

# 第四届称重测力技术及仪表 技术交流会

## 論 文 集

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会

1987 年 11 月



# 前 言

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会称重测力技术及仪表专业委员会继1982年7月、1984年5月、1985年11月的三届称重测力技术及仪表学术交流讨论会后，为了进一步提高称重测力仪表的研制和生产水平，扩大产品的推广应用，为四化建设服务，经研究决定于今年四季度召开第四届全国称重测力技术及仪表学术交流讨论会。

称重测力仪表广泛应用于冶金、石油、交通、矿山、港口、电站、化工、军事、科研等部门，是实现自动化必不可少的技术工具，对提高产品质量、提高生产效率、省力、节约能源等方面都具有十分重要意义。最近，党中央和国务院正式批准公布的高技术研究发展纲要中，明确规定自动化技术为高技术的组成部分。这对我国从事自动化检测控制技术的工程技术人员是莫大的鼓舞，我们应尽一切努力，出色地完成党和国家赋予我们的历史使命。

为了使本届学术交流会对提高自动化技术作出贡献，并使会议开得活跃、内容丰富，起到技术交流、沟通信息、扩大思路、开拓创新、推广成果应用的目的，特将今年征文录用的具有代表性和一定技术水平的30篇论文编辑印刷成这本《第四届全国称重测力技术及仪表学术交流论文集》，供学术会议和全国各有关技术人员参阅。

本届学术会议论文主要内容有：称重测力传感器及仪表的研究、开发和新成果应用；称重测力及传感器的可靠性研究和有关工艺讨论；称重仪表包括电子皮带秤、轨道衡、各类电子称重装置等的现场应用介绍和研制；以及称重测力传感器的标定装置研制等。

在征文过程中得到了全国同行的大力支持，在此表示感谢。在编辑论文集的过程中，由于我们水平有限，不足之处，望学术界同行指出。

最后，希望从事称重测力技术及仪表工作的同志们团结一致，共同奋斗，不断创新，为发展我国自动化仪表事业作出贡献。

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会  
称重测力技术及仪表专业委员会

1987年10月

# 目 录

|                                           |             |       |
|-------------------------------------------|-------------|-------|
| 1、料斗配料秤的误差及其补偿.....                       | 陆伯勤         | (1)   |
| 2、称重用无线数据传输装置.....                        | 侯恩生         | (7)   |
| 3、电阻应变称重传感器研制生产动向及其技术标准分析.....            | 顾瑞良         | (12)  |
| 4、一种新型动态轨道衡机械结构.....                      | 周有守 马平安     | (25)  |
| 5、矿用智能电子皮带秤.....                          | 陈云麒         | (30)  |
| 6、BS-MS <sub>3</sub> 型莫里克皮带秤《日本大和制衡》..... | 范满珠         | (35)  |
| 7、微机动态索道衡.....                            | 余仲宣 余灵芝 许君武 | (43)  |
| 8、超薄型无坑式电子汽车秤承载秤台的设计与安装.....              | 姚善根         | (50)  |
| 9、称重传感器的精度等级及结构设计的发展趋势.....               | 王志正         | (55)  |
| 10、力传感器动态校准与动态力测量技术评述.....                | 张于北 郑 正     | (63)  |
| 11、称重传感器的六线方式及应用.....                     | 殷积成 周德胜     | (69)  |
| 12、负荷传感器弹性体的组织及热处理工艺分析.....               | 赵 莹         | (75)  |
| 13、5 KN高响应冲击力传感器的研制.....                  | 蒋 波         | (85)  |
| 14、电阻应变称重传感器输出灵敏度温度补偿工作的几点体会.....         | .....       | ..... |
| .....                                     | 殷积成 张洪利     | (90)  |
| 15、蠕变可调补偿系列应变计的研制和应用.....                 | 孙登林 张宗尚     | (95)  |
| 16、轨道衡传感器工作载荷的选定.....                     | 沈雨良         | (101) |
| 17、可靠性技术与负荷传感器——负荷传感器技术发展的一个新阶段.....      | .....       | ..... |
| .....                                     | 邬显义         | (105) |
| 18、美国AD公司2B系列模块在应变传感器中的应用.....            | .....       | ..... |
| .....                                     | 李明娣 王志正 郑英强 | (109) |
| 19、GGP-50A可移式电子皮带秤调试应用.....               | 孙玉根 胡九如     | (116) |
| 20、滑槽式流量计.....                            | 汪玉海         | (126) |
| 21、电子皮带秤在电厂中的应用.....                      | 冯芝兴         | (135) |
| 22、电子称重仪在地中衡的应用.....                      | 程耀先 王承会     | (140) |
| 23、微机控制称重设备在自动配粉生产线上应用.....               | 胡 武 胡 刚     | (147) |

