

# 一种称重传感器冷却智能保护装置的研制

□肖兴华 胡志荣

(江西新能源科技职业学院, 江西 新余 338001)

**【摘要】**该冷却智能保护装置采用温度的闭环控制, 实现智能化。气流均布器将冷却气体分布均匀, 实现冷却效能最大化。在高温高湿恶劣环境中对传感器及线缆进行有效保护并及时散热冷却, 确保了传感器和线缆在适合的温度下正常工作, 从而可确保称重控制系统可靠、准确、稳定的运行。

**【关键词】**气流均布器; 保护罩; 冷却空气; 温度传感器; 线缆冷却管; 智能

文献标识码: B 文章编号: 1003-1870 (2024) 03-0005-04

## 引言

在冶金行业中, 称重传感器(以下简称传感器)往往受到两方面的高温影响, 一方面是通过支撑架直接传导过来的高温, 另一方面是处在高温环境中辐射传导过来的高温。两种高温叠加, 加上冶炼冷却作业等因素形成的高湿环境, 传感器及传感器线缆极易失效损坏。损坏的传感器输出的称重信号将会严重失准或失效, 导致冶炼作业无法准确动作而影响产品质量, 甚至直接造成产品的报废, 给企业带来损失。

在倡导循环经济的今天, 高温环境中的称重技术越来越受到人们的关注。常用的电阻应变式高温传感器, 需要采用高温补偿应变计、耐高温贴片胶和耐高温的焊锡、灌封胶、耐高温线缆等材料, 成本高, 互换性差且适合的高温范围小。在高温高湿恶劣环境中要确保传感器可靠、准确、稳定的工作, 且成本低, 互换性好是目前冶金行业遇到的难题。

## 1 方案及组成

基本设计方案: 采用冷却保护罩、气流均布器、温度传感器、线缆冷却管和冷却空气相结合的智能冷却方式。

温度传感器检测传感器及线缆所处环境的温度, 并将检测到的温度信息传输给PLC, 与设定值比

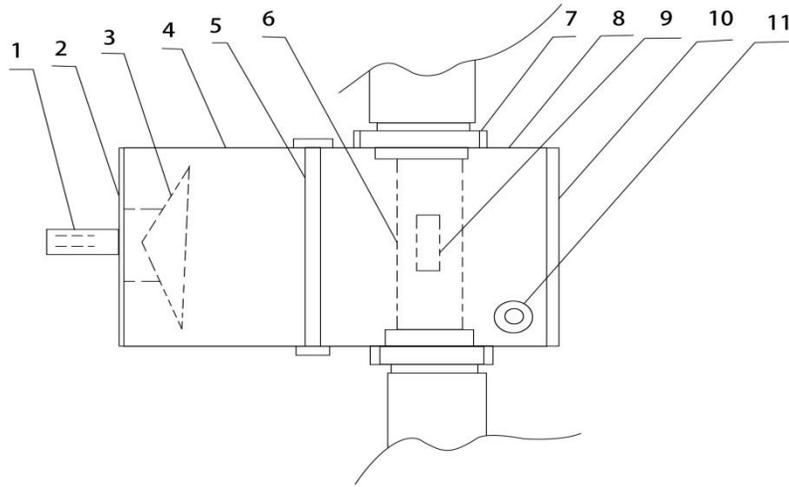
较。PLC输出信息, 控制冷却气体输出的大小, 实现闭环智能控制。

冷却气体通过管道输送给冷却保护罩, 冷却气体进入冷却保护罩后, 首先被气流均布器分布均匀, 与保护罩和线缆冷却管内的高温充分进行热交换, 实现冷却效能最大化。

传感器冷却智能保护装置, 在高温高湿恶劣环境中对传感器及线缆及时散热冷却并进行有效保护, 确保了传感器和线缆在适合的温度下正常工作, 从而可确保称重控制系统可靠、准确、稳定的运行。

传感器设置在铁水罐或钢水包的支撑架和基础板之间。传感器冷却智能保护装置包括, 冷却保护罩、气流均布器、温度传感器和线缆冷却管。

冷却保护罩分左、右两段, 冷却保护罩右段罩套在传感器上, 冷却保护罩的左段利用凹形卡槽套接在冷却保护罩的右段。冷却保护罩的左段轴向端设置有进气口, 冷却保护罩靠近进气口的轴向端内部设置气流均布器, 冷却保护罩右段的一侧设置排气口。温度传感器设置在传感器两侧和线缆冷却管中的线缆上。温度传感器的线缆与传感器的线缆一同从排气口进入外部线缆冷却管中, 见图1 传感器冷却智能保护装置示意图。



