

GEO振弦式钢筋计 作业指导书



目 录

1、适用范围及依据.....	3
1.1 适用范围.....	3
1.2 标准及依据.....	3
2、测量原理及仪器结构.....	3
2.1 测量原理：.....	3
2.2 仪器结构：.....	4
2.3 型号、规格及技术指标.....	5
3、安装埋设.....	5
3.1 验收与保管.....	5
3.2 仪器安装.....	5
3.2.1.1 钢筋计的组装.....	5
3.2.1 锚杆应力计的组装.....	7
3.2.2.2 钻孔灌浆填充.....	7
3.2.2.3 钻孔不灌浆.....	8
3.3 电缆安装.....	8
3.3.1 仪器电缆接长.....	9
3.3.2 电缆的接长.....	9
4、数据读取与计算.....	10
4.1 人工测量与计算.....	10
4.1.1 仪器与振弦式仪器检测仪的连接.....	10
4.2 数据读取与记录.....	10
4.3 自动测量.....	10
4.3.1 自动测量的计算.....	11
5、注意事项.....	11
6、安全与环保.....	11
6.1 安全施工.....	11
6.2 环境保护.....	11

1、适用范围及依据

1.1 适用范围

钢筋计：用于监测岩土工程混凝土建筑物的应力，适用于长期埋设在水工建筑物或其他建筑物内部，测量结构物内部的钢筋应力。

锚杆应力计：钢筋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转孔中，监测锚杆中的轴向应力。

1.2 标准及依据

DL/T 5178-2003 《混凝土大坝安全监测技术规范》

SL 60-1994 《土石坝安全监测技术规范》

GB/T13606-92 《岩土工程用钢弦式压力传感器国家标准》

2、测量原理及仪器结构

2.1 测量原理：

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内钢弦变形，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。同时由钢筋计中的热敏电阻可同步测出埋设点的温度值。

振弦式仪器的量测量采用频率模数 F 来度量，其定义为：

$$F = \frac{f^2}{1000}$$

式中 f 为振弦式仪器中钢丝的自振频率。

振弦式钢筋计的应力与频率模数和温度的关系如下：

(1) 当外界温度恒定，钢筋计仅受到轴向变形时，其应力 σ 与输出的频率模数的变化量 ΔF 具有如下线性关系：

$$\sigma' = k \times \Delta F$$

$$\Delta F = F - F_0$$



式中：k—钢筋计的最小读数，单位为 MPa；由厂家所附卡片给出。

ΔF — 实时测量的钢筋计输出值相对于基准值的变化量，单位为 KHz^2 ；

F — 实时测量的钢筋计输出值，单位为 KHz^2 ；

F_0 — 钢筋计的基准值，单位为 KHz^2 。

(2) 当钢筋计不受外力作用时仪器前后两安装座的标距不变，若温度增加 ΔT 时，钢筋计有一个输出量 $\Delta \sigma'$ ，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。

通过实验可知： $\Delta F'$ 与 ΔT 具有下列线性关系：

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

$$\Delta T = T - T_0$$

式中：b—钢筋计的温度修正系数，单位为 $\text{MPa}/^\circ\text{C}$ ；由厂家所附卡片给出；

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) 埋在混凝土建筑物内的钢筋计，受到的是变形和温度的双重作用

