

四分量测力计 (RCD)

9171A型转子

重型机械加工过程中大切削力测量用旋转测力计

9171A 型四分量旋转测力计 (RCD)，用于测量旋转刀具上的力和扭矩。安装在机床主轴内，而不是常用刀具架。供电和测量值无接触传输，防止磨损。

- 可在旋转刀具上测量切削力
- 四分量测量： F_x 、 F_y 、 F_z 和 M_z
- 最大转速12 000 min⁻¹
- 测力范围高达30 kN
- 无接触数据传输
- 可内部供应切削液
- 可用于传统机床主轴接口
- 可提供多种刀具适配器
- 跳动和动平衡质量高
- 全套测量系统

描述

全套测量系统包括转子、定子、连接线缆和信号调理仪。机床上的主轴类型决定了需要哪个版本的转子。转子内集成有压电式四分量传感器、四个电荷放大器和数字传输电子装置。装置可测量径向力 F_x 和 F_y ，轴向力 F_z 和力矩 M_z 。

电荷放大器的量程选择和电源供电都是采用无接触传输模式，将数字化测量信号传输至定子。固定后，定子与机床之间的间隙仅为几毫米。

信号调理仪负责供电、信号传输和系统控制。有三个测量范围可供选择，且既可以手动亦可通过串行接口启动测量。可采用 $\pm 10V$ 模拟电压信号的形式，提供测量信号。无论是奇石乐的DynoWare软件，还是兼容的数据采集软件，都可以用于记录数据。



应用

切削生产过程中（特别是在铣削和钻孔时），旋转测力仪可用于测量三个正交力 F_x 、 F_y 和 F_z ，以及力矩 M_z 。利用旋转测力计可用于：

- 切削过程中，记录机械负载
- 进行磨损分析
- 优化切削数据
- 计算材料的特有常数（例如，特有的切削力）
- 优化刀具几何形状和涂层
- 验证切削仿真

在刀具切削刃附近测量力和力矩，以便能够在单点刀具上直接测量作用力矢量。新开发的压电传感器安装在转子内部，因此可记录高动态信号。与以前的系统相比，此装置固有频率和采样率更高，因此可在高速切削过程中对信号进行监控。

旋转测力计的优势

将旋转测力计用作测量工具，可为用户带来许多优势，例如：

- 可直接测量加工过程中作用的扭矩，以便对刀具的状态（例如，磨损状态）进行准确评估。
- 旋转测力计的转子随工具旋转，因此可直接量化刀具的机械负载。
- 工件质量、尺寸和形状不受影响，因此可在飞机构件或整体叶盘（整体式叶盘）等复杂和高成本组件上，测量切力和扭矩。

技术参数

9171Axxx0型转子

最高速度		min ⁻¹	12 000
测量范围1	F _x , F _y	N	-20 000 ... 20 000
	F _z	N	-30 000 ... 30 000
	M _z	N·m	-1 000 ... 1 000
校准范围			详见第5页
灵敏度范围1	F _x , F _y	mV/N	≈0,48
	F _z	mV/N	≈0,3
	M _z	mV/N·m	≈8,75
灵敏度范围2	F _x , F _y	mV/N	≈1,2
	F _z	mV/N	≈1,2
	M _z	mV/N·m	≈24
灵敏度范围3	F _x , F _y	mV/N	≈4,8
	F _z	mV/N	≈4,8
	M _z	mV/N·m	≈96
线性度		%FSO	≤±1,0
迟滞		%FSO	≤1,0
串扰	F _x <-> F _y	%FSO	≤±2,0
	F _{x,y} -> F _z	%FSO	≤±3,0
	F _z -> F _{x,y}	%FSO	≤±1,0
	F _z -> M _z	mN·m/N	≤±1
	M _z -> F _z	N/N·m	≤±1
固有频率 ¹⁾	f _{0, Fx,y}	Hz	≈1 100
	f _{0, Fz}	Hz	≈7 600
固有频率 ²⁾	f _{0, Fx,y}	Hz	≈900
	f _{0, Fz}	Hz	≈5 800
低通 (抗混叠)		kHz	3,0
低通滤波器类型			6针, Butterworth
每通道采样率		kHz	22,2
分辨率		bit	12
工作温度范围		°C	0 ... 60
防护等级 (IEC 60529)			IP67