- 24、默里克皮带秤的原理及实际使用情况简介.....罗建平 (157)
- 25、静重机加荷框架的可靠性设计.....姜瑞丰 (163)
- 26、杠杆式标准测力机自动停车及过载保护装置.....杨 红 (169)
- 27、DDZ-1型电子定值秤设计.....胡建锋 (172)
- 28、UH6-500K型测力仪.....李 群 (177)
- 29、介绍一种新型变送器——DBZ-1型重量变送器.....胡建锋 (184)
- 30、对传感器输出信号远距离传输问题的探讨.....刘兴祥 (187)



# 料斗配料秤的误差及其补偿

冶金部自动化研究所 陆伯勤

在工业生产过程中，往往需要投入各种原料，然后经过物理化学过程，变成所需要的产品。而产品的成分和质量往往与各种原料的配比有紧密联系。因此对各种投入的原料进行精确的称量以实现预定的配比是工业生产过程中一个重要环节。在原料称量配比过程中，通常采用皮带称或料斗称进行称量。本文将论述用料斗秤进行原料配比的过程和有关的误差与补偿问题。

## (一) 料斗配料过程及其误差

料斗配料过程通常有两种方式：一种是多料斗配料，也就是基本上采用一个称量斗称一种料，其优点是大小斗用不同量程的秤，可保证重量差别较大的各种物料的称量精度，由于多料斗并行配料，速度较快，但一次投资较多；另一种是单料斗加多种料，其优点是投资省，但不宜用于重量差别较大的各种原料，也不适合要求快速配料的生产工艺，因为它是串行加料，不如并行加料快。也有的配料过程采用上述二种方式相结合的方法。即称量范围比较接近的原料合用一个称量斗。这样可以兼顾到投资与精度两方面。

从生产对象来说，有连接与非连接两种生产方式。对连续生产对象（如钢铁工业的高炉炼铁过程）要求在相当一段时间内加一定量的料，使生产过程能稳定进行，而对每次称量（即每斗装料量）并不要求很严格，主要是对一定时间内的累计量要求比较精确。而非连续生产对象（例如钢铁工业的炼钢炉）是间断式的，每次加多少料都有要求，也就是说要尽可能使每次称量达到设定值。由于生产方式的不同对料斗的称量和配料也就有不同的要求。

通常料斗配料过程首先是根据生产过程的要求，计算出所需的各种原料值，并把此值作为称量斗的设定值，然后按设定值控制装料。但实际装料量由于某些因素的影响而产生偏差，这些因素包括：

1、电子秤的误差 这包括传感器，传力机构（即秤架）、二次仪表（包括供桥电源）三部分的误差。

2、装料误差 装料时启动给料器使称量斗装料，当称量值达到设定值时，给出控制信号使给料器停止给料，由于给料器的机械惯性以及贮料仓与称量斗之间的空间落料滞后造成实际值与设定值之间的偏差。

3、放料时挂料误差 称量斗放料时往往有残留料存在料斗内，这与料斗的结构，物料颗粒大小和湿度都有关系。

除此之外,有些原料含有水份,而且随储存环境、气候条件等外界因素而改变含水量,但生产过程往往需要以干原料作为设定目标值,此时就需要采用水份测定仪来补正原料的含水量。例如高炉所需的焦炭就有这种要求。

料斗电子称本身的误差是静态的,可以通过选择一定精度的传感器和仪表,以及对秤架的精心设计,使电子秤的精度控制在 $\pm 0.1 \sim 0.5\%$ 之内,这可根据需求来确定目前电子称重技术完全能够把料斗秤的静态精度做到优于 $\pm 0.1\%$ 的水平。2、3、两项误差产生的原因比较多,例如料斗的结构,给料器的惯性,物料的落差高度,料的粒度和湿度,装料速度,仪表的采样速度等。这些因素与生产设备、工艺制度和控制装置都有关系。下面从装料过程来分析误差,以便采用合适的控制方案来补偿误差。

装料过程首先是设定目标值,然后启动给料器使称量斗装料,当称量值达到设定值即 $W \leq W_M$ 时,控制器给出控制信号使给料器停止给料,这种定值秤控制比较简单但配料误差大。有些生产工艺需要精确配料时,则需要采用两种装料速度,即快速—慢速转换,相应地有主设定值和预设定值,此外为了补偿空间落料额外增重,提前给出信号使给料器停止给料,这是通过提前量设定来实现的,这个过程可用图1来表示。

最初为了提高配料速度采取大流量加料,到达预设定点A时粗配料结束,转入细配料,装料速度减慢直到停止给料点B,此时由于给料器惯性,一些还在流动的料继续落入料斗,等待一段时间,使电子秤读数基本稳定后,采入重量数据,检查与主设定的差值是否超过容许误差。

上述装料过程的控制,过去采用模拟表定值控制,后来又采用数字逻辑电路来实现,但要用硬件来实现精确配料的系统是很困难的,也是很复杂的。随着微处理机的广泛使用,这样的配料控制可用软件来实现,从而使配料精度有了很大提高。尤其是在旧设备上进行配料控制,往往不可能实现两种速度配料,在一种速度下如何提高配料精确性也是在设计微机配料秤时要考虑的问题。

