

一种多支点组合式称重传感器结构介绍

□淄博同泰衡器有限公司 赵毅常

【摘要】本文主要介绍一种多支点组合式称重传感器结构，它是由多支常规称重传感器组成的，将多支常规称重传感器的称重点结合起来，形成一个称重面（或点），撑起承载器，形成新型结构的电子秤，克服了常规称重传感器电子秤受环境温度和承载器扰度影响，提高了计量性能，以此技术制作出各式各样的新型结构电子秤计量性能好、体积小、称重大，使用方便。

【关键词】多支点组合式称重传感器结构；新型结构电子秤；计量误差

概述

某集团公司做的灌装秤，昼夜变化几百千克，厂家解释是传感器固有的问题，我们带着这个问题学习了第十二届全国称重技术研讨会暨新技术、新产品发布会有关称重传感器的论文和数字指示秤

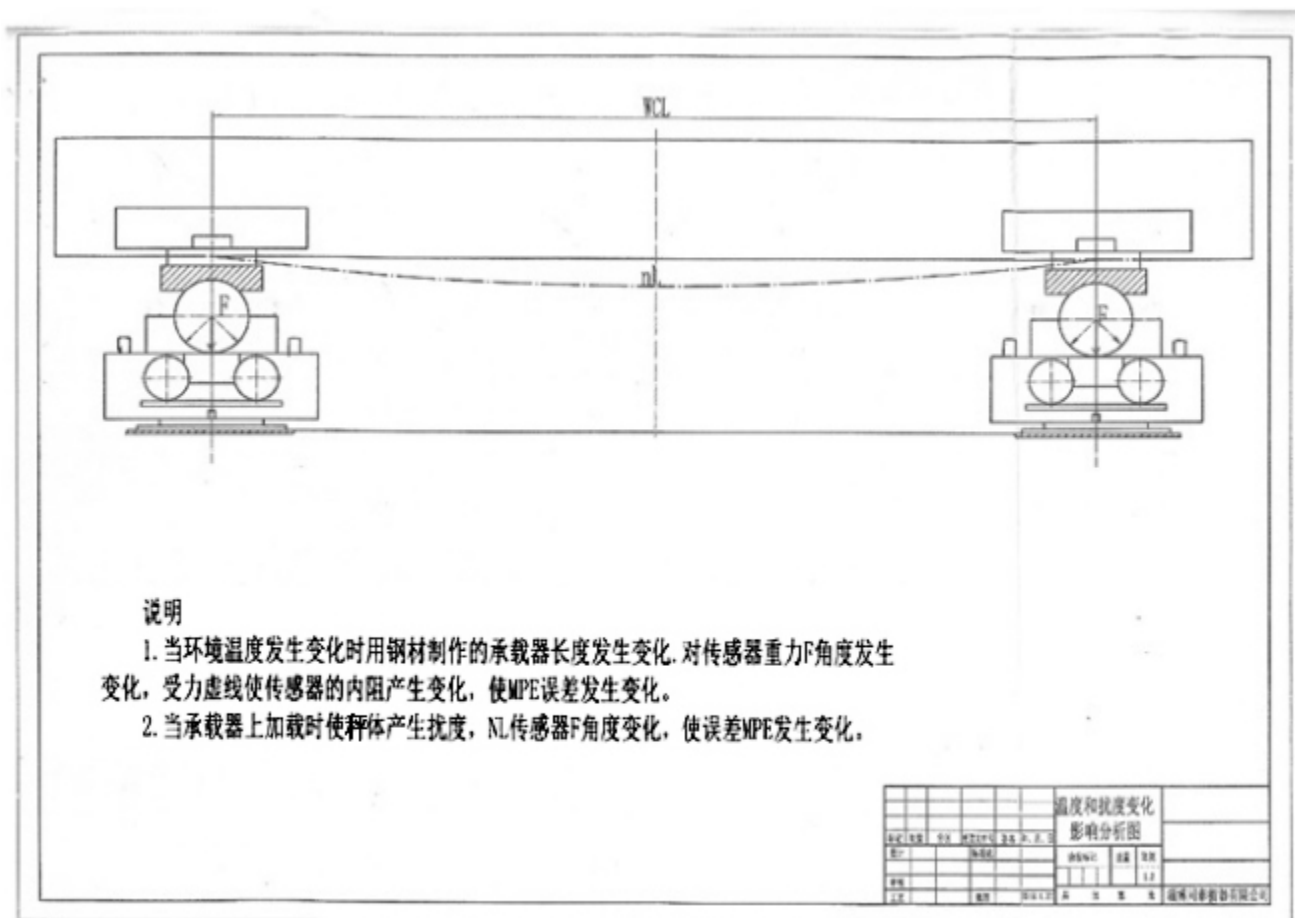


图1 常规传感器制作的电子秤

的检定规程，JJG539-2016 和国际接轨的国标GB/T7723-2017，及有关温度、扰度的规定。《称重传感器在电子衡器安装应用分析》^[1]介绍到，电子衡器在实际使用中会遇到许多影响精度的因素，其中重载后，秤台的扰度变形和自然温度变化引起的秤台热胀冷缩、变形等导致的误差，从原理上只能尽可能减小，但缺乏应有的智能化补偿技术。在《再谈正确使用称重传感器》^[2]对柱式称重传感器、桥式称重传感器、双剪切梁吊环传感器、轴对称扭动传感器和轮辐式传感器等5种传感器各自的优缺点进行了分析和研究，特别是钢材结构的承载器，由于热胀冷

