

一种专用电子钢卷秤的设计

□段荣华

山东金钟科技集团股份有限公司

【摘要】钢卷秤是专门用于称量钢卷、铝材、贵金属等金属材料的衡器，具备高准确度、耐重压、抗冲击的结构特点，在金属产品的生产、加工、仓储及物流等环节中发挥着关键作用。针对钢卷运输机构是安装于地沟中的方式，设计了一种由两个承载器分别安装于地沟两侧的电子钢卷秤，本文对此钢卷专用电子钢卷秤的设计过程进行简要介绍。

【关键词】钢卷秤；钢卷专用；地沟

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）08-0010-05

Design of a Specialized Electronic Steel Coil Scale

【Abstract】 Steel coil scale is a weighing instrument specially used for weighing metal materials such as steel coils, aluminum products, and precious metals, which is characterized by high precision, heavy-load resistance and impact resistance, and plays a key role in the production, processing, warehousing and logistics of metal products. Considering that the steel coil transportation mechanism is installed in the trench, an electronic steel coil scale with two load receptors installed on both sides of the trench is designed, and the design process of the electronic steel coil scale specialized for steel coils is briefly introduced in this paper.

【Keywords】 steel coil scale; specialized for steel coils; trench

引言

电子钢卷秤专门应用于钢卷、铝材、贵金属等金属材料的生产加工、仓储物流等环节中对金属材料的计量。根据现场钢卷为地沟式运输的特点，需要针对性地设计可以满足地沟式运输时进行称量的电子钢卷秤。现场流水线主要生产成品钢卷，每条钢卷生产线配备一台独立的可升降运输机构，该机构包括行走小车与V型转运工装两部分，行走小车的行走轨道位于地沟中，上部V型转运工装位于地面以上，钢卷捆扎完成后被移动到升降运输机构的V型转运工装上，升降运输机构再将钢卷按照地沟的固定路线转运出车间到达仓库。因车间产线布局改造，需要在转运过程中完成钢卷的称量过程。

1 系统总体介绍

针对升降运输机构在地沟中行走的特点，需要在指定的称重工位共设计有两个相对独立的承载器分别安装于地沟两侧，每个承载器需要4只称重传感器进行支撑，并分别配备一只四线制接线盒与一只六线制接线盒，两接线盒通过架空线缆进行连接。两承载器之间的间距为可以承载转运工装的安全距离，装载有钢卷与V型钢卷转运工装的升降运输机构行走至称重工位后，将钢卷与V型钢卷转运工装一并降落到承载器上，并与升降结构脱离，钢卷与转运工装保持稳定后开始称量。产品布置平面示意图如图1所示。

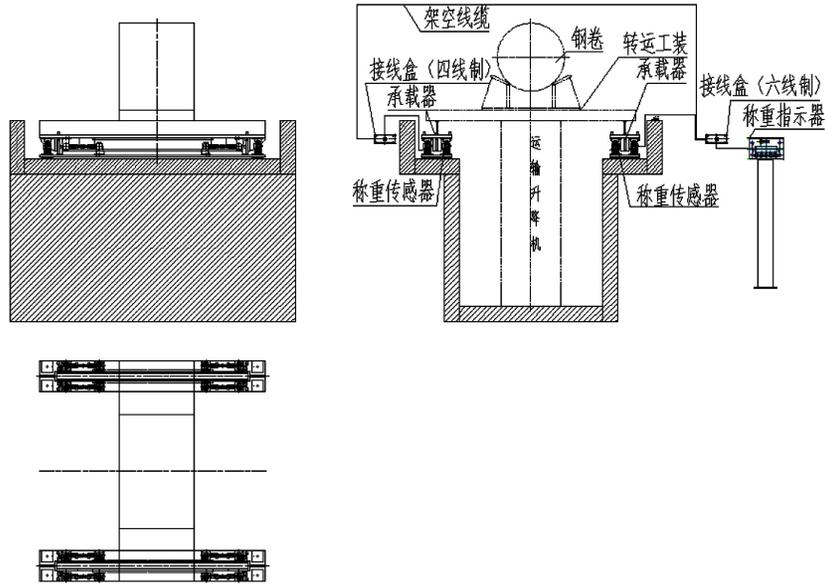


图1 产品布置平面示意图

本产品要求最大称量Max=30t，最小称量Min=200kg，准确度等级Ⅲ级，检定分度值e=10kg，检定分度数n=3000，承载器的最大相对变形量应满足GB/T 7723-2017《固定式电子衡器》中对衡器承载器最大相对变形量的要求，A/D转换速率360次/秒，具备profibus-DP通讯接口、profibus-DP总线接口，工作温度-10℃~40℃，相对湿度10%~95%，数

