



Dievar – 性能突破新极限

人类出于本能，都倾向于谨小慎微，固步自封。人们总是觉得：“如果没坏，为什么要修呢？”但是，如果不勇于突破，那么我们将永远不会取得进步。一胜百相信，不断改良与创新是模具钢发展的关键。Dievar 25 Joules 模具钢已取得前所未有的韧性和性能水平。（图 1）

这种模具钢的新改良将为您提供平衡钢材的韧性与抗龟裂性的解决方案，适用于 HPDC（高压压铸）和其他应用。

新产品 Dievar 为客户提供:

- 适用所有常见尺寸的高品质压铸件
- 降低生产成本
- 延长模具寿命
- 出色的抗热龟裂性能
- NADCA（北美压铸协会）中同类产品韧性最好
- 专为大型模具和镶件开发

现在一胜百旗下所有公司都开始销售新型改良的 Dievar 钢种，已被批准并纳入 NADCA # 207-2018 新版文件。这种为汽车工业开发的新型钢，主要适用新型电动汽车和结构件。

那么，为什么大多数高压压铸模具制造商、铸造车间和代工厂仍然在用 AISI H13 或 AISI H1 钢种，而不是性能更好的 Dievar？最令人惊讶的是，这两个钢种属于上世纪中叶产品。与 Dievar 相比，这些钢材是否有助于解决当今模具用户面临的重大问题？随着混合动力和 EV（电动汽车）的发展，新型结构件和电动汽车零件在生产中又面临怎样的问题？结构件和电动部件面对的失效问题是否与传统压铸件（如动力系统和变速箱）相同？

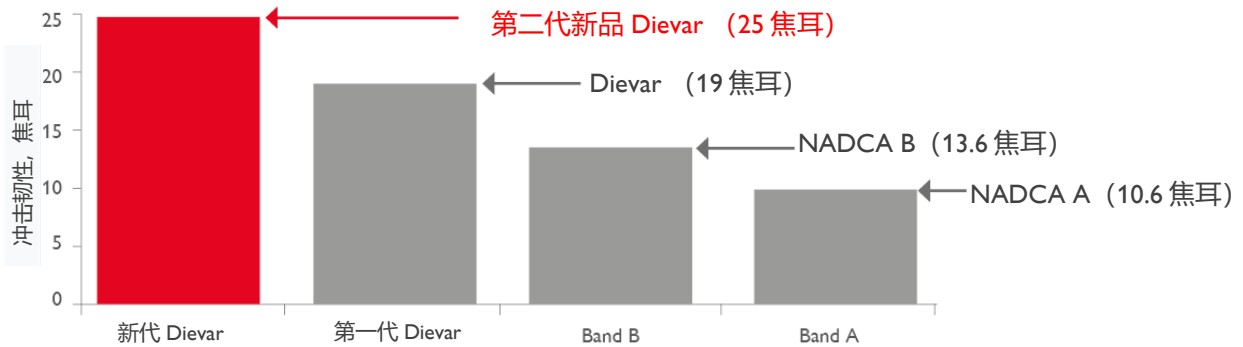


图 1：Dievar 新品的韧性提升令人非常显著

结构件突破新极限

要回答这个问题，先看看汽车模具面临的主要失效问题是什么？全世界压铸厂的高压压铸模具一般要面对 4 大失效问题（图 2）。即，冲蚀、粘着、热龟裂和整体开裂。根据经验，我们可以确定地说，最常见的模具失效是热龟裂。这种失效机制因不同压铸厂而不同，但平均 80% 的占比是接近准确的数据，剩下属于其他失效。

