

研究报告

# 全球智能汽车发展指数

2016年第一季度

罗兰贝格汽车行业中心&亚琛汽车工程技术有限公司

## 亲爱的读者：

最近几个月，国际媒体一直在热议无人驾驶话题。勇于尝新的特斯拉通过全新软件技术实现智能充电的消息几乎占领了各大行业媒体头条。我们相信，一系列智能汽车的发展创新已经拉开了大幕。

接下来您将阅读的这篇《全球智能汽车发展指数》将从以下两个方面展开，对全球主要汽车大国在智能驾驶领域的竞争格局进行全面的比较：

- 1. 行业：** 各国整车厂设计和生产智能汽车的发展状况，以及所从事的研发活动的深度和广度
- 2. 市场：** 市场规模，我们使用了一个指标，即用高级辅助驾驶系统（ADAS）的市场需求量来代表当地消费者对智能汽车的接受程度，此外也从法律法规层面综合分析了各国目前的进展情况

罗兰贝格与亚琛汽车工程技术有限公司（FKA）结合以上方面的因素进行分析，按季度发布《全球智能汽车发展指数》报告，对相关汽车工业国家（美国、德国、中国、瑞典、英国、韩国，法国、意大利以及日本）在该领域的竞争态势提供有价值的比较分析，并且将各国表现与全球平均水平对标，评估其发展现状如何。此之，本文和后续的系列报告还将对特定的重点话题做深入的研究和详细阐述。例如，我们在本期报告中比较全面地研究了全球智能汽车的测试/验证方法，探索了这些方法的应用情况，以及它们在无人驾驶的环境下会遇到什么样的难题。因为从发展的眼光来看，发布快速响应市场、经济性高的产品是不容置疑的，但永远不要掉以轻心的是，安全才是所有课题的重中之重。

此外，针对近期中、美、德开展的一项消费者最感兴趣的智能汽车调研，本文也进行了解读，提出了我们对调研结果的见解。

接下来的后续研究中，我们还会对欧盟和国际上的相关法律的进展做细致的评估，包括对立法的讨论，以及各国投入的预算支持等。

## 1. 2016年一季度全球智能汽车发展指数核心观点

### > 国际排名：德国遥遥领先 – 日本不断提升

德国在全球一直以来都成功地扮演着研发（半/高）智能汽车的先锋角色。随着德国一系列高端车型（如宝马 7 系）的上市，我们看到，一些智能汽车的功能已逐渐量产为消费者所用。与此同时，其它国家也开始挑战德国的领先地位。比如在东京车展上，日本整车厂已在一些先进的概念车型中发布了大量的智能驾驶功能，这有效地提升了他们在智能汽车领域的国际竞争力。

### > 对智能汽车的认识 – 安全第一

与上一期《全球智能汽车发展指数》相比，各国对智能汽车重要性的认识水平分布基本保持相同。未来智能汽车对于经济发展具有巨大的促进作用，这一点从最近几个月发布的几个研究项目都获得了政府补贴支持就可以看出来。此外，越来越多从事智能和互联驾驶研究的国家性和地方性机构都获得了研发补助，不仅在德国，越来越多的其他国家也是如此。随着研究活动愈发指向智能汽车的测试和验证难题，整车厂与研究机构之间的合作也变得更加紧密和深入。

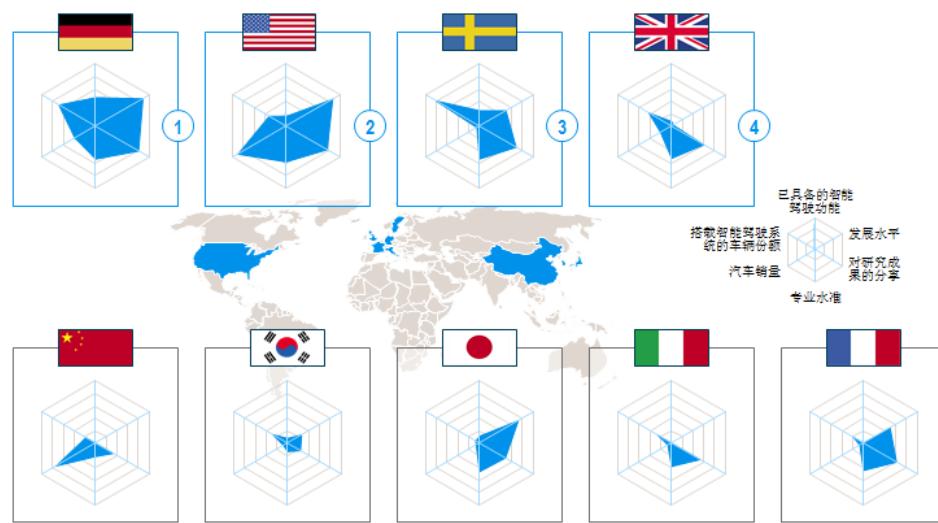
### > 法律体系 – 相比德国，美国更具优势

自上期《全球智能汽车发展指数》发布以来，各国在法律方面进展不大。德国仍稍稍落后于美国，主要是因为美国一些州采取了简化的车辆许可程序。尽管如此，德国联邦政府最近开始着手无人驾驶的相关法律条款。政府发布了“智能和互联驾驶战略”，定义了未来的核心工作内容，以期为德国未来在社会、法律和技术方面会遇到的挑战做好准备。

