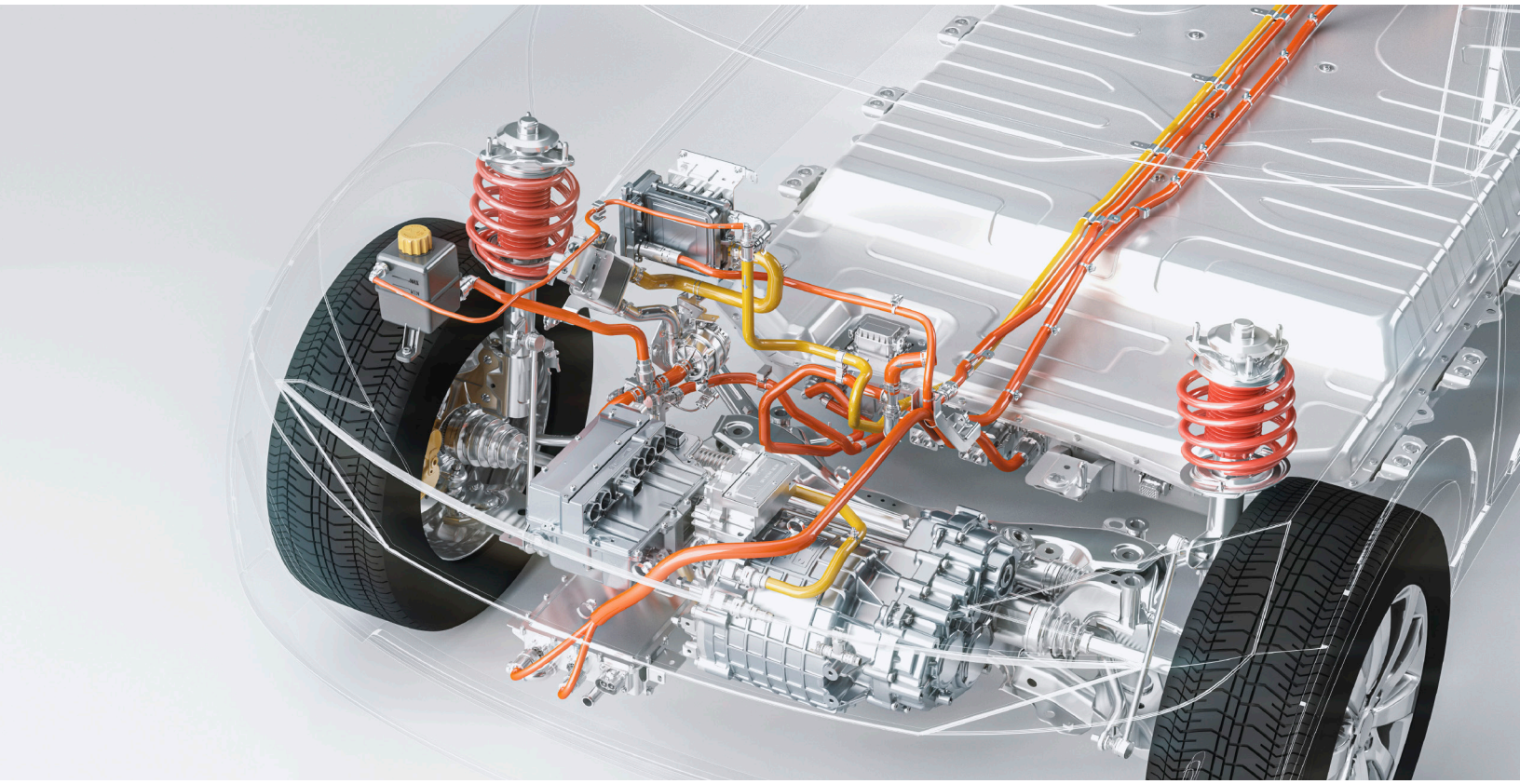
McKinsey & Company

麦肯锡未来出行研究中心

纯电动汽车设计的成功之道：10款中国车型对标分析

中国汽车厂商基于现有概念和制造技术，利用现成组件及高水平的模块化系统生产纯电动汽车。

作者：吴听（Ting Wu）、Mauro Erriquez、Philip Schäfer、Dennis Schwedhelm



© Sven Loeffler/Getty Images

2020年8月

欧洲、美国和日本的许多汽车厂商（OEM）和供应商刚刚开始在核心市场大规模推出纯电动汽车（BEV）。而在中国，一个迅猛增长的纯电动车市场和生态系统已然形成。

为帮助全球汽车厂商和供应商真正了解中国纯电动车市场的主要挑战和机遇，我们深入分析了十款中国流行的纯电动汽车，它们涵盖了很大一部分市场，兼顾了老牌和新兴厂商，包括别克（Buick）、比亚迪（BYD）、广汽（GAC）、吉利（Geely）、江淮（JAC）、蔚来（NIO）、荣威（Roewe）、上汽（SAIC）和威马（Weltmeister）等。本次分析涉及的公司旗下全部纯电动汽车（BEV）和电动汽车（EV）产品线占45%的市场份额[1]。这次对标测试包含详细的技术分析，以及细化至单个零部件的成本估算。

通过对中国市场的研究以及对上述参与此次对标测试的纯电动汽车的分析，我们得到以下洞见：

1. 中国纯电动汽车市场由中国OEM主导，2019年占据了大约85%的市场份额。这个市场之所以能持续增长，并不仅仅是补贴与政策扶植的结果，也是因为这些产品对消费者越来越具有吸引力。

2. 对于第一代纯电动汽车，许多中国汽车厂商主要聚焦于低资本支出（CAPEX）、快速走向市场、缩短产品上市时间及以本地供应商为主的生态系统。他们采用现有概念和制造技术，利用现成组件及高度模块化的方式进行预装配。这种模式创建了一种有望盈利的商业模式，至少在我们分析的纯电动车型中，有一部分是这类情况。

3. 参与对标的车型之间，在动力总成设计（包括电驱系统[2]、电力电子系统及电池系统）、电子电气架构（E/E）以及定价模型等方面所存在的差异显示，纯电动汽车在设计和成本方面仍然存在相当大的改善空间。

