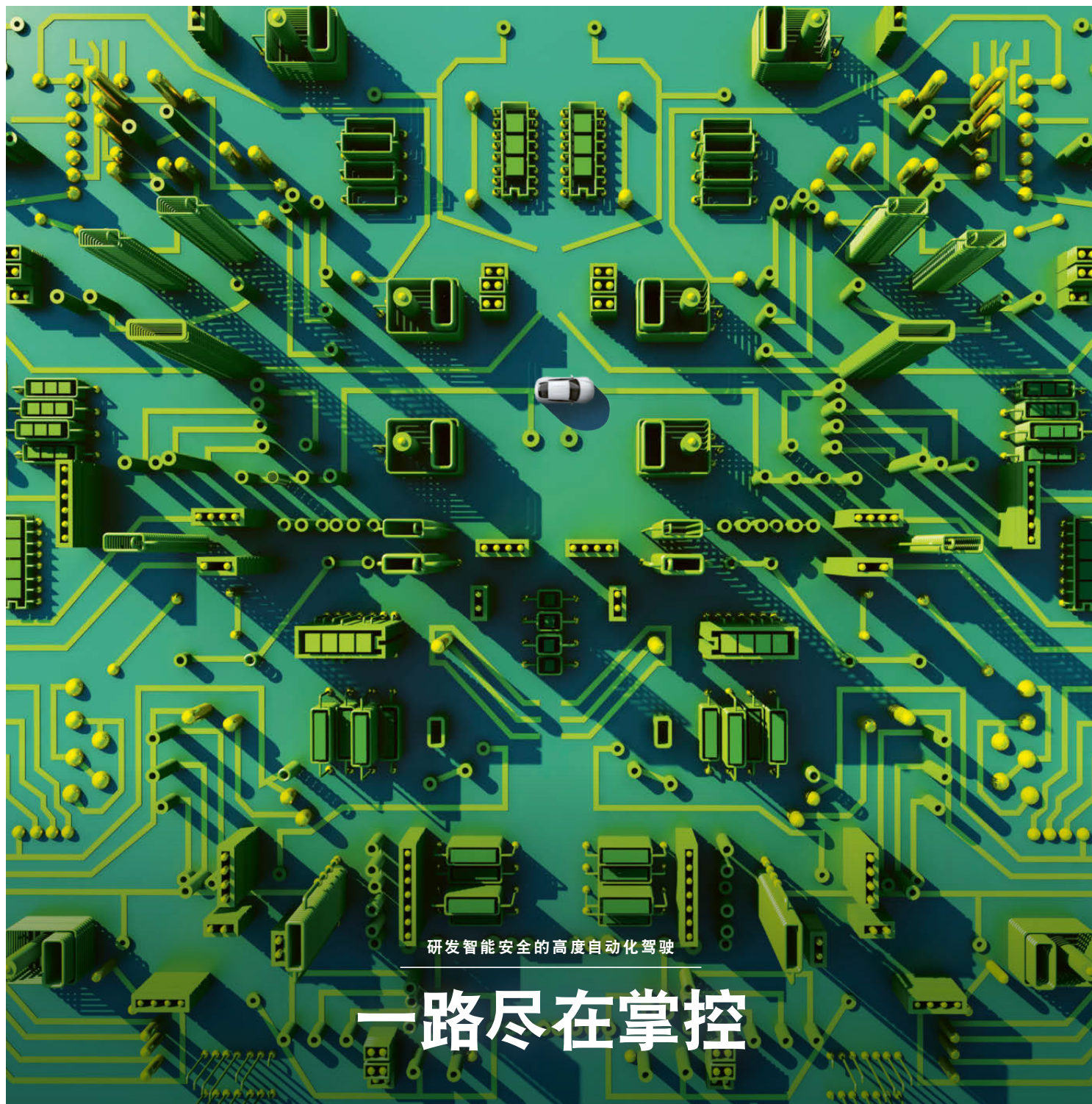


Porsche Engineering

杂志
2022年
第1期

www.porsche-engineering.com



研发智能安全的高度自动化驾驶

一路尽在掌控



没有故事生来精彩

新款 Macan S 率性敢为



PORSCHE



罗鹏
保时捷工程集团总经理

亲爱的读者朋友们：

我是一名狂热的科幻小说迷。鼎鼎大名的科幻小说家如儒勒·凡尔纳 (Jules Verne)、艾萨克·阿西莫夫 (Isaac Asimov) 和安迪·威尔 (Andy Weir)，他们所写的故事让人读之精神振奋，忍不住畅享宇宙、时间与思想的无穷奥妙。对我来说，这至关重要。因为开发设计一项新事物的前提，就是首先要在想象中为其搭建骨架并增添血肉。而这正是这些伟大的科幻作家们所做的。他们设想了一个美好的未来，在这个未来当中，人类目前尚不能至的技术在积极地影响着、决定着人们的生活。我们作为工程师，也在通过不断质疑现状来塑造未来。

除了上述这些予人希望、构建理想世界的小说，还有一些反乌托邦作品也同样让我着迷，比如乔治·奥威尔 (George Orwell) 的《1984》或奥尔德斯·赫胥黎 (Aldous Huxley) 的《美丽新世界》。在这些书中，未来世界黑暗、压抑、让人窒息。它们所描绘的未来再也不是那个让人心向往之的世界，而更像是一个警世寓言，以犀利的笔触，呼吁我们担起责任，改变现状。比如人工智能，现在看来自然是一个强大无比的工具，但我们对它应该采取理智使用的态度。人工智能和其他技术已经为我们的交通、社会，乃至全人类创造了巨大的附加价值。

众多过去的虚构，现在已经成为现实。那么，问题就来了。我们现在是否已经让科幻文学中的创意悉数化为现实，以致于未来再也不会遇到什么让我们惊喜万分的突破了呢？

对此，我坚信：绝对不是的。我们还远没有抵达现实的终点。只要我们能想得够远，只要我们稳步发展，只要我们始终以最佳方式运用技术，我们就可以一直走下去，走上一条通往可持续未来的道路。我们是客户忠诚而强大的技术伙伴，将秉持初心，与您走向未来。我们坚信，我们研发的高度自动驾驶等功能，在并不遥远的未来，能够送您到所有想去往的地方。

这就是我喜欢科幻小说的原因。这种天马行空、五彩斑斓的想象力将持久地激励着我和我在保时捷工程集团的精英团队成员们。我衷心希望，您在阅读本刊的时候，也能感受到未来与科技的刺激与魅力！

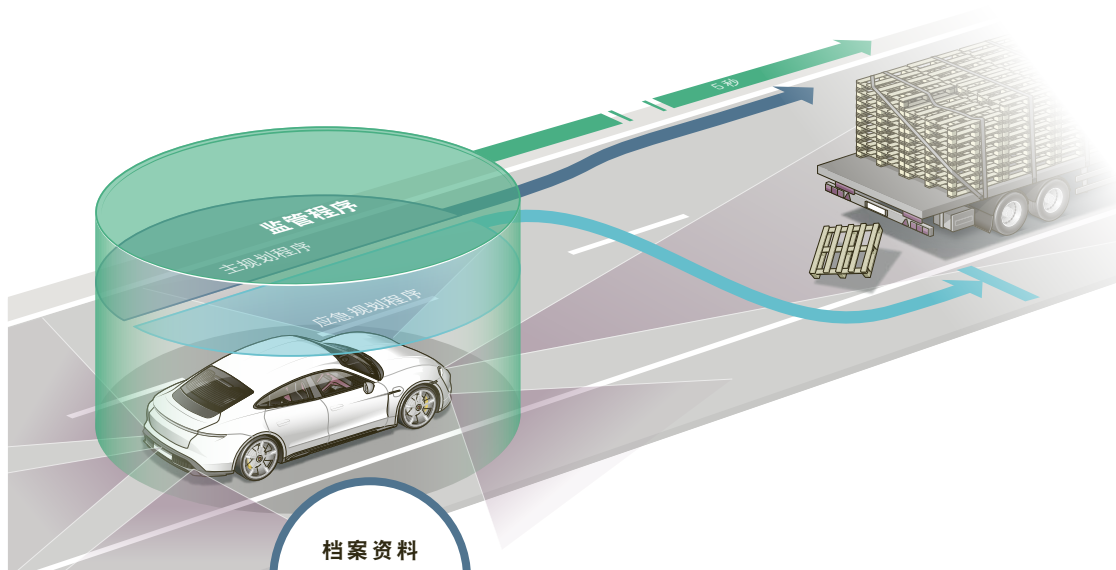
此致

Dirk Lappe



关于保时捷工程集团：保时捷工程集团有限公司是汽车行业的国际技术合作伙伴。作为保时捷股份公司的子公司，该集团致力于为客户开发未来的智能网联汽车——包括功能和软件。超过 1,500 名工程师和软件开发人员全力推进最新技术发展，例如在高度自动驾驶功能、电动出行和高电压系统、网联系统和人工智能等领域。他们将成立于 1931 年的费迪南德·保时捷 (Ferdinand Porsche) 设计工作室的传统发扬光大，积极开发未来的数字化汽车技术。为此，他们将深厚的汽车专业知识与数字化和软件能力融会贯通。

10
双重规划：
冗余系统使高度
自动化驾驶功能
更加安全。



档案资料

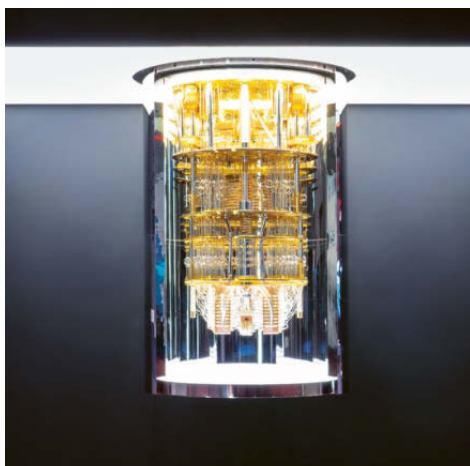
10 - 29



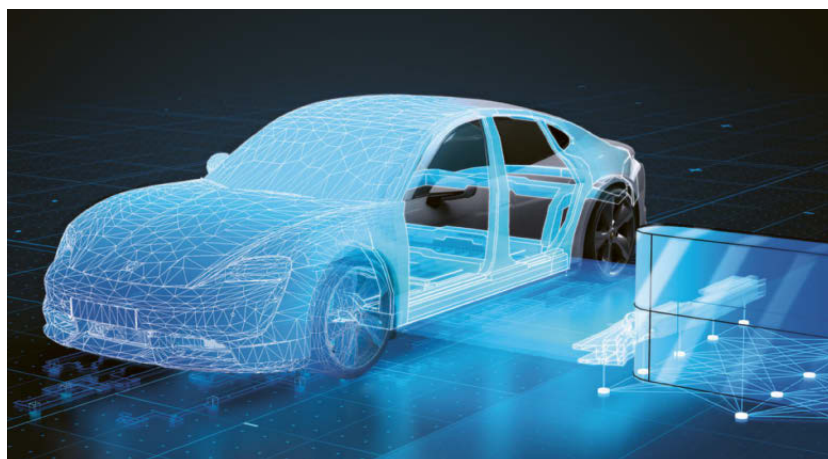
16 团队合作：结合虚拟和真实方法，跨国合作验证高度自动化驾驶功能。



42 人体工程学设计：保时捷工程公司为林德物料搬运公司的前移式叉车设计了一款全新的多功能操纵杆。



30 人工智能加速器：量子计算机等新技术未来有望加快运算速度。



36 以智能体实现优化：强化学习和神经网络在侧裙板设计中节省时间和计算量。

档案资料： 高度自动化驾驶

03 寄语
04 目录
06 新闻

10

监管带来的安全

在高度自动化驾驶功能中，并行系统可观察周围环境，并在危急情况下决策应采取何种行动

16

仿真，验证复杂性的解决之道

紧密结合虚拟和真实测试：保时捷工程公司由此为高效而可靠的验证过程创造了基础

24

动态开发

“Jupiter”平台实现高度自动化驾驶功能的快速研发和验证

28

科学 vs. 幻想

自动驾驶车辆在电影中早已不是新鲜事物。但编剧们的设想究竟有多现实呢？

趋势与技术

30

经历质的飞跃

超大型图形处理器、光子计算机和量子计算机等新技术未来有望加速人工智能运算

表现业绩和专业技术

36

双重优化

强化学习智能体和神经网络可改善侧裙板碰撞特性

42

一手操作

保时捷工程公司与林德物料搬运公司合作研发了一款多功能手柄，使操作者无需左右摸索，即可使用所有功能

深入洞察

48

绅士的破纪录之旅

詹马里亚·阿格姆驾驶其电动车“Blizz Primatist”在纳尔德奥技术中心的赛道上创造了七项世界纪录

保时捷和产品

54

任务：开创未来

保时捷在 2021 年 IAA MOBILITY 车展上发布了其对客户赛车运动的全电动车辆愿景：Mission R

跳出思维定式

60

跳出思维定式

给思想者、钻研家和科技迷的推荐

时光回溯

62

为顶级而生的美

1946 年，保时捷接到开发 360 型“Cisitalia”的订单。这成为保时捷以自家名义设计跑车的奠基之作



作者

16 约兰达·冯·哈根 (Yolanda vom Hagen) 是自由摄影师，活跃于工业、室内、人像和节庆活动等领域。她已经在上海生活了十二年。



30 克里斯蒂安·迈尔 (Christian Meier) 是记者、书籍作者，经常撰写关于科学、数字化和人工智能的文章。



36 尤里·克鲁巴斯克 (Jurij Chrubasik) 是来自柏林的 3D 专家和信息图表设计师他的专长是医学和技术插图。



高涨的需求：中国是保时捷最重要的市场之一。



“通过在中国设立新的研发基地，我们向更好地认识和了解当地客户的需求迈出了关键的一步。”

奥博穆博士，
保时捷股份公司董事会主席

亚洲的进一步增长

保时捷提高研发和装配能力

保时捷正专注于进一步拓展亚洲市场，并在当地增强其全球研发和装配能力。保时捷一向坚持在海外设立研发基地，从明年起，该基地将落户中国。

新的研发基地是对年初在上海设立的保时捷数字公司的补充，也进一步拓展了保时捷工程集团在中国市场的研发链条。

保时捷工程集团在中国开展业务已逾25年。自2014年以来，位于上海安亭的子公司与本地客户一起在此开展工程项目，主要研究领域涵盖底盘、电气/电子、高压系统充电和软件研发。除了中国的整车厂商之外，大客户还有大众集团旗下的各家公司。通过在中国增强研发能力，保时捷计划更好地满足其最大单一市场的客户需求，

并及早将其转化为研发动力。保时捷股份公司董事会主席奥博穆博士 (Oliver Blume) 表示:“好奇心、不断学习和对细节的追求令我们无限趋近完美跑车。通过在中国设立新的研发基地,我们向更好地认识和了解当地客户的需求迈出了关键的一步。”

中国是全球最大的电动汽车市场,并且正在逐步成为高度自动化驾驶等领域的领导者。最迟到 2025 年,智能网联汽车 (ICV) 就会成为中国道路上常见的身影。到那时,所有车辆都能实现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% 的车辆将会实现高度自动化,10% 的车辆甚至能够完全自动驾驶。

“在中国,最重要的就是快速反应,这里一切的节奏都更快。”保时捷工程集团中国子公司总经理库特·施威格 (Kurt Schwaiger) 说,“保时捷工程上海有限公司致力于为中国整车制造商以及包括保时捷在内的大众汽车集团研发各种解决方案。在嘉定区安亭镇的子公司总部,目前大约有 120 名工程师负责电动汽车领域的研发。未来我们还将研发更多针对中国市场的数字化功能。”其中包括比如将微信或支付宝等移动设备功能集成到汽车中。另外,保时捷也在全力研发高度自动驾驶技术。“面向中国市场自动驾驶的研发和测试必须依赖于中国本土的交通基础设施的环境。”施威格说。

保时捷数字公司和保时捷工程集团在中国开展紧密合作。“我们擅长研发与车辆有关的功能,而保时捷数字公司则在后端

系统以及整合音乐、新闻、天气和地图服务等内容供应商方面颇具优势。”保时捷工程集团智能网联汽车研发总监约阿希姆·比绍夫 (Joachim Bischoff) 解释道,“双方团队通力合作,更加快捷高效地在中国开展新的项目。”

除了中国之外,东南亚也是世界上最具活力的市场之一,拥有巨大的增长和创新潜力。保时捷也正在扩大其在东南亚的影响力:公司与其长期合作伙伴森那美有限公司 (Sime Darby Berhad) 在马来西亚设立生产工厂。这间工厂扩大了保时捷的欧洲生产网络,并将从 2022 年起生产专门为马来西亚市场设计的 Cayenne 车型。

虽然面临重重困难,2020 年,保时捷在这一拥有众多跑车爱好者的市场的交付量,依然比前一年增加了 9%。作为东盟 (东南亚国家联盟) 的创始成员国,马来西亚具备良好的商业和研发环境。此外,这个岛国还拥有发达且成熟的汽车市场。 ◀



“在中国,最重要的就是快速反应,这里一切的节奏都更快。”

库特·施威格,
保时捷工程集团中国
子公司总经理



“双方团队通力合作,更加快捷高效地在中国开展新的项目。”

约阿希姆·比绍夫,
保时捷工程集团智能网
联汽车研发总监

25

年前,
保时捷工程公司开始
在中国开展业务。

120

多名工
程师目前在保时捷工程公司
的中国子公司工作。

15%

在中国行驶的车辆,
最迟到 2030 年将会实现高度自动化,
10% 的车辆甚至能够完全自动驾驶。

保时捷博物馆展览

独家视界



保时捷博物馆在 2021 年 8 月至 12 月初举办“魏斯阿赫保时捷研发 50 年”（50 Jahre Porsche Entwicklung Weissach）特别展览，全方位深入展示魏斯阿赫这半个世纪的研发活动。作为保时捷研发的一部分，保时捷工程公司在此回顾了一系列重大客户研发项目，并介绍了各种极富吸引力的故事、车辆和创新。

创新网络的扩展

在蒂米什瓦拉设立新的研发基地

保时捷工程公司在罗马尼亚设立了第二个研发基地。通过在蒂米什瓦拉 (Timișoara) 设立新的研发基地，该公司进一步扩展创新网络，为未来智能网联汽车的研发工作做好准备。2021 年，这个办事处已雇用了大约 30 名员工；从中期来看，这一数字有望增加到 200 名。其中首要的招募对象是软件开发人员，他们将在蒂米什瓦拉负责攻关高度自动驾驶功能、机器学习和虚拟能源管理等趋势性课题。新的办事处扩大并补充了保时捷工程公司在罗马尼亚克卢日-纳波卡 (Cluj-Napoca) 的另一个办事处的数字化能力；克卢日-纳波卡办事处成立于 2016 年，目前共有 250 多名员工。“我们在罗马尼亚的技术活动，是一个令人印象深刻的成功故事。在克卢日-纳波卡获得的稳定增长，以及大量高素质的功能和软件专家储备，促使我们考虑在罗马尼亚设立第二间办事处。”保时捷工程公司总经理罗鹏 (Dirk Lappe) 表示。蒂米什瓦拉拥有多所科技大学，可提供绝佳的环境。“我们计划与蒂米什瓦拉理工大学 (Polytechnic University) 和西部大学 (West University) 建立联系，以发起各种联合项目。”保时捷工程罗马尼亚分公司总经理马吕斯·米哈伊洛维奇 (Marius Mihailovici) 解释说。





NTC 举办研讨会

基于场景的测试

纳尔德奥技术中心 (Nardò Technical Center, 简称 NTC) 与 Leane International 和 AB Dynamics 这两家企业合作, 于 2021 年 9 月组织了“基于场景的测试研讨会” (Scenario Based Testing Workshop)。这次活动面向大众汽车集团内部和外部的客户, 以及全球各大一线整车厂商。与会者得以了解到业界最新技术现状, 主题涵盖自动驾驶系统、相关配置, 以及架设基于场景的测试环境的能力。从仿真到实际测试——各种案例研究首先在虚拟环境中借助模拟器进行, 然后将经由多车道公路并行驾驶、变道、会车和高速公路驶入过程, 完成上路验证。该活动还提供机会展示 NTC 最近在基础设施方面的投资, 以及在驾驶辅助系统/高度自动驾驶 (FAS/HAF) 领域更加完备的测试能力和技能。例如, NTC 已将其测试车道之一改建为“智能动态区域”, 从而能对联网和自动驾驶车辆进行测试。此外, FAS/HAF 工程团队也得到了扩充。

