



振弦式钢筋应力计 使用说明书

版 本	V2.0
更新日期	2023-07-10

www.aiterich.com

目录

前言.....	1
一、 产品概述.....	1
1.1、 产品图片	1
1.2、 应用范围	1
1.3、 组成	2
1.4、 工作原理	2
二、 产品特点.....	2
三、 安装方法.....	2
3.1、 验收与保管	2
3.2、 振弦式钢筋计安装方式.....	3
3.3、 钢筋计的安装注意事项.....	3
3.4、 钢筋计与被测钢筋的连接方式.....	3
3.5、 锚杆应力计的安装.....	5
3.6、 电缆安装	5
四、 数据读取与计算.....	6
五、 注意事项.....	7
六、 相关联产品.....	7
七、 常见问题解答.....	8
八、 基本参数.....	11

前言

感谢您选用我公司产品，如果您有什么疑问或需要请联系我们。

在进行操作前，请仔细阅读本手册，如不遵照本手册操作造成的一切严重后果用户自担。

*本文档中尺寸标注单位为 mm(除特别说明外)。

一、产品概述

1.1、产品图片



钢筋计又名钢弦式钢筋应力计、钢筋测力计、锚杆轴力计、锚杆应力计等。

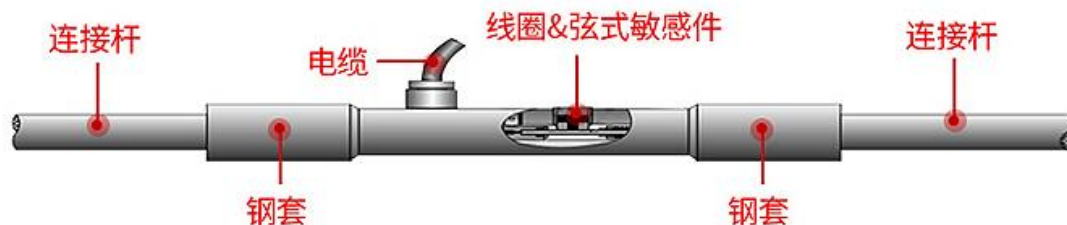
1.2、应用范围

钢筋计通常埋设于各类建筑基础、桩、地下连续墙、隧道衬砌、桥梁、边坡、码头、船坞、闸门等混凝土工程及深基坑开挖安全监测中，测量混凝土内部的钢筋应力、锚杆的锚固力、拉拔力等。

锚杆应力计:用于测量锚杆应力时，成为锚杆应力计。装上锚杆应力计的锚杆称为观测锚杆。振弦式锚杆应力计适用于长期安装埋设在需要加固的基岩、边坡及地下结构洞壁的钻孔中，监测锚杆中的轴向应力。

1.3、组成

钢筋计主要由振弦式感应部件、热敏电阻、钢套、连接杆、电缆及密封组件等组成，钢筋计的感应部件为振弦式敏感件。钢筋计与所要测量的钢筋采用焊接或螺纹方式连接。钢筋计结构如图所示。



1.4、工作原理

振弦式钢筋计安装于钢筋上，钢筋受力产生的变形将引起焊接于钢筋上的仪器钢弦变形，使钢弦发生应力变化，从而改变钢弦的振动频率。测量时利用电磁线圈激拨钢弦并量测其振动频率，频率信号经电缆传输至频率读数装置或数据采集系统，再经换算即可得到钢筋的应力变化量。

二、产品特点

- 1、结构简单、紧凑合理、抗震性好、安装快捷。
- 2、高强优质钢打造，恶劣环境可以长期稳定工作，频率稳定，具有高精度、高灵敏度、卓越的防水性能和长期稳定性。
- 3、可使用专用的抗干扰屏蔽电缆传输频率和温度电阻信号，测值不受电缆长度的影响，适合在各种恶劣环境下长期监测建筑物的钢筋应力和锚杆应力变化。适用于长距离传输和自动化监测。
- 4、精度高，线性好，听辨力 $<0.05\%F.S$ ，综合误差 $<2.0\%F.S$ (具体精度见实物说明)。
- 5、可自动对测量数据进行换算而直接输出物理量，减少人工换算的失误和误差。
- 6、另有三防处理，保证在恶劣环境中长期使用。

