

宝马集团 2010 年创新日。

未来的出行。

删减版。

1.	为什么选择电动出行？	2
2.	项目 i.	5
3.	电传动系.	8
4.	轻质结构和 LifeDrive 理念.	11
5.	CFK – 用于未来的材料.	13



1. 为什么选择电动出行？

整个世界和与之相关的个人出行环境都发生着生态、经济和社会性的巨变。全球性的气候变化和资源危机需要越来越多的人承担起相应的社会责任、树立有价值 and 可持续的人生观。

个人出行的先决条件在发生变化。

温室效应的加剧和资源的有限性首先要求我们必须显著、快速地降低 CO₂ 的排放量，加速可再生能源替换石化燃料的进程并提高所有能源消耗的使用效率。许多国家的政府也意识到了这一点，并制定了相关法律、积极促进无排放汽车的发展。

另外，全球范围内的城市化现象也不容忽视。到目前为止，全世界人口中的一半已居住在城市中，且随着时间的推移，此数据还在不断加大。城市就像一块磁铁，吸引着大量的农村人口迁入，导致越来越多的人生活在越来越狭小的空间中。另一方面，城市的发展也带来一些挑战。基础设施的变化、城市空间的匮乏、环境污染的严重均要求新的出行解决方案。

未来的挑战。

未来的出行要求人们在全球要求和个人的需求之间找到一个新的平衡点。为此，必须探索全新的个人出行解决方案，且最重要的问题便是如何在城市中实现可持续的出行。宝马集团已认识到了前述需求并致力于开发一种可在此环境中提供新的可能性且能满足不断变化的客户需求的汽车。

电动出行是一种具有前瞻性的观点。

宝马集团在电动出行中看到了未来能够满足个人出行需求的希望。其最大的优势在于局部的无排放。因为在电动出行中，转换为动能的是电流，而非燃料。因此，在整个行驶过程中不会产生任何污染大气的气体。由于可以从风能或者水能中得到行驶所需的能量，电动出行不仅不会对气候产生影响，而且还保护了自然资源。但是，电动出行的优点决不仅限于无排放。它还会给人们带来独特的、富有激情的驾驶享受。其一，电动汽车的电动马达几乎不会发出任何噪音；其二，由于使用了电动马达，电动机械的整个转矩从静止起立即启用。这保证了较高的灵活性和驾驶的舒适度。



电动出行的局限。

电动出行目前还处于起步阶段，在某些点上，仍需大量的创新研究工作。毋庸置疑，最大的挑战在于如何进一步开发能量存储器。能量存储器在功率密度和重量方面的特有属性使其暂时成为了电动出行的限制性因素。现在，一个电瓶中只能存储有限的电量，电池组的功率密度还相对较低。由此电动马达最高可达 96% 的高有效率也有一部分被平衡。因此，迄今为止，电动汽车的有效值还不能与燃料马达相匹敌。尽管如此，随着汽车能量存储器科研工作的拓宽和深入，可以预见，在未来我们会取得越来越多的技术进步，电动汽车的有效值也会越来越大。

能量存储器的重量是限制电动汽车有效值的另一个因素。由于功率密度较低，可用于汽车运行的电瓶在体积上便相当于一个较大的旅行皮箱，因此十分沉重。为了不再加大电瓶的体积和重量，研发人员试图最大可能地使用已有的电瓶容量并通过轻质结构、智能的充电和使用策略等措施进一步提高其有效值。此外，研发人员还致力于研究如何显著缩短存储器的充电时间。但要完全充满一辆电动汽车的电瓶，仍需几个小时，也就是说客户必须停用几个小时。

宝马集团的研发人员已意识到了目前电动出行的空白研究领域，并积极寻求最佳的、有利于用客户的解决方案。在德国、英国和美国所进行的大量试验项目为电动汽车的用途和运行提供了极具价值的信息，使宝马集团能在未来生产出更符合客户需求的电动汽车。正如 MINI E 试验所得的首次结果所示，现在宝马集团正走在一条光明的大道上。

