



埋入式应变计

TVA01B-安装说明书

目录

一、 简介	2
1.1 概述	2
1.2 工作原理	2
1.3 产品规格参数	2
1.4 组成结构	3
二、 产品安装	3
2.1 安装准备	3
2.3 线缆连接	4
2.3 应变计安装	5
2.3.1 混凝土内绑扎埋设	5
2.3.2 无应力桶预制块安装	7
2.3.3 混凝土内夹具固定安装	8
2.3.4 多向应变计组安装	9
2.3.5 线缆保护	10
三、 读数及数据处理	10
3.1 数据读取	10
3.2 温度测量	10
3.3 数据处理	11
四、 常见故障分析及排除	12
4.1 应变计读数不稳	12
4.2 应变计不能读数	12
五、 附录	14
5.1 温度测量电阻规格参数表	14
5.2 阻值温度对应表	15

文档说明：此安装说明书适用于我司 TVA01B 的产品安装，图片仅供参考不代表产品实物图

免责声明：

本文档依据现有信息制作，其内容如有更改，恕不另行通知。不对文档中的遗漏、不准确或编排错误导致的损失和损害承担任何责任。

一、简介

1.1 概述

TVA01B 应变计主要用于应变计主要用于岩土工程项目中混凝土内部应变监测。振弦式应变计弹性模量小，与被测结构物的随动性好，测量中不会干扰原应力场，包含式设计，全不锈钢结构，安装简单使用可靠。

1.2 工作原理

振弦式应变计根据振弦原理制造，其敏感元件是一根金属钢弦，它与传感器受力部件连接固定，当被测钢结构应力发生变化时，连接的受力部件所受到的外加张力会引起钢弦振动频率改变，由此来测量混凝土变形。振弦式传感器的激振是由位于靠近钢弦的电磁线圈完成。

内置的智能电路可同时监测环境温度，并对其温度影响进行自动补偿修正。

1.3 产品规格参数

规格型号		TVA-01	
尺寸参数	测量标距	100mm	
	端部直径	34mm	
	长度	117mm	
性能参数	应变 测量范围	拉伸	1500 $\mu \epsilon$
		压缩	1500 $\mu \epsilon$
	精度	$\pm 0.1\% F.S$	
	温度测量范围	$-40 \sim +80^{\circ}C$	
	温度测量精度	$\pm 0.5^{\circ}C$	
	弹性模量	300~500MPa	
	绝缘电阻	$\geq 50M \Omega$	
备注	频率变化量 ΔF 单位为 kHz^2		

