

Porsche Engineering

杂志
2020 年
第 1 期

www.porsche-engineering.com



未来汽车的发展

洞察中国



不断挑战已有 练就前所未有

全新保时捷 911 Turbo S

每一次驾驶 911 Turbo S 出门都能成就一段难忘的回忆。因为有 478 kW (650 PS) 输出功率、保时捷主动空气动力学系统 (PAA)、PASM 运动型悬挂系统和丰富的智能辅助系统为您保驾护航。详见 www.porsche.com/911Turbo



PORSCHE



彼得·舍费尔博士
保时捷工程集团总经理

亲爱的读者朋友们:

古语有云:“前人栽树,后人乘凉”。作为企业、社会、个人,我们在此时刻为后人播种,为他们开辟通往未来的正确道路。这包括我们正着手进行的具体研发项目,以及我们共同协作的方式方法。

数十年来,我们一直在悉心培养与中国企业的合作关系,并且时刻互相学习。移动出行正处于变革阶段——在这一点上,中国体现得尤为明显,其余各国难出其右。新型的驱动方式、高度自动化的驾驶功能以及多种多样的互联服务,构成了中国汽车市场的三大特征。我们将与客户、合作伙伴携手并肩,继续研发相关技术。在这一过程中,除了我们对市场的深刻理解、在经典传统以及新兴数字化造车领域的卓越实力外,还有一点对我们帮助良多:即坚信,客户的成功就是我们的胜利。

能伴随中国自动化未来发展逾 25 年,并与中国汽车制造商、供应商、IT 企业及其他国际原始设备制造商 (OEM) 在华公司共同铸就这一发展,我们深感荣幸。对我们而言,积极的合作文化与经济、科学领域认知及专业技术人员、高校的研究成果同等重要。就这样,我们共同努力,为后代驰骋,开拓前路。

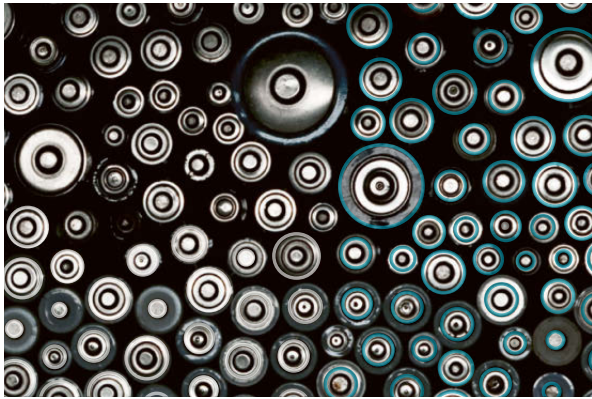
希望我们的中文版杂志能带给您愉快的阅读体验。

此致

Peter Schäfer



关于保时捷工程集团: 面向未来的解决方案——早在费迪南德·保时捷 (Ferdinand Porsche) 于 1931 年创建自己的设计工作室时,便已遵循这样的高要求。这也为今天保时捷的客户发展奠定了坚实基础。我们为客户开展每一个项目时,都深感责任重大,不能懈怠。在此过程中,保时捷工程集团将车辆和系统研发领域的专业知识与功能和软件开发领域最新的创新技术相结合,并通过各种模拟和测试方法进行验证。



34 电池文化：研究人员致力于研发新型电池



52 电动领域的先驱：
麦特·里马克设计
制造超级跑车和电
池系统



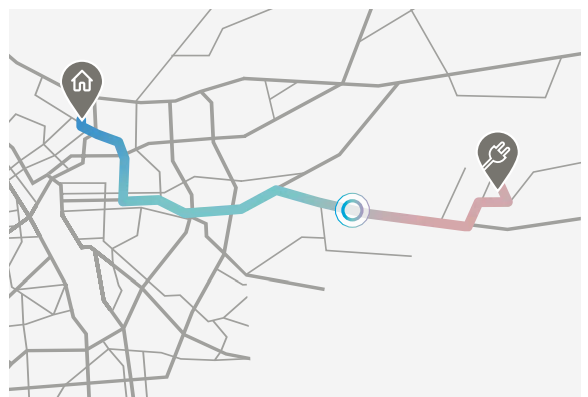
档案资料

10 - 33

12 合作关系：保时捷
工程集团上海分公
司竭诚为中国原始
设备制造商以及西
方的客户服务



58 传承转移：源于赛车运动的知识和经验融入量产车型



42 无比精确：到达充电桩时已调整至最佳温度

	03	寄语
	04	目录
	06	新闻
档案资料: 洞察中国	10	影响力巨大的市场 档案资料总览
	12	广受青睐的专业知识 在上海, 保时捷工程集团为中国与西方原始设备制造商提供全方位的专业知识
	18	灵活的平台 车身和驱动衍生款型的概念和组件设计
	24	稳如“天钩” 为中国研发具备“天钩”(Skyhook) 功能的新型底盘平台
	28	“我们正在加强汽车制造商的核心竞争力” 腾讯副总裁钟翔平访谈: 汽车的未来
	32	紧密联网 中国数字公司推动实现与汽车行业的联网
趋势与技术	34	完美的电池 研究人员全力研发更高品质的电动汽车电池
未来	40	数据宗教 畅销书作家尤瓦尔·赫拉利畅谈算法和新的“数据主义”
表现业绩和专业技术	42	有远见的算法 预测性热量管理系统可将电池调整到最佳温度
	48	持续进行的健康检查 人工智能监控车辆电池的状态
信息专栏	52	以电之名 麦特·里马克对他的公司和未来出行的看法
保时捷和产品	58	从赛道进入车行 保时捷的赛车团队与量产车型团队密切合作
	64	进化的力量 新款 911 Turbo S 和新款 911 Turbo S Cabriolet 特写
横向思考	68	横向思考 给思想者、钻研家和科技迷的推荐
起源	70	中国家用车 保时捷工程在 1994 年研发的“C88”
	71	出版说明



作者

24 安德烈亚斯·伯克特 (Andreas Burkert) 是《ATZ》通讯记者兼作家, 撰写有关汽车技术、电动汽车和人工智能等主题的文章。



32 瓦莱里奥·佩莱格里尼 (Valerio Pellegrini) 是一名来自米兰的传播设计师。他的专业领域是数字可视化以及插图。



58 康斯坦丁·吉利斯 (Constantin Gillies) 是一名经济学家兼经济专业记者。他的主题领域包括: 企业、技术、数字化和物流。



虚拟与增强现实

借助视觉工程工具利落决策

保时捷工程集团正越来越多地应用虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术进行研发。通过内部研发的视觉工程工具 (VET), 工程师们可在多种情况下减少实际复杂模型的使用、降低模型改造次数, 从而节约时间和成本支出。VET 首要运用于全新保时捷 Cayenne Coupé 的研发中; 作为整车亮点之一的全景玻璃天窗, 就是它的杰作。研发人员并未实际制造出各种衍生款型, 而是用 CAD 数据建立起了虚拟模型。在这个模型中, 研发人员可以每天为其换上极度逼真的最新的玻璃天窗款型, 并可以在不同的光照度下, 从不同角度进行观察, 并最终借此更为迅速果断地做出必要的决定。保时捷工程集团仍在持续研发 VET 系统。它不仅可用于视觉方面或各种组件款型的评估, 还能生动地呈现技术性内容。到目前为止, VET 技术已被运用在人体工程学与车辆总装研究、测量数据展示以及虚拟风洞中。如今, 除了虚拟现实技术外, 增强现实技术也已被集成到 VET 系统中, 以实现例如跨驻地的合作等。

保时捷 Cayenne Coupé

油耗 (市区): 11.7 - 11.6 l/100 km
油耗 (郊区): 8.0 - 7.9 l/100 km
油耗 (综合): 9.4 - 9.3 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 215 - 212 g/km
能效等级: D



#内观
保时捷
工程集团

保时捷工程集团登陆 Instagram

保时捷工程集团已将企业影响力拓展至社交媒体; 您可以通过 Instagram 账号 @porsche.engineering 关注我们。除了企业实时动态、最新资讯外, 访客们还能在此畅游保时捷工程世界, 并了解集团工程师们正在考察和研究哪些趋势与技术。



**“我们已在以模型为基础的
研发和网络研发
等众多项目中，投入了
大量资金和资源。”**

马吕斯·米哈伊洛维奇，保时捷工程集团罗马尼亚有限公司总经理

进一步扩展功能和软件研发

克卢日 (Cluj) 迎来更多员工和更大办公区域

保时捷工程技术集团罗马尼亚克卢日分公司继续发展壮大。该分公司专门从事功能和软件研发；截至 2019 年年底，分公司已按计划雇佣员工约 200 名，并且将在今年创造更多就业岗位。同时，分公司也在进行区域扩建工作，为进一步的发展蓄力。员工人数和办公面积的持续增长，反映出众多项目的开展工作正如火如荼地进行，尤其是在人工智能和自动驾驶领域。“我们已在以模型为基础的研发和网络研发等众多项目中，投入了大量资金和资源。由于此发展趋势会在汽车市场延续下去，我们也将继续在这两个领域内提高自身的竞争力。”保时捷工程集团罗马尼亚有限公司总经理马吕斯·米哈伊洛维奇 (Marius Mihailovici) 表示。在克卢日，本土和国际专家团队共同致力于研发、检测、保障未来汽车的最新技术。





Porsche Turbo Charging

保时捷莱比锡快速充电园开放 并诚邀广大公众免费体验快速充电

保时捷在莱比锡新建了一座名为“Porsche Turbo Charging”（保时捷快速充电）的公共充电园。在位于会展之城莱比锡的保时捷客户中心内，12个350千瓦（直流）快速充电桩以及4个22千瓦（交流）充电点从即日起投入使用——全天候运行，整年无休，并且适合所有汽车品牌。充电园总功率达到7兆瓦，其中包括6个内部快速充电点以及22个内部普通充电点。充电园的电力百分百来源于可再生能源发电。作为“Lade-Flash-Mob”（快充快闪）活动的一部分，保时捷莱比锡诚邀广大公众于2月29日驾车前来，免费为爱车充电。很快，这一活动就被预定满员：超过400名参与者驾驶着自己的爱车加入了这次“来电”活动；共计170辆、几乎涵盖所有汽车品牌的电动汽车来到了充电园。保时捷工程集团的专家们在活动现场答疑解惑，并为大家提供技术支持。这款名为“Porsche Turbo Charger”（保时捷快速充电器）的充电桩由保时捷工程集团研发而成，为高效极速充电树立了新的标杆：根据车辆型号的不同，它最短可在五分钟内为电池注入续航里程可达100公里的电量，所有配备电动汽车联合充电系统（CCS2）的车辆均可使用这一快充功能。

12

个公共快充充电桩

350 千瓦

直流充电桩（12个）

22 千瓦

交流充电器（4个）

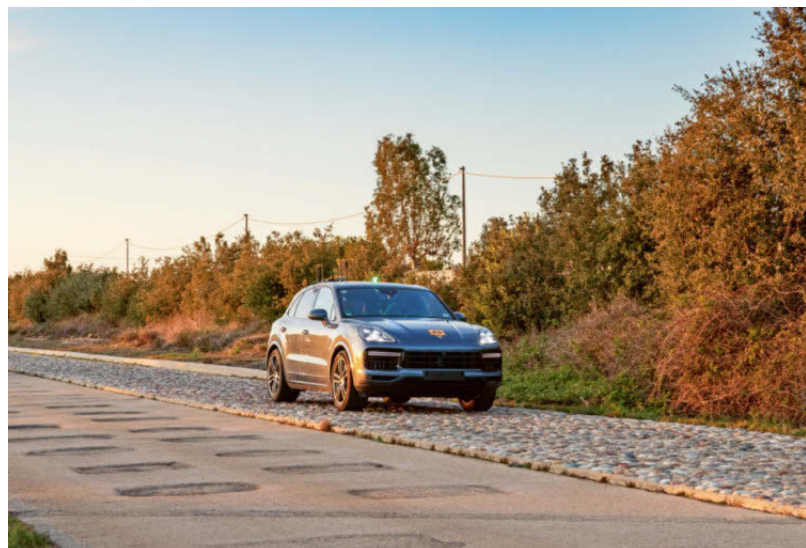
7 兆瓦

总功率（包括内部充电点）

面向未来的耐久性测试

“共同掌舵”：驾驶机器人辅助测试驾驶员

除了研究检测自动化驾驶的新可能性外，纳尔德奥技术中心（NTC）的工程团队还在探索汽车耐久性测试的未来。今年二月，一台量产型汽车在环形跑道及附近的测试路段上行驶了数百公里。但驾驶汽车的并非真人驾驶员，而是由一台驾驶机器人来控制方向盘和踏板。汽车在环形跑道上最快加速到了时速 130 公里，一个晚上就行驶了 600 公里。在测试过程中，这台跑车通过无线电直连通信与另一辆汽车对接。这样一来，工程师们就能实时监控所有参数，并在紧急情况下对其进行远程干预。未来，专业的测试驾驶员仍是车辆验证中不可或缺的一环，但通过机器人自动化驾驶，重复进行同类型测试更显小菜一碟。测试误差范围极小，甚至能够检测到与目标值之间的毫厘偏差。“这些利用无人驾驶技术进行的车辆测试极具前瞻性。” NTC 高级驾驶员辅助系统（ADAS）能力中心经理大卫·巴勒莫（Davide Palermo）表示，“我们在自动化测试的复杂性、车载设备、参数调试及密集的路段测试上，都取得了飞跃式的进展。”



“Turbo 新人”

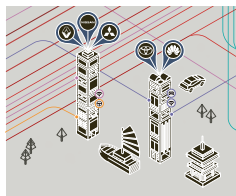
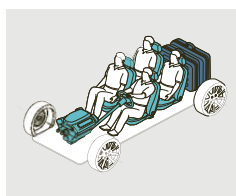
纳尔德奥青少年夏令营

纳尔德奥技术中心与纳尔德奥足球俱乐部（A.C. Nardò）建立合作伙伴关系，继续为当地社区的发展助力。今年计划的重中之重是防止霸凌，并倡导传播例如体育精神、公平、诚信、尊重和信任等教育价值理念。这是保时捷“Turbo 新人”企划的一部分。该企划旨在通过高品质的体育培训，促进青少年的社会及个人发展。

影响力巨大的 市场



中国正在迅猛发展。购买力强劲的中产阶级期望顶尖车型能够与无处不在的智能手机实现无缝连接。中国与西方原始设备制造商全力推进各种新型及传统车辆研发主题的发展。这是一个来自对未来出行极具话语权的国家的报道。



—— **12** 广受青睐的专业知识
中国与西方原始设备制造商在上海蓬勃发展

—— **18** 灵活的平台
中国的衍生车型研发

—— **24** 稳如“天钩”
18个月打造全新底盘平台

—— **28** “我们正在加强汽车制造商的核心竞争力”
腾讯副总裁钟翔平访谈

—— **32** 紧密联网
中国数字公司和汽车市场



汽车城：在安亭镇，几乎一切都围绕汽车展开。保时捷工程集团在这里设立了分公司，以满足当地客户的具体需求，并且更易于接近中国最优秀的人才库。

广受青睐的专业知识

文字: Thomas Kern 参与人员: Kurt Schwaiger 摄影: Kai Hartmann

在上海市区附近的安亭镇, 约有 75 名保时捷工程集团的员工为中国汽车制造商和大众集团的客户服务。该分公司拥有最先进的测试设备, 并紧跟当前汽车行业的技术发展趋势, 如自动驾驶和电动汽车等。

毗

邻世界著名F1赛车场“上海国际赛车场”的安亭镇, 是中国汽车工业发展早期的中心城市。1984年, 上海汽车工业公司(SAIC)在此成立, 1988年成立了中外合资的上汽大众公司。随后, 像蔚来汽车(Nio)这样的初创企业以及舍弗勒(Schaeffler)、采埃孚(ZF)、博泽(Brose)等供应商也纷纷落户于此。而这座城市里的一切几乎都是围绕汽车展开的。安亭镇从2007年开始就拥有了自己的汽车博物馆, 而保时捷体验中心就在这座博物馆一旁。所以, 保时捷工程集团将这里作为中国分公司所在地的首选也就顺理成章了。



在超过
25年

的时间里,
保时捷工程集团
一直为中国客户
竭诚服务。

2015年

保时捷工程集团
在上海市安亭镇
创立分公司。

自2015年以来, 公司与当地客户一起在这里开展研发项目, 主要集中在底盘、电子电气、大功率充电和软件开发等领域。对保时捷工程集团来说, 在中国开展类似的活动有着非常悠久的历史: 我们的研发人员活跃在中国已有25年之久, 因而在这里成立办事处便水到渠成。“保时捷历来重视客户项目。”上海分公司总经理库特·施威格(Kurt Schwaiger)说, “而且我们会在此延续这个传统。”除了中国原始设备制造商外, 大众集团旗下的企业也是保时捷工程集团的重要客户。

对客户要求作出更快速的反应

库特·施威格的目标是通过在安亭镇设立分公司, 能够更快地响应客户的要求。一方面, 根据季节的不同, 中德两国之间的时差足有六或七个小时, 这会拖慢进程。另一方面, 从前存在语言上的障碍, 而如今在当地分公司的帮助下, 这些障碍已被克服。现在, 库特·施威格和他的团队一方面可以为中国客户的汽车研发提供支持, 另一方面也能为西方客户提供关于中国市场的宝贵知识。

鉴于中国市场风起云涌的态势, 保时捷工程集团的专业知识广受青睐。中国作为“世界工厂”的时代早已一去不复返。中国正在成为一个拥有众多接受过高等教育并且具备一定购买力的中产阶层的高科技经济体。很长一段时间以来, 这里的客户有着与西方传统市场的客户一样高的要求。而政府也有宏伟的计划: 最迟到2025年, 人们能在中国的道路上见到智能网联汽车(ICV)的身影。那时, 所有车辆都能实现与云端实时通讯并共享信息, 比如了解交通拥堵的情况。另外, 最迟到2030年, 中国15%的汽车将会实现高度自动化, 10%甚至实现完全自动化。因此, 中国市场对汽车的未来发展影响深远。

在上海, 保时捷工程集团几乎涉足汽车研发的各个领域。“我们从底盘研发做起。”库特·施威格说, “我们凭借这一优势在中国获得了良好的声誉。”同时, 依托先进的电子装置, 上海分公司的研究领域已扩大到众多与底盘相关组件: 其中包括四轮转向、稳定器、四轮驱动和气动弹簧。“特别是在过去两年



为中国客户设计的底盘系统：员工进行正确设置并检查底盘零部件。



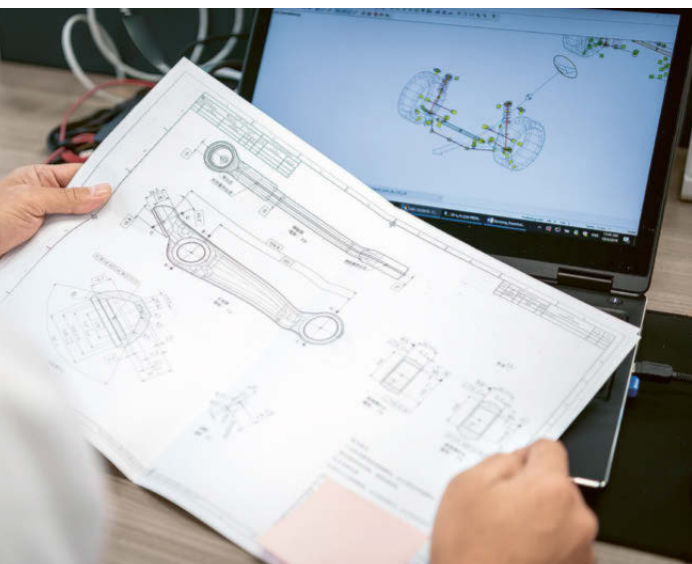
大功率充电：测试电动汽车的电池和电池管理系统（左）。

间,电子悬架系统对很多客户来说已经变得很有吸引力。”库特·施威格说。

除此之外,我们还专攻电子电气(E/E)领域,车辆中的所有智能控制器都属于这一范畴。上海保时捷工程集团的工程师们首先根据客户要求研发软件,然后在HiL(硬件在环)测试台上进行测试。在测试台上可以模拟控制器安装在车内的场景,这样就能在制造出真实的原型车之前的很长时间内开展测试。而此前这些测试一直在德国进行,自2017年以来,安亭镇也配备了测试所需的设备。“现在我们可以进行现场及时进行重要测试,从而节省了大量的时间。”在安亭镇负责研发HiL测试台的负责人杜乃恺说。

电动汽车大功率充电是中国分公司主攻的另一个领域,因为中国正在形成一个巨大的电动汽车市场。为了能在短短几分钟内为保时捷Taycan充电,保时捷工程集团研发了一种特殊的充电桩,可提供高达350 kW的充电功率。不过,各个主要市场适用的标准各不相同。在中国实行的是国家标准GB/T(国标),因此充电桩必须适应中国市场的要求。“我们与当地一家公司结为了研发合作伙伴。保时捷在中国的所有经销商都将配备此类充电桩。”库特·施威格说。

检查:检查底盘
零部件设计(右)



王犇
软件研发经理



杜乃恺
电子电气高级经理



李媛媛
车联网高级经理

如今,软件研发在安亭镇保时捷工程集团的工作中扮演着越来越重要的角色。一方面是因为智能底盘系统,但最重要的是因为新型电子驾驶辅助系统的缘故,这套系统未来将过渡到自动驾驶系统。在中国本地研发这套系统尤为关键。“中国的交通状况与欧洲或美国不同。人们的驾驶方式也不一样。”主管工程师王犇解释说,“比如,中国的新手司机相对而言要多得多。部分交通标志也和西方不同。在自动停车方面,我们要考虑到中国地下车库的建造方式与西方存在差异。”王犇来自与上海市毗邻的江苏省,已在保时捷工程集团工作了两年。他认为自己的工作很有挑战性,也很新奇:“我们必须不断适应客户的新需求。比如交通和交通管制等领域都在发生巨大的变化。”

汽车和手机的无缝连接

测试和验证也是上海分公司的工作内容之一。信息娱乐系统及其互联互通在这里扮演重要的角色。“中国的司机特别重视这一点。”库特·施威格说。事实上,几乎没有其他哪个国家的智能手机能像在中国一样无所不能。在如今的日常生活中,几乎所有事情都可以通过手机来处理、优化和度量。以微信为例:一方面,这个程序相当于中国版的短信软件WhatsApp。但与此同时,它还实现了Instagram、Facebook、Twitter的功能,特别是还能发挥信用卡的功能。目前在中国,几乎所有支付流程都是通过微信支付或其竞争对手支付宝来完成的。“这也是中国司机认为汽车和手机之间可以实现无缝连接的原因。”库特·施威格说。

为了更好地控制车流、防止堵车、第一时间发现事故等,就需要充分发挥网络的作用。“在插电式混合动力车和纯电动汽车中,相关数据会通过集团后台服务器传输到国家或地方新能源数据中心。”李媛媛解释说。她来自北京,从2017年开始在保时捷工程集团工作。“我们的服务器使我们能够有针对性地根据需求共享信息,为司机提供多种多样的帮助。相应的功能必须且只能在中国当地进行研发。”

