul Nunes）新产品自发布起就比主流产品更好、更快、更便宜。现有产品只有很少或根本没有反应的时间，就被迅速摧毁了。例子包括带驾驶导航API的谷歌地图，它冲击了当时仍在发展中的GPS市场（代表公司为Tom Tom和Garmin等）。本报告中强调的TaaS冲击就是一种大爆炸式的冲击。

**4. 结构式冲击：**（Seba）新产品从根本上改变了产品和服务的生产、管理、交付、销售方式。传统电力工业的结构是集中型的：少数几个大型发电厂向下游数百万客户实时提供电力输送。太阳能和电池颠覆了电力工业结构：它们让数以百万计的客户自行生产、存储、管理和买卖电力。当太阳能与电池（加上传感器、电力电子设施、软件、新商业模式）的成本曲线融合时，集中型发电模式受到了冲击。至此，能源结构从集中式发电转换成了分布式发电。结构式冲击表明，技术对现有市场的冲击可能既不是来自上层也不是来自下层。太阳能光伏（及存储）正在冲击传统发电的各种形式（煤炭、核能、天然气、柴油）。

然而，即使是大型发电厂的太阳能（及存储）在未来也难以匹敌现场（屋顶）太阳能（及存储）。这无疑是一种结构式冲击。原因在于，现场发电和存储无需使用昂贵的输电基础设施，避免了大型集中发电厂电能运输到电力需求目的地过程中的开支。

## 其他模式

**系统冲击：**冲击带来的潜在破坏性影响可能远超单个市场类别，甚至撼动经济的整个部门。TaaS所提供的按需使用的电动无人驾驶车不仅仅对内燃机汽车制造行业带来了冲击，还对石油行业、停车、保险、汽车租赁和汽车经销领域造成了破坏性影响。就像多米诺骨牌环环相扣一样，这可能引发运输、物流、房地产、基础设施乃至债券股权市场的连锁性反应。由于TaaS的冲击，数十万亿美元（除了车辆以外）可能处于风险之中。

**商业模式创新：**商业模式创新像科技创新那样充满了颠覆性。商业模式包括在价值网络内创造和获取价值的核心逻辑和策略选择。技术商业模式创新就是在技术融合促成的价值网络内，创造和获取价值的新途径。

新的逻辑和新的一套标准改变了竞争基础，使得现有的产品/服务很难（甚至不可能）适应新环境，遑论取得成功。

例如，叫车服务是智能手机和云计算融合而成的（Uber、Lyft、滴滴）创新商业模式。两大技术的融合使得乘客与有空闲的司机以高效、便捷和经济的方式实现即时连接和地理匹配。叫车服务（也叫共享出行）公司采用了经纪业务模式，对每一笔交易抽取一定费用。

同样的，爱彼迎是一种商业模式冲击。另一个例子是：在引入一种名为“不浪费一分钱”的太阳能商业模式后，美国居民和商业市场的太阳能行业正进行指数型增长。在这个模式中，太阳能供应商可以注资、安装甚至拥有太阳能面板。在过去，业主不得不购买太阳能前置面板。而在新的商业模式中，他们可以像租车买车一样购买或租赁太阳能面板，不仅不会浪费一分钱，还可以在数年内按月获得收入。

要注意的是，商业模式并不一定要是全新的。优步和爱彼迎使用了非常传统的经纪商业模式，而太阳能借用了汽车行业盛行了一个世纪的租赁和贷款模式。在技术融合的推动下，人们将这些商业模式运用到新的环境中去解决困难问题。

**价值网络：**冲击方可能会在冲击的行业内部或外部利用现有价值网络的组成部分（涉及为终端客户创造和交付价值的一系列相互连接的组织、资源和知识集合），并且/或创造出绕过现存企业的全新网络，以新方式与客户建立联系。例如，特斯拉利用消费电子行业的价值网络采购电池，雇佣来自计算机和汽车行业的人才，绕过汽车行业的经销商建立了自己的商店，打通与消费者的直接渠道。

