

交通运输行业标准

《驮背运输 装载栓固技术要求》

（征求意见稿）

编制说明

标准编制组

2019年1月

目 录

一、工作简况.....	1
1.1 任务来源	1
1.2 协作单位	2
1.3 主要工作过程	4
二、标准制定原则与主要内容说明	5
2.1 标准制定的原则	5
2.2 主要技术内容说明	5
三、预期的经济效果、社会效果及环境效果分析	15
四、采用国际标准和国外先进标准的情况	15
五、与有关的现行法律法规和强制性国家标准的关系	15
六、重大分歧意见的处理经过和依据	15
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	15
八、贯彻标准的要求和措施建议	15
九、废止现行有关标准的建议	16
十、其他应予说明的事项	16

一、工作简况

1.1 任务来源

驮背运输是指将装有货物的一种运载工具放置在另一种运载工具上进行运输的方式，属于多式联运的范畴。铁路驮背运输方式可以将公路灵活、便捷的特点与铁路运量大、安全可靠的优势结合在一起，能够快速、可靠的运输货物，提高运输效率。同时由于其经济节能、绿色环保的特点，驮背运输已经成为欧美发达国家多式联运和门到门运输的组织形式之一。随着我国高速铁路网的不断完善和既有线路的技术改造，铁路货物运输能力得到有效释放，为铁路货运产品转型升级提供了有利条件，自 2014 年开始，中国铁路总公司组织驮背运输相关科技开发计划课题的研究，为我国逐步开展驮背运输提供一定的技术支撑。

交通运输部《公路水路交通中长期科技发展规划纲要（2006-2020 年）》将“一体化运输技术”作为交通科技重点研发领域。国务院《物流业发展中长期规划（2014-2020 年）》（国发[2014]42 号）把“大力发展多式联运”作为着力降低物流成本的举措之一，并将“多式联运工程”列为 12 项重点工程之首。2015 年，交通运输部、国家发展改革委联合发布《关于开展多式联运示范工程的通知》（交运发[2015]107 号），将推进多式联运的发展作为今后我国货运工作的重点工作之一。2016 年，交通运输部等 18 个部门联合发布《交通运输部等十八个部门关于进一步鼓励开展多式联运工作的通知》（交运发[2016]232 号），大力支持“推广先进运输组织模式”，其中包含驮背运输模式。

本标准立项之初，由两个单位申请了两个标准计划，即：由交通运输部公路科学研究院申请了“驮背运输 公路厢式货车货物装载栓固技术要求”，中国铁道科学研究院集团有限公司申请了“驮背运输 公路厢式货车、半挂车在铁路专用车辆上的栓固技术要求”。由于两个标准均与驮背运输货物安全相关，经两个申报单位协调，决定将两个标准计划合并，最终确定标准名称为《驮背运输 装载栓固技术要求》。

本标准由全国综合交通运输标准化技术委员会提出并归口，经交通运输部科技司批准，正式列入 2017 年交通运输标准制修订项目。计划编号为 2017-36，标准名称为《驮背运输 装载栓固技术要求》。

1.2 协作单位

标准主要起草单位交通运输部公路科学研究院为交通运输部直属的大型综合性公路交通科研机构，主要从事道路工程、桥梁工程、交通工程、智能交通、汽车运用工程、道路运输与物流、公路生态与环境保护工程等领域的科学研究及技术材料与装备开发。经过多年的建设，交通运输部公路科学研究院已形成独具特色的科研创新体系，拥有综合试验能力位居世界前列的公路交通综合试验场和多专业的实验基地；设有包括国家智能交通系统工程技术研究中心、公路养护技术国家工程研究中心和国家环境保护道路交通噪声控制工程技术中心在内的 9 个研究中心；中国工程建设标准化协会公路委员会、全国交通工程设施（公路）标准化委员会、全国汽车维修标准化技术委员会、全国智能运输系统标准化技术委员会等标委会秘书处以及国际标准化组织智能交通技术委员会（ISO/TC204）中国秘书处也设在公路院。

