

2019/2020

solutions

齿轮制造技术杂志

eDrive（电力
驱动）齿轮采用
Combi Honing
珩齿技术

电动汽车变速器设计

携手KISSsoft 和GEMS前行

保持安静

采用GMS 系列进行齿轮噪声分析

采取技术行动

水星海事勇往直前

Warn Auto 提速前进

长城开足马力

Total Gear Solutions

Gleason

欢迎来到格里森



John J. Perrotti

总裁兼首席执行官

尊敬的客户:

齿轮的性能要求在效率、负载循环和噪声排放方面已经达到了从所未有的高度。随着电动汽车的发展，对质量的要求也越来越高。应对这些挑战需要一种智能化的系统方法，把设计、制造和检测都连接起来。

在格里森，我们没有把设计、机床、工具和检测视为各自独立的部分，而是将它们形成高度集成的解决方案，进行数据共享并对结果不断优化。但是，如果没有易于协同工作的“智能”新技术，这一方法则无法采用：

我们新的KISSsoft® 和 GEMS® 软件之间的接口已经将制造智能融入到了变速箱和传动系统设计软件之中。这不仅使您获得了更好的理论解决方案，而且还定义了包含生产过程、成本和质量数据的解决方案。如本刊所述，该系统对于开发更强大的电动汽车变速器，作用是显而易见的。

在eDrive变速箱齿轮方面，格里森拥有特别适合于满足此类挑战的制造技术。例如，新的倒角滚齿工艺可以加工任何所需要的倒角形状，在硬齿面精加工之前（如珩磨）先预备好齿面，且不影响生产效率。随着Faessler齿轮珩磨业务并入我们的硬齿面精加工范围，Combi Honing™（Combi 珩磨）工艺根据应用的最高质量标准进行齿轮硬齿面精加工。

噪声是成品 eDrive（电力驱动）齿轮中一个最关键的性能指标。格里森采用的 GMS® 系列检测系统，提供了新的令人振奋的噪音分析解决方案，以帮助实现安静性。

最重要的是，格里森技术都在一个闭环系统中工作，因此，齿轮开发和优化一直处于持续状态。检测数据成为修正设置值，返回到加工机床或云环境，作为今后分析之用。采用GRSL激光技术的过程检测系统就是一个很好的例子，在短短几秒钟之内就能测量齿轮关键特性，从而使加工机床能实时地进行闭环修正。

还有更多...无论制定的性能标准有多高，我们都很期待与您交流，帮助您找到实现目标的方法。

04 新型电动汽车变速器力证KISSsoft 和GEMS实力

08 倒角滚齿，更快、更精确

12 封面报道: eDrive (电力驱动) 齿轮采用Combi Honing 珩齿技术

16 齿轮噪声分析解决方案

20 水星海事勇往直前

24 模块标准化夹具准时到来

26 为液压夹具正名

28 Warn Auto 提速前进

32 SEW Eurodrive 提高生产力

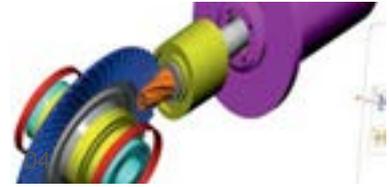
35 天津大众获得双赢

36 Kousei Seimitsu 擅长硬齿条加工

38 长城汽车采用强力车齿工艺满足需求

40 Davall 不断攀升

44 格里森苏州刀具公司庆祝成立十周年



© 2019 格里森公司. 版权所有。
《解决方案》杂志全年定期出版，并在全球发行。
请将信件寄往：《解决方案》杂志编辑 Christian Albrecht
格里森公司. 美国纽约罗切斯特大学街1000号，邮政信箱 22970, 14692-2970
+1 585-473-1000 · www.gleason.com · sales@gleason.com

新型电动汽车变速器 迎难而上

格里森 KISSsoft 和GEMS 软件以实力示人，协同开发带准双曲面齿轮组的高效电动汽车变速器。

由于受到一家电动汽车制造商要求为电动汽车变速箱寻找更经济有效的解决方案的启发，格里森接受了这一挑战，在短短几个月内，格里森就为电动汽车制造商开发了一款单级超高减速比准双曲面（SRH）驱动单元的产品（正在申请专利），其比传统电动汽车变速器具有更加显著的优势。该驱动单元包括电动机，在紧凑型电动汽车中按纵向布置。仅一级减速就能够达到图1所示的 1:10 减速比。最重要的是，该项目体现了格里森KISSsoft 和 GEMS 设计软件在闭环中无缝工作的能力，以方便工程人员对变速箱、锥齿轮和准双曲面齿轮设计进行优化。

找到更好的“捕鼠器”

该项目从最常见的电动汽车变速器概念入手进行深入分析。很明显，电动

汽车变速器的设计者和制造商们面临着典型的非对称设计的冲突。在包含“内嵌式”电动机及两级圆柱齿轮传动的的设计时，面临的主要障碍是：

- 驱动装置前轮之间的宽度较大
- 重量分布不对称
- 靠近电动机一侧的车轮和轮胎的热辐射较大

图1所示的格里森准双曲面齿轮单元的概念——解决了这些难题。例如，仅使用前轮之间的一小部分空间，并允许使用更长的传动轴。使用准双曲面齿轮单元概念的重量分布是完全对称的。此外，前轮的热辐射在两侧都是相等的。

使用较短的传动轴，且每个都必须装有两个CV万向节，在转向操作和控制臂摆动时将致使效率损失较大、工作噪音更大以及磨损更快。不对称的重量分布必须与其他不对称的汽车

部件（如电池）相平衡，但仍然会对汽车的动态性能产生影响。如图2所示，电动机的长久持续性热辐射可能会使相邻轮胎的温度升高20° C。温度绝缘和增加冷却风扇可以降低电动机附近轮胎的温度。但为疏散电机热量而产生的电能消耗是任何电动汽车制造商都不愿意看到的

KISSsoft 和 GEMS使电力驱动（eDrives）变得更加简便

显然，准双曲面齿轮单元概念的提出消除了“内嵌式设计”的许多缺点，是一个十分经济有效的一级高减速比解决方案。

2018年首次亮相东京 JIMTOF 机床展览便给参观者们下了深刻的印象。但也许最让大家好奇的是它的设计流程：传动设计通过采用 KISSsoft 对电动汽车的驱动单元进行系统设计和

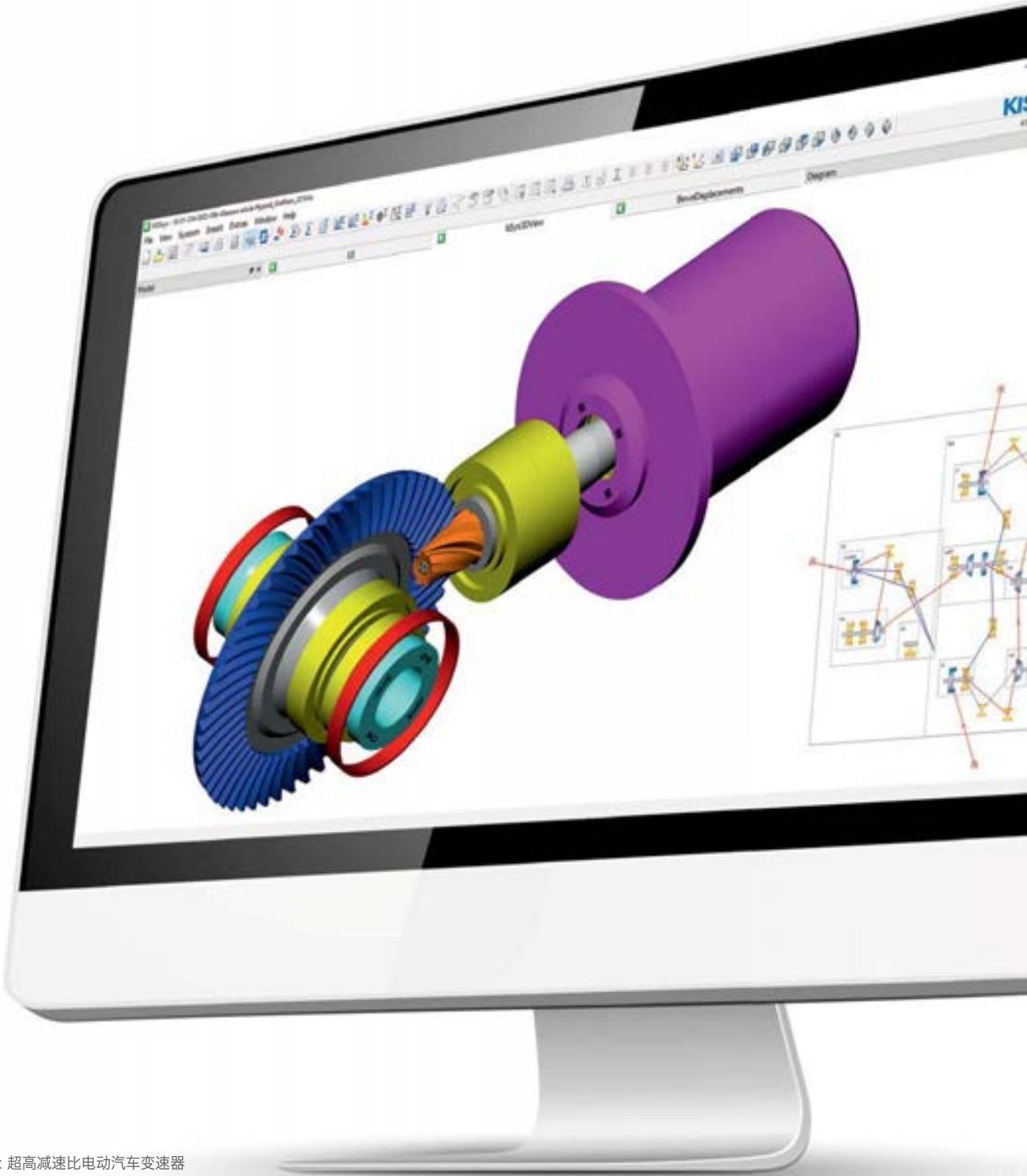
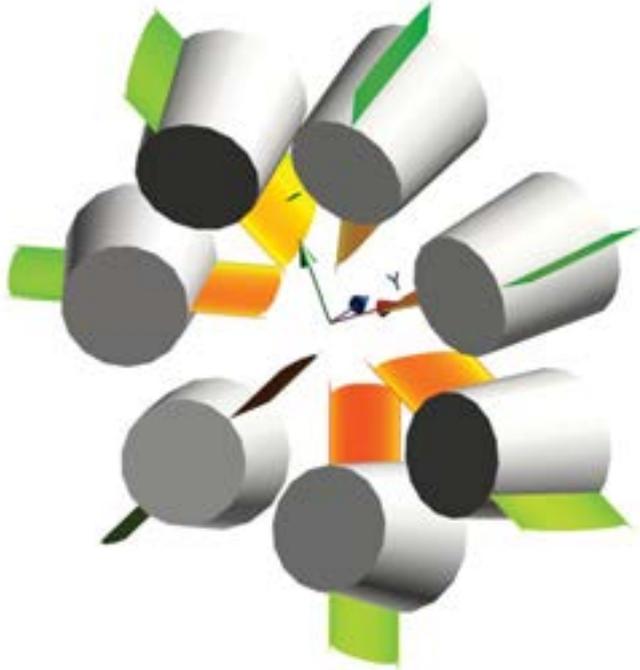


