

# XC-80环境补偿器





## 目录

法律信息 .....	3	材料热膨胀补偿 .....	12
简介 .....	5	材料热膨胀系数 .....	12
波长补偿 .....	5	材料传感器的位置 .....	14
材料热膨胀补偿 .....	5	估算机器在20°C的环境温度下运行时的精度 .....	14
端部面板 .....	5	按照国家或国际标准进行校准 .....	15
XC补偿器连接和配置 .....	6	估算机器反馈系统在20°C下运行时的精度 .....	16
环境传感器 .....	6	确保制造在20°C的温度下具有精确精度的零件 .....	16
传感器图符 .....	7	自动环境补偿 .....	17
LED指示灯 .....	8	XC补偿器更新周期 .....	17
传感器LED指示灯 .....	8	固定材料补偿 .....	18
补偿器状态LED指示灯 .....	8	规格 .....	19
XC补偿器校准 .....	9	简介 .....	19
波长补偿 .....	10	重量和尺寸 .....	20
空气传感器的位置 .....	11	订货号 .....	20
空气温度传感器的位置 .....	11		
空气压力和相对湿度传感器 .....	11		



## 法律信息

### 安全须知

在使用XL或XM激光系统之前, 请先查阅相关的激光安全须知手册。针对XL激光系统, 请参阅编号为“M-9908-0363”的雷尼绍文档; 针对XM激光系统, 请参阅编号为“M-9921-0202”的雷尼绍文档。

### EU标准符合性

雷尼绍公司特此声明, XC-80环境补偿器符合以下指令中的基本要求和和其他相关规定:

- 适用欧盟指令



如需查阅标准符合性声明全文, 请访问 [www.renishaw.com.cn/XLCE](http://www.renishaw.com.cn/XLCE)

### 废弃电子电气设备 (WEEE) 处置

在雷尼绍产品及/或随附文件中使用此符号, 表示本产品不可与普通生活垃圾混合处置。最终用户有责任在指定的废弃电子电气设备 (WEEE) 收集点处置本产品, 以实现重新利用或循环使用。正确处置本产品有助于节省宝贵的资源, 并防止对环境造成负面影响。如需了解详细信息, 请联系当地的废品处置服务商或雷尼绍经销商。





## 包装材料信息

包装组件	材料	94/62/EC 材料缩写	94/62/EC 材料代码
外包装箱	硬纸板 — 70%的材料可回收	PAP	20
内包装箱	硬纸板 — 70%的材料可回收	PAP	20
包装内衬	聚氨酯	PU	7
包装袋	低密度聚乙烯	LDPE	4

## REACH法规

如需获取第1907/2006 (EC) 号法规 (“REACH”) 之第33(1) 条针对含有高度关注物质 (SVHC) 的产品要求提供的信息, 请访问 [www.renishaw.com.cn/REACH](http://www.renishaw.com.cn/REACH)

## 中国RoHS《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》

有关中国RoHS的更多信息, 请访问 [www.renishaw.com.cn/calcompliance](http://www.renishaw.com.cn/calcompliance)

系统	操作
补偿	规格



## 简介

XC补偿器是确保激光系统实现优异测量精度的关键。它通过非常精确地测量环境条件,在空气温度、空气压力和相对湿度发生变化时,对激光光束的波长进行补偿,从而基本上消除由于这些变化而引起的测量误差。



## 波长补偿

XC补偿器的传感器读数仅用于补偿线性测量的激光读数。如果没有应用补偿,空气折射率的变化将导致极大的测量误差。虽然可以手动输入环境条件(例如使用手持式仪器),使用XC补偿器的好处是补偿精确,并且每7秒钟自动更新一次。

## 材料热膨胀补偿

XC补偿器还能够接收多达3个材料传感器的信号输入,这些传感器可测量被测机器或材料的温度。如果在CARTO软件中输入适当的材料热膨胀系数,则可以按照20°C的机器(材料)温度对测量值进行归一化。

环境补偿方法有三种:

- 使用XC补偿器自动更新环境补偿。
- 使用XC补偿器手动更新环境补偿。
- 在没有XC补偿器的情况下,手动输入数据进行补偿。

XC补偿器的详细规格请参见**规格章节**。

XC补偿器作为组件的一部分提供,组件中还包括1条USB电缆、1个空气温度传感器和1个材料温度传感器。

## 端部面板

XC补偿器的端部面板上包含下图所示的功能特性:



1	校准日期
2	补偿器状态LED指示灯
3	USB端口
4	相对湿度传感器
5	重新校准日期

系统	操作
补偿	规格



## XC补偿器连接和配置

XC补偿器的端部面板上有一个USB端口，用于通过USB电缆（XC补偿器组件中随配）将XC补偿器连接至计算机。这不仅实现了XC补偿器与计算机之间的通信，还可以为XC补偿器和传感器供电。

**注：**先安装CARTO软件，然后再将XC补偿器连接至计算机。安装软件可确保计算机获得正确配置。

## 环境传感器

空气压力和相对湿度传感器位于XC补偿器本体内部。为使XC补偿器实现规格章节中给出的精度性能，应将其长边水平放置使用，如图所示。请勿遮挡后盖上的相对湿度传感器。否则，空气压力读数可能产生小误差，从而降低补偿后测量读数的精度。



**注：**只有当空气温度传感器连接至XC补偿器时，软件中才会显示相对湿度。



图中所示的空气温度和材料温度传感器为单独部件，均随配通信电缆。每条电缆上有一个母螺纹连接头可与传感器连接，还有一个公螺纹连接头可与XC补偿器侧面的相应接口连接。

雷尼绍提供一个材料温度传感器和一个空气温度传感器，作为每个XC补偿器的标准配置。

对于长轴机器，XC补偿器可能会连接多达3个材料温度传感器。欢迎联系当地的雷尼绍分支机构，获取更多材料温度传感器组件。



空气和材料温度传感器均随配5 m电缆。根据需要可将多条电缆组合在一起，最长可达60 m，以便将传感器放置在被测机器上的特定位置。欢迎联系当地的雷尼绍分支机构，获取更多传感器和电缆及其替换件。

系统	操作
补偿	规格



电缆上配有可移除的命名标签，以便识别哪条电缆连接至哪个传感器。电缆必须与相应的传感器连接在一起存放，系统便携箱中预留了存放位置。

温度传感器内含磁铁，可以吸附在钢或铸铁表面；还有一个通孔，以便在需要时使用螺钉固定。

只有连接至XC补偿器上的正确接口，空气和材料温度传感器才能正常工作。XC补偿器的侧面标有与各类传感器相对应的图符。空气温度传感器必须连接至标有如图所示空气温度图符的接口。材料温度传感器应连接至标有材料温度图符的接口。

## 传感器图符

在空气和材料温度传感器的侧面也标有相应的图符。



**注：**没有提供空气压力和相对湿度接口，因为这些传感器内置在XC补偿器本体内。

系统	操作
补偿	规格



## LED指示灯

### 传感器LED指示灯

在XC补偿器侧面标注的传感器图符下方有6个传感器LED指示灯，分别对应空气压力、相对湿度、空气温度和3个材料温度传感器。LED指示灯将指示此时正在从该传感器读取读数，随后还将指示该读数是否有效。

XC补偿器将依次读取每个传感器的读数，每7秒钟一次，并且以连续循环的方式进行。当读取某个传感器的读数时，其LED指示灯变为黄灯。如果从某个传感器接收的读数有效，则其LED指示灯变为绿灯。如果某个传感器未连接或发生故障，则其LED指示灯变为红灯。每（隔7秒钟）读取一个传感器读数后，均将更新波长补偿值。

### 补偿器状态LED指示灯

在XC补偿器的端部面板上有一个补偿器状态LED指示灯。当环境补偿器接通电源时（即当其通过USB电缆连接至计算机时），该LED指示灯变为红灯；当准备就绪可以开始测量时，指示灯变为绿灯。

