

KISTLER

measure. analyze. innovate.

分析和优化
切削工艺

研发中的切削力测量

机械加工中的高精度测量系统



精益求精、创造未来

奇石乐提供包括传感器、电子器件、系统和服务在内的测量解决方案。在减少排放、质量控制、机动性和车辆安全的交叉领域，着眼未来，精益求精，为工业4.0创造有利条件，与客户一起并为客户提供创新和发展的机会。



奇石乐代表了汽车监测、车辆安全和车辆动力学方面的进步，为未来节能汽车的发展提供了宝贵的资料。



奇石乐测量技术为运动诊断、交通数据采集、切削力分析和其它需要绝对测量精度的应用提供保障。



奇石乐系统支持网络化、数字化生产的各个环节，确保新一代智能工厂的生产效率和利润率实现最大化。

目录

切削力测量的基本原理	4
测力计概述	6
力和力矩测量	8
固定式测力计	8
旋转式测力计	10
切削力测量	12
铣削	12
钻削	14
车削	16
磨削	18
微细加工	19
应用示例	20
产品	23
固定式测力计	23
旋转式测力计	34
放大、采集和评估	38
LabAmp系列	40
测量链	42
固定式测力计	42
旋转式测力计	42
电荷放大器	44
内置电荷放大器的数采系统	45
数据采集系统	46
软件	46
高绝缘阻抗连接电缆	48
配件	49
用于频率分析的附加传感器	49
奇石乐的服务：全套定制解决方案	50
我们的服务遍及全球	51



使用9255C型测力计用于高合金钢铣削测量

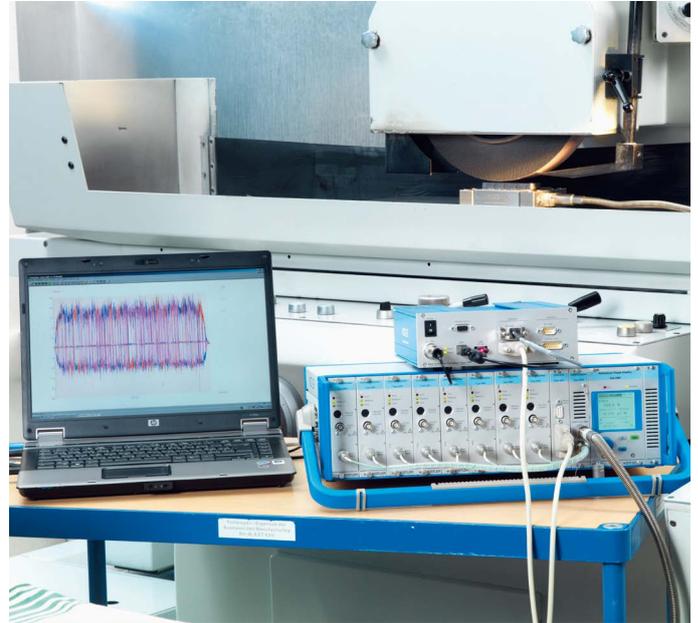
切削力测量的基本原理

目前，金属切削仍然是最重要的加工过程，为所有工艺产品提供依据。数十年来，人们对切削工艺及其产品质量的要求越来越高，导致切削工艺发生了巨大的变化。

无论量产的规模有多大，成品必须质优价廉。要达到这个要求，必须对切削工艺有更层次的研究。主要衡量指标包括切削力和切削力矩：没有它们，就无法对加工工艺的质量作任何评价。对于在切削加工下产生的高动态力，只有专业技能的传感器系统才能测量和分析，确保机械在极端环境下正常运转。

测量切削过程的高动态力

奇石乐的压电式传感器可以测量高动态力，而且信号质量非常优异，能够分析真实切削过程，从而为生产过程的可靠性、生产性和可重复性提供依据。



刀具和材料的研发与评估

- 在实际加工条件下优化刀具和夹具
- 冷却液的评估
- 确定材料的可加工性
- 仿真模型的验证
- 突出独有的产品特性

过程分析和优化

- 分析切削工艺和目标误差/故障诊断
- 比较和制定加工策略
- 识别不利的切削情况
- 识别未用潜力：刀具寿命和生产率
- 识别不同材料批次的影响

过程

- 车削、铣削、钻削、锯切、螺杆攻丝、拉削、滚铣等
- 磨削、珩磨、抛光等

奇石乐力测量技术的优点

- 高刚度和固有频率有助于分辨各个刀刃啮合的情况
- 三个方向的力和扭矩的测量
- 测量范围从微细加工到重型切削
- 坚固耐用，防止冷却液渗入（IP67防护等级）
- 结构紧凑，易于集成和处理
- 使用寿命理论无限



测力计概述



固定式测力计

固定式测力计通常安装在机床工作台和工件之间，工件固定在测力计上，可以测量铣削、钻削等加工过程中的反作用力。固定式测力计还可用于车削，车削时，选择适当的机床适配器直接将测力计安装在转塔上，然后用适宜的刀具适配器将车刀固定到测力计上。不同的测力计结构不同，有的用一个或多个多分量力传感器测量所产生的力，测力计通过插头以电荷的形式输出信号。



旋转式测力计

旋转式测力计（RCD）直接通过主轴适配器安装在机床主轴上。借助刀架将刀具适配器安装在RCD上。RCD主要用于铣削、钻削等加工。RCD在许多方面不同于固定式测力计。比如，RCD上只安装一个多分量力传感器就可直接测量刀具受到的力矩。转子内不仅有传感器，还有电荷放大器和遥感电子器件。通过采用近场遥感技术将实测数据传输到测量链的定子部分，然后转换成模拟电压信号输出。

	型号	可测分量	温度抑制功能	车削	铣削	钻削/螺纹攻丝	磨削	微细加工	重型切削	应用	页码
旋转式	 9170A	F_x, F_y, F_z, M_z	否							旋转测力系统用于刀具最大转速20,000rpm、微小或者中等切削力的测量	34
	 9171A	F_x, F_y, F_z, M_z	否							适用于刀具最大转速12,000 rpm、重型力测量的旋转测力系统，提供各种主轴适配器，可灵活搭配。	36
固定式	 9109AA	F_x, F_y, F_z	是							适用于小于1N、最高500N、转速160,000 rpm的微细加工的专业解决方案	23
	 9119AA1	F_x, F_y, F_z	是							适用于小于1N、最高4 000 N、转速达60,000 rpm的精密加工的台面安装系统	24
	 9119AA2	F_x, F_y, F_z	是							精密加工专业解决方案，适用于台面安装，或作为安装在车削转台上的模块系统	24
	 9129AA	F_x, F_y, F_z	是							适用于台面安装，或作为安装在车削转台上的模块系统，十分畅销，应用广泛	26
	 9139AA	F_x, F_y, F_z	是							适用于较大的力（最高30 000 N）的测量的紧凑型解决方案	28
	 9257B	F_x, F_y, F_z	否							适用于台面安装和最高10 000N的经典机型	29
	 9255C	F_x, F_y, F_z	否							非常强大的平台，适用于中到重型力的测量（最高60 000N）	30
	 9253B	F_x, F_y, F_z	否							适用于大型工件切削力测量的解决方案	31
	 9272	F_x, F_y, F_z, M_z	否							适用于钻削试验的专业决方案，直接在平台中心测量转矩	32
	 9366CC	F_x, F_y, F_z	否							适用于预紧、已校准的力传感器，用于定制平台的解决方案	33

 适用  适用性有限

固定式测力计： 力和力矩的测量

应用

所有固定式三分量测力计都有一个共同的优点：既可作为三分量测力计使用，也可作为六分量测力计使用。测力计内部有4个三分量力传感器，根据情况切换功能。 F_x 、 F_y 和 F_z 是直接测量的，而力矩 M_x 、 M_y 和 M_z 是借助各个分力和传感器间距计算得出的。借助合适的适配器可以将测力计安装在铣削台上和车床转塔上。

固定式测力计的结构

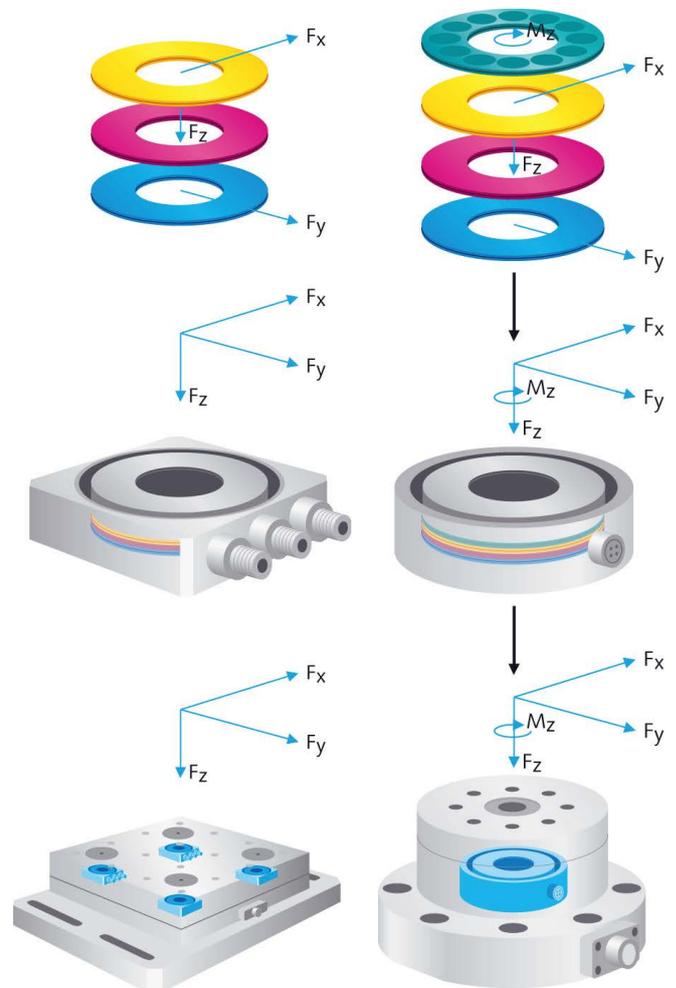
这种测力计由多分量力传感器组成，传感器通过高预载安装在两个底板和顶板之间结构。测力计预紧后可实现摩擦力的传递。采用与地绝缘的方式安装力传感器，在很大程度上消除了地面环路影响。测力计满足IP67的防护要求。防锈、防溅水和冷却液渗透。盖板上各种安装孔和螺纹孔，为选择各种夹紧安装方式提供了可能。

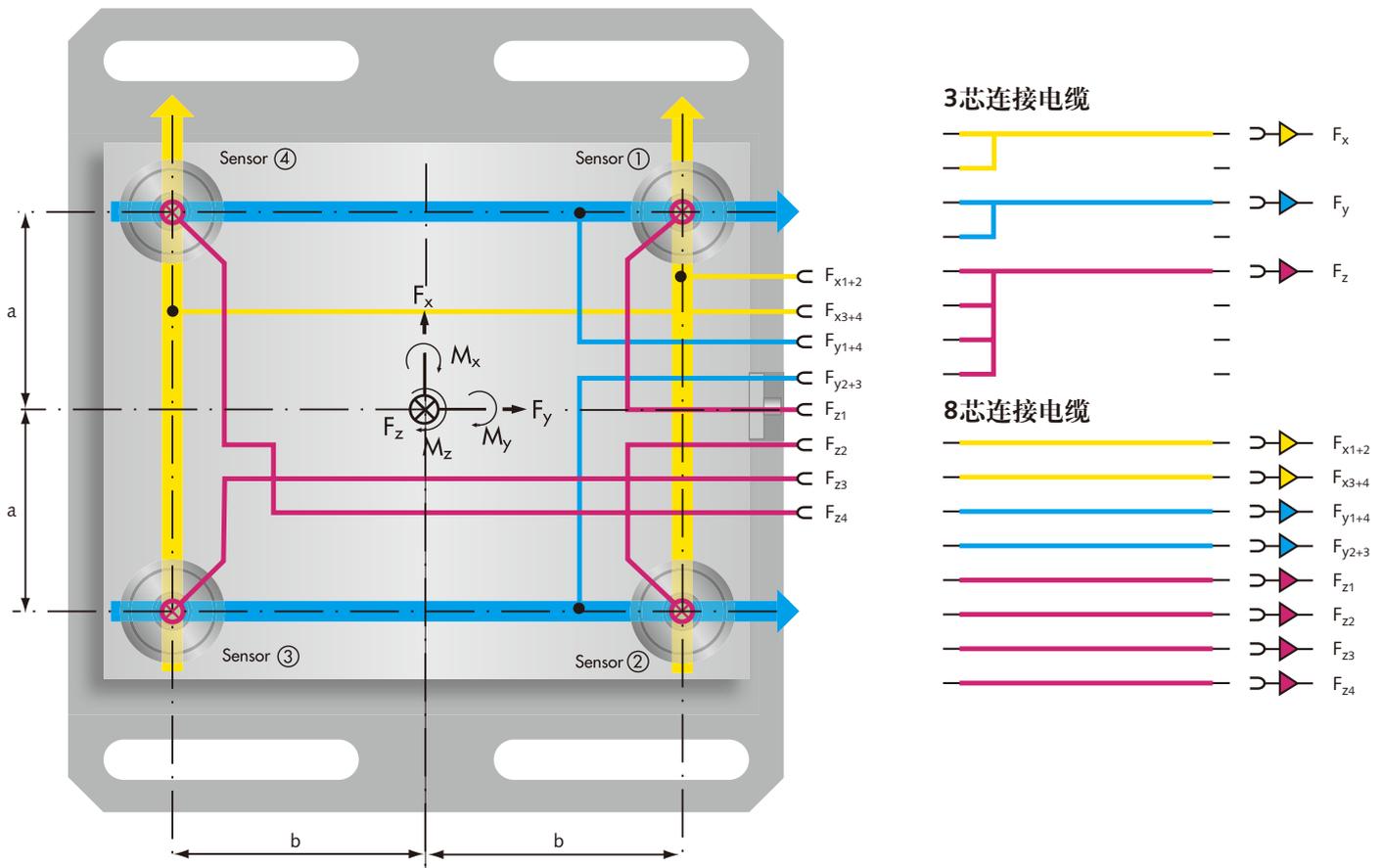
固定式测力计的测量链

固定式测力计的测量链由一台测力计和一台电荷放大器搭配一台记录信号的数据采集器组成，或者和由一台新型LabAmp实验室型电荷放大器(电荷放大器和数据采集器集成一起的设备)组成。

