

集装箱超偏载问题研究与解决措施

□陈瀚鸣¹ 金少月¹ 顾佳捷² 程颖² 华刚²

(1. 中国铁路上海局集团有限公司科学技术研究所 2. 杭州钱江称重技术有限公司)

【摘要】本文针对各类集装箱广泛运用时，产生各式超、偏载问题进行原因讨论，对危险性进行分析，找出集装箱偏载、偏重问题后，提出规范集装箱作业、改进集装箱结构、完善集装箱检测等解决措施。

【关键词】集装箱；超载；偏载；偏重

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2024）01-0048-05

1 研究背景

1.1 集装箱国内使用形式

近年来随着全球化经济发展，国际贸易的迫切需求，生产资料模块化、资源配置规范化、运输经济一体化等趋势愈加明显，对大宗货物的体系化快速运输、质量运输提出了更严格的要求，交通运输对于标准化的需求量也日益上升。集装箱作为模块化运输的代表，具有大容量、高规范、良好的密封

性、出色的稳定性、低廉的成本等一系列优点，是目前公路运输、海路运输、铁路运输的现代物流最重要载体。根据数据，集装箱海运贸易量的韧性高于其余货种，1981年至今，在长达40年的集运历史里，全球集装箱海运量均为正增长（2009年除外）。1990-2000、2000-2010、2010-2018年集运需求复合增长率为9.8%、7.8%、4.0%，如下表所示。货物运输量持续增长了近30年，往后暂时没看到下降的可能。

表 全球海运贸易增量增速情况

| 复合增长率 | 干散 | 集装箱 | 杂货 | 原油 | 成品油 | LPG | LNG | 化学品 | 总计 |
|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1990-2000 | 3.4% | 9.8% | 2.7% | 4.0% | 3.1% | 3.2% | 5.9% | 4.3% | 3.9% |
| 2000-2010 | 4.9% | 7.8% | -1.3% | 1.1% | 4.6% | 2.1% | 8.0% | 4.1% | 3.7% |
| 2010-2018 | 4.0% | 4.0% | 2.9% | 1.2% | 3.1% | 6.8% | 5.1% | 3.7% | 3.5% |

集装箱的广泛运用使得集装箱在整个运输闭环中处于不可替代的地位，涉及到的方方面面将牵一发而动全身。

1.2 集装箱运输存在问题

在上世纪30年代，集装箱运输在国外处于萌芽状态，但在我国至今仅有40余年的发展历程。由于发展速度过快，引发了一系列的问题。因为缺乏标准化的规范，且使用时间不长，短时间内超载、

偏载、偏重的问题没有显现。在没有可靠的超偏载检测装置与规程的情况下，集装箱超偏载带有一定隐蔽性，且未引起各方面的普遍重视，上海铁路局2016年1-8月发生集装箱超偏载26起，2017年1-8月发生集装箱超偏载15起^[3]。因此整治、预防集装箱超偏载问题刻不容缓。

1.3 集装箱超偏载问题研究的意义

集装箱超偏载防治对安全运输、提升效益、规

范行业意义重大。

集装箱超偏载问题的有效防治，能确保货物安全运输。在高危路段如山路、隧道等路况较差地段，集装箱超偏载易导致发生侧翻、超重等事故，严重危害道路安全。

集装箱超偏载问题的有效防治，能提升货运经济效益。以上海货运中心2020年货物发运量为例，2020年全年完成装车282898车，其中集装箱装车175166车，占比61.9%。集装箱运输已是铁路乃至其他交通方式运输的重要组成部分，发生集装箱偏载扣车整理需要时间。如果是海关监管集装箱，还需要在海关部门现场监管的条件下才可开箱检查，因而集装箱偏载问题干扰了铁路正常的运输组织秩序，影响了海铁联运集装箱班列运输效率。

集装箱超偏载问题的有效防治，能够规范化集装箱相关行业流程。目前关于集装箱超偏载的规范较少，且制定时间较短，缺乏经验的累计，在细节上存在疏漏。随着集装箱超偏载问题的深入调查研究和探讨，行业规范也可以做到愈加完善、健全。

