

标准超偏载检测装置检定管理系统设计与实现

彭冲 李学宝 安爱民 段小军（国家轨道衡计量站 北京市 100081）

【摘要】 为提高标准超偏载检测装置对超偏载装置计量车的检定效率，设计了标准超偏载检测装置检定管理系统。检定管理系统可以对标准超偏载检测装置输送的数据进行自动计算分析，还可以自动出具检定记录和检定证书，减少手工计算误差出错的概率，大大提高检定效率。

【关键词】 标准超偏载检测装置；超偏载装置计量车；检定管理系统

1. 概述

标准超偏载检测装置由 8 个独立称重单元、过渡区及计算机组成，每个称重单元由称重台面、称重传感器、称重指示器构成，用于同时静态称量超偏载装置计量车（以下简称计量车）的轮重，最终得出偏重差、转向架重心偏离量及整车重心偏离量。计量车经标准超偏载检测装置称量和计算得到相应的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等技术参数的参考值，可以对铁道货车超偏载检测装置（以下简称超偏载检测装置）进行检定，从而确保超偏载检测装置的检测量值准确可靠，对保障铁路货运安全起到重要作用。超偏载检测装置、计量车和标准超偏载检测装置的关系如图 1 所示。

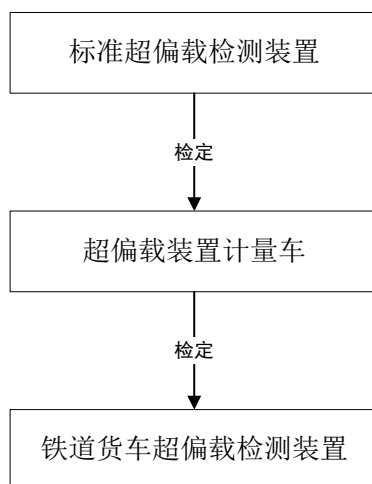


图 1 关系图

标准超偏载检测装置对计量车超偏载装置计量车进行检定时，涉及到的数据较多，计算量较大，影响检定效率，并且历史的检定记录和证书查找也不方便。而本文介绍的标准超偏载检测装置检定管理系统（以下简称检定管理系统）可以很好的解决上述问题，该系统可以对标准超偏载检测装置输送的数据进行自动计算分析，从而得到被检计量车的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等数据，减少手工计算误差出错的概率，大大提高检定效率。使用检定管理系统还可以自动出具检定记录和检定证书，并将涉及到的数据存在数据库中方便以后查询。

2. 系统需求分析

2.1 功能性需求

检定管理系统主要目标是可以对标准超偏载检测装置输送的数据进行自动计算分析，可以自动出具检定记录和检定证书，可以查询历史检定记录和检定证书。检定管理系统满足的功能需求主要有以下几点：

- (1) 用户管理，可以对使用系统的用户进行管理。
- (2) 权限管理，有不同的角色的用户需要使用此系统，因此必须有完善的权限管理功能，使得不同的角色有不同的权限。
- (3) 检定管理，对标准超偏载检测装置输送的数据进行自动计算分析，得到相应的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等技术参数的参考值，允许检定员输入与检定相关的其他信息，然后自动出具检定记录和检定证书。

- (4) 检定记录和检定证书管理，可以查询和打印历史检定记录和检定证书。

2.2 非功能性需求

检定管理系统采用 C/S 架构，需要满足响应速度、易用性和可靠性。

- (1) 响应速度。由于采用 C/S 架构，用户通过电脑进行相关操作，数据输入端是标准超偏载检测装置传数，系统对于用户操作的响应时间必须满足实时性要求，响应时间小于 3s。
- (2) 易用性。系统须提供一个操作简单、界面友好、简洁易用的平台。
- (3) 可维护性，通过将各功能需求模块进行合理划分，满足系统开发人员对系统进行二次开发，快速迭代升级满足业务需求。