固定式测力计的优点

- 固定式测力计有很宽的使用范围。对于铣削、钻削、车削或其它类型的加工来说，几乎没有限制。
- 得益于压电技术和稳固的结构，大型测力计也可以用来测量微小的力。
- 如果使用正常，奇石乐的测力计具有非常长的使用寿命。





三分量力测量

在三分量力测量中，来自测力计的八个输出信号汇总到三芯连接电缆中(如图所示)。需要三通道电荷放大器将电荷信号转换为成比例电压信号输出。

六分量力和力矩测量

在六分量力和力矩的测量中，八个输出信号通过八芯连接电缆直接接入八通道电荷放大器中。八通道电荷放大器将电荷信号转换为成比例电压信号输出，并根据电荷放大器的规格计算力矩 M_x 、 M_y 和 M_z 。

计算三个力 F_x 、 F_y 、 F_z 和三个力矩 M_x 、 M_y 、 M_z

$$\begin{aligned}
 F_x &= F_{x1+2} + F_{x3+4} \\
 F_y &= F_{y1+4} + F_{y2+3} \\
 F_z &= F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} + F_{z4} \\
 M_x &= b (F_{z1} + F_{z2} - F_{z3} - F_{z4}) \\
 M_y &= a (-F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} - F_{z4}) \\
 M_z &= b (-F_{x1+2} + F_{x3+4}) + a (F_{y1+4} - F_{y2+3})
 \end{aligned}$$

计算力和力矩

奇石乐的DynoWare软件计算三个方向力(F_x 、 F_y 和 F_z)和三个方向力矩(M_x 、 M_y 和 M_z)。电荷放大器中的六分量加法器也可以用同样的方法进行计算。计算力矩时，必须将测力计内部传感器之间的间距计算在内。

旋转式测力计： 力和力矩测量

应用

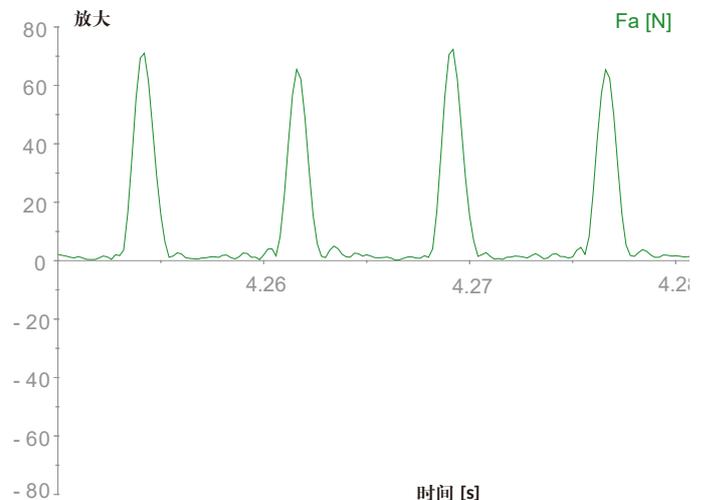
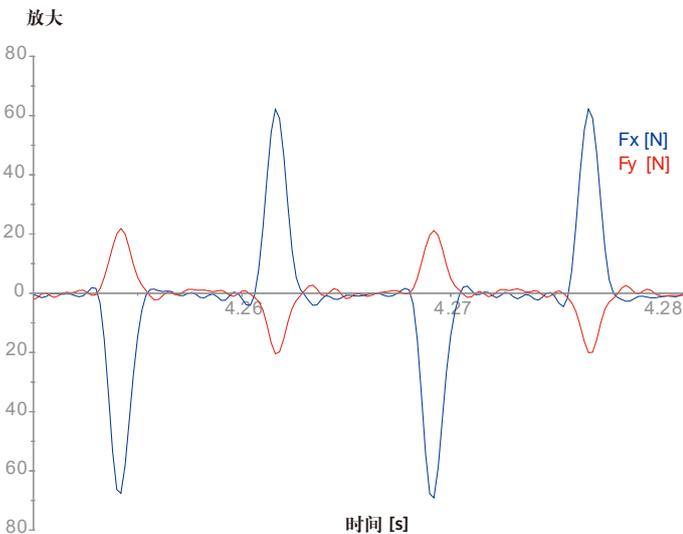
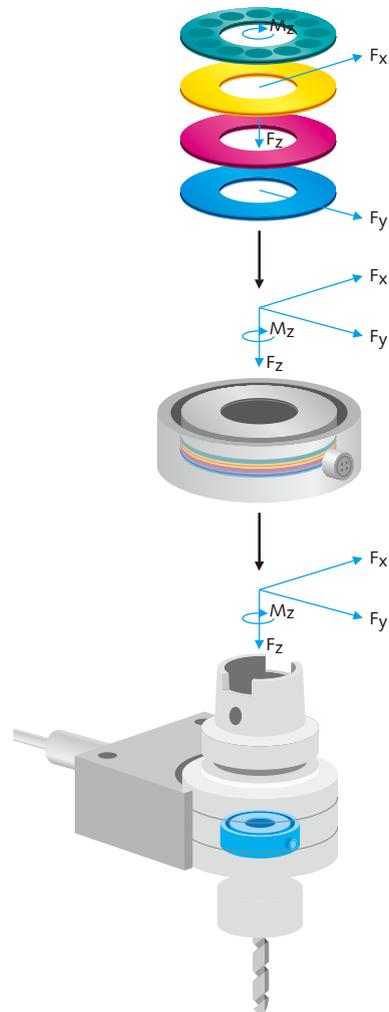
旋转式测力计可以测量加工过程中三个正交方向力 F_x 、 F_y 和 F_z ，以及力矩 M_z ，尤其是铣削和钻削。四分量力传感器安装在主轴和刀具之间。测得刀尖附近的力和力矩，从而作用在刀尖的力可以直接被确定。

旋转式测力计 (RCD) 的结构

在安装状态下，测量系统的转子(带有力传感器)与机床主轴相连，因此和主轴一起旋转。这意味着RCD的坐标系也围绕垂直Z轴旋转。数字化测量信号传输到定子、电荷放大器的量程切换和供电均为非接触式。定子安装在离转子几毫米远的机床上。订购RCD时可以配备各种主轴适配器，这样就可以在许多不同类型的机床上使用。

RCD测量链

旋转式测力计的测量链由一个旋转传感器（转子）、一个用于供电和数据传输的定子、一个用于信号输出的信号调理仪和一个用于信号采集的数据采集器组成。



精密加工过程中，用双刃铣刀铣削产生的力信号：左：旋转式测力计的x、y方向的力；右：x-y平面上的合力

旋转式测力计的优点

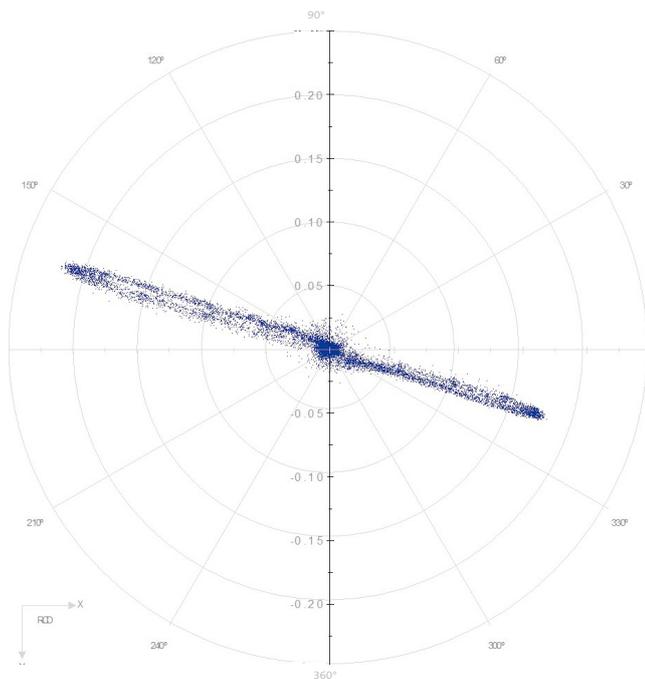
- 切削时的扭矩可以直接测量。这样就可以准确地评估刀具状况(例如, 刀具磨损情况)
- 旋转测力计中的转子随刀具旋转, 因此机械载荷可以直接在刀具坐标系中量化
- 由于测量过程与工件的质量、尺寸和形状无关, 因此即便是复杂且成本高的零件, 也可以在切削过程中测量力和力矩



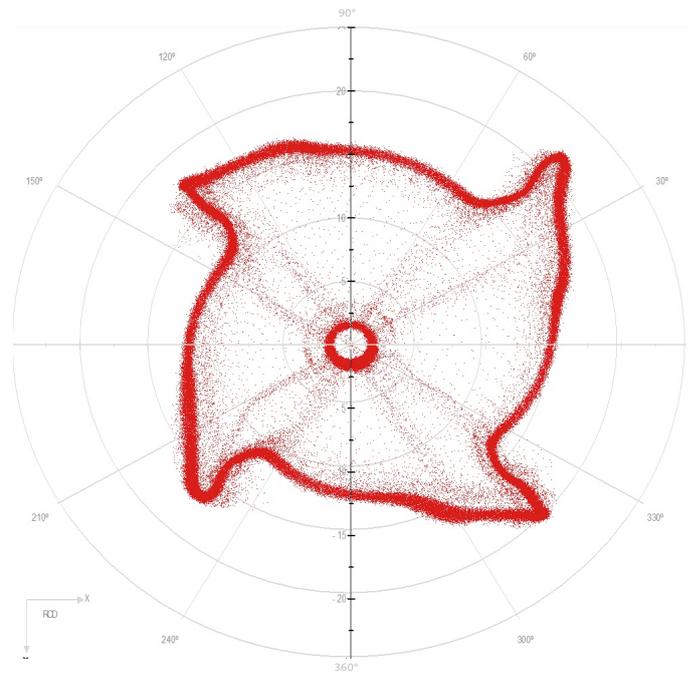
旋转式测力计用于叶轮加工中

RCD坐标系

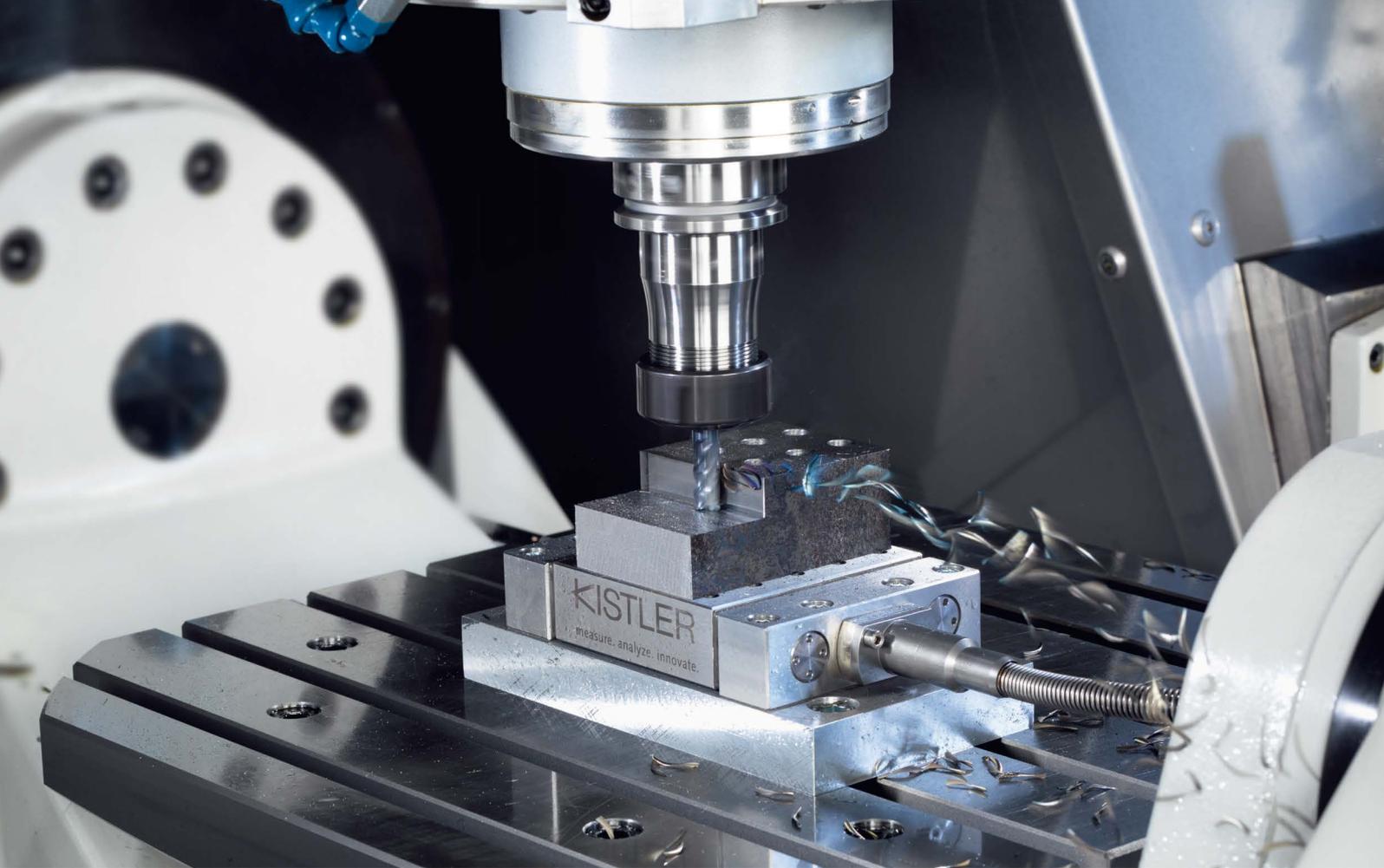
RCD的坐标系统与刀具一起旋转。这可以直接确定与边缘相关的切向力和法向力(F_c 和 F_{cN}), 例如在表面铣削过程中(见下方)。切削力也可以用极坐标图表示。