图 1: 超高减速比电动汽车变速器

赫兹压力



赫兹压力

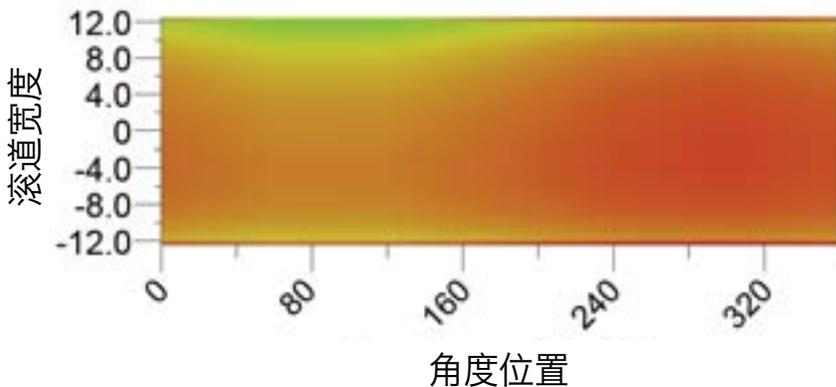


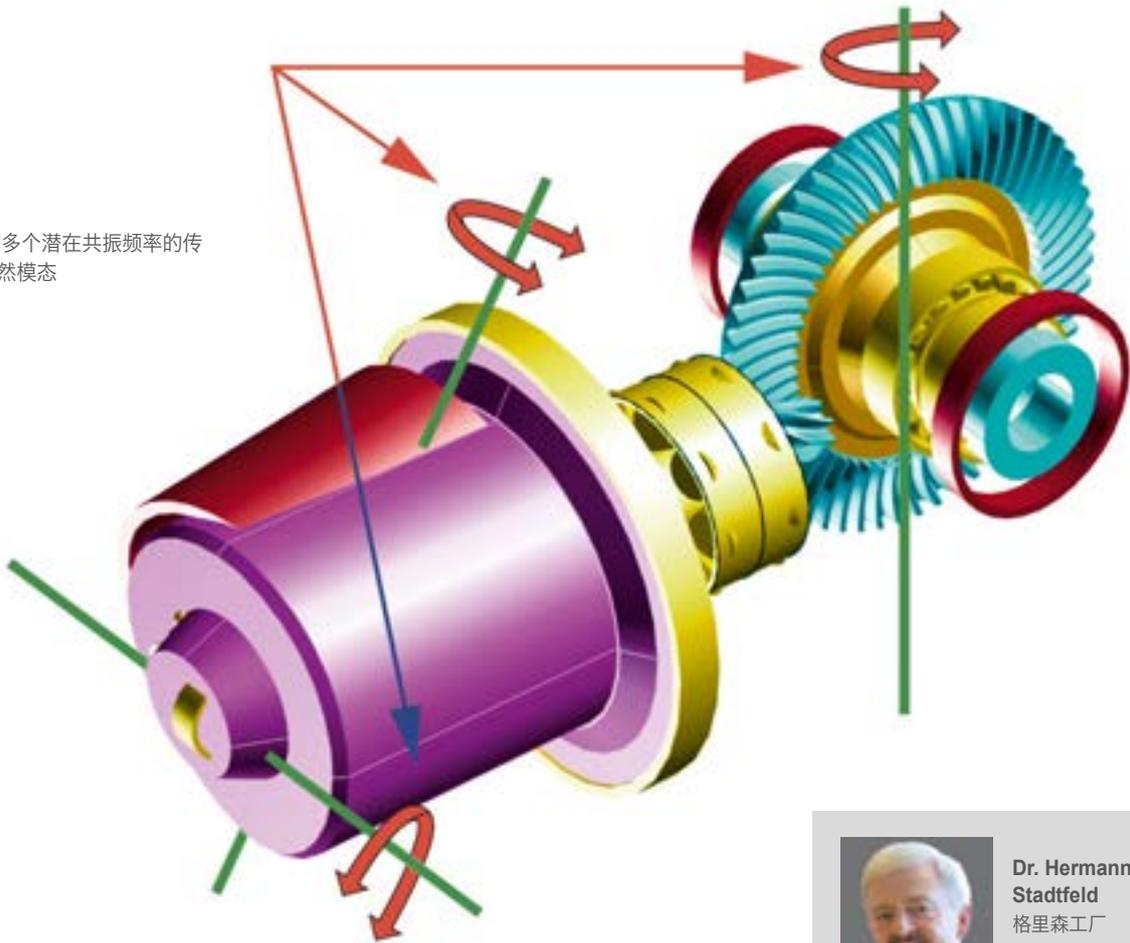
图 2: 轴承滚道表面应力计算

优化, 包括电动机轴和轴承, 并采用 GEMS 设计和优化准双曲面齿轮组。KISSsoft- GEMS 数据接口的无缝工作方式是显而易见的, 这使得格里森两个软件系统之间的交互精确而迅速。

GEMS 具有设计和优化包括从高减速比准双曲面齿轮到单个小齿轮齿的功能。对于新型 eDrive 变速器, 小齿轮能够在 4 到 5 个齿之间提供最佳速比以及所需要的后驱动力。GEMS 为“基础设计”、“有限元分析”和“机床调整信息卡”等不同功能提供了易于使用的触摸屏环境和应用程序。GEMS 新的图形化分析结果使得其对于缺乏经验的齿轮工程师而言, 使用也是极为容易的, 并能使他们通过这个工具, 增强他们的设计能力, 在尽可能短的时间内开发出具有超高性能的锥齿轮组。

KISSsoft 和 GEMS 对于具有锥齿轮和准双曲面齿轮的变速箱设计是相辅相成的。KISSsoft 提供了系统设计和分析, 几乎覆盖了变速箱的所有元素, 包含对齿轮、轴和轴承强度和寿命的评估。并能够在系统级别进行效率计算、耐热评估以及壳体变形和由此产生的轴承位移计算, 还包括传动系统轴的错位量计算。作为一项标准功能, KISSsoft 可以计算基于复杂的载荷和速度循环组成的载荷谱进行疲劳寿命分析, 以最佳的形式显示 eDrive 的运行状态。

图 3:具有多个潜在共振频率的传动系统自然模态



eDrives 要求特别关注轴承和轴-毂的连接。与传统的动力传动系统相比，由于电动机在高速范围内运行，这些零部件需要做进一步深入分析。以滚子轴承为例，要采用基于ISO/TS 16281的高级计算方法。该方法用于分析轴承内部几何形状，包括内、外滚道和滚子元件及其各自的载荷。如图2所示，eDrive轴承的表面应力分布是精确预测寿命的关键参数。

靠近电动机的传动部件速度比较高，在整个传动系统中的动态响应比较重要。KISSsoft 提供了系统级的模态分析功能，显示了驱动系统在相应的速

度范围内的自然模态。图3所示的模态分析表明，电动机的附加振动可以通过优化壳体与传动部件之间的尺寸比例来消除。

总结

eDrive 变速器快速、高效的设计，直至最终的成功开发是结合使用格里森软件工具的优秀典范。最终，当设计从概念成为现实，eDrive制造商将进一步从完整的格里森闭环系统中获益，实现设计、制造和检测的无缝连接。



Dr. Hermann J. Stadfeld
格里森工厂
锥齿轮技术及研发
副总裁



Jürg Langhart
技术销售,
KISSsoft公司



Hanspeter Dinner
全球销售,
KISSsoft公司

倒角滚齿， 把握完美时机

新型倒角滚齿技术为齿轮制造商面对的一体化滚齿和去毛刺方案提供了一个十分理想的选择 - eDrives（电驱动）来得正是时候。

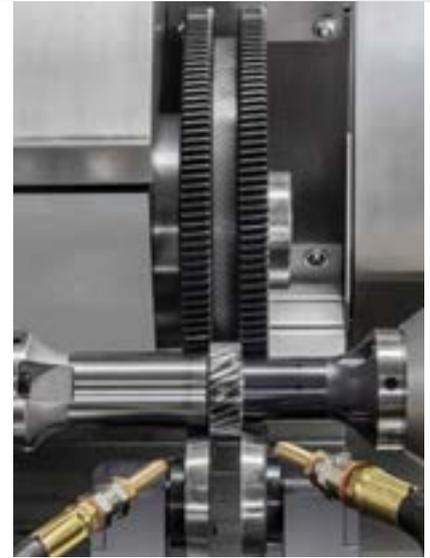
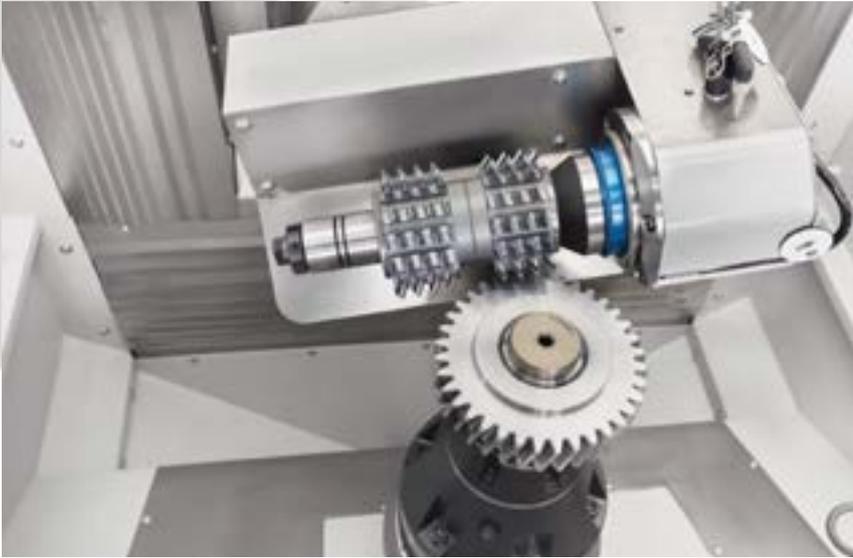
新型变速器的开发，尤其是 eDrives（电驱动），正在形成一套全新的齿轮设计和制造标准。变速器的紧凑性设计是至关重要的，其中可以包含齿轮一侧为大扭矩设计，另一侧为高转速设计的要求。为确保实现最佳动力传输，通常都要按照严紧的公差要求来加工所需要的倒角。精密倒角能最大限度地降低热

处理后出现尖锐边缘的可能性，以及避免形成齿面边缘负荷，致使变速器在压力下断裂。

为下道硬齿面精加工作业预备齿面是倒角的另一个重要原因，尤其对于珩磨，加工余量过大和硬化毛刺会大大缩短珩磨刀具的使用寿命，明显增加单件刀具的成本。

为每一种应用提供最优的解决方案

格里森为制造商提供了几种非常理想的倒角和去毛刺解决方案，这些解决方案的应用如同使用基础工艺一样简便。随着格里森推出最新系列的滚齿机和倒角机，用户们现在可以采用成形或切削技术，将最佳的倒角技术运用在特定的应用上。



新的倒角滚齿工艺提供了极其有效的解决方案，能生成所需的倒角，不会二次产生大量毛刺。

倒角滚动过程与滚齿在P90CD卧式滚齿机上平行进行。

这些技术包括行之有效的倒角滚动，十分适合循环时间小于10秒的行星小齿轮或大批量生产带有不同台阶的轴；倒角轮廓铣削，适用于卡车尺寸齿轮的中、小批量加工，采用可转位硬质合金刀具，极其灵活地切削倒角；再到现在的倒角滚齿技术。倒角滚齿是大、中批量生产和干切的首选加工工艺，能使刀具寿命达到最长以及单个工件的刀具成本降到最低。

使用滚刀进行倒角加工已经长达几十余年为人所熟知，但倒角滚齿将这一过程带到了一个全新的水平。采用格里森倒角滚刀进行倒角加工。这种新型切削刀具的特点与滚刀相似，由高速钢材料，如G30制成，采用AlCroNite® Pro 涂层，在干切条件下可实现超长的刀具寿命。采用格里森倒角滚齿时，一个倒角滚刀用于每



轮廓铣削与滚齿在格里森400HCD机床上平行进行，不增加循环时间，是货车尺寸齿轮的理想选择。

个齿面，齿形专为所需要的特定倒角形状设计。倒角滚刀看起来和标准齿轮滚刀相似，但齿是不对称的。一个

齿面设计用来切削倒角，另一个按不接触反向齿面设计。此外，还可以采用间歇性或平行倒角形式，以及仅沿

着齿边缘倒角，或包含齿根部区域。能够轻松达到类似于倒角滚动过程中一般产生的倒角角度（钝边15-30度，锐边 25-45度）。

采用类似于齿轮展成滚刀的涂层，预期可以降低单件成本，特别是可以刀具转位。最终，刀具使用寿命增加能减少更换时间，并降低单件成本。

两个倒角滚刀对于平行齿轮端面的工件已经足够。而单个主轴最多可以用四个倒角滚刀，加工不对称齿轮端面的零件，如斜齿轮端面、特殊齿轮，甚至一个轴上的两个齿轮-所有这些都可以通过一次调整进行倒角。

完美的机床平台

全新的 Genesis® 160HCD 结合了久经考验的Genesis 立式滚齿平台和一体化倒角/去毛刺工作站，在平行滚齿的同时进行新的倒角滚齿加工，从而实现双离合器或eDrive变速器齿轮所需的循环时间。160HCD 合并了若干项产品改进内容，其中最重要的是，增加了一个高速、双位CNC数控龙门装料器，用于高效、快速地装载工件。

该NC数控龙门装料系统将滚齿工作台与倒角滚齿单元及零件传送装置相连接。采用标准的托盘环形传送装置，但同样能很方便地匹配其他储存系统或外部自动化系统接口。



倒角滚齿可以加工各种非常理想的倒角形状。但是，与倒角滚动不同的是，其不会产生二次毛刺而要求下游工序去清除。



可选带有外侧支架的倒角滚刀头，最多容纳四个倒角滚刀，用于一根轴上的两个齿轮或非标准齿轮。

一体化倒角滚齿单元采用了与主体滚齿机相似的轴结构；所有数控 NC由西门子840D sl 共同控制。倒角滚齿单元的标准配置包括一个可安装两个倒角滚刀的倒角滚刀头。可选配有外侧支架、最多可容纳四个倒角滚刀的倒角滚刀头，用于非标准齿轮。

另外，较长的倒角滚刀可以增加每个滚刀的刀具寿命，减少非生产性的换刀。倒角滚刀安装在带有HSK接口的滚刀刀杆上，以确保精度和快速换刀。对于长度为380毫米的轴类零件，尾架安装在滚齿位置和倒角滚刀单元。

一体式倒角/去毛刺工作台在平行滚齿的同时进行倒角滚齿，滚齿时，高速、双位龙门系统装载工件，将工件送至倒角工作台，以及成品工件至零件传送装置。

具备小批量经济加工能力是至关重要的。快速换刀是一个关键要素，另一个则是夹具更换。使用格里森Quik-Flex® 系统，可以分别在一分钟内更换滚齿和倒角滚齿工作台的夹具。当两种作业使用的膨胀衬套和底板相同时，定位环和夹具本体在每个过程都得到优化：高速滚齿采用接近工件根径的刚性夹紧方式；首选较薄的夹具本体且定位环较小，以使齿根直径以下有更大的间隙，用于齿根部倒角和实现各种倒角角度。