3. 系统设计

3.1 系统总体设计

3.1.1 系统功能模块设计

本系统分为三大功能模块，如图 2 所示。

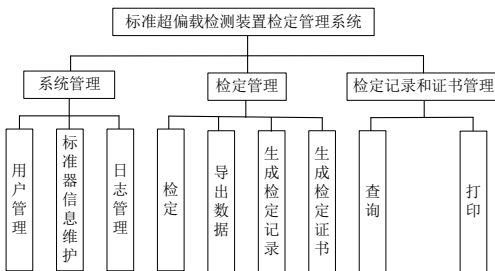


图 2 软件功能模块图

（1）系统管理模块

主要包括用户管理、标准器信息维护、日志管理等功能。用户管理功能，主要是对系统用户进行管理包括增加新用户，修改用户信息，查看用户信息、删除不用的账号和为用户分配权限。标准器信息维护功能，主要是对检定过程中涉及到的标准超偏载检测装置、标准轨道衡和机车车辆轮对内矩尺等标准器的基本信息进行维护，对最终出具的检定证书提供基本信息。拥有日志管理权限的人员，可以查看用户的操作记录。

（2）检定管理模块

主要包括检定、导出数据、生成检定记录和生成检定证书等功能。检定功能，可以将用户录入的车型、车号、检定员、设偏次数、检定日期、厂修期、段修期、设偏前配重块布局情况和设偏后配重块布局情况等信息，以及计算和分析得来的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等技术参数的参考值进行保存，为后续生成检定记录和检定证书提供数据支撑。导出数据功能，将计量车称量信息导出到 Excel 中，方便以后查看。生成检定记录功能，依据检定功能保存的数据，按设计的格式生成检定记录，支持打印和保存成 Word 版检定记录。生成检定证书功能，依据检定功能保存的数据，按设计的格式生成检定证书，支持打印和保存成 Word 版检定证书。

（3）检定记录和证书管理模块

主要包括查询和打印等功能。用户可以按检定日期时间段查询该段时间段内的检定信息，用户可以双击某条记录或点击“详细信息”按钮查看具体某条记录的检定记录和检定证书，支持打印查询到的检定记录和检定证书。

3.1.2 数据库设计

检定管理系统使用 MySQL 数据库，数据库主要包括用户信息、标准器信息、用户操作记录、检定记录信息和系统基本数据等内容，数据库列表见表 1 所示。

表 1 数据库列表

表名	记录内容
用户表	用户基本信息
标准超偏载检测装置信息表	标准超偏载检测装置基本信息
标准轨道衡信息表	标准轨道衡基本信息
机车车辆轮对内矩尺信息表	机车车辆轮对内矩尺基本信息
超偏载装置计里车检定记录表	超偏载装置计里车检定涉及到的信息
配重块布局信息表	计里车配重块布局信息
系统基本数据表	车型、车号等信息
日志表	用户操作记录信息

3.1.3 安全设计

本系统需要满足安全性要求，所以在以下几个方面加强系统安全性：

（1）用户认证

系统采用用户名 + 密码 + MAC 地址方式验证用户身份。

（2）日志与操作记录管理

系统可以记录每一个用户的登录信息，以及用户进入系统后的每一步操作，便于发现异常操作后，追踪到用户。

3.2 系统管理模块

3.2.1 用户管理

拥有用户管理权限的人员对系统用户进行管理，包括对系统用户进行添加，删除，修改，条件查询等操作。用户忘记密码之后，可以让管理员重置为默认密码。

（1）新建用户

拥有此权限的管理者可以新建用户。

（2）修改

此功能模块用于修改用户信息，拥有此权限的管理者可以修改用户信息。

（3）取消

拥有此权限的管理者可以取消（逻辑删除）管理范围内的用户信息，改变（是否允许登录）字段的当前状态。

当字段（是否允许登录）为“是”代表此帐号允许登录、为“否”代表此帐号不允许登录。

（4）删除（物理删除）

拥有此权限的管理者可以删除（物理删除）管理范围内的用户信息。

（5）高级查询

按照字段用户名、姓名、人员类型等查询。

（6）用户有效期限

拥有此权限的管理者可以添加临时账户，可以给临时账户设置有效期，有效期默认为永久。

当系统临时账户有效期到期时，该账户不允许登录系统。

3.2.2 标准器基本信息维护

计量车的检定涉及到标准超偏载检测装置、标准轨道衡和机车车辆轮对内矩尺三个标准器，最终生成的检定记录和检定证书需要三个标准器的名称，检定证书号等基本信息，这些信息中有需要动态变化的信息。拥有此权限的用户，可以动态变更三个标准器的基本信息。