1. 作为全球最大的汽车利润池，中国正迅速迈向电动出行时代

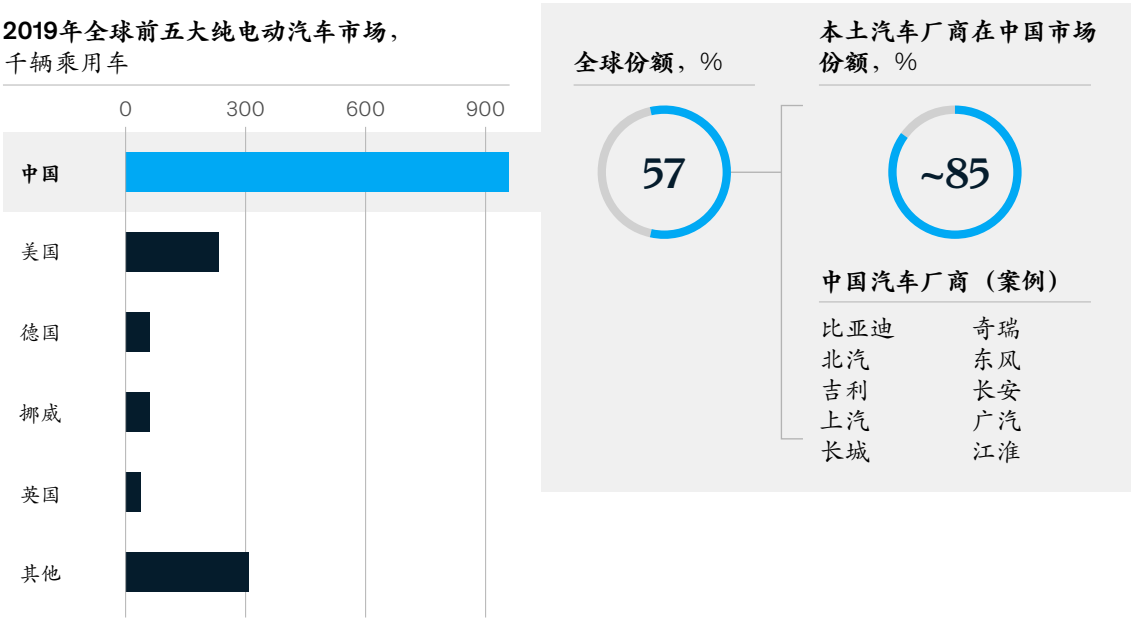
中国汽车市场是全球汽车业最大的利润池，贡献了全球总利润的1/3（约400亿美元[3]）。如今，这个市场正转向电动出行。2014-2019年间，纯电动汽车在中国的销量每年增长80%。2019年中国的纯电动汽车销量超过了90万辆，全球售出的纯电动汽车当中，有57%是在中国市场售出的，使中国当仁不让成为全球最大的纯电动汽车市场。而从OEM市场份额来看，中国厂商几乎完全垄断了这个市场。2019年，国际汽车厂商在纯电动汽车市场年销售量中仅占15%的份额（图1）。

在中国，一个迅猛增长的纯电动汽车市场和生态系统已然出现。

[1] 中国纯电动汽车总市场份额根据EV-volumes网站2019年中国批发销量数据计算得出。
[2] 电驱系统包括电机、减速器和逆变器。
[3] 该数字由麦肯锡专有的汽车利润池模型得出。

图1

中国纯电动汽车市场占全球销量50%以上，由本土OEM主导，为全球第一大市场



注：数字为批发销量（与中国汽车工业协会的数据类似），通常高于相应的零售保险销量。
资料来源：EV-volumes网站；麦肯锡分析

回顾近几年的发展历程，我们看到，驱动中国纯电动汽车增长的因素主要有两个：

— **补贴、配额及监管法规促进了电动汽车的生产和普及，这些因素未来也会持续发挥作用。**早期的补贴以及对汽车厂商必须增加纯电动汽车在产品组合中占比的强制规定，是刺激中国纯电动汽车供应与普及的重要因素。2019年，补贴的减少减缓了需求增长，但在中国CAFC[4]/电动汽车积分规则助推下，到2025年，中国的电动汽车（大部分是纯电动汽车）渗透率仍有望达到15%左右[5]。打车平台和政府车辆方面的监管规定，以及市中心的交通限制措施，亦会促进纯电动汽车需求。

— **纯电动汽车的价值主张对消费者吸引力不断增强。**2019年面向个人的电动汽车销量下滑，表明此类汽车的大部分需求依然是受政策支撑，但消费者信心分析却揭示了乐观趋势。在安全性、性能、连接性及品牌等方面，消费者对纯电动汽车的总体印象均非常正面。消费者了解纯电动汽车的经济和环保优势，而不俗的驾驶体验更是让纯电动车备受青睐。尽管如此，某些挥之不去的顾虑仍限制了需求。其中充电电桩等基础设施不足首当其冲，45%的受访者提到这一因素[6]。

[4] 中国乘用车企业平均燃料消耗量。
[5] 请参阅Robin zhu、Luke Hong、Xuan Ji合作撰写的*China EVs: Unique detail on Chinese EV sales by province and city, and buyer type*，伯恩斯坦（Bernstein），2020年2月13日，bernstein.com。
[6] 请参阅麦肯锡2019年电动汽车消费调查结果，发表在Thomas Gersdorf、Russell Hensley、Patrick Hertzke、Patrick Schaufuss和Andreas Tschiesn合作撰写的*The road ahead for e-mobility*中，2020年1月，McKinsey.com。

