

压电力传感器

用于测量拉压力的压电力环传感， 量程 $\pm 7.5\text{kN} \dots \pm 1200\text{kN}$

9001C, 9011C, 9021C,
9031C, 9041C, 9051C,
9061C, 9071C, 9081B,
9091B型

压电力传感器也称为压电力环传感器，用于高分辨率前提下精准测量拉和压力。

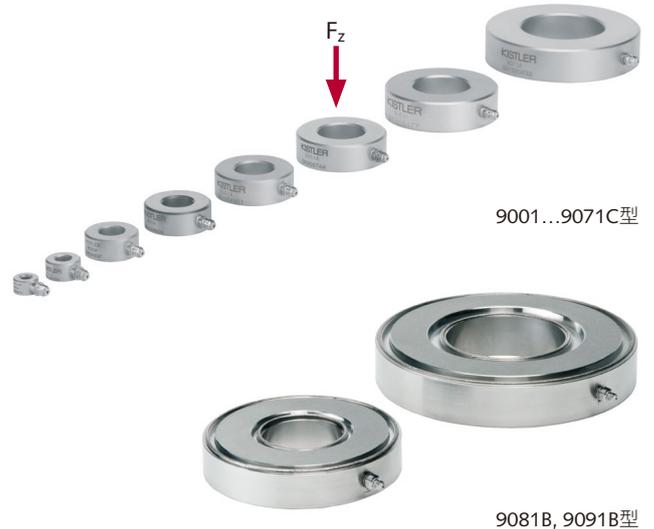
- 标定两个量程段
- 线性度（含迟滞） $\leq \pm 0.5\%$
- 刚度高
- 紧凑型设计
- 极低的阈值分辨率
- 最高防护等级：IP68（取决于线缆）
- 工作温度范围 $-70 \dots 200^\circ\text{C}$
- 无损耗，使用周期无限

描述

90x1系列压电（PE型）传感器用于测量Z向力。被测力通过紧密焊接的钢壳的盖和底座直接传递到内部的石英传感器元件。当传感器收到机械载荷时，石英环会产生与载荷等比的电荷进行输出。石英的一个突出特性是非常低的阈值分辨率，因此，在整个测量范围内保持极为线性的高灵敏度传感器。所以，所有PE压电型传感器在一定测量范围内的特性实际均一致，与尺寸无关。

三个独特优点：

- 过载保护：即便非常小的力也可以使用大量程传感器进行测量。
- 刚度高：为使结构刚度更高，也可以使用更大的传感器，并且不会对测量信号的质量产生负面影响。
- 组合：通过将多个传感器并联到一个电荷放大器上，就可以简单地将它们组合在一起。输出电压与所有作用力之和成比例。



描述

坚固的设计、可靠性以及测量良好重复性是此力传感器的主要特点。根据力的大小，准静态测量可以在数分钟或数小时内进行，因此零点的稳定性在很大程度上取决于后端电荷放大器。另一方面，动态测量（AC模式，峰峰）可以长时间任意测量。传感器具有几乎无限的使用寿命。

