



霍夫勒

TM 65

圆柱齿轮技术——圆柱齿轮和锥齿轮复合车铣加工中心

市场拓展服务
提供者
www.dksh.com



DKSH



KLINGELNBERG

引领圆柱齿轮技术的发展

为柔性需求而生的独创性圆柱齿轮加工

凭借克林贝格提供的独创先进的技术，全球范围内的齿轮和齿轮箱制造商们都能保证自己在齿轮加工技术的领先地位。

采用霍夫勒圆柱齿轮技术，用户可以经济高效地生产直径20mm至10m 的高精度齿轮。此外，凭借数十年的专业知识和强大的创新力量，加之高水平的研发标准以及现场应用工程服务，克林贝格始终保持行业领先地位。

克林贝格为圆柱齿轮加工提供先进的技术和高效的机床。从齿轮设计到质量保证，克林贝格致力于生产最优质齿轮，为用户提供专业支持。Closed Loop 是克林贝格从工艺设计到质量控制的生产管理软件系统——现在也能应用于圆柱齿轮领域。

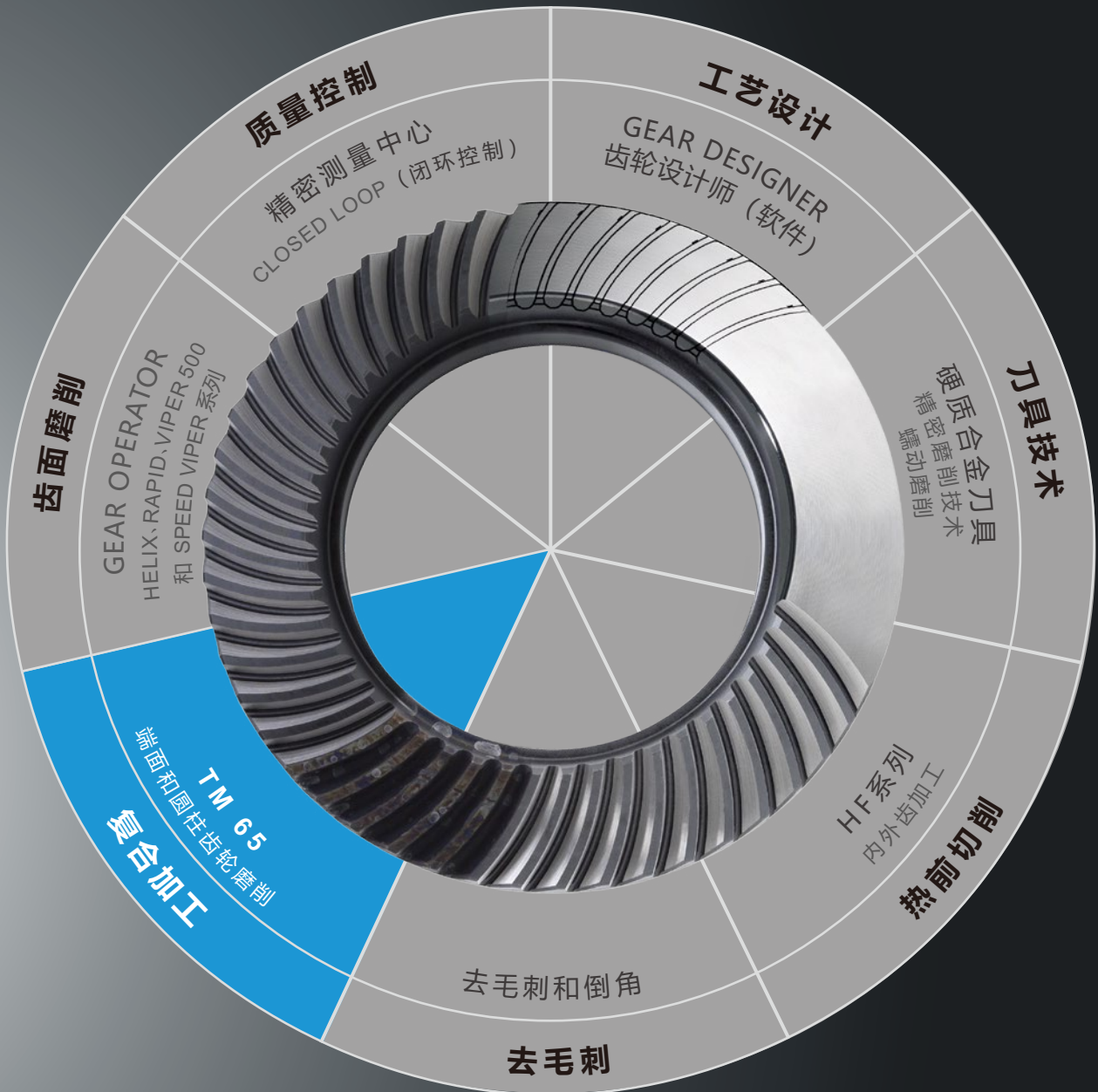
它的核心组件是 Gear Designer 和 Gear Operator 两大功能的组合——这是两项全新开发的软件解决方案，它们采用磨削加工工件的数字化映射，精确模拟整个加工过程，优化齿轮的设计与加工。