标准主要起草单位中国铁道科学研究院集团有限公司（简称“铁科院”）是中国铁路唯一的多学科、多专业的综合性研究机构。已发展成为集科技创新、技术服务、成果转化、咨询监理、检测认证、人才培养等业务为一体的大型科技企业。铁科院下设 17 个单位，建设有 5 个国家级实验室，装备有各类实验室 40 余个，通过了质量、环境、职业健康和安全管理三体系认证。拥有环境影响评价等设计、咨询、评价资质 8 个，所属主要实验室均通过了中国合格评定国家认可委员会实验室认可（CNAS）及中国国家认证认可监督管理委员会计量认证（CMA）。铁科院现为国际铁路联盟（UIC）会员单位，国际标准化组织（ISO）铁路应用技术委员会的中国技术对口单位，与 20 多个国家和地区的铁路科研机构和组织建立了长期联系。建院 60 余年来，铁科院立足铁路运输主战场，围绕铁路建设及运输生产重点领域，开展了大量重大、关键技术攻关与试验研究，取得了 3300 多项科研成果，获得 825 项各类科技成果奖，其中国家级科技奖 176 项，省、部级科技奖 649 项，为推动中国铁路科技进步做出了重要贡献。

标准参与起草单位北京驮丰高新科技股份有限公司是一家致力于铁路驮背运输与服务的第三方物流企业，是国内多式联运经营人，秉承为中长距离公路货运企业提供专业化服务的宗旨，以“驮起铁路上的高速公路”为发展目标，借鉴、吸收欧美等国家先进的多式联运发展经验，在我国创新开展了驮背运输

（公铁联运），搭建了公路物流向铁路转运的驮背运输平台，既发挥了铁路运输定时、定点、安全、快捷的优势，又实现了公路运输“门到门”服务，填补了我国公铁联运方式的空白。公司在稳固公铁联运业务的基础上，逐步开展厢式半挂车、托盘租赁、仓储配送、物流金融等物流延伸服务领域，将拓展海外驮背运输市场，向国际多式联运经营人目标发展。

标准参与起草单位中车齐齐哈尔车辆有限公司是我国铁路货车、铁路起重机的设计主导企业、制造领军企业和出口基地。拥有铁路敞车、棚车、平车、罐车、长大货物车、漏斗车、特种车、车辆配件和铁路起重机 9 大系列 300 余种产品，具备新造货车 12000 辆、修理货车 9000 辆、造修铁路起重机 30 台、供外车辆关键核心配件 15000 辆的年生产能力。在行业内率先建成国家认定企业技术中心和两个国家标准实验室，被认定为国家火炬计划重点高新技术企业和国家高新技术企业。

标准参与起草单位交通运输部科学研究院是交通运输部直属的一所综合性科研机构，主要从事交通决策支持、交通规划、交通信息化、交通环保与安全、交通金融、交通标准与计量、交通新技术、新材料开发与应用、现代物流等领域的科学研究，同时开展国际国内交通科技交流、科技咨询、交通人才培养、交通产品认证，以及公路工程、交通工程领域相关设计、施工和监理等业务。长期以来，该院承担了大量国家相关部门、交通运输部和各省、市的重大科研项目以及国家与行业标准规范的制定、修订工作。2000 年以来，该院共获科技成果 30 项，其中获国家科技进步一等奖 2 项，获省部级科研成果一等奖 3 项，省部级科技成果二等奖 9 项，省部级科技成果三等奖 17 项。科技体制改革后，在加强为交通运输部服务的同时，面向公路建设主战场，积极开拓市场业务，投资兴办了多项科技产业，开展了绿化工程设计、公路水土保持设计与监测、公路景观设计、公路绿化施工、公路工程监理、智能交通系统开发、交通信息化工程设计、交通 IT 硬件与应用软件开发、交通技术服务与咨询、交通会展、国际国内培训等业务，取得了良好的经济效益与社会效益。

标准参与起草单位眉山中车物流装备有限公司是中国中车旗下二级子公司——中车眉山车辆有限公司的全资子公司。具有专用汽车及配件研制、钢结构制造、铁路货车及配件生产、长纤维复合材料部件等 4 个板块的经营业务。

目前，拥有资产 3000 万元人民币，公司通过了 ISO9001 质量管理体系认证。参与了交通运输行业标准《驮背运输 道路运输车辆技术要求》的制定工作，在驮背运输车辆装备方面具有较深的技术积累。

1.3 主要工作过程

项目组从前期准备、资料搜集、实地调研、铁路驮背运输车装载铰接列车、半挂车冲击试验和运行试验、标准研讨等方面积极开展工作，主要包括：

(1) 2017 年 4 月之前，项目组主要做了一些标准的前期准备工作，包括召开铁路驮背运输车设计方案评审会、QT1、QT2 型驮背运输车样车试用评审会等一系列会议，开展了 QT1、QT2 型驮背运输车装载公路货车、半挂车方案冲击试验和线路运行试验，为标准的制定奠定了技术基础。