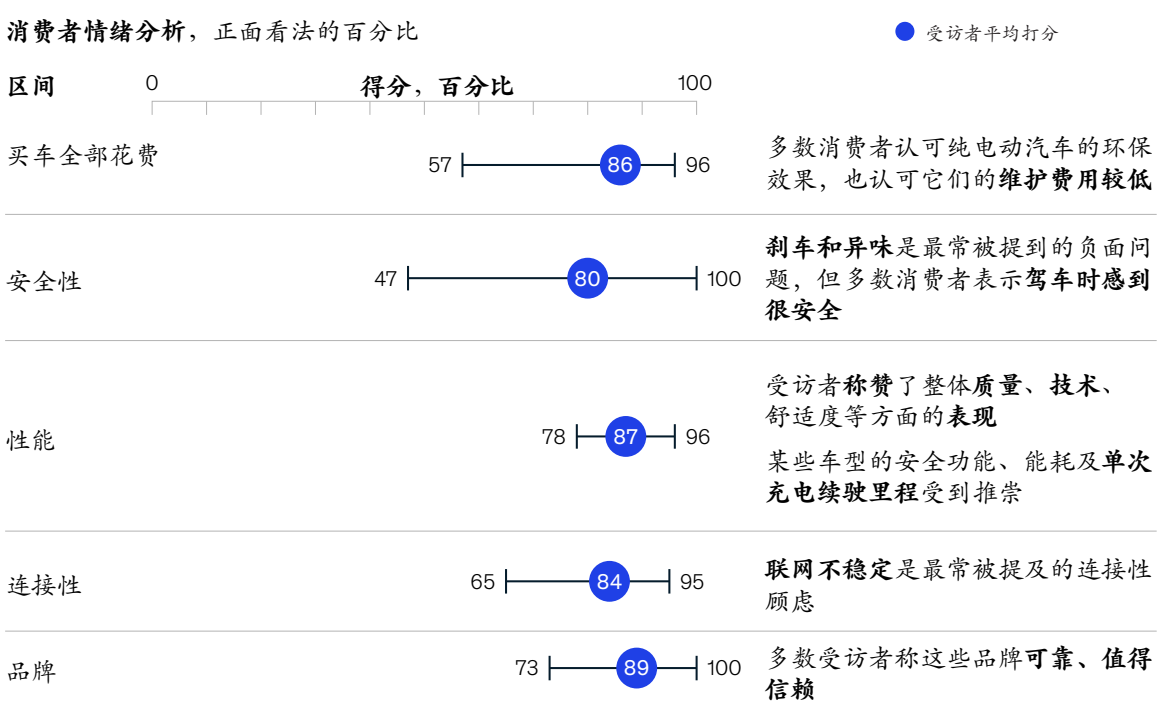
许多专为中国消费者设计的新车型促进了纯电动汽车增长，2019年，愿意考虑纯电动汽车的消费者比率高达80%[7]。针对10种对标车型的消费者态度分析显示，消费者的平均认可率达到85%，反映出所有汽车厂商都能根据客户需求量身定制产品（图2）。

参与对标分析的所有车型的绝对续航时间和动力均不亚于欧、美、日同类车型，而在续航售价比方面则更胜一筹（图3）。参加测试的中国纯电动汽车的续航里程几乎是同价位国际车型的两倍。

[7] 请参阅麦肯锡2019年电动汽车消费调查结果，发表在Thomas Gersdorf、Russell Hensley、Patrick Hertzke、Patrick Schaufuss和Andreas Tschiesn合作撰写的*The road ahead for e-mobility*中，2020年1月，McKinsey.com。

图2

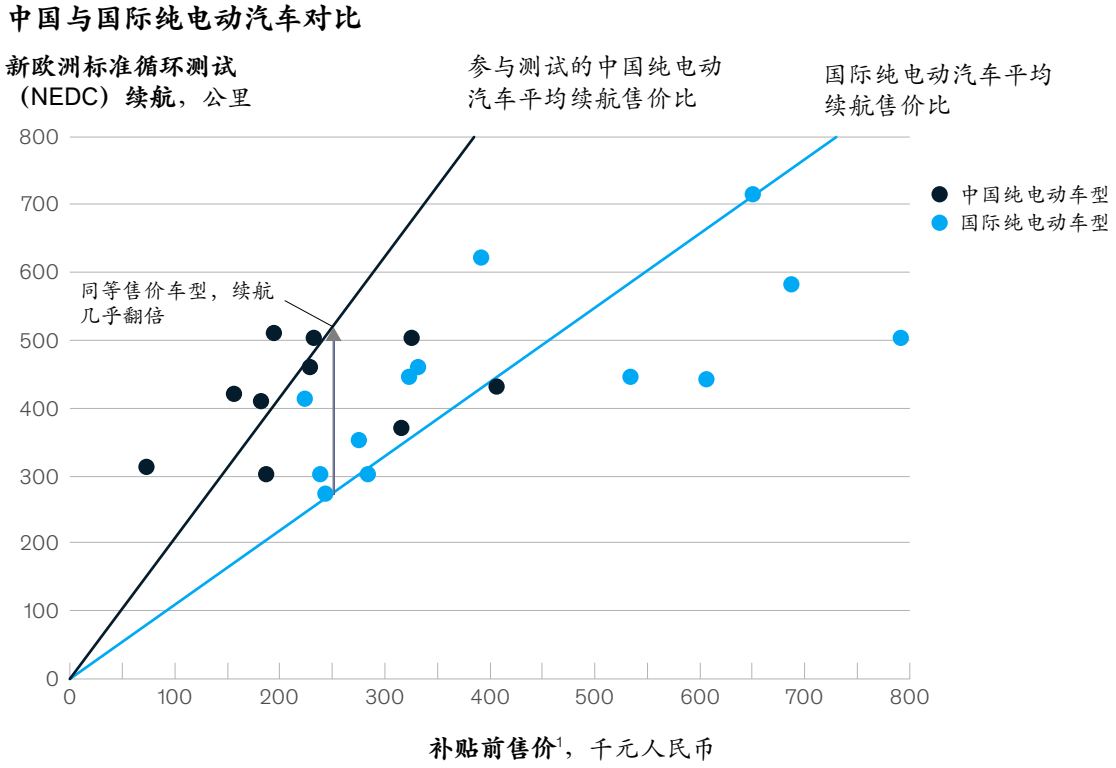
消费者基本认可10款参与对标分析的纯电动车型的性能



资料来源：麦肯锡分析

图3

相比国际老牌汽车厂商推出的纯电动汽车，中国车型的续航售价比更高



[1]由于存在发布时机和能否买到的问题，中国车型售价取自中国官网，国际车型售价对应西方市场的平均售价。

资料来源：厂商官网；媒体搜索；麦肯锡分析

未来的市场前景令人鼓舞：中国纯电动汽车市场渗透率预计将从2019年的3.9%增至2025年的14%~20%，销量将达到约380万~500万辆[8]。为应对新冠疫情对纯电动汽车市场的冲击，中国政府2020年3月决定将购买补贴延长两年，以推动纯电动汽车的销售。因此，我们预计经过萎靡不振的2020年（与疫情前的两位数增长相比）之后，纯电动汽车市场将在2021年再度发力——不论是以绝对水平还是以相对水平衡量。