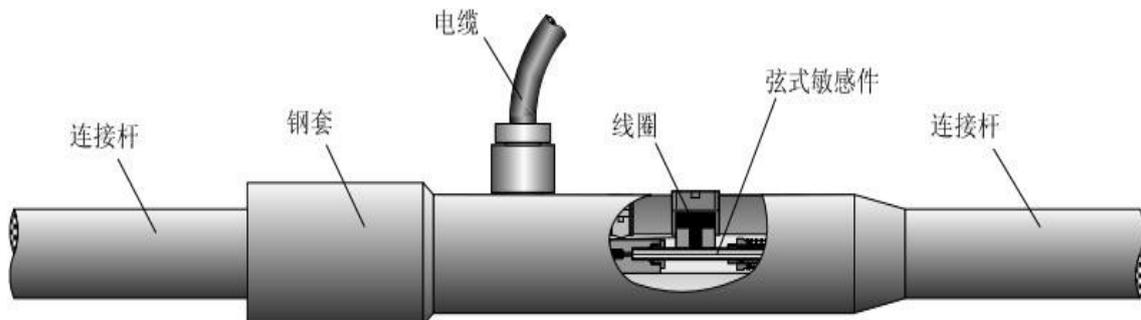
因此钢筋计一般计算公式为：

$$\sigma = k \times (F - F_0) + b \times (T - T_0)$$

式中： σ —被测钢筋的应力，单位为 MPa；

2.2 仪器结构：

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一振弦式应变计。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。



2.3 型号、规格及技术指标

规格及型号		GEOGJ-*	GEOGJ-*-T1	GEOGJ-*-T2	GEOGJ-*-G	GEOGJ-*-T1G	GEOGJ-*-T2G
性能参数	应力测量范围	拉伸, Mpa 0~200	0~300	0~400	0~200	0~300	0~400
		压缩, Mpa	0~100				
性能参数	分辨力, %F.S, ≤	0.05					
	精度, %F.S, ≤	0.25					
	温度测量范围, °C	-20~+60					
	温度测量精度, °C	±0.5					
	绝缘电阻, MΩ	≥50					
	耐水压, Mpa	0.5			3.0、5.0		
	长度, mm	680					
	仪器频率范围, Hz	1200~2300 (指示仪用 D 档测量)					

注：规格及型号中的*代表钢筋直径，主要有 16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm

3、安装埋设

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) 对于箱内每台仪器，先用 100V 兆欧表及万用表，分别检查常温绝缘电阻及线圈电阻值，绝缘电阻不应低于 50MΩ，线圈电阻值约 100Ω；

(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 仪器安装

振弦式钢筋计主要有以下安装方式：

(1) 钢筋计：与结构钢筋连接安装于钢筋网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转孔中。

3.2.1.1 钢筋计的组装

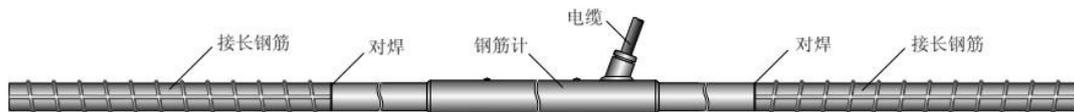
(1) 按钢筋直径选配相应的钢筋计，如果规格不符合，应选择尽量接近于结构钢筋直径的钢筋计，例如：钢筋直径为 $\varnothing 35\text{mm}$ ，可使用 NZR-36 或 NZR-32 的钢筋计，此时仪器的最小读数应进行修正。

(2) 在安装前必须对已率定好的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) 钢筋计总长约 60~80cm 左右，需按设计要求同结构钢筋连接，其焊接加长工作可在钢筋加工厂预先做好（也可在现场埋设时电焊连接方式）通常可采用以下几种方法：

(1) 对焊

一般直径小于 28mm 的仪器可采用对焊机对焊，此法焊接速度很快，可不必做降温冷却工作，焊接强度完全符合要求。对于直径大于 28mm 的钢筋，不宜采用对焊焊接。焊接时应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）

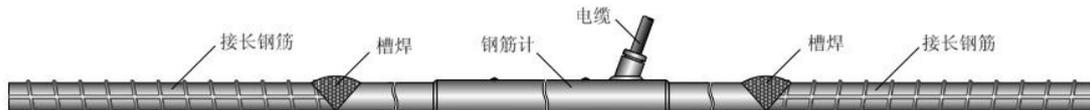


(2) 熔槽焊

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角钢，长 30cm，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 。

