

正确合理选用汽车起重机进行吊装

曹 强

神华准格尔能源有限责任公司设备维修中心 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：本研究把露天煤矿吊装作业当作研究对象，系统地分析汽车起重机选型关键要素和吊装工艺优化策略，依据作业环境特征、起吊载荷以及作业高度等核心参数，构建起设备选型决策模型并提出科学参数计算体系，同时着重探讨吊装工艺优化方案和安全管控机制，为提升露天煤矿吊装作业安全性能与作业效率提供理论依据和实践指导。

关键词：露天煤矿；汽车起重机；选型；吊装作业技术

1 引言

在露天煤矿的开采作业过程当中，吊装作业作为核心工序起到重要作用，汽车起重机凭借操作灵活、作业高效的特点，广泛应用于大型采矿设备组装、日常维护和物料运输等环节，科学选择起重机的型号并且规范应用吊装技术，不仅能保证作业安全高效开展，还可显著提升生产效能并有效控制作业风险，需要注意的是露天煤矿作业环境有显著特殊性，既受复杂地形和有限作业空间的限制，又容易受到极端天气的干扰，这些因素给起重设备选型和吊装工艺实施带来技术难题。

2 露天煤矿吊装作业特点与需求分析

2.1 作业环境复杂性

露天煤矿开采的作业环境有着典型的复合型特征，矿区地貌形态多变存在丘陵洼地等复杂地质构造，煤炭开采过程产生的高浓度粉尘显著降低作业区大气透明度影响操作人员视觉辨识，且会对汽车起重机动力系统液压装置等核心部件产生腐蚀导致设备性能衰退和使用周期缩短，同时矿区作业面密集分布大型采掘机械运输设备物料输送管线等基础设施，造成作业空间高度受限严重影响汽车起重机定位回转吊臂伸缩等关键操作。

2.2 起吊对象多样性

露天煤矿开采作业里涉及的吊装对象有明显多样性和差异性特点，大型采矿机械包含电铲、钻机等重型设备，其单件质量普遍超数十吨，部分甚至达百吨级别，并且结构复杂、外形不规则，吊装时必须精确计算重心位置来保证作业安全稳定，小型设备及零部件单体质量虽小但数量庞大且吊装频次高，这对吊装作业时效性提出严峻挑战，某些特殊构件像超规格钢梁、超高支架等对汽车式起重机工作性能有特殊要求，涵盖最大起升高度、有效工作幅度以及臂架伸缩长度等关键参数。

2.3 安全与效率要求

露天煤矿的吊装作业会同时面临安全性和作业效率

两方面挑战，一方面被吊装物存在重量大且价值高的特点，一旦发生安全事故就会造成设备损毁、经济损失甚至人员伤亡等严重后果，另一方面为保证煤矿生产能够高效运行，吊装作业得具备快速精准进行设备安装、维修以及物料运输的能力，所以研究怎样在确保安全生产的基础上优化吊装作业效率，成了露天煤矿生产管理当中的关键性问题。

3 汽车起重机选型流程与要点

3.1 基于作业环境的起重机类型初选

3.1.1 地形适应性考量

露天煤矿开采作业进行设备选型时要充分考虑地形特征和地表状况，研究显示履带式汽车起重机依靠独特底盘结构设计，通过增大接地面积和优化载荷分布，显著提升在松软不平整地表作业安全性，有效避免设备下陷和倾覆事故发生，相比之下轮胎式汽车起重机在平整硬化路面作业环境里优势明显，其快速移动特性可实现工作位置高效转换，特别适合矿区道路周边等基础设施完善区域吊装任务

3.1.2 空间限制应对

要是作业空间比较有限，同时对起重机转弯半径和占地面积要求很严格时，建议优先去选择结构紧凑或者具备特殊转向系统的汽车起重机，目前市场上有部分先进机型运用全轮转向或者蟹行转向等创新技术，大大提升了在狭小空间当中的机动性能，要是作业环境里存在建筑物、架空管线等障碍物的情况，得综合考虑障碍物的空间分布特征，挑选具备大范围变幅能力和灵活伸展特性的起重机设备，就拿矿区维修车间周边设备吊装来说，在空间狭小并且周边建筑密集的工况之下，配备可折叠臂架及大角度变幅机构的汽车起重机优势明显。

3.2 起吊参数计算与起重机型号确定

3.2.1 起重机稳定性验算

确保起重机在吊装作业中的稳定性是防范安全事故

的关键所在。根据《起重机设计规范》GB/T 3811-2008的相关规定,需针对不同作业工况(包括满载、空载、变幅工况等)开展稳定性分析,特别在大型构件吊装作业中,由于起升载荷显著增大,必须重点校核其稳定性指标,必要时可通过增设配重装置或优化支腿布置等工程措施来提升设备的抗倾覆性能。