(2) 2017 年 5 月-6 月，开展国内外文献调研。

(3) 2017 年 7 月，项目组部分成员前往欧洲开展为期 10 天的驮背运输专用车辆技术考察。

(4) 2017 年 8 月 22 日，项目组在中车齐齐哈尔车辆有限公司大连研发中心进行技术交流。

(5) 2017 年 12 月 3 日-6 日，在中车齐齐哈尔车辆有限公司冲击试验线开展 STX2 型驮背运输车装载公路货车和半挂车、STX3 型驮背运输车装载半挂车方案冲击试验，为标准条款的制定进一步积累试验数据。

(6) 2017 年 12 月 13 日，标准起草组在北京召开标准研讨会，对标准草案条款进行了修改完善，对存在的问题进行了讨论，对形成标准征求意见稿草稿奠定了基础。

(7) 2018 年 6 月、9 月，标准起草组在北京组织召开了专家咨询会，对标准征求意见稿初稿进行了技术研讨，并于 10 月底完成了标准征求意见稿的编写工作，并报送至综标委，经综标委对标准格式进行技术审查，于 11 月初返回修改意见，标准起草组于 11 月中旬将修改后的标准文稿及编制说明再次报送至综标委，由其组织标准对外征求意见工作。

(8) 2019 年 1 月，标准主要起草单位前往部科技司针对标准的技术内容进行汇报，听取了部领导对标准内容的修改意见，并结合标准实际工作情况，对标准技术内容进行了修改，并于 1 月 11 日启动了交通运输部公路科学研究所

内的标准审核、报出程序。

二、标准制定原则与主要内容说明

2.1 标准制定的原则

(1) 查阅欧美等发达国家相关标准，参考和应用符合我国国情的相关技术标准内容以及试验积累的相关数据，使标准具有一定的先进性。

(2) 充分分析和研究我国的相关法律法规以及公路和铁路相关标准、规章，使标准具有兼容性、适应性和协调性。

(3) 标准应具有前瞻性，能够充分体现引导未来产品技术发展方向，体现国家鼓励节能、环保和低碳发展方向。

(4) 标准应具有较好的适用性、可操作性和普遍性。

2.2 主要技术内容说明

(1) 标准名称

关于标准名称：标准的“装载栓固技术要求”包含半挂车车厢内货物装载栓固技术要求和驮背运输车辆在铁路驮背运输车上的装载栓固技术要求。

(2) 标准章节

标准正文由 6 章组成，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、装载要求、栓固要求、栓固装置技术要求，标准包含三个附录。其中装载要求、栓固要求、栓固装置技术要求是本标准的核心部分。附录 A 为资料性附录，主要给出了厢内货物栓紧力的典型计算方法；附录 B、C 为规范性附录，分别给出了横向摩擦力和横向拉牵力的校核方法、栓固装置的冲击试验方法。

(3) 范围

本标准规定了驮背运输中驮背运输车辆及厢内货物的栓紧力计算、装载要求、栓固要求、栓固装置技术要求。本标准适用于驮背运输的驮背运输车辆及厢内货物装载与栓固，其他车型与货物运输可参照执行。本标准适用于凹底形铁路驮背运输车。

范围中包括了两层含义，一层是用于驮背运输的道路车辆，其货厢内货物的装载、栓紧要求及相应的计算方法，另外一层是道路车辆在铁路驮背运输车

辆上的栓紧力计算、装载与栓固要求以及栓固装置的技术要求等。两者需配合使用方能保证承运车辆及货箱内货物的完好性。

目前铁路驮背运输车辆的主要结构型式是凹底形，其能给道路运输车辆提供更好的装货空间，从目前来看，凹底形铁路驮背运输车最适合运输厢式半挂车，不排除未来使用其他结构的铁路驮背运输车型，从事驮背运输作业，因此，相关装载与栓固方式及栓固装置的选型，也可参考本标准中相关内容。

（4）术语和定义

标准中分别对驮背运输、铁路驮背运输车辆、驮背运输车辆、栓固装置、合成纤维栓紧带总成、栓紧链条、中间阻断装置、轮挡、固定式牵引座、组合栓固等进行了定义，相关术语和定义均在标准中进行了引用。

