

# 称重传感器智能检测与故障诊断的方法

□肖兴华

(江西新能源科技职业学院, 江西新余 338001)

**【摘要】**本文介绍一种称重传感器的智能检测、故障诊断方法,着重描述了该方法的基本思路、检测与诊断步骤。该方法采用称检分离、自锁互锁和触头冗余设计,可靠实现了检测与称重交替工作和在线实时检测称重传感器在空载、空秤或标定时输出的变化量,从变化量中对处在故障临界状况的称重传感器智能地进行预诊和确诊,提升了称重系统智能管控水平和诊断效率。

**【关键词】**称重传感器;称检分离;在线实时;变化量;故障诊断;智能检测

文献标识码:A 文章编号:1003-1870(2025)03-0016-04

## A Method for Intelligent Detection and Fault Diagnosis of Load Cell

**【Abstract】**This paper introduces a method for intelligent detection and fault diagnosis of load cell, and emphasizes the basic idea, detection and diagnosis steps of the method. This method adopts the design of weighing-detection separation, self-locking & interlocking and contact redundancy, which reliably realizes the alternating work of detection and weighing and the online real-time detection of the variation output by the load cell under no-load, empty scale, or calibration conditions, and intelligently pre-diagnoses and confirms the load cell in the critical fault condition from the variation, thus improving the intelligent control level and diagnostic efficiency of the weighing system.

**【Keywords】**load cell; weighing-detection separation; online real-time; variation; fault diagnosis; intelligent detection

### 引言

称重传感器广泛应用于物料称重、产品检测、过程控制等方面,其准确度和稳定性直接影响到企业的生产效率、生产成本和产品质量。由于称重传感器本身固有的特性和工作环境的复杂恶劣,它的故障呈现多样性、复杂性及频发性特点。现场判断更换称重传感器,不仅费时,还会打乱正常的生产节奏,严重影响企业的经济效益。

随着企业生产过程智能化的不断推进,传统的称重传感器故障诊断方法已经无法满足现代企业对智能化生产的需求。因此,称重传感器故障智能诊断装置的研发具有重要的理论和现实意义,可以提高称重传感器的检测精度和故障诊断效率,从而提高企业生产效率和产品质量,是推动产学研用一体化,着力解决企业发展难题的重要抓手。

### 1 方案及组成

基本思路:采用称检分离的方式,将检测和称重

设置为两个独立的通道,检测和称重交替进行。称重传感器的称重信号分别通过检测通道和称重通道输出给检测模块或称重模块进行检测或称重;实时在线检测称重传感器在空秤及标定二个秤量点输出信号的变化量;当空秤及标定二个秤量点变化量同时接近或达到称重传感器的故障临界阈值时,检测称重传感器的空载输出信号变化量。当空秤、标定及空载三个点变化量均接近或达到称重传感器的故障临界阈值时,该称重传感器的性能开始变差,系统进行智能诊断、报警。

空秤和标定二个秤量点的变化量以单独或组合形式,接近或达到称重传感器的故障临界阈值时,会发出不同级别的报警提醒。

系统组成:该系统由改进型称重传感器、切换装置、自诊断称重控制器、顶升装置、模拟接线盒等组成,如图1所示。

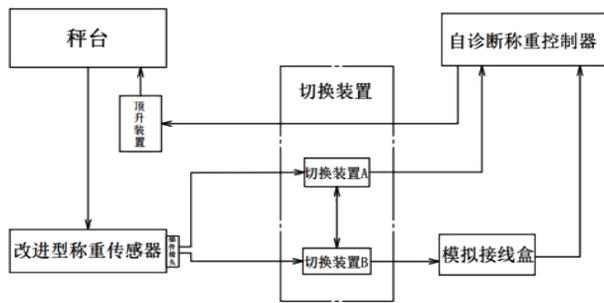


图1 系统组成原理图

### 1.1 改进型称重传感器

改进型称重传感器（以下简称为称重传感器）是将传统称重传感器输出端口的内侧由原来的一对输出引脚并联增设为两对输出引脚，接入称重传感器输出插件接头的内侧，这样称重传感器的输出插件接头内具有了两对信号输出引脚。

### 1.2 切换装置

切换装置由线圈、常开触头、常闭触头、反作用弹簧、复位弹簧和外壳组成。切换装置包括切换装置A和切换装置B，切换装置A与切换装置B实现电气自锁和互锁，控制着检测通道和称重通道，交替地接通或断开，如图2所示。