2 研究内容

2.1 集装箱基本结构

集装箱是一种能反复使用的便于快速装卸的标准化货柜。有20尺、40尺、45尺、50尺，另有高柜HQ、重柜GP之分，还有了冷藏柜、开顶柜、液体柜等。上海铁路局管内通用的集装箱一般为IAA型（40尺）和IA型（20尺）两种。40尺集装箱一般自重3800公斤，载重量为26.7吨；20尺集装箱一般自重2300公斤，载重量为18吨。

集装箱由底部结构、前端框架、后端框架、侧壁结构、箱顶结构、角件等组成。一个箱体被用作集装箱，必须具备以下条件：

- 全部或局部能够封闭，构成舱室；
- 具有足够的牢固度，可以反复使用；
- 具有特殊设计，可以用一种及以上方式运载货物，无须中途重装；
- 易于装卸；
- 内部容积1立方米及以上。

集装箱一般采用铝合金或钢制，按结构可分为内外柱式、折叠式、薄壳式。了解了集装箱基本结构，便于接下来对集装箱超偏载的形成有更为直观

的理解。

2.2 引起集装箱超偏载的成因

造成集装箱易发生超偏载的原因庞杂不一，综合来说，可以总结为客观因素，人为因素与技术监督因素。

(1) 客观因素

①专用平车装载集装箱位置易发生偏移。一般标准平车装载集装箱装载重箱时，应均匀放置，两端箱重不超过10t。但若集装箱摆放位置有偏差，易导致一端严重偏重。

②集装箱箱体内配重不合理，集装箱内装载货物的重量如果不能平均分布将形成集中负荷，从而影响集装箱本身的允许负荷。因集装箱本身栈式设计的原因，容易造成箱体内部货物堆积密集、箱口货物堆积宽敞，极易造成前后偏重。

③集装箱货体内货物装载不稳固，缺乏加固措施。集装箱装载后经常行驶于颠簸路段，如若货主在装载货物时不做好加固措施，易造成集装箱箱体内货物发生倾塌、滚落，造成纵向偏重^[1]。

(2) 人为因素

①货主、车站为利润，揽货量人为超载。因汽车衡、轨道衡在上海铁路局乃至全路的积极推广、运用，铁路行车、货车超载检测越来越难进行。集装箱以箱体计件收费，检测手段较为贫乏，目前也缺乏统一的规范，极易被钻空子。

②缺乏培训，缺乏集装箱运输相关知识。集装箱在中国发展时间较短，大部分装卸员装卸货物时过于想当然，以平常装卸普通敞车的经验装卸集装箱，对其缺乏系统的了解，对集装箱有关技术性能参数、物装箱要求、捆绑加固方法、装卸方式、箱务管理等更是知之甚少，缺乏系统培训，极易造成箱体内偏载。

(3) 技术监督因素

①缺乏集装箱计量监测手段。集装箱作为新兴起的运输手段，相比于汽车衡、轨道衡等在国内已经广泛运用的货运检测方式，集装箱超偏载检测方式还未完善。专用于集装箱超偏载检测用的集装箱超偏载检测装置于2023年刚建立校准规范，且还未推广到全国使用，更是缺乏计量标准。

②有关法规不健全。国内对运输市场的道路交

通法已趋于完善，但针对集装箱的相关管理规定却不够健全。目前有关集装箱超偏载问题的相关法律法规规范还未出台，而相关的校准规范只有《集装箱超偏载检测装置》校准规范一本。规范定义了集装箱超偏载检测装置的功能，对静态状态下的总重、偏载、偏重，动态状态下的整重、偏载、偏重都设置了校准项目。但因受限货场条件，按规范要求临时选用的货场集装箱在设偏上存在较大困难，安全上存在较大隐患，准确度上存在较大误差，很难真正达到集装箱超偏载检测装置的校准要求，从而导致量溯源异常困难。因此迫切需要制定《集装箱运输技术规程》等相关法规，用以规范集装箱运输工作，并提出一种能满足校准规范需求的校准方法。