字称重传感器准确度等级至少满足C3，并且能够满足现场已有设备的PLC与控制称重设备的信号交换。同时根据实际需要本钢卷秤由两独立承载器组成，每个承载器需要4只称重传感器进行支撑，并且每4只称重传感器需要使用一个接线盒。其控制系统图如图2所示。

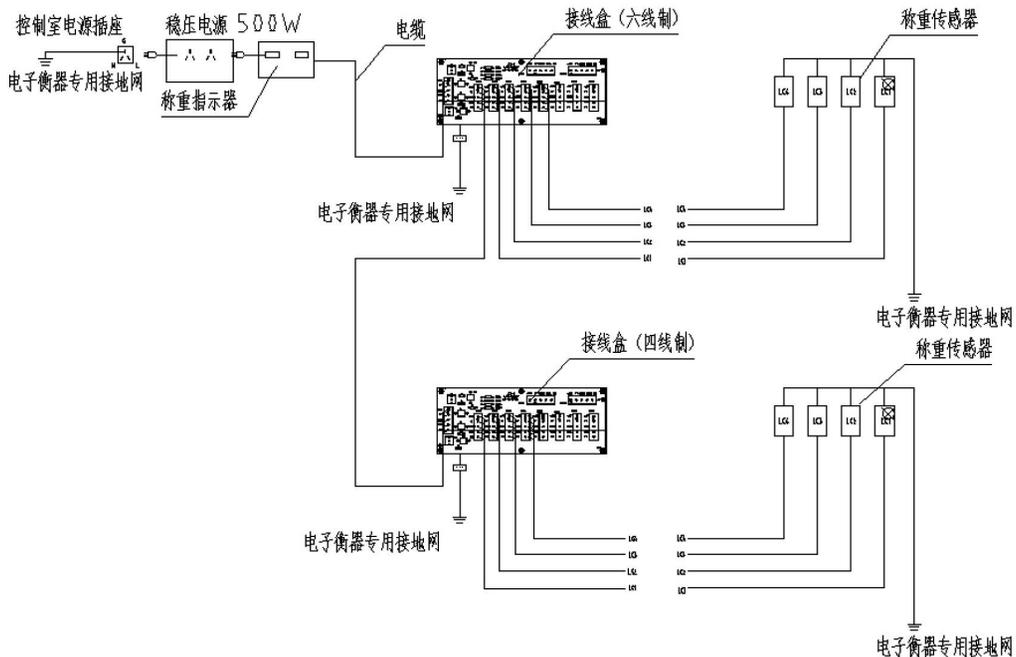


图2 控制系统图

2 SCS-30 型专用电子钢卷秤设计过程

根据以上描述,笔者就所设计的SCS-30型专用电子钢卷秤从称重传感器、接线盒、称重指示器、承载器的选用与设计过程进行简要介绍。

(1) 称重传感器的选用

本电子钢卷秤的称量载荷大,称量准确度要求高、称量要求长期稳定,准确度等级Ⅲ级,根据最大称量 $Max=30t$ 、检定分度值 $e=10kg$,承载器的结构特点选用8只称重传感器,承载器静载荷 $DL=1160kg$,不存在杠杆 $R=1$,初始值零范围 $IZSR=600kg$,不均匀分布载荷的修正按照 $50\%Max$ 。

修正系数 $Q=(Max + DL + IZSR + NUD + T^*) / Max = (30000 + 1160 + 600 + 30000 \times 50\% + 0) / 30000 = 1.558 > 1$