1.4 组成结构

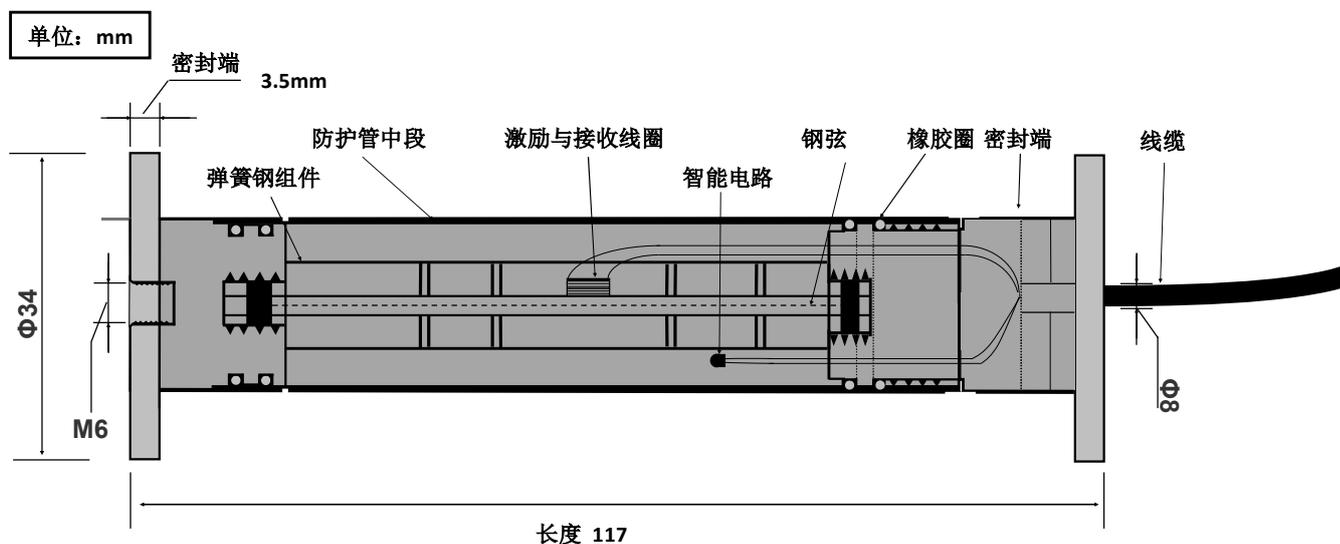


图 1 - TVA01B 产品结构示意图

TVA01B 型振弦应变计是全 304 不锈钢构造，长度为 117mm。由钢弦，防护管、密封端、激励与接收线圈、智能电路、仪器线缆、弹簧钢等组件组成，外壳采用接地双保护套、双绞屏蔽聚氨酯线缆，具有抗机械磨损、抗干扰、防腐蚀等特点。

二、产品安装

2.1 安装准备

序号	名称	型号	装配螺纹	尺寸	配置
1	应变计	TVA01B		标距 100mm	标配
2	安装胶片				标配 x2
3	内六角扳手				标配
4	文件资料	TVA01B 振弦应变计检测证书			标配
		TVA01B 振弦应变计合格证书			标配

表 1 - TVA01B 配置信息表

步骤 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；

步骤 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；

步骤 3: 仪器存放环境，应保持干燥通风，搬运时应小心轻放；

步骤 4: 如检测有不正常读数的仪器，返修厂家，不可现场打开仪器检修；

注意: 在拿取应变计时，做到轻拿轻放，请勿随意抛摔应变计，严禁旋转或手动拉伸应变计两端，否则可能造成应变计永久性损坏

2.3 线缆连接

TVA01B 应变计在出厂时仪器上自带线缆 3m，可使用本公司提供的防水接头配件，用于线缆间固定连接防护。

或可根据现场情况进行加长焊接连接。步骤如下：

步骤如下:

步骤 1: 焊接前用万用表测量传感器芯线间电阻数值并记录。其中红、黑芯线电阻通常为 $180 \pm 10 \Omega$ 左右；绿、白芯线电阻在室温 25°C 时应为 $3\text{k}\Omega$ 左右；红、黑线对绿、白线以及对屏蔽线间绝缘电阻应 $>50\text{M}\Omega$ 。（测量绝缘电阻应使用 100V 直流兆欧表。万用表测量电阻时应为 ∞ ）。

步骤 2: 焊接前将线缆端部剥除外皮，长度约 8cm，露出芯线，在剩余线缆外皮部位用砂布或砂纸打磨，长度约 3cm。线缆外面套 $\Phi 12\text{mm}$ 热缩套管（长度约 14cm）。用剥线钳将芯线剥除外皮，芯线上套 $\Phi 4\text{mm}$ 热缩套管。将芯线对应颜色拧在一起后，用电烙铁焊锡。焊锡过程应避免虚焊并去除毛刺。5 根芯线均需焊接，焊接时注意：1、将各个芯线接头错开；2、保证各芯线长度一致，以保证线缆受拉时，各芯线能均匀受力。

步骤 3: 焊接结束后，裸露芯线长度大约为 7cm 左右。将 $\Phi 12\text{mm}$ 热缩套管推至线缆接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。 $\Phi 12\text{mm}$ 热缩套管每端均应压在传感器线缆外皮 3cm 左右。使用热风枪吹热缩套管时应控制温度，必须使热缩套管内部的热熔胶融化呈透明、流动状态，完全充满接头内部。注意：温度过高会使芯线外皮融化，造成芯线短路，也会造成热缩套管碳化变脆。

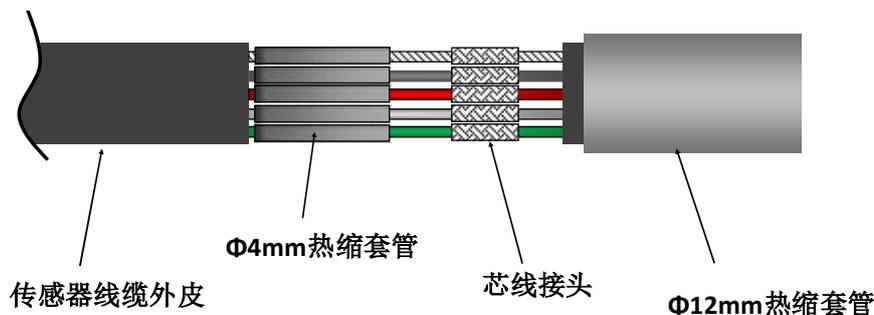


图 2 - 线缆焊接示意图

注意：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线缆电阻情况。避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路情况。

