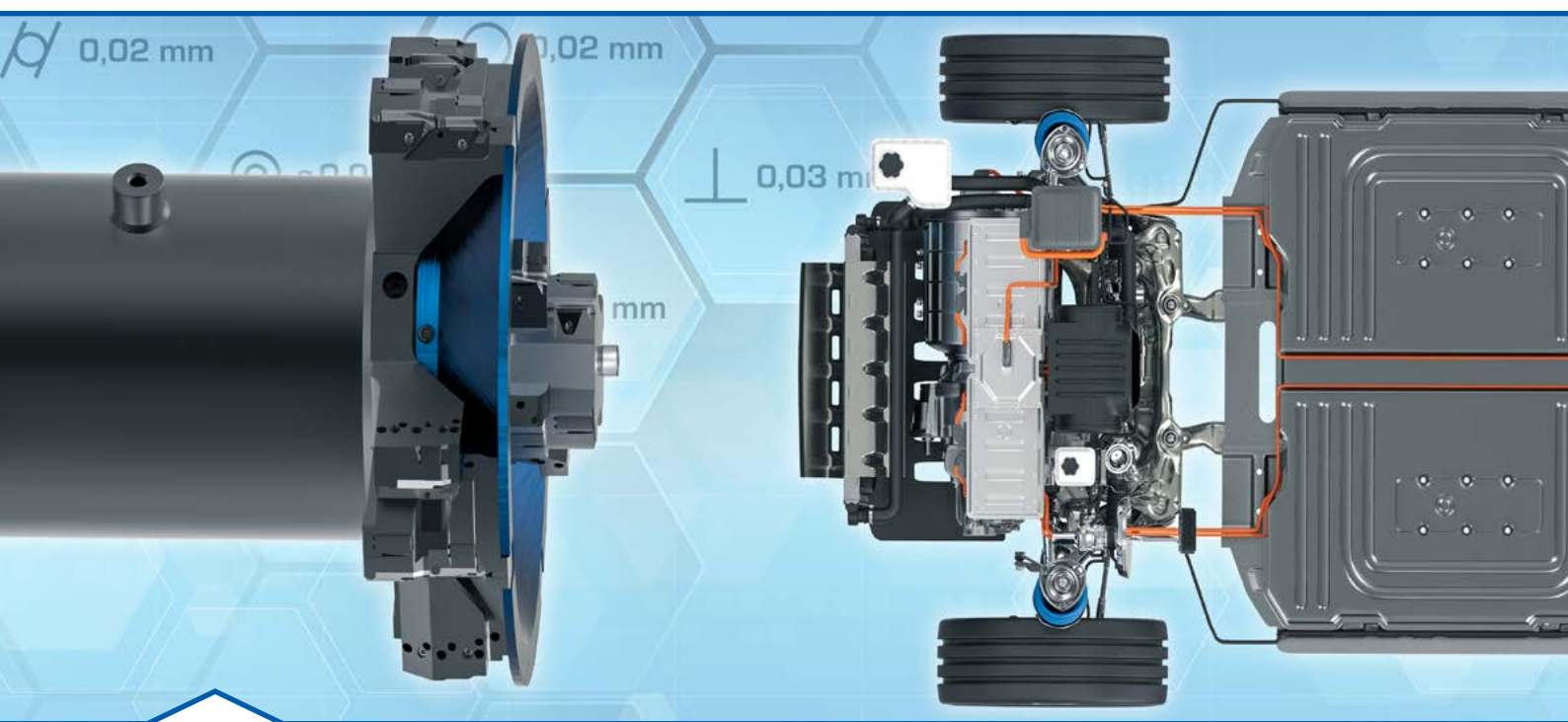




值得信赖的高效益加工技术合作伙伴

电动化出行

市场和行业

通过与用户多年来的紧密合作，玛帕对切削加工领域几乎所有的工艺和应用技术都有了深刻全面的认识。玛帕提供的各种加工解决方案可适用的应用领域涉及各行业方方面面的加工制造。

多年以来，玛帕潜心致力于创新技术的研发，以应对不断发展的汽车工业和大批量生产的挑战。这些创新技术已成功被众多知名的制造商及其供应商应用在底盘、动力总成及电动车领域的制造。

凭借具有可靠工艺的解决方案，玛帕集团已经成为了航空航天业值得信赖的合作伙伴，并且为这个领域的加工制造和切削工艺设定发展方向和标准。除此而外，玛帕为刀具和模具制造业的新领域提供了种类齐全、极具竞争力的各系列产品。





德国
企业集团总部

贴近客户 - 遍布全球

保持与客户的密切对话、早期识别了解客户对工艺技术的要求以及持续的创新方法，是MAPAL公司策略的重要支柱。因此，MAPAL公司在世界上25个国家直接设立了生产和销售分部。通过这些分部，可以实现短距离的、个人间的联系并获得长期的伙伴关系。

除了在德国的重要生产场地之外，在世界其他战略上重要的市场投资建设当地生产设施，确保在全球范围内实现更短的交货时间。他们负责在当地对于选定产品进行制造以及再加工、提供维修服务并管理重复订单。

除了自己的分支机构外，玛帕集团的产品还通过设在另外19个国家/地区的销售代理商向用户供货。



No. 1

立方体工件切削加工技术领域的全球领导者。

同时有超过

450

名技术顾问可随时提供服务。

25

个国家

设有生产、销售和维修服务分支机构。

在全球范围招收有

300

多名培训生。

年度研发费用投入
占全年销售额的

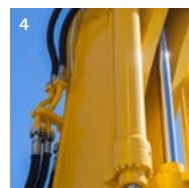
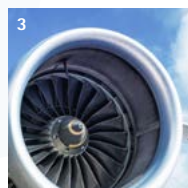
6%

我们最自豪的资产：全球拥有超过

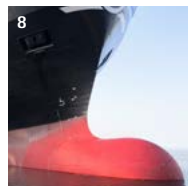
5,000

名员工

玛帕-
行业领域



- 1 电动汽车
- 2 汽车
- 3 航空和航天
- 4 流体技术
- 5 能源生产
- 6 医疗技术
- 7 模具制造
- 8 船舶制造
- 9 轨道交通



电动化出行 — 适用于各种理念的刀具解决方案

人类的出行方式正在变化 — 致力于未来地球环境达到碳中和的发展目标而努力

人类的出行方式正在发生巨大的变革，而在这样的发展变革中，如何在未来不仅实现碳中和的目标还能获得可持续发展成为了业界关注的焦点。为了实现这样的目标，汽车领域正在探究各种可替代驱动方案。目前电驱动装置已经得到了长足发展，同时在越来越多地替代内燃机的应用。然而，这一转变也绝不可能一蹴而就。因此，一方面传统驱动中的部分组件仍将进一步得到研发，但另一方面混合动力驱动的比例也正在持续增大。与此同时，纯电动车生产的急剧增长现在已经几乎达到了与传统驱动应用持平的产量。

玛帕，作为一家汽车工业领域切削刀具供应商，很早就将可持续性发展纳入了自身企业战略发展方向的规划中。我们已经将自己在加工传统动力总成领域丰富的专业技术能力直接应用到了电动车部件的切削加工中。因此，只有通过使用针对高效批量生产的有效刀具方案，才可以成功实现这一变革的持续性发展。而玛帕终将在应对电动车制造领域的挑战并为将来人类的环保出行发挥重要作用。



目录

简介

针对电动化出行的全新系统和结构组件	6
-------------------	---

电动驱动装置

工件需求和加工工艺	8
不同外壳体类型的加工要求和特征	10
针对电机壳体的加工解决方案	
定子孔	12 - 16
基础级、性能级、专家级解决方案包	17
外径加工	18
轴承孔和定位孔、密封面和接触面	20