## (二) 装料误差和放料误差的自动补偿

### 1、装料误差的补偿 通常采用二种补偿方法。

#### 1) 自动修正提前量

我们为某钢铁厂所研制的微机称重控制仪中就采用了这种方法。考虑到给料器的惯性量是慢变化的参数,因此当装料偏差超过允许误差时,可用前一次装料的偏差值来修正下一次停止给料器的提前量,使下一次的实际装料值更接近设定值,修正公式为:

$$\text{新提前量} = \frac{(\text{实际值} - \text{设定值})}{2} + \text{原提前量}$$



按此法用微机控制仪修正后，每次装料误差不超过 $\pm 0.5\%$ （一种速度装料），也就是控制在允许误差之内，如果有条件使给料器以快——慢两种速度装料，则装料误差可减少到 $\pm 0.2 \sim 0.3\%$ 。这种补偿方法的特点是使每次装料误差减到尽可能地小，因此对非连续性生产过程（如转炉炼钢等）是合适的。

## （2）自动修正设定值

对于连续性生产过程（例如高炉）可以采用自动修正设定值的方法，也就是把前一次装料的偏差来修正下一次装料的设定值。这样逐次修正，可以消除累计误差，多次装料的误差最后相当于一次装料的误差，前几次的误差都得到了补偿。这也是目前广泛采用的补偿方法。我们也正在为某钢铁厂高炉称量系统用微机来实现这种补偿方法。

### 2、放料时挂料误差的补偿

这种误差也可用二种方法加以补偿。

#### （1）每次装料前自动去皮

每次装料前把料斗中残留料作为皮重去掉，使每次装料量不受残留料的影响，这样每次实际放料量随残留料的变化而变化，但累计误差是可以消除的。

设： $W_{1R}$  为第一次放料残留量

$W_S$  为装料设定值

$W_{1M}$  为第一次实际称量值

$W_{1F}$  为第一次实际放料量

为了简化起见，假定

$$W_S = W_{1M} = W_{2M} = \dots = W_{nM}$$

$$\text{则 } W_{1F} = W_{1M} - W_{1R} = W_S - W_{1R}$$

第二次装料前去皮

$$\text{则 } W_{2F} = W_{2M} + W_{1R} - W_{2R} = W_S + W_{1R} - W_{2R}$$

$$W_{3F} = W_{3M} + W_{2R} - W_{3R} = W_S + W_{2R} - W_{3R}$$

$$W_{nF} = W_{nM} + W_{n-1R} - W_{nR} = W_S + W_{n-1R} - W_{nR}$$

$n$  次装料和放料过程的残留料总和为：

$$\sum_{1}^n W_F = n \cdot W_S - W_{nR}$$

这表明料斗挂料误差在多次称量中可以补偿，累计误差也仅仅是最后一次的残留料误差（ $W_{nR}$ ）。我们在钢铁厂的某些高炉上采用了此法补偿。

## （2）自动修正设定值

把前一次称量的挂料误差来修正下一次装料的设定值，此法与前述装料误差自动修正设定值的补偿是一样的，也可以消除累计误差，这二种误差可以综合起来用自动修正设定值进行补偿，下面从称量斗进料放料过程来分析这种自动补偿的方法。

图2 中:

$W_{1S}$  为第1次装料设定值

$W_{2S}$  为第2次装料设定值

.....  
 $W_{1M}$  为第1次实际称量值

$W_{2M}$  为第2次实际称量值

.....  
 $W_{1C}$  为第一次控制值 ( $W_{1S} - W_L$  (提前量))

$W_{2C}$  为第二次控制值 ( $W_{2S} - W_L$  (提前量))

.....  
 $W_0$  为料空设定值 (设定后不再改变)

$W_{1R}$  为第1次放料残留量

$W_{2R}$  为第2次放料残留量

.....  
另设:

$W_{1F}$  为第1次实际放料量

$W_{2F}$  为第2次实际放料量

.....  
 $W_{1D}$  为第1次装料放料误差

$W_{2D}$  为第2次装料放料误差

.....  
由图可知

$W_{1S} = W_S$  (生产工艺确定的初始设定值)

$W_{1F} = W_{1M} - W_{1R}$

$W_{1D} = W_{1F} - W_{1S} = W_{1F} - W_S$

$W_{1C} = W_{1S} - W_L$  ( $W_L$  在设定后不再改变)

第1次称量误差  $W_{1D}$  作为第2次设定值的补偿值进行计算:

$W_{2S} = W_S - W_{1D} = W_S - (W_{1F} - W_S) = 2W_S - W_{1F}$

$W_{2F} + W_{2M} - W_{2R}$

$W_{2D} = W_{2F} - W_{2S} = W_{2F} - (2W_S - W_{1F}) = W_{1F} + W_{2F} - 2W_S$

$W_{2C} = W_{2S} - W_L$

.....