3.2.3 日志管理

从用户登录开始，记录用户在系统中的每一步操作。拥有日志管理权限的人员，可以查看所有用户的操作记录。

3.3 检定管理模块

3.3.1 检定

检定功能是本系统的核心功能，本文设计了操作员在进行计量车检定时的操作流程如图3所示。

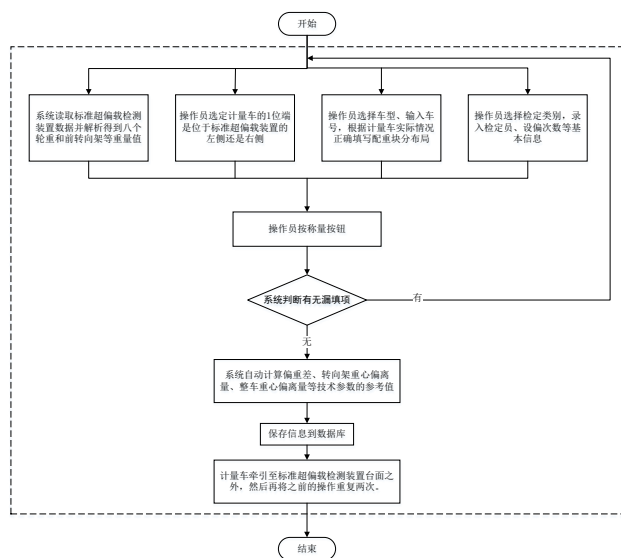


图3 计量车检定操作流程

(1) 计量车被牵引至标准超偏载检测装置上，系统自动读取传来的数据并解析，得到计量车八个轮重和前转向架、后转向架、前转向架左侧、前转向架右侧、后转向架左侧、后转向架右侧、整车左侧、整车右侧重量值等重量值。

(2) 操作员选定1位于标准超偏载检测装置的左侧还是右侧。1位、2位示意图见图4。1位为前转向架，2位为后转向架，面向1位，左手方向为左侧，右手方向为右侧。

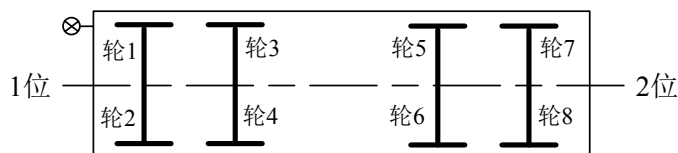


图4 超偏载装置计量车1位、2位示意图

(3) 操作员选择计量车车型并输入车号，系统自动显示相应的配重块布局图，操作员填写配重块设偏前和设偏后的布局情况，配重块空缺位置用“/”。

(4) 操作人员选择检定类别，录入检定员、设偏次数、检定日期、厂修期、段修期，总重，车辆轮对内距等信息。

(5) 操作人员按称量按钮，系统判断有无漏填信息，如果有漏填项则系统提示漏填的具体项目，

如果没有漏填项则系统根据计量车的 1 位端的位置，前转向架、后转向架、前转向架左侧、前转向架右侧、后转向架左侧、后转向架右侧、整车左侧、整车右侧重量值等数值，以及计量车轮对内距计算偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等技术参数的参考值。重复测量 3 次，取平均值作为该点测量值。计算模型如下。

$$\text{转向架偏重差 } m = m_Q - M_H \quad (1)$$

$$\text{前转向架重心偏离量 } r_Q = \frac{m_{QL} - m_{QR}}{m_{QL} + m_{QR}} \times \frac{L}{2} \quad (2)$$

$$\text{后转向架重心偏离量 } r_H = \frac{m_{HL} - m_{HR}}{m_{HL} + m_{HR}} \times \frac{L}{2} \quad (3)$$

$$\text{整车重心偏离量 } r = \frac{m_{ZL} - m_{ZR}}{m_{ZL} + m_{ZR}} \times \frac{L}{2} \quad (4)$$

式中： m_{QL} —前转向架左侧称量值（kg）；

m_{QR} —前转向架右侧称量值（kg）；

m_{HL} —后转向架左侧称量值（kg）；

m_{HR} —后转向架右侧称量值（kg）；

m_{ZL} —整车左侧称量值（kg）；

m_{ZR} —整车右侧称量值（kg）；

L —同轴两车轮踏面基点之间的距离（mm）， $L = \text{轮缘内测距离} + 140$ 。

系统自动将转向架重心偏离量、整车重心偏离量修约至 1mm。

（6）系统将车型、车号、计量车 1 位所处位置、检定类别、设偏次数、检定员、检定日期、厂修期、段修期、配重块布局设偏前后的情况、后转向架、前转向架左侧、前转向架右侧、后转向架左侧、后转向架右侧、整车左侧、整车右侧重量值、偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量、总重、车辆轮对内距等信息保存到数据库。