911 Carrera Cabriolet

油耗(市区): 12.9 l/100 km
油耗(郊区): 7.6 l/100 km
油耗(综合): 9.6 l/100 km
二氧化碳排放量(综合):
218 g/km
能效等级: G

Taycan Turbo S

耗电量(综合):
26.9 kWh/100 km
二氧化碳排放量(综合):
0 g/km
能效等级:
德国: A+
瑞士: B

分公司总经理库特·施威格尔已经在上海生活了十年。当他在2015年来安亭镇任职时,上海分公司还只有8名员工。而如今,这个数字已增加到75名,预计到年底将会继续增加到超过100名。分公司占地面积也将相应地由1,500平方米扩大到2,100

未来技术：研发智能网联汽车



“中国的交通状况与欧洲或美国不同。人们的驾驶方式也不一样。”

王犇
软件研发经理

平方米。从地理位置上来说，公司驻地分为两处：较大的一处位于安亭镇汽车城创新港内。在未来几个月内，公司将在那里租用第二栋大楼，以进一步扩大团队规模。届时，一楼还将建设一个客户可以进入的车间。分公司的另一个驻地位于上海东南郊区的闵行区。

在上海开展的工作中，与著名学府同济大学的合作也是不可或缺的一部分。我们与同济大学每两年联合举办一次“同济保时捷工程研讨会”（Tongji Porsche Engineering Symposium），会上双方高管共同探讨汽车市场的最新发展。合作的形式还包括

↓
>100
预计 2020 年底在上海工作的员工数

库特·施威格先生对于下面三个问题的解答 “中国走上了一条全新的自主道路。”

1 中国的客户有什么期待？

最重要的是，反应速度要快。在中国，一切发展都更为迅速。我们的上海分公司与客户处于同一时区，并具备必要的语言能力，能够快速、灵活地响应客户的要求，这也是在上海设立分公司尤为重要的原因。另外，在此驻地能令我们保持对价格的敏感性。

2 在中国，优秀员工有多难寻找？

从原则上说，中国有很多优秀的专业人士。不过，要想找到他们，难度着实不小。我们在上海有区位优势，因为这个城市对很多中国人有极大的吸引力。我们与同济大学的良好关系，也有助于寻找新的青年人才。除此之外，还有我们的品牌知名度做支撑。因此，我们的员工波动率仅在较低的个位数范围内。

3 中国汽车市场与西方汽车市场有什么不同？

中国企业现在已经达到了一个很高的水平。高度自动化驾驶将在未来几年内成为中国的一项重大课题。中国走上了一条全新的自主道路。例如，在 V2X 应用方面，中国完全依靠 LTE-V 和 5G 等手机标准。由于中国政府不允许出口地理数据，所有测试工作都必须在国内进行。



库特·施威格

这位分公司总经理已经在上海生活了十年。
他所在的办公室最初以底盘研发而闻名，如今
它正发力研究更为丰富的课题。

实习和论文方面的交流，以及支持当地的学生方程式赛车队，让学生自己研发赛车，参加比赛。就这样，分公司与中国最优秀的人才库之间建立了完美的合作关系，这也是在全球最重要的汽车市场之一中进一步发展的重要前提。



→ 综述

中国汽车市场风起云涌。客户期望获得一流的技术和能够满足他们需求的解决方案，例如在将汽车与智能手机联网方面。保时捷工程集团在安亭镇设立分公司有利于接近市场，以便快速响应当地客户的咨询。反过来，员工们也为西方国家的企业提供了关于中国市场的宝贵知识。

现场测试：工程师使用硬件在环测试台架 HiL 来验证控制单元软件的功能。





适应性强：平台必须考虑不同驱动系统和衍生车型的要求。

在汽车研发过程中, 概念和组件设计在早期阶段起着核心作用, 因为这个阶段决定了后期产品的技术基础。基于一款现有汽车的架构, 保时捷工程集团在较短时间内为一位中国客户测试了一项综合平台概念在不同车身车型和驱动系统下的可行性, 并为后续研发进程提供了宝贵的信息。

文字: Richard Backhaus

共同撰稿: Humberto de Campos do Carmo、Stefan Bender

插图: Florian Müller

汽

车制造商在研发新车型时需要进行精心规划。在研发过程的开始阶段, 就必须对技术概念以及组件进行定义 (在考虑人体工程学、实用性以及定义并管理安装空间的前提下进行车辆几何设计), 这样才能让最终的整车与最初的想法相符。但是, 有些项目需要不同的工作流程。例如, 如果汽车设备制造商已经开始进行汽车研发, 然后又决定推出更多不同的衍生车型以及驱动版本。

目前, 来自中国汽车制造商的此类需求愈加高涨。“中国的许多原始设备制造商刚刚成立, 汽车研发经验只有短短几年。”已经为全球客户实施了众多不同项目的保时捷工程集团汽车概念和组件专业负责人亨贝托·德坎波斯·杜卡尔莫 (Humberto de Campos do Carmo) 说, “对于需要考虑各类驱动版本和不同衍生车型的平台概念的研发, 这些企业需要我们的支持。比如说, 如何通过车身和驱动的衍生版本, 将一个现有汽车概念扩展至一个平台。”

在最近的一个案例中, 我们受托为一位中国客户研发平台概念。客户的目标是, 在一款现有的纯电

动驱动 SUV 车型基础上, 研发不同的衍生车型: 除新增一款豪华轿车之外, 还要研发搭载内燃机、配备增程装置的电动驱动以及混合动力系统的发动机版本。如果要像在本案例中以现有车型为基础进行概念研发, 专家将从详细分析现有平台着手。“我们以最关键的车辆款型为基准, 例如重量最大或者性能最强的车型, 即以 ‘最坏情况’ 为基准。”德坎波斯·杜卡尔莫解释说。



“我们的专家来自汽车研发的各个领域, 我们使用最新的模拟和研发工具。”

亨贝托·德坎波斯·杜卡尔莫,
汽车概念和组件设计专业负责人

在测试中发现，前端的白车身结构对于 SUV 中最重的车型来说太软了。“为了提高碰撞安全性，我们提出将前纵梁的尺寸放大。”德坎波斯·杜卡尔莫说，“另外，我们还必须更改 车轮悬挂，为 SUV 车型和豪华轿车设计不同的离地间隙和高度。”通过使用不同直径的轮胎、不同的弹簧和车桥架上的特殊垫片，研发人员无须更改车桥的基本构造，就可以针对不同汽车高度的要求作出相应调整。冷却系统也必须相应进行更改：分析表明，原本的热交换器对于搭载内燃机的 SUV 车型来说太小。于是，在进一步的汽车研发过程中，我们根据全新的条件对热交换器做出了调整。

最大的挑战之一在于为不同的电动车型设计不同尺寸的电池组件。“我们与客户共同研发出了一种适合所有车辆的底盘结构概念。”德坎波斯·杜卡尔

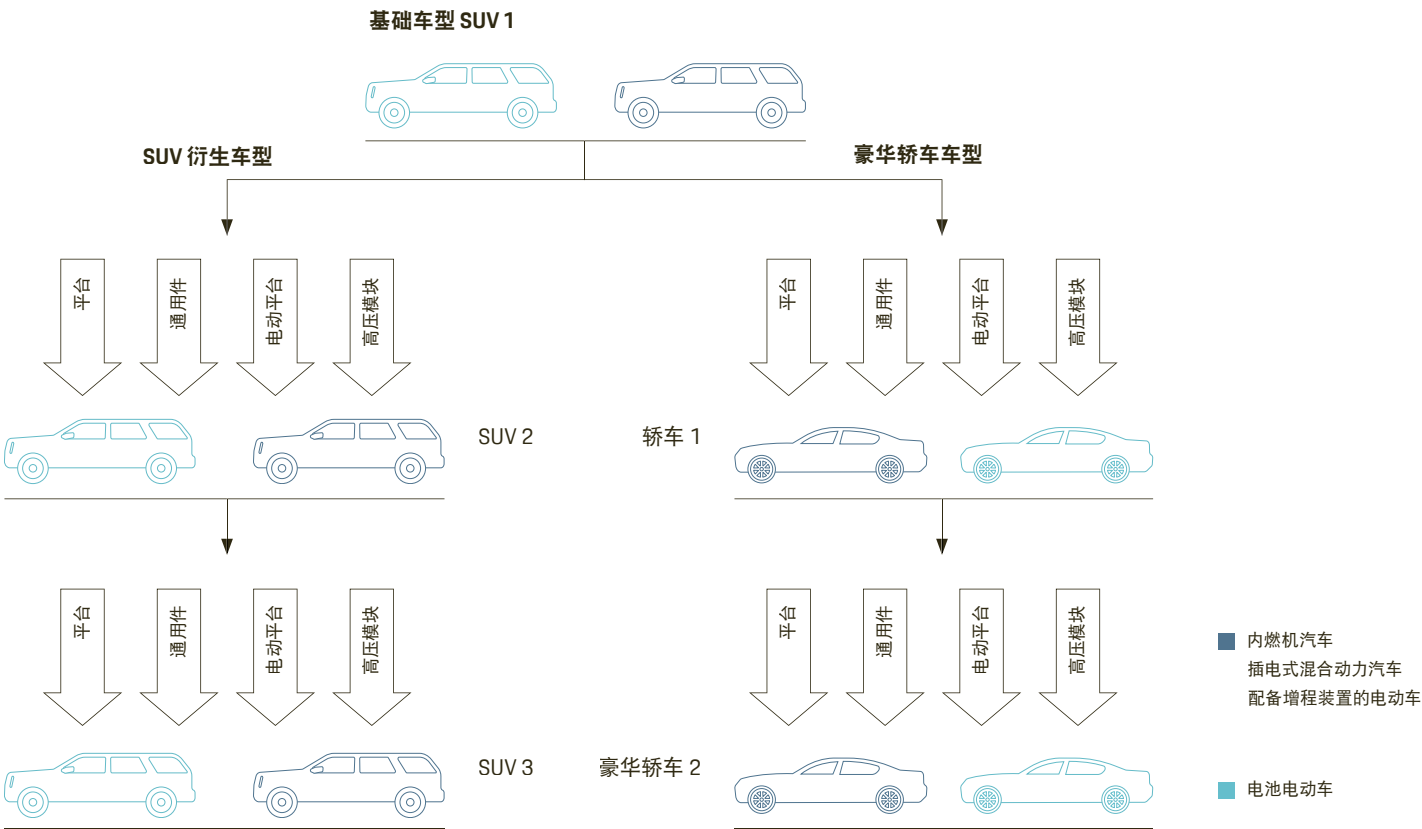
莫说，“每个安装位置都可以容纳不同规格的电动车电池，如此就能避免在这一区域进行昂贵的设计更改。”纯电动车的电池会占用整个可用空间，而在配备增程装置的版本以及混合动力驱动版本中，相对较小的电池组后方可用于安放内燃机的燃油箱。

平台的核心要素

如果概念研究表明更改现有平台的工作量太大，客户还有以下选择：放弃当前的项目，转而采用平台兼容解决方案，或者同时推进这两种方案。“从成本角度来看，最好将注意力集中在面向未来的平台架构上。”德坎波斯·杜卡尔莫说，“但是，如果一个汽车项目已开展得较为深入，那么客户通常会选择同时将两种概念研发推进到可以推向市场的程度，额外的成本就当作是对学习的投资。”

平台概念研发

保时捷工程集团在一款现有的纯电动驱动 SUV 车型基础上，研发了多种衍生车型：除新增一款豪华轿车之外，还有搭载内燃机、配备增程装置的电动驱动以及混合动力系统的发动机版本。

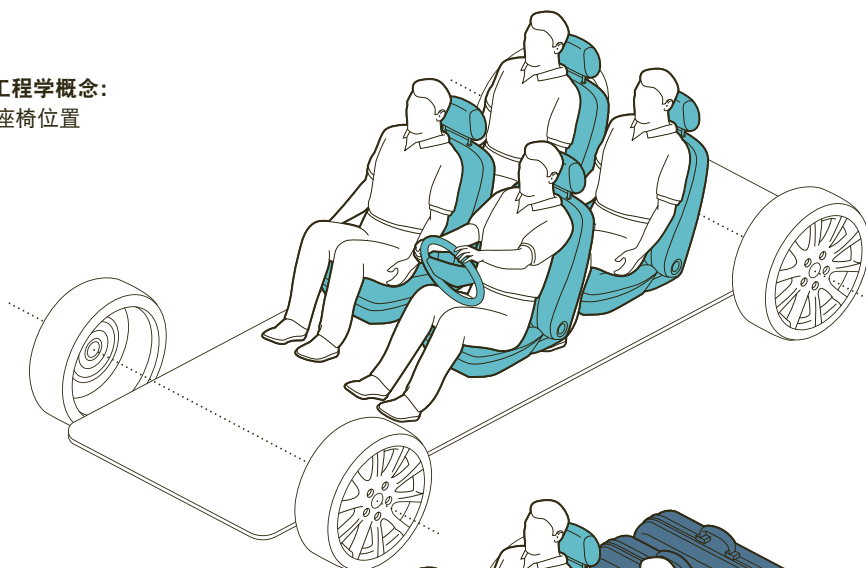


循序渐进的发展

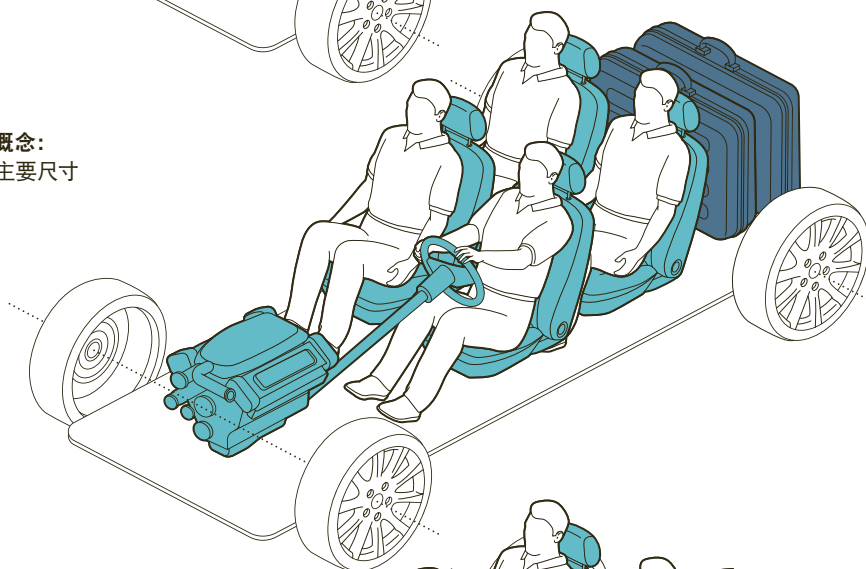


最佳驾乘位置：这是每一种汽车概念方案中最重要的目标。第一步是**人体工程学概念**，也就是基于人体测量学（人体和骨骼特征的科学）来设计汽车。**尺寸概念**则是各种几何数值及其相互之间的关系，同时还需要考虑法律规定以及各个组件的安装空间。**组件设计概念**可保证最终各个组件全都处于正确的位置上。这一步骤的目标之一在于协调各个专业部门的目标并就可能相互冲突的各种要求达成一致。

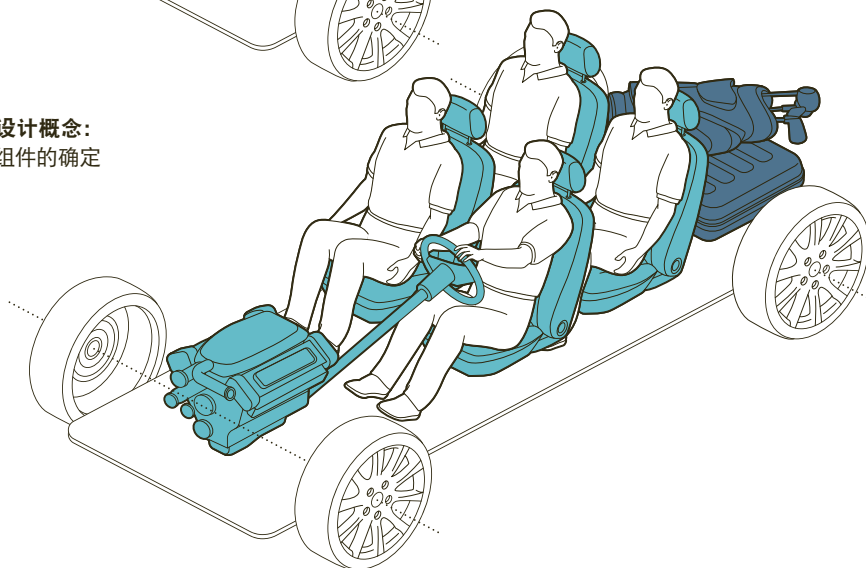
人体工程学概念：
确定座椅位置



尺寸概念：
确定主要尺寸

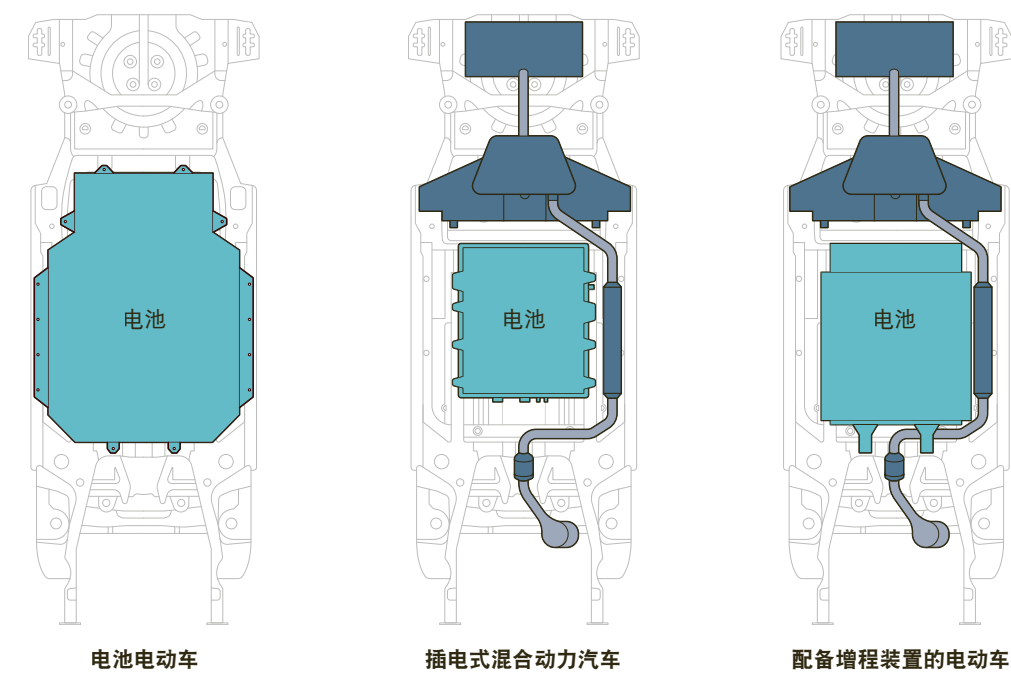


组件设计概念：
主要组件的确定



通用底盘结构

通用底盘结构的不同安装位置中, 可安装各种电动车型的大小不一的电池。纯电动汽车的电池需要占用整个可用空间。在配备增程装置以及混合动力驱动的车辆中, 相对较小的电池组的后方可用于安放内燃机的燃油箱。



因此, 在理想情况下, 客户应预先定义新平台应涵盖的细分市场、驱动概念设计以及机动化。这样一来, 就可以赋予负责概念和组件设计的工程师最大的自由度, 从而有针对性地研发车辆平台, 同时还可将汽车制造商的产品和品牌战略等因素纳入考虑范围。这一高效的研发流程能在极短时间内实现最佳结果, 令客户从中受益。

中国客户的时间表通常会安排得非常紧凑, 与欧洲汽车制造商的研发周期完全不同。“对于上述项目, 从需求分析到得出最终结果, 我们只有大约六个星期的时间。为了避免在决策过程中出现沟通问题, 客户的驻地工程师为中国的研发团队提供了大力协助,” 德坎波斯·杜卡尔莫说, “这种充满信任的密切合作是成功按时完成项目的决定性因素。”

对新车概念和组件设计的定义, 需要拥有来自汽车研发和研发方法链各个层面的丰富经验。“我们的专家来自汽车研发的各个领域, 我们使用最新的模拟和研发工具。” 德坎波斯·杜卡尔莫说, “此外, 中国合作伙伴对于我们在项目研发中所表现出的高度灵活性和客户导向性赞赏有加。”

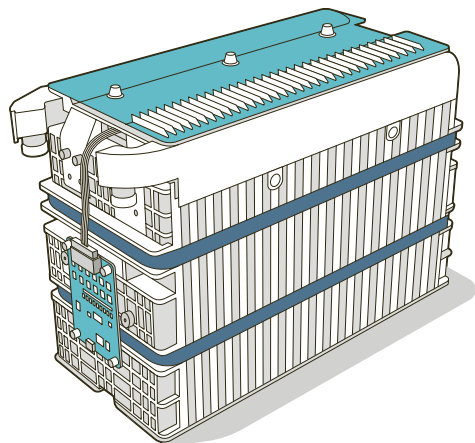
→ 综述

理想情况下, 概念研发应在项目开始阶段进行。不过, 以现有车型为基准研发一个平台概念, 从而设计其他驱动版本及衍生车型的情况也同样存在。在一个中国客户的案例中, 保时捷工程集团成功地对底盘、冷却系统和底盘等作出了相应更改。

高压电池组件

中国目前正经历着真正的混合动力和电动汽车热潮，从而带动了多种新型汽车概念的发展。“许多汽车制造商都属于初创公司，我们可以在将高压电池集成到车辆方面为他们提供技术支持。”保时捷工程集团电池组的专业项目经理史蒂芬·本德尔 (Stefan Bender) 说。

通常来说，**高压电池**是概念和组件设计研发中要确定的最大、最重的单个模块。对碰撞安全的要求、对行驶动态至关重要的车辆重心、高压车载电气系统的布



单个模块：高压电池对碰撞安全性和行驶动态有重大影响。因此，高压电池的集成是一项特殊的挑战。

线以及储能系统的热管理等因素，都限制了工程师在电池系统布局方面的发挥余地。“不夸张地说，高压电池布局要精确到毫米。因此，对技术要求的精确定义是组件设计研发的基本要求。”本德尔解释说。

这类分析正是许多小型公司所缺少的。“这通常意味着，在开展原本的电池组项目的同时，我们要与客户共同制定出一套符合其需求的研发流程。”本德尔说。例如一位客户希望在车辆中集成电池，但电池的尺寸过大。“首先，我们与客户一起确定了车辆以及电池必须具备的性能。”