最高切削液内压	bar	70
平衡等级	G	≤2,5
重量 (仅包括转子，不包括主轴适配器和刀具适配器)	kg	≈3,3
重量 9171A151x型 (配有随附主轴适配器HSK-A100和刀具适配器ER32)，不包括刀具和夹紧螺母	kg	≈7,2

¹⁾ 适用于9171A150x型 (RCD配有主轴适配器HSK-A100，不包括刀具适配器)

²⁾ 适用于9171A151x型 (RCD配有主轴适配器HSK-A100和刀具适配器 ER32)，包括夹头、夹紧螺母和刀具m_{刀具}= 126 g

5238B...型信号调理仪

通道数			4
每通道测量范围数			3
低通 (可调)	截止频率1	kHz	0,1
	截止频率2	kHz	0,3
	截止频率3	kHz	1,0
低通滤波器类型			6 pole, Butterworth
满量程信号输出	V		±10
连接器信号输出			4xBNC neg. D-Sub neg. 15 pin
接口 (远程控制)			RS-232C
供电	VAC	V	100 ... 240
公差		%	±10
电源频率		Hz	50 ... 60
工作温度范围		°C	0 ... 60
防护等级 (IEC 60529)			IP30
尺寸WxHxD	mm		248x253x146
重量 (仅信号调理仪)	kg		3,4

9171A_003-155c-08.19

旋转测力计 (RCD) 信号

9171A型旋转测力计以压电式四分量传感器为基础。测量系统的转子与机床主轴连接。这意味着RCD的坐标系同样围绕垂直z轴旋转。RCD采用旋转坐标系，因此可以直接评估刀具切削刃的机械负载。

用奇石乐Dynaware软件型号2825A采集和显示测量案例:

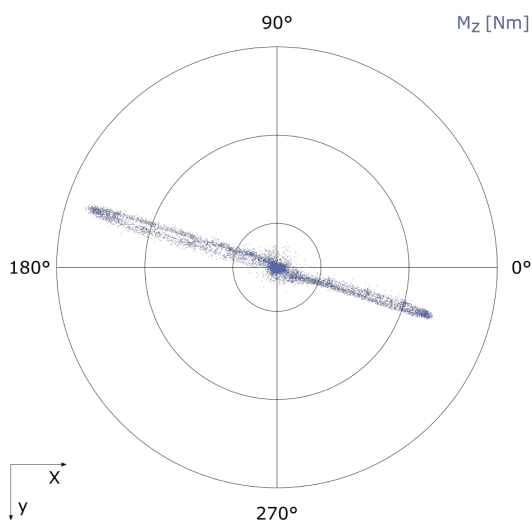


图1: 精加工中两刃铣刀铣削极坐标图

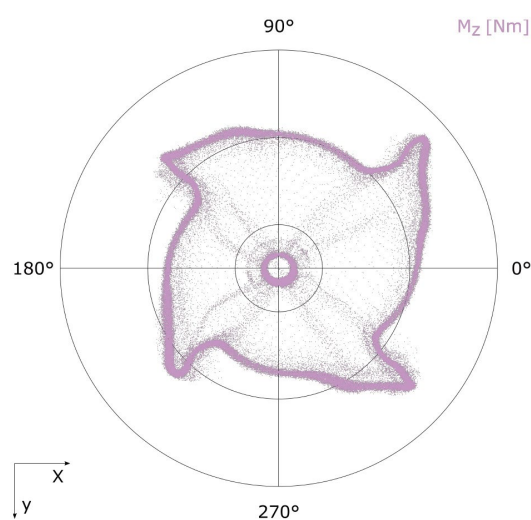


图2: 四刃铣刀铣削极坐标图

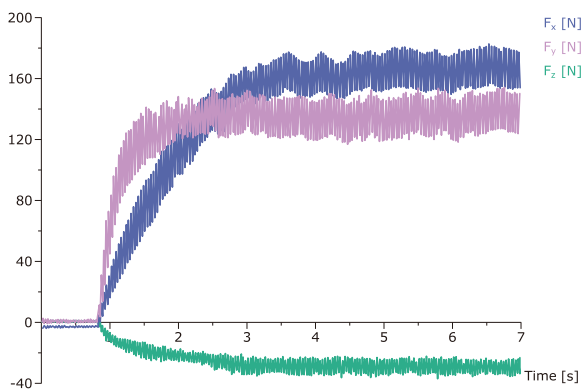


图3: 铣削中的测量数据

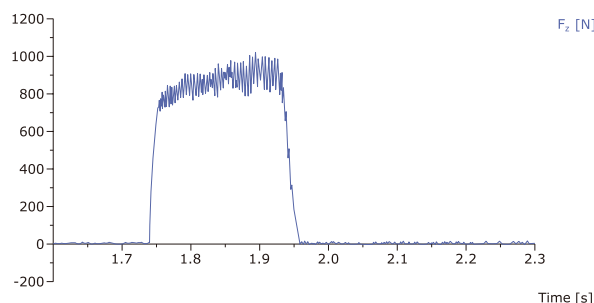
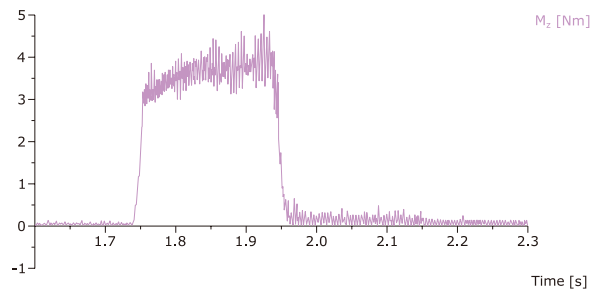


图4: 钻削中的测量数据

9171A_003-155c-08.19

模块化

9171A型测力计配有可拆卸主轴适配器和刀具适配器，为用户
提供最高灵活性。例如，只需更换主轴适配器，即可将测力计
用到采用不同主轴接口的多种机床上。工艺详情，请参考说明
手册。

Mounting the RCD Type 9171A...