在精加工中双刃铣刀铣削坐标图



四刃铣刀铣削坐标图, 半剖面图

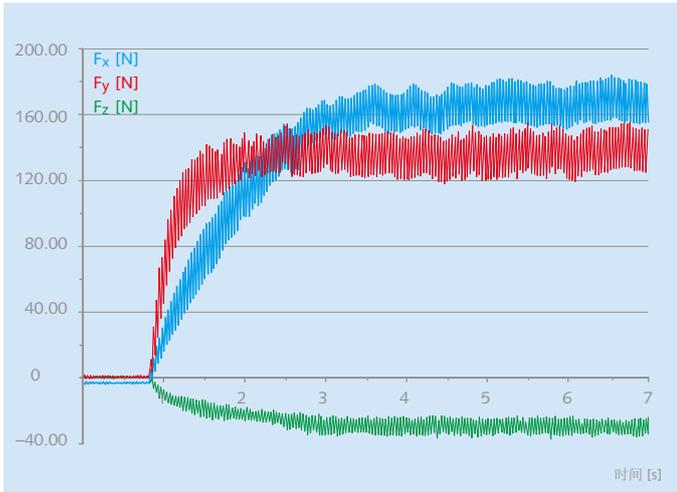


用于铣削力测量的9129AA型固定式测力计

切削力测量：铣削

固定式测力计

固定式测力计安装在机床工作台上，工件置于测力台上。为了减少测力计上的质量，从而最大限度地减少对其动态性能的负面影响，直接用螺栓将工件固定在测力计上，从而消除了对重型（通常是非刚性）虎钳的需求。仅用简单的几个步骤，便可以根据进给力和法向进给力计算出作用在工作台上的主动力。

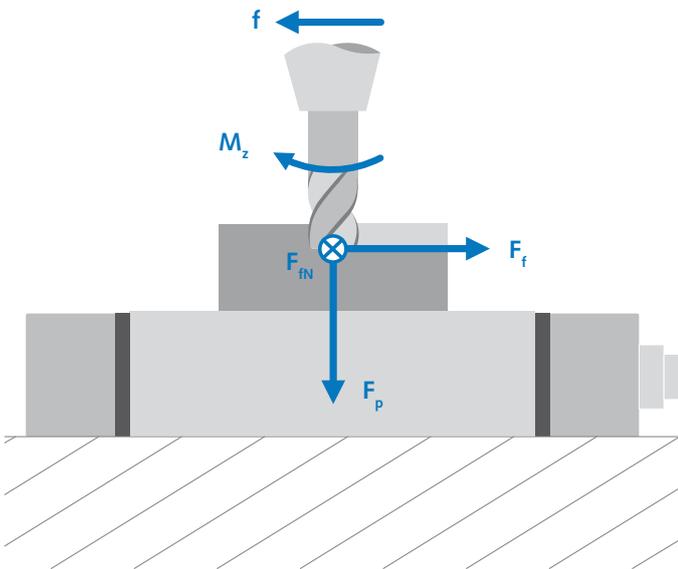


铣削过程中的典型测量信号(用固定式测力计测量)

旋转式测力计

将旋转式测力计(RCD)直接安装在机床主轴上,用相应的刀具适配器将刀具连接到RCD上。由于RCD与机床主轴相连,所以在加工过程中RCD与主轴一起旋转。和固定式测力计相比,RCD有两个优点。一方面,旋转测力计的动态性能不受工件质量变化的影响,而刀具质量保持不变;另一方面,安装了多分量传感器后,可以在整个测量过程中直接测量力矩 M_z ,所以可以有针对性地描述刀具磨损。

使用RCD时,可以通过几个简单的步骤,从力 F_x 和 F_y 中计算出作用在工作台上的主动力 F_a ,通过扭矩 M_z 和主动力计算出切削力 F_c 和法向切削力 F_{cN} 。



表面铣削过程中的力和力矩

固定式测力计测量铣削时的力

- 进给力 F_f
(刀具进给方向的力)
- 法向进给力 F_{fN}
(与 F_f 垂直的力)
- 被动力 F_p

旋转测力计测量铣削时的力

- 主轴力矩 M_z
- 被动力 F_p
- 工作台上的力 F_x 和 F_y

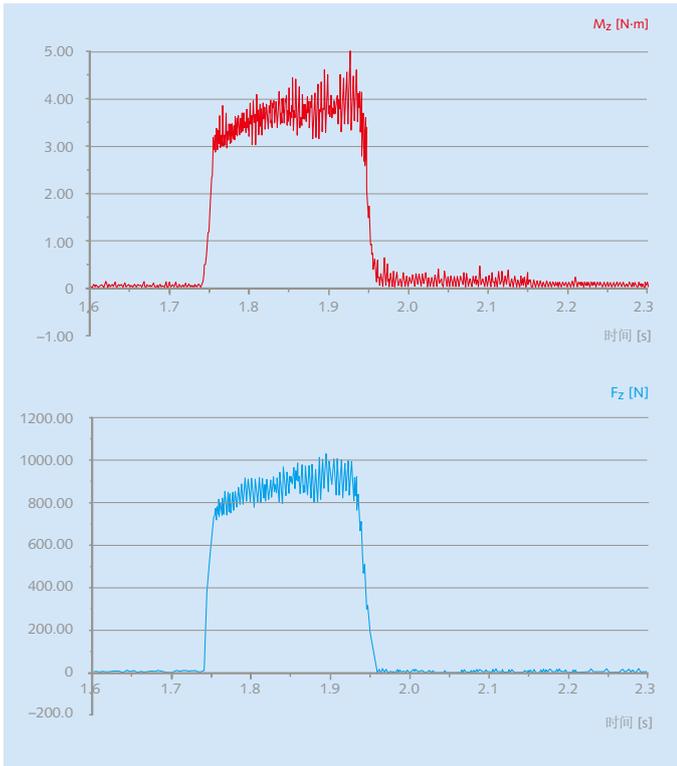


用于钻削力测量的9170A型旋转测力计

切削力测量：钻削

固定式和旋转式测力计 (RCD) 都可以用来测量钻削过程中的力。将RCD直接安装在机床主轴上，用合适的刀具适配器将刀具连接到RCD上。由于RCD与机床主轴相连，所以在加工过程中RCD与主轴一起旋转。

利用钻削时测量的力矩 M_z 和偏转力 F_x 、 F_y 可以计算作用在钻头上的切削力 F_c 和被动力 F_p 。进给力 F_f 可以直接得到。



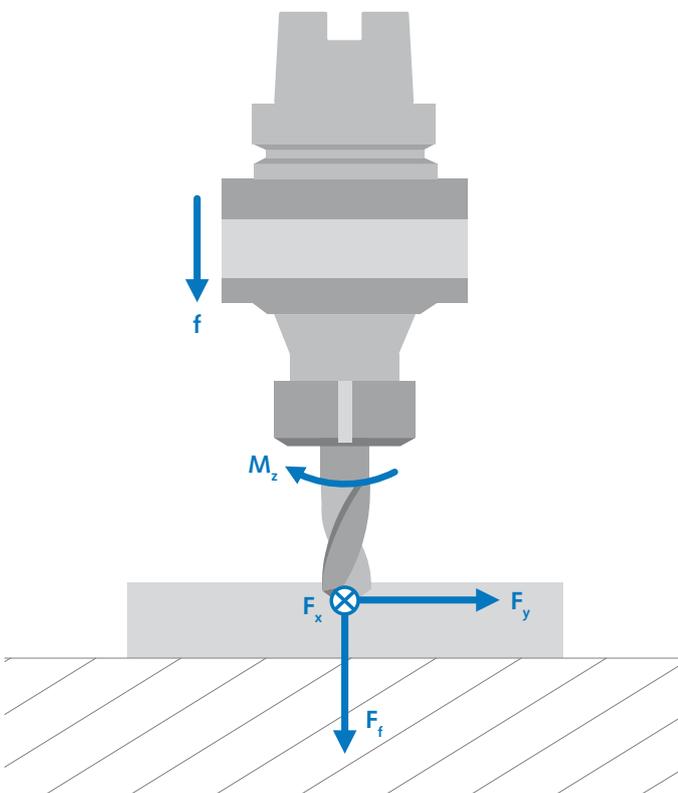
钻削时的典型测量信号(用旋转式测力计测量)

旋转式测力计

旋转式测力计是测量钻削力的理想设备。可以直接测量钻削力矩，准确记录刀具在加工过程中的磨损状态。

固定式测力计

固定式测力计也适用于测量钻削过程中的切削力。他们测量三个方向的力。但是，在这种情况下，扭矩不是直接测量得到的，而是通过测力计内部传感器的多个测量信号计算得到的。



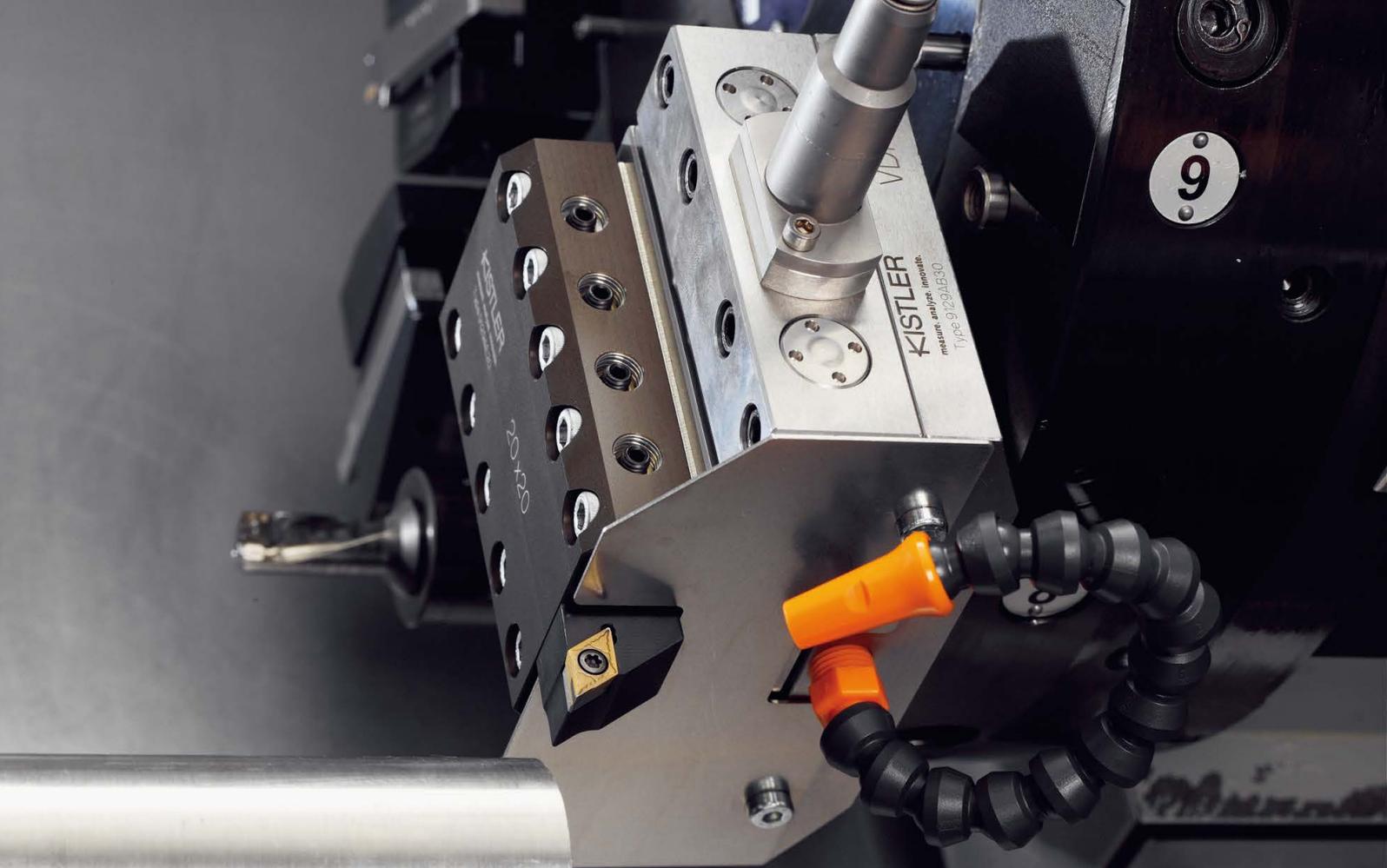
钻削过程中的力和力矩

使用旋转式测力计可直接测量钻削时的力和力矩

- 钻削力矩 M_z
- 偏转力 F_x
- 偏转力 F_y
- 进给力 F_f

使用固定式测力计可直接测量钻削时的力

- 进给力 F_f
- 偏转力 F_x
- 偏转力 F_y



用于车削力测量的9129AA型测力计

切削力测量：车削

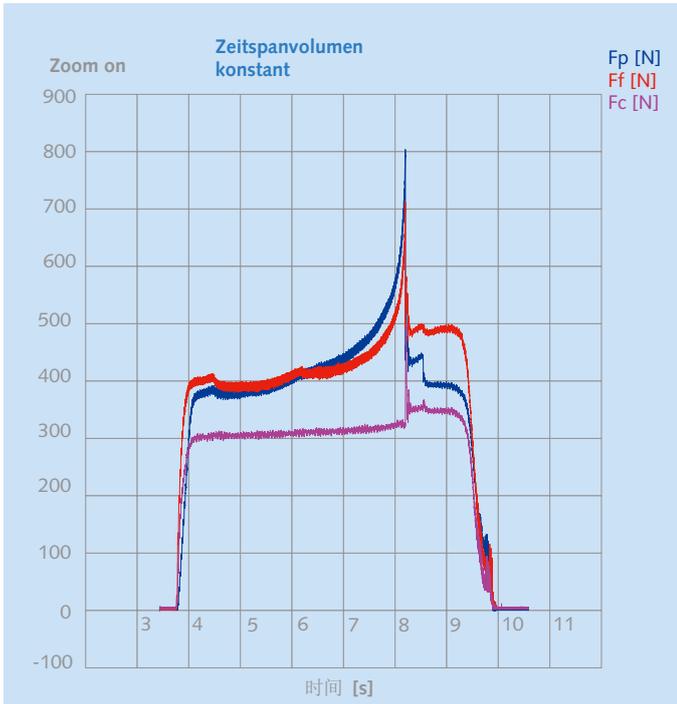
车削：一种模型加工过程

车削——尤其是纵向圆柱车削——是使用一定几何形状的刀刃进行加工的模型。由于刀刃处于恒定的接触状态，因此被用来确定和表征特定材料在不同辅助条件下的特定加工的力 (k_c 、 k_p 、 k_f)。切削力测量经常用来研究实际切削过程中的塑性加工过程，分析切屑的形成及其对切削过程的影响，或切削力进程与磨损的关系。