电气化辅助装置

涡旋压缩机机加工解决方案	22
--------------	----

电源供给

电池外壳	24
电池外壳体的加工解决方案	26

电动微交通

小型电动机外壳体的加工解决方案	28
-----------------	----

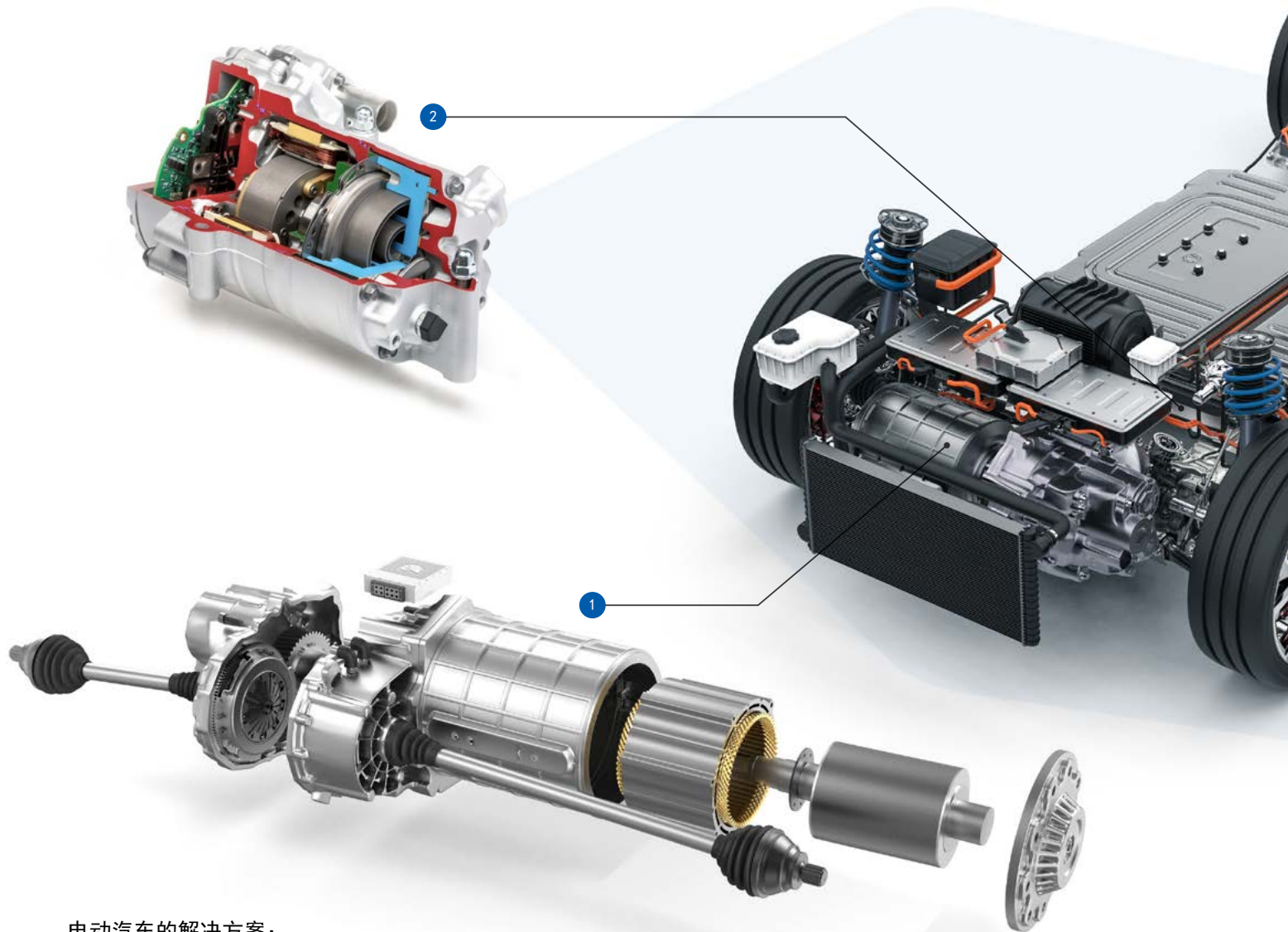
工程规划

玛帕是您的技术合作伙伴	30
-------------	----



欲了解更多信息，
请扫描二维码

用于电动化出行的新系统和结构组件



电动汽车的解决方案：

1

电动驱动装置

（混合动力和全电动驱动）

在大直径状态下的高精度

在电驱车辆中，电驱发动机外壳的类型也不尽相同。在此可以区分为三种基本结构类型。玛帕所提供的创新型解决方案适用于壳体类工件的切削加工。

» 更多内容从第8页起

2

电动辅助机组

（热管理）

涡旋轮廓具有精确到 μm -范围的公差

车辆的电气化，不仅仅涉及驱动装置和蓄电系统，当然还关联到一些外围辅助机组。其中一个例子：电动制冷剂压缩机（涡旋压缩机）。

» 更多内容从第22页起

3

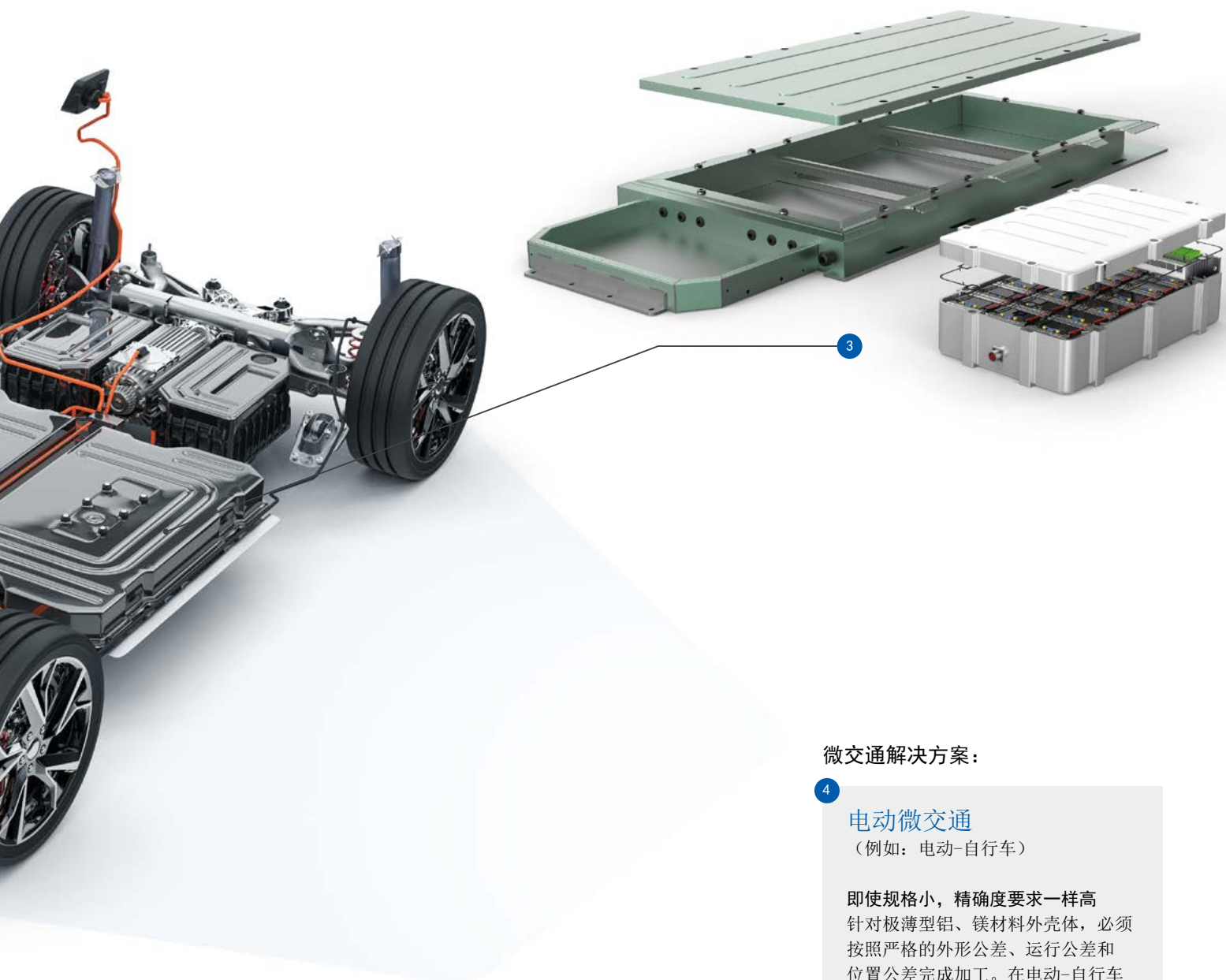
电源供给

（蓄能器、控制系统、充电装置）

加工复杂的薄壁外壳，要求无振动加工

玛帕集团针对各种蓄电池不同的外壳变量类型，以及线路电气设计，提供最适用的刀具进而确保您获得最佳加工策略。效率强大的刀具产品组合，涵盖了聚晶金刚石（PCD）和VHM-整体硬质合金刀具。

» 更多内容从第24页起



微交通解决方案：

4

电动微交通

（例如：电动-自行车）

即使规格小，精确度要求一样高
针对极薄型铝、镁材料外壳体，必须按照严格的外形公差、运行公差和位置公差完成加工。在电动-自行车行驶中能够切实感受到的驱动装置的舒适性，只有采用高精度加工才能实现。

>> 更多内容从第28页起



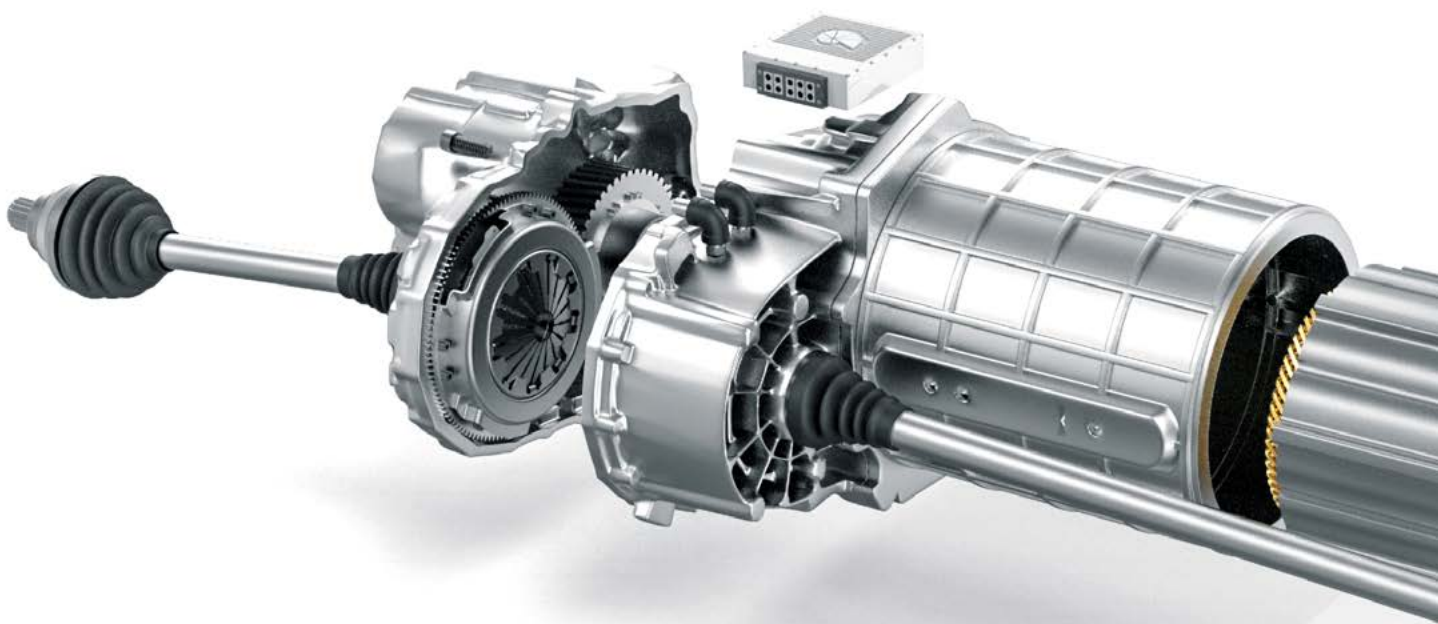
电动驱动装置

随着时代的前进，现代汽车制造商和供应商在电动机结构组件制造方面正面临新的挑战。下面的示例显示了一个电动机外壳的大小，和变速箱壳体相比，由于电动机外壳体的加工精度对电动机效率发挥起着绝对的影响力，因此其外壳体的加工必须在极小的公差范围内实现。

另外，由于其上所属的一些特殊结构，例如：集成的冷却通道，使得电动机壳体的壁厚通常比变速箱箱体的壁厚要薄很多。另外，在某些电动机外壳体中，压装进去了由钢材料制成的轴承衬套。在加工中产生钢质切屑的过程中，刀具上的特殊保护罩可确保这些切屑不会和铝表面发生接触而造成工件损坏。

要求的尺寸公差

 0, 02 mm	 $\varnothing$ 0, 05 mm	 0, 05 mm	 0, 02 mm	 0, 03 mm
--	--	--	--	--



基础级、性能级、专家级

始终采用正确的方案！

Basic SOLUTION 为小批量加工提供柔性化、经济高效的刀具解决方案

由于在小批量加工中，通常对刀具的需求变化比较快，因此灵活性对于小批量和样件的制作特别重要。而玛帕集团提供的可灵活进行调节的刀具解决方案，则确保实现了更柔性化的加工流程。为此目标，玛帕集团提供操作简单、柔性化程度高且成本效益佳的刀具-解决方案 — 针对所有的需求进行最佳设置