为了保证在产生相互作用后仍然能够满足所有要求，必须在研发过程中尽早开始将电池集成到车辆中的研究。这既适用于纯电动车，也适用于基于为内燃机设计的传统汽车平台的混合动力车型，而这类传统汽车平台中原本并没有为储能装置预留安装空间。我们的目标是在研发阶段就尽可能地将电池模块设计的非常紧凑，从而为其布局保留自由度，然后根据需要将其集成到车内。“如果客户已经规定了其汽车项目所用的电池模块，那么我们会以满足所有要求的最佳方式进行集成。”本德尔说，“但更合理的方法是设计一套完整的系统解决方案，即由我们独立研发电池单元，并根据组件设计对其加以调整。”



“如果客户已经规定了其汽车项目所用的电池模块，那么我们将以满足所有要求的最佳方式进行集成。”

史蒂芬·本德尔，电池组专业项目经理

在此过程中，保时捷工程集团可借鉴其几十年来在电池的电气、机械和热力学性能的研发和优化方面的专业知识。例如，专家使用的计算模型均在公司内部创建并通过验证，适用于储能装置的“核心”元件——电池单元。除了模拟工具外，专家们还会使用测试台。

“在进行动力蓄电池的概念和组件设计时，我们会考虑汽车的所有细节。例如，与城市汽车相比，跑车的瞬时电流更大。”本德尔解释说，“我们需要以此为基准，对电池组中各个电池单元的连接进行调整，以便在连续加速过程中，限制接触电阻的增加以及由此而产生的热量，并保证发动机的输出不会因元件保护而降低。”

稳如“天钩”

文字: Andreas Burkert 参与人员: Martin Braun 博士、Johannes Wüst

保时捷工程集团为中国客户开发了一款包括可变减震器系统及“天钩”(Skyhook) 功能的底盘平台。这款底盘平台的挑战在于: 必须在短短 18 个月的时间内完成这款成本优化的智能底盘设计, 以用于一个包含两款电动车型的系列。这款底盘已于 2020 年 3 月准时投入量产。

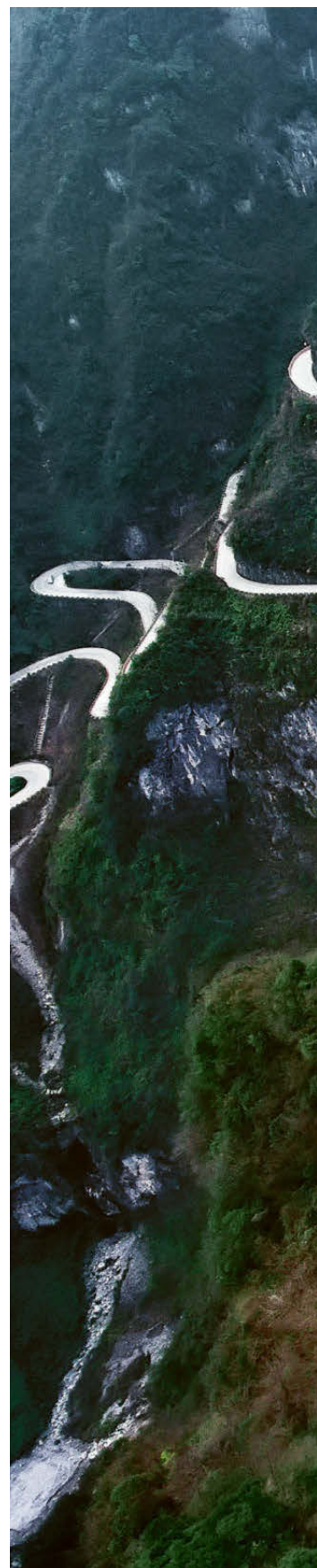
底

盘展示着汽车的性格。车轮悬挂、轮胎、车身与驾驶者之间的契合度越高, 越能让驾驶者轻松自如地完成高要求的操作, 而这通常是运动型驾驶爱好者最终购买的决定性因素。此外, 底盘还为驾驶的安全性和舒适性做出重要贡献, 而且由于传动系统的电气化和自动驾驶的趋势, 底盘将在未来占据比今天更为重要的位置。电动汽车等颠覆性发展是国际汽车行业面临的巨大挑战。因此, 汽车厂商需要依靠先进的开发工具来满足对汽车动力以及舒适性不断增长的需求。

凭借迄今为止研发出的跑车, 保时捷证明了现代底盘可展现的可能性。除了在驾驶动态极限范围中用于保持稳定的驾驶动态控制系统(保时捷稳定管理系统, 简称“PSM”)外, 保时捷跑车还具有智能扭矩矢量分配(Torque Vectoring)。半主动底盘系统的另一个必备元件是可变减震器系统 PASM

(保时捷主动悬挂管理系统)。这套系统可在行驶过程中对动态变化(例如突然的回避操作)作出敏捷反应。在不到一秒的时间内, PASM 可在两个车桥上增加阻尼力, 以减少车身侧倾或摇摆, 从而实现极其精确和安全的驾驶操作。

保时捷工程集团利用其在跑车底盘设计领域的丰富经验, 为客户提供最先进的解决方案——以下是一家中国企业的案例: “我们受委托从零开始为几款电动车型开发前后桥, 包括可变减震器系统的软件算法和控制器。”底盘设计专业负责人约翰尼斯·伍斯特(Johannes Wüst)说。保时捷工程集团底盘系统专业负责人马丁·布劳恩博士(Dr. Martin Braun)补充说: “客户为我们提供了作为基准的车型, 我们要做的是在具有挑战性的时间和成本框架内达到或超过其性能。”最终目的是创造一款在舒适性和驾驶动力方面都可与知名国际竞争对手相抗衡的底盘。





面对发夹弯道的自信：新研发的底盘平台以舒适感和高驾驶动态感征服一众车迷。

前后桥的机械设计虽然很经典,但由于开发时间短并且需要考量整个平台中的衍生车型,因此设计要求相当高。由此,秉持双横向导臂车桥设计的锻造轻合金导臂和转盘轴承便成为了前桥的重要组成部分。设计中取消了下部的导臂面,以优化转向轮半径和转向角度差(阿克曼)。“在后桥的设计中,我们非常重视良好的减震比和纵向悬挂。”伍斯特如此解释五连杆设计,“我们还十分关注两个车桥在弹性动力学和刚性方面的出色性能。”这一车桥设计不仅适用于轿车,也同样适用于 SUV。其中涉及到对弹簧动程、最大可能的车桥负载以及运行稳定性的要求。

为了达到所需的驾驶特性,工程师们开发出一种特殊的电子系统架构,用于前后桥的减震控制。利用这一架构,减震控制可以最佳匹配相应目标车辆中的控制系统。同时,它还支持各种传感器布局,这意味着可以在短时间内以低成本实施定制的方案。



“这种基于软件
的控制系统可降低
生产成本。”

马丁·布劳恩博士,
底盘系统专业负责人

“这种基于软件的控制非常复杂。”布劳恩博士说,“但在开发中,许多舒适性和驾驶动力学功能主要通过算法呈现,因此可将生产成本保持在较低水平。”

空气悬挂带来车身极致静谧

最终,车辆中仅使用了为数不多的传感器和执行器。只安装了两个加速度传感器、两个车身高度传感器以及一个惯性测量单元(IMU),来代替四个车身高度传感器、八个加速度传感器和一个IMU。在经典的空气悬挂功能及众多基于软件的特殊功能(其中包括坑洞检测和变道功能)的基础上,实现了成本优化的智能减震控制(连续阻尼控制系统,简称“CDC”)。在开启状态下,无论在何种道路上行驶,它都能使车身尽可能保持稳定——车身就像被钩子固定在空中一样。控制器可在行驶时抑制或滤除全频率范围的振动,尤其是 16 赫兹到 30 赫兹范围内的高频振动。

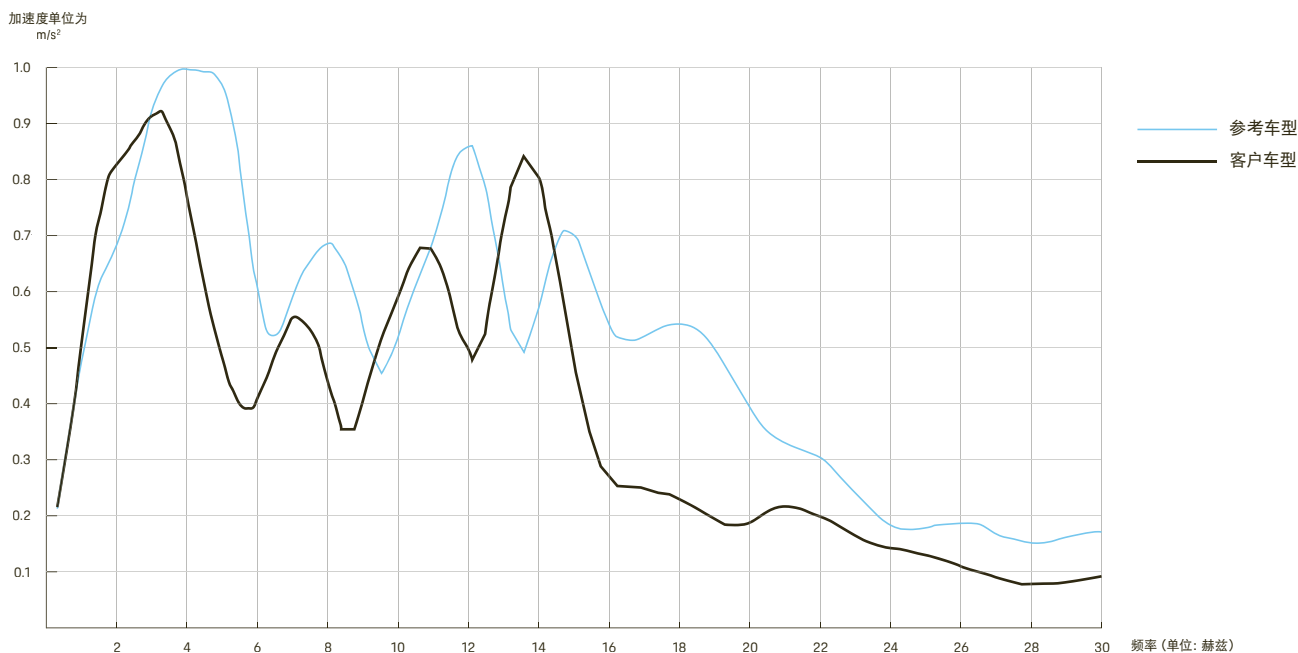
减震控制的架构原理

控制器的构架可支持各种传感器布局。这样便能在短时间内以低成本实现不同客户的需求。



z方向的加速度

车辆内部的测量结果表明, 该设计可以显著滤除 16 赫兹到 30 赫兹的高频振动。



除了提供最高水平的技术解决方案外, 中国汽车设备制造商还希望在其产能建设方面获得密切合作与支持。“我们客户最初的研发团队很小, 只有不到 400 名员工, 随着项目的推进, 团队扩张了数倍。”伍斯特说, “除了汽车之外, 客户还建造了全新的生产基础设施。”在与客户生产部门的密切合作中, 保时捷工程集团的研究人员不仅与之探讨了批量生产的要求, 而且在设计时也考虑了这些要求。他们还参考了之前的多个项目以及保时捷祖文豪森和莱比锡生产线的经验。

客户给出的时间规划尤为紧迫, 这就为项目带来了许多挑战。按照计划, 在第一台原型车制成后仅 18 个月就要启动生产。为了能够满足这一要求, 保时捷工程集团从研发伊始就采用了模拟和快速原型平台。“这样, 我们才能快速制造出第一台可行驶的原型车。”布劳恩博士解释说。经过特殊设计的



“除了汽车之外, 客户还建造了全新的生产基础设施。”

约翰尼斯·伍斯特,
底盘设计专业负责人

马累车, 团队能够在早期设计阶段实现概念底盘设计的验证和调校。“通过这种方式, 我们可以避免在实验中陷入永无休止的修改‘泥潭’。”伍斯特说, “这不仅缩短了研发时间, 而且还减少了测试件和原型工具, 因此节省了大量预算。”

另外, 同时研发控制系统和软件也提供了进一步的优化潜力。伍斯特同样对中国客户称赞有加, 后者在项目开始时就明确定义了研发目标和车型。根据保时捷工程集团的建议, 客户做出了迅速且务实的指导性决策, 避免了延误。“没有这些迅速的决策, 根本无法实现如此短的研发时间。”伍斯特说。最终, 这一雄心勃勃的时间规划得以圆满实施, 该系列产品能够按要求于 2020 年 3 月按时投入量产。◀



科技巨头：腾讯公司总部位于深圳，是中国最大的互联网公司之一。

“我们正在加强汽车制造商的核心竞争力”

采访：Jost Burger

中国科技公司腾讯正在推动新的出行方式以及汽车相关服务的研发升级。采访中，公司副总裁钟翔平谈到了中国的汽车市场以及腾讯与传统原始设备制造商的合作。



掌舵人：钟翔平要把汽车变成智能城市的数据节点。

为什么汽车市场对腾讯具有吸引力？

— 钟翔平：对于腾讯来说，汽车行业是物联网最重要的应用领域之一。中国是全球最大的汽车市场，更何况中国消费者对智能产品的接受度和需求度都很高：根据麦肯锡的调查，69% 的中国客户希望将自己的汽车换成智能网联汽车。汽车企业都在争相从汽车制造商向移动服务提供商转型。

近年来，在智能系统、自动驾驶、共享出行等领域，我们与国内外 28 个汽车品牌达成了多种多样的合作关系。作为数字化解决方案的专家，腾讯能够帮助汽车制造商更好地了解中国市场和中國客户。

您能举一些例子吗？

— 钟：首先，我们为汽车提供一体化的智能解决方案，将微信、QQ 音乐或腾讯地图等热门互联网服



腾讯

成立于 1998 年，
2019 年营业额约
490 亿欧元。



63,000

截止 2019 年底腾讯公司员工人數

务引入到汽车中。此外，我们还率先研发了车载轻应用框架，其中更是包括云端更新、“用完即走”小程序等多项服务，用户无需进行手动下载。由此可以实现智能停车、洗车、加油、汽车充电或餐厅预订等基于微信“无感支付系统”的功能。

其次，我们开拓了自动驾驶领域，主要基于三大平台：数据云平台、模拟仿真平台和高精地图。在模拟仿真平台方面，腾讯整合了其游戏引擎、工业级车辆动力学模型、基于虚拟现实的整体交通模拟技术。这使得用户可以在高度趋近真实的模拟环境中测试自动驾驶。

我们还推出了“智慧 4S”解决方案，帮助 4S 经销商——提供集销售、服务、备件和客户反馈（调查）于一体的全方位服务的经销商——更高效地销售汽车。该方案利用微信、人工智能和大数据技术等数字化工具和平台，帮助 4S 经销商

更高效地赢得客户。通过汽车云平台，腾讯帮助汽车制造商高效管理从制造到销售再到售后服务的整个产品生命周期。此外，腾讯科恩安全实验室（Tencent Keen Security）也在信息安全领域深耕多年，专注于互联网接入和车辆的空中下载功能。

对于空中下载（OTA），云技术有多重要？

— 钟：谈及数字化，就不能不提到其背后不可或缺的云技术。腾讯汽车云提供从基础设施即服务、平台即服务到软件即服务、数据即服务的全方位解决方案。

这项技术具体包括哪些潜在的应用？

— 钟：通过运用大量数据，汽车制造商可以在研发和生产阶段降低成本，提高效率。此外，大数据同样必不可少，它能够精准生成客户联系网络，从而提高营销和销售的效率。在售后方面，腾讯云帮助制造商建立完善的用户管理体系，并提供拼车等增值服务，从而形成新的商业模式。在数据流的支持下，腾讯云还能够提供预估电池寿命或分析和预测零件故障等服务。

像腾讯这样的企业与传统原始设备制造商，如何才能从双方的合作中获益？

— 钟：汽车制造商已经具备一流的生产模式，并维

“未来十年，中国将迎来产业互联网的黄金时代。”

持着成熟的供应商体系。然而，在新的数字时代，汽车行业必须找到自己的互联网之路，而互联网公司也必须熟悉汽车行业的基本特征。腾讯准备通过提供灵活、模块化的数字工具箱来填补这一空白。

腾讯强化汽车制造商的四大核心竞争力，帮助它们提升客户体验。首先是确定客户需求：智能系统可以存储座位设置、客户喜爱的音乐以及经常行驶的路线。当客户进入4S店时，会对客户进行身份识别，并向经销商展示客户可能拥有的诉求。二是以多种方式扩大客户交流：语音识别系统能够让客户更轻松地操控车辆。例如，客户可通过微信接收最新的车况和保养状态信息。三是在驾驶过程中提供多种服务：汽车制造商必须将众多开发者和服务提供商聚合在一起，以扩展车载应用生态系统。四是为汽车整个生命周期提供云服务：从制造到销售再到售后服务，漫长而复杂的供应链给汽车制造商带来了挑战，而它们可以通过云解决方案更好地应对这些挑战。

未来，汽车将在“智能城市”中扮演什么角色？

— 钟：得益于大数据、云计算、人工智能、5G等技术创新，未来的智能城市将越来越多。汽车将会成为重要的数据节点。它们将能感知环境、将实时交通数据上传到云端，从而帮助整个城市实现

无人驾驶：腾讯依托云服务、仿真模拟平台和高精地图。



融合：
腾讯汽车智能系统 (TAI) 实现了各种服务的高效便捷处理。



数字化交通控制和管理。自动驾驶汽车的用途也会更加广泛。例如，它们可以作为会议室、电影院、商店或工作室，这些用途之间的界限将越来越模糊。它们还将促进共享出行的发展，这会使城市中的私家车减少、空间增大。我们甚至可以想象，晚上汽车会在郊区找到自己的停车位，早上回城接送客人。

在研发 4 级和 5 级自动驾驶汽车方面，腾讯有哪些考量？在技术上、社会上和法律上还要做哪些努力？

— **钟：**4 级和 5 级是实现自动驾驶和共享出行的必要条件。目前我们采取双管齐下的策略：一方面，我们正在推进算法的开发和数据的收集，以研发出最优的 4 级/5 级方案。另一方面是以客户需求为导向，推进具体场景的应用。比如我们正在研发一个高速公路试点和拥堵试点相结合的解决方案，利用这个方案可以为我们今后的研发工作提供大量数据。

从技术角度看，自动驾驶依赖于高精度的地图数据、云计算和仿真技术。在政治层面，地方行政部门必须逐步放宽相关规定，允许在公共道路上进行测试。我们必须明确道路安全法规以及相关的道德问题。我们需要基于 5G 的智慧运输和交通系统等基础设施。在社会方面，我们需要提高公众对自动驾驶的接受度，打消消费者的顾虑，并赢得公众的信任。

中国的“数字一代”如何看待车载信息娱乐系统？

— **钟：**目前中国汽车行业的主要客户是“数字原住民”。他们习惯于持续与数字世界相连，并能够使用其服务。但在汽车上，这样的期望无法得



简介

腾讯旗下产品众多，其中的微信是中国使用最广泛的聊天和支付平台之一。另外腾讯还提供视频游戏、音乐以及人工智能领域的多种产品和服务。

到满足，因为人们不得不离线——当你在操纵方向盘时，很难去操作智能手机。

为了应对这种“离线恐惧”，并确保在不同设备、不同情况下都能享受到互联网服务，腾讯推出了“超级 ID”。这是一套统一的识别系统，保证了手机与驾驶舱之间的服务不间断。凭借稳定的交互式架构和方便易用的应用程序，我们的汽车智慧系统可以高效便捷地处理各种服务。去年，我们推出了车载微信，帮助司机通过语音用户界面更安全地进行沟通。

腾讯如何定义数字时代的“奢侈品”？

— **钟：**数字时代的奢侈品需要考虑到提供的服务，以及如何用数字化方式加以实现。传统的品牌形象宣传显得有些单调。因此，我们应该把重点转移到服务上。服务可以令品牌从众多竞争者中脱颖而出，并拉近品牌与客户的距离。

中国发展迅速。未来十年，中国将主攻哪些领域？中国会在哪些技术领域脱颖而出？

— **钟：**未来十年，中国将迎来产业互联网的黄金时代。5G、人工智能、云计算等数字技术将使不同行业更快实现智能化。数字经济将成为中国乃至全世界的增长引擎。中国拥有新技术的沃土，未来将经历前所未有的尖端技术大规模商业化。◀



钟翔平于 2004 年加盟腾讯，如今担任公司副总裁。作为智能出行和智能平台业务负责人，钟翔平分管腾讯地图、腾讯汽车智能、腾讯自动驾驶汽车、腾讯位置服务、腾讯云小微和腾讯人工智能翻译团队。

紧密联网

资料搜集: François Baumgartner 共同撰稿: Martin Stegelmeier 插画: Valerio Pellegrini

中国的互联网巨头纷纷进入汽车市场。在自动驾驶、网联汽车和出行服务领域，它们与传统原始设备制造商和其他科技公司开展合作。

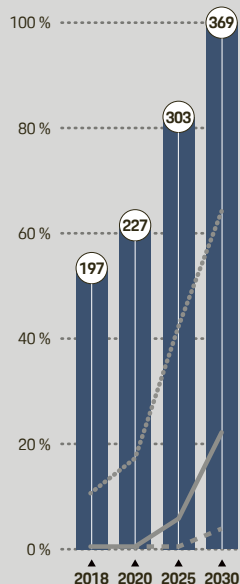
未来趋势

在中国，互联和自动驾驶等新技术正扮演着越来越重要的角色。本土大型科技公司不断推进新技术的发展。

1 中国的汽车数量(百万)

比例(%)

..... 网联汽车
—— 电动汽车
- - - - 自动驾驶汽车



(来源: 普华永道)