缩，不能使称重传感器垂直传递量值。常规称重传感器制作的电子秤受环境温度和承载器扰度引起的计量误差见图1所示。

1 灌装秤的问题所在

该秤为80t，罐体直径5m，承载器主梁用30#槽钢制作，形状为等边三角形，用30t常规称重传感器支撑起三个称重点，分度为3000分度，检定分度值为50kg，在正常使用中的绝对误差最大300kg，这300kg一方面是称重传感器和仪表固有误差，另一方面为环境温度变化和承载器扰度产生的变化，致使昼夜变化几百千克，主要有3个因素，如图2所示。

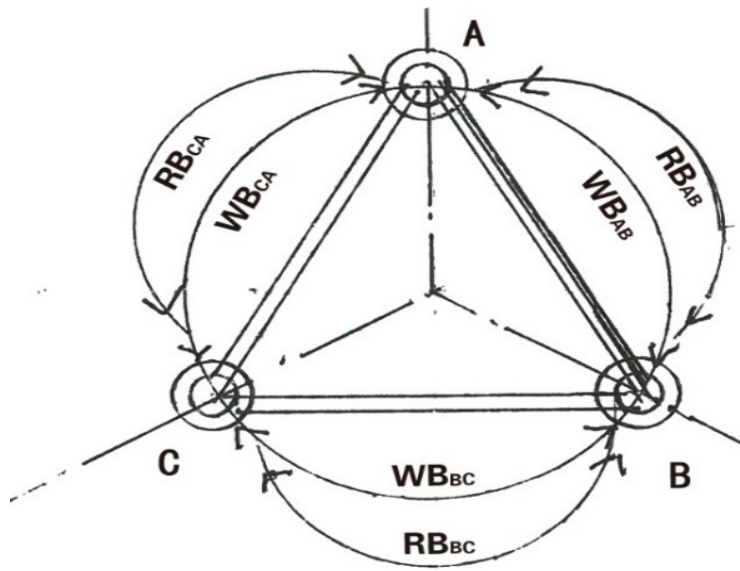


图2 引起计量误差变大的3个因素

(1) 温度变化: 用WB代表, $WB=WB_{AB}+WB_{BC}+WB_{CA}$

(2) 扰度变化: 这个变化叫做RB, $RB=RB_{AB}+RB_{BC}+RB_{CA}$

(3) 传感器和仪表的变化叫做固变GB

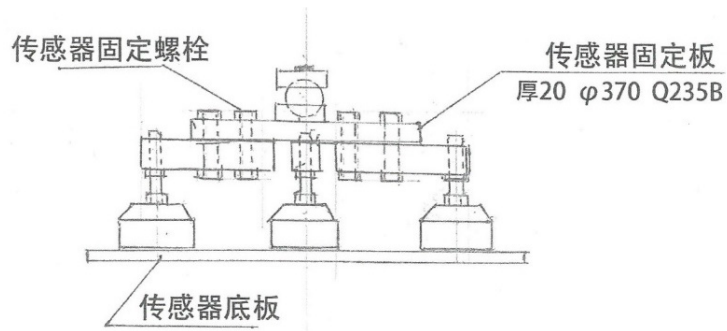
$ZB=WB+RB+GB$ (总变化=温度变化+扰度变化+固有变化) 就是导致昼夜变化几百千克的主要因素。

如何解决某集团公司灌装秤昼夜计量误差成了研究课题。在某养鸡场做一个灌装秤，需要10t的传

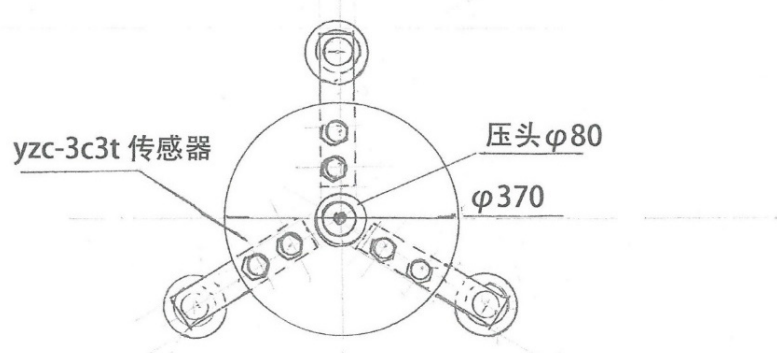
感器3支，当时手下没有，经商量确定，用3t的传感器共9支，分成3组撑起该灌装秤，经8小时试验，仪表显示很稳定，该集团灌装秤昼夜误差大问题得以解决。