（7）计量车检定规程要求，重复测量 3 次，取平均值作为测量值。为了最终生成检定记录和检定证书，在称量一次后，再完成两次称量，并将称量数据保存到数据库中。

考虑到有的计量车只需要总重的重量值，当用户选择仅总重时，此时系统自动使设偏次数、配重块布局图、车辆轮对内矩填写框变为不可输入，此时操作员只需要选择检定类别，录入检定员、检定日期、厂修期、段修期，总重等信息，即可按称量按钮保存所有信息。

3.3.2 导出数据

设计存放计量车称重信息的 Excel 模板，在程序中写好操作 Excel 的方法，将数据库中保存的信息导出为 Excel 文件。

3.3.3 生成检定记录

计量车称量数据保存之后，称量界面的下方会显示刚刚称量的数据。在所有的检定工作都完成后，操作员双击刚刚保存的任意一条称量数据，系统自动计算三次测量的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量的平均值，并将这三个值与本次计量车检定的其他详细信息显示给操作员。操作员确认无误后，点击生成检定记录按钮，系统将之前保存的信息以及从数据库中保存的标准器信息导入到预先设计好的 Word 模板中，生成 Word 版的检定记录。

3.3.4 生成检定证书

操作员双击刚刚保存的任意一条称量数据，系统自动计算三次测量的偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量的平均值，并将这三个值与本次计量车检定的其他详细信息显示给操作员。操作员确认无误后，点击生成检定证书按钮，系统自动将保存的信息以及从数据库中保存的标准器信息导入到预先设计好的 Word 模板中，生成 Word 版的检定证书。

3.4 检定证书和检定记录管理模块

3.4.1 查询

在这里操作员可查看历年的检定信息，默认按检定日期倒序排列，用户可以按检定日期时间段查询该时间段内的检定信息。

3.4.2 打印

在查询界面中用户查到记录之后，可以双击某条记录或选定记录之后点击“详细信息”按钮查看具体某条记录的详细检定信息。详细界面中点击“打印记录”可将相应检定信息打印在记录纸上，点击“打印证书”按钮，可打印相应检定证书。