系统	操作
补偿	规格



## XC补偿器校准

为使雷尼绍校准系统保持在指定的精度范围内,我们建议将XC补偿器及其传感器每年校准一次。如果在极端环境条件下使用产品,或者怀疑产品发生损坏,则建议提高校准频率。贵公司的质量保证体系或者您所在国家/地区的法规也可能要求您提高校准频率。XC补偿器的端部面板上有一处空白,可以用来注明重新校准日期。

**小心:** 在存储、运输和使用过程中,不得使XC补偿器和传感器受到过度冲击、振动,或者处于极端的温度、气压或湿度中(请参见第18页的规格章节);任何这些因素都会使校准无效。

本系统已经根据欧洲认证合作组织的EA-4/02文件进行了校准不确定度计算。

所有校准结果均由雷尼绍符合EN ISO 9001:2000标准的质量保证体系提供保证。我们的质量保证体系已由UKAS认可机构进行审定和认证。在世界许多国家/地区,UKAS认证均受该国/地区的相关主管机构的认可。

如需详细了解校准程序,请参阅系统随附的校准证书或访问  
[www.renishaw.com.cn/certificates](http://www.renishaw.com.cn/certificates)

系统精度未考虑按照20°C的材料温度将读数归一化时产生的误差和不确定度。这些误差和不确定度取决于:材料温度传感器是否在规格范围内(以最近的雷尼绍校准证书为证),输入到校准软件中的膨胀系数值的精度,温度与20°C之间的差值,以及传感器的位置是否正确。

雷尼绍在其英国制造厂为XC环境补偿单元及其传感器提供全面的重新校准和维修服务。雷尼绍设在美国、德国和中国的子公司可提供XL激光系统的比较性重新校准服务。详情请联系当地的雷尼绍分支机构或访问 [www.renishaw.com.cn](http://www.renishaw.com.cn)



## 波长补偿

线性位置测量精度取决于激光波长的已知精度。这由激光稳频精度和周围环境参数决定。尤其是空气温度、空气压力和相对湿度，这些参数将影响激光光束（在空气中）的波长。

如果不对波长的变化进行补偿，激光的线性测量误差可能会达到50 ppm。即使在恒温室内，日常的气压变化也可能使波长变化达到20 ppm以上。作为参考，以下每种环境条件变化都将产生大约1 ppm的误差。

空气温度	1°C
空气压力	3.3 mbar
相对湿度 (20°C时)	50%
相对湿度 (40°C时)	30%

**注：** 这些数值是在最差情况下取得的数值，而且并非与其他参数完全无关。

使用XC补偿器可减少这些误差。

XC补偿器测量空气温度、空气压力和湿度，然后使用Edlen公式计算空气的折射率（及激光波长）。这样，激光读数将被自动调整，以补偿激光波长的变化。自动系统的优点是无需用户干预，而且可频繁更新补偿值。

波长补偿仅适用于线性测量。对于其他类型的测量（如角度、平面度、直线度等），环境的影响要小得多，因为环境变化对测量光束和参考光束的影响程度相似。

系统	操作
补偿	规格



## 空气传感器的位置

### 空气温度传感器的位置

**小心:** 为了保证热稳定性, 先将空气温度传感器放置在测量环境中15分钟之后, 再开始测量。

空气温度传感器必须尽可能靠近激光光束的测量路径, 大致位于运动轴的中点位置。避免将传感器安装在局部热源 (例如电机) 或冷气流附近。

在测量长轴时, 应检查是否存在气温梯度。如果沿轴方向的空气温度变化超过1°C, 应使用风扇使空气流通。在测量长垂直轴时尤其要注意这一点, 因为存在气温梯度的可能性很大。避免让传感器信号导线靠近主要电气干扰源, 例如高功率电机或直线电机。

为了便于固定, 空气温度传感器有一个通孔, 可用螺钉将固定在机器表面上。

### 空气压力和相对湿度传感器

空气压力和湿度传感器安装在XC补偿器内部。一般情况下, 不必测量紧邻光程区域的空气压力和相对湿度。因为, 只有当气压和湿度出现较大变化时, 才会产生明显的测量误差, 而在整个工作区域, 气压和湿度都不会有显著变化。但是, 相对湿度传感器应远离热源或气流。