3.2.2 支腿地基承载力验算

起重机支腿地基承载力进行科学验算是确保设备安全运行关键环节,在工程实践当中为满足吊装作业要求普遍采用增大支腿接地面积技术措施,需要注意的是对原始土质地面或硬化路面承载力评估不能仅靠经验判断,特别是采用硬化路面作为支腿基础时必须通过钎探等检测手段排查路面下部结构安全隐患,基于精确承载力计算若发现地基无法承受作业荷载应采取相应加固措施如铺设钢板浇筑混凝土基础等技术方案

4 露天煤矿作业特点对起重机选用的影响

4.1 复杂地形条件

露天煤矿开采区域一般地形是崎岖不平的,有大量土丘、沟壑以及松软地面,这样的地形让起重机移动和站位面临挑战,比如在一些山坡地带开展设备安装或物料吊运工作,起重机得具备良好爬坡能力与稳定性,履带式起重机由于接地比压小,能较好适应松软、不平整地面,在复杂地形中有较强通行能力可发挥优势,相比之下,轮胎式起重机虽机动性较强,但在地形复杂且地面承载能力差的环境里,容易出现陷车等问题导致使用受限。

4.2 恶劣气候环境

露天煤矿往往会面临高温、低温、大风、沙尘这类恶劣气候情况。在高温环境当中,起重机的液压系统油温容易出现过高现象,这会导致密封件老化以及液压油黏度降低,进而影响系统性能与可靠性,此时需要选用配备高效散热装置且液压油适应高温工况的起重机。在低温时,起重机的金属结构可能会发生冷脆现象,电气设备性能也会受到一定影响,所以要考虑起重机的防寒保暖措施以及所采用材料的低温性能。大风天气对于吊装作业安全具有极大威胁,强风可能会使吊物出现大幅摆动甚至导致起重机倾翻,一般风速超过6级时,多数起重机需要停止作业。所以在露天煤矿选用起重机时,必须关注其抗风能力以及在不同风速下的安全作业规范,比如塔式起重机通常需要配备防风锚定装置来应对大风。沙尘天气里,大量沙尘会侵入起重机的机械传动部件、电气设备内部,加速设备磨损,缩短设备使用寿命,因此应该选择防护性能好、密封设计优良的起重

机,以此减少沙尘侵蚀造成的损害。

4.3 多样化的吊装任务

露天煤矿的吊装任务所涵盖的范围是十分广泛的,从开采设备像挖掘机、装载机等大型零部件的更换,到运输车辆的维修保养工作内容,再到建筑材料的吊运等相关任务都有涉及,大型设备的零部件通常重量大且尺寸也大,就比如大型挖掘机的铲斗可能重达数吨甚至数十吨,这就要求起重机必须具备足够大的起重量与起升高度,一些小型物料的吊运尽管重量相对较轻,但是对吊运的灵活性和效率有着较高的要求,此外在进行设备安装的时候,可能需要起重机具备精确的定位能力,以此确保设备安装能够达到准确性的标准,针对不同类型的吊装任务需要匹配不同性能特点的起重机,例如吊运大型设备零部件可以选用大型履带式起重机或大吨位汽车起重机,而对于一些零星物料的短距离搬运,随车起重机或小型叉车可能会更为合适。

5 起重机主要参数的确定

5.1 起重量的计算

确定起重机起重量的时候要综合考量被吊物体实际重量、包括吊钩吊索吊梁等在内的吊具以及像捆绑材料重量这类可能附加的其他重量,其公式为 $Q \geq Q_1 + Q_2$,这里面 Q 指的是起重机所需的额定起重量, Q_1 是被吊物体的重量, Q_2 代表吊具及附加物的重量,举例来说在吊运露天煤矿一台重量为20吨的破碎机部件时,要是使用的吊索具重量为0.5吨,那么起重机的额定起重量就应不小于 $20 + 0.5 = 20.5$ 吨,与此同时还需要考虑到一些特殊情况,比如在不平整地面上进行作业时起重机可能需要额外起升力来克服地面不平整带来的影响,这种情况下应该适当增大起重量的安全系数。

5.2 起升高度的确定

起升高度要满足把被吊物体从地面提升到目标高度的需求,同时得考虑吊索具的长度、起重机停机位置与吊装点间垂直距离以及可能需预留的安装间隙等相关因素。其计算公式是 $H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$,这里面 H 代表起重机所需的起升高度, H_1 是被吊物体提升的实际高度, H_2 为吊索具的长度, H_3 是起重机停机位置与吊装点之间的垂直距离, H_4 是安装间隙(通常取值在0.2-0.5米)。举例来说,要是要把一个设备安装到距离地面15米高的平台上,所使用的吊索具长度为3米,起重机停机位置与平台之间的垂直距离是2米,安装间隙取0.3米,那么起重机的起升高度 $H = 15 + 3 + 2 + 0.3 = 20.3$ 米。在露天煤矿当中,因为场地存在起伏情况,计