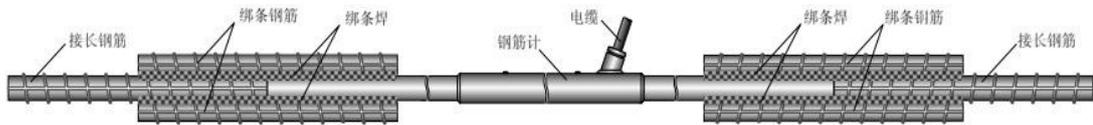
为防止仪器温度过高，可以用停停焊焊的办法，焊接处不得洒水冷却，以免焊层变硬脆。



(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

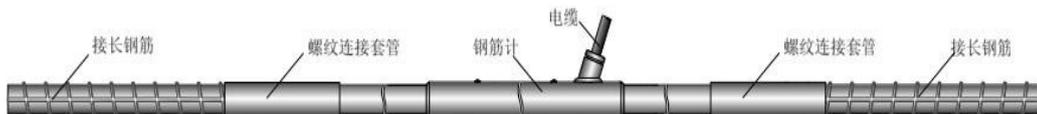
接杆的搭接长度均应为 5 倍钢筋直径，并应采用双面焊（如图）。



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）。



3.2.1 锚杆应力计的组装

(1) 按锚杆直径选配相应的锚杆应力计，如果规格不符合，应选择尽量接近于锚杆直径的锚杆应力计，例如：锚杆直径为 35mm，可使用 NZR-36 或 NZR-32 的锚杆应力计，此时仪器的最小读数应进行修正。

(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。

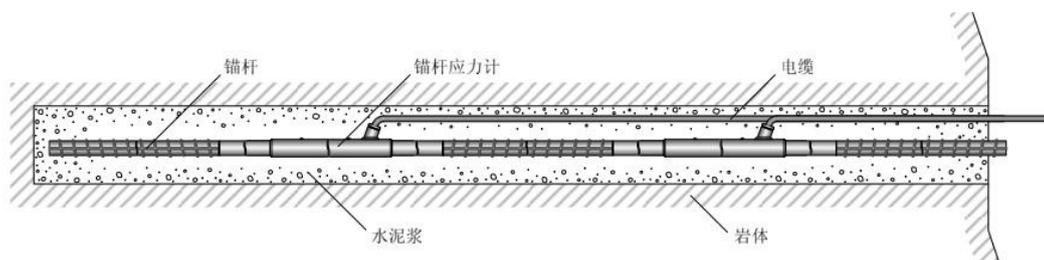
(3) 锚杆应力计仪器部分总长约 60~80cm 左右，需按设计要求同锚杆连接，其焊接加长工作可在锚杆加工厂预先做好（也可在现场埋设时电焊连接方式），其连接仪器的方式与钢筋计的相似，包括对焊、熔槽焊、绑条焊、螺纹连接等

3.2.2.2 钻孔灌浆填充

锚杆应力计的现场埋设可采用两种方法，当钻孔直径较大、无需快速接续下一道工序（如钢丝网喷锚），可采用水泥灌浆封孔。将接好锚杆应力计的锚杆、灌浆管、排气管一起插入钻孔中，经测量确认仪器工作正常，理顺电缆，封堵孔口，进行灌浆。

一般水泥砂浆配合比宜为 1:1~1:2，水灰比为 0.38~0.40。灌浆时，应在设计规定的压力下进行，灌至孔内停止吸浆时，持续 10 分钟，即可结束。砂浆固化后，测其初始值。