最后，新的GEMS® 操作软件应用极大地增强了机床/操作人员界面。数据输入支持交互式图形，可引导操作

人员完成设置和更换。软件界面还减少了学习周期和输入错误。

总结

目前，制造商有各种不同的倒角/去毛刺方案可供选择，无论是已被公认的循环时间达到最短的挤棱滚动技术，还是最具灵活性的倒角轮廓铣削技术，以及现在适用于大中批量生产的倒角滚齿技术，其目的都是为了以较低的单件刀具成本，加工符合客户标准的倒角形状。根据具体要求，格里森拥有的其中一项倒角技术极有可能解决客户面临的各种难题。



160HCD是最新加入Genesis 系列的滚齿机，将新的倒角滚齿工艺增加到了一体化倒角和去毛刺方案选项。



Gottfried Klein
产品管理总监
滚齿，剃齿和倒棱解决方案
格里森公司

eDrive 齿轮 采用Combi Honing 珩齿技术

现在可以采用Combi Honing™对应用于eDrive变速器的同步塔式小齿轮进行硬齿面精加工，达到最严紧的公差和最高的质量标准™。



随着汽车行业向电动交通的发展，变速器制造商面临着新的挑战。

为了使电动机较高的输入速度降低至驱动轮所要求的速度，采用较大的齿轮传动比是很有必要的。与此同时，被内燃机声音所掩盖的齿轮噪声现在

已经突显出来，这给变速器噪声的可接受水平提出了全新的挑战。最终，针对eDrive（电力驱动）应用而开发的各种新变速器，还需要把特殊要求考虑在内。eDrive变速器的一个常见解决方案是使用“塔式小齿轮”的行星变速器，如图1所示。

在特定的行星齿轮应用中（图1），塔式小齿轮上的两个齿轮是同步的，可以在非常紧密的公差范围内达到精准时间。

由于这些零部件对噪声的敏感性，必需通过磨削或珩磨方法进行硬齿面精加工。齿轮珩磨已被证实特别占有优

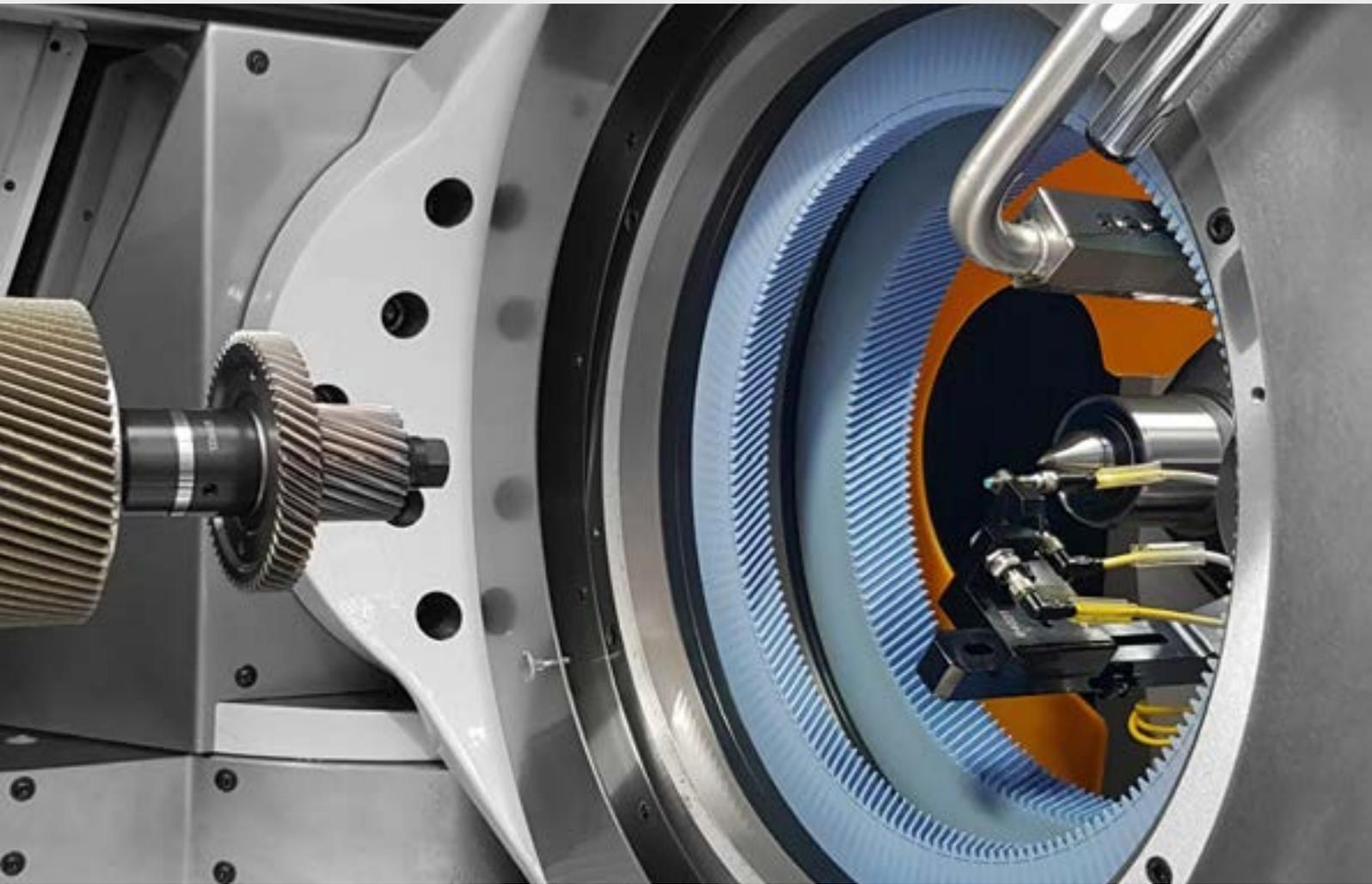


图 2:: 260HMS 可以采用 Combi Honing 珩齿工艺, 可靠地加工塔式小齿轮, 并达到需确保在行星变速器内正确安装位置所要求的质量水平。集成传感器测量两个齿轮所有齿的位置, 以及端面分度孔的位置。



势, 因为事实证明, 经过珩磨的部件由于其特定的曲面结构, 其噪声特性比经过磨齿的部件要更小。加工具有干涉廓形的 齿轮也要求进行齿轮珩磨, 如同塔式小齿轮一样。这是因为珩磨刀具和部件之间的交叉轴角度小, 和磨齿不同的是, 它不需要超越刀具路径。。

图 1: 带有塔式小齿轮的行星变速器。

Combi Honing 珩齿, 发掘新的可能性

通过收购 Faessler 齿轮珩磨业务, 格里森在其齿轮硬齿面精加工范围增加了一道独特的工艺技术, 使其能够按照非常紧密的公差和最高的质量标准, 通过一次装夹珩磨同步塔式小齿轮。该Combi Honing 珩齿系统使用两个珩磨轮。例如, 格里森260HMS 珩齿机的 珩磨头 (图2

) 可以并行夹紧两个珩磨轮。由此产生的珩磨轮偏心量可以通过 B-轴 (旋转轴) 来补偿。另外, 在珩磨过程中, 可以通过B轴来实现齿面修整, 如鼓形等。

Combi Honing 珩磨过程首先从珩磨轮1珩磨较大的齿轮开始, 然后是珩磨环2珩磨较小的齿轮, 所有步骤都在一个装夹过程中进行。虽然听起来可能微不足道, 但这一过程具有决定性和独有的优势, 尤其体现在成品质量方面。尽管这些零件也可以分别通过两次设置进行加工, 如较大的齿轮采用磨齿, 较小的齿轮采用珩

磨, 但得到的齿轮质量是不一样的, 尤其两个齿轮的角同步方面。通过一次装夹精加工两个齿轮时, 每个零件只产生一次非生产性的上、下料时间和分度时间 (定心刀具和齿轮), 而不是两次。

260HMS 上的Combi Honing 珩齿工艺专为同步塔式小齿轮应用而开发。一个特别的挑战是要使同步齿轮相对于珩磨轮, 能够可靠、准确地定位。分度时, 即在齿轮齿和刀具定心时, 必须同时检测大齿轮和小齿轮的齿, 并准确地对应所要求的角度偏移以及 齿轮端面分度孔的公差。后者可以保证最终塔式小齿轮在行星

变速器中的正确安装位置。三个分度传感器 (图2, 图片右侧) 用于测量大、小齿轮所有齿的位置以及端面分度孔的位置。采用相应的算法计算出齿轮齿相对于珩磨轮的正确位置。过度硬化变形的零件, 不能按照精确的公差珩磨分度孔, 则会被自动筛选出。

另一个对质量起决定作用的重要特性是工作主轴上两个金刚石修整刀具的固定位置 (图2)。修整刀具的位置能够保证珩磨轮齿的位置不会发生绝对或相对改变-即使在珩磨轮修整之后也是如此。修整刀具在工作主轴上的装卸, 就如其他珩齿应用情况一

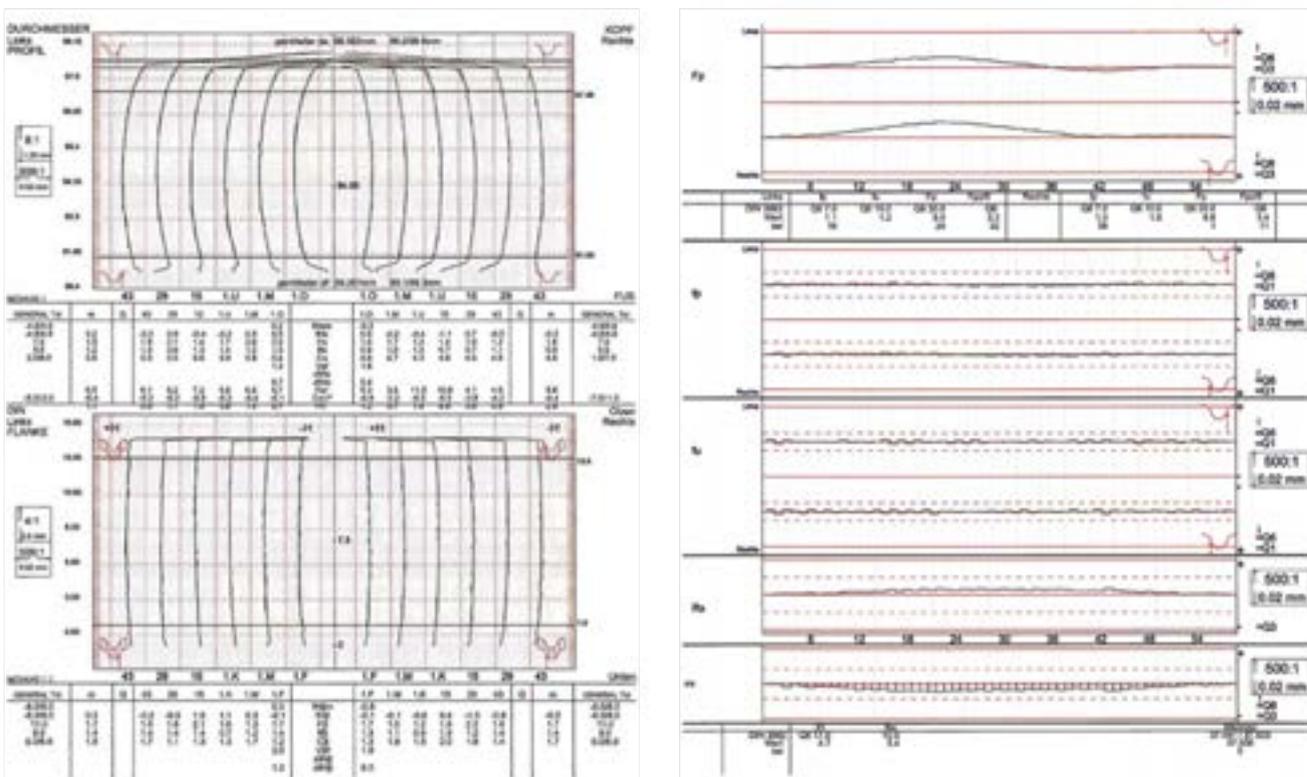
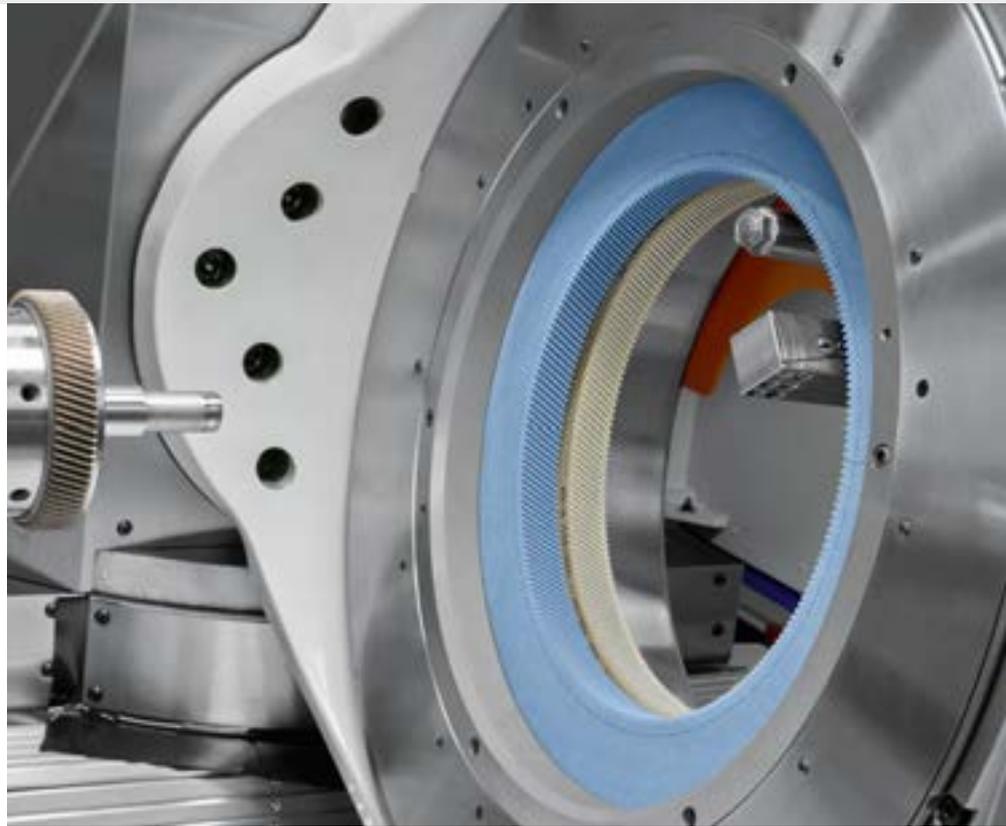