第  $n$  次各重量参数为:

$$W_{ns} = nW_s - (W_{1F} + \dots + W_{(n-1)F})$$

$$= W_s + (n-1)W_s - \sum_{1}^{n-1} W_F$$

$$W_{nF} = W_{nM} - W_{nR}$$

$$W_{nD} = W_{nF} - W_{ns} = \sum_{1}^n W_F - nW_s$$

$$W_{Nc} = W_{ns} - W_L$$

从  $W_{ns}$  式中括号内表示  $n-1$  次称量的累计误差, 而第  $n$  次的设定值  $W_{ns}$  是原设定值  $W_s$  加上这累计误差, 也就是说以前的累计误差都在第  $n$  次设定值中进行了补偿, 而  $n$  次的总累计误差即第  $n$  次的误差 ( $W_{nD}$ ), 也就限制在一批料的误差之内, 提高了配料的精确度。用微机来实现上述补偿和控制是很容易做到的。

图 1 重量补偿控制示意图

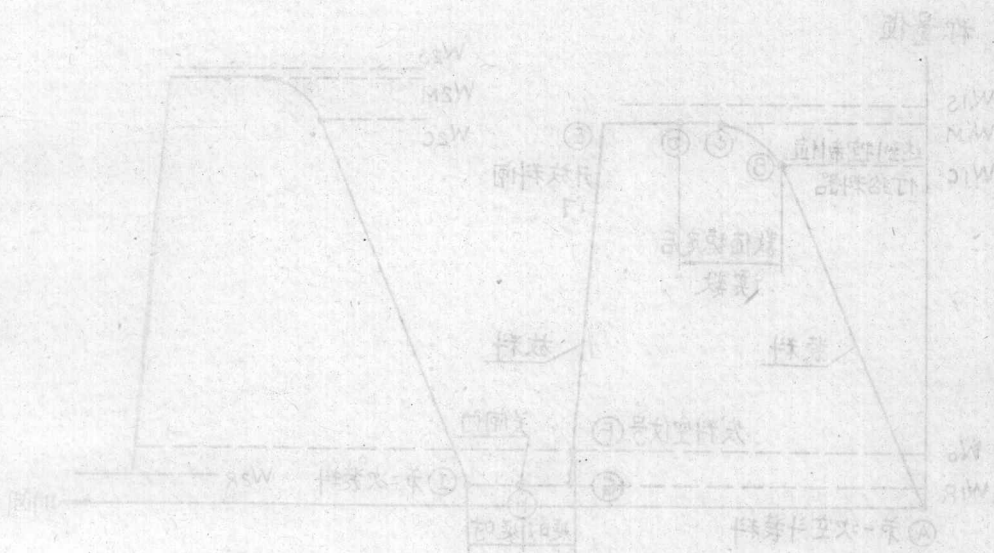


图 2 重量补偿控制示意图

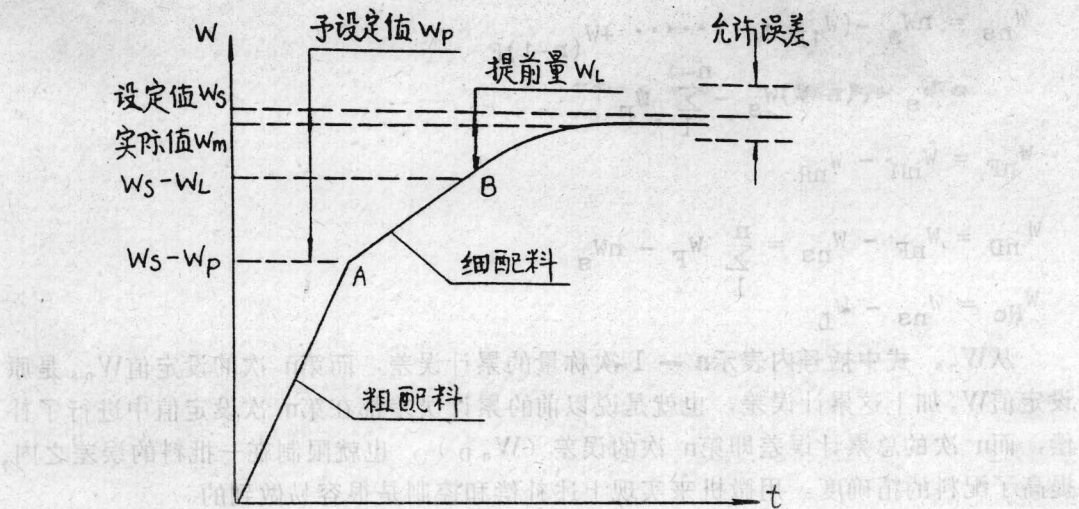


图1 装料过程控制图

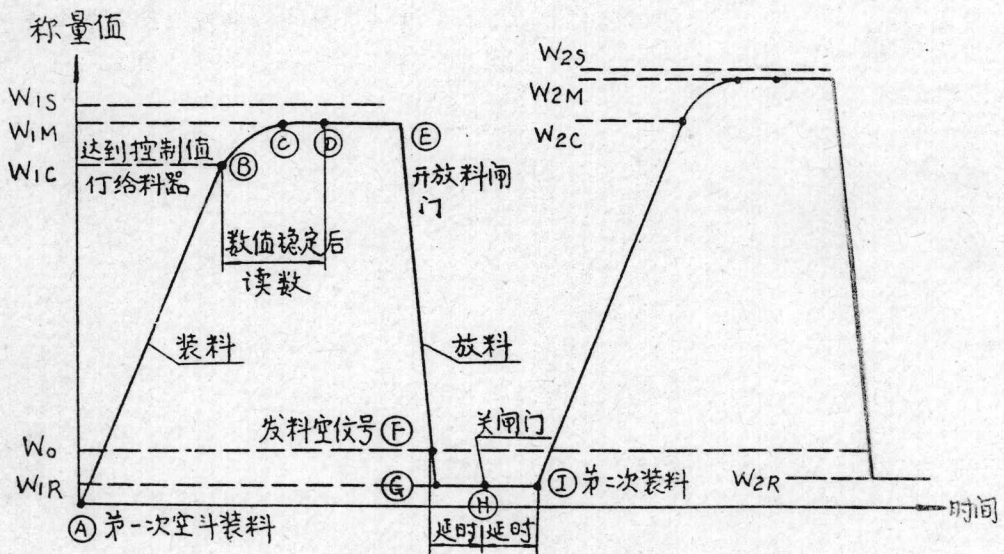


图2 称量斗进料放料过程示意图



# 称重用无线数据传输装置

冶金部自动化研究所 侯恩生

## (一) 概述

吊车电子秤及称量车等可移动式称量装置经常需要将测得的重量数据信号送到地面控制室去显示、打印或送至计算机进行数据处理。数据传输一般可采用有线传输、音频感应传输及无线传输三种形式。前两种方式采用的比较多,但因它们都离不开电缆,电缆的敷设、维护比较困难,所以不少单位都在探索采用无线传输方式。我们在消化引进美国衡钢公司吊钩式电子秤数传装置的基础上,采用微处理器进行数据阵传输和多重误差检验的原理,研制了“无线数据传输装置”并在太钢二炼钢天车电子秤上进行了试验,将天车电子秤的铁水重量数据准确无误的传送到地面控制室。

