

半封闭式定量皮带秤及其应用

(昆明有色冶金设计研究院, 昆明, 650051) 方原柏

【摘要】半封闭式定量皮带秤,可用于流动性好、含水量低的粉状物料,其结构介乎于敞开式和封闭式定量皮带秤之间,优点是节省投资,方便管理和维护。剖析了半封闭式定量皮带秤的结构,提出了设计要点并重点介绍了两个应用实例。

【关键词】定量皮带秤 半封闭式 敞开式 封闭式 粉状物料

Semi-Enclosed Quantitative Belt Weigher and its Application

Fang Yuan-bai

Abstract: Semi-enclosed quantitative belt weigher can be used for good liquidity, low moisture content of powder materials, and its structure between the open and enclosed of quantitative belt weigher, advantage is saving investment, convenient management and maintenance. Analyse the structure of semi-enclosed quantitative belt weigher, put forward the design key points and introduce focus on two examples of application.

Key words: Quantitative belt weigher Semi-enclosed powder materials Open quantitative belt weigher Enclosed of quantitative belt weigher Powder materials

1. 概述

定量皮带秤是位于工艺过程前后两个连接点之间的一个独立设备,用于监视或控制固体物料流量。根据固体物料品种、流动性、含水量的不同,通常会采用敞开式或封闭式的设计结构。

敞开式定量皮带秤适用于块状、粒状及流动性稍差的粉状物料,其结构见图1,从定量皮带秤上方的料仓或给料机来的物料经过图中进料斗3,下到定量皮带秤的皮带面上,再从皮带头尾部卸料。因为定量皮带秤的长度通常很短,所以皮带输送机大都采用平皮带,如果物料含水量低,堆积角很小,物料很容易从皮带侧边泄漏。而物料沿皮带输送时不泄漏是确保准确称量的关键,为此常常在皮带面上装有挡料裙板2,起密封挡料的作用,挡料裙板是通过“Γ”形立柱1固定在整机的纵梁上,在与皮带的接触面上是靠固定在挡料裙板的柔性橡胶带密封的。当物料含水量较高、堆积角较大时,也可不用挡料裙板。由于物料输送过程的状态可以从定量皮带秤的敞开部分了解到,作为称量部件的称量托辊和称重传感器也容易观察,所以方便用户的操作、维护和管理。

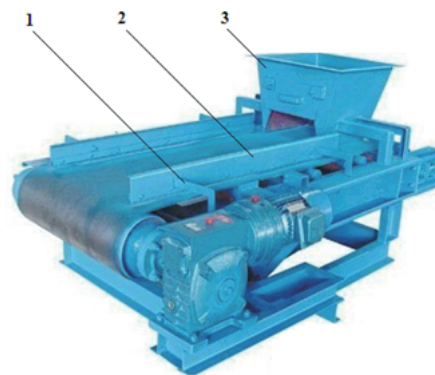


图1 敞开式定量皮带秤的结构

1- “Γ”形立柱; 2- 挡料裙板; 3- 进料斗

封闭式定量皮带秤适用于流动性好、含水量低的粉状物料，其结构见图 2，与敞开式定量皮带秤的结构不同的是定量皮带秤的整体全部封闭，使定量皮带秤物料输送过程中产生的粉尘不致扩散到其封闭盖板 2 之外，因此可控制粉尘和防止环境污染。此时定量皮带秤的皮带多采用环形波纹挡边皮带，以防止粉状物料从皮带侧边泄漏。用于电厂的全封闭式定量皮带秤（也称为称重给煤机），就是一种典型的封闭式定量皮带秤。但由于其结构是全封闭的，虽然壳体上有的装有观察窗，壳体之内的部分还是不能全面观察到，会给操作、维护和管理带来一些不方便。