霍夫勒圆柱齿轮机床根据实际应用进行研发，满足不同行业的需求。其服务的客户包括：所有精密工程、航空汽车行业齿轮箱生产商以及能源行业的大齿轮生产商等。



霍夫勒 TM 65 圆柱齿轮和锥齿轮复合车铣加工中心

齿轮技术中每一个工艺步骤的特殊概念



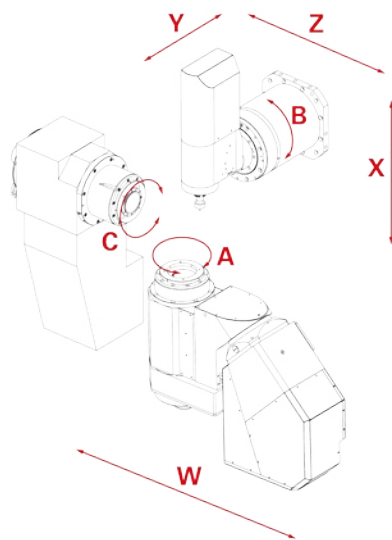
高科技多任务执行体系

定制化解决方案满足各类加工需求

霍夫勒TM 65圆柱齿轮和锥齿轮复合车铣加工中心，是克林贝格最新推出的一款机床。无论是面对锥齿轮、圆柱齿轮还是渐开线或非渐开线齿形的内齿圈，都能实现**从棒料开始**，加工不同复杂程度的齿轮坯或传动系统，**最大加工直径达65mm**。

加工中心同时配有正主轴和副主轴，帮助机床完成复杂工件的整套加工工艺。不管是轴类还是盘类工件，借助主轴和副轴，这台机床可以完成工件各平面的加工。同时，副轴的回转单元，也完美解决了碰撞问题。TM 65的刀具轴最高转速可达30,000 rpm，除用于切削和钻孔外，还可以用于磨削。

集成换刀系统是TM 65的另一个亮点。此系统最多可容纳90套刀具，且保证加工过程无需人工干预。机床床身采用水冷设计，热稳定性好。机床线性驱动，高动态且无磨损。

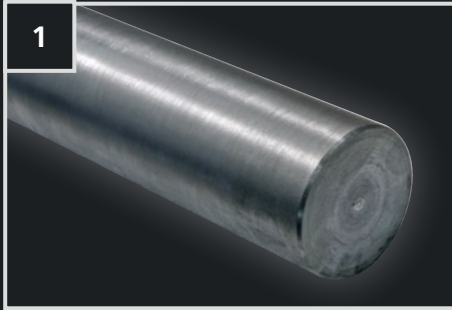


机床轴概念

- 复合齿轮加工，从棒料开始，加工直径最大65mm的工件
- 克林贝格齿轮技术用于加工锥齿轮和圆柱齿轮
- 一台机床完成车削、切削、钻孔、开槽和齿轮加工
- 主轴转速最高为30,000 rpm
- 副轴可自由回转90°
- 集成式换刀系统，最多容纳90套刀具
- 系统易访问且设计紧凑
- 无磨损、高动态线性驱动

- A 副轴
- B 刀具轴
- C 主轴
- X 垂直轴
- Y 横轴
- Z 水平轴
- W 水平轴

从棒料到齿轮的六步工艺



1
原料



2
车削



3
切削



4
镗孔



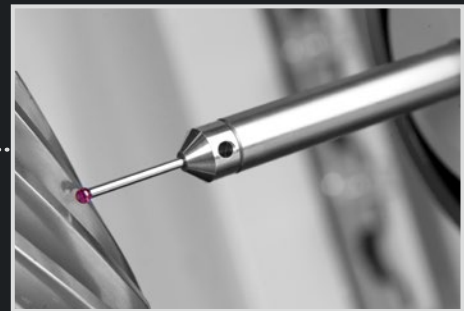
6
磨削



5
开齿



测量



修整

修整

修整

一步到位的解决方案

锥齿轮、圆柱齿轮和内齿，无论渐开线或非渐开线齿形，都可以使用TM 65从棒料开始加工：

在CAD模型中模拟齿轮，通过CAD/CAM界面生成用于NC的数据记录。此大型刀库可容纳90套刀具，无需人工干预，即可完成各工艺步骤。使用常见克林贝格软件包设计齿轮：