与传统刀具一样，旋转测力计的转子通过主轴适配器被接入机
床主轴。由用户决定，将定子安装到机床结构上或机床主轴的
固定部分。详细信息，请参考说明手册。

在测量过程中使用9171A型旋转测力计

为了防止定子与定子座之间发生碰撞，我们建议将9171A型
RCD手动插入机床主轴。

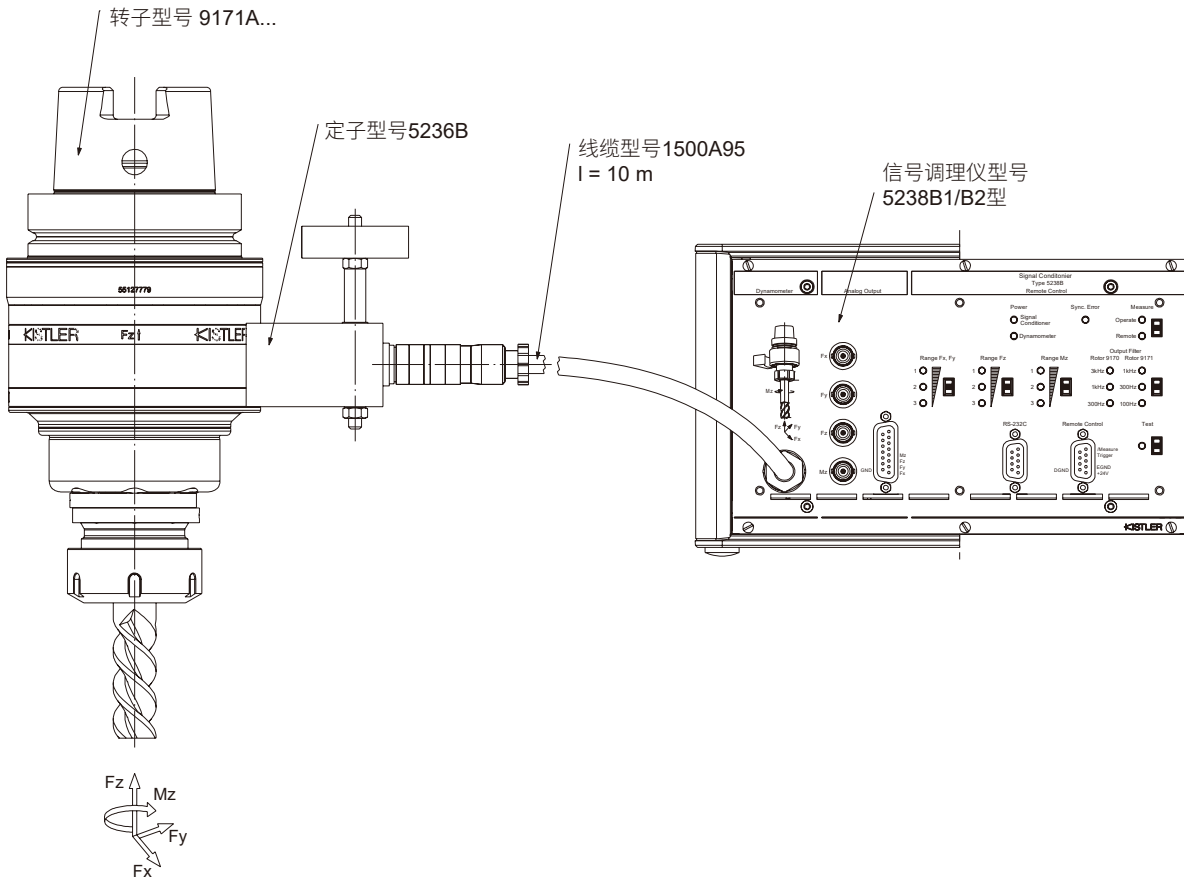


图5: 测量链示意图

典型测量链与数据采集系统5697A1型

测力计 (+ 定子)	连接线缆	信号调理仪	连接线缆	数据采集系统	电脑(用户提供) 带有DynoWare 软件
型号9171A (+ 型号 5236B)	型号 1500A95	型号5238B	型号1700A111A2 型号1200A27	型号5697A1	