2.3 集装箱超偏载问题带来的安全隐患与经济损失

集装箱超偏载不仅会危害道路安全，还会造成不可预估的经济损失。集装箱超偏载带来的问题有以下几点：

(1) 易造成平车、货车超偏载

集装箱超偏载，亦会导致装载集装箱平车、货车发生偏载行为。如果未经过超偏载检测，就会引起严重的道路安全事故。1993年8月6日，通州港务公司在进行“苏麟”轮作业时，由于箱的实际重量与单证重量相差太大，在装船时致使船吊失控，造成两名作业人员死亡。2023年11月6日，广东广州荔枝大道因集装箱存在偏载，载集装箱的大货车发生严重侧翻压扁小轿车，造成4死1伤。

(2) 易造成装卸吊装事故

目前集装箱吊装普遍使用龙门吊。如若发生超载行为，易导致超出龙门吊最大承重范围，造成严重的坠落安全事故。2022年，约旦亚喀巴港的杂货码头吊装集装箱时发生掉落造成爆炸，造成14人死亡，250多人受伤。

(3) 易对箱体造成损害

集装箱内的不均匀放置，极易对刚性集装箱侧边造成损伤。运输、吊装途中箱体发生撞击、挤压，单侧的重量过大，容易破坏侧边箱体。

(4) 对路收造成损失

因集装箱运输收费以件次计费，若发生集装箱超载现象，会导致损失巨额运杂费，严重影响营

收。

(5) 大大降低调度运输效率

若铁路超偏载等检测出集装箱超偏载现象，不仅会报警并反复检测，还需反复调车并重新装卸，浪费大量人力物力，延长了车辆周转时间，给运输工作带来损失^[2]。

3 解决方案

3.1 改进集装箱结构，从源头缓解超偏载问题

要根治集装箱超偏载问题，从集装箱入手考虑是根源化的做法。

为防止集装箱货物“外松内紧”的堆放策略，可将集装箱设计成两侧開箱门。

集装箱内部可依照所堆货物进行粗略细化，如设计卡口，侧边设计限位装置，确保堆放货物实际重心处于集装箱中心点并能牢固摆放。

改进集装箱材料，可增加集装箱地面摩擦系数，防止货物运输过程中相对滑动造成的偏载。对集装箱进行严格限高，变相限制了集装箱内乱塞、多塞情况，达到限制超载的目的。

3.2 制造集装箱超偏载检测装置标准集装箱并搭建智能平台

目前上海铁路局管内乃至主流的集装箱超偏载检测方法是使用集装箱超偏载检测装置。集装箱超偏载检测装置分为便携式、平台式、悬吊式三种。中国衡器协会已正式发布了T/CWIAS 001.1-2022《集装箱超偏载检测仪 第1部分：平台式》、T/CWIAS 001.2-2023《集装箱超偏载检测仪 第2部分：悬吊式》团体标准，《集装箱超偏载检测仪 第3部分：便携式》团体标准正在起草中。中国铁道科学院计量研究所于2021年制定了JJF(CR)036-2021《铁路集装箱超偏载检测装置》校准规范。上海铁路局科研所计量站正在建立相关标准，国铁集团也因此开展了《中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划项目》(K2020G025)。

我局依照规范要求，定制20英尺与40英尺标准集装箱（以下简称标准箱），在标准箱内均匀布置20t M_{12} 等级砝码（单个砝码质量为2t），每个砝码下方有两个固定位置的圆形卡口。箱体顶部可开启，便于内部砝码的吊运，并使用C₆₄敞车对标准箱进行运输，如图1所示。