- 使用ARCOFLEX进行锥齿轮柔性加工
- 使用KIMoS设计齿轮（克林贝格螺旋锥齿轮集成化加工）
- 使用克林贝格Closed Loop技术
- 端面齿轮的加工采用强力刮齿和滚齿

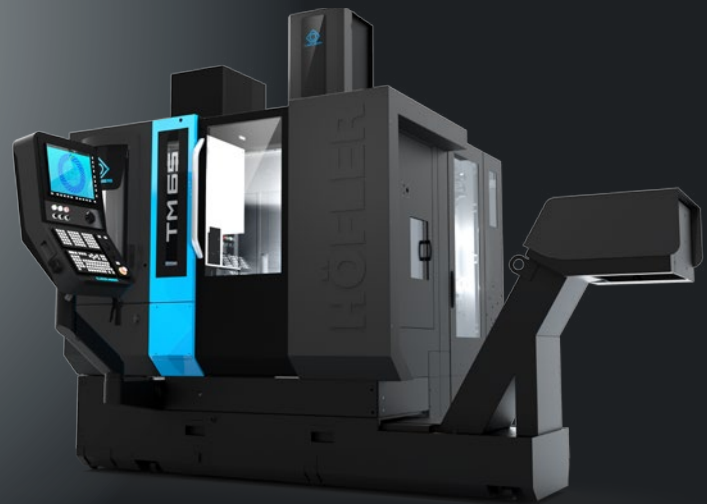
结论：

TM 65将齿轮切削技术和克林贝格Closed Loop 技术进行融合，此柔性极佳的现代化加工中心极大地缩短了加工时间。

一台机床完成车削、切削、钻孔、开槽和齿轮加工

“齿轮切削行业正处于转型中”-当今的齿轮生产并不局限于齿轮切削机床。当前，加工中心同样具备齿轮生产能力。在TM 65复合加工中心，基于闭环系统，克林贝格正在尝试一种完成齿轮加工的全新模式。采用KIMoS设计的锥齿轮生产，是真正意义上以模型为基础的设计，可为汽车行业小批量生产提供技术支持。TM 65的成功之处在于：

- 使用克林贝格的生产系统制造锥齿轮
- 使用强力刮齿和滚齿制造端面齿轮
- 在一台机床上对复杂工件进行精加工



霍夫勒TM 65圆柱齿轮和锥齿轮复合车铣加工中心



从棒料开始的完整工艺流程

- Hainbuch 正主轴和副主轴夹紧系统设计，在机床内部加工工件的所有面
- 夹紧系统更换仅需要几分钟
- 标准安装芯轴用于磨削工艺
- 创新型运动学，最大限度减少空间需求
- 用于各类型加工，最多可容纳90套的刀具



高转速高扭矩的刀具轴

- 轴承直接润滑，保证持续高转速，同时主轴寿命变长
- 高频主轴，转速最大为30,000 rpm
- 刀具轴具有强大的加速/减速能力
- 高压内部冷却用于磨削工艺和紧凑型刀具
- 使用极紧凑的硬质合金切削刀具加工，刀头直径达80mm



最高等级的通用性

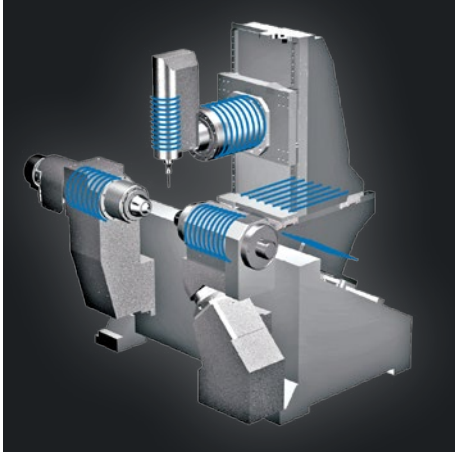
- 在一台机床上实现车削、钻孔、切削以及开槽
- 通用的刀库
- 集成换刀系统，最多可容纳90套刀具
- Capto C4刀柄作为连接刀具主轴的接口，具有高旋转扭矩，以及最大的同心度和轴向跳动精度
- 易于操作的30、60或90个刀具架具备出色监控能力
- 使用电镀CBN砂轮进行硬质加工



创新型直观操作理念

- 使用Fanuc 31i控制系统——世界上应用范围最广的NC控制系统
- 操作和编程简单方便
- KIMoS软件用于制造锥齿轮副
- 基于用户需求的通用CAD/CAM系统
- 闭环技术集成KIMoS软件和Gear Designer软件
- 无限闭环功能适用于锥齿轮和圆柱齿轮加工