9171A_003-155c-08.19

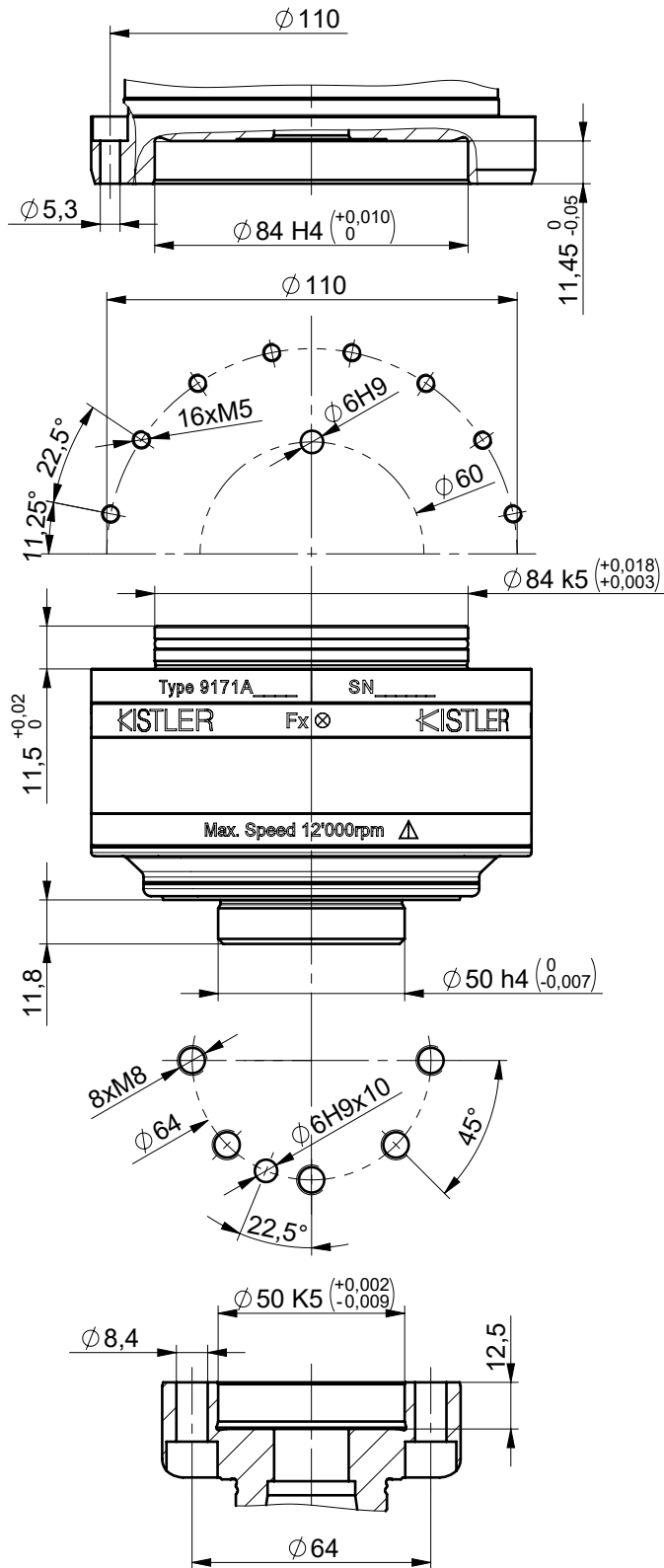


图2: 接口尺寸

9171A_003-155c-08.19

不同型号旋转测力计的校准范围

型号	主轴适配器			校准范围1	校准范围2	校准范围3
9171A100x	-	F _x , F _y	N	18 000	7 500	1 900
		F _z	N	28 000	7 500	1 900
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A13xx	HSK-A63	F _x , F _y	N	3 000	1 500	300
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A14xx	HSK-A80	F _x , F _y	N	5 000	2 500	500
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A15xx	HSK-A100	F _x , F _y	N	7 500	4 000	1 000
		F _z	N	28 000	7 000	1,500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A22xx	DIN ISO 7388-1 - AD40 (DIN 69871-AD40)	F _x , F _y	N	3 000	1 500	300
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A23xx	DIN ISO 7388-1 - AD50 (DIN 69871-AD50)	F _x , F _y	N	7 000	3 500	500
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A25xx	JIS B 6339-2 JD 40 (MAS 403 BT 40)	F _x , F _y	N	3 000	1 500	300
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A26xx	JIS B 6339-2 JD 50 (MAS 403 BT 50)	F _x , F _y	N	7 000	3 500	500
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A28xx	ANSI / ASME B5.50-40 (CAT 40)	F _x , F _y	N	3 000	1 500	300
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A29xx	ANSI / ASME B5.50-50 (CAT 50)	F _x , F _y	N	7 000	3 500	500
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A32xx	Capto C6 *	F _x , F _y	N	3 000	1 500	300
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95
9171A33xx	Capto C8 *	F _x , F _y	N	5 000	2 500	500
		F _z	N	28 000	7 000	1 500
		M _z	N·m	1 000	380	95

* 不可与中心夹紧螺栓一同使用

测量链部件

- 转子
- 定子
- 连接线缆(l = 10 m)
- 机架安装式信号调理仪
- 桌面安装式信号调理仪

型号

- 9171Axxx0
- 5236B
- 1500A95
- 5238B1
- 5238B2

订货示例: 9171A3232

9170A型被测RCD测量系统包括:

- 9171A100型转子
- 安装用主轴适配器Capto C6 (可拆卸)
- MountedpowRgrip弹簧夹头secuRgrip PG32-SG (可拆卸)
- 5236B型定子
- 1500A95型连接线缆
- 5238B2型信号调理器