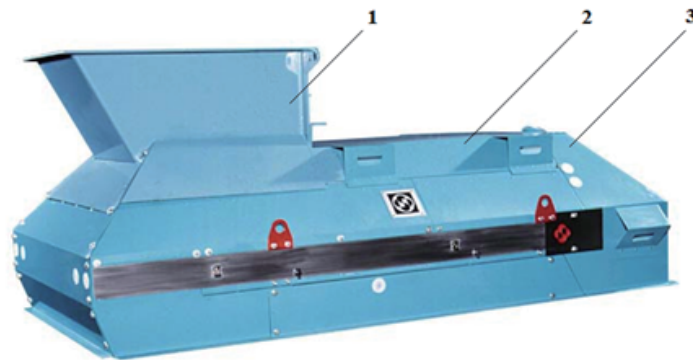


图 2 封闭式定量皮带秤的结构

1- 进料斗；2- 封闭盖板；3- 头部外罩

近年来，国内一些定量皮带秤厂家还生产推出了一种半封闭式定量皮带秤，也可以像封闭式定量皮带秤一样用于流动性好、含水量低的粉状物料。它的结构介于敞开式和封闭式定量皮带秤之间，既不是完全敞开，又不是完全封闭。半封闭式结构一方面节省了投资，另一方面查看定量皮带秤的运行更直接了，秤架部分的管理和维护也更方便了。

本文将介绍半封闭式定量皮带秤的结构、设计要点及应用实例。

2. 半封闭式定量皮带秤的结构

及设计要点

2.1 结构

图 3 是半封闭式定量皮带秤的外观照片，图中可以清晰地看到环形波纹挡边皮带 5，所谓封闭式外壳是罩在环形波纹挡边皮带的上方的半封闭罩 4，其宽度约比环形波纹挡边皮带窄 150~200mm，半封闭罩上的检修观察孔盖板 3 可以打开，以观察物料流动情况。

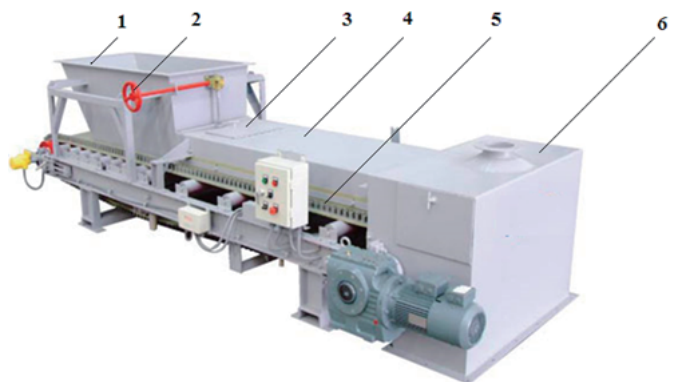


图 3 半封闭式定量皮带秤的结构

1- 进料斗；2- 给料闸板调节手轮；3- 检修观察孔盖板；4- 半封闭罩；

5- 环形波纹挡边皮带；6- 头部外罩

半封闭式定量皮带秤相对于封闭式定量皮带秤观察运行状态较为方便，且泄漏的物料容易清理。（作者注：用这一段代替上面的一段。）

与全封闭式不同的是，半封闭罩是通过不断运动的皮带实现密封的，而这两者之间有可能存在缝隙，因而也存在物料泄漏的可能性，如果泄漏量少还没有关系，还有环形波纹挡边皮带可以抵挡，但如果大量泄漏，就会影响定量皮带秤的正常运行。

2.2 设计要点

2.2.1 半封闭罩的固定

半封闭罩的尾部可以与进料斗连成一体，头部可以与头部外罩连成一体，但中间部位仍需要支撑，因此可通过“Γ”形立柱固定在整机的纵梁上。

2.2.2 半封闭罩与皮带之间的密封

半封闭罩是由刚性构件组成，其两侧垂直面的下端不应该直接与皮带接触，这就像敞开式结构的挡料裙板一样，它也需要靠固定在半封闭罩两侧垂直钢板面下端的柔性橡胶带密封。

2.2.3 托辊间距

当皮带上的负荷较重时，如果托辊间距较大，则两组托辊的中部皮带的下垂量较大，有可能使皮带与半封闭罩下端的柔性橡胶带存在大的间隙，粉状物料就有可能从缝隙中泄漏。所以对流动性特别好，容易产生喷涌的物料，托辊间距应适当缩小。