算\$H_3\$时要准确测量实际的垂直高度差,以此确保起重机的起升高度能够满足要求。

5.3 工作幅度的考量

工作幅度也就是回转半径由起重机停放位置和被吊物体吊装位置间的水平距离来决定,对于像汽车式起重机、履带式起重机这类移动式起重机而言,不同的臂长以及起重臂角度会对应不同的工作幅度和起重量,在选择起重机的时候,需要依据实际吊装作业里可能出现的最大工作幅度来确定起重机的具体型号,例如在露天煤矿的采场边缘吊运设备到采场内某个位置时,要测量采场边缘到目标位置的最远距离当作工作幅度的参考值,与此同时要留意起重机在不同工作幅度下的起重量变化情况,防止因为工作幅度过大而使得起重量降低进而造成超载作业,可通过查阅起重机的性能参数表来选择在所需工作幅度下能够满足起重量要求的起重机。

5.4 其他影响起重机选用的因素

5.4.1 经济成本

选用起重机的时候经济成本是不可忽视重要因素,它涵盖设备采购成本、租赁成本等多方面,新购置起重机一次性投入较大,资金实力有限且吊装任务不频繁露天煤矿,租赁起重机或许是更经济的一种选择,租赁成本一般根据起重机类型、起重量等因素确定,能灵活满足短期或临时性吊装需求,运行维护成本包含日常保养、零部件更换等费用,不同类型和品牌起重机维护成本存在差异,通常结构简单、通用性强的起重机维护成本较低,能耗成本方面大型起重机能耗较高长期运行费用可观,所以选用起重机时要综合评估这些成本因素,结合露天煤矿实际使用频率和预算选总成本最低方案,比如偶尔进行大型设备吊装任务租赁大吨位汽车式起重机成本更低,长期频繁物料吊运作业选能耗低维护方便起重机可降运营成本

5.4.2 安全性能

露天煤矿作业首要原则是保障安全,起重机安全性能直接关联作业人员生命及设备财产完好,起重机需配备完善安全保护装置,像起重量限制器、起升高度限位器等,这些装置能在运行中实时监测关键参数,当起重机运行出现异常情况时可及时触发报警并采取制动措施来防止事故发生,同时要考虑起重机稳定性设计确保不同工况下都能保持稳定避免倾翻,另外起重机操作控制系统应设计合理便于操作人员准确便捷操作降低失误风险,露天煤矿恶劣作业环境下起重机电气系统及金属结

构需有良好防护性能抵御沙尘雨水腐蚀,选用起重机时要严格审查其安全性能指标和相关认证优先选卓越产品保障吊装安全。

5.4.3 维护便利性

露天煤矿作业环境十分恶劣,起重机运行时易受粉尘、振动、冲击等因素影响,进而导致零部件出现磨损、损坏情况,所以维护便利性显得至关重要,选用的起重机需具备易于接近的维护部位,这样方便维修人员开展日常检查、保养及故障排除工作,零部件的通用性和可替换性要良好,当某个零部件损坏的时候能及时获取合适备件进行更换,以此减少设备停机时间,同时起重机的生产厂家应具备良好的售后服务网络,能够及时提供专业的技术支持与维修服务,比如一些知名品牌起重机在全国各地设有售后服务中心,可在短时间内响应客户维修需求并提供原厂配件和专业维修人员,此外起重机的维护手册要详细且准确,能为维修人员提供清晰的维护指导,包含维护周期、项目及操作步骤等,在选择起重机时充分考虑这些维护便利性因素,可有效提高起重机可用性和使用寿命并降低总体运营成本。

6 结论

露天煤矿合理选用起重机需全面考量作业环境、吊装任务类型、起重机自身性能参数、经济成本、安全性能、维护便利性以及环保要求等多方面因素。通过分析复杂地形、恶劣气候等作业特点对起重机选用的影响,对比履带式、汽车式、随车起重机、塔式起重机等不同类型起重机的特点与适用场景,准确计算起重量、起升高度、工作幅度等关键参数,并综合权衡经济、安全、维护及环保等因素,露天煤矿企业能够选择出最适合自身生产需求的起重设备。这不仅有助于提升吊装作业的效率与安全性,降低运营成本,还能促进露天煤矿生产的可持续发展,适应不断变化的行业环境及要求。在实际操作中,露天煤矿企业应结合自身实际情况,制定科学合理的起重机选用流程与标准,确保每一次起重机的选用都能为安全生产和高效运营提供有力支撑。

参考文献

- [1]薛志钢,许晨旭,巫波,等.基于深度学习与机器视觉的起重机吊装安全监测方法[J].科技创新与应用,2024,14(2):1-5.
- [2]郑宏远,卢宁,宋鹏程,等.智能塔式起重机关键技术研究[J].机电工程,2023,40(3):435-443.