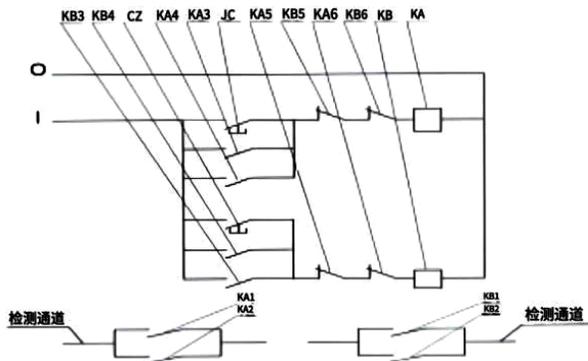


图2 检测通道与称重通道控制原理图

当切换装置A接通时，检测通道接通自锁进行检测工作，采集各称重传感器的输出信号；此时，切换装置B互锁断开，称重通道断开，称重工作不能进行。反之，切换装置B接通时，称重通道接通自锁进行称重计量；此时，切换装置A互锁断开，检测通道断开，检测工作不能进行。

切换装置A和切换装置B接通自锁时，均采用两个相同常开触头并联而成；切换装置A和切换装置B互锁断开时，均采用两个相同常闭触头串联而成，这样的备份设计可以提高系统工作的可靠性。

### 1.3 自诊断称重控制器

自诊断称重控制器包括检测模块、称重模块、设定输入模块、显示模块、报警模块。自诊断称重控制器通过检测模块与显示模块相连，以显示各称重传感器在空载、空秤和标定状态下的称重输出值；自诊断称重控制器通过检测模块与报警模块相连以提示各改进型称重传感器或称重通道处于故障临界状态；自诊断称重控制器通过报警模块与顶升装置相连以完成各称重传感器空载输出值的采集。

自诊断称重控制器设置了若干个检测端口和一个称重端口，检测端口对应设置了若干个“检测显示窗”和一个“检测汇总显示窗”，称重端口对应设置了一个“称重显示窗”，检测通道与检测端口相连，称重通道与称重端口相连，如图3所示。

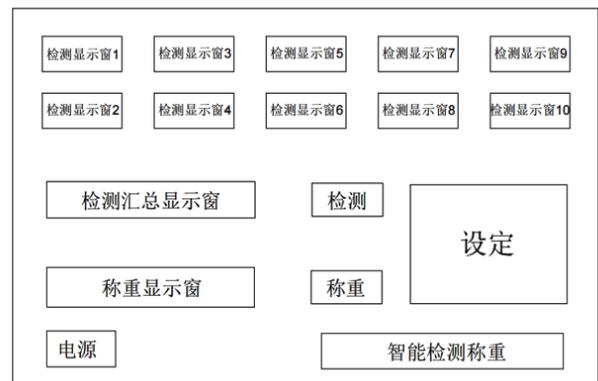


图3 自诊断称重控制器面板设置示意图

“检测显示窗”显示每个对应称重传感器的称重值，“检测汇总显示窗”显示理论计量的称重值，该理论计量的称重值是“检测显示窗”显示的各称重数值并联得到的，“称重显示窗”显示实际计量的称重值。

自诊断称重控制器面板上设置有“设定”“检测”“称重”和“智能检测称重”按钮。“设定”包括数字键、功能键和检测称重频次，完成称重系统技术指标和技术参数的录入和选项，以便自诊断称重控制器进行计算和学习。

当按下“检测”按钮时，切换装置A接通，检测工作开始，称重工作不能进行，检测工作是对各称重传感器进行的自诊断；当按下“称重”按钮时，切换装置B接通，称重工作开始，检测工作不能进行；当按下“智能检测称重”按钮时，称重系统依据“设定”里的选项智能地进行检测和称重频次的循环。

### 1.4 顶升装置

顶升装置是将秤台（或秤框）顶升起来与称重传感

器分离，使称重传感器处于不受外力作用的空载状态。

### 1.5 模拟接线盒

模拟接线盒由壳体、接线柱、接线端子、精密电位器等组成，它的作用是将多个称重传感器的信号并联后输出一路电压信号。模拟接线盒设置在称重通道上。

## 2 诊断步骤

### 2.1 准备工作

2.1.1 将传统的称重传感器改装为改进型称重传感器并完成相应调试。

2.1.2 连接检测通道。常开触头KA1 和常开触头KA2 并联冗余后的一端通过线缆与称重传感器相连，另一端通过线缆与自诊断称重控制器的检测端口相连。如图2 所示。

2.1.3 连接称重通道。常开触头KB1 和常开触头KB2 并联冗余后的一端通过线缆与称重传感器相连，另一端通过线缆汇入模拟接线盒，模拟接线盒再经线缆与自诊断称重控制器的称重端口相连。如图2 所示。

2.1.4 检测通道、称重通道自锁互锁控制的连接。

①如图2 所示，“检测”按键的常开按钮JC 与切换装置A 的两个自锁常开触头KA3、常开触头KA4 并联，然后，再与切换装置B 的两个互锁常闭触头KB5、常闭触头KB6 及切换装置A 的线圈KA 串联，完成检测通道控制的连接，其中常开触头KA3、常开触头KA4 自锁并联冗余，常闭触头KB5、常闭触头KB6 互锁串联冗余。

②同理，如图2 所示，“称重”按键常开按钮CZ 与切换装置B 的两个自锁常开触头KB3、常开触头KB4 并联，然后，再与切换装置A 的两个互锁常闭触头KA5、常闭触头KA6 及切换装置B 线圈KB 串联，完成称重通道控制的连接，常开触头KB3、常开触头KB4 自锁并联冗余，常闭触头KA5、常闭触头KA6 互锁串联冗余。

2.1.5 初始空载值、初始空秤值、初始标定值及空秤补偿值和标定补偿值的建立。

①空载状态是指没有任何其他外力作用，只有激励电压作用时，称重系统（或秤）的状态。

②空秤状态是指只有秤台（或秤框）和激励电压作用，没有其他外力作用时，称重系统（或秤）的状态。

③称重系统在空载、空秤和标定的初始状态，分别按下“检测”按键，“检测显示窗”分别显示对应称重传感器的初始空载值、初始空秤值和初始标定值，“检测汇总显示窗”分别显示的初始空秤理论

计量值和初始标定理论计量值；按下“称重”按键，“称重显示窗”分别显示初始空秤实际计量值和初始标定实际计量值；初始空秤理论计量值和初始空秤实际计量值存在的差值为空秤补偿值，初始标定理论计量值和初始标定实际计量值存在的差值为标定补偿值。自诊断称重控制器会智能采集存储。

### 2.1.6 临界阈值建立

自诊断检测模块采集各称重传感器初始空载值、初始空秤值和初始标定值作为各自的标准初始值进行存储，同时结合称重系统技术指标和技术参数（如量程、实际分度值、分度数）等，依据检定标准，确定各称重传感器在不同秤量段处于故障临界阈值（以下以中准确等级的秤为例），同时还可以依据工况的实际情况适当调整监界阈值的大小。标准初始值是自诊断称重控制器进行计算和自学习主要参考值。

以中准确度等级的秤为例，参见下表。

表 称重传感器不同秤量段故障临界阈值

以分度数表示的秤量 M	使用中最大允差	临界阈值
$0 < M \leq 500d$	$\pm 1.0d$	$\pm 0.5d$
$500 < M \leq 2000d$	$\pm 2.0d$	$\pm 1.0d$
$2000 < M \leq 10000d$	$\pm 3.0d$	$\pm 1.5d$

注：d 为实际分度值。

### 2.1.7 自诊断称重控制器参数录入和设定。

将系统的准确度等级、最大秤量、最小秤量、实际分度值及分度数等录入，检测称重循环频次的设定。

2.1.8 工作电源、屏蔽线和地线按常规技术要求连接。

## 2.2 检测及诊断工作

### 2.2.1 检测工作输出

①在空秤状态下，按下“检测”按钮，自诊断称重控制器采集各称重传感器当前空秤值，此时的当前空秤值与初始空秤值进行对比，达到对应秤量段的临界阈值时，报警模块就会在对应的“检测显示窗”出现数字闪烁或发出声光报警。

②在标定状态下，按下“检测”按钮，自诊断称重控制器采集各称重传感器当前标定值，此时的当前标定值与初始标定值进行对比，达到对应秤量段的临界阈值时，报警模块就会在对应的“检测显示窗”出现数字闪烁或发出声光报警。

