

露天矿的精细开采

张世雄¹, 张健², 任高峰¹

(1. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430070; 2. 中国建筑材料集团公司, 北京 100048)

摘要: 介绍精细生产的基本含义、基本原理与主要内容, 指出在汽车工业取得巨大成功的精细生产原理适合于当今的采掘业, 提出了具有剥离废石内排条件露天矿的精细开采指导思想与精细开采工艺。

关键词: 精细生产; 露天矿; 排土护坡

中图分类号: TD05 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4051 (2010) 06-0060-04

Lean production in surface mine

ZHANG Shi-xiong¹, ZHANG Jian², REN Gao-feng¹

(1. Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China

2. China National Building Material Group Corporation, Beijing 100048, China)

Abstract: The basic implications, fundamental principles and main content of lean production are introduced. The principles of lean production, which have obtained great success in the auto-makers, are suit to the present mining industry. The guidance and the mining technology of lean production in surface mines, which are suit to disposal waste in the internal dump, are been brought up in the paper.

Key words: lean production; surface mine; disposal waste to protect slope

1 精细生产

汽车工业经历了从粗放生产到精细生产的发展历程, 取得巨大成功。采掘业也应该进入这个发展阶段了。

1.1 精细生产的基本含义

精细生产起源于日本。从一般意义上讲, 精细生产指对一切资源的占用少, 对一切资源的利用率高。资源包括土地、矿产、原料、材料、设备、人员、时间和资金等。精细生产主要包含两个方面的内容: 一是合理占用资源, 消除一切资源浪费(主要包括物料和劳动力)的可能性; 二是优化工序安排, 节约制造时间。在生产制造过程中, 资源占用的合理安排主要是指原材料最低库存量, 在生产正常进行情况下的最低库存; 半成品最低闲置量, 在生产正常进行情况下, 半成品流转速度最快, 留滞时间最短; 产成品零库存量, 实现即产即销。节约制造时间主要指通过优化工序设计和合理布局作业场所, 不同性质的工

序能够平行作业, 工序间合理衔接, 使得总制造时间最短, 且生产过程中物耗最低、物资占用最低、劳动力投入最合理。

精细的含义还包括质量, 因为质量高的产品在消耗同样多的物化劳动和活劳动的条件下, 可以提供更好的功能、更可靠的性能和更长的使用寿命^[1]。

1.2 精细生产的基本原理

精细生产的基本原理包括消除浪费、持续改进、协同工作和沟通交流。

(1) 持续改进

这是精细生产的指导思想。改进就是永远不满足于现状, 不断地发现问题, 寻找原因, 提出改进措施, 改变工作方法, 使工作质量不断提高。改进是渐进式的进步, 是细微的改变, 其过程是连续的、日积月累的, 必须众人努力。

(2) 消除浪费

消除对资源的浪费是精细生产的目标。凡是超出增加产品价值所必需的绝对最少的物料、机器和人力资源的部分, 都是浪费。对资源的占用和对资源的利用, 只能做出相对比较。对于库存

和质量,可以给出绝对的标准:零库存和零缺陷。零在这里表现为一种极限,可以无限接近它,但永远不可能达到,“双零”使得改进永无止境。

(3) 协同工作

协同工作是将职业、专长不同的人组织在一起,以小组的形式完成特定任务的工作方式。协同工作使协调简化,可集中不同职业和专长的人的意见,从而提高工作质量和工作效率,使得改进不断进行。操作工人、维修工人、工程师、管理人员协同工作,可使现场出现的问题迅速解决;设计人员、工艺人员、销售人员和管理人员协同工作,才使并行工程得以实现,使新产品开发周期大大缩短。

(4) 沟通交流

人员之间、部门之间、本企业与客户和供应厂之间,都需要沟通,及时传递信息,以便相互了解,协同工作。小组的每个成员,必须了解其他成员的专业和工作内容,有共同的语言,将自己的工作放到全局中考虑,避免片面性。

协力工作和沟通交流是实现精细生产的保证。

1.3 精细生产的主要内容

精细生产的主要内容,包括工厂现场管理、新产品开发、与用户的关系、与供应厂家的关系等方面。

(1) 工厂现场管理

工厂现场按准时生产制组织生产,即提供的都是当时需要的东西,通过不断减少库存来暴露管理中的问题,以不断消除浪费,进行持续的改进。它涉及到产品的设计、生产计划的编制、机器的改造、设备的重新布置、工序的同步化、设备的维修、生产组织和劳动组织的调整、人员的再培训等方面的工作。

(2) 新产品开发

不断开发新产品是形成竞争优势的一个主要因素,缩短开发周期是成功推出新产品的关键。日本企业的经验是,将市场评估、生产计划、设计、工艺、生产管理各部门的人放在一起,成立开发新产品小组。小组长有很大的权力,虽然成员保持与各自职能部门的联系,但他们的工作完全在小组的负责人的控制下,协同工作、互相沟通,使很多工作并行进行,大大缩短开发周期。