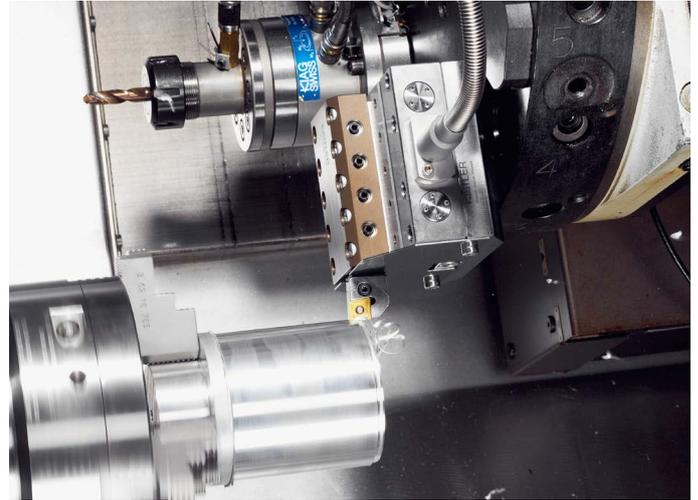
使用固定式测力计进行切削

固定式测力计用于测量车削过程中的力。这些测力计具有部分模块化结构，通常借助适当的适配器安装在机床的转塔刀架上。刀具通过刀具适配器安装在测力计上，因此测力计装在刀具与转塔之间。这种结构有利于精确、高动态力的测量，即使是加工过程中微小的力变化也可以被测量。

车削时产生的主切削力通过多分量测力计，直接分解为三个分量，即切削力 F_c 、进给力 F_f 和被动力 F_p 。



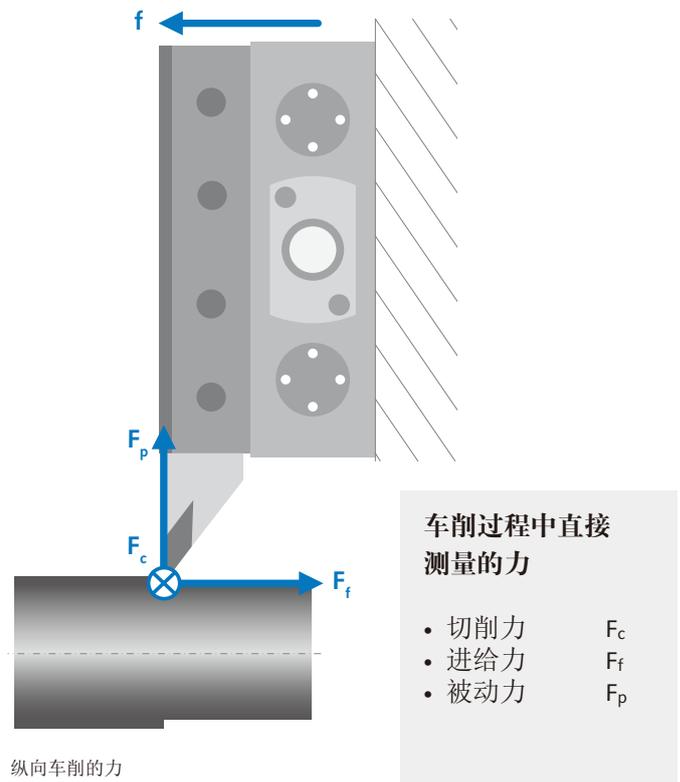
车削的典型测量信号



使用9129AA型测力计进行基本车削试验

固定式测力计的模块结构

根据机床、刀具和载荷的不同，用户可选择不同的测力计用于测量车削过程中的力。测力计为模块化结构，仅需几步即可配备不同的机床适配器和刀具适配器。由于精巧的结构设计，不利的温度影响可大大降低，从而获得优异的信号。



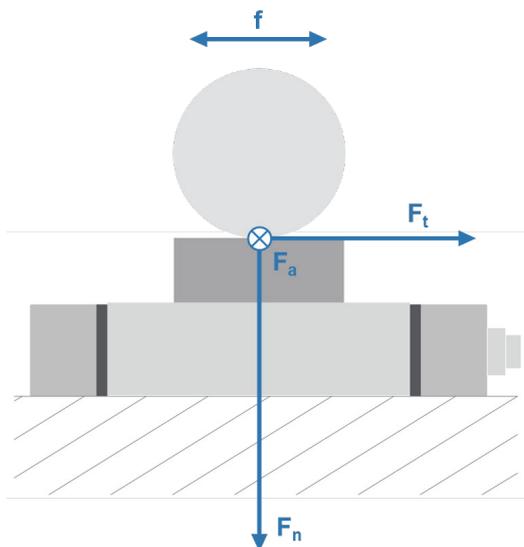


用于磨削力测量的9129AA型测力计

切削力测量：磨削

磨削通常是零件制造过程中的最后一道工序。这意味着它对成品的质量起着非常重要的作用。

严格定义的质量要求，比如粗糙度和设备外部性能，是必须满足的要求，同时也要避免诸如磨削烧伤和裂纹等生产故障的出现。找出加工过程中输入参数和输出参数之间的关系对实现这些目标非常关键。切削力的测量是确定因果关系和分析结果不理想原因的适当参数。我们的测力计拥有广泛的配套组合，使用灵活，有助于测量各种磨削过程。



在磨削过程中可直接测量的力

- 法向力 F_n
- 轴向力 F_a
- 切向力 F_t

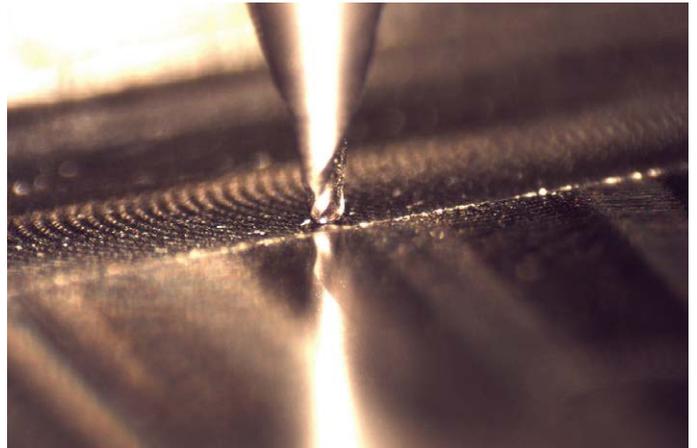
切削力测量：微细加工



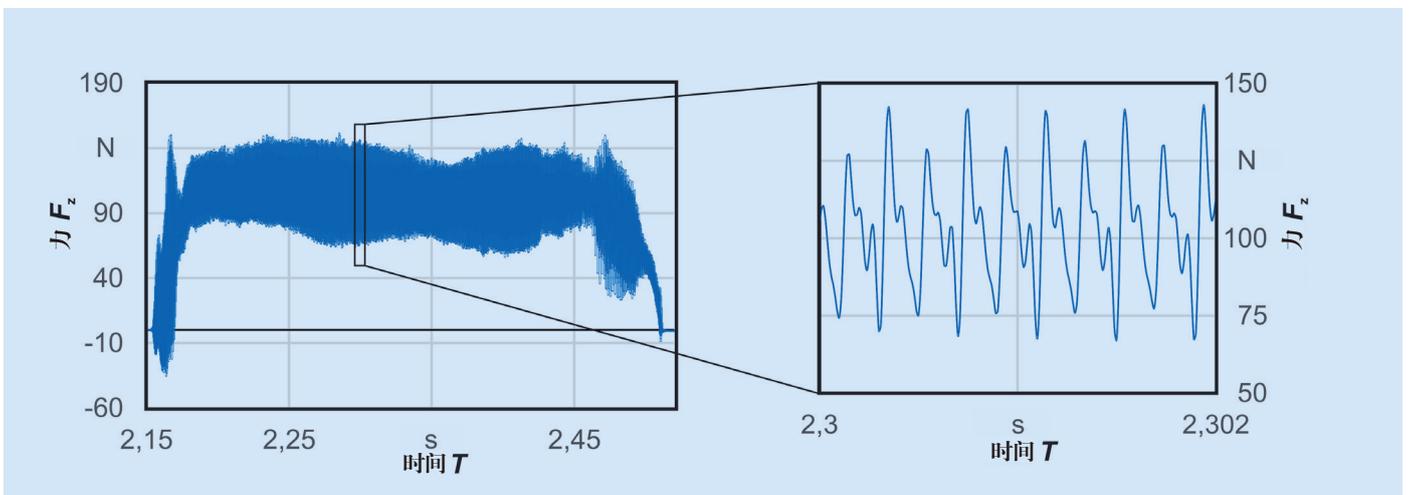
用于微细加工中微小力测量的MicroDyn 9109AA

压电测量技术是满足微细加工要求的一种很好的解决方案。由于使用高度灵敏、坚固耐用的晶体，只用一个测力计就可以测量从低于1N到500 N以上的力。这样的优势在于测试过程中不需要更换测量设备，而且可以保证测量结果优异的重复性。奇石乐提供专门用于微细加工的测力计。由于刚度和质量的优化，测力计实现了极高的固有频率。例如，在主轴转速为160,000 rpm的双刃铣刀测试中，结果证明MicroDyn 9109AA微型测力计仍然能够可靠地采集到刀刃每一次接触时的力信号。

微细加工对测量技术的灵敏度和动态信号测量提出了极高的要求。微细加工过程中产生的力的范围从1N到250 N以上不等。这些力必须在加工过程中被精确且清晰地测量。动态过程测量的另一个关键因素是测量设备的固有频率。如果测力计的固有频率范围太小，就会导致测量装置的过激励，从而在高频范围内，力信号的振幅有可能被放大。在最坏的情况下，测量装置将在固有频率下被激励，并且装置的振动大于加工过程中实际的力。这种情况必须要极力避免。



用于微细加工的直径0.2mm的双刃球头铣刀

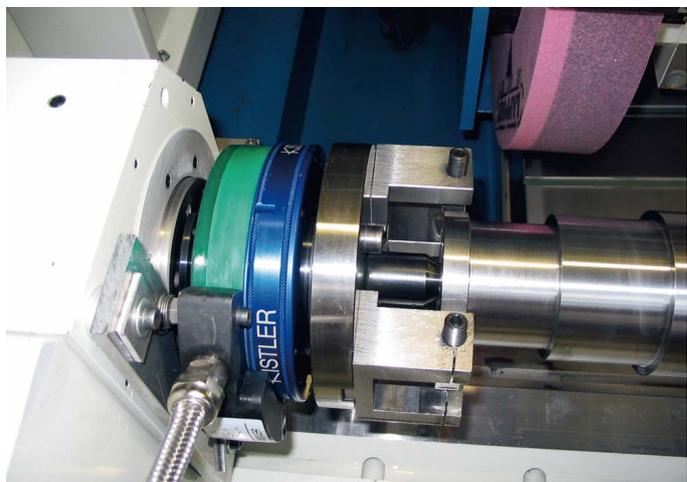
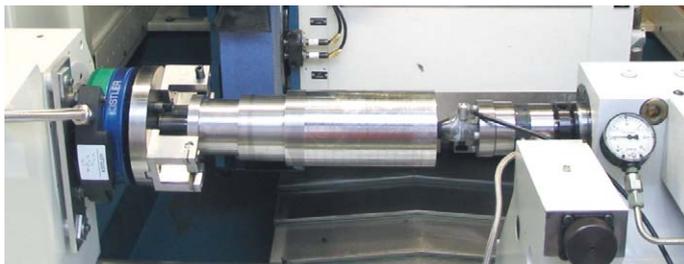


使用MicroDyn 9109AA记录的力信号。可以清楚地看到两条刃啮合的各个力曲线——接触时间小于1毫秒

切削力测量：应用举例

外圆磨削加工试验

柏林工业大学 (TU Berlin) 机床与工厂管理研究所 (Institute of Machine Tools and Factory Management) 使用一种特殊的测力计来分析磨削过程。这使得确定和改进零件质量、磨损机制和临界材料去除率极限成为可能。



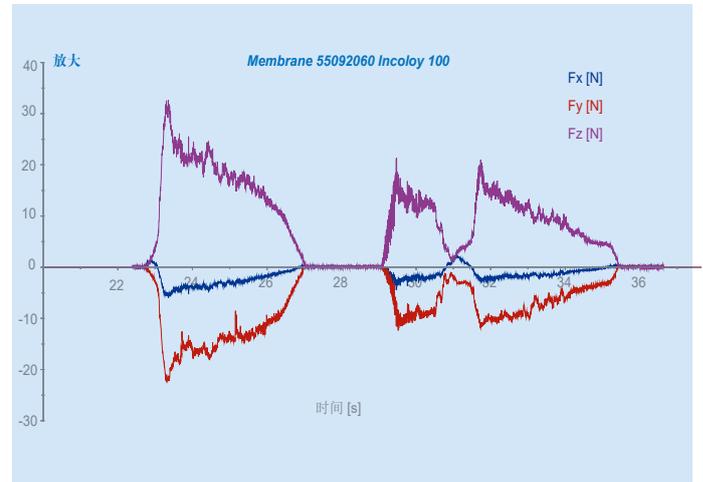
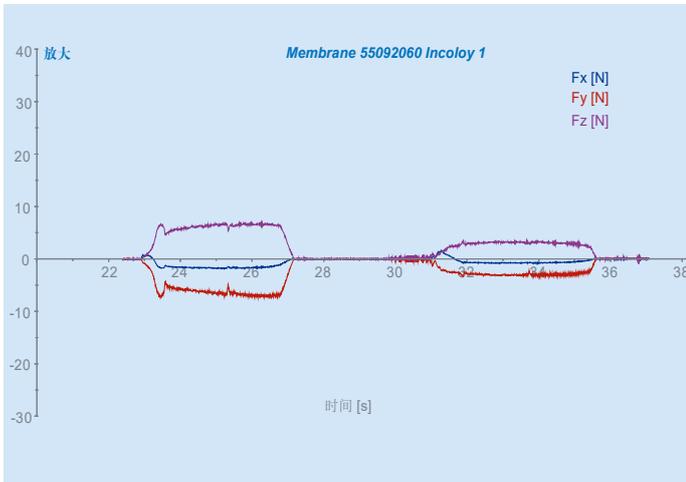
使用专用测力计测量拉削力