安装时必须确保不得遮挡湿度传感器。

在校准长度超过10 m的垂直轴时, 建议将空气压力传感器放置在运动轴的中点位置。

系统	操作
补偿	规格



## 材料热膨胀补偿

校准行业使用的国际基准温度是20°C。坐标测量机 (CMM) 和机床的校准通常以这个温度为基准。由于大多数机器会随温度变化而膨胀或收缩, 在无法保证精确的机器温度的普通工厂环境中, 可能会导致校准误差。

为了避免产生这种校准误差, 线性测量软件中包含了数学修正, 称为热膨胀补偿或“归一化”, 并将它应用到线性激光读数中。软件使用必须手动输入的膨胀系数, 以及XC补偿器测量的机器温度平均值, 对测量值进行归一化处理。这个修正可以估算在精确的20°C下进行机器校准时能够获得的激光校准结果。

### 材料热膨胀系数

大多数材料随温度变化而膨胀或收缩的量很小。因此, 热膨胀系数的单位为每摄氏度百万分之一 (ppm/°C)。这些系数指明了材料温度每上升或下降1°C时材料的膨胀量或收缩量。例如, 热膨胀系数为11 ppm/°C表示材料温度每上升1°C, 材料将膨胀11 ppm, 相当于每米材料膨胀11 μm。

在非温控环境中, 材料热膨胀补偿不当是激光线性距离测量误差的主要来源之一。这是因为, 与波长补偿误差和激光光束准直误差相关系数相比, 普通工程材料的膨胀系数相对较大。

归一化后的测量值将产生一个与材料温度传感器的测量精度有关的误差。这个误差的大小取决于被测机器的热膨胀系数。材料温度传感器具有±0.1°C的精度, 因此, 如果被测机器的热膨胀系数为10 ppm/°C, 则测量值的归一化处理将会产生±1 ppm的误差。这是使用XC补偿器时的系统测量精度 (±0.5 ppm) 之外的额外误差。

但是, 由于这两个误差互不相关, 二者组合的结果是它们平方和 (而不是算术和) 的平方根。因此, 就上例而言, 激光器和XC补偿器的归一化测量精度为±1.2 ppm。

在软件中输入不正确的热膨胀系数将产生额外的测量误差。因为不同机器的热膨胀系数值会存在10 ppm/°C或更大的差异, 因此应小心确保输入正确的数值。如有必要, 请寻求机器制造商的建议。

系统	操作
补偿	规格



通常将机器反馈系统的膨胀系数输入到软件中, 除非您正在估算加工件恢复到 20°C 时的精度。下表列出了制造机器及其位置反馈系统所用的不同材料的典型膨胀系数。

**注:** 因为材料膨胀系数会随材料成分和不同处理方式而变化, 这些数值仅供参考, 并且仅应在没有制造商提供资料的情况下使用。

在确定膨胀系数时, 对于两种膨胀系数不同的材料固定在一起的部位应特别注意。例如, 对于齿轮齿条反馈系统, 膨胀系数可能更接近于固定齿条的铸铁轨道。对于带有地基安装式轨道的大型龙门机床, 轨道的膨胀系数可能会因混凝土地基的约束作用而减小。此外, 许多新式的定位系统是由多种不同的材料组成的, 例如玻璃栅尺可能与铝杆相接合, 而后者又安装在铸铁机床构件上。在这种情况下, 选择适当的系数会很困难。您应咨询定位系统制造商和/或使用这些定位系统的机器制造商的意见。

材料	应用	膨胀系数ppm/°C
铁/钢	机器结构组件、齿轮齿条、滚珠丝杆	11.7
铝合金	轻型坐标测量机的机器结构	22
玻璃	玻璃栅尺直线光栅	8
花岗岩	机器结构和工作台	8
混凝土	机器地基	11
钢制	低膨胀光栅/结构	< 2
热稳定玻璃	零膨胀光栅/结构	< 0.2