栓固装置、合成纤维栓紧带总成、栓紧链条、中间阻断装置、轮挡、组合栓固等在日常货物栓固中较为常见，且使用较多，其中驮背运输概念直接引用了 JT/T 1092《货物多式联运术语》中的定义；驮背运输车辆引用了 JT/T 1243《驮背运输 道路运输车辆技术要求》中的定义；合成纤维栓紧带总成借鉴了 GB/T 23914.2《道路车辆装载物固定装置安全性 第2部分：合成纤维栓紧》中的定义；中间阻断装置和组合栓固借鉴了 JT/T 882《道路甩挂运输货物装载与栓固技术要求》中的定义。

固定式牵引座是一个特殊的牵引座，需要能防止牵引销在驮背运输过程中发生位移，这就要求其结构与道路运输车辆上的牵引座会存在差别，因此在标准上进行了定义。

（5）装载要求

装载要求分为基本要求、半挂车内货物装载、驮背运输车辆在铁路驮背运输车上的装载三大部分。其中半挂车内货物装载的相关要求是适用于所有装货区域结构型式为封闭货厢的装载。

1)基本要求中规定了所承运货物的包装形式，该要求参考国内的相关标准，主要是考虑甩挂运输的快速装卸，提出了托盘化运输的相关要求，此外某些极不规则的货物在装载时难以实现与其他货物的相容，造成货厢空间的极大浪费。

货物布置的相关要求主要保证了车辆如何正常装载，且轴荷不超过限制的装载方法。此外，对均匀装载的车辆进行了单独说明，若车辆均匀装载，则其

相关指标不会超过正常允许值。车辆载荷布置规划图（标识）则依据德国的 VDI 2700 Part 4 中的相关要求提出的，载荷布置规划图（标识）其横坐标为货厢长度，纵坐标为承运货物的实际质量，只要两者组合成的坐标落在载荷布置规划图允许区域内，即可保证装载后的货物轴荷不超过允许值。装载时需要尽量做到前后、左右对称装载，从而使得车轴、牵引销处的载荷尽可能的接近理论设计值。装载作业的相关要求主要是在对欧洲标准/规范，澳大利亚标准/规范总结的基础上结合国内的实际情况提出的，其主要目的是为了最大程度上保证装载的安全性，同时尽可能的避免货物直接栓固，但由于驮背运输的冲击加速度很大，因此建议在装载时，使用撑杆对货物进行阻挡栓固。

单侧轴（组）质量称重主要是为了保证装载的均匀性，由于铁路驮背运输有对转向架左右两侧车轮承重有特殊要求，因此首先需要保证装载货物的汽车左右两侧轴（组）重量不能偏差太大。

《铁路货物装载加固规则》（TG/HY 102-2015，简称《加规》）中的相关条款明确了铁路货物装载与加固的基本要求，需要保证货物均衡、稳定、合理的分布在货车上，不超载，不偏载，不超重，不集重；能够承受正常调车作业以及列车运行中所产生各种力的作用，在运输全过程中，不发生移动、滚动、倾覆、倒塌或坠落等情况。驮背运输车辆装载到铁路驮背运输车上时，需要保证其装载后不偏载、不集重。

2) 货物装载布置要求主要是在国内实地调研的基础上，从生产实际出发，对相关的作业提出的细节性技术要求，引用的相关标准内容也是现阶段货物装载的基本原则。密度、质量较大的货物宜放置在车厢中部的的主要原因包括：1、放在车厢中部有利于牵引销与后轴（组）进行合理的轴荷分配；2、放在中部时，如果瞬时冲击较大，可先冲击前方的货物，避免冲击货厢，导致厢体产生永久变形。铺设防滑垫的作用是为了增加承载面之间的摩擦力，减少栓紧装置的使用数量。另外，多数半挂车装载后的空间区域狭窄，因此不具备再次进入货厢内对货物进行栓固的可能，因此标准中推荐货物装载与栓固同步进行，至于栓固的方式可由货运企业根据栓紧力的计算情况进行合理的选择。

不稳定装载物由于其更易产生倾翻，因此在装载时建议与其他装载物进行混合装载，一方面可提高其稳定性，另一方面可提高货厢容积利用率。

3) 驮背运输车辆在铁路驮背运输车上装载时, 驮背运输车辆的纵向中心线宜与铁路驮背运输车纵向中心线相重合, 然而在驮背运输车辆在铁路驮背车的实际装车过程中, 不免存在一定偏差, 因此本标准中使用推荐性的条款。

为确保铁路驮背运输车受力合理, 铰接列车或半挂车应合理装载, 按照《加规》, 货物总重心投影横向偏移量不得超过 100mm。《加规》规定同一车辆的两转向架承重差不得大于 10t, 由于关节式驮背运输车的特殊性, 难以满足这一要求, 所以规定为“满足铁路驮背运输车自身安全技术要求”。