在这种情况下，奇石乐压电技术的独到优势也得到了很好的证明。亚琛机床与生产工程实验室 (WZL) 成功将一台大型测力计用于测量和分析极小的力。

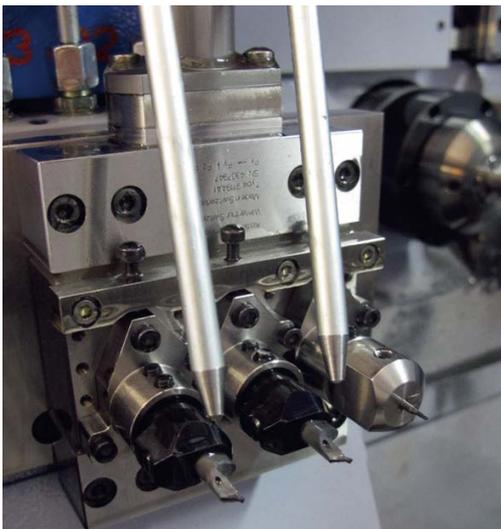


奇石乐是您的研发伙伴

我们认为每一个应用都是令人兴奋的挑战——拉削、锯切、攻丝、抛光和珩磨，以及铣削、钻削、车削和磨削等经典的应用。我们将很高兴成为您的研发伙伴，与您一起，为您的测量需求定制独有的解决方案。我们可以利用我们在测量力、加速度和声发射等各种参数方面的长期经验为您服务。我们的服务范围包括从咨询到整体解决方案等。



难加工材料车削时产生的力信号；左：新刀具；右：磨损的刀具

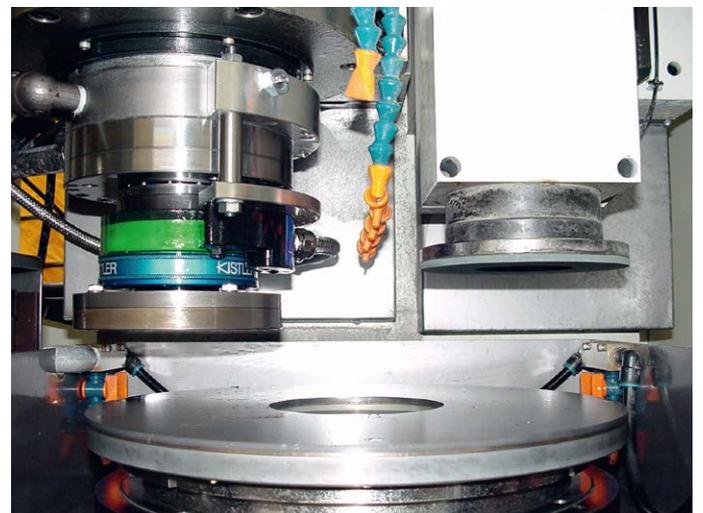


采用奇石乐测力计的高精度平面珩磨机

在晶片制造中，质量取决于平面度、表面粗糙度和片厚。这种材料通常又硬又脆。在过去，它是用含有游离磨料的珩磨膏抛光或磨削的。虽然质量得到了保证，但这种方法效率不高，并且污染严重。日本东北大学 (Tohoku University) 与松下电子元件公司 (Matsushita Electronic Components Company) 合作，利用奇石乐的技术，找到了一种提高加工效率的方法。这种特殊的设计方法用来测量和分析金刚石涂层珩磨盘的使用情况。另外的好处是，提高了加工效率，同时能够优化操作和降低故障率。

奇石乐使用自己的测力计生产自己的产品

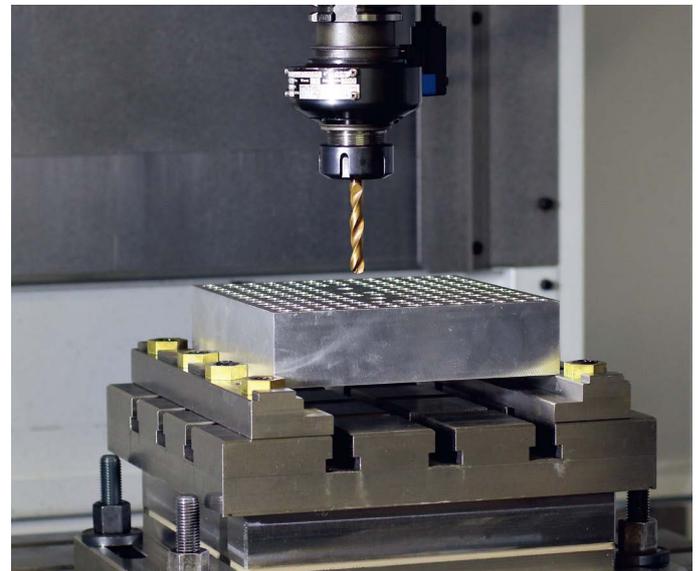
用难加工材料制造薄壁零件——例如压力传感器的薄膜——是一种对零件的工艺稳定性和表面质量要求很苛刻的操作。利用奇石乐的测量技术对该工艺进行分析后显著提高了刀具寿命和工艺稳定性，降低了生产成本和废品率。





在加工条件下对冷却液的评估

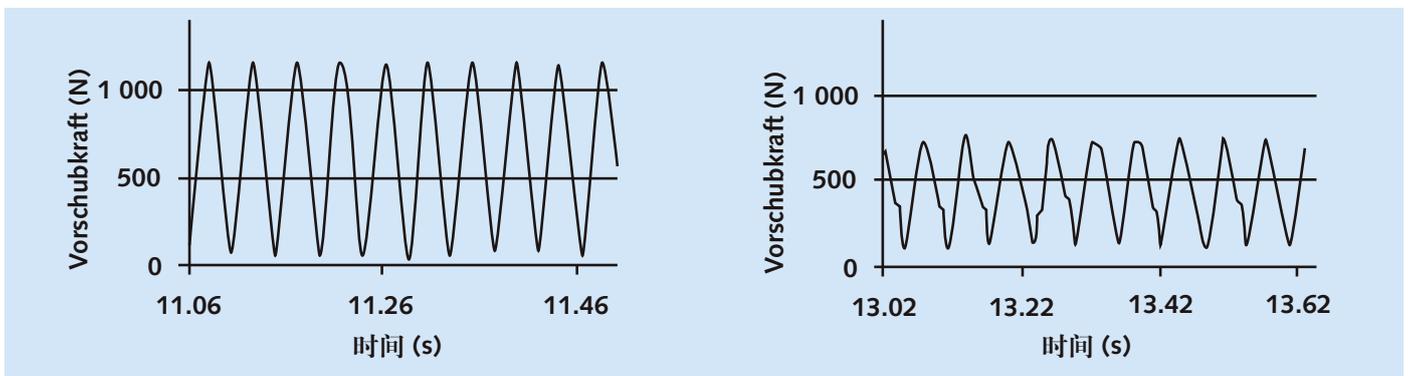
巴索瑞士润滑有限公司位于爱蒙塔尔，是一家行业领先的金属加工润滑液制造商。这家瑞士公司在开发新的冷却液时选择了具有丰富经验的奇石乐测量设备。在高精度测量数据的支持下，该公司对冷却液成分进行了精确地修改，在实际测试阶段完全符合应用要求，让客户可以确信它们将会在以后可靠地发挥作用。



MITIS系统在工作：在这张照片中，工件夹在Kistler 9255C型测力仪上

工艺优化

工艺优化是提高生产效率和加工质量的关键因素，同时也是确保加工企业保持竞争优势的关键因素。十多年来，MITIS一直致力于开发振动辅助钻削系统。此类系统是断屑对工艺稳定性和效率具有决定性影响的应用场合的首选解决方案。我们的9255C型切削力系统经常被用于优化加工参数和调整振动的轴向行程，从而优化与成本有关的工艺参数，同时不因轴向力过大而导致零件变形。

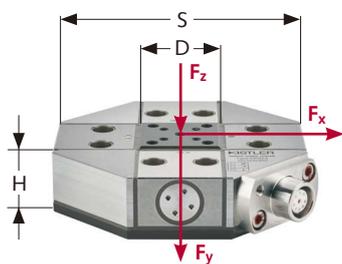


振动辅助钻削时轴向力的波动。采用力信号对参数进行优化，使刀具始终处于切削状态，断屑稳定，力最小化，以防止零件变形。

产品

固定式测力计

MicroDyn: 多分量测力计, 受力面板30x30mm, 最高可达500N



技术参数	型号	9109AA
测量范围		
F_x, F_y, F_z (中心力)	N	-500 ... 500
M_z (单分量)	N·m	-50 ... 50
校准测量范围		
F_x, F_y, F_z	N	0 ... 500
	N	0 ... 50
	N	0 ... 10
平均灵敏度		
$F_x, F_y,$	pC/N	≈-12.5
F_z	pC/N	≈-20
固有频率 (无载荷)		
$f_n(x)$	kHz	>15
$f_n(y)$	kHz	>15
$f_n(z)$	kHz	>15
工作温度范围	°C	-20 ... 70
DxSxH	mm	30x100x26
重量	kg	1.04
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67
插头		Fischer法兰, 9-pole neg.
数据表: 参见www.kistler.com	编号	9109AA_003-346

关键特性

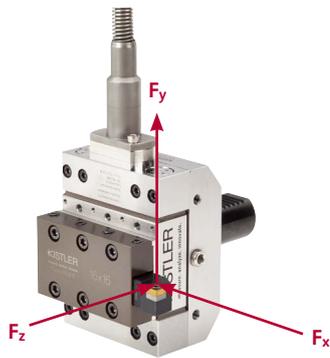
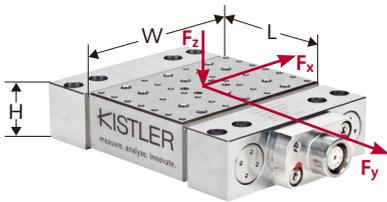
作为一种新开发的固定式测力计的新增产品, 这种四分量测力计也可以测量测力计中心的力矩 M_z 。这是一种结构坚固紧凑、灵敏度高、固有频率高的测力计。适用于微细加工微小力的测量。

配件

安装磁座	品号	55174784
安装螺丝, M4x25	品号	65012704
配件 (可选)		
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1679A5

固定式测力计

MiniDyn: 多分量测力计, 最高可达4kN



用于台面安装加工

用于车削加工

技术参数	型号	9119AA1	9119AA2	9119AA2 ¹⁾
测量范围				
F_x, F_z	kN	-4 ... 4	-4 ... 4	-2 ... 2 ²⁾
F_y	kN	-4 ... 4	-4 ... 4	-3 ... 3 ²⁾
校准测量范围				
F_x, F_z	kN	0 ... 4 000	0 ... 4 000	0 ... 2 000
	kN	0 ... 400	0 ... 400	0 ... 200
	kN	0 ... 40	0 ... 40	
F_y	kN	0 ... 4 000	0 ... 4 000	0 ... 3 000
	kN	0 ... 400	0 ... 400	0 ... 300
	kN	0 ... 40	0 ... 40	
灵敏度				
F_x, F_z	pC/N	≈-26	≈-26	≈-26
F_y	pC/N	≈-13	≈-13	≈-13
固有频率				
$f_n(x)$	kHz	≈6.0	≈4.3	≈1.25 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≈6.4	≈4.6	≈1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≈6.3	≈4.4	≈2.5 ³⁾
预紧方向		水平	水平	
工作温度范围	°C	-20 ... 70	-20 ... 70	-20 ... 70
受力面积	mm	39x80x26	55x80x26	55x80
重量	g	930	1 350	取决于适配器
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67	IP67	IP67
插头		Fischer法兰, 9-pole neg.	Fischer法兰, 9-pole neg.	Fischer法兰, 9-pole neg.

关键特性

经过优化设计和特殊选材, 该测力计在三个力方向均可获得超过6kHz的固有频率(9119AA1型)。测力计中使用的高灵敏度晶体使其灵敏度达到传统测力计的三倍。优势: 即使是非常小的力也能被精确测量。水平方向预紧可以把温度对测量信号的影响降到最低。

¹⁾ 配套适配器, 9119A型

²⁾ 取决于适配器

³⁾ 适用于9119AA2型测力计, 机床适配器9119AB30S, 刀具适配器9119AE16, 带刀具(280g)。

固定式测力计

刀具适配器

MiniDyn 9119AA2

机床适配器



车刀, 9119AE型...
镗杆, 9119AF16型

配件 (可选) :
用于三分量力测量的连接电缆型号: 1687B5 /
1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5 用于六分量
力测量的连接电缆型号: 1677A5 /
1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5

数据表: 9119AA1_003-060
9119AA2_003-055

直柄(VDI), 9119AB型Capto、9119AC型...
HSK-T, 9119AH63型.....

关键特性

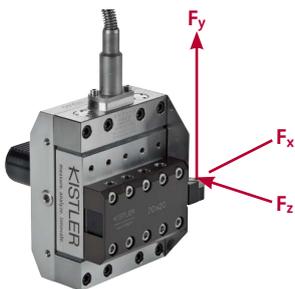
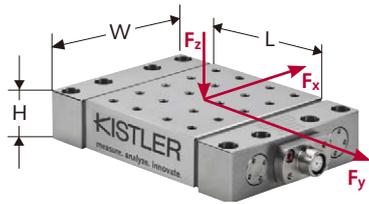
基于9119AA2型测力计的模块化测量系统。机床适配器和刀具适配器螺母易于安装。我们提供广泛的适配器，以安装9119AA2型测力计。



9119AA2测力计用于磨削加工

固定式测力计

MidiDyn: 多分量测力计, 受力面板90x105 mm, 最高10kN



技术参数	型号	用于台面安装加工	用于车削加工
测量范围			
F_x, F_z	kN	-10 ... 10	-5 ... 5 ²⁾
F_y	kN	-10 ... 10	-8 ... 8 ²⁾
校准测量范围			
F_x, F_z	kN	0 ... 10	0 ... 5
	kN	0 ... 1	0 ... 0.5
	kN	0 ... 0.1	
F_y	kN	0 ... 10	0 ... 8
	kN	0 ... 1	0 ... 0.8
	kN	0 ... 0.1	
灵敏度			
F_x, F_z	pC/N	≈-8	≈-8
F_y	pC/N	≈-4.1	≈-4.1
固有频率			
$f_n(x)$	kHz	≈3.5	≈1.5 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≈4.5	≈1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≈3.5	≈2.5 ³⁾
预紧方向		水平	
工作温度范围	°C	0 ... 70	0 ... 70
LxWxH	mm	90x105x32	90x105
重量	kg	3.2	取决于适配器
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67	IP67
插头		Fischer法兰, 9-pole neg.	Fischer法兰, 9-pole neg.

