

# 基于多承载器的数字指示轨道衡研发

□山东金钟科技集团股份有限公司 沈立人

**【摘要】**衡器产品必须按照被称量对象（或车辆）结构，设计出满足计量性能的产品，也就是说衡器产品的制造商，必须千方百计地满足用户的称量需求。按照ISO9001-2016《质量管理体系》<sup>[1]</sup>的规定，从设计开发策划、开发输入、开发输出、开发评审、开发验证到开发确认，是一个新产品保证质量的正确程序。本文介绍了全流程完成一种轨道衡产品的研发过程，这次开发中遇到的关键问题是数字指示轨道衡（本文仅指静态电子轨道衡）产品设计，如何按照现行有效的计量检定规程完成多个承载器组合后的产品检定。

**【关键词】**轨道衡；多承载器；研发；检定

## 引言

由于在各种运输方式中，铁路运输是最准时、最安全，可以全年、全天候不间断运输，而且速度快、成本低，又便于统一调度和编排，所以我国大宗货物大都是采用铁路运输。为了保障供需双方的利益和保障运输的安全，需要各种不同的计量器具在铁路上使用。在经过多年生产数字指示轨道衡的基础上，我们又按照用户的需求开发了适用于加长货车车辆的多承载器数字指示轨道衡。

## 名称的由来

多承载器数字指示轨道衡有多个名称，开始研发时被称为“加长台面静态电子轨道衡”，后来也有称为“双台面静态电子轨道衡”的，也有称其为“多台面静态轨道衡”的。在写此篇文章时，考虑到产品名称应该尽可能与国际法制计量组织发布的R76

《非自动衡器》要求一致性，而采用“承载器”这个名称。

注：在1996年之前我国普遍称静止称量铁路货车车辆的轨道衡为“静态电子轨道衡”，在采用了R76《非自动衡器》国际建议之后，我国的产品标准和计量检定规程都逐渐将此类轨道衡改称为“数字指示轨道衡”。

## 产品的由来

用户需求是创新的动力。为了保证行车的安全性要求，原铁道部要求对所有在铁路上使用的敞车车辆、罐车车辆和棚车车辆等都必须采用称量的方法进行计量。这样一些平时不能用通用数字指示轨道衡称量的车辆，也要想办法进行计量，例如液化气罐车等。1993年以前，铁路上运用的液化气罐车大都是根据G60车底架设计的，受车长限制，载重仅25t，轴重仅14t，对运能是一种很大的浪费。大容积液化气罐车于1993年4月完成设计，1994年通过技术鉴定，并投入批量生产。GH40型液化气罐车充分利用了轴重提高了载重，是液化气铁路运输的更新换代产品，同时也面临着不称量不能上路的困难。如果专门为这种车辆再安装一台专用数字指示轨道衡，一方面必须占用一条铁道专用线，另一方面必须专门进行车辆调度编组，并且使用也不是很频繁，会给企业造成一定程度上的浪费。

## 1 产品结构方案的设计

1.1 我们首先对几种车辆的参数<sup>[2]</sup>进行了对比、分析见下表。

表 车辆参数对比分析表

车型	最大轴距 (m)	最大钩舌距 (m)	备注
普通罐车 (G60、G17、G11、GL)	9.05	11.958	
普通罐车 (GH70/2.2-3)	9.7	13.14	
普通敞车 (C60、C62、C64)	10.45	13.44	
普通棚车 (P60、P62、P64)	13.45	16.438	
加长液化气罐车 (GH40)	14.85	18.54	
加长液化气罐车 (G495-2.2)	14.7	17.75	
加长液化气罐车 (GQ)	14.7	17.467	

从以上数据来看，称量普通车辆的承载器长度应在9.05m至13.44m之间。称量长车辆的承载器长度应在13.45m至18.54m之间。选定承载器长度，一般应考虑以下几种因素：