对罗马尼亚的社会承诺

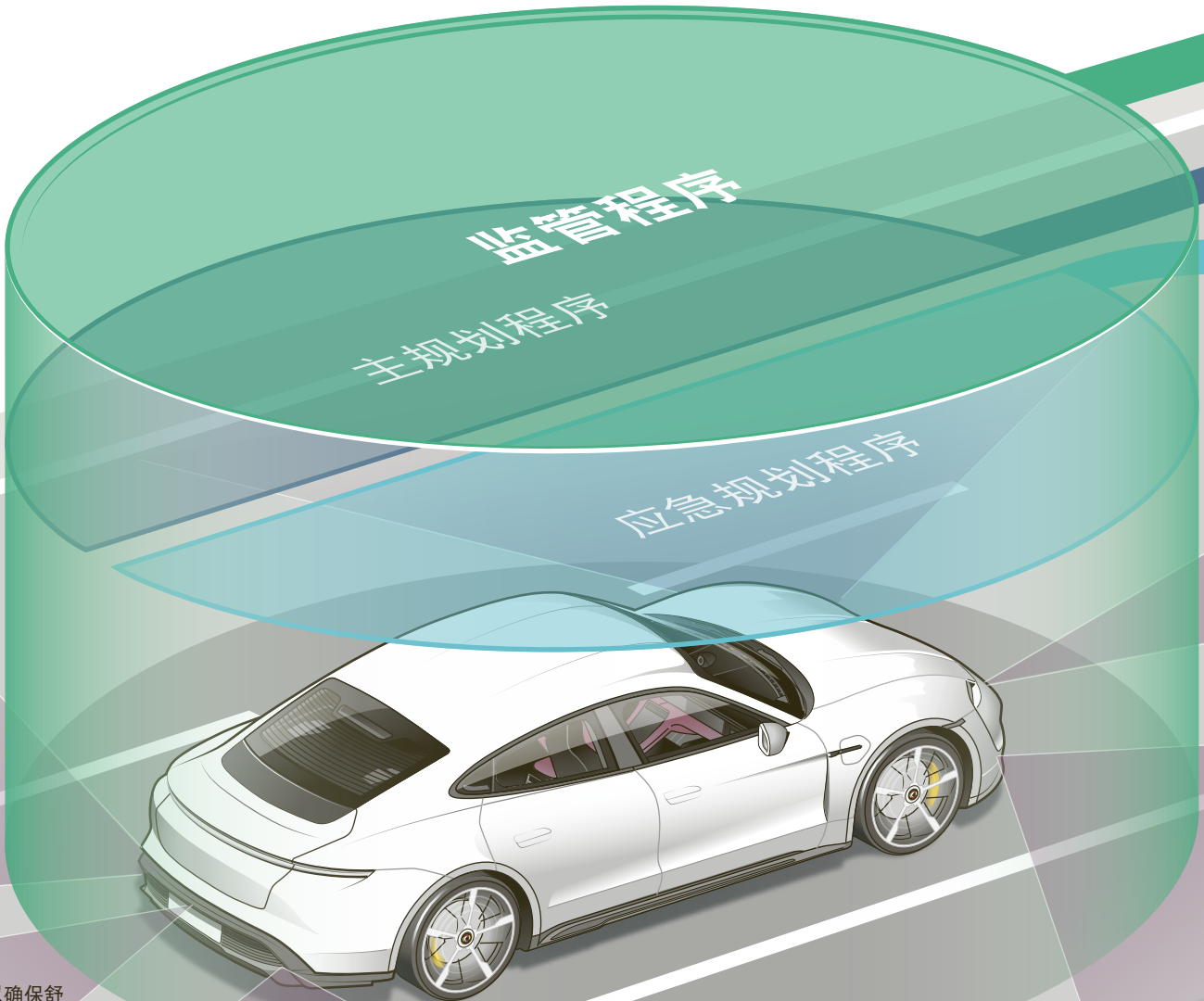
支持儿童和大学生

保时捷工程罗马尼亚分公司支持诸多项目, 以援助当地社区并改善员工福利。例如, 该公司是里梅泰亚乡 (Rimetea) 特拉斯克乌山脉越野跑 (Trascău Trail Run) 活动的主要赞助商, 许多员工也在 2021 年参加了这一活动。此外, 保时捷工程罗马尼亚分公司还向“小人物” (Little People) 协会捐赠了 8,000 欧元, 用于支持克卢日-纳波卡 (Cluj-Napoca) 肿瘤医院翻新其儿童游乐室与治疗室。在与特兰西瓦尼亚计算机应急响应小组 (CERT Transilvania) 协会的合作中, 罗马尼亚保时捷工程公司激励儿童进行创造性思考, 并筹集了 3,000 欧元用于为儿童购买技术设备。在学术教育领域, 公司支持 10 名大学生进入全球首家基于模型的学院学习建模技术。

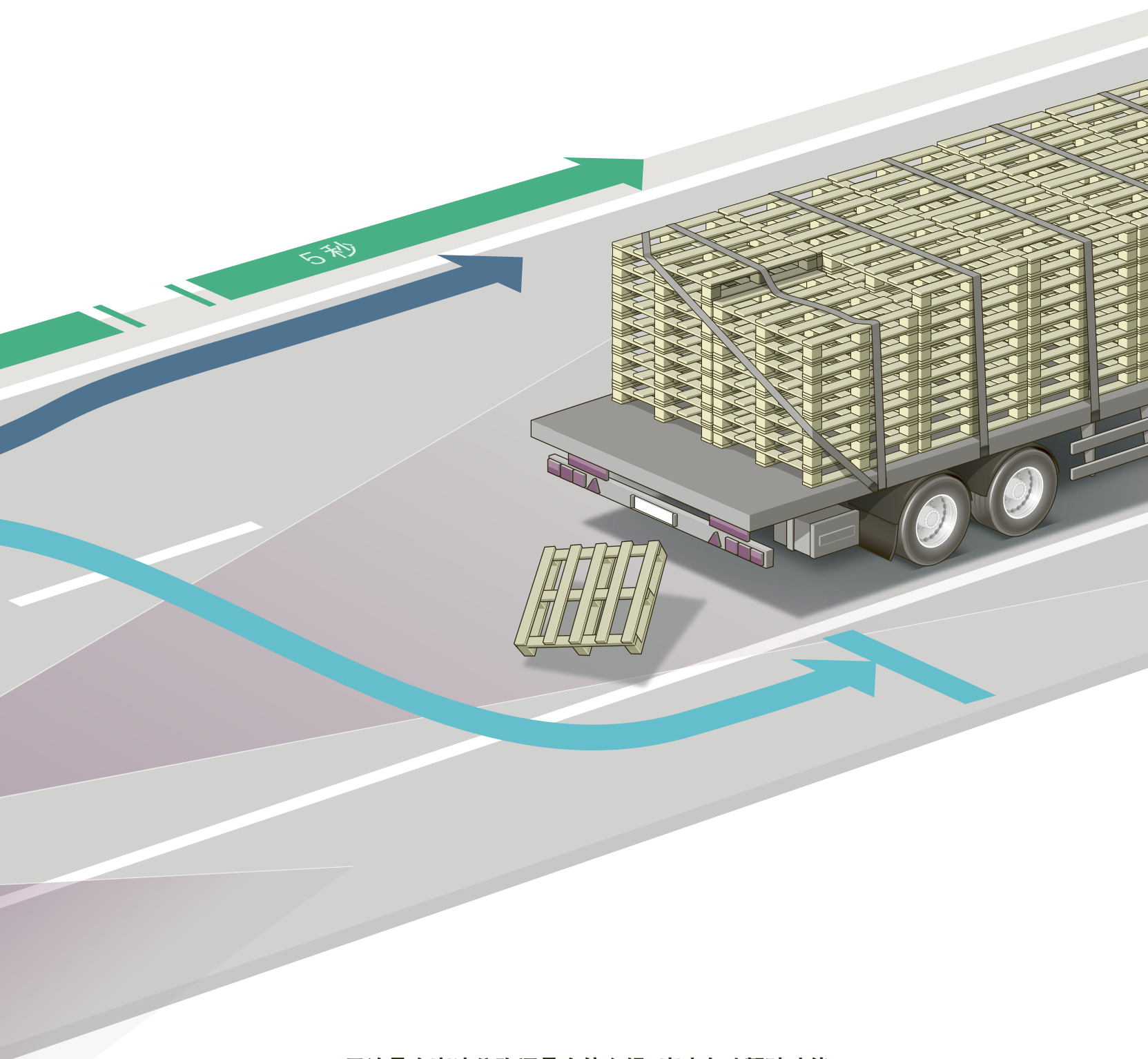


监管带来的安全

作者：Constantin Gillies 插图：Andrew Timmins



并行系统：
主规划程序以确保舒适为主，应急规划程序负责计算出一条能迅速将车辆带入安全位置的轨迹，监管程序则会针对各种具体情况做出最安全的选择。



无论是在高速公路还是在停车场，高度自动驾驶功能必须任何情况下都能安全可靠地工作。冗余是开发人员实现这一目标的方法之一：并行系统可观察周围环境，并在危急情况下决定应采取哪种行动。

前

方行驶的一辆卡车上突然有货物掉落。一个未载货的托盘突然落到路面上，并堵塞了车道。如今的驾驶员们在遇到这种事情时仍不免一阵胆战心惊，但未来的高度自动化车辆却能轻松掌控局面。因为它会同时使用三个并行系统来工作：主规划程序负责正常的驾驶操作，并确保舒适为主，其制动和加速都很平稳；第二个系统是“应急规划程序”，它负责同时计算出一条在必要时能迅速将车辆带入安全位置的轨迹；第三个系统是“监管程序”，它会持续检查主要路径和应急路径上是否存在风险，并针对具体情况做出最安全的选择。因此，意外掉落的托盘对于高度自动化的车辆来说根本不是什么问题。毕竟，即使主规划程序忽略了障碍物，车辆也可凭借应急规划程序安全地避开它，或者在无法绕过的情况下停泊到车道边缘。

这样的情景可能很快就会成为现实，因为保时捷工程公司正在全力以赴，尝试借助这一方式，使高度自动驾驶（HAD）功能变得安全可靠。这一方式的关键策略称为“分解”（decomposition）：车辆不是由单一系统控制，而是使用多个规划程序以及监管程序作为并行的控制系统。“这些系统共同协作，可实现比单一系统高得多的故障安全性。”保时捷工程公司驾驶辅助系统开发团队负责人扬·古特布罗德（Jan Gutbrod）解释说。

“最大的挑战是做到真正自如应对所有能够设想到的情况。”保时捷公司 ADAS/HAD 项目部负责人阿尔布雷西特·博蒂格尔（Albrecht Böttiger）总结道。换言之：整个系统必须能够应对不同类型的车辆

和驾驶风格，识别不同颜色的道路标志——即使已经老旧风化——并安全避开各种已知和未知的障碍物。为此就需要三个子系统的协调协作，而且必须通过测试和道路试验。

技术上严格分离的系统

在航空等领域，人们早已学会使用并行系统。然而，它们能达到多高的安全性，关键取决于技术设计。“为了实现真正的冗余，重点在于不仅仅是单纯地对系统加以复制。”大众汽车集团旗下软件和技术公司 CARIAD 的系统工程与架构部总监安德烈亚斯·纳格勒（Andreas Nagler）强调说。这意味着：各个实体必须在技术上相互分离，即每个实体必须各有自己的硬件、软件和数据源。必须如此才能最大限度减少所谓的“共同原因”（common cause）故障——即由同一原因引起的故障。

例如，为了实现这种技术上的分离，监管程序只使用目标物体列表来了解周围环境情况。这类目标物体列表由车辆传感器自行创建。例如，雷达传感器可以提供附近所有可探测到的车辆或物体的列表，包括它们的运动方向。而主规划程序和应



**“这些系统共同协作，
可实现比单一系统高
得多的故障安全性。”**

扬·古特布罗德，
保时捷工程公司驾驶辅助系统开发团队负责人



“最大的挑战是做到真正自如应对所有能够设想到的情况。”

阿尔布雷西特·博蒂格尔，
保时捷公司 ADAS/HAD 项目部负责人

急规划程序则与此不同，并不使用目标物体列表，而是使用来自传感器的原始数据，例如来自激光雷达 (LiDAR) 的点云。此外，一些组件会访问某些地图数据——监管程序则不负责这些。

各个系统的数据处理过程也不尽相同。例如，主规划程序和应急规划程序都会应用所谓的传感器数据融合：如果只有一个传感器报告空间中有一个物体，而所有其他传感器都明确报告并没有，则传感器数据融合算法可能就会决定，将这个信号评估为误识别，而不保留它。与此相反，监管程序会严格分别考虑所有传感器的报告。各个系统不同的工作方式，意味着每个系统可以分别形成各自情况的认知。综合各个系统的长处，便可确保安全的行为。

各项行驶动态限值一览无余

监管程序的任务是检查主规划程序和应急规划程序计算出的路径上是否可能存在风险。为此，监管程序会持续在不同的时间范围内进行预测。所谓的“弹道法”可用于直接位于近前方的几米车道。在这种情况下，监管程序会假定：由于惯性和质量，物体基本上会保持其运动方向和速度。第二次预测则延伸至几秒钟后。为了能够预测交通动向，就需要使用高度复杂的软件并处理成千上万的参数，包括车速、路面结构、天气条件、周围道路使用者和静止

车辆的历史运动概况等，都必须考虑在内。现在，这一预测将构成接下来的决策的基础：“监管程序会将路径规划程序的轨迹加入其未来情景中。”古特布罗德解释说。例如，如果在规划的路线上，车辆周围不允许任何物体进入的所谓“主权范围”可能遭到侵入，那么监管程序便会发出否决指令，并开始改变路线。正如研发人员所说，它将会“抛开这个规划程序的结果”。

规划程序的工作方式必须非常机敏。如果监管程序对于潜在危险情景的分级过早过高，车辆可能会过度谨慎，由此反而也会出现不安全的行为。研发人员将这种效应称为“过早过安全” (too soon too safe)。如果触发此类效应，则可能出现比如刹车时间过早等情况。此外，监管程序必须能够识别出一类特别的紧急情况：在这类情况下，改变路线只会花费不必要的时间，并可能带来负面影响。

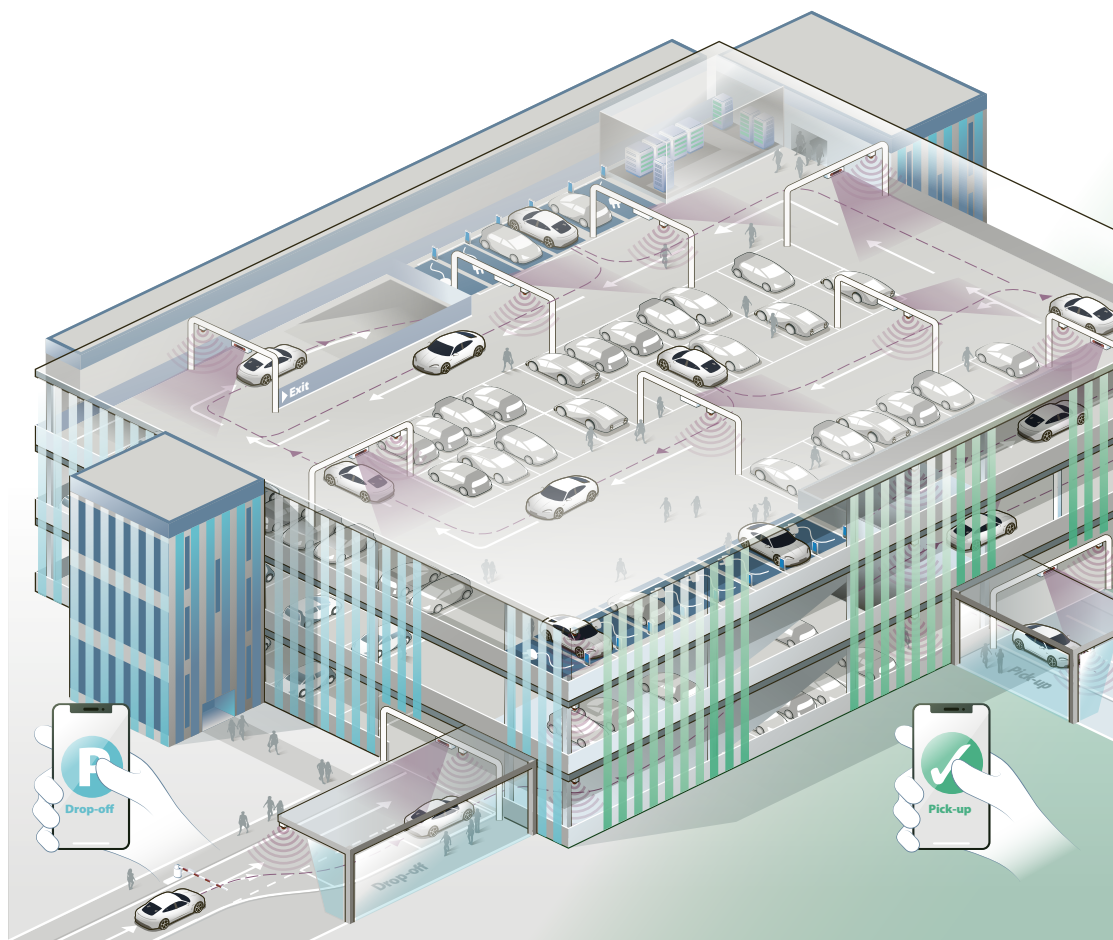
无论采取何种措施，同时都必须密切关注特定的动态发生在行驶过程中的限制。在高速公路的例子中，如果突然出现障碍物，那么系统就必须快速做出反应，以便仍有时间进行舒适的制动。古特布罗德提到，在未来，规划的路径上可以设置比如“紧急标识”。“在这种情况下，规划程序可以请求监管程序允许超出目前设定限值的措施。”



“为了实现真正的冗余，重点在于不仅仅是单纯地对系统加以复制。”

安德烈亚斯·纳格勒，
CARIAD 系统工程与架构部总监

未来的停车场： 自动充电和泊车入位



自动泊车则必须能够应对另外一些大不相同的意外情况。CARIAD 公司在去年 9 月的 IAA MOBILITY 车展上演示了这种新功能未来可能发挥多大作用：一辆保时捷 Cayenne E-Hybrid 的驾驶者在停车场专用过渡区交出其 SUV，并通过智能手机发出泊车指令。随后，这辆 Cayenne 开始自动向停车场移动。

如果驾驶者有需要，汽车可以首先开到一处充电站，在那里由机械臂自动为汽车插上充电插头，并在充电完成后再驶回实际的停车位。驾驶者重新需要车时，则可通过应用程序预定其返回交接区。这

样做的好处是：不再需要耗费时间寻找车位和挪车，而且还可以利用这段时间补充电量。

基本而言，自动泊车可以通过两种方式实现：要么车辆控制自身进入停车位，要么由周围的基础设施来控制。在后一种情况下，停车场系统将通过无线电信号为车辆提供路线，并使其加速或减速。CARIAD 在 IAA MOBILITY 车展上的演示就是以这种方式实现的。长远来看，这两种方法中的哪一种会在自动泊车领域占据主导地位，还有待观察。“通过基础设施进行控制，更容易实现也更容易采取安全保

未来的驾驶者在停车场停车后，可通过应用程序将控制权移交给安装在现场的控制系统。然后，汽车通过基础设施遥控行驶到一处充电站。一旦蓄电池充电完毕，汽车就会转移到普通停车位。驾驶者可以通过应用程序查看汽车的当前状态或者呼叫汽车，以便在停车场出口处取车。

整个停车场将安装 Wi-Fi 或 5G 发射器，用于遥控车辆。基础设施传感器，如摄像头或光学雷达，会在汽车驶过停车场的过程中对其进行持续观察。在危急情况下或信号连接中断时，车辆会立即停止。

Cayenne E-Hybrid

NEDC 能耗数据：

油耗（综合）：2.5-2.4 l/100 km

二氧化碳排放量（综合）

（车型系列）：58-56 g/km

排放标准：Euro 6d-ISC-FCM

能效等级：A+++

耗电量（综合）：

22.0-21.6 kWh/100 km

WLTP 能耗数据：

燃油消耗（加权）

（PHEV 车型系列）：3.7-3.1 l/100 km

耗电量（综合）

（加权）（车型系列）：

26.5-25.1 kWh/100 km

二氧化碳排放量（综合）：

83-71 g/km

版本：2021 年 11 月

险措施。”博蒂格尔解释道，“而另一方面，基于车辆的自动泊车适用于更多的停车场。”因此，可以设想，长期趋势将是完全自动化，包括在停车场内。

如果泊车是由基础设施进行控制，那么必须使用冗余系统——道理正如车辆上的冗余系统一样。因此，泊车入位控制应借助数个并行的实体来工作。这样，例如行人突然出现在车辆前方等紧急情况也能得到安全妥善的处理。这种情况倒也在意料之中，因为自动驾驶汽车和传统汽车尚需在一段时间内共用停车场。

急停概念实现最大安全性

提升安全性，是所有参与者的共同任务。“我们会确切检查基础设施运营商的算法。”保时捷工程公司泊车系统项目负责人塞巴斯蒂安·莱科夫斯基 (Sebastian Reikowski) 表示。然而，为了安全实施由外部控制的泊车，还需要对车辆进行广泛的调整。“通过 5G 或 Wi-Fi 与基础设施进行的所有通信都必须进行加密，以防止未经授权的访问。”莱科夫斯基



**“通过 5G 或 Wi-Fi
与基础设施进行的所有通信都必须进行加密，以防止未经授权的访问。”**

塞巴斯蒂安·莱科夫斯基，
保时捷工程公司泊车系统项目负责人

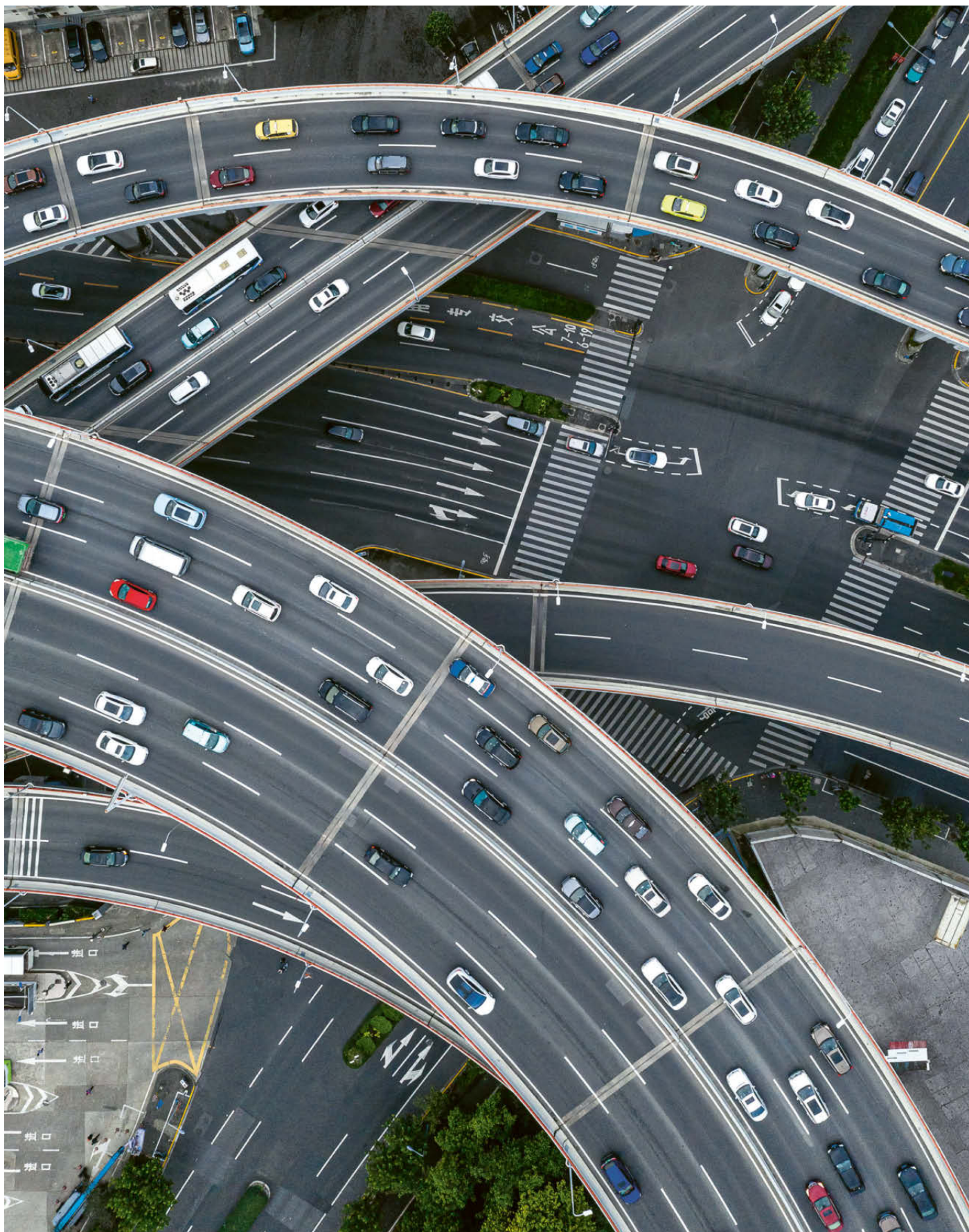
解释说。如果信号连接丢失，车辆会自动停止。此外还需要一套急停概念：如果主制动系统发生故障，则辅助系统必须启动从而确保安全停车。例如，可以将动力回收性能配合停车制动器和驻车锁一起用于此类情况。