三、安装方法

3.1、验收与保管

(1)、仪器到达施工现场后，应开箱检查。用户开箱验收仪器时，应先检查仪器的数量(包括仪器附件)及检验合格证与装箱单是否相符。

(2)、对于每台仪器，先用兆欧表、万用表及读数仪，分别检查常温绝缘电阻、线圈电阻值及初始频率，绝缘电阻不应低于 $50M\Omega$ ，初始频率和标定的零点频率之间不超过允许值。

- (3)、仪器存放环境，应保持干燥通风，搬运时应小心轻放，切忌剧烈震动。
- (4)、如经检测有不正常读数的仪器，请返回厂家，不可在现场打开仪器检修。

3.2、振弦式钢筋计安装方式

- (1)、钢筋计:与结构钢筋连接安装于钢筋笼上浇筑于混凝土构件中。
- (2)、锚杆应力计:与锚杆连接作为锚杆应力计埋设在基岩或边坡的钻孔中。

3.3、钢筋计的安装注意事项

(1)、按钢筋直径选配相应的钢筋计，如果规格不符合，请及早与我公司联系，进行购买调换适合要求的钢筋计。

(2)、在安装前必须对钢筋计逐一进行检测，确认仪器是正常的，并同时检查接长电缆的芯线电阻、绝缘度等应达到规定的技术条件，此时才可以按设计要求将钢筋计接长电缆，做好仪器编号和存档工作。

(3)钢筋计可在钢筋加工场预先与钢筋焊好，焊接时应将钢筋与钢筋计的连接杆对中之后采用对接法焊接在一起。如果在现场焊接，可在埋设钢筋计的位置上将钢筋截下相应的长度，之后将钢筋计焊上，为了保证焊接强度，在焊接处需满焊。焊接完毕，并涂沥青，包上麻布，以便与混凝土脱离。为了避免焊接时仪器温度过高而损坏仪器，焊接时仪器要包上湿麻布并不断浇冷水，直到焊接完毕后钢筋冷却到一定温度。

(4)一般直径小于 25mm 的仪器才能使用对焊机对焊，直径大于 25mm 的仪器不宜采用对焊焊接，现场电焊安装前应先将仪器及钢筋或空心锚杆焊接处按电焊要求，并在接头下方垫上 10 厘米略大于钢筋的角钢，以盛熔池中的钢液，焊缝的焊接强度应得到保证。

3.4、钢筋计与被测钢筋的连接方式

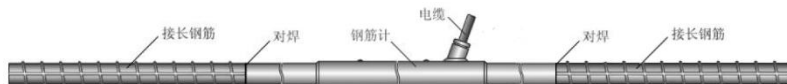
(1)、被测主筋未绑扎完成，将两根被测钢筋套丝后直接与钢筋计两端的连接钢套旋紧，形成一根长钢筋后将其就位到被测钢筋笼或墙体主筋位置。

(2)、被测钢筋笼或者墙体主筋已经绑扎完成，可在需要安装的位置截取 0.8-1.0m 长钢筋，将其截成两根，再将两根钢筋套丝后与钢筋计两端的链接钢套旋紧，形成一根长钢筋后将其焊接到被截主筋位置。

(3)、钢筋计总长约 19cm 左右，需按设计要求同结构钢筋连接，通常焊接可采用以下几种方法：

- 1)、对焊

般直径小于 $\Phi 28\text{mm}$ 的仪器可采用对焊机对焊，此法焊接速度很快，焊接强度完全符合要求。对于直径大于 $\Phi 28\text{mm}$ 的钢筋，不宜采用对焊焊接。焊接时将钢筋计两端连接杆，将钢筋与钢筋计中心线对正，之后采用对接法把仪器两端的连接杆分别与钢筋焊接在一起(如图)。