2.3 应变计安装

TVA01B 应变计的适用于钢结构，混凝土表面等应用场景，其工作情况及施工条件亦不尽相同，所以埋设安装方法也不一样。下面主要叙述 TVA01B 应变计的埋入式安装方法：

2.3.1 混凝土内绑扎埋设

(1) 单根钢筋、锚索绑扎

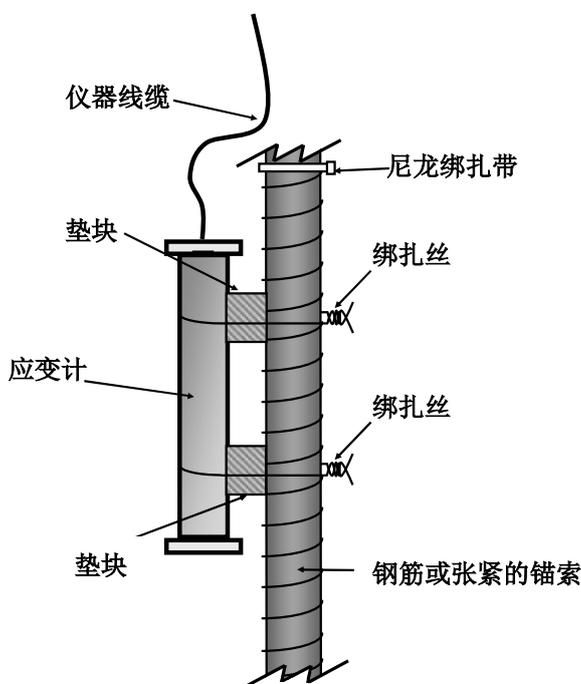


图 3 - 单根钢筋、锚索安装

单根钢筋绑扎步骤如下：

步骤 1： 在钢筋混凝土结构中，可在混凝土浇注前将应变计绑扎在钢筋构架之上，根据结构及测试要求选定测试点；将应变计平行结构应力方向安装，用于测试应力方向的应变值，此时应避免仪器两端受到张拉或受压；

步骤 2： 将应变计绑扎在钢筋或预应力锚索上：先确认好仪器的绑扎位置，在上面粘上标配的安装胶带；再将其绑扎在一根钢筋（或锚索）上时。需加垫块使仪器两端不直接接触钢筋或锚索，绑扎安装时应确保应变计的方向与所需测试方向的

偏差不应大于 3° 。

步骤 3: 将安装胶带包裹在绑扎丝与应变计接触位置，胶带位置需选取两端固定端与保护外壳中间位置。采用绑扎丝将应变计捆绑在结构钢筋上，避开混凝土和机械捣振器能直接冲击到的钢筋面。绑扎位置应在应变计两端（即受力柄）的内侧，仪器中间线圈外壳部分组件不进行绑扎。绑扎丝末端自身缠绕两圈进行与钢筋的固定。应变计为两端固定绑扎，中间悬空状态（如安装示意图 3）。

步骤 4: 仪器线缆沿结构钢筋引出，同样需避免混凝土和机械振捣器能直接冲击到的钢筋面，并间隔 1~2 米使用尼龙轧带绑扎。导线绑扎不易过紧，需略微有一定松弛即可；