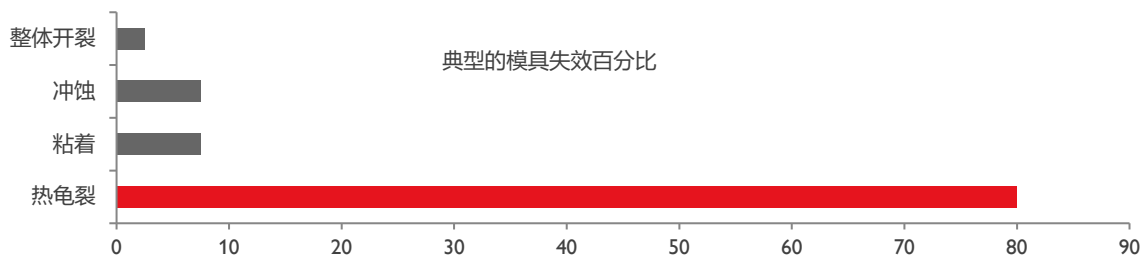


图 2：高压压铸典型的工件失效发生率（百分比）

在结构件及电动汽车压铸件之类的新增长领域，高压压铸的表现如何，是否面临同样的常见失效问题？的确如此。有趣的是，与传统压铸零件相比，结构件的热龟裂似乎出现得更早更严重。在动力系统中，H13 模具通常达到 8 万至 15 万模次（取决于设计和所用的压力机），但在结构零件中，可能只有不足 7 万 5 千模次。例如，由于自身的运行要求、设计不同或者具有复杂的几何形状，某类减震器模具生产寿命低于 3 万模次。如工艺控制或材料性能不佳，有些模具甚至会过早开裂。但这不局限于减震器模具，所有结构零件的设计通常都很复杂，相当考验传统模具材料的极限。

为何如此？观察一下这个纵向桥的零件及模具（图 3），可以看到它有很大的表面积，各部位厚薄不均。由于这些压铸件用于车辆结构元件，要采用最先进的压铸成型工艺，以避免出现气孔和其他内部缺陷。因此，浇口速度要尽可能高，进而快速填充模具。一般结构零件模具比传统动力系统模具拥有更多浇口，此示例中浇口有 14 个！这意味着浇口内会产生额外热量，伴随着压铸的加热与冷却周期，以及模具脱模剂喷涂，所面临的热疲劳或热龟裂挑战更加严峻。

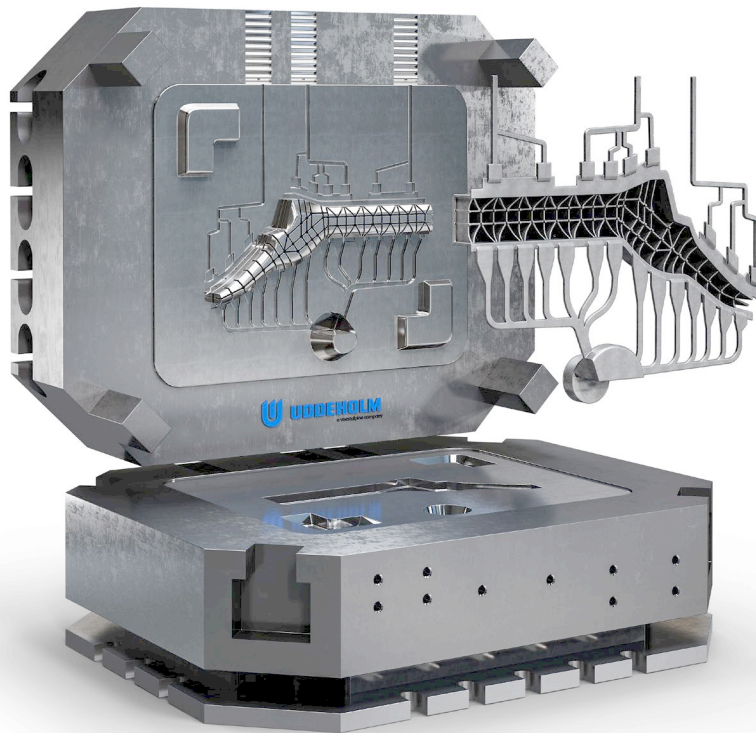


图 3：所面临的挑战、结构部件、大平面区域、薄截面，复杂的几何形状

众多新型结构部件对确保安全性而言，至关重要。如果发生碰撞，按设计要求，面板应避免出现裂纹。热龟裂损伤是潜在的裂纹发生区域，因此成为结构部件面临的一大挑战。随着零件和压铸机的尺寸增大，这个趋势也越来越明显，模具镶件也越来越大。在某些情况下，设计中不允许使用分型线和镶件，但是镶件越大，产生裂纹的风险越大！现在，您选择的模具钢不仅需要具备杰出的抗热龟裂性，而且在生产操作中还需兼具高韧性与高延展性。