称重传感器的最大称量 $E_{max} \geq Q \times Max \times R / N = 1.558 \times 30000 \times (1/8) = 5842.5kg = 5.8425t$,选用最大称量为 $10t$ 的CZL-YB-10SG型柱式称重传感器。此种型号称重传感器为全密封双球头柱式结构,采用金属膜片焊接密封工艺,防水、防尘能力达到GB4208规定的IP68等级要求,内部装配数模转换模块和CPU处理器,输出为数字信号。同时,此种型号的称重传感器防过载能力强,安装容易,使用方便。

(2) 接线盒的选用

接线盒选用一个四线制数字接线盒与一个六线

制数字接线盒,四线制数字接线盒与安装在远离称重指示器一侧的承载器的4只称重传感器相连,六线制数字接线盒与安装在称重指示器同一侧的承载器的4只称重传感器以及四线制数字接线盒相连。四线制数字接线盒线缆架空铺设,跨越地沟后与六线制数字接线盒相连。两数字接线盒均采用铸铝外壳,防护等级高。采用上凹下凸进口密封条结构,保证箱体密封性。同时采用组合螺钉装配,方便拆卸。

(3) 称重指示器的选用

因最大称量 $Max=30t$ 、检定分度值 $e=10kg$,检定分度数 $n=30000/10=3000$,所以称重指示器的最大检定分度数 $n_{ind} \geq 3000$,因此根据用户显示分度、分辨率、A/D转换速率、通讯接口、总线接口、PLC信号交换等要求选择XK3200型称重指示器。该款称重指示器性能稳定、功能强大,具有多种扩展接口,可与各种工业设备连接,为用户提供工业称重最优的解决方案。支持CAN总线和RS485总线数字称重传感器和模拟称重传感器。具备RS232/RS485接口、打印接口、USB接口、以太网接口,可通过以太网接口将称重数据实时上传,具有数据处理和自动控制功能,可替代PLC+计算机的控制模式,简化系统网络,减少安装时间,降低成本。

(4) 承载器设计

承载器结构示意图如图3所示

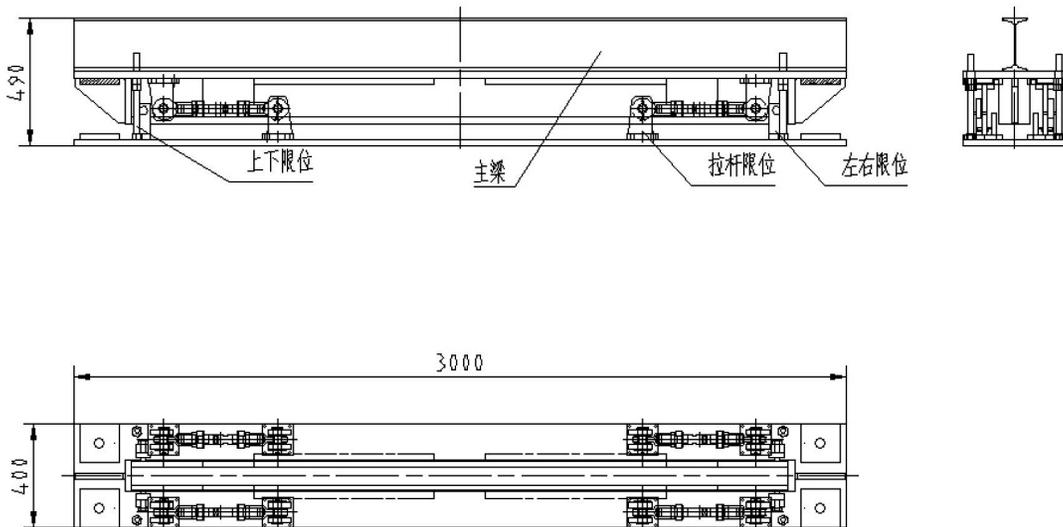


图3 承载器结构示意图

因工字钢翼缘较厚且宽，截面惯性矩大，能承受较大的压应力，能有效抵抗弯曲变形，因此承载器主梁与转运工装接触的结构采用20a工字钢，整体外形尺寸3000mm×400mm×490mm，通过筋板焊接框架后在上表面焊接工字钢、两端预留称重传感器安装位置，并在称重传感器安装位置进行相应加

强。承载器下部筋板两端预留称重传感器穿线孔，中间部位焊接穿线管，便于内侧两称重传感器引线至接线盒，在承载器上靠近安装称重传感器的位置预留限制承载器主梁上下、前后、左右晃动的限位结构。具体限位结构如图4所示。

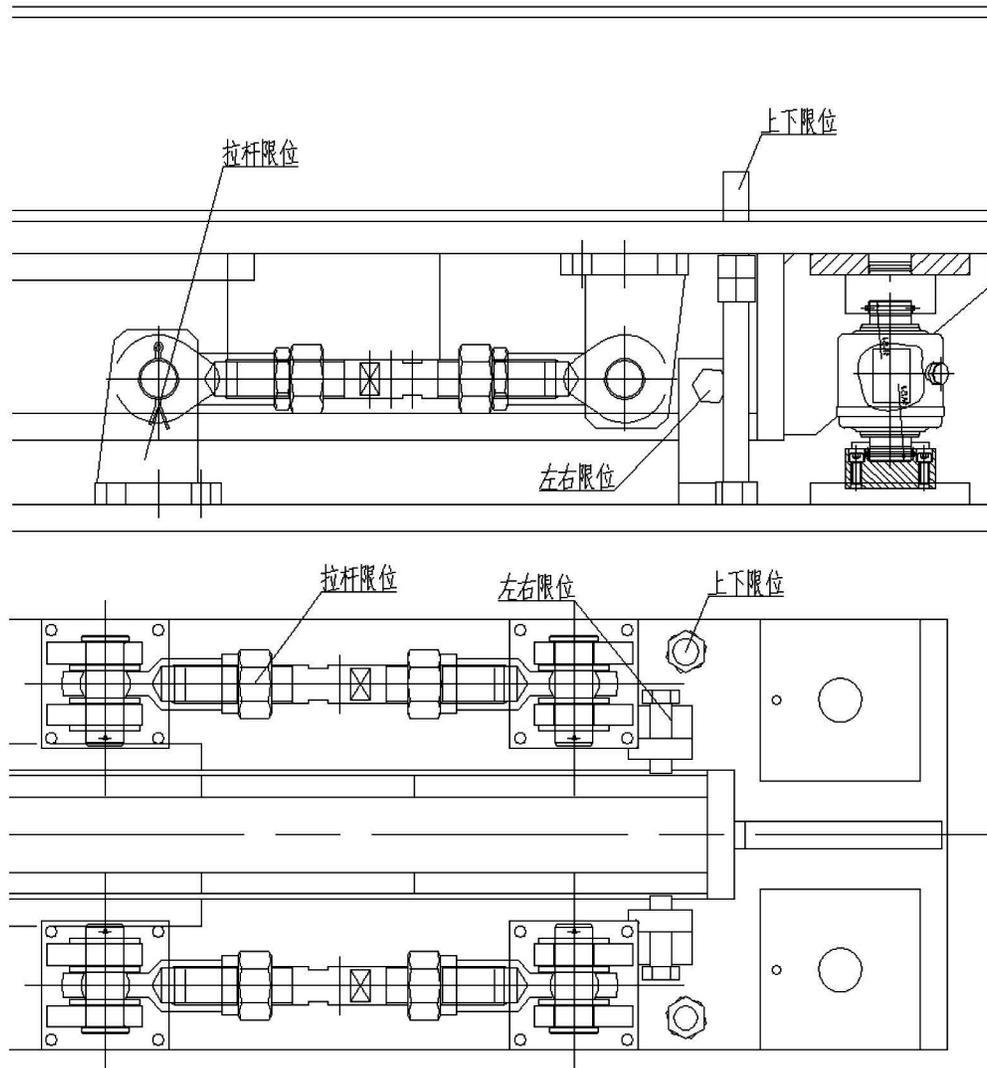


图4 限位结构示意图

拉杆限位安装于每个承载器两端，主梁中心线两侧，每一个拉杆限位一端与主梁焊接，一端与承载器安装底板焊接，用于限制承载器主梁在长度方向上的活动间隙。

上下限位位于拉杆限位外侧，上下限位的螺杆底部固定在承载器安装底板上，上端穿过主梁预留孔，并用螺母进行间隙调整，主要用于限制承载器

主梁在重力方向上的活动间隙。

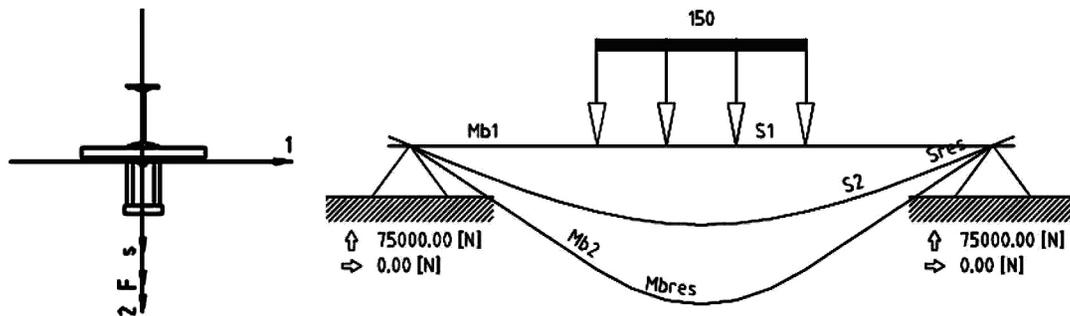
左右限位位于拉杆限位外侧，上下限位内侧，左右限位的安装座固定在承载器安装底板上，宽度方向通过安装于左右限位座上的螺栓调整螺栓与主梁的间隙进行限制主梁在宽度方向上的活动间隙。

三个方向上的限位集中布置，在有限的空间内对主梁形成三个方向的约束，保障钢卷秤在称重过

程中的稳定性、计量准确性和设备安全性，确保设备能够长期稳定运行和计量准确。该结构紧凑，安装、使用维护方便，具有抗冲击优点。

钢卷与转运工装降落在承载器上，转运工装小车宽度1000mm，两承载器中间1000mm 区域为承受

转运工装小车的受力区域，称量过程中承载器符合局部均布载荷受力状态，承载器受力按照局部均布载荷建立受力模型。利用受力分析软件进行建模分析，承载器受力分析结果如图5 所示。



I_1 [mm ⁴]	208199000
I_2 [mm ⁴]	177530500
s_c [mm]	242.1
s_t [mm]	162.98
A [mm ²]	24555.51