**标准：**冲击性商业模式可能创造改变竞争基础的一套全新标准，令现有企业难以（甚至是不可能）适应新环境，遑论取得成功。新的行业带来了成功的新标准。公司围绕这些标准衡量自己的业绩，组织资源。能在这些标准上大幅优化改善的企业将为市场所推崇。例如，音乐行业在过去一般以唱片或CD售出量评价成功度。这一标准的认可度超过了其他指标（例如，每张唱片的歌曲数量、歌曲演唱的时长）。音乐行业为在这些标准上创造纪录的出色艺术家专门颁发奖项：黄金唱片（售出50万张）或白金唱片（售出100万张）。但网络下载（又称音乐即服务）的到来开创了新的关键指标——每首歌曲的播放量，对这旧标准造成了冲击。

这个新标准改变了竞争基础，为行业发展带来了一系列新动态。在点播下载音乐潮流的推动下，音乐行业的CD收入在十年之内暴跌了84%，从2006年的94亿美元下降到2015年的15亿美元。“凭空而生”的数据流创造了24亿美元的价值。数据流公司是指那些软件公司，具有零边际成本，能够以多种商业模式创造营收。从一个角度看，此类公司实现1500次下载就能获得相当于一张唱片带来的收入。以销售CD为生的传统公司根本无法与数据流公司竞争。那些围绕CB销售而组建的公司无法在新商业环境中生存。同样，软件即服务（SaaS）公司（如Salesforce.com）建立了传统软件公司（如甲骨文和SAP）无法匹敌的新标准。后者要么努力适应，要么从此沉沦。

**产品创新：**科技的融合使得公司能够更好地设计产品和服务，以新方式解决消费者问题。这些产品能够以超乎想象的全新途径创造价值，以至于现有产品根本无法与之抗衡。

NEST Learning 恒温器正是一个例子。传感器、移动通讯、计算、人工智能和云技术的融合促成了产品的落地。NEST能够了解用户的香味习惯，自动将温度调节到用户感到舒适的程度。

为了最大程度节约能耗，恒温器能够在用户离开时调节温度。此外，用户可以通过智能手机上的关联应用远程命令恒温器开关取暖器或空调。而凭借传感器，NEST可以知晓用户何时在家，从而运用人工智能对温度进行相应调整。NEST还可以与电力设施连接从而掌握电价，在维持舒适温度的前提下开关空调，节约开支。而传统的恒温器远不可能实现NEST这样的功能。此外，恒温器还能与NEST Protect 烟雾和一氧化碳探测器相连接。比方说，如果恒温器从探测器数据中确认室内有一氧化碳泄露，恒温器可以自动关闭存在泄露可能的暖气炉。

**概念创新：**新概念、方法、模式、框架和软件结构带来了全新的行事方式。包交换技术促进了互联网协议组（Internet Protocol Suite，一般称TCP/IP或传输控制协议/互联网协议）的开发——引领互联网发展的全新概念性通讯模式。数据区块链（Blockchain）是一种用于记录交易历史（区块）开发、共享、互利的分布式账目。和互联网一样，数据区块链是一种概念创新，拥有广泛的新用途。

例如，当数据区块链与分布式太阳能光伏、电池、传感器、移动通讯和人工智能等技术相融合时，它能够在价值单位为千瓦时，而非美元或欧元的前提下，创造家用设备与社区乃至城市设备之间的交易新模式，成功绕开作为集中委托支付中介的电力商户（或政府）。这一模式实属首创。如今通过数据区块链，我们的支付委托可以实现分散式分布，交易规模可以比过去显著缩小，价格明显降低。

**开放获取技术发展（OATD）：**开放获取使得知识、技术、数据、科技、发明和产品能够以不断加快的速度和潜在冲击性节奏迅速发展。资本的开放获取能够在传统投资者退避三舍的情况下，为企业家的产品提供急需的资金。

开放获取技术发展生态系统有助于加速冲击的到来，以下内容是它的多重维度：

- 开放数据（例子：Climate.com）
- 开放内容（Wikipedia, Safecast）
- 开放知识（Udacity, Coursera, Kahn）
- 开源软件（Android, Linux）
- 开源开发/协作（GitHub）
- 众包产品开发（Quirky）