热龟裂与当前的模具钢

在高压压铸等应用中，在不同的压铸周期，模具的作业表面的温差很大。最高和最低温之间的差异会增加材料的应力，最终形成疲劳裂纹。

较大的温差，满负荷生产，这都会增加热疲劳，缩短模具寿命。模具表面所形成的热龟裂纹还会在压铸件上留下痕迹，从而降低产品的美观性和耐受性。

如果模具的冷却水道效率低，冷却直接作用于工作表面，那么龟裂纹会迅速产生。温差与应力增大，会导致裂纹徒增。

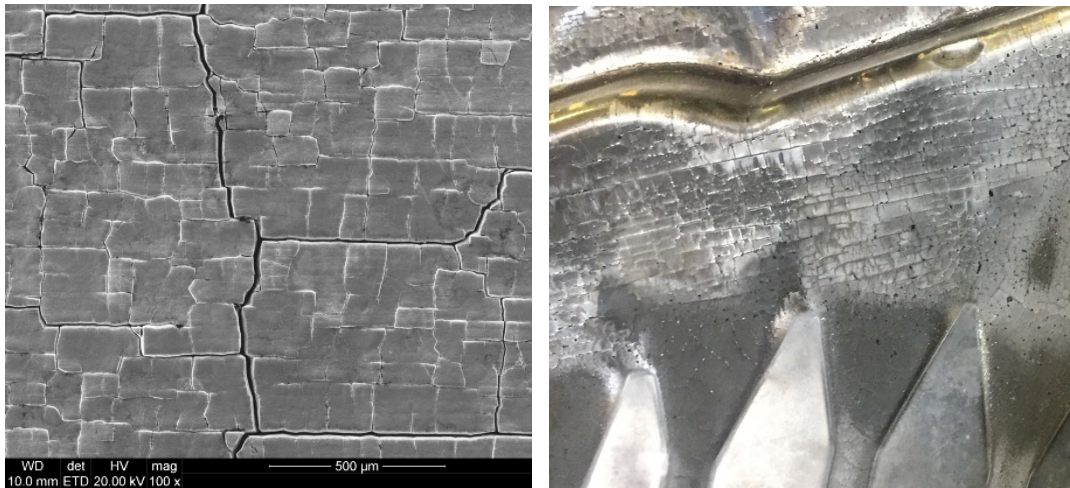


图 4：模具龟裂的实际情况，左边是放大后可见的热龟裂状况。

上方（图 4）是在 100x 显微镜下观测到模具表面的典型热龟裂损耗，以及从右侧可见的正常外观。为降低这种失效机理（热龟裂）的风险，具备某些优越性能的材料有一定的优势。例如，更好的导热率有助于缩小温差，因此材料累积的应力较小。另外，为防止材料表面因高温而损失硬度，材料需具备良好的抗回火性。高延展性也有助于减少裂纹。无论在室温与较高温度下，材料也需具备良好的韧性，以降低裂纹蔓延的速度。

H13 的合金含量高于 H11，因此，由于合金碳化物的析出，H13 具备较好的抗回火性和热强度。生产实践证明，其抗热龟裂性略好于 H11，但不具备明显的优势。H11 钒含量较低，从而降低了主要碳化物形成的风险，提高了韧性和延展性。因此，与 H13 相反，H11 韧性较高。这两个钢种之间的差异并不大，但与 Dievar 类似等级的工具钢相比，差异则比较明显。

Dievar, 抗热龟裂的优化解决方案

Dievar 是抗热龟裂的首选吗？一胜百的客户反馈和案例研究表明，与 H13 和 H11 模具钢相比，Dievar 是更佳的抗热龟裂解决方案。实验室测试（图 5）还显示，与 premium H13 等级钢种相比，Dievar 能更有效地降低热龟裂的深度。如下图所示，相同硬度水平下，H13 材料的裂纹深度比 Dievar 大得多。