2 用多支点组合式称重传感器解决该集团公司灌装秤昼夜误差变化大的问题

我们将该公司的灌装秤进行分析研究，设计出了3支常规称重传感器组合，称作多支点组合式称重传感器。如图3所示。



图a 多点组合式传感器立面结构图



图b 多点组合式传感器平面结构图

图3 多支点组合式称重传感器结构图

多支点组合式称重传感器承重点，撑起承载器的承重点，形成新型结构的电子秤，如图4所示。

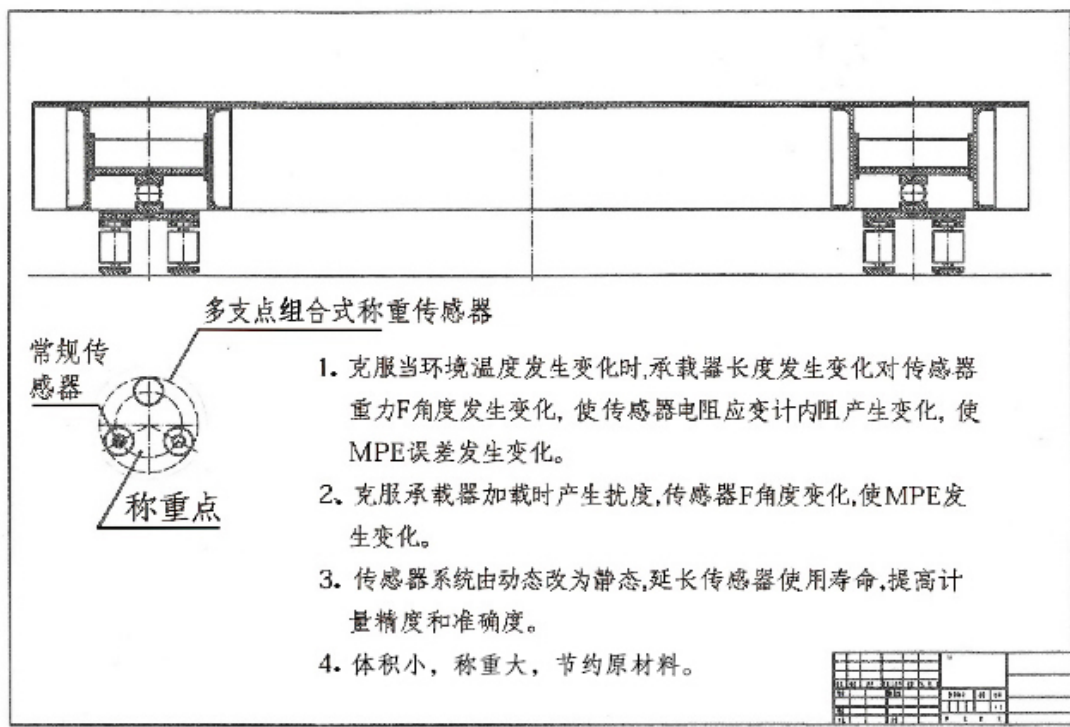
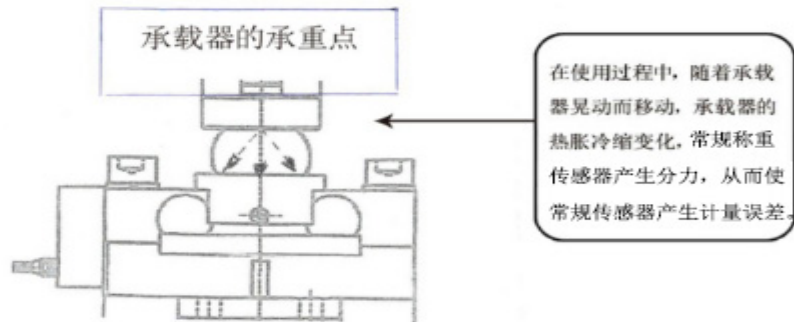