关键特性

整体高度低, 测量范围宽, 是在高精度机床上测量的理想设备。它的结构保证了三个方向力的高固有频率。由于水平方向预紧的作用, 测量过程中温度效应带来的负面影响明显减小。

¹⁾ 配套适配器, 9129A型

²⁾ 取决于适配器

³⁾ 适用于9129AA型测力计, 机床适配器9129AB40, 刀具适配器9129AE25, 带刀具(280g)。



9129AA型测力计用于铣削加工



车刀, 9129AE型...
镗杆, 9129AF40型

配件 (可选):

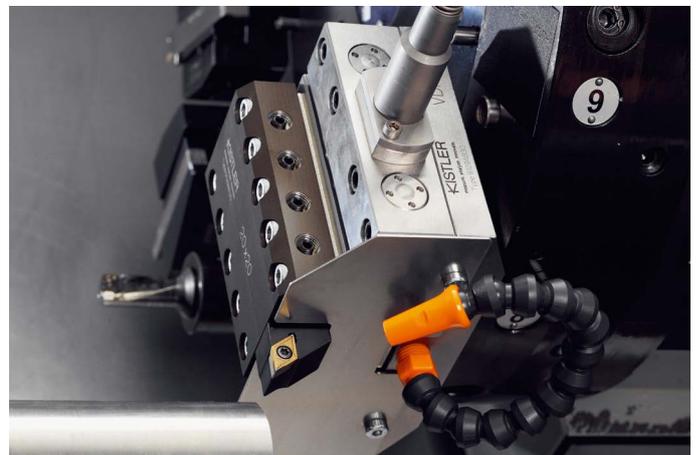
用于三分量力测量的连续电缆型号:
1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆型号:
1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5

数据表: 9129AA_000-709
9129AA_000-710

直柄 (VDI), 9129AB型... 夹紧楔, 9129AD型...
Capto, 9129AC型交流.....
CoroTurn SL, 9129AG40型

关键特性

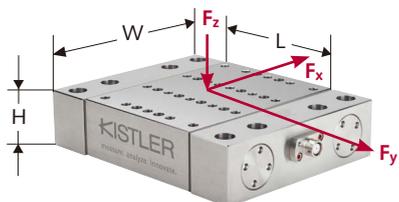
基于9129AA型测力计的模块化测量系统, 测量范围宽。机床适配器和刀具适配器可以很轻松的装到测力计上。我们提供广泛的常用适配器, 以安装9129AA型测力计。



9129A型测力计用于车削加工

固定式测力计

MaxiDyn: 多分量测力计, 受力面板140x190 mm, 最高30kN



技术参数	型号	9139AA
测量范围 (允许的最大范围)		
F_x, F_y, F_z	kN	-30 ... 30
校准测量范围		
F_x, F_y, F_z	kN	0 ... 30
F_x, F_y, F_z	kN	0 ... 3
F_x, F_y, F_z	kN	0 ... 0.3
灵敏度		
F_x, F_z	pC/N	≈-8.2
F_y	pC/N	≈-4.2
固有频率		
$f_n(x)$	kHz	≈2.9
$f_n(y)$	kHz	≈2.9
$f_n(z)$	kHz	≈3.0
预紧方向		
		水平
工作温度范围		
		°C -20 ... 70
LxWxH		
		mm 140x190x58
重量		
		kg ≈12.9
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		
		IP67
插头		
		Fischer法兰, 9-pole neg.
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	9139AA_003-198

关键特性 在这种紧凑、坚固的测力计中，水平方向预紧在很大程度上消除了测量过程中温度变化的负面影响。由于测量范围广泛，因此可以在重型切削过程中进行力的测量。

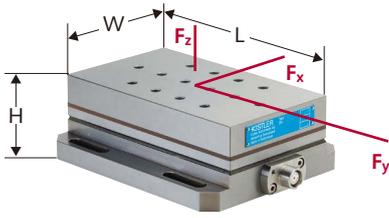
配件 (可选)		
用于三分量力测量的连接电缆	型号	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5



9139AA型测力计用于铣削加工

固定式测力计

多分量测力计，受力面板，100x170mm，最高10kN



技术参数	型号	9257B
测量范围		
F _x , F _y	kN	-5 ... 5
F _z	kN	-5 ... 10
校准测量范围		
F _x , F _y	kN	0 ... 5
	kN	0 ... 0.5
F _z	kN	0 ... 10
	kN	0 ... 1
灵敏度		
F _x , F _y	pC/N	≈-7.5
F _z	pC/N	≈-3.7
固有频率		
f _n (x), f _n (y)	kHz	≈2.3
f _n (z)	kHz	≈3.5
预紧方向		
垂直		
工作温度范围		
°C 0 ... 70		
LxWxH		
mm 170x100x60		
重量		
kg 7.3		
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		
IP67		
插头		
Fischer法兰, 9-pole neg.		
数据表: 参见www.kistler.com	编号	9257B_000-151

关键特性

通用测力计。由于其合适的尺寸和适用于许多应用的理想测量范围，9257B型比任何其它多分量测力计制造的数量多。它通过带有长方形孔的侧面法兰与机床工作台连接。

配件 (可选)

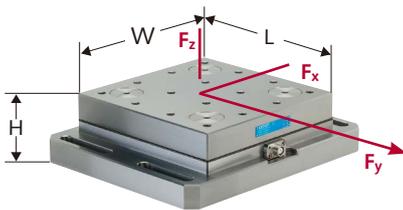
用于三分量力测量的连接电缆	型号	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
刀具适配器	型号	9403
电缆连接用防水帽	型号	1431A1



9257B型测力计用于螺杆攻丝

固定式测力计

多分量测力计，受力面板，260x260 mm，最大可达60kN



技术参数	型号	9255C
技术指标		
F_x, F_y	kN	-30 ... 30
F_z	kN	-10 ... 60
校准测量范围		
F_x, F_y	kN	0 ... 30
	kN	0 ... 3
F_z	kN	0 ... 60
	kN	0 ... 6
灵敏度		
F_x, F_y	pC/N	≈-7.9
F_z	pC/N	≈-3.9
固有频率		
$f_n(x)$	kHz	≈2.2
$f_n(y)$	kHz	≈2.2
$f_n(z)$	kHz	≈3.3
预紧方向		垂直
工作温度范围	°C	-20 ... 70
LxWxH	mm	260x260x95
重量	kg	52
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67
插头		Fischer法兰, 9-pole neg.
数据表: 参见www.kistler.com	编号	9255C_003-051

关键特性

坚固耐用的测力计，用于重型切削加工，是我们所有测力计中测力范围最大的。它通过带有长方形孔的侧面法兰与机床工作台连接。该测力计也可以通过四个传感器的中心固定，从而增加其固有频率。

配件（可选）

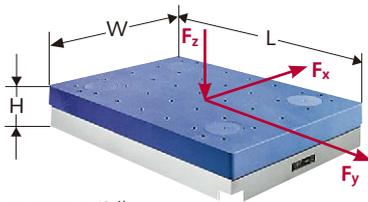
用于三分量力测量的连接电缆	型号	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
电缆连接用防水帽	型号	1431A1



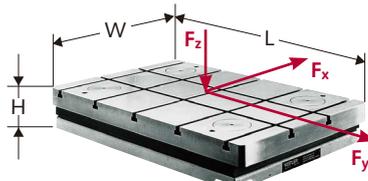
9255C型测力计用于铣削加工

固定式测力计

多分量测力计，受力面板，400x600mm，可达30kN



9253B22型¹⁾



9253B23型²⁾

¹⁾ 带螺纹孔的面板，M10x18

²⁾ T型槽盖板，10H12

技术参数	型号	9253B22	9253B23
测量范围			
F_x, F_y	kN	-15 ... 15	-12 ... 12
F_z	kN	-15 ... 30	-12 ... 25
校准测量范围			
F_x, F_y	kN	0 ... 15	0 ... 12
	kN	0 ... 1.5	0 ... 1.2
F_z	kN	0 ... 30	0 ... 25
	kN	0 ... 3	0 ... 2.5
灵敏度			
F_x, F_y	pC/N	$\approx \pm 7.8$	$\approx \pm 7.8$
F_z	pC/N	$\approx \pm 3.7$	$\approx \pm 3.7$
固有频率			
$f_n(x)$	Hz	≈ 580	≈ 610
$f_n(y)$	Hz	≈ 550	≈ 570
$f_n(z)$	Hz	≈ 720	≈ 570
预紧方向		垂直	垂直
工作温度范围	°C	-20 ... 70	-20 ... 70
LxWxH	mm	600x400x100	600x400x100
重量	kg	90	85
防护等级：IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67	IP67
插头		Fischer法兰， 9-pole neg.	Fischer法兰， 9-pole neg.
数据表：参见 www.kistler.com	编号	9253B_000-146	9253B_000-146

关键特性

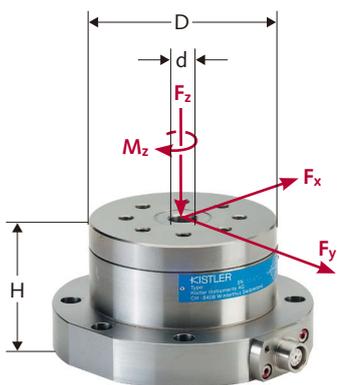
受力面板尺寸为400x600mm，确保更大工件的安全安装。测力计通过四脚的中心安装在机床工作台上。在这种情况下，不使用底板安装(与所有其他固定式测力计相比)。

配件 (可选)

用于三分量力测量的连接电缆	型号	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
电缆连接用防水帽	型号	1431A1

固定式测力计

四分量测力计，用于测量钻削时的切削力



技术参数	型号	9272
测量范围		
F_x, F_y	kN	-5 ... 5
F_z	kN	-5 ... 20
M_z	N·m	-200 ... 200
校准测量范围		
F_x, F_y	kN	0 ... 5
	kN	0 ... 0.5
F_z	kN	0 ... 20
	kN	0 ... 2
M_z	N·m	0 ... ±200
	N·m	0 ... ±20
灵敏度		
F_x, F_y	pC/N	≈-7.8
F_z	pC/N	≈-3.5
M_z	pC/N·m	≈-160
固有频率		
$f_n(x), f_n(y)$	kHz	≈3.1
$f_n(z)$	kHz	≈6.3
$f_n(M_z)$	kHz	≈4.2
预紧方向		垂直
工作温度范围	°C	0 ... 70
DxdxH	mm	∅100x∅15x70
重量	kg	4.2
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67
插头		Fischer法兰, 9-pole neg.
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	9272C_000-153

关键特性

这种四分量测力计是唯一的除了三个方向的力以外，可以直接测量测力计中心力矩 M_z 的固定式测力计。可以精确地测量扭矩。

配件 (可选)

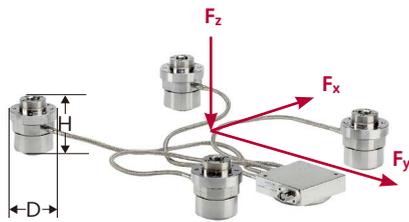
用于四分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
刀具适配器	型号	9404
电缆连接用防水帽	型号	1431A1



9272型测力计用于石英切削时的力测量

固定式测力计

多分量测力传感器组，可达60kN



技术参数	型号	9366CC...
测量范围		
F_x, F_y	kN	-25 ... 25 ¹⁾
F_z	kN	-25 ... 60 ¹⁾
校准测量范围		
F_x, F_y	kN	0 ... 25
	kN	0 ... 2.5
F_z	kN	0 ... 60
	kN	0 ... 6
灵敏度		
F_x, F_y	pC/N	≈-7.8
F_z	pC/N	≈-3.8
固有频率		
$f_n(x), f_n(y), f_n(z)$	Hz	≈200 ... 1 600 ¹⁾
预紧方向		
		垂直
工作温度范围		
	°C	-20 ... 70
DxH	mm	72x90
受力面板的最大尺寸	mm	900x900
重量	kg	7
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		
		IP67
插头		
		Fischer法兰, 9-pole neg.
数据表: 参见 www.kistler.com		编号 9366CC_000-681

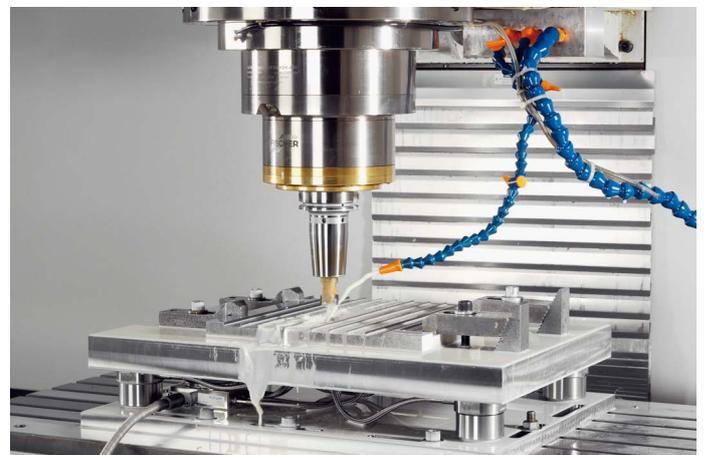
¹⁾ 取决于面板材料和尺寸

关键特性

用户可以用与这种预紧后的多分量传感器组定制自己的多分量力台。受力面板尺寸从300x300毫米到900x900毫米。

配件 (可选)

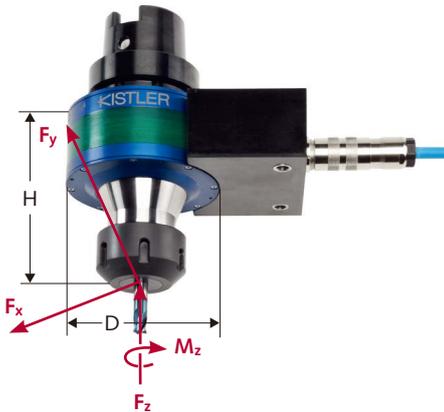
用于三分量力测量的连接电缆	型号	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
用于六分量力测量的连接电缆	型号	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
电缆连接用防水帽	型号	1431A1