2. 一旦市场达到一定规模，中国纯电动汽车厂商很快能实现盈利

得益于中国市场独有的一些特征，好几款车型在成本结构上都具有优势，这使他们有望实现盈利。对现有内燃机（ICE）平台的再利用缩短了产品上市时间，现成的组件和高度模块化的系统使资本支出维持在较低水平。而中国本地供应商在电子和电池领域经过多年积累已拥有丰富的专业经验。这样的供应商生态系统正好支撑了上述设计理念及其效果。

[8] 数字由麦肯锡专有的出行市场模型和可持续移动xEV模型得出。

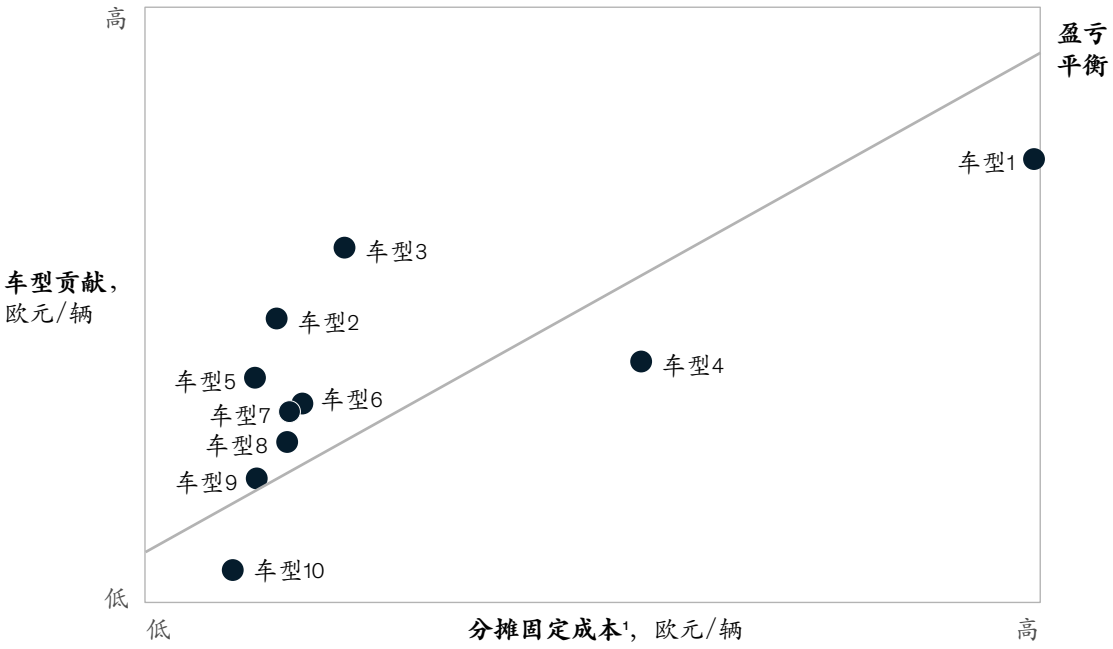
我们基于逾25万个数据点对物料和生产成本进行了估算。结果表明，10个车型中有9个都能达到中等或以上水平的边际贡献率，最高可达50%。不过，当我们将保修、营销成本、一般性成本及管理费用、研发、资本支出纳入考量之后，我们估计营业利润率依然为正的车型将减少（图4）。固定成本的巨大差异可能源自多重因素，比如整合深度、采购策略差异、厂商总产量等。

市场新玩家尤其需要应对结构性挑战以及总体产量较低的困难。除了在研发上付出更多努力以外，通过柔性制造和价值链的战略定位来优化资本支出，都有助于更多纯电动汽车厂商实现盈利。

图4

参与对标分析测试的部分电动车型进入满负荷生产后有望实现盈利

预估



[1]排除所有增产成本

资料来源：麦肯锡分析

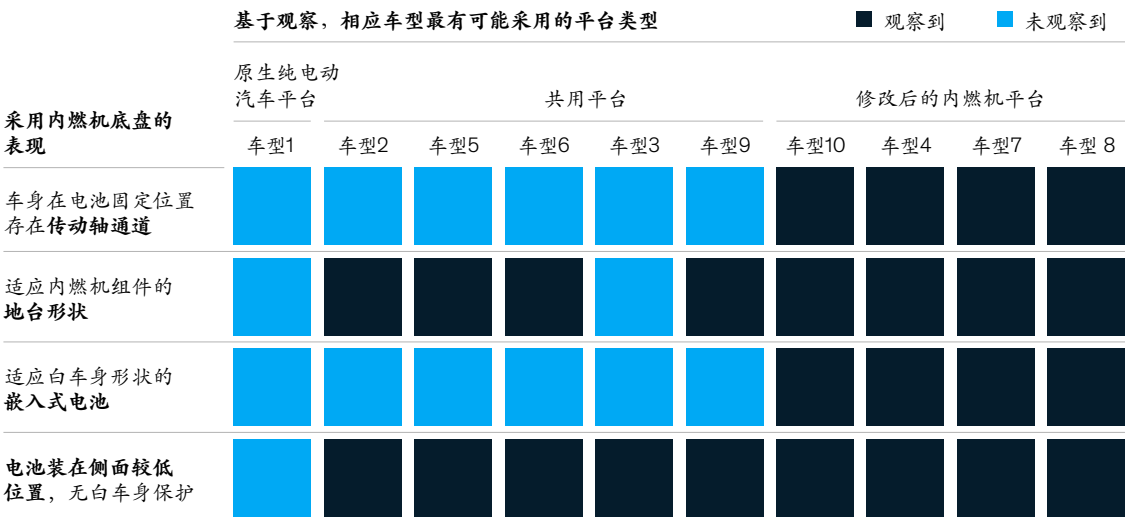
为快速提供多种纯电动汽车产品和车型，中国多数纯电动汽车厂商均通过调整现有内燃机平台或使用多用途通用平台来制造汽车。在物理拆解过程中，我们也利用3D数字孪生/虚拟现实软件比较了这些车型的设计。这项工作让我们看到，10款纯电动汽车中，9款在电池形状、电池位置以及地板形状等方面具备相似特征。由此可见，这些车型都使用了过去的内燃机底盘，也就是说，它们采用的是经过修改或可共用的内燃机平台（图5）。同样，采用相似设计有助于推进产业化，因为现有工艺和制造技术蓝图都能派上用场。在产品开发流程中，产业化占了相当大的比重，这种方式对于缩短产品上市周期至关重要。