### > 市场规模 – 美国超越中国和德国

我们选取了搭载高级辅助驾驶系统（SAE 2 级以上）的车辆销量作为指标来衡量当地市场规模，美国和中国在绝对值上大幅领先德国。继瑞典和美国之后，德国国内搭载驾驶辅助系统的车辆所占全国销量份额排名全球第三。然而，从新车上牌数量上来看，美国是全世界新车上牌数最多的国家，中国和德国紧随其后。

图 1：全球主要汽车国家智能汽车竞争水平比较



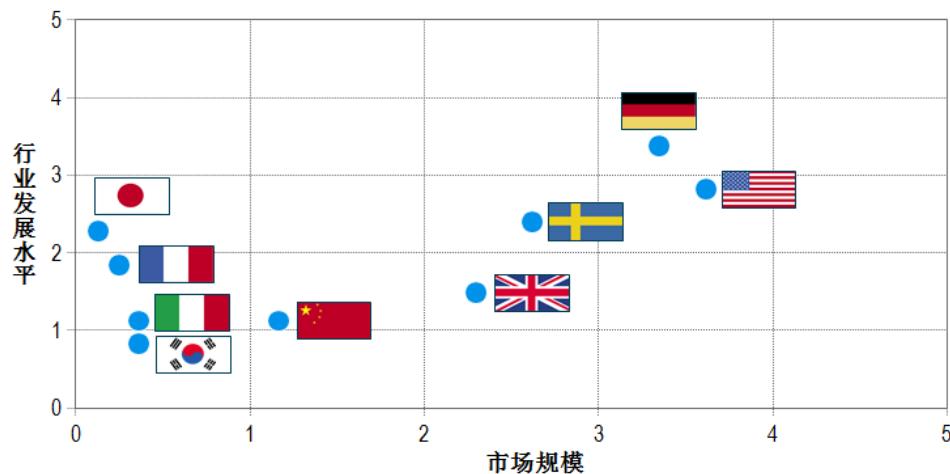
资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