2.2.4 环形波纹挡边皮带

通常半封闭式定量皮带秤应配环形波纹挡边皮带，但当半封闭罩与皮带之间的密封做得比较好时，也可采用普通环行皮带。因为密封较好，物料不会从密封处漏出，即使有少量泄漏，也会随皮带运行到下料口卸料，而不会从皮带侧边流淌出去。

2.2.5 辅助设施

根据现场操作条件的差异，可以选择一些辅助设施，如插棒阀、挡料链条、缓冲板、沉降室、排气管道等等，以保证定量皮带秤正常稳定运行。

3. 半封闭式定量皮带秤的应用实例

3.1 湘潭钢铁公司石灰石配料

湘潭钢铁公司烧结矿配料过程中的石灰石配料原采用螺旋秤，由于零点变化大、控制精度低、稳定性差、称重传感器损坏率高，不能满足生产工艺要求，故改用湖南长沙湘计自控系统公司提供的半封闭式定量皮带秤，系统构成见图 4。

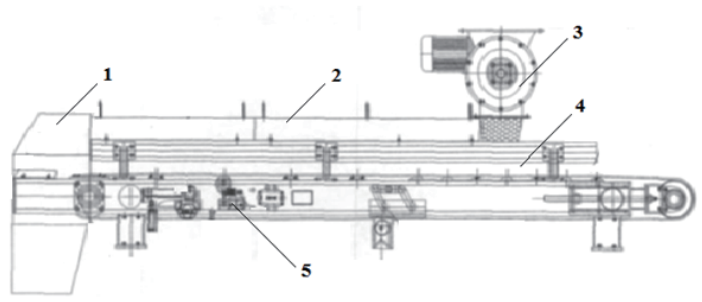


图 4 湘潭钢铁公司石灰石配料用的半封闭式定量皮带秤

1- 头部外罩；2- 半封闭罩；3- 星型给料机；4- 环形波纹挡边皮带；5- 称重传感器

生石灰即 CaO ，遇水将反应生成熟石灰氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，所以含水量极低，流动性很好，通常需要采用密封设备输送，如果发生泄漏，将污染环境并可能对操作人员产生伤害。湘钢在工艺设备料仓之下，安装有预给料机——星型给料机 3，在星型给料机出料口与皮带之间设置了整体式半封闭罩 2，皮带为环形波纹挡边皮带 4，因下游设备时消化器中产生的蒸汽会进入皮带秤的半封闭罩内，为使蒸汽及时排除，在头部外罩 1 的顶部安装了排气管。

半封闭式定量皮带秤投入运行后，计量过程稳定准确，零点变化较小，取得了令人满意的使用效果，在柳钢、新冶钢等现场也得到推广使用。

3.2 云铜锌业焙砂计量和定量控制

在云铜锌业股份有限公司湿法炼锌浸出工序中，原料焙砂计量和定量控制原使用的敞开式定量皮带秤，由于设备已运行多年，焙砂泄漏严重，现场粉尘弥漫，物料计量不准且无法实现自动控制定量给料，需要更换定量皮带秤。原料焙砂来自沸腾焙烧炉，含水量很低，流动性非常好。但由于物料中混有收尘用的小钢球，无法使用类似星型给料机之类的预给料机，仅安装了一台插板阀。

