

露天矿山设备全面管理流程研究

刘 卓, 吴智勇, 张 琳, 沈佳兴

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

摘 要: 缅甸莱比塘露天铜矿项目产能大、设备多, 设备管理复杂。如何保证对设备从采购入场到退场全过程进行合理、高效地全面管理是项目设备管理面临的突出问题。阐述了以采装运输设备、生产辅助设备、抽排水设备为主体的露天矿山设备管理流程, 包括设备采购及入场验收、操作人员招聘与技术培训、设备试运行、设备首次保养、日常维修保养、正常运行、设备周期性大修、报废退场等露天矿山设备全流程的管理模式, 为露天矿山提质增效、高效管理、持续发展奠定了坚实基础。

关键词: 露天矿山; 设备全面管理; 采装运输设备; 生产辅助设备; 抽排水设备; 莱比塘露天铜矿

中图分类号: TD5; TD2; TD8

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2020)04-0019-05

Study on the Overall Management Process of Equipment in Open-pit Mine

LIU Zhuo, WU Zhiyong, ZHANG Lin, SHEN Jiaying

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

Abstract: Letpadaung Open-pit Copper Mine Project in Myanmar has large production capacity, many equipment and complex equipment management. How to ensure the reasonable and efficient overall management of the whole process from the equipment procurement to demobilization is a prominent problem faced by project equipment management. This paper describes the equipment management process of open-pit mine, which mainly includes transportation equipment for mining and loading, production auxiliary equipment and drainage equipment, including equipment procurement and acceptance, operator recruitment and technical training, equipment trial operation, equipment first maintenance, daily maintenance, normal operation, equipment periodic overhaul, scrapping and demobilization, etc. It has laid a solid foundation for the improvement of quality and efficiency, efficient management and sustainable development of open-pit mines.

Key words: open-pit mine; overall equipment management; transportation equipment for mining and loading; production auxiliary equipment; drainage equipment; Letpadaung Open-pit Copper Mine

1 概 述

莱比塘露天铜矿位于缅甸实皆省(Sagaing)南部, 设计年采剥总量 6 900 万 t, 其中废石剥离量为 3 865 万 t、矿石开采量为 3 035 万 t, 破碎站、堆浸场日处理矿石量为 9.2 kt/d。项目主要配置了大型牙轮钻机 10 台, 大型挖掘机 14 台, 大型卡车 89 台等总计 113 台(套)大型采剥设备, 加上各类生产辅助设备, 该矿山设备已达 289 台(套)。

设备管理面临的突出问题: (1) 设备种类多、数量大, 全面管理复杂。(2) 设备维修保养信息不能及时共享, 过程监管难度大。(3) 设备运行过程

不能全面监督, 存在监管盲区。(4) 生产原始数据统计准确性偏低, 分析不够全面、彻底, 难以对设备管理问题溯源。

2 露天矿山设备全面管理流程

为解决露天矿山设备管理中存在的诸多突出困难及问题, 莱比塘铜矿项目部的技术人员探索出了露天矿山设备全面管理流程, 该流程主要包括设备采购及入场验收、操作人员招聘与技术培训、设备试运行、设备首次保养、日常维修保养、正常运行、设备周期性大修、报废退场等。该流程实现了设备运行全过程监督、生产数据全方位查询、维修保养信息及时共享、生产维修数据全面准确分类统计, 从而为露天矿山提质增效、高效管理、