产品亮点



最优加工精度

- 稳定的冷却循环用于所有发热元件，确保稳定生产，缩短热机时间
- 结合尖端技术，确保出色的表面质量，最大程度缩短加工时间
- 水平轴的线性驱动，确保极佳的动态性能并缩短辅助时间
- 最长刀具使用寿命
- 无磨损线性驱动



Closed Loop系统确保高质高效

- 基于虚拟配对的齿轮修正
- 有效的数据管理，优化生产，确保高质量标准
- 机床整体集成到克林贝格的生产系统中



能效 (e²) 最大

- 紧凑的设计
- 缩短加工时间
- 耐热性
- 定制驱动规格
- 回收直接驱动和线性马达动能

加工方法多样的全能型机床



ARCOFLEX 方式

- 全模数范围仅需一把刀具
- 模数范围0.3 mm至3 mm
- 法向压力角 20°



圆柱齿轮滚齿

- 模数最大为2.5 mm
- 高生产率



圆柱齿轮强力刮齿

- 内齿强力刮齿的最小齿顶圆直径8 mm
- 机床损耗低
- 高生产率



CBN 砂轮磨削系统

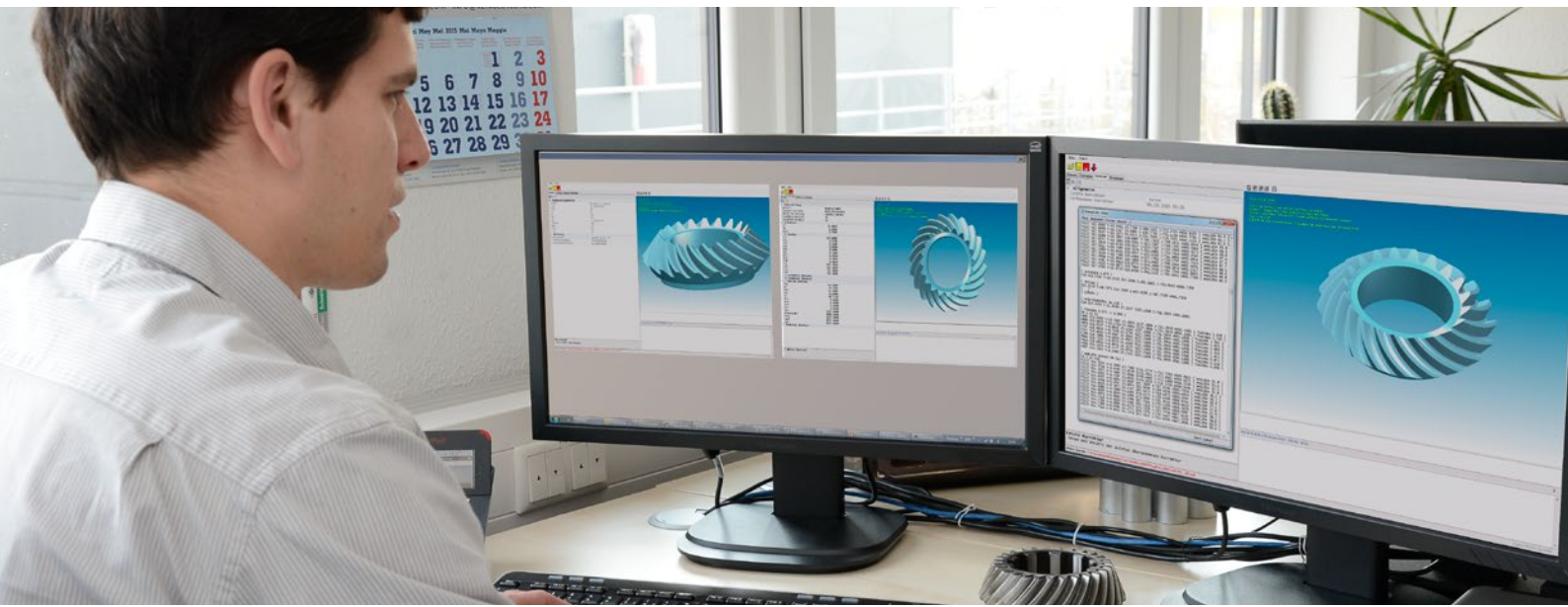
- 无需修整砂轮
- 标准化的砂轮



扩孔和开槽的刀具

- 滑键扩孔
- 按DIN 5480标准开槽

软件结构



克林贝格软件环境提升实际生产率

加工过程中常会出现生产效率损耗，而且NC编程的工作也不在考虑范围内。特别是使用5轴自由形状切削齿轮时，NC编程耗时往往远高于实际加工。

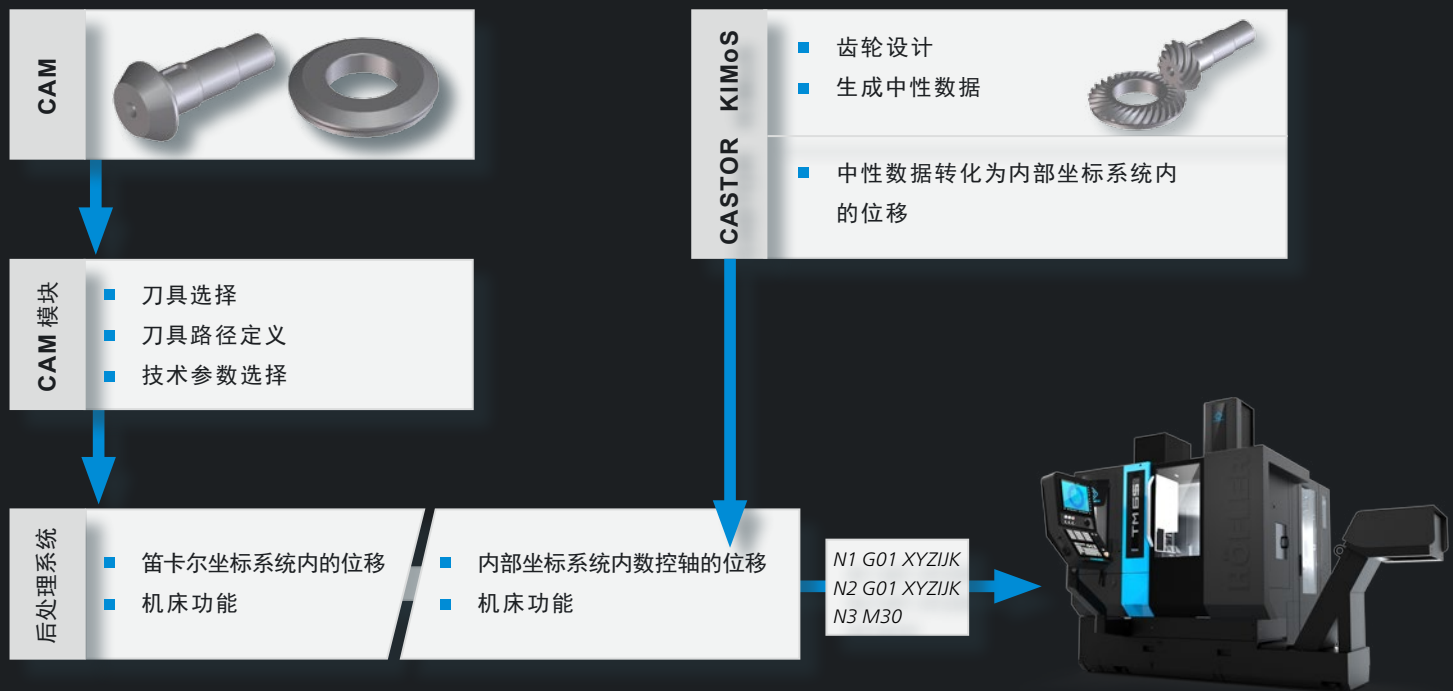
