

一种铁路漏斗车伸缩式顶盖研制

燕文博 张春发 魏文超

中车太原机车车辆有限公司 山西 太原 030009

摘要：通过对既有铁路漏斗车装载和运输情况进行调研和分析，研制了一种篷布骨架结构的伸缩式顶盖，通过仿真计算，该顶盖结构强度满足车辆运用要求。加装顶盖后的车辆适应我国运用条件、管理水平以及既有地面装卸货设施，满足环保运输要求。

关键词：漏斗车；顶盖；伸缩式；计算

引言

目前我国铁路运输散粒货物主要是煤炭、矿石、水泥熟料、石灰石等货物为主，其中水泥熟料、成品石灰等货物在运输过程中需要严格防水防潮，否则会导致货物成为无法使用的废品。而煤炭、矿石等货物在运输过程中虽无需严格防水，但采用无盖铁路货车运输时侵入车厢的雨雪增载会导致车辆超载，不仅降低了车辆运行的安全性，还提高了运输成本。

随着铁路运输事业的跨越式发展，列车速度大幅提升，运行密度增加。在货物运输方面，铁路货车提速重载技术的全面推进，货物列车速度不断提高，尤其是列车会车速度的提高，煤炭在运输过程中由于列车的震动和气流的冲击导致的散落煤尘，可对铁路两侧50~100m以内区域造成污染。由于煤尘是酸性的，会对铁路沿线的建筑物、钢轨及电器元件产生腐蚀破坏。覆盖在土地上也污染土壤资源，对农作物的生长造成破坏。因此，解决散粒货物运输过程中存在的扬尘、遗洒等问题，减少污染、保护环境、降低运输损耗、保证铁路运输安全，是打造铁路绿色交通的需要，也是未来铁路运输的发展趋势。而有盖铁路货车装运散粒货物正好可以解决以上问题，所以有盖铁路货车的研发也将是未来铁路漏斗车的一个重要的发展方向。

1 主要散粒货物装载运输情况

1.1 水泥熟料装载运输情况

国内水泥熟料的装料设施与煤炭装料设施相似，主要也是采用伸缩式或转臂式料仓。因水泥熟料需防水、防尘，因此料仓与车体对接处还设置有密封装置，不采用装载机装料（如图1.1）。

1.2 石灰装载运输情况

企业一般采用高架伸缩式料仓装载石灰，高架料仓可上下伸缩并沿轨道少许移动，装料口内径小于800mm，装料时粉尘四溢，一个车一般有两个料仓同时

装料（如图1.2）。



图1.1 水泥熟料装载设施



图1.2 石灰装载设施

国内散粒货物的装料设施基本都以伸缩式或转臂式料仓为主，装载方式有边走边装和定对接装货两种，虽然料仓的结构形式基本一致，但各个企业所使用料仓的装料口尺寸却不尽相同，因此在漏斗车加装顶盖的设计中应重点考虑顶盖装料口与设备装料口匹配问题。

1.3 煤炭装载运输情况

国内煤炭的装车设备主要有料仓和装载机（铲车）。料仓的型式主要有伸缩式和转臂式两种（如图1.3）；现场使用较多的装载机主要有ZL50D/ZL50F轮式装载机和XG953/LW521F型轮式装载机。



图1.3 煤炭装载设施

2 漏斗车伸缩式顶盖研制

2.1 总体设计原则

我国铁路货车的运用工况和环境条件较为恶劣，加上车辆平均昼夜走行里程为世界很多发达国家铁路货车的2~4倍，因此，该顶盖的设计要考虑到下列原则：

- (1) 具有可靠的运用安全性。
- (2) 技术经济指标先进合理。
- (3) 操作简单、方便、安全，符合人机工程及人性化设计要求。
- (4) 货物装卸方便，装卸效率高。
- (5) 适应我国运用条件、管理水平以及既有地面装卸货设施。