步骤 5: 仪器周围的混凝土回填时要人工小心填筑，剔除粒径大于 8cm 以上的骨料，并用人工分层振捣密实。

注意：绑扎丝通常选取捆绑钢筋的扎丝；在仪器半径 1m 范围内禁止使用机械捣振器振而应采用人工振捣。

（2）两根钢筋间绑扎

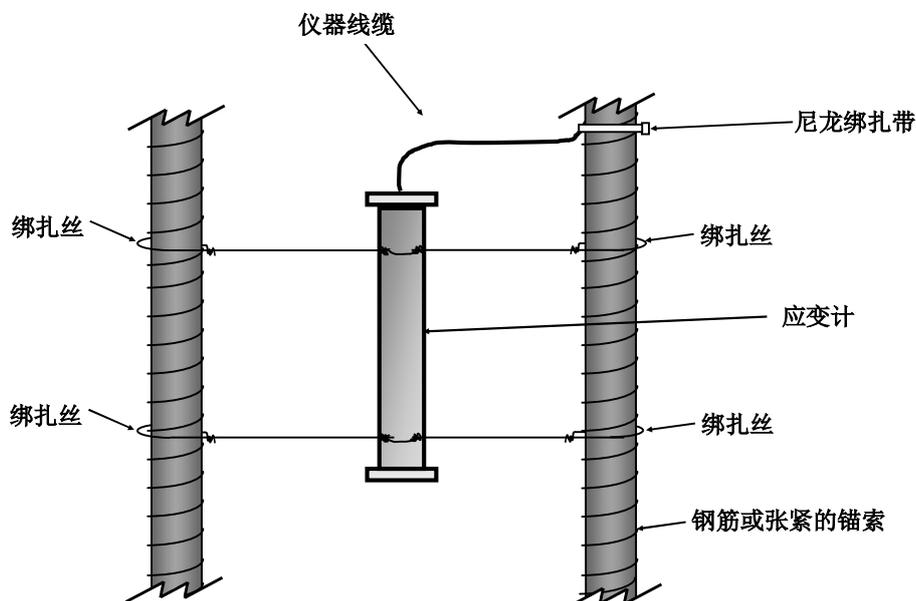


图 4 - 两根钢筋间安装示意图

步骤如下：

步骤 1: 在两根钢筋间安装步骤如同 2.3.1 章节单根钢筋安装步骤，（不使用垫块）；

步骤 2: 绑扎点附近使用安装胶带包裹再进行绑扎丝缠绕，该层橡胶带起缓冲作用，以缓冲悬挂系统的振动。有时候因为没有橡胶带或绑扎过紧会导致绑扎丝的共振

频率干扰应变计谐振频率，最终导致测试数据不稳定。但是在混凝土浇筑后该影响会消除。

步骤 3: 绑扎丝捆绑悬挂方法如图 4，在应变计橡胶带包裹处缠绕两圈使其不易滑落。

注意: 绑扎丝通常选取捆绑钢筋的扎丝；在仪器半径 1m 范围内禁止使用机械捣振器振而应采用人工振捣。

2.3.2 无应力桶预制块安装

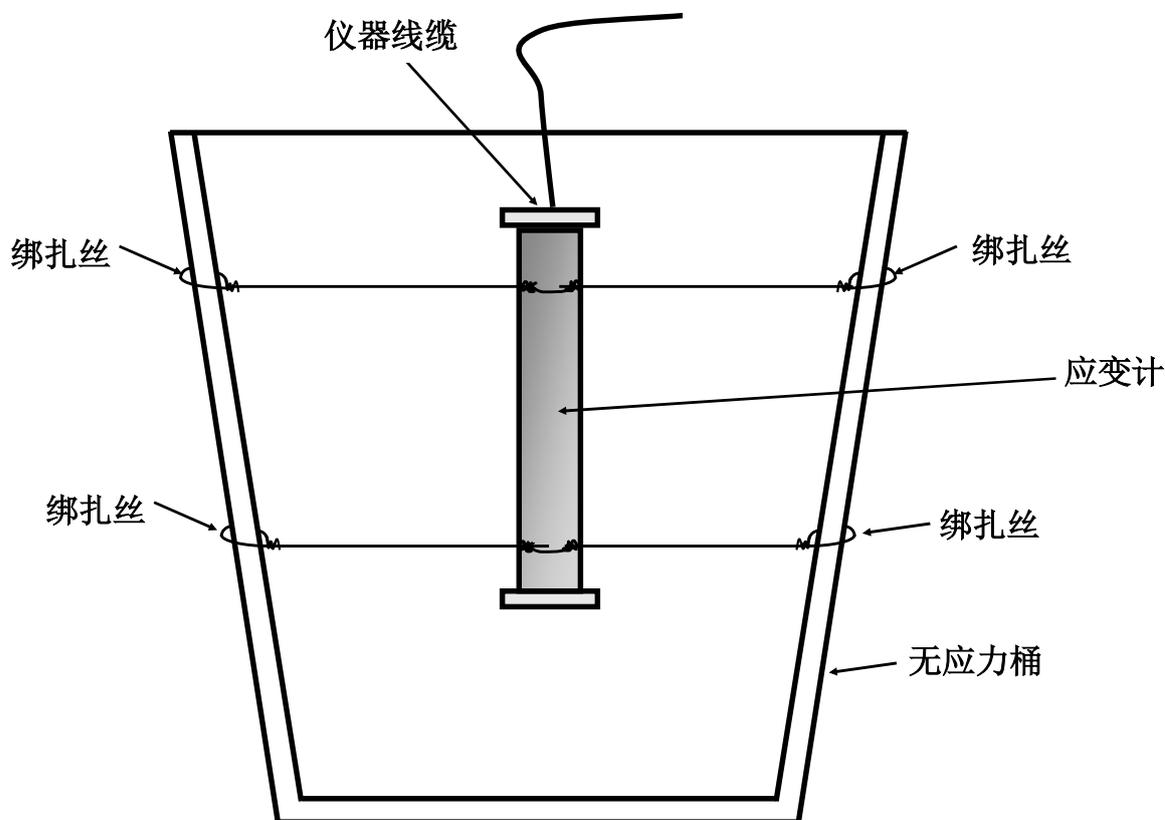


图 5 - 无应力桶预制块安装

步骤如下：

步骤 1: 将应变计（组）在预制块模板内精确定位，安装步骤如同 [2.3.1 章节](#) 钢筋间绑扎埋设，然后在预制块内浇注现场配合比相同的混凝土，并用小振捣棒或人工捣实。

步骤 2: 预制块制备后应洒水养护，待达到设计龄期（一般为 1~3 天），将预制块表面凿毛，运至现场，在设计测点部位放入现浇混凝土中。

2.3.3 混凝土内夹具固定安装

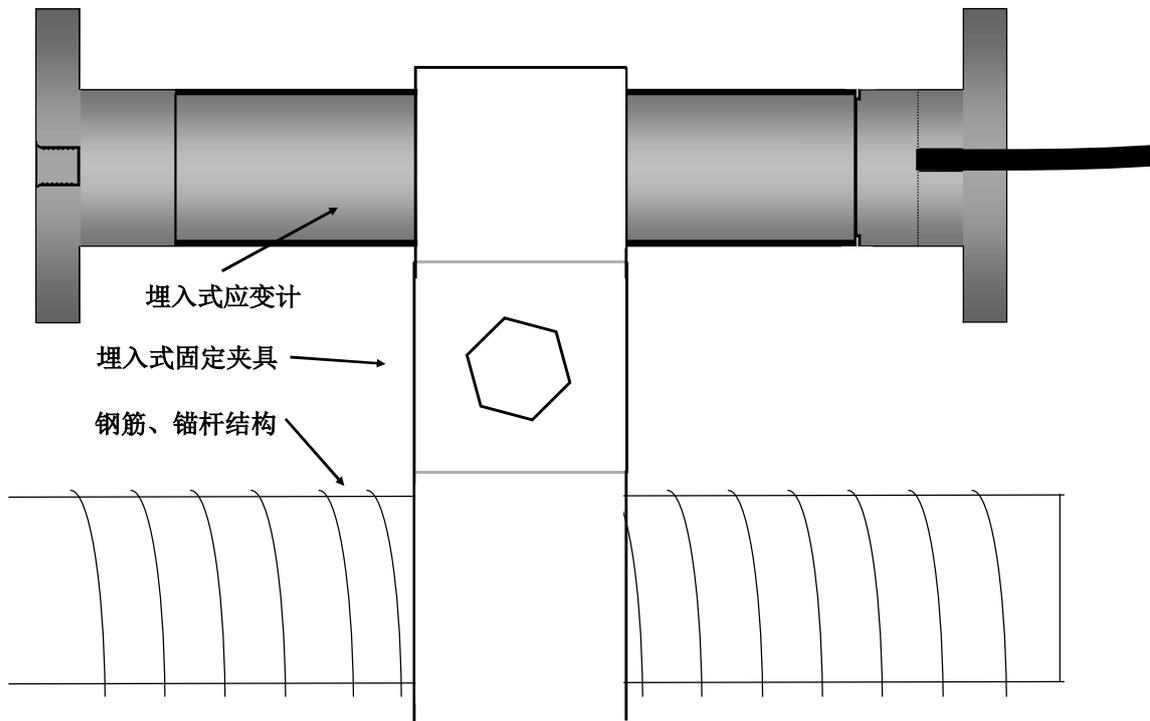


图 6 - 固定夹具安装

步骤如下：

- 步骤 1：** 根据结构及测试要求选定测试点；将应变计平行结构应力方向安装，用于测试应力方向的应变值，此时应避免仪器两端受到张拉或受压。此安装夹具可将应变计固定尺寸范围为 $15\text{mm} \leq \Phi \leq 30\text{mm}$ 的钢筋结构上；
- 步骤 2：** 确定好待测钢筋的位置，先将应变计保护管中段夹到安装夹具夹头较小的一端，将安装夹具中间固定螺栓初步拧紧后，再将上好应变计的安装夹具与待测钢筋结构进行固定锁紧；如图 5 所示；
- 步骤 3：** 仪器线缆沿结构钢筋引出，同样需避免混凝土和机械振捣器能直接冲击到的钢筋面，并间隔 1~2 米使用尼龙轧带绑扎。导线绑扎不易过紧，需略微有一定松弛即可；
- 步骤 4：** 仪器周围的混凝土回填时要人工小心填筑，剔除粒径大于 8cm 以上的骨料，并用人工分层振捣密实。