## 2. 全球主要汽车国家智能汽车竞争格局- 概述

从行业和市场两个维度，我们将全球主要汽车国家在智能汽车领域的竞争格局概括如下(图 2)。

图 2：德国、美国以及瑞典持续领先，日本在行业发展水平上表现越来越突出

全球智能汽车发展指数 - 2016年1季度

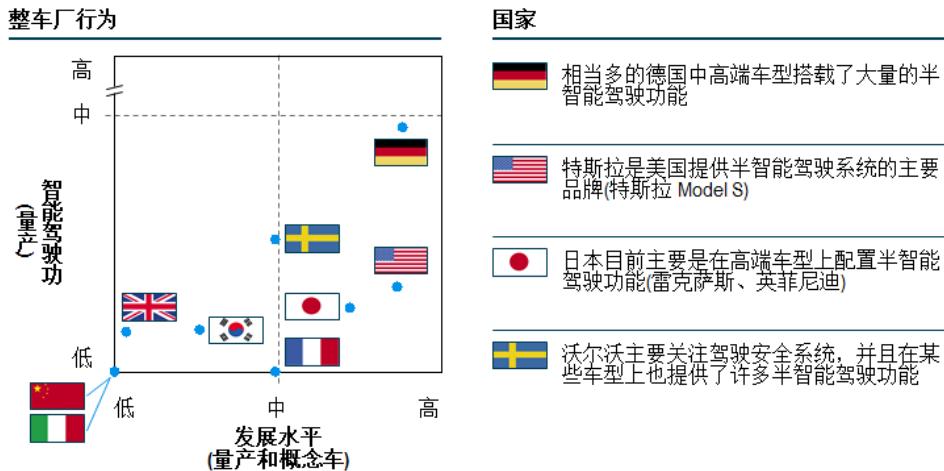


资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

在“行业”这个指标上，德国依然超越了美国和瑞典保持着全球的领先地位。这一成功，主要是由于德国整车厂在高级辅助驾驶系统和无人驾驶功能上的突出表现，我们从“整车厂行为”中可以看到各国详细的发展情况（图 3）。最近几个月，德国整车厂陆续推出了几款新车型，包括宝马 7 系和奥迪 A4。这些车型的上市进一步增加了量产车中搭载的智能汽车技术数量，提高了市场可用性。一些驾驶辅助系统，比如奥迪 A4 上配置的紧急辅助转向系统，首次成为标配。和上期报告相比，美国、日本和韩国整车厂与德国之间的差距有所缩小。然而某些高端车型（如雷克萨斯 LX、现代 Genesis G90）的上市政策却设置了严苛的限制，使这些整车厂在智能汽车技术的市场化上面临诸多挑战。与此对应的，特斯拉正在采用一种替代策略来突破这些限制，提高现有车辆的智能驾驶功能：只要车辆的传感器匹配，车主就可以通过购买软件升级获得特斯拉最新的“自动泊车”功能。在概念车的研发方面，德国和美国基本齐头并进，尽管来自美国的谷歌和优步更多地关注城市道路的应用。同样在概念车研发方面表现不错的还有日本，例如，日本整车厂在东京车展上展示了一系列带有智能驾驶功能的先进概念车。

图3：不论是量产车还是概念车，德国整车厂所采用的半自动驾驶功能的数量是全球最多的

### 全球智能汽车发展指数 – 各国整车厂行为

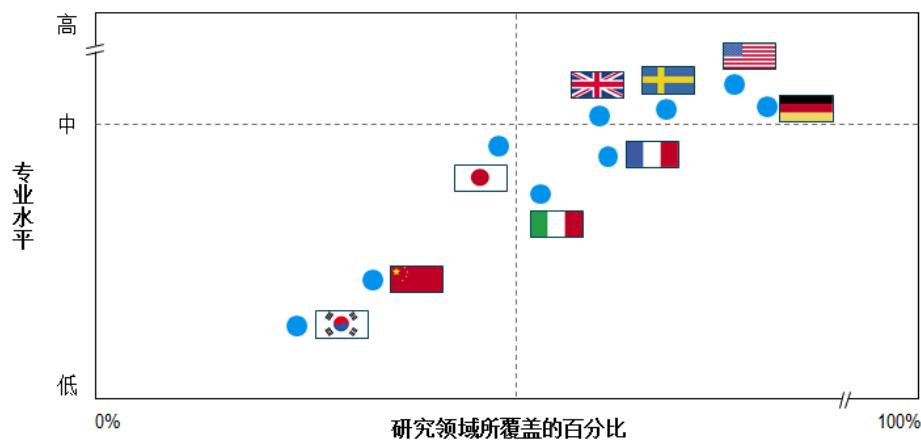


资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

从我们对各国“专业水平”的指标评估来看，本期报告跟上期报告相比变化不大，各国在这项指标上的评分的相对位置基本不变。美国和德国在这一指标上表现突出的重要原因是，美国和德国一流大学开展了大量广泛的研究和开发活动，而且两国的汽车整车厂和研究机构之间还有着密切的双向合作。例如，丰田宣布将分别与斯坦福大学和麻省理工学院合作成立两个联合研发中心（项目投资总额约5000万美元）；福特与密歇根大学合作，在密歇根大学运作的模拟城市环境中进行智能汽车测试。智能驾驶技术的研发对经济的发展究竟有多重要，从最近几个月公布的由政府补贴的研究项目上可见一斑。在德国，一些政府机构如联邦经济事务和能源部（BMWi）目前正在支持着众多大规模的无人驾驶项目，例如Ko-HAF高度智能驾驶项目。同时，越来越多的国家性和地方性的智能和互联驾驶测试设施可以获得补贴。例如，英国准备投入约1,000万英镑补贴智能汽车的测试设施建设及主要项目的研发，德国在亚琛投入高达2,800万欧元以支持无人驾驶研发活动。