另外，还需要协调制定一套共同通信标准，只有这样，才能让所有制造商的车辆都可以利用泊车入位服务。一项规定车辆与基础设施之间接口的标准已在编制中 (ISO 23374)。“此外，立法者仍需界定在哪些情况下，责任应从车辆转移到基础设施，亦即损害赔偿责任须由停车场承担。”莱科夫斯基补充说。

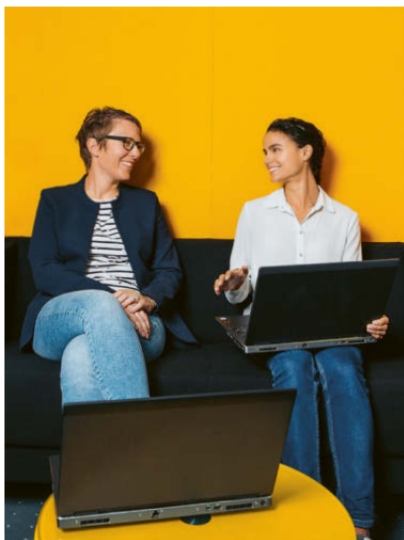
正如高度自动驾驶中的所有课题一样，此处需要持续的改进。“我们需要新的思维方式：车用软件未来还将不断继续发展，就像今天的智能手机一样。”CARIAD 的系统架构师纳格勒强调道。这种“数据驱动型开发”的愿景是：由测试车辆组成的车队不断收集数据并传输到云端，在其上用于改进 HAD 算法，由此便可形成一种所谓的“大数据环”（请阅读保时捷工程杂志 2021/2 的相关文章）。测试车辆上配备一种特殊算法，称为“场景选择器” (scene selector)，可检测不寻常的情况或之前不曾发生过的情况，并将其传送到中央服务器。这些场景在中央服务器上可用于进一步训练变道切入识别的神经网络等。“这种持续学习是造就稳健系统的有效途径。”纳格勒强调。

→ 综述

冗余并且严格分离的多个系统通过实现不同轨迹之间的切换，确保高度自动驾驶功能安全。在使用自动泊车入位功能时，停车场可以接管控制权。即使在这种情况下，车辆上的应急系统也能在所有情况下均确保安全。



复杂的挑战：高度自动化驾驶功能也必须能应对上海等大城市的复杂路况，并且得到全方位的安全验证。



团队合作：蒂尔·卡罗琳·鲁普、克拉拉·玛丽娜·马丁内斯、皮尔波阿洛·波西塔诺和许正君（左起）等专家在比蒂希海姆-比辛根、纳尔德奥和上海研发基地开展合作，为高度自动化驾驶保驾护航。

仿真，验证复杂性的解决之道

作者：Richard Backhaus 摄影：Yolanda vom Hagen, Annette Cardinale, Danilo Dom Calogiuri

高度自动化驾驶功能越接近批量生产环节，系统验证就越重要。通过打通数字测试和实际测试之间的渠道，保时捷工程集团构建了包括比蒂希海姆-比辛根、克卢日-纳波卡、纳尔德奥、俄斯特拉发和上海在内的跨国研发网络，为高效可靠的验证过程奠定了基础。



比蒂希海姆-比辛根

保时捷工程集团虚拟 ADAS 系统测试中心 (PEVATeC) 平台的研发人员和来自其他领域的同事组成合作团队。他们的合作从验证一直持续到功能发布。仿真的结果会与专业部门一起进行评估。

在

交通拥堵的状况下, 打开自动驾驶, 躺在驾驶座上放松片刻, 或者把恼人的找车位和泊车工作交给驾驶辅助系统——高度自动化驾驶功能有助于进一步提高未来机动车驾驶的舒适性和安全性。然而, 在这些功能的研发过程中不能抱任何侥幸心理, 因为不论何时、不论何种情况下驾驶安全始终都是摆在第一位的。“完全依赖实际测试的验证方法在辅助驾驶领域不可避免地遇到了瓶颈。”保时捷工程集团虚拟汽车开发专业负责人弗兰克·塞耶 (Frank Sayer) 介绍说, “因为从纯粹的数学角度来看, 测试车辆必须在道路上行驶数亿公里才能证明自动驾驶功能的可靠性。就目前而言, 普通测试车队需要数十年才能做到这一点, 因而这是一项不可能完成的任务。”

在全球范围内采用相同方法

因此, 塞耶和他的团队与其他专业部门的同事一起研发了一套全新的灵活验证方法, 也就是将模拟器虚拟测试与道路真实测试有机结合起来。为了实现这一目标, 来自保时捷工程集团虚拟 ADAS 系统测试中心 (PEVATeC) 平台的研发人员以及来自其他领域的同事组成合作团队, 共同负责从验证到功



在模拟器中进行测试的专家: 克拉拉·玛丽娜·马丁内斯 (左) 和蒂尔·卡罗琳·鲁普设计了用于验证的数字路线和车辆模型。

“我们使用与测试车辆相同的软件平台进行仿真。”

克拉拉·玛丽娜·马丁内斯,
保时捷工程集团研发工程师



能发布的各个环节。“所以我们在全球范围内采用相同方法，并能确保较高的验证标准。”塞耶解释说。此外还建立了一个中央服务器架构，整个合作团队可以通过它来交流测试结果，并确定接下来的处理方法。

验证一项新的驾驶功能通常从频繁的信息交换开始。“在这些讨论中，我们找出哪些交通情况和场景与测试新的驾驶功能最为相关。”保时捷工程集团研发工程师蒂尔·卡罗琳·鲁普 (Tille Karoline Rupp) 说，“泊车辅助的重点在于车辆的操控，而高速公路上的自动驾驶更多是在不同速度下的安全纵向和横向控制。”

“数字孪生的相似程度在很大程度上取决于要测试的驾驶功能。”

蒂尔·卡罗琳·鲁普，
保时捷工程集团研发工程师

她根据这些信息在计算机中创建数字路线模型，并在其中运行仿真测试，而这项工作往往需要几天的时间。“这种所谓数字孪生的相似程度和所需投入，在很大程度上取决于要测试的驾驶功能，以及所处的研发阶段。”鲁普解释说，“制作极其逼真的城市内部密集道路网的街景模型是非常耗时的。在功能开发的早期阶段，有时含有少量物体的简单场景就已足够，我们可以借助模块创建通用模型。”为了尽可能降低未来的研究成本，所有路线模型都被编入目录并储存在服务器上，以便专家们后续重复使用。此外，创建过程中的自动化程度也在不断提高，例如通过可参数化的算法或使用和组合不同的地图数据来创建场景。

研发工程师克拉拉·玛丽娜·马丁内斯 (Clara Marina Martínez) 利用这些数据集，使用虚拟车辆在 PEVATeC 平台测试新的驾驶功能。在此期间，她在路线模型上执行各种测试场景，这些场景同样是事先与研发专家共同确定的。借助仿真，就可以测试由于安全原因难以在真实道路交通中再现的交通状况。



研发工程师主持并密切协调保时捷工程集团和大众汽车集团的虚拟 ADAS 开发的仿真和方法项目。同时他们还共同负责保时捷工程集团虚拟 ADAS 系统测试中心 (PEVATeC) 的升级迭代。

克拉拉·玛丽娜·马丁内斯 (Clara Marina Martínez) 拥有克兰菲尔德大学智能混合动力汽车博士学位和汽车机电一体化硕士学位。

蒂尔·卡罗琳·鲁普 (Tille Karoline Rupp) 在斯图加特大学学习数学和物理，并拥有巴登符腾堡双元制应用技术大学的电气工程学士学位。

另外，天气和照明情况也可以仿真，且更容易进行复现。时常出现的交通状况包括比如以不同顺序和速度驶入十字路口的横向来车、超车和并入车道的车辆，以及突然闯入车流的行人。之后会与其他专业部门一起评估各项结果。

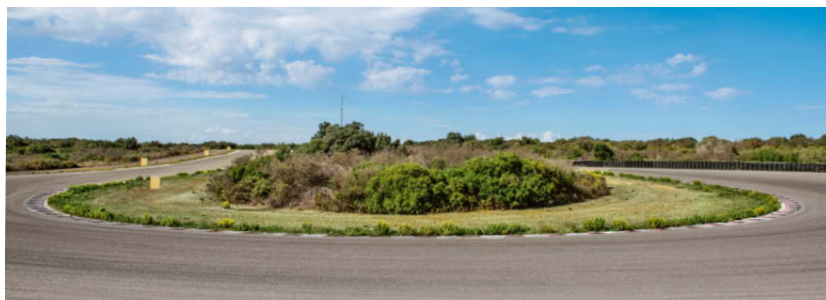
接下来的步骤通常是驾驶测试。为此，来自模拟计算机的最新软件数据集被传输到测试车辆的控制单元，以验证真实驾驶条件下的计算结果。驾驶测试通常在比如纳尔德奥技术中心（NTC）的封闭测试道路上进行。出于安全考虑，只在极少数例外情况下才会在公共道路上试车，以验证自动驾驶功能。

这方面的验证方法也在不断改进和提升。例如 NTC 的工程师们正致力于在驾驶测试中更多运用驾驶机器人。“这样便能够提高驾驶操作的准确性，令多次驾驶操作保持完全一致。” NTC 工程部高级经理皮尔波阿洛·波西塔诺（Pierpaolo Positano）解释道。如今已可以在测试场景中投入多达六辆自动驾驶汽车，由机械执行器负责油门、刹车和方向盘的操作。机器人汽车由本地计算机控制，后者能够打造一个同步的多车辆场景。此外，纳尔德奥的整个测试场均实现了数字化。研发人员在计算机上创建了一条还原度极高的虚拟车道。作为数字孪生，它能数字化还原真实车道的所有特征。



“我们在全球范围内采用相同的方法，并能确保制定出较高的验证标准。”

弗兰克·塞耶，
保时捷工程集团虚拟汽车开发专业负责人



纳尔德奥

实际驾驶测试在纳尔德奥技术中心（NTC）进行。机器人越来越多地成为测试车辆驾驶者，以使测试结果保持一致。此外还采用测试路线的数字孪生，它能非常准确地还原真实道路的所有特征。如此一来，仿真和测试就能得到相互验证。

机器人控制真实车辆

“数字孪生令虚拟和现实之间的界限愈发模糊。”波西塔诺说，“我们可以在计算机中进行十分逼真的仿真，因为除了路线之外，还充分考虑到了各个路段的特征。在此基础上，我们可以让机器人在车道上驾驶真正的汽车。它们遵循仿真的结果并反复测试以获得更多测量数值，而且通过与仿真数据的比对进行最终验证。我们已经通过反复仿真和测试开发出一个程序，在此程序内，双方可以做到相互验证。这大大提高了结果的可靠性。”波西塔诺说。

在 NTC 或其他测试场的驾驶测试中经常会遇到新的问题，例如雨雪天气对驾驶功能的影响。发生这种情况后，需要对仿真结果进行调整并再次进行仿真，然后将结果传送回测试车辆。“我们使用与测试车辆相同的软件平台进行仿真，因此我们的结果可以一比一地移植到现实中，令车辆系统可以快速且顺利地接受软件测试。”马丁内斯说。在仿真和测试部门之间的反复互动中，团队将所有关键点测试完毕，从而让新的高度自动化驾驶功能得到全方位的验证。



皮尔波阿洛·波西塔诺（Pierpaolo Positano）是 NTC 工程部高级经理。他的工作重点包括扩大服务组合，其中包括 ADAS 和高度自动化驾驶功能。波西塔诺拥有巴里理工大学机械工程硕士学位。



数字孪生：NTC 中处理路线的两个视图：
上图为现场照片，下图为虚拟图像。

“数字孪生令虚拟和现实之间的界限愈发模糊。”

皮尔波阿洛·波西塔诺，
NTC 工程部高级经理

这套全新的验证方法也会在不久的将来引入保时捷工程集团中国分公司。自 2014 年成立以来，上海分公司一直坚持对接当地企业，是保时捷公司在中国市场的战略合作伙伴。目前，保时捷工程正大规模增强其在中国高度自动化驾驶领域的研发实力，这也是为了能够在研发过程中充分考虑当地的条件。例如，为了节约空间，中国建造了大量多层高架桥，车道并非横向拓展，而是纵向叠加。“如果驾驶功能的设计没有考虑到这一点，ADAS 就可能发生故障，因为没有采用高程模型，也没有进行足够



联通两个世界的桥梁：皮尔波阿洛·波西塔诺将真实和虚拟验证相结合。

Cayenne E-Hybrid

NEFZ 能耗数据:
油耗 (综合): 2.5-2.4 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合) (车型系列): 58-56 g/km
排放标准: Euro 6d-ISC-FCM
能效等级: A+++
耗电量 (综合): 22.0-21.6 kWh/100 km

WLTP 能耗数据:
燃油消耗 (加权) (PHEV 车型系列): 3.7-3.1 l/100 km
耗电量 (综合) (加权) (车型系列): 26.5-25.1 kWh/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 83-71 g/km

版本: 2021 年 11 月

Cayenne E-Hybrid Coupé

NEFZ 能耗数据:
油耗 (综合): 2.6-2.5 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合) (车型系列): 60-58 g/km
排放标准: Euro 6d-ISC-FCM
能效等级: A+++
耗电量 (综合): 22.4-22.0 kWh/100 km

WLTP 能耗数据:
燃油消耗 (加权) (PHEV 车型系列): 3.7-3.2 l/100 km
耗电量 (综合) (加权) (车型系列): 26.5-25.4 kWh/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 85-73 g/km

版本: 2021 年 11 月

Cayenne Turbo S E-Hybrid

NEFZ 能耗数据:
油耗 (综合): 3.3-3.2 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合) (车型系列): 75-72 g/km
排放标准: Euro 6d-ISC-FCM
能效等级: A+++
耗电量 (综合): 23.2-22.8 kWh/100 km

WLTP 能耗数据:
燃油消耗 (加权) (PHEV 车型系列): 4.0-3.8 l/100 km
耗电量 (综合) (加权) (车型系列): 25.9-25.3 kWh/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 92-86 g/km

版本: 2021 年 11 月

Cayenne Turbo S E-Hybrid Coupé

NEFZ 能耗数据:
油耗 (综合): 3.3-3.2 l/100 km
二氧化碳排放量 (综合) (车型系列): 76-73 g/km
排放标准: Euro 6d-ISC-FCM
能效等级: A+++
耗电量 (综合): 23.5-23.0 kWh/100 km

WLTP 能耗数据:
燃油消耗 (加权) (PHEV 车型系列): 4.1-3.8 l/100 km
耗电量 (综合) (加权) (车型系列): 25.9-25.4 kWh/100 km
二氧化碳排放量 (综合): 92-87 g/km

版本: 2021 年 11 月



→ 许正君是上海保时捷工程软件开发 (HAD 和 ADAS) 高级经理。他在长春市吉林大学获得了计算机科学硕士学位。这张照片拍摄于中国智能网联汽车 (上海) 试点示范区。

“具有中国特色的要求需要当地具备相应的研发实力。”

许正君，保时捷工程集团中国子公司软件开发（HAD 和 ADAS）高级经理

的仿真测试。”保时捷工程集团中国分公司软件开发（HAD 和 ADAS）高级经理许正君说。中国道路上的驾驶方式在某些方面也与欧洲不同。例如，频繁变道和近距离并道使正常驾驶状态和危险状态之间的过渡更为突然。因此需要对车辆传感器系统进行特殊的调校。“近年来，高度自动化驾驶在中国愈发受到重视。”许正君说，“这是因为许多司机开始关注舒适驾驶功能，如高速自动辅助驾驶和自动泊车。此外，驾驶自动化和自动驾驶是未来汽车行业的关键技术，这也是中国政府发布了众多政策和法规来引导和促进这项技术发展的原因所在。”

智能网联汽车试验场

中国政府在上海郊区选定了一块约 30 平方公里的区域，用于在真实的公共道路交通条件下测试车辆。得益于先进的 5G 移动网络，在此能够开发和测试用于车辆与基础设施之间交换数据的新技术。“所有这些具有中国特色的要求都需要当地具备相应的研发实力，而且仿真测试也必须在中国进行。”许正君说，“要模拟这么多中国特有的复杂场景，是一个巨大的挑战。我们相信，在未来，PEVATeC 平台将对提高中国的 ADAS 和高度自动化驾驶研发的效率和质量大有裨益。”

保时捷工程集团目前还在纳尔德奥建立了一个现代化的私人 5G 移动网络，可以实现车辆和台式



互联：无线通讯和激光雷达传感器在上海的智能网联汽车试验场被广泛使用。



上海

目前，保时捷工程集团正在大规模扩大在中国高度自动化驾驶领域的研发实力，以便能在研发过程中充分考虑当地的条件。除了实际测试，虚拟方法在未来也将在此领域发挥重要作用。

计算机之间的实时数据传输。“这就为未来的测试方法奠定了基础，我们希望今后以完全自动化的方式进行测试，其中包括调整测试参数。”波西塔诺解释说，“机器人控制的车辆将所有测量数据发送到台式计算机上，然后计算机对它们进行评估和处理。如果结果显示调整参数确有效果，则可以将它们实时传输到汽车上，这样就可以在测试进行分析其效果。”



→ 综述

保时捷工程集团通过将虚拟和实际驾驶测试结合，为高度自动化驾驶功能保驾护航。为实现这一目标，保时捷在德国、意大利和中国的各个团队展开了紧密的合作。这是确保新的驾驶功能高效且可靠，并同时兼顾不同国家特点的唯一途径。

动态研发

作者: Constantin Gillies

在自动驾驶功能的动态环境中,快速高效地研发和测试新功能至关重要。为此,保时捷工程公司的开发人员现已开始使用“Jupiter”研发和协作平台。它开启了许多新的可能性,例如跨基地开发新功能并借助三辆测试车辆在实际情况下加以检验,而且能将过程和结果呈现给客户。

高动态性: 强烈的风暴是“木星”(Jupiter)大气层的典型景观,同名的平台则将在自动驾驶功能高度动态的环境中为工作提速。

保

时捷工程公司汇聚了来自世界各地的工程师和软件开发人员,致力于研发面向未来的最新技术,而自动驾驶正是当今最重要的领域之一。为了汇集知识并利用协同效应,公司现已创建了一座数字研发和协作平台:Jupiter (Joint User Personalized Integrated Testing and Engineering Resource, 联合用户个性化集成测试和工程资源)。它可使开发工作速度倍增。一方面, Jupiter 可提供现成的软件模块,用以快速实施自动驾驶领域的各种构想;另一方面,通过该平台,可以更轻松地在若干团队之间分配研发工作——即使跨越国境也不是问题。“尤其是对于此类高度复杂的课题,这点是取得成功的关键所在。”保时捷工程公司 Jupiter 项目负责人阿拉希·帕伊博士 (Dr. Arathi Pai) 表示。

她与同事马塞尔·佩尔泽 (Marcel Pelzer) 一起于 2019 年 11 月启动了 Jupiter 项目。他们的目标是:汇集所有自动驾驶相关创新。“保时捷工程公司的专家们正在许多基地共同推进这一领域的开拓性工作。”联合项目经理佩尔泽解释说,“为了更轻松地在不同项目中使用各种工具和已开发的功能,我们推动了这一平台设想。”

除了软件方面, Jupiter 也有脚踏实地的一面:在德国比蒂希海姆-比辛根、罗马尼亚克卢日-纳波卡和捷克布拉格,三辆配备有附加传感器系统的保时捷 Cayenne 测试车已经准备完全,即将开始在测试车道上检验各种新型功能和算法。这种组合未来将可大大加快研发人员的工作。在 Jupiter 的帮助下,他们希望能够更快地将新想法转化为所谓的最简可行



“对于高度复杂的 HAD 课题,跨国合作是取得成功的关键所在。”

阿拉希·帕伊博士,
保时捷工程公司 Jupiter
项目负责人

产品 (minimum viable product, MVP), 亦即新解决方案的首个有效版本, 然后便可以立即开始在测试车道上加以试验和完善。甚至可以设想, 客户也可使用 Jupiter 来检验自己的想法。

目标是在短时间内完成概念证明, 也就是证明一个想法可以奏效, 也许随着下面的进一步开发, 就可臻于成熟, 达到量产标准。“身在不同驻地的研发人员将可以同时发挥作用。”帕伊指出。我们的目标不仅是让自动驾驶变得可靠安全, 而且还要开发出更多功能。“甚至包括一些我们以前从未设想过的东西。”派伊展望道。

开放式编程框架

为了使新的解决方案在未来更容易从一个项目迁移到另一个项目, Jupiter 基于一种开放式编程框架: 机器人操作系统 (Robot Operating System, ROS)。这一开源解决方案已得到广泛使用, 并有一个大型社区支持, 因此, 出现问题时可以迅速找到解决方案。此外, ROS 还可提供许多现成接口, 例如摄像头接口。支持 ROS 的传感器通常不需一小时即可在测试车上启用。