应用示例

- 装配过程测力
- 焊接力测试
- 压向力测试
- 在高静态预载下测量螺栓头的力变化
- 抗冲击性和疲劳强度
- 切割和成型测力
- 制动与碰撞力

技术参数

型号		9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C	9081B	9091B
标称范围	kN	7.5	15	35	60	90	120	200	400	650	1 200
标准预紧力	kN	1.5	3	7	12	18	24	40	80	130	240
标定量程1	kN	0 ... 6.0	0 ... 12	0 ... 28	0 ... 48	0 ... 72	0 ... 96	0 ... 160	0 ... 320		
标定量程2	kN	0 ... 0.6	0 ... 1.2	0 ... 2.8	0 ... 4.8	0 ... 7.2	0 ... 9.6	0 ... 16	0 ... 32	0 ... 52	0 ... 96
标定量程3	kN									0 ... 650	0 ... 1 200
最大过载	kN	10.5	21	49	84	126	168	280	560	715	1 320
灵敏度	pC/N	-4.1±0.2	-4.2±0.2	-4.4±0.2						-2.15±0.2	-2.1±0.2
线性度 (包含迟滞) ¹⁾	%FSO	±0.5						±1			
固有频率 ²⁾ , 计算值	kHz	≥170	≥120	≥75	≥53	≥51	≥42	≥32	≥20	≥14	≥9
轴向刚度 (计算值)	kN/μm	1.1	1.6	3.3	5.2	7.5	9.8	15.4	27.7	35.7	52.3
横向刚度 (计算值)	kN/μm	0.20	0.31	0.74	1.3	1.8	2.4	3.9	7.6	9.2	12.9
剪切刚度 (计算值)	kN/μm	0.26	0.4	0.9	1.5	2.2	2.8	4.6	9.0	11.2	15.7
扭转刚度 (计算值)	kNm/°	0.13	0.39	2.0	4.9	10	18	47	190	318	1 070
弯曲刚度 (计算值)	kNm/°	0.13	0.9	2.02	5.2	11	21	55	217	381	1 311
弯矩灵敏度											
最大抗弯矩 ³⁾ (Mz = 0), 计算值	N·m	±5.3	±15	±61	±130	±244	±390	±800	±2 443	±4 430	±13 260
温度灵敏度系数											
灵敏度变化范围 (-70°C .. 200°C, Tref = 25°C)	%	±2.5									
工作温度范围											
Sensor	°C	-70 ... 200								-40 ... 120	
绝缘阻抗 (23°C时)	Ω	≥1*10 ¹⁴						≥1*10 ¹³		≥1*10 ¹²	
传感器电容	pF	14	17	33	52	70	93	149	303	750	890
接头型号		KIAG 10-32 母头									
防护等级IEC 60529	IP	See table, page 9									
传感器材质											
盖板		1.4821								1.4460	
外壳		1.4542								1.4057	
重量											
Sensor	g	3	7	20	36	70	80	157	370	910	2 180

¹⁾ 对应标定量程段

²⁾ 未预紧和安装时的参数, 安装至结构中固有频率会相应减小

³⁾ 对标称范围进行50%的**预紧安装**

9001C...9071C型尺寸

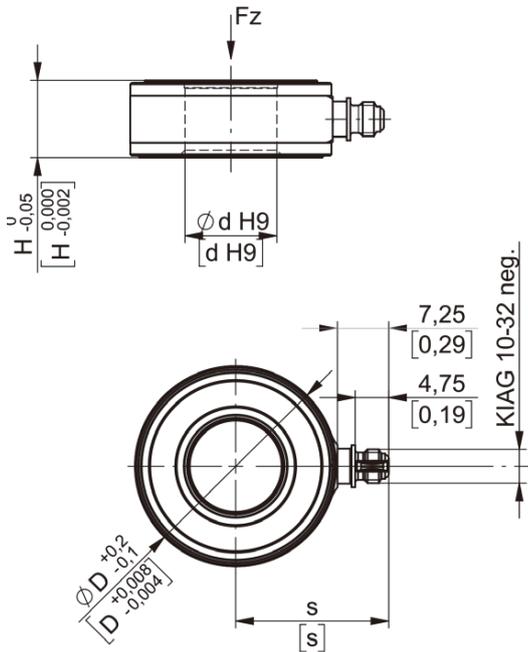


图1: 9001C...9071C型尺寸

尺寸

型号	d	D	H	s
9001C	4.1	10.3	6.5	12.75
9011C	6.5	14.5	8	14.85
9021C	10.5	22.5	10	18.6
9031C	13	28.5	11	21.65
9041C	17	34.5	12	24.65
9051C	21	40.5	13	27.65
9061C	26.5	52.5	15	33.65
9071C	40.5	77.2	17	45