(3) 与用户的关系

“用户至上”、“用户第一”是公司处理与用户关系的指导思想。采取主动积极的态度,搞“主动销售”,主动上门了解情况、征求意见,开展售

前和售后服务。

(4) 与供应厂家的关系

供应厂与装配厂是合作关系。在新产品开发初期,供应厂家就可以参加进来,按承担任务的不同,将供应厂家按不同层次组织起来。在决定零部件的价格时,装配厂按市场行情确定汽车的目标价格,然后与供应厂一起考虑合理的利润,推算出各部分的目标成本。为了达到目标成本,双方利用价值工程方法,找出每一个能降低成本的因素。供应厂家能够主动降低成本,是因为降低成本可给它们带来更多利润。

显然,汽车行业精细生产的原理,对采掘业是适用的。

2 精细生产与露天矿开采

过去,国内外露天矿的开采基本上是粗放的,开采工艺中废石的剥离、矿石的开采、矿岩的运输与排放、边坡的维护、废石场的复垦与绿化等几个重要环节多是相对独立的,独立进行设计、施工与管理,指导思想是满足上下工艺环节之间的产能要求并降低成本。

露天矿山开采通常是从一端向另一端连续推进,形成较大范围的岩土体扰动与地面环境破坏。开采过程中形成的最终边坡,可能存在几年甚至几十年,需要进行大量的边坡维护工作,耗费大量资金,还可能出现滑坡等工程地质灾害。对于有废石内排条件的矿山,一般都会开展废石的坑内排放。这种排放主要是考虑节约废石运输成本,依次排放,如图1所示。

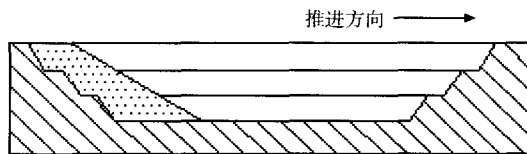


图1 露天矿剥离废石的坑内排放示意图

随着科学技术的进步,社会分工越来越精细,专业化程度越来越高,采掘业已面临迈入精细生产时代。

矿山生产与工厂的生产有许多共同的地方,也有一些明显的不同之处。工厂的车间与设备通常是固定的,被加工的物品通过设备进行加工,工艺规范化程度高;矿山的采场是不断推进的,主要采掘设备亦需同步移动,且由于矿床地质条件与开采技术的复杂性,涉及矿床的生产勘探与边界的圈定、岩层稳定性控制与生产安全、工艺

的优化与生产合理调度等大量的问题。因此,矿山的精细开采,将涉及更广泛的科学技术与管理问题。

3 露天矿精细开采的指导思想

露天矿精细开采,是要实现露天采矿环境破坏、矿岩运输功、边坡开挖量与维护工作量等的最小化。通过不断改进精细开采的工艺,配合精细生产管理,以获得最好的矿山开采经济效益、环境效益与社会效益。

本文作者提出的专利技术《快速排土护坡与生态恢复的露天矿开采工艺》(专利号:ZL 2006 1 0019707.2)是露天矿精细开采的核心技术之一^[2]。同时,需要全面利用矿山系统工程、矿山环境工程、恢复生态学、水土保持工程学、植物学、计算机科学、管理科学等的理论与方法,深入研究露天采矿工艺环节的内在联系,提出新的优化组合工艺,缩短作业循环时间,并尽快恢复生态环境,达到大幅降低生产成本与保护环境的目的。

(1) 露天开采系统与工艺研究

露天开采是一个复杂的大系统,它在为人类提供矿产资源的同时,不断地破坏周围的生态环境,造成荒漠化甚至滑坡、泥石流等地质灾害。为此,必须把人类开发矿物资源与环境的保护协调起来。该系统包含了许多相互关联的子系统,必须从系统的观点,运用运筹学理论去研究各个工艺环节,优化它们,缩短作业循环时间,用最低的成本开采矿石,达到最好保护环境的目的。

(2) 边坡维护理论与工艺研究

最终边坡形成后,在生产爆破与风化等作用下,边坡的强度与稳定性是随着时间的推移逐渐降低的。因此,研究尽可能缩短最终边坡存续时间的工艺,以适当加陡边坡角,从而减少剥采比与边坡的维护工作量,避免出现地质灾害,降低生产成本。

(3) 护坡材料与方法研究

传统的露天矿不稳定边坡的治理方法很多,常用的有削坡顶与压坡脚等。对于具有在露天坑内采空区排放剥离废石条件的矿山,利用废石作为护坡材料,以内排废石压坡作为主要的护坡方法,把传统的“压坡脚”发展到“压腰”、“压胸”甚至“压脸”,尽快消除临空最终边坡滑塌的可能性,迅速达到永久治理边坡的目的。