Jupiter 的核心是一种数字工具箱。该平台包含现成的软件模块, 即所谓的 ROS 节点, 它们涵盖自动驾驶车辆的所有功能。例如, 一个节点负责评估来自摄像头以及其他各种传感器的数据, 另一个节点确定车辆在空间中的位置, 还有一个节点进行各种决策, 例如改变车道。

人工智能应用于许多此类软件模块中，例如所谓“实例分割”的节点。其任务是识别周围环境中的物体并将之正确分类。为了做到这一点，人工智能会处理来自车载摄像头的图像，并用一个称为“边界框”(bounding box)的边框来包围所检测到的物体。第二步便是将各个道路使用者分配到某个分组，比如“行人”、“乘用车”或“载重车”。

经过完善的功能节点

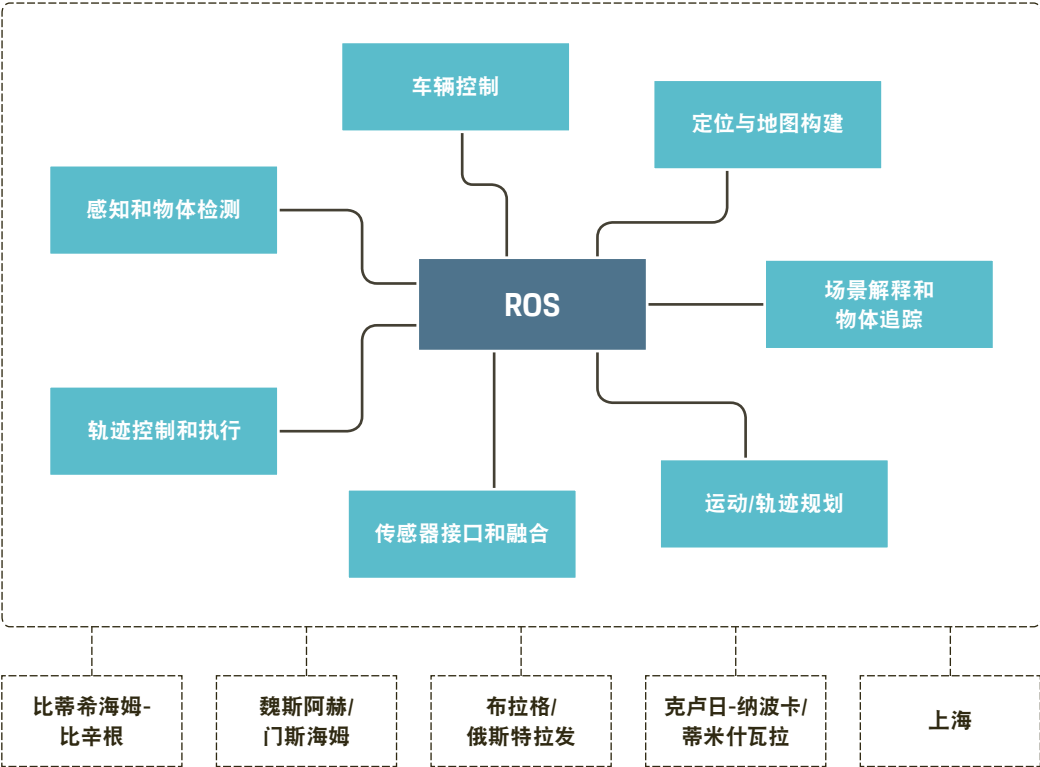
这一分类功能是自动驾驶的主要挑战之一，因为即使是最小的细节也可能导致错误评估。例如，一辆放置在行李架上的自行车可能被不成熟的算法误认作一辆正在移动的摩托车——这将导致自动驾驶车辆刹车。将来，Jupiter 将为开发者提供经过完善的 ROS 节点，用于实例分割以及其他各种功能。

尤其对于自动驾驶而言，软件只是“硬币的一面”。因为一个新想法究竟有多好，只有通过三辆测试车辆的现实运行才能见分晓。除了标准传感器外，它们在前部和后部还配备有激光雷达 (LiDAR，光线探测和测距)。这些传感器每秒捕获 24 万个测量点，并可定位 250 米以外的物体，精度达到厘米级。测试车辆的光学雷达上还附带有一个人工深度摄像头，因为截至目前，光学系统在检测物体方面仍然优于光学雷达。

附加传感器技术的一点优势在于：开发者可以访问它们的原始数据。“这类硬件层面工作很重要，因为这使我们能够更加不受局限地采用已经实施的批量解决方案。”佩尔泽解释说。除了这类扩展传感器系统，测试车辆还拥有高性能计算机，车上安装了大量 CPU（传统微处理器）和 GPU（图形处理器）。

开放式平台

Jupiter 基于机器人操作系统 (ROS)。它已得到广泛使用，并有一个大型社区支持。现成的软件模块（所谓的 ROS 节点）涵盖自动驾驶车辆的所有功能，例如摄像头数据评估。不同分部可以访问同一个 Jupiter 平台。借助三辆测试车辆，新的功能和算法可以立即付诸试验。



准备就绪，步入实际测试：除了标准传感器外，三辆 Jupiter 测试车辆在前部和后部还都配备有光学雷达，此外还附有立体深度摄像头和高性能计算机。

未来的传感器技术

除了摄像头和雷达及超声波传感器外,未来的**激光测距仪**将在各种新型自动驾驶功能中发挥重要作用。通过对环境中的物体进行反射,它们所提供的点云可以对物体进行厘米级的精确定位。



各 CPU 负责与 ROS 节点的通信, GPU 则可快速训练和评估用于自动驾驶的神经网络。对时间要求严格的应用,通常来不及调用云端的外部计算能力。

通过 Jupiter, 保时捷工程公司已在探索新的想法, 如个性化自动驾驶。此举背后隐含的愿景是: 在未来, 车辆将适应其驾驶者的风格。为了使之成为可能, 作为示例, 自适应巡航控制系统 (Adaptive Cruise Control, ACC) 将首先观察道路状况, 然后应用用户的习惯。如果驾驶者追求动感, 算法就会适应这种行为; 如果驾驶者喜欢开得更平顺放松, 自动车距控制系统也会相应地考虑到这一点。为了能够实现此类个性化自适应巡航控制系统, 开发人员必须首先收集不同驾驶方式的数据。为此, 团队邀请了多名测试人员在城市和乡间驶过标准化测试环道。传感器记录了 6 TB 的数据, 这些数据日后将用作个性化自适应巡航控制系统和各种未来辅助系统的学习材料。

佩尔泽强调说, 只有使用像 Jupiter 这样的工具, 他和同事才能有效地开展此类项目。这是因为, 这种研究需要高精度的差分 GPS 数据, 以及总线信号和摄像头原始数据。“如果采用三个独立的数据管道, 时间同步将会非常繁琐。”他解释说, “另一方面, Jupiter 可以同时记录和存储所有数据。”通过这种方式, 该平台将有助于使未来的自动驾驶汽车更加人性化。

数字枢纽正在迅速形成: 启动约两年后, 用于记录所有传感器数据的基本节点已经可用, 更多功能也已进入原型阶段, 并且即将完成。2021 年 8 月, 三辆测试车辆投入使用, 而在未来一年中, 还将加入 OODA 架构的更多构件。OODA 这一缩写是指观察 (Observe, 处理摄像头和光学雷达数据)、定向 (Orient, 同时定位与地图构建)、决策 (Decide, 轨迹规划) 和行动 (Act, 运动控制) 等四大功能。

Jupiter 项目并不存在完成一说, 因为模块库只会继续扩大。即使仅以目前的技术水平, 也已能够密集运用 Jupiter, 例如用于进一步开发自适应巡航控制以及所谓的变道切入检测, 即检测准备变道切入的车辆。这将使保时捷工程公司能以最佳方式利用其专业知识库, 并更快地掌握和研发各种新型自动驾驶功能。



“为了更轻松地
在不同项目中使用
各种工具和
已开发的功能,
我们推动了这一
平台设想。”

马塞尔·佩尔泽,
保时捷工程公司
Jupiter 项目联合负责人

科学 vs. 幻想

作者: Christian Buck 共同撰稿: Christian Koelen 博士

几十年来,自动驾驶汽车一直是各类好莱坞大片中的“隐秘明星”。在这里,我们将为大家介绍五部著名影视作品中的自动驾驶汽车形象,并逐一考察它们的可行性。哪些设想已经成真? 哪些只是好莱坞不切实际的白日幻想?



④ 《第五元素》(The Fifth Element)

导演: 吕克·贝松 (1997 年)

主演: 布鲁斯·威利斯、米拉·乔沃维奇、加里·奥德曼

在这部电影中,反派总是反复出现,给世界带来一次次危机。但两位主角丽露和柯本·达拉斯每次都能漂亮地化解危机,拯救世界。在此过程中,他们大多数时候都会乘坐一辆空中出租车。这辆车在必要时还可以自动驾驶,穿梭在未来的都市丛林之间。

可行性

目前,全球已有许多公司已经在着手研发自动驾驶的电动空中出租车。在技术人员与工程师的畅想之中,这些“空中飞车”可以穿梭往返于大都会市中心及其外围机场,或是干脆飞越交通拥堵路段。第一批“空中出租车”有望在未来几年内进入市场。所以就技术而言,自动驾驶的空中出租车是完全可行的。

⑤ 《霹雳游侠》(Knight Rider)

电视剧 (1982-1986 年)

主演: 大卫·哈塞尔霍夫

前警官迈克尔·奈特在片中驾驶一辆名为“基特”(K.I.T.T, 全名“奈特工业 2000”)的高科技汽车追捕罪犯。“基特”可以自动驾驶、停车,并且可以通过腕表随传随到。



可行性

高度自动驾驶领域的最新发展之一便是自动泊车。车辆在停车位自动泊车,司机随后可以(通过智能手机等方式)召来车辆。这种功能很快就能进入量产,与大家见面。因此,这部电影中的设定毫无疑问是可行的。



① 《银翼杀手 2049》 (Blade Runner 2049)

导演：丹尼斯·维伦纽瓦 (2017 年)

主演：瑞恩·高斯林、哈里森·福特

这部作品是雷德利·斯科特荧幕科幻经典的新时代续篇，再次讲述了人类与“复制人”之间错综复杂的关系。在电影中，在外形上与人类已别无二致的复制人为了自己的权利而与人类展开争斗。主角“K 警官”驾驶一辆飞车去追捕一个复制人和人类所生的女孩。这辆汽车在必要时还可以自动驾驶，将他送至目的地。车上配备有一架无人机，它可以通过传感器从空中探测周围环境。

可行性

自动驾驶汽车和无人机的结合在现实中确实非常有意。例如，无人机拍摄鸟瞰图，然后生成前方道路地图，这样自动驾驶系统便可时刻知晓前方路况。无人机也可以在停车场上空飞行，为自动停车寻找空闲车位。由于其应用前景广阔，目前已经有大量关于这种类似于无人机的“增强型传感器”的设想，在技术层面上很快也会付诸实践。

② 《宇宙威龙》(Total Recall)

导演：保罗·范霍文 (1990 年)

主演：阿诺德·施瓦辛格

电影中，由阿诺德·施瓦辛格扮演的工人道格拉斯·奎德乘坐了一辆由机器人约翰尼驾驶的自动出租车，开始了他的火线逃亡。这台机器人可听从语音指令，同时还可与乘客闲聊几句。

可行性

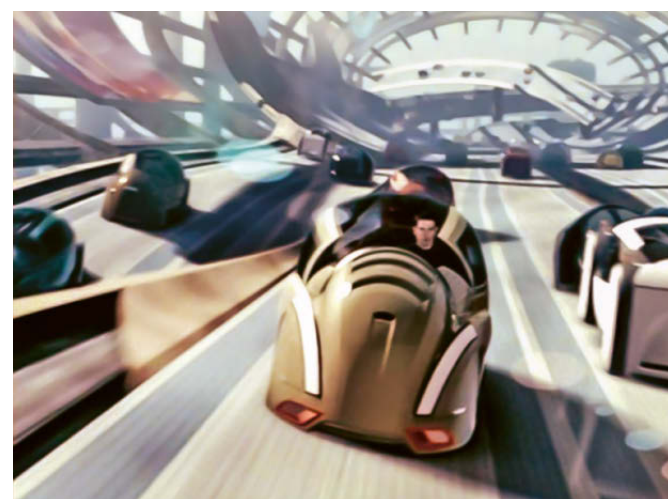
自动驾驶从根本上改变了乘客与车辆之间的关系——在自动驾驶的环境中，汽车对乘客来说更接近于一个工作或放松的环境。因此，与汽车闲聊完全有可能成为未来日常生活的一部分。然而，在未来，车内可能不会有一个形机器人。更有可能的是，车辆直接变身成为一种能够转动车轮的强大辅助系统。



③ 《少数派报告》(Minority Report)

导演：史蒂文·斯皮尔伯格 (2002 年)

主演：汤姆·克鲁斯、科林·法瑞尔、萨曼莎·莫顿



在这部电影中，警察约翰·安德顿被指控在未来犯下了一起谋杀案。因此，他试图乘坐磁悬浮自动驾驶汽车逃跑。但当局可以干扰汽车的控制，所以这种看似强大的汽车反而成为了针对安德顿的一个陷阱。安德顿自己再也无法手动控制汽车，成为“瓮中之鳖”。

可行性

安全是自动驾驶的核心要求。如果自动驾驶技术失灵，就需要外部干预来保证安全。例如，2018 年美国加利福尼亚州就决定，对于没有踏板或方向盘的汽车，必须能通过无线移动通讯网络对其进行远程控制。一名操作员将在实时摄像头图像的帮助下接管方向盘——但这仅适用于紧急情况，并且整个过程需始终符合数据保护的要求。



克里斯蒂安·科伦博士 (Dr. Christian Koelen) 是保时捷工程集团驾驶辅助系统部门的负责人。他对这部反乌托邦电影中关于自动驾驶的画面进行了专业评估。

经历质的飞跃

作者：Christian Meier

**越来越多的车辆功能基于人工智能。
然而，在神经网络相关的计算中，传统处理器甚至图形芯片的局限性日益显著。超大型计算机芯片、光学计算机和量子计算机有望提供解决办法。**

人工智能是汽车行业的一项关键技术，而这涉及到复杂的后端计算，因此高速硬件在此至关重要。因为只有普及高性能计算机，才能在未来将各种新型技术量产化。“自动驾驶是要求最高的人工智能应用之一。”保时捷工程公司人工智能和大数据部门总监约阿希姆·舍珀博士 (Dr. Joachim Schaper) 解释说，“这些算法从非常多的案例中学习，这些案例是之前由测试车辆通过摄像头、雷达或其他传感器在真实交通运行中收集的。”

传统的数据中心越来越难以满足日益增长的需求。“截至目前，训练一个神经网络的单一变体需要几天时间。”舍珀解释说。因此他确信：汽车制

造商需要借助各种新型人工智能计算技术，以使算法能够大幅加快学习速度。为了实现这一目标，必须在复杂的神经网络（深度神经网络，简称 DNN）中并行执行尽可能多的向量-矩阵乘法运算（请阅读第 35 页的信息栏）——这正是图形处理器 (GPU) 的专长。假如没有这些，近年来人工智能的惊人进步根本无法实现。

相当于图形处理器的 50 倍

然而，显卡原本并非为人工智能用途而设计，而是为了尽可能高效地处理图像数据。因此，当涉及到自动驾驶算法训练等应用时，它们愈加表现出局限性。所以，要想获得更快的计算速度，就需要专

巨型芯片: Cerebras 公司的“晶圆级引擎”在一个边长超过 20 厘米的单一集成电路上结合了巨大的处理能力。

芯片尺寸

46,225 平方毫米

运算核心数量

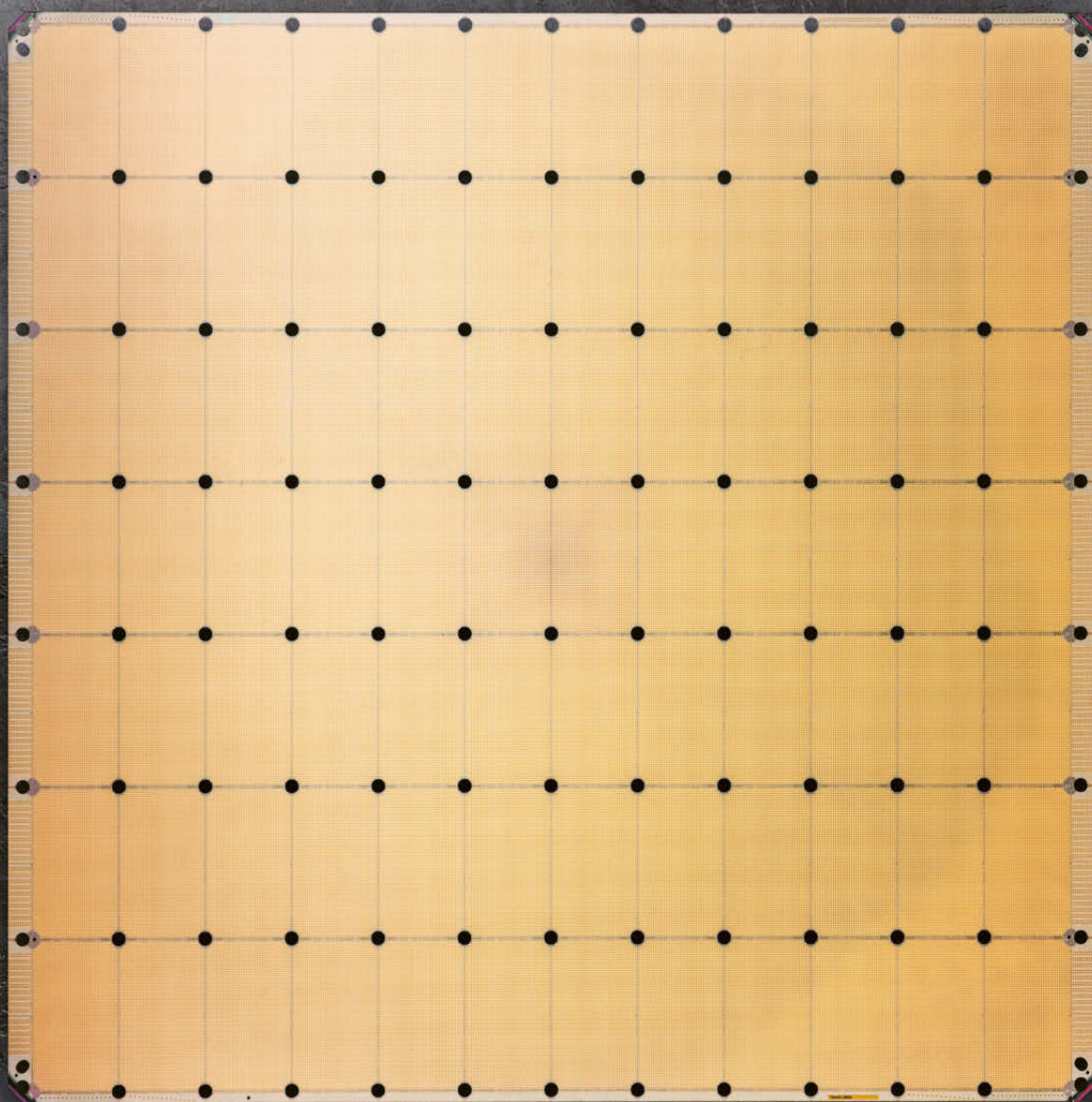
850,000

晶体管数量

2.6 万亿

芯片存储容量

40 吉字节



芯片的经典样式: 英伟达的 A100 GPU 专为数据中心使用而设计。它由 542 亿个晶体管组成, 尺寸为 826 平方毫米。该芯片拥有 6,192 个 CUDA 核心和 432 个张量核心, 以及 40 GB 的存储容量。

门针对人工智能的硬件。总部位于加利福尼亚州的 Cerebras 公司提出了一种可能的解决方案。其“晶圆级引擎”(Wafer Scale Engine, WSE)通过在一个巨大的计算机芯片上结合尽可能多的运算能力,从而可最佳满足神经网络的要求。它的体积是普通图形处理器的 50 多倍,可以容纳 85 万个运算核心,是目前顶级 GPU 的 100 倍以上。此外, Cerebras 的工程师还利用高带宽数据线将运算核心相互联网:据制造商称,晶圆级引擎上的网络传输速率可达每秒 220 拍比特(petabit)。Cerebras 也拓宽了 GPU 内部的瓶颈。数据在主存储器和执行单元之间的传输速度,与较强大的 GPU 相比,也可达 1 万倍——每秒 20 拍字节(petabyte)。

为了节省更多时间, Cerebras 模仿了大脑的一种技巧。生物大脑中的神经元只有在接收到来自其他神经元的信号时才会工作。许多当前不活跃的连接不需占用任何资源。另一方面,在 DNN 中,经常发生向量-矩阵乘法以数字 0 为乘数的情况。这会花费不必要的时间。因此,晶圆级引擎将其忽略。“所有的零都被剔除。”Cerebras 在其关于 WSE 的白皮书中写道。换言之,该芯片只执行产生结果非零的运算。

但这种芯片的一个缺点是,它对电功率要求很高,达到 23 千瓦,这就需要进行水冷。因此, Cerebras 开发了自己的服务器外壳,以供数据中心使用。在一些研究机构的数据中心,晶圆级引擎已经进入测试阶段。专家舍珀认为,这种来自加州的巨型芯片也有望加速汽车研发。“凭借这一技术,理论上需要一个星期的训练可以缩短到几个小时。”他估计道,“但这一技术还需要在实际测试中得到验证。”

以光代替电子

无论这款新型芯片有多么不寻常:与其以往的“前辈”一样,它也借助传统晶体管工作。一些公司,如美国波士顿的 Lightelligence 和 Lightmatter,希望利用速度明显更快的光来进行人工智能计算,以取代相对较慢的电子器件,并且正在为此打造光学芯片。因此,DNN 的工作速度有望“至少比电子式快几百倍”,Lightelligence 的开发人员写道。