Performance SOLUTION 用于采用HSK-A63-刀柄进行批量加工的轻量化刀具

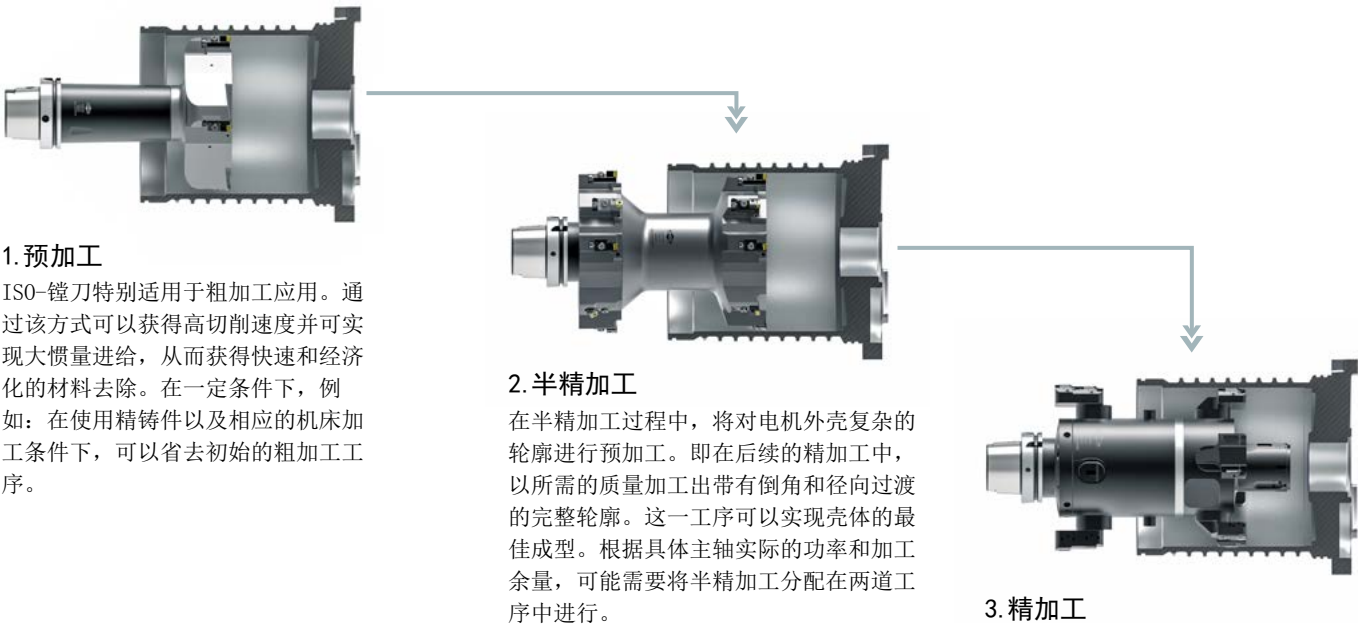
现有的机床物尽其用，既节省时间，又节省金钱。针对客户的大批量生产需求，玛帕集团利用多年来在自己领域里深耕细作积累的大量专业技术技能，在客户制定过程安全的改造规划方案时，为他们提供量体裁衣式的全方位支持。同时增强型解决方案稳定可靠的成功实施，完全考虑到了现有的各种限制因素（刀具重量、机床功率、安装空间...）。

Expert SOLUTION 用于大批量加工的高生产率刀具

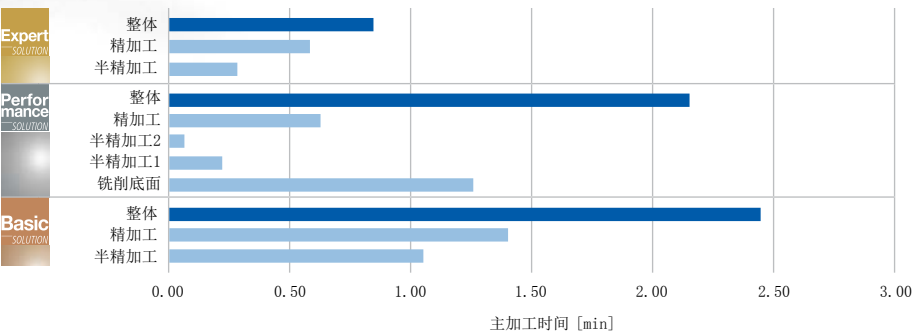
玛帕集团承接工件加工项目的整体规划方案，并且针对各种批量生产所执行的工艺安全可靠。因此可以确保客户得以更精准地提高自己的核心竞争力 — 获得更快的响应速度，且更具柔性化和透明度。获得最高质量要求下的最高生产率是首要标准。

基本的加工步骤
在进行电驱发动机壳体加工时

根据余量情况、机床加工区和夹紧要求，对加工流程和刀具进行个性化的单独设计。在此基础上，使得作用于结构零件上的切削力得以保持到尽可能的小。除了结构组件的要求，在大多数情况下，加工机床本身所具有的性能对于刀具的设计也是至关重要的决定因素。



基础级|性能级|专家级 - 加工时间的比较



各种不同方案等级的区别在于可达到的工艺时间。

解决方案包的概述请参见第17页。

不同外壳体类型的切削加工要求和特征

高度集成的电驱发动机外壳体

描述：

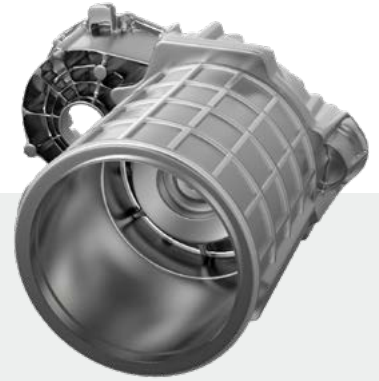
高度集成的复杂外壳，具有定子安装座、变速箱安装座和电源电子设备的接口。高度的功能集成，使得安装成本大大节省。紧凑的结构设计。因而使得铸件外壳体非常复杂。

特性

- 定子直接装在壳体中或者经过定子支承座/冷却外壳承接
- 定子孔借助台阶及端面作为功能表面。
- 转子的轴承孔和定子孔在壳体中被同轴集成在一起
- 通过定位销或配合面进行第二轴承盖的定位。
第二轴承孔必须同轴
- 齿轮分级的轴承孔被集成在外壳体中；要求具有很高的同心度和位置精度
- 冷却通道局部集成在外壳中
- 复杂的铸铝外壳体

切削加工要求

- 具有多个直径分级的复杂轮廓序列（→ 大切削力和大切削去除率）
- 混合加工（→ 切屑分离 / 排出）
- 不连续切削（→ 切入切出、不连续冷却）
- 15° -30° 扁平的入口倒角（→ 长屑和大的径向力）



罐形电驱发动机外壳体

描述：

为了降低结构的复杂性，特别是为了实现更简单的冷却外壳体结构设计，选用罐形或者钟形外壳体或者定子支承座。

特性

- 属于集成在整个系统中的中间壳体
- 定子孔借助台阶及端面作为功能表面。
- 转子的一个轴承孔针对定子孔同轴地集成到壳体中
- 通过配合表面在外表面上进行定位
- 冷却通道作为处于外部的筋条敷设
- 其特性是壁薄、易引发振动
- 装夹变形通常也是个问题

切削加工要求

- 异常薄壁的结构组件（→ a_p 相当于壁厚）
- 外部冷却沟槽也需要加工
- 罐形或者钟形（→ 易振动，需特别设计的夹紧方案和减振方案）
- 15° -30° 扁平的入口倒角（→ 长屑和大的径向力）



管状外形 电驱发动机外壳体

描述：
电动机外壳最简单的结构形式就是管状。针对不同的功率，这种外壳体的长度及其关联的电动机，都可以在规格上比较简单地进行变更。但是，由于功能集成程度低，会使安装工作量增加。

- 特性**
- 在壳体中没有集成转子轴承孔。
 - 两个轴承盖用来支撑该转子
 - 两个轴承盖在安装表面上定位，以实现轴承点的同轴度
 - 复杂度比较低
 - 在实际运行中是旋转对称的
 - 其特性是壁薄、易引发振动
 - 张紧通常也是个问题

- 切削加工要求**
- 更加稳定的结构组件，多数采用内置冷却结构
 - 也可以使用挤压型材（AlSi1→ 铝合金均匀连续式切屑）
 - 无预铸装夹点（需特殊装夹方案）
 - 部分两侧有 IT6 公差配合面



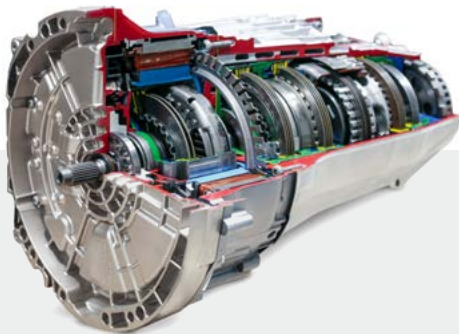
混合动力变速箱壳体 混合动力模块壳体/中间壳体

描述：
通过圆盘形混合动力模块壳体或者中间壳体，将电动机集成到现有的变速箱结构中。空间上比较适中的结构，也可以借助局部罐形外壳体作为推入件来实现。

- 特征：**
- 混合动力模块壳体/中间壳体
- 主要是定子的支撑
 - 在盘形状态下，没有转子轴承
 - 在罐形状态下，集成了一个转子轴承结构

- 混合动力变速箱壳体
- 极端化的长度-直径-比
 - 其特性是壁薄、易引发振动
 - 复杂的轮廓序列
 - 不连续切削

- 切削加工要求**
- 混合动力变速箱壳体
- IT6-公差标准
 - 对同轴度和台阶尺寸具有很高的要求
 - 最大重量和倾覆力矩受到限制



电驱发动机外壳体的解决方案

采用HSK-A100刀柄的批量解决方案

针对大直径加工提供极高生产率

- 分为三个阶段的加工流程（预加工、半精加工和精加工）
- 较大的加工直径 > 220毫米
- 最高的性能和精度
- 对于大批量、短节拍加工任务的最理想加工工艺

1. 预加工

采用高效粗加工实现深孔加工

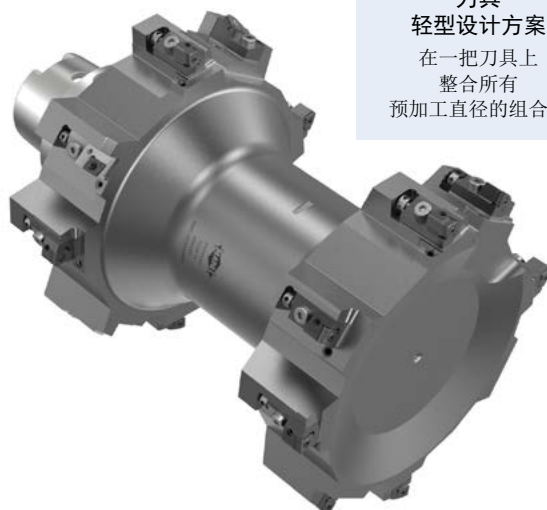


铝制刀体的ISO标准镗刀

- 镶嵌PCD的切削刀片
- ISO短刀夹
- 单台阶或多台阶加工

2. 半精加工

留出加工余量，旨在接近于最终轮廓



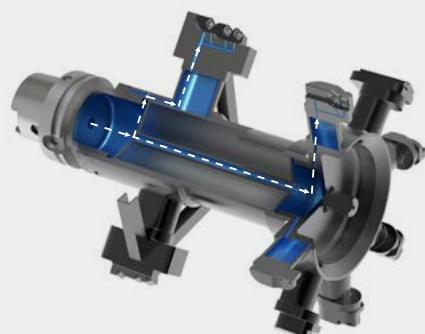
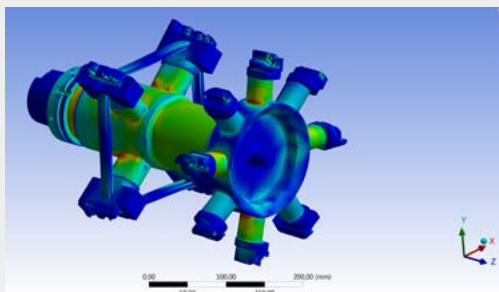
刀具
轻型设计方案
在一把刀具上
整合所有
预加工直径的组合。