(1)承载器长度大于车辆的全轴距（心盘距+转向架轴距）时，就有可能出现两节车辆同时上一个承载器，即五轴同台现象（见图1）。

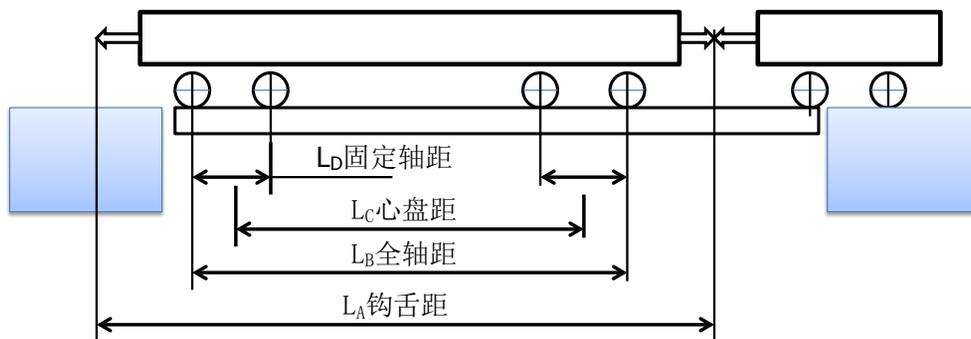


图1 五轴同台现象示意图

(2)承载器长度应尽量满足所有通过车辆的称量；  
 (3)由于罐车装载的都是液态货物，当车辆移动过程中内部的液态货物必然会晃动，即使车辆整车停留在同一个承载器上，这个晃动在短时间内也会影响轨道衡的称量性能。

(4)被称车辆全轴距应小于承载器长度，并留有一定裕度，以便于机车司机停车控制距离。

### 1.2 承载器结构的解决方案

第一种结构方案：承载器12m+5m（新安装产品）或13m+5m（改造产品）组合式。

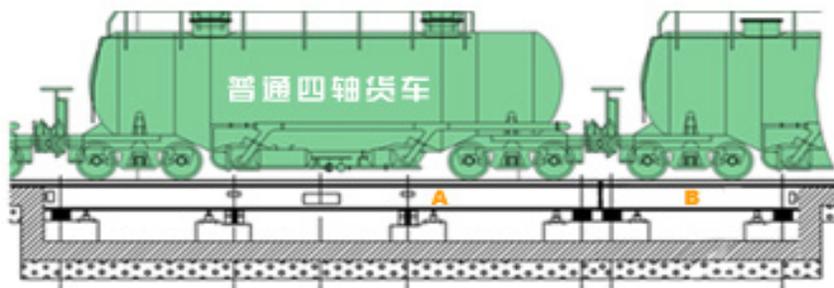


图2 称量普通车辆时的示意图

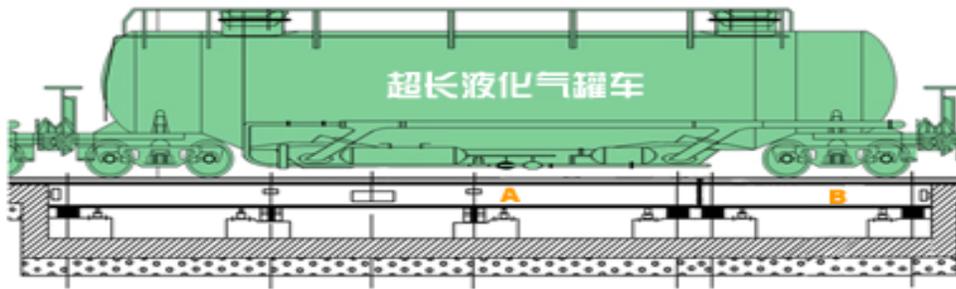


图3 称量加长液化气罐车的示意图

系统采用整车静态称量，可连挂或摘钩使用，由一个12m（或13m）的A承载器和一个5m的B承载器沿轨道方向串联安装组合而成，各自独立，互为补充。A和B两个承载器安装在同一钢筋混凝土基础上，轨道衡两端及A和B两个承载器之间设置过渡器。A承载器满足普通四轴货车的称量（图2），