铰接列车、半挂车的最大高度为 4000mm, 装后容易出现超限情况, 所以需核定超限等级并按《铁路超限超重货物运输规则》(TG/HY 106-2016) 相关规定执行。

(6) 栓固要求

栓固要求包括了基本要求、半挂车内货物栓固、驮背运输车辆在铁路驮背运输车上的栓固等三大部分的内容。

1) 基本要求

栓紧力的计算主要是为了便于半挂车内的货物能够良好的被约束, 由于铁路驮背运输过程中的纵向冲击力远大于公路受力, 因此有必要对其单独进行规定。其次, 由于货物形状各异, 宽高比差别较大, 因此难以明确使用何种栓紧工具及附加多大的栓紧力, 因此, 为了方便企业确定货物栓固所需的栓紧力, 在标准附录 A 中提到了部分典型情况下的计算方法。

表 1 中加速度系数的选取, 是源自英国标准 BS EN 12195-1(Load restraint assemblies on road vehicles - Safety - Part 1 Calculation of lashing forces) 中关于驮背运输货物加速度的选取, 在齐齐哈尔车辆厂的驮背运输车实际冲击测试过程中, 车辆的纵向加速度在 0.7g 左右, 未超出标准限定值, 且在大转弯过程中, 横向加速度也明显小于 0.5g, 因此认定可直接选用英国标准中的限值要求。

在受力计算过程中, 需要使用承载面与货物之间的动摩擦系数进行计算受力, 主要原因是动摩擦系数更低, 相对来说更不稳定。动摩擦系数的大小, 货运企业可查询相关技术资料得出, 也可通过简单的倾角举升的方式, 得到其动摩擦系数。

栓固装置标准拉力需要满足货物安全栓固的需要，按照受力平衡和力矩平衡的原则，对栓固后的货物受力、力矩进行计算，确保货物不发生滑动、倾翻。

对于带空气悬架的驮背运输车辆，需要将其悬架调整到驮背运输状态，一方面可以降低驮背运输车辆的高度，另外一方面，可有效的降低/消除空气悬架在驮背运输过程中产生的共振。

驮背运输车辆在铁路驮背运输车上的栓固，也借鉴了欧洲驮背运输的相关经验，在欧洲，驮背运输车辆在驮背运输过程中，只需要简单的阻挡即可，基本不需要钢丝牵拉操作，装载与运输效率大大提升。因此在本标准中推荐驮背运输车辆优先采用固定式牵引座和轮挡组合固定形式，铰接列车优先采用轮挡阻挡固定形式，半挂牵引车优先采用牵拉栓紧装置和轮挡组合栓固形式，从而实现车辆的快速装卸与固定。

2) 半挂车内货物栓固主要规定了选用的中间阻断装置规格，相关规格是参照欧洲相关产品的技术要求提出的，同时规定了系固点的许用拉力需要大于栓紧装置栓紧能力（LC）的 1.4 倍，主要是为了保护系固点的安全性，如不满足该条要求，可通过增加栓紧装置的数量、系固点的数量来进行栓固。

而中间阻断装置受力的选取是经过对国内相关零部件生产企业调研后得知，12kN 的阻断装置是国内现有产品中加强型产品，也是现阶段销售较多的产品之一。

货物在货厢中的固定宜采取组合栓固的方式进行，主要原因是组合方式对货物的固定是较为经济、高效的手段之一，同时配合限位装置的使用，更能实现货物安全有效的栓固。

3) 驮背运输车辆在铁路驮背运输车上的栓固要求

按《加规》第四十三条第一款规定“轮式货物顺装时，轮径 1000mm 以下的前轮（组）前端、后轮（组）后端以及轮径 1000mm 及以上的前后轮（组）前后端，均应安放相应规格的掩挡，掩紧钉固，并采用八字形等拉牵加固。”，以上规定主要是针对现有的普通木地板平车或无端侧墙的专用平车，采用拉牵加固主要是防止货物的横向移动及倾覆。目前研发出的铁路驮背运输车均是带有端侧墙的凹底专用平车，通过在铁路驮背运输车侧墙与汽车车轮轮胎侧面间填充掩挡材料可以防止载货汽车或半挂车的横向移动，其带有的轮挡可以阻止货汽

车或半挂车的纵向移动，带有的固定式牵引座可以与半挂车牵引销连结。冲击试验表明，QT1、QT2 型驮背运输车采用不少于 4 个对称放置的合格轮挡可以满足总重 49t 载货汽车和总重 40t 半挂车装载加固安全要求。