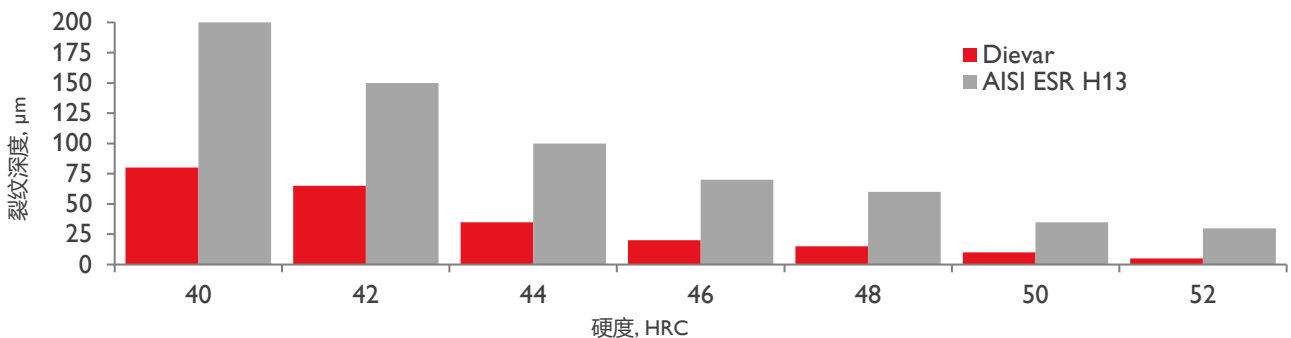


图 5 清楚地表明，与优质 H13 相比，Dievar 抗热龟裂性更好。

抗热龟裂性主要取决于材料的热屈服强度、抗回火性、蠕变强度、延展性与韧性。所有这些特性指标，Dievar 均优于优质 H13 钢种。其中，延展性和韧性是抗热龟裂的重要因素，因此备受关注。材料高韧性有助于避免模具失效，现在 Dievar 以平均冲击韧性不低于 25 焦耳的性能打消了使用者的顾虑。杰出的延展性同样重要，它有助于延缓裂纹的产生。最近硬度 44-46 HRC 的 Dievar 在无缺口抗冲击测试显示了超过 400 焦耳的冲击值。高延展性和韧性使得选用较高硬度的模具成为可能。众所周知，较高的硬度有助于提高抗热龟裂性（图 5）。

客户近期要求一胜百对硬度 44 / 46HRC 以上的新型 Dievar 进行测试，以了解 Dievar 与优质 ESR H13 在韧性上的差距。这些客户认识到，提高硬度可延长抗热龟裂的时间，但同时面临韧性下降的风险。测试表明，即使在 51 HRC 下，同等尺寸的 Dievar (图 6) 比 ESR H13 钢种具有更卓越的韧性。如有意提高模具的硬度，强烈建议让当地一胜百技术员先查看您的模具和工艺，以便实现最佳性能。