图 4：德国与美国的一流大学开展了广泛的研发工作，使这两个国家的专业水平处于全球领先

全球智能汽车发展指数 – 智能驾驶汽车专业水平

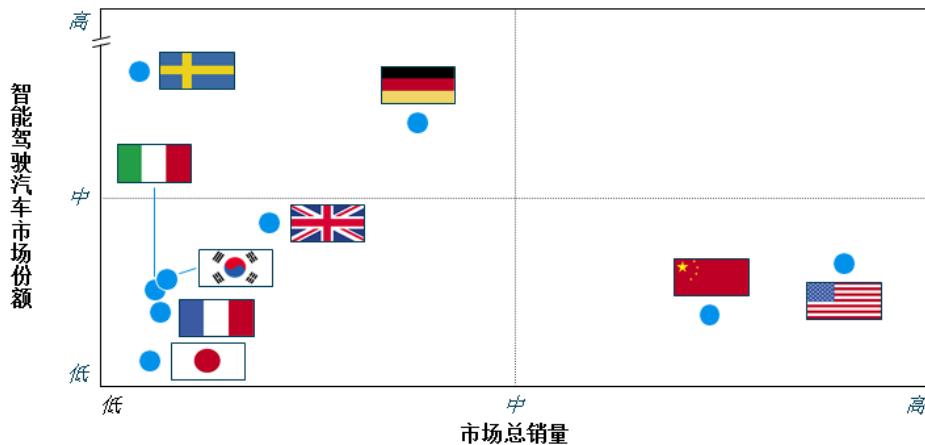


资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

在“**市场**”这一指标上，美国、德国和瑞典的领先地位基本保持不变（图 5）。一如既往地，美国安装了辅助驾驶系统的车辆保有量非常巨大，这使得美国成为全球智能驾驶车辆市场规模最大的国家。在德国，搭载辅助驾驶系统的商用车辆也占据了相当高的份额。连同德国全国市场的绝对规模，足以让德国成为全球智能汽车规模第二的国家。瑞典的绝对规模相对而言并不大，但依然排名第三，这是因为在瑞典安装了高级驾驶辅助系统的车辆比例超过了全球任何一个国家。英国虽然名列第四，但是与美国、德国和瑞典之间却存在着比较大的差距。其余所有国家均表现平平。

图 5：美国和中国拥有全球最大的智能驾驶汽车销量，而瑞典和德国拥有最高的智能驾驶汽车份额

全球智能汽车发展指数 – 搭载了驾驶辅助系统的车辆的市场销售潜力<sup>1)</sup>  
 2015年1季度至2015年4季度



<sup>1)</sup>搭载驾驶辅助系统的车辆的理论渗透率，通常是标配或者选配

资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

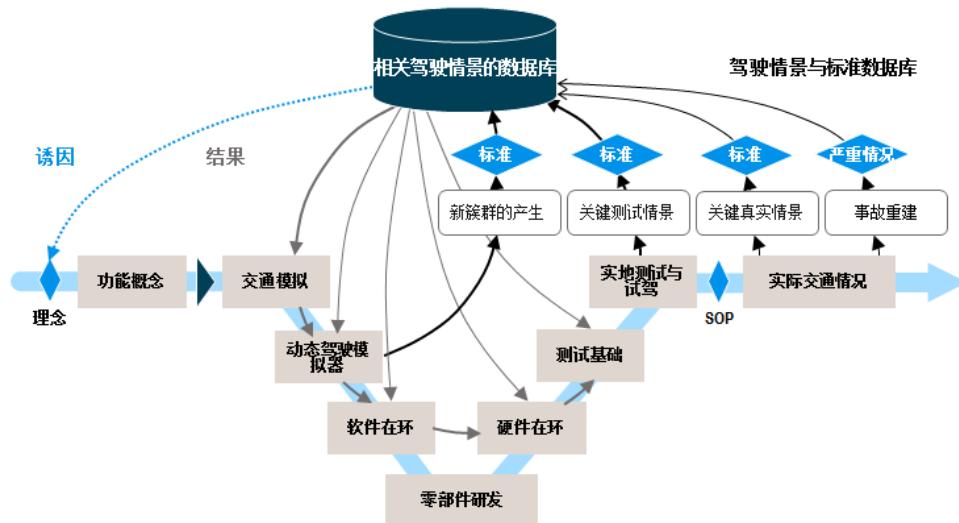
大致来说，在“**法律体系**”这一指标上，各国情况与去年发布的报告相比也基本保持一致。德国仍然稍微落后于美国，主要是因为美国一些州采取了简化的车辆上牌程序。然而在这样的大背景下，值得注意的是，加利福尼亚州最近一份草案提出了最新的智能驾驶汽车使用要求，其技术和法律规定相当保守（加利福尼亚车管所 2015，智能驾驶汽车的公共部署草案要求）。例如，一个方向盘和一个可以随时控制车辆的司机目前仍然是必要的。这些规定很明显是针对谷歌汽车而来，因为谷歌正在计划在中期内发布既不需要方向盘也不需要驾驶员的汽车。在大西洋彼岸，基于前期圆桌会议对“无人驾驶”的筹备工作，德国政府已经在最近采取了进一步措施，着手无人驾驶的相关法律。联邦政府还发布了“智能和互联驾驶战略”，定义了未来的核心工作内容，以期为德国在法律和技术方面会遇到的挑战做好准备。关系到 ECE 法规的内容值得特别关注，因为 ECE 会牵涉到众多其它的欧盟国家。ECE R79 就是一个例子：目前，这个规定明确禁止智能转向功能不能在时速 10 公里/小时以上使用，主要原因是如果发生事故，将无法判定是由车辆还是驾驶员负责。ECE R79 从而成为了无人驾驶的一个关键障碍。德国政府目前尚未公布任何具体的时间计划，导致德国相比美国而言在法律条款指标上评分略低。

