

振动放矿机在矿山井下破碎系统的运用研究

蓝 峥

(广西工业设计集团有限公司, 广西 南宁 530031)

摘 要:振动放矿机因为设备质量轻、运行灵活、设备体积小、功率较低且给矿持续性有所保障,在我国矿山井下破碎系统中得到了较为广泛的运用,不仅能对重型板式给矿机等大型给矿设备进行一定程度的替代,也能保障工程有序推进。基于此,从实际情况出发,首先明确了振动放矿机工作原理及其主要参数,并对振动放矿机以及重型板式给矿机进行综合对比,明确其运用情况与优势。

关键词:振动放矿机;矿山井;破碎系统

中图分类号:TD451

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)26-0121-03

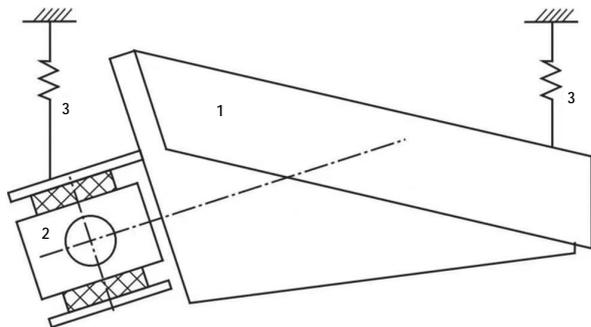
0 引言

随着我国矿山开采对振动放矿的普及,振动放矿机等放矿设备也得到了有效应用,为我国的矿业提供了坚实助力。诸如双质体振动放矿机等最新研发的振动放矿设备,对于矿山井下破碎系统的运用有着极为明显的优势,不仅在采场出矿、高溜井放矿等环节有着促进作用,对于矿山井下破碎系统给矿设备运用也有着极为重要的现实意义。

1 振动放矿机工作原理及其主要参数

1.1 振动放矿机工作原理

振动放矿机原理为惯性共振式,其工作机构如图 1 所示。



1—槽体;2—激振器;3—隔振弹簧。

图 1 振动放矿机工作机构

振动放矿机的主要部件分为 3 个部分:隔振弹簧、槽体以及激振器。槽体主要通过隔振弹簧进行固定,往往处于矿仓或机架等范围内^[1]。因为激振器与槽体联系紧密,通常位于槽体的左下方,在这种情况下,如果激振器为单轴式其主轴偏心块在回转过程中产生的圆周方向激振力,会使振动放矿机的整体系统产生振动,因此主轴的平衡架中心位置,需要在槽体间安装橡胶弹

簧进行剪切固定,平衡架、槽体以及橡胶弹簧 3 个方面的共振会使振动放矿机产生双质体系统,在平衡架与槽体间的剪切橡胶弹簧产生的共振振动,能够使槽体按照长椭圆轨迹进行运行,此运行轨迹无限接近直线,从而实现放矿目的。振动放矿机的槽体、平衡架与隔振弹簧组成了隔振系统,但此系统只能在非共振情况下才能稳定运行。经过不断研发,振动放矿机主要具备以下 8 个方面优势。

(1) 设备的运转预启动稳定快速,且所需激振力度小,运转冲击需要不高^[2]。

(2) 设备的电动机功率小,且以节能减排为目标降低设备运行成本。

(3) 振动放矿机设备与变频器之间能够有效连接,实现对给矿量的自动控制。

(4) 设备槽体倾角与激振力。能够在互相协调的前提下进行灵活调节。

(5) 设备生产性能与功率提高,部分水分大、黏性高的材料也能较好的发挥给矿性能。

(6) 设备整体质量降低,加强设备性价比。

(7) 空载运转平稳,规避电动机损坏问题。

(8) 降低维保需求,减少投入成本。

1.2 振动放矿机的主要参数

首先,确定几何参数。振动放矿机的几何参数主要包括槽体台面板的长宽度以及台面板倾角。因为振动放矿机在料斗连接的前提下,与溜井的连接不需要考虑槽体台面板的深度。在这种情况下,只需要对破碎设备的工艺与施工环节的布置进行考虑,结合实际情况,对槽体台面板的长度进行设计。槽体台面板的宽度与最大矿石块度呈双倍正相关,台面倾角在 10°~20°夹角