宝马集团始终遵循具有前瞻性的总体战略。

电动出行是宝马集团企业战略的一个组成部分，因此，公司的流程和结构也会以其为导向。高效动力战略也是如此：它说明了宝马集团在无排放的个人出行这一方向上的长期产品战略。为实现此目标，宝马集团采取了诸多措施：从包括最佳内燃机驱动、轻质结构设计、空气动力学方法以及贯穿于电气化（混合）各个阶段的能源管理措施的高效动力技术一揽子计划至诸如电动和氢气动力汽车的完全无 CO₂ 排放的汽车理念。

宝马的流程和结构将明确地以电动出行为导向。

为了使电动汽车也带有宝马的基因，集团将在其内部自主开发电动汽车



的相同元素部分。所生产的产品均必须符合宝马集团的要求。因此，能量存储器、电动驱动和底盘均将在宝马集团的研究和创新网络内完成开发。电瓶开发领域的 SB LiMotive 以及碳纤维和碳纤维产品开发和制造领域的 SGL Automotive Carbon Fibers（SGL 集团）等合作伙伴将以其专业知识和技能辅助宝马集团的开发工作，以在今后进一步推动个人出行的发展。

宝马集团对于产品的思考。

电动出行为汽车领域提供了新的可能性。比如，现在即可想像围绕电动汽车的充电所需的各种服务。因此，宝马集团已同能源提供商进行了合作，以获得快速、多样的“绿色”电能。此外，智能充电规则和远程充电等方案也可使电动出行更加符合客户的需求。宝马集团还对其它出行服务（如提供联合交通等）进行了深入的探索，以进一步满足未来个人出行的要求。



2. 项目 i

集团于 2007 年底启动了项目 i，其任务为组成宝马集团的先头部队，研发可持续发展的、面向未来的出行理念。其长远目标为通过生产、研发和销售领域的新观念和具体项目推动整个企业继续向前发展。

宝马集团通过项目 i 提出了未来个人出行的挑战。”（马丁·阿尔特）

适用于革命性产品的革命性方法。

要实现这些目标，有新的流程和技术还远远不够。为此，宝马集团的研究人员对汽车制造业进行了深入思考，探究迄今为止人类对其究竟认知到了何种程度。宝马集团在项目 i 中成立了一个非传统工作模式的智囊团。它由整个企业的资深人员和先行者（非现有企业结构中的人员）组成。这一小型、高效的组织成立后，便致力于将耐用性、价值创造性和永续性统一于产品中，然后通过自有的专业部门和适当的合作伙伴在集团外共同执行这些要求。研发人员在这种令人关注的环境中相互独立地工作 — 但又能得到整个企业的专家的全力支持。

项目 i 的先决条件。

宝马集团的研究人员启动项目 i 决不是基于一张白纸。其基础为一项关于出行和未来客户需求的深入调查。集团很快便从这些要求中推出了待研发的产品：一种能尽可能地保护环境（即无排放运行）且能同时满足现代城市出行需求的汽车— Megacity 电动车 (MCV)。宝马集团选择了将最大程度的可持续性作为发展的目标。在这一目标下，可以实现前述所有的一切。从第一个供应商至最初的汽车所使用的零部件，可持续性始终决定了如下三个方面的流程：生态、经济和社会的有机契合。因此，研发人员对整个流程和价值创造链的每个元素都进行了深入的思考。其结果同时也构成了 Megacity 电动车诞生的先决条件。

我在这个项目中的仅仅 2 年半内所学到的东西比过去 8 年都多。”（彼得·拉茨）



结果的说服力。

本项目应用了所有已有的自由和可能性。其结果为一个全面且永续的出行理念，同时也指明了宝马集团在未来个人出行方面应选择的道路。由于在运行和构架属性以及材料使用上的新颖性，Megacity 电动车的生产在某些方面较为简化，而在某些方面则需要全新的流程。为了保证获得最佳成果，SB LiMotive（电瓶电池开发）和 SGL Automotive Carbon Fibers（碳纤维和碳纤维产品生产）等合作伙伴将在专业技术方面给予宝马集团支持。