系统	操作
补偿	规格



## 材料传感器的位置

**小心:** 为了保证热稳定性, 先将材料温度传感器固定在材料上25分钟之后, 再开始测量。

在确定材料温度传感器的位置时, 第一步是明确材料膨胀补偿的主要目的。通常是以下四个可能的目的之一。

1. 估算机器在20°C的环境温度下运行时可获得的线性位置精度。这通常是在机器制造、验收、调试或重新校准时的目的, 在大多数情况下与国家或国际机器验收标准中定义的相同。
2. 按照国家或国际机器验收标准执行校准。
3. 估算机器反馈系统在20°C的环境温度下运行时可达到的线性精度。这对诊断反馈系统故障很有用。
4. 估算当机器制造的工件恢复到20°C时检测到的精度。这对在非温控车间中制造精密有色金属零件尤其重要, 因为机器反馈系统和工件的膨胀系数相差很大。

这些目的之间通常具有明显差异, 尤其是在机器运行期间机器位置反馈系统(例如滚珠丝杠)变热, 或者在工件与位置反馈系统的膨胀系数差异明显的情况下, 例如在安装玻璃栅尺直线光栅的机器上加工铝制工件。

XC补偿器随配的材料温度传感器有一个强磁力底座, 可“吸附”到被测机器上。确保材料温度传感器与被测材料之间具有良好的热接触。

## 估计算机器在20°C的环境温度下运行时的精度

将材料温度传感器放置在机床工作台上或机器结构中其它不靠近热源(例如电机、齿轮箱、轴承座、排气口等)的大部件上。将材料膨胀系数设为与反馈系统的系数相同。

系统	操作
补偿	规格



## 按照国家或国际标准进行校准

如需详细了解如何放置材料传感器、所需的膨胀系数和所需的机器预热循环，请参考所选标准中规定的程序。如果标准中还规定了热漂移测试，则也必须包括在内。

如果空气温度与机床温度差异明显，那么材料的表面温度与中心温度很可能存在较大差异。在这种情况下，应小心确定材料温度传感器的位置，使其能够测量到中心温度。最多可以使用3个材料传感器在多个点上测量温度，并基于平均值确定待使用的补偿系数。

材料传感器并不是必须安装在滚珠丝杠或反馈系统上。

### 示例：

如果将材料传感器放置在滚珠丝杠上（或附近），则将假设滚珠丝杠的工作温度为20°C，并基于此假设对激光读数进行补偿。然而，即使机器运行时的环境温度温度为20°C，由于机器运行产生的热量，滚珠丝杠的实际运行温度也会高于20°C。

例如，如果在25°C的环境中对机器进行校准，由于螺杆和电机在运行时产生热量，滚珠丝杠的温度要比环境温度高5°C（达到30°C）。在这种情况下，将材料传感器放置在滚珠丝杠上会导致过度补偿。

将传感器放置在机器的大部件上，以提供与过去几个小时内机器周围平均环境温度相关的温度读数。

系统	操作
补偿	规格



## 估计算机器反馈系统在20°C下运行时的精度

这个程序通常用于诊断目的：例如，如果机器未能根据第1条或第2条目的完成校准，并且需要验证反馈系统在20°C下运行时的精度。此时必须准直激光光束，使之尽可能靠近反馈系统所在轴（以尽可能减小阿贝偏置误差）。

材料温度传感器必须放置在反馈系统上（或附近），膨胀系数必须设定为与反馈系统相同。最多可以使用3个材料传感器，在多个点上测量温度。

## 确保制造在20°C的温度下具有精确精度的零件

如果一台机床一直用来加工膨胀系数与其反馈系统的膨胀系数相差很大的工件材料，例如，铝合金、碳合成材料、陶瓷等，使用工件的膨胀系数可能比使用机床反馈系统的膨胀系数更恰当。尽管这种校准并不能代表机床在20°C时的性能，但这有助于提高工件在20°C下测量时的精度。

