

NANMAC须知

主题：杆效应

温度测量误差的主要原因

No. 92-2

所有接触型温度传感器，例如热电偶、RTD、热敏电阻、双金属温度计等，均有我们所说的“杆效应”误差。当传感器浸入气体或液体环境时，探头杆产生一条新的热传导路径。因此，热量通过探头杆从探头传导到外部环境中，使得传感头反映的温度读数低于附近气体或液体的温度。

几年前，NANMAC进行了一次实验，确定“杆效应”产生的误差大小。该实验由一个浸入冷水中的热水箱组成，热水通过浸入型加热器保持温度不变，而冷水通过简单循环泵和散热器保持温度不变，两个水池在试验期间保持80°F温度梯度。

热水箱和冷水池的温度用实验室温度计连续监测，温度计的精度为+0.5°F。碳钢热水箱的外径为5"，壁厚为1/2"。

热水箱安装了四个与水箱内表面齐平的热电偶（图1和图2），每个热电偶有不同的热电偶结。所有热电偶均直接接触热水。所有热电偶均有铁/铜镍合金元件，其输出用同一个高温计监控，高温计有热电偶选择开关。此外，所有热电偶均采用同一批导线，电阻值相同。图3是该实验的示意图。

热电偶T-1、T-2和T-3是传统型热电偶，而T-4是采用带状元件的直角热电偶。表1说明在两天的16小时实验中进行的实际测量值。在观测到的温度变化中，传统型热电偶结产生的误差在10%-66%之间，而直角型热电偶的传导误差小到无法测量出来。

获得专利的直角热电偶的热电偶结与探头的纵轴成直角。热元件由传感头的几条电焊在一起的金属带组成。这些带状元件从探头背面沿着绝热棒与圆锥体的接合面引出来，绝热棒和圆柱体采用耐高温绝热材料制成。热电偶结附近的带状元件与热流平面平行。因此，热电偶结和带状元件同时受热，传导误差降到最低限度。从热电偶结到带状元件转角处的距离除以热电偶结厚度，比值为20:1。这一比例就是带状热电偶的杆效应误差很小的原因。带状元件对瞬态温度变化的响应时间仅为几十毫秒。

如要进一步了解NANMAC的直角热电偶，请打电话联系我们。

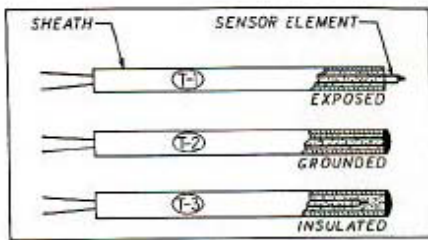


FIG. 1 CONVENTIONAL STYLE JUNCTIONS

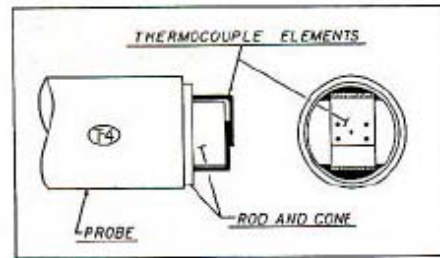


FIG. 2 "RIGHT ANGLE" THERMOCOUPLE PROBE

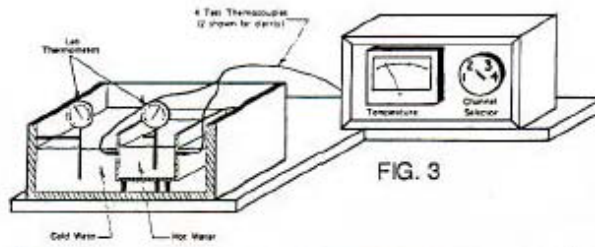


FIG. 3

Reading No.	Temperature Measurements (°F)						
	Cold Water	Hot Water	ΔT	T1	T2	T3	T4
1	104	174	70	168	154	127	175
2	104	174	70	166	157	127	175
3	104	175	71	167	151	127	175
4	104	175	71	167	151	124	175
5	102	174	71	167	151	125	174
6	102	175	73	167	152	125	175
7	102	175	73	167	151	125	175
8	90	175	85	167	150	120	175
9	93	189	96	173	157	127	189
10	102	190	88	182	155	125	191
11	102	189	88	183	153	133	190
12	100	188	88	183	150	130	188
13	102	189	87	180	150	130	189
14	103	189	86	180	150	132	188
Average	101.0	180.6	Δ 79.6	172.6	155.9	127.7	180.7
Error (°F)				-8.0	-24.7	-52.9	0
% Error				-4.6	-15.8	-41.5	0

TABLE -1