标准轨道衡运用管理平台设计与实现

□王佳兴[1]　梁宇腾[1]　严雪荷[2]　许淏[2]　梁巍[1]

1. 国家轨道衡计量站　2. 中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所

【摘　要】以标准轨道衡的核心运用场景为导向，以标准轨道衡运用计量数据为基础，遵循“数据采集-数据存储-数据管理”的全链条计量数据应用逻辑，设计并实现标准轨道衡运用管理平台。该平台具备标准轨道衡、检定轨道衡检衡车检定相关数据的实时采集与可视化展示功能，可从时间分布、车型车号、重量区间、设备归属等多维度关键信息切入，实现对标准轨道衡运用状态的动态精准管控。该管理平台为设备维护保养计划制定、量值传递准确可靠提供数据支撑，为标准轨道衡的智能化、规范化、全生命周期运用管理奠定了技术基础。

【关键词】标准轨道衡；运用管理平台；运用管理生命周期

文献标识码：A　　**文章编号：**1003-1870（2026）05-0009-04

Design and Implementation of Application Management Platform for Standard Rail Weighbridges

【Abstract】Guided by the core application scenarios of standard rail weighbridges and based on the measurement data from their use, a full-chain measurement data application logic of "data collection-data storage-data management" is followed to design and implement the application management platform for standard rail weighbridges. The platform possesses real-time collection and visual display functions for data related to standard rail weighbridge verification. It can dynamically and precisely control the application status of standard rail weighbridges by starting from multi-dimensional key information such as time distribution, vehicle model and number, weight range, and equipment ownership. The management platform provides data support for the formulation of equipment maintenance schedules and the accurate and reliable transmission of values, laying a technical foundation for realizing intelligent, standardized, and full-life application management of standard rail weighbridges.

【Keywords】standard rail weighbridge; Application management platform; Application management lifecycle

引言

轨道衡计量是铁路货运体系中的关键环节之一，而标准轨道衡作为最高计量标准器，通过量值传递保障全国3000余台轨道衡量值准确统一，为铁路货运安全高效开展、贸易结算公平公正提供计量保障，是推动社会经济高质量发展的重要基石。我国现行第三代12m标准轨道衡为全国唯一在用设备，其独特性与不可替代性，对运用管理的科学性、精准性提出了更高要求，直接关系到计量的准确性、稳定性和持续性。

近年来，国内学者围绕标准轨道衡的技术优化、平台开发开展了系列研究，例如彭冲[1]等人开

基金资助：中国铁道科学研究院集团有限公司基金(2024YJ308)。

发的标准轨道衡检定数据处理系统，实现了检定数据的处理、提取及检定证书的自动化生成。段小军[2]研发的安全控制系统，完善了应用标准轨道衡开展轨道衡检衡车检定时的现场监控，但现有研究多集中于单一功能模块的优化，对标准轨道衡的运用管理，以及运用过程中产生的计量数据还缺乏系统性研究。目前，轨道衡检衡车保有量已超100 台，标准轨道衡年运用频次突破300 次且持续增长[3]，对高频次运用下的状态监控、数据追溯及维护调度需求日益凸显。同时，JJG 444–2023《标准轨道衡》新检定规程的实施，对运理的流程规范性、数据完整性提出了更为严格的要求[4,5]，亟需构建数字化管理平台予以适配。

本文聚焦标准轨道衡运用管理的实际需求，设计并实现一套运用管理平台。平台针对核心运用场景的业务流程，通过数字化手段实现运用状态的实时监控，完成计量数据的存储、分析及多维度可视化呈现，从而为标准轨道衡的维护决策提供智能支撑，保障其计量性能稳定可靠。

1　标准轨道衡运用管理情况

标准轨道衡由机械部分和软件控制部分组成，采用机电一体化技术，核心部件包括三级杠杆、刀子刀承、标准平衡砝码组、液压休止机构、传感器、仪表等。通过三级杠杆（最终杠杆比可达500:1）配合减码机构控制标准平衡砝码自动减码，结合精测仪表实现大载荷的精准计量[6]。

根据JJG 444–2023《标准轨道衡检定规程》、JJG 567–2012《轨道衡检衡车检定规程》及相关学者研究[3–4,7]，标准轨道衡的运用场景包括：采用标准轨道衡检定轨道衡检衡车、标准轨道衡的周期检定、标准轨道衡的期间核查。其中，标准轨道衡的周期检定频次为一年一次，期间核查频次根据相关程序文件规定通常也为一年一次，而运用标准轨道衡检定轨道衡检衡车的频次则取决于检衡车数量。根据《轨道衡检衡车检定规程》要求，开展检定时，调量前后均需使用标准轨道衡称量。

