

# 电动汽车的 未来之路

调研与观点



# 目录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 引言                                       | 4  |
| Eric Jaffe, 美洲地区会议活动负责人                  |    |
| Serene Lim, 亚太地区会议活动高级副总裁                |    |
| 在亚太地区, 电动汽车是否将很快进入大规模普及阶段?               | 5  |
| Prabhakar Patil 博士, LG 化学前 CEO           |    |
| Robert Galyen, 宁德时代前首席技术官                |    |
| Clemens Roettgen, 大众汽车中国公司前企业战略总监        |    |
| 特斯拉与传统汽车公司之间的电动汽车竞赛                      | 9  |
| Jeff Yanssens, 通用汽车公司前电气化车辆总工程师          |    |
| Arnold Lamm 博士, 戴姆勒 eDrive Systems 前高级经理 |    |
| Claudiu Bucur 博士, 蜂巢能源前总工程师              |    |
| 调研与分析: 特斯拉赛博卡车 (Cybertruck)              | 12 |
| Tom Croskey, 通用汽车公司前制造战略与规划执行董事          |    |
| 电动汽车电池价格在未来十年内的下降形势                      | 16 |
| Gregory MacLean, 通用汽车公司前高级电池首席工程师        |    |



## 欧洲在电动汽车普及方面处于领先地位 19

Philippe Chain, 雷诺前首席电动汽车策略师, Verkor 联合创始人

Franck Mourage, 日产北美公司电动、商用和皮卡车辆前项目总监

Adam Panayi, Rho Motion 总经理

## 强势增长的锂离子电池回收经济 22

Patrick Curran, Lithium Recycling Systems 首席执行官

## 电动汽车竞赛中的赢家 25

Martin Murray, Murray EV Consultants 总裁, 通用汽车公司

前电气化推进全球项目管理总监

## 关于我们的专家团队成员 27

本书中的每篇文章都只是不断变化的市场的一个缩影。

# 引言

越来越多的迹象表明电动汽车 (EV) 的数量将会超过燃油汽车，而且这一天将会比我们想象的要来得早。梅赛德斯-奔驰公司计划到 2020 年代末实现全电动化，现代汽车公司计划在两年内将其燃料电池汽车产品组合从 3 种翻倍至 6 种。2021 年 6 月，中国汽车制造商比亚迪共售出 40116 辆电动汽车，同比增长 207%，创下了新的月度记录。欧盟提议在 2035 年以前逐步淘汰新的燃油汽车。诚如人们所言，时代在不断改变。

在本电子书中，我们汇集了一些从不同视角探讨当前电动汽车市场的深刻观点。我们围绕电动汽车的话题举办了多次活动，并将活动中的讨论改编成文章。以下是精彩摘要：

第一篇文章（《在亚太地区，电动汽车是否将很快进入大规模普及阶段？》）探讨了推动亚太地区电动汽车市场发展的因素。本文介绍了曾在 LG 化学、宁德时代和大众汽车任职的 GLG 专家团成员的观点，揭示了电气化的五大黄金法则。

《电动汽车电池价格在未来十年内的下降形势》详细介绍了不同燃料电池形式的优缺点。电池是电动汽车中最昂贵的部件，这一事实极大地影响了汽车制造商的盈利能力。

在《电动汽车竞赛中的赢家》一文中，我们了解了顶级电动汽车制造商的特点。在这个瞬息万变的市场中，我们应该怎样做才能获得优势？市场需要什么，参与者又如何提供？

本书还深入探讨了特斯拉及其“赛博卡车” (Cybertruck) 的推出，欧洲、中东和非洲的电动汽车市场，以及电动汽车电池的回收。

在过去的几年里，GLG 发现全球对电动汽车的兴趣与日俱增。为了让我们的客户了解情况，我们将继续以网上会议、圆桌会议、专题研讨会和电话会议的形式采访我们的专家团成员，以深入介绍复杂的电动汽车市场及其全球广泛影响。

Eric Jaffe  
美洲地区会议活动负责人

Serene Lim  
亚太地区会议活动高级副总裁

# 在亚太地区，电动汽车是否将很快进入大规模普及阶段？

Prabhakar Patil 博士，GLG 专家团成员，LG 化学前 CEO

Robert Galyen，GLG 专家团成员，宁德时代前首席技术官

Clemens Roettgen，GLG 专家团成员，大众汽车中国公司前企业战略总监

随着世界各国政府纷纷寻求减少碳排放，电动汽车的普及率越来越高。虽然内燃机在可预见的未来不会完全从我们的生活中消失，但一场巨变很可能即将到来，届时电动汽车将会成为主流。

为了了解亚太地区电动汽车的现状，GLG 举办了一场专题研讨会，邀请曾在 LG 化学、宁德时代和大众汽车任职的行业领导者就新兴电动汽车和电池行业的发展趋势分享自己的看法。以下问题仅为专题讨论的内容节选。

## 您认为未来几年电动汽车的增长前景如何？

**Patil 博士：**纯电动汽车和插电式混合动力汽车统称为电动汽车，其数量正接近 500 万辆大关，其中约 70% 为纯电动汽车。人们希望减少碳排放并提高车辆的功率和加速能力，这种需求的不断增长促进了插电式混合动力汽车技术的发展。此外，在二氧化碳监管政策的推动下，预计微型混合动力汽车也将显著增加，尤其是在欧洲地区。

到明年，预计约有 12% 的新车将实现一定程度的电气化。

|                |      |         |
|----------------|------|---------|
| 可购买的电动汽车车型正在增长 | 2021 | 200 种车型 |
|                | 2022 | 500 种车型 |

我们将更加关注电动乘用车和电动轻型卡车，预计到 2025 年，其全球普及率可能接近 15%，其中中国将接近 20%，而欧洲则可能超过中国，达到 25%。其中一个关键原因是这一细分市场拥有大量车型。

## 关于电气化的 五大黄金法则：

- 1 安全性
- 2 性能
- 3 使用寿命
- 4 成本
- 5 环保

### 这种增长将如何影响锂离子电池市场？

**Patil 博士：**去年，乘用车或轻型车细分市场的需求约为 90 千兆瓦时。预计到 2025 年，这一数字将增长到 700 千兆瓦时。在推动这种增长的因素中，有几个是不会改变的。当然，其中一个因素便是监管和补贴。很明显，欧洲正在逐渐淘汰柴油能源。中国有强烈的决心和意愿在这一领域占据主导地位，电池价格作为其中的一个关键推动因素，目前正朝着每千瓦时 100 美元的目标迈进。事实上，有些企业声称他们已经达到了这样的水平。

### 在您看来，为什么大家会将中国视为新能源激励和税收政策的榜样？

**Galyen：**在中国，预计未来 10 年内电动车辆在所有在用车辆中的占比将达到 40% 至 50%。补贴减免不是线性的，但这种减免确实提供了针对未来三年的补贴激励。激励性补贴的关键点是基于能源密度，后者定义了针对补贴基数适用的补贴系数。涉及的三个税种是消费税、购置税以及车船税。

