

重型矿用自卸车车斗关键技术与实践研究

李鹏耀, 赵志刚, 王宝存, 赵雪飞

锡林郭勒职业学院 内蒙古锡林浩特

【摘要】随着我国大型露天矿山的不断扩建, 相关企业对矿用自卸车的需求量也在不断增加。虽然我国矿用自卸车的发展历程起步较晚, 但是研发具有自主知识产权的自卸车车斗对于我国自卸车行业具有重要的意义。本文重点分析当前我国自卸车存在的问题以及如何通过科学合理的技术优化自卸车内部结构, 提高载重量以及安全系数。

【关键词】矿用自卸车; 关键技术; 优化

【基金项目】锡林郭勒职业学院一般项目“重型矿用车清障装置技术研究”(YB-2020-08)

Study on the key technology and practice of heavy mining dump truck bucket

Pengyao Li, Zhigang Zhao, Baocun Wang, Xuefei Zhao

Xilin Gol Vocational College, Xilinhot, Inner Mongolia

【Abstract】 With the continuous expansion of large open-pit mines in China, the demand for mining dump trucks is also increasing. Although the development process of mining dump trucks in China started late, it is of great significance to develop the dump trucks with independent intellectual property rights for the dump truck industry in China. This paper focuses on analyzing the problems existing in dump trucks in China and how to optimize the internal structure of dump trucks through scientific and reasonable technology to improve the load weight and safety factor.

【Keywords】 Mining dump truck; Key technology; Optimization

重型矿用自卸车的主要职能为运输岩石矿石或煤炭。在实际工作中需要往返于采掘点和卸料点。由于矿用自卸车总体质量较大, 不能在公路上行驶, 这就导致自卸车在生产安装过程中通常还需要技术人员到实际施工环境进行焊接、装配。

1 我国国内矿用自卸车发展以及研究现状

1.1 国内自卸车发展状况

我国矿用自卸车行业发展在 20 世纪 70 年代初期, 相比于国外自卸车行业, 我国自卸车行业发展起步较晚。随着时代的发展, 我国批量生产矿用自卸车的企业越来越多。各大重型汽车集团有限公司也在生产矿用汽车, 但是并没有形成具有一定规模和批量的生产线。我国湘潭电机厂在 20 世纪 70 年代研制出国产第一台矿用自卸车, 能够适用于高寒冷地区和热带。后来, 部分公司通过与国外公司相

合作的方式掌握了部分先进的矿用自卸车生产技术。我国在 2010 年初期通过自主研发的方式突破了自卸车 100 吨的瓶颈, 提高了我国矿用自卸车科研与制造能力。

通过实际应用情况以及相关数据调查来看, 我国矿用自卸车与国外自卸车存在差距的主要原因在于以下四个方面: 首先是自主研发能力较低, 由于我国部分矿用自卸车采取的是与其他国外公司合作的方式吸取他们的关键技术, 这就导致部分零部件需要完全依赖进口, 倘若不能够形成自主知识产权, 那么就无法进行规模化生产。此外, 我国矿用自卸车制造和试验能力相对落后, 这一现象体现在我国部分矿用自卸车的主要零部件存在质量较差的现象。使用寿命短, 需要技术人员在实际应用过程中频繁更换零部件。并且, 由于缺少一定数量的大型

试验场地, 导致矿用自卸车的生产以及设计环节通常需要数据模拟的方式进行试验, 难以结合现场实际作业情况开展科学有效的工作。

再次, 我国矿用自卸车载重吨位依旧处于发展阶段。虽然随着时代的发展我国自主研发的矿用自卸车不断突破载重量瓶颈, 但是依旧需要不断优化关键技术, 提高矿用自卸车的载重量。

最后, 我国矿用自卸车自动化程度较低。当今社会虽然信息技术与各个领域的融合为各大企业拓宽了工作方向、工作内容, 但是自动化技术与矿用自卸车研发领域的融合依旧处于发展阶段, 相关企业需要大力引进高质量复合型人才, 将自动化技术融入在国产矿用汽车生产制造环节当中。