A+B承载器满足超长液化气罐车的称量（图3），A承载器和A+B承载器各是一套独立称重系统。该方案既可用于13m轨道衡的改造，也可用于新建轨道衡项目。

第二种结构方案：承载器12m+17m组合式。

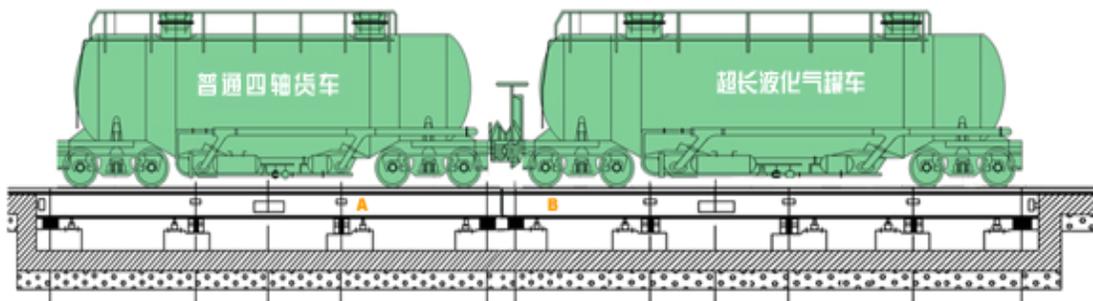


图4 双数字指示轨道衡组合结构的示意图

系统采用整车静态称量，可连挂或摘钩使用，由一台12m（或13m）轨道衡和一台17m轨道衡沿轨道方向串联安装组合而成，且各自独立使用，A和B两个承载器安装在同一钢筋混凝土基础上，轨道衡两端及A和B两个承载器之间设置过渡器。12m（或

13m）轨道衡A承载器满足普通四轴货车的称量（图3），17m轨道衡B承载器满足超长液化气罐车的称量（图4）。

第三种结构方案：17m轨道衡承载器式。

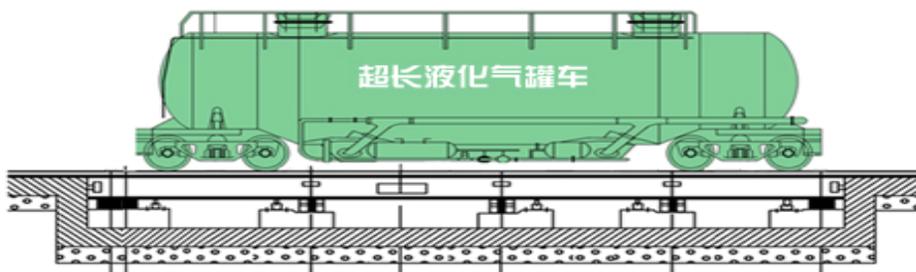


图5 称量加长液化气罐车的示意图

系统采用整车静态称量，可连挂或摘钩使用，在用户已经具备普通四轴货车称量的基础上，再增加一台17m长度轨道衡承载器，专门满足超长液化气罐车的称量（图5）。

### 1.3 三种结构方案的比较

通过与用户充分进行分析研究，认为第一种结构方案比较理想，A承载器既可以单独称量大多数货车车辆，又可以与B承载器组合称量加长液化气罐车和部分棚车。第二种结构方案将两台轨道衡进行串联使用，与第一种结构方案比较是一种浪费。第三种结构方案需要在另外铁路线路上建筑一台轨道衡，也是一种浪费，同时也会增加车辆调度难度。

### 2 产品控制方案的设计

在1997年，荆门石化总厂计量处的处长等人来公司进行调研，按照其公司现场铁路线路情况和新增加长液化气罐车（GH40）的称量要求，提出了设计一台多承载器数字指示轨道衡的要求。我们初步设想是设计一台多承载器数字指示轨道衡，轨道衡由二个承载器组成，一个长承载器（A）为13m，一个承载器（B）为5m，合成后为一台多承载器数字指示轨道衡长度等于18m。A承载器主要用于称量普通车辆，A+B组合承载器主要用于称量加长罐车。A承载器可以满足称量目前铁路上运营车辆的75.17%的型号。而附加B承载器的目的是从检定方面和铁路安全要求方面考虑的。因为当时周期检定用的T6型

检衡车的最大轴距为4.46m，承载器长度应大于它才能进行检定。在铁路的安全规定中，要求铁路线路中所用钢轨长度不得小于4.5m，所以在这里我们选择了5m的长度（当然选择略大于4.5m的长度也可以）。这里的一个最大的难点是，如何检定这个多承载器数字指示轨道衡的性能。而这种轨道衡的机械结构依旧是参照常规模数字指示轨道衡的设计思路<sup>[3]</sup>，A承载器采用8只称重传感器，B承载器采用4只称重传感器。

在这个结构中，我们考虑了两个控制方案：

控制方案一是，采用一套称重仪表控制，每个承载器连接一个接线盒，在4只称重传感器的接线盒输出端加接一组开关，当使用A承载器称量普通车辆时，关闭B承载器接线盒的开关。当使用A+B承载器称量加长罐车时，打开B承载器接线盒的开关（见图6）。

控制方案二是，两个承载器各采用一套称重仪表控制，并分别接入一台计算机。对于不同规格货车车辆的称量，由计算机控制切换（见图7）。

我们在反复权衡了两个方案的利弊之后认为，控制方案一中的转换开关不好控制，特别是在称量易燃易爆物品时，防爆系统很难设计。再就是称重传感器的偏载性能如何调试，也是一个不易控制的问题。