### 3. 测试和验证难题需要重点攻克

当前的无人驾驶技术研究正朝着几个大的方向发展，所有的研究活动可以分为这五大层面：社会、经济、法律、人体工程学和技术。其中，对智能车辆的技术验证及测试手段仍然面临相当大的挑战，需要将创新的测试方法和手段相结合。因为现有的测试方法相当昂贵，需要将实际行驶里程精确记录下来，而采用传统方法路测高度自动化驾驶（3 级以上）需要经过数百万公里的行驶，打造任何一个这样的系统都不具备商业可行性。

亚琛正在试图建立和运营一个包含不同驾驶情景的数据库——“PEGASUS”项目，以寻找更有效的方法来测试智能汽车（图 6）。这个项目联合了德国整车厂、零部件供应商和研究机构的共同参与，于 2016 年 1 月启动，并且得到了联邦经济事务和能源部的资助。基于事故数据、路面测试以及大量的调查研究，相关的驾驶情景被模拟并存储在一个共享的数据库中。在这个数据库为开发过程中不同情景下的智能驾驶验证（V 模型图 6）打下了非常好的基础，如交通仿真、模拟驾驶和不同的路况测试等。

图 6：基于相关驾驶情景的数据库(© Eckstein 教授, 德国 PEGASUS 项目的基础)，智能驾驶功能的测试因而变得更有效



资料来源：亚琛汽车工程技术有限公司

## 4. 最新的用户调查显示出了对无人驾驶和机器人出租车的兴趣

近几个月，很少有话题能够像无人驾驶这样吸引着整个汽车行业的关注。虽然整车厂、零部件供应商和研究机构的车辆研发技术必不可少，相应的法律体系也非常重要。然而，最终还是用户，即我们的终端车主，决定了产品和方法的成功和失败。以下两个方面的因素对于终端用户来说是最关键的：

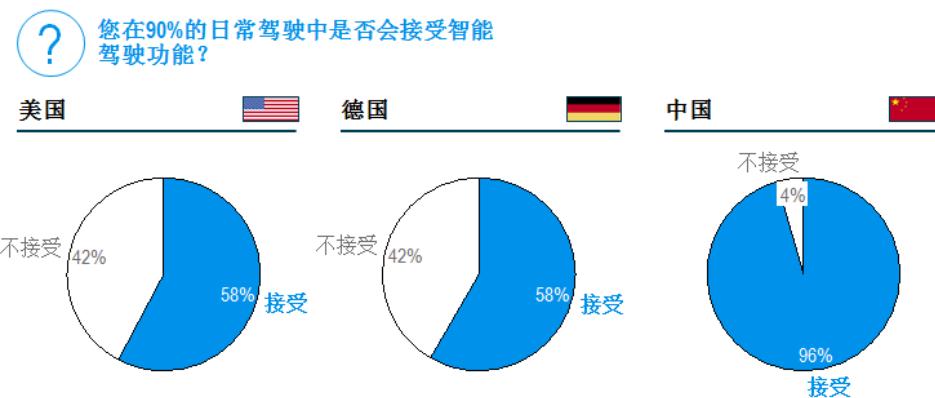
- 1) 安全性
- 2) 使用新技术的成本

不同的人群所呈现的调查结果有很大的差别。地理位置和受访者年龄这两个因素的影响尤其突出，也进一步佐证了罗兰贝格最近发布的关于德国、美国和中国车主（中高端市场）的调查。上述两个因素的调查结果主要是来自于用户对这两个关键问题的回答：

> 问题 1：在日常驾驶中，用户对智能驾驶最核心的关注点在哪里？在德国和美国，约 58% 的受访者表示对从未体验过的无人驾驶技术表示感兴趣，而在中国，几乎每一个司机（96% 的受访者）都表示出对无人驾驶技术的欢迎（图 7）。另外在西方，随着年龄的增长，用户的态度越来越保守和怀疑，而在中国，年龄对受访者的影响并不显著（图 8）。