此外，我们观察到这些汽车厂商均采用一种分组式设计方式，聚焦于现有概念与制造技术，并使用现成组件。这些做法有助于减少资本支出并加速产业化（图6）。

高度模块化以及外包策略提高了制造过程的资本支出效率。一旦实现模块化，组件成分即可被推至预装配环节并且可由供应商来完成，这提高了生产过程的外包率，从而简化了主装配流程的复杂度。具体而言，我们在10个车型中的三个观察到了高度灵活的装配系统：电驱系统和其他电力电子设备（DC-DC转换器和车载充电机OBC）均作为模块预装在副车架上。此外，电池系统可在任何阶段进行装配，这方便了后期集成，也让装配更加灵活（图7）。如此又能进一步减少资本支出。

图5

白车身设计显示厂商采用了经过修改的内燃机平台或共用平台



资料来源：麦肯锡分析

图6

许多厂商采用现成的钢制白车身，因此轻型组件占比较低

白车身类型		描述
顶级铝制车身	车型1	全铝车身，主要采用非热连接方法，并使用碳纤维强化汽车后备箱中的聚合物部件
现代钢制车身	车型2, 5, 6	全自动白车身，部分封板使用铝材料，部分位置使用（比如）高强钢，以改善撞击安全性，以及减轻重量
优化钢制车身	车型7, 8, 10	全钢车身，大多采用传统连接方法（焊点），但运用了优化的材料概念（例如，热成型钢）
传统全钢车身	车型3, 4, 9	使用手工焊接的简单钢制车身（尤其在低配版中）

资料来源：麦肯锡分析

图7

10款参与对标分析车型采用了不同的模块化装配方法

模块化　部分模块化　单独零部件水平

我们看到了不同的模块化装配原型		电驱系统（包括车轴）	电力电子	电池	高压配线与管路
类型1 **前桥集成** 汽车关键部件广泛模块化，简化主装配流程	车型 4, 8, 10	预装配模块（在副车架上）		完全独立的模块（可在整个装配流程灵活集成/可后期集成）	预先装配后，在主生产线上通过各种连接器进行装配
类型2 **电子集成** 各电子元件的模块化	车型 1, 2, 5, 7	搭配简化装配支架的自支撑桥；单独装配的其他零部件	集成模块（例如“单盒”（1-box）设计）		完全预装配的完整电子模块，在主生产线通过单一连接器组装
类型3 **零部件装配** 模块化程度低；复杂的装配流程导致大量的资本和运营支出	车型 3, 6, 9		单一零部件装配	需提早集成，以满足主生产线的装配需求	在主生产线上一一单独装配

资料来源：麦肯锡分析

就推进产业化而言，当前的供应商生态系统加速了产品上市。中国在电机生产、半导体、电子产品，尤其是电池方面的长期积累，使得本地公司有能力提供电动汽车动力总成系统所需的所有零部件（图8）。由于垂直整合水平各异，汽车厂商通过本地供应商采购的动力总成系统零部件比例在45%~100%之间。

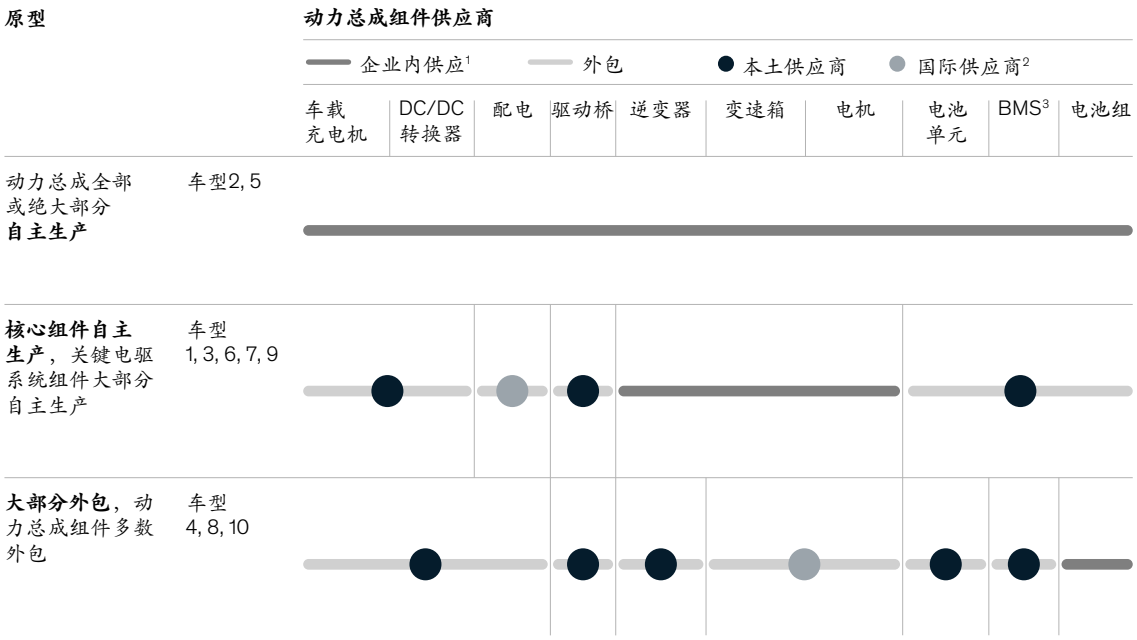
不过，从更广泛的角度看（生产设备供应和生产线设立），全球企业仍占有一席之地。西方制造设备厂商的专有技术保障了中国供应商能够提供整体价值链所需的质量，比如涂装。