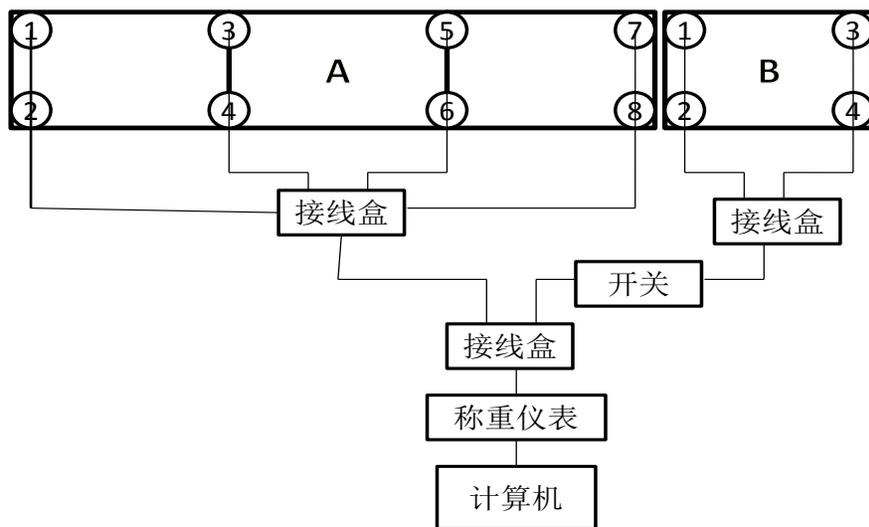


图6 控制方案一示意图

控制方案二虽然多加了一套称重仪表，但两套称量数据由计算机切换处理比较方便；称重传感器的

偏载性能可以根据称重仪表按两套系统调试，后来在现场实际使用情况也证明了这个方案的可行性。

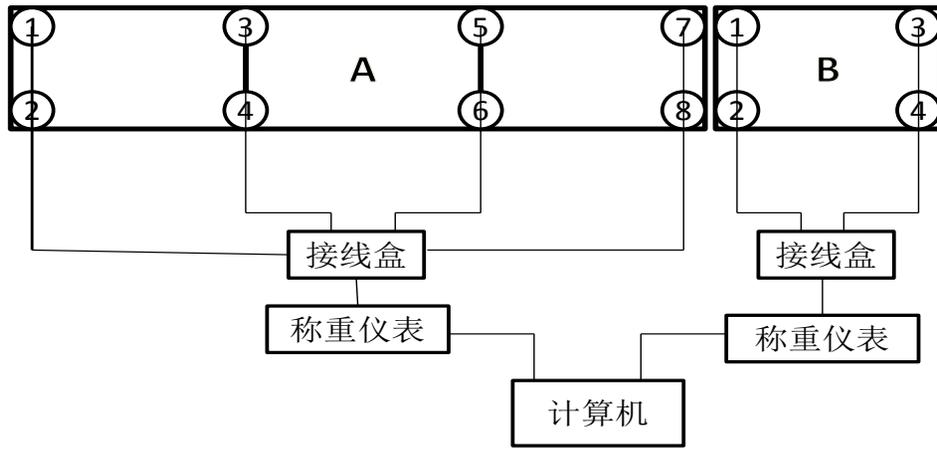


图7 控制方案二示意图

### 3 产品检定的解决方案

轨道衡的结构问题解决之后，就是面临如何检定的问题。我们经过反复研究，向有关专家咨询，提出两个检定方案：

3.1 我们将这个检定方案一（见图8）汇报到国家轨道衡计量站，当时计量站的领导按照GB/T15561-1995《静态电子轨道衡》<sup>[4]</sup>的要求，认为中准确度级（即3级）轨道衡检定分度值 $e$ 为20kg或50kg。在准确度要求较高的场合，如港口、冶金、化工等部门，必须检定分度值 $e=20\text{kg}$ 。在检定时轨道衡的显示分度应细化至不大于10kg，也

就是对一台长度为18m的数字指示轨道衡来讲，其检定分度值 $e=20\text{kg}$ 。在检定时必须将13m长承载器作为单独的一台轨道衡，而5m长承载器也作为单独的一台轨道衡，如果参照国际建议的分配误差的方法， $e_1$ 和 $e_2$ 按照0.7倍的关系分配误差，那么 $e_1=e_2=20\text{kg}\times 0.7=14\text{kg}$ 。作为电子衡器的分度值只有1、2、5系列，所以必须圆整检定分度值为 $e_1=e_2=10\text{kg}$ ，这样两台数字指示轨道衡都成为10000个检定分度数了。说实在的，这对制造企业是非常麻烦的，即使在没有干扰的情况下，要想保证产品如此高的计量性能也是非常困难的。首先是制造如

