

露天煤矿里面重型卡车超载超重事故分析及预防对策探讨

吕志忠

国家能源集团准能集团有限责任公司哈尔乌素露天煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：卡车运输不仅生产成本比重大，而且在生产过程中存在的安全隐患大，是露天矿安全生产管理的重点环节。卡车的运行状况由于受到装载质量、道路质量、道路坡度、运距、物料性质、燃油质量、维修保养质量、环境气候、以及操作技术水平等多因素的影响，安全管理难度大。因此，卡车的安全运行一直是矿山设备管理的难点和重点。其中，由于来自生产任务压力或个体利益的驱动，同时因对卡车超载的危害认识不足，露天矿卡车超载的现象经常出现，由此造成的灾害事故时有发生，给企业造成了很大损失。

关键词：矿用卡车；超载；安全隐患；预防措施

露天矿卡车超载运行造成的灾害事故严重，经济损失巨大。文章统计分析矿用卡车在实际生产中存在超载、偏载的严重现象及其卡车超载的成因，结合卡车构造原理，全面剖析了矿用卡车超载、偏载给卡车运行造成的安全隐患和危害，并提出了防范卡车超载、偏载，提高卡车装车质量的具体措施和策略，从而达到提高卡车效率、降低卡车综合运输成本、确保安全运行的目的。

1 露天煤矿重型卡车超载超重事故原因分析

1.1 直接技术原因。车辆机械性能恶化。超载导致轮胎压力激增，加速制动系统磨损，延长制动距离，同时引发车架变形、焊点断裂等结构损伤，显著提升爆胎和侧翻风险。例如，煤矿事故中，违规使用非标钢丝绳和绞车，导致钢丝绳过载断裂，直接引发跑车事故。设备违规使用与改装。部分矿区为提升运输效率，违规使用非露天矿专用设备（如非斜井提升设备），或对卡车进行非法改装以增加载重能力，进一步加剧设备超负荷运行。

1.2 作业环境与操作因素。复杂运输条件。露天煤矿道路坡度大、路基松软，矿岩松碎工艺不完善可能导致运输路径不稳定。车辆在转弯或爬坡时易因重心偏移发生侧翻，尤其在排土场边缘存在沉降裂缝时风险更高。驾驶员违规操作。驾驶员疲劳驾驶、违规操作（如急刹车、空挡滑行）及违章搭车（如人员与货物混载）是事故重要诱因。煤矿事故中，作业人员违规蹬乘混载货物的串车，直接导致伤亡扩大。

1.3 管理与经济驱动因素。企业逐利与监管缺位。企业为降低运输成本、提升利润，默许或纵容超载行为，甚至通过伪造运输记录、逃避称重检测等手段规避监管。部分矿区未建立动态称重系统或监控设备，导致超

载车辆长期未被发现。执法力度不足与恶性竞争。货运市场运价低迷，超载成为弥补成本的主要手段。执法中存在以罚代管、重复罚款等现象，甚至为超载车辆办理“年票”变相合法化违法行为。

1.4 技术标准与法规漏洞。车辆载重标准不合理。现行部分载重标准（如蓝牌轻卡4.5吨限重）与车辆实际载货需求脱节，导致合规运输难以盈利，倒逼超载成为行业潜规则。应急体系失效。部分矿区应急物资储备不足、救援人员缺乏实战经验，事故发生后存在瞒报、伪造现场等行为，延误救援时机。如鸡西坤源煤矿事故后企业蓄意销毁证据，暴露应急管理全面失效。露天煤矿重型卡车超载事故是技术缺陷、环境限制、管理漏洞及经济驱动共同作用的结果，需从设备合规性、动态监管、运价机制重构等多维度综合治理。

2 露天煤矿重型卡车环境因素影响分析

2.1 自然气候环境影响。粉尘污染。露天煤矿开采过程中产生的粉尘会降低能见度，干扰驾驶员视线，增加碰撞风险；同时粉尘易附着在卡车发动机舱、电气线路等关键部位，加剧设备磨损并提升短路起火概率。极端温湿度与雷电。高温环境导致卡车发动机过热、轮胎软化，增加爆胎风险；高湿环境加速金属部件腐蚀，降低设备可靠性。此外，露天作业中的雷电威胁可能引发电气系统故障或火灾。

2.2 运输道路条件影响。路面质量缺陷。道路坡度超标、路面凹凸不平或弯道半径过小会延长卡车制动距离，增加侧翻风险。雨雪天气导致积水或结冰时，路面附着系数下降，易引发打滑失控。道路维护不足。矿区运输道路若缺乏定期加固，易因重型车辆频繁碾压出现

路基塌陷、边缘沉降等问题，形成危险路段。未及时排除积水或修复裂缝会加速道路损坏。

2.3 作业场地特殊风险。排土场边缘稳定性。露天矿排土场因过度开采易产生裂缝或沉降，重型卡车在边缘作业时可能因地面塌陷导致坠落事故，尤其在雨雪后土质松软时风险更高。采场空间限制。狭窄的采场作业区迫使卡车频繁转向和倒车，而扬尘和机械设备的密集分布进一步压缩驾驶员视野盲区，增加与其他车辆或人员碰撞的概率。

2.4 其他复合环境干扰。振动与噪音污染。卡车长期在颠簸路面上行驶产生的持续振动会加速车架金属疲劳，导致焊点开裂；高噪声环境则可能引发驾驶员疲劳，降低应急反应能力。混合环境叠加效应。粉尘、高温与机械振动的综合作用会加速电气线路老化，例如传感器失灵或线束磨损漏电等问题，形成火灾隐患。

露天煤矿重型卡车的作业环境具有多因素叠加、动态变化的特征，需针对粉尘治理、道路维护、排土场监测等环节建立系统性防控措施，例如安装智能传感器实时监测环境参数，或通过优化采场布局减少空间冲突。

3 卡车超载危害性分析

3.1 超载对发动机的危害。矿用卡车的工况特性，是负荷的间歇性，持续满负荷工作时间较短，尤其为了节能和环保的目的，大功率发动机一般都采用了两极增压方式，本身强度系数已经非常高，抗过负荷能力非常有限。大部分矿山在矿用卡车满载情况下，往往伴随持续性爬坡行驶，这样的情况，如果再超载，就造成持续过负荷，发动机各摩擦副的磨损加剧，温度迅速升高，导致发动机早期磨损，缩短发动机寿命。

3.2 超载对发电机的危害。矿用卡车电机的寿命主要取决于电机的绝缘性能，而电机的绝缘性能除了取决于设计制造因素外，在运行中则主要取决于温升。而温升与电流成正相关，电流与负载成正相关。卡车超载时发电机持续高负荷运转，导致温升增高，绝缘早期老化，同时轴承寿命缩短，所以超载会大大缩短发电机的寿命。

3.3 超载对车架等结构件的危害现在卡车车架的设计，都运用了有限元受力分析方法，按照额定载荷进行设计，在额定负载(包括动载荷)前提下，理论上可以达到很长的寿命。如果超载，再遇到道路状况比较差的情况，那么额外产生的冲击载荷将是静载荷的数倍甚至数十倍，会造成车架受力远远超过设计载荷，会导致受力部件早期疲劳，甚至发生裂纹、变形、破断损坏。同时，也导致销轴和轴套磨损严重。

3.4 超载对悬挂的危害。卡车超载时，悬挂的负荷超

过额定负荷，尤其在行驶过程中，剧烈颠簸形成的额外冲击载荷，伴随产生高温，会导致密封过早损坏，造成漏油，漏气，严重的会拉伤缸筒。并导致销轴和轴套磨损严重，甚至结构件断裂。

3.5 超载对轮胎的危害。卡车轮胎运转中，橡胶本身的蠕动会产生的热量。轮胎型号是根据卡车额定载重和轮胎承受的载重量选取的。其发热量和散热量可以达到一个动态平衡，温升不会超过额定范围，正常使用寿命较长。但是如果超载，蠕动产生的热量大于散热量，会导致轮胎温升迅速增加，超载越严重，温升越高，过高的受力伴随过高的胎体内部温度，会使轮胎迅速热剥离(也就是常说的鼓包)，轮胎寿命大大缩短。而因超载产生的巨大交变应力也会使轮胎的钢丝产生疲劳，强度下降，甚至断裂。

3.6 超载对举升液压系统的危害。卡车超载后，尤其是超载重心太过靠前的情况，当举升时，举升负荷超过额定负荷，导致举升液压系统安全阀动作、液压油温升高、液压泵超负荷运转、液压泵、密封件、油管等元件寿命缩短，导致漏油、油液变质，严重的会损坏液压泵、爆管，甚至因高压爆管喷出雾状液压油发生火灾事故。

4 露天煤矿重型卡车超载超重事故预防措施

4.1 智能化技术监管与车辆升级。动态称重与智能监控。在矿区关键路段部署动态称重系统，实时监测卡车载重数据，并与交管平台联网，超载车辆自动触发警报并限制通行权限。推广国能智卡等国产智能重卡，搭载发动机智能监控系统，通过传感器实时监测燃油效率、制动性能等关键参数，异常数据自动上传至管理终端。车辆性能优化与非法改装整治。强制淘汰超期服役卡车，推广轻量化高强度车架设计(如直纵梁变截面结构)，提升车辆合规载重能力。联合市场监管部门严查非法改装窝点，对擅自加高货箱、加固车架等行为实施“一案双罚”(处罚车主与改装企业)。