内较为合适。如果矿石流动性较为理想,那么就取最小值,反之则取最大值^③。其次,明确主要技术参数。以破碎系统生产能力以及振动放矿机几何参数为基础,对设备的质量、振幅、给矿块度、生产能力以及电动机功率等性能参数进行考察。振动放矿机的结构形式主要分为悬吊式和座式两种,结构形式的选择,应根据储矿仓的实际情况进行明确。例如,如果工程的矿山井下破碎系统储矿仓是上部溜井,那么就应选择座式振动放矿机,为设备施工与安装提供便利。在振动放矿机与溜井之间的料斗连接设置手动闸门,对维护管理开展提供帮助。

2 振动放矿机的选择

2.1 振动放矿机成为矿山井下破碎机给矿的最佳选择

随着我国采矿行业的不断发展,矿山企业的生产规模也得到了很大提升,许多 100 万 t 量级的超大型地下矿山建设规模逐步增多,因为规模较大,导致矿山的粗破碎系统往往都在井下,井下常用型号为颚式破碎机以及旋回式破碎机两种。重型板式给料机主要应用在给料粒度需求大的工程建设中,重型板式给料机的最大给料粒度科大 1000mm。因为给料粒度较高,重型板式给料机的矿石冲击与矿柱压力承载力较高,能够在较为恶劣的矿山井下正常作业。但是因为重型板式给料机的质量较高,设备运行灵活度不理想,且设备配置空间大,容量足,撒矿量也随之增高。在这种情况下,就需要重型板式给料机与刮板输送机相协调,维保难度进一步加强。在这种情况下,随着我国矿山设计的不断发展,振动放矿机逐渐成为矿山井下破碎机给矿的最佳选择。以崇礼紫金东坪金矿为例,其矿山设计规模为 1000000t/a,根据井下生产工艺要求采用主副井+辅助斜坡道开拓方法,需要在矿山井下破碎站粗碎矿石,采取主井箕斗提升矿石,在废石由副井层面上不用执行破碎行为^④。因为设计规模达 100 万 t 以上量级,则矿石破碎任务就需要按照 1000000t/a 进行考虑,在各生产阶段,原矿经过运输后下放到溜井进行破碎,考虑到溜井破碎规模振动放矿机可以采取 PA100120 型颚式破碎机,能够将原矿块破碎到 200mm 以上,经过调节料仓、闸门以及给料设备等多方面渠道后,将矿石运送到输送机设备层面,并转载至缓冲矿仓内部。

2.2 振动放矿机规格的选择

结合井下生产能力与矿石实际情况,对矿石的物理参数进行确定后选择破碎机的规格。结合实际情况,XZGZ1840 型双质体振动给矿机最为适配工程,此设备

由鹤壁煤化机械厂生产,主要参数如下:振动台面长为 4500mm;振动台面宽度为 2100mm;性能指数为 250~940t/h;下料漏洞长度为 2500mm,宽度为 1800mm;设备总质量为 13.24t;电动机组功率为 8.5kW。XZGZ1840 型双质体振动给矿机于 2008 年投产,并于 2017 年开始大规模生产,十数年的投入效果皆较为理想,也为企业带来了许多经济收益。例如,夜长坪钼矿井下采矿规模达 20000t/d(660 万 t/a),负责此工程的中原矿业有限公司利用主副井+辅助斜坡道开拓方案,原矿矿石块度在 0~850mm,因为井下出矿块度大,采用主井箕斗井提升与坑内粗碎设置满足箕斗提升需求。