对于驮背车辆装载后，是否需要进行横向辅助加固，则需要对驮背运输车辆的轮胎与铁路驮背运输车地板面间的摩擦力进行校核，校核公式参见附录 B，摩擦力不满足时，需要按照 5.3.4 对车辆进行横向加固。

(7) 栓固装置技术要求

本标准所述栓固装置主要是指轮挡和固定式牵引座，其作为确保驮背运输安全的重要装置，须满足相应技术要求。按《加规》规定，单独使用轮挡防止轮式货物纵向滚动时，轮挡需要高度按下式计算：

$$h_{\text{轮}} \geq (0.3744 - 0.0018Q_{\text{总}})D \quad (\text{mm})$$

式(5)参考《加规》中纵向惯性力计算公式，按照半挂列车最大总重 49t 进行计算。

轮挡强度和对铰接列车、半挂车的加固状态需要进行校核，附录 C 中给出了冲击试验方法与判定标准。

固定式牵引座的结构强度需要满足 TB/T 1335-1996 的相关规定，并需要按照附录 C 的方法进行考核。

固定式牵引座的高度可为 1290mm~1320mm，或 1080mm~1110mm，主要是现有公路车辆相关标准中半挂车牵引销座板离地高度存在两个尺寸，即一种是低承载面，一种为普通高度的承载面。现阶段普通高度的承载面较多，铁路驮背运输车生产企业可根据情况进行安装，但需要在相关位置进行明示，确保驮背运输车辆装载到上面之后不会出现翘头、翘尾的情形。

此外，牵引座上的销孔直径需要与 GB/T 4606 规定的 50 号牵引销相匹配，主要是未来我国将主要使用 50 号的牵引销，其承载能力完全可以满足 40t 的需要，因此规定使用 50 号的牵引座。

(8) 附录 A：栓紧力典型计算方法

该附录为资料性附录，在栓紧装置选用时，可参考对应栓固形式下标准中提及的计算方法，但仍需满足标准正文中的相关规定。

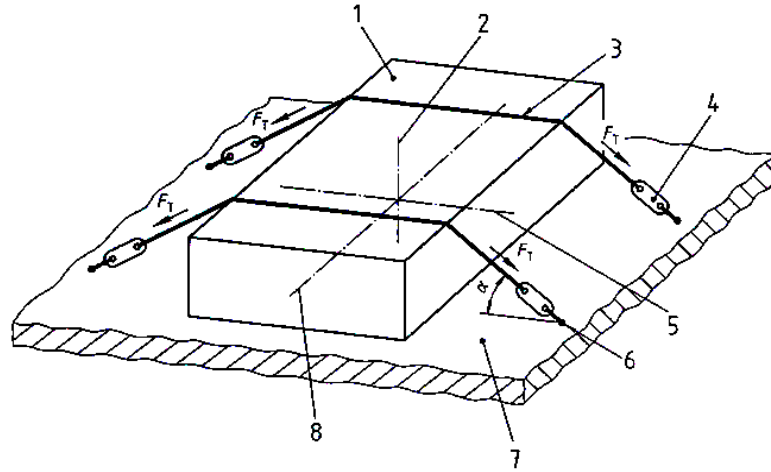
在驮背运输中，经常用到的栓紧方式可能有两大类：摩擦栓紧和直接栓紧，

直接栓紧又包括纵向或横向平行斜拉栓紧、交叉斜拉栓紧、环形栓紧等。

表 1 计算用到的符号定义

符号	含义	单位
c_x	纵向加速度系数	-
c_y	横向加速度系数	-
c_z	垂向加速度系数	-
F_T	栓紧力	kN
F_R	单个栓紧装置所产生的栓紧力	kN
F_M	货物自身重量产生的摩擦力	kN
F_{FR}	由于栓紧装置作用到装载物上而导致间接产生的摩擦力	kN
F_x	由纵向加速度导致，在装载物上产生的纵向力	kN
F_y	由横向加速度导致，在装载物上产生的横向力	kN
F_z	由垂向加速度导致，在装载物上产生的垂向力	kN
g	重力加速度	m/s ²
h	装载物高度	m
k	拉力传递系数	-
m	装载物质量	t
n	栓紧装置的数量	-
w	装载物宽度	m
b	倾翻力臂	m
d	装载物质心高度	m
μ_D	动摩擦系数	-
α	栓紧装置与承载面的夹角	°
$F_{x,y}$	由纵向加速度或横向加速度导致，在装载物上产生的纵向力或横向力	kN
$F_{R_{x,y}}$	在 x 方向或 y 方向上，单个栓紧装置所产生的栓紧力	kN

