

# 自动轨道衡承载机构的发展及现状

铁道部标准计量研究所 姜会增 冯化中 芮一飞

**【摘要】** 自动轨道衡（原称：动态称量轨道衡），是合铁道线路、机械制造、电子技术和计算机等技术为一体的科技产品。自动轨道衡的承载机构包含铁道工程和机械工程两部分。本文归纳了轨道衡承载机构的多种形式及结构，介绍了目前的不断轨自动轨道衡承载机构。

**【关键词】** 自动轨道衡；轨道衡承载机构；动态称量

## 一、引言

自动轨道衡（原称：动态称量轨道衡）自上世纪八十年代在我国快速地发展以来，大致经历了基础、秤台、传感器、称重仪表、称重软件等的发展和变化。其中基础、线路、承载机构、传感器的发展和变化是伴随着用户需求和轨道衡自身技术的变化而发展的。其主要表现在深基坑、浅基坑、无基坑等的发展变化；高称重梁、矮称重梁等的发展变化；单一柱式重力传感器、剪力和重力组合式传感器系统、板式传感器等的发展和变化。在线路方面；整体道床的设计、施工、安装全部采用了铁道标准及铁标扣件。当前自动轨道衡承载机构的一个重要发展方向是从断轨向不断轨结构发展。

## 二、自动轨道衡的承载机构相关术语

自动轨道衡：按预定程序对行进中的铁路货车进行称量，具有对称量数据进行处理、判断、指示和打印等功能的一种自动衡器（引自 GB/T14250-2008）。

轨道衡的的承载机构：是承受被称量车辆及其所载货物重量的装置。它是承载车辆及所装载货物重量的重要部件，要求它能将承受的重量准确地传递给称重传感器。

## 三、自动轨道衡的承载机构形式的发展

目前，自动轨道衡承载机构形式如下图 1 所示。

早期的自动轨道衡的承载机构大致由：引线轨及引轨线路整体道床、秤梁轨、秤梁系统、传感器系统、过渡系统、限位系统等组成。

引线轨：在动态轨道衡秤梁两端延伸至与一般铁路轨相连的一段钢轨。引线轨的要求为：平直、刚性好，常规引线轨长度大于 4000m。为使被称车辆经过衡体时不产生新的振动，而原有的振动和摇摆又应得到足够的衰减。引线轨通常安装在刚性较大的整体道床上。整体道床大于 25000m。

秤梁轨：指安装在秤梁上的钢轨。一般为 43 轨、50 轨及 60 轨，某些轨道衡产品为了提高秤梁稳定性使用了 AT 轨。因过渡器等原因秤梁轨需进行机械加工。秤梁轨长度为：3800mm。