项目 i 的历程 – MINI E，BMW ActiveE 和 MCV 概念车。

2008 年春天迎来了项目 i 在 MINI E 上的巨大成就。同时，此项目也首次成为了公众的焦点。作为首个资格项目，MINI E 所缔造的 150 公里日常行驶距离和 204 马力的意义不仅仅停留在技术标准上。它更是宝马集团在无 CO₂ 排放出行的可选驱动理念研究道路上的先导性研发工作。其目标在于尽快将 MINI E 投放市场，以通过用户获得电动汽车在日常使用中的重要信息。自 2009 年六月起，美国、英国和德国的用户已体验了 MINI E 的驾驶，并通过其驾驶感受为无 CO₂ 排放个人出行的进一步发展做出了重要贡献。

在美国和德国的结果是一致的：电动出行符合日常生活的需要。

来自柏林和美国的试验都显示出肯定的结果。调查显示，90% 以上的参与者认为平均 150 公里的行驶距离并未对其惯常的驾驶习惯产生影响。充电时间也并未对用户造成限制性影响，这与最初的估计恰好相反。总的来说，MINI E 司机的驾驶反应仅在可比较的 MINI Cooper 和 BMW 116i 用户之间有所区别。此外，所有用户皆强调：MINI E 给他们带来了舒适的驾驶感受。驾驶的舒适感和电动出行并不是彼此分开的，而是紧密联系的。从调查结果中可以看出：拥有较大有效值和扩展空间的 Megacity 电动车完全可以 100% 的满足大都市人们的出行需求。

宝马 ActiveE 概念车。

宝马集团通过 ActiveE 概念车在项目 i 的范围内进一步执行电动出行的研究和开发活动。由宝马集团研发的第一个纯电动驱动的专用马达功率为 125 kW/170 PS，最大扭矩为 250 Nm。其电动驱动所需的能量也完全由全新设计的锂离子蓄电池提供。在日常运行中，其有效行驶距离可达大约 160 公里



（100 英里）。此外，宝马 ActiveE 概念车还拥有四个座位和一个完整的行李箱。其电传动系的组件根据 MCV 要求设计，因此，其实际上为预试验生产系列。

在 2009 年 12 月推出此款概念车之后，宝马集团将于 2011 年进一步推出另一款电动试验汽车。此试验将有助力深化宝马集团在电动驱动汽车日常使用中已获得的认识并进一步获取关于客户需求的相关信息。

Megacity 电动车 (MCV)

Megacity 电动车 (MCV) 是宝马集团在城市环境下为可持续出行所提供的全新解决方案，将在 2013 年贴上 BMW 标签投入市场。MCV 使用了全新开发的驱动系统（参见第 3 章）和创新性的车辆构架（参见第 4 章，LifeDrive），将全身的轻质结构、最优的车内功能和最高的撞击安全度融于一体。

“在未来，唯一能在竞争中取得主导地位的是可生产最高效、最节约资源的产品 – 且能为客户提供具有前瞻性的、最舒适的、环保的出行解决方案的生产商。宝马集团在未来也将承担起这一先驱角色。”（马丁·阿尔特）



3. 电传动系。

零排放和高效动力- 前进的新一代。

在未来，宝马集团同样必须生产最好的汽车驱动系统。可通过其效率、功率和安静运行从竞争中脱颖而出的驱动系统 – 即使电能已代替了燃料得到广泛应用。因此，宝马集团积极地推动电动出行的技术发展：在 e 工厂，也就是宝马集团电动驱动系统的职权中心，汇集了研发、制造和销售的专家。”他们全部都致力于开拓新的驱动时代。

仅用电能驱动汽车这一理念打开了全新的出行篇章。电动汽车不仅能实现局部的零排放、零噪音，还可给客户带来全新的、快捷的驾驶享受。宝马集团 Megacity 电动车所用的电动驱动功率会大大高于 100KW。其特点之一为转矩从启动时起便可立即供使用，而不会象燃料马达一样必须待马达转速产生时方可使用。至静止时起便较高的转矩使电动汽车拥有较高的灵活性和强大的加速性能。超过 12.000 U/min 的使用转速还可在所有速度范围内实现无间断的转矩传递。也就是说，电动汽车仅使用一个传动系便可将汽车从静止加速至最高速度状态。

电动出行决不会让用户损失掉什么。“电动汽车确实能够给人带来乐趣。”（帕特里克·穆勒）

高效功率和紧凑- 驱动组件。

带有电动驱动的汽车除了能带来极具诱惑力的驾驶体验，还有其它优势。电动设备的功率密度要高于内燃机。也就是说，在马达功率相同的情况下，电动马达可以在相对较小的空间内输出其功率。甚至无须集成废气系统或者复杂的空气吸入系统。因此，紧凑的传动总成可以在车辆结构中进行优化安置。但至今为止仍较大的能量存储器体积和重量限制了这一优势的发挥：电动汽车需要较大的空间来安放体积相对较大的能量存储器。所以仅将汽车的动力系统由内燃机改为电动驱动仅仅是一个中间解决方案，并不是驱动系电气化的可持续解决方案。



电动核心 – 电动马达。

电动驱动的核心部件为电动马达及其附属电子设备。它将电能转换为动能。最新一代的宝马电动马达的构成可以简单地描述为：一个固定在外壳上的管状定子，在定子内的一个可旋转圆柱缸和一个具有传动级且与传动轮相连的转子。定子内拥有线圈，通电后可产生磁场。与此相对应，转子上则有带有固定极性的一个或者多个磁铁。通电后，定子中所产生的磁场为南极，形象地说，其会吸引转子磁铁的北极。但在转子的北极与定子的南极吻合前，南极会被切换至下一相位。此时转子会继续旋转并跟随定子的变化磁场运行。转子会将其旋转运动转换为驱动所需的机械能量。要实现电动马达的功能及最佳功率，必须保证定子的磁场能根据所需的要求循环变化。这一重要的任务由一个特殊的控制单元来完成：功率电子设备。它负责以所需的速度持续改变磁场的方向和强度。由此保证转子以所需的速度旋转且能传递所需的转矩。

能量存储器 – 电动汽车的油箱。

要驱动电动汽车的马达，需要较高的电流。每次变相将切换高达 400 A 的电流强度，相当于家庭插座最大电流的 25 倍。电压也高达 400 V，近于常用终端设备电压供给的 2 倍。要存储如此多的能量并在需要时能供使用，需要使用大量按顺序切换的电瓶电池单元，其被分为较小的模块单元。在开发和设计能量存储器和车辆高压系统时，首先便是要保证车主的安全。因此，在能量储存器和高压系统上采取了许多安全措施，以保证乘客的安全。大量的保险测试证明，其已符合总的安全标准和内部防撞击要求。

未来的挑战。

电动出行未来的挑战首先在于如何进一步开发能量存储器。为此，宝马集团的研发人员一直致力于开发结构更加紧凑、成本更低、重量更轻的能量存储器。当然，主要的还是尽可能地存储更多的能量，以增大行驶距离。但是，至目前为止，电动汽车能量存储器的功率密度还远不能与一个满油箱的功率密度相比。一个 22 kWh 的电瓶中的能量相当于大约 2.5 L 的四星汽油。电动汽车的有效值暂时也相对较低。但电动马达相比较而言有较高的效率：由于其有效率可高达 96% – 内燃机最高能达到 40% – 在能量有限的情况下，电动汽车明显优于配备内燃机马达的汽车。电动汽车出色的有效率保证了目前其有效值可满足 90% 用户的需求，完全适用于日常生活。此点已由 MINI E 所进行的使用调查结果所证实。