9081B、9091B型尺寸

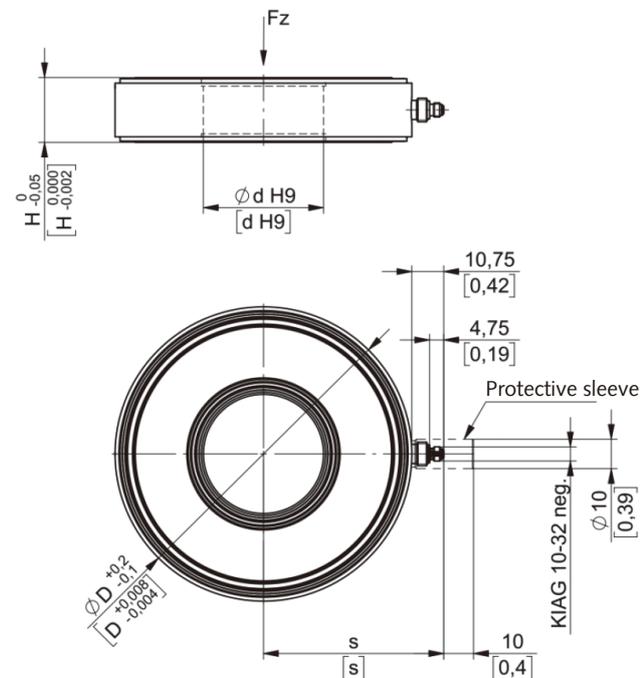


图2: 9081B、9091B型外形尺寸

尺寸

型号	d	D	H	s
9081B	40.5	100	22	60.75
9091B	72	145	28	83.25

9001C_003-421c-08.20

预紧

压电力传感器通常需要预紧后安装至结构中。通常建议预紧力至少为标称范围的20%，以此达到推荐的有效测量范围，从而可以最大限度消除微小测力的非线性误差。

预紧的优点：

- 被测信号的最优线性度和稳定性。
- 根据预紧力的大小测量拉向力和压向力（见图）
- 高刚性的结构用于高频带测试
- 最佳应力分布

使用前需加载预紧力，使产生的预紧力（ F_v ）和被测力（ $\pm F_z$ ）的总和始终在传感器的标称量程内（见图）。尽可能使传感器的平均受力为标称力的50%。在该点处，抗弯矩最大（见下文“弯矩”）。预紧时，须使用传感器本身测量力。此处使用参数表中的灵敏度。安装面必须平整、坚固，尽可能接地。

9422A型预紧组件为标配附件。

传感器安装

90x1C型力传感器须始终安装在预紧后平坦、坚固且平行的表面上，从而使力均匀分布。为了确保更多应用，奇石乐提供更多可选的安装附件。

力传感器/力链传感器

力环传感器9001C...9071C也可替代预校准的力链传感器（9301C...9371C型）进行安装。力链是测量拉压力的理想选择；安装后无需重新校准。

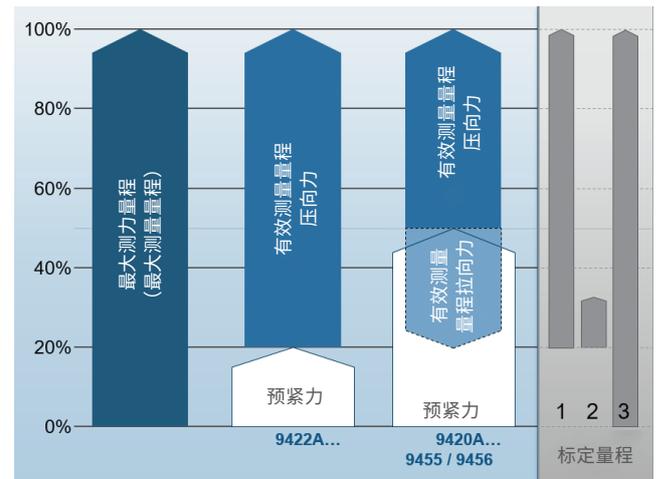


图3：测量与标定范围

标定与测量范围

传感器的期望偏差直接取决于测量范围的大小和工作点的选择。测量范围越小，线性度和滞后性越好。传感器通常以标称力的20%预紧，这将显著改善传感器的线性度和迟滞。根据尺寸，90x1系列的传感器在两到三个不同的范围内进行校准（见图）。