3. 设计和技术层面具有很强的多样性——游戏刚刚开始

本地汽车厂商证明了它们在中国纯电动汽车市场上的优势地位，但对技术更深入的检视揭示出各汽车厂商之间存在巨大差异。三个方面的差异将影响下一代纯电动汽车的开发，并有可能为其他厂商提供在中国市场立足的机会。

图8

中国汽车厂商严重依赖本土供应商，存在三种模块集成原型



[1] 由汽车厂商内部生产，或由汽车厂商旗下的合资公司/子公司供应。

[2] 包括与国际供应商的合资企业。

[3] 电池管理系统。

资料来源：麦肯锡分析

动力总成。此次对标分析揭示出各种各样的动力总成设计理念，包括电池布局、热管理设计与布线，以及动力系统模块集成。我们的3-D模型显示一半的车型使用了网格和行状的电池组布局，这增加了空间利用率，同时，这种布局相比多尺寸电池模组，减少了封装变化，可降低模组生产成本（图9）。

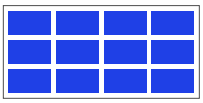
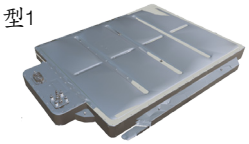
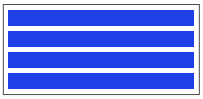
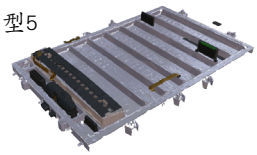
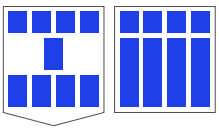
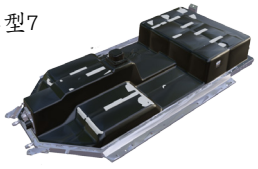
此外，物理集成度也各不相同。只有三个车型显示了较高的集成水平：电子组件和电气驱动系统实现了物理集成，且热管理系统涵盖了所有组件。另有两个车型显示出相同的物理集成水平，但电驱系统和电池部分的热管理系统是分离的。其余车型使用了较少集成组件：单独的电气模块和单独的热管理。其中三个车型使用了被动风冷方式，此类车型相比使用电池水冷技术的车型，充电速度受限（图10）。

电子电气架构。本次对标测试显示，在具备相似功能的车型之间，低压线束的重量各有不同。这表明在电子电气架构中存在重大的设计和成本优化空间。与此类似，参与此次测试的厂商各自选择了不同的ADAS[9]功能，采用了不同的电子控制单元（ECU）集成设计，所使用的ECU数量也各不相同。这些车型装配了6~19个分散式ECU（图11）。一个潜在的发展方向是将所有功能集成在单一汽车控制器中，如美国一家纯电动汽车厂商的做法。藉此，厂商或可以相对较低的成本实现性能提升，但这需要大量研发投资，以及先进的内部软件开发能力。

[9] 高级驾驶辅助系统。

图9

电池组布局有三种设计，电池组空间利用率和模块封装因而不同

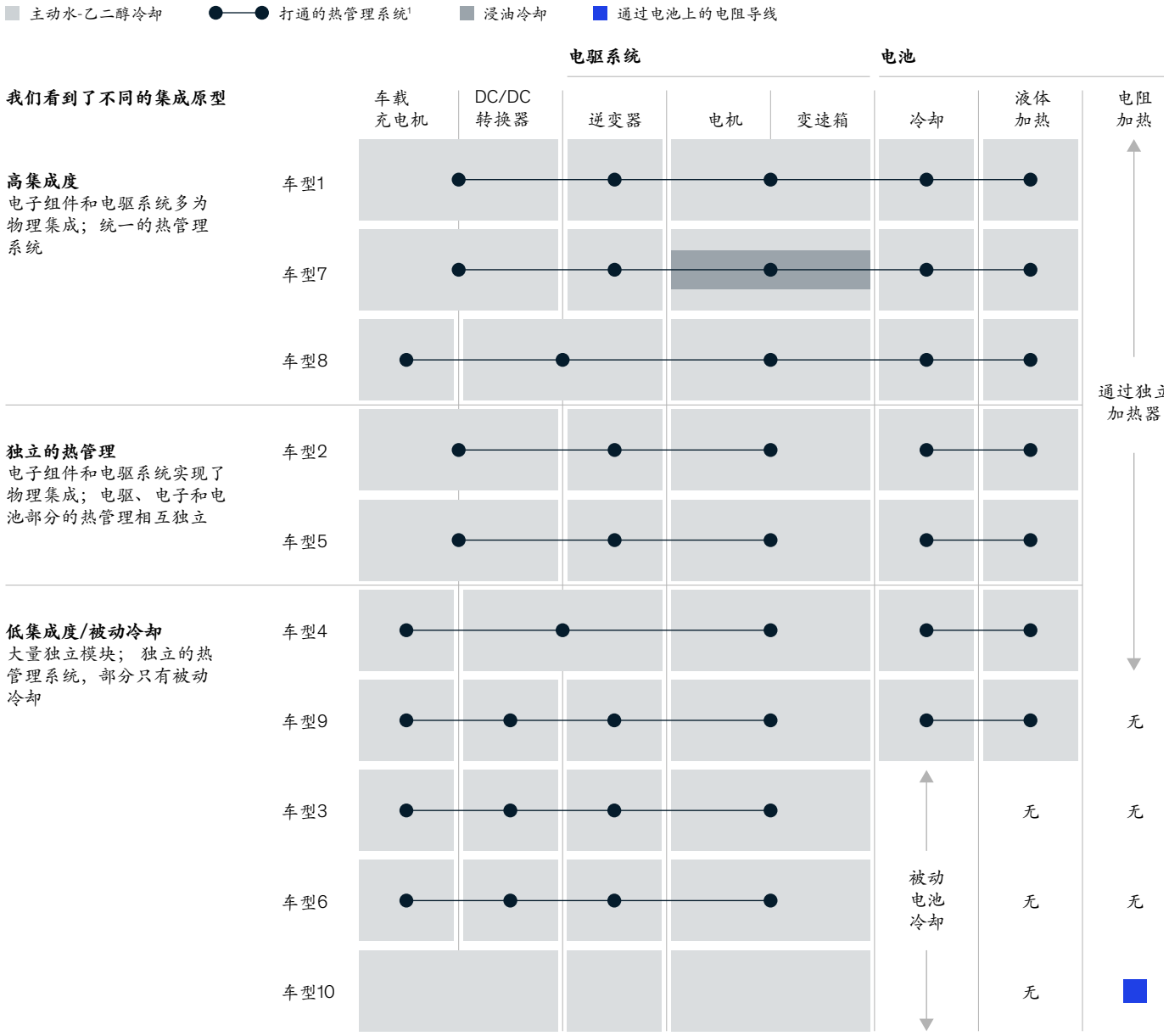
布局方式	描述	测试车型	示例
网格布局 	同等尺寸与形状均匀排列	车型 1, 3, 9	车型1 
行状布局 	基本同等尺寸与形状，均匀排成行	车型 2, 5	车型5 
适应模块形状 	多种尺寸与形状，根据模块形状和间距排列	车型 4, 6, 7, 8, 10	车型7 