精密-扩孔刀具

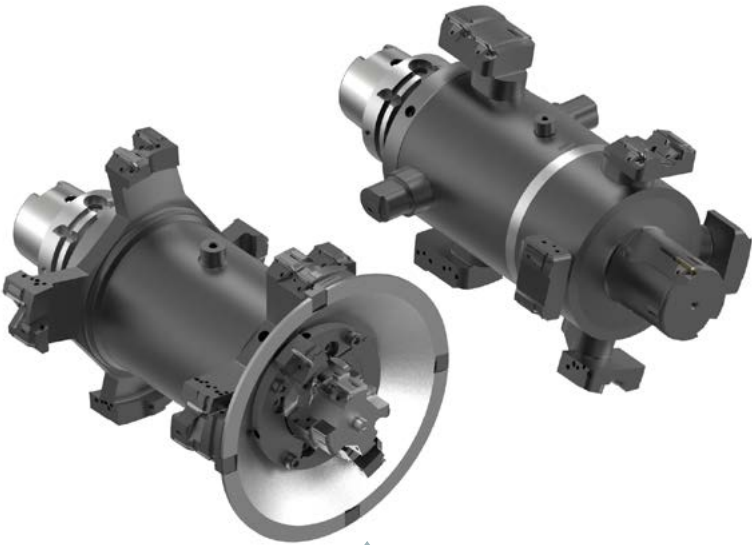
- 镶嵌PCD的切削刀片
- 结构设计为焊接结构或者采用铝材质的基体

针对特定的要求, 个性化设计的 刀具结构

- 切削力组成部分的模拟
- 重量和倾覆力矩计算
- 本系统基于有限元 (FEM) 的固有频率计算
以及在轴向力/扭转载荷下的挠性
- 冷却液分布和体积流量的计算



已进行专利申报



3.1精加工

创新 — 追求最高的精度

由钢材料制造的轻型结构精镗刀, 带有保护罩, 用于轴承孔的混合加工

- 带聚晶金刚石PCD的切削刀片用于铝制外壳体加工
- 金属陶瓷刀片, 用于加工钢质轴承衬套
- 可以精细调节并且具有极高热稳定性
- 导条刀具技术

详细说明:

借助适用于冷却液输送以及开放的排屑空间, 该专用断屑槽可以确保钢质切屑安全地被向前导出。另一方面, 对于铝质切屑来说, 则是通过独家设计的反冲方式, 将切屑向后排出。除此之外, 为了确保没有钢质切屑进入铝材料加工区, 该刀具还配备了上面提及的防护罩 — 以保证钢质切屑只能保持在前端区域。



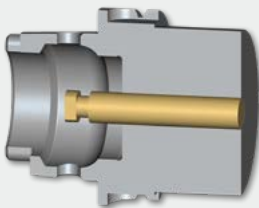
3.2精加工

内轮廓的柔性加工

针对回转U-轴-系统的展开式刀具

- 适用于各种外壳变体的加工
- 用于切削刃磨损补偿

详细说明:

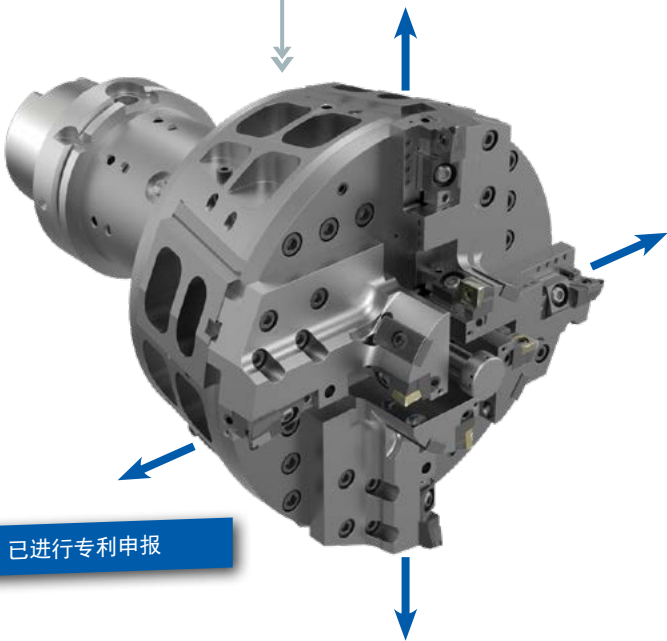


U-轴
(回转式/传动式)

可动滑块通过其加工机床的U-轴(拉杆或旋转杆)移动, 并通过机床控制系统对其进行控制, 以及通过机床的NC-控制系统对其进行调节设

在此, 涉及一个完全集成的NC-轴, 借助该轴可以进行轮廓加工。

已进行专利申报



电驱发动机外壳体的解决方案

采用HSK-A63刀柄的批量解决方案

适用于中等和较小的直径

- 适用于要求使用极轻刀具的地方
- 推荐用于加工直径 < 220 mm的定子孔
- 此刀具适合用于较小功率要求并可迎合加工空间的状态
- 同样也适用对现有机床和设备的改造方案

1. 预加工



螺旋插补铣刀带有 ISO标准可转位刀片

对于不同的直径加工提供高柔性化

- 带涂层的ISO标准可转位切削刀片
由硬质合金或者镶嵌PCD的切削刀片制成
- 减小的切削力
- 标准产品
- HSK刀柄扩展, 适用于不同的加工深度



PCD成型铣刀

孔底面的
轮廓加工

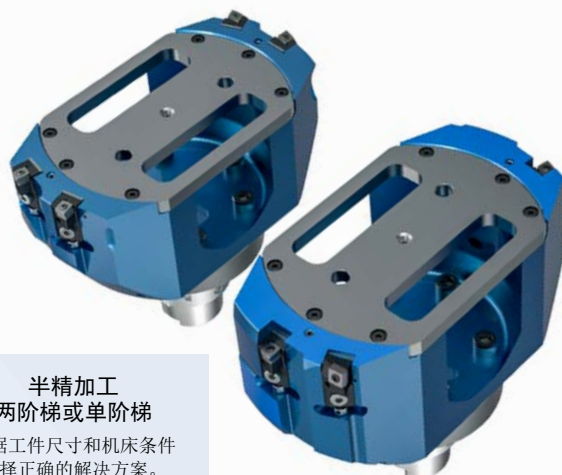
- 焊接切削刃
- 可以实现特殊轮廓加工
- 可选择采用 HSK-加长杆

2. 半精加工



精密-扩孔刀具 单或多阶梯刀具

- ISO短刀夹
- 镶嵌PCD的ISO标准切削刀片
- 由铝材料制成的基体



半精加工 两阶梯或单阶梯

根据工件尺寸和机床条件
选择正确的解决方案。

3. 精加工

采用轻质钢结构的多阶梯精镗刀
对所有有效直径进行精加工

- 镶嵌PCD的切削刀片
- 金属陶瓷刀片，用于加工钢质轴承衬套
- 可以精细调节并且具有极高热稳定性
- 带EA系统的导向板技术



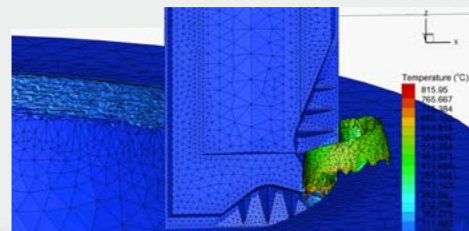
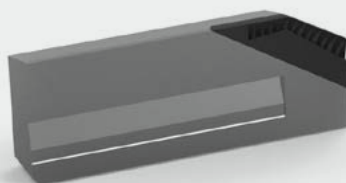
紧凑型精密导条式镗刀
单直径阶梯的精加工

- $\varnothing$ 210 mm
- 镶嵌PCD的切削刀片
- 可精细调节
- 导向条由聚晶金刚石PCD制成
- 刀具形状适宜于刀库的要求



过程安全性通过排屑控制— 导屑台阶用于AISI铝硅合金的精加工

玛帕公司开发了一款全新的断屑槽，以确保在采用PCD刀具对低硅铝含量的铝质零部件进行镗孔和扩孔时，具有明确规划的断屑监控。这一特殊拓扑结构的开发通过3D-模拟技术的支持，用于保障明确定义的断屑过程，从而将切屑变得更短。即使在很低的进给量和较低加工余量的情况下，也可以确保确定可控的断屑状态和切屑形状。因而保证了最高的加工性能和过程可靠性。



电驱发动机外壳体的解决方案

样机制造、预加工批量和小批量

简单、柔性化程度高和极具成本优势的刀具解决方案

- 在现有的机床上实现加工
- 标准刀具或者操作简便的专用刀具
- 折中的解决方案 → 小机床 — 大刀具
- 不以节拍时间为关注点
- 更高的柔性化才是追求的关键
- 通用性高
- 不受轮廓的制约

1. 预加工

对于不同的直径加工提供高柔性化



螺旋线铣刀带有 ISO标准-可回转切削刀片

- 带涂层的ISO标准-可转位切削刀片由硬质合金或者镶嵌PCD的切削刀片制成
- 减小的切削力
- 标准产品
- HSK刀柄扩展, 适用于不同的加工深度

2. 预加工和精加工

采用标准刀具



MODULBORE – 在镗孔和精镗过程中的高柔性化

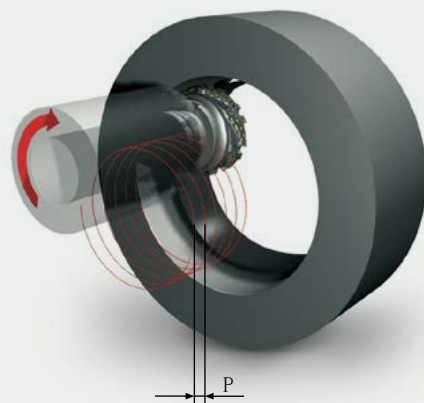
- 用于预加工和精加工系统
- 模块化结构
- 从 $\phi 87$ mm-1000 mm标准供货
- 精镗短刀具夹紧杆, 可以在 μm -范围内调节
- 简易的安装操作

螺旋铣削- 插补铣

螺旋插补铣是镗孔的一种代替方法。在这个方式下, 在轴向进给的同时实现圆周运行。和镗孔相比, 加工路径使得加工时间会比较长。但是, 在此所产生的切削力明显较低, 这意味着: 在具有较小扭矩和较低功率的机床上, 同样可以完成定子孔的加工。使用一把螺旋铣刀, 可以进行不同直径的预加工。

螺距 (P):

