乘用车后保险杠参数化结构设计

摘要: 随着科技的发展和人们对于安全的日益重视，汽车保险杠的设计也在不断地进步。其结构设计需要满足一系列的严格标准，同时还需要考虑重量、耐用性和安全性等关键因素。

首先，保险杠作为汽车最前部或后部的结构，其主要功能是吸收冲击，防止车辆在低速碰撞时对乘员舱造成损害。现代保险杠设计也越来越多地考虑到如何减少对行人的伤害。这要求我们在设计时不仅要考虑结构强度，还要考虑其对于行人的保护作用。在材料选择上，复合和高强度镀金薄材料被广泛使用。这些材料能够提供必要的刚性和强度，同时保持相对较轻的重量。通过精心设计，保险杠可以在承受冲击时有效地分散能量，从而最大程度地减少对车辆内部结构的损害。当车辆发生正面或后方碰撞时，保险杠横梁会根据设计要求进行相应的变形或吸能，将冲击力分散到保险杠横梁和保险杠撑杆上的左右前车架。这种设计能够吸收大部分的冲击能量，从而保护乘员的安全。此外，对于保险杠的材料选择也是至关重要的。聚氨酯、聚酰胺或与玻璃纤维的混合物等材料因其良好的强度和结构刚性而被广泛采用。这些材料在静态和动态分析中都表现出了良好的性能，能够为乘员提供有效的保护。在设计的最后阶段，通过有限元仿真技术，可以对保险杠系统的有限元网格与汽车的简化模型进行耦合分析。这种模拟分析有助于进一步优化设计，确保其在各种碰撞工况下都能达到预期的性能标准。总的来说，一个优秀的汽车保险杠结构设计需要综合考虑多种因素，包括安全性、重量、耐用性和成本等。只有通过不断的创新和优化，我们才能设计出既符合标准又具有竞争力的保险杠产品，为汽车工业的发展做出贡献。

关键词: 汽车保险杠设计、结构设计、复合材料、高强度镀金薄材料、保险杠横梁、保险杠撑杆、左右前车架、聚氨酯、聚酰胺、玻

璃纤维混合物、有限元仿真技术、优化设计。

Abstract: With the advancement of technology and increasing attention to safety, the design of automobile bumpers has also been continuously improving. The structural design needs to meet a series of strict standards, while also considering key factors such as weight,

durability, and safety.Firstly, as the foremost or rearmost structure of a vehicle, the primary function of the bumper is to absorb impacts, preventing damage to the passenger cabin in the event of low-speed collisions. Modern bumper designs increasingly consider how to minimize harm to pedestrians. This requires that in design, not only structural strength must be considered but also its protective effect on pedestrians. In terms of material selection, composites and high-strength plated thin materials are widely used. These materials can provide the necessary rigidity and strength while maintaining a relatively light weight. Through careful design, the bumper can effectively disperse energy upon impact, thereby minimizing damage to the vehicle's internal structure. When the vehicle undergoes a frontal or rear collision, the bumper beam will deform or absorb energy according to design requirements, dispersing the impact force across the bumper beam and the bumper support rods onto the left and right front frames. This design can absorb most of the impact energy, thereby protecting the safety of the occupants. Moreover, the choice of materials for the bumper is crucial. Materials such as polyurethane, polyamide, or their mixtures with fiberglass are widely adopted due to their good strength and structural rigidity. These materials have shown good performance in both static and dynamic analyses, providing effective protection for occupants. In the final stage of design, finite element simulation technology can be used to

couple the finite element mesh of the bumper system with a simplified model of the car. This simulation analysis helps to further optimize the design, ensuring it meets the expected performance standards under various collision conditions. Overall, an excellent automobile bumper structural design needs to consider various factors, including safety, weight, durability, and cost. Only through continuous innovation and optimization can we design bumper products that meet standards and are competitive, contributing to the development of the automotive industry.

Keywords: Automobile bumper design, structural design, composite materials, high-strength plated thin materials, bumper beam, bumper support rods, left and right front frames, polyurethane, polyamide, fiberglass mixture, finite element simulation technology, optimization design.