图3: 塔式小齿轮上较大齿轮的质量显示达到了DIN 5 级或更好。

图4：现在，可以采用Combi Honing 珩齿，通过抛光珩磨进行超精加工，并使用两个珩磨轮对齿轮进行半粗加工和抛光。



样，无法在关键的质量方面体现出稳定性。

例如，图3显示了两个样本小齿轮中较大齿轮所达到的齿轮质量。齿形、齿向、周累和径跳符合DIN5 级优异的质量范畴，甚至更好。两个齿轮相互之间同步（角度）的公差要求在 $5\mu\text{m}$ 以内，但可以稳定地在不到 $2\mu\text{m}$ 内实现，意味着了此类零件在质量方面实现了真正突破。

抛光珩磨，性能更好

Combi Honing珩磨技术的另一个优点是，可以采用“抛光珩磨”对齿轮进行超精加工。为提高传动效率和降低噪音水平，经过硬齿面精加工的零件必须具备极佳表面质量。尽管抛光珩磨采用的双区抛光珩磨蜗杆是一种行之有效的方法，但迄今为止，类似的方法还无法运用于齿轮珩磨。

但通过Combi Honing 珩齿，现在可以一次装夹使用两个珩磨环，从而采用两个完全不同的刀具规格进行齿轮半粗加工和抛光（见图4）。这使得通过珩齿来达到 $Rz \leq 1\mu\text{m}$ 的表

面质量成为可能，这也是通常抛光珩磨的表面质量要求，又为实现珩齿工艺典型的表面结构带来了额外的好处。



Dr. Antoine Türich
产品总监，精加工解决方案，格里森公司



Raphael Hunziker
总经理，格里森瑞士公司

噪声分析的新工具

今天，强大的新的齿轮噪音分析解决方案可以帮助促进电动汽车的静音化

在设计阶段，适当的运动学和齿轮几何设计，以及使用新软件工具对齿轮系统进行建模，将有助于把后续齿轮的噪音降到最低。在制造阶段，收紧一些齿轮特性如分度、齿向、齿形误差的公差，以及非齿轮特性如轴承表面和齿轮箱体尺寸的公差，也能降低噪音。

在最后的测试阶段，传统的单面啮合测量仪和专用试验台帮助获得了有价值的与噪音相关的数据。然而，其缺点是最终的噪音质量是在制造加工过程结束或接近结束时才定型的，此时大部分制造成本已经产生了。

格里森最新的分析测量仪器

(GMS, GMSP和GMSL系列) 提供了一个单一的平台，可以用来测量、控制并提供数据来优化齿轮制造工艺，控制噪音来源。所有GMS系列的设备都采用功能强大却又极其简单易用的基于Windows的GAMATM 软件。许多成熟的分析工具都内置在GAMA软件包中。(虽然本文介绍的方法主要与圆柱齿轮相关，但格里森也为锥齿轮提供了类似的解决方案。)

新的分析工具

传统上，齿轮测量仪被用来测量圆柱齿轮的一些主要特征：分度，齿厚，齿向，齿形的偏差。许多国际通用的行业标准，都解释了如何测量这些特征，并提供了基于齿轮等级的公差值。

虽然这些传统的测量和分析输出在保持齿轮质量方面所起的作用很大，但它们不能为噪声分析提供进一步和易于解释的数据。为此，GAMA配备了多种分析工具来帮助识别齿轮噪音的根本原因。包括以下方面：

1. 齿轮测量值的傅立叶分析

傅立叶分析是以一系列正弦函数表示的对复杂波形的分析，其频率构成一系列的谐波。图1显示了对分度、齿向和齿形轨迹的傅立叶分析。通过研究标准轨迹的谐波值，可以适当控制齿轮的噪音特性。

图1显示，分度测试的低阶谐波（第1阶和第3阶）的幅度明显超出公差曲线。将产品齿轮的各个谐波值与经过验证的参考齿轮进行比较，生产的齿轮质量

就容易控制。这种分析与已经提供的传统齿轮检测数据相结合，因此不需要额外的检测时间。

轴承表面的傅立叶分析

近年来，轴承表面波纹的傅立叶分析已被证明是判定一个齿轮箱中产生低频噪音的一个主要原因的非常强大的工具。GAMA也配备了轴承表面的傅立叶分析功能。通常，标准轴颈测量图表只能帮助找到由于偏心引起的低阶谐波问题。通过对被测轴颈使用傅立叶分析，我们也可以关注到高阶谐波。

2. 齿面接触分析

虽然波纹度分析对于分析单个齿轮的质量控制十分

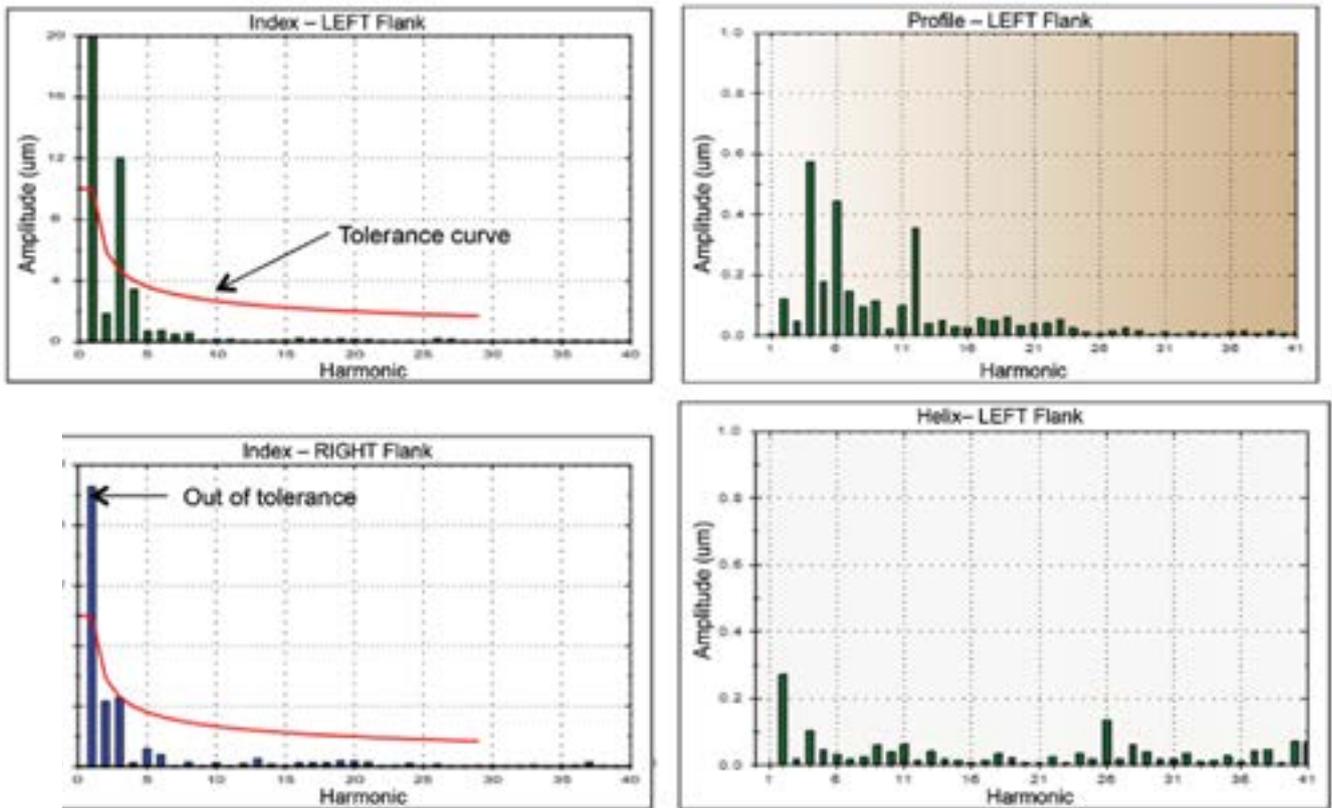


图 1: 分度、齿形（渐开线）和螺旋角（齿向）的傅立叶分析。

当从动齿轮与主动齿轮啮合时，才能确定此从动齿轮的真实性能。

多年来，齿轮研究人员已经开发出数学模型来分析齿轮副的啮合。这些数学模型有助于齿轮副的设计阶段，旨在最大限度地减少传动误差并改善齿轮表面的接触性能。传动误差是输出

齿轮的实际位置与齿轮完全共轲时的实际位置之差差异。

GAMA也能通过对从动齿轮和主动齿轮的表面进行模拟啮合，为用户提供有价值的信息，这在设计和齿轮的所有生产阶段都非常有用。

对从动齿轮和主动齿轮的配合区域进行拓扑检查。然后将这些数据输入GAMA接触分析软件，计算沿啮合路径的传动误差，生成失配拓扑图表。该软件能够查看轴向和径向的失调效果。这允许设计工程师修改齿轮表面几何形状，如齿顶修形的大小和长度。在GMS机器上，通过对数学算法进行优化，可以在几秒钟内提供这些结果。

图2显示了GAMA齿面接触分析的界面。使用者可以轻松地从先前检查过的从动齿轮和配对主动齿轮中选择检测数据，只需单击一下即可对其进行分析。

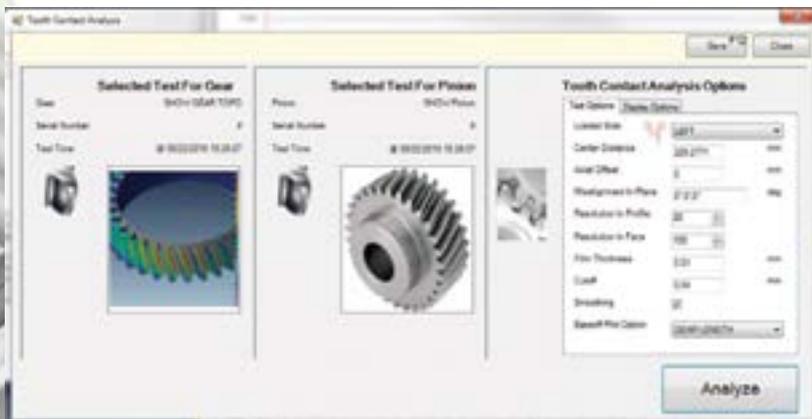


图 2: GAMA 轮齿接触分析界面。

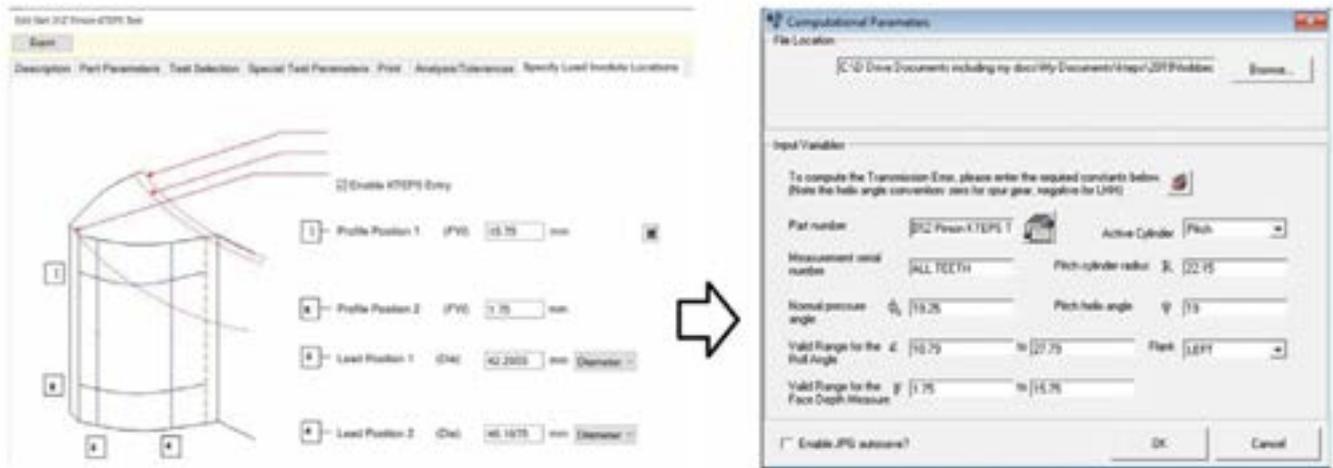


图 3: GAMA KTEPS 集成。

GMS、GMSP和 GMSL 都能使用相同的GAMA 软件进行接触分析。但是，采用非接触式激光传感器的GMSL与传统的接触式探头相比，在检测相同的齿轮时，可以减少 800% 的循环时间。

GMSL还能够从非接触式传感器生成的3D点云上获得多个复杂的剖面。GAMA 能沿着接触路径获得这些剖面，并将其导出用于传动误差分析。

3. 表面粗糙度分析

虽然波纹度和齿轮接触分析在控制齿轮副相关的噪音问题方面非常有用，但表面粗糙度检测对齿轮组的高频噪音影响有一个直接的反映。表面粗糙度已被证实对齿轮寿命也会产生影响。手动测量表面粗糙度是一个非常复杂和耗时的过程。GMS系列检测仪采用集成的表面粗糙度探头技术和GAMA软件，使这一过程变得更加容易。GAMA提供了一个非常强大的分析软件包，可以使用先进的滤波方

式测量多达72种不同的表面粗糙度特性，以分析高频噪音..