9366CC型测力计用于钛金属加工

旋转式测力计

旋转式四分量测力计(RCD)，最高转速20,000 r/min

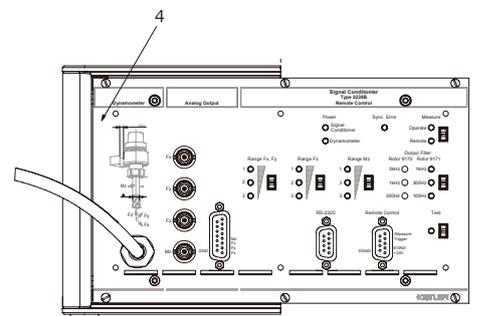
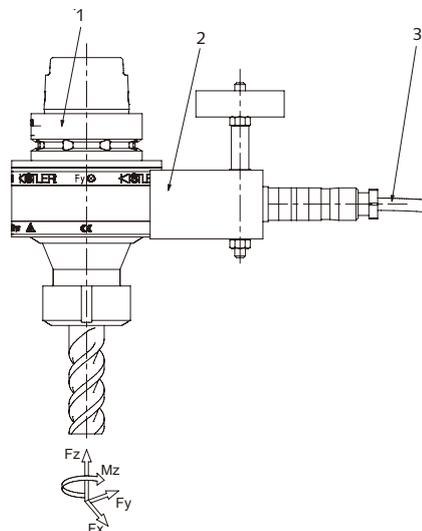


技术参数	型号	9170A...
测量范围 (标称)		
F_x, F_y	kN	-5 ... 5 ¹⁾
F_z	kN	-20 ... 20 ¹⁾
M_z	N·m	-150 ... 150 ¹⁾
最高转速	r/min	20 000 ¹⁾
灵敏度 (最小/最大)		
F_x, F_y	mV/N	≈2/≈20
F_z	mV/N	≈0.5/≈5
M_z	mV/N·m	≈66/≈1 000
固有频率		
$f_n(x)$	kHz	≈2 ²⁾
$f_n(y)$	kHz	≈2 ²⁾
$f_n(z)$	kHz	≈7.6 ²⁾
工作温度范围	°C	0 ... 60
DxH	mm	85x95
转子重量	kg	1.6 ²⁾
防护等级: IEC/EN 60529 (带连接电缆)		IP67
信号传输		非接触式
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	9170A_000-995

关键特性

这种旋转式四分量测力计 (RCD) 测量径向力 (F_x , F_y) 和轴向力 (F_z), 以及主轴转速高达20,000 r/min的切削过程中的扭矩。测力计内部提供冷却液。测量信号传输和供电均为非接触式, 无磨损。可配各种常规的主轴适配器。

- 1) 取决于主轴适配器及力作用点
- 2) 含主轴适配器 HSK-A63 和集成化 ER 弹簧夹头 (不带刀具)



- 1 转子, 9170A型...
- 2 定子, 5236B型
- 3 电缆, 1500A95型, 长度 = 10米
- 4 信号调理仪, 5238B1/B2型

旋转式测力计

转子



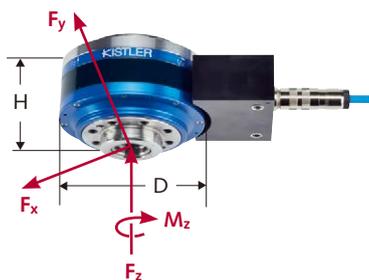
技术参数	型号	9170A...
主轴适配器		HSK-A40, HSK-A50, HSK-A63, HSK-A80, HSK-E50, HSK-E63 DIN 69871-AD30, DIN 69871-AD40, DIN 69871-AD50 MAS 403 BT 30, MAS 403 BT 40, MAS 403 BT 50 CAT 30, CAT 40, CAT 50 Capto C5, Capto C6
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	9170A_000-995
关键特性		主轴和刀具适配器永久安装在RCD 9170A中。安装后不可能再更换适配器。



9170A型旋转式测力计用于叶轮铣削加工中

旋转式测力计

旋转式4分量测力计，用于测量重型机械加工中的切削力，最高转速可达12 000 r/min

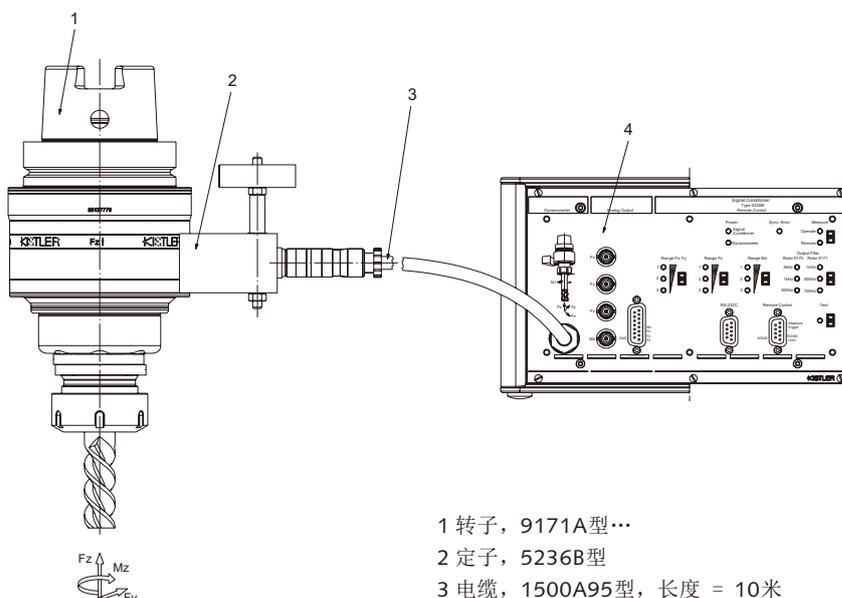


技术参数	型号	9171A...
测量范围（标称）		
F_x, F_y	kN	-20 ... 20 ³⁾
F_z	kN	-30 ... 30 ³⁾
M_z	N·m	-1 000 ... 1 000 ³⁾
最高转速	r/min	12 000
灵敏度（最小/最大）		
F_x, F_y	mV/N	≈0.5/≈4.8
F_z	mV/N	≈0.3/≈4.8
M_z	mV/N·m	≈9/≈96
固有频率		
$f_n(x)$	kHz	≈1.1 ¹⁾
$f_n(y)$	kHz	≈1.1 ¹⁾
$f_n(z)$	kHz	≈7.6 ¹⁾
工作温度范围	°C	0 ... 60
DxH	mm	118x85
重量	kg	3.3 ²⁾
防护等级：IEC/EN 60529		IP67
信号传输		非接触式
数据表：参见 www.kistler.com	编号	9171A_003-155

关键特性

由于其测量范围广，转速可达每分钟12000转，因此这种旋转式四分量测力计特别适用于重型切削加工中的应用。转子的模块化设计使得在任何时候更换不同的主轴和刀具适配器变得很容易。测力计内部提供冷却液。测量信号传输和供电均为非接触式，因此完全消除了磨损。

- 1) 适用于带有主轴适配器HSK-A100的转子，不含刀具适配器
- 2) 适用于无主轴适配器和无刀具适配器的转子
- 3) 测量范围取决于主轴适配器。参见数据表



- 1 转子，9171A型...
- 2 定子，5236B型
- 3 电缆，1500A95型，长度 = 10米
- 4 信号调理仪，5238B1/B2型

旋转式测力计

转子



技术参数	型号	9171A
主轴适配器		HSK-A63, HSK-A80, HSK-A100 DIN 69871-AD40, DIN 69871-AD50 MAS 403 BT 40, MAS 403 BT 50 CAT 40, CAT 50 Capto C6, Capto C8
刀具适配器		<ul style="list-style-type: none"> • 弹簧夹头, PowRgrip PG32-SG型, Rego Fix提供 • 弹簧夹头, ER32型 (DIN 6499-B32) • 弹簧夹头, ER40型 (DIN 6499-B40) • 弹簧夹头, MEGA New Baby Chuck, BIG KAISER提供 • TENDO 液压膨胀刀架, Schunk提供
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	9171A_003-155
关键特性	主轴适配器和刀具适配器是作为一个模块结构嵌入到RCD9171A中的, 或者可以自主选择。可以在任何时候更改适配器。(重要提示: 每次转换后转子必须做动平衡校准。)	



BIG KAISER
MEGA New Baby Chuck



Schunk
TENDO



Rego Fix
SecuRgrip

放大、采集和评估

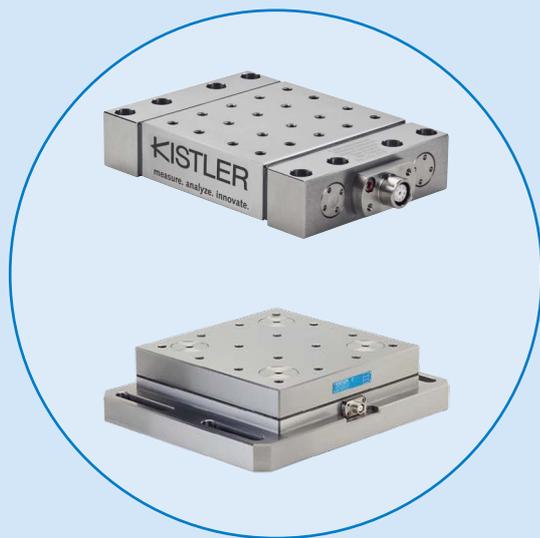
测量

放大和采集

旋转式测力计



固定式测力计



信号调理仪



电荷放大器



测力计是测量装置的核心部件。它能够测量物理变量，并将其以电荷信号的形式输出给电荷放大器。有两种测力计可供使用：固定式测力计通常安装在机床上，旋转式测力计通过主轴适配器安装在主轴上，与主轴一起旋转。

奇石乐提供独立的数据采集系统以及集成电荷放大器系统。对于固定式测力计，可直接使用LabAmp 5167A集成数据采集功能的电荷放大器。它将电荷信号转换成电压，并进行模拟信号-数字信号转换。用户可以在DynoWare软件上查看数据。

数据采集系统



LabAmp



DynoWare



集成数据采集功能的电荷放大器只能用于固定式测力计的测量。旋转式测力计还需要一个信号调理仪来给转子供电和传输数据。我们的5697型数据采集系统用于旋转式测力计，以及配套5080型电荷放大器可进行高精度测量。该系统还与DynoWare兼容，可以对数据进行分析 and 处理。

DynoWare是一款通用的、易于使用的软件，特别适用于测力计、单分量或多分量力传感器的力测量。在信号分析方面，DynoWare软件可以为客户提供可视化的测量曲线，以及相应的计算和图形功能。

LabAmp系列

LabAmp系列包括5167A型和5165A型：它们可以放大和采集来自不同类型的传感器大量的信号。电荷放大器5165A适用于电压、IEPE(压电集成电路)和电荷信号的动态测量。不同于LabAmp 5165A，LabAmp 5167A系统是为准静态力测量而设计的。



物理变量

- 力
- 加速度
- 压力
- 电压



切削过程中力的高精度测量和采集

LabAmp 5167A电荷放大器与固定式测力计一起构成一个完整的测量链，用于测量切削过程中的力和力矩。这种电荷放大器的高绝缘输入确保测量过程中的漂移最小。它的低噪声设计也使得测量微小的力信号成为可能。可以根据测力计和应用领域酌情使用四通道或八通道电荷放大器。

LabAmp 5167A可以和其他5165A/5167A器件相结合，以采集额外的力、加速度、压力或电压信号，从而使LabAmp系列成为切削过程分析的整体解决方案。



DynoWare的数据可视化

DynoWare (或用户提供的其他软件) 用于进一步的数据处理和可视化。DynoWare具有各种专门设计的功能, 用于分析切削过程中的力信号, 比如温度漂移补偿和滤波选项。LabAmp 5167A通过以太网与PC通信, 并配置了DynoWare或浏览器。



软件和配置

- DynoWare
- 网络浏览器
- LabVIEW界面

多设备客户端

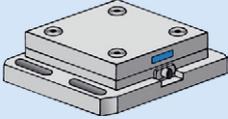
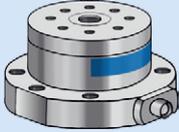
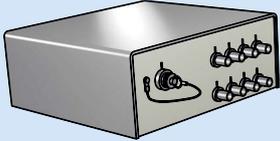
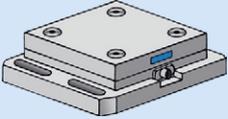
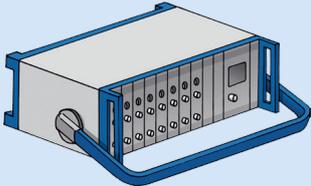
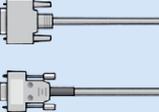
精确时间协议 (PTP) 特性允许通过以太网与其他LabAmp设备 (如5165A/5167A) 联网。为了达到这个目的, 不同设备的测量信号被赋予同步的时间节点。

远程控制

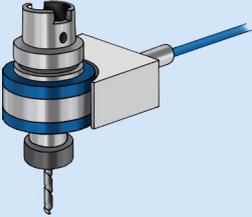
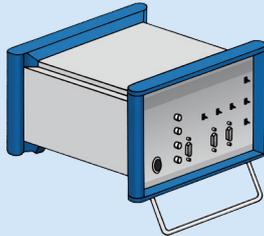
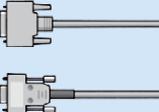
LabAmp 5167A有独立的用于自动测量的数字输入, 因此可以远程控制测量。也可以通过单个通道上的信号上升触发测量。

测量链

固定式测力计

	测量	连接	放大和采集	
3或8个测量组件	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA 9253B... 9255C 9257B 9366CC... 	1687B5 (3 芯) 1689B5 (3 芯) 1677A5 (8 芯) 1679A5 (8 芯) 	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41 	以太网电缆 
4个测量组件	9272 	1677A5 1679A5 	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41 	以太网电缆 
3、4或8分量高精度	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA 9253B... 9255C 9257B 9366CC... 	1687B5 (3 芯) 1689B5 (3 芯) 1677A5 (8 芯) 1679A5 (8 芯) 	5080A... 	1700A111A2 1200A27 

旋转式测力计 (RCD)

旋转式测力计	9170A... 9171A... 	5236B 1500A95 	5238B... 	1700A111A2 1200A27 
--------	--	--	--	---

分析

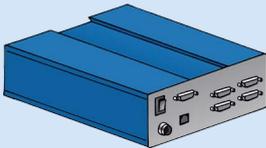
带有DynoWare软件的
笔记本电脑



带有DynoWare软件的
笔记本电脑



5697A...



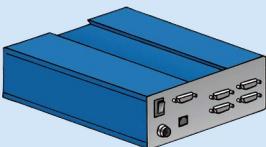
USB电缆



带有DynoWare软件的
笔记本电脑



5697A...