目录

一、引言.....1
（一）研究背景.....1
（二）、研究目的和意义.....1
（三）参数化设计概念.....1
二、乘用车后保险杠设计的相关理论和技术.....2
（一）参数化设计理论.....2
（二） 乘用车后保险杠设计的关键技术.....3
（三） 当前乘用车后保险杠设计的发展状况.....3
三、乘用车后保险杠参数化设计方法.....4
（一） 参数化模型的建立.....4
（二） 参数化模型的应用.....5
（三）结果分析.....6
四、乘用车后保险杠参数化结构设计模拟与实验.....7
（一）模拟实验设计.....7
（二）模拟实验结果.....8
（三） 实物实验设计.....10
（四） 实物实验结果及其分析.....14
五、乘用车后保险杠参数化设计的建议对策.....14
（一）优化实验结果提出优化设计.....15
（二） 优化方案的实施与调整.....15
（三）优化参数化设计方案.....16
六、结论和展望.....16

一、引言

汽车保险杠作为车辆前部和后部的关键部件，在保护车辆和行人安全方面起着至关重要的作用。随着技术的发展和人们对安全性的日益关注，保险杠的设计也在不断演进。从简单的金属梁到现代的塑料保险杠，其设计理念和制造材料都有了显著的变化。本文将重点讨论乘用车后保险杠的参数化结构设计，并探讨如何通过优化设计提高车辆安全性能。

研究背景：乘用车后保险杠的重要性，乘用车后保险杠的设计方向

（一）研究背景

随着科技的发展和人们对安全性能的日益关注，保险杠的设计已经不再仅仅局限于低速碰撞时的保护性能。高速碰撞时的表现、结构设计和所用材料的机械性能都成为了研究的重点。特别是在现代社会，塑料保险杠因其优良的冲击吸收能力和外观设计灵活性而被广泛应用。在保险杠的研究中，除了基本的保护性能，还需要考虑行人保护。随着行人安全法规的日益严格，保险杠的结构设计需要更多的考虑到行人在碰撞时的安全。这就需要结合人体工程学和车辆动力学进行详细的分析和优化。在此背景下，对于后保险杠的研究显得尤为重要。后保险杠作为车辆后部的关键结构，不仅需要承受来自后部的碰撞力，还需要在发生追尾事故时为乘员提供足够的保护。因此，后保险杠的设计方向应该是在保证基本的冲击吸收能力的同时，更加注重高速碰撞时的性能表现和行人保护。在当今社会，随着科技的发展和安全法规的日益严格，保险杠的设计需要更加全面和细致。特别是在后保险杠的设计中，需要综合考虑冲击吸收、高速碰撞性能和行人保护等多方面的因素。这需要设计者具备广泛的知识和技能，结合材料科学、人体工程学和车辆动力学等多个领域的知识来进行设计和优化。同时，还需要通过大量的实验和测试来验证设计的可行性和有效性，确保保险杠在实际使用中能够为乘员和行人提供足够的保护。

研究目的和意义：强调参数化结构设计的需求和其对于减小碰撞影响、提高安全性的作用

（二）、研究目的和意义

随着科技的进步和消费者对安全性能需求的不断提高，保险杠作为汽车的重要安全部件，其设计也需不断优化以适应这些变化。参数化设计，作为一种基于数学模型的设计方法，为保险杠的优化设计提供了强大的工具。首先，参数化设计的应用在保险杠设计中至关重要。传统的保险杠设计主要依赖于经验和实践，而参数化设计则能够通过精确的数学模型，对保险杠的结构、形状、尺寸等进行详细的描述和优化。这不仅提高了设计的精度，也大大缩短了设计周期。其次，参数化设计在提高车辆安全性方面具有显著作用。通过计算机模拟软件，可以对保险杠在不同碰撞条件下的表现进行预测和分析。这使得设计师可以在早期阶段识别并修正可能的问题，避免后期生产中的浪费。同时，参数化设计允许设计师根据模拟结果，针对性地调整设计参数，例如改变保险杠的厚度、增加加强筋等，从而提高保险杠的吸能效果和保护性能。此外，参数化设计也考虑到了生产成本和工艺可行性。在保证性能的同时，参数化设计能够优化成本，提高生产效率。通过精确的数学模型，可以预测不同设计方案对生产过程的影响，从而选择最经济、最有效的设计方案。总的来说，参数化设计在保险杠设计中不仅提高了设计的精度和效率，而且显著提高了车辆的安全性能，满足了消费者对安全性能的更高需求。因此，对参数化设计在保险杠设计中的应用进行研究具有重要的意义。