简单地说，世界其他国家或地区现在正试图在监管和政策方面迎头赶上。在基础设施方面，充电非常重要。但作为循环经济的一部分，这些昂贵的电池系统的回收和再利用也非常重要。

### 从原始设备制造商的角度来看，电池和电动汽车市场的变化将如何改变您的长期战略方针？

**Roettgen：**美国和欧洲的原始设备制造商 (OEM) 正努力在这一领域积累技术，这对他们来说是完全陌生的，与他们在[大众汽车]生产中已了解的技术没有可比性。他们将与不同的供应商建立更多的合作伙伴关系，从而将汽车价值链的关键方面留在本土，使其由不同的合资企业、大型企业、OEM 和校办企业完成。任何 OEM 的长期目标都是拥有电池制造能力，并将关键价值零部件重新整合到自己手中。但要做到这一点，需要克服巨大的挑战。

中国则采用了不同的战略。几年前，中国大力扶植本土制造商，让他们有机会与当时技术领先的亚洲供应商竞争。这一政策取得了巨大的成功。OEM 的目标是至少要在其中分一杯羹。因此，你会在供应价值链中看到大量合资企业和股权投资。

### 在锂离子电池的再利用和处置方面，我们做得如何？回收是如何进行的？

**Galyen：**对于回收工作而言，问题的关键在于能够从市场上回收并再次用作燃料的电池的数量。只有当废电池的数量足够多时，这种做法才在经济上具有可行性。

**Patil 博士：**我预计商业规模的回收利用将在 2023 年左右实现。有点讽刺的是，降低电池生产成本的方式会在一定程度上阻碍电池的再利用，因为这种方式会使电池在使用寿命结束时的回收价值仅剩三分之一。

**Roettgen：**回收问题指向了电动汽车在使用寿命结束时的剩余价值这一关键问题。我们现在仍然有点不清楚这到底会怎样。

**Patil 博士：**最后需要说的一点是，世界各国还将在这方面进行立法。欧洲已经出台了相关法律，规定 OEM 将在汽车使用寿命结束时拥有电池。事实上，将电池作为一种服务提供的新型商业模式正在兴起，其本质是 OEM 或电池制造商的第三方可以拥有电池，并利用所有剩余价值，从而解决客户方面的主要担忧之一。

#### 谁有可能在充电领域占据主导地位？

**Galyen：**从全球范围来看，充电可分为导电充电和无线电力传输充电。



人们将会在无线电力传输充电方面投入大量精力，其根本原因是这种充电方式无需插拔电动汽车的充电插头。

**Patil 博士：**我补充一点，电池实际上也将在充电基础设施中发挥关键作用，因为部分挑战在于在降低费率的同时，从电网中获得所需的连接类型。相当多的电池都将送往既能降低费率又能满足快速充电要求的充电设施。

#### 我们能否期待电池规格在未来趋于一致和实现标准化？

**Galyen：**在投资界，这有点让人困惑。为什么电池尺寸没有实现标准化？因为到目前为止一直没有。

**Roettgen：**各大 OEM 并不倾向于进行标准化，因为他们试图实现差异化或保留实现差异化的机会。动力系统曾经是 OEM 之间的关键区别。这种情况已经成为过去。电池绝对会成为另外一股导致这种分裂的力量。

**Patil 博士：**技术也还在不断发展，你不会想过早地进行标准化。

### 接下来需要关注哪些方面？

**Galyen：**大家都没有提到电网的储能系统。也没有提到大型海洋应用、重型工业或重型卡车行业。有许多新市场正在兴起，并进一步为轿车、公共汽车和卡车制造商提供支持，而且海洋和电网应用的规模将会相当庞大。电池制造商还将在其他汽车配套市场赚取利润。

**Roettgen：**软件方面将会出现一个新的战场。自动驾驶是未来将会推出的功能之一。但汽车操作系统也是中国企业应用非常成功的领域。行业政策可能会朝着这一方向发生重大转变。

---

本文改编自 2020 年 8 月 4 日的线上主题会议“电动汽车：即将进入大规模普及阶段？”

# 特斯拉与传统汽车公司之间的电动汽车竞赛

Jeff Yanssens, JAY Engineering 公司总裁, 通用汽车公司前电气化车辆总工程师  
Arnold Lamm 博士, e-Technologies 创始人, 戴姆勒 eDrive Systems 前高级经理  
Claudiu Bucur 博士, Piersica 创始人兼 CEO, 蜂巢能源前总工程师

特斯拉一直处于舆论的风口浪尖。针对公司的最新收益, CEO 埃隆·马斯克 (Elon Musk) 表示“我们看到客户对电动汽车的看法发生了真正的转变, 而且我们的市场需求达到了前所未有的高度”。但在电动汽车获得如此之高的接受度后, 竞争也随之加剧。几乎每个主要汽车制造商都已宣布进入电动汽车市场。

为了了解在电动汽车竞赛中发挥作用的因素, GLG 东南亚地区研究经理 Yi Shun Tey 主持了一场专题研讨会, 邀请了三位电动汽车专家共同参与探讨。

**Lamm:** 德国《焦点》(Focus) 杂志发表的一篇文章表示, 大众汽车的 ID.3 完全可与特斯拉的技术进行竞争。ID.3 具有同等尺寸最高能量密度和最高的效率, 并且该技术面向其他平台的可扩展性很高。但是, 特斯拉在某些方面仍处于领先地位: 领先的开发速度和爆发的软件能力。电动汽车市场的竞争将会加剧。这将导致特斯拉的市场份额下降, 特别是在欧洲。

**Bucur:** 特斯拉彻底改变了这个领域。过去, 通用汽车试图推出 EV1, 丰田成功实现了混合动力汽车的商业化。2009 年, 特斯拉率先推出了全电动汽车。从那时起, 该公司一直处于领先地位。当时, 电池还未针对电动汽车进行优化。最初所用的是笔记本电脑中的电池, 并且在此之后业内一直专注于电池组的优化和开发。这正是特斯拉一直领先的地方。

起初, 电池组是制胜的关键, 但现在它的作用正变得越来越弱。将来, 电池本身便将具有结构性和可靠性。不幸的是, 特斯拉目前并不是电池化学成分领域的领导者。持续关注特斯拉如何继续保持领先地位也将会是一个很有趣的话题。

未来的关键在于电池。电池将不断改进、变得更加安全, 并且其能量密度将不断增加。

电动汽车  
行业玩家  
第一梯队



DAIMLER

**Yanssens:** Bucur 博士提出了一些非常好的观点。特斯拉因率先进入市场而获得了竞争优势。但是，不管怎么努力，第二次做一件事一定会比第一次做得好，第三次甚至会更好，以此类推。当特斯拉每推出一款新车型时，都是对之前车型的演进式发展。对特斯拉而言，不利之处在于这一车型在市场上是唯一的，所有的大型 OEM 都可以买一些回来拆开来，并从中借鉴学习。他们不必像特斯拉那样投入大量的研发资金。