即使在今后，电动出行所面临的核心问题仍是：如何进一步提高有效值？对此，研发人员将在两个方向予以突破。重要措施之一为：通过整体的轻质结构设计和智能化材料的使用尽可能地减少车辆重量（参见第 4 章）。在驱动系统中也会尽可能地实现上述要求。另外，还可以提高电瓶的容量。但较大的电瓶又增加了车辆的重量，反过来再次限制了有效值的提升。因此，目前研究人员致力于研究如何尽可能地使用现有的电瓶容量。为实现上述目标，其一要尽可能地使电瓶放电。其二，智能的充电规则、适当的电瓶温度控制和有效的运行策略均有助于减少电动汽车行驶过程中的能量消耗。这当然包括了有效的温度控制系统、照明系统和信息娱乐系统的相关措施。长远看来，能量存储器的进一步发展还是要靠提高功率密度。

行程延长器 – 无马达，却可提高有效值。

提升有效值的另一特别措施为使用所谓的“行程延长器”。即内燃机通过使用发电机发电，在行驶的过程中对电瓶进行充电，保证电瓶电量维持一某个恒定的水平。可由此实现另一额外的有效值。因为已经存在了一个完整的电动设备，此内燃机要求相对较小即可。一个功率为 20 至 30 kW 的行程延长器即可提供足够的能量，以保持所需的行驶距离。由于燃料设备的功率较小，所需的燃料消耗也相对较少。但是，宝马集团的研发人员清晰地知道，提升有效值的长期、绝对的解决方案仍为电瓶技术的进一步发展。由于行驶距离越来越依赖于汽车能量存储技术的发展，我们期待有进一步的开发成果问世。



4. 轻质结构和 LifeDrive 理念

汽车的电气化要求在车辆结构和车身设计上有新的理念，以充分发挥电动出行的潜能。但是，电动汽车的理想结构应是怎样的？宝马集团的工程师们通过革命性的 LifeDrive 理念对汽车结构做了全新思考并使其符合日常出行的要求和实际。他们想出了一个以未来的使用目的、使用区域和创新性材料为导向的车身设计理念。

与底盘和车身构造方式类似，LifeDrive 理念结构由水平的两个互相独立的模块组成。Drive 模块（底盘）构成了稳固的基座，且将电瓶、驱动系统、结构功能部件和基本防撞击部件集成于统一的结构中。”Life 模块则主要由一个拥有高固定度且重量较轻的乘客仓组成，其材质为加强型碳纤维合成材料 (CFK)。在如此大范围内使用高科技材料也是迄今为止独一无二的。宝马的这种创新性理念也使轻质结构、车辆结构和撞击安全系统这三者构成了一个全新的组合。

轻质结构带来了巨大的差别。

车辆的轻质结构对于电动驱动而言有着重要的意义。除电瓶容量外，较重的车身也同样限制着有效值的提高。车辆越轻，有效值便越大 — 因为电动驱动系统的行驶距离较短且必须有停止时间。电动汽车的传动系要比满油箱的内燃机汽车还重大约 100 kg。主要重量在于电瓶。为了弥补这一缺点，宝马集团采用了轻质结构并使用了创新性的材料。集团的工程师会根据车辆的要求和使用区域为每个部件选择最佳的材料。事实上，研发人员从未将沉重的电瓶“计算”在内。

车身中的 CFK。

减轻重量的又一大因素为 CFK 材料的使用。象 Life 模块这样大面积的使用这种材料在汽车批量生产史上尚属首次。相同硬度下，CFK 的重量仅大约为钢的 50%。若使用铝，则“只”能减轻 30% 的重量。因此，在不损害车身安全性能的前提下，CFK 是可使用的、最轻的材料。CFK 的另一优点在于其强大的耐腐蚀性。这种材料不会生锈，因此其使用寿命明显长于金属材料。此外，它还拥有较强的气候稳定性。



越轻越安全。

在 LifeDrive 理念的研发过程中，除轻质结构外，需考虑的另一重要因素为乘客的安全。Drive 模块中铝材料和 Life 模块中乘客仓的 CFK 材料的整合度在最初所进行的实验中便大大超出人们的估计，实验证明：轻质结构和安全性并不矛盾！