2)、熔槽焊

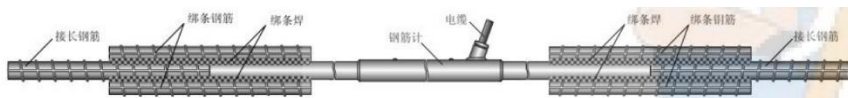
将仪器连接杆与焊接钢筋两端头部削成斜坡 $45^\circ\sim 60^\circ$ ，如图所示。用略大于钢筋直径的长约 30cm 角钢，置于焊件之下，摆正仪器与钢筋在同一中心线上，不得有弯斜现象，焊接应用优质焊条，焊层应均匀，焊一层即用小锤打去蜂窝麻面，这样层层焊接到略高出为止。为了避免焊接时温升过高而损伤仪器，焊接时，仪器要包上湿棉纱并不断浇上冷水焊接过程中仪器测出的温度应低于 60°C 。为防止仪器温度过高，可以用停停焊焊的办法。焊接处不得洒水冷却，以免焊层变脆硬。



3)、绑条焊

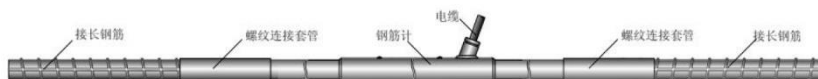
采用绑条焊接时，为确保钢筋计沿轴心受力，不仅要求钢筋与钢筋计连接杆应沿中心线对正，而且要求采用对称的双绑条焊接，绑条的截面积应为结构钢筋的 1.5 倍，绑条与结构钢筋和连接杆的搭接长度均应为 5 倍钢筋直径，并应采用双面焊(如图)。

同样，为了避免焊接时温升过高而损伤仪器，焊接时，仪器要包上湿棉纱并不断浇上冷水，焊接过程中仪器测出的温度应低于 60°C 。为防止仪器温度过高，可以用停停焊焊的办法，焊接处不得洒水冷却，以免焊层变硬脆。绑条焊处断面较大，为减少附加应力的干扰，宜涂沥青，包扎麻布，使之与混凝土脱开。



4)、螺纹连接

采用螺纹连接接长钢筋计可减少现场焊接工作量和施工干扰，要求钢筋计的连接杆和结构钢筋的连接头均应加工成相同直径的阳螺纹，并配以带阴螺纹的套管，可在现场直接安装(如图)。



5)、搭接焊

采用搭接焊接时，将钢筋计连接连接杆，搭接长度要大于 10 倍的钢筋直径，同样，为了避免焊接时温升过高而损伤仪器，焊接时，仪器要包上湿棉纱并不断浇上冷水，焊接过程中仪器测出的温度应低于 60℃。为防止仪器温度过高可以用停停焊焊的办法，焊接处不得洒水冷却，以免焊层变硬脆。

3.5、锚杆应力计的安装

根据设计要求，可以在锚杆的一处或多处安装振弦式锚杆应力计。在锚杆上安装锚杆应力计的方法和要求与钢筋计在结构钢筋上的安装相似。

(1)、按锚杆直径选配相应的锚杆应力计，如果规格不符合，请及早与我公司联系，置换符合要求的应力计。

(2)、在安装前必须对已率定好的锚杆应力计逐一进行检测，确认仪器是正常的，并同时检查接长电缆的芯线电阻、绝缘度等应达到规定的技术条件，此时才可以按设计要求将锚杆应力计接长电缆，做好仪器编号和存档工作。

(3)、锚杆应力计需按设计要求同锚杆连接，其焊接加长工作可在锚杆加工厂预先做好(也可在现场埋设时电焊连接方式)，其连接仪器的方式与钢筋计的相似，包括对焊、熔槽焊、绑条焊、螺纹连接等。