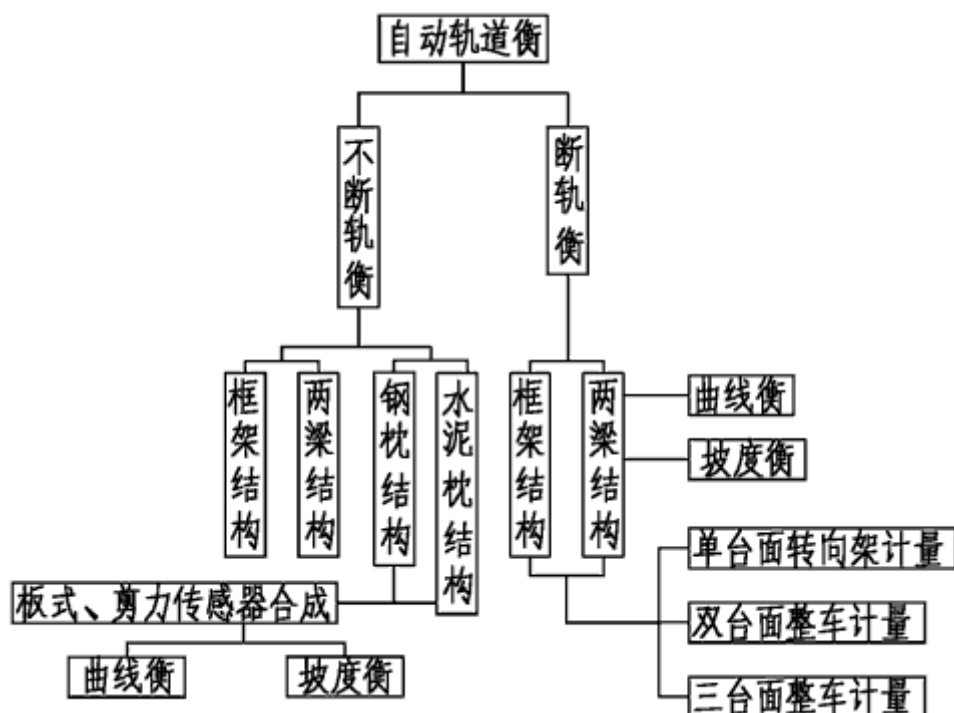


图 1 轨道衡的承载机构的发展及现状

秤梁系统：承受被称车辆及其所载货物重量的主要装置。在称量过程中，被称量车辆及其所载货物的重量，首先作用在秤梁轨和秤梁上，通过秤梁系统将其重力传递给传感器系统。秤梁系统由秤梁、秤梁联结部件、扣轨部件三部分组成。秤梁的联结部件是指两秤梁之间的联结形式及零部件。自动轨道衡两秤梁间的联结形式有刚性联结、半刚性联结和独立秤梁三种形式。刚性联结形式为以横梁用焊接或栓接两秤梁，两秤梁为刚性结构。半刚性联结基本上有抗扭板、力矩臂两种形式。半刚性联结的原理是：两秤梁横向相对约束，纵向柔性联接。抗扭板的垂直刚度很大，通过四根高强度螺栓把两片梁联结在一起，可以承受列车的通过时对秤梁产生的扭转力矩，从而使秤梁保持稳定。而在沿秤梁的纵向方向抗扭板的刚度又很小，约为垂直刚度的千分之一，这样就基本上不影响秤台的纵向约束。力矩臂的原理为四连杆机构。独立秤梁联结采用两秤梁分别限位的独立结构。秤梁系统的扣轨方式是指秤梁轨与秤梁的联接方式。目前采用弹条扣件。弹条扣件的引用标准为：TB1495.1。秤梁长度为：3800mm。

传感器系统：将重量信号转换成电信号的重要部件。它由上压板、压头、传感器（支柱）、下底板组成。上压板是固定秤梁与压头联接件，其材料为 Q235。压头是传感器与上压板的过渡件，其材料 40Gr，经调质处理。下压板是传感器系统的固定件，其材料为 Q235。

过渡系统：秤台秤梁轨和引线轨的连接部件，其作用是减少钢轨间接头冲击所引起的振动。车轮突然进入及退出称量秤台的冲击是激发称重系统误差的主要因素，在自动轨道衡上设置过渡系统的目的是要缓和这个冲击，减少传感器输出信号的波动分量，为提高动态称量准确度打下基础。过渡系统有随动式和固定式两种。其中固定式有悬臂式、45 度式和阶梯式三种形式（见图 2、图 3、

图 4)。



图 2 随动式过渡系统

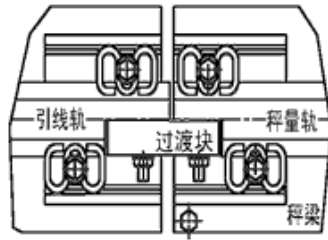


图 3 随动式过渡系统示意图



图 4 45 度式过渡系统

限位系统：对轨道衡称重秤台的约束，以克服因粘着力所引起的纵向位移和因车辆蛇形运动所引起的横向位移，同时在保证计量准确度和行车安全方面起着重要作用。限位系统由横向限位器及纵向限位器组成。横向限位器用于克服秤台所受的横向力。而纵向限位器用于克服秤台所受的纵向力。限位系统有拉杆式、球顶式、及垫片式三种形式。拉杆式限位器由拉杆头、正反扣拉杆、正反扣螺母、锁定垫片、限位器座等零件组成。球顶式限位器主要用于独立秤梁结构（见图 5、图 6、图 7）。