为此,Lightelligence 和 Lightmatter 公司利用了干涉现象。当光波相互加强或相互抵消时,就会形成亮-暗图案。如果以某种方式来控制干涉,新图案就对应于旧图案的矢量矩阵乘法。因此,光波可以“计算”。为了将这一理论实用化,波士顿的研发者们

将微小的光导纤维蚀刻到一个硅芯片上。就像在纺织面料中一样,它们彼此交叉多道,而交叉点上会发生干涉。其间会以微小的加热元件控制光导纤维的折射率,使光波相互偏移。由此便可控制它们的干涉,从而进行矢量矩阵乘法。

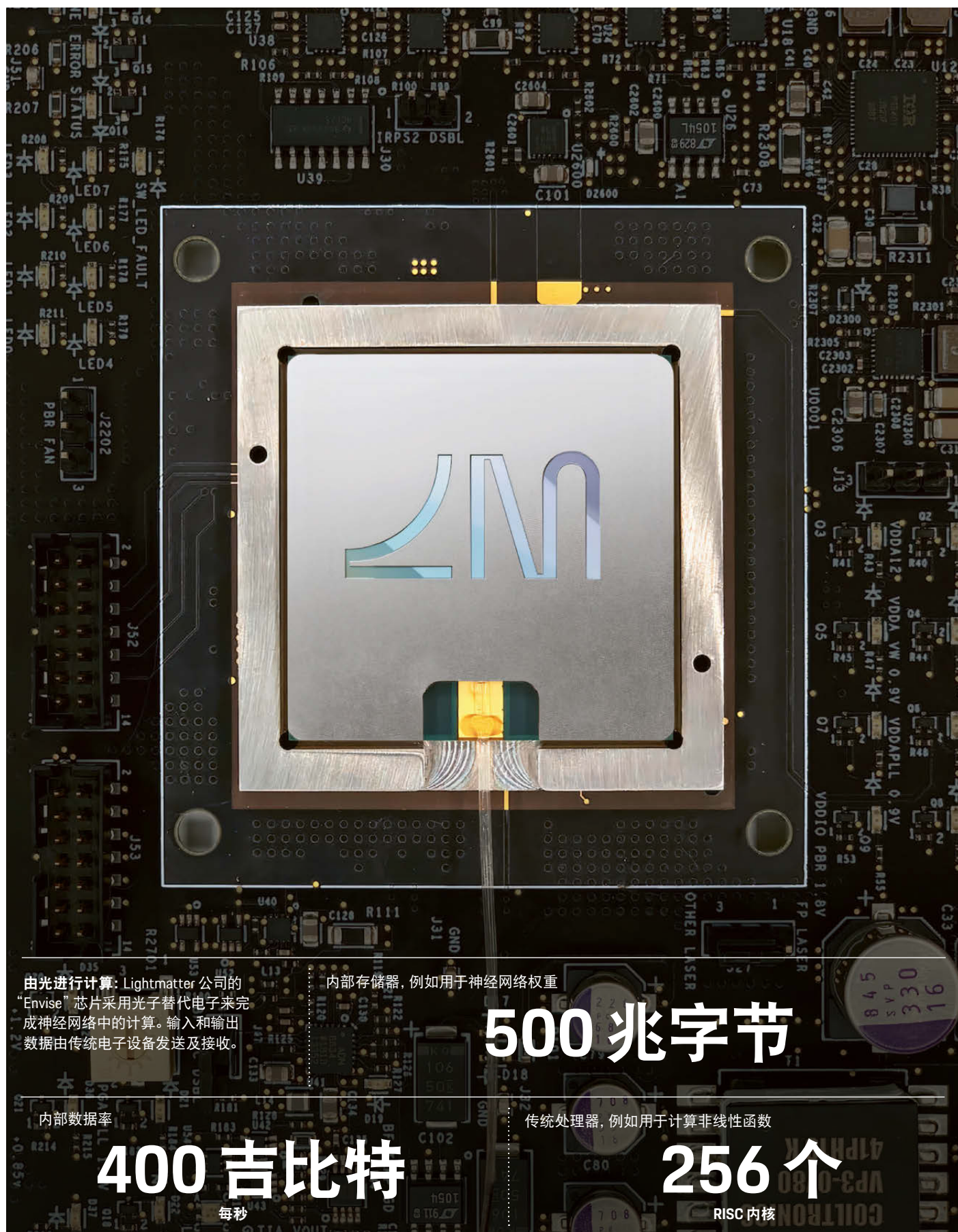
然而,这家波士顿公司并没有完全摒弃电子技术。他们将自己的光学计算机与传统电子元件相结合,让后者负责存储数据,以及执行除矢量矩阵乘法之外的所有运算。例如,其中包括非线性激活函数,用于在移动到下一层之前修改每个神经元的输出值。

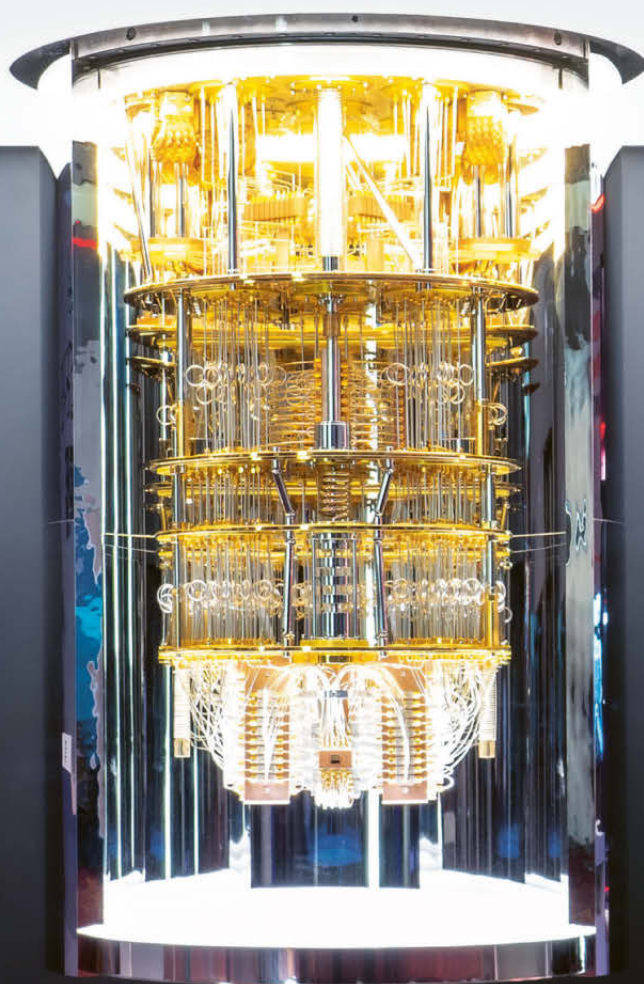
通过结合光学式和数字式计算机,DNN 的计算速度极快。“它们的主要优势是低延迟。”Lightelligence 发言人林赛·亨特(Lindsey Hunt)解说道。例如,这使 DNN 能够更快速地识别图像中的物体,如行人和电动滑板车骑手。在自动驾驶领域,这有望使系统在危急情况下更快做出反应。“此外,光学系统在消耗相同瓦特电能的情况下,可以做出更多决策。”亨特说。这一点尤为重要,因为车辆运算能力的提升,正越来越多地以牺牲油耗和续航里程为代价。

Lightmatter 和 Lightelligence 的解决方案可以作为模块装入传统计算机,以加速人工智能运算——类似于显卡。原则上,它们也可以集成到车辆中,例如用于实现自动驾驶功能。“我们的技术非常适合用作自动驾驶汽车的推理机。”林赛·亨特解释说。专家舍珀也持类似观点:“如果 Lightelligence 公司能够成功制造出适用于汽车的组件,则有望大大加快在汽车中引入复杂人工智能功能的脚步。”截至目前,该技术已准备上市:该公司计划于 2022 年与客户进行首批试点测试。

**“凭借晶圆级引擎,
理论上需要一个星
期的训练可以缩
短到几个小时。”**

约阿希姆·舍珀博士,
保时捷工程公司人工智能和大数据部门总监





全球首发: IBM 的“Q System One”量子计算机于 2019 年推出。据该公司称,它是全球首台为商业用途而开发的量子计算机。

弗劳恩霍夫协会的量子计算机

最强大的 IBM 量子计算机

27 量子比特

127 量子比特

全球用户

370,000

工作温度

-273 摄氏度



“模式越复杂， 传统计算机就越 难加以分类。”

海克·瑞尔，
IBM 欧洲和非洲量子研究部门负责人

典型的人 工智能运算

在深度神经网络中，主要进行的是矢量矩阵乘法。其中，一个层的人工神经元输入值是上游层神经元输出值的总和，各乘以一个因数。这正好对应于一个向量与一个矩阵的乘法运算，由此会得出一个新的向量。这些计算可以被很有效地并行化。

量子计算机作为人工智能加速器

量子计算机距离步入实际应用还要更遥远些。它们也可加快人工智能运算的速度，因为它们能够并行处理大量数据。为此，它们基于所谓的“量子比特”工作。与经典的信息量单位“比特”不同，量子比特可以同时代表 0 和 1 两个二进制值。这两个数字以叠加态共存，这只有在量子力学中才有可能。

量子计算机可能成为人工智能在对事物进行分类时的加速器，例如分类交通状况。其中会有许多不同的物体类别，包括自行车、汽车、行人、标志、潮湿和干燥路面。它们的区别基于诸多特性，因此专家们对“高维空间中的模式识别”产生了兴趣。

“模式越复杂，传统计算机就越难加以分类。”IBM 欧洲和非洲量子研究部门负责人海克·瑞尔 (Heike Riel) 解释说。因为每增加一个维度，计算两个物体相似度时的工作量就越大。正准备过马路的电动滑板车骑行者和使用助行车的老人，有多少异同？与经典计算机相比，量子计算机可以在高维空间中高效工作。对于某些问题，这一特性可能是有利的，使量子计算机相较于传统高性能计算机，可以更快地解决某些问题。

IBM 研究人员分析了可在训练后用于数据分类的统计模型。一系列初步结果表明，对于某些数据集，巧妙选择的量子模型比经典方法效果更好。量子模型更容易训练，而且似乎有更大的容量——这使它们能够学习更复杂的关联。

瑞尔承认，当今量子计算机可以用来测试这些算法，但它们与经典计算机相比，尚无真正优势。然而，量子计算机的研发进展迅猛。量子比特的数量和质量都在稳步提高。另一项重要因素是速度，以每秒电路层操作数 (Circuit Layer Operations per Second, CLOPS) 衡量。这个数字用于描述在单位时间内，量子计算机上可以运行多少个量子电路。它是量子计算机的以下三大重要性能标准之一：可扩展性、质量和速度。

在可预见的未来，量子计算机有望在某些应用中展现出优越性，也就是能够比传统计算机更快、更高效、更精确地解决问题。但是，要造就一台性能强大、纠错完毕、广泛通用的量子计算机，还要再多等待一阵。专家估计，至少还需要十年时间。

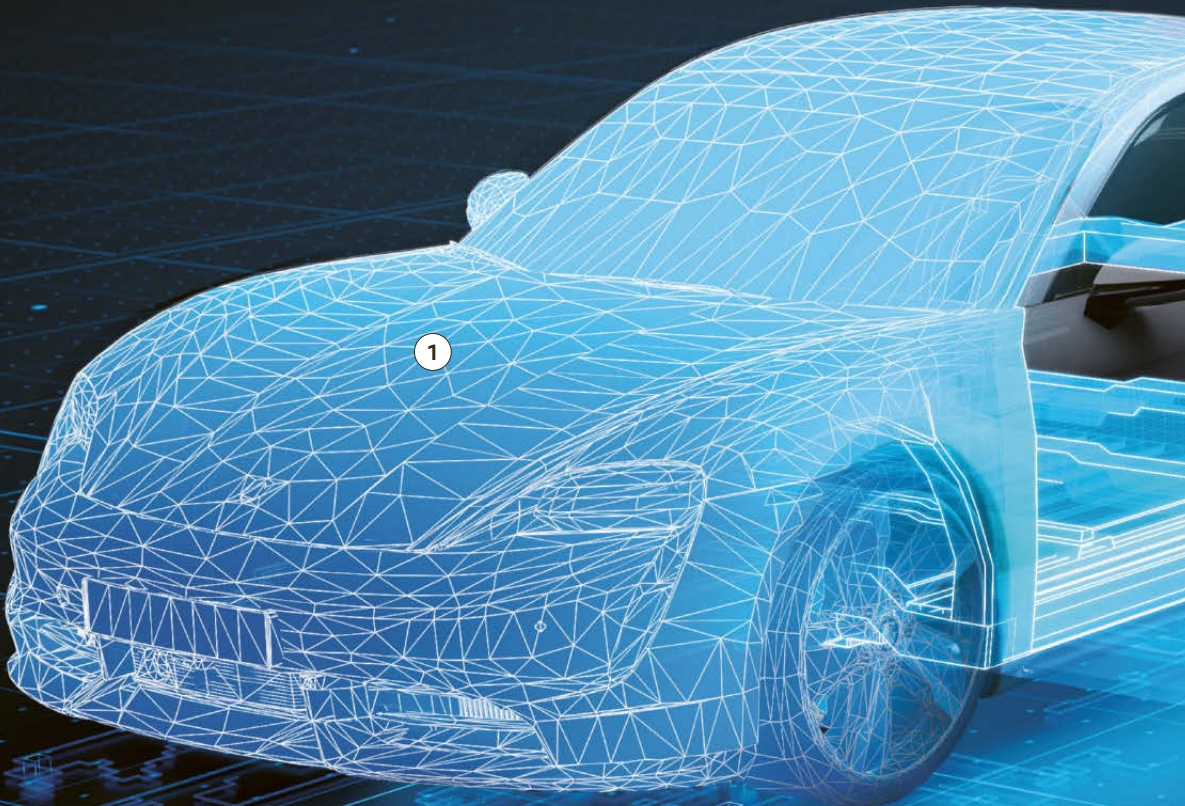
但这份等待很可能是值得的。正如光学芯片或新型电子计算机架构一样，量子计算机可能成为未来交通出行的关键。

→ 综述

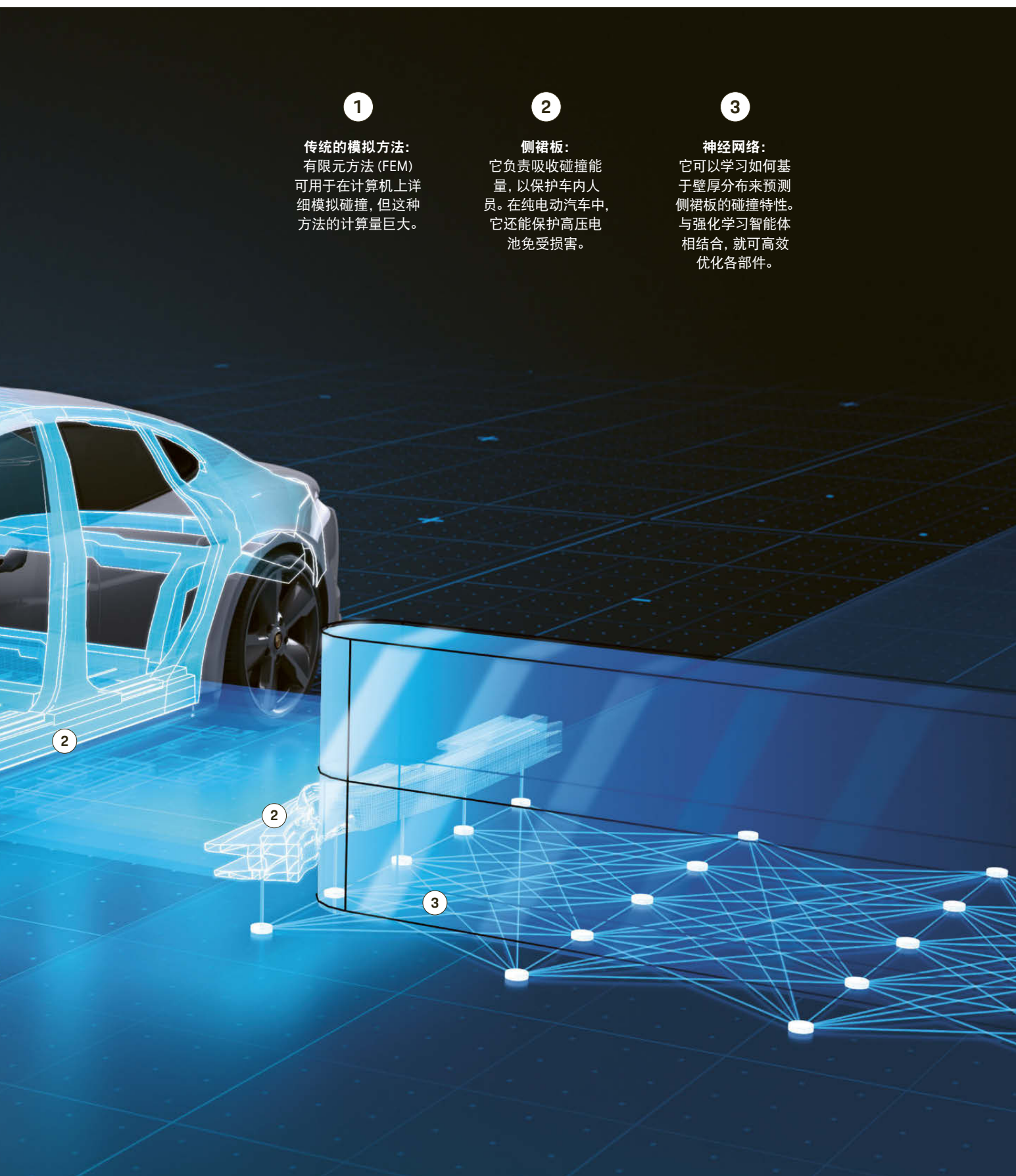
在人工智能运算领域，目前不仅是传统微处理器，甚至图形芯片也已表现出局限性。因此，世界各地的企业和科研人员都在致力于寻求新型解决方案。接近实用化的是晶圆格式的芯片和光子计算机。再过数年，量子计算机也有望加入，以满足各种特别高的运算需求。

双重优化

作者: Christian Buck 摄影: Jurij Chrubasik



保时捷工程公司结合两种人工智能方法来高效优化侧裙板：
一个强化学习智能体负责找出部件的最佳变体——
在神经网络的支持下，每个优化循环的速度大大加快。
这一方法也可为汽车研发的其他相关领域树立先例。



1

传统的模拟方法:
有限元方法 (FEM)
可用于在计算机上详细模拟碰撞, 但这种方法
的计算量巨大。

2

侧裙板:
它负责吸收碰撞能量, 以保护车内人员。在纯电动汽车中, 它还能保护高压电
池免受损害。

3

神经网络:
它可以学习如何基于壁厚分布来预测侧裙板的碰撞特性。与强化学习智能体相结合, 就可高效优化各部件。

智能设计: 保时捷工程公司没有进行复杂的模拟 (左), 而是使用高效的人工智能方法 (右) 来找出最佳的侧裙板。

它

们是不显眼的救命法宝：两条侧裙板可在车辆偏离道路并从侧面撞上路边树木等情况下保护车内乘员。在纯电动汽车中，它们还另有一项重要任务：保护高压电池。电池安置在左右侧裙板之间，以免在事故中过度变形。因此，研发人员投入大量工作来优化其各个组件的碰撞特性。

他们对侧裙板的最佳碰撞特性有着清晰的构想：变形（入侵）曲线应尽可能稳定，没有太大的局部波动。碰撞时的外力与侧裙板侵入量之间的这种关系，可以用一条理想曲线来表示（请见第 40 页的插图）。它应该尽可能接近部件的实际特性。

在研发过程中，这类优化通常采用模拟方法，因为用于碰撞测试的原型车非常昂贵。在广泛使用的有限元方法（FEM）中，通常会将真实车辆或部件分解成小四边形（“元素”）以进行碰撞模拟，这些四边形的角则称为“节点”。发生撞击时的特性可通过各个元素对外力的反应来计算——有限元方法模型包含的元素和节点越多，计算出的特性就越精确。“然而，更高的精度也意味着更大的计算量。”保时捷工程公司计算工程师约翰内斯·普法勒（Johannes Pfahler）解释道，“有限元方法模拟需要高性能的计算机，对于一个整车模型来说，一次碰撞计算可能需要一天或更长时间。”

纯电动汽车侧裙板的碰撞模拟也是如此。这个部件来自保时捷股份公司的一个前期开发项目。为了优化各个组件，保时捷工程公司的工程师们可以在 14 种壁厚之间选择，并将每一种变体的碰撞特性与理想曲线进行对比。如果计算工程师在此使用了具有 960 万个元素和 660 万个节点的有限元方法整车模型，一台具有 128 个微处理器核（CPU）的计算机将忙碌近 20 个小时——只是为了计算仅仅一种侧裙板变体的碰撞特性。即使是一个由侧裙板、车底和电池结构组成的简化有限元方法部件模型（160 万个元素和 190 万个节点），在每一次模拟时，仍然需要一台拥有 64 个 CPU 的计算机忙碌四个小时以上才能完成计算。因此亟需一种更高效的方法，以测试数百或数千种不同壁厚侧裙板变体的个性化碰撞特性。

强化学习智能体案例

由此开始，就是保时捷工程公司人工智能和大数据部门总监约阿希姆·舍珀博士（Dr. Joachim Schaper）及该公司其他人工智能专家发挥本领的地方了。他们的构想是：通过结合强化学习（RL）和神经网络（NN）这两种人工智能方法，应该能够以合理的计算量找出最佳的侧裙板变体。在强化学习中，一套算法（称为“智能体”，英语：agent）会与其环境互动，并不断通过反馈进行学习——通过对导致良好结果的行为进行奖励加分，并对失败的行为进行惩罚扣分。在这一案例中，其目标是在一段时间之后



960 万个

CAE 整车模型所拥有的元素数量。在一台具有 128 个 CPU 的计算机上，完成一次碰撞计算需要 19.5 小时。



160 万个

包含关键组件的简化 CAE 整车模型所拥有的元素数量。在一台具有 64 个 CPU 的计算机上，完成一次碰撞计算依然需要 4.25 小时。



13.2 万

简化的侧裙板 CAE 模型所拥有的元素数量。现在，在一台具有四个 CPU 的普通工作站上，执行一次碰撞计算只需要大约一个小时。该模型用于生成神经网络的训练和验证数据。