螺距 (P) 相当于每转的轴向进给量。为此取决于工件、刀具长度, 材料和机床。



定子孔加工解决方案包

内孔加工的基础级 - 性能级 - 专家级解决方案包

Expert SOLUTION

采用HSK-A100刀柄的批量解决方案
针对大直径加工提供极高生产率

- 分为三个阶段的加工流程（预加工、半-精加工和精加工）
- 较大的加工直径 > 220毫米
- 最高的性能和精度
- 对于大批量、短节拍加工任务的最理想加工工艺



Perfor- mance SOLUTION

加工方案采用 HSK-A63 / HSK-A100 系列, 解决方案可靠稳定, 具有极高的适配性并可满足极宽的要求范围

- 分为三个阶段的加工流程（预加工、半精加工和精加工）
- 适用于极轻刀具
- 紧凑型机床上的大工件
- 中小批量加工的最佳方案



Basic SOLUTION

采用标准刀具的样件解决方案

- 模块化结构
- 精镗短刀具夹紧杆, 可以在 μm -范围内调节
- 简易的安装操作
- 多工序工艺流程
- 大直径变化范围工件的理想选择



电驱发动机外壳体的解决方案

外径加工

针对大直径加工提供极高生产率

电机定子壳体的外部加工是一项艰巨的高要求加工任务。这些壳体对于电机的效率具有至关重要的作用，通常采用管状或罐形设计。在该加工工艺流程中，必须克服一系列的难度挑战。薄壁型铝制壳体上带有用于冷却循环散热的集成加强筋，基于该类别工件在直径精度、形位公差上的要求，对应的加工要求需要达到极高的精度。保证各种不同直径之间的同心度在加工中具有非常重要的意义。

1. 预加工



螺旋线铣刀带有
ISO标准-可回转切削刀片
预加工外径和表面

- 带涂层的ISO标准-可转位切削刀片
由硬质合金或者镶嵌PCD的切削刀片制成
- 减小的切削力
- 标准产品
- HSK刀柄扩展，适用于不同的加工深度



ISO标准-镗刀

预加工外直径

- 套式刀具用于外圆加工
- ISO标准-切削刀片



螺旋线铣刀带有
ISO标准-可回转切削刀片
粗加工密封槽

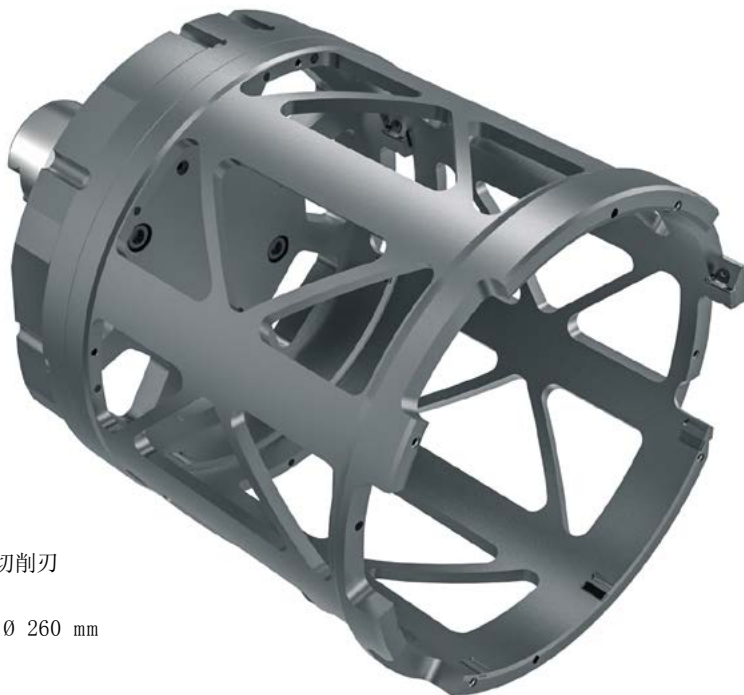
- 有涂层硬质合金 ISO-可转为刀片
- 减振器作为选配
- 密封槽的高效粗加工

2. 精加工



特殊轮廓PCD-铣刀 密封槽的精加工

- PCD-成形切削刃
- 单切槽轮廓的最佳几何形状
- 减振器作为选配
- 一次装夹中完成所有切槽加工



轻型精密镗刀

外径精加工

- 可调节的PCD-切削刃
- 轻量化刀体
- 加工直径最大 $\varnothing 260 \text{ mm}$

加工中心加工杯型定子壳体的 完整工艺流程：

借助创新方案使得工件的内部加工不仅高效而且精密。此外，在针对加工中心的创新性方案中，确保了在同一装夹中进行外侧面的一次性加工，而无需重新装夹。为那些重点加工大型铝制壳体的用户提供了通过现有机械设备直接过渡到电动车部件加工的无限可能。



电驱发动机外壳体的解决方案

轴承孔和定位孔

具有最高的同心度和圆度

对于电驱发动机的功能和作功效率起着至关重要作用的因素不仅包括：转子和定子之间保持恒定的间隙。以及除轴承孔和定子孔的同轴度外，轴承座的圆度和圆柱形状也起着决定性的作用。为了满足对同轴度的高要求，最佳的加工工艺则是一次装夹完成对轴承座的整体加工（回程复位加工）。对于管状或者罐形壳体的结构，至少有一个轴承点处于一个单独的轴承盖中，该轴承盖通过定位孔或者配合表面，在电驱发动机壳体上进行定位。



1. 预加工

轴承孔和定位孔的扩孔



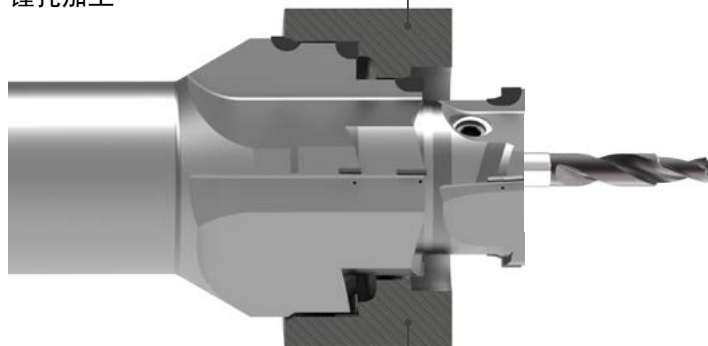
ISO标准-镗刀

- 采用整体硬质合金-阶梯钻头的多级镗刀
- 镶嵌PCD的ISO标准-切削刀片

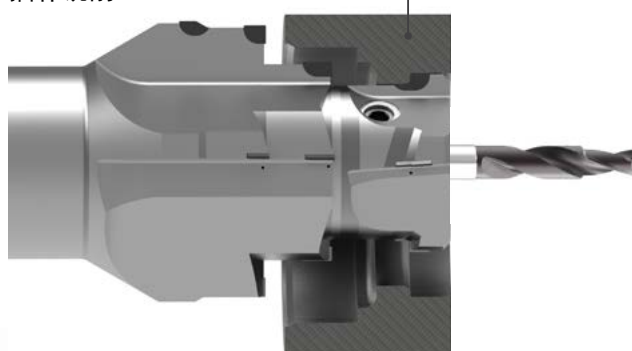
PCD-钻铣刀具

- 采用整体硬质合金-阶梯钻头的多级镗刀
- 镗孔和循环铣削采用同一把刀具完成
- 焊接PCD-切削刀

镗孔加工



插补铣削



2. 精加工

复合的ISO插补铣刀
采用集成的镗孔台阶

- 轴承孔的扩孔
- 端面加工和孔加工

精镗刀
带有WP-系统

- 镶嵌PCD的切削刀片
- 可调节的
- 导条刀具技术
- 集成式的反镗加工

精密-扩孔刀具

- 带焊接阶梯钻头的多级组合刀具
- 轴承孔和定位孔的精加工
- 焊接PCD-切削刃

精镗刀
带有WP-系统

- 镶嵌PCD的切削刀片
- 可调节的
- 导向板
- 集成式的回程复位加工

密封和接触表面

端面铣刀带PCD-铣削镶嵌刀片

- 生成明确定义的表面轮廓 — 用于密封和接触表面(例如: 网纹结构)
- 表面质量 $R_z < 1$

整体式面铣刀
带有PCD-铣削镶嵌刀片

- 足够长的悬臂, 可以实现难以到达区域的加工工作

轴承孔的外部加工

带EA系统的外铰刀

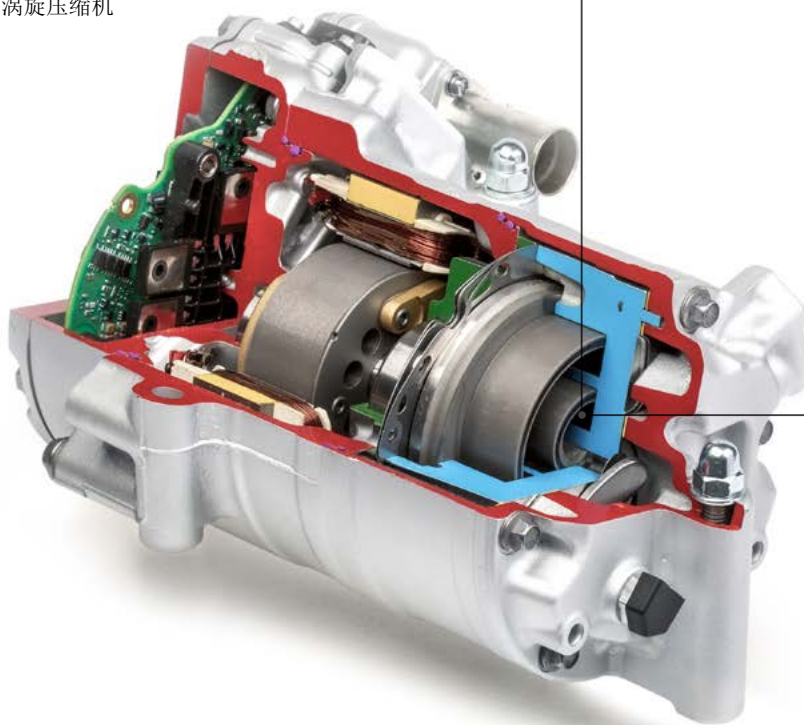
- 轴承孔的外部加工

电动 辅助机组

作为汽车工业日益电动化发展的结果，在内燃机驱动装置中的许多任务，也越来越多地在电驱动结构部件中得到了沿袭。通过辅助机组的电驱动化，可以按照实际需求以及根据负载情况接通使用这些组件，从而为能源消耗的降低做出贡献。这些辅助机组的突出特点是具有高度的可靠性、低噪音排放以及卓越的能源效率。