- 开放创新（Innocentive）
- 开放研究（Materials Project）
- 开放商业模式（MySQL, RedHat）
- 开放 API（Google Maps, OpenAI）
- 开放融资/众筹（Kickstarter, Indiegogo）

开放获取降低了进入的门槛和成本，提升了产品开发的效率，还削弱了现有公司利用现有产品和服务维持市场地位、把持定价权、获取持续性现金流的能力。开放获取还减少了规模优势、降低了公司内部发展技术的需求。它允许任何人在任何地点参与竞争，导致竞争者及潜在冲击者的数量飞速增加。

硅谷将上述维度整合在一定地域范围内，正是开放获取技术发展生调系统（OATDE）的生动例子。OATDE带来的好处和冲击性力量并不仅限于硅谷，而是席卷了全世界。例如，过去十年内，机器人研发行业呈现的指数型增长是由一个名为机器人操作系统（ROS）开源系统促成的。ROS最初在斯坦福大学研发，如今由开源机器人基金会（Open Source Robotics Foundation）管理。无论您身在何处，都可以免费下载ROS，用来创造新的机器人。

从麻省理工的衍生新兴公司RethinkRobotics到法国的人形机器人开发商Aldebaran，它们都在使用ROS开发具备不同功能，适用于不同行业的机器人。如果某个工程师想要学习有关机器人的人工智能，她可以登录Udacity等网站，获取由乔治亚理工学院（Georgia Tech）提供的免费课程。她不仅可以从中学习到如何开发一个自动驾驶汽车的软件，甚至可能赢得10万美元的专项奖金。如果一名聪慧的工程师下定了决心要学习人工智能和机器人技术，掌握如何开发自动驾驶汽车软件，她几乎不会遇到任何资源障碍。随后，她还可以通过Kickstarter之类的网站筹集资金，让产品研发迈入下一阶段。如果有创业家想要研发整车，那么她可以登OSVehicle.com网站，充分利用它的开源电动汽车硬件平台。整车装配仅需一小时即可完成。一支完全依赖OATDE的小规模工程师团队有能力对底特律、丰田、沃尔夫斯堡的十亿级汽车公司造成冲击。团队不仅可以免费学习人工智能，还能使用免费的操作系统学习如何编程，利用开源电动汽车硬件平台进行装配，最后在众筹网站上为产品公开融资。

#### 市场和系统动态：

市场是一个复杂的适应性系统。在复杂的系统中，普通关系很少（如果存在的话）是线性的，某个单一变量的改变可能会迅速产生重大影响。由于众多技术以不同速率发生着改变，相互融合，孕育以往无法开发甚至是不可想象的产品，技术市场的复杂性程度比其他市场更胜一筹。开放技术发展则进一步加速了这些相互性关系的融合。

此外，技术市场的持续增长回报、网络效应和适应性等特点使得冲击以不断加快的速率爆发，冲击形式超出工业时代资源密集型行业的理解，更遑论与之竞争。这是因为主流分析通常认为市场是相对稳定、简单的线性系统。

线性思考模式的原因之一是在工业时代，企业特别依赖供应侧规模经济。这一模式以“规模经济”而闻名，企业（和行业）利用不断增加的产量、尺寸或生产规模获得成本优势。企业规模越大，生产产品越多，那么单位生产成本就越低，企业在市场竞争中越能获得优势。汽车公司、钢铁企业和传统电力工厂运营商等工业企业都遵循着这一运营逻辑：越大越好。

然而，技术市场凭借信息经济，逆转了这一公式定律。需求侧的规模经济源自用户数量而非生产单位。某产品或公司拥有越多的用户，则该产品或公司及用户就能享受越多的效用。谷歌搜索就是一个例子：谷歌搜索引擎的用户越多，产生的数据也越多，搜索引擎掌握的内容越多，产生的知识也就越多，越能为用户产生更优质的产品，吸引更多的用户，如此就形成了一个良性循环。即，谷歌的搜索引擎构成了不断增长的回报：每一个新增的产出单位都要比之前的单位更便宜。谷歌的价值并非来自公司的大数据中心，而是源于搜索引擎的用户。