为进一步量化对比三种运用场景的运用频次，本文对近4 年（2022–2025 年）的标准轨道衡检定轨道衡检衡车的运用频次进行了统计分析（见图1）。数据显示近4 年应用标准轨道衡检定轨道衡检衡车的运用频次均接近或超过300 次，且呈现奇数年运用频次高于偶数年的特征，这一现象是由不同车型的检定周期差异导致（如T6DK 型动态检衡车的检定周期为18 个月）。自2023 年起，运用标准轨道衡检定轨道衡检衡车的运用频次占比标准轨道衡的各运用场景的总运用频次的比例已经超过99%。未来随着检衡车数量的增加，总运用频次和该运用频次占比也将进一步增加。因此，本文将运用标准轨道衡检定轨道衡检衡车定义为标准轨道衡的核心运用场景，并着重对该运用场景开展后续运用管理的研究。

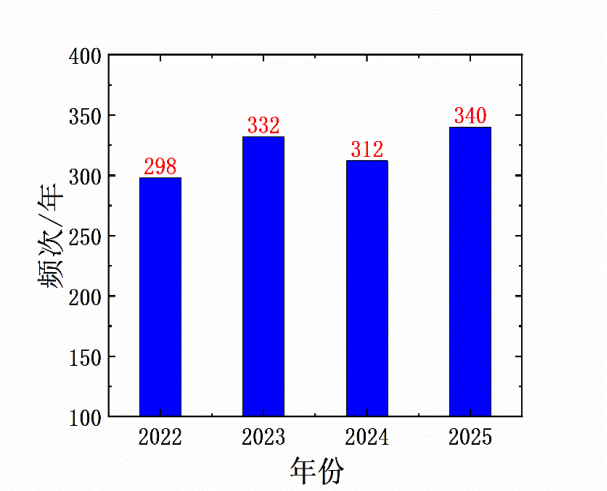


图1　2022年–2025年标准轨道衡检定轨道衡检衡车的运用频次

2　标准轨道衡运用管理平台设计及实现

2.1　标准轨道衡运用管理平台设计

本平台以标准轨道衡的核心运用场景（采用标准轨道衡检定轨道衡检衡车）为导向，旨在实现以下功能：

（1）实时读取并存储标准轨道衡检定轨道衡检衡车的检定数据及其他相关计量数据。

（2）实时展示已完成检定的轨道衡检衡车的检定时间、车号、检定结果等关键信息。

（3）识别分析检定数据，统计轨道衡检衡车总数、检定总次数（即核心场景下的标准轨道衡运用频次），并按检衡车归属细分总站及各分站的检定车辆数、检定次数。

（4）从时间、车型、重量等维度汇总分析运用信息，实现对标准轨道衡运用状态的动态精准管

控，并支持根据关键信息设置预警提醒。

（5）提供可视化展示功能，可根据运用管理需求灵活修改页面功能、调整布局。

2.2　标准轨道衡运用管理平台架构

根据上述设计需求，标准轨道衡运用管理平台架构分为表示层、业务逻辑层、数据层[8]，各层功能与技术栈如下：

表示层：浏览器展示界面。系统界面现规划分为8个板块，用于提供用户访问标准轨道衡运用管理平台和查询运用管理平台信息。

业务逻辑层：用于提供前端访问后端的接口，对运用管理平台所有业务进行封装，如查询检衡车数量、检衡车检定次数、最新检定信息等业务。

数据层：用于直接对接数据库，为业务逻辑层提供所需查询的相关数据，如查询检衡车检定数据、车型车号数据等。

表示层、业务逻辑层和数据层采用的技术栈如图2所示，分层设计实现了高内聚低耦合，便于系统开发、维护与扩展。

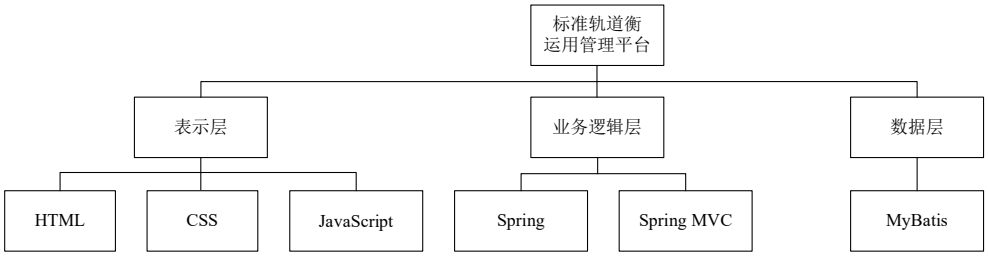


图2　标准轨道衡运用管理平台的分层设计

表示层采用HTML、CSS、JavaScript：HTML定义网页内容结构，CSS控制网页样式与布局，JavaScript实现网页交互行为与动态效果。

业务逻辑层采用了Spring、Spring MVC框架[9]：Spring是框架的核心，负责创建和管理应用程序中各个对象的生命周期和配置。Spring MVC负责处理用户请求与视图管理。本系统主要分为Controller层与Service层：Controller层负责处理用户请求，Service层负责封装和实现具体的业务逻辑。

数据层即DAO层，由MyBatis框架实现：MyBatis可高效、灵活地操作数据库，从而将业务实体与数据库表联系起来，执行具体的SQL语句，并完成数据的持久化操作。