全球 OEM 的另一个优势是它们能够进行规模化生产并降低结构成本。这是大众汽车、通用汽车和戴姆勒在电池组中采用模块化策略的主要原因，而特斯拉则采用了一个巨大的电池组。这种可扩展性将使 OEM 更加灵活，并以比特斯拉更快的速度推出新车型。OEM 在中国也有着关系密切的合作伙伴。将研发成本分摊到两大洲将大有裨益。大众汽车还可在亚洲、北美和欧洲之间实现零部件共享。这些都是传统 OEM 的一些优势，但特斯拉的市场先入优势亦不容低估。

**Yi Shun Tey:** 传统汽车 OEM 的软件因数百万条线路、电线和复杂性而闻名。而新进入者似乎在设计更好的软件。传统汽车 OEM 是否有能力应对这一挑战？他们在这方面落后特斯拉多少？

**Lamm:** 这是一个很好的观点。与特斯拉相比，在德国很难找到合适的人来负责这项工作。大众汽车和梅赛德斯正在启动自己的内部软件平台——在软件能力方面，他们落后特斯拉两到三年。

**Yanssens:** 这是复杂性所带来的劣势。大众汽车、通用汽车和戴姆勒公司的软件工程师必须设计兼容的软件，这种软件需要能够与 20 多种不同的车型和 5 种不同的架构兼容，因为这些车型和架构中都使用相同的模块，以获得规模化生产和结构成本的好处，从而节省资金。这在软件方面给各大公司带来了致命的打击。如果能够在开始时拥有像特斯拉那样的单车型策略，而没有 20 名首席工程师对软件的运作方式各执一词，这将是一个很大的优势。

如果存在一个共同的操作平台，或者三个平台，仅仅是通过减少软件的研发预算，就可以将车辆的总成本降低近 500 美元。大多数人并不完全理解这一点。一辆车中有数百个电动模块。所有这些模块都必须能够相互通信或与中央计算机通信。



当它们进行通信时，它们将依赖于制造商内部开发的操作系统，而每个制造商又都有自己的操作系统。每次供应商想要提供新模块时，他们必须针对每个制造商重写自己的代码，因为该模块的运行方式必须与车辆操作系统保持一致。如果能够像手机行业那样，基本上只有两种操作系统，那么他们就不必开发 20 种不同的模块软件包。

**Bucur：**对于目前特斯拉的消费者而言，先进的软件在中高端车型中具有很大的价值。然而，进军对技术了解程度较低的庞大市场是一项极大的挑战，而且要适应汽车的先进性也具有一定难度。值得注意的是，一般的驾驶员很难处理软件复杂的车辆。

**Yi Shun Tey：**在消费类与商用车辆市场上，技术对不同的传统 OEM 有何影响？

**Yanssens：**通用汽车宣布，到 2030 年将不再生产轿车和 SUV 类型的燃油汽车。这可能就是通用汽车在推出首款电动卡车时选择悍马这个品牌的原因，因为它可以依靠悍马品牌的声望获得超过 10 万美元的定价资格。当电池的尺寸被增加一倍以支持皮卡车的有效载荷时，按照目前的价格，电池占了 20000 美元。他们不再将入门级车型视为电动汽车的车型，因为其边际贡献根本无法支撑电子器件和电池的成本。每个企业都在转向高端电动汽车。卖掉一辆，就可以赚一辆的钱。虽然不能像售卖燃油汽车时赚那么多，但至少可以实现盈利。

从商业角度看，让我觉得有趣的是自动驾驶汽车 (AV) 的发展，以及配送服务公司能够通过采购 AV 来降低其总拥有成本。我们将看到引领/跟随型 AV 应用的快速推出。在未来三到五年内，您可能会看到一队卡车沿着高速公路行驶，但只在最前面配有一个司机。现在，世界上几乎所有配送服务公司都与自动驾驶企业建立了联盟。通用汽车成立了自己的货运公司。Arrival 在欧洲与 UPS 和 DHL 建立了联盟。从电动卡车的角度来看，这个领域有着不同的机会。大多数公司都将进入电动汽车市场，旨在时机成熟之际在 AV 方面做好准备，从而获得显而易见的好处。现在，距离开发成功只剩最后的 3% 到 5% 的进度。

---

本文改编自 2021 年 3 月 12 日的活动“专题研讨会：特斯拉的竞争对手以及电动汽车竞赛——行业中的汽车 OEM”。

# 调研与分析：特斯拉赛博卡车 (Cybertruck)

Tom Croskey, GLG 专家团成员, 通用汽车公司前制造战略与规划执行董事

2019 年 11 月，特斯拉宣布推出赛博卡车，这是一款全电动皮卡车，是特斯拉成立以来推出的第六款汽车。这款卡车的市场反应最初较为冷淡，评论认为这款采用不锈钢外观和三角形顶部的车很像《银翼杀手》中的车辆。

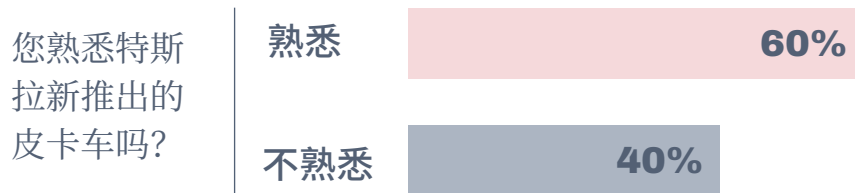
虽然如此，特斯拉作为一个奢侈品牌，在其卖点定位中，享受过多功能。那么，特斯拉为何要进入一个与其既定客户群相去甚远的市场呢，其动机引人怀疑。

为了评估赛博卡车的市场，GLG 确定了一个由皮卡车车主组成的小组，询问他们对特斯拉产品的看法。我们还利用 GLG 一流的专家网络，与我们的专家团成员 **Tom Croskey** 合作，让这位曾在通用汽车公司担任制造战略与规划执行董事的专家在行业背景下解读调研数据。

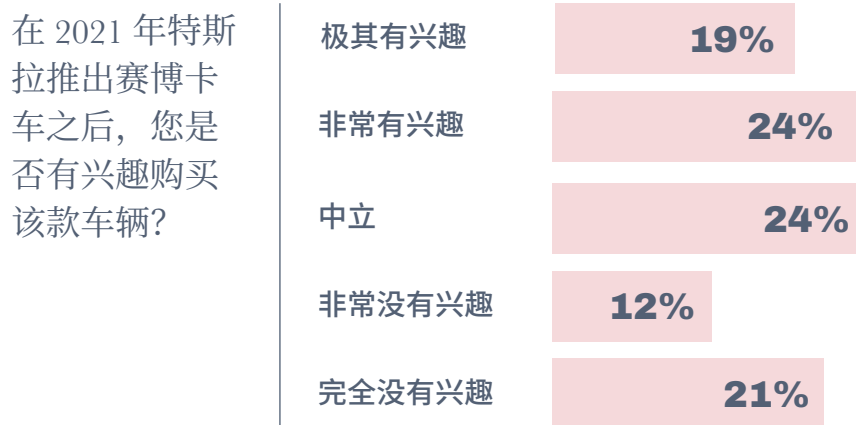
虽然特斯拉在 2019 年第四季度表现出了强劲的生产和交货能力，帮助投资者恢复了一些信心（TSLA 市值超过 1000 亿美元），但看跌的投资者可能会指出该公司在过去存在执行不一致的情况；因此，对于正在筹备中的三款新车（Model Y、赛博卡车和 Roadster），看看特斯拉能以多快的速度将赛博卡车推向市场。

## 对赛博卡车的兴趣

超过一半的受访者都知道特斯拉的赛博卡车产品。



在我们调查的人中，有相当一部分人 (43%) 表示极其或非常有兴趣购买赛博卡车。



#### 收入和购买倾向

按收入进行细分，家庭收入在 75000 美元或以上且目前拥有一辆皮卡车的受访者中，有略高于 30% 的人表示他们可能会购买一辆赛博卡车，而在家庭收入较低的受访者中，这一比例仅为 21%。

在已拥有皮卡车的高收入阶层受访者中，30% 的人表示“有可能”或“非常有可能”购买赛博卡车。

在已拥有皮卡车的低收入阶层受访者中，21% 的人表示“有可能”或“非常有可能”购买赛博卡车。

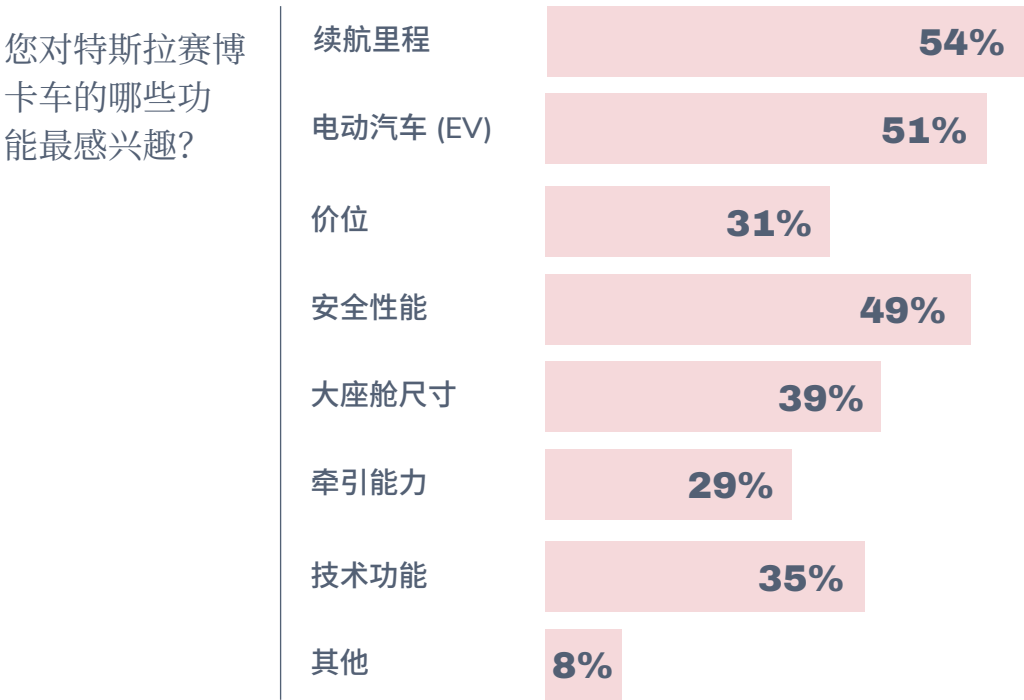
意料之中的是，这些数字强化了一个事实，即赛博卡车针对的是高收入人群。Croskey 表示，“在吸引低收入人群方面，特斯拉能做的不多”。“当他们购买车辆时，他们的首要购买标准是价格。因此，很难打入低价市场并找到低收入的购买者。”

Croskey 还怀疑这些高收入数据是否完全反映了事实：“必须考虑到的是，与受访者通常会实际在市场中购买和付款的东西相比，他们在‘有兴趣购买’方面要表现得激进得多。这样的回答有时来自愿望清单，而不是坚定的财务承诺。”

续航里程

在对特斯拉产品感兴趣的受访者中，54% 的人认为“续航里程”是一个重要的功能。

Croskey 指出，在做购买决策时，客户不得不考虑以下事实：当驾驶员进行牵引时，赛博卡车的指定非牵引行程范围可能会大幅降低。在对赛博卡车感兴趣的人中，牵引能力得分很低 (29%)。



Croskey 表示，“消费者将担心牵引能力和续航里程，因为特斯拉虽然已经宣布了其车辆的续航里程和牵引能力，但却并未将这些属性融合在一起。”

“例如，非牵引模式下的 300 英里（483 公里）电动汽车电池续航里程实际上等同于牵引时的 100 英里（161 公里）续航里程。您面临续航里程焦虑的风险有多高？从根本上来说，续航里程焦虑其实是对电量耗尽的恐惧，它是您在自己所在位置与最近的充电站之间所留的缓冲里程。”

毫无疑问，特斯拉在电池和能效性能方面处于领先地位。福特和通用等与其竞争的电动卡车将会紧追其后，但不太可能达到相同水平。

“如果我要去越野，我可能只想快速充电，因为快速充电可在不到一个小时内完成，而最后 20% 的电量的充电时间要比前 80% 的电量长得多。在这种情况下，我将拥有 80 英里（128 公里）的续航里程。如果我为了应对续航里程焦虑而使用 5 或 10 英里（8 或 16 公里）的缓冲，我的牵引续航里程将下降到 75 或 60 英里（121 或 97 公里）。事实上，无论是特斯拉还是福特，电动卡车的牵引能力和续航里程都将大大低于传统的燃油汽车。”

“超过一半的受访者表示，对于特斯拉，他们最想了解的是续航里程，这一事实告诉我，这是所有 OEM 都需要考虑的问题。”

### 预售和销售情况

埃隆·马斯克表示赛博卡车的预售量已达到 25 万辆。这是一个巨大的数字，但却未必能在实际销售中得到兑现。“我对这个数字并不感到惊讶，”Croskey 说。“但订金是可退还的，而且特斯拉对该款车型要求的订金要比 Model 3 或 Model S 少得多。我相信转化率会低得多。”

---

本文改编于 2019 年末对皮卡车主进行的调研。所提供的信息仅供参考。调研结果并不代表整个行业，而是从现有消费者群体中抽取的一个样本。

# 电动汽车电池价格在未来十年内的下降形势

Gregory MacLean, GLG 专家团成员, 通用汽车公司前高级电池首席工程师

在 2016 年通用汽车股东大会上, 当时将于 2019 年出任通用汽车总裁的 Mark Reuss 对股东表示, 该公司需要为当年晚些时候上市的 Bolt EV 所用的电池向 LG 化学支付每千瓦时 145 美元的费用。如今, 同样的电池大概在每千瓦时 130 美元左右。这个价格仍然太过昂贵, 但随着材料的改变和生产的改进, 以及通用汽车和 LG 化学之间的合作整合, 最迟在 2024 年, 价格应该会下降到每千瓦时 100 美元左右。

千瓦时价格  
变动 (每千瓦  
时的价格)

2019

**\$145**

2021

**\$130**

2024

**\$100**

十年期末尾

**\$75-\$85**

动力电池是最昂贵的部件, 因此会影响汽车制造商的盈利能力。

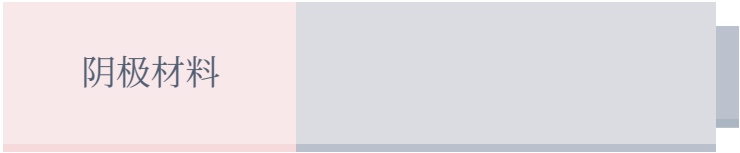
到那个时期, 就 25000 美元的轿车的盈利能力而言, 这一成本可以帮助汽车制造商达到一个盈亏的平衡点, 同时电动 SUV 和卡车的盈利能力将与同等燃油汽车相当。这对汽车制造商来说是个极大的利好消息。

在临近这个十年期的末尾时, 电池成本可能会下降到每千瓦时 75 美元至 85 美元, 这将需要对动力电池的材料和容量做重大升级。在这个价位上, 电动轿车、SUV 和卡车的利润实际上要比同等的燃油汽车更高, 汽车制造商将有可能转变他们的制造重心。

**动力电池: 必行之路**

但是, 在我们到达这个点之前, 还有很长的路要走。

材料在电池的成本中占比大约 70% 到 80%，其中阴极材料占 40% 之多。由于材料成本相对于电池的整体成本占比很高，因此有许多低成本、高容量、高能源的新材料正在开发当中。



目前电池主要有三种形式：圆柱形（特斯拉使用）、方形和软包（从本质上来说是一种聚合物铝层压材料，用于封装电池或电池的电极）。无论何种形式，发热是动力电池发生化学反应的头号杀手，它会导致动力电池退化、容量损失和提前作废。

**以下是每种电池的优缺点：**

### 圆柱形

**优点：**高能量密度，这得益于用来制造电池的缠绕材料；作为金属电池罐，它们相当坚固

**缺点：**电池组的形状会导致能量密度损失（在矩形盒中放置圆形电池）；由于需要额外的材料来固定大量的圆柱形电池罐，所以往往更重；低容量意味着与其他电池形式相比，该类电池组需要更多的电池；电池罐会猛烈地排气；不适合未来的化学成分，特别是固态成分

**知名供应商：**松下、LG 化学、三星 SDI、萨夫特

### 方形

**优点：**稳健；拥有大量供应商，使其在成本方面具有竞争优势

**缺点：**由重金属制成，导致电池组很重；需要改变内部设计才能采用未来的电池化学成分

**知名供应商：**松下（及子公司三洋）、三星 SDI、宁德时代、Northvolt、比亚迪

### 软包

**优点：**采用了聚合物层压材料，成本低、重量轻；无法制成厚电池，因此更容易进行热控制；使用寿命比其他形式长；由于它们有膨胀和收缩的能力，因此似乎更适合未来需求；熔点较低，气体和烟雾排放较少，因此更安全

**缺点：**处理电池时需要更加谨慎

**知名供应商：**LG 化学、SK Innovation、远景动力、孚能科技、光宇集团、万向 A123

多年来，企业在降低钴含量的同时增加了镍的含量，从而在降低价格的同时提高能量密度。阴极材料中的镍会是下一个被淘汰的对象吗？这样做是出于保护环境的原因，因为一些可溶镍化合物如果进入饮用水中，可能会导致癌症。

要解决这一问题，一种方法是引入 5 伏的阴极材料，这种材料通常不含镍或镍含量很低。其中最大的亮点是，它将减少电池组中的电池数量。如果公司能够将电池组中的电池减少 15%，这种方法可能会帮助节省大量成本。不幸的是，目前没有优质的 5 伏材料。另一方面是阳极材料的升级换代。生产商在基于锂金属的系统和硅含量达 90% 以上的硅电极方面已经做了大量的工作。

### 降低动力电池成本的其他方法

为了保持较低成本，生产商应考虑实现电池组成成分供应的本地化，包括电解质分离器、阴极和阳极材料。如果电池生产地位于汽车工厂附近，就可以降低运输成本。

垂直整合是另一种降低成本的方法，特别是对于电池制造商和 OEM 之间的合资企业。

### 电动汽车的未来：硅基阳极电池？

在电动汽车的行业里，出色的动力电池技术更能帮助企业在行业内拉开差距。最有前景的是硅基阳极型电池。与锂离子电池相比，它们具有更出色的能量和动力性能，因为它们使用的是液体电解质和纤薄的分离器材料。然而，阳极型电池的循环寿命不如锂离子电池。

大多数公司都认为，至少在短期内，很可能会从锂离子电池转向能量密度更高的硅基阳极型电池，但这至少要等到固态电池在汽车行业中展露商业可行性之后。到那时，由于硅电池的改进，固态电池可能很难进入汽车行业。硅基阳极电池的能效已经远远超出每升 800 瓦时。到这个十年期结束时，它们可能会达到每升 1000 瓦时，并实现与锂离子电池相似的每千瓦时成本。

---

这篇电动汽车行业洞见文章改编自 2021 年 5 月 25 日的 GLG 电话会议“电动汽车动力电池组解析”。

# 欧洲在电动汽车普及方面正处于领先地位

Philippe Chain, 雷诺前首席电动汽车策略师, Verkor 联合创始人

Franck Mourage, 日产北美公司电动、商用和皮卡车辆前项目总监

Adam Panayi, Rho Motion 总经理

随着限制二氧化碳排放的法规在整个欧洲成为标准、电池变得更加高效以及购买成本的下降,电动汽车的采用率将得到提高。由于电动汽车的发展似乎已经达到了一个临界点, GLG 与三位电动汽车专家进行了一场线上专题研讨会, 讨论当前的市场状况以及未来的发展趋势。我们讨论的话题较为宽泛, 以下是讨论内容的摘录。

**Adam, 首先向您提问。您能否为我们介绍一下有关电动汽车设计方面的最新情况, 特别是其中很关键的电池部件的发展情况?**

**Adam Panayi:** 今年的一个热点话题是磷酸锂铁电池 (LFP) 的回归, 这是一种不含钴和镍的电池。在行业发展的初期, 这是一项关键技术。之后我们进入了镍钴锰电池阶段, 除了在公交车和一些商用车领域, LFP 不再受欢迎。但现在, 人们又开始将它用于乘用车。有许多采用该类电池的新型车辆进入市场。

在中国, 你会看到一些适合使用 LFP 的微型车和小型车进入市场。我们还听说特斯拉在中国制造的产品中使用的宁德时代电池组中也使用了 LFP。虽然这个故事目前似乎被夸大了, 但这是一个即将出现的发展潮流。这说明他们正在为不同的细分市场提供不同类型的车辆。

在阳极方面, 我们看到了从纯合成石墨到合成与天然片状石墨相混合的过渡, 以及硅的加入。另外值得一提的是, 硅电池占据了主导地位, 固态电池亦有几分胜算。但在此我就不做赘述了, 这就是过去一年左右我在电池化学成分发展方面所看到的。

电动汽车的乘用车市场正变得越来越多样化。

电池成本正在下降，这将很快使电动汽车在经济方面成为合理的选择。

**我们听到的反对电动汽车的一个主要论点是，这类汽车的续航里程不够远。这些电池对续航里程有什么影响？**

**Philippe Chain：**在电动汽车的新车型中，续航里程一直在不断增加，现已达到约 400 公里的里程标准，这似乎足以让大多数人考虑购买电动汽车。市场上新推出的所有电动汽车都达到了这一标准，无论是现代、大众汽车集团、日产，还是所有其他汽车制造商推出的电动汽车。



LFP 的回归与另一种有趣的趋势有关。对许多人来说，400 或 500 公里的汽车续航里程可能太多了。他们不需要携带这么多电池，也根本不需要那么大的容量。因此，可能会出现一些续航里程较短的低价位汽车。雷诺的短程低成本汽车可能是第一个这样的例子。我知道这款车在中国的名称为雷诺 e 诺，在销售到欧洲时可能会更名为 Dacia Spring。

**在 2020 年上半年，我们看到电动汽车在欧洲的普及率有所上升。这是一种持续的趋势，还是将会回落到较正常的水平？**

**Philippe Chain：**我非常确定这些趋势将继续、扩大，甚至可能爆发。因为欧洲的二氧化碳法规实际上在迫使原始设备制造商 (OEM) 提供这些汽车。到目前为止，基础设施一直是阻碍人们购买电动汽车的一个因素，现在这一障碍也正在得到显著消除。

但我想提一下第四个方面，即实际的消费者需求。在我看来，这个方面常常被低估。电动汽车确实提供了卓越的用户体验，我们可以在许多客户满意度调查中看到这一点。有趣的是，我多次听到有人表示，一旦你使用了电动汽车，你就再也不会使用燃油汽车了。原因有很多：安静、加速、平稳，当然也包括它们是环保型汽车。在我看来，这将是推动普及率的最大因素。

一旦相关障碍消除——这也正是目前正在发生的事情，公众将能够真正喜欢上这类汽车，并表现出巨大的购买热情。在汽车行业，有一个始终存在的主要驱动因素：实际的消费者需求。

电动汽车对  
汽车修理厂  
和机修工来  
说是一个巨  
大的打击。

随着电动汽车变得越来越普遍，汽车修理厂、机修工、救援服务等其他行业都将不得不适应它们。您能简单地谈谈吗？

**Franck Mourage：**这种汽车上没有需要定期更换的机油或火花塞，这将是经销商最终需要面对的一个重大问题，因为他们将会失去这方面的收入。电动汽车的驾驶方式存在很大的不同：刹车操作较少，更多的是依靠减速，后者可反过来为电池充电。这样便不会有刹车磨损。保养费用将会非常低。偶尔发生的撞车和事故仍然会带来一定的收入，但对于经销商和 OEM 来说，这种收入肯定是低于燃油汽车的。他们必须针对这一新的现状做出改变。

对许多欧洲国家来说，2030 年是他们设定的最后期限，届时他们将禁售燃油汽车，转而推行电动汽车。您认为 10 年后我们会在市场上看到什么样的普及率？

**Adam Panayi：**我们需要分别从国家/地区层面、立法层面看待这个问题，然后进一步观察 OEM 及其计划。对于纯电动汽车和插电式混合动力汽车，我们预计到 2030 年全球普及率将达到 30% 左右。这与我们听到的到那时完全禁止内燃机的说法并不完全一致，这种说法只是新闻中为了吸引眼球的一个目标，而不是已获签署和授权的法令，必须要对二者加以区分。

**Philippe Chain：**我完全同意。在我看来，到 2030 年，30% 将是最低水平。我预计随着普及率的增长，这一趋势将进一步扩大。

**Franck Mourage：**我同意 Philippe 的观点。如果从全球层面考虑，30% 的普及率是讲得通的。但如果从区域层面看，我敢肯定在欧洲、亚洲和其他一些市场，普及率会高得多。即使是在今天，如果您每天行驶的里程数较为合理，电动汽车也比燃油汽车更为经济。当电动汽车的成本与燃油汽车达到同等水平时，购买燃油汽车就没有什么意义了。经济意识和相关法规的增加将成为电动汽车普及率激增的重要因素。

---

本文改编自 2020 年 7 月 29 日的 GLG 线上专题研讨会“欧洲电动汽车市场：最新动态和展望”。

# 强势增长的锂离子电池回收经济

Patrick Curran, *Lithium Recycling Systems* 首席执行官

锂离子电池回收市场巨大且还在不断增长，这主要得益于电动汽车。当然，许多其他锂离子电池也可以回收利用，包括手机和电动工具中的锂离子电池，但大部分此类电池都来自电动汽车。

2019 年，估计回收市场价值 15 亿美元。2020 年，预计可回收的锂离子电池数量为 46 万公吨，与前几年相比，这是一个很大的数字。到 2025 年，回收市场预计将增长到 122 亿美元。之后，预计这一市场会保持 8% 的增长率。为了更清晰地理解这一数据，可以比较一下铅酸电池的情况，后者在全世界处于平衡状态，即生产出的电池数量就是回收的电池数量。锂离子电池回收市场只会随着新车销量的增长而增长，电动汽车有望在未来十年内占据市场主导地位。



大多数电动汽车电池无法重复利用，但特斯拉正在推动这项技术的发展。

特斯拉的一些电池经过测试，确认功能正常，然后重新用于电动汽车中。还有一些电池可能会在回收后的测试中获得功能正常的结果，但会有一些瑕疵，不足以再在汽车中使用。这些电池可以改为用作房屋中的储备电能。

电动汽车电池的使用寿命很长，比铅酸电池长得多（铅酸电池的使用寿命为 2 到 4 年，而锂离子电池的使用寿命估计为 10 年）。回收电池的数量与生产电池的数量在很长一段时间内不会达到平衡。这种情况在电动汽车市场发展停滞之前不会发生变化，而且要在经过 8 到 10 年之后才能对旧电池进行回收。

## 电动汽车电池中的可回收材料

可以回收利用的主要部件可分为三种。第一种是未报废的阴极材料，有镍、锰和钴。对于任何一家工厂，这种材料都有一定的报废率，而且非常有价值。回收机构希望获取其价值，并且/或将镍、锰和钴从阴极中提取出来并进行回收，以便在工厂内的上游生产中进行再利用。

第二种是未报废的锂离子电池。这些电池因各种原因而被工厂拒收，生产这些电池的公司希望对其进行回收或获取其价值。这些公司会将它们送去回收、出售、让回收商对材料进行处理和复用，或者可能会将它们进行加工并要求回收镍、锰和钴。

第三种是废旧锂离子电池，这类部件已经开始回收利用，但与当前产量相比，回收百分比非常低。在这类情况下，汽车公司会雇佣第三方来更换可能处于保修期内的电池，然后签订回收合同。

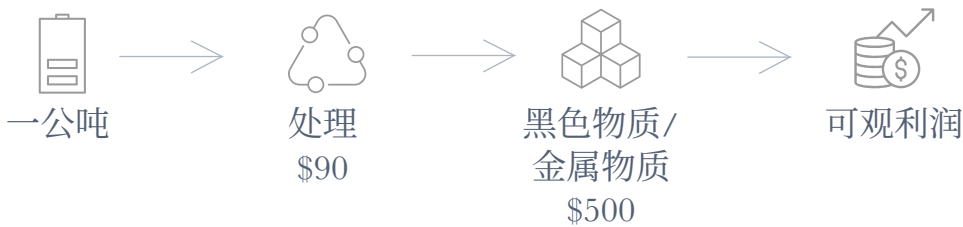
## 回收商的类型

主要有两种类型的回收商。第一类是已有其他回收业务的公司，包括比利时的优美科公司和瑞士的嘉能可公司。第二类是那些只回收锂离子电池的公司。后者又分为两种不同的类型：一种是回收任何类型的锂离子电池，另一种则只专注于电动汽车。在专注于电动汽车的公司中，有些只专注于尚未装入电池的未报废的涂层阴极，而其他公司则专注于未报废的电池或未报废的模块，以便为汽车公司回收利用这些部件。第三类则关注废电池。每天都有新的玩家进入这一市场。

从这些回收公司的运作方式这一较高的层面来看，首先他们有一个材料来源。这可能是与通用汽车公司签订的合同，以获得未报废的涂层阴极、未报废的电池或某种材料组合。相比之下，铅酸电池领域主要是代理商四处收集电池，然后将其提供给回收企业。在一家公司拥有了材料来源之后，经济效益可能会因合同的不同而发生变化，无论是免费或付费获取材料，还是要求汽车制造商按处理和返还的电池或材料公吨数向回收商付费的收费合同。

### 回收成本

锂离子电池的分解成本与铅酸电池相似，这主要是因为该过程中二者使用的设备类似，且运营费用相当——每公吨黑色糊状物质约 100 至 200 美元。黑色物质（镍、锰和钴氧化物与碳的混合物）约占电池重量的 60%。在针对这一点进行调整后，每转换一公吨回收电池大约需要 90 美元。在这 60% 中，一半是碳，另一半是已失效或未失效的金属氧化物、钴、镍和锰，以及各种塑料和金属碎片。钴含量约为 5% 至 10%，具体取决于制造商。根据公开市场上的黑色物质售价或每公吨实际黑色物质 500 美元的价格，每公吨回收电池单元可获得大约价值 300 美元的黑色物质。



铝和铜的价值相当高。如果考虑电池中的铜和铝含量，乘以伦敦金属交易所价格的 30%，则每公吨可以获得大约 450 美元的铜和 53 美元的铝。这个处理过程增加的价值几乎与黑色物质一样。对回收商来说，考虑这两种成分很重要，因为它们几乎等于黑色物质的价值。

一公吨回收电池的处理成本约为 90 美元，可借此获得的黑色物质的售价为 300 美元或更多，金属物质的售价约为 500 美元。这是一项有利可图的回收业务。

---

本文改编自 2021 年 4 月 28 日的 GLG 线上专题研讨会“锂电池：回收和处置”。

# 电动汽车竞赛中的赢家

Martin Murray, Murray EV Consultants 总裁, 通用汽车公司前电气化推进全球项目管理总监

如今, 电动汽车成为了环保、热门、实用和酷炫的代名词。

直到八年前, 汽车制造商还将电动汽车视为满足能效要求的一种昂贵方式。然后, 特斯拉推出了高性能、高价格的电动汽车, 一切都发生了改变。当然, 这鼓励了市场的增长, 给轿车和卡车制造商以及为汽车行业服务的部件制造商带来了新的挑战。

对于许多车辆子系统(车身、底盘、内饰、座舱制冷和舒适性系统以及低压电气系统)的部件制造商来说, 电气化不会产生很大的影响, 因为这些系统受电源的影响不大。最大的变化将出现在推进系统中, 在这里我们今天所熟知的发动机和变速箱将演变成牵引驱动单元、电池以及将所有东西连接在一起的电子器件。以下是有可能在这一即将到来的转变中成为赢家的企业。

## 赢家: 轻质车身、底盘和内饰材料的制造商。

轻质材料之所以如此重要, 是因为电池又大又重, 因此必须在汽车的其他部分减轻重量。人们将重点关注利用铝、复合材料、镁和其他类型的结构(如宝马已经广泛应用的碳纤维)实现轻量化。成本仍然是降低电动汽车电池重量的限制因素。除非技术发生根本性转变, 允许以合理的成本实现更高水平的能量密度, 否则就不会有比目前市场上的电池更小或更轻的平价电池。同样, 燃料电池系统在能效和减排方面也有很多优点, 但价格昂贵且需要储能缓冲。在采用这些电池之前, 我们可能还有很长的路要走。

## 赢家: 行业内的老牌企业, 可能鲜有后来者

目前最大的 10 家汽车供应商都在深入开展电气化活动。其他从未向该行业提供过推进系统零部件的大型公司也在采取行动。但新进入该行业的企业, 无论规模有多大, 都可能会发现打入汽车行业比看上去更难, 因为根据全球原始设备制造商 (OEM) 要求的合同条款提供优质零部件所需的知识和经验将会是一项重大挑战。