附录 A.2.1 避免货物滑移所需的栓紧力的计算：



说明:

- 1——装载物；2——垂直轴（z轴）；3——栓紧装置；4——拉紧装置；
5——横轴（y轴）；6——系固点；7——货物装载平面；8——纵轴（x轴）。

图1 摩擦栓紧示意图

如图1所示，将绑扎张紧至栓紧力 F_T ，以增加荷载接触面的摩擦力，避免荷载发生滑动。

由装载物垂直力和约束力产生的摩擦力，与装载物的纵向或横向力的平衡如下:

$$F_M + F_F > F_{x,y} \quad (2)$$

$$\mu_D(m \times c_z \times g + n \times k \times F_T \times \sin \alpha) > m \times c_{x,y} g \quad (3)$$

在横向和纵向的方向上，栓紧力满足以下公式为:

$$n \times k \times \mu_D \times \sin \alpha \times F_T > (c_{x,y} - \mu_D \times c_z) \times mg \quad (4)$$

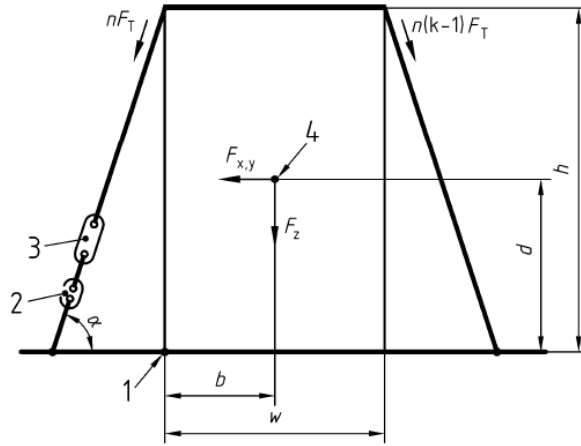
通过以上式(4)推导栓紧力需要满足式(5)要求:

$$F_T \geq \frac{(c_{x,y} - \mu_D \times c_z) \times mg}{n \times k \times \mu_D \times \sin \alpha} \quad (5)$$

由于驮背运输中车辆的加速度系数 $c_x > c_y$ ，因此在标准中直接使用 c_x 进行计算。

A.2.2 避免倾翻栓紧装置的拉力计算

避免倾翻和滑移的顶部下拉栓紧示意图见图2，栓紧装置的拉力 F_T 按式(11)计算。



说明:

1——倾翻边缘； 2——拉力指示器； 3——拉紧装置； 4——质心。

图 2 避免倾翻和滑移的顶部下拉栓紧示意图

避免倾翻和滑移的依据：如图 2 所示，对边缘 1 取力矩，力矩平衡方程为：

$$F_{x,y} \times d + n \times F_T \times h \times \cos \alpha = F_z \times b + n(k-1)F_T \times w \times \sin \alpha + n(k-1)F_T \times h \times \cos \alpha \quad (6)$$

可改写为：

$$F_{x,y} \times d - F_z \times b = n(k-1)F_T \times w \times \sin \alpha + n(k-2)F_T \times h \times \cos \alpha \dots\dots\dots (7)$$

因此，装载物不发生倾翻的条件为：

$$F_T \geq \frac{1}{n} \times \frac{F_{x,y} \times d - F_z \times b}{(k-1) \times w \cdot \sin \alpha + (k-2) \times h \times \cos \alpha} \dots\dots\dots (8)$$

其中力 $F_{x,y}$ 和 F_z 可通过下式计算：

$$F_{x,y} = m \times c_{x,y} \times g \quad (9)$$

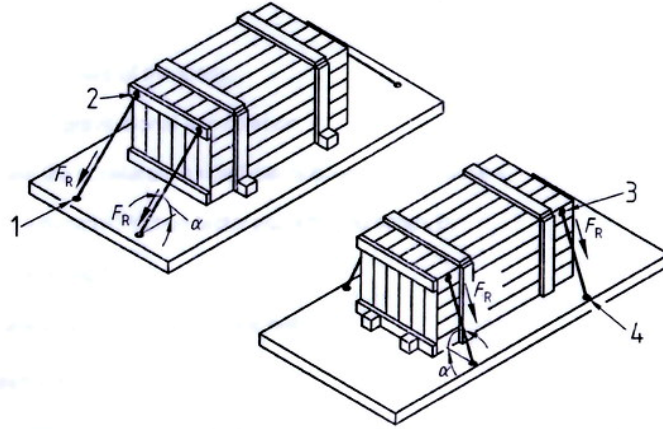
$$F_z = m \times c_z \times g \quad (10)$$