3.6、电缆安装

仪器电缆布置时不得与交流电缆一同敷设，电缆走线应尽量避免受到移动设备、尖锐材料等的伤害。埋入混凝土中的仪器电缆应详细记录埋设部位，使灌浆钻孔时避开缆线。

振弦式钢筋计可采用专用二芯电缆按照相同颜色芯线将仪器电缆接长，电缆接头可采用热缩管密封电缆接头技术，其步骤如下:先将仪器电缆头每根芯线套上细热缩管，然后与电缆每根芯线一用电烙铁焊锡进行连接。连接将细热缩管复盖住连接头，由中间向两边反复转动，用酒精灯或加热器对热缩管进行加热。可在电缆连接处再用稍大一些的中热缩套管套上(长度 3~4cm 可自定)，接长后把导线沿主筋引出地面，最好用电工胶带把导线与主筋隔开 50cm 扎一道(注意钢筋计引出线的位置不要拉的太紧)，下钢筋笼和接笼时要特别注意保护导线。



四、数据读取与计算

振弦式钢筋计及锚杆应力计测试方法可采用手动和自动两种，手动主要用人工测读方式进行量测，即用读数仪现场量取传感器频率。自动主要使用自动化采集系统实现。

1、读数仪与振弦式仪器检测仪的连接

具体方法如下:接通读数仪电源，振弦式钢筋计及锚杆应力计仪器电缆为 2 芯电缆，分别与读数仪的连接电缆对应颜色的分线电缆用电缆夹相连，按读数仪测试按钮，读数仪数显窗口会出现数据(传感器频率)，反复几次，观测数据是否稳定，如果几次测试数据变化量在 1Hz 以内，可以认为测试数据稳定，取平均值作为测试值。

由于读数仪在测试时会发出很高的脉冲电流，所以在测试时操作者必须使测试接头保持干燥，并使接头处的两根导线相互分开，不要有任何接触，不然会影响测试结果。

2、观测基准值的确定

钢筋计安装埋设前，及时测量仪器的频率或频模值。一般需进行三次测试，三次测试的差值小于 1%F.S 时的平均值即可确定为基准值。

3、计算方法

(1)、当外界温度恒定钢筋计仅受到轴向应力时，其应力 σ 与输出的频率模数 ΔF 具有如下线性关系：

$$\sigma = k\Delta F$$

$$\Delta F = F - F_0$$

式中:k ——钢筋计的测量灵敏度，单位为 MPa/F。

σF ——钢筋计实时测量值相对于基准值的变化量，单位为 F。

F ——钢筋计的实时测量值，单位为 F。

F₀ ——钢筋计的基准值，单位为 F。

(2)、当钢筋计不受外力作用时，而温度增加 ΔT 时，钢筋计有一个输出量 $\Delta F'$ ，这个输出量仅仅是由温度变化而造成的，因此在计算时应给以扣除。实验可知 $\Delta F'$ 与 ΔF 具有如下线性关系：

$$\sigma' = k\Delta F' + b\Delta T = 0$$

$$k\Delta F' = -b\Delta T$$

$$\Delta T = T - T_0$$

式中： b ——钢筋计的温度修正系数，单位为 $\text{MPa}/^\circ\text{C}$ 。

ΔT ——温度实时测量值相对于基准值的变化量，单位为 $^\circ\text{C}$ 。

T ——温度的实时测量值，单位为 $^\circ\text{C}$ 。

T_0 ——温度的基准值，单位为 $^\circ\text{C}$ 。

(3)、埋设在水工结构物或其它混凝土结构物内的钢筋计，受到的是应力和温度的双重作用，因此钢筋计一般计算公式为：

$$\sigma_m = k\Delta F + b\Delta T = k(F - F_0) + b(T - T_0)$$

式中： σ_m ——被测结构物钢筋所受的应力值，单位为 MPa 。

注：振弦式钢筋计的敏感测量元件，其与测力钢套的材料线膨胀系数极为接近，试验所得其温度修正系数小于最小读数，一般计算时可用公式(1)。

五、注意事项

- 1、本仪器应在额定测量范围内工作。
- 2、仪器引出电缆可达 1000 米(另购)。用户订货时未加以说明，均按 2 米长度接线出厂。
- 3、根据现场需要接长电缆时，应注意接头处的防水密封可靠。
- 4、仪器未使用放置 12 个月以上时，使用前应重新进行标定。
- 5、请勿摔打、碰撞或长时间震动本传感器。请勿使用钢筋计上的电缆来提起钢筋计。
- 6、芯线焊接工作结束后，必须用读数仪进行读数测量检查，并使用万用表测量各芯线间电缆电阻情况。避免因焊接工作造成接头部分芯线短路、短路情况。
- 7、当安装钢筋计时，要注意区分并记录所有仪器的安装位置和编号，以便在进行数据处理时，提供正确的率定系数和后期结构应力分析。