图 5 球顶式限位系统



图 6 拉杆式限位系统

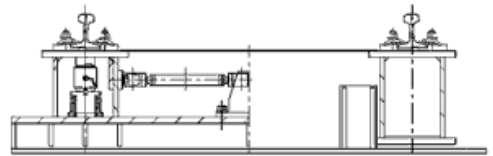


图 7 限位系统示意图

早期的自动轨道衡采用深基坑形式，整体道床采用深沟和承轨块结构。称重梁高 600mm（见图 8、图 9）。



图 8 早期的自动轨道衡衡体和整体道床

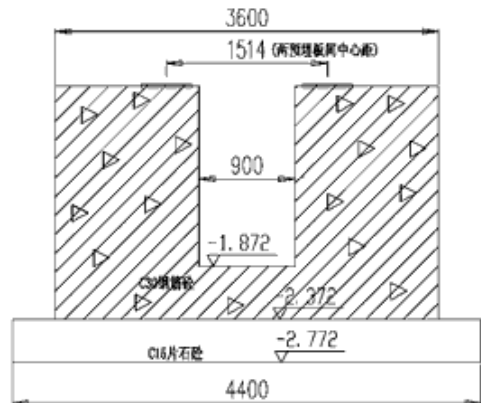


图 9 早期的自动轨道衡整体道床施工图

上世纪 70 年代，以 80 系列秤体为主要产品（见图 10、图 11）。

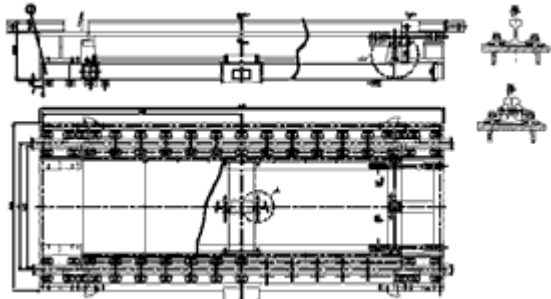


图 10 80 系列秤体总图



图 11 80 系列秤体安装图片

上世纪 80 年代，铁道线路技术广泛应用于自动轨道衡承载机构的设计、施工中，诞生了无基坑轨道衡，它为日后轨道衡的快速发展奠定了基础（见图 12、图 13、图 14、图 15）。



图 12 80 年代，无基坑自动轨道衡（断轨两片梁结构）

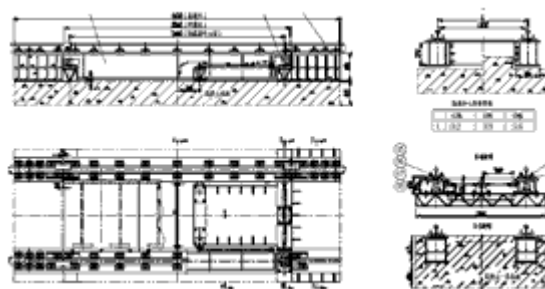


图 13 无基坑自动轨道衡总图



图 14 无基坑自动轨道衡整体道床施工图

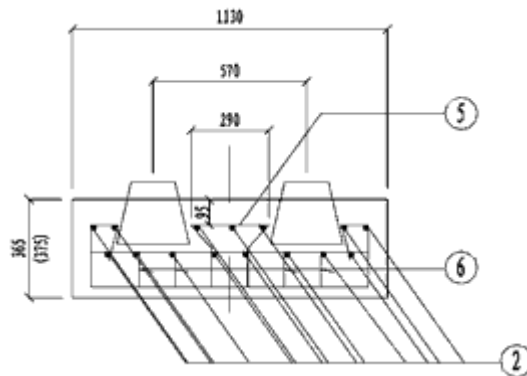


图 15 无基坑自动轨道衡整体道床图

上世纪 90 年代初出现了不断轨自动轨道衡。90 年代后期随着剪力传感器和重力传感器的组合使用，不断轨自动轨道衡有了长足发展。伴随着传感器技术和计算机技术突飞猛进的发展，在轨