1.2 针对重型矿用自卸车车斗的研究方向

随着时代的发展, 露天开采矿井的规模越来越大, 这一现象对于矿用自卸车载重量的要求也越来越高。本文针对当前中国市场矿用自卸车车斗类型存在的问题, 通过优化关键技术提出基于仿生学设计的骨架式车斗结构解决上述问题, 提高车斗的强度和刚度并减少车斗的自重。

2 基于仿生学的车斗整体结构研究

2.1 常见车斗外形以及结构特点

从实际应用角度来看, 目前, 我国大部分矿用自卸车车斗的外形基本采用相同或相似的设计结构, 但是因为自卸车车斗本身具有尺寸较大, 运输过程中容易受到运载条件以及地形的限制, 因此在设计车斗过程中可以采用对称设计方式, 按照中心线划分左右对称的两部分, 随后技术人员需要在制造厂焊接后进行预装, 最终发配到矿山进行焊接装配。

当前, 我国部分矿用自卸车车斗主要存在的问题在于车斗结构过于独立, 例如底板, 侧板以及前顶板是通过焊接组成的, 各个部分的零部件并没有形成科学合理的框架。其次, 车斗的加强筋虽然能够提高抗弯曲强度, 但是由于抗扭曲强度不足, 导致车斗大部分的荷载还是由车斗底板来承担, 失去了车架原有的作用。再次, 由于部分车斗底板尾部容易洒落物料还会降低自卸车的寿命。最后, 部分矿用自卸车前板、底板以及侧板之间都存在着死角, 影响了车斗的有效载荷, 由于底板以及侧板的磨损相对严重, 这一现象还会使得车斗的使用寿命大大

减少。

2.2 车斗框架的仿生学结构设计

设计人员可以通过仿鲸鱼骨骼系统设计新型的车斗框架。鲸鱼体型巨大, 随着时间的发展径于具备精致的骨骼系统以及完美的流线体型。通过模仿鲸鱼骨骼系统的方式能够提高材料的利用率, 同时由于鲸鱼脊椎骨整体呈现出流线型, 不但能够增大身体的体积, 还能够减轻身体的比重。因此, 借鉴鲸鱼骨骼能够在矿用自卸车设计过程中符合最大合理空间的要求。有利于节省工程机械生产材料, 提高自卸车的强度与刚度。

2.3 车斗纵向截面构形

技术人员需要设计流线型的自卸车车斗前板, 提高车斗的抗冲击能力。由于车斗在装卸物料过程中可能会因锥状物料的影响导致车斗前板承受巨大的不平衡压力。而利用流线型前板能够有效减轻冲击力, 防止前板遭到破坏。同时, 由于增加了车斗前板与主梁之间的接触面积, 这使得自卸车在受力时是有前板和主梁共同承担的。这种设计方式能够帮助自卸车承受较大的冲击率, 还能够提高车斗的有效负荷。

针对自卸车前板与底板的连接问题, 通常来讲, 由于自卸车需要运行在崎岖的道路上, 无论是装载还是卸载环节所需要的载荷较大, 这使得车斗直角过渡区容易发生疲劳破坏。因此, 在设计自卸车前板与底板时应采用流线型曲线, 消除直角过渡的应力集中, 提高材料的使用寿命。曲线过渡有利于物料的卸载, 平滑的过渡区符合物料流向。

2.4 基于安全防护的前顶板设计

自卸车前顶板关乎到驾驶人员的安全。由于自卸车在矿坑运输过程中可能会因矿石形状的不规则导致矿石通过自卸车破损的孔洞, 破坏驾驶室以及相关电气设备, 对驾驶人员生命安全造成威胁。同时, 自卸车在安装物料过程中, 部分物料滞留在前顶板上也可能对司机是造成一定的影响。因此, 技术人员需要在保障司机人身安全的前提下优化前顶板的结构设计, 提高车斗的经济性价比。