2.2 设计目标

充分满足用户需求，结合中国铁路总公司70t级货车相关技术政策，设计、试验、制造和产品质量全面达到国际领先水平^[1]。

(1) 加装顶盖后的车辆能适应既有运输组织方式，满足动力集中牵引万吨列车的运用要求。

(2) 顶盖适应既有装、卸设施和环保运输要求，技术成熟，结构可靠，性能稳定，使用方便。

(3) 自重不大于1t，符合GB 146.1-2020《标准轨距铁路机车车辆限界》的要求。

2.3 主要技术参数选取

该顶盖主要是为适应KM70型煤炭漏斗车加装改造，因此顶盖长度与宽度应符合KM70车辆上部开口要求。

2.3.1 顶盖材料

综合分析顶盖的设计目标及运用工况，对材料的选取应综合考虑防腐、机械、焊接、抗碰撞能力等综合性能，不应追求单方面的指标值。因此，顶盖轨道及骨架材料的主要要求一是抗碰撞、耐磨损、高耐蚀；二是合理的强度、刚度；三是良好的焊接性能。顶盖覆盖的篷布材料具有良好的机械性能，并且具有良好的防水、耐寒、阻燃性能。

综上所述，同时综合考虑工艺性能、经济性能、耐磨损和耐腐蚀性等因素，确定顶盖轨道和篷布骨架主要采用材质为Q235A的型材。篷布涂覆织物的基布和涂层符合TB/T 1941的要求。

2.3.2 顶盖结构

漏斗车用伸缩式顶盖应参考既有加盖车成熟的顶盖结构，并兼顾操作的安全性和实用性，采用轻量化结构

设计和可靠性设计相结合的理念，在具体设计中应充分考虑顶盖与装料设施的匹配。

该顶盖系统参考了目前国内主型渣土车篷布顶盖结构原理，根据铁路漏斗车结构、尺寸及使用工况的要求进行设计（如图2.1）。

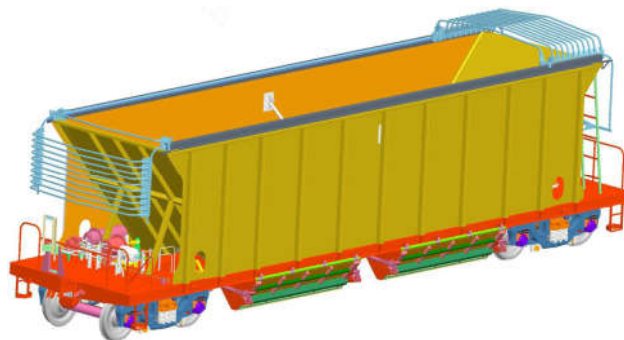


图2.1 伸缩式顶盖三维示意图

该顶盖主要由轨道组成、顶盖骨架、顶盖开闭机构、篷布（如图2.2）。

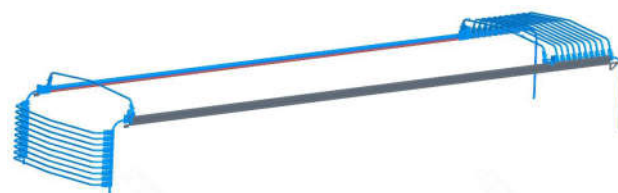


图2.2 顶盖三维图

(1) 轨道组成

顶盖轨道组成采用整体焊接结构，组焊时与车体上围梁搭接，内部采用钢板与侧墙连接，便于调整，工艺简单。上部设有防护板，防止货物洒落，影响顶盖机构运行。

(2) 顶盖骨架

顶盖骨架采用组焊式结构，由弯梁及两个支座组成。弯梁采用矩形管，增加了弯梁的强度及刚度。支座由钢板组焊而成，装有4个滚轮，分别卡住轨道上下两个面，提高了顶盖骨架的稳定性。

(3) 篷布

每张篷布上有眼圈、加强筋，篷布的四周穿有1根包边绳。包边绳采用聚丙烯制作，端压绳和系绳采用聚烯烃扁丝掺麻线（或棉线）制作，眼圈材质为304不锈钢。眼圈紧靠包边绳，牢固地安装在篷布的同一直线上，用来与顶盖骨架固定。

(4) 顶盖开闭机构

顶盖开闭机构采用链条传动方式，由地面触碰装置提供驱动力，碰撞顶盖骨架两侧的挡板，实现顶盖纵向开闭。顶盖运动时只需克服骨架滚轮与轨道间的摩擦力，所需的驱动力较小。

作者简介：燕文博（1992-），男，甘肃天水人，工程师，本科，长期从事铁路货车设计、制造与检修工艺方面工作。

2.3.3 顶盖主要性能参数及尺寸

自重	≤ 1t
顶盖长度	13430 mm
顶盖宽度	3140 mm
顶盖最大高度	420 mm
装料口长度	11470 mm
装料口宽度	2600 mm
顶盖开闭方式	地面触碰或手动

限界：符合GB 146.1-2020《标准轨距铁路机车车辆限界》的要求。

3 顶盖静强度、刚度分析

为校核顶盖的强度、刚度和稳定性，对顶盖进行强度分析。目前TB/T1335-1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》未对顶盖强度单独做出规定，AAR M1001《货车设计制造规范》中规定，顶盖应能承受15磅/英尺2均布载荷加上300磅的集中载荷；

(1) 静强度分析

车体顶盖应承受718.2Pa的负压作用，该伸缩顶盖的顶盖重量为100公斤，滑轮在滑动过程中的摩擦系数为0.15，在托梁进行强度校核分析时，将所有载荷均匀分配到托梁上，垂向工况考虑3g的加速度，纵向考虑2g的加速度，计算工况如下：

工况1：垂向载荷工况 $F_{\text{垂向}} = (\text{顶盖自重} + 718.2\text{Pa面压力}) / 22 \times 3$

工况2：纵向载荷工况 $F_{\text{纵向}} = 2 \times 0.15 \times F_{\text{垂向}}$

工况1托梁最大应力269.6MPa，变形26.9mm；工况2托梁最大应力246MPa，变形26.2mm。

从以上计算结果看出，在AAR规定顶盖受力工况下，顶盖的最大应力较小，变形亦较小，满足设计要求。

4 顶盖工艺性分析

在漏斗车用伸缩式顶盖的设计过程中，实行设计与工艺并行要求。在结构设计过程时把伸缩式顶盖设计为既独立又有关联的整体部件，可以预先组装并进行顶盖开闭灵敏性试验，在试验合格后将顶盖系统作为一个独立的大部件整体组装到漏斗车的车体上，这样既可以保证组装质量，还能提高生产效率。

4.1 配置分析及工艺分工

伸缩式顶盖主要部件包括轨道组成、顶盖骨架、顶盖开闭机构等。

根据公司的生产能力确定工艺分工，钢结构配件由

生产车间自制，标准件由物资供应部外购，整车在钢结构车间完成组装。

顶盖开闭机构采用标准件及国内货车通用产品，采购渠道稳定。

4.2 工艺流程分析

根据工艺分析，顶盖轨道、骨架及附属件等组焊件在各专有工位和组装胎上完成；顶盖部件均采用先油漆后组装的工艺。

4.3 配件模块化、标准化程度

顶盖钢结构配件多为切割件、压型件及冷弯件，配件均可自制。我公司长期进行煤炭、石砟及矿石漏斗车的生产，尤其在长大板材下料、焊缝焊接质量控制、焊缝打磨处理以及焊接变形控制等方面均积累了丰富的经验，完全有能力对顶盖钢结构配件完成自制。

5 顶盖技术特点

(1) 顶盖顶部设有一定角度，提高了托梁刚度，且不易于积水。

(2) 轨道上方安装有防护板，能够防止货物散落在轨道上影响顶盖运行。

(3) 顶盖能够向两侧打开，全开后收缩在车体两端墙的外侧。

(4) 顶盖端部密封梁可向外侧翻转90°，使顶盖高度降低，不影响料仓装货。

(5) 设有手动开闭装置，操作简便，安全可靠。

(6) 顶盖采用模块化设计，与车体围梁可实现模块化组装，提高了组装质量和生产效率。

(7) 两侧顶盖连接处采用迷宫式密封，能有效防止雨水进入车体。

结束语

采用伸缩式漏斗车来运输煤炭、熟料等散粒货物时，能够满足企业既有装卸货设施，并且因其车厢顶部具有活动顶盖，在运输过程中顶盖始终保持关闭，车厢内部形成密闭空间，完全杜绝了运输过程中货物出现扬尘、遗洒现象。随着铁路运输的发展及环保意识的日益提高，有盖漏斗车必将是我国未来铁路运输发展趋势^[2]。

参考文献

- [1]中国铁路总公司.TG/CL110-2018铁路货车厂修规程[M].中国铁道出版社，2018.
- [2]张春发，龙武国.有盖漏斗车的种类及应用情况研究[J].科技创新与生产力，2017(2).