4. 系统实现与测试

4.1 系统实现

用户输入管理员预先授予的用户名及密码，点击“确定”按钮登录检定管理系统，点击“取消”按钮退出登录，图 5 为用户登录界面。

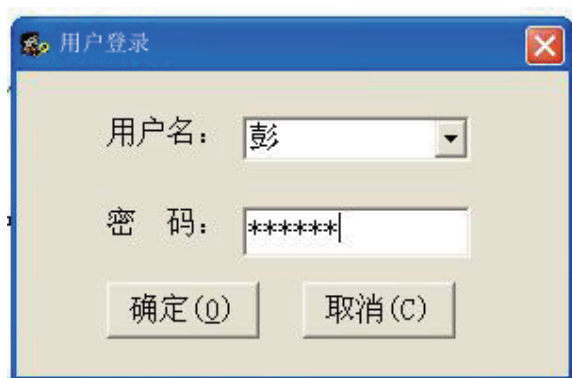


图 5 用户登录界面

用户可以使用检定功能对计量车进行检定，图 6 为计量车检定界面。

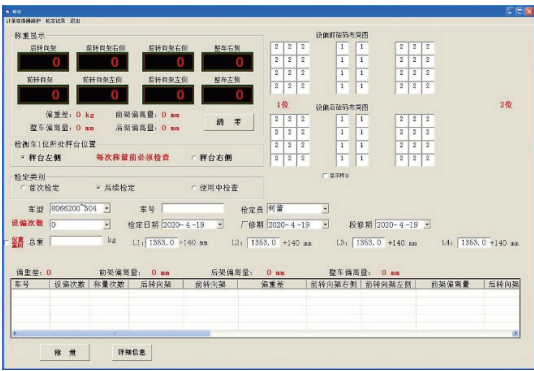


图 6 为计量车检定界面

计量车检定结束后，用户可以在检定界面的下方，任意双击一条刚刚保存的记录，然后系统自动弹出检定信息的详细界面，供用户核对，图 7 为检定信息详细界面。



图 7 为检定信息详细界面

用户可以使用查询功能查看历年的检定信息，用户可以按检定日期时间段查询该段时间段内的检定信息，图 8 为检定信息查询界面。

检定信息查询									
检定日期		[2019-1-1] 至 [2020-4-19]		查询	退出	详细信息			
序号	车型	车号	设备次数	检定日期	厂修期	检修期	检定员	检定证书编号	
01	8066200~304	8066200	0	2020-4-15	2019-6-15	2020-4-7	何雷	20200504	
02	8066200~304	8066333	0	2020-3-31	2020-3-30	2020-3-30	何雷	20200501	
03	8066200~304	8066303	1	2019-8-21	2023-12-1	2020-12-1	侯秀林	20190515	
04	8066200~304	8066303	2	2019-8-21	2023-12-1	2020-12-1	侯秀林	20190515	
05	8066200~304	8066303	3	2019-8-21	2023-12-1	2020-12-1	侯秀林	20190515	
06	8066200~304	8066304	0	2019-8-21	2023-12-1	2020-12-1	侯秀林	20190516	
07	8066200~304	8066303	1	2019-8-20	2023-12-20	2020-12-20	侯秀林	20190514	
08	8066200~304	8066303	2	2019-8-20	2023-12-20	2020-12-20	侯秀林	20190514	
09	8066200~304	8066303	3	2019-8-20	2023-12-20	2020-12-20	侯秀林	20190514	
10	8066200~304	8066304	0	2019-8-20	2023-12-20	2020-12-20	侯秀林	20190513	
11	8066200~304	8066233	1	2019-7-17	2014-12-17	2019-7-10	彭冲	20190512	
12	8066200~304	8066332	0	2019-6-20	2022-6-20	2020-11-20	何雷	20190510	
13	8066200~304	8066233	0	2019-6-20	2022-6-20	2020-11-20	何雷	20190511	
14	8066200~304	8066233	1	2019-6-20	2022-6-20	2020-11-20	何雷	20190511	
15	8066200~304	8066234	0	2019-6-20	2022-6-20	2020-11-20	何雷	20190506	
16	TSP	8066235	0	2019-6-20	2022-6-20	2020-11-20	何雷	20190507	
17	8066305~324	8066322	0	2019-2-25	2015-12-1	2019-2-1	何雷	20190505	
18	8066305~324	8066333	0	2019-2-25	2015-12-1	2019-2-1	何雷	20190506	
19	8066305~324	8066323	1	2019-2-25	2015-12-1	2019-2-1	何雷	20190506	
20	8066305~324	8066307	0	2019-1-23	2021-11-1	2020-5-1	何雷	20190502	
21	8066305~324	8066306	1	2019-1-23	2021-11-1	2020-5-1	何雷	20190501	
22	8066305~324	8066317	0	2019-1-23	2021-12-1	2020-6-1	何雷	20190503	
23	8066305~324	8066318	0	2019-1-23	2021-12-1	2020-6-1	何雷	20190504	
24	8066305~324	8066318	1	2019-1-23	2021-12-1	2020-6-1	何雷	20190504	

图 8 检定信息查询界面

4.2 系统测试

4.2.1 测试方案

(1) 测试目标

本系统测试目标为：满足系统预期定义的功能性需求与非功能性需求。

（2）测试范围

本系统的测试范围覆盖所有功能点，即：系统管理模块（包括用户管理、标准器基本信息维护、日志管理）、检定管理模块（包括检定、导出数据、生成检定记录、生成检定证书）、检定证书和检定记录管理模块（包括查询、打印）。对这些功能模块进行详尽测试。在功能符合预期的情况下，继续测试这些功能模块在性能方面的表现。

（3）测试方法

本系统的测试主要使用黑盒测试，重点使用边界值分析法测试极端输入情况下系统运行情况。

（4）测试环境

测试环境包含硬件环境和软件环境。

硬件配置如表 2 所示：

表 2 硬件配置表

核心部件	参数
CPU	Intel 酷睿 i5 2400
内存	8G
硬盘	2T

软件环境如表 3 所示：

表 3 软件环境表

核心部件	参数
操作系统	Windows7
数据库	MySQL 5.6
Office	Microsoft Office 2007

4.2.2 系统功能测试

功能测试可以检验系统功能的运行是否按照期望进行，本文对系统实现的 9 个具体的子功能进行功能测试，所有功能均可以正常使用，计量车检定是本系统的核心功能，本文仅展示检定、导出数据、生成检定记录和生成检定证书的测试情况，其余测试步骤不再赘述。