我院请某生产定量给料设备厂家根据现场条件专门定制了一台半封闭式定量皮带秤（见图 5）。由于没有预给料机，为了控制焙砂的流量，在现有料仓插板阀的下方，加装了插棒阀 3，插棒阀由上排 5 根、下排 6 根根上下两排插棒交错组成。图 5 中插棒阀下方的三条倾斜的虚线为高度依次降低的缓冲板，设计意图是让原来垂直给料溜槽变成倾斜给料溜槽，物料通过缓冲板后以倾斜溜槽下料的方式落到裙边皮带上，再通过加装橡胶挡板的半密封罩 1 对物料进行整形，然后再通过密封罩内物料层高度调整装置控制物料向出料口运行。下料口下方是一排密集的缓冲托辊，再经过一个托辊过渡就是秤架 2，秤架为单托辊直接承重式，双称重传感器，托辊间距为 500mm。皮带为环形波纹挡边皮带 4，密封罩没有采用罩在整个定量皮带秤的外面的全密封式，而只是罩在皮带之上的半密封形式，每边距波纹挡边约 70mm。由于皮带宽度为 800mm，再去掉波纹挡边占去的宽度，所以密封罩的宽度约 540mm。密封罩为钢板材质，为了使皮带接触处密封及减少磨擦，又用螺栓固定一条约 10mm 厚的胶带。定量皮带秤设计最大带速为 0.2m/s，最大输送量 50t/h。

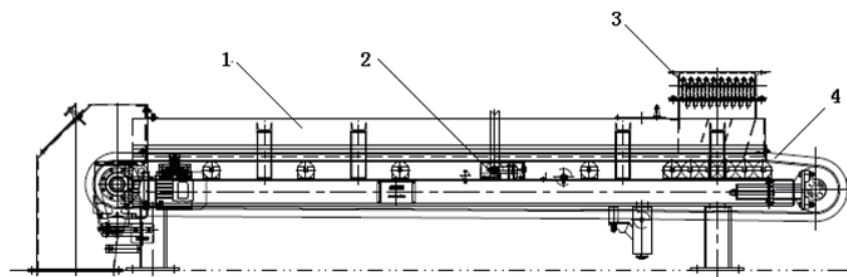


图 5 定量皮带秤设计示意图

1- 半密封罩；2- 称量托辊；3- 插棒阀；4- 环形波纹挡边皮带

设备安装就位后试运行，很快就暴露出以下问题：

1) 当遇到料仓内焙砂倾泻时，往往一瞬间数十公斤甚至更多的焙砂从半密封罩的密封胶带与皮带的缝隙处涌出，并翻过环形波纹挡边皮带泄漏到机架及地面上；

2) 缓冲托辊处由于托辊密集安装，托辊间距小于 100mm，皮带上下垂量很小，基本没有物料泄漏。而缓冲

托辊之后的托辊间距为 500mm，由于皮带上物料荷载大（约 69.4kg/m），在 2 个托辊中间部位的皮带下陷约 2~3mm，大量的焙砂就从这一部位喷涌而出；

3) 皮带跑偏严重，虽反复调整尾部滚筒附近两侧的张紧螺栓也无济于事。皮带跑偏可能有机械方面的原因，但由于跑偏往往在瞬间发生，推测可能与物料喷涌时的冲击力有关，由于我们采用的是半密封结构，而半密封罩位于皮带之上，且固定在机架上，所以当皮带严重跑偏时，就将波纹挡边皮带压在半密封罩下，卡死皮带，造成停机。

经过研究并反复试验采用了以下改造方案：

1) 在料仓下方增设加长（长度约 1.4m）的沉降室，高度在现有密封罩上再加高 200mm，沉降室内又从顶部往下加挂数排链条阻挡喷涌焙砂的快速流动，在沉降室出口处设出料高度调节装置。这种加长的物料整形装置和出料高度调节装置，能使仓内倾泻下来的物料在缓冲整形的同时，增大了物料与皮带、链条及密封罩之间的摩擦力，使倾泻下来的物料冲击力被物料整形装置吸收，在皮带上形成低速稳定的物料流，最后是靠皮带摩擦作用力带动从出料口排出。

2) 由于沉降室加长，将秤架往卸料口方向后移 1m。

3) 为了减少托辊间距中部的皮带下垂量，在所有托辊间距 500mm 的中间部位增加一组托辊，使托辊间距减少到 250mm。

4) 密封罩的密封原来是靠 10mm 宽的厚胶带直接压在输送皮带上，密封效果较差，后改为厚胶带加薄软胶带密封（由于薄软胶带磨损很快，又改为收尘用的帆布滤袋），效果较好。