技术人员需要在新型矿车车斗的前顶板采用后阳角和弧形设计, 这样设计的目的在于减少因坠落的物料与车斗前顶板接触时产生的冲击力。并且由于前顶板采用了弧形设计, 这使得坠落的物料能够

迅速向两侧滑落。物料在滑落过程中会落入到车斗中而不是直接砸向司机室, 对司机造成生命安全威胁。此外, 设计人员还需要在车斗前顶板两侧的圆弧过渡区增加 u 型钢加强筋, 外侧利用薄版挡住物料, 减轻车斗自重的同时提高安全性能。

2.5 底板防冻粘技术研究

在我国煤矿运输行业中, 运输效率会受到承载物冻粘影响。例如, 我国煤矿平均粘车率在 15% 左右, 相关数据调查, 由于粘没引起的能耗增加幅度高达将近 30%。我国北方地区气候特征为冬长夏短, 自卸车在运输物料过程中倘若装载了易于结冻的物料, 这会使得物料在运输时因气温过低导致冻结成块而出现冻结现象, 使得工人在卸载物料时增加工作负担, 容易发生翻车事故, 还会导致车斗内余料过多。

我国采用的防冻粘方法众多, 例如主动式防冻粘技术和被动式防冻粘技术。以振动法为例, 振动法在矿用自卸车卸载物料过程中主要是通过震动的方式破坏自卸车冻粘层, 这种技术通常在常温情况下效果明显。而在气温寒冷的条件下由于冻粘强度过大, 不会有较为突出的清理效果。

为了更好地解决矿用自卸车出现冻粘情况的现象, 技术人员可利用尾气加热底板的方式减轻冻粘情况。矿用自卸车底板尾气加热技术的原理是通过发动机排气管将温度较高的废气引入到车斗底部。利用发动机尾气温度加热自卸车车斗的底板和侧板, 以此来防止物料卸载过程中因温度过低而出现冻结的现象。

2.6 结构优化促进自卸车清障能力提升

在实际工作中, 由于矿用自卸车行驶路况恶劣, 这对于自卸车结构使用性能拥有较高的要求。自卸车清障能力与自身结构疲劳寿命有关, 因此通过结构优化的方式不仅能够提高自卸车的各项性能以及材料的利用率, 还能够形成一套完整可靠的监测自卸车疲劳寿命预测方案, 以此来更好地提高自卸车清障能力。首先, 技术人员需要通过有限元分析的方式观察自卸车托举机构的最大应力。随后应利用线性累计损伤理论, 分析自卸车在变负载荷下, 也就是当托举机构与自卸车相连接时, 牵引接头位置受力导致自卸车带有转角筋板位置产生的压力情况, 这一位置也是自卸车托举机构的薄弱位置。因

此, 通过上述数据分析, 技术人员应基于自卸车车架尺寸进行优化, 在保障质量不变的前提下, 控制自卸车托举机构的动态频率。以此来提高自卸车清障能力并减少零件的损耗。

3 车斗失效原因分析

3.1 车斗运行工况影响

通常来讲, 重型矿用自卸车主要针对露天煤矿的岩石以及煤炭开展运输作业。运输物料过程中矿区道路通常为临时路面, 可能会存在的转弯过多、上下坡过度的现象, 这就导致重型矿用自卸车车斗容易失效。此外, 技术人员利用大型电铲或液压铲装载物料过程中由于部分岩石块体积过大, 导致自卸车车斗两侧需要承受巨大的载荷, 对焊缝处造成了一定的影响。而自卸车在装载煤炭延时过程中产生的冲击动力又会使得焊缝处出现一定的裂纹, 最终可能会导致焊缝处出现断裂损坏。