有关安装、尺寸和接线的详细说明手册，请参阅我们网站的下载区www.kistler.com。

直接测力或分流测力

压电式力传感器可以直接用于单独部件的测力，也可以用于嵌入机器结构中用于分流测力。通过直接测力，力通过传感器进行测量。而在力分流测力，传感器只承受一小部分力。

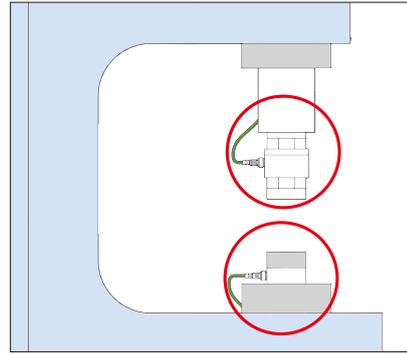


图4：直接测力

当使用分流力安装时，力环传感器可以用来解决广泛的测量问题。通过这种设计，可以测量超过标定量程多倍的过程力，因为只有一部分力施加到传感器本身。虽然灵敏度降低且测量精度较低，但测量范围可以显著增加。分流测力通常对于高度公差要求较高，安装方式与直接测力相同。此外，传感器必须在安装状态下进行绝对校准！

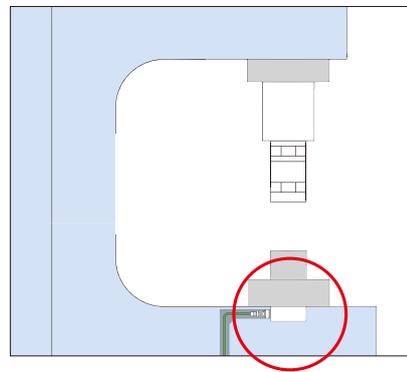


图5：分流测力

弯矩、扭矩、剪切力

附加的剪切力 F_x 、 y 、弯矩 M_x 、 y 和扭矩 M_z 载荷会相应减小传感器的有效测量范围，极端情况下会导致传感器损坏。通常情况下我们无法完全避免，这就是为什么需要在设计时必须考虑这些力的原因。

扭力和剪切力的要求较低：压向力 F_z 越大，可以补偿的剪切力和扭力就越大。如果设计不当，仅会影响传感器测量准确性。

然而，弯矩会产生传感器的非对称附加应力载荷。即使在 F_z 的正常测量范围内，也可能导致传感器损坏。

预紧力达到标称载荷的50%时，传感器抗弯能力最强。

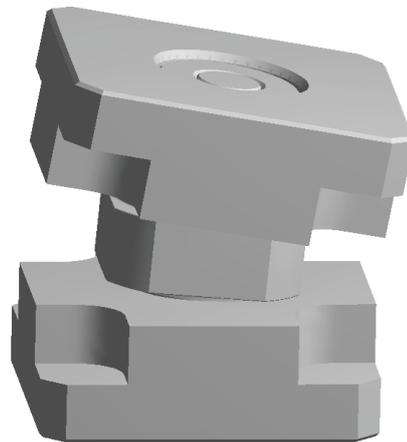


图6：弯矩

注意：

了解更多详细信息和计算示例，请参阅我们网站上相应传感器的使用说明书www.kistler.com。

预紧组件9420Ax1

预紧组件9420Ax1用于拉压力测量应用中。定心套筒（1）和高强度预紧螺栓（2）的组件可用于高达50%的预紧力，设计保证最小的力分流及绝对对中，同时确保最佳施力。通过附带的绝缘垫圈（5），传感器安装在电气系统中保证最佳绝缘。

- 3) 垫圈
- 4) 六角螺母

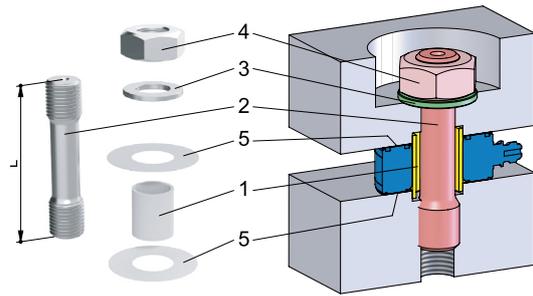


图7: 9420Ax1预紧结构示意图

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
预紧组件	型号	9420A01	9420A11	9420A21	9420A31	9420A41	9420A51	9420A61	9420A71
分流力	%	≈10	≈7	≈8	≈9	≈8	≈7	≈7	≈7
螺纹		M4x0.5	M5x0.5	M8x1	M10x1	M12x1	M14x1.5	M20x1.5	M27x2