2.3 振动放矿机和重型板式给矿机的综合对比分析

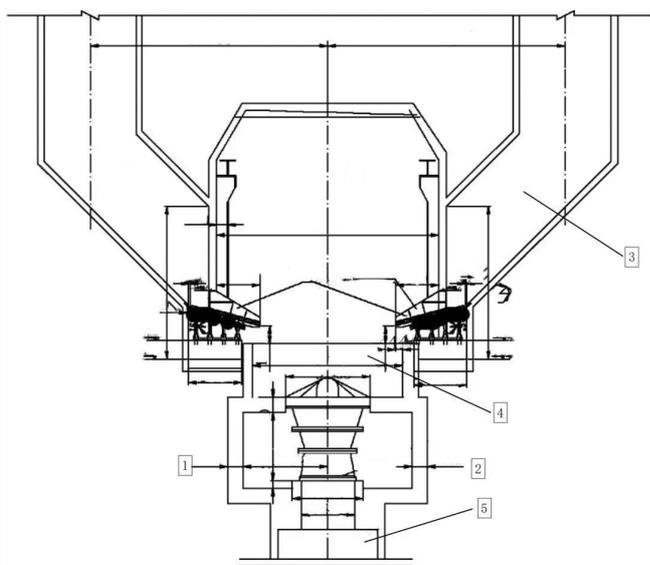
原矿生产各阶段的运输需要经主矿石溜井下放到破碎水平,经过振动放矿机的破碎处理,将原矿块度破碎到 250mm 以内,流入调节料仓^⑤。在这种情况下,项目设计就需要将振动放矿机以及重型板式给料机的给矿性能进行综合比较,并得出以下结果。

(1)在重型板式给矿机方面,其给料力度在 0~850mm,链板宽度为 $(2.0\sim 2.5)\times 800=1600\sim 2000\text{mm}$,取最大值 2000mm;生产能力为 $3800\text{v}\text{bhr}\phi=647.571\text{t/h}$;从相关企业出具的重型板式给矿机样本可得知:GBZ260-7 型重型板式给矿机的能力为 1178t/h;质量 80t;链板移动移速为 0.074~0.197m/s;配套电机功率为 115kW。

(2)振动放矿机眉线高度为 1320~1850mm,其中取中间值 1550mm;埋入深度 1450mm;振动台面宽度为 $B=3000(B\geq 1.8\sim 2.5d)$,结合工程实际情况设计台面较宽按双台板形式布设。根据以上参数的列举可得知,相关企业提供的产品样品振动放矿机为最优,其型号为 ZZF5.2 \times 1.6 \times 2.4-11 \times 2.7。在这种情况下,此型号的振动放矿机台板宽度为 1.5m,长度 5.2m,宽度 3m,配置双机组发电机,单台单机功率为 15kW,安装角 15°,能力在 2000~3200t/h,质量 9.5t。其中,夜长坪钼矿井下破碎硐室配置^⑥如图 2 所示。

2.4 对比结果

通过振动放矿机与重型板式给矿机的比较可以得出以下结论:重型板式给矿机照比振动放矿机的适应性更强,但在其他方面振动放矿机的优势较为明显,如投入成本较低,对设备与井建投资的计算可以得知大约能节省 300 万元的投资费用,按照设备每班工作 5h、每天 3 班、年工作 330d,常规电价 0.7 元/(kW·h)计算,每年设备的经营费用与电力消耗费用可节省 243876 元/a。另外,相对于重型板式给矿机来说,振动



1—振动放矿机；2—旋回破碎站；3—上部溜井料仓；4—缓冲料仓；5—碎后调节料仓。

图2 夜长坪铅矿井下破碎硐室配置

放矿机的设备质量更轻，外形尺寸较小，在开展井下运输作业时具备良好的灵活性，且安装简单，安装费用也得到了缩减。另外，因为设备质量较低，检修也相对容易，检修时间与检修成本得到了很大减少，为矿产增产奠定了基础，同时也能够进行变频控制，减少能源浪费问题。结合实际检验情况来看，振动放矿机的振动波可上传7~10m，因此，在溜井矿仓底部的给矿设备能够更加便捷的进行矿石松动作业，有利于矿石流出^[4]。