1 进气管 2 顶板 3 气流均布器 4 冷却保护罩左段 5 轴向凹槽器件  
6 传感器 7 侧翼板 8 冷却保护罩右段 9 温度传感器 10 底板 11 排气管

图1 传感器冷却智能保护装置示意图

冷却保护罩左段包括，圆柱形套筒、顶板、轴向凹槽器件和紧固件。圆柱形套筒的一端与顶板密封焊接相连，顶板的中部设置进气口，顶板的内侧固定气流均布器。另一端的轴向设置有凹槽器件与圆柱形套筒内侧对齐密封焊接相连，凹槽器件的外侧设置一组紧固件。

冷却保护罩右段包括，圆柱形套筒、底板和安装器件。圆柱形套筒的一端与底板密封焊接相连，圆柱形套筒的上下两个面分别设置安装器件。安装器件包括安装口、侧翼板和螺栓组成，安装口与传感器的上下基板的形状相对应，或方形或圆形，安装口的外侧密封焊接侧翼板，相连的侧翼板很方便地套入传感器的上下基板的外侧，侧翼板上设置多个开口的U形槽，套入传感器上基板的侧翼板的U形槽开口向上，套入传感器下基板的侧翼板U形槽开口向下。传感器的上下基板的外侧设置有螺栓，利用U形槽开口可以便捷将侧翼板固定在传感器的基板上，侧翼板内侧设置有密封垫。

冷却保护罩右段利用安装器件的侧翼板固定在传感器的上下基板上，冷却保护罩左段一端套接在冷却保护罩右段的凹槽器件中，凹槽器件内设置有密封垫，采用紧固件使冷却保护罩左段和右段套接

更紧密，组成一个完整的冷却保护罩。

气流均布器设置为圆锥形板件结构，气流均布器通过多个连接杆焊接固定在顶板上，气流均布器将冷却保护罩分割成上部的气流分布室和下部的气流循环室，气流分布室和气流循环室相连通。

进气口处设置有进气管，进气管端口处设置有外螺纹接头，排气口处设置有排气管，排气管设计为双管结构，内管和外管之间均匀留有一定的间隙。排气管的内外管与线缆冷却管的内外管对应相连，排气管端口的外侧设置有紧固件。

温度传感器设置在传感器两侧及线缆冷却管内管的线缆上。

线缆冷却管设计为双管结构，内管和外管之间均匀留有一定的间隙，确保冷却气体的畅通，内管用于线缆敷设。线缆冷却管与排气管相对应，排气管与线缆冷却管连接处设置密封垫和紧固件。

线缆包括，传感器线缆和温度传感器线缆，它们一同从排气管内管的线缆管道进入线缆冷却管的内管，冷却空气绕围内管外壁进行冷却，确保内管中的线缆免受高温影响。

冷却智能保护装置的工作原理是：当温度传感器检测的温度高于设定温度时，系统依据差值的大小

智能控制冷却气体的阀门开度的大小。冷却气体由进气管进入冷却保护罩内，首先直接冲击到气流均布器的锥形顶端后进入气流分布室，气流分布室将冷却气体均匀分布到圆柱形套筒的内壁，并沿着四周内壁向下流动，内壁因外界高温辐射而使壁温过高，向下流动的冷却气体快速地将圆柱形套筒内壁的热量带走。从内壁向下流动的冷却气体遇到气流循环室内的底板，气流受阻向气流循环室的顶部回弹，在气流均布器处受阻的气流再次向底部回弹，冷却气体便在气流循环室循环起来，循环起来的冷却气体和温度较高的传感器进行热交换，迅速地把传感器的热量带走。带有热能的气体会迅速膨胀，打破原有平衡，使气流循环室内的压力增加，带着热能的气体在压力的作用下会迅速从排气管排出，使气流循环室的气流恢复平衡。

从排气管排出的气体进入线缆冷却管，气体沿着线缆冷却管外管内壁向前流动，线缆冷却管的外管内壁因外界高温辐射而使壁温过高，向前流动的冷却气体快速地将外管内壁的热量带走，确保线缆冷却管内管中的线缆始终处于合适的温度中。

只要温度传感器的输出温度大于设定的温度，冷却气体的控制系统就会智能调节冷却气体的阀门开度和压力，传感器或线缆感受到温度与设定温度相差越大，输送冷却气体阀门的开度或输出气体压力就会越大，实现了智能闭环控制。

在线缆冷却管的末端，将带有热能的气体回收再利用。

## 2 装置的应用效果与工作特点

### 2.1 安装位置与应用效果

该冷却智能保护装置安装在铁水罐或钢水包支撑架和基础板之间，并通过冷却智能保护罩和线缆冷却管将传感器和线缆罩住，使传感器和线缆位于一密封环境中，防止高温高湿环境对传感器和线缆正常工作造成影响，同时也有效避免了其他物体撞击传感器和线缆而造成的损坏，延长了传感器的使用寿命。而且利用温度传感器的测出温度与设定温度的差值，使系统能智能地控制冷却气体输出的

量，并向冷却保护罩和线缆冷却管内持续通入冷却空气，冷却空气被气流均布器分散后实现循环流动，冷却空气在循环流动的过程中与传感器充分接触进行热交换，将传感器上的热量迅速带走，由排气口排出。排出气体又进入线缆冷却管，快速地将线缆冷却管外管内壁的热量带走。由线缆冷却管排出的热气体还可以回收再利用，倡导践行了循环利用节能环保的理念，实现了对传感器及线缆智能散热处理，提高了冷却效能和效率，防止了高温环境对传感器和线缆的损坏，确保了传感器和线缆的正常工作，从而确保了称重控制系统可靠、准确、稳定的运行。

### 2.2 工作特点

冷却保护罩右段的上下两个面分别设置了与传感器的上下基板相对应的安装口，安装口的外侧密封焊接相连的侧翼板套入传感器的上下顶板的外侧。侧翼板上设置多个开口的U形槽口，套入在传感器的上下顶板的外侧设置的螺栓上，用紧固螺母加以固定。当需要拆卸时，仅需要拧松紧固螺母就可以完成冷却保护罩右段的脱离，使装置的安装和拆卸更加方便快捷。

## 3 实施步骤

具体的实施方案如图1所示。

新型设计的冷却智能保护装置包括，冷却保护罩、气流均布器、安装器件、温度传感器和线缆冷却管。冷却保护罩分左右两段，冷却保护罩左段内设置有一个气流均布器，冷却保护罩右段设置有上下两个安装口，安装口的侧翼板通过紧固螺母且密封的方式紧固在传感器的上下基板上，冷却保护罩右段套入在传感器上。冷却保护罩左右两段通过凹槽器件套接，组成一个完整的冷却保护罩，接口处有紧固件紧固。温度传感器分别设置在传感器两侧和线缆冷却管内管的线缆上，线缆冷却管为外管内管套装结构，外管和内管之间均匀留有一定的间隙，该间隙为冷却气体的流动通道，线缆敷设在内管。

冷却保护罩的左段设置有进气口，用于向冷却

保护罩内输入冷却气体。当温度传感器检测的温度高于设定温度时，冷却气体的控制系统会智能调节冷却气体的阀门开度和压力输出。冷却气体从冷却保护罩左段的进气口输入，冷却保护罩左段靠近进气口的一端内部设置气流均布器，气流均布器将输入冷却保护罩中的冷却气体均匀分布到冷却保护罩四周的内壁上，并沿着内壁向下流动。

冷却保护罩右段靠近底部的一侧设置排气口，冷却空气在循环流动的过程中与传感器充分接触进行热交换，将传感器上的热量迅速带走，由排气口排出。从排气管排出的气体进入线缆冷却管，气体沿着线缆冷却管内的冷却间隙向前流动，将线缆冷却管的外管内壁的热量带走。

冷却保护罩包括，左右两段圆柱形套筒、顶板、底板、凹槽器件、紧固件和安装器件。左段圆柱形套筒的一端与顶板密封焊接相连，顶板的中部设置进气口，进气口处设置有进气管，进气管端口处设置有外螺纹接头，便于与进风管道相连。顶板的内侧通过多个连接杆与气流均布器焊接固定，左段圆柱形套筒的另一端与凹槽器件密封焊接相连，以上构成了冷却保护罩的左段。

右段圆柱形套筒的一端与底板密封焊接相连，右段圆柱形套筒的上下两个面分别设置的安装器件，套接并固定在传感器的上下基板上，右段圆柱形套筒一侧设置排气口，排气口处设置有排气管，排气管为双管套装结构，内管敷设线缆，内管和外管之间均匀留有一定的间隙用于冷却气体的流动。排气管与外部的线缆冷却管对接相连，排气管端口的外侧设置有密封垫和紧固件，可以有效阻断冷却气体的外泄，提高利用效率。

当将冷却保护罩罩在传感器上后，将进风管道连接在进气管上，排气管对接线缆冷却管，线缆冷却管连接排风管道，这样使得传感器和线缆处于一密封环境中，提高了对传感器和线缆的冷却和隔离保护的效果。

气流均布器设置为圆锥形板件结构，类似锅盖

的形状，上下两个面略带弧形，起到导流的作用，并将冷却保护罩的左右两段分割成上部的气流分布室和下部的气流循环室，气流分布室和气流循环室相通，这种结构的气流均布器可将冷却气体迅速均匀分布到冷却保护罩四周的内壁上，并沿着四周内壁向下流动，四周内壁因外界高温辐射而产生壁温过高，向下流动的冷却气体快速地将冷却保护罩内壁的热量带走，降低了高温环境对整个冷却保护罩的损坏。

冷却保护罩的左段为气流分布室和部分的气流循环室，冷却保护罩的右段为部分的气流循环室。

线缆冷却管设置为双管套装结构，线缆冷却管的两端内侧设置多个隔离杆，隔离杆焊接在外管的内侧和内管的外侧，使内管和外管之间均匀留有一定的间隙，确保冷却气体流动畅通和有效。线缆的敷设和温度传感器的放置均设置在内管。线缆冷却管与排气管对应紧密相连。

从排气管排出的气体进入线缆冷却管，气体沿着线缆冷却管外管内壁四周向前流动，外管四周内壁因外界高温辐射而使壁温过高，向前流动的冷却气体快速地将外管内壁的热量带走，确保线缆冷却管内管中的线缆始终处于合适的温度中，避免了高温环境对传感器线缆的损坏。

冷却保护罩右段设置有上下两个安装口，安装口与传感器的上下基板的形状相对应，或方形或圆形。安装口的外侧密封焊接侧翼板，侧翼板上设置多个开口的U形槽。传感器的上下基板的外侧设置有螺栓与侧翼板上的U形槽口相对应。设置在传感器上下基板上的螺栓穿过侧翼板的U形槽口用紧固螺母固定，当需要安装或拆卸时，只需要将螺母拧紧或拧松紧固螺母即可，无需将紧固螺母拆卸，使整个拆卸和安装方便快捷。

冷却保护装置的安装过程是：

首先，在基板与基础板和支撑板之间分别增设一定厚度的隔热材料，可以起到隔热缓冲的作用。利用起重设备，将右段冷却保护罩放入传感器的上

下基板之间，安装口与基板对应，侧翼板的U形槽口与传感器的基板上螺栓对应。右段冷却保护罩上端套入传感器的上基板上后，用紧固螺母固定。将传感器与温度传感器从右段冷却保护罩开口处放入并安装固定到位。调整起重设备，右段冷却保护罩下端套入传感器的下基板上，用紧固螺母固定。传感器及温度传感器的线缆从排气管内管敷设，右段冷却保护罩与传感器安装完成。

然后，将冷却保护罩左段一端的凹槽器件与冷却保护罩右段套接，凹槽器件内设置有密封垫。拧紧凹槽紧固件，使冷却保护罩左段和右段套接更紧密，完成冷却保护罩的组装。

最后，传感器及温度传感器的线缆在线缆冷却管内管中敷设，同时将另一支温度传感器在线缆冷却管内管中安装完成。在进气管的外螺纹接头上安装密封垫圈后与进风管道连接，排气管安装密封垫圈后与线缆冷却管对接，线缆冷却管安装密封垫圈后与排风回收管道连接。在上述冷却保护装置安装完成后，在工作之前，进行密封检查，当进气管上的压力等于排气管上的压力时，安装工作完成。

#### 4 结语

该冷却智能保护装置采用温度的闭环控制，实现智能化。气流均布器和双管结构将冷却气体分布均匀，实现冷却效能最大化。该装置整体结构简单，安装和拆卸方便快捷，在高温高湿恶劣环境中对传感器及线缆可以智能散热冷却并进行有效的保护，确保了传感器及线缆的正常工作，延长了传感器的使用寿命，降低了安全隐患，确保了称重控制系统可靠、准确、稳定的运行，而且倡导践行了循环利用节能环保的理念。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.

#### 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。