预紧组件9422Ax1

用于仅测量Fz正向力（压向力）时，客户需要9422Ax1系列产品提供较低的预紧力。较为理想的配置是9422Ax1组件，预紧螺栓（1）和定心环（2）组成。螺栓可预加载至标称范围的30%。如有必要，可单独订购绝缘垫圈等其他附件。

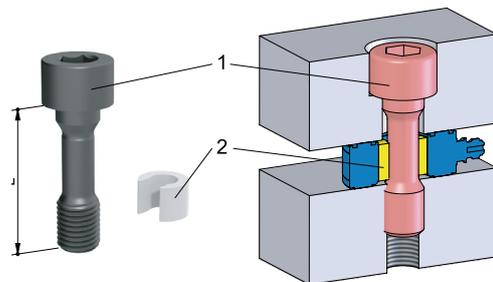


图8: 9422Ax1预紧结构示意图

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
预紧组件	型号	9422A...	9422A...	9422A...	9422A...	9422A...	9422A...	-	-
分流力	%	≈7	≈8	≈9	≈9	≈9	≈9		
螺纹		M3x0.5	M5x0.8	M8x1.25	M10x1.5	M12x1.75	M14x2		

预紧组件9455及9456

使用9455和9456型预紧组件，可分别获得400 kN（9081B型）和600 kN（9091B型）的预紧力。这种预紧力通常采用液压方式施加，必要时可在瑞士温特图尔的工厂进行。

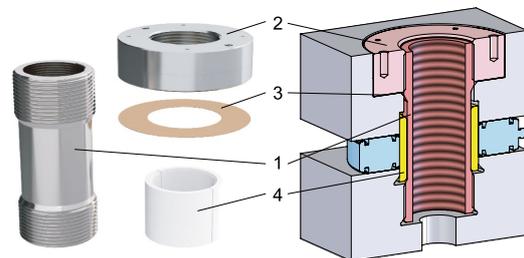


图9: 9455/9456预紧结构示意图

	型号	9081B	9091B
预紧组件	型号	9455	9456
分流力	%	≈9	≈9
螺纹		M40x2.0	M64x3.0

9001C_003-421c-08.20

附件

分力环95x5

安装接触面须与传感器表面一样平整且坚硬。如果无法完成，则须通过使用分力环（1），以预防传感器表面的局部应力过大和损坏。

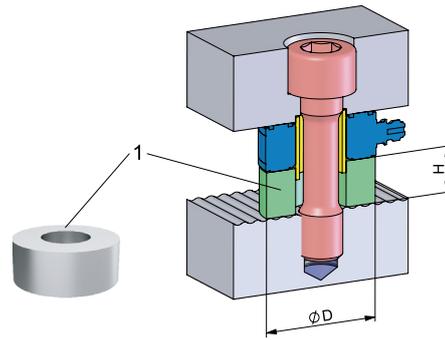


图10: 95x5型分力环安装示意

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
分力环	型号	9505	9515	9525	9535	9545	9555	9565	9575
D	mm	10	14	22	28	34	40	52	75
H	mm	6	8	10	11	12	13	15	17
D	in	0.39	0.55	0.87	1.1	1.34	1.57	2.05	2.95
H	in	0.24	0.31	0.39	0.43	0.47	0.51	0.59	0.67

分力帽95x9

被测力须均匀分布在力传感器表面。如果无法避免集中应力，则建议选配与传感器对应的力分配帽（1）可确保理想的力分流。

- 2) 定心销
- 3) 内六角螺钉

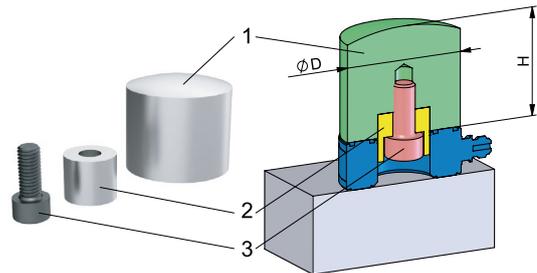


图11: 95x9型分力帽组件安装示意

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
分力帽	型号	9509	9519	9529	9539	9549	9559	9569	9579
D	mm	10	14	22	28	34	40	52	75
H	mm	10	15	20	25	30	40	50	60
D	in	0.39	0.55	0.87	1.1	1.34	1.57	2.05	2.95
H	in	0.39	0.59	0.79	0.98	1.18	1.57	1.97	2.36