4. GAMA和运动传动误差预测软件 (KTEPS).

KTEPS采用一种革命性的分析方法来确定和诊断齿轮噪声，特别是与鬼影噪声相关的噪声。齿轮副中的鬼影噪音比啮合谐波噪音要复杂得多。从单个齿轮的齿面几何形状中，几何和运动学对传动误差的贡献在时间和频率范围内的齿轮性能的独特的一对一关系，允许软件以多种方式打破齿轮噪音的音调谐波特性分析，很少有其他的分析方式可以匹配。简单的误差幅值指标不能很好地与谐波误差的噪声产生特性相关联，但是KTEPS能够在任意一个与特定噪音谐波相关的齿轮的齿上生成独特的误差模式，不管它是否与啮合谐波相关联。

GAMA接口在简化易用的用户界面中直接与KTEPS通讯，如图3所示。所有编程的几何和测量数据例如测量

位置等，都会在测量结束后自动从GAMA传输到KTEPS。GAMA在后台与KTEPS进行通讯的独特能力使这个易于使用的界面在GMS检测仪上触手可及。

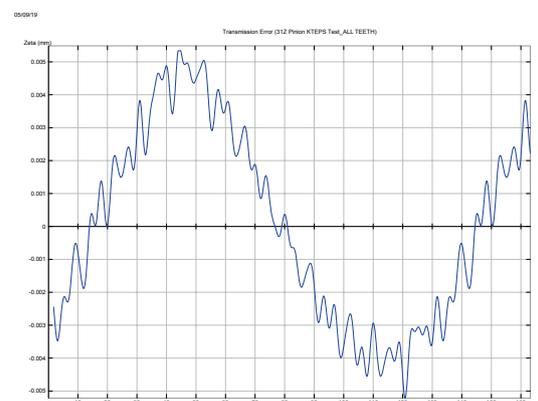


图 4: 所有齿测量的传动误差

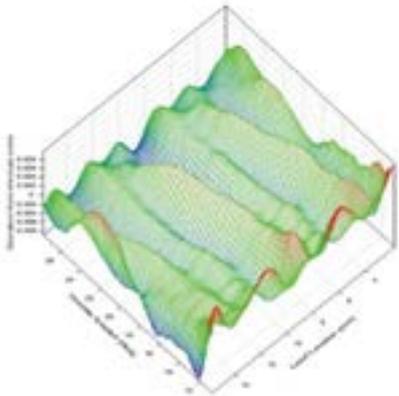


图6A: 1阶谐波齿面拓扑图的重建

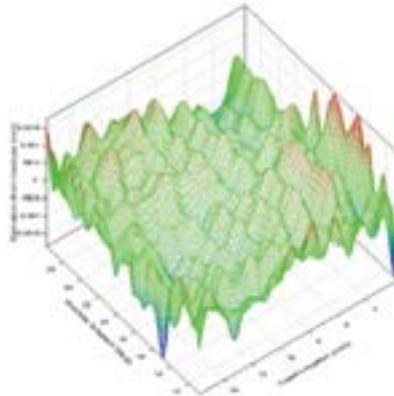


图 6B: 第19阶谐波齿面拓扑图的重建.

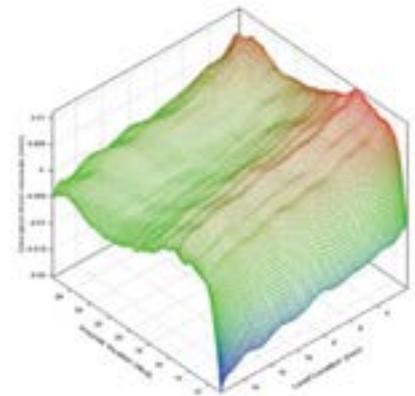


图 6C: 31阶谐波齿面拓扑图的重建.

图4显示了齿轮一整转的传动误差分析。由于样本齿轮存在分度偏差，图表显示齿轮一整转上有大的正弦波偏差。每个轮齿也表现出不同的传动误差。图5显示了同一齿轮传动误差的傅立叶分析。由于该齿轮有31个齿，在第31阶旋转谐波下观察到较大的传动误差振幅。1阶旋转谐波也表现出较大的传动误差

差振幅，与图4所示的因分度误差而产生较大的正弦波误差相关。样本齿轮由于是滚齿加工在齿向方向有形状误差。这导致了在19阶旋转谐波附近产生较大误差。KTEPS的一个主要优点是，能够不用近似计算就可以做到时空域之间的交换。图6显示了在不同谐波下的齿面的重建。通过采用傅立叶分析研究所需旋转谐波的拓扑图，能使用户将齿轮噪声和拓扑误差关联起来。

能。GAMA能够以易于导入OSU LDP的格式来输出齿轮检测数据。这是通过在GAMA用户界面中点选一个简单的复选框后执行拓扑测量来完成的。通过使用GAMA的Gearnet功能，用户可以控制此类文件的存储位置，以便齿轮设计人员在其离线工作站上很方便的使用。GAMA 还可以采用根据VDI/VDE 2610 GDE 标准发布的 xml 文件格式编写齿轮零件参数，包括公差和检测数据。这些数据然后可以和 KISSsoft 共享，用于实现齿轮和齿轮箱的优化设计。

5. 加载接触分析

GAMA 内置工具在齿轮的设计和生 产阶段对帮助控制噪音方面很有用。

但是，对于完整的设计，工程师必须考虑在不同载荷下齿的扭曲的影响，并了解齿轮副在不同扭矩或载荷条件下的表现。这也被称之为加载接触分析。

由俄亥俄州立大学 (OSU) 开发的加载分配软件 (LDP) 以及格里森 KISSsoft软件都具备这一分析功

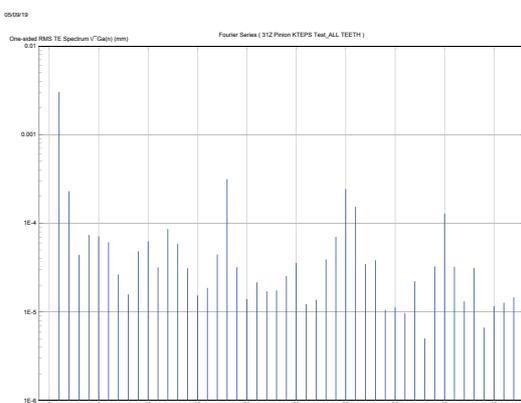


图5: 传动误差的傅立叶分析



Parag Wagaj
软件设计和技术总 监, 格里森计量工 公司



Douglas Beerck
副总裁及总经理, 格 里森计量工公司



MERCURY

勇往直前

船舶推进系统领导者-水星海事公司，深入应用了格里森新技术，减小油门同时运行更快。

新

一代硬充电、无噪声运行的水星船外机（Mercury Outboards公司）正在重新定义其范畴。你会发现这些新的“水星”无处不在，从捕鱼运动到快艇，从浮筒到

游艇，无论是在内陆水域或外海。

“勇往直前”既是该公司的口号，也是其使命。水星公司（Mercury）在价值40亿美元的全球船外机市场上飞速发展，这得益于公司历史上最雄心

壮志的新品发布。该公司位于威斯康星州丰迪拉克总部，面积为37.5万平方英尺的4号工厂是生产这些新发动机关键齿轮和轴部件的“起点”。



水星海事公司 (Mercury Marine) 采用新的格里森制造和检测技术, 来生产安静、可靠的锥齿轮和小齿轮, 以帮助推动新一代大马力船外机的发展。

质量实验室准备就绪

毫不奇怪, 4号工厂的质量实验室从未有如此繁忙, 每周7天, 每天24小时, 在来回支持新齿轮开发和满足日常齿轮加工需求之间运转。水星公司的质量经理 J.P. Wilke 承认, 这是一项繁重的工作, 他和质量部在几年前就开始全力准备采用两台格里森 475GMS 分析齿轮检测系统了。

“我们发现实验室里的检测设备不

足以满足预期的要求,” Wilke回忆说。“一些老旧的检测设备不再得到支持, 而且工作中使用12种不同的编程语言, 也很难找到有专业技能的人来操作。而格里森机床改变了这一切。”

两台格里森 475GMS 系统促使 Wilke 替换掉了过时的机床, 也消除了使用多种编程语言对特殊专业知识的要求。Wilke说, 使用功能强大且易于使用的GAMA软件, 本来在几

台设备上检查一个传动轴可能需要花费22分钟, 目前在一台475GMS上只需要短短7分钟就可以完成。

“从半张美元大小的小齿轮到三英尺长的传动轴, 我们都能随时准备就绪,” Wilke说。“质量是共同要素。GMS机床使我们能够对任何要求提供支持, 无论是帮助优化接触模式以消除齿轮噪音, 还是在几分钟内对格里森机床上运行的新零件进行自动修正。”

两台新的格里森 475GMS 检测系统已经取代多台过时的机床, 使检测过程得以加快和简化, 并与格里森切削及磨齿机实现无缝连接。



Phoenix®系列机床提升

格里森的 GEMS锥齿轮工程和制造系统将GMS与四台全新的格里森 Phoenix® 280C 锥齿轮切齿机无缝连接起来，现在的工作量是曾经40台格里森手动机床才能完成的。水星制造工程师 Ben Prevost 表示，机床能够在接收新的调整卡后几分钟内自动修正并开始加工零件，这仅仅是水星公司使用280C获得的众多好处之一。“在手动机床上，仅仅为了换产，我们就要安排一个班次去做更换工作”他解释说。“有了280C，就不用为此排班了。整个过程大约需要一个小时。”

280C的加工循环时间比手动机床大约快50%，通过使用格里森自动化系统 DS1200，大大减少了装/卸料时间。机床装载机构把零件储存并输送到可堆叠托盘，允许一次装卸几十个零件。与输送机构相比，DS1200 在过程中的零件多达三到六倍，从而使机床操作工能够从事更多生产工作。



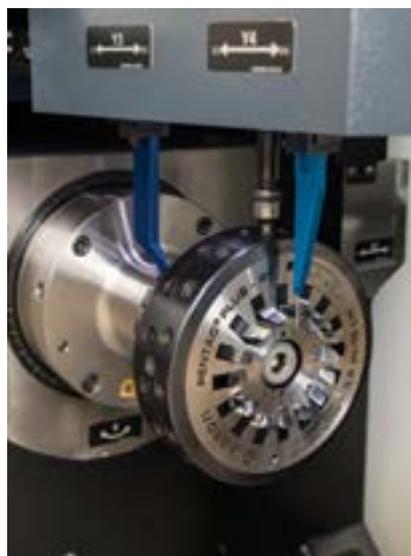
4台格里森280Cs现在做着大约40台手动机器的工作，切割零件 转换时间从一个完整的转换到一个小时左右。

自动化装刀系统

280C 采用最新的格里森 Pentac®Plus-RT 刀具系统，其硬质合金刀片采用AlCroNite®Pro 涂层，可在刀片重磨后加工多达1500个零件。相比之下，

手动旧机床采用整体刀具，每次刃磨只能加工70个零件左右。新的格里森 500CB装刀机在装刀过程中节约了大部分时间和精力。在输入刀盘数据后，操作工安装刀盘到装刀主轴，

格里森 500CB 使280C Pentac®Plus 刀具系统的刀盘装调过程实现自动化。





每台 280C 都配有格里森 DS1200 机床装载机构，采用可堆叠托盘系统和机器人来自动装卸零件。与传送机构相比，自动化系统占用空间更少，且在生产过程中能放置更多零件。

定位调刀和压刀杆，并将刀条装入相应的槽内。下一步呢？按下“开始”后可以走开30分钟左右或者安排去干其他活了。

磨削能力更强

水星海事将磨齿作为最终加工工艺，以确保齿轮副运行的安静和可靠。为满足需求，增加了一台格里森 Phoenix 280G 磨齿机，大大提升了磨齿能力。“280G比我们现有的格里森 200G 和 275G 更大、更快，消除了磨齿的‘瓶颈’，” Ben