图4 多支点组合式称重传感器制作的新型结构电子秤

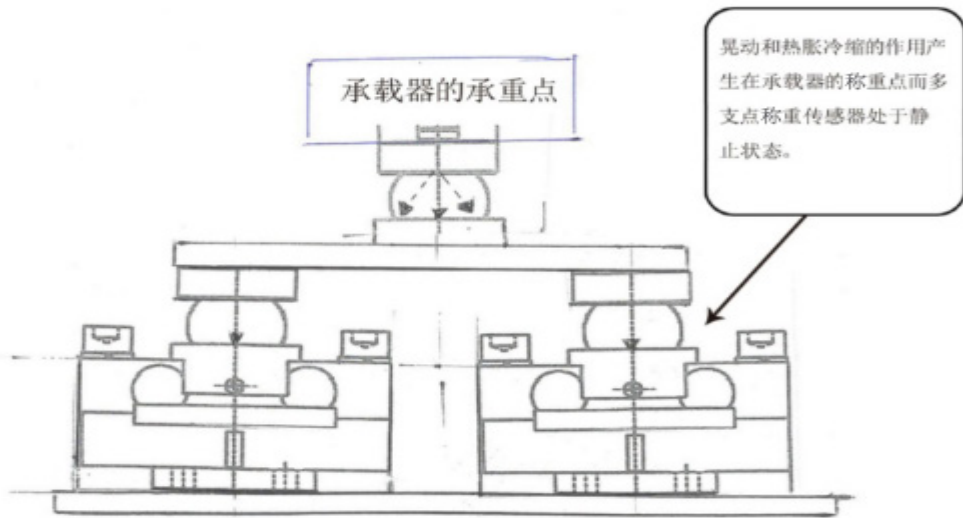
新型结构的电子秤有4个特点：

(1) 多支点组合式称重传感器工作延长了使用寿命，提高了计量准确性。如图5所示。



图a 常规称重传感器的工作动态图

当常规传感器受到侧力和环境温度变化时，常规传感器的输出点和承载器的承重点直接连接承载器直接受力常规传感器上，使 F 角发生变化，电阻应变计发生变化。



图b 多点组合式传感器工作静态图

多支点组合式称重传感器的组合输出点和承载器的承重点连接多支点组合式称重传感器的单个输出点，间接连接单支点传感器的受力没有下角的变化。

图5 单支常规称重传感器改为多支称重传感器

(2) 克服环境温度影响，使计量性能更稳定。

(3) 克服承载器扰度，减少计量误差，提高计量精度。

(4) 用多支点组合式称重传感器制作的各式各样的新型结构电子秤体积小，称重大，节约原材料。

3 温度、扰度和称重关系试验

为了进一步证实多支点组合式称重传感器制作的新型结构电子秤的4个特点，进行了温度、扰度和称重关系试验。

(1) 温度与多支点组合式称重传感器和桥式称重传感器的试验

①在试验中，为什么用桥式称重传感器与多支点组合式称重传感器进行比较，因为桥式称重传感

器应用比较广泛，在推广多支点组合式称重传感器时，可在需要变更时取下桥式称重传感器，换上多支点组合式称重传感器，可以扩大该秤的量和精度。

②在试验中，为了便于比较，采用桥式称重传感器与多支点组合式称重传感器进行串联，用一个承载器，如图6所示。