资料来源：麦肯锡分析

图10

和西方纯电动车型一样，中国电动车型的动力总成设计也尚未统一

动力总成与热管理系统设计对比



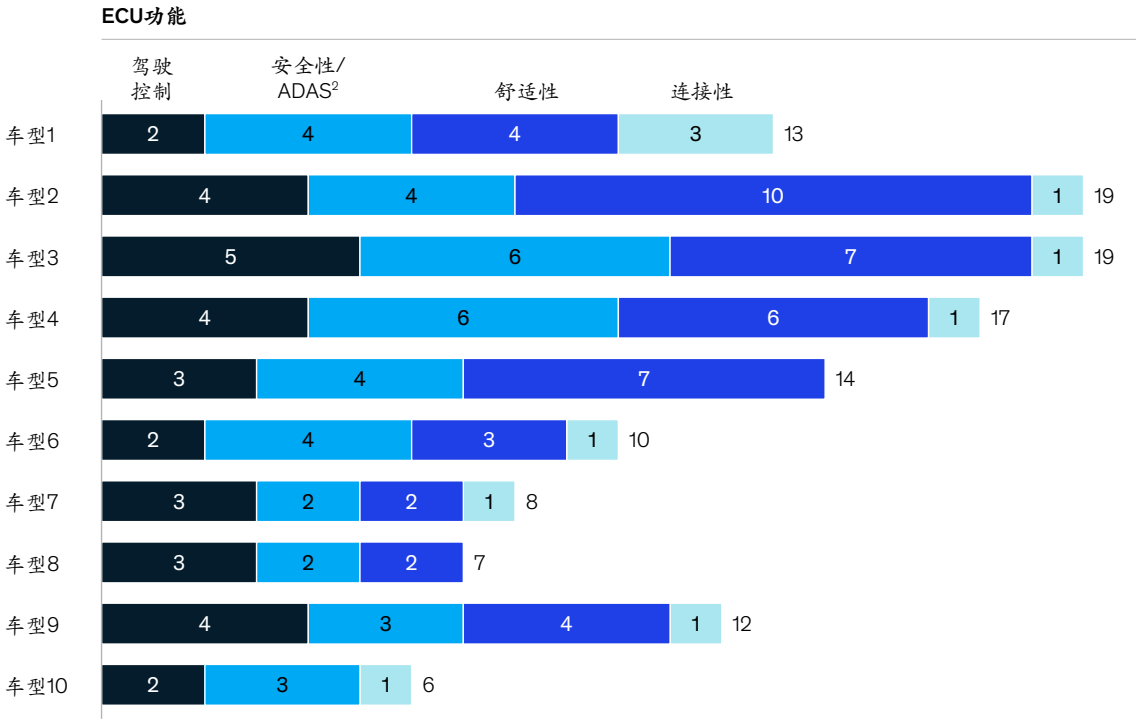
[1] 直接连接冷却套/管道/蒸发器/热交换器。

资料来源：麦肯锡分析

图11

电子控制单元（ECU）的使用大致与设计特征相关，有些厂商会以更复杂的方式集成ECU

低压ECU功能分布，ECU[1]数量



[1] 不包括高压系统和底盘ECU。
[2] 高级驾驶辅助系统。
资料来源：麦肯锡分析

配置方案。中国纯电动汽车在基础配置版之上提供2~4种配置方案。相比西方厂商通常提供的丰富配置选项，这样做有效降低了复杂性和成本。

这10款车型中的7款从基础版到顶配版的价差幅度不超过50%（图12）。10款中有5款提供方案以外的电池或发动机升级，有三款提供更昂贵的车身选择，比如颜色和轮毂。由此来看，在定价策略或非硬件收入方面（例如无线软件更新）似乎存在着有待挖掘的收入潜能。总之，国际汽车厂商可将我们的研究发现视为简化产品组合或寻求差异化的参考，尤其是当它们考虑进入中国市场时。

4. 在中国市场的成功策略

中国市场富于变化，要想在中国纯电动汽车市场取得成功，企业需要直面巨大的不确定性。虽如此，中国纯电动汽车市场可观的规模和机遇仍然吸引着国际汽车厂商和供应商。而中国企业则需要稳固它们的主导地位，并持续提升盈利能力。

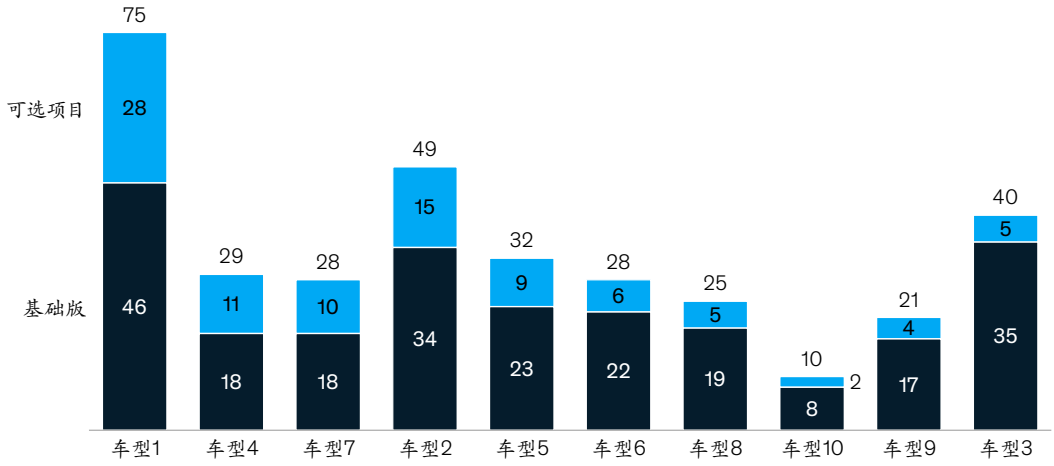
我们从这次对标分析中收获的洞见展示了中国纯电动汽车市场的几大趋势，每个趋势都对应着相关的战略行动或机遇。