韧性比较 – 51 HRC

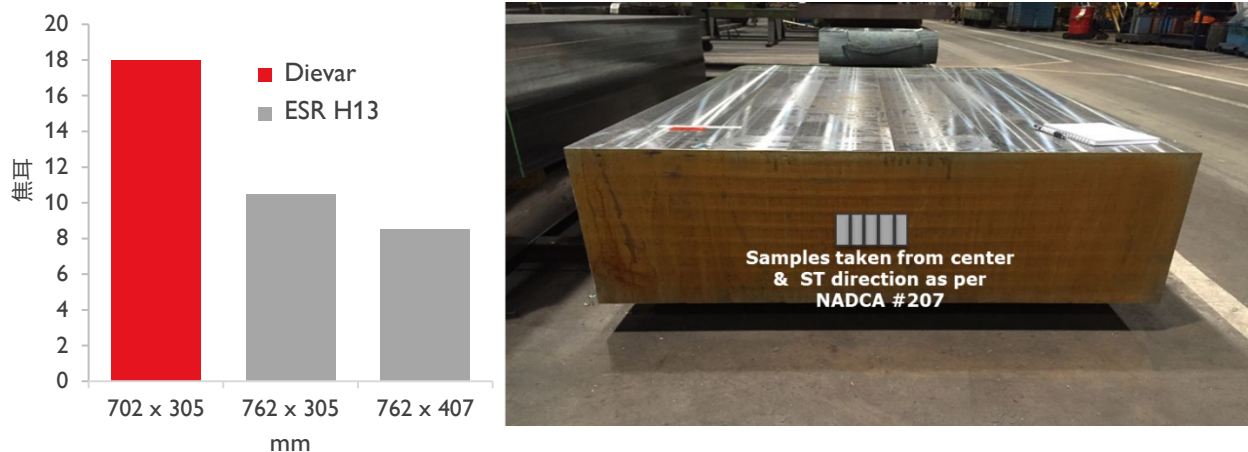


图 6 清楚地表明，比起优质 H13，Dievar 在更高的硬度条件下获得更高的韧性。

热屈服强度、抗回火性 (图 7)、蠕变强度、热导率和热膨胀等特性取决于材料的化学组成。Dievar 在所有这些领域均表现优异，这主要归功于较高的钒与铝含量。

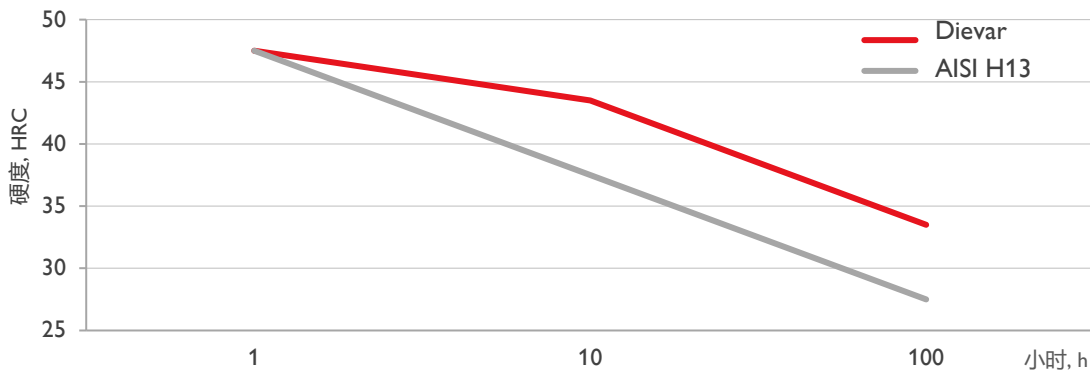


图 7 显示了相较于 H13，Dievar 化学成分在抗热龟裂性、抗回火性方面的多重优势之一

Dievar 的延展性和韧性反映了钢材的质量以及钢材的生产工艺。另一方面，这意味着从熔炼车间到电渣重熔，再到锻造/轧制和热处理，每一道工序对质量都至关重要。尤其是 ESR (电渣重熔) 有助于改善压铸件的清洁度、各向同性和均一性。ESR 工艺通过矿渣浴对传统的铸锭进行重熔，形成性能卓越的提纯铸锭。

一胜百的 ESR 炉备有保护性气体和加压气体气氛，从而提高了工艺的清洁度，改进了钢材的性能。铸锭经重熔锻造之后，固体组织分解为更细微的颗粒，结构也更富有延展性。特有的热处理工艺则进一步提高了质量。

钢的清洁度对延展性的影响很大。非金属夹杂物、初生碳化物和粗糙的二次碳化物对材料的延展性有显著的负面影响。另一方面，韧性差主要可归咎于晶粒尺寸粗大、晶界沉淀以及贝氏体和珠光体的显微组织。研发 Dievar 主要是为了提高模具的延展性、韧性、淬透性和抗热龟裂性。

如今，市场对 Dievar 与尺寸的需求不断增长。使用 Dievar 的某些模具重达 18 吨，如下图（图 8）所示，而如今的发展态势远远超出了人们的预期。在如此大尺寸的压铸块上，我们产品质量达到 28 焦耳，并且晶粒尺寸也达到 ASTM 7 以上。



图 8 显示了 Dievar 适用的特殊大尺寸。

然而，使用最好的材料并不能保证解决早期热龟裂问题，还必须关注其他关键参数，如设计、模具制造、热处理、表面处理和压铸参数等。但是，如果使用 H11 或 H13 的模具遇到热龟裂问题，那么使用 Dievar 将是成功提高模具寿命的首选，如客户案例研究（图 9）所示。

热龟裂 —— 案例分析

- 4 腔铸件测试
- 2 腔体 Dievar
- ESR H13 在模具另一边
- 9 万 5 千模次之后的视图

采用 Dievar 后性能显著提高，原因何在？

	AISI H13	Dievar
硬度	44 – 46 HRC	44 – 46 HRC
结果	严重热龟裂	无热龟裂



图 9 显示了 Dievar 和 ESR H13 在生产中遇到相关热龟裂问题的客户案例

本文撰写者和贡献者：

Richard Oliver – Uddeholms AB 热作产品经理

Krister Axelsson – Uddeholms AB 热作应用工程师

Sebastian Sivertsen – Uddeholms AB 热作客户服务技术员