与第一方程式驾驶仓类似，CFK 材质的乘客仓也是非常稳定的（救生）生命仓。在柱式撞击和侧面撞击中，硬度较高的材料均表现出了优越的安全性能。在金属结构中，需要较大的撞击缓冲区域；在 CFK 结构中可通过特殊的变形部件在最小的空间内吸收大量的能量。即使在局部承受较重的点式力量，CFK 也决不会凹陷。

在 Drive 模块的前端和尾部配备有铝制的特殊撞击反应结构，增加车辆前端和尾部受撞击后的安全度。保护电瓶的最好方法是将其安装在车辆的底板上，因此车辆在受撞击后底板的变形度最小。在侧面撞击时，电瓶会受到来自 Life 模块防撞击属性的保护，因为此处是接收所有能量的地方，其不会将撞击传递至能量存储器。总的来说，与 Life 模块中的智能力量分配装置连接的稳定性 CFK 乘客仓可为乘客提供最佳的安全保护。

LifeDrive 的优点。

LifeDrive 理念革命性的车辆结构设计满足了电动出行的各种要求，将拥有较大体积和重量的电瓶和结构紧凑的电动马达集成于拥有防撞安全性能的结构中。除关注产品外，当人们也同样关注产品的生产流程时会发现：LifeDrive 理念除了是现代、轻质和安全的车身理念外，更有着一系列隐藏的优点。车身结构的生产至一定数量后便非常具有经济实用性。而且可通过新的车辆结构设计实现全新、更简单、更灵活、更节能的生产流程。



5. CFK – 用于未来的材料。

传统的材料根本无法与加强型碳纤维合成材料 (CFK) 相比。其独一无二的组成成分集成了许多正面属性。CFK 由嵌入至合成材料矩阵（树脂）的碳纤维组成。此种材料拥有非常高的稳定性，且重量十分轻，在相同功能下，其重量仅为钢的 50%。此外，其还有超强的抗腐蚀性、抗酸性和抗有机溶剂性，其使用寿命明显长于金属。CFK 还拥有较高的气候稳定性，即使在较高的温度变化范围内也不会发生任何变形。

CFK 超强的能量吸收性能也使其拥有较高的抗损害性。因此，在不损害车身安全性能的前提下，CFK 是可使用的、最轻的材料。这种材质具有高稳定性的秘密在于碳纤维。碳纤维具有超强的抗拉性能，在纤维方向承受负荷的能力尤其强大。这一特殊属性使其成为制造适合于承受负荷的部件的无二选择。大自然将材料放在骨头或者植物中，以发挥其效用；同样，专家们将纤维以所需的数量沿着其未来的负荷方向进行了排列。这样制造出来的部件均根据日后的要求设计，同时重量极轻。

宝马集团的技术能力。

通过对材料和驾驶的研发，这些年来，宝马集团在 CFK 特殊生产流程、有目的性车辆应用和周期的优化方面积累了丰富的经验。正因为如此，宝马集团兰茨胡特工厂的 CFK 专家们才可以进一步研发 CFK 部件的生产流程并实现自动化。现在，已可以大批量生产出经济、高质的 CFK 车身部件。2003 年，宝马集团又开始了新一代的 CFK 批量生成：非常先进，且生产周期非常短。

从纤维至纤维织物。

生产 CFK 的出发点仅仅是将其作为一种由聚丙烯腈组成的纺织纤维品。还可以在羊毛织物中找到此类纤维。在不同的温度环境和压力环境下，经过复杂的多级流程，除一种只有七微米大小且几乎由纯碳元素纤维以稳定的石墨结构形式存在的微小物质外，此纤维所有其它元素均通过气体形式被分离出去。此纤维的直径为 0.007 毫米，仅为人类头发直径大小的十分之一。此后，为了进一步使用，会将大约 50 000 个这样的单纤维整合为所谓的“粗纱”或者“纤维束”（也应用于风能设备的大型转动叶片中）。然后会将纤维束进