注意： 此安装方式的混凝土埋入安装夹具为选配件，出厂不标配，可根据需求订购

2.3.4 多向应变计组安装

有时需要布置多向应变计来监测混凝土的应变，TVA01B 型应变计配合专用的支杆支座可用于多向应变计的安装。如图 7 示意图，使用安装支座、安装支杆、固定杆，用于安装应变计组时定位定方向，用它可以很方便的固定应变计的 3 或 3~9 个空间安装方向。

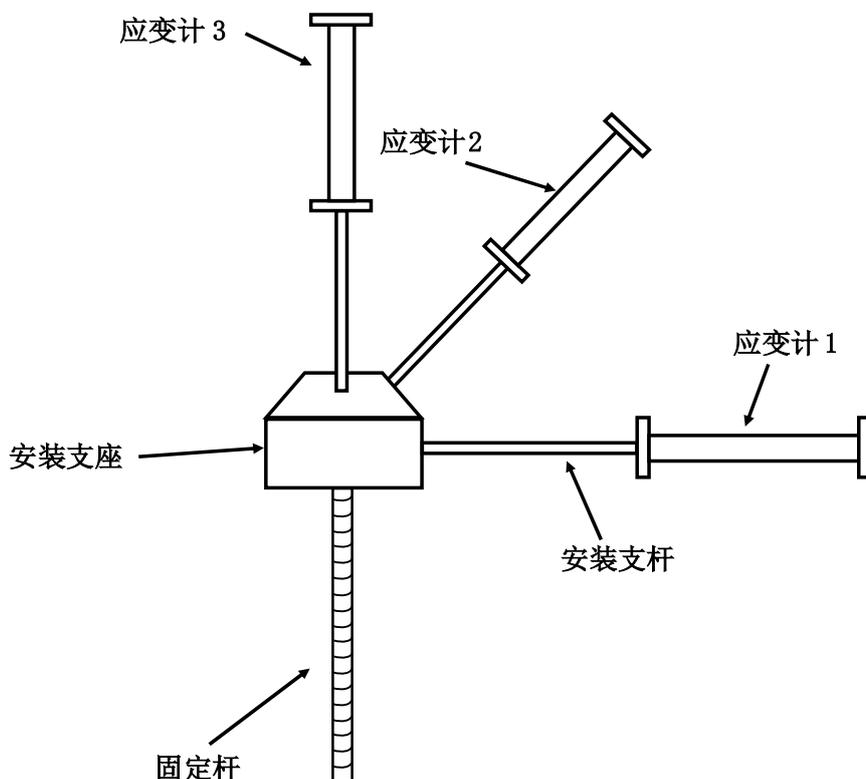


图 7 - 三向应变计组示意图

步骤如下：

步骤 1: 先在选定好的测点出预埋固定杆：将固定杆用钻孔的方式固定于老混凝土上。若安装在新浇混凝土中则需要将支座固定杆焊接在一段合适长度的钢筋上，并将钢筋下端焊接较短的钢筋形成十字架以避免在新浇中转动。此固定杆的作用是固定安装支座的位置和方向。

步骤 2: 将安装支座固定到已经稳定的固定杆上；

步骤 3: 将安装支杆安装到安装支座上，此步骤是为了固定传感器的位置和方向，支杆的数量和位置以及方向按设计要求安装和调整，将应变计按设计编号的顺序安装在支杆上，并固定在底座上。应变计安装要牢靠，在安装应变计时应手握传感器前端法兰

盘旋转，切不可手握传感器其它部位用力旋转。

步骤 4: 当多向应变计组安装好后，先手工将混凝土回填到仪器的周围并仔细捣实，回填时应及时校正仪器的位置和方向，回填混凝土直至略高出坑口后即完成埋设。将安装埋设区安放保护标记，直到混凝土凝固后才能撤除，以防应变计组人为扰动。