“我们借助了模拟数据来训练神经网络：根据输入的壁厚，预测输出侧裙板的碰撞特性。”

约阿希姆·舍珀博士，
保时捷工程公司人工智能和大数据部门总监

任务：找出完美的侧裙板！

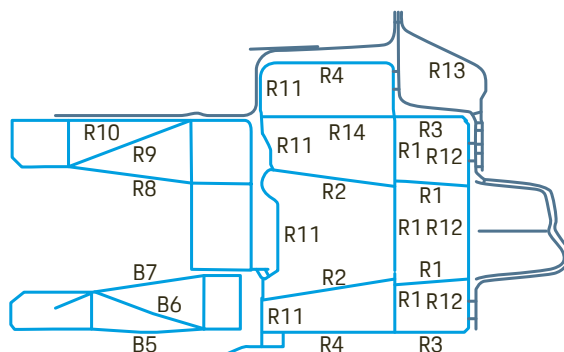
安全相关部件

需要优化的侧裙板由两件单独的挤压铝型材组成，它们以螺栓连接在一起（“B”接到“R”上）。这个组件重约 20 千克。它们的结构设计已预先确定，只有壁厚仍可在一定范围内变化。这正是强化学习智能体的任务，为此将使用神经网络来支持其工作。

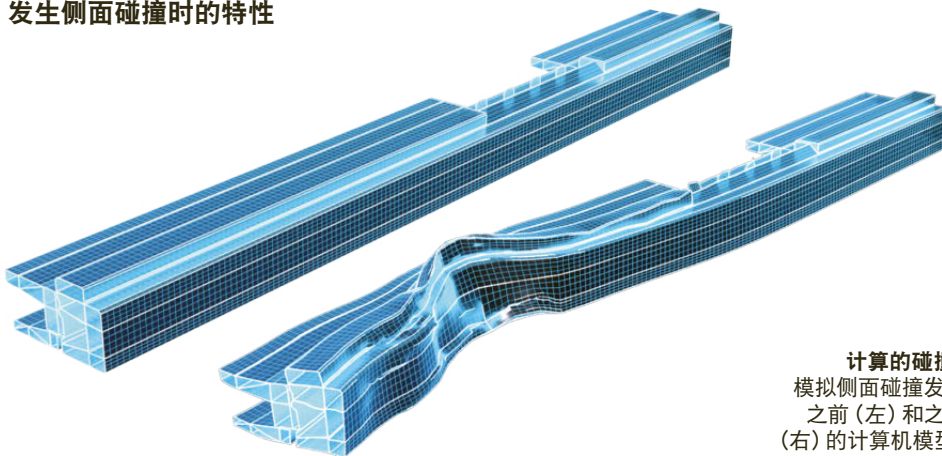
↓
14

项壁厚（右）决定了侧裙在发生碰撞时能够有效保护车内乘员和高压电池的程度。

侧裙板的横截面



发生侧面碰撞时的特性



计算的碰撞：
模拟侧面碰撞发生
之前（左）和之后
（右）的计算机模型。

训练数据的生成

侧裙板的碰撞特性可使用计算机模型来计算（左）。对于每一种具有 14 项特定壁厚的设计变体，一台具有四个 CPU 的普通工作站需要大约一小时来完成计算。作为神经网络的输入项，团队借助该模型执行了 548 次模拟，这相当于 23 天的模拟工作量。其中 300 次模拟是作为神经网络的训练数据，248 次用于后续验证。

找出得分尽可能高的变体。要做到这一点，强化学习智能体应通过改变 14 项壁厚，来逐渐接近侧裙板的理想碰撞特性。

原则上，通过基于有限元模拟的每一种建议变体的碰撞特性，就可确定每种具体情况的成功程度——如果为此所需的计算量和时间不太多的话。所采用的第二种人工智能方法，可以大大减少工时耗费：强化学习智能体所需的反馈，不是由模拟方法，而是由一个神经网络来提供的。“我们事先借助了模拟数据来训练它：根据输入的壁厚，预测输出侧裙板的碰撞特性。”舍珀解释说，“每一种侧裙板变体只需要几秒钟就可以完成预测，而传统模拟

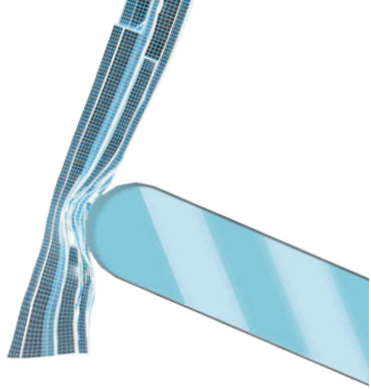
↓
23

借助普通工作站，找出最佳侧裙板所需的天数。通过并行使用数台计算机，这一时间可以缩短到仅 8 天。

方法则需要几个小时。而且，使用强化学习智能体不会降低反馈精度。”

结合两种人工智能方法，就可以对侧裙板展开优化了。第一次循环的 14 项壁厚并不是随机选择的，而是由保时捷股份公司车身体前期研发专家菲利普·凯尔纳博士 (Dr. Philipp Kellner) 提供。“作为一名专家，他凭借多年的经验，清楚知道一套好的组合大致可能是怎样的。”普法勒表示，“所以强化学习智能体的起点已经相当不错。”然后，神经网络将这一特定侧裙板变体的碰撞特性与理想曲线进行对比，并将偏差作为反馈输入智能体中，而智能体又将下一组 14 项壁厚的组合提交给神经网络。这一过程

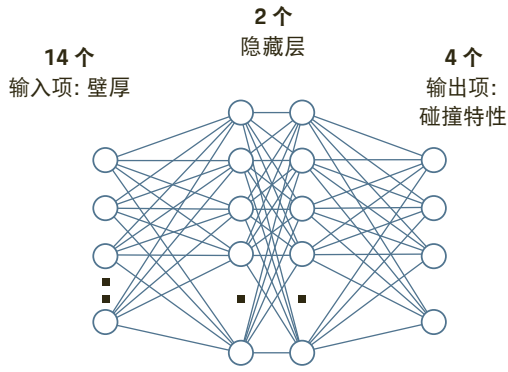
第一重优化：由神经网络取代模拟



神经网络的训练

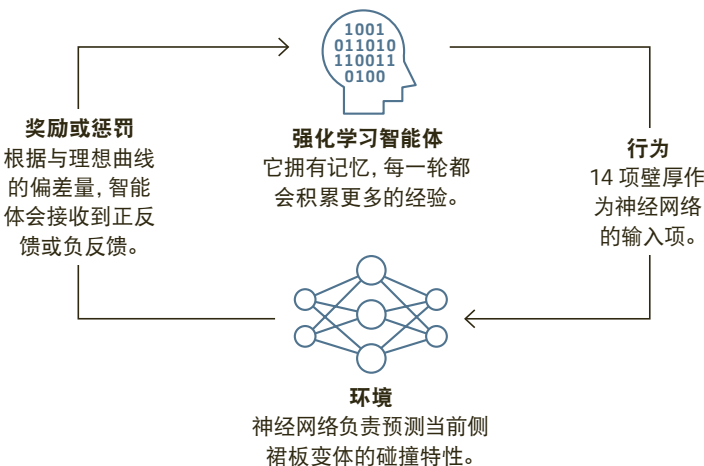
一个神经网络（右）在训练数据（左）的帮助下学习如何预测侧裙板的碰撞特性——由此可替代模拟方法。它有 14 个输入项（壁厚）和 4 个输出项：总质量和侵入量为 40、60 和 80 毫米时的能量。中间是两个隐藏层。总共有 384 个权重接受训练。使用神经网络，可以在几秒钟内计算出每个侧裙板变体的碰撞特性。

神经网络的架构



第二重优化：由智能体调整壁厚

壁厚优化



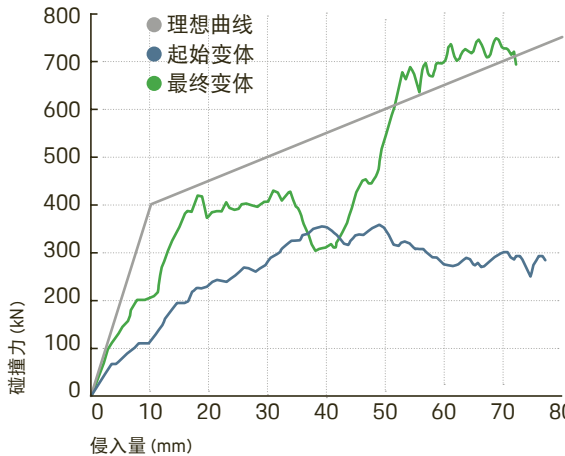
奖励或惩罚
根据与理想曲线的偏差量，智能体会接收到正反馈或负反馈。

强化学习智能体
它拥有记忆，每一轮都会积累更多的经验。

行为
14 项壁厚作为神经网络的输入项。

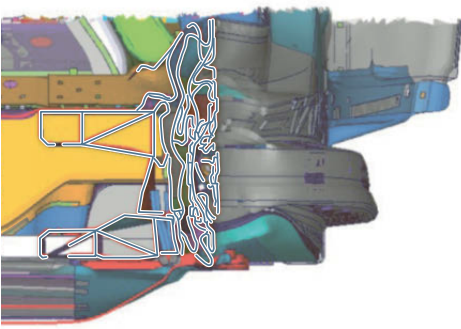
环境
神经网络负责预测当前侧裙板变体的碰撞特性。

接近理想曲线



侵入量 (mm)	理想曲线 (kN)	起始变体 (kN)	最终变体 (kN)
0	0	0	0
10	400	100	200
20	450	200	350
30	500	250	400
40	550	300	450
50	600	350	500
60	650	300	600
70	700	250	700
80	750	200	750

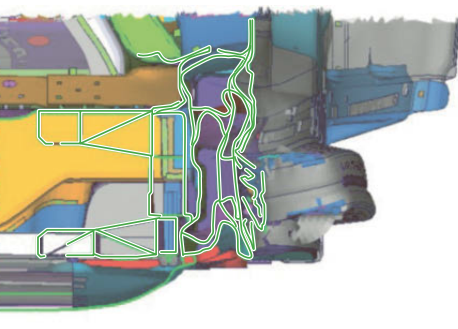
优化的初始点



任务完成！

从起始变体（左图，上方蓝色曲线）开始，经过数千次优化循环，强化学习智能体找出了一个侧裙板，它的 14 项壁厚接近灰色的理想曲线（右图，上方绿色曲线）。在横向碰撞中，这一**最终变体**的侧裙板从外到内以及在整体纵向高度上呈均匀变形。

优化后的最终变体



已重复了数千次,每一次迭代,强化学习智能体和神经网络都会帮助人工智能团队朝目标更进一步:找出最佳的侧裙板。

强化学习的优势在此展露出来。“我们考虑了很久,哪种人工智能方法可能对这项任务最有效。”舍珀报告说,“强化学习的优势就在于:智能体会记下其试验的历史。也就是说,它知道截至目前为止,哪些做法的效果好,哪些的效果不好。这是制定优良策略,从而高效优化侧裙板的一个重要前提。”事实证明,他对强化学习方法的信心是合理的:经过几千次的迭代,这两种人工智能方法提供了一个与理想曲线拟合足够好的侧裙板变体(请见第40页的插图)。目标就此实现——而且耗时只相当于传统方法的零头。

从经验中学习

研发人员总共花费了大约23天的计算时间来实现他们的目标。到目前为止,花费工时最多的环节,是用于训练或验证神经网络的548次碰撞模拟。它们基于进一步简化的侧裙板有限元方法模型,该模型只包括大约13.2万个元素和12.9万个节点。每一个变体的每一次碰撞都可以在一个小时之内计算出来——而且只需要一台有四个CPU的普通工作站。“如果我们用传统模拟方法在548种变体中寻找最佳的侧裙板,那么需要一台高性能计算机忙碌96天。”普法勒解释说,“此外,如果我们选择了在参数空间的错误范围内发起寻找,就可能已经错过了最佳壁厚——这就需要继续进行费事费力的模拟。”

优化项目开始于2020年底,并首先对当前的技术水平进行了分析。在2021年第一季度,就已经有了神经网络的训练和验证数据集,这个网络在第二季度得到了训练。与此同时,保时捷工程公司的人工智能专家研发出了强化学习智能体,并最终让其负责执行侧裙板的优化。他们目前正致力于利用两种人工智能方法的成功结合来实现进一步优化。“例如,我们想要确认,预先训练好的强化学习智能体在针对不同的碰撞或不同的部件时,是必须研发全新的策略,还是可以对旧策略加以再利用。”普法勒说。

以更高效实施为目标

将来,强化学习智能体将用于寻找针对前部和后部碰撞进行优化的可能性。此外,舍珀、普法勒和其他同事们还想研究如何能更高效地实施这一方



“如果我们用传统模拟方法进行搜索,那么需要一台高性能计算机忙碌96天左右。”

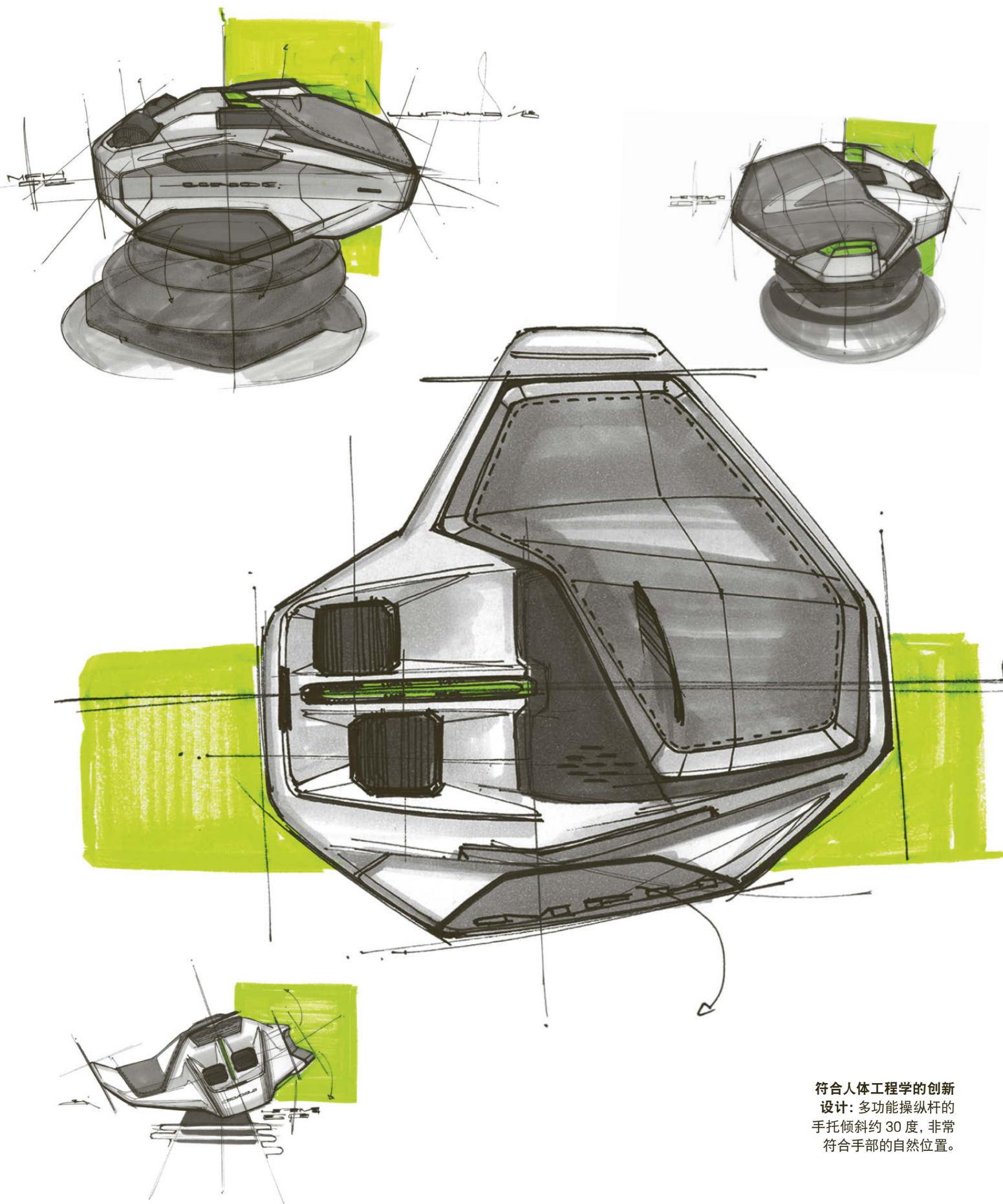
约翰内斯·普法勒,
保时捷工程公司计算工程师

法。“我们利用300个数据集训练了用于侧裙优化的神经网络,使这个神经网络得出了非常精确的结果。”舍珀报告说,“然而,这是一个异常庞大的数据量,因为通常只有10到20个模拟结果可以用于训练。”现在的问题是:即使训练数据明显减少,神经网络仍能提供准确的碰撞特性信息吗?训练强度和精度之间的最佳折衷点在哪里?神经网络的错误率在多大范围内是可容忍的?“已经确定的是,我们可以将人工智能应用于部件优化。”普法勒总结道,“现在的任务是改进这一方法并将其整合到批量研发之中。”

保时捷工程公司的人工智能专家们已经通过PERL项目(Porsche Engineering Reinforcement Learning,保时捷工程公司强化学习,请见2021/1期)了解到,强化学习和神经网络相结合,可以提供重要的推动力:借助强化学习,团队得以自动找出发动机的最佳应用策略,该策略普遍适用于具有不同设计和排量以及不同涡轮增压系统的车型。“PERL和目前的项目有许多相似之处:例如,两者都涉及在一个较大搜索空间内寻找最佳组合的问题。”舍珀解释说,“而这也再次表明:强化学习是人工智能领域中执行优化任务的王道之选。”

→ 综述

通过结合强化学习和神经网络这两种人工智能方法,保时捷工程公司得以在无需使用高性能计算机的情况下,非常高效地优化侧裙板。现在,他们正在研究如何使这一方法进一步自我改进,以及还可将之应用于哪些其他领域。



符合人体工程学的创新
设计：多功能操纵杆的
手托倾斜约 30 度，非常
符合手部的自然位置。

一手操作

作者: Jost Burger

保时捷工程集团为林德物料搬运公司设计了一款用于前移式叉车的新型多功能操纵杆。这一解决方案高度创新，且完美兼顾多功能和人体工程学的设计。

无论是在建材市场或批发市场的一排排货架之间，亦或是在大型物流公司或食品公司仓库内，你都可能看到它们的身影：前移式叉车。在仓库中，这种叉车主要负责补充货料。因为这种叉车独到的设计，它们可以在狭窄空间内操作，同时能将大型货物搬进或搬出远高于十米的货架。紧凑小巧，功能强大，这就是前移式叉车。与前卸式堆垛车不同，前移式叉车操作员的座椅位置甚至可以与行进方向成直角。加上带有门架的紧凑设计，这种叉车甚至可以在大约三米窄的过道上自由穿行，工作自如。

举个例子，前移式叉车可能需要完成的一项任务，就是将托盘从货架上层转移到下层。到达货架位置



在远超

10 米

高的狭窄空间内
自如提升重物。

后，操作员就可以操作门架向上伸展，然后操作货叉沿着货物臂向前移动到他所需要的托盘处。货叉还可以前后倾斜或侧向移动，保证能快速安全地完成托盘的装卸。同时为了提高工作的效率与安全系数，叉车的设计还需要保证操作员能看到货物，而不是需要将更多的注意力转移到前移式叉车的操纵上。

轻松操纵，无需挪手

针对这一要求，林德物料搬运公司（Linde Material Handling，简称 MH）将改善车辆的人体工程学确立为一个需持续发展的目标。这一目标聚焦在林德 R10 至 R25 系列前移式叉车上。林德引入一个全新的操作单元来控制这些叉车的门架功能。而货物搬

人体工程设计的演变

在设计项目中，设计师们分多个步骤逐步做出成品。



①

起点：这个 3D 打印机打印出来的模型展现了控制元件的分布位置。



②

新的控制元件：CAD 图形上的“小翼”（左上）和“侧肋”（中间）。



③

接近量产：在这一三维模型中，控制元件的分布最终确定了下来。

运专家保时捷工程集团作为合作伙伴，也参与了此次新型多功能操纵杆 (Multifunctional Lever, MFL) 的设计。“我们想开发一种操作设计，将所有液压功能都结合在一个操纵杆上。”法比安·谢勒 (Fabian Scherer) 说道，他在林德 MH 担任前移式叉车产品经理。在以前，叉车主要有两个或四个单独的操纵杆设计，取决于操作员更偏向哪种设计。谢勒补充说：“即使操作员对操纵杆已经很熟悉了，但在装货时，还是得一次次地挪手去操纵。”这既耗费时间，也迫使操作员可能需要短暂地将目光从货物转移到操纵杆上。这正是全新的 MFL 重点希望改变的地

方。为此，设计人员提出了这样的想法：只要操作员手腕和手指稍微用力，就可以方便快捷地操纵包括驾驶、推动和提升等在内的所有功能，不再需要频繁地将手放上去又放下来。这能让操作更加直观，也能大大提高效率。

目前市场上已经出现了单杆控制设计。这种操纵杆更像是一种游戏手柄，操作员手握手柄，完成操控。通过操纵杆的前移或侧移，可以控制货叉的上升和下降或者前移或侧移。其他的功能，比如货叉的倾斜，也可以通过操纵杆上的按钮或滑块来实现。林德 MH 也希望采纳这一操纵杆的基本原理，但更希望在此基础上进一步改进。“我们想要一个解决方案，让操作员可以将手放松地放在操纵杆上，而不需要抓着操纵杆。这样就不那么累人。”谢勒的同事、公司前移式叉车研发工程师迈克尔·皮里茨 (Michael Pieritz) 说，“我们的目标是尽可能地完善人体工程学设计。”

手可以自然放置

同时，这一全新解决方案，需要尽可能降低将已有设计理念向新设计理念的转换难度。“就控制元件的位置安排而言，业内其实已经形成了一种不成文的标准。”皮里茨解释道。这正是林德 MH 的研发人员首先对现有操作设计进行全面分析的原因。他们还用 3D 打印机制作了第一个原型，展示了控制元件的基本位置安排。这一原型操纵杆看起来更像是一个电脑鼠标。操作员的手可以舒适自然地放置在操纵杆上面，并且可以顺利无阻地移动到操纵杆的四面。操纵杆整体可以来回推动，以上升或下降门架。向左或向右移动，可以控制门架进给的方向。