一步加工为纤维织物。若此时对此纤维进行编织，由此产生的曲度反而会降低其卓越的特有属性。纤维只有按特定的顺序彼此相邻排列在一个层面上才能保证 CFK 组件拥有最佳的性能。

预成形和组合。

在预成形流程中，会根据需要进行剪裁，从而得到平整的、具有三维轮廓的纤维织物。多个这样的预成型织物（经预成型未加工产品）便可以组成一个较大的部件。例如，可以通过 CFK 制造出最有高集成度和面积较大的车身部件，否则必须用铝或者钢板制造，花费较大的成本。为了使柔软的织物便于处理、经预成型的产品可以稳定保持其形状并在后续的批量生成中易于结合，宝马集团在这些年的研发过程中积累了极具价值的技术经验。

采用树脂转移造型 (RTM) 方法在高压下浇脂。

在接下来的步骤中，将会对已经预成型的车身进行浇脂处理 — 也称为防水处理。纤维只有在与树脂结合且经硬化后才能拥有刚性并显示出优越的属性。利用树脂转移造型 (RTM) 的方法，树脂在高压下注入已预成型的车身中。纤维的树脂防水处理过程是一个非常复杂的过程，拥有较高的要求。一方面，必须在极短的时间内将树脂喷洒在材料的每个部位且每个纤维必须均被浸湿（在显微镜下观察）。另一方面，必须在最短时间内硬化树脂，才能保证整个材料的防水性能。此外，分离方法还必须保证已浇脂的部件在与刀具分离时不会受到任何损坏 — 不影响纤维和树脂之间的连接部分。要同时实现前述两个相互矛盾的条件，是非常复杂的。为此，宝马集团研发了自己的流程、刀具和设备，不仅解决了前述冲突，还同时生产出了高质量的产品。

磨光 – 使用水柱进行磨光。

树脂浇注和硬化环节结束后，将进行磨光工作，比如部件外形切割和填补剩余缺口等。由于 CFK 部件经硬化后已经具有超强的稳定性和抗腐蚀能力，宝马集团在磨光环节使用水柱切割设备。与传统的磨光方法相比，水柱在切割和钻孔时不会损坏原材料。为了取得最佳效果，专家还根据 CFK 的加工特点对流程进行了优化。



回收和能源的再生。

宝马集团对产品周期作了深入的思考，在其整个研发过程中针对各种材料制定了全世界独一无二的回收方案，此方案囊括了从单一产品垃圾至批量回收的全部过程。纤维的主要部分可再次应用于生产流程中。通过特殊的准备流程，甚至可生产出一种可满足主要纤维产品需求的替代纤维。宝马集团在 CFK 领域的生态可持续性不仅仅体现在回收上。早在与 SGL ACF（汽车碳纤维生产商）成立合资企业生产碳纤维产品时，宝马集团便强调：所需的能源将通过摩西湖（美国）的新发电厂从获得。即使在能源使用效率方面，此工厂也将制定相关的标准。

为达到最佳的结果采取统一的方法。

在过去十年中，所有研发人员和 CFK 专家在所有流程、材料、设备和工具的开发上均以实现大批量的生产 CFK 部件为前提。因此，CFK 专家们始终将整个流程和价值创造链牢记于心。从纤维生产至回收的整个过程，宝马集团至今都发挥着独特的作用。因为只有如此方能保证产品和生产流程符合较高的要求。

通过流程和设备的持续研发以及员工始终如一地将（大）批量应用作为持续目标，宝马集团拥有了独特的技术能力。因为宝马集团认为：CFK 不仅仅是一种仓室应用材料，更是汽车制造业面向未来的一种先进技术。

对于我们而言，CFK 是一种未来的材料。”（诺伯特·雷瑟夫）

更多信息，请垂询：

技术通讯部，Tobias Hahn 先生，

电话：+49-89-382-60816，传真：+49-89-382-28567

网址：www.press.bmwgroup.com

电子邮件：presse@bmw.de