六、相关产品

关联产品名称	关联产品作用及使用方法	关联产品图片
--------	-------------	--------

传输电缆	根据工程需要需接长电缆，需要注意的是：先将仪器电缆头每根芯线套上细热缩管，然后与电缆每根芯线一用电烙铁焊锡进行连接。连接后将细热缩管覆盖住连接头，由中间向两边反复转动，用酒精灯或加热器对热缩管进行加热。最后形成与电缆线外径大致相同的“连接段”。	
振弦式测读仪	读取钢筋计震动频率	

七、常见问题解答

1、怎样选择钢筋计的量程？

答：《建筑基坑工程监测技术标准》(GB50497-2019) 中规定，仪器量程宜为设计极限值的 1.5 倍。(教科书上多为：实际使用中多选择传感器的量程为杆件受力最大设计值的 2 倍)。

规范规定：

6.11.1 锚杆轴力监测宜采用轴力计、钢筋应力计或应变计,当使用钢筋束时宜监测每根钢筋的受力。

6.11.2 轴力计、钢筋应力计和应变计的 量程宜为锚杆极限抗拔承载力的 1.5 倍,最测精度不宜低于 0.5%F.S,分辨率不宜低于 0.2%F.S。

2、钢筋计安装在什么位置及安装数量？

答：按照施工设计图纸要求布设。测点应选择在受力较大且有代表性的位置，如基坑每边中部、阳角处、地质条件复杂或者周边荷载大的区段内布设监测点。监测点布置的位置宜与围护桩(墙)体水平位移监测点尽可能靠近，以便于项目配套分析。

由于主筋多沿结构截面周边分布，每一水平监测面上应沿垂直于基坑方向至少对称放置一对钢筋应力计，安装在维护桩(墙)的最内侧和最外层主筋上。

3、怎样安装钢筋计？

答:现场安装一般有钢筋施工单位协助安装。具体安装流程见本文六、安装方法。

4、钢筋计的初始值怎样量测？

答:《建筑基坑工程监测技术标准》(GB50497-2019)中规定, 仪器应该在安装前量取初始频率。并且与出厂初始频率进行对比, 如相差过大, 则钢筋计需重新标定。内力的首次值采集应在基坑开挖前 1 周内进行, 首次值应连续 2 天至少采集 3 次稳定数据, 取平均值为首次值。

规范规定:

6.11.3 锚杆轴力计、应力计或应变计应在锚杆或土钉预应力施加前安装并取得初始值。根据质量要求, 锚杆或土钉锚固体未达到足够强度不得进行下一层土方的开挖, 因此一般应保证锚固体。

5、监测过程中如何量测数据？

答: 使用频率读数仪或振弦采集仪配合量测, 具体使用方法见本文数据读取与计算部分。

6、读数仪读数不稳是什么原因？

答: (1)、测量设备操作设置是否正确。(2)、检查附近是否有电躁干扰源。大多数可能的电躁干扰源为马达、发动机和天线。(3)、检查读数仪与传感器芯线是否可靠连接。测量时只能连接单只传感器。如果读数仪测量每只传感器均不正常, 有可能是读数仪电力不足或读数仪出现故障, 可更换读数仪进行测试、确认。