克林贝格已为TM 65 开发出用于5轴加工的软件包，可以完美衔接高性能的齿轮设计软件流程。只要CAM制造者的后处理系统可用，用户即可简便地对系统进行选择。为了保证能灵活使用不同CAM系统，机床数控轴在CAM模块中并不直接被使用，而是基于虚拟坐标系，生成刀具和工件之间的位移。

使用通用的CAD/CAM系统，以及刀库内的通用刀具来加工齿轮轴身。这些系统可以用柔性的方式加工形状最复杂的部件。齿轮生产过程中生成的NC数据需依靠基于通用切削机床几何结构的中性数据，所以存在本质差别。**CASTOR软件包**是专为TM 65设计的，可将中性数据转换为用于齿轮切削的坐标系统(x、y、z、i、j、k)的NC数据。

例如用于锥齿轮的**KIMoS**和用于圆柱齿轮的**Gear Designer**等不同系统，不局限于描述齿轮的几何结构，它们也计算为生产目标齿轮、工件和刀具所需执行的生产动作。

因为对比柄状刀具走刀，使用精加工铣刀生产锥齿轮具备更高生产率，克林贝格采用两个不同的系统来生成NC数据。另外，将中性数据作为齿轮计算的基础，用户处理过程能使用克林贝格完整的技术工具箱。用户在齿轮设计阶段可以选择或采用用于中小批量的通用刀具系统**ARCOFLEX**，或采用用于大批量的特殊刀具系统**ARCON**。不受限制的Closed Loop工艺是克林贝格软件方案的主要优势。常见的**KOMET**和**GearCorrector**程序则作为补充系统，使齿轮几何修正更加便捷。使用TM 65时，各种类型的制造偏差一键即可消除。