球形垫圈95x3

如果表面不能完全平行, 则必须使用球形垫圈 (1) 来补偿。
但是仍需精加工一个接触面。

H*=高度 (平行度为0°时)

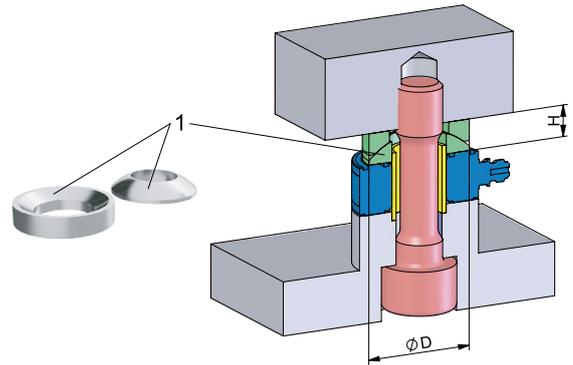


图12: 95x3球形垫圈安装示意

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
球形垫圈	型号	-	9513	9523	9533	9543	9553	9563	9573
D	mm		12	21	24	30	36	52	75
H	mm		4	6	7	8	10	14	20
D	in		0.47	0.83	0.94	1.18	1.42	2.05	2.95
S	in		0.16	0.24	0.28	0.31	0.39	0.55	0.79

绝缘环片95x7

如果由于接地回路或被测对象与放大器之间的电位不同产生干扰, 则传感器必须绝缘安装。绝缘垫圈确保电气隔离。为了正常工作, 绝缘垫圈只能使用一次, 并且只能在接触表面使用。



图13: 95x7绝缘环片示意

注意

这些绝缘垫圈只能在没有内置定心环的情况下使用。

	型号	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
绝缘环片	型号	-	9517	9527	9537	9547	9557	9567	9577
D	mm		14	22	28	34	40	52	75
H	mm		1.125						
D	in		0.55	0.87	1.1	1.34	1.57	2.05	2.95
H	in		0.0049						

9001C_003-421c-08.20

电荷放大器

在为特定的应用选择合适的电荷放大器时，需要参考响应的标准。其中最重要的是通道数、测量范围、测量类型和频率范围。

数字型实验放大器：LabAmp

最新一代的通用实验室电荷放大器；集成数据采集功能的动态或准静态测量；具有网络与web接口。

在此提供了一个表格摘要及概述。有关更详细的资料及解释，请参阅产品目录及有关资料表www.kistler.com。



图15: LabAmp 5165A型与5167A型

模拟输出实验放大器：5015A, 5018A和5080A

模拟量电荷放大器用于实验室的研究。具有很宽的测量范围和极高的灵活性（5080A型）。



图16: 模拟输出实验放大器5015A型与5080A型

工业型放大器

尺寸和功能优化的放大器，主要用于工业应用中。具有总线或更多的功能（如力曲线的评估等）



图17: 工业型电荷放大器5073A、5074A与maXYmos BL 5867B型（自左向右）

包含附件

- 特种润滑脂
- 20%标称范围预紧力螺栓组件, 含对中环 (9001C...9051C)

型号

1063
9422A01
...
9422A51

订货号

压电力传感器

0 ... 7.5 kN标称范围	01
0 ... 15 kN标称范围	11
0 ... 35 kN标称范围	21
0 ... 60 kN标称范围	31
0 ... 90 kN标称范围	41
0 ... 120 kN标称范围	51
0 ... 200 kN标称范围	61
0 ... 400 kN标称范围	71

型号 90 C

可选附件

- 50%标称范围预紧力高强度螺栓组件
- 用于9081及9091型传感器的高预紧力组件

9420A01
...
9420A71
9455, 9456

安装附件 (可选)

- 分力环
- 球形垫圈
- 绝缘环片
- 分力帽

95x5
95x3
95x7
95x9

压电力传感器

0 ... 650 kN标称范围	81
0 ... 1 200 kN标称范围	91

型号 90 B

线缆 (可选)

- 力和扭矩传感器电缆的连接和延长电缆数据表 (1631C_000_346)