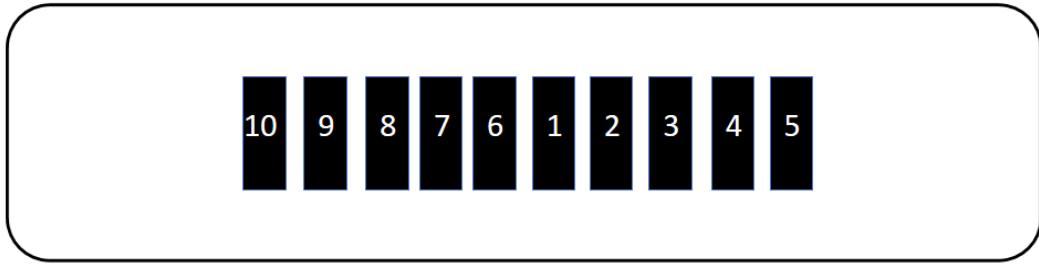


图1 标准集装箱内部砝码摆放示意图

校准时，将C64 敞车挂运至铁路货场指定地点，利用叉车及门吊对标准箱内部砝码进行布置，在（5 ~ 10）t、（10 ~ 15）t、（15 ~ 20）t 三个称量段下进行总重、偏载、偏重的校准。

集装箱超偏载检测装置校准规范规定，偏载测试时理论设偏位置在20mm 到50mm 之间。根据粗略的计算设想，可通过调节中间几块砝码的摆放位置来达到设横向偏载的目的，如图2 所示。

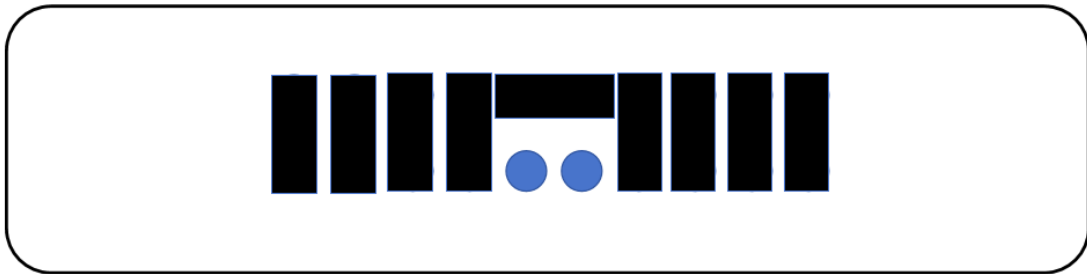


图2 标准集装箱内部砝码横向设偏摆放示意图

校准规范规定，纵向偏重量应设置在500kg 到2000kg 之间。可以通过增加或者减少一侧砝码的方

式来达到偏重的目的，如图3 所示。

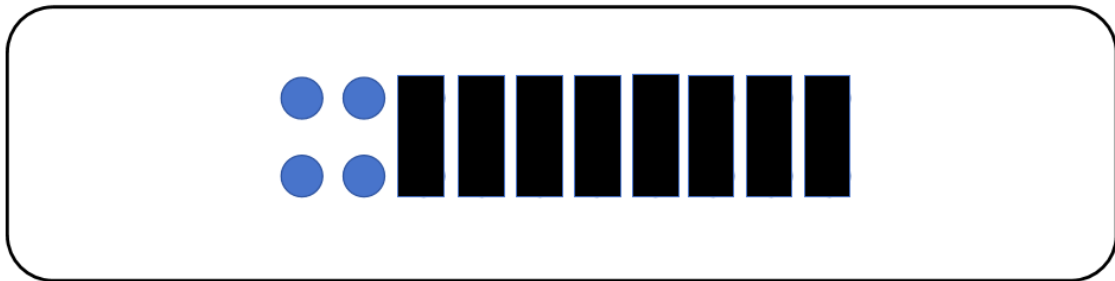


图3 标准集装箱内部砝码纵向设偏摆放示意图

因为每次计算如何摆放砝码比较复杂，我们考虑同步研发一个智能平台。将砝码的基本参数和布局输入平台后，依照每次需要设偏的量，自动计算出砝码的摆放规则，从而可以非常高效、迅捷地进行检测装置的校准工作。

考虑到校准规范对动态测量的考量，标准集装箱在安全性上可以做到更优。集装箱箱体可选用强度更高的合金材料进行专项设计，在角件处等受力点增加高强度材料。因校准规范要求动态检定，箱体整体设置防摇结构并加固侧边门，避免吊装与