工业4.0软件环境

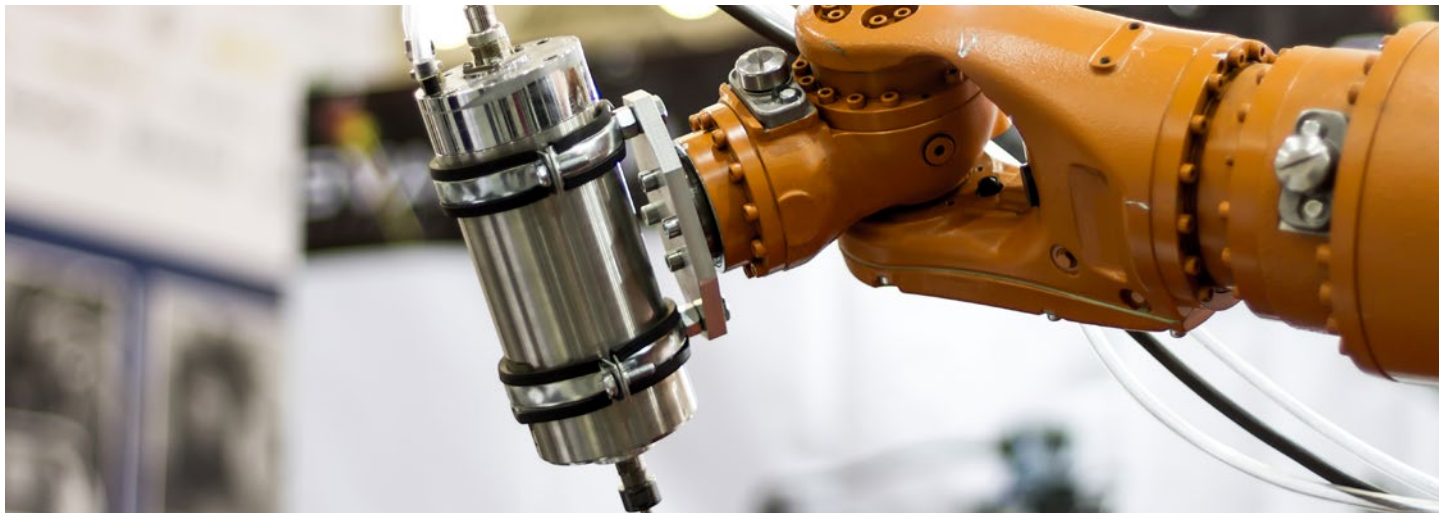


便捷通用的软件用于五轴加工和齿轮切削

- 强大的KIMoS与Gear Designer齿轮计算程序直接互联
- 集成Closed Loop工艺，用于补偿制造偏差
- 快速NC编程
- 锥齿轮和圆柱齿轮的切削和磨削
- 内外齿的强力刮削
- 全软件支持，用于生产例如摆线齿、花键等定制化齿形

不同领域的专家

机器人——现代化生产和搬运系统中不可分割的一部分



当今，基于机器人的自动化解决方案被视为工业生产设施的重要组成部分。但如医疗工程等其他行业，也受益于现代生产和搬运系统。当机器人负责执行高度复杂的任务时，可以大大减少因重复的或高强度体力要求而对工人造成的身体压力。与传统的手工和机械化加工方式相比，高可用性和可靠性，以及运动中的定位精度和可复制性都是其独特优势。因此，机器人系统已经成为众多应用领域的固定使用装置。

机器人系统面临的挑战

对机器人系统的需求不断增长，引发了市场对高效生产优质部件

的强劲需求，这些需求是由价格和数量驱动的。为了高效地、低成本地执行运动和传输任务，机器人系统必须在行程和定位操作时具有很高的柔性和动态性能。与此同时，如何精准并始终如一地传递运动和力矩也是机器人关节和传动系统的变速箱所面临的主要挑战。这也要求间隙最小化同时扭矩增大。