开发周期正在加速。为提高盈利能力，获得竞争优势，汽车厂商正加快纯电动汽车的开发周期。对于当前（主要是第一代）车型，汽车厂商通过再使用或调整现有内燃机平台以及采纳现成组件等方式，缩短产品上市时间。但随着越来越多的汽车厂商开发专用的纯电动汽车平台，同时产量不断提高，下一代纯电动汽车的上市时间预计将会进一步缩短。除了对上市时间的影响，更高的产量也会转化为成本和设计优势。

图12

纯电动汽车的基础版和顶配版价差幅度不大

基础版与加入可选项目后的价格，千欧元



资料来源：麦肯锡分析

市场构成很可能发生改变。目前，中国约有80个纯电动汽车品牌，分属50家汽车厂商。其中12家是初创企业，它们在2019年的市场份额约为7%[10]。但因为它们的成本结构，这些初创企业（尤其是尚未投产的企业）所面临的市场环境将越来越严峻。具体而言，小产量所承载的高额固定成本加重了这些公司的负担，无力快速扩大规模的初创企业只能从市场上消失。另一方面，国际厂商则将力争攫取更多市场份额，因为为了满足监管法规的要求（如双积分政策），它们必须加大在纯电动汽车市场的渗透率。

电动汽车动力总成技术将走向标准化。目前市场在电池系统、电力电子系统、电子电气架构以及电驱动系统等层面的技术差异预计将会收窄。与内燃机系统动力总成设计的发展类似，电动汽车市场也将聚变为只剩下少数几种标准化设计。这一场市场竞逐，对于那些有能力为动力总成系统提供整合平台解决方案的供应商来说，无疑将是一个重大契机，特别当它们从协同效应和规模经济中获得资本支出优势后。

原生纯电动汽车平台将获得更高份额。分析显示，中国汽车厂商通过使用共用或调整的内燃机平台缩短了产品上市时间。然而如前所述，我们预计会有更多汽车厂商致力于开发专用的纯电动汽车平台来满足需求，这一趋势将进一步缩短产品上市时间，同时带来设计与成本优势。并且，我们也预计纯电动汽车将更多地在专用生产线上生产，而不是像眼下这样在灵活、共用的内燃机/电动车生产线上生产。

国际OEM将力争获得更多市场份额。因为要满足监管要求，它们必须加大在纯电动汽车市场的渗透率。

[10]初创企业的数量及其市场份额是根据2020年4月IHS Markit发布的《轻型汽车动力总成产量预测》（Light Vehicle Powertrain Production Forecast）中的电动汽车生产数据计算得出的。请注意，尽管生产数据来自IHS Markit，但对初创企业和老牌企业的划分以及对初创企业市场份额的计算均由麦肯锡得出，未得到IHS Markit的协助或背书。

图13

我们的调研洞见旨在为厂商提供思路，帮助它们在中国纯电动汽车市场上取得成功

	国际	本土
汽车厂商	采纳以**客户为中心**的设计理念，优先考虑客户最看重的特征和功能	强化限额**成本设计实践**，节约更多成本
	发挥各类资产的杠杆价值，例如品牌，先进的生产设备和顶级工艺；严格遵照限额**成本设计**思路进行创新	利用**对消费者偏好的了解**，提供差异化产品与服务，并拓展**新的收入模式**
	缩减产品组合，采用敏捷开发方式，**缩短产品上市时间**	巩固**品牌形象**，加强与现存和新兴竞争者的差异化
	开拓新的收入模式，例如软件更新和维护	进一步提升**客户体验**
供应商	与中国汽车厂商**合作**，提高工艺成熟度，最大程度节约成本	选择长期战略，开发关键模块的集成解决方案
	力争在高价值领域成为**创新领头羊**，可通过与战略合作伙伴合作实现该目标	扩大汽车厂商客户群，并尝试创新业务模式

资料来源：麦肯锡分析

非中国汽车厂商需要发挥旗下资产的杠杆作用，例如受欢迎的品牌形象，卓越的工程专长及顶级的生产设施，以突出它们与中国竞争对手的差异。同时，它们必须简化产品组合，提供精简但更具针对性、更契合本土需求的选择，并通过软件和其他科技支持来开拓营收来源。中国汽车厂商则应继续通过节约成本来提高利润率，并通过产品差异化来提振营收。成熟的定价策略和努力开源至关重要。

对于供应商而言，合作关系至关重要。非中国供应商可利用成熟的工程技术，成为创新领头羊。而中国供应商或许可通过协助非中国汽车厂商在市场立足来拓宽自己的客户群（图13）。

吴听是麦肯锡全球董事合伙人，常驻深圳分公司；**Mauro Erriquez**是麦肯锡全球资深董事合伙人，常驻法兰克分公司；**Philip Schäfer**是麦肯锡全球董事合伙人，常驻杜塞尔多夫分公司；**Dennis Schwedhelm**是麦肯锡高级咨询顾问，常驻慕尼黑分公司。

作者感谢Johan Begtsson、Yixin Cai、Stephan Fuchs、Tobias Geisbüsch、Paul Gao、Paul Hackert、Will Han、Russell Hensely、Patrick Hertzke、Rupert Lee、Leo Leypoldt、Martin Linder、Simeon Mußler、Birte Prinzhorn、Raphael Rettig、Patrick Schaufuss、Pei Shen、Andreas Venus、Marco Wampula、Jingbo Wu、Justin Zhang、Susan Zhang、Kevin Zheng和Tony Zhou对本文做出的贡献。

© 2020 McKinsey & Company。保留所有权利。