百度

百度是一家领先的搜索引擎和人工智能公司，为原始设备制造商提供用于自动驾驶的 Apollo 全开放式生态系统。

腾讯

腾讯是世界上最具价值的科技公司之一，也是自动驾驶和联网汽车研发的先行者。

阿里巴巴

阿里巴巴集团的业务包括 B2B 平台 Alibaba.com 和在线拍卖网站淘宝网，其操作系统 YunOS 也可以在汽车上运行。

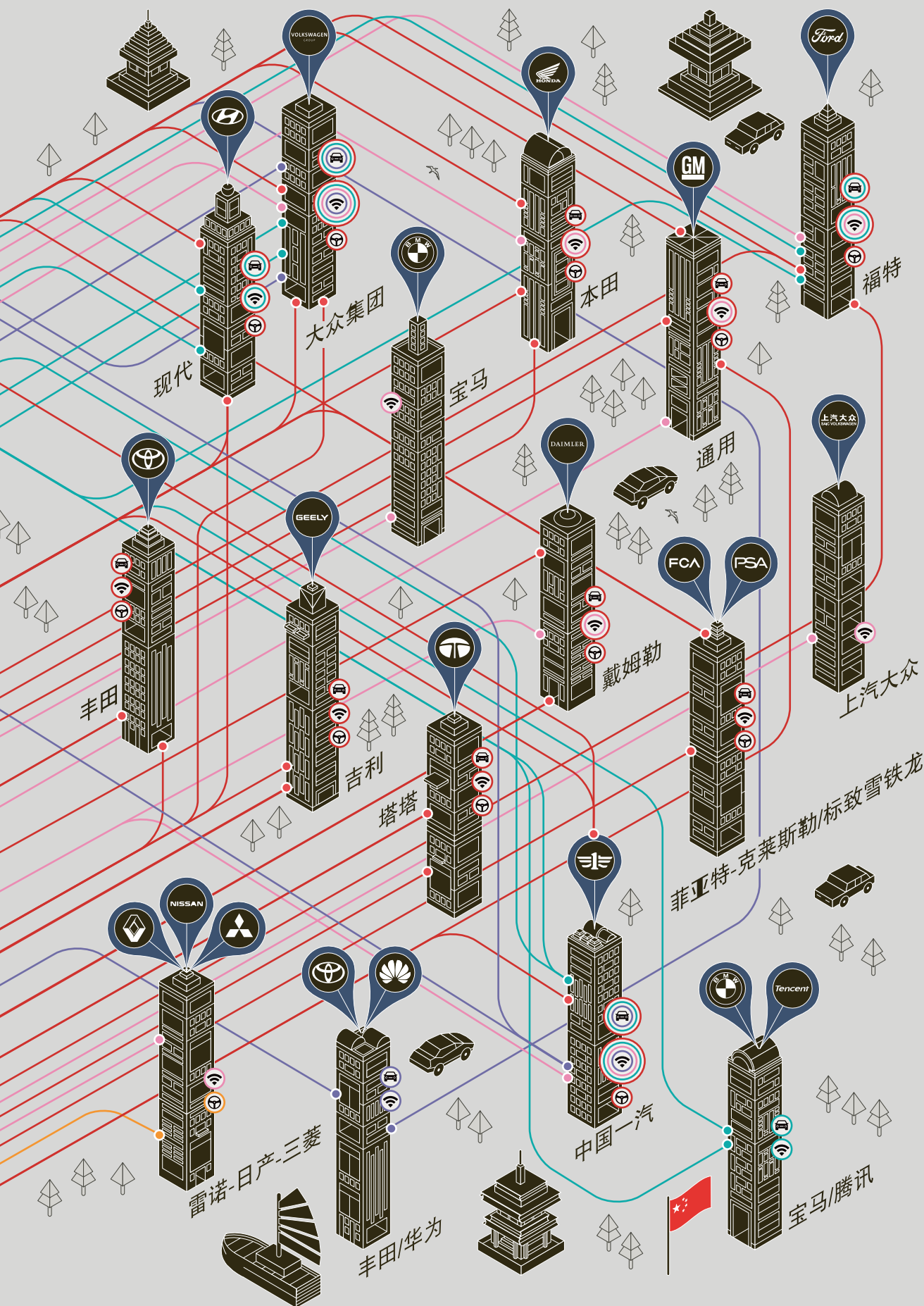
华为

智能手机制造商华为提供的服务包括 HiCar，这是一个专为华为手机提供的车载交互接口。

滴滴出行

与其竞争对手 Uber 类似，滴滴出行（“滴滴”）为用户提供出行服务。每年约有 80 亿人次的使用量。





数据导向型策略
汽车行业的高管发现了众多从数据中创造价值的途径：

新经验
与客户建立个性化的联系。

86%

新知识
与其他行业开拓新机遇。

84%

新重点
制定并测试新的商业模式。

82%

新工作形式
令组织反应迅速。

76%

(来源：IBM)



无处不在的储能装置：没有电池，未来出行将无从谈起——电池将因此经历进一步的迅猛发展。

完美的电池

文字: Chris Löwer 共同撰稿: Stefanie Edelberg 博士

现代汽车电池已经可以实现长距离的续航能力和适宜的充电时长。尽管如此，研究人员正基于可靠的锂离子技术，并借助新方法研发更好的储能装置。

来

自《汽车画刊》(Auto Bild) 的测试人员对 Taycan 电池的表现赞赏有加。只需要大约 22 分钟，就可以将几乎没电的保时捷 Taycan 电池充电至 80 %。这一创纪录的充电速度在跑车领域几乎是必不可少的：喜欢开跑车驰骋的驾驶者也对快速充电有着苛刻要求。“高充电能力对于保时捷而言尤为重要。”保时捷工程集团研发工程师史蒂芬妮·埃德尔伯格博士 (Dr. Stefanie Edelberg) 说，“运动型驾驶风格会更快消耗电池电量，而客户希望不到一个小时就可以将电池充满。”

如今，驾驶者也确实不用等一个小时了。“汽车电池技术在实践中表现良好，包括在性能、充电时长和使用寿命等方面。”亚琛工业大学电化学能量转换和存储系统技术学科的迪尔克·乌韦·绍尔教授 (Prof. Dirk Uwe Sauer) 解释说，“但无法同时满足某些极



500 瓦时/升

是现代锂离子电
芯的能量密度。

端的属性。毕竟，鱼和熊掌不可兼得。”在保证高能量密度的同时实现快速充电？这样可不行。因为这种组合会影响使用寿命。因此，对于那些所谓的“完美电池”的媒体报道，绍尔教授持怀疑态度，因为通常只有一个参数得到优化，而其他参数却被迫“牺牲”了。“通用型的全能电池不可能出现。”他说。

锂离子电池：高能量密度

在可预见的未来，锂离子电池仍是电动车的最佳储能技术选择。由于锂的高活性和电池的高能量密度，可以在较小的空间内存储相对大量的能量。除此之外，锂离子电池还具有良好的易存储性和鲁棒性，因此，纯电动车电池在较大的放电深度下可使用大约 2,000 个充电周期。但是，研发人员认为将这一周期翻几倍是可能的。另外，镍镉电池会产生记忆效



“高充电能力对于保时捷而言尤为重要。”

史蒂芬妮·埃德尔伯格博士，
研发工程师

应，而锂电池则不受这一影响。在频繁部分放电的情况下，镍铬电池会“记住”典型的能量需求，并根据这一“记忆”对其容量进行调整。

此外，在锂离子技术领域，电池化学和电芯设计仍有巨大的发展潜力。能量密度便是受益对象之一：据弗劳恩霍夫系统与创新研究所 (ISI) 的研究人员称，在过去十年中，用于电动车的大规格锂离子电池组的能量密度几乎提升了一倍，达到如今的 250 瓦时/千克比能（或 500 瓦时/升的能量密度）。到 2030 年，能量密度可能会再提升两倍。

锂离子电池的其他性能也可进一步改善。“最大的挑战在于快速充电和安全性。”乌尔姆亥姆霍兹研究所电池电学研究小组主任斯蒂法诺·帕塞里尼博士教授 (Prof. Dr. Stefano Passerini) 说，“如果可以在 15 分钟或更短时间内快速充电到 80%，那么电动车将更受欢迎。但快速充电也会提高对安全性的要求。”

每次过快充电都会降低电池的容量和性能

快速充电带来的挑战在于，锂原子在充电时会嵌入电极的碳晶体中。在放电时，锂原子又会重新脱嵌。“电池充电速度越快，电荷载体附着在晶体表面、形成金属层并损坏电池的风险就越大。”绍尔教授解释说。因此，容量和性能会因每次过快充电而下降。在极端情况下甚至会发生短路。“遗憾的是，到底怎样才算‘过快’，还真不好说。”绍尔教授说，“各方都在加紧研究如何确定实验室中，更重要的是汽车中‘过快’的含义。”



C=10

表示可在大约 6 分钟内为电池充满电。
如今的值为 C=4。

另外还有其它技术障碍也正在等待着研发人员：充电插头、充电电缆和车载基础设施的设计必须适合大电流，因为“安培会加重负担”。其背后的含义是：大电流意味着粗重的电缆，进而使车辆更添负重。不过，这可以通过较高电压的电池系统来加以平衡。因此，保时捷 Taycan 配备了 800 伏的高压电池系统，而不是电动车中常见的 400 伏电压。

电池放电的 C 倍率是可用于比较不同电池容量的电动汽车充电时间的理想指标 (C 代表“容量”)。它是以安培 (A) 为单位的电化学电池充电或放电电流与以安培小时 (Ah) 为单位的电荷量之间的比率。值为 1 表示完全重新充满需要一个小时。值为 2 表示需要半个小时，3 则表示需要 20 分钟。

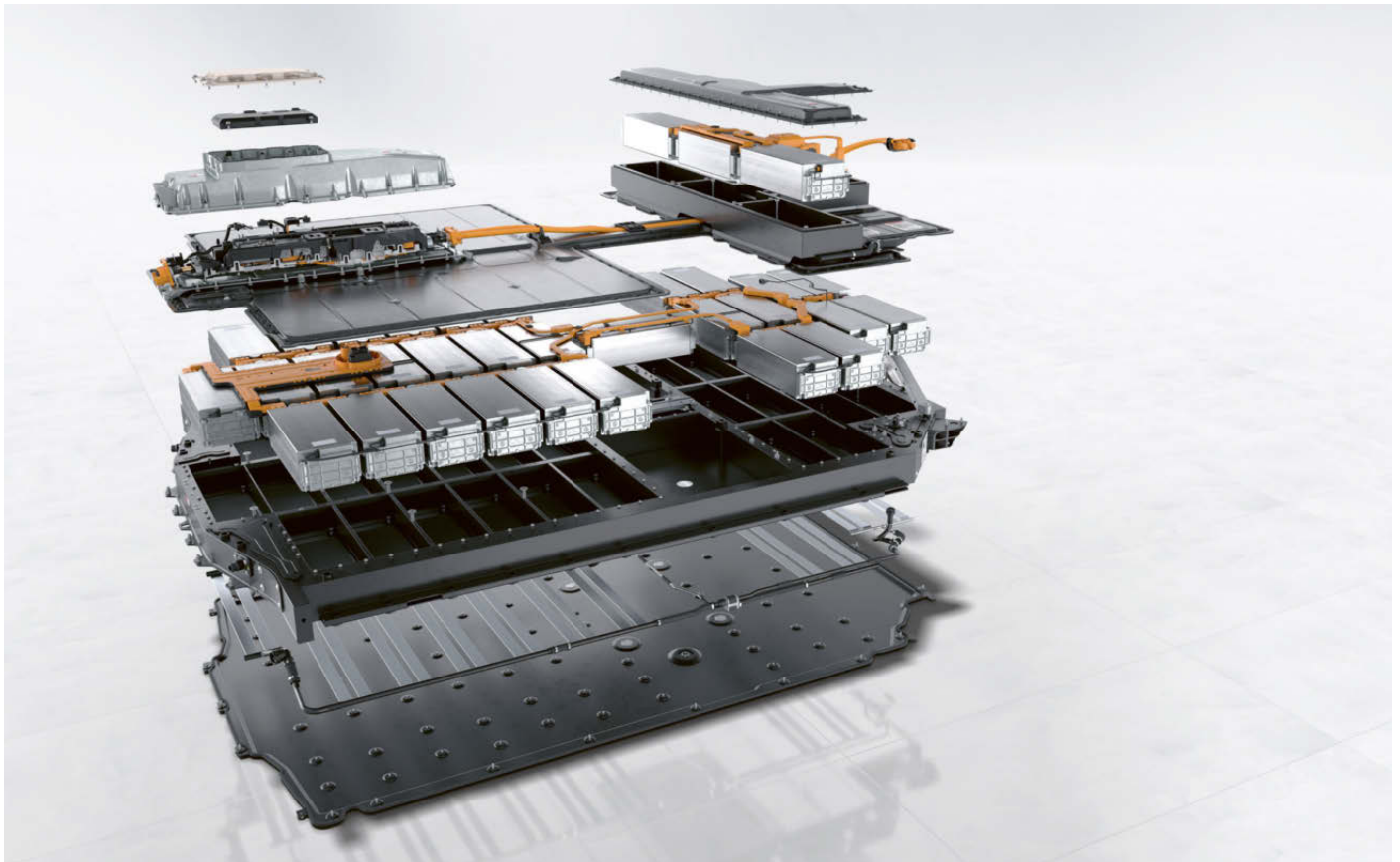
研发人员的目标是让 C 倍率达到 10，即充电时间约为 6 分钟，这与汽车加油所需时长近似。但目前的水平距离这个目标还很远。西门子、Phoenix Contact E-Mobility、保时捷等公司正合作进行一项名为“FastCharge”的研究项目，致力于改善电动车



史蒂芬妮·埃德尔伯格博士 (Dr. Stefanie Edelberg)
时任保时捷工程集团电动和混合动力车概念与组件设计部门研发工程师。该团队负责高压电池的概念、组件设计和研发。

迪尔克·乌韦·绍尔教授 (Prof. Dirk Uwe Sauer)
是亚琛工业大学电化学能量转换和存储系统技术学科教授。自 2009 年以来，他与马丁·温特教授 (Prof. Martin Winter) 一起担任“Kraftwerk Batterie” (发电厂电池) 会议的科学总监。

斯蒂法诺·帕塞里尼博士教授 (Prof. Dr. Stefano Passerini)
是乌尔姆亥姆霍兹研究所 (HIU) 电池电学研究小组主任。他领导的团队主要关注储能以及资源、环境和经济的可持续利用。



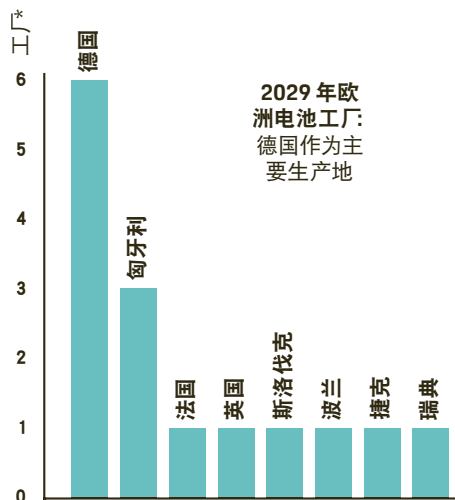
动力电池：到 2030 年，先进的锂离子电池存储能力可达到 1,000 瓦时/升。

锂离子电池的产能

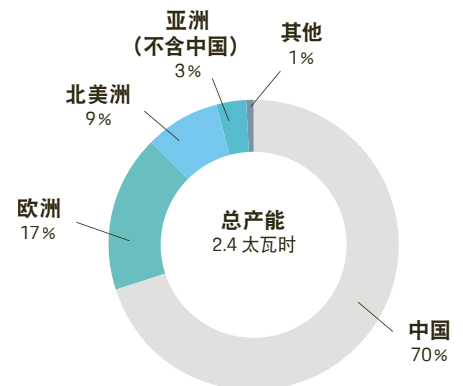
中国将继续保持世界最大的锂离子电池产能，欧洲，尤其是德国，则紧随其后。到下一个十年的末期，中国和欧洲的年产能应该可分别达到 413.5 吉瓦时和 173 吉瓦时。



根据弗劳恩霍夫系统与创新研究所的一项研究，至 2020 年初，全球已有超过 750 万辆电动车上路。市场研究结果表明，预计从 2030 年起，电动车在全球汽车销售中的份额将达到 25% 至 75% 不等。届时，全球对锂离子电池的需求可能会急剧上升：从 2025 年的 500 吉瓦时至 1,500 吉瓦时，提高到 2030 年的 1,000 吉瓦时至 6,000 吉瓦时。据弗劳恩霍夫研究人员称，这一需求可以得到满足——尤其是通过来自亚洲的供应商，他们目前的市场份额约为 80%。不过，其他地区也计划在接下来的十年中大规模投资新建电池工厂。



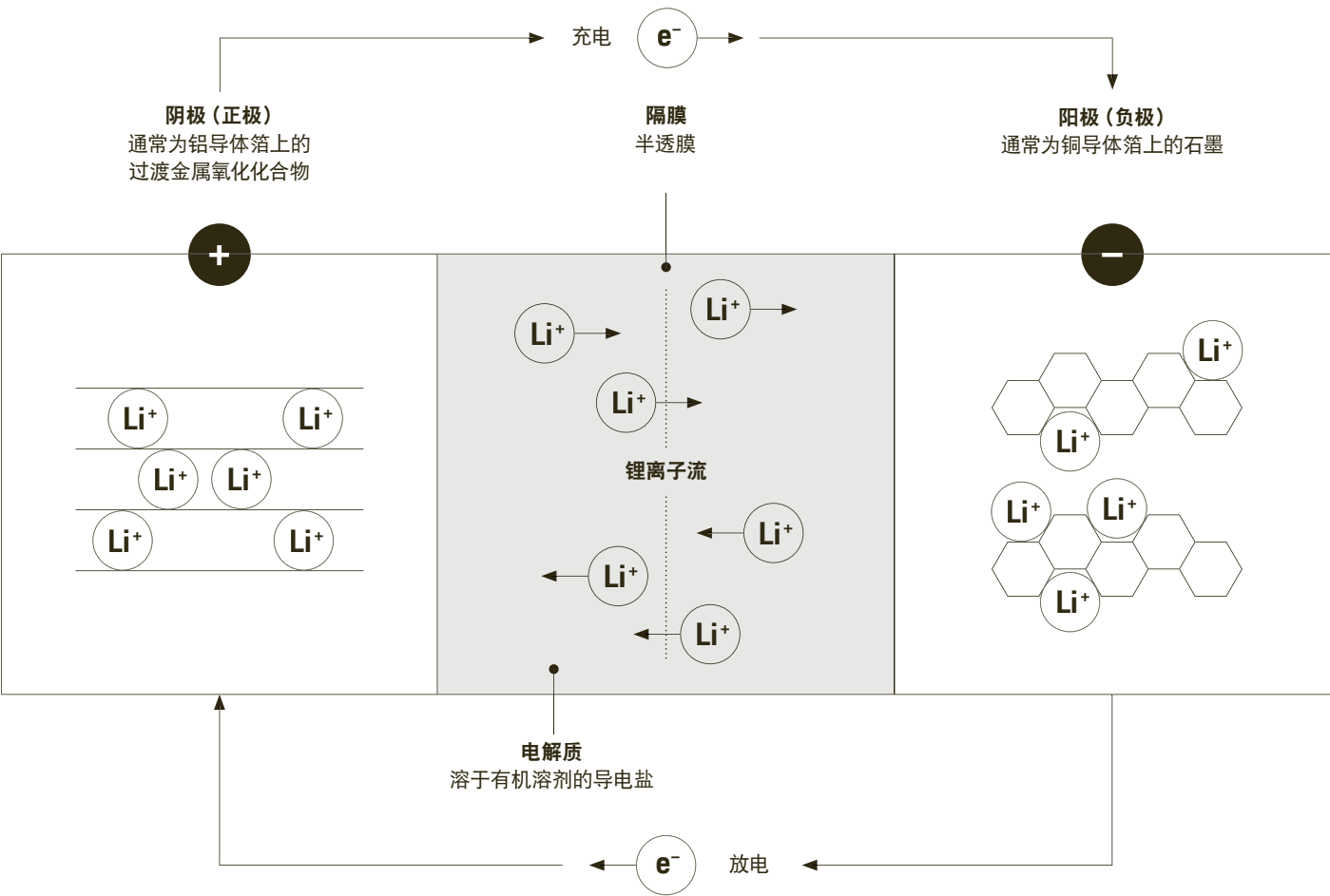
2029 年欧洲电池工厂：德国作为主要生产地



2029 年全球产能：中国保持领先，欧洲紧随其后。

*年生产能力超过 5 吉瓦时的工厂 来源：Benchmark Mineral Intelligence

锂离子电池的充电和放电



在**锂离子电池**中，负极（通常由石墨制成）和正极（通常由过渡金属层状氧化物制成）通过隔膜隔开。带正电的锂离子可以在两个方向上自由移动。放电时，电子由**阳极**通过外部电路流向**阴极**，同时带正电的锂离子也会穿过隔板移动至阴极，并迁移到阴极结构中。充电时，外部施加的电压使锂离子移动回到负极。锂特别适合用于电池，因为锂作为所有元素中最轻的金属，特别容易释放其三个电子中的一个。同时，高**活性**也意味着锂原子容易形成化学键。为防止这种情况，必须防止电池中进入空气或水。

金属锂的理论比容量为

3,862

毫安时/毫克。



在充电过程中，活性材料石墨的每六个碳原子上可最多容纳一个锂原子。

的能源供应。这一产业联盟已取得了重大进展。一辆电池容量约为 90 千瓦时的保时捷研究车辆,可实现 400 千瓦的充电功率,这意味着前 100 公里续航里程的充电时间不到 3 分钟。使用超快充电站将电量为 10% 的电池充电至 80% 电量需要 15 分钟。这证明了将 C 倍率从 4 提高到 5 是可行的。“决定性因素在于电池、车辆和充电系统的创新冷却系统。”埃德尔伯格解释说。

固态电池有望在快速充电和安全方面带来突破。固态电池使用聚合物或陶瓷替代液态电解质。由于不再使用液体,电池变得更加紧凑,从而大大提高了能量密度。同时,电池也更不易燃。“我们预计固态锂离子电池可减少安全问题,因为固态液态电解质更不易燃。”帕塞里尼博士教授说。从理论上讲,固态电池也可以更快地充电。“实际可行性尚待证明。”帕塞里尼博士教授谨慎地补充说。

轻盈的选择: 锂硫

目前深入研究的另一种电池类型仍是以锂为基础: 锂硫电池。电池阴极由硫网组成,完全替代了由钴、锰和镍制成的普通晶格结构。这就使锂硫电池比传统的能量存储设备轻得多。但目前其价格也明显更高,所以在未来更有可能用于飞行出租车 (flying taxi)。其耐用性也仍然是一个问题。

在目前正在研究的、已投放市场的,或在未来几年内将推向市场的其他可提高能量密度的各种技术中,包括采用碳化硅复合材料制成的电极材料、富含镍的阴极材料或能使电池电压达到约 5 伏的高压材料。“这些领域的研究距离实际应用已经不远了。”绍尔教授说。然而,其他多项技术仍处于基础研究阶段,例如用钠离子代替锂离子或金属氧化物等。

绍尔教授认为,研发中的关键问题是成本。“归根结底,汽车的续航里程并非受电池重量限制,而是受其



400 千瓦

一辆保时捷研究车辆可达到的充电功率。在 15 分钟内即可完成整个充电过程。

5 伏

高压材料可达的电池电压,目前正在应用研究。

107 欧元

2019 年锂离子电池每千瓦时的成本。



“我们预计固态锂离子电池可减少安全问题,因为固态电解质更不易燃。”

斯蒂法诺·帕塞里尼博士教授

价格制约。”Horváth & Partners 的咨询师称,锂离子电池每千瓦时的价格已从 2013 年的 400 欧元跌至 2019 年的 107 欧元。但由于需求的不断增加,当前的价格下降速度将难以为继。价格变化主要受原材料的影响:“原材料购买成本最高可占到电池总成本的 75%。”绍尔教授说。

有一点是可以肯定的:在未来十年中,锂离子电池及其所有后续技术发展仍将占据主导地位。“其技术发展将是渐进性的,而不是革命性的。”绍尔教授说,“我不认为会有巨大的技术飞跃,因为我们在今天已经认识到了自然规律的极限。”这不一定是坏事:“这项技术的特性非常优秀,根本不需要用其他事物来取代。目前的电池已经能够很好地支持电动车,未来几年还有进一步发展的潜力。”绍尔教授强调说。