将式 (9) 和 (10) 代入式 (8) 可知：为防止倾翻，栓紧装置的拉力 F_T 应满足：

$$F_T \geq \frac{1}{n} \times \frac{m \times g (c_{x,y} \times d - c_z \times b)}{(k-1) \times w \times \sin \alpha + (k-2) \times h \times \cos \alpha} \dots\dots\dots (11)$$

A.3 直接栓紧的栓紧力计算

图 3 所示的直接栓紧方式下，栓紧装置的拉力 F_T 按式 (15) 计算。



说明:

1, 4——系固点; 2, 3——连接点。

图3 纵向或横向平行斜拉栓紧示意图

两对对称定位的栓紧装置在纵向或横向方向上的力的平衡为:

$$2F_{R_{x,y}} + F_M + F_{FR} = F_{x,y} \quad (12)$$

将约束力 F_R 和由装载物垂直力 F_Z 和约束力 F_R 产生的摩擦力 F_M 和装载物纵向力和横向力 $F_{x,y}$ 的公式进一步代入, 得式 (13)

$$2\cos\alpha \times F_R + \mu_D(m \times c_z \times g + 2\sin\alpha \times F_R) = m \times c_{x,y} \times g \quad (13)$$

计算后得式 (14)

$$2(\cos\alpha + \mu_D \times \sin\alpha)F_R = (c_{x,y} - \mu_D \times c_z) \times mg \quad (14)$$

由以上公式可知, 栓紧装置的拉力 F_T 应该满足:

$$F_T > \frac{(c_{x,y} - \mu_D \times c_z) \times mg}{2(\cos\alpha + \mu_D \times \sin\alpha)} \quad (15)$$

(9) 附录 B: 横向摩擦力与横向拉牵力校核方法

横向是否进行栓固采用式 (B.1) 进行判断, 其中横向摩擦力参考《加规》中计算公式 $F_{摩}^{横} = \mu(9.8Q - Q_{垂}) = \mu(9.8 - 4.53 - 7.84 \frac{a}{l})Q = \mu(5.27 - 7.84 \frac{a}{l})Q$, 式

(1) 右半部分为横向惯性力和风力之和的 1.25 倍, 式 (1) ~ (3) 均参考自《加规》中加固强度计算方法。

对需要横向拉牵力及掩挡的车辆, 需要按照式 (B.2)、(B.3) 对拉牵材料及掩挡进行校核。

(10) 附录 C: 冲击试验方法

该附录为规范性附录，主要用于新设计轮挡、新型驮背运输车栓固安全性验证，从试验车辆、试验工况、测点布置、试验要求和评判标准等方面做了相应规定。

三、预期的经济效果、社会效果及环境效果分析

本标准制定发布后，将有效指导货运企业对半挂车内存货物以及铰接列车、半挂车在铁路驮背运输车上进行合理的装载和栓固，确保铁路驮背运输安全。从而进一步推动和规范我国驮背运输的发展，实现供给侧结构性改革，具有良好的社会和经济效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的情况

未采用国际标准或国外先进标准。

五、与有关的现行法律法规和强制性国家标准的关系

本标准与国家现行的法律法规和其他强制性标准能够协调一致，相互支撑，不存在交叉和矛盾。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中，不存在重大技术分歧。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准主要为驮背运输装载物的装载、栓固及相关装置的选型设计提供技术参考，是规范驮背运输货物装载与固定的基础标准。目前国内的驮背运输企业较少，且车辆的标准化程度尚需进一步加强，因此建议标准作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

目前我国多式联运正处于蓬勃发展期，相关标准的出台有利于公铁联运的相关企业利用标准中的技术条款内容对驮背运输车辆进行快速安全的固定。

相关标准的制定，充分借鉴了国外驮背运输的相关经验，技术要求与国际

接轨。

首先针对参与驮背运输的大型物流企业进行标准宣贯，使其能够合理装载，并将货箱内部的货物固定牢靠。在装载到铁路驮背运输车上后，能够合理的进行固定，确保运输过程的安全性。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，且现阶段无类似标准，因此无需废止现行标准。

十、其他应予说明的事项

无。