高精度驱动部件的解决方案

克林贝格提供了一套生产系统来应对挑战，为生产高精度驱动系列提供解决方案。无论是小、中批量还是大批量，对复杂的齿轮部件进行复合加工是机器人工业的不二选择。

在霍夫勒 VIPER 500 K 圆柱齿轮磨齿机上展示的摆线齿轮加工

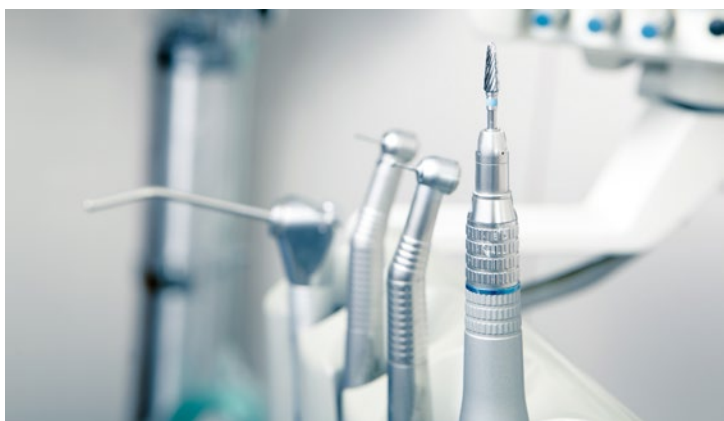


机床刀具



现如今电动刀具的设计很广泛。挑战：仅生产一两套锥齿轮组。
解决方案：克林贝格开发的一种机床 TM 65，可用于制造各种不同尺寸，不同轴交角锥齿轮组。

医药工程



现代的操作方法需要越来越精密的仪器。例如，牙钻和手术刀都是由微型锥齿轮驱动。齿顶圆直径小于8 mm，模数小于0.2 mm的锥齿轮并不少见。克林贝格借助 TM 65 为现代微型锥齿轮的生产提供了量身定制的解决方案。

工业齿轮部件



工业齿轮部件应用于方方面面，这对齿轮的可靠性提出了很高的要求。这些圆柱齿轮通常是由专门从事小批量生产的公司打造，并且品种多样。作为行业领导者，严谨灵活的机械设计和高成本效益的刀具系统是我们制胜的关键。

精密工程



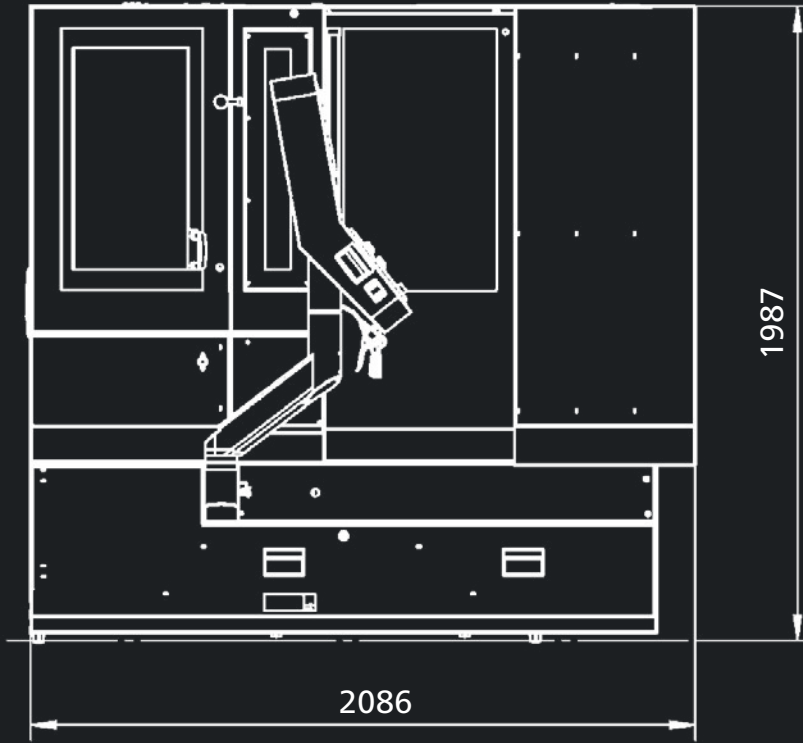
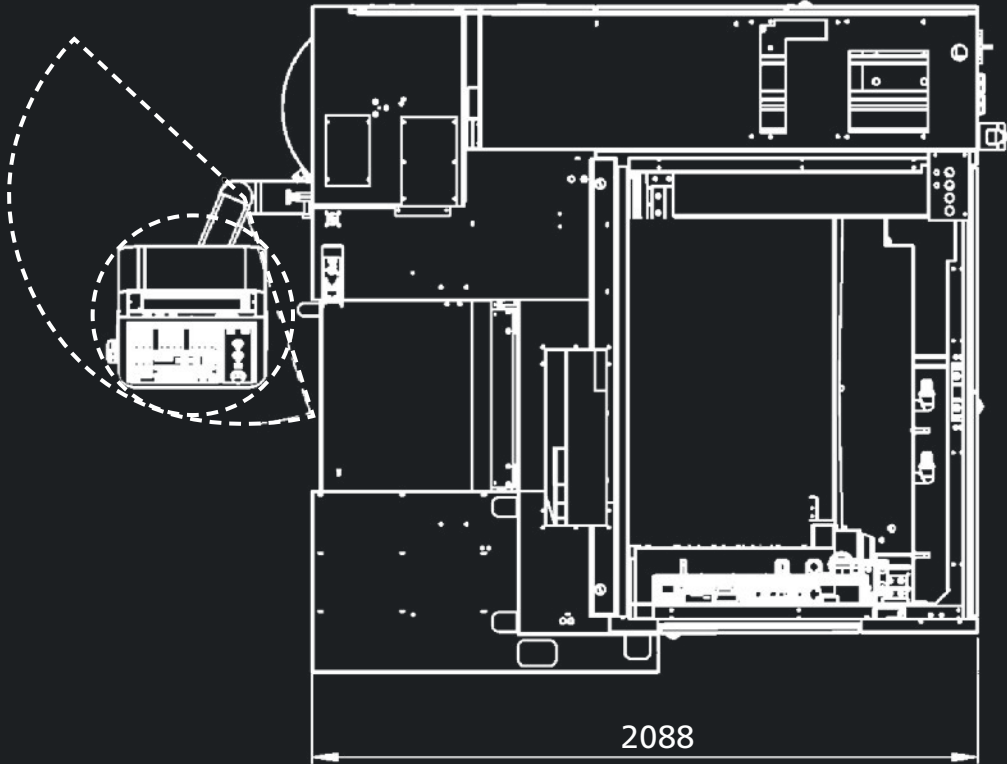
目前，带有广泛传动部件和齿轮设计的驱动系统是我们生活的一部分。比如，电驱动一般使用齿轮箱调节转速和扭矩。由于这种特定组合，电动工具和家用电器以及许多其他的电驱动部件都达到最佳的性能密度。