其中一个典型的例子就是涡旋压缩机，它是在热管理中，作为电动制冷剂压缩机应用的。

作为示例，展示了用于一个电动车辆的涡旋压缩机3个铝零件的具体加工案例。



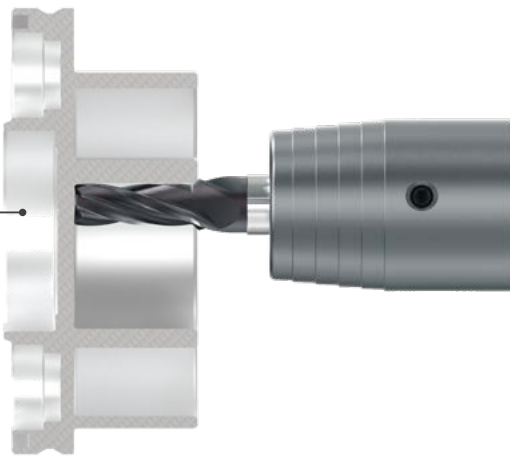
特性

- 轨道和固定涡旋的核心部件
- 几何尺寸和承接件的精度至关重要
- 螺旋线相互之间精确定位

切削加工要求

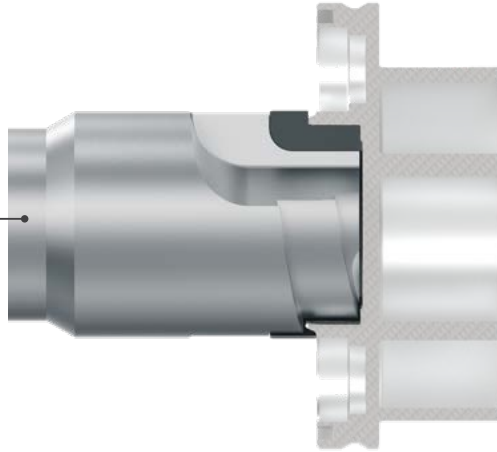
- 涡旋形状精度高 ($\leq 20 \mu\text{m}$)
- 侧面对底面的垂直度高 ($\leq 20 \mu\text{m}$)
- 平行度和平面度 $\leq 10 \mu\text{m}$
- 表面粗糙度 (R_z) 处于一位数-范围内
- 机床与刀具之间完美配合





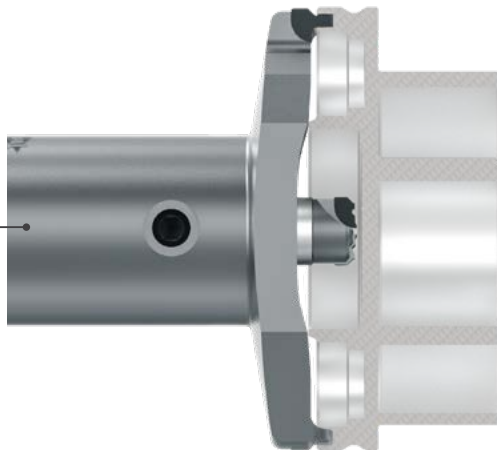
1 高精度的螺旋形状

- 采用整体硬质合金-铣刀进行预加工和精加工
- 极其锋利的切削刃确保了高的尺寸精度



2 精确的轴承孔

- 应用三刃PCD-铣刀，通过循环铣削进行预加工
- 使用双刃-PCD镗刀进行精加工并且应用两个台阶和切口分割，以减小切削力



3 用于密封元件的密封槽

- 这类凹槽的粗加工和精加工都通过采用两刃PCD-镗孔刀完成。
- 此外，组合刀具还可以实现连接孔的加工
- 错齿设计有助于减小切削力并且确保形成最佳的切屑形状



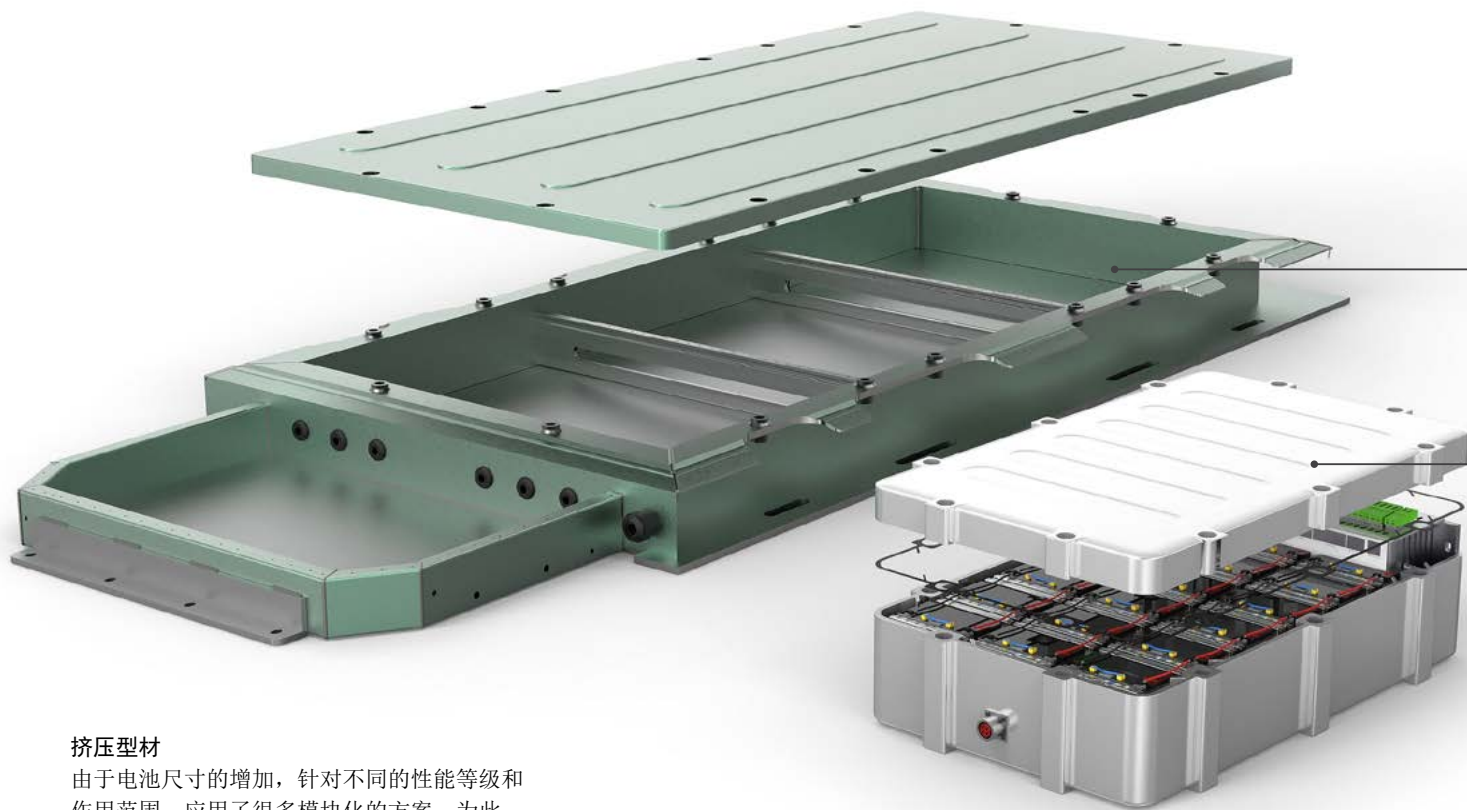
玛帕公司提供一站式加工涡旋压缩机的全部工艺流程。

电池外壳

通常，我们在车辆内部使用了多种多样的保护壳体部件，用于对各种电子结构组件进行保护（例如：电池系统或电源电子设备），使其免受外部环境的影响，并且可以使得各被保护的组件牢牢地紧固在内部，以确保在车辆运行期间各种组件能够安全无故障的运行。对于外壳品质的要求，取决于电气控制系统和驱动方案。当前对其制造投入应用了很多不同的材料和制造工艺。

特性

- 不稳定、薄壁的结构组件（易受振动影响）
- 整体是浇注槽体或者由空心型材制成的框架结构
- 有些采用低硅含量的铝制成
- 大平面（2 x 3 m）
- 主要采用钻铣加工和螺纹加工
- 电缆密封套管和冷却连接接口的精度和表面要求



挤压型材

由于电池尺寸的增加，针对不同的性能等级和作用范围，应用了很多模块化的方案。为此，铝质挤压型材焊接成为一个壳体。

切削加工要求

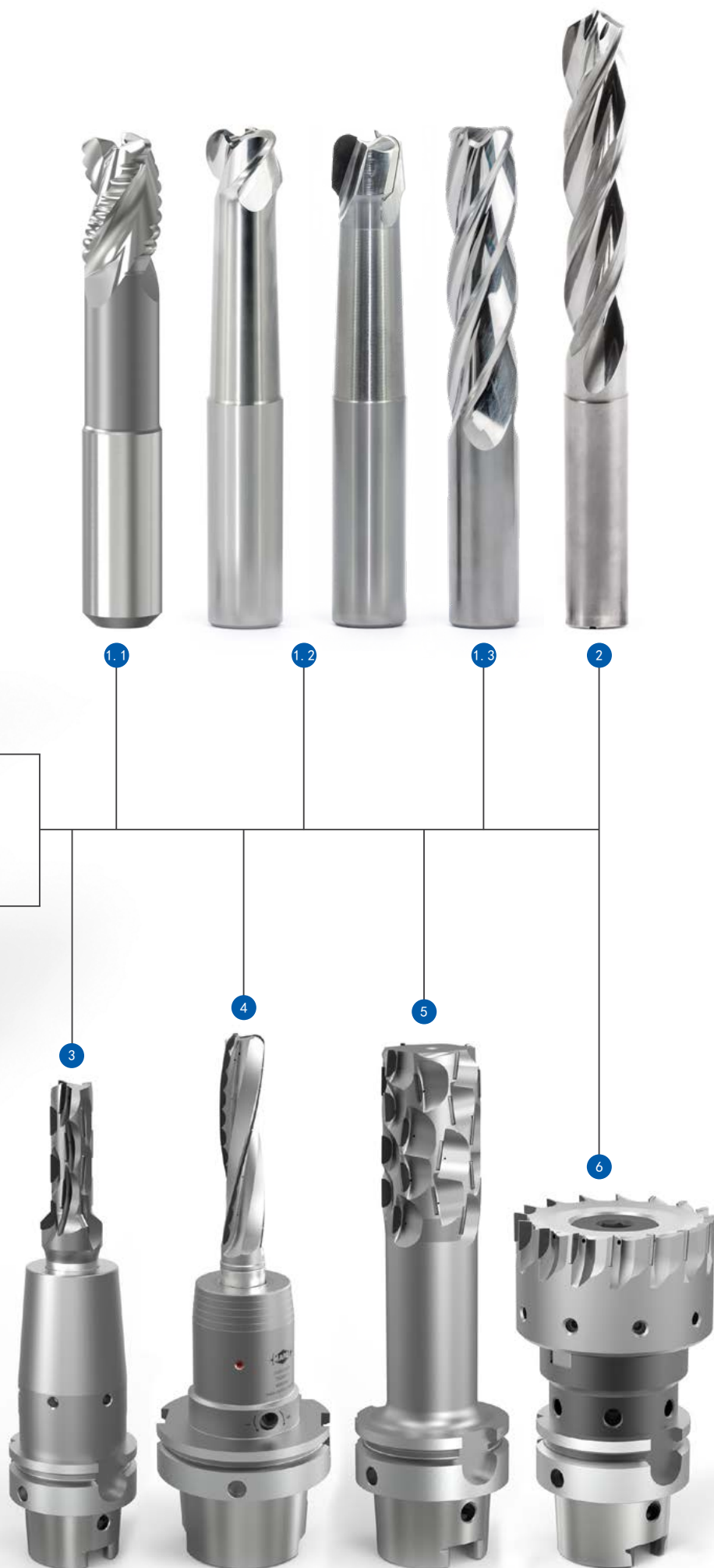
- 具有多层薄材料
- 钻孔：振动和毛刺形成。
刀具上的环圈形成
→ 插补铣削 / 插铣钻孔，防止毛刺以及环圈的形成
- 铣削薄的材料很容易造成振动
→ 通过优化的刀刃几何形状，减少了振动