材料温度传感器必须放置在能够测量到与工件预期温度近似温度的位置上。这个位置通常是在机床工作台上，但是还需要考虑其他因素，例如所使用的冷却系统类型和金属切削速度。还应注意的是，必须在常见条件下进行这种校准，而且只有在各个工件的温度和膨胀系数相对一致的情况下，这种校准才真正有效。

系统	操作
补偿	规格



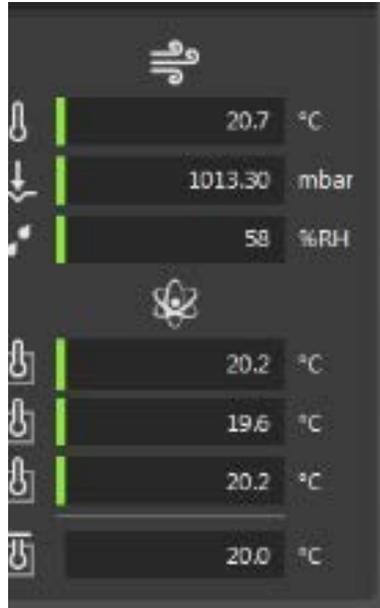
## 自动环境补偿

自动环境补偿结合了激光波长补偿和材料热膨胀补偿。如果执行校准的环境空气条件很可能在测试过程中发生变化,我们强烈建议进行自动环境补偿。

执行自动补偿的步骤:

1. 将空气和材料温度传感器连接至XC补偿器侧面的相应接口。详情请参见**环境传感器(第5页)**。
2. 使用随附的USB电缆将XC补偿器连接至计算机。
3. 在Capture(数据采集)软件中,XC设备监测面板将指示XC补偿器是否可用。然后环境补偿将自动执行。

每7秒钟采集一次XC补偿器读数,并用于对激光读数进行相应补偿。详情请参见**XC补偿器更新周期**。



如需定义默认的环境单位,请单击“更多”>“设置”>“环境单位”。

### 小心

在开始执行任何校准之前:

确保待校准机器已经进行充分的暖机运行,以预热驱动装置和待校准轴的定位系统。

通过调整材料膨胀补偿参数,确保已输入正确的热膨胀系数值。

### XC补偿器更新周期

每7秒钟从六个环境传感器之一采集一个读数,并传送至计算机。环境补偿系数将使用此读数进行更新。环境传感器读数的采集顺序如下:空气温度、相对湿度、空气压力和3个材料温度传感器。

系统	操作
补偿	规格



## 固定材料补偿

在某些机器应用中,可能需要用户输入一个固定的材料温度值以应用补偿;例如,内置材料传感器和冷却系统的机器可将床身温度保持在可控范围内。

如需使用固定材料温度,请打开CARTO Capture (数据采集) 软件,并转至“定义”选项卡。

选择“机器”,然后选择“固定材料温度”,输入固定温度值。

系统	操作
补偿	规格



## 规格

### 简介

本节与“重量和尺寸”章节概述了系统各组件的物理和工作规格。

雷尼绍将持续改进产品, 并保留更改产品外观或规格的权利, 恕不另行通知。

系统存储条件	
存储温度范围	-25°C至70°C
存储湿度范围	0%至95%, 非冷凝
存储气压范围	10 mbar至1,200 mbar

XC环境补偿单元和传感器	
空气温度传感器的测量范围	0°C至40°C
空气温度传感器的测量精度	±0.2°C
空气压力传感器的测量范围	650 mbar至1,150 mbar
空气压力传感器的测量精度	±1.0 mbar #
相对湿度传感器的测量范围	0%至95% (非冷凝)
相对湿度传感器的测量精度	±6%
波长补偿精度	±0.5 ppm †*
材料温度传感器的测量范围	0°C至55°C
材料温度传感器的测量精度	±0.1°C
自动补偿更新间隔	7秒
单个传感器的更新间隔	42秒
建议的重新校准周期	12个月
输出	兼容USB 2.0端口
电源	通过USB供电 最大使用电流 = 100 mA
# XC补偿器水平放置 † 表格中的精度值未考虑将材料温度归一化为20°C时产生的读数误差 * k=2 (95%置信度), EA-4/02, ISO	