技术参数

TM 65

主机	
行程路径	X = 410 mm x 200 mm x 400 mm
X-Y-Z功率	X = 4.5 kW / Y = 4.8 kW / Z = 7.2 kW
X-Y-Z轴向力	X = 360 daN / Y = 240 daN / Z = 360 daN
X-Y-Z行程速度	50 m/min
主轴 C	
功率 (直驱)	15 kW
扭矩 S1 S2 S3	84 / 104 / 124 Nm
转速 (最大)	6,000 rpm
局部速度 (最大)	90,000 °/min
分辨率	0.0001°
棒料规格	Ø 65 mm
副轴 A	
功率	15 kw
转速 (最大)	6,000
刀具轴	
功率	13 kw
扭矩 持续 / 峰值	S1 = 9.5 Nm / S6 = 11.5 Nm
转速 (最大)	30,000 rpm (40,000 optional)
内部冷却压力 (最大)	100 bar (optional)
刀具轴	CAPTO C4
总重	约 4,200 kg
机床尺寸 (长x宽x高)	约2,086 x 2,088 x 1,987 mm

安装尺寸



单位: mm

克林贝格的服务

克林贝格集团是世界领先的锥齿轮加工设备、圆柱齿轮加工设备、齿轮和轴类元件测量中心以及定制化高精度齿轮部件的研发和生产制造商。其总部位于瑞士苏黎世，开发和生产机构坐落于德国的胥克斯瓦根和艾特林根。

克林贝格还在全世界各地有销售和服务机构以及众多的市场代理。在此基础上，克林贝格为用户提供齿轮设计、制造、质量检验等全方位的服务，包括技术咨询、现场机器验收、操作员和软件培训以及维修合同。

克林贝格的解决方案

克林贝格的解决方案应用于汽车、商用车和航空工业，以及造船业、风电业和通用传动制造业。凭借全球众多研发工程师和200多项注册专利，克林贝格持续为您展现创新力。

KLINGELNBERG AG

Binzmühlestrasse 171
8050 Zurich, Switzerland
Fon: +41 44 278 7979
Fax: +41 44 273 1594

KLINGELNBERG GmbH

Peterstrasse 45
42499 Hückeswagen, Germany
Fon: +49 2192 81-0
Fax: +49 2192 81-200

KLINGELNBERG GmbH

Industriestrasse 19
76275 Ettlingen, Germany
Fon: +49 7243 599-0
Fax: +49 7243 599-165



大昌华嘉 北京

北京市朝阳区光华路7号汉威大厦西区26层
电话: +8610 6561 3988-160
传真: +8610 6561 0278
邮箱: gem.cn@dksh.com

www.dkshgem.com

大昌华嘉 上海

上海市徐汇区虹梅路1535号星联科研大楼2号楼605-607室
电话: +8621 6432 6139
传真: +8621 3367 8466
邮箱: gem.cn@dksh.com