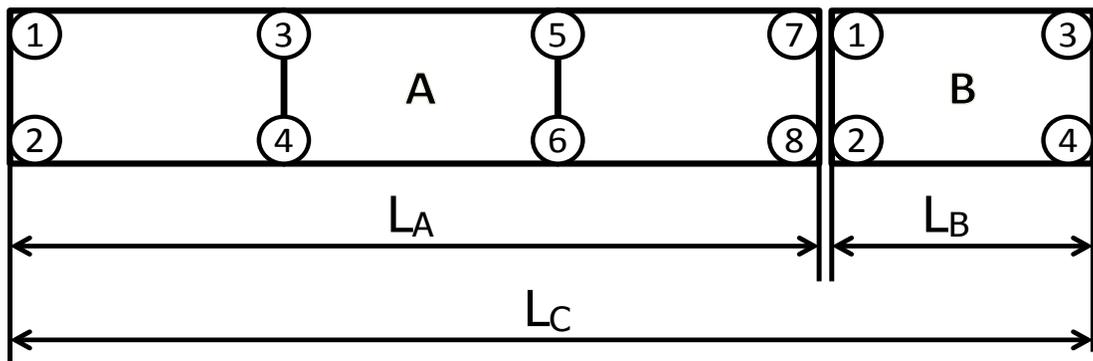


图8 检定方案一示意图

此高分辨率的轨道衡应该选择什么样的称重传感器? 通过我们首台100t 数字指示轨道衡采用C3 等级称重传感器的成功 and 当时近10 年的成熟经验, 选择C3 等级称重传感器应用于5000 个检定分度数的数字指示轨道衡, 是能够保证数字指示轨道衡在我国大部分地区使用的称量性能的。如果达到10000 个检定分度数的数字指示轨道衡, 按照R76《非自动衡器》<sup>[5]</sup> 国际建议附录F 中“兼容性”的规定, 称重传感器就应该选择C10 等级的准确度, 而这种准确度等级的称重传感器只在相应的国际建议中看到, 市场上根本无法购买得到。当然还有称重仪表的选择问题, 也是当时我们面临的重大困难。

由于这个方案对制造企业来讲增加了困难, 而对用户实际使用来讲并没有带来什么实质性的好处, 只会使周期检定时增加调试工作量。因此我们就放弃了继续进行这种轨道衡产品的研制工作。

3.2 到了1998 年11 月, 在江苏无锡参加《非自动秤通用检定规程》的宣贯会时, 正好与当时国家轨道衡计量站分管技术工作的领导住在一起, 我们深入交流这种多承载器数字指示轨道衡的检定方法, 共同研究出了一个新的方案。即设计方案依然是设计一台多承载器数字指示轨道衡, 依然由A、B 两个承载器组成, 依然分别长13m 和5m, 只是看产品的角度改变了一下。方案一是将A 承载器和(A+B) 承载器各作为一台100t 的轨道衡, 当称量加长罐车时合并成一台轨道衡使用。而检定方案二是将A 承载器作为一台100t 数字指示轨道衡使用, 将A+B 两个承载器作为另一台100t 数字指示轨道衡使用。这样, 这两台数字指示轨道衡的检定分度值都是20kg, 不但没有增加制造和检定难度, 而且顺利地解决了两台不同长度的数字指示轨道衡的使用问题(见图9)。