5) 一开始皮带严重跑偏是主要矛盾，在皮带跑偏还未找到彻底的解决办法的情况下，为防止皮带跑偏时环形波纹挡边皮带压在半密封罩下，造成卡死皮带的停机事故，就将皮带的波纹挡边部分切掉，成为普通的平皮带。由于半密封罩密封性能提高，泄漏的物料极少，所以没有环形波纹挡边的皮带也不会造成物料从皮带两侧泄漏。

6) 为解决皮带跑偏，在尾部滚筒下方和头部滚筒上方皮带两侧各加装 4 套强力纠偏装置，使用效果非常好。采用这些措施后的定量皮带秤见图 6。

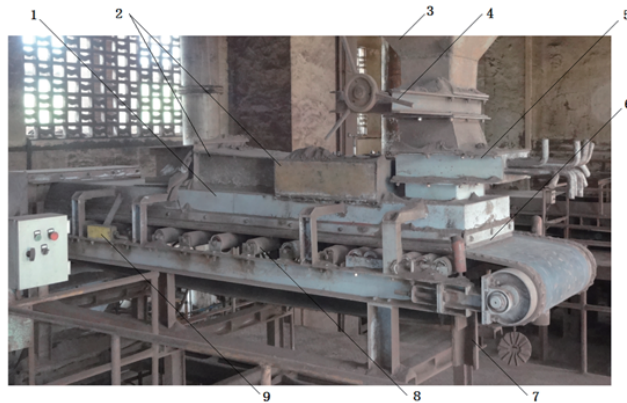


图 6 改造后的定量皮带秤

- 1- 半密封罩；2- 新加沉降室；3- 原有料仓；4- 原有闸板阀；5- 插棒阀；6- 密封罩的密封胶带；
7- 强力纠偏装置；8- 新加托辊；9- 秤架的称重传感器接线盒

4. 结束语

流动性好、含水量低的粉状物料的计量和定量配料一直是困扰用户的难题，而采用半封闭式定量皮带秤或许是一个性能价格比好的选择。

【参考文献】

- [1] SIEMENS. Product Application Guidelines “Weighfeeders” [EB/OL]. <http://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/en/weighing-systems/Pages/weighing-systems.aspx>.
- [2] 方原柏. 定量皮带秤知识讲座(二) [J]. 衡器: 2016(8): 42-49.
- [3] 方原柏. 电子皮带秤 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007年.
- [4] 方原柏. 定量皮带秤的设计选用 [J]. 仪表世界, 2013(6): 50-52.
- [5] 刘平凡, 罗俊. 半密封式配料秤在生石灰配料系统中的应用 [J]. 衡器: 2011(10) 20-21.
- [6] 方原柏. 滑床式皮带秤的应用 [J]. 衡器: 2016(4): 12-15.
- [7] 朱民杰, 姚龙. 半封闭式皮带秤替代螺旋秤的应用 [J]. 衡器: 2009(3) 17-19.

作者简介:

方原柏, 1942年生, 男, 湖北黄冈人, 昆明有色冶金设计研究院电气自动化分院教授级高级工程师, 衡器、自动化仪表、冶金自动化、仪器仪表用户、仪器仪表与自动化等杂志编委, 昆明仪器仪表学会理事长, 中国衡器协会技术专家委员会顾问, 主要从事仪器仪表、控制系统的应用研究, 曾出版“电子皮带秤的原理及应用”(1994年, 冶金工业出版社)、“电子皮带秤”(2007年, 冶金工业出版社)、“流程行业无线通信技术及应用”(2015年化学工业出版社)、“有色金属生产过程自动化”(2015年, 人民邮电出版社)四本专著, 发表论文300篇。

电话: 0871-63168424 13078787502

地址: 650051, 昆明白塔路208# 昆明有色冶金设计研究院