太钢二炼钢天车电子秤是七十年代引进瑞士“诺尔顿”公司的产品,原电子秤上装有向地面计算机和混铁炉操作室传送电子秤数据的音频感应传输装置和多芯扁平电缆,但因年久失修,都已相继损坏。最近由于采用计算机进行动态炼钢已提到日程上来了,必须要解决将铁水重量送给计算机的问题,而原装置由于现场维修困难,一直未能修复。我们于87年元月在天车秤上试验了“无线数据传输装置”,经过4个月的使用证明:该装置抗干扰能力强,工作稳定、可靠,成功地解决了现场的急需,与其它传输方式相比,不但设备简单,安装使用方便,而且可以做到一点发射,多点接收及多台车同时传送,互不干扰。

无线数据传输的技术关键在于解决抗干扰的问题。

## (二) 主要技术指标和功能

发射部份:

- 1、发射频率: 150~167 MC (三个波道可供选用);
- 2、发射功率: 1~2 瓦;
- 3、调制方式: 调相;
- 4、输入信号: 4位BCD码(也可由用户提要求);
- 5、电源电压: AC 220 V  $\pm$   $\begin{matrix} 10\% \\ 15\% \end{matrix}$ ;
- 6、功耗: 不大于30瓦。

接收部份:

- 1、可以在400米范围内可靠接收。当发射机关断时,可显示通道关,即

“CH·OFF”。当较强干扰持续很长时间，不能正常工作时，可显示通道错，即“CH·ERR”。

2、具有五位数字显示，可以由按键选择显示重量或时间。可以由键盘设定年、月、日、时、分，自动计时和显示。可以由键盘输入三个炉号（或序号），炉号（序号）为六位，每次打印时自动加1。

3、可以打印单次值，格式如下：

|            |        |    |
|------------|--------|----|
| 1986.11.16 | 15:30  |    |
| LH...      | 567321 | 炉号 |
| MZ...      | 907.5T | 毛重 |
| PZ...      | 305.2T | 皮重 |
| JZ...      | 602.3T | 净重 |

4、可以打印累计值，累计值最大8位，格式如下：

|            |         |
|------------|---------|
| 1986.11.16 | 17:50   |
| LJ         | 1860.5T |

5、可以进行班组打印，班组时间为（00:00，8:00，16:00）格式如下：

|            |          |
|------------|----------|
| 1986.11.16 | 8:00     |
| BZLJ       | 98735.2T |

打印时间到后，自动打印，该班打印完后，下一班重新从零累计。打印机采用CYD-106型5×7点阵式打印机。

6、传输波特率：300波特，对4位BCD码每秒约传送2次。

7、有4位BCD码输出（也可由用户提要求）。

8、电源电压：AC 220V $\pm$ 10%  
15%

9、功耗：不大于50瓦。

### （三） 工作原理

#### 1、原理框图：

发送部份的微处理器先将经光电隔离输入的BCD码变为并行ASCII码，再经并串变换后，按数据通讯的标准格式输出，这个按位输出的信号要经过调制变成音频信号，然后再用这个音频信号调制发射机载频，经功放后，发送出去。

接收时，接收机将高频信号经放大，鉴频后，还原为音频信号，再经解调还原为串行数字信号，按通讯规格将数据接收寄存下来，经译码恢复为原来的数据。其发射和接收部份的原理框图见图1。

为了解决干扰问题，还要根据发射时的编码来进行检错，纠错处理以及判定发射机是否工作等，经过处理，确认为是正确的数据可以送去显示或打印及完成其它功能。

#### 2、抗干扰问题：

我们要达到迅速、准确地传输数据的目的，必须解决传输过程中的干扰问题。这



些干扰主要是来自天电干扰，大的电器设备以及超高频接收机内部的热噪声等。衡量一个传输系统抗干扰性能好坏的参数是误码率，误码率  $p_e$  定义为：

$$p_e = \frac{\text{错误接收的码之数}}{\text{接收的总码之数}}$$

假定接收到一万个码元，检查后错了一个，则误码率为万分之一。表示为  $10^{-4}$ ，这是个统计值。

根据通信理论中的编码定理

$$\text{误码率 } p = e^{-nE(R_r)}$$

其中：  $n$  = 码长；

$E(R_r)$  — 误差指数；

$R_r$  — 表示每秒进入编码器的二进制码元的个数；

$R$  与信道容量  $C$  的关系如图 2。

信道容量  $C$  代表了在一条通信信道中，传输信息的能力。如果传输信息的速度超出了其能力，则接收端收到的信息错误很多，很不可靠。根据通信理论：对于有高斯白噪声（这种噪声是由各种频率分量组成，如同白光由各种颜色的分量组成一样）的信道

$$\text{信道容量 } C = W \log_2 \left( 1 + \frac{P_s}{WN_0} \right) \quad \text{单位：比特/秒}$$

其中：  $W$  — 信道所能提供的带宽；

$P_s$  — 信号功率。

$$P_s = \frac{E_s}{T}$$

$E_s$  — 信号能量；

$T$  — 为分组信号持续时间（即信号宽度）。

$$\frac{P_s}{W} \text{ — 单位频带的信号功率；}$$

$N_0$  — 单位频带的噪声功率；

$$\frac{P_s}{WN_0} \text{ — 信噪比。}$$

要降低误码率一个途径是增大误差指数  $E(R_r)$ ，而误差指数又与信道容量  $C$  有关， $C$  越大， $E(R_r)$  越大，则误码率越小。

根据上面信道容量  $C$  和系统带宽  $W$  及信噪比之间的关系，可看出：增加系统的带宽或信噪比都可以增加信道容量，或者说在保持一定信道容量的条件下，增加信道带宽就可以降低相应的信噪比的要求，即可减少信号功率，反之也一样。因此可以采取增加系统带宽或增加发射功率，采用高增益天线，采用分集接收及低噪声器件等方法提高信噪比，这些方法是在以往通信工程中经常采用的，然而这些措施的采用也总是

有一定限度的，例如：增加发射机的发射功率还会增大电源的功耗。而且还要考虑到对其它设备的干扰等问题。

降低误码率的另一途径是增加码长。只要发送端的信号源以低于信道容量的速率发送信息，则一定存在有一种编码译码方法，使得译码错误概率 $P$ 随着码长 $n$ 的增加按指数下降至任意小的值。这种编码就是抗干扰编码。我们可以将要传送的信息序列通过一抗干扰编码器，以一定的规则增加一些多余度码元，使这些多余度码元与传送的信息之间建立一定关系（编码）然后把这些信息元及多余度码元一起发往发射机经信道传输至接收机后，再送入抗干扰译码器，检验它们之间的关系（译码），从而发现错误或纠正错误。经常采用的检错码有奇偶检验码，水平一致检验码，水平垂直一致检验码，等比码，循环码等许多种。综上所述，我们在装置中采用了以下有利于抗干扰的措施：

①采用合适的传输速率：误码率与传输速度有关，在单位时间内传送的码元越多，则每个码元所占的时间越短，波形越窄，能量越少，受到干扰后错误的可能性就越大，降低传输速度有利于减小误码率，但这是以降低传送信息速度为代价的，在我们应用的场合，300波特是可以满足使用要求的。

②选择合理的调制制度和频段：采用调频（或调相）方式的发送和接收设备，抗干扰性能比调幅方式好得多，一般的无线电干扰对幅度、频率和相位都有影响，对于干扰引起的振幅变化部份，在调频（调相）接收机中，可以先用限幅器把它去掉，因而使干扰大大减小，而在调幅式接收机中，由于干扰引起的幅度变化与有用的信号是不能分开的，所以不能采用这个办法。对于频率或相位变化部份，由于它比在调频（调相）发射机中发出的信号频率（相位）调制所产生的频率或相位偏移要小得多，所以影响较小。在频率选择上，选用频段为超高频段150—450MC之间，由于超高频基本上是直线传播，所以受远地同频电台的干扰较小。

③适当的选择发射功率：由于我们使用的场合是炼钢车间，各种电器设备干扰较大，因此适当提高发射功率有利于提高信噪比，我们选用在1—2瓦左右。

④采用微处理器，对数据采用数据阵发送，将一组数据重复发送三次，在接收端把收到的这三组消息进行比较，取出两组完全一样的，认为是正确的。如果三组数据中找不到两组完全一样的，则认为传输的数据有误，可以做出通道受干扰的判断。这种方法使用的纠错码是信息码的简单多次重复，效率较低，但检错能力很强。

### 3、其它问题：

①尽管该装置中考虑了一些抗干扰措施，但对于持续时间较长，信号较强的同频干扰还是无能为力的，因此应避免在装置附近的同频电台信号的干扰，应在当地无线电管理委员会的指导下，合理选用使用频率。

②天车电源采用磨电式，由于在天车行走时的振动等原因，使电源有可能间断，这种间断的发生以及间断持续时间是随机性的，尽管计算机有上电复位电路，但对上述原因产生的间断，有可能会不能正常复位，使计算机程序跑掉而又不能自动发现，采用不间断电源固然是个办法，但价格较高，又增加了设备，为解决这个问题，我们加了自动复位电路。其原理图如图3所示。



振荡器输出脉冲给分频器，在正常运行时，分频器由程序控制定期清“0”，使分频器不会输出供复位用的脉冲，而当由于电源间断，计算机又不能正常复位时，分频器将会输出复位脉冲，使CPU复位。恢复正常工作。

该装置还可以应用在其它一些不便于用电缆进行数据传输的场合。

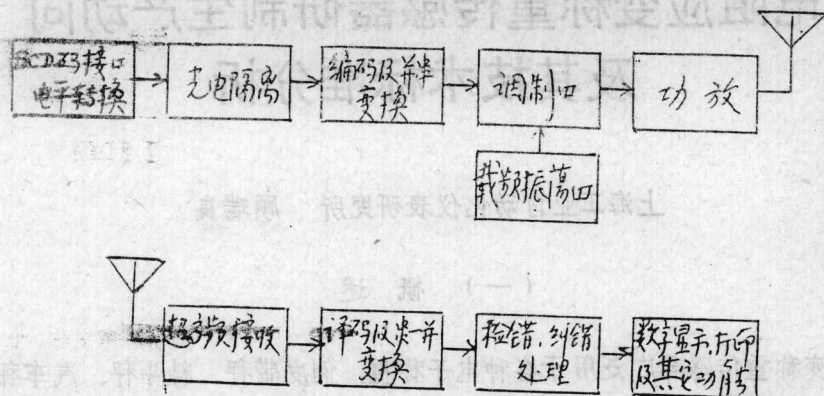


图1

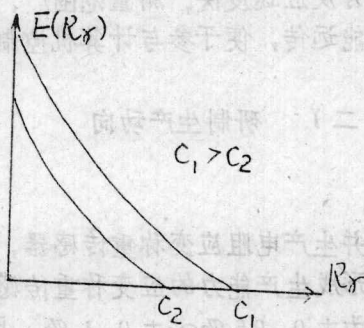


图2

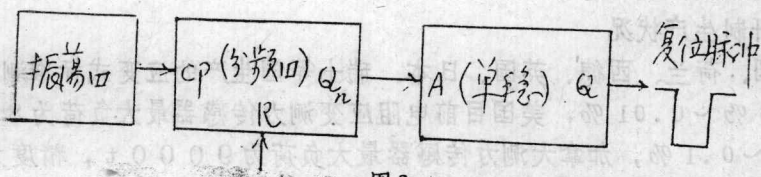


图3

# 电阻应变称重传感器研制生产动向 及其技术标准分析

上海工业自动化仪表研究所 顾瑞良

## (一) 概述

电阻应变称重传感器广泛用于各种电子称重, 例皮带秤、料斗秤、汽车秤、轨道衡、吊车秤、油罐秤、各类台秤、计价秤等, 这些电子秤在工农业生产、商业贸易、交通运输、港口计量和科学研究等部门中以连续或间断方式对重量或力进行自动精确测量和控制。与机械秤相比, 具有反应速度快、测量范围广、应用面广、结构简单、使用操作方便、高效省力、信号能远传, 便于参与计算机控制等优点。