水星海事通过使用格里森280G，为其精磨作业增加了新的重要产能，同时还通过GEMS与GMS检测机床连接，实现了自动反调工艺流程。

Prevost 说道。

“由于采用快换功能的砂轮主轴、工件夹紧芯轴和冷却喷头，换型仅仅需要大约30至45分钟的时间。”

在机修整和余量分配也将从粗、精磨走刀之间进行砂轮修整的宝贵时间中抽出来， Prevost补充道。

水星海事公司

总部位于威斯康星州丰迪拉克总部的水星海事是宾士域 (Brunswick) 公司 (NYSE: BC) 旗下一家价值30亿美元的分支机构，是世界领先的船舶推进系统制造商。

mercurymarine.com



夹紧

新型格里森模块化标准夹具将免工具、快换式夹具的性能优势转化为标准、可互换和随时可用的模块系统。

齿 轮制造商正在以频繁更换零件的小批量生产，来满足快速变化的客户需求。需要长达20或30分钟的更换时间以及操作工大量工作经验的传统工件夹具，正在被快换式方案所取代。这些新的解决方案可以在几秒钟内进行安装和卸除，仅仅需要一个工具而已，甚至是初学者也可以完成。

最新一代的工件夹具给用户所带来的益处是不言而喻的，比如能够增加主轴时间、提高生产率和降低单件成本等等。例如，格里森的 Quik-Flex®

和 Quik-Flex®Plus 系统彻底改革了中小型圆柱齿轮的夹具更换方式，其采用模块系统可以安装于永久装在工作主轴的基座芯轴上，只需要转动一下激活手柄即可。(Quik-Flex 的使用简单而有效，以至于在我们展会的示范挑战中，非操作工的选手也能够毫无意外地在不到10秒钟的时间内卸除和安装)



模块化、现成可用的新标准

目前，随着模块化标准夹具的导入，Quik-Flex 性能纳入了由大、中、小标准、可互换模块组成的系统，覆盖了最常见的齿轮直径范围。如果说 Quik-Flex 的诞生是为了缩短换型时间，那么模块化标准夹具则做得更好：使从“新设计”到产品换型时间更短。现在，有一个现成的解决方案可以提供给用户，几乎在一夜之间就能够满足许多常见圆柱齿轮孔尺寸和直径对夹具的最新要求。最终结果：当有了新的工件需要加工，不必花数周时间去等待新的工装夹具，固有成本也可以避免。实际上，制造商只要8个标准模块的任何一个系列，涵盖18毫米至100毫米的孔径范围，就可以满足大多数（如果不是全部的话）的需求。

每个模块都包括一个可替换的夹头，与可替换的芯轴本体连接，两者都有不同的尺寸提供，组成很多标准组

合，以满足客户对零件特定应用的要求。模块仅与Quik-Flex 基础连接器的三个尺寸连接，永久安装在工作主轴上。基本单元根据在安装过程中进行微调而设计，以达到最小轴向和径向跳动。最重要的是，只要快速转动系统简单、可移动的激活手柄，模块在几秒钟内就可以进行安装和拆除。不需要使用其他工具以及任何常用的安装螺栓、固定螺丝或顶开螺丝来操作。注意，在底座上的内凸轮锁紧机构能确保模块化套筒工装居中，并紧贴底座面。

最重要的是，模块化标准夹具在质量方面并没有妥协，能确保精度和重复性达 5 微米 (0.0002") TIR - 无异与格里森的其他夹具。还有格里森“新蓝”分段式夹头，能在相当长的使用寿命内提供超凡的可靠性，以及.50 毫米 (.019") 特别宽泛的扩展范围，以增强灵活性。

最后，随着客户越来越重视关键数据跟踪的性能，格里森正在将“格里森 4.0”和gTools 技术纳入其夹具范围。gTools 为模块化标准夹具的用户提供了使用 RFID 芯片的选择，以确定夹具的循环次数等等。了解这一点可以帮助客户确定预防性维护的实施时间。还有利于确定磨损件的再次订购，如夹头等。



液压夹具 保持稳固

在越来越宽泛的齿轮制造应用中，新的格里森液压夹具解决方案正在成为传统机械系统之外的另一种具有吸引力的选择。

在 崭新的智能工厂世界，Internet 4.0、高度自动化的机床和装置，以及夹具很少被列为头等大事对待，尽管这些对于减少循环时间、废品以及最终降低单个工件成本都具有深远的影响。幸运的是，大多数齿轮制造商已经开始注意到这一点，因为这些被低估的新生代部件正从事“脏活累活”以证明它们的存在价值。

“液体”的灵活性

随着人们对夹具重要性的认识不断提高，客户寻求替代性夹紧解决方案的意愿也在不断增强。例如，格里森正

在开发的针对内孔和手柄的液压驱动夹具解决方案，就运用于曾一度被严格视为属于传统机械夹紧系统的应用范畴。

最近，格里森开发的液压夹紧系统，其应用范围涵盖了从大批量汽车变速器齿轮滚齿、大型内齿轮强力车齿（一批或两批），直至高精密滚刀刃磨作业。这些系统与其机械系统的性能相当，甚至更好。最重要的是，它们为液压系统提供了许多独特的功能，越来越受到欢迎。

例如：

灵活性更大

液压夹具对于加工具有不同孔径或柄径零件的制造商，以及/或以堆叠

方式加工多个零件的制造商，带来的有吸引力的好处。新设计的格里森液压生产膨胀芯轴可用于但不限于最常见的从12毫米到100毫米直径范围的汽车圆柱齿轮。

(左) 带有长形膨胀套的液压芯轴，非常适合多层堆叠应用。

(中) 液压多层堆叠应用。

(右) 带有长形膨胀套的液压芯轴，非常适合汽车行星小齿轮应用。



当液压油压力向用硬质工具钢精密加工而成的薄壁膨胀套施加时，会产生强大而持续的夹紧力。套筒根据应用要求在其整个卡紧长度上均匀膨胀。这为单个芯轴提供了固有的灵活性，以满足各种不同孔径零件的要求。

具备在齿轮内孔整个长度范围内产生均匀的夹紧力的能力，也使之成为加工薄壁和多层堆叠零件的理想解决方案。在多层堆叠应用的情况下，套筒可以设计成多个膨胀区，这样，即使是不同直径的零件也可以堆叠实现高精度夹紧。

可靠性更强

液压夹具系统在一个完全封闭的系统中施加夹紧力，不会因为更多暴露在外的机械系统污染而受影响。大批量的干切作业中，日常维护、清洗和润滑所需要的定期停机时间可能是一个巨大的负担。同样的问题也存在于大型零件生产中，特别是内齿轮生产，有效去屑是一个难题。

另外，格里森采用新的有限元设计工具、精密加工和热处理资源，以及我们大量的夹具“专有技术”，制造出可靠性更高、精度更高的液压夹具。例如，我们标准的液压生产膨胀芯轴，能达到与同类机械件相同的标准精度和重复性水平(5微米(0.0002”) TIR)，也可以被设计用于质量要求更高的应用。

我们的液压滚刀刃磨芯轴就是这样一个例子。这类高精度的生产芯轴通都有两个扩展区，精度能达到.0013 mm (.00005”) 或更高。如果是典

型的套式滚刀，两个定位孔之间有泄压，芯轴向滚刀内孔扩展夹紧，使间隙为零。典型的机械系统往往需要很小的间隙，因此会影响精度。此外，机械系统需要轴向夹紧元件，而液压系统极大的孔夹紧力已经对此不再需要。

快速且经济

最终，液压夹具可以带来具有吸引力的经济性。为满足新零件的夹紧要求，通常需要加工新的、高精度的机械夹头，这些夹头不仅价格昂贵，还需要几周或几个月的交货期。在大型零件强力车齿应用中，格里森的液压夹具系统是满足踌躇满志的客户对于多品种零件生产需求的完美解决方案。仅用两个大卡盘，带有连接套，就可以适用200毫米至400毫米的工件直径。也可以在不需要太多维护的情况下运行，隔离于高效强力车齿环境下产生的铁屑。



Peter Harrison
全球产品总监，工
件夹紧
格里森公司



Warn Automotive 公司加速前进。利用格里森高速插齿和高速滚齿技术帮助动力总成断连系统达到了前所未有的高度。



4 四轮驱动汽车的需求从未有过如此之大多，从应对最荒凉地形挑战的越野爱好者，到突如其来倾盆大雨中安全驱车接送孩子的足球妈妈。然而，驾驶者越来越希望获得的一个共同点是：更高效更高。汽车能够毫不费力地在稳定的四轮驱动和高效的两轮驱动之间切换，两轮驱动带来十分理想的燃油节能、更长的行驶里程以及更低的碳排放。当地形地势对附着摩擦力提出更大要求时，无缝重新啮合结合的四轮驱动，能确保安全性和完整的4x4体验。

在当今最热销的四轮驱动轻卡中，帮助实现这两个世界最佳状态的是获得专利的新型Warn Automotive 高速前轴断连系统。但你却永远不知道它的存在。不需要时，没有什么比前轴从传动系统中断开来得更加迅速或平稳了，当轮胎打滑或车辆遇到陡坡时，则能立即重新结合。Warn Auto 公司70年来的使命一直是致力于制造“让汽车走得更远，并让其回归本真”的产品，其实是打造了一个更好的切断“捕鼠器”。“捕鼠器”的核心是一个高精度齿轮轴及其驱动花键的配合部分，可确保在几百万次负荷循环下顺利断开/连接。当Warn Auto 公司的高级制造工程师 John Bavarskas和他的团队被要求去研究在产量日益增长的情况下，如何最有效地生产精密齿轮时，他怀疑传统的齿轮生产技术 根本无法达到这一点。



在北美首次安装的 100S 以每分钟3000次的冲程速度，实现了前所未有的快速切削加工。

速度更快的插齿登陆北美

“最初，我们并不打算在传动花键外径插齿，” Bavarskas回忆道。“我们原本是要拉削。然后，我们的设计团队向制造发出了挑战，让他们找到一种加工传动花键的方法，使其能够适应内径更大、成本更低的（现成）滚珠轴承。然而，如果相应增加传动花键轴承表面的直径，在拉削、滚齿甚至车齿时会造成轴承表面划伤。我们在一台旧插齿机上制作了样件，可以加工运行，但速度极其缓慢。与格里森会面后，他们说能提供完善的高速插齿机解决方案：刚刚在欧洲上市的新型100S。他们的样件在要求的循环时间内经过粗、精插齿加工，外表美观，并达到了 ANSI

Class 4 级。后来，我们创造了在北美安装第一台100S的历史。为了满足不断增长的需求，我们现在已经购置两台，还有一台正在订货中。机床加工速度很快，而且稳如磐石。”

格里森的新网站把100S 称作“短跑选手”，非常适合插削正齿轮和斜齿轮、内、外齿轮、鼓形齿轮和锥度齿轮，以及齿面宽特别小的齿轮，所有这些齿轮的加工冲程可达到3000次/分钟。由于采用了高速双工位工件更换系统，可实现加工节拍时间（切削加工时间）不到6秒，工件更换时间不到3秒。

极其紧凑和坚固的设计，再结合双轴承曲轴，能够确保机床静态和动态的刚性——这对于处理因为超快速运动而引起的振动是至关重要的。

Bavarskas 还认为，灵活性是100S另一个极为重要的优势。“如果可以选择拉削，速度会更快，但使用现成的滚珠轴承所带来的节省可以远远弥补这一点。还有，在拉床上不能调整任何尺寸，” Bavarskas解释说。“我们在100S上可以直接调整尺寸。但是，零件是我们设计的，即便是OEM到OEM，我们也不改变冲程长度或刀具，只使用格里森快换式夹具以迅速更换夹头，适应略有差异的孔径。”

P90, 完美契合

在 Warn 断连系统中，外齿轮插削后的驱动花键需与400毫米长、65毫米直径的轴啮合，轴需要滚齿加工外齿轮的齿形。首先对铬钼钢4140构成的轴进行“正火”，达到所要求的硬度，然后在两台新的格里森P90

卧式滚齿机中的一台上进行精密滚齿加工达到与之相配的插齿齿形要求，另外“

一台P90还在订购中。每台P90按照ANSI 5级标准，每周5天，每天3班生产，每60秒加工完一根轴。

购买P90的决定要比购买P100S简单一些，也许更明显，Bavarskas说。“轴的长度对于大型立式滚齿机以外的机床有点太长，而且垂直方向的自动化机构真的不太适合，因为工件必须从来料自动化机构旋转90度角，” Bavarskas说。“P90的水平床身以及自动进料输送机我们的生产流程完美契合。另外，在我们联系到一位使用格里森P60和P90生产自用齿轮的OEM客户后，我们得到了非常积极的反馈。”

P90 经过优化，可大批量生产长达500毫米的轴（400毫米的轴向滑动行程可增加至800毫米此为选项），以及直径达100毫米、模数为3的行星小齿轮和太阳齿轮等其他齿轮，并

且循环时间都能达到最短。直接驱动的滚刀头最大转速达12,000 rpm，配有高速珩架装料器，直接从输送机构自动装卸料。值得注意的是，这一系列的格里森卧式滚齿机在行业内的用途最为广泛，涵盖了从一体化倒角/去毛刺，到超长轴的加工，以及满足蜗杆和泵齿轮特殊加工要求的各种机型。