电缆引至观测站，按设计要求定期监测（如图）。

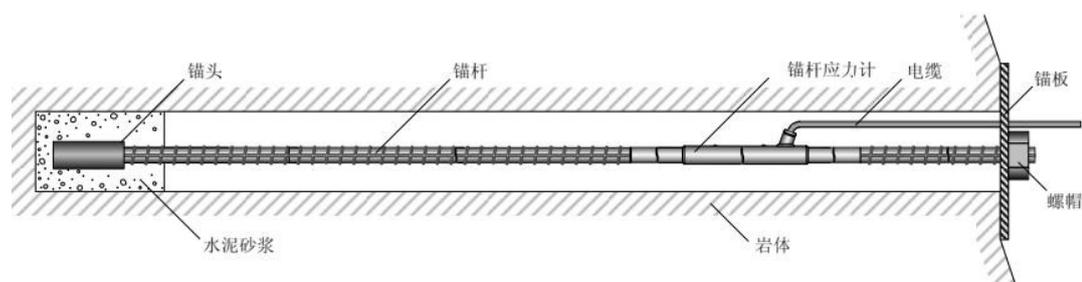


当钻孔孔径较小、且有后续工序连续作业时，可采用锚固剂填充，使之快速凝结，并与岩体固结为一个整体，形成后续工序的撑点。

采用钻孔内灌浆或填充时，可以在一根锚杆的一处或多处安装锚杆应力计，实现沿锚杆不同深度的多点监测。

3.2.2.3 钻孔不灌浆

根据设计要求，可以在锚杆的端部设置锚头，填以 40~50cm 水泥砂浆予以锚固，在孔口设置锚板，并用螺栓拧紧。此种安装方法宜在锚固上设置一个锚杆应力计，其测值将反映锚杆控制范围内的岩体的平均受力状态（如图）。

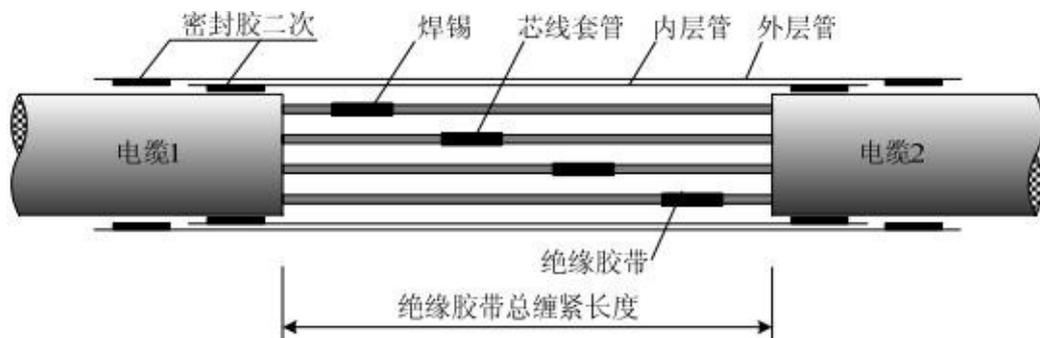


3.3 电缆安装

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。埋入坝体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。

3.3.1 仪器电缆接长

振弦式钢筋计可采用专用四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 3.0mm（长度 3~4cm 可自定）细热缩管，然后与电缆每根芯线一一进行对联接。各联接芯线再用电烙铁焊锡焊牢，焊锡后将细热缩管复盖住焊锡头，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（见图）。

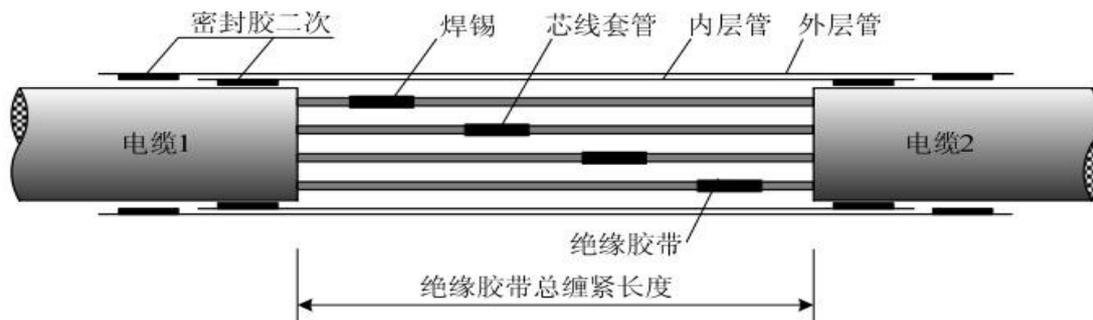


3.3.2 电缆的接长

先将仪器电缆头每根芯线套上 5.0mm（长度 3~4cm 可自定）细热缩管，然后与电缆每根芯线一一进行对联接。各联接芯线再用电烙铁焊锡焊牢，焊锡后将细热缩管复盖住焊锡头，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。如果是二根芯线与一根芯线焊接后则用稍大一些的 6.0mm 中热缩套管套上（长度 3~4cm 可自定）。