注意: 安装埋设时要求使用必要的工具和量具校正应变计组底座及支杆的方向和水平度，保证仪器安装角度误差不得超过设计要求的 $\pm 1^\circ$ 。

2.3.5 线缆保护

(1) 线缆可以直接浇筑于混凝土中。为了更好的保护线缆，最好使用线缆保。

(2) 埋入式方法安装时应特别小心保护线缆引线，使用喷射混凝土时，可用手压实应变计周围的混凝土来安装，然后进行喷浆操作。

(3) 线缆的铺设应远离电噪源，如动力线、发电机、电机、变压器、弧焊机等。

(4) 线缆可拼接加长而不影响仪器读数。注意要按线芯颜色保持正确接通，保持接头完全防水。

(5) TVA01B 型应变计内部不含雷电防护器件，在特定应用场景下应做雷电防护处理。如：仪器与钢筋相连，钢筋有可能直接或间接暴露在雷电袭击中，再如：仪器线缆为做铺设预埋撤离等。此类特殊场景应用时适合安装雷电防护器件，避免因电流瞬变导致的设备损坏。具体雷电防护处理方式，可根据需求而定，方式如：根据需求厂商配置保护板，将保护板连接至采集箱与仪器端之间，安装位置靠近仪器安装处的线缆引出处、或连接预埋铺设应变计，在混凝土铺设完成后将引出的线缆连接至保护板。

三、读数及数据处理

3.1 数据读取

TVA01B 型应变计可使用忻德振弦采集器 TVAA01 进行数据读取与自动化测量。该自动化采集系统支持自动测量振弦输出的传感器信号，并具有智能识别应变计状态、读取传感器 ID 号、故障智能诊断、实时采集、定时采集、测量数据存贮、自动休眠等功能。具备防水、防雷、抗电磁干扰等能力。

3.2 温度测量

TVA01B 振弦应变计带有测温的半导体芯片，通过白、绿色芯线连接到应变计内部的半导体芯片上。将欧姆表连接到应变计半导体温度计两根导线上，电阻值随温度变化量

很大，所以可以忽略线缆电阻。按照附录 5.2 中所测电阻值查找对应温度。

3.3 接线定义

序号	设备引线	设备接线说明	备注
1	黑线	频率信号负极 (F-)	屏蔽线与频率信号负极 并连
2	红线	频率信号正极 (F+)	
3	白线	测温信号负极 (T-)	
4	绿线	测温信号正极 (T+)	
5	屏蔽线	屏蔽线	

3.4 数据处理

振弦式应变计的应变变量 ε 的一般计算公式为：

$$\varepsilon = k \cdot \Delta F \times 10^{-3} + (b - a) \cdot (T - T_0)$$

$$\Delta F = F^2 - F_0^2$$

式中：

- k** — 应变计的最小读数，单位为 $\mu \varepsilon / \text{Hz}^2$ （由厂家所附卡片给出）；
- ΔF** — 实时测量的应变计输出值相对于基准值的变化量，单位为 kHz^2 ；
- F** — 实时测量的应变计输出值，单位为 kHz ；
- F_0** — 应变计的基准值，单位为 kHz 。
- b** — 表面应变计的温度修正系数，单位为 $\mu \varepsilon / ^\circ\text{C}$
- a** — 被测结构物的线膨胀系数，单位为 $\mu \varepsilon / ^\circ\text{C}$
- 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 $^\circ\text{C}$ 。

注意事项：

- 应变计的基准值 F_0 在埋入式混凝土初装后连续三次以上稳定的平均值可定为基准值（初始值）。

- 用公式计算结果为负值时，应变计工作在压缩状态，反之则工作在拉伸状态。
- 应变计在出厂时带有测温系统，温度系数 b 需根据厂商提供值进行带入计算。

四、常见故障分析及排除

应变计的维护和故障排除仅限于定期检查线缆连接和终端维护。安装后，仪表如无法正常工作，按以下问题列表和可能的解决方案。有关其他故障排除和支持，请联系 [ThinkSonic 厦门忻德监测科技有限公司](#)。

4.1 应变计读数不稳

- (1) 检查读数仪档位设置是否正确，如果使用数据记录仪自动记录读数，扫描频率激励设置是否正确。
- (2) 应变读数是否超出仪器额定范围（或压力或张拉）。
- (3) 附近有无电噪声源，大多数可能的电噪声源为马达、发动机和天线。将仪器移开安装场地或安装滤波器，不管是使用便携式读数仪还是数据记录仪，都应确保屏蔽线接地。如果可能，将仪器线缆从电线和电气设备上移开，排除其他电器件影响。