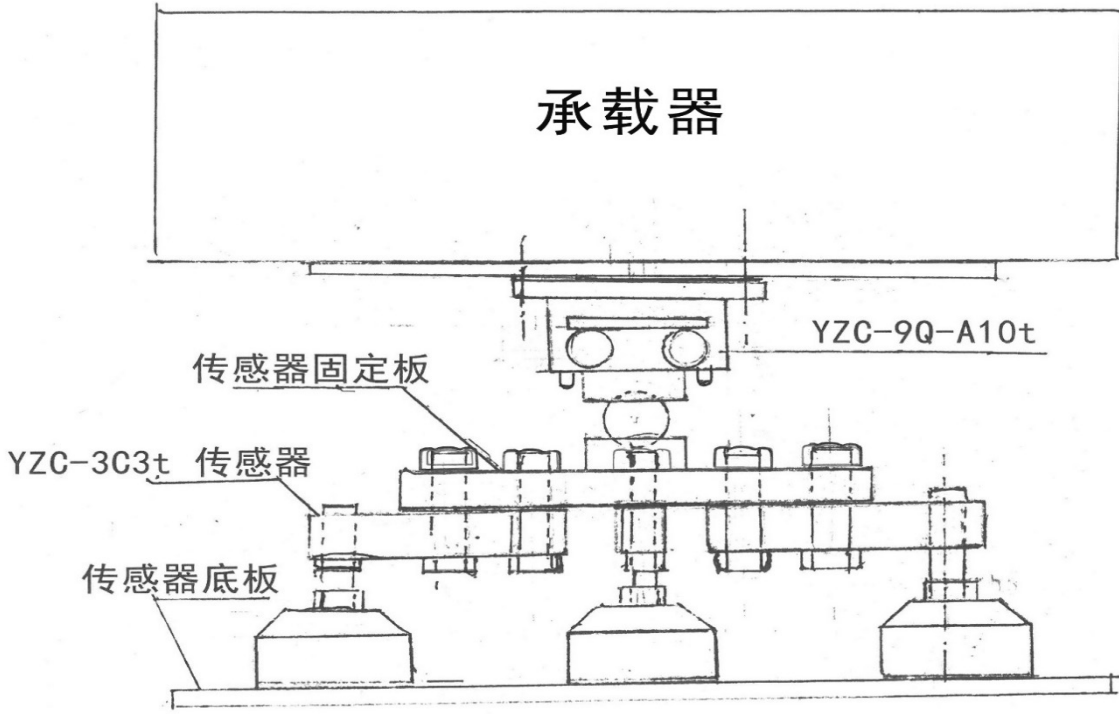


图6 传感器组装YZC-9Q-A10t同YZC-3C3t×3串联

③设计一台灌装秤，称量为3t，温度变化为10℃，桥式称重传感器10t的3支，3t的称重传感器9支，结构如图7所示。

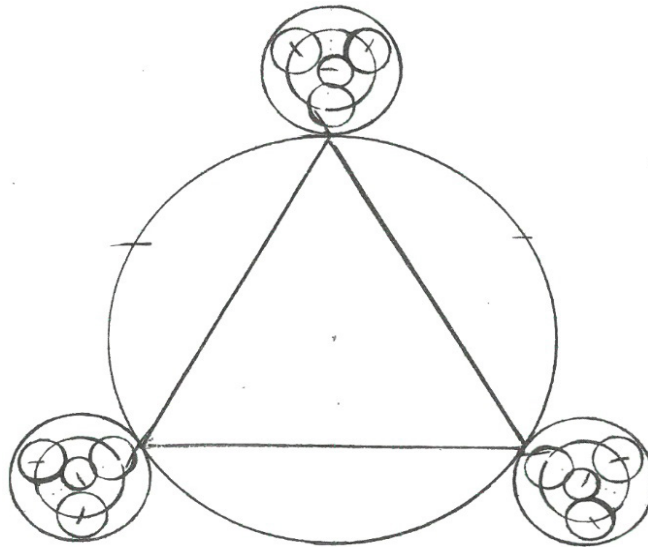


图7 新型电子秤称重传感器结构图

④为了便于比较，采用桥式称重传感器和多支点组合式称重传感器串联，分别做一个桥式称重传感器系统和一个多支点组合式称重传感器系统，采

用同样规格型号的仪表，记录比较试验资料，见图8、见表1、图9、表2所示。

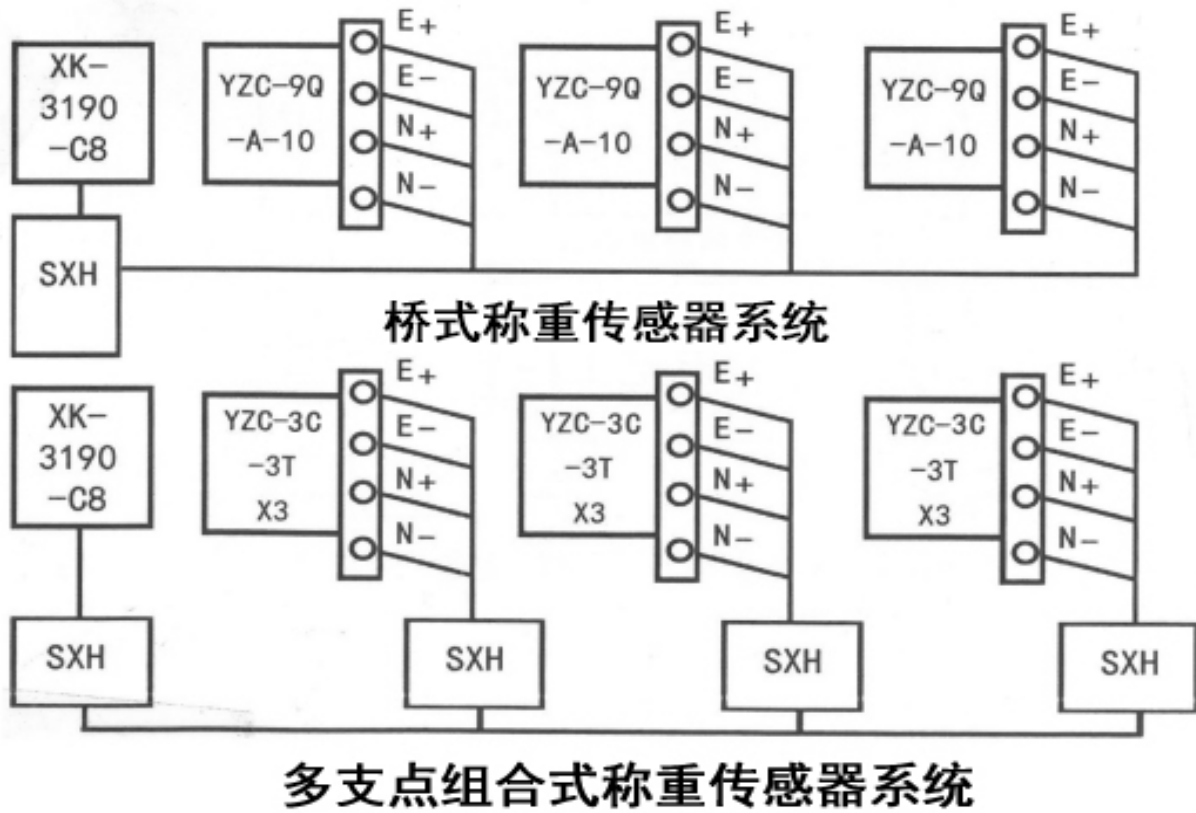


图8 多支点组合式称重传感器和常规称重传感器串联图

表1 试验用主要设备和材料表

桥式传感器					多支点综合式称重传感器						
序号	名称	数量	单价(元)	金额(元)	序号	名称	规格	单价(元)	数量	金额(元)	
1	YZC-9Q 10t	3支	260	780	1	传感器	举重3t	31	9	279	
2	四线盒	1支	15	15	2	接线盒	四线盒	15	4	60	
3	称重仪表	1支	500	500	3	秤重仪表	XK3190 C8	500	1	500	
4	信号线	30m	2	60	4	信号线	4×0.5mm ²	2	30	60	
5	传感器底板	3块	30	90	5	传感器底板	3块 自制	35	3	105	
合计:				1445	合计:				1004		