各芯线联接热缩好后，用 J-20 电工自粘绝缘胶带分别缠紧，长度要求复盖住每根芯线。然后用 J-20 电工自粘绝缘胶带总扎紧，要求缠均匀，长度以复盖住所有芯线为宜（见图）。

先在焊锡前套上 18.0mm 二层大热缩管，长度分别为 14~16cm、16~18cm。然后将电缆 1，及电缆 2 再用锉刀锉一下，在电缆锉的位置处缠上 1cm 宽红色密封胶一圈多，操作时先将密封胶一头稍加热一下，立即卷粘在锉好电缆 1 及电缆 2 上一圈多，再将热缩管内层管套上进行反复转动加热，由中间向两边将气泡赶出，在密封胶位置处多多转动加热，然后再进行第二次上密封胶，操作方法同上，将热缩管外层管套上进行反复转动加热。



注意：所有细、中、粗热缩套管都要事先在焊锡前套好，勿忘！另外，红色密封胶分成三根用，约 1cm 宽左右。

4、数据读取与计算

振弦式钢筋计及锚杆应力计可采用人工测读和自动化采集两种方式进行量测。

4.1 人工测量与计算

人工方式量测时，可采用 PSM-V 型振弦式仪器检测仪进行测量。

4.1.1 仪器与振弦式仪器检测仪的连接

振弦式钢筋计及锚杆应力计仪器电缆为 2 芯水工电缆，分别与接入指示仪的连接电缆对应颜色的分线电缆用电缆夹相连。

4.2 数据读取与记录

按照 JK-809 型振弦式仪器检测仪使用说明书，读取频率模数及温度值。振弦式钢筋计的应力 σ 的一般计算公式为：

$$\sigma = k \times \Delta F + b \times \Delta T$$

$$\Delta F = F - F_0$$

$$\Delta T = T - T_0$$

式中： k — 钢筋计的最小读数，单位为 MPa；由厂家所附卡片给出。

ΔF — 实时测量的钢筋计输出值相对于基准值的变化量，单位为 KHz^2 ；

F — 实时测量的钢筋计输出值，单位为 KHz^2 ；

F_0 — 钢筋计的基准值，单位为 KHz^2 ；

4.3 自动测量

振弦式钢筋计及锚杆应力计安装埋设完毕，可接入“智能分布式安全监测数据采集系统”进行测量，该系统能实现自动定时监测，自动存储数据及数据处理，并能实现远距离监控和管理。具体使用方法请参阅相关资料。

4.3.1 自动测量的计算

振弦式钢筋计及锚杆应力计接入“智能分布式安全监测数据采集系统”后，仪器的测量、计算存储均自动完成，无须人工干预。

5、注意事项

振弦式锚杆应力计安装定位后应及时测量仪器初值，根据仪器编号和设计编号作好记录并保存，严格保护好仪器的引出电缆。

6、安全与环保

6.1 安全施工

1、作业人员的安全技术培训教育

对作业人员施工前进行安全知识培训，班长对施工过程的安全问题进行讲解与分析。未经教育的人员不得进入现场进行施工。

2、仪器埋设过程中的安全问题

- (1) 制定防尘防毒防辐射等职业危害的措施，戴好口罩等防尘工具。
- (2) 仪器埋设时作业人员必须戴好安全帽，对于高空作业必须系安全带，作业点周围挂好安全网等做好“三保四口五临边”（“三宝”指安全帽、安全带、安全网；“四口”指楼梯口、电梯井口、预留洞口、通道口。“五临边”指：尚未安装栏杆的阳台周边，无外架防护的层面周边，框架工程楼层周边，上下跑道及斜道的两侧边，卸料平台的侧边。）

(3) 防雷

雷雨天气户外施工做好防雷工作，设立避雷装置。

6.2 环境保护

1 节约用水

合理设计用水方案，设备的冲洗设立循环用水装置。

2 做好设备的维修保养工作，使各仪器保持低耗高效的状态。

3 节约用电

4 防止噪音污染

近民区避免夜晚施工，设立消声降噪装置。