4.2 应变计不能读数

- (1) 检查线圈电阻，正常情况下线圈电阻为：180 Ω
- (2) 线缆电阻 R 为： $R = \rho L / S$

ρ — 为铜线电阻率， $0.0175 \times (1 + 0.00390 \times \text{当前温度数}^\circ\text{C})$ ；

L — 为导线的长度；

S — 为导线横截面积，TVA02B 单根导线面积为 0.35mm^2 ；

25 $^\circ\text{C}$ 时 100 米长的导线电阻约为 6 Ω 。

- (3) 如果电阻太大或无穷大，应判断线缆断路。
- (4) 如果电阻太低或接近于 0，则应判断是短路。
- (5) 如果电阻正常而任何一个传感器都没有读数，应怀疑是读数仪有问题，这时应向厂家咨询。

(6) 如果所有的电阻都正常仅其中一个传感器没有读数，就应怀疑此点传感器有问题，这时也应向厂家咨询。

五、附录

5.1 温度测量电阻规格参数表

参数	数值	单位
25° C 时电阻值	3000	Ω
R ₂₅ 误差值	± 2.18	%
B ₂₅ 值	3977	K
B ₂₅ 误差	± 0.75	%
零耗散时工作温度范围	-40 to +125	$^{\circ}\text{C}$
0 $^{\circ}\text{C}$ -50 $^{\circ}\text{C}$ 测量精度	± 0.5	$^{\circ}\text{C}$
55 $^{\circ}\text{C}$ 时最大功耗	100	mW
最小端子和涂层体之间的介电压	500	V _{AC}
重量	0.2	g
备注：电阻芯片型号 NTCLE201E3302SB		

5.2 阻值温度对应表

RESISTANCE VALUES AT INTERMEDIATE TEMPERATURES				
温度 (°C)	R_T/R_{25}	T-TOL (± K)	TCR (%/K)	阻值 (KΩ)
-40	33.21	0.68	-6.57	99.63
-35	23.99	0.66	-6.36	71.97
-30	17.52	0.64	-6.15	52.56
-25	12.93	0.62	-5.95	38.79
-20	9.636	0.59	-5.76	28.91
-15	7.250	0.57	-5.58	21.75
-10	5.505	0.55	-5.40	16.51
-5	4.216	0.52	-5.24	12.65
0	3.255	0.50	-5.08	9.766
5	2.534	0.50	-4.92	7.602
10	1.987	0.50	-4.78	5.962
15	1.570	0.50	-4.64	4.710
20	1.249	0.50	-4.50	3.746
25	1.000	0.50	-4.37	3.000
30	0.8059	0.50	-4.25	2.418
35	0.6535	0.50	-4.13	1.960
40	0.5330	0.50	-4.02	1.599
45	0.4372	0.50	-3.91	1.312
50	0.3605	0.50	-3.80	1.082
55	0.2989	0.55	-3.70	0.8966
60	0.2490	0.61	-3.60	0.7470
65	0.2084	0.66	-3.51	0.6253
70	0.1753	0.72	-3.42	0.5259
75	0.1481	0.77	-3.33	0.4443
80	0.1256	0.83	-3.25	0.3769
85	0.1070	0.89	-3.16	0.3211
90	0.09154	0.95	-3.09	0.2746
95	0.07860	1.02	-3.01	0.2358
100	0.06773	1.08	-2.94	0.2032
105	0.05858	1.14	-2.87	0.1757
110	0.05083	1.21	-2.80	0.1525
115	0.04426	1.27	-2.73	0.1328
120	0.03866	1.34	-2.67	0.1160
125	0.03387	1.41	-2.61	0.1016

产品材料清单				
	名称	规格	数量	图片
标配	埋入式应变计 TVA01B	TVA 系列应变计一台	1	
选配	埋入式安装夹具 TVAD01	可固定于钢筋 15~32mm 可选	根据需求而定	
	埋入式 3、5、9 向 安装底座 TVAF03/05/09	多向圆形固定底座 *1 多向连接螺纹杆 *3/5/9 L 型底部 螺纹长杆	根据需求而定	
	水工观测线缆	4 芯+1 屏线，外径 6.8mm	根据需求而定	
	防水接头	4 芯线对线防水连接器 IP68	根据需求而定	

厦门忻德监测科技有限公司

地址：福建省厦门市软件园三期 C 区 10 栋 1402 单元

技术支持服务：

工作时间：周一至周五 8:30-18:00

技术支持热线：400-9933-396/15750766065

技术支持 QQ 和微信号：15750766065