## (二) 研制生产动向

### 1、国内研制生产状况

我国自1960年开始研制并生产电阻应变称重传感器, 现已形成了电阻应变称重传感器行业。国内各生产厂已形成生产能力的应变称重传感器产品, 量程一般为1 kg~100 t。非线性误差一般为 $\pm 0.05\%$ ~ $\pm 0.1\%$ , 已形成批量生产能力的高精度称重传感器, 量程一般为5 kg~50 t, 非线性误差一般为 $0.05\%$ ~ $0.03\%$ , 依不同量程, 弹性体结构型式有剪切轮辐式(500 kg~100 t), 剪切梁式(100 kg~50 t), “S”式(10 kg~2 t), 板环式(1 t~30 t), 梁式(5 kg~200 kg)。

### 2、国外研制生产状况

目前, 美国、荷兰、西德、英国、日本、瑞士等国生产的应变式标准测力传感器, 非线性为 $0.05\%$ ~ $0.01\%$ , 美国目前电阻应变测力传感器最大负荷为8000 t, 精度为 $0.5\%$ ~ $0.1\%$ , 加拿大测力传感器最大负荷为9000 t, 精度为 $0.2\%$ ~ $0.5\%$ , 国外应变式高精度称重传感器水平见表1。

### 3、技术发展过程

(1) 传统的正应力传感器向新型的剪切力传感器方向发展。

70年代中期以前, 称重测力传感器的弹性体结构大多数为柱式、筒式、环式、梁式。在测量过程中以测量正应力为基础。这类传统的正应力传感器虽在实际工作中得到了应用, 但存在着先天不足, 主要问题是: ①抗侧向力能力差; ②作用力点移动, 对传感器输出有影响; ③位压一致性差; ④需采用特殊的桥路补偿, 才能达到高精度。



78年以后,国内也积极研制和生产这类新型传感器,某些典型系列品种规格已得到了实际的应用。

### (2) 传感器产品的精度由一般提高到高精度

国外,50年代的传感器典型产品的精度为 $0.5\% \sim 0.2\%$ ,60年代,形成系列生产能力的大多数产品精度已提高到 $0.1\% \sim 0.05\%$ ,70年代,不断改进和完善传感器的桥路补偿和密封措施,同时出现了新型传感器,产品精度可达 $0.05\% \sim 0.02\%$ 作为高精度标准力传感器精度一般可达 $0.02\% \sim 0.01\%$ 。

国内,60年代传感器的典型产品研制精度为 $0.5\%$ 左右,70年代中期,某些科研单位研制产品精度为 $0.05\%$ ,生产厂产品精度为 $0.1\%$ ,80年代,积极研制新型传感器,研制产品精度为 $0.05\% \sim 0.03\%$ ,形成典型产品生产能力的精度一般为 $0.1\% \sim 0.05\%$ 。

### (3) 传感器桥路电气联结方式由串联过渡到并联为主

国外,每个传感器产品的输出灵敏度和输出阻抗的一致性均有一定要求,一般都经过补偿和标准化,因此,可采取并联联结方式,有如下特点:①只用一个电源,电源装置简单,且易于实现供电长线电阻的补偿;②输出信号的一致性,从而使显示仪表的归一化好;③抗干扰性强;④在交流供电时,易实现电容平衡;⑤在远距离测量时,可以大大节约电缆线。

### (4) 丝式应变片逐步被箔式应变片替代

国外,在70年代前后,随着光刻度腐蚀等工艺的突破,箔式片性能大大提高,阻值分散性可控制在名义阻值的 $\pm 0.1\%$ 以内,疲劳寿命为 $10^7$ 次以上,温度自补偿性能可达 $0.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ,特别在称重测力方面,广泛使用箔式应变片,丝式应变片逐步趋于淘汰。

## 4. 研制生产综合分析

### (1) 国外称重传感器的研制生产特点

①70年代中期发展的新型剪切力,“S”式和“双孔”式传感器已产品化,并广泛用于各种实际的称重设备或装置。

②完善的传感器桥路补偿和稳定工艺措施。

③重视传感器的稳定性和可靠性研究试验,已将传感器的输出灵敏度的允差列入产品技术指标。

④具备传感器的专用工装和检验标定设备。

⑤传感器生产趋于专业化,在材料、结构和工艺、电路上下功夫,使产品各有独到之处,在市场中具有很大竞争性。

### (2) 国内称重传感器致力技术关键

①不断完善传感器桥路补偿和稳定性工艺措施。例温度弹性模量,输出灵敏度补偿,输入输出阻抗标准化,充气密封,防潮、防腐等措施有待进一步深入细致进行。

②重视传感器弹性体的工艺处理试验研究,并建立相应的测试检验设备。

③强化传感器抗振、抗扭、抗侧向力的措施,以利于用户的现场安装使用。

④在提高传感器长期稳定性和可靠性技术指标上下功夫。