收稿日期: 2020-05-29

持续发展奠定了基础。露天矿山设备全面管理流程见图1。笔者分项依次对管理流程进行阐述。

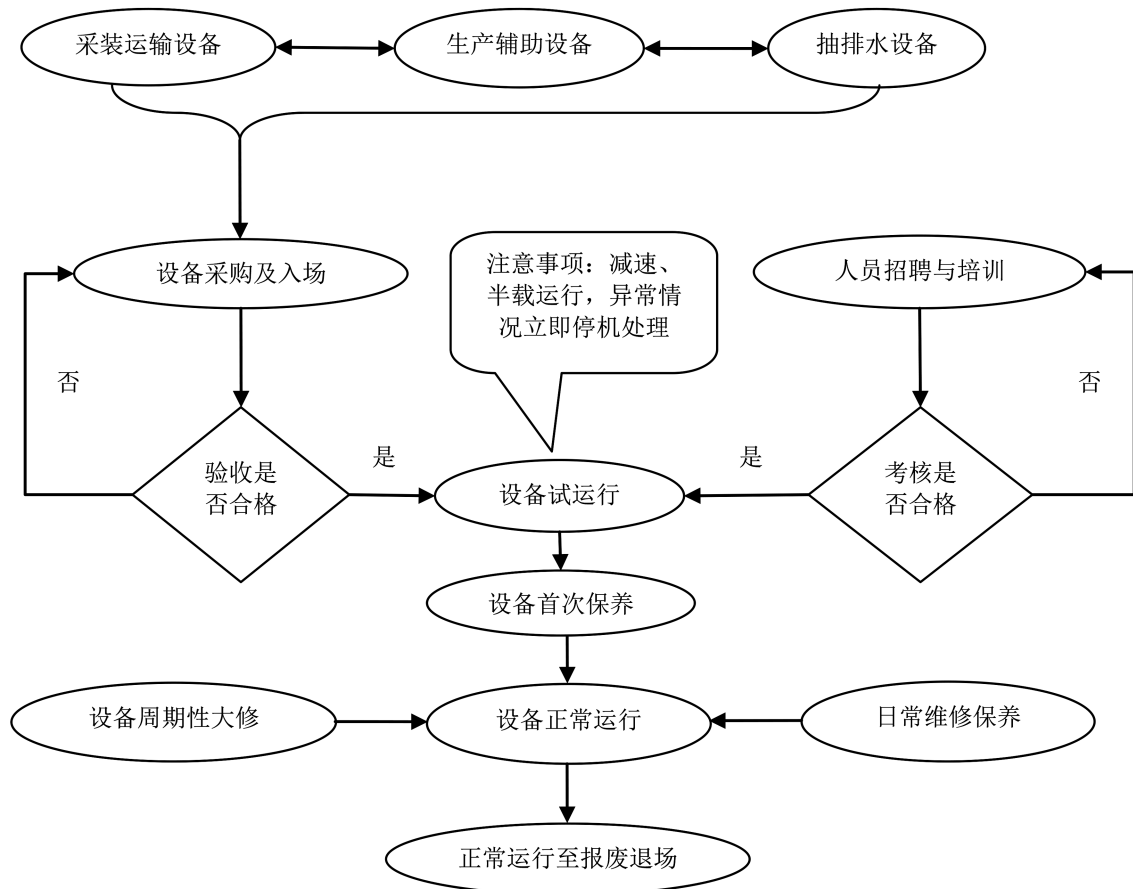


图1 露天矿山设备全面管理流程图

2.1 采装运输设备的管理

2.1.1 前期管理

(1)采购及入场验收。采装运输设备的采购主要根据生产任务及设备报废退场后的补充计划进行申报,在通过公司物资采购审批流程后集中统一采购。入场验收主要是通过审验相关资质文件、查验设备是否具有完整的技术文件及合格的审验流程,并通过建设单位、设备供应商、施工使用单位三方联合对设备实物进行验收并在设备管理系统中建立唯一的设备IP,以方便设备系统性流程化管理。

(2)操作人员的招聘及技术培训。根据设备采购及入场计划提前按照“统一招聘,择优录取”的原则进行操作人员的招聘,必须保证招聘人员的学历、年龄、身体条件、工作经验等满足要求,遴选人员经过专业技术培训、试用并考核合格、具备了必要的理论知识和一定的实践经验后方能持证

上岗。为保证新入职员工可以快速掌握操作要点、熟悉设备性能以及老员工技能的持续提升,项目部聘请了设备厂家驻场工程师对操作人员进行周期性技能培训,为设备的正确使用、高效运行提供了保障。

(3)试运行及首保。采装运输设备在试运行期间必须严格按照“慢速、半载运行,异常情况立即停机处理”的原则进行,交接班时严格按照操作规程对设备进行全面点检并填写交接班点检记录,设备运输应安排在坡度平缓、路况良好的路段运行^[1]。当设备达到首次保养时间时,严格按照设备首次保养的技术文件由专业维修保养工程师完成保养并填写设备首次保养记录,并对设备试运行期间的运行状况进行必要的技术分析和评估,为设备的后续维修保养和其它设备的试运行总结经验。

2.1.2 运行管理

(1)设备状态。莱比塘铜矿项目依托 GPS 智能调度系统(以下简称系统)进行采装运输设备的运行管理。为对设备的数字化、智能化管理,系统将所有设备的状态分为作业、延误、备用、故障等四种类型:

①作业状态:指采装运输设备处于有效工作时间的状态(简称作业,亦称为“作业时间”)。

②延误状态:指采装运输设备完好但因受外界因素影响而不具备生产条件的状态(简称延误,亦称为“延误时间”),包括设备加油、等待清理工作面、挖掘机待铲、挖掘机走铲、避炮、降雨延误等情况。

③备用状态:指无故障采装运输设备因技术安排、调度管理等原因中断生产而处于待工的状态(简称备用,亦称为“备用时间”),包括车少铲多时铲备用、车多铲少时车备用、设备修复后暂无司机的备用、交接班、班餐时暂停等情况。

④故障状态:指采装运输设备因故障原因不能正常工作的状态(简称故障,亦称为“故障时间”)。

(2)设备状态管理。采装运输设备的状态由设备操作手根据设备所处状态进行实时变更、调度中心调度员负责检查监督、技术管理人员定期进行相关知识的培训及技术交底。当出现设备状态变更不及时或不正确时,调度员通过系统车载对讲机呼叫操作手进行更改,以保证设备状态变

更的及时性、准确性及完整性。系统可根据操作手更改的设备状态自动绘制设备运行图表,使设备运行状态清晰明了。

(3)采装运输设备的“四率”管理。采装运输设备的“四率”系指设备完好率、利用率、使用率和实动率。“四率”管理是基于准确的设备状态变更进行,项目 GPS 智能调度系统开发时对“四率”的定义如下:

$$\text{设备完好率} = \frac{\text{作业时间} + \text{延误时间} + \text{备用时间}}{\text{作业时间} + \text{延误时间} + \text{备用时间} + \text{故障时间}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{设备利用率} = \frac{\text{作业时间} + \text{延误时间}}{\text{作业时间} + \text{延误时间} + \text{备用时间}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{设备使用率} = \frac{\text{作业时间}}{\text{作业时间} + \text{延误时间} + \text{备用时间}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{设备实动率} = \frac{\text{作业时间}}{\text{作业时间} + \text{延误时间} + \text{备用时间} + \text{故障时间}} \times 100\% \quad (4)$$

以上公式均应用于 GPS 智能调度系统。采用 GPS 智能调度系统,可以在任何时间段查询设备的“四率”,并通过查询的数据进行分析与比较,进而有利于对“四率”的改进和提高。

该项目 2017~2019 年采装运输设备“四率”统计情况见表 1。

表 1 莱比塘项目 2017~2019 年采装运输设备“四率”统计表

年份	采装设备“四率”				运输设备“四率”			
	完好率 /%	利用率 /%	使用率 /%	实动率 /%	完好率 /%	利用率 /%	使用率 /%	实动率 /%
2017 年	80.64	76.65	73.27	59.08	82.95	79.00	76.96	64.61
2018 年	82.74	76.58	72.86	60.28	84.62	78.80	77.08	65.22
2019 年	85.24	76.23	72.67	61.94	86.36	79.38	76.8	64.02

对表 1 进行分析可知:该项目 2017~2019 年主要采装运输设备完好率逐年提高且幅度较大,其它“三率”基本持平,表明采装运输设备的实际作业时间增加,设备工效提高,亦反映出“四率”管理的有效性。

2.1.3 设备的日常维护管理

(1)管理调度流程。采装运输设备的日常维护管理是对设备维修保养进行过程管理,以实现设备维修保养时长记录、故障类型统计、故障原因分析、报表分析和设备维修保养记录查询等功能。

设备处于维修保养状态时,通过系统设置对维修保养超时的设备进行报警提醒^[2]。

采装运输设备的维修保养管理调度流程包括调度室调度员(设备管理方)、设备操作手(设备使用方)、修理厂(设备维护方)。采装运输设备维修保养管理调度流程见图 2。

(2)设备维修管理。采装运输设备的维修管理分为故障待修、待件、维修中、维修完成、设备维修查询五部分。其中:故障待修系指设备因故障原因等待设备工程师维修处理的状态;待件系指

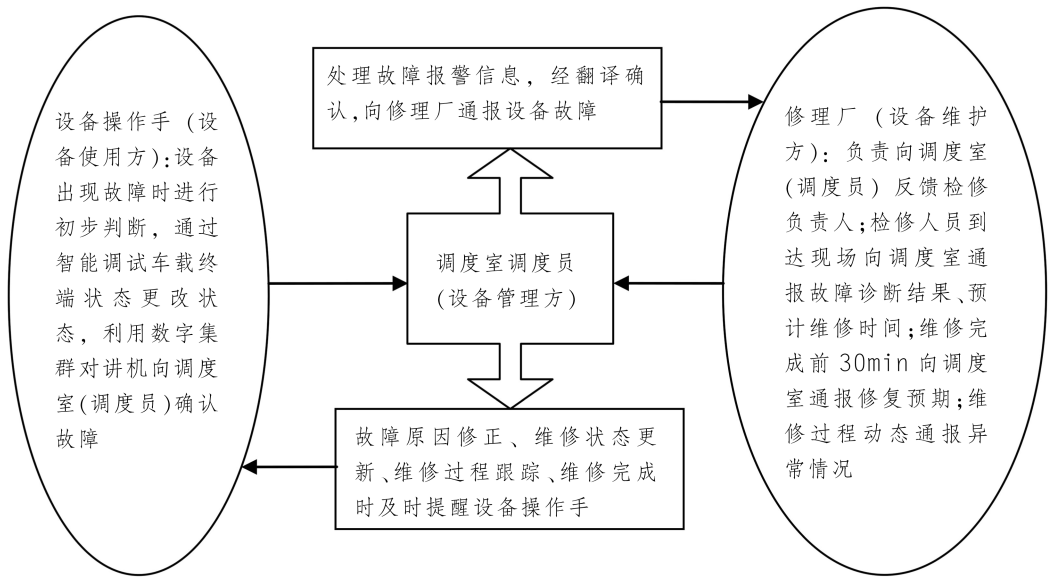


图2 采装运输设备维修管理调度流程图

设备处在维修过程中,但因某些备件缺少或未及时到位而处于等待维修处理的状态;维修中系指故障正处于由设备工程师维修处理的状态;维修完成系指设备故障已排除,处于等待操作手恢复运行的状态;设备维修查询系指利用报表形式查询具体的维修过程,利于工作调度及数据分析。通过以上五步能够保证设备维修过程清晰、记录完整准确,实现设备维修保养时长记录、故障类型统计、故障原因分析和设备维修保养记录查询。

设备维修管理的难点在于如何在设备发生故障时能快速进行专业化的维修处理、在减少设备备件积压与减轻缺少备件影响上做到最佳平衡,从而既减轻了缺件影响,又降低了备件库存以及专业人员对于维修报表的查询分析处理能力^[3]。

(3)设备周期性大修。采装运输设备周期性大修主要考虑的是设备类型、设备发动机小时数、日常保养维修记录等因素,由设备维修工程师根据设备大修计划提前完成相关物资备件的采购,在满足设备大修条件后即可组织进行设备的大修^[4]。由于莱比塘露天铜矿采装运输设备种类多、数量大,设备进场相对集中,意味着有较多设备几乎同期达到周期性大修,因此大修任务比较艰巨繁重,大修时必须坚持“周密计划、全面准备、人员专业、高标准严要求”的原则,以确保完成设备周期性大修。

2.2 生产辅助设备的管理

(1)管理原则。为保证矿区既能安全高效生产,又能充分提高设备效率的要求,生产辅助设备始终坚持“分区服务、专人管理、合理调度”的原则。矿区的生产辅助设备服务于矿坑、采区、堆浸场、排土场等所有场地及运输道路。莱比塘铜矿项目现有生产辅助设备 40 台,包括履带式小型挖掘机、履带式推土机、装载机、平地机、压路机、轮式推土机、洒水车、加油车等,其中履带式设备的服务对象基本固定,只允许其小范围移动,若需大范围、长距离移动必须按管理流程审批并进行转场安全技术交底;轮式设备可以长距离快速移动,应充分发挥其优势,实时调度以达到高效利用的目的。

为促进生产辅助设备的高效运行,对其实行了分区使用管理,分区汇总情况见表 2。

(2)设备运行路径优化。生产辅助设备运行路径的优化主要为道路及工作面洒水降尘的洒水车、完善安全挡坎及道路落石清理的装载机等。莱比塘铜矿矿区的道路长达 28.2 km,全年平均温度均在 30℃ 以上,年蒸发量为 1 876 mm,矿区道路及工作面的洒水降尘工作非常艰巨。为保证矿区的开采环境,根据洒水车的完好情况,分别制定了 3 台洒水车、4 台洒水车工作时的洒水线路图,利用 GPS 智能调度系统及时对洒水车的洒水线路进行调度优化。根据现场施工需要,利用数字集群对讲机对装载机、平地机、加油车等辅助设备

表 2 莱比塘项目生产辅助设备分区使用汇总表

序号	设备类型	设备编号	服务对象	主要作用及功能
1	履带式小型挖掘机	E21	西山采区	永久边坡刷坡及清理浮渣
2		E24	东山采区	清理浮渣,提供新的爆破工作面
3		E33	矿坑	掘沟区域的排水及清理浮渣
4	履带式推土机	D11、D12	堆浸场	卸料点清理及道路修整
5		D13、D14	2#排土场	
6		D15、D16	3#排土场	
7		D17、D18	西山采区	清理浮渣及处理安全隐患
8		D19、D21	矿坑	工作面降水及处理安全隐患
9	装载机	L01、L02	西山采区	安全挡坎的完善及道路掉渣清理
10		L03、L05	矿坑	
11		L13	排土场、堆浸场	
12	平地机	G01、G02	整个矿区	矿区道路维护
13	压路机	R01、R02	整个矿区	矿区道路压实
14	轮式推土机	D-31	整个矿区	矿区道路维护
15	洒水车	W01	西山采区	道路及工作面的洒水降尘
16		W02	2#排土场及堆浸场	
17		W03	3#排土场及东山采区	
18		W05	矿坑	

进行合理调度,保证了矿区生产的正常高效运行。

2.3 抽排水设备的管理

(1)抽排水系统及设备情况。根据气象、水文地质资料及设计文件要求,目前在矿坑内形成了 L-60 m、L-30 m 固定泵站,L-75 m 及 L-90 m 临时泵站及其所属管线进行抽排水,最后通过

L-60 m 固定泵站及管路将矿坑内的废水排往矿区东部的雨水调节池,最终回用于矿石堆浸及矿区洒水降尘,实现了矿区水的内部循环利用,不仅保护了当地的环境,而且降低了生产成本。矿区抽排水设备配置情况见表 3。

(2)抽排水设备及报表管理。为保证采装运

表 3 矿区抽排水设备配置表

序号	水泵位置	水泵型号	数量	扬程 /m	转速 /r·min ⁻¹	额定排水能力 /m ³ ·h ⁻¹	效率 /%
1	L-60 m 固定泵站	LB250-400	3	60	3 000	412	75
2		LCP250-500	3	60	3 000	1 150	75
3	L-30 m 固定泵站	MCCK125-100-315	3	50	2 850	250	50
4		LB200-630	2	50	2 850	450	50
5	L-75 m 临时泵站	MCCK125-100-315	3	50	2850	250	60
6	L-90 m 临时泵站	WQ65-20-7.5	3	20	2500	65	60

输设备拥有良好的工作环境,减轻矿坑内酸性废水对设备的影响,抽排水工作人员实行“四班三倒”工作制,在需要时及时进行必要的抽排降水以保证干地施工。抽排水过程由当班人员准确记录,当日夜班结束时将抽排水日报上报调度室,由调度员录入 GPS 智能调度系统,最终形成日报、周报、月报,以便于相关数据的统计分析及上报。通过建立抽排水报表制度,可以清晰了解水泵的抽排水量、完好率、利用率等信息,有利于合理地安排水泵运行。

3 露天矿山设备全面管理流程运行取得的效果

莱比塘项目通过探索制定露天矿山设备全面管理流程,使采装运输设备、生产辅助设备、抽排

水设备从采购入场到运行退场的全流程管理清晰,实现了生产过程数据化、监督全面无盲区,取得的具体效果如下:

(1)2017~2019 年,项目部的主要采装运输设备完好率明显提高,其中采装设备完好率提高了 5.7%,运输设备完好率提高了 4.1%,实质上增加了其作业时间,提高了设备工效,为进一步提高采装运输设备的管理提供了有效方案。

(2)露天矿山设备全面管理流程的探索实现了生产设备、管理人员、维修保养人员等多方信息共享与快速联动,准确统计了设备故障分类、故障原因、维修过程耗时等信息,便于维修人员重点监

(下转第 27 页)

(1)外漏钢筋头的处理。使用电动手持砂轮机将超出混凝土表面的钢筋切除并打磨到混凝土内1~2 mm处,然后用清水冲洗干净,最后使用干硬性混凝土填实并压实!

(2)表面麻面、蜂窝、气泡的处理。处理前,应将混凝土表面松动的碎块、残渣等由人工清除至母体密实面,凿毛呈斜坡状,然后使用高压水枪对其进行清洗,再用丙乳水泥浆(丙乳:水泥=1:1.5)涂底,要求涂刷薄且均匀,不得出现漏涂和超涂,用手触摸感觉有粘性后,采用与母体颜色相近的丙乳砂浆收面处理^[5](该丙乳砂浆配合比应由现场专业人员比对母体进行多次调整,直至其颜色与母体混凝土颜色一致后方可使用)。

(3)错台、挂帘的处理。对于拆模后出现的错台、挂帘现象,应由人工进行打磨处理,打磨时注意由下而上将其打磨成微倾斜面并检查模板、分析错台出现的原因,防止下仓出现类似的情况。

4 结 语

现阶段,我国仍处于南北方水资源严重失调的状态,引水工程项目必定会是水电行业的发展

(上接第23页)

控和采取应对策略与措施,有针对性的进行防范和控制,避免造成重大或灾难性损失^[5]。

(3)露天矿山设备全面管理流程的探索提高了生产辅助设备的完好率、利用率,实现了设备运行路径的优化调度,为矿区道路及工作面的洒水降尘、永久边坡处理、安全挡坎完善、道路落石清理等及时提供设备支持,创造了良好的工作环境,降低了生产安全隐患。

(4)露天矿山设备全面管理流程的探索实现了生产过程数据报表化,杜绝了设备运行数据统计准确性不高的问题,能够充分利用大量的原始生产数据进行专题分析,找出问题的根源,然后针对具体原因采取具体有效的措施,达到全面实现提质增效管理目标的目的。

4 结 语

缅甸莱比塘露天铜矿项目一直致力于露天矿山开采研究、设备管理优化,经过多年实践总结,探索出了集采装运输设备、生产辅助设备、抽排水设备为主体的露天矿山设备管理流程,包括设备采购及入场验收、操作人员招聘与技术培训、设备试运行、设备首次保养、日常维修保养、正常运行、设备周期性大修、报废退场等

趋势。在灌溉引水工程中,小断面隧洞不可避免。我们应当结合当地的实际情况,深入了解小断面隧洞施工的特点和难点,克服因断面小而造成的施工质量控制困扰。笔者认为:通过以上小断面隧洞各工序质量控制措施,能够将隧洞钢筋混凝土衬砌质量提高一个台阶,对工程质量管控起到关键作用。

参考文献:

- [1] 水工混凝土钢筋施工规范,DL/T 5169-2013[S].
- [2] 水利水电工程施工质量检验与评定规程,SL 176-2007[S].
- [3] 水工混凝土试验规程,SL 352-2006[S].
- [4] 袁光裕,左兼金.关于选择混凝土浇筑不平衡系数的几点意见[J].水利水电技术,1964,6(8):31-35.
- [5] 混凝土结构工程施工质量验收规范,GB 50204-2015[S].

作者简介:

- 胡洪鑫(1976-),男,湖南双峰人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
作;
刘金平(1985-),男,陕西西安人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工
作;
林伟明(1978-),男,黑龙江绥化人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
作;
张 鹏(1994-),男,重庆合川人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)

全流程的设备管理模式。露天矿山设备全面管理流程探索并实现了设备运行过程的全面监督可查询、维修保养信息及时共享、生产维修数据统计准确全面,为矿山高效管理、可持续发展、提质增效奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 李 强. 矿山机械设备的维修与保养分析[J]. 世界有色金属,2018,35(24):191+193.
- [2] 杨 军. 露天矿机械设备故障与维修措施探究[J]. 山东工业技术,2014,33(24):62-63.
- [3] 郝金旺. 加强露天矿山机械设备的有效管理[J]. 设备管理与维修,2019,39(3):21-22.
- [4] 罗孝军. 矿山设备机械维修故障诊断技术[J]. 中国科技信息,2019,30(14):55+57.
- [5] 李 健,侯彦君,刘 卓. 智能调度系统在缅甸莱比塘铜矿项目的应用与研究[J]. 四川水力发电,2018,37(3):12-17+23.

作者简介:

- 刘 卓(1989-),男,陕西咸阳人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工
作;
吴智勇(1981-),男,四川内江人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工
作;
张 琳(1995-),男,陕西汉中,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工
作;
沈佳兴(1995-),男,河北沧州人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)