（1）检定

检定功能包含车型改变后系统显示配重块布局图随之改变，有漏填项目按称量按钮系统有提示，系统自动偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量等功能。检定测试用例如表 4 所示。

表 4 检定测试用例表

测试用例	预期结果	实际结果
改变车型	配重块布局图随之改变	符合预期
不填检定日期，点击称量按钮	称量不成功，并提示请填写检定日期，并将光标聚焦到检定日期文本框	符合预期
点击称量按钮，对比系统与操作员手动计算的自动偏重量、转向架重心偏离量、整车重心偏离量	计算结果一致	符合预期

（2）导出数据

导出数据功能，将数据库中保存的计量车称重信息导出到 Excel 文件。导出数据测试用例如表 5 所示。

表 5 导出数据测试用例表

测试用例	预期结果	实际结果
未选定称重记录，点击导出按钮	导出失败，系统提示请选择要导出的数据	符合预期
选定称重记录，点击导出按钮	导出 Excel 文件，其中的信息与数据库一致	符合预期

（3）生成检定记录

生成检定记录功能，操作员点击生成检定记录按钮，系统自动将之前保存的信息以及从数据库中保存的标准器信息导入到预先设计好的 Word 模板中，生成 Word 版的检定记录。生成检定记录测试用例如表 6 所示。

表 6 生成检定记录测试用例表

测试用例	预期结果	实际结果
操作员点击生成检定记录按钮	生成 Word 版的检定记录，其格式与设计的模板一致，并且其中的信息与数据库一致	符合预期

（4）生成检定证书

生成检定证书功能，操作员点击生成检定证书按钮，系统自动将之前保存的信息以及从数据库中保存的标准器信息导入到预先设计好的 Word 模板中，生成 Word 版的检定证书。生成检定证书测试用例如表 7 所示。

表 7 生成检定证书测试用例表

测试用例	预期结果	实际结果
操作员点击生成检定证书按钮	生成 Word 版的检定证书,其格式与设计模板一致,并且其中的信息与数据库一致	符合预期

4.2.3 系统非功能测试

系统非功能测试,主要是进行系统性能测试。表 8 罗列了几个用户常用功能请求的测试结果:

表 8 性能测试结果表

测试用例	响应时间
操作员点击称量按钮,系统自动计算的自动偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量,并将其他检定信息保存。	2s
操作员点击生成检定记录按钮,系统生成检定记录。	2s
操作员点击生成检定证书按钮,系统生成检定证书。	2s
操作员选择检定日期范围,然后点击查询按钮,系统显示查询结果。	1s

分析上表结果可知,系统几个常用功能的响应时间均在 3s 以内,满足用户对实时性的要求。

4.2.4 测试结论

根据测试方案,对系统的三个主要模块:系统管理模块、检定管理模块以及检定证书和检定记录管理模块进行详尽的功能性测试和非功能性测试。测试结果符合预期,各个模块功能正常,运行良好,能上线使用。

5. 结论

超偏载检测装置是保障铁路运输安全的重要设备。计量车是确保超偏载检测装置的检测量值准确可靠的重要计量器具,因此计量车的检定关系着超偏载检测装置的应用。建设检定管理系统,将会进一步提高计量车的检定工作效率,更好地确保超偏载检测装置的检测量值准确可靠,为铁路运输安全提供技术保障。

【参考文献】

- [1] JJG (铁道) 208-2017 超偏载装置计量车 [S].
- [2] JJG (铁道) 129-2004 铁道货车超偏载检测装置 [S].
- [3] 李学宝,李世林,安爱民,等.解读 JJG(铁道)208-2017《超偏载装置计量车》[J].铁道技

术监督, 2018,046(010):19-21.

作者简介：彭冲（1991-），男，河北省石家庄晋州市人，管理学硕士，现工作于中国铁道科学研究院标准计量研究所国家轨道衡计量站，从事力学计量工作。

联系电话：15001132916