7、钢筋计不能读数？

答: (1)检查芯线电阻。检查时使用万用表来检测。通常红、黑芯线之间的电阻为 $180\Omega \pm 10\Omega$, 需要加上芯线电阻(22AWG 双绞铜线大约为 $50\Omega/\text{km}$, 双向乘以 2)。如果电阻无穷大或非常大(兆欧), 应怀疑电缆断路。如果电阻非常低($<50\Omega$), 电缆可能短路。(2)、如果读数仪或振弦采集仪测量每只传感器均无读数, 可能是读数仪电力不足, 或读数仪、振弦采集仪出现故障, 可更换对应设备测试、确认。

8、报警值一般怎么规定？

答: 《建筑基坑工程监测技术标准》(GB50497-2019)中规定, 对于安全等级为一、二级(包括三级)的基坑工程,围护墙和支柱报警值分别是极限承载力设计值的 60%-70%和 70%-80%。

规范规定:

支撑及围护墙等结构内力预警值则采用了对应于构件承载能力设计值的百分比确定。构件的承载力设计值是由材料强度设计值和几何多数设计值确定的结构构件所能承受最大外加荷载的设计值。为了满足结构规定的安全性,构件的承载力设计值应大于或等于荷载效应的设计值。在基坑工程中, 当设计中构件的承载力设计值等于荷载效应的设计值,如监测到构件内力已达到承载能力设计值

的 60%~80%时,结构仍能满足结构设计的安全性而不至于引起构件破坏,但此时构件的内力已相当于按荷载标准值计算所得的内力,所以,应该及时予以引起重视。而当设计中构件的承载力较为富裕,其设计值大于荷载效应的设计值,则构件的实际内力一般不会达到其承载力设计值的 60%~80%。因此,考虑基坑的安全等级,对支撑内力等构件内力,一级基坑达到承载力设计值的 60%~70%,而三、三级基坑达到 70%~80%预警是适宜的。

续表 8.0.4

序号	监测项目	支护类型	基坑设计安全等级								
			一级			二级			三级		
			累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)
			绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值		绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值		绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	
3	深层水平位移	铜板桩	50~60	0.6%~0.7%	2~3	60~80	0.7%~0.8%	3~5	70~90	0.8%~1.0%	4~5
		灌注桩、地下连续墙	30~50	0.3%~0.4%		40~60	0.4%~0.6%		50~70	0.5%~0.8%	
4	立柱竖向位移		20~30	——	2~3	20~30	——	2~3	20~40	——	2~4
5	地表竖向位移		25~35	——	2~3	35~45	——	3~4	45~55	——	4~5
6	坑底隆起(回弹)		累计值(30~60mm), 变化速率(4~10)mm/d								
7	支撑轴力		最大值: (60%~80%)f ₂			最大值: (70%~80%)f ₂			最大值: (70%~80%)f ₂		
8	锚杆轴力		最小值: (60%~100%)f _y			最小值: (80%~100%)f _y			最小值: (80%~100%)f _y		
9	土压力		(60%~70%)f ₁			(70%~80%)f ₁			(70%~80%)f ₁		
10	孔隙水压力										
11	围护墙内力		(60%~70%)f ₂			(70%~80%)f ₂			(70%~80%)f ₂		
12	立柱内力										

注:

- 1、H——基坑设计深度； f_1 ——荷载设计值； f_2 ——构件承载能力设计值，锚杆为极限抗拔承载力； f_y ——钢支撑、锚杆预应力设计值。
- 2、累计值取绝对值和相对基坑设计深度 H 控制值两者的较小值。
- 3、当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续 3 次超过该值的 70%应预警。
- 4、底板完成后，监测项目的位移变化速率不宜超过表中速率预警值的 70%。

八、基本参数

测 量 范 围	最大拉应力 200MPa；最大压应力 100MPa。
分 辨 率	受拉时：0.05%F·S
综 合 误 差	$\leq 2.0\%F \cdot S$
测 温 范 围	-25℃~+60℃
测 温 精 度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
规 格 尺 寸	长 190mm，宽 39mm
钢 筋 直 径	$\Phi 20$ 、 $\Phi 22$ 、 $\Phi 25$ 、 $\Phi 28$ 、 $\Phi 30$ 、 $\Phi 32$ (其它尺寸支持定做)