系统	操作
补偿	规格



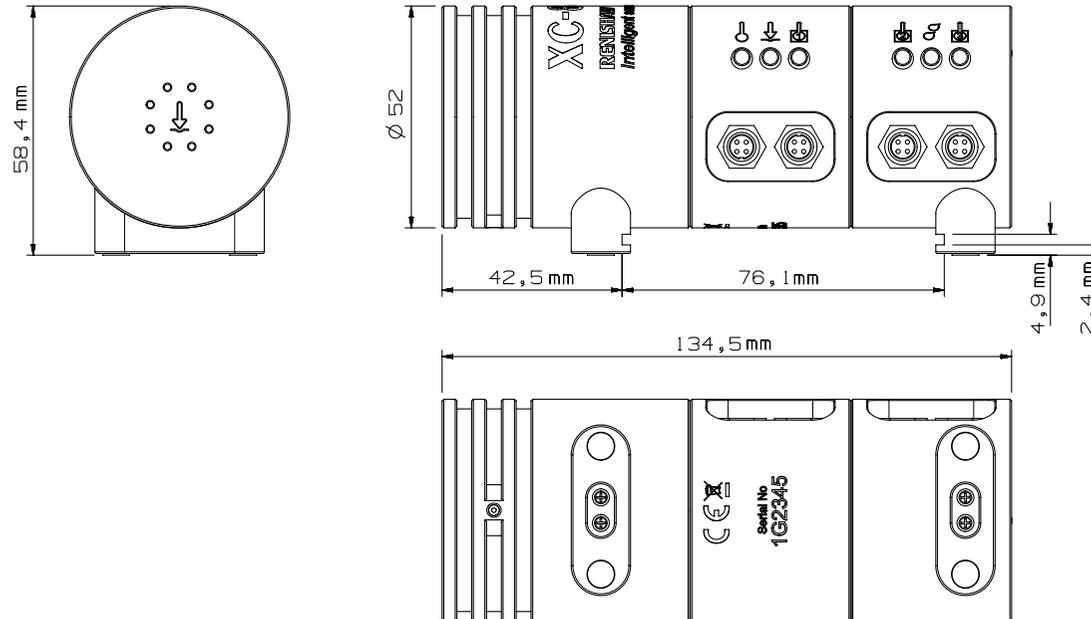
## 重量和尺寸

XC环境补偿单元 (尺寸: mm)。

组件	重量
XC-80补偿器	490 g
空气温度传感器	48 g
材料温度传感器	45 g

## 订货号

订货号 (组件)	包含	订货号 (单独)
A-9908-0510 XC-80补偿器组件	XC-80补偿器	不适用
	材料温度传感器和电缆	A-9908-0879
	空气温度传感器和电缆	A-9908-0879
	XC安装板	A-9908-0892
	USB电缆	A-9908-0286



[www.renishaw.com.cn/xc80](http://www.renishaw.com.cn/xc80)

+86 21 6180 6416

 [shanghai@renishaw.com](mailto:shanghai@renishaw.com)

© 2016-2024 Renishaw plc. 版权所有。未经Renishaw事先书面同意，不得以任何手段复印或复制本文的全部或部分内容，或将本文转移至任何其他媒介或转成任何其他语言。  
RENISHAW®和测头图案是Renishaw plc的注册商标。Renishaw产品名、型号和“apply innovation”标识为Renishaw plc或其子公司的商标。其他品牌名、产品名或公司名为其各自所有者的商标。  
Renishaw plc. 在英格兰和威尔士注册。公司编号：1106260。注册办公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

在出版本文时，我们为核实本文的准确性作出了巨大努力，但在法律允许的范围内，无论如何产生的所有担保、条件、声明和责任均被排除在外。RENISHAW保留更改本文和本文中规定的设备和/或软件以及规格说明的权利，而没有义务提供有关此等更改的通知。

 #雷尼绍



扫码关注雷尼绍官方微信

文档编号：F-9908-0075-01-E  
发布：2024.09