在Seba2006年出版的著作《赢者通吃》（Winners Take All）中，他描述了孕育苹果、谷歌、Netflix和Salesforce.com等公司的技术市场的诸多特征。正是这些公司创造了具有持续增长回报的平台。由于知识的发展没有任何限制，这些公司具有十分重大的价值，特别是与传统行业和采掘工业相比。自从Seba出版《赢者通吃》这本书后，这四家公司各自创造了超1万亿财富。此类“赢者通吃”公司中的几个还开发了一些关键技术，推动本研究所讨论的交通冲击的到来。这一现象绝非偶然。

#### 网络效应：

当用户在网络中相互连接起来时，需求侧的规模经济将具有格外重大的影响力。基础网络的价值可以随着用户数量及网络之间的相互连接量，呈现指数型增长。我们可以拿手机、邮箱系统或Facebook举例。如果只有一个人拥有手机、邮箱或Facebook，那么整个系统不具有任何价值。但随着第二个人加入此网络，两个用户就可以彼此连接。一旦有第三个用户加入，则每一个人都可以与另外两个人建立联系。以此类推，到第十个人加入该网络的时候，每个用户都可以与九名用户建立关系，电话、邮件或通讯的总量将达到90左右。

一旦有第100万个用户加入，那么整个网络将存在万亿左右的连接可能性。我们特别要注意两点：第一，每一次有新用户加入网路系统，现有用户享受到的网络价值将有所增加。他们无需承担任何成本就可以实现额外价值的获取。第二，网络价值呈指数型增长；即，计算公式可推断为 $N^2 - N$ ，N是用户数量（称为梅特卡夫法则，Metcalf's Law）

网络效应确立了赢者通吃原则。Facebook之外，不存在第二个社交网络。微软Windows、苹果iOS和谷歌的安卓系统都拥有网络效应。操作系统的价值随着用户的数量而增加，从而吸引了软件开发人员在该系统上开发应用，这又反过来吸引了更多的用户，使得价值出现了指数型增长。良性的价值创造循环正是苹果、谷歌、Facebook和微软具有数千亿美元市值的原因所在。事实上，这四大公司以及亚马逊，是全世界最具价值的前五大公司，总计市值达到2.6万亿（截止2017年3月27日）。

**技术采用生命周期的S曲线：**当斯蒂芬·乔布斯在2007年推出苹果iPhone时，《彭博商业周刊》（Bloomberg BusinessWeek）、财富集团（Capital Group）等主流专家和分析师对此不屑一顾。彭博社的分析员这样写道：“iPhone的影响力微乎其微，只会吸引少数的手机狂热爱好者而已。诺基亚和摩托罗拉没有什么可顾虑的。”然而十年之后，全球售出了26亿部智能手机。

许多行业凭借智能手机而崛起，如今我们已无法想象没有智能手机的生活。

主流专家未能意识到技术采用生命周期是指数型而非线型的。技术采用沿着S型曲线前进，仅占市场小份额的早期采用者在大众初步开始应用产品或服务时就为大规模的指数型增长奠定了基础。

如今，智能手机已经成为主流产品，预计到2020年，61亿人都将拥有一部手机。而到2020年，世界的总人口预计为76亿。这就意味着，在智能手机发明的13年后，不分年龄和性别，几乎每个人都将拥有一部手机。对于一个影响力被分析家认为是“微乎其微”的产品而言，这成绩算是不错了。

**S曲线型加速：**技术采用曲线呈S型，随着时间不断加速。经过75年，电话终于在5000万用户中普及。广播则用了它一半的时间收获相同数量的用户：38年。电视机花了广播三分之一的的时间——13年，而笔记本仅仅用了广播的六分之一时间俘获了5000万用户。由此可见，加速率本身就在不断加速。