USB电缆



带有DynoWare软件的
笔记本电脑



电荷放大器

用于多分量力测量的高端多通道电荷放大器



技术参数	型号	5080A...
通道数		1 ... 8
测量范围 FS	pC	±2 ... 2 200 000
测量范围调整		连续
频率范围 (-3 dB)	kHz	0 ... 200
输出信号	V	±10 / -8 ... 10
模块, 可选		- 电荷式 - 双模式 (电荷/Piezotron)
电源		
	VAC	100 ... 240
	VDC	11 ... 36
输入信号	型号/ 插头	压电式 可选: - BNC neg. - Fischer 9-pole neg.
输出信号	型号/ 插头	- BNC neg. - D-Sub 15-pole neg.
防护等级: IEC/EN 60529		IP40
接口		- RS-232C - USB 2.0
外壳, 可选		- 19" 机架式 (DIN 41494) - 台式, 带机架
其它特性		显示测量力学量
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	5080A_000-744

关键特性

这种电荷放大器性能优异, 能够进行各种精密测量, 特别是在微小力的测量时。由于其结构设计非常灵活, 可以随时更新配置以满足不同的测量需求。除了电荷放大器模块, 双模式模块也可用于电荷输出的传感器和低阻抗(Piezotron)传感器。

配件 (可选)

配件 (可选)	型号	
RS-232C 电缆	型号	1200A27
连接电缆	型号	1700A111A2
连接电缆	型号	1700A113A2
感应接近开关	型号	2233B

内置电荷放大器的数采系统

用于多分量力测量的电荷放大器和数据采集系统



技术参数	型号	5167A...
通道数		
5167A41型		4
5167A81型		8
输入插头		Fischer 9-pole neg.
输出插头		BNC neg.
以太网接口		2xRJ45
远程控制		D-Sub 9f
测量范围	pC	±100 ... 1 000 000
频率范围 (-3 dB)	Hz	≈0 ... >100 000
额定输出电压	V	±10
输出阻抗	Ω	10
ADC分辨率	Bits	24
ADC采样率	kSps	625
每个通道的输出速率(可配置)	kSps	100
滤波类型		Bessel 或 Butterworth
订购		2./4.
数据表: 参见 www.kistler.com	编号	5167A_003-277

关键特性

该数据采集系统包括集成电荷放大器，适用于多分量力测量。通过以太网控制。该系统还可以配置DynoWare进行数据可视化，是切削过程中使用固定式测力计进行测量的理想选择。

配件

以太网电缆

动态多通道电荷放大器和数据采集系统



技术参数	型号	5165A...
通道数		4
输入插头		BNC neg.
输出插头		BNC neg.
测量范围	pC	±100 ... 1 000 000
额定输出电压	V	±10
ADC分辨率	Bits	24
ADC采样率	kSps	625
每个通道的输出速率(可配置)	kSps	100
滤波类型		Bessel 或 Butterworth
订购		2./4.

关键特性

奇石乐的5165A型LabAmp电荷放大器是用于动态信号的通用实验室放大器。压电传感器、Piezotron传感器(IEPE)和电压信号均经过数字化处理，具有较高的分辨率。数据采集功能可以自由选择模拟输出，这使得该设备的应用范围得到了突出体现。

数据采集系统

数据采集系统，最大28个通道



技术参数	型号	5697A...
通道数		28
分辨率	Bits	16
最大采样率		
单通道	kS/s	1 000
8通道	kS/s	125
16通道	kS/s	62.5
计算机接口		USB 2.0 B型，母头
尺寸	mm	208x70x249
重量	kg	2.2
数据表：参见 www.kistler.com	编号	5697A_000-745

关键特性

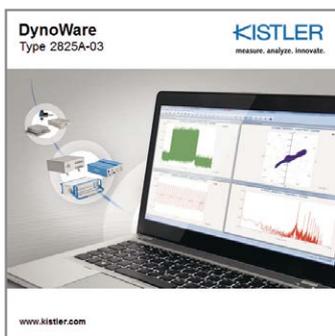
该通用型的数据采集系统最大可以提供1MHz的速度采集模拟信号，通过DynoWare软件可以控制所有奇石乐实验室电荷放大器和信号调理仪，通过USB接口与计算机相连。数据采集系统中含DynoWare软件。

配件（可选）

RS-232C 电缆	型号	1200A27
连接电缆	型号	1700A111A2
连接电缆	型号	1700A113A2
感应接近开关	型号	2233B

软件

DynoWare: 基于Windows的数据采集软件



技术参数	型号	2825A...
所支持的电荷放大器	型号	5011, 5015A..., 5018A..., 5017, 5019, 5070A..., 5080A...
支持的信号调理仪 (旋转测力计)	型号	5223B..., 5237A... 5238B...
更多信息		参见数据表
所支持的操作系统		Windows 7 Windows 8 Windows 10
数据表：参见 www.kistler.com	编号	2825A_000-710

配件

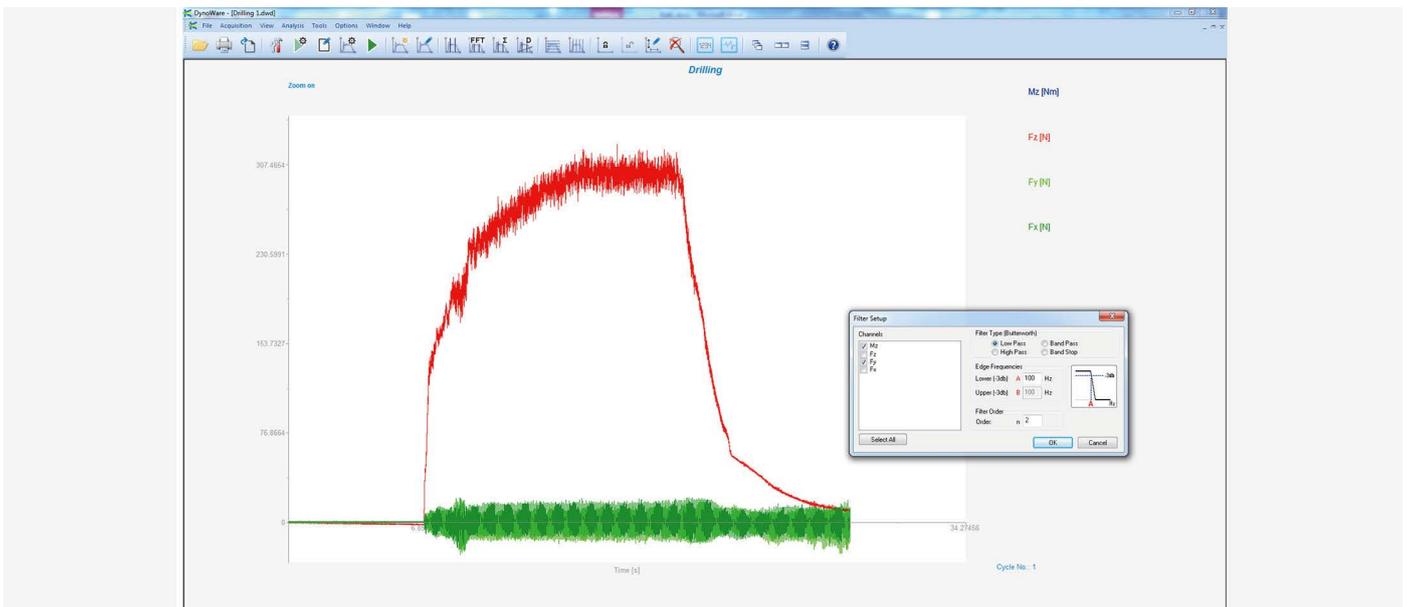
数据采集系统	型号	5697A...
--------	----	----------

DynoWare

该软件操作简单，用户可以通过RS-232C、USB或以太网(IEEE-488)设置和控制所有实验室电荷放大器、LabAmp设备和信号调理仪。该软件具有信号分析和计算功能，数据导出便捷。该软件也适用于不同物理量（特别是准静态力信号）的采集和分析。除了设置传感器配置，还可以设置采样率、硬件滤波器和远程控制数据采集。

多种函数用于数据分析：

- 为控制信号建立虚拟通道
- 使用计算功能用于数据处理
- 数字滤波
- 全部或部分范围的快速傅里叶变换(FFT)
- 信号的极坐标显示
- 漂移补偿
- 触发

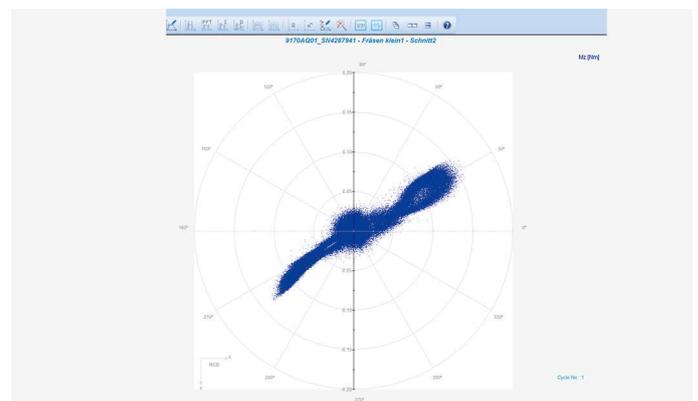
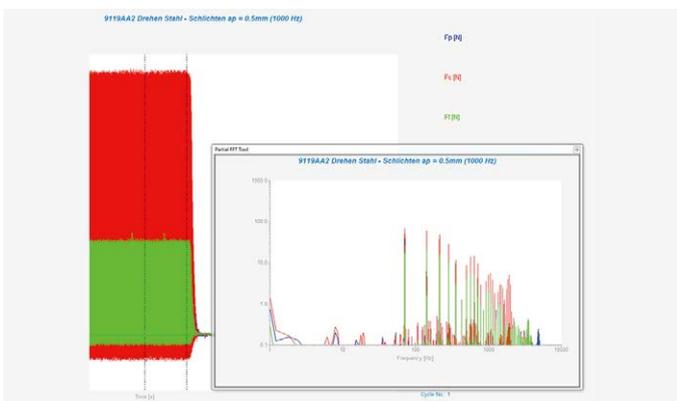


FFT 函数

DynoWare软件中的FFT函数显示频谱中的一个信号。用户可以使用光标选择FFT中的力信号的频率范围，从而有助于对加工过程进行细微分析。

极坐标图

极坐标图是一个动态函数，用来评价旋转测力计的测量值。这种特殊的图形绘制了刀具在旋转刀具坐标系中的力矩，便于对刀具进行切削力分析。



高绝缘阻抗连接电缆

电缆，8芯/3芯，温度范围-5...70°C



技术参数	型号	1677A5	1687B5
插头		Fischer 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.	Fischer 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.
长度	m	5	5
直径	mm	12.3 (金属护套)	12.3 (金属护套)
芯线数		8	3
适用于		6分量力测量	3分量力测量

直角接头电缆，8芯/3芯，温度范围-5...70°C



技术参数	型号	1679A5	1689B5
插头		Fischer直角插头, 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.	Fischer直角插头, 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.
长度	m	5	5
直径	mm	12.3 (金属护套)	12.3 (金属护套)
芯线数		8	3
适用于		6分量力测量	3分量力测量

8芯金属软连接电缆，温度范围-5...70°C



技术参数	型号	1677AQ02	1687BQ02
插头		Fischer 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.	Fischer 9-pole pos., 法兰 Fischer 9-pole pos.
长度	m	5	5
直径	mm	10.5 (金属网套)	10.5 (金属网套)
芯线数		8	3
适用于		6分量力测量	3分量力测量

配件

用于测量信号传输的电缆



技术参数	型号	1700A111A2
插头		D-Sub 15-pole neg. D-Sub 15-pole pos.
长度	m	2
芯线数		15

用于测量信号传输的电缆



技术参数	型号	1700A113A2
插头		D-Sub 15-pole neg. BNC pos.
长度	m	2
芯线数		8

用于测量信号传输的电缆



技术参数	型号	1200A27
插头		D-Sub 9-pole pos. D-Sub 9-pole neg.
长度	m	5
芯线数		9

电缆连接用防水帽

技术参数	型号	1431A1
插头		Fischer 9-pole pos.

用于频率分析的附加传感器



技术参数	型号	9722A500	9722A2000
范围	N	0 ... 500	0 ... 2 000
过载	N	2 500	10 000
灵敏度, 标称	mV/N	10	2
共振频率	kHz	27	27



技术参数	型号	8202A10	8203A50
范围	g	±2 000	±1 000
阈值 (噪音100µVrms)	g _{ms}	0.001	0.001
灵敏度, 标称	pC/g	-10	-50
共振频率, 已安装, 标称	kHz	45	24

目录900-380e列出了我们所有的加速度计。

Capto是Sandvik Group的注册商标

PowRgrip和SecuRgrip都是Rego-Fix AG的注册商标

MEGA New Baby Chuck是BIG DAISHOWA Group的注册商标

TENDO是Schunk Group的注册商标

Windows是微软公司的注册商标



奇石乐的服务：全套定制解决方案

50多年来，奇石乐一直被奉为切削力测量行业的标杆。我们拥有丰富的经验和宽广的技术与应用方面的专业知识，可以随时为您提供服务。

奇石乐的工程设计团队随时为您提供从计划、调试和现场系统培训到日常维护和修理的全方位的支持和帮助。我们从与客户的长期合作中积累了丰富的经验，可以根据您的特殊要求制定个性化的解决方案。如欲了解更多关于切削力测量解决方案的详细信息，请登录：

www.kistler.com/de/de/anwendungen/sensor-technology/zerspankraftmessung.

除了大量含能材料试验组合之外，奇石乐还提供适用于全套车辆碰撞试验和假人碰撞仪的传感器和系统，详情请登录：www.kistler.com/de/de/anwendungen/sensor-technology/test-measurement.

奇石乐的服务概述

- 定制工程
- 咨询支持
- 调试支持
- 定期校准
- 培训课程/工作坊



- 销售中心
- ▲ 技术中心
- 生产中心

我们的全球客户服务

奇石乐的销售与服务网络遍及世界各地，我们始终伴随客户左右。我们在世界各地设有61个销售与服务网点，有近2000名员工，专门制定新型测量解决方案，并为方案提供量身定制的现场支持。



请扫描关注奇石乐中国官方微信公众号，
获取更多新闻推送及资料下载

瑞士奇石乐集团

Eulachstrasse 22
8408 Winterthur Switzerland
电话: +41 52 224 11 11

奇石乐集团的产品受多项专利技术的保护。
奇石乐集团包括Kistler Holding AG及其所有
在欧洲、亚洲、美洲及大洋洲的分部。

上海
地址: 上海市闵行区申长路1588弄15号楼
邮编: 201107
电话: 021-2351 6000
邮箱: marketing.cn@kistler.com
www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.