3.2 焊接工艺影响

通常来讲, 我国重型矿用自卸车外形尺寸较大, 容易受到交通运输条件的限制。自卸车车斗在焊接过程中往往采取对称设计, 由相关人员在厂房内进行预装并在实际工作环境中进行焊接。但是, 由于部分人员专业素质较低, 没有焊接车斗的对称中缝, 这就导致在施工现场焊接过程中容易受到气候的影响导致焊接中缝出现缺陷。

3.3 钢板的碳当量

目前, 我国部分重型矿用自卸车车斗主要采用耐磨钢板焊接而成, 但是在实际焊接过程中耐磨钢容易出现冷裂缝。这一现象是因为焊接过程中微结构应力主要与钢板碳当量有关, 虽然碳当量增加能够提高微结构的硬度, 但是相对来讲其韧性就会降低。因此, 这一现象对钢板焊接环节造成一定的影响。

4 提高车斗寿命的措施

4.1 结构设计改进

针对车斗结构设计, 改进需要从以下四个方面进行: 车斗底板铰接处、底板横梁处、侧板处以及底板尾部。技术人员应通过三角形筋板加强的方式优化车斗底盘交接处, 降低车斗底盘的应力以此来提高车斗的使用寿命。随后, 需要加强车斗底部纵梁处的结构强度, 防止因外力冲击导致纵梁处零件受到损害。再次, 需要在车斗前顶板根部加固三角

形钢板,防止因物料冲击造成车斗前顶板出现形变。最后,技术人员需要在车斗底板上翘部分优化加强筋,改变加强筋的宽度值,以此来保障车斗能够在物料卸载或运输过程中减少因摩擦和运输产生的交变应力。

4.2 焊接工艺改进

焊接前,技术人员必须保障焊接场地表面平坦,矿用自卸车车斗的周围空间环境较大,能够有利于翻转车斗进行。焊接作业同时还需要做好防风处理,以此来提高焊接质量。在焊接过程中需要保障焊接中缝没有油漆、铁锈和胶带纸等异物。同时,在车斗焊接前还需要保障车斗的整体温度高于 10 度,倘若温度不符合相关标准就需要通过电加热的方式将加热器布置在车斗的背面,以此来随时控制温度。此外,由于在预热过程中车斗钢板可能会存在一定的水分,那么技术人员就需要在车斗达到预热温度后立即打磨预热区域。

5 结束语

综上所述,本文分析了我国重型矿用自卸车车斗存在的问题,针对相关问题,结合仿生学设计理念,实现了自卸车车身轻量化以及利用尾气余热减少冻粘现象发生的技术。不但能够提高煤炭、矿石的采集效率,还能够提高我国国产自卸车的市场竞争力。

参考文献

- [1] 孟强. 对重型矿用自卸车车斗的结构优化设计[J]. 山东工业技术,2016(4):24.
- [2] 石明明,王昌管. 对重型矿用自卸车车斗的结构优化设计分析[J]. 内燃机与配件,2019(12):86-87.
- [3] 郝妮妮,于岩,刘华伟. 基于遗传算法的重型矿用自卸车车斗优化设计[J]. 煤矿机械,2020,41(5):4-5.
- [4] 蔡海龙. 重型矿用自卸车电液控制系统的设计与实现[J]. 煤炭工程,2020,52(9):161-165.
- [5] 徐小锋,马力,李绮文,等. 重型矿用自卸车驾驶室空调匹配和流场分析[J]. 机械研究与应用,2016,29(4):32-36.
- [6] 周新涛,马娜,盛嘉璐,等. 某重型矿用自卸车侧置式驾驶室悬置系统的振动特性试验研究[J]. 矿山机械,2016(11):21-25.

收稿日期: 2022 年 6 月 10 日

出刊日期: 2022 年 7 月 25 日

引用本文: 李鹏耀, 赵志刚, 王宝存, 赵雪飞, 重型矿用自卸车车斗关键技术与实践研究[J]. 工程学研究, 2022, 1(2): 69-72
DOI: 10.12208/j.jer.20220037

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS