

# 轻型汽车和动力传动系统结构 2020 年路线图

## 陈述式报告

2021年2月 版本 1.0

### **DISCLAIMER:**

Translations of any materials into languages other than English are intended solely as a convenience to the non-English-reading public and are not legally binding. We have attempted to provide an accurate translation of the original material in English, but due to the nuances in translating to a foreign language, slight differences may exist. This translation is supplied to you on the understanding you have accepted this disclaimer and no liability is accepted by the APC for the use of the translation by you or any other party if the translation is found to contain inaccuracies.

### 免责声明

将任何材料翻译成英文以外的其他语言仅为方便非英文阅读的公众,并不具有法律约束力。尽管我们已尝试提供英文原文的准确翻译,但是由于翻译成外语时的细微差别,因此可能会存在轻微的差异。向您提供本译文的前提是您接受本免责声明,如果发现译文有不准确之处,APC就您或任何其他方对本译文的使用情况概不承担任何责任。





## 概述: 轻型汽车和动力传动系统结构

纵观历史,汽车增重多是由于增加了更多系统和功能,如被动和主动安全功能,及更复杂的舒适和便捷功能。为抵销增重带来的影响,多数车型的重量保持不变或略微减轻,但性能和燃油经济性则持续增强。

对于电动汽车而言,减轻车辆重量的挑战更加突出。纯电动汽车电池包可增加 300-400kg 的额外重量,从而减少了车辆的续航里程。在传统传动系统和电动传动系统中,减轻重量都能降低其他部件的重量,如制动和悬挂系统。

本路线图指出,发展设计、材料和制造是降低重量的关键途径。通常情况下,大批量汽车的开发路线与高端汽车不同,后者的产量较低,在必要时可以采用不同的材料规格和制造流程。

高保真度多物理场仿真提供了一条优化重量的途径,同时在早期设计阶段嵌入制造和过程清单。这些并行的工程原理和新的出行解决方案,例如 CAV 或零碰撞车辆,提供了截然不同的减重方法,从而实现了更有前景的减重方案。

### 驱动汽车应用轻量化机遇的关键技术



## 前言和鸣谢

APC 感谢业界和学术界在制定和发布这一路线图方面提供的广泛支持。

我们非常感谢汽车协会委托我们更新产品和技术路线图以及他们提供的持续支持。

这项工作得到了商业、能源和产业 战略部(BEIS)的大力支持。



Neville Jackson 英国汽车委员会代表

我很高兴与大家分享由先进推进中心与业界紧密合作开发的 2020 年汽车推进技术 路线图。这些路线图确定了关键的未来目标和最具发展前景的途径,以实现更低碳、 更具可持续性的未来汽车。它们是制定重点研发议程的必要工具,对协同创新尤其 重要。

路线图是在英国汽车委员会原路线图的基础上制定的, APC 在 2017 年对其进行了进一步的完善。我们已更新了路线图内容,以反映英国向 2050 年净零排放目标过渡的紧迫性。近年来,推进技术的变革速度突飞猛进,电动汽车的使用率不断攀升,电池价格的下降速度快于此前的预测,燃料电池等可替代的零排放技术正在迅速成熟,包括氢在内的清洁燃烧燃料正在取代现有的化石燃料。

然而,由于变革速度必须进一步加快,仍有重大挑战需要克服,需加大研发和商业化力度,从而向市场提供价格合理、对消费者更有吸引力的产品。由行业专家调查小组制定的 2020 年技术路线图对未来汽车推进的目标、技术和时间表提供了共识。

我们撰写本报告旨在通过分享行业洞见和共同技术重点来支持汽车行业的发展,从 而加快提供世界级的解决方案。路线图是建立合作研发机遇的重要信息来源,以应 对未来的出行挑战、货物运输和非公路车辆研发。

### Alan Banks, Ford Motor Company 英国汽车委员会轻量化工作小组代表

2020 年汽车委员会路线图的更新反映了创新、替代燃料和可持续性在汽车领域日益增长的重要性。从之前的 2017 年路线图来看,很明显,我们为保持技术的相关性和及时性进行了大量工作,所有主要组和子组均已更新并快速适应飞速的发展。英国正在推行一项禁令,从2030年起禁止汽油和柴油车辆,这是英国在全球范围内推动所有创新的真正机遇,并为 UK PLC 提供了重大优势。

轻量化对新型汽车开发的重要性是整个行业的关键,也是先进和新型推进技术的推动者。这些技术带来的额外重量需要抵消,特别是从商用车辆的角度来看,驾驶执照限制是由车辆总质量决定的,有效负载能力对于客户标准至关重要。

随着智能跨界车遍布路线图的所有领域,英国学术界、研究团体、中小企业、一级和原始设备制造商共同合作,为未来十年满足汽车工业需求提供解决方案。

## 2020年行业专家在线调研洞见

### 大众市场轻量化的关键材料有哪些?

高强度铝和钢仍然是轻量化的稳定选择,其次是碳纤维和塑料。

调查显示,铝和钢占最可能改善重量的材料的53%。

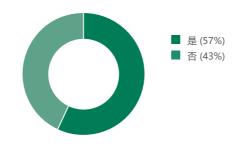
到目前为止, 铝是最受欢迎的选择, 这得益于它的 柔性挤压结构和可回收性。

## ■ 铝 (33%) ■ 钢 (20%) ■ 碳 (19%) ■ 塑料 (16%) ■ 其他 (12%) ■ 镁 (0%)

### 碳纤维是大批量汽车制造的可行选择吗?

超过半数的受访者表示,碳纤维是大批量制造的可行选择。

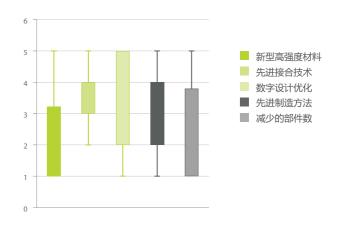
尽管需要克服可回收性和节能生产方面的挑战, 但批量生产计划正在积极寻求将 CFRP 整合到其 结构中。



### 最大的减重机遇在哪里?

我们要求行业对最大的减重机遇进行 1 到 5 分的评分, 1 代表最有可能。

根据调查结果,高强度材料和部分减重措施可能带来最大的减重机遇。



### 技术指标





### 轻型汽车的技术指标

行业在大众市场竞争的环境下可能实现的技术指标。

### 标准指标

以轻型汽车为重点的技术的渐进式变化

		2020	2025	2035
轻型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	5-10%	20-25%
7227	xEV 车辆减重 (%)	基线	10-15%	20-30%

### 高目标指标

汽车结构和新技术应用的根本变化

		2020	2025	2035
· 轻型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	10-15%	30-35%
12±1/ V-1	xEV 车辆减重 (%)	基线	15-20%	30-40%

### 注:

- 常规车辆是指内燃机架构车辆
- xEV 是指所有动力传动系统的变种,但主要是电池驱动
- 汽车重量减少的百分比从 2020 年开始计算
- 日益严格的脱碳目标加速了对传统汽车的轻量化预测
- 在未来的 5-10 年里,电池组设计、系统集成和先进的电气化动力传动系统的减重潜力越来越大

### 轻型汽车的技术指标

行业在大众市场竞争的环境下可能实现的技术指标。

### 标准指标

以轻型汽车为重点的技术的渐进式变化

			2020	2025	2035
轻型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	5-10%	20-25%	
	xEV 车辆减重 (%)	基线	10-15%	20-30%	

### 技术指标

2020年,这些技术指标将取代路线图中制定的目标,并提供出行向和衡量该技术最佳性能的方法。

### 高目标指标

汽车结构和新技术应用的根本变化

l			2020	2025	2035
	· 经型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	10-15%	30-35%
	T	xEV 车辆减重 (%)	基线	15-20%	30-40%

### 标准指标

这些性能数据表明,通过优化设计、材料选择和减少零件数量,可在轻量化方面取得渐进式改善,从而实现减重。

二氧化碳目标促使主机厂实现更高的效率 (CO<sub>2</sub>/km) 和轻量化。通过减重来减少能源需求是降传统内燃机汽车降低二氧化碳排放的合理手段,而且,发动机和制动器等元件也可以随着整车质量的下降而做得更小,从而带来次要效益。

由于增加安全性、NVH、舒适性和娱乐性方面的配置内容,限制汽车重量的压力多年来一直都很大。轻量化已被用于来弥补这一点,使多数车型的重量基本稳定。备注:预计2025年,重量提高约5%;2035年,重量提高10%。

电气化带来了额外的挑战,因为电池或附加的电气部件使电动汽车比传统内燃机车更重。然而,在优化电池支架重量、改进能量密集电池化学和里程管理方面存在机遇。

### 轻型汽车的技术指标

行业在大众市场竞争的环境下可能实现的技术指标。

### 标准指标

以轻型汽车为重点的技术的渐进式变化

l			2020	2025	2035
轻型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	5-10%	20-25%	
	xEV 车辆减重 (%)	基线	10-15%	20-30%	

### 高目标指标

汽车结构和新技术应用的根本变化

		2020	2025	2035
轻型汽车	常规车辆减重 (%)	基线	10-15%	30-35%
	xEV 车辆减重 (%)	基线	15-20%	30-40%

### 高目标指标

新平台和新产品架构的重量 优化提升机会为设计、工程 和制造带来全新可能性。而 且同时利用这些机会可提高 轻量化效果。 新型汽车架构,如专用的电动汽车平台,为零碰撞或城市出行解决方案的设计 提供了一种全新的方法,使整体轻量化设计原则得以应用,从而实现大量减 重。

为满足大幅减少二氧化碳排放量的需求,需要进一步减重,但其中许多因素无 法通过渐进式变革实现。为推动汽车材料、设计和制造的创新,各企业建立了 高目标指标,从而为实现总体二氧化碳目标提供支持。

将电池集成到底盘或车身结构中,可以减轻重量,这是新的机遇。得益于充电技术的改进和电池化学的进步,电动汽车比传统汽车更能大幅减轻重量。

### 技术路线图

2020-2035 年的技术指标参见第 1 页





本路线图展示了全球汽车工业推进技术预测在大众市场应用的实 时概述。针对特定应用的技术因地区而异。



### 深色条:

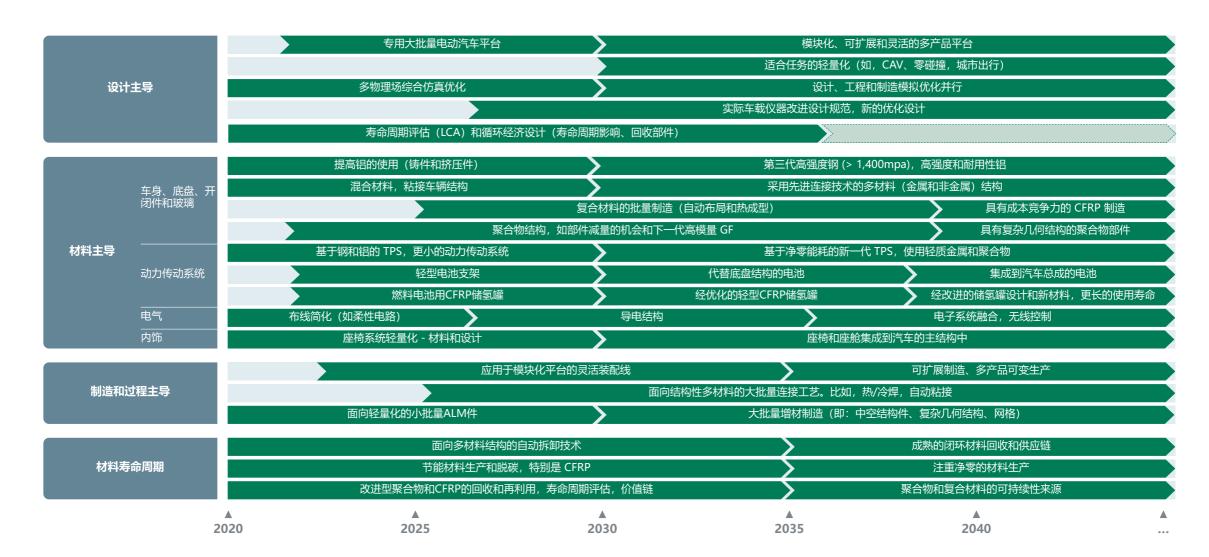
技术是指在大众市场应用的技术。 在这段时间内,将会带来重大创新



讨渡并不意味着逐步退出市 场, 而是改变研发重点



市场成熟 - 技术已经成熟。可能继续扎 根大众市场, 直到它消失并被取代



## 主要技术主题



2020 年路线图 轻型汽车和动力传动系统结构

技术路线图

设计主导

**设计主导型**方法涵盖了由灵活的、可扩展的模块化设计所带来的汽车架构和概念变革。全新的出行解决方案和虚拟仿真技术的持续进步将推动未来的设计。越来越 多制造厂商正利用前期生命周期评估来提供环境扩持续产品,同时继续关注轻量化。

车身、底盘、开 闭件和玻璃

材料主导

动力传动系统

电气

\_\_\_\_ 内饰 材料主导:

**车身、底盘、封盖和玻璃**是主流制造厂商的传统轻量化方法的主要组成部分。高强度材料、高度混合材料结构、新型连接方法以及CFRP和聚合物在大批量生产中的日益使用预计带来最大优势。

内燃机动力传动系统、蓄电池和燃料电池拥有一系列降低重量的机会,包括从用于传动系统组件的轻型材料到集成到车身和底盘结构的电池和支架。

**电气**架构和元件至多占整车重量的5%,通常忽略不计,因此带来巨大的减重潜力。

内饰结构提供一系列减少重量的机会,包括选材和整合到车体毛坯的集成结构。

制造和过程主导

制造和过程主导型方法是设计概念实施的核心。多车平台装配线、混合材料连接和小批量增材制造对实现轻量化策略有重大影响。

材料寿命周期

材料生命周期涵盖可拆卸性设计的开发、闭环材料回收和碳复合材料和聚合物的可持续生产流程。

## 设计主导

新的平台设计和多物理模拟是实现轻量化的关键。



2020 年路线图 **轻型汽车和动力传动系统结构** 

技术路线图



车身、底盘、开 闭件和玻璃

才料主导

动力传动系统

电气

内饰

制造和过程主导

材料寿命周期

### 电动汽车平台

专用电动车平台正在兴起,更稳定的 电池储存选择和完善的充电基础设施 使主机厂可以为推出多个产品开发优 化的电动汽车平台,例如,大众的 MED模块化平台。

### 模块化、可扩展和灵活的平台

在规模经济的推动下,未来的大规模制造将依赖灵活的模块化平台和具备适应性的生产系统,以便能够交付多个产品变体,并应对需求的变化。

2

### 适合任务的轻量化

未来出行将由互联自动驾驶汽车、零碰撞(检测和预防)汽车和新的城市 出行需求打造。这些汽车的构成和结 构不同于传统的乘用车,为轻量化带 来新的机遇。 5

### 多物理模拟

尽管多物理场软件面世已有一段时间,但是可提供与专业单物理场代码一样的精度的、更高保真度的多物理场工具日益增多。随着高性能计算的进步,这推动了仿真主导型设计的提升。通过该功能,可以在设计阶段的早期考虑允许新的设计假设、传统设计规范所面临的挑战以及多属性折中。

### 设计、工程和制造并行

随着仿真技术的进步,可以沿着这一轨迹同时进行处理。

4

### 实际车载仪表

这日益受到关注,而且有助于提供实时的车辆性能数据,以传达和改进设计规范和规则。这是一个相对较新的,处于发展中的领域。新数据使汽车的过度设计方面得以解决。

5

### 生命周期评估 (LCA) 的设计

许多主机厂已经将生命周期评估因素 纳入到其轻量化设计原则中。全面地进行设计,同时顾及生命周期评估,可以带来长期的可持续性,而且使经济性得到重视。

A A 2025 2030

040

## 材料主导

适用材料、新一代高强度钢和铝以及多材料粘接结构最大程度地改善了车身、底盘和外壳。



2020 年路线图

技术路线图

铝结构

铝在车身和底盘结构中的应用受到高度关注。简单的挤压成型、定制厚度、高强度和对后期变化的适应性为汽车的多个部件带来独特的优势。

### 高强度钢和铝

目前均处于成熟发展阶段的第三代高强度钢和改进型6000系列铝的应用提高了结构的碰撞能量吸收能力。

## 提高铝的使用(铸件和挤压件)
## 第三代高强度钢(> 1,400mpa),高强度和耐用性铝

| 混合材料,粘接车辆结构 | 采用先进连接技术的多材料(金属和非金属)结构

| 3 | 复合材料的批量制造(自动布局和热成型) | 具有成本竞争力的 CFRP 制造

| 聚合物结构,如部件减量的机会和下一代高模量 GF | 具有复杂几何结构的聚合物部件

混合材料粘接结构

越来越多的汽车结构采用根据其各自属性和优势进行混合的金属和非金属混合材料。CFRP可使传统金属结构的重量减少30-40%。例如,NIO在其面向中国市场的电动汽车的车身中使用碳纤维和铝。

采用先进技术的多种材料连接

大量生产需要解决面向大批量、快速的生产系统的混合 材料连接问题以及材料的热膨胀差异问题。

复合材料的批量制造

CFRP生产的工业化工作仍在继续。用可配置的自动化 (视觉识别) 系统来代替手动布局流程,减少热压零件 和加快周化所需的时间预计最早从2025年起成为主流。

具有成本竞争力的 CFRP

随着人们更好地了解CFRP在汽车结构中的优势和集成,降低成本的可能性将使此类材料得到更多的使用。

聚合物结构

玻璃纤维和其他聚合物结构目前已上市,并且有可能从2022年起在大众市场上占据重要地位。它们可通过成型工艺,用接头代替多个部件,从而减少部件。高强度/模量玻璃纤维尚在开发中。

具有复杂几何结构的部件

成型技术的不断创新将实现更复杂的几何结构。

2020 2025 2030 2035 2040

## 材料主导

动力传动系统轻量化、电气系统和汽车内饰方面的机会仍有待认识。



2020 年路线图 轻型汽车和动力传动系统结构

技术路线图

车身、底盘、开 闭件和玻璃

轻型 TPS (内燃机)

铁质发动机和铝质发动机目前占主导地位。随着制造工 艺的发展,中空结构部件(如ALM)以及各种材料( 如钛弹簧、镁合金铸件和复合材料连杆)得以使用,从 而使有选择地减轻重量成为可能。此外, 传动系统组件 也提供良好的减重潜力,比如,差速器和电机的热塑壳 体,以及CFRP传动轴。

轻型电池支架

多数电池外壳和内部支撑结构为金属材质。聚合物和复 合材料提供零件整合和功能集成的方法。然而,聚合物 需要大批量生产才能降低加工成本,而复合材料需要开 发工艺来实现大批量生产。

从长远来看, 电池更容易集成到汽车中, 例如作为主结 构件。

### 轻型燃料电池储氢罐

CFRP储氢罐用于质子交换膜燃料电池的氢气储存。压 力由350巴提高到700巴需要极高强度的材料。要想在 减轻重量的同时实现更高压力的储存,需要对储氢罐进 行重大的创新。

备注: 丰田Mirai配备2个由CFRP复合材料制成的、采 用三层结构的储氢罐,总重87.5kg。

材料主导

动力传动系统

电气 内饰

基于钢和铝的 TPS, 更小的动力传动系统 2

轻型电池支架

燃料电池用CFRP储氢罐

布线简化(如柔性电路)

座椅系统轻量化 - 材料和设计

导电结构

代替底盘结构的电池

经优化的轻型CFRP储氢罐

集成到汽车总成的电池

经改进的储氢罐设计和新材料,更长的使用寿命

电子系统融合,无线控制

座椅和座舱集成到汽车的主结构中

基于净零能耗的新一代 TPS,使用轻质金属和聚合物

3

### 布线简化

较高的电子电气设备含量往往增加布线质量。电路合理化和更轻型的导线、柔性电路的 使用(特斯拉与Lear Corporation的合作、宝马i-venture和CelLink的合作)可能迈向导 电体结构(如嵌条),以减少布线需求。此外,布线约占整车重量的5%,因此具有很大 的减重潜力。

### 座椅系统和座舱

当前的座椅轻量化主要侧重于在座椅骨架中使用合金, 由多件式部件转向单件式部 件(在制造过程改善的加持下),以及使用聚合物材料。有很大机会将座椅和座舱 结构集成到车体毛坯结构中。除了减少零件之间的连接外,基于整体系统的设计理 念还在行业中得到不断发展(比如,互联自动驾驶汽车(CAV)和城市出行)。

## 制造和过程主导

设计与制造以及过程清单制定并行可提供开发传统的、依照一定顺序的开发过程无法实现的整体解决方案的潜力。



2020 年路线图 轻型汽车和动力传动系统结构

技术路线图

设计主导

车身、底盘、 闭件和玻璃

材料主导

动力传动系统

2

\_\_\_\_

┗ 灵活、可扩展的模块化平台

使用此类平台是在轻量化方面获得显著提升的关键一步。当使用整体的系统优化方法看待时,过程清单和材料清单可提供减轻重量的机会。可将材料选择、连接技术、装配过程步骤、工厂布局和制造足迹设计结合起来,以实现更大的提升。

新型电动汽车平台或面向未来出行的汽车提供审视这些协同效应的新出发点。模块化、可扩展的系统实现规模 经济,从而实现轻量化策略。 连接是轻量化的关键

开发面向多材料的单材料工艺,比如多点连接(远程激光焊接;热焊、冷焊和热塑性焊接)、粘接(如快速冷固化树脂)、机械连接(自冲铆接、紧固件连接和摩擦销连接)可提供减轻重量的巨大机会。

自动化和机器人技术对实现接头的一致性, 使设计规范可以优化连接材料的使用至关重要。

降低节拍时间可提高新生产线的效率,并改善车间布局。

3

### 小批量和大批量ALM

既可减少机加工的需求又能实现具有成本效益的、独特的几何结构的金属工艺现已面市,以实现小批量应用。

从长远来看,高度自动化的工艺和大规模快速生产系统 将使多材料、近无余量成形制造实现最佳性能和低重 量。空心部件、复杂几何形状和网格部件很可能成为未 来汽车结构的特征。

应用于模块化平台的灵活装配线

面向结构性多材料的大批量连接工艺。比如,热/冷焊,自动粘接

面向轻量化的小批量ALM件 大批量增材制造(即:中空结构件、复杂几何结构、网格)

材料寿命周期

制造和过程主导

2020 2025 2030 2035 2040

## 材料生命周期

CFRP和聚合物提供巨大的减重机会,但仍需要进一步发展生命周期评估,并在生产和回收过程中减少能源消耗。



2020 年路线图 轻型汽车和动力传动系统结构

技术路线图

设计主导

身、底盘、 1件和玻璃

オ料土目

动力传动系统

电气

内饰

制造和过程主导

┗ 复合材料结构

尽管多材料结构有利于减轻重量,但是在设计和工程过程中需要解决回收时的拆卸和材料分解问题,以满足生命周期评估的要求。

### 闭环回收和供应链

对大多数材料而言,以价值流为导向的闭环供应链正在 发展中。然而,新型材料、聚合物和CFRP需要在这方面上进一步成熟和发展。 节能材料生产

CFRD制造是一个高能耗的过程。研究表明,CFRD部件 (体积分数为50%)生产的单位热耗高达800MJ/kg, 而钢生产的单位热耗为50MJ/kg。产自可再生能源的绿 色电力以及降低能源需求的过程改善是复合材料供应的 主要重点,并带来经济效益。

为到2050年实现净零目标,需要批判性地审视高能耗材料生产过程。

3

### 聚合物和复合生命周期评估 (LCA) 的考虑因素

为满足越来越严格的生命周期评估(LCA)要求,必须开发可回收的聚合物和 CFRP 材料,发展支持循环经济的、经济可行的供应链。

### 可持续性来源

使用可持续的生物材料(非石油)来生产替代材料的新工艺前景可观。



 A
 A
 A
 A
 A

 2020
 2025
 2030
 2035
 2040

## 术语

缩写	说明
ALM	增层制造最初用于快速成型,通过组装大量的二维层来创建三维部件。增层制造有多种形式,包括 3D 打印到电子束熔炼。
BIW	车体毛坯。汽车的结构壳体。
CAV	互联自动驾驶汽车是一个概括性术语,用来描述与自动驾驶汽车有关的不同自主程度和技术。
CFRP	碳纤维增强聚合物复合材料
LCA	生命周期评估。评估产品在其生命周期的所有阶段的环境影响(例如,从原材料提取,一直到加工,再到制造、使用和最后回收/处理)。
MIM	金属粉末注射成型技术将将粉末冶金与塑料注射成型两种成熟技术相结合。这种工艺将金属粉末与粘结材料进行混合,以形成原料,然后通过注射成型的方法使原料成形和固化。
Multi-physics simulation	对多种相互作用的物理现场进行仿真(比如,电路中的电流、电机中的磁场、给驱动器的物理反馈和电池的化学反应)。
NIO	中国电动汽车制造商。
NVH	噪音、振动和粗糙性
TPS	热推进系统是一种将发动机或燃料电池与热力系统和/或电气系统集成在一起的设备,用于管理向车辆传递的动力,并回收浪费的能量,以提高性能和效率。TPS的主要特点是通过化学方式储存一次能源(而不是像电池那样通过电化学方式储存)。
MEB	大众MEB模块化平台或模块化电驱动矩阵-一个联合电动汽车平台,支持该品牌的多款车型的批量生产。

## 这是一个由 APC 促成的行业共识路线图

2020 年路线图更新期间的参与情况概览

### 参与更新的公司分布

109 个工业组织参加了研讨会和访谈 另有 38 个行业组织参与了网上调研 共有 147 个行业组织参与



### 国际参与情况

 奥地利
 新加坡

 比利时
 瑞典

 英格兰
 瑞士

 德国
 美国

 荷兰
 威尔士

 苏格兰
 日本