压铸外壳体

为了安置电源电子设备或者用于混合动力车辆的、较小的电池系统，通常会采用由铝材制成的压铸外壳体。复杂的外壳结构通常是由于内置有集成的冷却通道。

切削加工要求

- 密封面的铣削（在某些情况下有特殊的表面要求）
- 芯孔的钻孔（> 50个孔每组件）
- 在足够长的旋臂状态下，用于铣削电子产品和电池的安装表面



1 标准供货目录 — 用于加工结构部件

- 锋利大前角刃口形状
- 减小的切削力
- 抗震设计刃口

1.1 OPTIMILL-ALU-WAVE

- 采用大切削刃进行无振动大切深粗加工

1.2 OPTIMILL-SPM

- 理想的刀具 — 用于加工穿孔和型腔等
- 由整体硬质合金制成，或者带有焊接的PCD-刀刃

1.3 OPTIMILL-SPM-FINISH

- 通过一次装夹一次完成极大切深精加工
- 在大接触量时，仍可保持强劲的性能

2 TRITAN-DRILL-ALU型号刀具

- 芯孔的加工
- 通过三个切削刃实现最高的进给量
- 通过自动定心的十字刀刃，可实现最高的定位精度

3 多晶金刚石-铣刀, 带有交替排列的刀刃

- 在整个加工深度上仅需较低的切削力

4 螺旋式多晶金刚石-铣刀

- 薄壁结构的精加工

5 多晶金刚石-螺旋线铣刀

- 采用较大的切削深度进行切边处理

6 多晶金刚石-端面铣刀

- 切削深度高达10 mm的端面铣削
- 生成已明确定义的表面轮廓 — 用于密封表面和接触表面

电池外壳体的解决方案

电池外壳的完整加工

加工复杂的薄壁外壳，要求无振动加工

- 钻孔循环时间更短
- 铣削过程的切屑控制得到极大优化
- 采用一把刀具加工不同直径
- 铣削阶梯孔
- 减小振动
- 平面铣削

凹槽和表面粗加工

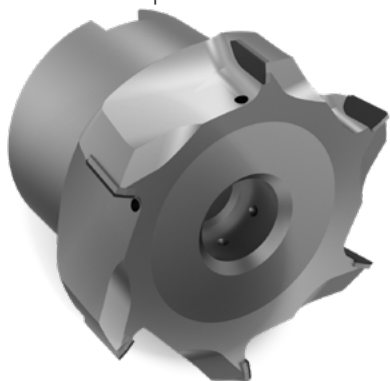
- OptiMill-SPM-Finish 精加工铣刀
- 可实现最佳的表面质量和优化振动控制的精加工

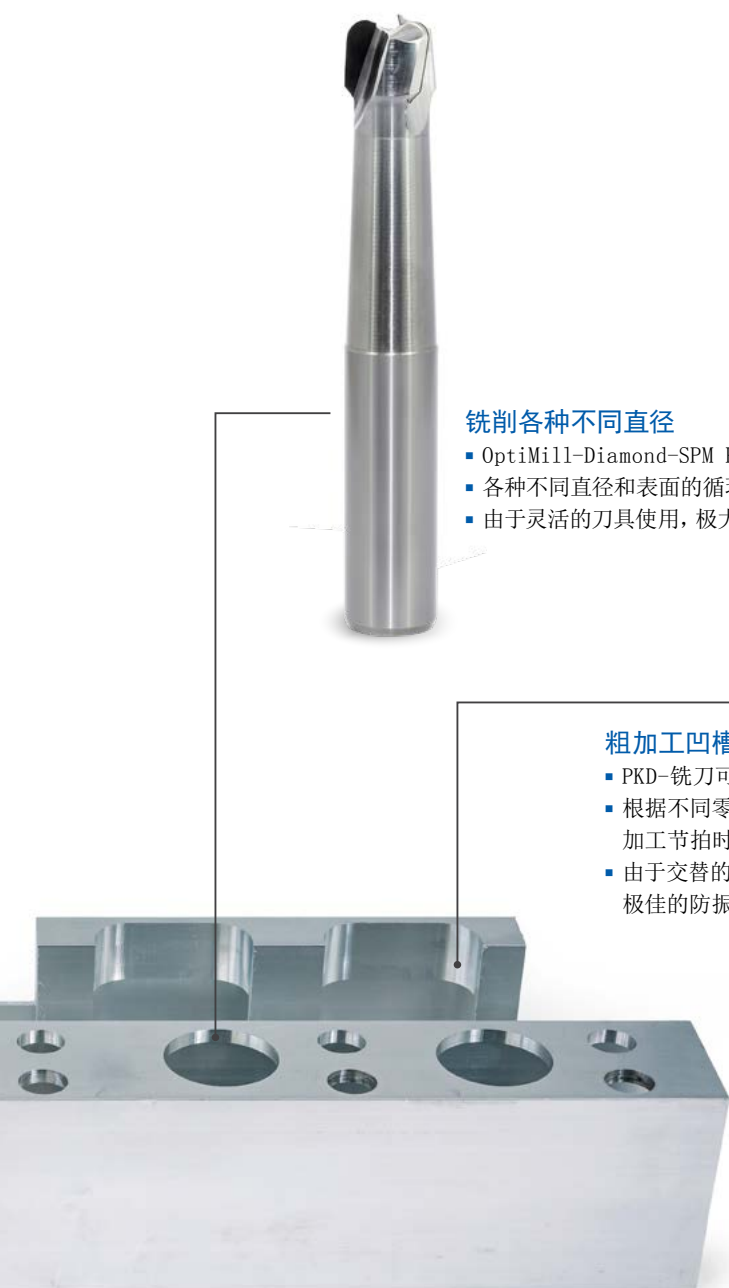
钻孔循环时间极短

- MEGA-Drill-Alu全硬质合金钻头
- 聚焦切屑的形成
- 大量相同直径高效的钻削工艺

平面的粗加工和精加工

- FaceMill-Diamond-ES PKD-平面铣刀
- 采用一把刀具加工具有不同加工余量的平面
- 可以进行粗加工和精加工工艺流程





铣削各种不同直径

- OptiMill-Diamond-SPM PKD-铣刀
- 各种不同直径和表面的循环铣削加工
- 由于灵活的刀具使用, 极大减少了换刀次数

粗加工凹槽和表面

- PKD-铣刀可灵活加工各种不同特性轮廓
- 根据不同零件的直径, 可实现更有效的加工节拍时间
- 由于交替的PKD-刀片布局位置, 获得极佳的防振控制



多阶梯孔的铣削

- 不同直径圆铣削工艺
- 具有多种加工性能的PCD 圆铣刀
- 由一侧加工不同的阶梯孔

铣削替代钻削

事实证明, 采用铣削替代传统的钻削工艺在工件加工中具有开创性的意义, 特别是在电动车加工领域尤其突显其优势。该加工策略不仅提高了工艺的稳定性, 而且极大缩短了加工时间。借助于特制的铣刀, 在加工中可以灵活匹配各种不同孔径和材料, 例如: 大跨度铝质材料。

经过成功的测试(如 MAPAL 所证明), 这种方法突破性地打破了旧的惯例, 在缩短加工时间和改善质量方面展示出了极大的潜力。特别是在加工电动车零部件方面, 例如: 电池壳体和焊接结构的加工时, 铣削工艺替代钻削的加工方式不断显示出其强大的优势。

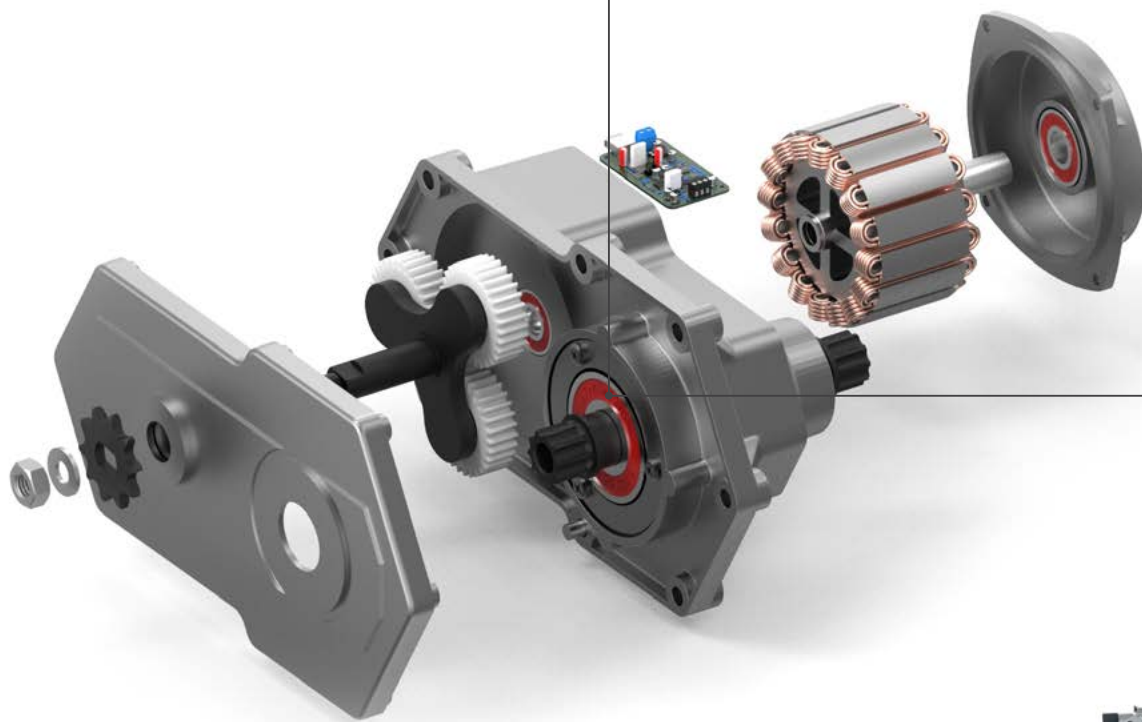


小型的电动机外壳体

在此以电动-自行车的驱动装置为例

电动方式出行早已进入我们的日常生活。电驱动首先通过电动自行车进入大众的视野。在电动自行车的生产中，如何制造其电动发动机壳体是其中一个很大的挑战 - 该壳体必须小巧轻便，同时还要保证具有高精度尺寸。

在过去的十年里，玛帕公司在由铝和镁制成的小型电机壳体加工方面积累了全面丰富的经验，例如：用于电动锯、轻便摩托车或割草机等多产品领域。当然由于电动化技术发展更加深入的应用，在精度方面的要求也在不断提高。