在基建投资方面上。振动放矿机整体质量轻，总体质量为11~18t，设备价格为18~30万元，基建投资较少。重型板式给矿机的整机设备质量在45~60t，且设备体型大、运行慢，尤其是在矿山井下开展作业时具有很大的安装、运输困难，设备的市场价格大约为65~90万元，振动放矿机基建投资大。振动放矿机的主体结构较为简单，主要由急电电动机、台板、剪切橡胶弹簧以及变频调速器等方面。其中，主要是振动台板较为容易受损，振动放矿机的检修维保往往只是更换台版，其他构件的维修较为简易，台板吨矿消耗成本仅为0.02~0.05元左右。但是重型板式给矿机的结构极为复杂，传动机构、除链板等较为容易受到损害，易损件吨矿消耗成本在0.1~0.2元左右。因为振动放矿机实现了与变频调速器的对接软启动，能够在极短时间内启动与停止，操作简易，很大程度上减少了人工劳动，大大解放了劳动力^[4]。

从我国诸如金川二矿、东瓜山铜矿等项目的实际

案例来看，振动放矿机以及其相适配的振动放矿技术在粗碎给矿层面成果较为理想，也为我国的矿山井下破碎系统的优化改革提供了新的思路与方向，在进行破碎系统搭建是能够有新型设备提供选择。随着我国科学技术的不断提高，新材料、新技术、新设备在破碎系统中的应用范围将更加广阔，对于矿山井下作业也会提供许多帮助^[9]。

3 结语

综上所述，振动放矿机属于惯性共振式振动放矿机，其工作原理在于激振器产生振荡力，通过剪切橡胶弹簧传递给台班，从而保障了负荷的相对恒定，减少了振动电动机的故障，不仅极大程度上节省了设备维保成本，也保证了项目的有序开展。在这种情况下，与重型板式给矿机相比，振动放矿机具有诸多优势，在矿山井下破碎系统的运用能够节省能源与运行成本，对于矿山放矿、给矿的使用有着重要意义，也是未来我国矿石生产的主要应用设备。

参考文献

- [1] 郝汝铤,彭艳琴,张超,等.振动放矿机在水泥矿山的成功运用与探讨[J].中国水泥,2016(7):112-115.
- [2] 陈志兴.振动放矿机放矿能力不足与台板板结的解决对策[J].现代矿业,2018,34(4):130-133.
- [3] 王兵.溜井振动放矿机常见问题及对策[C]//山西省金属学会.晋琼粤川鲁冀辽七省金属(冶金)学会第二十一矿业学术交流会论文集.太原:晋琼粤川鲁冀辽七省金属(冶金)学会第二十一矿业学术交流会,2014:464-466.
- [4] 黄传禄.瑞典HARDOX悍达550/600型耐磨钢板在振动放矿机的应用[J].矿业装备,2011(5):98-99.
- [5] 王大海,连玉竹.溜井系统在华新秭归项目矿山的应用[J].中国水泥,2009(7):86-87.
- [6] 赵晓峰,陈晓飞,刘丛生.振动放矿机在矿山井下破碎系统的应用[J].矿业工程,2013,11(5):54-56.
- [7] 魏曼玲.振动放矿机漏斗存在的问题及改进[J].机械工程师,2015(8):212-213.
- [8] 周瑞林,王先敏,胡剑涛,等.振动放矿斗的改进与应用[J].中国金属通报,2021(5):198-199.
- [9] 于光增,张言鹏.振动放矿机在设计和应用中应注意的问题[J].矿山机械,2009,37(22):67-68.

作者简介:蓝峥(1985—),男,壮族,河池大化人,本科,工程师,主要从事矿山及工贸企业机电设计、评价等综合技术服务工作。