图 7：58% 的美国和德国用户对无人驾驶表示出兴趣，而中国这个比例则达到了 96%

用户调查：车主对智能驾驶功能的兴趣

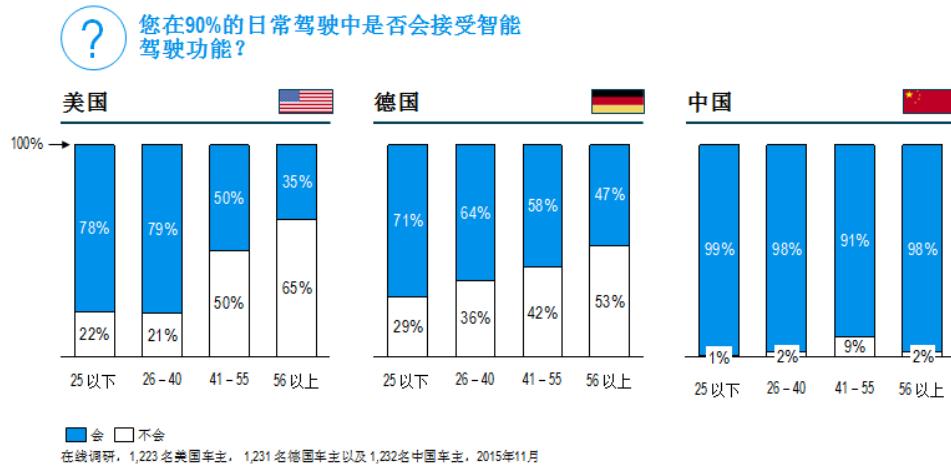


在线调研，1,223 名美国车主，1,231 名德国车主以及 1,232 名中国车主，2015年11月

资料来源：罗兰贝格分析

图 8：随着年龄的增长，德国和美国用户不再会倾向于智能驾驶功能

用户调查：车主对智能驾驶功能兴趣的年龄分布

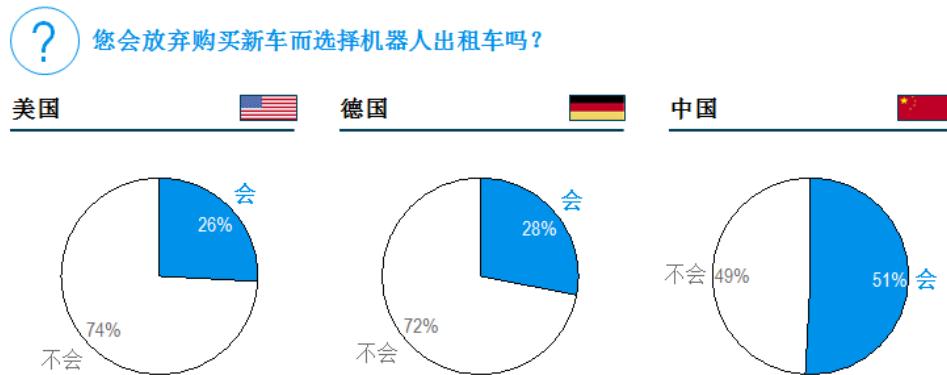


资料来源：罗兰贝格分析

- > 问题 2，在 2030，用户是愿意买一辆新车，还是乘坐一辆机器人出租车？这里有一个基本前提，乘坐机器人出租车的费用将不会超过自己驾驶车辆走过这段行程的费用。在这种情况下，大约 26-28% 的美国人和德国人选择机器人出租车，而超过一半的中国车主，准确地说是 51% 的受访对象，表示出对机器人出租车的兴趣（图 9）。毫无疑问，这一数字受到了中国大城市高昂的车辆牌照费用、已经广泛发展的租车服务的影响。另外，对于高端品牌来说，有一点值得特别关注：在西方国家，高端汽车（车价 80,000 欧元以上）用户几乎都无人选择无人驾驶汽车（参考问题 1，此类客户对机器人出租车也几乎完全没有兴趣），而在在中国，同样消费区间的车主却有 72% 愿意放弃购买新车，选择机器人出租车（图 10）。这些数字也暗示，高端豪华车型在中国市场不容乐观的销售前景。