指示3000kg是多支点组合式仪表，表示3003kg是桥式仪表，中间是温度表检控变化情况。



上边是桥式称重传感器，下边是多支点组合式称重传感器，共用一个承载器（灌装秤）。

试验标明：

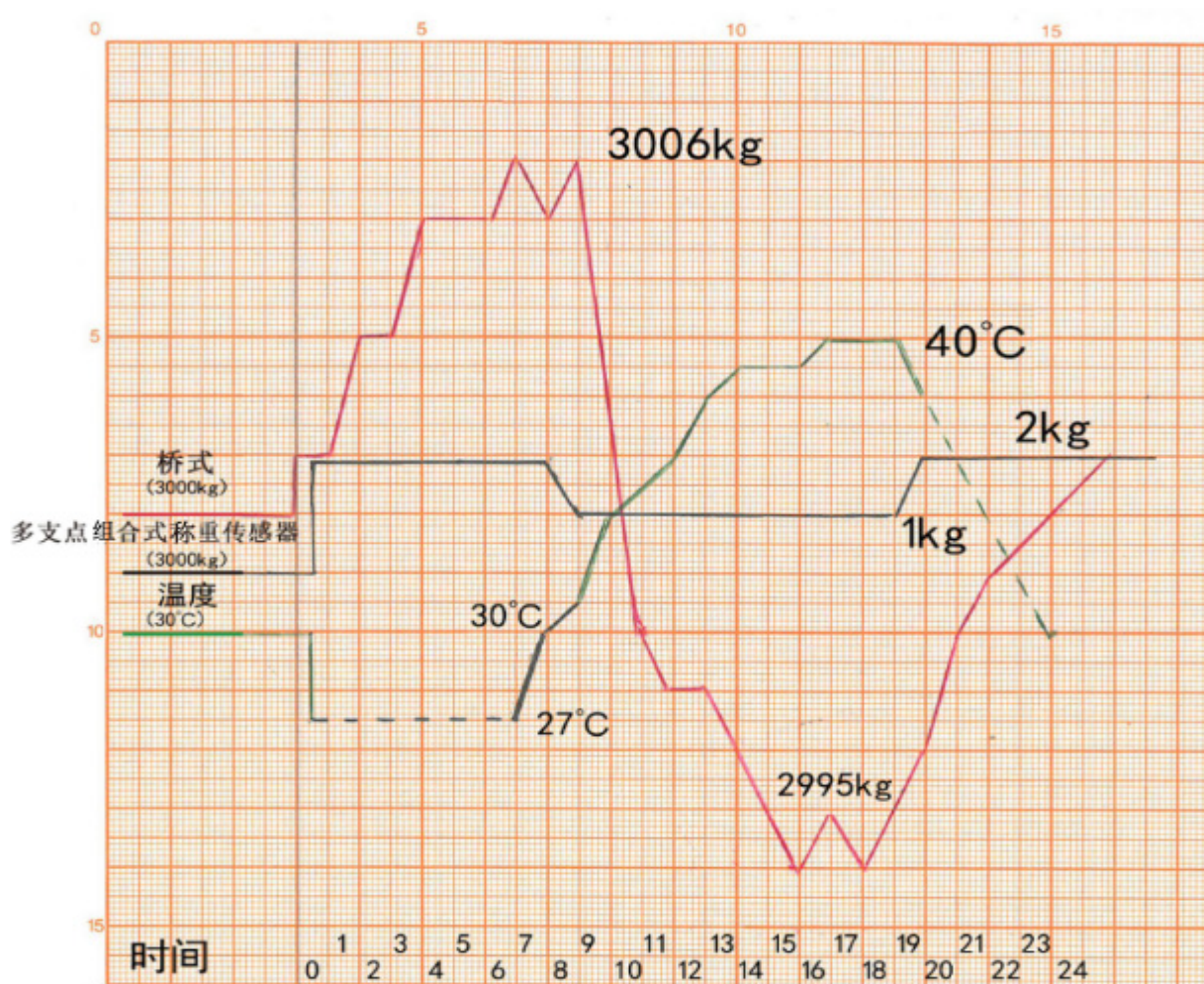
当使用多支点组合式称重方式3000kg24小时，最大变化1kg。

当使用桥式传感器24小时3000kg变化11kg，因为是线性增加，当最大秤量30t时变化110kg，300t变化的误差是1100kg。

时间	温度	多支点组合式系统	桥式传感器系统
1		3002	3002
2		3002	3003
3		3002	3005
4		3002	3005
5		3002	3005
6	27	3002	3006
7	30	3002	3005
8	32	3001	3006
9	34	3001	3003
10	35	3001	3001
11	36	3001	2999
12	38	3001	2998
13	39	3001	2998
14	39	3001	2997
15	39	3001	2996
16	40	3000	2995
17	40	3001	2996
18	40	3002	2995
19	38	3001	2996
20		3002	2997
21		3002	2999
22		3002	3000
23		3002	3001
24		3002	3002

图9 多支点称重传感器与桥式传感器实验数据对比

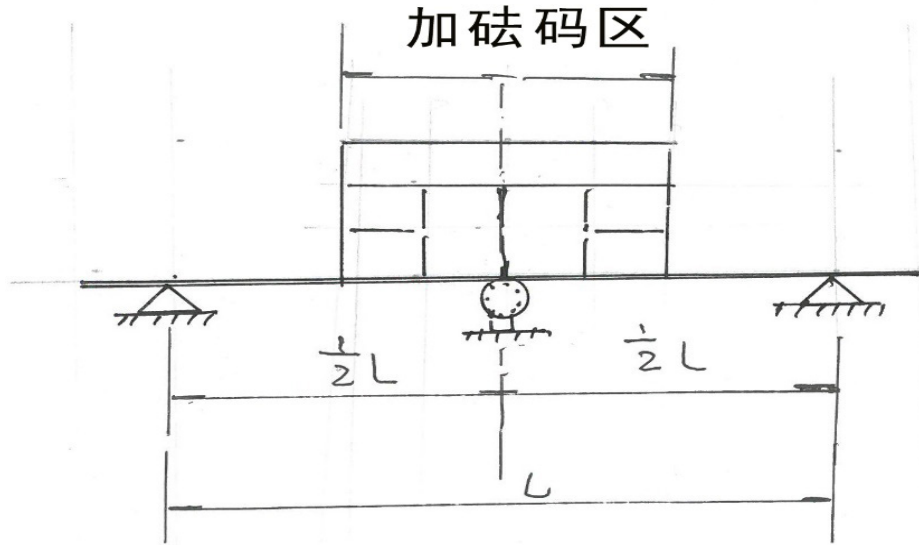
表2 称重和温度关系变化表



时间	温度	多支点组合式 称重传感器	桥式	时间	温度	多支点组合式 称重传感器	桥式
1		3002	3002	13	39	3001	2998
2		3002	3003	14	39.5	3001	2998
3		3002	3005	15	39.5	3001	2997
4		3002	3005	16	39.5	3000	2996
5		3002	3005	17	40	3001	2995
6	27	3001	3006	18	40	3002	2996
7	30	3002	3005	19	40	3001	2995
8	32	3001	3006	20	30	3002	2998
9	34	3001	3003	21		3002	2999
10	35	3001	3001	22		3002	3000
11	36	3001	2999	23		3002	3001
12	38	3001	2998	24		3002	3002

(2) 进行扰度与称重关系的试验

选一台3m×6m的秤台，为了便于比较，多支点组合式称重传感器和桥式称重传感器进行串联，将4组连接好后，撑起秤台的4个承重点，如图10、图11、表3所示。



图a 承载器变形测试原理图



图b 承载器变形测试实际操作图

图10 承载器变形量测试

每加1t砝码，记录一次百分表的垂直下降值，常规称重传感器和多支点组合式称重传感器系统仪表度数，作出砝码值百分表和称重关系值曲线，证实多支点组合式称重传感器的特点。