“冷库和手套是一个极端情况，另一个极端情况是就是女性的手，通常会更加娇小。”

史蒂芬·斯塔克，
保时捷工程公司设计师



货叉的倾斜和侧向运动可通过两个滑块由食指和中指进行控制。在单踏板叉车中, 拇指则可以用来控制喇叭, 并实现车辆的前进和后退。

林德 MH 向弗劳恩霍夫工业工程研究所 (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, 简称 IAO) 展示了这一原型设计。工程研究所的专家们在经过研究之后, 建议将多功能操纵杆的手托倾斜约 40 度, 这更符合手部的自然位置。而这一设计在市场上也将是独一无二的。

“驾驶员们都
非常满意,
对操作的灵敏
性赞口不绝。”

法比安·谢勒,
林德物料搬运公司前移式叉车产品经理



前移式叉车的
设计工作时间达到
20,000
个工作小时。



每小时平均进行

30
次托盘操作。



在整个叉车生命周期中,
相当于需要进行约

600,000
次托盘操作。



多功能操纵杆在其生
命周期内大约会执行

240 万
次操作循环。

全新多功能操纵杆

所有功能均可一手操作

**① 升降货物，伸展门架：**

操作员将整个多功能操纵杆拉向自己，以提升货物。要降低货物，操作员则只需将操纵杆推离自己。要延伸门架，操作员可将多功能操作杆向右推。将操作杆向左推，门架就将再次缩回，从而缩短整个叉车的长度。

③ 侧移：

这个转轮用中指进行操作。操作员将转轮向前转，货叉最多可以向左移动 8 厘米。操作员将转轮向后转，货叉最多可以向右移动 8 厘米。按下旋转轮可使货叉回到中间位置。

④ 喇叭：

拇指一按，就能激活喇叭。

② 倾斜货物：

通过转轮，操作员可以将货物在货叉上向前倾斜，以便卸货。要实现这一点，只需食指将控制元件往前转动即可。如果向后转，则在抓取货物之后向后倾斜。通过按下旋转轮，可以将货叉的倾斜度重置为零。

⑤ 驾驶方向：

同样用拇指控制，操作员可以选择向前（向左摆动）或向后（向右摆动）的行驶方向。

创新：39X 叉车的特点是带有高架倾斜气缸的承重式车顶。

40 年合作历史

林德物料搬运公司和保时捷工程公司已合作超过 40 年历史，主要在林德地面运输工具领域内展开合作。第一个合作项目是林德 H30 柴油平衡重式叉车 (BR 351)：这个设计项目的旨在让这款叉车的特殊功能和构造，在外观上更为显眼。此后，“形式服从功能” (form follows function) 这一格言得以运用到其他许多车辆开发当中，并斩获多项大奖：自双方展开合作以来，其设计作品已经荣获超过 25 个设计奖项。“当保时捷工程公司在 40 年前开始参与林德叉车的设计时，它们看起来与现在大相径庭。40 年间，既有逐步的演变，也有重大的调整。” 保时捷工程集团销售经理沃尔夫冈·鲁伯 (Wolfgang Rüber) 说，“2001 年的 39X 系列是对风格的一次重新定义，是一场真正的设计革命，至今仍有重大影响。但我们也特意考虑到林德物料搬运公司的传统，以突出其专业品牌形象。这一点与我们在保时捷汽车的设计中完全一致。”



这个原型接下来就交给了曼努埃尔·艾德特 (Manuel Aydt) 和史蒂芬·斯塔克 (Stefan Stark)。这两位设计师已在保时捷工程集团工作多年, 此次受命负责设计这一多功能操纵杆。他们的任务是将新的操作理念与林德前移式叉车的设计进行融合, 同时实现较高的人体工程学要求。其中就包括以前因为可用空间有限而设计为 30 度的倾斜度。另外, 多功能操纵杆还应该适合所有手型, 即使在困难条件下也应该可靠发挥作用。“手托上的开关必须能保证操作的绝对安全。”艾德特在回忆当时的设计时说: “即使操作员在冷库中戴着手套驾驶, 他的手也不能有从手托上滑落的可能。”他的同事斯塔克补充说道: “冷库和手套是一个极端情况, 另一个极端情况是就是女性的手, 通常会更加娇小。”

“侧肋”与“小翼”的设计, 更符合人体工程学

两位设计师提出的两个想法, 完美解决了这一设计任务。他们在食指和中指之间的位置上增加了“侧肋”设计, 有助于手在多功能操纵杆上的定位。它能确保手始终处于正确位置, 即使操作员戴着厚厚的手套, 或者无论手部大小如何, 都不会有问题。其次, 设计师们在多功能操纵杆的右侧增加了一个“小翼”设计。这个“小翼”可防止手因操纵杆的倾斜而滑落。加上这个小设计, 整个多功能操纵杆看起来就有点像一条鳐鱼。“我们甚至起了把这个操纵杆命名为鳐鱼的想法。”皮里茨说。此外, 这一操纵杆沿用了林德叉车的其他部件, 这些部件的设计也是由保时捷工程集团负责的, 其中包括一个“鲨鱼鳍”设计, 这是属于操纵杆侧面的设计要素。

通过手绘、电脑上的 3D 设计和 3D 打印机的原型打印, 设计师们一步步做出了最终的产品。在整个过程中, 林德 MH 也反复地在车辆上直接测试保时捷的原型设计。“测试的目的, 首先就是就是要找准合适的尺寸, 以便在叉车驾驶室可用的空间内轻松操纵多功能操纵杆。”艾德特回忆说。测试的第二阶段, 就是对已经包含各个功能控制元件的原型设计进行测试。

经过半年时间, 多功能操纵杆的设计终于完成, 可以进行批量生产。“拿到最终产品时, 我们非常满意。”斯塔克说。他的同事艾德特补充道: “有了侧肋和小翼, 我们的设计就能在同行业的竞争中脱颖而出。”另一个结果也让设计师们感到满意: “在我们的创造性设计工作结束之后, 这一多功能操纵杆的设计能够顺利直接投产, 这真的非常棒。”艾德特



“在我们的创造性设计工作结束之后, 这一多功能操纵杆的设计能够顺利直接投产, 这真的非常棒。”

曼努埃尔·艾德特,
保时捷工程公司设计师

评价道。凭借他们的专业知识与经验, 设计师们成功地在这一操纵杆上实现了设计与功能的完美结合。

操作员们也十分满意

林德 MH 对合作的结果非常满意。“我们与保时捷工程集团合作已有 40 年。”产品经理谢勒说。“我们非常理解各自的工作方式。”

林德随后进行了各种测试, 包括在客户和经销商处也进行了测试, 接下来就是投入批量生产。2020 年底, 带有全新多功能操纵杆的前移式叉车投入市场。谢勒说: “驾驶员们都非常满意, 对操作的灵敏性赞口不绝。这种来自客户的好评, 就是对我们所有人的最大认可。”

→ 综述

迄今为止, 林德物料搬运公司的前移式叉车主要是用两个或四个单独的操纵杆完成操作的。该公司现与保时捷工程集团一起开发了一个全新的多功能操纵杆, 这样, 所有功能只需一只手就能轻松掌握。驾驶员再也不必反复挪手, 且视线再也不需要离开货物。

绅士的破纪录之旅

作者: Mirko Heinemann

意大利企业家詹马利亚·阿格姆凭借其电动座驾“Blizz Primatist”，在纳尔德奥技术中心 的赛道上创造了七项世界纪录，令人印象深刻地展示了电动汽车的潜力。出于对其伟大榜样——博通公司概念车“Z.E.R”的敬意，他放弃了挑战第八项纪录。



快如闪电：凭借 147 千瓦的功率，这款电动车的时速可达 300 公里以上。



“我想要表明的是，
纯电动汽车能在保持高速
的情况下行驶很远的距离。
这我现在已经做到了。”

詹马利亚·阿格姆，企业家兼创纪录车手

平

生至今，詹马利亚·阿格姆已参加过400多场老爷车拉力赛，并且是一位常胜健将。其爱车是一辆1965年的蓝旗亚（Lancia）Fulvia Coupé。“我喜欢它经典的设计、质朴的技术还有发动机的声浪。”这位现年74岁、来自都灵的企业家兴致勃勃地说。他的客厅里陈列着70多座奖杯。

在他获得的众多奖项中，现又增添了另外一项顶级成就。而且人们轻易想不到，这会是出自像阿格姆这样一位老爷车迷的手笔：2021年春，他在意大利南部纳尔德奥技术中心（NTC）的场地上创造了七项世界纪录——所用座驾是极尽尖端的电动单座赛车 Blizz Primatist。这辆车由其亲自参与主导开发，与他的蓝旗亚 Fulvia Coupé 大异其趣。因为在这辆新车上绝对找不到镀铬的散热器格栅，更不用说拉力赛大灯或曲线起伏的经典造型了。相反，这台长四米、宽一米并带有尾翼的车辆看上去更像一枚鱼雷。只是在加速时，这辆车发出的不是四缸发动机的饱满轰鸣，而只有电机细小的嗡嗡声。

“Blizz Primatist”这个名字一部位源自阿格姆于数年前创办的公司 Blizz Timing，该公司专业生产高品质拉力赛用计时器；而名称的第二段“Primatist”

则强调了对这辆车的期许：总是第一个冲过终点线。其致敬的榜样是传说中的 Z.E.R.（Zero Emission Record，“零排放纪录”），由意大利设计公司博通（Bertone）在1994年推出。这辆电动汽车风阻系数低至惊人的0.11，是对阿巴斯（Abarth）750 Record这一未来主义车型的再度诠释。后者是一款1950年代的赛车，同样是由博通公司设计。

对 Z.E.R. 一见倾心

与这款作品一样，Z.E.R. 也是专为展现顶级性能而设计的，并且也确实达成了使命：这辆电动车创造了两项世界纪录。第一项于1994年达成：在一小时内跑过了199.881公里的距离。次年，这辆电动车又再次创造了电力驱动车辆新的最高车速纪录：303.977公里/小时。

历史榜样：博通公司1994年推出的 Z.E.R. 具有惊人的低阻力，并在 NTC 赛道上创造了两项世界纪录。





创造纪录的旅程: Blizz
Primatist 在 NTC 赛道
上以 200 至 250 公里/
小时的车速行驶。明年
还将斩获更多的纪录。

詹马里亚·阿格姆第一次看到 Z.E.R., 是在 1996 年的米兰 AutoClassica 经典车展上。他立即便被这辆车的概念所打动。对于阿格姆来说, Z.E.R. 绝不仅仅是博通公司的一款经典之作而已。在他看来, 这辆车崭新的驱动技术, 象征着对未知领域的大胆迈进。而这正是这位都灵车迷在大约四分之一世纪后同样想做的事情: 驾驶 Z.E.R., 改进它, 并用它创造新的纪录。遗憾的是, 憧憬之车已成绝唱。博通公司宣布破产后, 意大利老爷车俱乐部 ASI (Automotoclub Storico Italiano) 收购了博通博物馆的全部收藏。现在, 这些车辆——包括 Z.E.R.——都在米兰马尔彭萨机场附近的沃尔andia (Vollandia) 博物馆展出。

因此, 阿格姆决定要设计自己的车。为此所需的知识, 他是有的, 因为多年来, 这位企业家在汽车制



连中七元: 詹马里亚·阿格姆在 2021 年春季驱车创造纪录后。当时看板上仍显示着两项 Z.E.R. 纪录, 而其中之一现已改由 Blizz Primatist 保持。



“探索汽车未来的边界， 是我们 DNA 的一部分 ——无论是提高明日车辆的 安全性，还是开展独 一无二的纪录挑战。”

安东尼奥·格拉提斯, NTC 董事总经理

造领域已掌握了扎实的专业技术。“当工程师们遇到疑难问题时，都会打电话来问他。”他的妻子罗塞拉·孔蒂 (Rossella Conti) 提到。此外，阿格姆还为他项目招揽到了曾开发过 Z.E.R. 的工程师欧金尼奥·帕格里亚诺 (Eugenio Pagliano)，得此助力，便可着手为 Z.E.R. 开发非官方后继车型了。然而，Blizz Primatist 的定位绝不仅仅是 Z.E.R. 的改良复刻版。“我们从零开始，重新开发了所有部件。”阿格姆强调。

因此，其电动发动机的性能和电池单元的效率都代表着时下最先进的技术水平。Blizz Primatist 的蓄电池由 2,688 个锂离子电池单体组成，总共可提供 34 千瓦时的功率。电力驱动由来自瑞士、仅有 20 公斤的轻质三相异步电动机提供，它可以提供超过 147 千瓦的峰值功率，使最高时速超过 300 公里。能源管理由一套复杂的算法负责，该算法可确定一定距离或时间内应采用的最高车速。所有信息都汇聚在驾驶舱内，其中的数字显示和黑灰色的液晶显示屏，几乎和在一级方程式赛车上一样的简陋。电动汽车的转向则由一台类似飞行摇杆的双手摇杆控制。

在风洞中进行设计优化

然而，Z.E.R. 有一个特点，是阿格姆及其工程团队无论如何都想要继承的，那就是 0.11 的低风阻系数。为了实现这一目标，瓦莱达奥斯塔大区

Podium Engineering 公司的设计师和设计工程师们利用计算机优化了 Blizz Primatist 的空气阻力，并在都灵理工学院的风洞中进行了测量。由皮埃蒙特大区萨卢佐市 Carbon Team 公司负责提供的先进碳纤维轻质结构，也为其高续航里程做出了贡献。最终，工程师们以 499 公斤的极低车重满足了低于 500 公斤的规定限制要求。由此这辆车得以在两个不同的级别展开角逐：500 公斤以下重量级电动车和——加上数公斤压舱物——500 至 1,000 公斤级电动车。配备铅蓄电池、重 890 公斤的 Z.E.R. 当年也曾在此出赛。

Z.E.R. 的两项世界纪录，均是在这条位于普利亚大区的 NTC 赛道上创造的。因此，后继者同样开上这条道路，其意义尤其不凡。NTC 董事总经理安东尼奥·格拉提斯 (Antonio Grati) 仍然清楚地记得詹马利亚·阿格姆的电话：“当我被问到，是否可以考虑为见证创纪录的赛程而开放赛道时，我没想太久就答应了。探索汽车未来的边界，是我们 DNA 的一部分——无论是提高明日车辆的安全性，还是开展独一无二纪录挑战。我们的赛道上书写了汽车的发展史。纳尔德奥技术中心怎能缺少创纪录的场面呢？”

赛道一小时定时赛新纪录

在国际汽车联合会 FIA 完成赛道检查和认证后，2021 年 4 月 30 日，期待已久的时刻宣告到来。一辆拖车将 Blizz Primatist 拖到了 NTC 12.6 公里高速赛道的起点位置。一块看板上显示着倒计时，当数到零时，绘有意大利三色旗的黑色“鱼雷”几乎悄无声息地动了起来。Blizz Primatist 开始了破纪录的旅程。坐在方向盘前的正是：詹马利亚·阿格姆。

在当天及次日，他们以 200 至 250 公里/小时的稳定速度在赛道上高歌猛进，在两个车辆级别上创造了七项纪录。4 月 30 日，它分别完成了 10 英里、100 公里和 100 英里的赛程，创下了 500 公斤以下级电动车迄今为止的最高平均车速纪录。阿格姆还打破了这处赛道的一小时跑纪录，完成里程为 225.184 公里。当天赛事结束时，蓄电池仍剩余百分之四的电量。得益于智能的能源管理，阿格姆实现了对可用电量的最佳利用。

一夜之间，电池再次充电完毕，5 月 1 日，500 至 1,000 公斤级电动车 10 英里、100 公里和 100 英里计时赛的三项纪录随之落入囊中。他们获得了国际汽车联合会 (FIA) 的认证，为此，其专家与意大利



Blizz Primatist 的 七项世界纪录

A 类 VIII 组，第 1 级：
500 公斤以下 (Blizz
Primatist: 499 公斤)

10 英里，平均车速为
210.741
公里/小时

100 公里，平均车速为
229.715
公里/小时

100 英里，平均车速为
231.188
公里/小时

一小时定时赛：
225.184
公里

利汽车俱乐部 ACI 的代表一起前往赛道进行了检测。假如能花更多时间并给蓄电池充电,阿格姆还可以达到更高的车速。“但这并不是我关注的点。”他说,“我想要表明的是,纯电动汽车能在保持高速的情况下行驶很远的距离。这我现在已经做到了。”现在,他希望自己的车也能为汽车制造商们树立一个榜样,刺激他们再接再厉。“这等表现在几年前是无法想象的。”阿格姆表示。而且他还想在明年便进一步提升成绩:阿格姆预告,他想在 2022 年 5 月与 Blizz Primatist 一起再赴纳尔德奥,并打破更多纪录。

安东尼奥·格拉提斯也深感振奋:“詹马利亚·阿格姆的纪录证明了电驱动技术的长足进步。与 Z.E.R. 相比,Blizz Primatist 的续航里程要大得多,

↓
A 类 VIII 组, 第 2 级:
500 到 1000 公斤
(Blizz Primatist:
507 公斤, 含压舱物)

10 英里, 平均车速为

227.492

公里/小时

100 公里, 平均车速为

243.133

公里/小时

100 英里, 平均车速为

242.859

公里/小时

↑
未破纪录:
一小时定时赛。
Z.E.R. 的纪录:
199.881 公里

因此代表着巨大的技术飞跃。我敢肯定: 公众将很快看到电动汽车创下更多漂亮的纪录。而且我确信, NTC 将在这一过程中扮演重要的角色, 这里将成为一连串巨大成就的诞生之地。”

詹马利亚·阿格姆跳过了对第八项纪录的挑战: 1,000 公斤以下级电动汽车的一小时定时赛。因此这一纪录目前仍由 Z.E.R. 保持, 路程为 199.881 公里。“如果我在第二天的其他三个项目中开得慢一些, 原本也可以超越这个成绩。”阿格姆说, “但我决定了, 还是不要打破 Z.E.R. 的这项纪录, 以此表达对这辆传奇名车的敬畏之情。”他的妻子总结道: “听到了吗? 我丈夫可不是什么冷血无情的纪录杀手, 而是很有绅士风度的。”

→ 综述

意大利企业家詹马利亚·阿格姆用他在 2021 年春天创造的七项纪录证明, 纯电力驱动的车辆可以在高速下进行长距离行驶。成就了如此性能的, 是高效的电驱动装置、最先进的电池单元和 Blizz Primatist 的低风阻。





电气性能： Mission R 的性能水平与 911 GT3 Cup 旗鼓相当。

任务： 开创未来

文字和图片：Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

在 IAA MOBILITY 2021 展会上，保时捷展望了纯电动客户赛车运动的未来愿景。Mission R 概念车将尖端技术和天然纤维增强塑料等可持续材料与对赛车运动的澎湃激情融于一身，旨在继续为赛车运动开创可持续发展的未来。



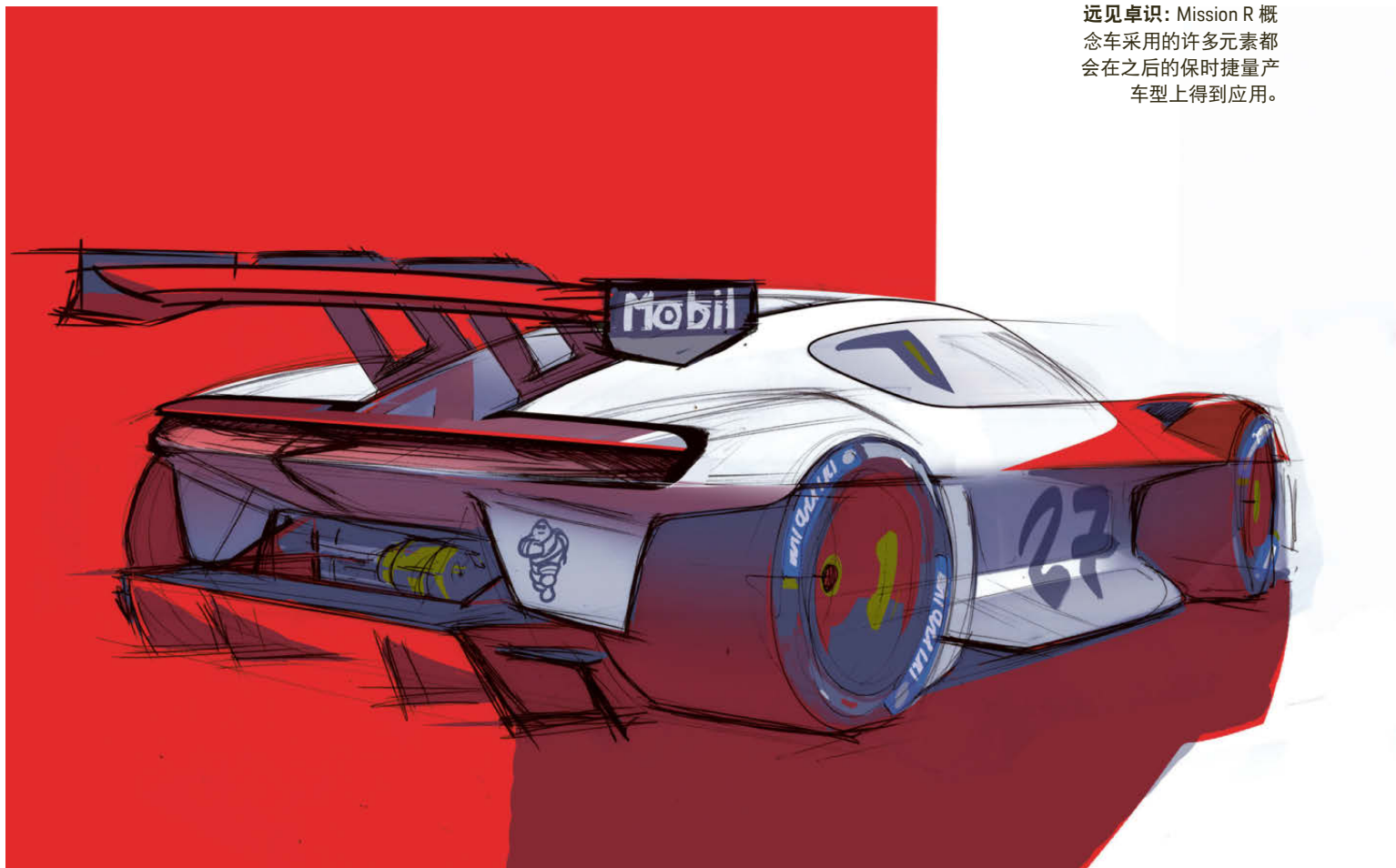
保

时捷是客户赛车运动领域最成功的品牌：已在世界各地举办 30 场单一品牌赛事，约有 500 支参赛队伍，共生产了超过 4,400 辆基于 911 的赛车。在今天的赛季中，保时捷刚刚推出了 911 GT3 Cup 的最新版本，而 Mission R 更是展望了未来保时捷采用纯电动赛车进行单一品牌赛事的可能性。