图 9: 少于 30% 的德国和美国车主会放弃购买新车而选择机器人出租车

用户调查: 放弃购买新车而选择机器人出租车的意愿

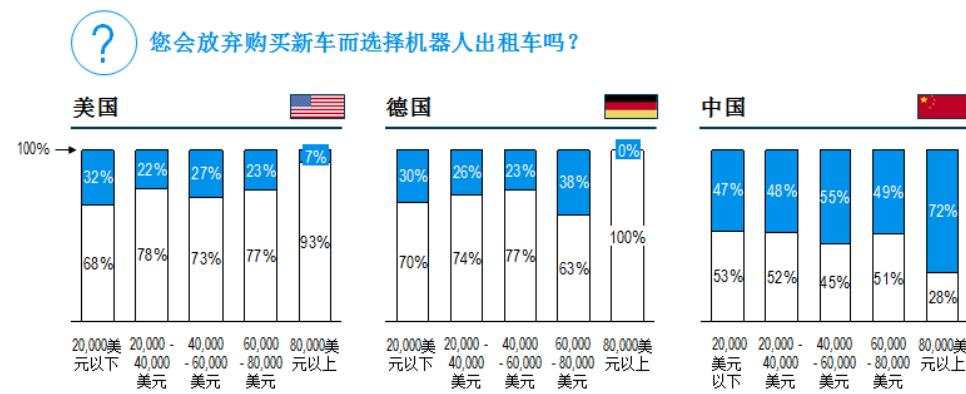


在线调研, 1,223 名美国车主, 1,231 名德国车主以及 1,232 名中国车主, 2015年11月

资料来源: 罗兰贝格分析

图 10: 德国与美国的高端车主会更愿意购买新车

用户调查: 不同细分市场的用户在选择出租车和购买新车上的选择



在线调研, 1,223 名美国车主, 1,231 名德国车主以及 1,232 名中国车主, 2015年11月

资料来源: 罗兰贝格分析

## 5. 方法论

不同国家在竞争态势上的比较主要是从以下两个维度展开：行业和市场

### 行业

- > 整车厂行为：目前各国汽车工业在量产车上所应用的智能驾驶功能，以及概念车的智能功能研发
- > 研发活动和专业水平：各国在无人驾驶技术领域的专业研究发展，比如一流大学或相关研究机构所从事的研发活动

### 市场

- > 法律体系：各国生产研发和驾驶智能汽车的法律框架
- > 市场规模：汽车总体销量，以及搭载了相关驾驶辅助系统的车辆销售所占份额

罗兰贝格与亚琛将每个指标都赋予了一定权重，并汇总到全球智能汽车发展指数中。每个指标评分从 0 到 5 分。通过这些指标，我们能够清楚地看到无人驾驶技术的相关国家（美国、德国、中国、瑞典、英国、韩国、法国、意大利和日本）的整体竞争局势。此外，每个国家的汽车市场也可以与全球均衡水平相比较，从而发现未来智能汽车业务的高潜力市场。以上指标所使用的参数如下：

### 整车厂行为

- > (半) 智能驾驶辅助系统被应用到目前各细分市场的量产车型的应用情况，以及辅助驾驶系统在实际使用中的表现如何
- > 无人驾驶技术发展的状况，主要包括两方面：一是目前量产车型中已经应用的智能驾驶功能的数量和功能本身的先进程度，二是整车厂在概念车中发布的智能驾驶功能

### 在无人驾驶技术领域的研发和专业水平

- > 驾驶辅助系统方面的专业水平、大学或研究机构所从事相关研究的先进程度
- > 以下研究领域的广度和深度，如传感器、汽车智能、测试和验证等，以及与无人驾驶技术相关联的（如互联和数字化基础设施）的专业水平和发展状况