运输过程中易产生碰撞。集装箱内部对砝码进行加固措施，两侧安装防护限位，运输与检测时确保砝码不产生相对滑动。起吊时绑定加固绳，砝码两侧垫装防撞气囊、泡沫等，保护内部高精度的高等级砝码和内部箱体，在动态测量时也可避免砝码的碰撞，保证偏载测量时重心不发生变化，安全性与稳定性比一般集装箱高出数倍。标准箱设计两边与顶部均可吊装砝码，使得左右两侧均可进行设偏，能够在两边都进行一次设偏轻松模拟校准规范要求的“一车多箱的”要求。

集装箱标准箱及智能平台的建立，能有效地对集装箱超偏载检测装置进行溯源，保障了集装箱超偏载检测的准确性。

3.3 健全集装箱装卸的规范性

提高装卸工人对集装箱装配工作安全意识，加大集装箱吊装培训力度。目前国内还没有统一的集装箱货品装卸标准化流程，应切实做好标准化流程的制定，保障集装箱装卸过程中不发生偏载行为。

完善集装箱管理办法，针对防止集装箱偏载超重问题，对集装箱作业流程、安全措施等进行全面梳理、排查，明确集装箱运输环节中各岗位职责，细化完善相关制度办法，强化基础管理。

加大技防设备投入，利用好现有的安全检测计量设备，对箱内装载货物重量有疑问时，用轨道衡、汽车衡进行复检确认，发现问题立即处理。发挥好门吊集装箱超偏载检查设备作用，从源头控制集装箱装车质量，防止超偏载问题的产生。

积极研发集装箱智能化管理信息系统，利用物联网、大数据等技术，全流程智能采集集装箱相关信息，自动生成作业指令，依照技术规范所要求的整重、设偏参数，自动计算设偏布局。现有的校准工作大都依赖人工，智能平台通过采集标准集装箱的箱体信息、砝码信息，由校准员输入校准规范所规定的校准项目要求（如10t称量下，设偏30mm），智能平台通过算法将在屏幕上输出砝码布局模式，达成人工计算数十分钟的工作量，完成智能化校准。智能平台的建立，将改变目前以人工为主的作业状态，将校准规范中理论难以达成的要求（包括一车同箱、设偏后的动态检定等）通过智能系统简单实现，完成集装箱办理站点的智能化管理。

4 结语

集装箱是现代货物运输的重要组成部分，是铁路走向世界的重要战略部署。集装箱运输的安全，亦关系着国民经济的安全，也关系着中国全球化的进程，牵一发而动全身，具有极高的防范价值。为更好地保障集装箱运输安全可靠，发挥其运输优势，促进铁路货运改革创新、提质增效，需要有针对性地辨别和研判铁路集装箱运输的超偏载风险，从作业层面和管理层面双管齐下，制定集装箱超偏载综合防治措施，端正思想认识，完善管理制度，加大制约力度，不谋私利，严格堵收超载违约金，并充分利用科技手段，全方位实施超偏载监控，制造专用的标准集装箱并配合智能检测平台等新手段，把控好集装箱每一道关口，特别是专用的标准集装箱计量标准的建立，是本局做出的一次大胆尝试，本计量标准的成功建立既可以大大地保障集装箱超偏载检测装置的计量性能，又可以保障每次校准工作的便捷性、准确性，大大地提高集装箱超偏载检测装置的溯源准确性。这些措施的实施，能够有效促进铁路货运的繁荣和中国集装箱经济货运体系的完善与健全。

参考文献

- [1] 赵训明. 集装箱运输超偏载问题初探[M]. 柳州: 铁道货运, 2002, 第001期.
- [2] 王华庆, 翟俊伟. 军用集装箱运输超偏载问题[J]. 集装箱化. 2005, 第010期.
- [3] 雷玉颖. 关于铁路集装箱运输若干问题的研究[M]. 中国对外贸易(英文版). 2012, 第004期.
- [4] JJF(CR)036-2021 铁路集装箱超偏载检测装置[S].

基金项目

中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划项目(K2020G025)

作者简介

陈瀚鸣, 男, 工程师, 现供职于中国铁路上海局集团有限公司科研所。主要从事静态轨道衡、非自动衡器等检定。