订购代码

四分量旋转式切削力计

9171A型

主轴适配器 (可更换)

Flange adapter (w/o spindle adapter)	10
HSK-A63	13
HSK-A80	14
HSK-A100	15
DIN ISO 7388-1 - AD40 (DIN 69871-AD40)	22
DIN ISO 7388-1 - AD50 (DIN 69871-AD50)	23
JIS B 6339-2 JD 40 (MAS 403 BT 40)	25
JIS B 6339-2 JD 50 (MAS 403 BT 50)	26
ANSI / ASME B5.50-40 (CAT 40)	28
ANSI / ASME B5.50-50 (CAT 50)	29
Capto C6	32
Capto C8	33

可更具需要提供主轴适配器

刀具适配器 (可更换)

法兰适配器 (w/o tool adapter)	0
弹簧夹头ER 32 (DIN 6499 - B32)	1
弹簧夹头ER 40 (DIN 6499 - B40)	2
powRgrip 弹簧夹头 secuRgrip PG 32-SG	3
TENDO 液压膨胀夹头	4
MEGA 弹簧夹头 20N, New Baby Chuck	5

测量系统

仅转子	0
全套测量系统, 包括转子、定子、 连接线缆和信号调整器 (机架安装)	1
全套测量系统, 包括转子、定子、 连接线缆和信号调整器 (桌面安装)	2

主轴适配器(可单独提供)

主轴适配器	工艺编号
HSK-A63	55127703
HSK-A80	55127778
HSK-A100	55127779
DIN ISO 7388-1 - AD40 (DIN 69871-AD40)	55127805
DIN ISO 7388-1 - AD50 (DIN 69871-AD50)	55127806
JIS B 6339-2 JD 40 (MAS 403 BT 40)	55127808
JIS B 6339-2 JD 50 (MAS 403 BT 50)	55127809
ANSI / ASME B5.50-40 (CAT 40)	55127812
ANSI / ASME B5.50-50 (CAT 50)	55127817
Capto C6 *	55127820
Capto C8 *	55127821

* 不可与中心夹紧螺栓一同使用

包含附件

- 冷却管
- 冷却管用O-ring 密封圈
- 动平衡环
- 螺栓
- 定位销

9171A_003-155c-08.19

刀具适配器(可单独提供)

刀具适配器	工艺编号
弹簧夹头 ER32 (DIN 6499-B32)	55127219
弹簧夹头 ER40 (DIN 6499-B40)	55127224
powRgrip 弹簧夹头 secuRgrip PG32-SG	55125318
TENDO 液压膨胀夹头	55171559
MEGA 弹簧夹头 20N, New Baby Chuck	55187242

刀具适配器的包含附件

- 夹紧螺母
- 钩形扳手(仅供ER弹簧夹头)
- 棘轮扳手/把手 (仅powRgrip 弹簧夹头 secuRgrip)
- 动平衡环
- 螺栓
- 定位销

订购代码

Collet DIN 6499-B32-UP

9169A型

刀具直径

1 ... 2 mm	02
2 ... 3 mm	03
3 ... 4 mm	04
4 ... 5 mm	05
5 ... 6 mm	06
6 ... 7 mm	07
7 ... 8 mm	08
8 ... 9 mm	09
9 ... 10 mm	10
10 ... 11 mm	11
11 ... 12 mm	12
12 ... 13 mm	13
13 ... 14 mm	14
14 ... 15 mm	15
15 ... 16 mm	16
16 ... 17 mm	17
17 ... 18 mm	18
18 ... 19 mm	19
19 ... 20 mm	20

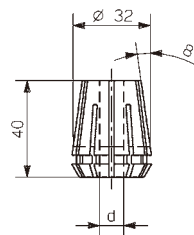


图2: 夹头型号9169A...

9171A_003-155c-08.19

TENDO为Schunk GmbH公司注册商标。

MEGA New Baby Chuck为大昭和集团注册商标。

Capto为山特维克集团注册商标。

powRgrip和secuRgrip为Rego-Fix AG公司注册商标。