电力驱动的保时捷 Mission R 已达到 911 GT3 Cup 的性能水平。该车的前桥电机功率可达 320 千瓦 (435 马力)，后桥电机功率甚至可达 480 千瓦 (653 马力)。在排位赛模式下，这款四轮驱动赛车的系统峰值输出功率可超过 800 千瓦 (1,088 马力)，在正赛模式下则可持续输出 500 千瓦 (680 马力) 的系统功率。得益于其强劲的驱动力，这辆重约 1,500 千克的电动赛车只需要不到 2.5 秒即可从零加速到 100 公里/小时，最高车速超过 300 公里/小时。

“这真的难以形容，你必须亲自体验两台电机的动力瞬间涌出的感觉。”在探讨 Mission R 的驱动部分时，保时捷形象大使蒂姆·伯恩哈德 (Timo Bernhard) 这样说。同时，作为前保时捷厂队车手，他已经

远见卓识：Mission R 概念车采用的许多元素都会在之后的保时捷量产车型上得到应用。



“在此之前，我唯一一次体验到如此强大的加速能力还是在勒芒冠军赛车 919 Hybrid 上。”

蒂姆·伯恩哈德，保时捷形象大使



身形小巧，却动力澎湃：
Mission R 极其紧凑的设计
令人眼前一亮。车顶上方边
缘的摄像头取代了后视镜。

在赛道上作为试车手对该测试平台进行了测试，并充分了解 Mission R 背后的技术基础。“在此之前，我唯一一次体验到如此强大的加速能力还是在勒芒冠军赛车 919 Hybrid 上。”蒂姆补充道。

直接油冷式电机

Mission R 的动力输出在比赛全程均保持恒定，不会出现因发热导致的动力衰减——这是保时捷研发的直接油冷式电机带来的重要优势。从中即可一窥保时捷自 2018 年以来一直在潜心研发的下一代高性能、高效率电机的超强实力。

这种永磁同步电机 (PSM) 最重要的创新之处在于对定子进行直接油冷，从而实现极佳的峰值功率和持续功率，以及非凡的效率。在传统电机上，冷却液流经定子外的壳体。而在直接油冷式电机上，机油直接沿着铜绕组流动，从而能将更多热量直接从源头处带走。此外，定子槽也可以做得更小，从而提高实际行驶工况下的效率。

与 Taycan 一样，Mission R 的电机也采用发卡式绕组，在保持紧凑尺寸的同时提供高功率与高扭矩。绕组由矩形截面的弯曲导线组成，它们弯曲插入定子的叠片铁芯中。其形状让人联想到发卡，故而得名。导线自由端通过激光焊接连接在一起。转子中磁铁的形状和位置也经过优化。新的几何形状不但具有优异的电磁性能，还能在极高转速下确保机械强度。

Mission R 的蓄电池位于驾驶员后方，总容量为 82 千瓦时，尤为适合 25 分钟到 40 分钟的冲刺赛。高端单体带来了高功率密度。对此，直接油冷也带来了巨大优势，因为它利用了单体的整个表面，可将大量热量从蓄电池内部输送到冷却系统中。

保时捷 Taycan 是第一款采用 800 伏系统电压的量产车——而非电动汽车常用的 400 伏。而在 Mission R 中，保时捷再次将电压提高了一个等级，采用了 900 伏技术，从而进一步优化了持续功率、重量和充电时间。在直流快速充电站，这款赛车可以在大约 15 分钟内将电量从 5% 充到 80% (充电状态)。最大充电功率为 350 千瓦。

Mission R 采用与保时捷量产车型同等严格的高电压安全方案。例如，一旦发生碰撞，就会自动断开蓄电池与车辆的连接，并关闭高压用电器，以确保系

统不带电。Mission R 还专门为维修人员设计了一套告警系统：挡风玻璃后方和车顶上的特殊 LED 指示灯可以让人快速清晰地掌握高电压系统的运行状态：如果 LED 显示绿色，说明 Mission R 是安全的。如果显示红色，则只有接受过专门高电压培训的人员才允许接近车辆。此外，在车顶空速管后方的车顶模块上也有用于显示高电压信息的指示灯。

设计紧凑，风阻低

Mission R 在标志性的保时捷赛车设计中融入了未来元素。看到这款车的第一印象，就是它的尺寸非常紧凑，长 4,326 毫米，宽 1,990 毫米，轴距 2,560 毫米。与典型赛车一样，这款纯电动赛车的离地间隙很小，高 1,190 毫米。造型狭窄的座舱减小了 Mission R 前部的迎风面积，由此降低的空气阻力有助于这款赛车发挥其卓越的电动性能。车顶上方便边缘的摄像头以数字方式取代了传统的车外后视镜。

两侧隆起的前翼子板间向下倾斜的前盖是典型的保时捷设计风格，两侧各有三片导风挡板的大尺寸进气口、采用裸露天然纤维复合材料的前扰流唇以及扁平的 LED 大灯主导了车头造型，四点式前灯源于保时捷纯电动跑车 Taycan 的大灯设计。车尾最醒目的特征是两个空气动力学组件：扩散板和两段式碳纤维尾翼。设计师将制动灯和后雾灯集成到后翼子板中，这使得它们即使在飞扬的水雾中也更容易被后车看到。车尾还有标志性的保时捷灯带，



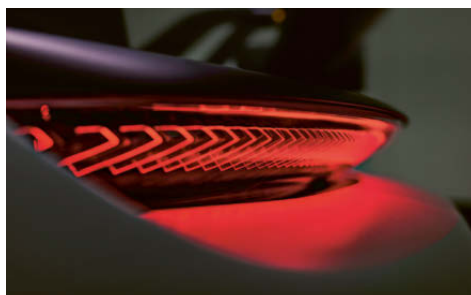
30 分钟

是典型的比赛时间，也是 Mission R 蓄电池容量的设计依据。



50 %

的能量可在比赛中得到回收。若赛道条件适宜，动能回收比例甚至可能更高。



引人注目：扁平的 LED 大灯主导了车头造型。车尾则采用了标志性的保时捷灯带。

Mission R 一览



系统功率

680 马力
正赛模式

1,088 马力
排位赛模式

速度和加速度

> 300 公里/小时
最高车速
< 2.5 秒
从静止到时速 100 公里的加速时间

高电压系统

系统电压
900 伏
蓄电池容量
82 千瓦时

尺寸

L
4,326 毫米
长度
B
1,990 毫米
宽度
H
1,190 毫米
高度
R
2,560 毫米
轴距



在直流快速充电站, Mission R 可以在大约 **15 分钟** 内将电量从 5% 充到 **80% SoC** (充电状态)。最大充电功率为 **350 千瓦**。蓄电池的充电口位于后窗中间的挡板之下。

重量

1,500 公斤

它由大量的垂直发光元件构成，分列在品牌标志两侧，而标志本身也能发光。蓄电池的充电口位于后窗中间的挡板之下。

除了采用蓄电池驱动方案之外，Mission R 的车身也十分注重二氧化碳减排和可持续性：车身大幅采用了天然纤维增强塑料 (NFRP)，其基础材料由农作物中提取的亚麻纤维制成。这种生态材料也被用于 Mission R 的前扰流唇、扩散板和侧裙板，以及内侧门板、后舱壁和座椅等内饰件。

在车内做直播

Mission R 概念车的内饰全部以驾驶员为中心。在方向盘控制装置之间装有符合人体工程学的显示屏，可在比赛期间显示重要信息。转向柱上方的屏幕则显示来自侧镜摄像头和中央后视摄像头的影像。座位右侧的触控显示屏可调用车手生物识别数据等信息。车顶框架上装有两个摄像头，副驾驶侧顶部还装有一个可在轨道上移动的摄像头，以便在比赛中实时记录车内精彩实况，并通过直播按钮直接传输至社交媒体。广大车迷朋友们可以通过点赞等方式与车手互动。

采用创新构造、部分运用增材制造技术的“3D 打印体态全桶型座椅”可为驾驶员提供周全的防护。座椅外壳由与外部加装件相同的天然纤维强化材料制成。座椅中心（即头枕和靠背的衬垫）有一部分由 3D 打印工艺制成。

Mission R 的单体壳式驾驶舱设计为独立模块式，可在车外以完全相同的形状用作模拟器。这样，赛车手就可以在熟悉的环境中进行虚拟训练，为下一场比赛做好充分准备。赛车爱好者也能以此参与电竞赛车运动——也许，未来的赛车手就将由此诞生。可控电动支柱可以动态模拟驾驶员受到的各种力，例如制动时的前倾或快速过弯时的侧倾。由于该模拟器配有与实车相同的显示和控制元件，以及相同的全桶型座椅，在这种熟悉环境下进行的训练将尤为真实、高效。

“保时捷是为那些努力实现梦想的人而打造的品牌，在赛车运动方面亦是如此。保时捷在赛道上试验我们的创新优势，展现我们开拓新径的勇气，并以运动性能持续振奋广大客户。”保时捷全球执行董事会主席奥博穆先生 (Oliver Blume) 表示，“我们不仅致力于电动方程式锦标赛 (Formula E)，更大举向

优美流线型：Mission R 采用 18 英寸 Cup 车轮，采用双五辐设计，具有中央锁止功能。碳纤维扰流板使其具有极佳的气动外形。



电动出行迈进。这款概念车诠释了我们对于纯电动客户赛车运动的展望。Mission R 体现了令保时捷强大的一切要素：性能、设计和可持续性。”

此外，对赛车运动的投入也将使每一位保时捷驾驶员受益，因为对于电动出行等新兴技术来说，赛车场是重要的研发实验室。保时捷极其注重运动赛车与量产车型之间的技术互通。将赛车场作为测试实验室是保时捷的悠久传统——创新解决方案必须能够经受住最严苛条件的考验。因此，每辆保时捷跑车都蕴含着越来越多在赛车场上经过验证的可靠技术。

→ 综述

保时捷 Mission R 展望了纯电动客户赛车运动的未来愿景。其性能表现与保时捷 911 GT3 Cup 旗鼓相当。同时，它也为未来赛车运动的可持续发展指明了方向。Mission R 对创新技术的探索也将使量产型电动汽车的客户受益。

丰富知识



未来之风

人工智能、自动驾驶汽车或“增强人类”。这个网站为我们展示新技术在未来将会引领我们走向何方。

未来主义 (Futurism)
<https://futurism.com/>



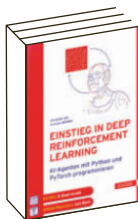
硅谷光荣之路的开端

在过去 50 年里，技术产业已成为全球经济中最重要的部门之一。硅谷，便是这一产业中诸多关键参与者的所在地。本书主要介绍硅谷传奇的起源。

《硅谷大买卖》(The Big Score)
迈克尔·S·马隆 (Michael S. Malone)
Stripe 出版社

工程人工智能

人工智能的方法之一，强化学习 (Reinforcement Learning)，尤其适合工程中的优化任务。本书解释了强化学习的理论知识，并介绍了如何借助 PyTorch 使用 Python 语言轻松对软件代理进行编程。



《强化学习一本通》
(Einstieg in Deep Inforcement Learning)

亚历山大·扎伊 (Alexander Zai)、
布兰登·布朗 (Brandon Brown)
卡尔·汉塞尔出版社 (Carl Hanser)

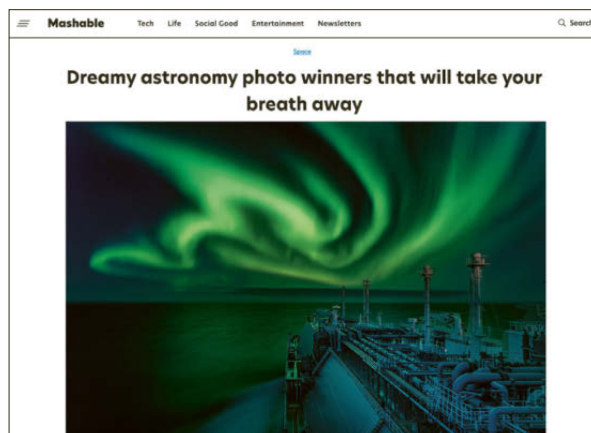


科学新知

从浩瀚太空到渺小微生物：“科学星期五”播客致力于为大家带来科学、技术以及更多酷炫领域的新知趣闻。

科学星期五 (Science Friday)
<https://www.sciencefriday.com/science-friday-podcasts/>

扩展视野



多彩世界，为您呈现

技术、生活、社会与娱乐。这个网站为您打开一个新奇有趣、五彩斑斓的世界。除了好玩趣文之外，这里还有许多新奇视频等着您探索。

七彩混搭 (Mashable)
<https://mashable.com/>



我们将去往何方？

通过 12 篇充满真知灼见的文章，珍妮特·温特森带领我们审视了人工智能的所有不同表现形式。在文章中，她为我们描述了在新技术的影响下，我们生活方方面面的重大变化。

《12 字节》(12 Bytes)
珍妮特·温特森 (Jeanette Winterson)
乔纳森·卡普出版社 (Jonathan Cape)

每周头脑风暴

主持人克里斯·达菲 (Chris Duffy) 每周都会在这个播客中，与受邀嘉宾共同探讨如何成为一个更好的人。无论是在工作中、在家里、在头脑中还是在心里，成为一个更好的人是这个播客的不变主题。

如何成为一个更好的人
(How to Be a Better Human)
<https://www.ted.com/podcasts/how-to-be-a-better-human>



给藏在我们心底的童真



极客卡片

程序员们见到这些卡片,怕不是根本走不动道,只能乖乖掏腰包。这 55 张扑克牌上全都是极客们的最爱: Assembler、Bash、C++、Python、Objective-C、C#、Java、PHP、JavaScript、SQL 和 HTML 等的代码。当然,对计算机一窍不通的人也可以一起玩。牌上当然还是有常见的黑桃 A 或梅花 Q 等符号。

Code:Deck

www.amazon.com



移动迷你计算机

有了这套设备,树莓派(Raspberry Pi)就可以动起来了。一个移动底座加上三个传感器模块(超声波避障、灯光跟踪器和线条跟踪器),可以让大家在玩耍中了解编程和自动驾驶的原理。

树莓派汽车 DIY 机器人套装

www.amazon.com

智慧消遣



保护生物多样性

电影制片人 大卫·爱登堡(David Attenborough)和科学家、波茨坦气候影响研究所所长 约翰·罗克斯特伦(Johan Rockström),一同向大家展示了地球生物多样性崩溃的可能性,并告诉大家如何才能避免这一危机。

崩坏边界(Breaking Boundaries)
Netflix, 2021 年



银河史诗

苹果电视将艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)的小说三部曲《基地》搬上电视屏幕。在电视剧中,一群“银河弃子”展开了一段旨在重建银河帝国、拯救衰落中的人类文明的史诗之旅。

《基地》(Foundation)

鲁珀特·桑德斯(Rupert Sanders)、亚历克斯·格雷夫斯(Alex Graves)、安德鲁·伯恩斯坦(Andrew Bernstein)(导演)
苹果电视, 2021 年





为顶级而生的美：360 型“Cisitalia”是保时捷以自己名义打造跑车的基石。唯一的一台样车现存于保时捷博物馆。

1946

来

自都灵的皮耶罗·杜西奥 (Piero Dusio) 在 1946 年制定了一个雄心勃勃的计划：他想自主研发一款一级方程式赛车。此前，他所领导的“Cisitalia”品牌已为不少腰缠万贯的客户打造了一些小型赛车。但这位酷爱汽车的企业家并不满足于此，他想进军当时的顶级赛车运动：在当时还是阿尔法·罗密欧 (Alfa Romeo) 和玛莎拉蒂 (Maserati) 称霸的“王国”。为了给自己资历尚浅的汽车公司寻找合作伙伴，杜西奥联系了当时就已远近闻名的赛车专家：费迪南德·保时捷 (Ferdinand Porsche) 设计工作室。这间设计工作室由费利·保时捷 (Ferry Porsche) 领导，总部设在奥地利的格明德。合作谈定，订单于 1946 年 12 月 15 日下达。1947 年 2 月 2 日，双方签署了设计制造赛车的最终合同。

这笔订单对于当时的保时捷设计工作室来说，堪称战后第一笔重要订单。在紧锣密鼓地筹备之后，正式工作于 1947 年展开。费利·保时捷和卡尔·拉贝 (Karl Rabe) 在格明德领导研发团队，罗伯特·埃伯兰·冯·埃伯霍斯特 (Robert Eberan von Eberhorst) 则在都灵管理现场的协调工作。皮耶罗·杜西奥基本上只提出了一个要求：这款设计编号为“360 型”的保时捷赛车需要配备排量 1.5 升的发动机以及机械增压系统。除此之外，皮耶罗允许研发人员从设计到制造全过程放开手脚，大干一场。

研发团队最终选择了 12 缸 180 度的 V 型机械增压器，并将驾驶员座位安置在轮轴之间的中心位置。在这辆长不到 4 米、宽 1.6 米的赛车驾驶舱内，驾驶员可通过一个操纵杆将赛车从两轮驱动切换到四轮驱动。“我们当初的设计达到了非常高的发动机功率。”费里·保时捷后来谈到，“由于当时可用的赛车轮胎很窄，仅靠后桥是不可能使其完全贴地的。”尽管如此，这款赛车搭载的带四个顶置凸轮轴、排量为 1,493 立方厘米的机械增压发动机在每分钟 10,600 转的转速下，还是可以输出惊人的 385 马力功率。

在这款赛车的镁质车身下是一个采用铬钼钢制成的支撑结构，可以承受来自外部的作用力，且几乎不会产生弯曲或扭转。前桥采用一个双摇臂车桥，这一设计此前已在大众汽车中大放异彩，后来也被用于保时捷的 356 车型当中。

1948 年，保时捷 360 型“Cisitalia”建造完成。保时捷终于可以向皮耶罗·杜西奥交付这款强大的赛车了。但是，这款车却从未参加过比赛。杜西奥于 1951 年离开意大利，在阿根廷开始了新的生活。1953 年，试车手克莱马尔·布奇 (Clemar Bucci) 尝试在阿根廷驾驶 Cisitalia 赛车，以刷新南美速度记录。但天不如人意，因燃料使用错误和天气不佳等原因，这次试车并没成功。除了这次失败的尝试外，这款车就基本在车库里闲置，蹉跎了多年的光阴。1960 年，保时捷 360 终于回家了。如今，它陈列于斯图加特-祖文豪森的保时捷博物馆内，在无数名车中依旧抢眼，占据了一个光荣之位。尽管 360 后来由于财务原因，最终并未参加任何比赛，但它依旧成为了保时捷以自己名义打造跑车的基石。

Porsche Engineering

杂志
2022年
第1期



法律声明

发行人

Porsche Engineering Group GmbH
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: Nicole Langenheim 女士

图片编辑: Bettina Andersen 女士

作者

Richard Backhaus 先生、Jost Burger 先生、Constantin Gillies 先生、
Mirko Heinemann 先生、Christian Meier 先生

美术编辑

Christian Hruschka 先生、Thomas Elmenhorst 先生

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

X-PRESS Grafik & Druck GmbH

Nunsdorfer Ring 13

12277 Berlin

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 + Porsche Engineering [M]; 第 3 页: Steffen Jahn; 第 4-5 页: 插图: Andrew Timmins 先生、Jurij Chrubasik 先生, 摄影: Annette Cardinale 女士、Kion Group AG PR、IBM, 私人 (3); 第 6-7 页: Yolanda vom Hagen 女士; 第 8-9 页: Theodor Barth 先生、Ioan Pan 先生; 第 10-14 页: 插图: Andrew Timmins 先生; 第 16-17 页: Yolanda vom Hagen 女士、Annette Cardinale 女士、Danilo Dom Calogiuri 先生; 第 18-19 页: Annette Cardinale 女士; 第 20-21 页: Danilo Dom Calogiuri 先生; 第 22-23 页: Yolanda vom Hagen 女士; 第 24 页: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Kevin M. Gill 先生; 第 26 页: 插图: Jurij Chrubasik 先生; 第 28-29 页: Action Press (3), Getty Images, PR; 第 31 页: Cerebas Systems PR; 第 33 页: Lightmatter PR; 第 34 页: IBM; 第 36-40 页: 插图: Jurij Chrubasik 先生; 第 42-47 页: Kion Group AG PR; 第 48-53 页: 图片由 Giovanni Gambacciani 先生提供; 第 60-61 页: PR

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

YOUR SPORTS CAR FOR THE WRIST.

The Porsche 911 stands for iconic design and powerful emotions in standard production. Now for the wrist. But it's up to you to decide exactly how that looks. With the Porsche Design custom-built Timepieces, this principle has been applied to the luxury watch segment with the help of the specially developed watch configurator* – which has over 1.5 million possible combinations. For more information, visit your Porsche Centre, Porsche Design Store, selected specialist watch retailers or use the QR code.

CUSTOM-BUILT TIMEPIECES

porsche-design.com/custom-built-timepieces

* Watch configurator available in Germany, in Great Britain, in the USA, in Switzerland, in Austria from mid 2022

Porsche 911 Carrera S Cabriolet:

NEDC: Fuel consumption (in l/100 km) urban 14.7–13.1 · extra urban 7.9–7.4 · combined 10.1–9.8; CO₂ emissions (in g/km) combined 230–223

WLTP: Fuel consumption (in l/100 km) combined 11.0–10.3; CO₂ emissions (in g/km) combined 250–233

Status 09/2021