（三）参数化设计概念

首先，参数化结构设计有助于提高设计的精度。通过数学模型，设计师可以精确地描述保险杠的结构、形状和尺寸。这避免了传统设计方法中由于人为因素导致的设计误差，提高了设计的准确性和可靠性。其次，参数化结构设计有助于提高设计效率。在设计过程中，设计师可以通过调整参数来快速生成不同的设计方案。这大大缩短了设计周期，提高了设计效率，使设计师能够更快地找到最优设计方案。此外，参数化结构设计还有助于优化产品的性能。通过计算机模拟软件，设计师可以对保险杠在不同碰撞条件下的表现进行预测和分析。这使得设计师可以在早期阶段识别并修正可能的问题，避免后期生产中的浪费。同时，参数化设计允许设计师根据模拟结果，针对性地调整设计参数，从而提高保险杠的吸能效果和保护性能。总之

，参数化结构设计在汽车保险杠设计中具有显著的优势。它不仅提高了设计的精度和效率，还优化了产品的性能。因此，对参数化结构设计在保险杠设计中的应用进行研究具有重要的意义。随着科技的快速发展，参数化设计已经成为了现代汽车保险杠设计中的关键技术。参数化设计，顾名思义，是通过调整参数来控制设计的形状和尺寸，从而获得最优化的设计方案。这种设计方法在保险杠设计中具有显著的优势。首先，参数化设计能够大大提高设计的精度。在传统的保险杠设计中，设计师往往依靠经验和直觉来进行设计，这很容易导致设计误差的出现。而参数化设计则通过建立数学模型，精确地描述了保险杠的结构、形状和尺寸，避免了人为因素导致的设计误差，提高了设计的准确性和可靠性。其次，参数化设计能够显著提高设计效率。在传统的设计方法中，设计师需要花费大量的时间和精力进行试错和调整，才能获得满意的设计方案。而参数化设计则通过调整参数的方式，快速生成不同的设计方案。这不仅缩短了设计周期，还提高了设计效率，使设计师能够更快地找到最优设计方案。此外，参数化设计还有助于优化产品的性能。通过计算机模拟软件，设计师可以对保险杠在不同碰撞条件下的表现进行预测和分析。这使得设计师可以在早期阶段识别并修正可能的问题，避免后期生产中的浪费。同时，参数化设计允许设计师根据模拟结果，针对性地调整设计参数，从而提高保险杠的吸能效果和保护性能。综上所述，参数化设计在汽车保险杠设计中具有显著的优势。它不仅提高了设计的精度和效率，还优化了产品的性能。因此，对参数化设计在保险杠设计中的应用进行研究具有重要的意义。随着科技的不断发展，我们相信参数化设计将在未来为汽车保险杠设计带来更多的创新和突破。

二、乘用车后保险杠设计的相关理论和技术

在乘用车后保险杠设计中，参数化结构设计是一项重要的技术。通过参数化设计，设计师可以更加精确地控制保险杠的形状、尺寸和性能，从而提高设计的效率和精度。参数化设计在保险杠设计中具有显著的优势。传统的保险杠设计主要依赖于经验和实践，而参数化设计则能够通过精确的数学模型，对保险杠的结构、形状、尺寸等进行详细的描述和优化。这不仅提高了设计的精度，也大大缩短了设计周期。参数化设计在提高车辆安全性方面具有重要作用。通过计算机模拟软件，可以对保险杠在不同碰撞条件下的表现进行预测和分析。这使得设计师可以在早期阶段识别并修正可能的问题，避免后期生产中的浪费。同时，参数化设计允许设计师根据模拟结果，针对性地调整设计参数，从而提高保险杠的吸能效果和保护性能。在具体的参数化设计过程中，设计师首先需要建立保险杠的数学模型，包括结构、形状、尺寸等。然后，通过调整参数来控制设计的形状和尺寸，以获得最优化的设计方案。这大大提高了设计的精度和效率。参数化设计还考虑到了生产成本和工艺可行性。在保证性能的同时，参数化设计能够优化成本，提高生产效率。通过精确的数学模型，可以预测不同设计方案对生产过程的影响，从而选择最经济、最有效的设计方案。总之，参数化设计在乘用车后保险杠设计中具有广泛的应用前景。它不仅提高了设计的精度和效率，还优化了产品的性能。在未来，随着科技的不断发展，我们相信参数化设计将在汽车保险杠设计中发挥更加重要的作用。