服务至上

“格里森的客户服务超乎想象，” Bavarskas总结说。“举个例子，

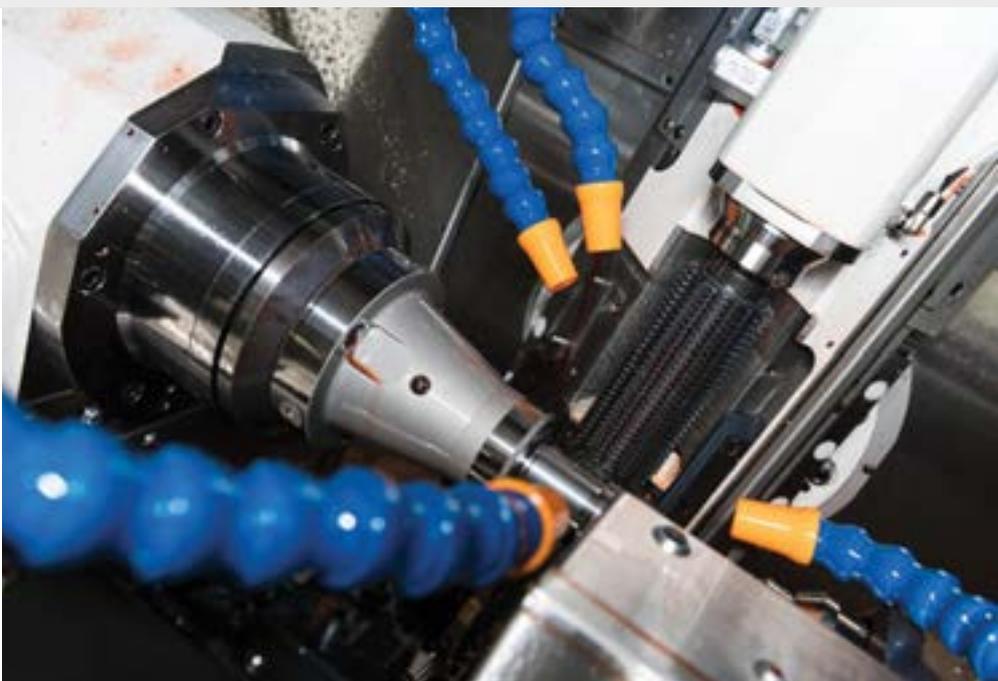


“ 格里森的客户服务超乎想象。这是一个很大的区别。市面上也有其他好的机床，但格里森的服务无可匹敌。

Warn Auto 服务制造工程师John Bavarskas

”

我们有一台旧的格里森 Phoenix® 125GH 滚齿机床在周五出现故障。我打电话，发照片后，星期一早上在我们的接待员到之前，就已经有一名格里森的服务工程师在公司门外等候，并带着零件准备修理。而我们当地CNC数控车床的制造商就不能提供这样的服务。格里森的机床安装技术同样是“顶尖”的。安装新的机床，对我们的操作工进行培训。我再怎么强调也不为过。这是个很大区别，市面上也有好的机床，但格里森的服务无可匹敌。”



Warn Automotive公司

Warn Automotive 团队在俄勒冈州密尔沃基的总部和制造工厂运作，并得到其在密歇根州利沃尼亚技术中心提供的客户支持。该公司运用70年久经考验的专业经验，创造出世界上最高品质的动力总成断连产品。

Warn Automotive属于Dover集团公司工程系统事业部车辆服务集团 (VSG) 旗下的一家公司。Dover 是一家全球性的多元化制造商，年收入约70亿美元。Warn Automotive, LLC 不隶属于Warn 工业集团公司，后者为LKQ 公司的一个全资子公司。

Warn Auto 总部地址：
13270 SE Pheasant Court
Milwaukie, Oregon 97222
info@warnauto.com
503-659-8750

www.warnauto.com



SEW Eurodrive 提高生产力

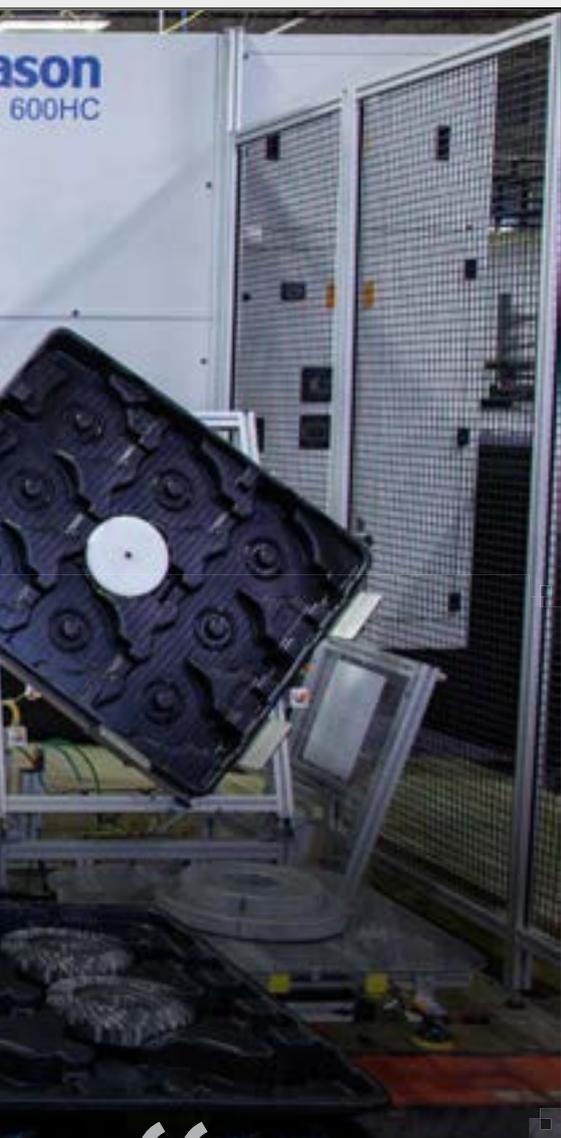
采用新型的交钥匙总包、“非专业定制”的格里森 2700AR 系统自动装卸大型零件，能提高生产能力并优化工艺流程。

对于今天的许多齿轮制造商来说，小批量和频繁换型已属常见而非例外情况。导致对于大型零件制造商，手动操作工件变得尤其繁重不堪。因此找到一个快速、经济而可靠的解决方案来实现上述工作的自动化操作，从没有像现在这样显得如此关键和重要。

大型零件自动化装卸的新“标准”

随着产品组合涵盖了广泛的齿轮解决方案，格里森已经敏锐地意识到了生产各种类型齿轮的制造商所面临的挑战。在格里森自动化系统，格里森已经开发了交钥匙的装卸料自动化解决方案，可以无缝、经济、全面地与格

里森设备和非格里森设备，锥齿轮和圆柱齿轮机床对接，可装卸重量不超过150公斤的零件。这一目标已经在新型的2700AR装料器系统上实现了。这是第一个采用标准的、非专业定制的用于自动操作大型工件的自动化装卸料系统。



(左) 2700AR应用于 坐落在莱门 (Lyman) 的SEW Eurodrive 工厂一台新近安装格里森公司的600HC锥齿轮铣齿机上。自动装卸大型锥齿轮，大大减少操作时间，并将操作工解放出来，可以去从事其他工作。

(右) 视觉系统利用光线帮助识别零件，并确定其方向和位置。

(右下) 机械手末端夹爪工具，带有格里森设计的三个夹爪，利用摩擦力牢固而准确地夹紧零件。这类夹爪拥有一定尺寸范围的冗余度，适用于一系列范围尺寸的零件且无需更换。



2700AR 给客户带来的好处是非常显著的。客户描述：使用 2700AR，“通常需要操作工三到四分钟才能完成的劳动密集型过程，现在两分钟之内就可以完成了”。而且消除了人为错误致使产品损坏或零件识别错误的可能性，并能避免手动操作大型零件操作工受伤的可能性。现在，可以把所有繁重的工作交给 2700AR，而操作工可以从事其他任务。

无与伦比的“即插即用”性能

在过去，实现这种自动化需要向客户提供特殊定制的解决方案，而价格往往高得令人望而却步。而现在，通过结合现有的机器人和视觉系统组件，以及格里森自动化系统的“专有技术”，将2700AR作为一个“即插即用”的解决方案，具备了真正引人瞩目的功能。以下是它的工作流程：

“

通常需要操作工三到四分钟才能完成的劳动密集型过程，现在两分钟之内就可以完成了

Chuck Chandler,
SEW Eurodrive 制造
工厂经理

”



双向机械手末端夹爪工具能使机器人在几秒钟内卸下一个加工完毕的零件，旋转180度，装上一个待加工的毛坯。

大型零件毛坯放置在木制托盘或塑料衬垫托盘来到机床旁边。机械手抓起齿轮毛坯之前，FANUC 6轴机器人采用包含照相机和激光发送接收系统的FANUC 3DL 视觉导向系统对零件进行识别，并确定其位置和方向。此应用中，存储有14个可能的加工零件程序，使得准确进行零件识别成为关键。该系统确保机器人能够识别正在抓取的零件，并准确地夹紧零件，保证其在装入机床之前定位正确。如果系统确定零件翻转，零件将被放置到工装上，然后重新夹紧，定位正确后再送到机床。

机械手末端工具由多个抓手组成，每个抓手都有格里森设计的三个夹爪，能利用摩擦力牢固、准确地夹紧零

件。夹爪适用的零件尺寸范围较大，以节省换型时间。夹爪必要时可以更换。

如使用塑料托盘当衬垫，在毛坯全部抓取使用后，将由机器人夹爪抓取托盘并将其运送到衬垫保存区。如使用分隔板，专用机械手末端夹爪工具可使用真空头，从衬垫中取出分隔板，将其储存在衬垫保存专用区域。

当待切削的毛坯已经运送到机床边并准备好上料加工时，机器人PLC会连接和机床CNC数控的网络确保机器人和机床能进行智能对话。例如，机器人能够告诉机床，可以开始装载一个特定零件号，而不仅仅是一个零件而已。然后，机床确认该零件是否与准备运行的零件信息相匹配。这就大大缩短了加工周期并降低了废品产生的风险。

机器人配有多套夹爪（本应用为两套）用于机床上下料。这使得机器人可以用一套夹爪从机床上卸下一个已加工完毕的成品工件，旋转180度用第二套夹爪在机床上装上一个毛坯件，从而提高生产效率。此外，机器人完成上下料动作后还可以将零件直接送至其它后续加工工序，反之亦然也可从前道工序直接抓取毛坯。



Christian Sterner
总工程师
格里森自动化系统

与天津大众 共赢

里森刀具管理项目帮助大众汽车自动变速器
(天津)有限公司 赢得著名的大众速度+奖

G里森根据客户的具体需求，为全球客户提供各种类型的刀具管理服务。包括从格里森刀具制造厂或服务中心提供的刀具刃磨服务，到在客户现场提供的全面刀具管理服务。

其中当属格里森为在中国天津的大众汽车自动变速器（天津）有限公司（VWATJ）提供的刀具管理项目最为先进。格里森齿轮科技（苏州）有限公司天津分公司（GGTSTJ）成立于2013年，开始为VWATJ工厂提供现场刀具管理。如今，拥有近80名员工的GGTSTJ以“24/7”制全天候地为VWATJ在两个变速箱工厂（DQ&DL）生产六种不同的变速箱产品提供支持。

服务的两个主要目标是：管理刀具库存来满足生产，以及降低刀具成本。第一个目标要求对生产中的刀具寿命进行持续监控，使预测与实际刀具库存，以及供应商的刀具补货周期相符合。日常工作包括刀具进、出库、刀具交付生产、刀具内部刃磨和准备、刀具外部涂层等。

与供应商和生产部门一起，不断提高刀具寿命和工艺效率，我们帮助客户实现了刀具成本节约。最重要的是识别整个制造过程链中的主要成本构成。

自2013年以来，GGTSTJ和在VWATJ的同行们已经成功地为天津工厂的所有项目连续实现了年度CPU节约。



VWATJ 管理团队在格里森刀具管理公司的帮助下荣获 Speed+ Award 奖 (第三名)。

在双方的共同努力下，GGTSTJ 帮助 VWATJ 减少了超过1000万元的刀具成本。

由于表现出色，VWATJ 工厂荣获了全球大众汽车零部件集团的刀具成本类“Speed+ Award”奖第三名。恭喜，VWATJ 同事们！



Michael Chen
分公司经理，格里森齿轮科技苏州有限责任公司，天津分公司



Dr. Johannes Becker
总经理，亚洲刀具工厂，格里森齿轮科技苏州有限责任公司

硬齿条加工变容易了



日本领先的齿条制造商Kousei Seimitsu，凭借格里森2000RMPH 齿条铣床，将质量和生产率推向新的水平。

Kousei Seimitsu (Kousei) 公司擅长使难题看起来简单一些。作为日本领先的齿条齿轮制造商，Kousei 为许多行业生产齿条，包括机床、机器人、小型工业设备和建筑业等。但是，他们真正的竞争优势在于其掌握了生产最高品质的硬（热处理）齿条齿轮的硬齿面车齿工艺。