③当在线检测称重传感器在空秤和标定两个称量点输出信号的变化量接近或达到故障临界阈值时，系统会发出提示报警。自诊断称重控制器将针对该称重传感器启动对应的顶升装置，对该称重传感器进行空载值的采集，并与该称重传感器初始空载值进行比对，获得该称重传感器在空载时的变化量，进一步进行确认。

### 2.2.2 通道诊断

空秤检测时，检测正常。当同一称重载荷加载时，按下“检测”按键，“检测汇总显示窗”显示称重载荷的理论计量值，与按下“称重”按键，“称重显示窗”显示的称重载荷实际计量值相比，当其差值 $\geq$ （补偿值+临界阈值）时，自诊断称重控制器就会发出提示报警，提示称重通道的模拟接线盒或线路处于故障临界状态，可快捷诊断称重系统故障的部位。

### 2.3 称重工作

称重工作时，按下“称重”按钮，各称重传感器的称重信号通过称重通道的称重端口直接进入称重模块，在“称重显示窗”显示实际计量的值，系统进行常规称重。

### 2.4 智能检测称重

当按下“智能检测称重”按键时，称重系统进入智能检测、故障诊断和称重工作的智能循环状态。称重和检测的循环频次由检测结果智能选择。当报警提示增多，检测的频次也会增多。反之，称重的频次增多。系统实时智能地对每个称重传感器及称重通道进行自诊断，同时完成称重工作，出现异常及时提示报警并确认。

### 2.5 工作过程

#### 2.5.1 非智能方式

各项工作准备完毕。在空秤状态下，按下“检测”按钮，检测通道接通，称重通道断开，自诊断称重控制器采集各称重传感器空秤当前值，并与初始空秤值进行对比，达到对应称量段（ $0 < M \leq 500d$ ）的临界阈值（ $\pm 0.5d$ ）时，报警模块就会在对应的“检测显示窗”出现数字闪烁或发出声光报警并确认；未超出临界阈值时，加载荷，按下“称重”按钮，称重通道接通，检测通道断开，进入称重状态，载荷称重完毕；此时在同一载荷情况下，再按下“检测”按钮，检测通道接通，称重通道断开，进入通道诊断状态，“检测汇总显示窗”显示称重载荷的理论计量值，与“称重显示窗”显示的载荷称重的实际计量

值比较，当其差值 $\geq$ （补偿值+对应称量段的临界阈值）时，自诊断称重控制器就会发出提示报警，提示称重通道的模拟接线盒或线路处于故障的临界状态；其差值未超出（补偿值+对应称量段的临界阈值）时，空秤状态下下一个频次的检测、称重循环完成，进入下一个循环。

标定状态的检测、称重循环与空秤状态的检测、称重循环相同。

#### 2.5.2 智能方式

各项工作准备完毕。在空秤时，按下“智能检测称重”按键时，称重系统进入智能检测、故障诊断和称重工作的智能循环状态，不需要按下“检测”、“称重”按钮。称重和检测的频次由检测结果智能选择。

## 3 结语

该系统改变了传统的检测及故障诊断方法，设置两个独立的检测通道和称重通道，采用通道切换、自锁互锁的控制和触头的冗余设计，实现了检测和称重交替进行，对所有在线运行的称重传感器进行全面智能监控，有效及时地掌控称重传感器在特定工况下的工作状态及生命周期，使故障发现和处理变得更有针对性和预见性，能快速且准确地进行故障点（或段）的判断，缩短故障处理时间，提高了维护的主动性，确保了称重系统的可靠、准确、稳定工作。

## 参考文献

- [1] 施汉谦, 等. 电子科技术[M]. 北京: 中国计量出版社, 1996.
- [2] 张志勇, 等编著. 现代传感器原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [3] 张宣妮, 等编著. 传感器技术应用[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2018.
- [4] 肖兴华. 称重传感器亚健康及早诊断的方法[J]. 衡器, 2007.

**基金项目:** 本文系2024年度江西省教育厅科学技术研究项目“称重传感器智能检测与故障诊断的研究”(GJJ2408404)的结题成果。

## 作者简介

肖兴华(1964—), 男, 湖南新邵人, 教授级高级工程师, 主要从事职业教育的教学和科研工作。