### 法律体系

- > 法律条款，包括车辆许可和运营，涉及到民法、公法、相关规范和标准等
- > 关于责任归属和驾驶员行为的法律条款

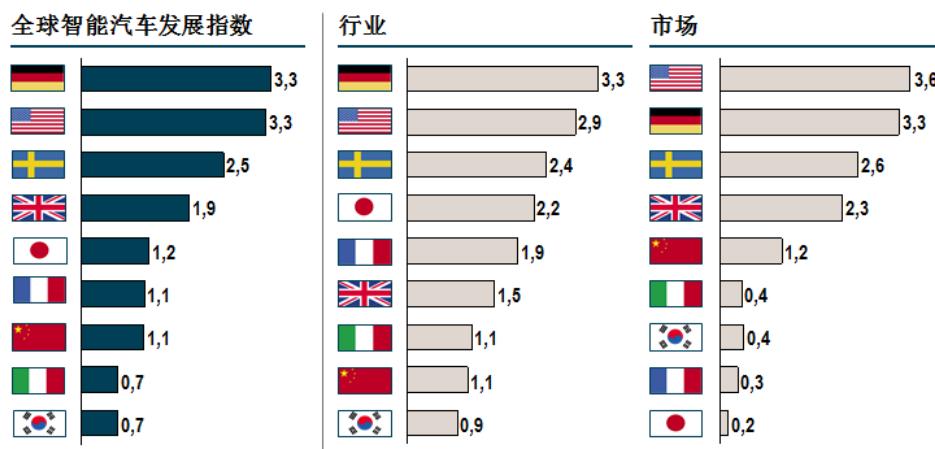
### 市场规模

- > 各国汽车销售总量，以及其中搭载了 2 级 SAE 以上的驾驶辅助系统的车辆所占份额

## 6. 附录

图 11：德国与美国在智能汽车发展指数上全球领先，瑞典稍稍落后位居第三

全球智能汽车发展指数 – 指数排名



资料来源：罗兰贝格分析

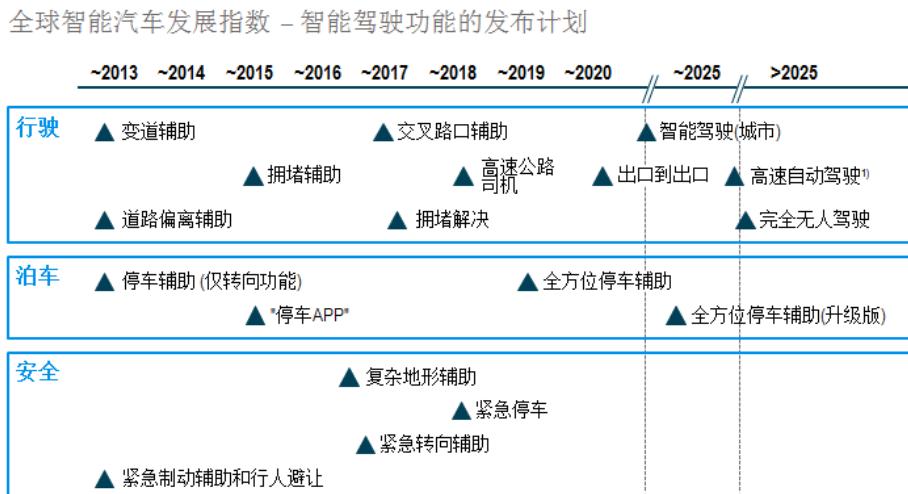
图 12：对相关法律的需求和实际发展程度的比较 – 美国与德国在全球范围内最成熟

全球智能汽车发展指数 – 法律体系 (示例)

		必要性	实际存在	
<b>民法</b>	<b>生产厂家的产品可靠性</b>			> 必须要具备的法律法规与各国实际现行的情况作了比较
	<b>车辆许可</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 牌照(用于量产的车辆)</li> <li>&gt; 牌照(用于测试运作)</li> <li>&gt; 许可的车辆类型</li> <li>&gt; 车辆批准框架</li> <li>&gt; 事故数据跟踪</li> <li>&gt; 鉴定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> </ul>	> 有三大类法规是我们认为必须会涉及到的：民法、公法，相关规范和标准
	<b>责任划分</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 车辆所有者责任</li> <li>&gt; 车辆驾驶员责任</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> </ul>	> 现有的法规如果是必要的也会计入打分和排名
	<b>数据保护</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> </ul>		
	<b>行为规范</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> </ul>		
	<b>交通规范</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> </ul>		
<b>公法</b>	<b>驾驶执照规范</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> </ul>		
	<b>技术标准</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> </ul>		
	<b>消费者保护条例</b>			

资料来源：罗兰贝格分析

图 13：整车厂在所有发布的驾驶辅助功能上的行为比较分析，包括完全无人驾驶技术

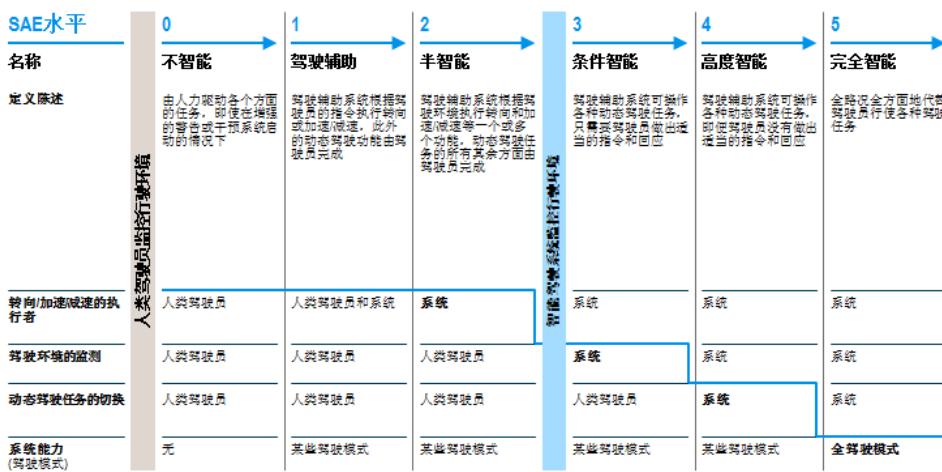


1) 高速自动驾驶 = 高速公路司机 + 更先进的智能化

资料来源：媒体搜索；会议报刊；亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

图 14：本报告所涉及的驾驶辅助系统的功能仅指 SAE 等级 2 以上的功能

全球智能汽车发展指数 – SAE 等级



资料来源：SAE 有限公司；J3016，亚琛汽车工程技术有限公司；罗兰贝格分析

## 免责声明

本报告仅为一般性建议参考。读者不应在缺乏具体的专业建议的情况下，擅自根据报告中的任何信息采取行动。

罗兰贝格管理咨询公司将不对任何因采用报告信息而导致的损失负责。