4.2 全链条管理机制完善。运输成本重构与信用约束。建立运价与燃油、过路费等成本联动的动态定价机制，保障合规运输利润空间。将超载行为纳入企业信用评价体系，对年度超载率超10%的运输单位限制投标资质，并公示失信名单。源头装载管控。强制矿区装载场站安装称重检测设备，货物装载数据实时上传监管部门，超载车辆禁止驶离场站。推行电子货单制度，实现货物类型、重量与运输车辆载重标准的智能匹配。

4.3 运输环境与作业规范优化。道路安全改造。对矿区运输道路实施坡度标准化改造(坡度 $\leq 8\%$)，急弯路段增设防撞护栏和减速带，雨雪天气启用道路加热融冰

系统。建立道路养护责任制，裂缝、塌陷等隐患需24小时内修复并备案。排土场稳定性监测。在排土场边缘布设北斗位移监测仪，实时追踪地面沉降数据，沉降速率超阈值时自动封闭危险区域并预警。

4.4 驾驶员行为管理强化。安全考核与奖惩机制。推行驾驶员安全积分制，超载、空挡滑行等违规操作扣分，扣满12分者强制离岗培训。设立合规运输奖励基金，月度无超载记录的驾驶员可获得运费5%-10%的额外补贴。人机协同防御体系。驾驶舱安装人脸识别系统，监测疲劳驾驶（闭眼时长 > 3秒）和分心行为（频繁低头），实时语音提醒并同步上报管理平台。预防体系需融合智能监管技术、经济杠杆调节、全链条责任追溯三大维度，例如通过动态称重系统与信用惩戒遏制超载动机，同时以车架轻量化设计和运价机制优化提升合规运输可行性，形成“不敢超、不能超、不必超”的治理闭环。

4.5 露天煤矿重型卡车装载标准制定。（1）设计原则与基础框架。分类适配性设计。根据矿区规模与运输需求，将卡车分为小型（载重5-10吨）、中型（15-30吨）及大型（≥ 30吨）三类，并匹配不同车型的尺寸标准（如大型卡车车宽3.5-5米、车高4-6米），确保车辆与矿区道路、作业空间兼容。安全效能平衡。以GB 51282-2018《煤炭工业露天矿矿山运输工程设计标准》为核心，结合矿区地形、运输距离和货物特性，制定载重上限与安全裕度（如预留10%-15%的承载余量），避免超载导致制动失效或车架疲劳断裂。（2）载重分类与核定标准。静态核定标准。小型卡车：核载5-10吨，适配短距离、低密度物料运输（如剥离土方）；中型卡车：核载15-30吨，适用于煤炭、矿石等常规物料运输；大型卡车：核载≥ 30吨，用于规模化开采场景，但需匹配高强度车架与制动系统。动态调整机制。结合矿区地质条件（如松散煤层）和气候因素（如雨雪天气），动态下调

核载标准（如湿度超限时载重降低15%），并通过车载传感器实时监测重心偏移与轮胎压力，触发超载预警。

（3）道路条件适配规范。道路承载能力匹配。生产干线最大纵坡 ≤ 8%，重车下坡路段纵坡再降1%，避免长距离坡道导致刹车过热失效；双车道路面宽度按3-4倍车体宽度设计，保障超宽车辆（如车宽5米）安全通行与错车需求。安全防护设施要求。在路堤路段设置双安全防护堤，高度不低于轮胎直径的2/5（如直径1.5米轮胎对应0.6米高度），底部宽度 ≥ 3米，防止车辆侧滑坠落。（4）技术升级与动态优化。智能装载监控。推广无人驾驶卡车电子货单系统，实现装载重量、物料密度与车厢容积的智能匹配，超载车辆自动锁定并禁止驶离装车站。数据驱动标准迭代。基于车辆运行数据（如发动机负荷率、制动频率）和道路磨损监测结果，每2-3年修订一次载重标准，优化车辆寿命与运输效率平衡。（5）合规性审查与执行。源头管控。强制装车站安装高精度称重设备，数据实时上传至监管平台，超载车辆触发装载机停机并记录违规行为。标准化认证。对改装车辆实施“一车一档”认证，非法加高货箱或加固车架车辆禁止进入矿区，违者纳入运输企业黑名单。

总之，露天矿卡车的超载、偏载运行，既是一个安全问题，也是一个经济问题。因卡车超载、偏载而发生的大小事故屡见不鲜，造成了严重的人身伤亡和巨大的经济损失。露天矿生产、经营、安全管理人员必须高度重视卡车的超载、偏载运行的危害，制定控制卡车超载、偏载的防范措施，加强日常管理工作力度，提高装车质量，确保露天矿大型卡车安全、经济、高效运行。

参考文献

- [1]苏蒂，露天矿卡车调度理论的系统研究2022.
- [2]陈华强，露天煤矿里面重型卡车超载超重事故分析及预防策略. 2023.