→ 综述

今天,电动车的锂离子电池已做到了续航里程高、充电时间短。但是发展不会停止,固态电池或新的电极材料等新技术可能在未来进一步提高能量密度,甚至进一步缩短充电时间。

客座作者



尤瓦尔·赫拉利 (Yuval Noah Harari) 是以色列的畅销书作家, 也是世界上最著名的历史学家之一。此处的节选取自他的作品《未来简史》(Homo Deus, C. H. Beck 出版社)。他的其他出版作品包括: 《21 世纪的 21 堂课》(21 Lektionen für das 21. Jahrhundert) 和《骑士时代的特殊战役》(Fürsten im Fadenkreuz)。

数据宗教

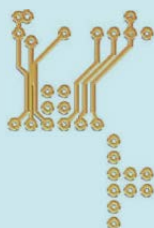
保时捷工程集团向来提倡采用横向思维方式^①进行思考。没有突破常规的想法, 就不会激起创新的火花, 也就不会客观地看待和运用新技术。这正是我们主张横向思考, 并经常让自己从外部获得启发的原因。比如 Yuval Noah Harari 就为我们提供了许多灵感。这位以色列历史学家和畅销书作家是当下最受追捧的思想家之一。他的《未来简史》一书探讨了有关人类未来的问题。本文摘录的片段是书中关于“数据宗教”的内容, 它把动物、人和社会看作数据处理的不同形式。

数

据主义认为, 宇宙由数据流组成, 任何现象或实体的价值就在于对数据处理的贡献。读者可能觉得这实在是胡言乱语, 事实上, 大部分的科学机构都已经改信了数据主义。数据主义是由两大科学潮流爆炸性汇流而成。在达尔文发表《物种起源》150 年后, 生命科学已经认为生物体都是生化算法。此外, 在图灵想出“图灵机” (Turing Machine) 这个概念的 80 年后, 信息科学家也已经学会写出越来越复杂的电子算法。数据主义指出, 同样的数学定律同时适用于

生化算法及电子算法, 于是让两者合而为一, 打破了动物和机器之间的隔阂, 并期待电子算法终有一天能够解开甚至超越生化算法。

对于政府、企业或一般消费者来说, 数据主义提供了突破性的技术和强大的全新力量。对于学者和知识分子来说, 它也能提供几个世纪以来渴求的科学圣杯: 从文学、音乐学、经济学到生物学, 所有科学学科都能统一在单一理论之下。根据数据主义, 贝多芬的第五交响曲、股市泡沫和流感病毒不过是数据流的三种不同模式, 能够使

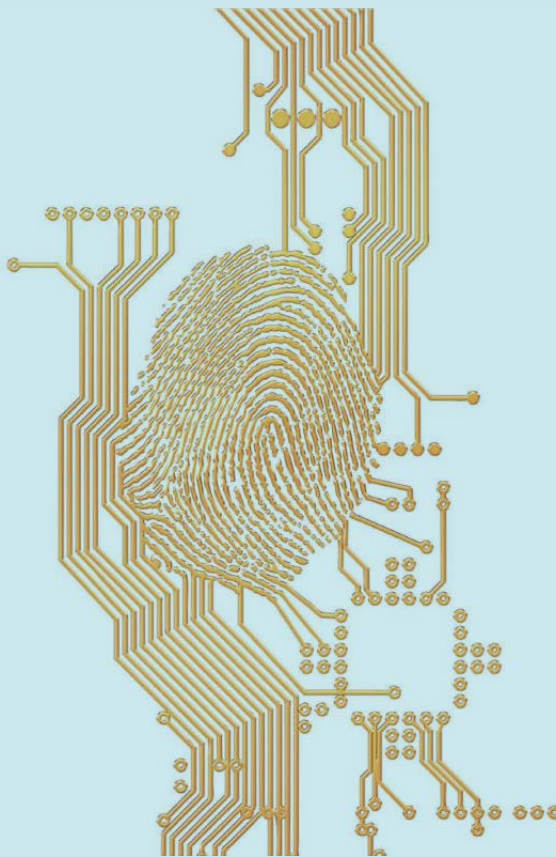


用同样的基本概念和工具来分析。这个想法十分吸引人,可以让所有科学家讲一种共通的语言,在学术的鸿沟上搭起桥梁,并轻松让某种见解跨越不同学科。终于,音乐学家、经济学家和细胞生物学家也能互相理解和沟通了。

在此过程中,数据主义将传统的学习金字塔彻底翻转。在这之前,大家认为数据只是智力活动这个漫长过程的第一步,我们要把数据转化为信息,信息转化为知识,最后把知识转化为智能。但数据主义者认为,数据的流动量已经大到非人所能处理,人类无法再将数据转化为信息,更不用说转化成知识或智能。于是,处理数据的工作应该交给能力远超人类大脑的电子算法。实际上,这也就代表着数据主义对人类知识和智能有所怀疑,而倾向于信任大数据和计算机算法。

最坚信数据主义的正是它的两个母学科:计算机科学与生物学。两者之中,又以生物学更为重要。生物学拥抱了数据主义,才让计算机科学的小小突破撼动了整个世界,可能彻底改变生命的本质。要说所有生物都是算法,不管是长颈鹿、番茄或人类都只是不同的数据处理方式,你可能并不以为然。但这里必须强调,现在的科学教条就是如此,而且对整个世界的改变难以想象。

今天,我们视为数据处理系统的不只是单一生物,还包括蜂箱、细菌的菌落(colony)、森林和人类城市之类的社会。经济学家也越来越常用数据处理系统的概念来诠释经济。一般人看来,经济就是有农民种小麦,有工人做衣服,有顾客买面包和衣服。但在专家眼中,经济机制就是收集关于欲望和能力的数据,再转化为决策。[...]



人类是从数万年前的非洲大草原上开始进化,这套算法并非天生用来应付处理21世纪的数据流。我们可以试着升级人类数据处理系统,但光这样还不够。万物互联可能很快就会创造出庞大而快速的数据流,就算是升级后的人类算法也无法处理。汽车取代马车,我们并不是让马升级,而是直接让马退休。或许,智人也到了该退休的时候。

**“数据主义指出,
同样的数学定律同
时适用于生化
算法及电子算法。”**

数据主义对人类采用严格的功能观点,完全依据能在数据处理机制上发挥多少功能来评估人类体验的价值。如果我们研发出能够具备相同功能而又更有效率的算法,“人类体验”这套算法就会失去价值。因此,如果不只是出租车司机和医生,就连律师、诗人和音乐家都能被更厉害的计算机程序取代,又何必要在意这些程序有没有意识、有没有主观经验呢?如果人文主义又开始赞颂人类经验的神圣,数据主义会觉得这是个打着情感牌的谎言。“你所称赞的体验,只是一种过时的生化算法。在7万年前的非洲大草原,这种算法可说是顶尖,而且就算到了20世纪,仍然对军队和经济至关重要。但我们很快就会有更好的算法。”

数据主义革命可能需要几十年,甚至一两个世纪才能成功,但人文主义革命也不是一夜之间忽然成功。[...]

有远见的算法

文字: Constantin Gillies 共同撰稿: Björn Pehnert、David Kuhn、Ondrej Holub

电池只有在处于最佳温度时,才能以最大功率充电。保时捷工程公司的预测性热管理系统可预测行驶过程,从而确保储能装置在连接到充电桩上时,恰好处于最佳温度范围内。



办公室

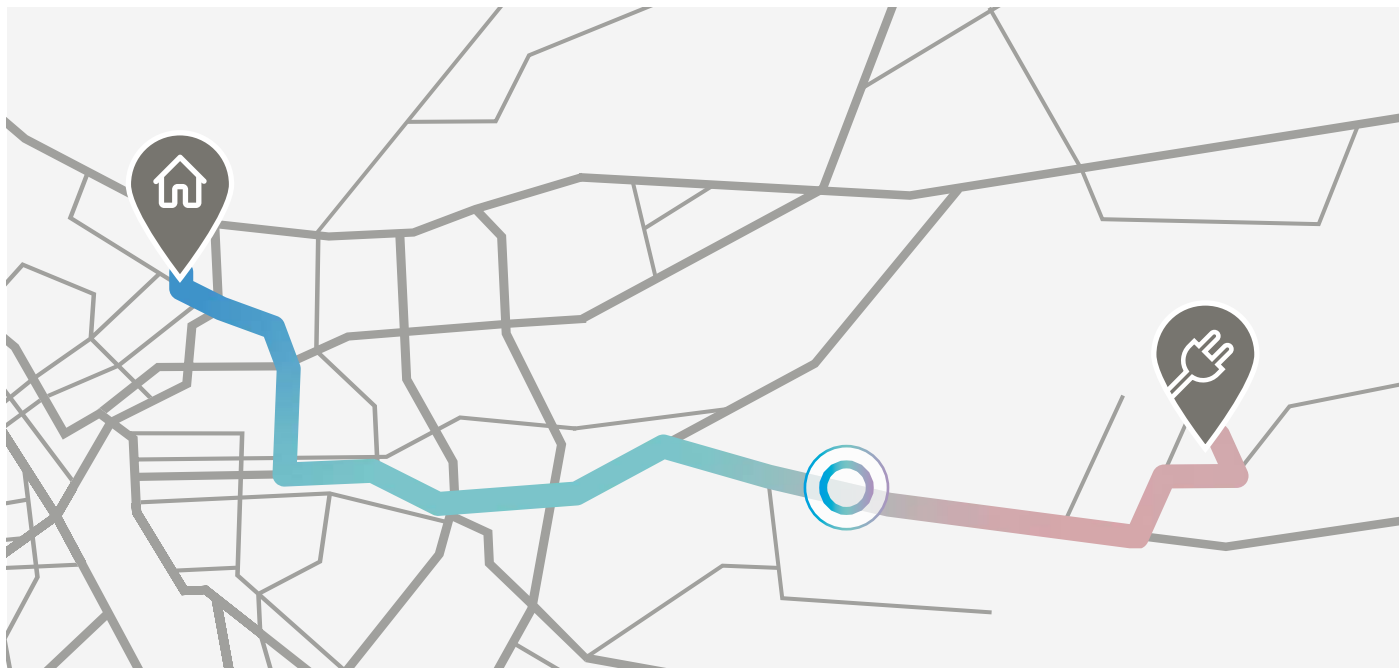
车主驶上了回家的路。
汽车起步时电池的温度
尚低,但会逐渐升温。



高速公路

电池已经变热了。热管
理系统启动,并冷却电
池以备稍后充电。





储能设备预热：
电池在起步时温度很低。在到达充电桩处之前，热管理系统会预热电池，使之进入最佳温度范围。

缩

短电池充电时间，增加汽车续航里程：

保时捷工程公司去年作为概念研究项目研发的预测性热管理系统对这一点做出了承诺。该技术可确保根据停车充电的需求，对电池进行最佳温度控制，从而将快速充电缩短到几分钟。温度在此过程中起到了关键的作用：电池单元温度过低或过高，都会降低充电功率。然而，凭借预测性热管理，这种现象有望在不久后得到解决：汽车上安装的软件可预测行驶路线，并控制所有热组件，以使电池处于最佳温度。放眼未来，还可利用该系统来防止不必要的加热或冷却，从而节省能源并增加续航里程。

这种预测能力，正是该系统与目前汽车上业已实现的传统热管理系统的区别所在。在最简单的情况下，热管理系统就是一个控制回路，负责将发动机温度始终控制在安全的范围内。但其功能原理通常是纯响应性的：果驱动单元温度过高时，便打开散热器盖罩等散热降温。由于发动机缸体可以在几分钟内冷却，因此这种临时调节对于内燃机非常有效。而电动汽车上的电池重量可达 700 公斤，其热惯性要大得多。“电池温度调节注定很慢。”热管理系统技术项目负责人比约·佩纳特 (Björn Pehnert) 指出。

为能及时将电动汽车上的电池调整到适合充电的正确温度，车辆控制系统必须尽早识别可能的负荷。“因此只有更进一步预见未来。”佩纳特总结道。这位工程师之前接下的正是这项极具挑战性的任务。为此，他研发了一种预测性热管理系统，该系统可以预测下段行程中的电池温度。例如，如果预测程序注意到驾驶者正在驶向一处快速充电桩，那么系统就



**“要使电池达到最佳充电温度，
车辆控制器必须进一步预见未来。”**

比约·佩纳特，热管理系统技术项目负责人

会提前启用车载冷却或加热系统,使电池在抵达充电桩时达到理想的温度,以便快速充电。这类复杂的实时计算,直到不久前还必须依赖性能强劲的大型计算机。然而凭借巧妙的优化,这款软件在普通控制器上也可运行了。

整车仿真

为便于车辆控制系统作出何时进行冷却或加热干预的正确决策,首先必须使其“了解”各组件之间如何相互作用。例如,如果要冷却电池单元,电流消耗就会升高,而这又会缩短剩余续航里程。因此,热管理系统以整车仿真为基础:在这里会借助模型再现从电池、驱动装置和冷却装置到空调设备的整个系统。这个以数字形式存在的“双胞胎”,各个方面的特性都与真车保持高度一致。例如,如



700 公斤

车载电池最大重量。
储能设备具有较大的热
惯性,温度调节缓慢。

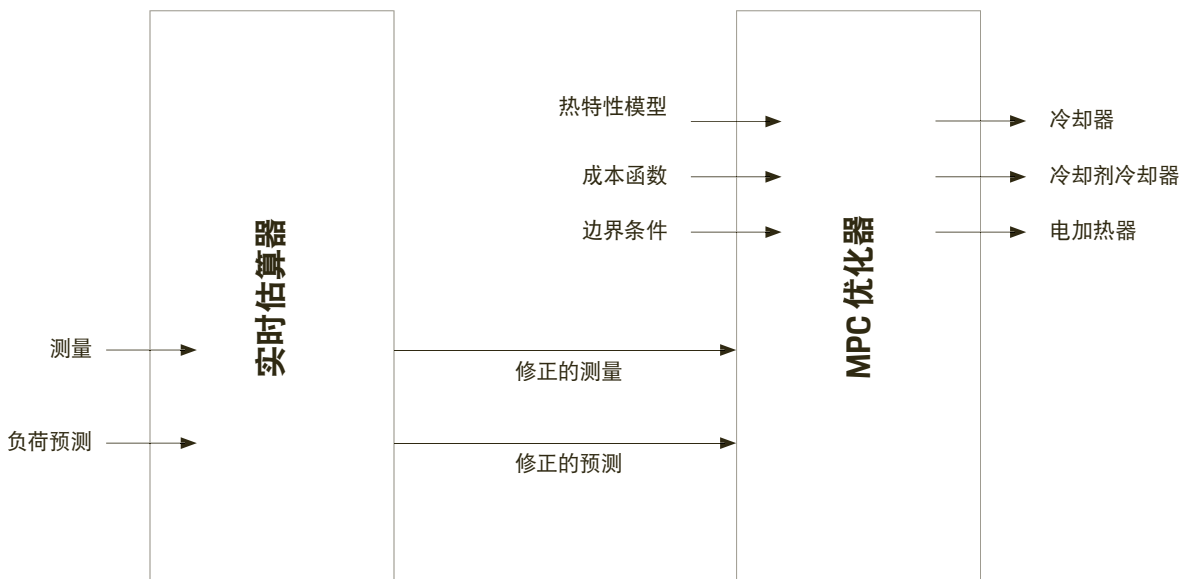
果打开加热功能,仿真系统将准确显示出这将如何影响电池电量。

但是,由计算机重建的汽车只能提供额定状态参考。在现实状况下,许多通常不是直接可测的其他因素都会影响车辆特性:驾驶风格、载重量、路面情况,甚至车身上的污垢或油漆颜色(黑色款型车内温度更易升高)。因此会通过一个专门的软件模块(Real-time Estimator, RTE,“实时估算器”),来保证将这些热影响也纳入考虑。它会将车辆的实际特性与仿真情况进行对比,并逐步使模型贴近现实。

为了能够预测未来的状态,车辆当然必须知道旅程的方向。但几乎没有人会将每一个目的地都输入导航设备。因此,驾驶者可以选择允许车辆“学习”其历次行程。如此,车辆便可通过 GPS

放眼未来

实时估算器(RTE)可以预测车辆接下来(例如后续40分钟内)会产生怎样的热负荷。为此,需要结合车辆的当前状况、外部负荷预测以及车辆行为特性模型。模型预测控制(MPC)优化器控制着加热和冷却系统,在负责实时估算器计算的同时兼顾舒适性和效率要求(表示为成本函数和边界条件)。



追踪路线，并自行识别经常行驶的路段。基于这些经验值，系统在起步后不久便可以识别接下来的行程，并在内部创建预测的行驶路线图。例如，“在市区内行驶 5 公里，然后在高速公路上以 120 公里/小时的速度行驶 20 公里”。

预测性热管理系统的核心是优化器。它可从仿真车辆获取数据和路线信息，然后据此计算汽车的最佳热响应。什么情况下必须启用热泵来预热电池？什么情况下建议使用冷却器或空调来降至较低的温度？

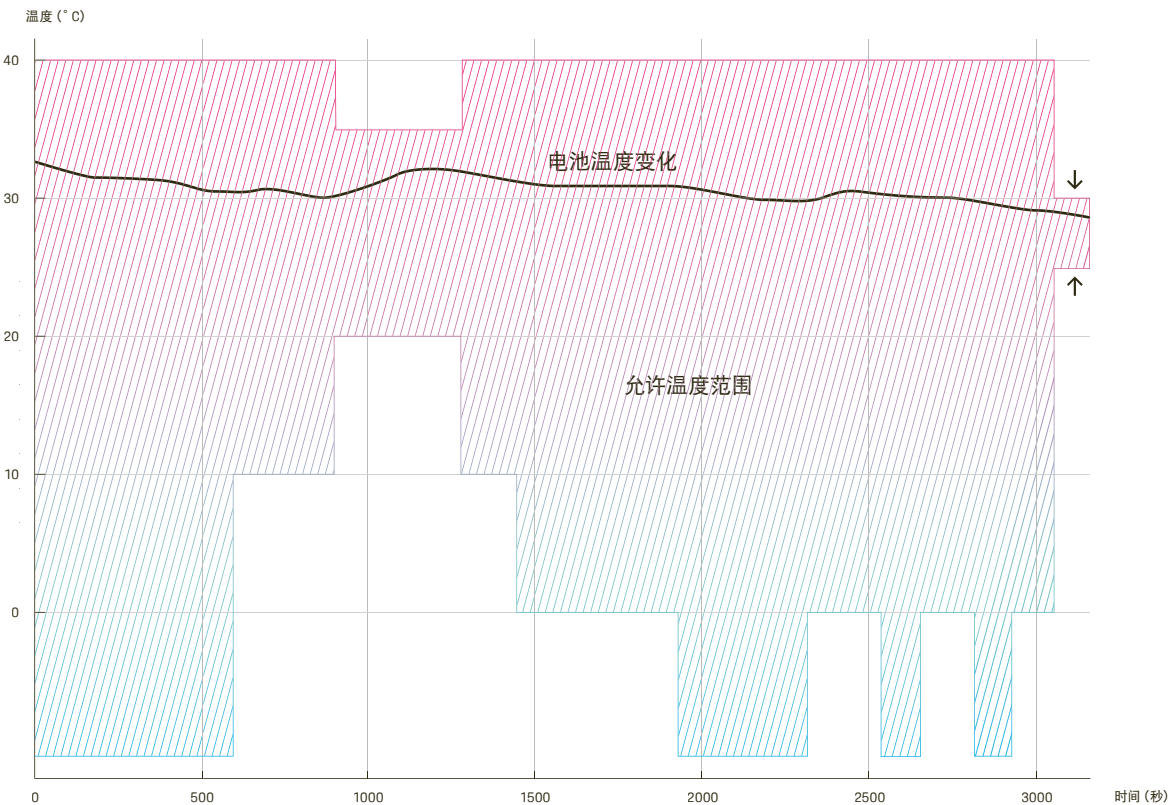
在此过程中所追求的目标，通过一个所谓的“成本函数”来确定。在默认情况下，算法会尝试使充电

时间和能耗最小化。但从理论上来说，也可以优先考虑性能：在这种情况下，热量管理系统会在电池到达高速公路入口之前对其进行预热，以提高加速性能。优化器的特别之处在于每隔几秒就会重新计算预测，以适应现实情况。例如，如果驾驶者脱下外套并关闭暖气，算法会查知此变化，并在下一次预测中将其带来的影响考虑在内。

不断预测可带来若干优势：例如，如果一辆电动汽车主要用于短途市内行驶，则控制器会学习到此模式，并可能允许电池温度升高到常规范围以上——当然，仍是在安全范围内。因为它知道这段行程很快就会结束，而车辆在停泊期间就会自然冷却。这样就不必消耗电能来进行多余的冷却。由此，

恰好处于最佳温度范围

黑色曲线表示电池温度随时间的变化。在到达充电桩处时，凭借预测性热管理系统，温度恰好处于 25 至 30 摄氏度的最佳范围内。如此，电池可在最大功率下，几分钟内便完成充电。



始终处于最佳范围：在行驶期间，电池也必须处于某一温度范围。这主要取决于汽车是在高速公路、郊区道路还是在市区内行驶。

“我们汇集了学术界和汽车业界的最高成就。”

米哈尔·科伐斯尼查教授，
布拉格捷克理工大学

预测性热管理系统不仅可以缩短充电时间，也能增加车辆的续航里程。“节能在理论上可以达到 10 % 至 30 %。”保时捷工程集团布拉格分公司软件研发团队负责人昂德雷·霍鲁布 (Ondrej Holub) 说。

用于控制器的计算密集型方法

从数学上来说，温度控制是一种模型预测控制 (Model Predictive Control, MPC)。它适用于所有符合以下条件的场合：系统受到众多因素的影响，并且必须考虑即将发生的事件。比如石油工业便广泛使用模型预测控制 (MPC) 来控制炼油厂。然而此方法也有一个缺点：它属于计算密集型方法，即所需计算量很大。“此类优化一般都在性能极高的计算机上运行。”布拉格捷克理工大学教授米哈尔·科伐斯尼查 (Michal Kvasnica) 解释说。他带领他的团队研发了预测代码的内核。

对于这位数学家而言，最大的挑战在于需要对应高度复杂的优化程序加以修改，使普通汽车的控制器也能完成相关计算。这颇需要一些巧妙手段，因

为汽车控制器可提供的计算能力通常还不如智能手机。因此，该程序会使用例如查找表 (Lookup Table) 等工具。查找表里包含各种离散值，包括温度与电池电阻的关系。这样便可以节约计算时间。“此外，我们必须打造一个绝不会失灵的稳健系统。”科伐斯尼查教授补充说，“每隔几秒钟都会进行一次全新的预测，这意味着每年要生成数十万个平均性能预测，而且每个预测都必须准确。”

预测软件的研发是第一步。第二步则是使新技术切实可行，并在一台原型车中加以实施。“我们必须找出一款能在现有控制器上工作，而不需要零配件供应商额外支持的解决方案。”保时捷工程公司整车热管理系统研发人员大卫·昆恩 (David Kuhn) 表示。首先会根据车辆架构对代码进行调整，然后在—辆保时捷 Taycan 演示车辆上进行测试和校准。研发人员选择了接近现实情况的行程，例如穿越市区、郊区道路或高速公路，其中还交通拥堵。在测试场上测试这类系统，其实并没有什么意义。因为测试车道上很少出现不可预见，并且需要在预测中额外考虑的情况。六个月后，系统实施工作完成了。驾驶者能感觉到软件正在进行干预吗？“不能，而且这正是我们的目标。”昆恩表示，“关键在于时刻满足客户的期望。”

该项目现已完成。这项概念研究表明，预测性热管理系统具有巨大潜力，值得量产化开发，并且未来可以安装在客户的汽车上。其实，这里的“安装”一词不尽贴切。因为这是一项典型的、属于 21 世纪的创新，它仅由代码构成，而并非某种硬件——仅凭一种算法就足以促成进步了，比如本例中的算法就可实现高达 30 % 的节能。数学家科伐斯尼查总结说：“我们汇集了学术界和汽车业界的最高成就。”

通过热管理系统中的预测性优化可节约

10 % 至 30 %

的能源。

→ 综述

以往只能在大型计算机上运行的功能，如今用一台控制器即可实现：有了这款软件，可在行驶期间预见未来，并在到达充电站之前及时将电动汽车电池调整至最佳温度。试驾证明，这一解决方案具有巨大潜力，值得批量化研发。

持续进行的 健康检查

文字: Christian Buck 共同撰稿: Jiří Valtr、Joachim Schaper 博士

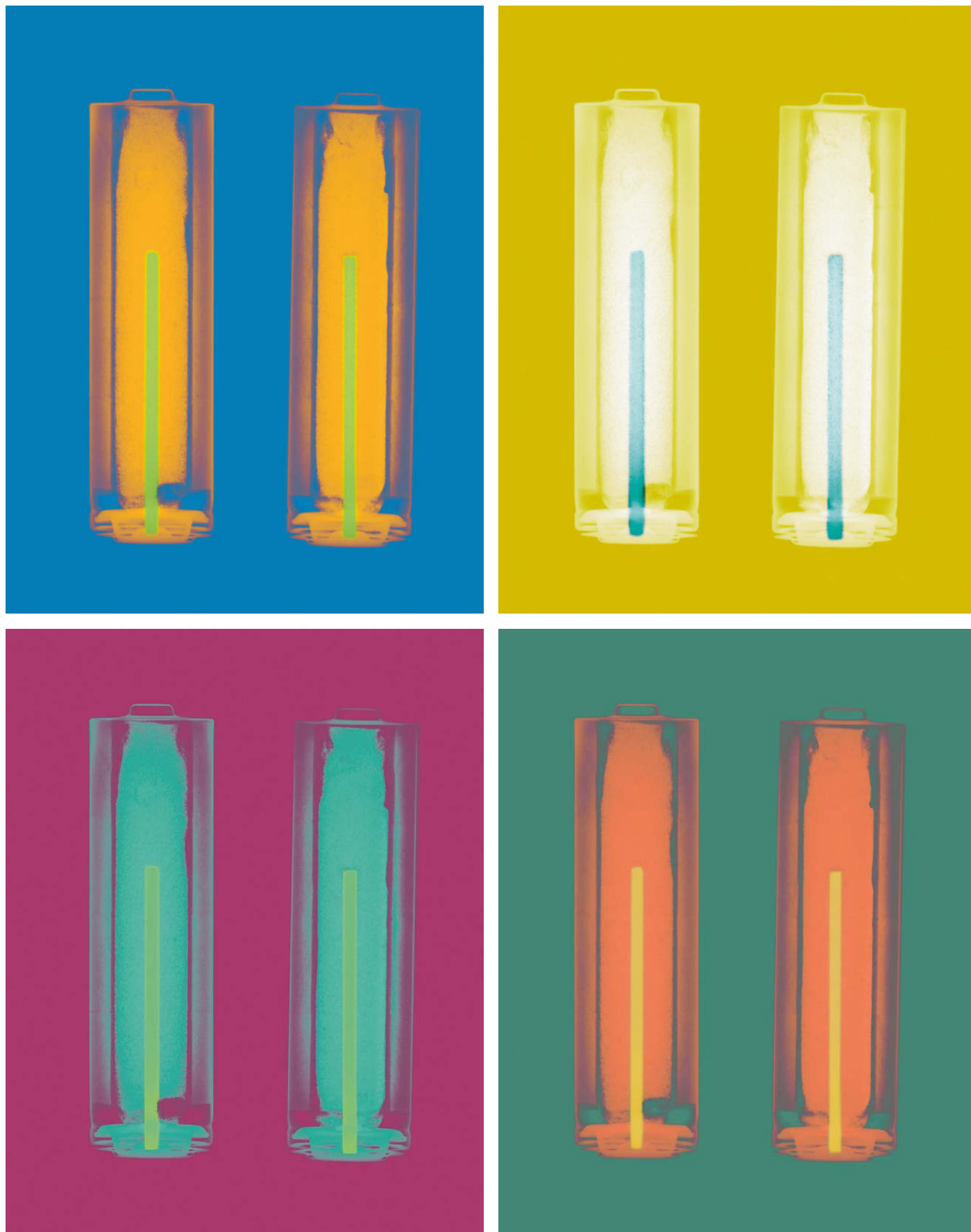
**保时捷工程集团开发出一种确定汽车电池当前内阻的新方法。
驾驶者和原始设备制造商都可以受益于这种基于人工智能的方法。**

由于其高能量和功率密度，锂离子电池目前已成为电动车储能的首选。但锂离子电池的特性会随着车龄的增加而发生变化：电池老化会降低存储容量和最大可用功率。这种电池老化现象在其他设备应用中也广为人知，例如智能手机或笔记本电脑。这是电池中化学反应过程的结果，原则上不能避免（另请阅读第 51 页的电池老化过程说明）。

电池当前的老化状态是电动车驾驶者所需的重要信息。“通过了解电池当前的老化状态，驾驶者可以非常精确地估算出一定电量下的剩余续航里程。”

保时捷工程集团人工智能专家约阿希姆·舍珀博士 (Dr. Joachim Schaper) 解释说，“汽车制造商也可以从电池的老化情况中获取重要信息，例如最大可用功率或需要维修的技术异常。”保时捷寻找的，是一种能够尽可能可靠地提供有关电池老化状态信息的方法。

最重要的指标就是电池内阻。由于储能设备内的变化不可逆，且内阻在电池使用寿命期间会不断提高，所以电池内阻是表明电池“健康状态”的良好指标。但是，内阻无法直接确定，必须根据各种测量值进行计算。为此，电池中安装的传感器会定



内部视图: X射线下的电池内部。人工智能可展现储能设备的当前状态。

期检测电流强度、各个电池单元的电压以及电池组的温度。

借助等效电路，可利用这些测量值计算出电池的当前老化状态。此时，可通过电池内阻、电池容量以及电阻器与电容器（RC 元件）的两种组合方式来建立储能设备行为特征的数学模型。“在行驶过程中，功耗会反复变化，比如当驾驶员踩下油门时。这就会导致电流和电压测量值跳变。通过这些跳变可以计算出电池的内阻。”保时捷工程集团布拉格分公司的吉里·瓦尔特（Jiří Valtr）解释说，“具体来说：在给定电流跳变的情况下，电压跳变越高，内阻也就越高。”

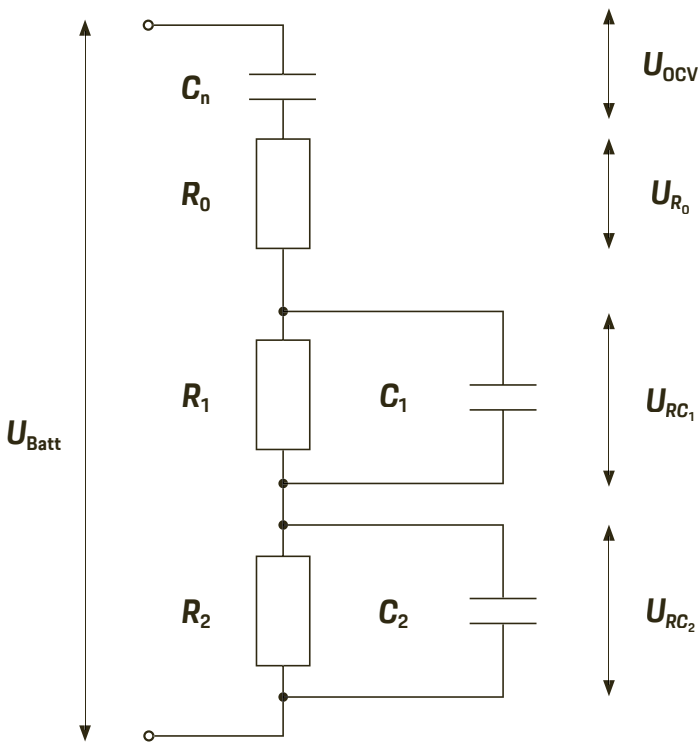


“我们要用一种更先进的确定内阻的方法来代替传统模型。”

吉里·瓦尔特，
保时捷工程集团布拉格分公司

电池等效电路图

可将真实的电池视为理想电压源与电阻器（R）和电容器（C）的组合而建模。通过这种方法可以描述电池在静态和动态负载下的行为特征，例如电流上升时电压会下降。



C_n 代表电池容量， R_0 代表电池内阻。 U_{Batt} 是在连接处测得的电压， U_{OCV} 表示无负载的电压（开路电压，简称“OCV”）， U_{R_0} 表示电阻上的压降。 U_{RC_1} 与 U_{RC_2} 取决于电流的变化过程（具有不同的时标）。

但是，这一常规方法却有一些缺陷：等效电路图中的电阻器与电容器的值并不是常数，而是取决于温度和电池荷电状态（SoC）的变量。即使将所有这些影响因素全都纳入考量范围，这一模型仍不足以精确表示电池的实际状态。“造成这种情况的原因之一是低温下的非线性。所以，电池的变化会和传统电阻器有所不同。”瓦尔特解释说，“这就是我们要用一种更先进的确定内阻的方法来代替传统模型的原因。”他于 2012 年起成为保时捷工程集团布拉格分公司电池管理软件研发团队的一员。团队专家们曾参与研发整个大众集团所使用的系列软件，从而能够将其积累的丰富知识和多年经验运用到工作中。

研发人员在工作中离不开人工智能。首先，他们要在测试台上的某些边界条件下测量电池内阻。此外，在使用机器学习的实车行驶中会确定一个校正因子。利用这一校正因子，可以将温度和充电状态等外部影响纳入考量范围，从而更精确地计算电池内阻。用于计算校正因子的数据来源各异。来源之一是在各种环境条件下，比如在不同的温度、驾驶循环以及充电行为下，对内阻进行的长期测试台测量。另外一些珍贵的数据则由测试车队提供。“这些数据中还包含我们目前无法考虑的影响。”瓦尔特说，“其中包括外部温度、已进行的充电和放电循环次数以及驾驶风格。”

对剩余续航里程的更准确预测

新方法可为车主提供更精确的剩余续航里程预测，系统会随驾驶时间的增加不断学习，例如可以

电池的老化过程

在电池的老化过程中,有两种效应会互相叠加:**日历老化和循环老化**。日历老化与电池的使用情况无关,就是说即使在没有负载的情况下也会限制储能设备使用寿命的一种老化。它主要取决于荷电状态(SoC)和存放温度。

电池电量越高,容量下降得也越快。**高温**也会加速日历老化。具体来说:温度每升高 10 开尔文,电化学元件的老化速度就会增加一倍。

在电池工作时,循环老化会与日历老化效应相叠加。**放电深度**(DoD)是循环老化的一项重要指标。它表

示所用能量与电池总能量的比率。例如,80%的放电深度意味着仅使用了总能量的80%。放电深度越高,电池老化也越快。此外,还要考虑荷电状态边界。在20%的荷电状态下充电至100%,可以实现80%的放电深度。从10%的荷电状态充电至90%,同样也可以获得80%的放电深度。通常,荷电状态越高,循环老化效应越强。

电池放电 C 率也对循环老化有着重大影响。基本上,高 C 率以及由此产生的高电流会加速循环老化,而高充电电流对循环老化的影响要明显高于高放电电流的影响。

在使用大电流进行**快速充电**期间,电池单元中可能会发生不良的化学反应:金属锂会沉积在阳极表面(镀锂),与电解质反应并形成新的覆盖层,这一过程中将消耗更多的锂离子。这意味着可用于能量存储的锂离子减少,从而导致不可逆的容量损失。为了避免这种副反应发生,保时捷专门研发了一款特殊的**快速充电程序**,可精确适应每个电池单元的不同情况。

放电深度 (DoD)

放电深度代表所用能量与
电池总能量的比率。

10 开尔文

温度每升高十摄氏度,电池
老化速度增加一倍。

越来越多地将车主的个人驾驶风格纳入考量。此外,还可以根据电池健康状况采用不同的充电策略:如果储能设备已经显示出明显的老化迹象,则可以通过特别缓慢的充电方式来保护设备。新方法可针对车辆中控制单元的有限计算能力进行量身定制,并且已申请了专利。

通过云端评估还可获得更加全面的电池健康状态信息,因为云端计算能力没有限制。比如,汽车制造商可以在云端评估电池中的温度曲线,并由此了解整个车队的状况。“原始设备制造商可以从这些分析中发现新的关联性。”舍珀说,“其中一个有趣的问题就是,哪些因素决定了电池的老化。这可能是客户的驾驶方式,但也可能是由充电软件的问题所致,或是电池供应商的原因。”最终的目标是通过数据分析在未来进一步改善电动车。

人工智能

还可将之前在内部电阻计算中未包括的温度或驾驶风格等影响因素纳入考量范围。

这项新的电池内阻计算方法已经非常先进。借助机器学习,开发人员已经可以利用测试台数据、测试车辆数据以及客户车辆的日志文件为电池老化过程创建模型。云解决方案目前正在研究之中。在大约两年后,客户应该可以从新的续航里程计算方法中受益,然后将其逐步集成到各种车型中。

年少有为：位于高压釜口的公司创始人麦特·里马克（Mate Rimac）
他的公司在此生产由复合纤维材料制成的零部件。



地道的“车痴”

自孩童时代起，麦特·里马克就是高性能跑车的狂热爱好者。如今，他掌管着 Rimac Automobili 公司——家乡克罗地亚唯一的一家汽车制造商。

以电之名

文字: Christian Buck 摄影: Alexander Babic

麦特·里马克在克罗地亚生产电动超级跑车, 并为原始设备制造商提供可信赖的高性能电池系统, 在业内小有名气。保时捷也投资了他的公司 Rimac Automobili, 并与其在电池技术领域展开合作。

他

的人生之路很早就显现出雏形。“在我学会走路和说话之前, 就已经对汽车如痴如醉了。”麦特·里马克回忆道, “我也不知道, 我的这股热情到底从何而来。反正肯定与我的家庭无关。”不过, 无论这位 32 岁的青年到底是何时、又是怎样迷上高性能跑车的, 他从童年时期就已经一头扎进汽车世界里了。如今, 麦特·里马克将他的爱好发展为了职业: 从 2009 年起, 他执掌坐落在首都萨格勒布 (Zagreb) 附近的斯维塔-内德利娅 (Sveta Nedelya) 市的 Rimac Automobili 公司, 这是他的家乡克罗地亚唯一的汽车制造商。保时捷从 2018 年起参股该公司。

里马克的兴趣领域在于电动超级跑车, 在他公司的接待大厅内就有两辆超跑供人参观。它们是限

量 8 台的第一代跑车 “Concept_One” 中的两台, 功率输出超过 1,200 hp, 扭矩达到 1,600 Nm, 从静止加速至 100 km/h 仅需 2.5 秒。最高时速达到 355 km/h。在 2018 年的日内瓦车展上, Rimac Automobili 展出了配备四台电机的第二代车型 “C_Two”, 每台电机独立驱动一个车轮, 总输出功率超过 1,900 hp, 扭矩峰值高达 2,300 Nm。使用赛车轮胎时, 从静止加速至 100 km/h 用时不到 2 秒。最高时速可达 412 km/h, 但可通过电子限速功能限制车速。这款价值 200 万欧元的电动跑车将限量生产 150 辆。

四号和五号 “C_Two” 原型如今正在工厂内由 Rimac 的技术人员精心调整并改进电子器件。走廊里存放着黑色的、重达 198 kg 的碳纤维壳式车身, 它将被用于生产下一辆 “C_Two”。离它不远处便是

两个大型高压釜的所在地。圆筒状的制造炉内温度可达 350 摄氏度, 公司所用的全部复合纤维材料零部件均生产于此。斜对面有一群 Rimac 员工, 他们正在手工将碳纤维强化塑料 (CFRP) 垫子一层层堆叠到模具中。每辆车都凝结着员工们约 2,000 个小时的努力与付出。

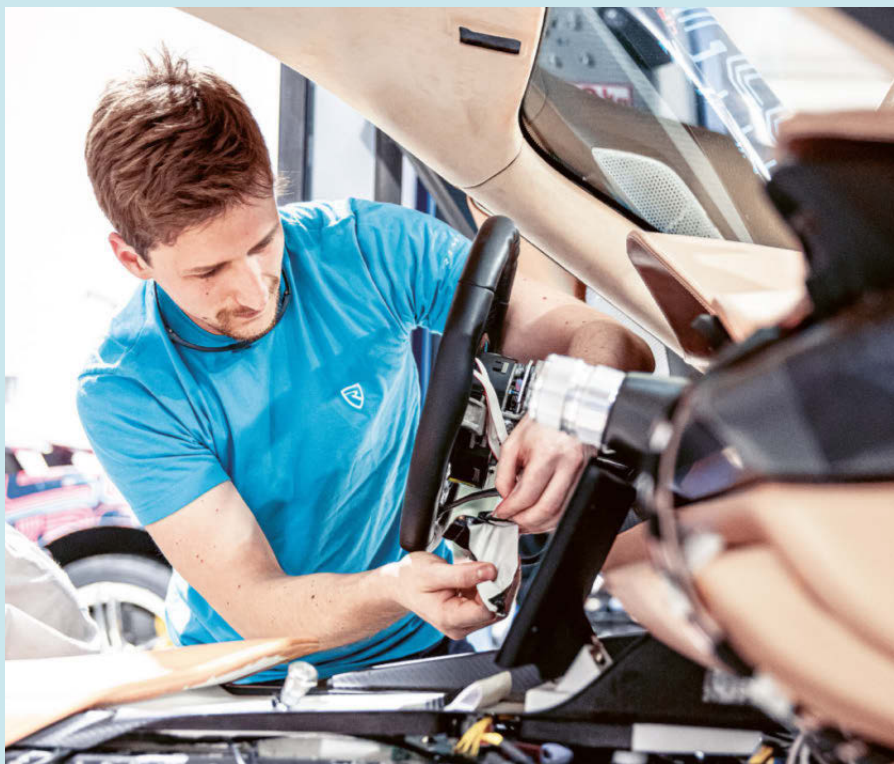
手工制造打开成功之门

里马克的成功同样始于大量手工制作。在他 18 岁时, 这位酷爱高性能跑车的少年购买了一辆比他还要大 4 岁的 1984 款宝马 3 系。然而, 在第二场漂移比赛中, 老旧的发动机因不堪重负而发生了爆缸。于是这位电子设备手工爱好者便打起了为这辆车安装电动传动系的主意。他为自己的爱车安装了铲车用的电机和旧电池, 再次踏上征程后, 最初只收获了他人的嘲笑。“我可以用你的车给我的手机充电吗?” 类似的嘲讽不绝于耳。

但里马克并没有因此而气馁, 并最终让那些怀疑者惊讶不已。经过多次改装后, 这台电动化的宝马汽车帮他一举击败了其他搭载内燃机的对手, 并在 2011 年凭借这辆老爷车创造了 5 项国际汽联加速世界纪录。这也难怪: 由于技术上的改进, 该车现在拥有 600 hp 的动力和 900 Nm 的扭矩, 百公里加速只需 3.3 秒。极致的性能搭配醒目的绿色车漆, 为这辆宝马赢得了“绿色怪物”的称号。然而, 找遍公司厂房, 也没有看到它的影子。“这辆宝马正在修复之中, 因为几年前我的一个朋友驾驶它撞到了墙上, 车辆损坏很严重。”里马克说。

同样“久经考验”的还有公司厂房内一个展示柜里的电池系统。它必须在火中经受两分钟的测试, 以证明能承受这种极端负荷。这种可靠而强大的电子储能装置及其电子器件是 Rimac Automobili 产品的特色。这些产品同样在公司内部研发和生产, 生产地位于距离斯维塔-内德利娅总部几公里远的地方, 从而小心翼翼地避开了外界的窥探。因为在那里不仅生产公司自身所需的零部件, 同时也为客户生产零部件。

“我们 80% 的营业额都是通过销售零部件来实现的。”里马克解释说, “我们自己的汽车就是自我宣传的最佳平台, 也是创新技术的完美试验场。”当初, 出于无奈, 他成为了供应商。公司成立后, 这



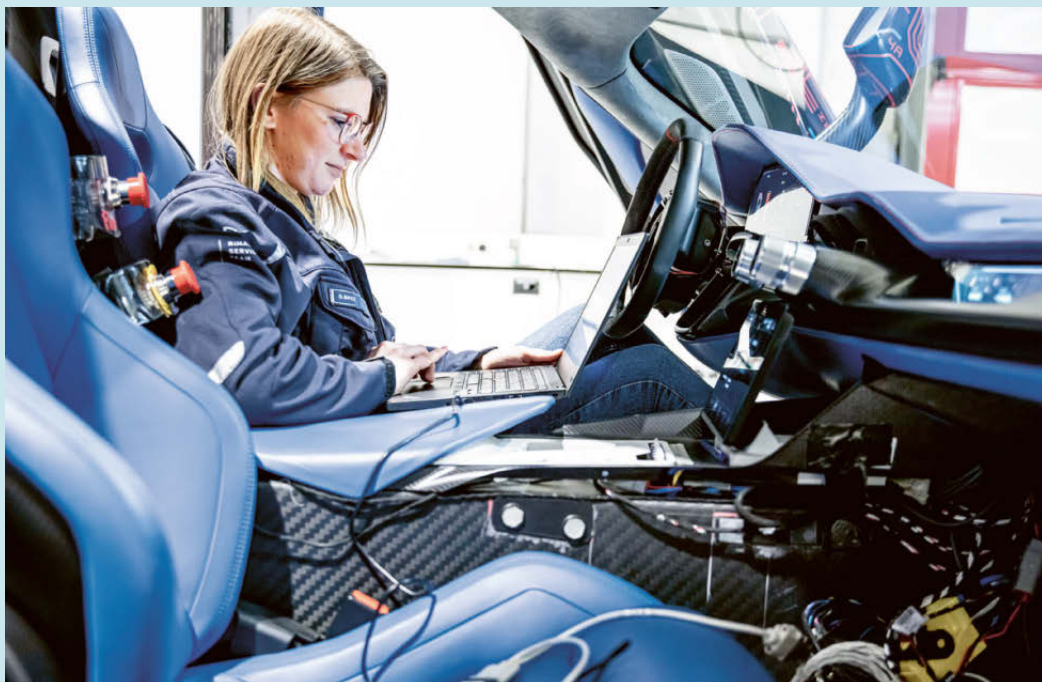


公司所在地



斯维塔-内德利娅

一座拥有 18,000 名居民的小镇，
距离克罗地亚首都萨格勒布市的
市中心约 17 km。



电动超级跑车锻造车间：

目前，Rimac Automobili 公司的员工正在制造和测试新款“C_Two”的原型车，该车采用碳纤维壳体车身且重量只有 198 公斤。所有零部件都由该公司自行生产，其中很大一部分要依靠精细的手工艺制造。在展厅内，参观者不仅可以看到赛车，还可以看到 Rimac 姐妹品牌“Greyp”的高端电动自行车。

“我们懂得如何
在小空间内聚集
更大的能量。”

麦特·里马克

Rimac Automobili 共有

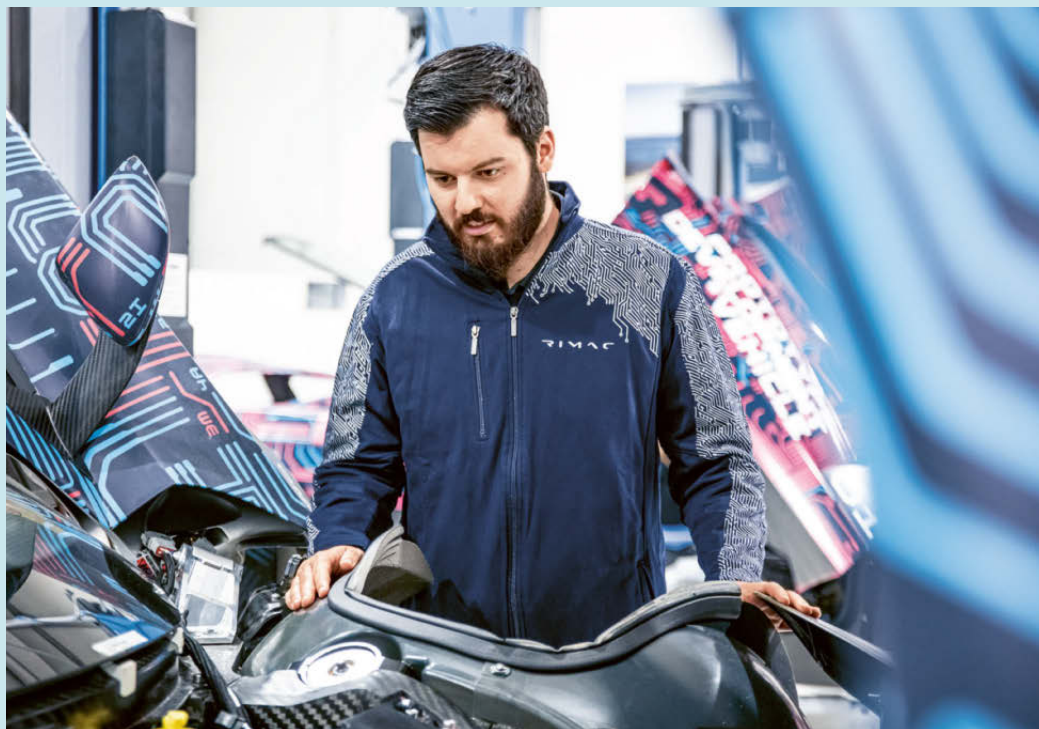
650 名

员工。

保时捷股份公司持有

15.5 %

的 Rimac 公司股份。



成功的企业家：在过去几十年中，只有少数人能成功打造一间新型汽车制造公司。麦特·里马克凭借他作为零部件供应商的经验，成为了其中之一。其公司自主生产的产品 C_Two（风洞模型请见下面的内容）被他当做自我宣传的平台。



家年轻的公司不断面临财务上的问题。“那时，公司都已经断电了，我不知道怎么给员工发工资。”里马克回忆说，“在那段艰难的日子里，我也迅速成长起来。”就在他即将倾尽自己的家底之际，他于 2011 年驱车前往法兰克福参加国际车展 (IAA)，展示了公司生产的第一辆汽车，并最终带着作为供应商的第一笔订单归来。当时有一位客户想造一辆电动汽车，于是寻求了里马克的支持。“这就为我开辟了一条道路，也让我能支付当时 6 名员工的工资，因为货款很快就到账了。”从那以后，里马克接手的项目越来越多，其中包括整个电力传动系统以及为供应商和科技公司提供原型等。

但对麦特·里马克来说，成为零部件供应商，并不仅仅是一个摆脱财务危机的应急之举：“如果没有与这些客户打交道的经验，那么我们很可能会走上错误的道路，最后直接烧光投资人的钱，大概也就活不到今天了吧。好在我们当时组建了团队，并同时提升了技术水平，让自己成为了一家值得信赖的科技公司。”就这样，里马克实现了一项十分罕见的壮举：他创办了一家成功的新型汽车制造公司，目前已拥有约 650 名员工。

他在电力驱动领域的专业技术，不仅吸引了来自世界各地的客户，也让众多投资者将目光投向了克罗地亚。以保时捷为例，在 2018 年投资该公司后，目前其股份比例已增至 15.5%。“我们很快就明白，保时捷和 Rimac 公司可以互相学到很多东西。”保时捷股份公司董事会副主席兼财务与 IT 董事麦思格 (Lutz Meschke) 说，“我们十分看好麦特·里马克和他公司的前景，这也是我们现在增持股份的原因。在电池技术领域，我们也正在扩大合作。”

麦特·里马克坚信，电池电力驱动是未来的发展潮流：“燃料电池并不是替代内燃机的选择，因为你需要大量能源来生产氢气。它们最多只能在少数几个细分市场中显现出优势，比如公交车或卡车。”在他看来，对于传统整车厂和供应商来说，新的电力驱动系统不会带来任何风险：“从前，人们把内燃机装入汽车，而在未来，电机将会取代内燃机。二者并没有什么本质差异。”

随着用户行为的变化，一场更大的变革正向全行业袭来。“对于年轻人来说，汽车已经不再是地位的象征，而仅仅是达到目的的手段。而在自动驾驶



里马克

一段成功故事的里程碑

1988 年 麦特·里马克

出生在前南斯拉夫的利夫诺 (Livno)。

2009 年
Rimac Automobili
公司成立。此前，麦特·里马克曾将一辆宝马 E30 (1984 款) 改装成电动车。这辆车被称作“绿色怪物”。

2011 年
创纪录的一年以及 Concept_One 问世
“绿色怪物”于 4 月 17 日创造了 5 项世界纪录，包括一公里 (23.26 秒) 和一英里 (35.35 秒)。首款车型 “Concept_One” 在国际车展上亮相。

2018 年
C_Two
在日内瓦车展上，Rimac Automobili 展示了超级跑车 C_Two。

汽车即将变得更安全、更高效的情况下，他们为什么要花几个月的时间去学车呢？如今，交通事故在全球范围内仍会造成上百万人死亡和重大经济损失，其中的一个原因，就是因为人类只配备了‘两个糟糕的摄像头’。自动驾驶汽车不仅拥有更高超的摄像头，还配备了雷达和激光雷达传感器。因此，计算机将成为更优秀的司机。”

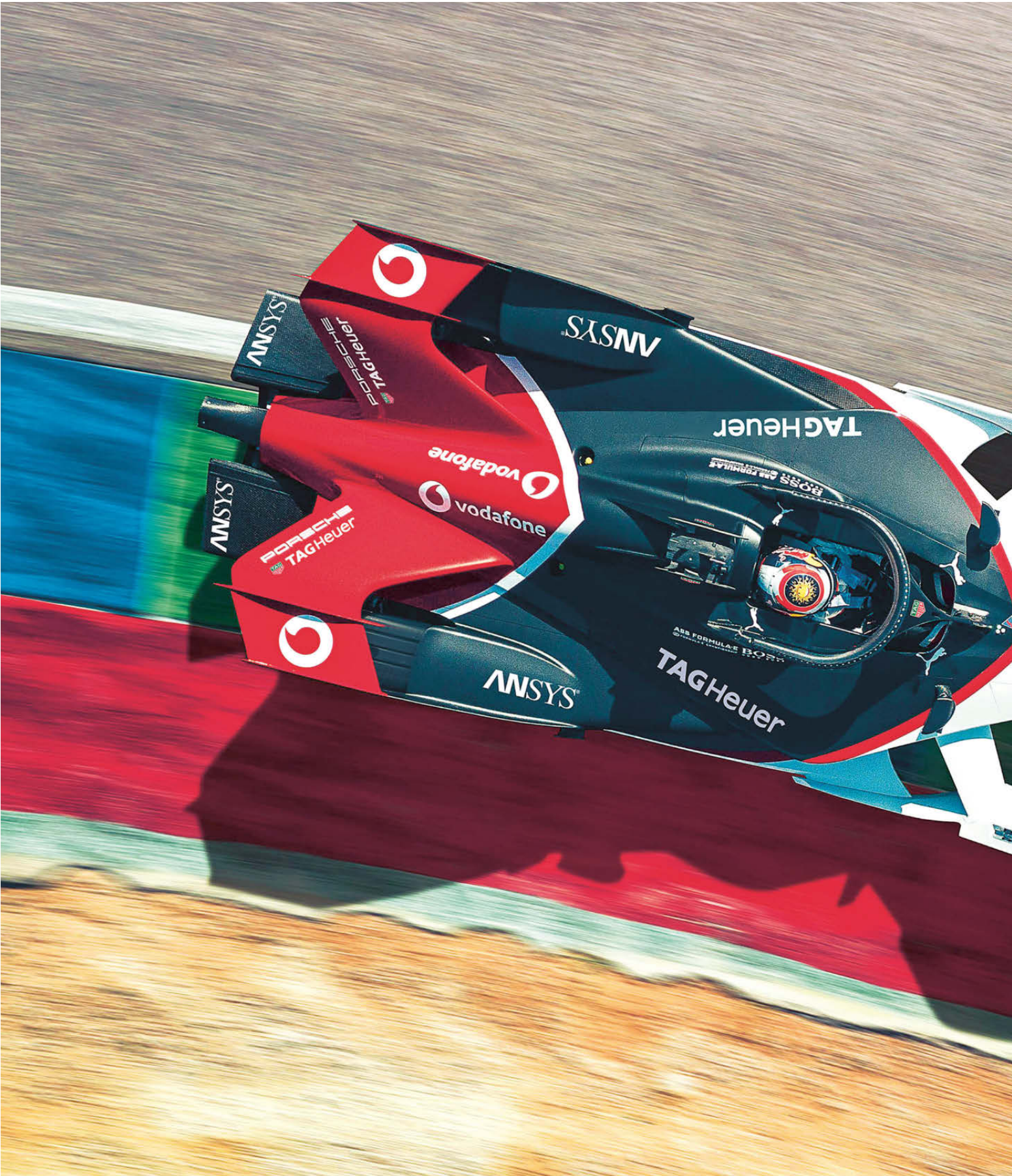
在未来的交通出行中，私家车将成为汽车发烧友的专属

因此，在里马克的未来愿景里，大多数人将乘坐自动驾驶的、主要由电力驱动的汽车出行，而这类汽车将由汽车共享或网约车服务提供商提供。“当然还是会有私家车的存在，但它们会像现在的马匹一样，成为汽车爱好者的专属。汽车会是未来的赛马。”在未来的交通出行中，汽车行业的客户将不再是个人，而是对汽车有非常明确需求的车队运营商——这些需求来源于对日常运营过程中所产生的海量数据的分析。海量数据将提供乘客在行驶途中的使用习惯或行为等多种信息，并从中推导出需要达到的续航里程或配置特征。

里马克认为自己的公司已经为未来做好了充分准备。“我们懂得如何在小空间内聚集更大的能量。这也是电动汽车或高性能混合动力车生产商都来寻求我们帮助的原因。但同时我们也会将电动驾驶的乐趣带入大众市场。”克罗地亚的工程师们也在研究自动驾驶技术，尽管这是针对一个非常特殊的小众领域：升级后的 “C_Two” 将搭载一名计算机辅助的“驾驶员教练”，它将能帮助驾驶员成为一名更优秀的车手，甚至能够驾驭时速高达 300 km/h 的赛道。“驾驶乐趣与自动驾驶相辅相成。”麦特·里马克解释说。

→ 综述

Rimac Automobili 是一家业内认可的电动超级跑车制造商，也是全球原始设备制造商的高性能电池系统供应商。创始人麦特·里马克用一辆改装成电动车的宝马创造了多项世界纪录。他认为，未来大多数人都会使用自动驾驶的电动汽车。

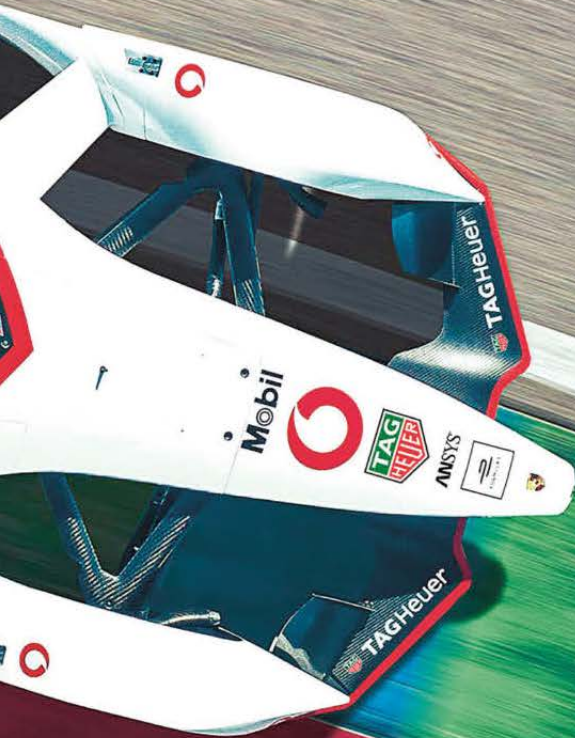


从赛道进入车行

一直以来,保时捷不断将赛车领域的技术创新纳入量产车型的研发领域。如今,电动方程式锦标赛 (Formula E) 的技术也将被运用到量产车型上,泰格豪雅保时捷电动方程式车队 (TAG Heuer Porsche Formel E Team) 从去年开始参加这一锦标赛的角逐。

文字: Constantin Gillies

共同撰稿: Christian Wiedenbrügge、Martin Fuchtnner



整

体氛围让人联想到太空飞船：白色的墙壁、如在医院一样洁净的地板、明亮的霓虹灯。橙色电缆蜿蜒地连接到房间中央的一台机器上。电缆上的警告色有其原因：这些线路承载着 800 伏的电压。这里是位于魏斯阿赫保时捷开发中心的高压复合测试台，正在进行的是一场电机测试。测试台上的当前测试对象非常不一般：保时捷 99X Electric 赛车的电机。这款电机从去年开始为保时捷在电动方程式中的参赛车辆提供驱动力。该电机只需要 2.8 秒，就可以拥有黑、白、红三色相间车身的保时捷赛车从静止加速到时速 100 公里。

在测试台上，工程师们希望进一步优化电机效率。为此，电机必须在虚拟赛道上转无数圈，并在此期间完成与实际运行相同的加速和制动。这些测试不仅能将赛车带到领奖台上，长远而言，保时捷还希望尽可能多地将赛车的创新技术应用到量产车型中。“我们的任务是赢得比赛，但最终还是为了给量产车型铺平道路。”赛车高压驱动研发主管马丁·弗西特纳 (Martin Fuchtnner) 解释说。

从总体上提高电动汽车性能——这也是电动方程式锦标赛主办方的目标。赛车系列不应该是孤立的技术储备，而应该是量产系列的创新动力。正是



“我们的任务是赢得比赛。但最终还是为了给量产车型铺平道路。”

马丁·弗西特纳，赛车高压驱动研发主管



技术交换的成果：以保时捷 Taycan Turbo S (左) 和保时捷 99X Electric 为例，赛车和量产车型之间的技术转移将在保时捷延续。

Taycan Turbo S

耗电量 (综合) :
26.9 千瓦时 / 100 公里
二氧化碳排放量 (综合) :
0 g/km
能耗等级:
德国: A+
瑞士: B

出于这一宗旨，电动方程式锦标赛与内燃机赛车的比赛规则完全不同。主要区别在于，各个车队所使用的赛车大体上必须一致。车辆底盘和电池由电动方程式锦标赛主办方统一提供。所有驱动零部件则为各家自主研发。其中包括电动机、变频器、线控制动系统、变速箱、差速器、传动轴、后桥支撑结构和所属的底盘部件以及冷却系统和控制器。这意味着，车队必须自主研发的零部件更少了，这对资本实力较弱的参赛者是个利好。此外，工程师们可以将精力集中在最关键的电机上，而不是在空气动力学等昂贵的次要部分投入大量资金。

电机专家弗西特纳将其任务概述为：“我们必须测试技术可行性的极限。”其中着重关注的两个方面是：电机和变频器。电机将交流电转换为扭矩，并由此驱动车辆。重要的是将内部涡流和线路损耗最小化，并实现组件重量的轻量化。勒芒原型车 (LMP) 时代就已开始的基础研究促成了新的动力总成结构和材料，让团队受益匪浅。“我们近年来取得的巨大技术飞跃令人振奋。如今，容量仅为 5 升的



电机已经可以为成熟的跑车发动机提供驱动力了。而且还能达到难以置信的效率。”

但是, 仅仅优化一个组件远远不够——传动系统的相互作用才是关键。例如, 为了在变频器中获得更高的效率, 就要接受电机效率的损失。反之亦然。重要的是总体结果。变频器是电机的“搭档”, 可将电池中的直流电转换为交流电。在这一过程中, 半导体器件负责每秒切换数千次, 每次切换过程都会产生一些损耗。保时捷正在逐步尝试减少这一电流损耗——这是一项高科技的任务。因为, 在为变频器寻找最高效的半导体的过程中, 工程师们的研究对象要小至原子级别。碳化硅 (SiC) 是目前的首选材料, 其纯净形式非常昂贵。

第二个用于提高电机效率的调节变量是变频器的频率模式, 即转换方式和速度。该模式通过复杂的数学算法确定, 即使最小的变化也可以决定赛道上的输赢。“历经几代不同的半导体和算法, 我们现在已实现了极高的效率。”弗西特纳对此感到



2.8 秒

保时捷 99X Electric
从静止加速到时速
100 公里所需时间。

SiC

无论是在赛车还是在量产车型中, 复合半导体碳化硅 (SiC) 都特别适合制造高效变频器。



“Taycan 团队中很大一部分研发人员来自以前 918 Spyder 的研发团队。”

克里斯蒂安·维登布吕根,
软件和应用程序团队负责人

十分高兴。在变频器和电机的持续研发过程中, 与科研领域的联系密切让团队受益颇丰。许多成员刚从大学毕业, 带来了最前沿的知识。“我总是对他们处理高度复杂问题的方式感到惊讶。”弗西特纳说。

在吸引年轻人才的众多因素中, 非常重要的一点便是团队中扁平化的组织结构。这样一来, 团队成员可以进行大量试验、快速实施想法并从错误中总结经验, 以取得改进。同时, 年轻工程师不必考虑在工业化实施过程中的保修和交货时间等因素。弗西特纳深信, 只有在这样一种文化中, 才有可能在短时间内取得重大的技术飞跃: “我们有初创企业的气质。”

支持使用 800 伏电压的决定

量产车型的研发也常常受益于赛车的技术创新 (另请阅读第 62/63 页图片内容)。一个最近的案例: 保时捷 Hybrid 919 分别在 2015 年、2016 年和 2017 年的勒芒 24 小时耐力赛中斩获冠军, 并赢得了三个制造商世界冠军。勒芒原型车的制胜关键是能够快速存储和释放能量。这就是工程师们选择 800 伏而不是通常的 400 伏作为内部电压的原因。来自赛道的经验, 尤其是高电磁辐射方面的经验, 对量产车型的研发大有裨益。“勒芒原型车的经验为在 Taycan 车型中使用 800 伏电压这一决定提供了支持。”弗西特纳说。

测试台技术方面展现出最多关联性。在这些测试设备上就可以在精确控制的条件下对单个组件进

源自赛车运动的量产车型创新



采用同步技术的五速变速箱 (1955 年)

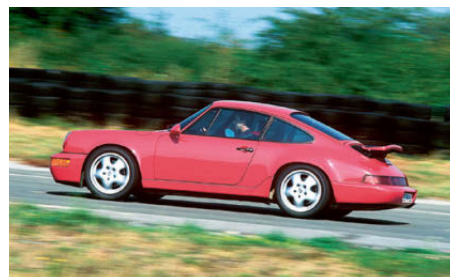
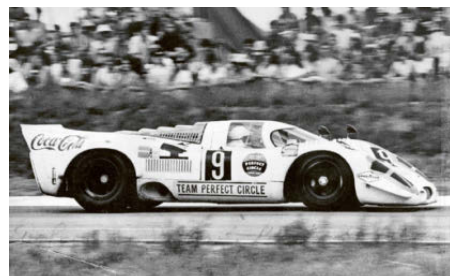
保时捷为 550 Spyder 开发出采用同步技术的五速变速箱，以实现更快的变速。从 1963 年起，911 系列车型上便配备了这款变速箱。



防抱死制动系统 (1968 年)

保时捷 908 KH 是防抱死制动系统 (ABS) 的首款测试平台车型，通过这套系统可实现更平稳的弯道制动。

从 1983 年起，ABS 成为保时捷 928 S 车款的选配功能。从 1986 年起，ABS 成为保时捷 928 S 的标配。



主动空气动力学系统 (1969 年)

为了增加弯道中的接触压力，保时捷有一段时间在 917 赛车车尾安装了可活动翻板。在转弯时，这块翻板便会伸出。这是迈向主动空气动力学系统的第一步。保时捷 964 代 911 量产车型也采用了这一自动后扰流板的设计。

行测试，而不需要在真实的测试路段上反复测试，从而节省大量时间。“在实车测试中，需要十天才能完成法律规定的测试循环。而在测试台上，一个工作日加一个夜班就足够了。”电动车驱动软件 and 应用程序团队负责人克里斯蒂安·维登布吕根 (Christian Wiedenbrügge) 解释说。

当然，不同团队在测试台测试中有着不同的目标。比如，赛车研发团队可以通过模拟纽伯格林北环赛道，以调整某个组件，从而使赛车实现最快圈速。而量产车型研发团队则可以选择穿越黑森林的虚拟旅程，以追求更远的续航里程。“目标不同，但方法相同。”维登布吕根强调说。而且两种开发方向都在推动测试平台技术向前发展。例如，由于温度每变化十分之一度都会对电机产生影响，赛车工程



一天

足以在测试台上完成法律规定的测试循环。

师已经能够极为精确地对测试对象进行调温。量产车型工程师则对优化测试运行的自动化做出了贡献。

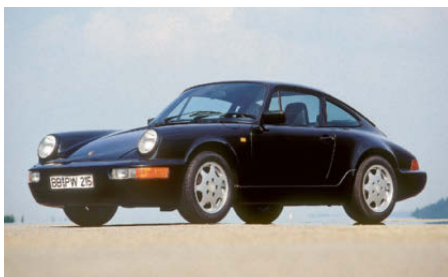
赛车与量产车型技术内部交流专家组

为了共同推动电机的发展，工程师们的会面地点不仅限于测试台。保时捷成立了针对某些组件的内部专家小组，大约每八周开一次会。例如变频器专家组，来自量产车型团队和赛车团队的工程师们能在此互相交流。内部专家小组已经被证明是非常有效的措施。技术专家们在碰面时，所说的第一句话常常是：“我们有一些对各位来说可能很有趣的经验……”。这正是我们建立内部专家小组的目的所在。赛车和量产车型的研发人员应当了解彼此面临的挑战，并就可能的解决方案交换意见。



保时捷双离合变速箱 (1983 年)

为了在不中断牵引力的情况下换挡，保时捷在其 956 赛车中结合了两个变速箱。2009 年，随着控制技术的进步，这种双离合变速箱首次被运用到量产车型保时捷 911 Carrera 4 上。



可控全轮驱动 (1986 年)

20 世纪 80 年代初，保时捷凭借 959 在拉力赛领域取得突破性进展，并在经典的巴黎达喀尔拉力赛中取得了胜利。为成功奠基的是一款程控型全轮驱动车，它可以灵活地将扭矩分配到车桥上。从保时捷 964 代 911 起，保时捷 911 Carrera 4 中也安装了这款驱动系统。



800 伏电压技术 (2014 年)

在缺席了 16 年之后，保时捷于 2014 年凭借革命性的 919 Hybrid 重返勒芒。为了能够更快调用电池中的能量，工程师们采用了 800 伏电压，而非此前常见的 400 伏电压。这款赛车连续三年夺得总冠军，这也充分证明了这一决策的明智之处。2019 年的 Taycan 中也使用了 800 伏电压。

也许最重要的技术转移就隐藏于专家间的沟通之中。“Taycan 团队中很大一部分研发人员来自以前 918 Spyder 的研发团队。”维登布吕根说。此类人事变动在保时捷已习以为常。例如，一位量产车型振动技术专家就曾协助赛车专家研发电动赛车中的减震技术。地理上的近距离同样起着重要作用：保时捷研发中心距离赛车基地仅约 1,000 米。“我们所有人都走一个大门，在一个地方吃饭。”弗西特纳笑着说。他知道：促成首次电动方程式夺冠的许多精彩创意可能就是在魏斯阿赫的食堂中诞生的。

这里不断迸发出改进的灵感——虽然并非所有想法都能得以实现。“如果电动方程式团队也可以自己研发电池，那就太棒了。作为电动车最大发展潜力之一的电池研发领域目前还没有太多进展，而在驱动

Taycan Turbo S

耗电量 (综合):
26.9 kWh/100 km
二氧化碳排放量 (综合):
0 g/km
能耗等级:
德国: A+
瑞士: B

保时捷 911 Carrera 4

油耗 (市区): 12.6 l/100 km
油耗 (郊区): 7.8 l/100 km
油耗 (综合): 9.6 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合):
218 g/km
能效等级: G

方面，我们已经处于非常有利的地位。”弗西特纳深信，“另一方面，电池的竞争可能会对电动方程式锦标赛带来不利影响，因为它会产生高昂的成本，并导致扭曲的竞争。我们在电池技术方面理念颇丰，能让赛车在整个赛季都保持高度竞争力，而这些理念对量产车型可能也很有趣。”

→ 综述

赛车和量产车型：在保时捷，两个领域之间的交流有着悠久的历史。电动车也不例外。Taycan 受益于保时捷从 919 Hybrid 车型所获得的宝贵经验。建立联合专家组这一举措，充分保证了赛车和量产车型研发团队之间在未来也可以快速交换新想法。

进化的力量

文字: Hans Oberländer

更加强劲、更具动态、更添舒适: 新款 911 Turbo S 和 911 Turbo S Cabriolet 是保时捷在跑车联盟中最新写下的惊叹号。大量改进使驾驶乐趣更增安全性与日常实用性。

新

款 911 Turbo S 是汽车中的顶尖“选手”，短跑冲刺是其最大强项，因为这是最适宜其展现完整动力与惊人加速能力的工况：911 Turbo S 通过八速保时捷双离合变速箱变速，从静止加速至 100 km/h 仅需 2.7 秒，加速至 200 km/h 也只需 8.9 秒——比 911 系前代车型快了整整一秒。这款最新顶级 911 的最高时速可达 330 km/h。

另一项新设计便是配备两台可变几何涡轮增压器（VTG）的六缸水平对置发动机。这台双涡轮增压发动机功率达到 650 马力、扭矩达到 800 牛米，相对于前代型号分别提高了 70 马力和 50 牛米。新型发动机基于 992 Carrera 的 3.0 升双涡轮增压发动机。此外还增添了一套经过全面重新设计的增压空气冷却系统、规格加大的对称型 VTG 涡轮增压器以及可电动调节的废气旁通阀和压电喷油阀。由此改善了响应特性、加速性能和功率性能。汽油微粒过滤器优化了尾气排放数据。



2.7 秒

是新款 911 Turbo S 从静止加速到 100 km/h 所需的时间。



330 km/h

为最高时速。

这款保时捷 911 Turbo S 将更上一层楼的动态性展露无遗：它是史上宽度最大的一辆 911。前部加宽 45 毫米，现达 1.84 米；后桥部位加宽 20 毫米，达到 1.90 米。Turbo S 首次采用了不同尺寸的车轮和混装轮胎。其前桥采用 20 英寸的 255/35 轮胎，后桥则采用较为宽大的 21 英寸 315/30 轮胎。这种车轮和轮胎尺寸组合进一步改善了 911 Turbo S 的行驶动态性能。

保时捷主动悬挂管理系统（PASM）可根据路面状况和驾驶方式，以电控方式分别控制每个车轮的减震系统，从而减少了车身的动作。Turbo S 标配 PASM 自适应底盘中的减震器如今更加快速和精准：借助磁力无级调整的控制阀和一款专用软件，可根据行驶情况有选择性地在几分之一秒内准确调整单轮阻尼力。与以往的系统相比，它明显更软，但也可能更硬——在侧倾稳定性、道路附着力、转向特性和可达转弯速度方面均具有相当大的优势。对于

911 Turbo S Cabriolet

油耗 (市区): 15.9 l/100 km
油耗 (郊区): 8.6 l/100 km
油耗 (综合): 11.3 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 257 g/km
能效等级: G



优化的驾驶动态: 911 Turbo S 首次采用不同的车轮尺寸, 并且前后轮均采用混装轮胎 (上方)。保时捷通讯管理系统 (左下) 支持手写识别和语音控制。后扰流板 (右下) 是自适应空气动力学系统的一部分, 可提供足够的动力输出和安全性。

运动型人士：首次推出降低 10 毫米的低位版 PASM 运动型底盘供选购。

提高在湿滑道路上的安全性

四轮驱动和四轮转向确保了可靠的抓地性能，以及上代 911 为世界首创、如今又进一步改进的自适应空气动力特性，可保证更高的安全性。采用新形态、可气动伸展的前扰流板与加大的尾翼使动力输出提高了 15% 的下压力。新增“湿地模式 (Wet Mode)”和“空气制动 (Airbrake)”功能：在湿滑道路上，后

桥的下压力以及轮胎与路面之间的附着系数会增强。在高速下进行紧急制动时，空气制动功能可使前扰流板和尾翼进入高性能位置。提高的风阻和增强的接触压力缩短了制动距离并提高了行驶稳定性。进一步研发的陶瓷制动系统及其直径最大 420 毫米的制动盘具有更强的制动力。

1974 年的首辆保时捷 911 Turbo 可谓汽车领域的一场革新。46 年后，911 Turbo S 已成为进化创造力的典范。比如，911 Turbo S 上标配的磷酸锂铁电池就是一项证明。相对于传统的铅酸电池，其重

911 Turbo S 技术数据



300 勒克斯

是含 84 个独立 LED 的矩阵大灯所提供的照度。

15 %

新型前扰流板和加大尾翼可产生的额外动力输出。

10.9 英寸

保时捷通讯管理系统中央屏幕的对角线尺寸。

570 瓦特

具有 12 台扬声器的标配 BOSE 环绕音响系统功率。



911 Turbo S

油耗 (市区): 15.5 l/100 km
油耗 (郊区): 8.6 l/100 km
油耗 (综合): 11.1 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 254 g/km
能效等级: G

史上宽度最大的一辆 911。创新还体现在混装轮胎上。

1,840 毫米
前部宽度

20 英寸
前轮直径

1,900 毫米
后部宽度

21 英寸
后轮直径

新研发的发动机基于最新的 911 Carrera 发动机，并在性能上有重大飞跃。

650 马力

800 牛米



1974 年

保时捷推出一款高性能跑车，该车在性能和豪华性方面树立了标准：911 Turbo 3.0 的 3 升排量可达到 260 马力，从而使最高时速达到 250 km/h。这款车型因此在很长时间内都是全德国最快的公路跑车。



1995 年

993 世代的 911 Turbo 创造了跑车制造业的新亮点：现已为标配的 3.6 升 408 马力四轮驱动发动机百公里加速时间 4.5 秒，最高时速 290 km/h。



2009 年

首款全面重新设计、功率达到 500 马力的涡轮增压发动机配备了汽油直喷功能，与前代车型相比可降低多达 16 % 的油耗。

量轻得多，并具有更高的电压稳定性和明显更低的内阻。对于驾驶员来说，这意味着响应时间得以缩短，而且可以更频繁地启用节油起/停功能。因为更强大的蓄电池即使在低电量情况下，也能维持高能耗电气系统（例如在内燃机关闭期间运行音响系统）运行明显更久。

标配 LED 矩阵大灯具有深色的内部灯罩，甚至可选配颜色更为深邃的设计，从而突显了 Turbo S 的醒目外观。该模块可提供 300 勒克斯以上的照度和多种功能。光程和弯道照明可以单独进行动态控制。高速公路照明、雾灯和恶劣天气照明灯以自定义方式照亮视野，有针对性的调光可防止路牌反光眩目。

十二台扬声器使驾驶室变为音乐厅

911 Turbo S 的内部同样让人感受到革新性的进步。保时捷通讯管理系统 (PCM) 及在线导航将直观的控制与诸多信息娱乐选项合为一体。用两根手指滑动、放大、缩小或旋转屏幕显示——对于 PCM 完



12.75 公斤

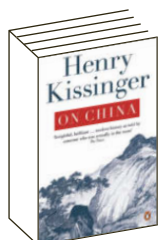
保时捷 911 Turbo S 的电池重量。磷酸铁锂电池首次投入使用，使车载电池重量减少了一半以上。

全不在话下。此外，屏幕还可识别手写内容，并且还可通过语音控制方便地使用许多功能。新型的选配隔音玻璃不辱其名，提高了将驾驶室用作音乐厅时的享受：BOSE 环绕音响系统总功率达 570 W，可通过十二台扬声器呈现出出色的声音效果。极致运动气质和豪华舒适体验：保时捷 911 Turbo S 将通常矛盾的特性结合为一。音响系统、GT 运动型方向盘、碳纤维内饰、Sport Chrono 组件在出厂时均已配备，适合长途驾驶的舒适型真皮座椅也不例外。其独特的缝线令人回想起首款 911 Turbo。

与最新的 911 Carrera 车型一样，新款 911 Turbo S Cabriolet 在软篷打开时的空调系统功能也有了显著改善。新功能包括在打开软篷后，自动恒温空调会自动进行调整和控制。考虑到外部温度、阳光照射和其他诸多参数，风扇控制、温度控制和内部空气分布可依据具体情况自行调适。

保时捷 911 Turbo S 当然绝对满足日常之需，但它首先更是一款让人超越日常的理想之车。 ◀

丰富知识



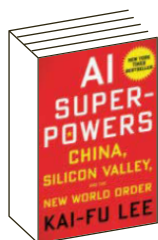
传统和挑战

美国前国务卿基辛格是一位出色的“中国通”。他在书中讲述了中国前朝各代至当今社会的历史——部分内容基于他本人与当今“超级大国”政治领导人的往来经验写成。

《中国论》(China)

亨利·基辛格 (Henry Kissinger)

众神殿出版社 (Pantheon)



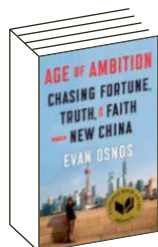
人工智能 (AI) 超级大国间的较量

AI 专家、投资人李开复在他的畅销书中带领读者一窥人工智能的未来前景，一探中美“AI 超级大国”间的龙争虎斗。这是一本有关 21 世纪科技与生活的好书，内容引人入胜。

《AI 未来》(AI Superpowers)

李开复

Mariner Books 出版社



无限的中国梦

记者欧逸文被认为是最了解当今中国的“专家”之一。为了撰写这本书，他与许多人谈起了他们的希望和期待。他与身在猎寻财富途中的幸运骑士畅谈，并与知名人士并肩同行。

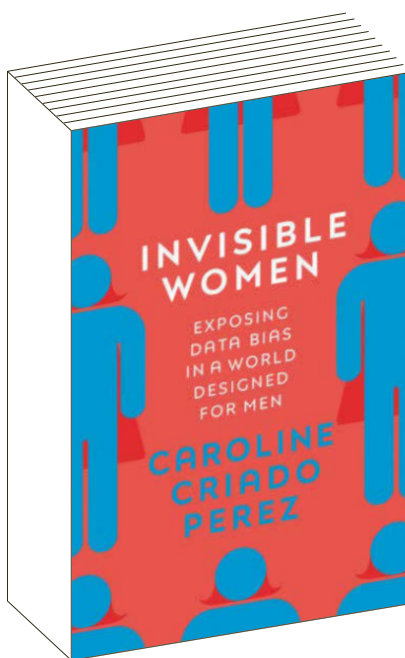
《野心时代：在中国追求财富、真相和信仰》

(Große Ambitionen)

欧逸文 (Evan Osnos)

Suhrkamp 出版社

扩展视野



被忽视的另一半人口

作者卡罗琳·克里亚多·佩雷斯的立论点在于：我们的世界是由男人为男人设计的，另一半人口则往往被忽略，其表现为比如科学数据统计中所存在的性别差异。

《隐形女性》(Unsichtbare Frauen)

卡罗琳·克里亚多·佩雷斯

(Caroline Criado-Perez)

btb出版社

“一本关于全世界的书，也是全世界必读的书。”

奥地利广播集团
(Österreichischer Rundfunk)



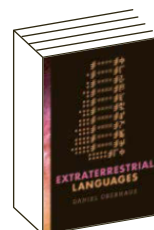
如何轻松搞定

本书承诺：“脑洞大开，但真正为各种生活场景提供科学的解决方法”。兰德尔·门罗认为，在寻求问题解决方法的道路上，除了正确和错误的方法外，还有明显脑洞大开的方法。他新出版的畅销书恰恰为这种方法正名。

《how to: 这么做，就对了》(how to)

兰德尔·门罗 (Randall Munroe)

企鹅出版集团 (Penguin)



与外星人侃大山

如果有一天真的遇到外星人，我们将如何与他/她/它们对话？《连线》(WIRED) 杂志特约撰稿人丹尼尔·奥伯豪斯在他的书中研究了各种可能性，其中包括数学和艺术领域。

《外星语言》(Extraterrestrial Languages)

丹尼尔·奥伯豪斯 (Daniel Oberhaus)

MIT出版社 (麻省理工学院出版社)

给藏在我们心底的童真



① 可组装的运动相机

模块化运动相机 Insta360 影石 ONE R, 只需几个简单步骤即可拆卸或重新组装。带显示屏的操作模块和摄像模块安装在电池模块上。根据不同配置, 用户可进行广角或 360 度拍摄 (照片和视频)。这款相机在中国广受欢迎。

Insta360 ONE

www.insta360.com



② 游戏编程入门

亲自为iPad编写简单的视频游戏: Arcade Coder 使这一想法成为可能。年龄在六岁以上的儿童均能通过操作板上的

144 个可编程 LED 按钮, 掌握基本的图像和游戏编程知识。

Arcade Coder

www.techwillsaveus.com/shop/arcade-coder

智慧消遣

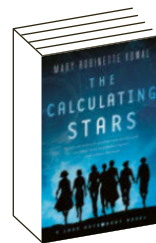


① 不为人知的女英雄

这部获得多项奥斯卡提名的电影聚焦三位非裔美国女性数学家——凯瑟琳·约翰逊 (Katherine Johnson)、多萝西·沃恩 (Dorothy Vaughan) 和玛丽·杰克逊 (Mary Jackson)。在美国种族隔离时期, 她们在“有色人种计算机师” (Colored Computers) 部门为美国宇航局 (NASA) 的“水星和阿波罗计划”承担重要数据的演算工作 (“Computer” 一词当时也可以指进行计算的人)。

《隐藏人物》(Hidden Figures)

导演: 西奥多·梅尔菲 (Theodore Melfi), 2016 年



克服一切阻力

上世纪 50 年代, 一颗陨石击中美国东海岸。在这部屡获殊荣的小说中, 女数学家兼飞行员埃尔玛·约克 (Elma York) 意识到, 随之产生的气候变化将使地球变得无法居住。她加入了国际航天联盟 (International Aerospace Coalition), 希望成为历史上第一位女航天员, 这一举动打破了那个时代所有的刻板印象。

《计算之星》(The Calculating Stars)

玛丽·罗比尼特·科沃尔 (Mary Robinette Kowal)
TOR 图书出版社



中国家用：“C88”车型外观设计以中国文化元素为导向。

1994 年 保

仅用短短四个月的时间，保时捷工程集团就针对中国市场研发出了一套家用车概念方案。匠心打造的“C88”共有三款车型。它的设计和技术与初具雏形的中国汽车市场的需求相呼应。中国员工也参与到了研发工作中。

保时捷工程集团在中国开展研发项目的传统延续已久。1994 年 11 月，应中国政府邀请，保时捷工程集团与其他多家国际汽车原始设备制造商一道，在于北京举行的“家用轿车大会”上发表了一篇研究报告，详细探讨了适合中国当时正处于起步阶段的汽车市场的轿车车型。

“C88”车型概念研发仅用时短短四个月便大功告成。该系列原计划在中国市场上引入三款车型。经济实惠的四座入门级车型配有两道车门、功率为 35 千瓦的四缸汽油发动机和四速手动变速箱，售价约 45,000 元人民币（约合 4,000 欧元）。标准车型配备相同的发动机，车身较入门级车型而言略为宽大；根据配置不同，价格在 60,000 至 65,000 元人民币（约合 5,800 欧元）之间不等。豪华车型的空间更大，售价约为 80,000 元人民币（约合 7,000 欧元），配备有四道车门、功率为 50 千瓦的发动机和五速手动变速箱。四速自动变速箱也可以作为特殊选装配置提供。

为迎合中国顾客的喜好和品味，研发人员不仅通过与中国专家和记者的交谈获取有用的信息，

他们还让来自中方的一名技术人员和一名设计师参与到该项目的研发工作中。

最终，一辆线条简洁流畅、安全性能极高、品质优良、生产难度相对较低的轿车诞生了。轴距长、外悬短的设计比例着眼未来；15 英寸的钢制车轮能够确保行驶舒适性。车辆内饰符合人体工程学原理，专为中国消费者量身打造。其中主要采用易于护理的表面材料，宽敞的内部空间也带来了家一般的舒适享受。车辆的美学灵感则来源于中国文化元素。

当时，人们在展览用车上苦苦寻觅保时捷车标，最终“无功而返”。取而代之的是车身前部的三个圆圈，象征着中国的计划生育政策。这一车型的命名也与“中国”息息相关：“C”代表“中国”（China），数字“88”在中国则代表“好运”。但最终，中国政府并没有给保时捷工程集团或其他任何汽车公司机会。因此，在位于斯图加特的保时捷博物馆里保存着现今唯一的一辆“C88”样车。

Porsche Engineering

杂志
2020 年
第 1 期



法律声明

发行人

Porsche 工程集团有限公司
Michael Merklinger 先生

出版主管

Frederic Damköhler 先生

项目主管

Caroline Fauss 女士

编辑部

德国柏林 Axel Springer Corporate Solutions GmbH & Co. KG

主编: Christian Buck 先生

项目管理: Marie Fischer 女士

图片编辑: Farimah Justus 女士、Gesche Wendt 女士

作者

Richard Backhaus 先生、François Baumgartner 先生、Jost Burger 先生、
Andreas Burkert 先生、Constantin Gillies 先生、Thomas Kern 先生、
Chris Löwer 先生、Hans Oberländer 先生

客座作者

Yuval Noah Harari 先生

美术编辑

Christian Hruschka 先生、Juliane Keß 女士、Maria Christina Klein 女士

翻译

德国柏林 RWS Group Deutschland 有限公司

联系方式

Porsche Engineering Group GmbH

Porschestraße 911

71287 Weissach

电话: +49 711 911 0

传真: +49 711 911 8 89 99

网址: www.porsche-engineering.de

生产

德国柏林 Herstellung News Media Print 公司

印刷

德国伊门施塔特 Eberl Print GmbH 有限公司

读者服务

您的地址已更改, 或者您的同事同样希望定期收到《Porsche Engineering》杂志?

请将公司、姓名和地址发送至:

magazin@porsche-engineering.de

如无特别说明, 图片均来自: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

第 1 页: Getty Images; 第 4 页: Claudia Klee 女士 + Julia Gonser 女士、Alexander Babic 先生、Kai Hartmann 先生; 第 10 页: Jacob Wagner 先生; 第 11 页: Kai Hartmann 先生、
Florian Müller 先生、Getty Images、Tencent、Valerio Pellegrini 先生; 第 25 页: Getty Images; 第 28 页: Tim Griffith 先生; 第 29–31 页: Tencent; 第 34 页: Claudia Klee 女士 +
Julia Gonser 女士; 第 40 页: Getty Images; 第 49 页: Science Photo Library/Gustoimages; 第 69 页: © 2017 Twentieth Century Fox

保留所有权利。增印或对此杂志的部分内容进行翻印需征得版权所有人的许可。

本刊编辑部不承担退回任何主动投稿的材料义务。

保时捷工程集团有限公司是保时捷股份公司的全资子公司。

PORSCHE DESIGN

**FROM ZELL AM SEE TO LOS ANGELES.
AT THE PUSH OF A BUTTON.**

Always ready, wherever you are in the world. The innovative Porsche Design 1919 Globetimer UTC defines a new generation of travel watches and excites with a groundbreaking switch mechanism that sets new standards: the current time zone can be adjusted in one-hour segments by means of a pusher, without losing the exact time setting [min/sec].

1919 GLOBETIMER UTC

PORSCHE DESIGN WERK 04.110 CALIBER

www.porsche-design.com/GlobetimerUTC