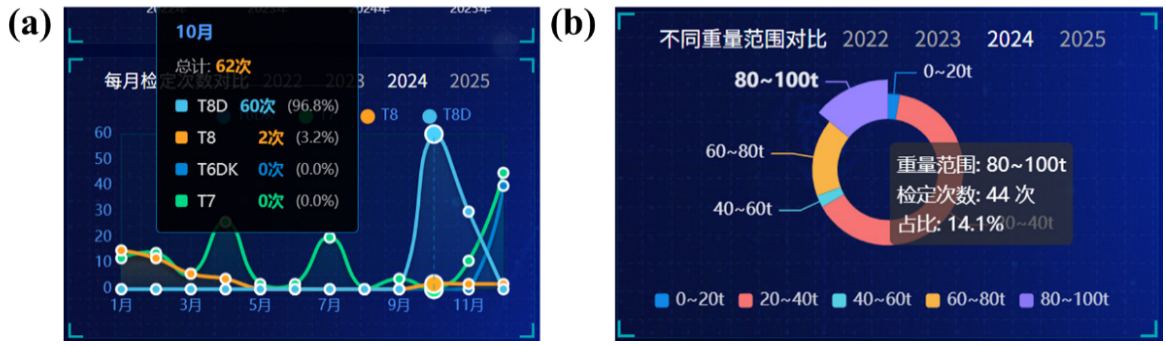
2.3　标准轨道衡运用管理平台功能



图3　标准轨道衡运用管理平台可视化界面

标准轨道衡运用管理平台可视化界面包含8 个核心板块（见图3），分别展示：检衡车数量及检衡车检定总次数、总站及各分站的检衡车数量与检定次数、2022–2025 年检定次数、2022–2025 年每个月的检定次数、2022–2025 年不同重量范围的检衡车检定频次对比、检衡车不同车型占比、2022–2025 年不同检衡车检定次数、即时检定信息。可直观、实时呈现 2022–2025 年度标准轨道衡运用管理核心信息及检定轨道衡检衡车场景的基础数据。

平台支持运用管理信息的多维度展示（见图4）。图4（a）从时间（细化至月）、车型维度展示 2024 年平台运用信息：10 月运用频次最高，达62次，其中检定T8D 型动态检衡车的频次占该月总频次的96.8%；图4（b）从时间、被检检衡车重量维度展示相关信息：2024 年运用标准轨道衡称量 80t~100t 重车的次数为44 次，占总运用频次的14.1%。计量管理人员可以根据该平台直观掌握标准轨道衡运用管理情况，据此制定维护保养和期间核查计划，并结合数据变化规律预测未来运用频次，对于运用频次较高的月份，可合理增加维护保养与期间核查次数。此外，计量管理人员可以综合考量短时间内多次运用标准轨道衡称量重车的情况，着重加强设备状态监控。此外，平台具备预警提示功能，当短时间内运用频次过高，或运用频次变化趋势与历史规律差异较大时，将通过监控界面声光告警等方式及时提醒，确保计量管理人员能快速响应，并对标准轨道衡的运用管理情况进行确认，以保障标准轨道衡计量性能准确稳定，延长使用寿命。



(a) 对不同月份　　(b) 对不同重量范围

图4　2024年标准轨道衡检定轨道衡检衡车的运用频次

3　结语

标准轨道衡作为铁路货运计量体系的核心计量标准器，其量值传递的准确性、设备运行状态的稳定性，直接影响全国轨道衡量值统一、贸易结算公平及铁路运输安全。本文立足标准轨道衡运用管理实际需求，针对以检定轨道衡检衡车为核心的高频运用场景，构建了覆盖数据采集、存储、分析、可视化的全链条运用管理平台，通过多维度数据挖掘与动态监控，实现了对设备运行状态的精准管控。该平台为标准轨道衡的系统性运用管理提供了数字化支持，为延长设备使用寿命、实现标准轨道衡运维的生命周期智能化管理奠定了技术基础。

参考文献

[1] 彭冲, 段小军, 何蕾等. 标准轨道衡管理系统设计与实现[J]. 衡器,2023,52(08):19−24.

[2] 段小军.12m 标准轨道衡检定作业安全控制系统研究[J]. 铁道技术监督,2014,42(12):28−30.

[3] 王佳兴, 彭冲, 赵小康等. 静态机车车辆称重台测量结果不确定度评定[J]. 铁道技术监督,2023,51(05):66−69.

[4] JJG 444−2023 标准轨道衡检定规程[S].

[5] 彭冲, 段小军. 解析JJG 444−2023《标准轨道衡检定规程》[J]. 铁道技术监督,2024,52(03):14−18.

（下转第31 页）

[6] 安爱民, 段小军, 高长律等. 我国轨道衡量值传递和溯源系统[J]. 铁道技术监督,2017,45(01):13-16.

[7] JJG 567-2012 轨道衡检衡车[S].

[8] 彭冲, 李学宝, 安爱民等. 轨道衡检定证书管理系统设计与实现[J]. 铁道技术监督,2019,47(09):10-13..

[9] 曹华山.SSM 框架在Web 应用开发中的设计与实现[J]. 无线互联科技,2021,18(11):108-109.

作者简介

王佳兴（1996—），男，国家轨道衡计量站，工程师，硕士研究生。从事轨道衡计量工作。