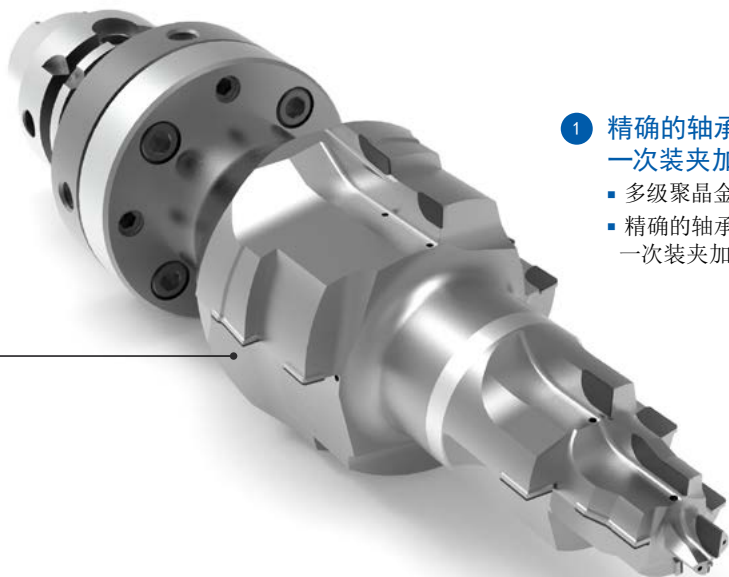
特性

- 两组件式或者三组件式（外壳体和盖子）
- 由铝材或者镁材质做成的压铸外壳
- 不稳定、薄壁的结构组件（易受振动影响）
- 多级轮廓序列
- 非常高的几何和尺寸要求（形状、运行和位置公差等）

切削加工要求

- 圆度 $< 0.01 \text{ mm}$
- 直径公差 IT7
- 平均粗糙度 $R_z < 10 \text{ }\mu\text{m}$



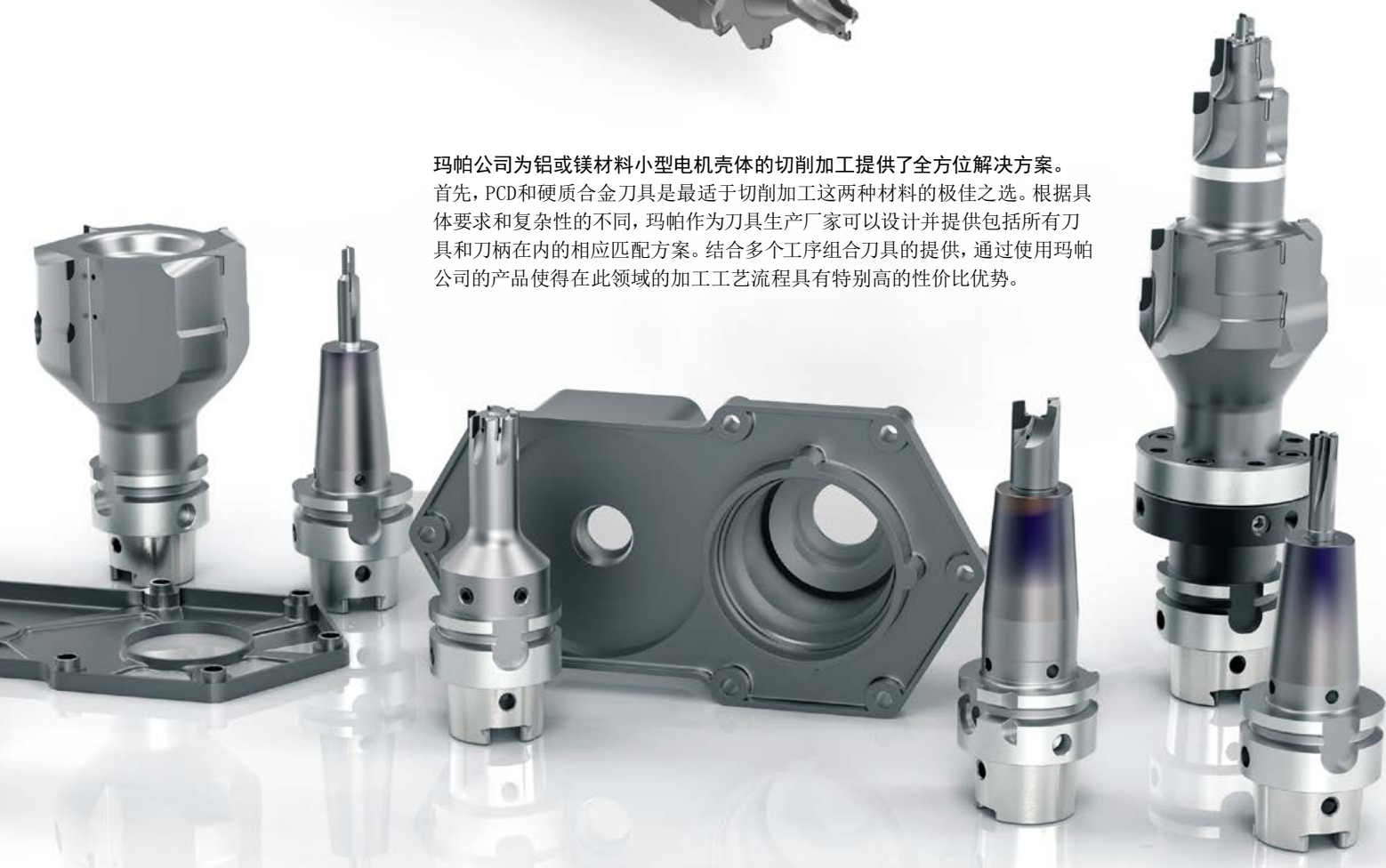


- ① 精确的轴承孔和定位孔，一次装夹加工即可完成
- 多级聚晶金刚石-组合刀具
 - 精确的轴承孔和定位孔，一次装夹加工即可完成



- ② 一把刀具将钻削和铣削过程合二为一
- 多级聚晶金刚石-钻铣刀具
 - 用于轴承孔和定位孔的钻孔台阶
 - 铣削台阶 — 用于加工密封槽

玛帕公司为铝或镁材料小型电机壳体的切削加工提供了全方位解决方案。首先，PCD和硬质合金刀具是最适于切削加工这两种材料的极佳之选。根据具体要求和复杂性的不同，玛帕作为刀具生产厂家可以设计并提供包括所有刀具和刀柄在内的相应匹配方案。结合多个工序组合刀具的提供，通过使用玛帕公司的产品使得在此领域的加工工艺流程具有特别高的性价比优势。

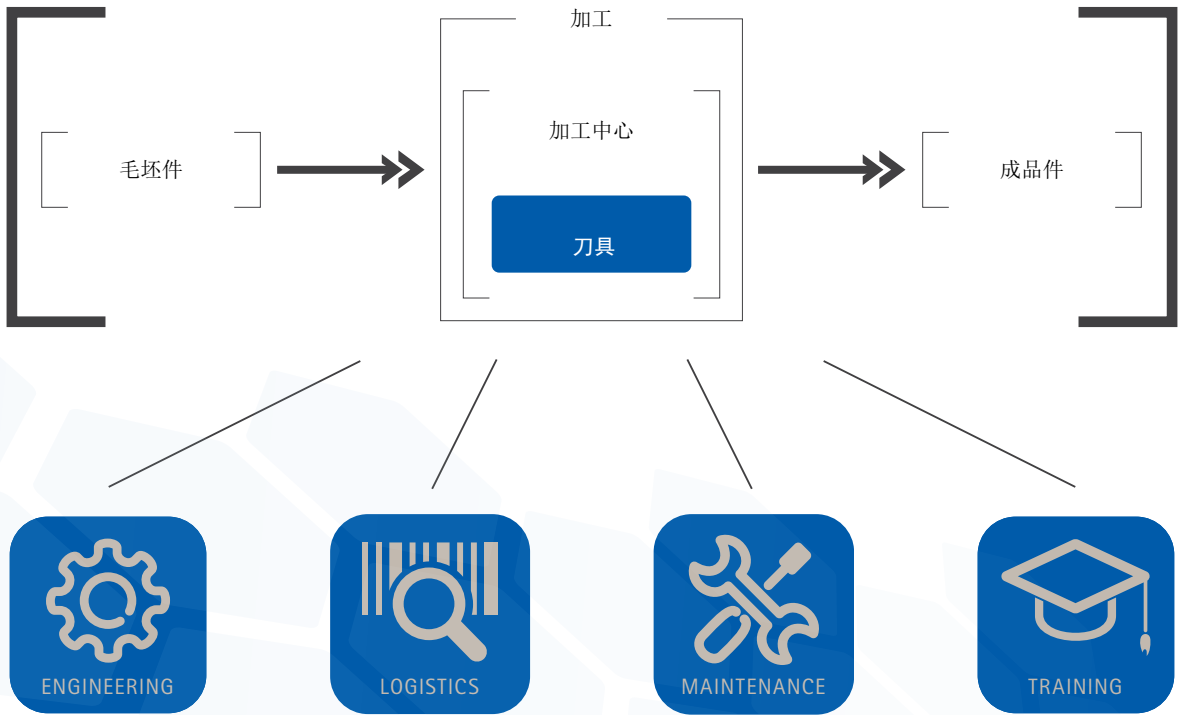


个性化， 以需求为导向的服务

MAPAL公司以立足于研发制造专用刀具为立身之本。因此，始终把重点放在对加工任务和工艺流程的整体咨询和服务支持上。

通过涵盖范围广泛的服务组合，MAPAL公司在生产的各个阶段和各个范围中为用户提供全方位的支持。而无论用户是否建立了新的生产设施、是否优化了工艺流程、是否引入了新的技术、是否已经为机床加装了新的组件、是否优化了刀具库存，亦或者其员工的专业知识是否已经得到了扩展，玛帕集团总是他们最强有力的后盾。





通过工程设计服务模块，玛帕公司可以确保为客户提供快速、精确和安全的加工。同时在物流和维护领域的深耕，为用户挖掘了更多的成本节省潜力。在培训方面玛帕集团基于自己的经验积淀，致力于向客户提供透明、完整的专业知识传输 — 极大帮助了客户在竞争环境中占据决定性的领先优势。

在MAPAL公司的所有服务项目中，始终把工作的重点置于面向工业4.0发展，提供最佳的工艺流程和全方位的支持。始终抱定一个目标：致力于为保障客户生产的平稳、高效和经济性的加工做出自己的贡献。

优势

- 成套的工件加工解决方案，其中包括：刀具、工装夹具、NC-程序和调试
- 一站式完成整个工艺流程的设计和执行
- 在全球范围内提供快速、灵活的现场支持
- 高效且切削成本优化的刀具工艺
- 刀具、工件、工装夹具和机床最佳的协调配置
- 从始至终的目标就是要实现最高的产品质量、稳定的过程可靠性并达到最好的经济效益
- 确保最高的安全性前提下，规划和实施得以更加快速开展



现在请开始探索将推动您快速发展的刀具和维修解决方案：

铰孔 | 精镗

实心钻孔 | 镗孔 | 铤孔

铣削

车削

夹紧

展开式刀具

调整 | 测量 | 刀具出入库管理

客户服务

FOLLOW US