在中国，人们担心电动汽车会因不当丢弃废旧电池而导致环境问题。

许多小公司都感受到了不同的压力和变化。例如，在德国制造用于加工曲轴的珩磨机、凸轮车削机和圆角滚压机的一些公司就是典型的代表。所有这些公司都不得不接受未来内燃机制造设施的增长将会放缓甚至有可能出现收缩的事实。

#### **赢家：可克服电力推进系统的复杂性的企业**

这一领域的赢家将是那些拥有最大研发预算，可满足电力推进的自然需求（即简化、降低成本和空间最小化）的企业。虽然电力推进系统的部件可能比内燃机少 90%，但这些数量有限的零部件（包括磁铁、钢层压板和几何形状非常复杂的铜和其他材料）的复杂性和性能要求非常高。这方面的赢家有可能是不断改进流程和提高效率以制造新产品的现有供应商。

#### **赢家：考虑回收及其后果的供应链成员**

他们正在创造可能极其繁琐的回收要求。电池设计不仅需要考虑到完全回收和/或再利用，还必须能将设计细节传达给售后市场行业。这样，他们便可以根据电池的原始设计理念安全回收或重复利用电池。这将对供应商和原始设备制造商产生重大影响，因为这可能会影响前期设计，并引发有关知识产权控制的问题。其他国家可能会实施自己的回收和环境标准，这使得回收和其他环境问题对电动汽车相关的公司具有重要影响。

#### **既不是赢家也不是输家：混合动力汽车企业**

大众汽车和通用汽车等公司正在进行从燃油汽车到全电动汽车的转变，而丰田和福特则将继续在未来发展混合动力汽车。在接下来的二十年里，混合动力汽车很可能继续占据一席之地。最近，该类汽车在美国的销量有所下降，这主要是因为燃料成本降低，而在日本的销量依然强劲，因为那里的电力基础设施不够强大，不足以支持高密度的电动汽车。

---

本文改编自 2019 年 10 月 15 日的 GLG 电话会议“电动汽车：供应商发展路线前瞻”。



---

### 关于 Robert Galyen

Robert Galyen 最近已经退休，退休前他在宁德时代新能源科技股份有限公司（世界上最大的电池公司）担任首席技术官的职务。在七年的任期内，Galyen 帮助该公司发展到超过 25000 名员工，并巩固了其作为全球最大的锂离子电池制造商的地位。2015 年，中国授予 Galyen 久负盛名的“友谊奖”，并于 2014 年授予他“国家杰出专家”称号。他还在印第安纳大学卢格可再生能源中心的董事会任职。

### 关于 Prabhakar Patil

Prabhakar Patil 博士曾担任 LG 化学的首席执行官，于 2015 年 9 月卸任。在此之前，Patil 博士在福特汽车公司工作了 27 年。1998 年至 2003 年，他担任福特首款混合动力汽车 Hybrid Escape 车辆平台的总工程师。Patil 博士拥有印度理工学院孟买分校的学士学位以及密歇根大学的工程学硕士和博士学位。他拥有 18 项专利，发表了 27 篇文章，并于 1991 年因在电动汽车动力总成开发方面的工作而获得亨利·福特技术奖。2007 年，他被汽车工程师协会推选为研究员。

### 关于 Clemens Roettgen

Clemens Roettgen 目前是一名独立咨询顾问。他曾在大众汽车集团中国公司担任企业战略总监。在此之前，Clemens 在大众的德国总部担任大中华区及东盟销售部的总经理。在担任这一职务时，他负责中国地区的销售部门，以及大中华区和东盟的销量规划/产品规划部门。在此之前，他担任该公司大中华区及东盟销量规划部和销售部的主管。他在该地区担任越来越高的职位，主要负责市场指导和协调销售团队。

### 关于 Arnold Lamm

Arnold Lamm 在汽车行业拥有超过 30 年的经验。他曾在戴姆勒担任 eDrive Systems 燃料电池技术高级经理。在担任这一职务时，他帮助领导了戴姆勒的未来业务部门，并参与了电动汽车电池方面的工作。离开戴姆勒后，Arnold 成立了自己的咨询公司 e-Technologies GmbH，目前担任该公司的 CEO。

### 关于 Claudiu Bucur

Claudiu Bucur 创办了一家名为 Piersica 的电池技术公司，专注于研发下一代固态锂离子电池。此前，Bucur 曾在蜂巢能源科技有限公司担任锂离子电池固体电解质方面的总工程师。在此之前，他在长城汽车股份有限公司担任固体电池电解质方面的总工程师、项目/技术总监。他还曾在丰田汽车北美公司和美国农业研究所任职。

### 关于 Jeff Yanssens

Jeff Yanssens 目前是 JAY Engineering LLC 的总裁。他目前专注于新能源领域，专攻电动汽车子系统和燃料电池应用。在此之前，Jeff 在通用汽车公司担任电气化车辆总工程师。他还曾在通用汽车公司担任过其他职务，包括底盘验证高级经理、高级车辆开发中心工程组经理和工程项目经理。

### 关于 Tom Croskey

Tom Croskey 于 2010 年 3 月至 2017 年 9 月在通用汽车公司担任制造战略与规划执行董事。在担任这一职务时，他负责确定公司制造站点的位置和产品的分配。他还通过利润与成本预测实现了有效的站点划分。他处理关税和外汇问题，处理合资企业剥离谈判，并利用通用汽车公司的发展和全球体量来降低制造成本。

### 关于 Greg MacLean

Greg MacLean 博士曾在通用汽车公司担任高级电池首席工程师和 BOM Family Owner。这些电池被用于通用汽车的所有 48V、HEV、PHEV/EREV 和 EV 电池组和车辆。在通用汽车任职期间，Greg 还负责对通用汽车的原始设备制造商竞争对手使用的电池以及世界各地主要电池制造商开发的电池进行基准测试。

#### **关于 Patrick Curran**

Patrick Curran 是 Lithium Recycling Systems 的首席执行官，该公司专门从事锂电池和铅酸电池的处理和回收。Patrick 在电池回收行业拥有 13 年的从业经验。此前，他曾全球最大的铅酸电池设备制造商之一 Exide Technologies 任工厂经理。

#### **关于 Martin Murray**

Martin Murray 在通用汽车公司有 30 年工作经验。他最近的一份工作是在通用汽车公司担任电气化推进全球项目管理总监，于 2019 年 2 月离任。在此之前，他在通用汽车公司担任过许多电气化方面的职位，包括电气化工程 PATAC 总监、电池组工程高级经理、储能系统全球项目经理以及国际混合动力和电动总成总监。



本营销材料中提供的信息仅供参考。专家团成员数据均基于截至 2021 年 2 月 4 日的情况提供。这些信息不作为对某一特定事项的建议，信息本身不应作为依据。GLG® 和 GLG 图标均为 Gerson Lehrman Group, Inc. 的商标。©2021 Gerson Lehrman Group, Inc. 保留所有权利。