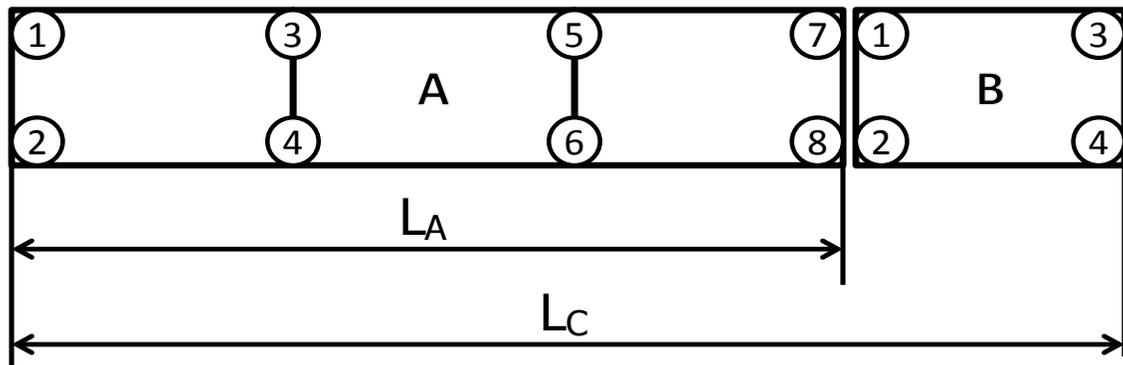


图9 检定方案二示意图

3.3 在解决了多承载器数字指示轨道衡的检定方法问题之后, 我们在2000 年6 月与浙江镇海炼化公司签订了合同, 第一台多承载器数字指示轨道衡在国家轨道衡计量站和轨道衡上海分站的支持下, 于2002 年6 月14 日通过了称量性能的检定, 填补了我国轨道衡产品中的一个空白。

3.4 在这台多承载器数字指示轨道衡的基础

上, 为了妥善起见, 于2010 年趁镇海炼化公司轨道衡大修之际, 国家轨道衡计量站又一次进行了检定, 图10 就是其中偏载性能检定。当检定分度值为20kg 时, 检定结果达到了JJG781-2002《数字指示轨道衡》全部的计量要求, 这样国家轨道衡计量站将这种检定方法写入了JJF1333-2012《数字指示轨道衡型式评价大纲》<sup>[6]</sup> 中。



图10 采用砝码小车进行偏载性能检定

#### 4 结束语

(1) 我们在安装结束第一台多承载器数字指示轨道衡后,发现还有一些问题应进一步研究和改进。例如承载器长度的选择问题,常用罐车车辆的全轴距在9m左右,敞车车辆的全轴距在10.5m左右,棚车车辆的全轴距在13m左右,而目前我们知道的加长液化气罐车车辆的全轴距在14.7m左右,根据前面所述应考虑几种因素,作为多承载器数字指示轨道衡的最佳(A+B)承载器长度分别为11.5m+4.5m。让常用罐车车辆和敞车车辆在11.5m承载器上称量,并有1m左右的裕量。让棚车车辆和加长液化气罐车车辆在(11.5m+4.5m)承载器上称量,至少也有1m左右的裕量。

(2) R76 国际建议的4.11 条<sup>[5]</sup>规定:不同承载器载荷传递装置和不同载荷测量装置的选择(和切换)装置必须具有“空载的补偿”“置零”“称量的不可能性”和“组合使用的可识别性”四种功能。作为多承载器的数字指示轨道衡最佳组合方案,也是一台由多承载器和多称重仪表组合的衡器产品,所以在计算机内通过软件必须能够做到这些功能要求,否则将会在使用中出现问题。

(3) 如果按照方案二实施,对于用户来讲,由于这个多承载器数字指示轨道衡分别是由一台长13m和长18m组合而成的,可能需要按照检定两台轨道衡的费用支付。

(4) 由于此台多承载器数字指示轨道衡是用于

称量包括液化气罐车在内的货物车辆,所以设计时必须考虑各种不同使用场合的防爆问题,各种模块必须有防爆产品制造许可证,现场安装时也必须按照各种不同使用场合的防爆要求实施。

#### 参考文献

- [1] ISO9001-2016《质量管理体系》标准[S].
- [2] 葛立美主编 国产铁路货车[J] 中国铁路出版社.
- [3] 沈立人 数字指示轨道衡选用称重传感器的思考[C] 第20届称重技术研讨会论文集.
- [4] GB/T15561-1995《静态指示轨道衡》[S].
- [5] OIML R76-1《非自动衡器》国际建议[S].
- [6] JJF1333-2012《数字指示轨道衡型式评价大纲》[S].

**作者简介:** 沈立人 1947 年出生,高级工程师,原山东金钟科技集团股份有限公司员工。1968 年参加工作,在金钟公司从事各种机械衡器和电子衡器设计、制造、标准和规程编写等工作50 余年。曾主持公司汽车衡、轨道衡、台案秤、多种自动电子衡器的设计与生产、安装、检定工作;研发并申报了多项专利技术;参加了目前衡器行业全部产品标准、计量检定规程、型式评价大纲的编写和审定工作;主持制修订多种电子衡器标准;参加中国衡器协会组织的《衡器实用技术手册》、《衡器装配调试工》培训教材;在国内相关计量技术的杂志上发表了百余篇论文。