道衡测量区的连续钢轨轨腰上安装剪力传感器，通过计算机“虚拟”出断轨结构，合成、采集成传统的计量波形（见图 16、图 17、图 18、图 19、图 20、图 21）。



图 16 90 年代初，不断轨自动轨道衡（柱式传感器）



图 17 90 年代后期，剪力传感器和重力（柱式）传感器合成不断轨有承载梁自动轨道衡



图 18 剪力传感器和重力（板式）传感器合成不断轨钢枕式无承载梁自动轨道衡图片



图 19 安装钱江剪力和板式传感器时的图片



图 20 混凝土枕式不断轨自动轨道衡图片



图 21 不断轨钢枕式曲线自动轨道衡图片

#### 四、不断轨自动轨道衡的承载机构

不断轨自动轨道衡以其行车平稳、计量快速等优势深受用户赏识。它分为两类；一类是有承载梁，使用柱式传感器的不断轨自动轨道衡；另一类是无承载梁，使用板式传感器的不断轨自动轨道衡。

有承载梁；使用柱式传感器的不断轨自动轨道衡由测量轨、轨下秤梁、横向限位器、纵向限位器、剪力传感器、柱式传感器、衡器基础、穿引线管和接线盒、称重数据采集仪、称重软件等部件组成。

无承载梁，使用板式传感器不断轨自动轨道衡由测量轨、轨下构件、剪力传感器、板式传感器、衡器基础、穿引线管和接线盒、称重数据采集仪、称重软件等部件组成。

伴随轨道衡承载机构的发展、更新。原来的“引线轨、秤梁轨、称重梁”被“测量区钢轨”取代。随之“过渡器”消失了。在采用板式传感器的自动轨道衡中“限位器”变更为安装结构的“轨下构件”，等等……

建议补充以下术语：

1、不断轨自动轨道衡：安装轨道衡时列车走行轨不切断，衡体结构与轨道结构之间不设过渡器。按预定程序对行进中的铁路货车进行称量，具有对称量数据进行处理、判断、指示和打印等功能的一种自动衡器。

2、剪力传感器：测量弹性体的剪力信号来获取外力数值的传感器，而轨道用剪力传感器则把钢轨作为弹性体的扩大部分，直接测量轮载引起的钢轨剪力变化的传感器。

3、板式传感器：直接测量轨道荷载的专用传感器，直接安装在钢轨和轨下基础之间，根据需要，可设计成不同的承轨形式。

## 五、结束语

经过几代人的辛勤劳动，轨道衡承载机构有了长足进展，呈现出繁荣的局面。在今后工作中应在 3 个方面进一步加强。

1、政府计量技术机构及时发布、更新的标准、规程，为技术发展路线提供法规保证。

2、社会公用计量技术性能鉴定机构及时更新技术规范，为计量器具生产厂家和用户的技术依据。

3、计量器具生产厂家实施标准化、模块化产品设计、生产，满足日益增长的用户需求。

## 作者简介

姜会增 铁道部标准计量研究所 副研究员 从事轨道计量工作多年，发表多篇论文。

联系电话：010-51849234 13701050657

冯化中 铁道部标准计量研究所 高级工程师 从事轨道计量工作多年，发表多篇论文。

联系电话：010-51874529 13901169974

芮一飞 铁道部标准计量研究所 高级工程师 从事轨道计量工作多年，发表多篇论文。

联系电话：010-62230519 13601077442

联系地址：北京市海淀区大柳树路 2 号铁道部标准计量研究所 邮政编码：100081