（一）参数化设计理论

参数化设计理论是一种设计和工程领域中的方法论，它依赖于将设计元素定义为可变参数和逻辑规则，从而创建可根据需要调整和修改的模型。这种方法的核心在于使用数学模型和算法来驱动设计变化，使得设计过程更加灵活和动态。参数化设计在许多领域都有应用，从建筑设计到机械工程，特别是在需要复杂几何形状和结构优化的场合。在汽车保险杠设计与分析的背景下，参数化设计理论可以极大地提高设计的效率和效果。通过定义保险杠的关键参数，如材料属性、几何形状、尺寸和冲击吸收特性，设计师可以快速评估不同设计方案对性能的影响。这样，不仅可以在短时间内探索更广泛的设计空间，还能确保最终设计满足或超过安全标准。参数化设计的一个关键优势是其迭代能力。在汽车保险杠的设计过程中，可以通过改变参数来优化设计，以提高能量吸收效率、减轻重量或增加结构刚性。例如，通过调整保险杠材料的厚度或改变其内部结构，可以在不牺牲安全性的前提下减少材料使用，从而降低成本和重量。此外，参数化设计还支持使用 catia 和 ansys，以预测保险杠在实际碰撞情况下的表现。这种集成方法不仅提高了设计的准确性，也为设计师提供了直观的反馈，帮助他们理解不同设计决策如何影响产品性能。在实践中，参数化设计要求跨学科的知识和技能，包括工程力学、材料科学、计算机辅助设计（catia）和编程。设计师需要能够定义适当的参数，设置合理的约束条件，并开发或使用复杂的算法来驱动设计过程。参数化设计理论在汽车保险杠设计与分析中的应用，展示了这一方法论在提高设计效率、优化产品性能和促进创新方面的巨大潜力。通过利用参数化设计，设计团队可以更快地响应市场需求，开发出既安全又经济的汽车保险杠解决方案。

（二）乘用车后保险杠设计的关键技术

乘用车后保险杠设计的关键技术涉及多个方面，旨在提高安全性、耐用性、美观性和成本效益。以下是一些设计乘用车后保险杠时必须考虑的关键技术和原则。

1.材料选择和应用

后保险杠的材料选择对于其性能至关重要。设计者通常选用高强度钢、铝合金、塑料（如聚丙烯和聚碳酸酯）以及复合材料（如碳纤维和玻璃纤维增强塑料）。每种材料都有其特定的优点，例如高强度钢的韧性、铝合金的轻质和防腐蚀特性、塑料和复合材料的可成型性和能量吸收性。选择合适的材料可以在保证安全性的同时降低成本和重量。

2.结构设计与优化

后保险杠的结构设计需要兼顾碰撞吸能、负载分布和整体车身结构的一致性。利用计算机辅助设计（catia）软件和有限元分析（ansys），设计师可以模拟各种碰撞场景，优化保险杠的结构布局，确保在低速碰撞中能有效吸收和分散冲击能量，减少乘客受伤的风险。此外，结构优化还考虑到成本控制和制造工艺的可行性。

3.能量吸收系统

乘用车后保险杠的设计中，能量吸收系统是提高碰撞安全性的关键。设计师通常会在保险杠内部集成泡沫材料、蜂窝结构或特殊设计的能量吸收器，这些系统在碰撞时能够变形，吸收大量的冲击能量。有效的能量吸收系统可以显著减少碰撞对车内乘客的影响。

4.兼容性与行人保护

后保险杠设计不仅要保护车内乘客，还要减少对行人的伤害。欧洲和其他地区的安全规范要求车辆在设计时考虑行人保护。这意味着后保险杠的高度、形状和材料都需要在减少行人受伤的可能性方面进行优化。例如，使用柔软材料的外覆盖和特殊设计的减震结构可以在事故中减少对行人头部和腿部的伤害。

5.制造工艺和成本控制

高效的制造工艺对于后保险杠的生产至关重要。注塑成型、冲压成型和复合材料成型等技术被广泛应用于保险杠的制造中。设计时需考虑到这些工艺的特点和限制，以及如何通过设计减少材料使用、简化装配过程和降低生产成本。

6.美观性与整车设计的一致性

后保险杠的设计不仅要考虑功能性，还要考虑其与车身其他部分的视觉和美学一致性。保险杠的形状、

颜色和装饰元素需要与整车设计相协调，以增强车辆的整体吸引力。综上所述，乘用车后保险杠设计的关键技术涉及材料科学、结构工程、安全性研究、成本控制和美学设计等多个领域。通过这些技术的综合应用，可以实现既安全又经济、美观的后保险杠设计。