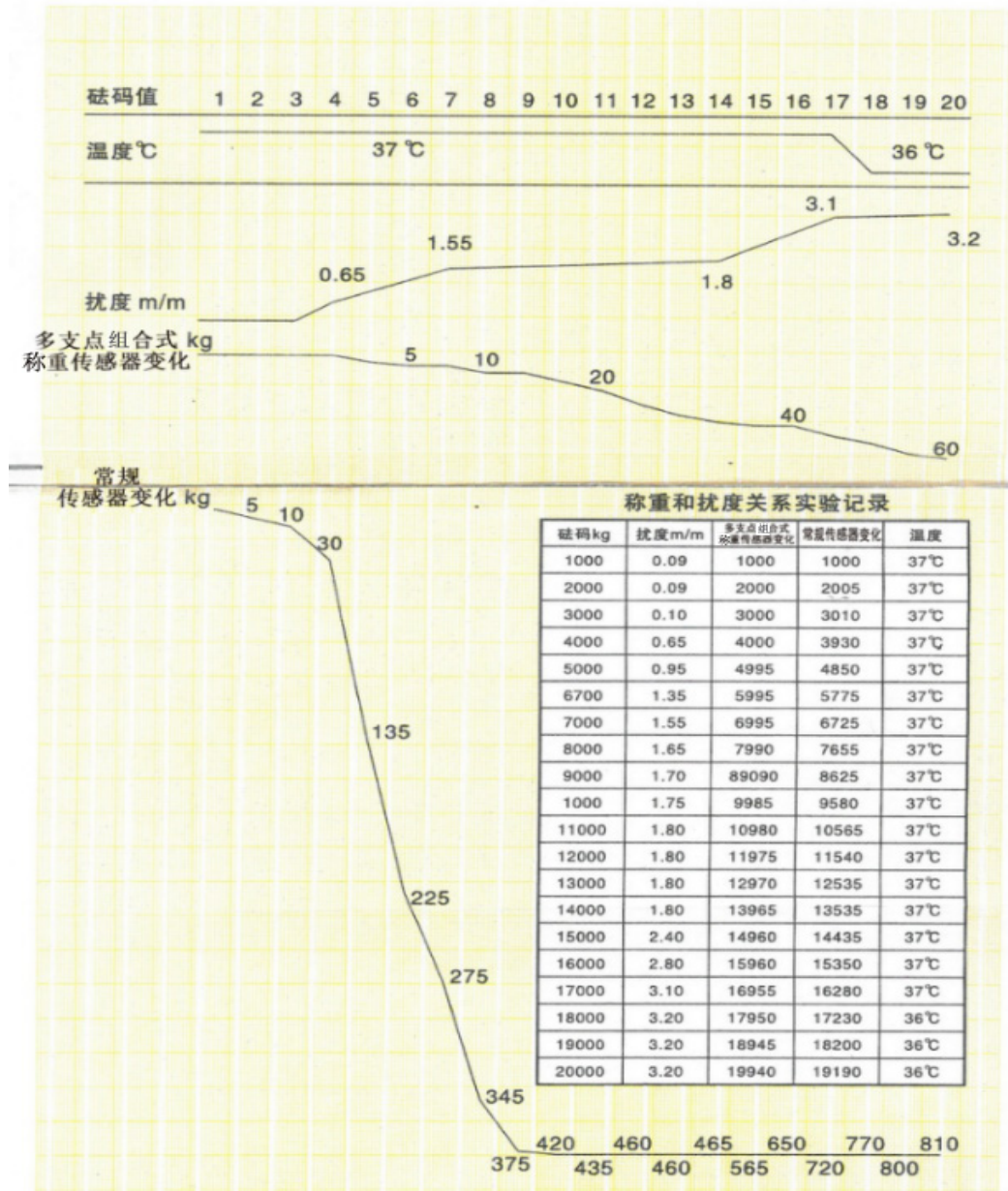


图11 称重和扰度关系试验

表3 试验用主要设备和材料表

桥式传感器系统						多支点组合式称重传感器系统					
序号	名称规格	单位	数量	单价(元)	金额(元)	序号	名称规格	单位	数量	单价(元)	金额(元)
1	10t桥式传感器	支	4	260	1040	1	多支点组合式称重传感器3t×4	组	4	93	372
2	四线接线盒	支	1	15	15	2	四线接线盒	个	5	15	75
3	称重仪表 跃华	支	1	500	500	3	称重仪表	台	1	500	500
4	信号线4×0.5m/m²	m	30	2	60	4	信号线0.5m²×4	m	30	2	60
5	传感器底板	块	4	15	60	5	传感器底板	块	4	15	60
合计:					1675	合计:					1067

(3) 将多支点组合式称重传感器制作的电子秤和常规称重传感器制作的电子秤安装在太阳能环境试验箱中(见图13), 分别在1t、2t、0~30℃温度环境下进行试验, 结果见表4和图12。

表4 试验结果

温度	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
多支点组合式1t	1006.5	1006.5	1006.5	1006.5	1006.5	1006.5	无变化
多支点组合式2t	2001.4	2001.4	2001.4	2001.4	2001.3	2001.3	变化1kg
常规传感器(桥式)1t	970.5	972	982	992	995.5	1000	变化31.5kg
常规传感器(桥式)2t	1973	1973	1984	2000.5	2006	2008.5	变化35.5kg

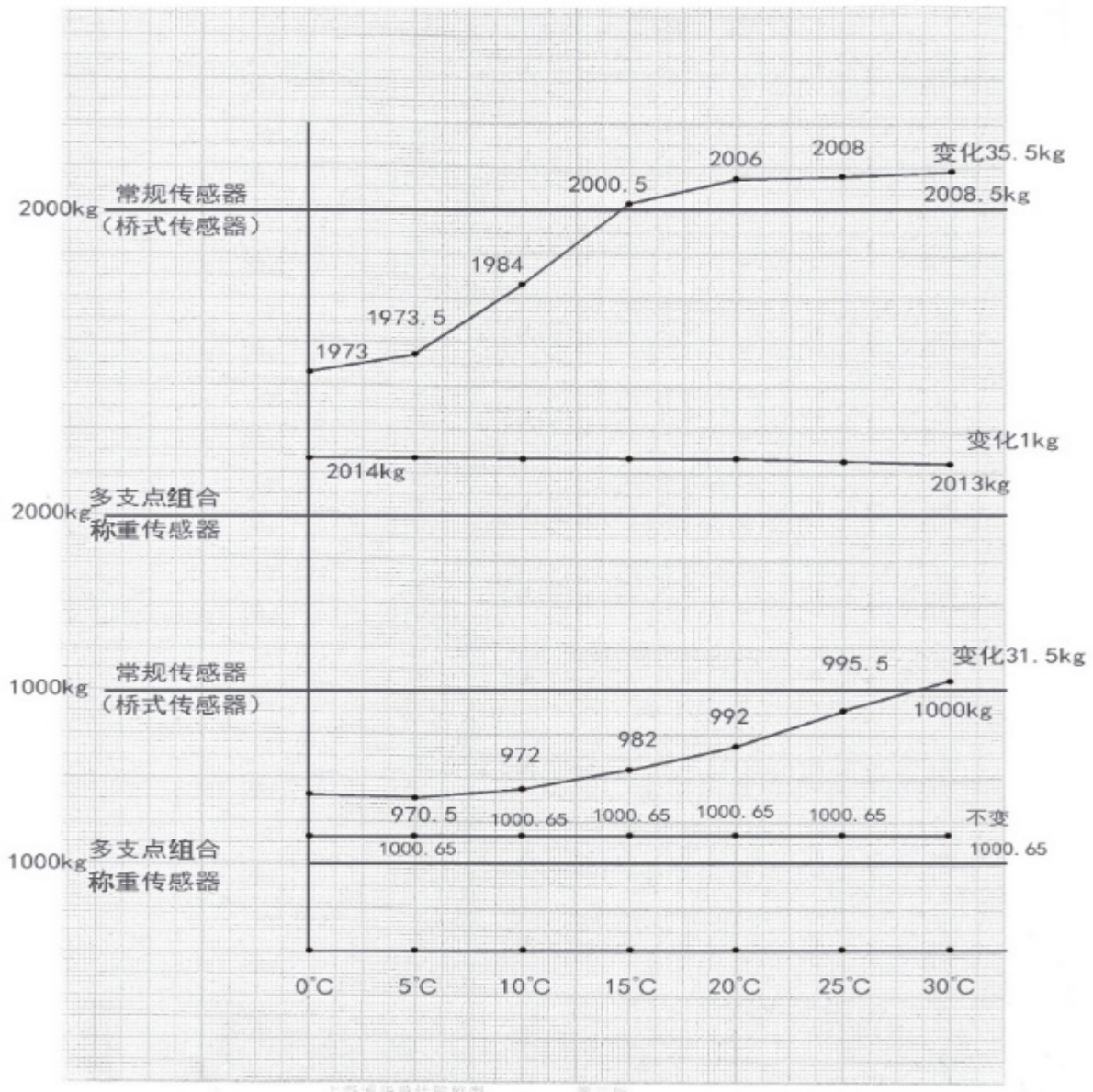


图12 常规称重传感器和多支点称重传感器在环境试验箱中的试验结果



图13 太阳能环境试验箱

4 通过试验证明

(1) 多支点组合式称重传感器和常规称重传感器制作的灌装秤，秤重3t，温度变化为10℃。

①多支点组合式称重传感器变化1kg；

②桥式称重传感器变化11kg。

(2) 称重和挠度关系变化：秤台3m×6m，称重砝码20t，挠度变化0~3.2mm。

①多支点组合式称重传感器变化60kg；

②桥式称重传感器变化810kg；

在挠度变化1mm时，多支点组合式称重传感器变化5kg，桥式称重传感器变化150kg。

(3) 在太阳能环境试验箱中进行试验（见图12）

①多支点组合式称重传感器试验结果：1t、0~30℃情况下无变化；2t、0~30℃情况下变化为1kg。

②桥式称重传感器试验结果：1t、0~30℃情况下变化31.5kg；2t、0~30℃情况下变化35.5kg。

5 结论

(1) 多支点组合式称重传感器是由多支常规称重传感器组成的结构（见图3和图5），多支点组合式称重传感器制作的新型结构电子秤（见图4），常规称重传感器制作的电子秤（见图1）。常规称重传

感器制作的电子秤现实存在着环境温度变化、承载器挠度变化使常规称重传感器受到侧力和热胀冷缩影响，使电阻应变计产生不应有的变化，导致计量精度和计量误差变化。而多支点组合式称重传感器弥补了缺乏应有的智能补偿技术，特别是钢材结构的承载器，由于热胀冷缩时达到了称重传感器垂直传递量值目标。

(2) 根据试验2和试验3证明，多支点组合式称重传感器与常规称重传感器相比，在一定的挠度和钢度下得出的试验结果，多支点组合式称重传感器数值基本不变，而常规称重传感器变化很大，如在3m×6m秤台上加20t砝码，在挠度1mm时，多支点组合式称重传感器变化5kg，而常规称重传感器变化150kg；在挠度达到3.2mm时，多支点组合式称重传感器变化60kg，而常规称重传感器变化810kg。常规称重传感器设计承载器或秤台时，取的是最大秤量的计量误差，为达到150t~200t电子秤的计量误差为2000分度~10000分度时，计量误差检定的分度值为1.5分度~3分度，大型生产厂家制造的150t~200t承载器的重量达16t左右。而新型结构的电子秤是9t左右，所以在设计承载器时，需要由两方面因素来确定：一是温度和挠度做计量误差，做到2000分度~10000分度，检定分度值1.5分度；二是承载器的

机械强度和承载器的安全性。实践证明，节约原材料，节约钢材40%~50%。

该项技术于2018年9月获得国家专利，专利号为ZL201821571302.4，证书号为“第11993851号”，公告日期为2020年11月24日，授权公告号：CN212007492U。

参考文献

[1] 姚玉明等. 称重传感器在电子衡器中的安装应用影响分析 第十二届称重技术研讨会论文集[C].

[2] 沈立人. 再谈正确使用称重传感器 第十二届称重科技论文集[C].

作者简介：赵毅常，(1941年10月~)，男，工程师，于1958年~1985年在原山东洪山铝土矿从事电气设计施工和管理；于1985年~1995年任职本矿供销公司书记、经理；于1995至今在淄博同泰衡器有限公司工作。