有效惯性矩	I1	[mm ⁴]	208199000
有效惯性矩	I2	[mm ⁴]	177530500
有效惯性矩	Ieff	[mm ⁴]	208199000
最大边缘距离		[mm]	242.1
安全系数			2.3431
屈服极限		[N/mm ²]	235
弹性模量		[N/mm ²]	210000
材料			S235JR
最大变形量	S1	[mm]	0.089061 E-15
最大弯矩	Mb1	[Nm]	4.1332 E-12
最大变形量	S2	[mm]	1.477882
最大弯矩	Mb2	[Nm]	86250
最大应力	Res.	[N/mm ²]	100.29
最大变形量	Sres	[mm]	1.477882
最大弯矩	Mbres	[Nm]	86250
变形量曲线的比例			253.74:1
弯矩曲线的比例			1:115

图5 承载器受力分析

根据分析结果：承载器最大变形量1.47mm，即绝对挠度1.47mm，相对挠度为1.47/3000=0.00049 < 1/2000，远小于GB/T 7723-2017《固定式电子衡器》中对衡器承载器最大相对变形量≤1/800的要求，可以满足结构强度要求。

3 结语

前期因工厂地沟建成以后，运输机构路线固定，若因产线升级改造或者生产布局调整，重新开挖地沟成本高。针对地沟式运输方式设计的钢卷专用电子钢卷秤，在不影响运输机构正常运行和无需

大量重新开挖地沟的情况下，解决了生产布局调整带来的钢卷需要在运输路线上进行称量的难题，使地沟式运输方式的空间利用率得到进一步提高，环境适应性更强。设备结构稳定，节省了人力和时间成本，提升了称重效率，降低了停机时间，降低了生产成本，提高了经济效益。

作者简介

段荣华（1985—），男，山东济南，机械工程专业，硕士研究生，工程师。