（三）当前乘用车后保险杠设计的发展状况

当前乘用车后保险杠设计的发展状况体现了汽车工业对安全性、功能性、美观性以及环境可持续性的综合考量。随着新材料技术的进步、仿真技术的应用以及对行人安全的日益重视，乘用车后保险杠的设计已经远远超越了其最初的简单防护功能。

1.材料的革新与应用

现代乘用车后保险杠的设计着重于使用高性能材料来提高整体安全性和减轻重量。如文中提到的，复合材料和高强度镀金薄材料的应用使得保险杠在不增加额外重量的情况下，具有更好的冲击吸收能力。聚氨酯、聚酰胺以及玻璃纤维的混合物不仅提高了强度和结构刚性，还通过减轻车辆重量来降低燃油消耗和排放，符合当前汽车工业对环境友好性的追求。

2.结构设计的优化

利用先进的计算机辅助设计（catia）和有限元分析（ansys）技术，设计师能够在设计阶段就对后保险杠的性能进行全面评估和优化。这种方法允许设计团队模拟不同碰撞情况，优化保险杠的结构布局，以实现最佳的能量吸收和分散效果，减轻对乘客的伤害。此外，这些技术还有助于在设计阶段就识别和解决潜在的问题，提高开发效率，缩短产品上市时间。

3.行人保护的重视

随着行人安全标准的提高，后保险杠的设计也越来越注重减少对行人的伤害。设计师通过调整保险杠的高度、形状以及使用具有更高能量吸收性的材料，来降低在事故中可能对行人造成的损伤。这种设计理念的转变体现了汽车设计中人性化和社会责任感的提升。

4.环境可持续性

当前乘用车后保险杠的设计越来越注重环境可持续性，这不仅体现在使用可回收材料上，还包括整个产品生命周期的环境影响评估。设计师和工程师努力通过优化设计和材料选择，减少生产过程中的能源消耗和废物产生，同时也考虑到保险杠在车辆报废后的回收和再利用。

三、乘用车后保险杠参数化设计方法

当前乘用车后保险杠的设计发展状况显著体现了通过参数化设计方法的应用，旨在提高安全性、减轻重量、增加功能性，以及提升环境可持续性。参数化设计方法允许设计师通过定义一组可变参数，来控制和修改设计，从而快速适应不同的设计要求和优化目标。这种方法在后保险杠的设计中尤为重要，因为它直接关系到车辆的安全性能和成本效益。

（一）参数化模型的建立

“RMHosseinzadeh”和 et.al[1]研究了保险杠横梁的正方形尺寸，这是旅行车中保护它们免受前后碰撞的最常见结构之一。在他们的论文中，研究了由玻璃毡热塑性塑料(GMT)制成的前保险杠梁的广告，并通过对模型虐待 LS-DYNAANSYS 的印象进行了表征“MarzbanradJMet.al[2]在这次分析中，通过冲击建模研究了由 3 种材料制成的前保险杠梁：原子序数 13、GMT 和高强度 SMC,以建立挠度、冲击力、应力分布和能量行为的吸收。“将上述特性与各种不同的特征进行比较，以寻找最合适的面料、形式和厚度选项，这些面料、形式和厚度最初是作为欧洲要求开发的，现在被许多国家采用，汽车的安全结构通常在拉直钟摆或移动障碍物后对前角和后角产生 4 公里/小时的影响。”[3].“MohapatraS[4]讨论说，汽车改进周期一天比一天短。随着市场上越来越多的反对意见，OEM 和供应商的基本冒险是提出时间环境友好的图形解决方案。一些保险杠使用电力吸收器或支架，而另一些保险杠则由泡沫缓冲材料制成。[5]."安德森 R 等人。Al[6]公开的是一种保险杠小工具，其包括保险杠盖、通过泡沫成型系统由人造树脂织物形状的动力吸收器、用于支撑强度吸收器的效果梁、由具有“C”形相的玻璃毡热塑性砂制成的冲击梁。巴特勒 M 等人。Al[7]强调，为了提高汽车的整体碰撞性能，有必要使用新的方法和材料。与碰撞保护相关的元件必须被迫传输或吸收功率。CarleyMEet.al[8]观察到，是布局没有经验的环氧结构泡沫增强材料，以提高汽车前后保险杠梁的能量吸收。研究了 1 个保险杠结构的整体性能标准。EvansD 和 MorganT[9]作为汽车制造商，随着最新电机、保险杠小工具技术的造型而变得更加激进。