三倍快的速度，质量等级更高

Kousei 认识到，如果要满足对高质量齿条齿轮快速增长的要求，就需要找到新技术，采用非传统的硬齿面车齿工艺。该项新技术体现在格里森 2000RMPH,由格里森-Saikuni 在日本制造。与公司现有的传统型

2000RM 机床（用于软齿条铣削）相比，2000RMPH（用于软、硬齿条铣削）在刀头功率和主轴最大速度方面的性能是其三倍，不仅在硬齿面车齿，而且在软齿条切削过程中，生产率也有显著提高。



Kousei 总裁 Setsuhiro Usami 说，“格里森-Saikuni 的硬齿条铣床很棒，甚至比 Saikuni 所知道的还要更好。没有这台机床，我们还不可能达到目前的业务水平。”

如今，Kousei 公司技术总监 Masayuki Takagi 说，2000RMPH 所能达到的表面粗糙度和节距精度甚至比磨床还要高，比常规齿条的实际需求还要高一个等级。“我们花费了很长时间，做了大量工作来优化工装，以达到这些质量成果，并挖掘了机床的实际能力，” Takagi 说。

富有成效的合作伙伴关系

Takagi 还认为，Kousei 和格里森-Saikuni 多年来建立起来的亲密合作关系是他们在新机床上取得成功的一个重要原因。他说，沟通是至关重

要的，要根据车间的实际呼声来进行设计更改。最终，这才使机床具有更优越的性能，具有更多人性化功能以及更高的精度，来满足 Kousei 的特定要求。

另外，格里森-Saikuni 正在对 Kousei 现有的 2000RM 机床升级，使其具备 2000RMPH 功能，并提供本地化客户支持，以最大限度地减少停机时间。

Kosei Seimitsu 有限公司

165 -1 Kamisamada Kanayanagi-Cho
Tsushima-City Aichi Prefecture, 496-0014
Japan
+81 (0) 567-32-2900

“没有这台机床，我们还不可能达到目前的业务水平。”

Setsuhiro Usami,
Kousei 总裁

”



长城开足马力

格里森强力车齿技术正在帮助中国最大的SUV制造商满足创纪录的国内需求，并推动其走向全球市场。



去 去年，运动型多功能车(SUV)在中国汽车总销量中占比将近40%，而10年前的销量仅为6%。现在，随时都可以见到它们的身影：保时捷 Macans、宝马X系列、吉普以及其中最畅销的哈弗。

哈弗是中国汽车巨头-长城汽车公司的标志性品牌。该公司拥有6万名员工，是中国十大民营企业之一，也是中国最具价值的500个品牌之一。2018年，该公司热卖的哈弗销量超过750,000台，虽然大部分都

面向国内市场，但公司已经将目光投向了全球市场。

对强力车齿的信任

长城汽车(GWM)在技术研发上的“超前投资”战略正是其取得成功的核心点。最近的一个例子是，该公司如何应对生产双离合器变速箱(DCT)齿轮的挑战，以及满足哈弗和他们其他品牌车辆每年120万台DCT的需求。该变速箱的外输入轴齿

轮由于受到干涉条件的影响而不能进行滚齿加工。但是，经过测算，公司发现，如果采用较慢的插齿工艺来满足这么高的产量，就需要巨额投资多达16台新的插齿机。

幸运的是，格里森在其新的100PS强力车齿机上的实际测试加工，向GWM证实了DCT应用十分适合采用强力车齿工艺，加工节拍比插齿快2到5倍。此外，100PS的水平轴布置显示了其特别适合DCT轴类零件的加工。

(上图)GWM DCT工厂每年为热销的哈弗suv生产超过100万个变速箱。

(中图) 6台格里森100PS强力车齿机生产的哈弗DCT外输入轴，相当于16台插齿机的工作量。

(下图)100PS的水平轴配置非常适合轴类零件，如本例中所示。



目前，GWM只需要6台格里森100PS强力车齿机就能够满足百万台以上这个复杂DCT零件生产能力需求，从而大大节省了设备、占地面积和能源成本。公司官员还表示，刃磨后的强力车齿刀具寿命远远超过了插刀所能达到的极限，这有助于大大降低单件成本。此外，格里森齿轮科技（苏州）有限公司还为位于河北保定的DCT工厂提供本土化的格里森应用技术和刀具服务与支持。



长城汽车公司

长城汽车有限公司是中国最大的SUV和皮卡制造商。更多信息请登录：

www.gwm-global.com

DAVALL

An MTI Company

飞的更高

英国特殊齿轮制造商通过现代化改造和对格里森新技术的投资，实现了航空航天和国防的强劲需求。

Davaavall Gears 于2015年被 MTI (一家钢联公司) 收购被证明是事出巧合。该公司专门开发定制的运动控制解决方案。这一备受尊重的英国定制齿轮生产商预测，其2019年的销售额将实现两位数增长，而且随着MTI的支持，制造能力得到增强，带来进一步增长。

“在过去的几年里，我们进行了重大投资，对制造项目进行现代化改造，对齿轮切削和精磨工艺进行优化，所有这些都提高了速度、产能和质量，” Davall Gears 总经理 Simon Usher 说。“最重要的是，新设备使我们的员工充满了活力。我们可以吸引年轻的技术员和机床

操作工，对他们开展培训，有经验的工人对掌握新技能的机会也同样充满期待。这样，车间也具备了灵活性，因为操作工获得了操作不同新设备的能力，其中大部分是格里森机床。”

P90G: 一机多用

尽管 Davall 拥有多样化的产品组合，从生产医疗设备到军用车辆，再到赛车运动的各种齿轮，但尤其以更有难度的航空齿轮加工而闻名——越有加工难度越能体现公司的加工



能力。在喷气发动机的高精密斜齿轮加工应用中，Davall 现有的磨齿机无法稳定地实现齿轮的关键特性，以及产能要求时，他们购置了格里森 P90G 磨齿滚齿机。该机床的高精度能够满足这一要求，以及 Davall 许多其他航空航天精密应用的需求，并能带来诸多其他益处。“我们的格里森 P60 卧式滚齿机已经非常可

靠，而 P90G 则做得更好：将滚齿和磨齿放在同一个可靠的平台上，本身就是一个很有吸引力的想法，” Davall 公司工程总监 David Radley 说。“加上机床的自动化功能，我们不能找到更合适的了。”

P90G 将滚齿和三种磨削加工过程整合成一个紧凑、高效和高度自动化的产品包。在夜晚无人看守的情况下，Davall 仍然可以开动机床，满足精密喷气发动机齿轮的大批量生产要求。



P90G 能滚削和磨削最大模数3毫米，最大直径100毫米的直齿轮、斜齿轮和小齿轮，并向用户提供了三种不同的磨削方法，以涵盖广泛的应用范围：

- 成形磨削，采用 CBN 成形磨削砂轮，使形状适合所要求的齿形。
- 蜗杆砂轮磨削，适用更高产量，采用单头或多头螺纹CBN蜗杆砂轮。
- 分度展成磨削，对于样件加工十分理想，采用模块独立的 CBN 砂轮。

“通常，这类高精度齿轮的产量都比较低，但 P90G 一周的产能超过2000件，” Radley 说。“机床设置简单，非常可靠，所以我们可以加载自动化功能，让机床在晚上无人看管的情况下运行，无论是滚齿还是热后磨齿。”

P90G 配备了非常紧凑的一体式龙门装载机构和连续分度链带，并配有中央升降台，用于毛坯供给和成品零件流出。

Radley 说，采购和实施这种新技术的流程非常简单，只需购买P90G机床，包括机床、自动化、快换式芯轴和工件夹具以及硬质合金滚刀（由德

国Eisenbach的格里森刀具公司制造和刃磨）都将自动“配备齐全”。

支持的重要性

Radley 和 Usher 都将这项新技术的成功归功于格里森的支持：格里森英国销售办事处负责安装和调试，位于瑞士斯图登（P90G）、德国路德维希堡和美国纽约罗切斯特（280C）的格里森制造工厂提供大量培训。

“在格里森的帮助下，我们正在 Davall 步入一个高效且令人兴奋的新时代，” Usher 总结道。“我们已经为下一步做好了准备。”

“在格里森的帮助下…我们已经为下一步做好了准备。”

Davall 总经理 Simon Usher



Davall 从位于德国Eisenbach的格里森刀具公司采购具有先进AlCronite®涂层的高效硬质合金滚刀用于P90G。

Davall 齿轮公司

2015年 Davall 加入 MTI, 隶属钢联公司。MTI 是一家以解决方案为导向的创新型运动技术制造商。Davall在精密齿轮、丝杆、万向节和变速器的设计和制造能力，促进了MTI 为航空航天、军事、电动汽车、医疗和其他行业提供创新的解决方案。从这一平台起，Davall 开始向北美提供专业技术，并为不断增长的美国市场提供齿轮解决方案。

Davall 齿轮有限公司
Travellers Lane, Welham green,
Hatfield, Hertfordshire, UK
AL9 7JB
+44 (0)1707 283 100

Davall 北美齿轮
1018 E. Crandall Ave.
Salt Lake City, UT 84106, USA
+1 562-659-2509
ed.mckenna@davall-us.com

www.davall.co.uk

英国“第一台”

在英国安装第一台格里森Phoenix® 280C 锥齿轮切齿机提升了Coniflex® 生产能力和质量水平。

有些东西似乎永远都不会过时。Davall 在久经考验的格里森 Coniflex® 手动机床上加工的直齿锥齿轮组的需求量很大，应用于导弹和很多航空航天工业中的方向控制和执行机构。但是，想迫切提高Coniflex 生产能力和质量，需要运用新的格里森技术，Davall公司的 David Radley如是说。

“用我们新的 Phoenix® 280C 锥齿轮切齿机生产相同的直齿锥齿轮，速度提高了4倍，进给和速度大大提高

了，零件换型时间也大大减少了，” Radley 说。“对于遗留项目，我们还可以使用格里森提供的快换式刀具连接装置和工件夹具，将数百个现有的刀具运用在机床上。”

此外，Phoenix的联网功能使 Davall 对格里森 G-AGE® 修正软件的使用变得简单了，可以快速、简便地修正厚度、深度、压力角和螺旋角，以及消除大量典型的反复试验和代价昂贵的零件报废风险。“我们的 280C 为我们提供了一个高效的平台，具备

我们所需要的多功能性，以满足迅速扩展的客户应用范围，” Radley 总结说。

除了生产各种类型的端面和直齿锥齿轮外，280C 还可以使用最新的格里森 Pentac®Plus 刀具系统，以超快的速度对螺旋及准双曲面齿轮进行端面滚削和端面铣削。最终的结果是达到我们客户所渴望的卓越的生产力和质量。

(从左至右) Davall 工程总监 David Radley, 格里森英国区域销售经理 Phil Perkin, 和 Davall 总经理 Simon Usher。



格里森刀具（苏州）公司 成立十周年



2019年4月3日，格里森苏州刀具公司(GCTS)，即格里森在中国苏州的刀具事业部，迎来了十周年庆典。参观今日的GCTS工厂，很难相信工厂十年之前仅有几名员工，从租用的小场地上起步，到如今已经发展成为中国最成功的刀具制造厂之一。

2019年，随着HSS高速钢滚刀的生产，公司业务开始缓慢增长。2010年和2011年增加了插刀和锥齿轮刀具生产业务。随着苏州刀具公司（GCTS）业务的快速增长，2012年格里森在苏州工业园区（SIP）建立了自己新的工厂。从那时起，刀具生产组合和产量得以不断扩大。GCTS现有员工120余人，专为国内外市场设计、制造各类圆柱齿轮和锥齿轮刀具并提供刀具服务。年加工刀具数千件，按24/7制运转。

正如格里森总裁兼首席执行官John Perrotti在庆典上所说，“我们已经具备了设计和制造高质量、让客户高度满意的高精密刀具的能力。大部分产品都出口到世界上要求最苛刻的客户手中。这是对格里森苏州和团队的强有力的肯定，他们才是产品背后的引擎机。”

GCTS 副总经理于元朔拿着照片回忆起了GCTS和员工在十年间走过的路程。“看着事物变化和发展，同事们在专业和个人方面都有了进展，制定发展路线、组建了家庭，这些都十分感人而有趣，把我带入了美好的回忆。另一方面，也展示了GCTS所经历的长途征程，以及对未来的勾画。”正如GCTS总经理Johannes Becker所总结的那样，“我们从齿轮刀具制造的菜鸟开始，接受国外同事的培训，现在已经成为格里森刀具产品集团中羽翼丰满的一员。因此，10周年也标志着GCTS历史新篇章的开始。”

上海大众变速器厂（VWTS）总经理Bodo Mehrländer，作为特邀嘉宾参加了此次活动，他也同样于2009年参加了GCTS的开幕式典礼。Mehrländer说，他很高兴看到GCTS的发展，他在2009年对工厂的祝愿已经“卓有成效”。他指出，格里森中国对机床和刀具制造业务的快速反应和交货时间，以及对客户需求的积极态度，是格里森在中国取得成功的关键因素。

祝贺GCTS十周年快乐!

Gleason

Gleason Sales China
格里森销售(中国)
9B, Tower D, Central International Trade
Center,
6A, Jian Guo Men Wai Avenue, Chaoyang
District, Beijing, China
北京朝阳区建国门外大街甲6号中环世贸中心D
座9B
电话 Tel +86 10 8567 7500
www.gleason.com