（二）参数化模型的应用

1.在乘用车后保险杠设计过程中应用参数化模型进行设计实例

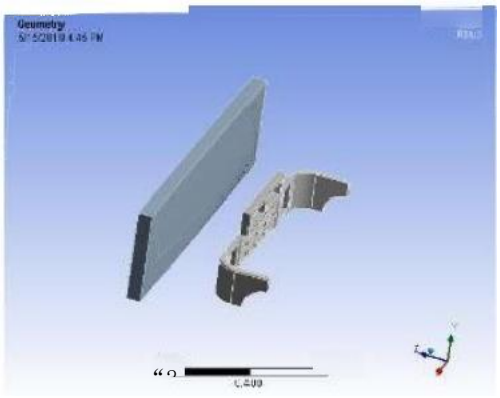
$$\frac{1}{2}m_1v_1^2=\frac{1}{2}K_{eq}\delta_{max}^2+\frac{1}{2}m_1v_o^2+\frac{1}{2}m_2v_o^2$$

其中，1v 是撞击速度或撞击前的速度，ov 是车辆最大偏转点和冲击力的最终速度，或者，m1 是冲击力或质量，m2 是车辆质量，Keq 是汽车保险杠梁的等效刚度，可以从反作用力和位移的关系中得到梁的梁。在动量的情况下，另一个重要的考虑因素是它既不能被创造也不能被破坏。因此，撞击前的动量与撞击后的动量相同。撞击前后其最大挠度时刻的动量守恒原理也可以表示如下：

mV_1=(m+Y_1JNo

$$\delta_{max}^2 = \frac{1}{K_{eq}} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_1^2$$

2. 原件的显式设计分析（图 1:材料-ABS 塑料）



ABS 塑料的材料特性

密度：1400kg/m3

杨氏模量：2000Mpa

激情比率：0.33

图 2:保险杠的 CAD 模型

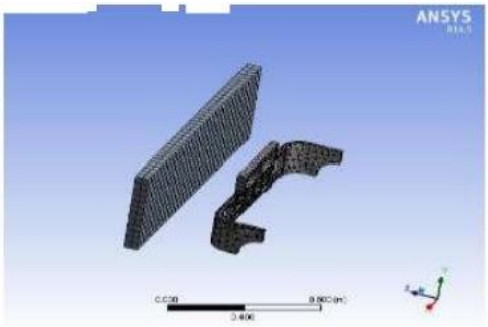


图 3:保险杠的网格模型

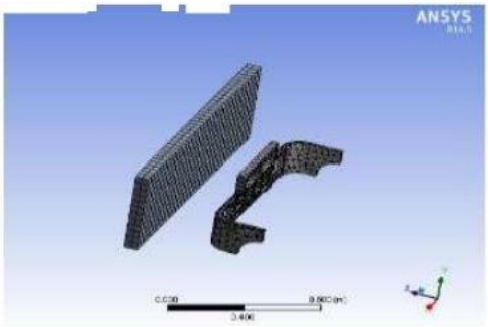


图 5:等效应力

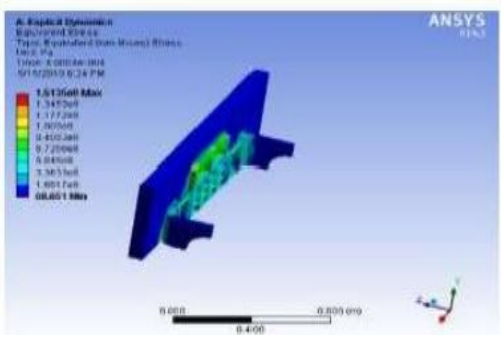
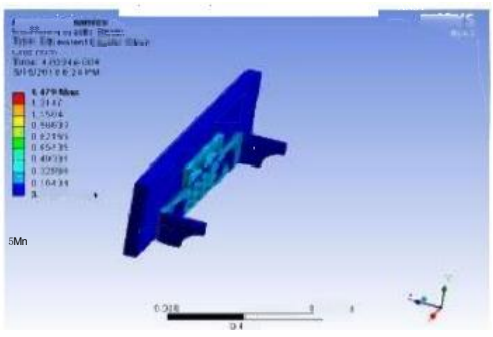


图 6:等效弹性应变



	原始模型				现有模型		
	ABS 塑胶	聚醚酰亚胺 S2 玻璃	塑胶	纤维	ABS 塑胶	聚醚酰亚胺 S2 玻璃	
总变形	0.32067	0.320610.3199	621.7290.3	9920.3178	90.266616	0.2398	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

https://d.book118.com/278060024052006053