(4) 露天矿开采地层扰动破坏最小化研究

改变传统大范围推进的剥离与采矿方式,在

满足生产工艺要求的前提下,使剥离与采矿在尽可能小的范围内进行。一旦该范围的采矿结束,迅速对该范围进行复垦与环境治理,恢复生态环境。

(5) 物料运输功最小化研究

露天矿开采的废石与矿石运输量很大,尽可能多地实现剥离废石的坑内排放,用于就近排土压坡,运用运筹学等方法使矿岩的总运输功最小化。

4 露天矿精细开采工艺

露天矿精细开采工艺为:在具有内排剥离废石条件的矿山,在露天矿的一端或中部用常规的方法进行初始剥离与开采;一旦完成初始剥离和开采后,在矿床开采推进的方向上,将开采工作面划分为左帮区、中区与右帮区,并进一步将它们划分为若干较小的分段;以分段为开采单元,逐单元渐进开展剥离、采矿、压坡回填、复垦绿化或混凝土覆盖;以剥离废石就近排放压坡作为主要的最终边坡永久治理手段,降低生产成本,并迅速恢复生态。

该工艺的步骤为:

①在矿体的一端或中部用常规的方法进行废石剥离,把废石排放到外排土场,开采剥离出的矿体,形成满足工艺要求最小尺寸的初始采剥工作面(图2)。②在采剥推进方向上,把采剥范围划分为左帮区、中区和右帮区(图3),在满足采剥作业要求最小尺寸且技术经济指标最优的条件下,把每个区划分为若干个分段。③首先进行左、右两帮区第一分段的剥离与采矿,中区第一分段的剥离与采矿适度跟进,剥离的废石在矿坑采空区内部排放,用于露天矿后部边坡及两帮部分边坡的压坡,从坡脚一直压到坡顶,尽快完成后部边坡的永久护坡治理。④对于每个完成最终边坡永久治理的分段,立即复垦绿化或覆盖混凝土,恢复生态。⑤第二步是进行左、右帮区第二分段的剥离与开采,剥离的废石用于第一分段边坡的护坡回填,中区剥离与采矿适度跟进,剥离废石用于其后方采空区的就近回填,回填到位的分段立即复垦绿化或覆盖混凝土,恢复生态。⑥从第二步起,进入正常的生产循环,如此分段推进,直至矿山开采完毕,生态恢复也进行完毕。

对于从矿床中部形成初始采剥工作面的矿山,可以形成两个采剥工作面,采用上述工艺,反向推进。

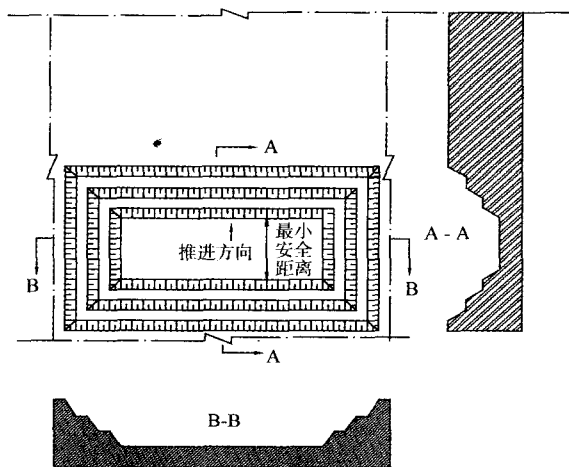


图2 露天矿初始采剥工作面形成示意图

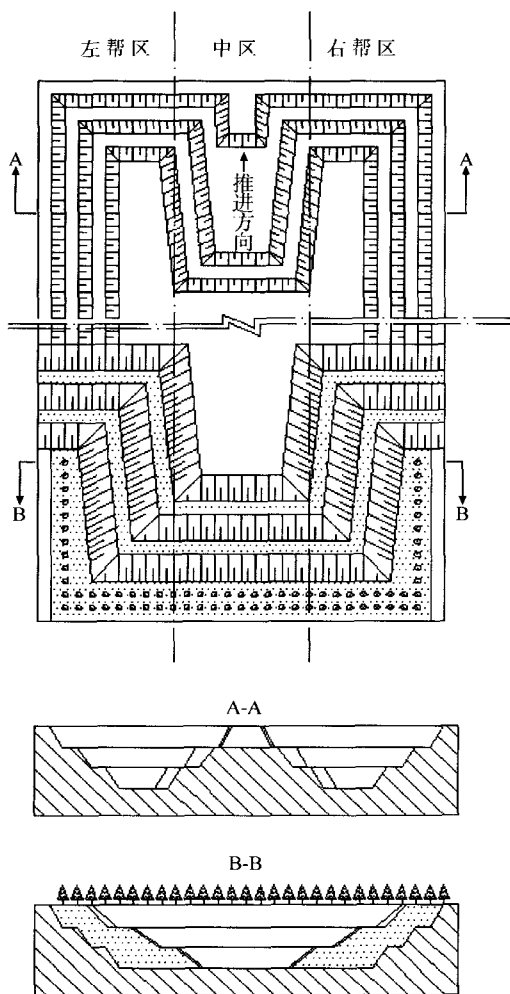


图3 露天矿剥离废石的快速排土扩坡与复垦生态恢复示意图

5 露天矿精细生产工艺的优点

废石排放运输距离短、运输成本低；最终边坡临空存在时间短，从而可加陡最终边坡角以减少废石剥离量；把排土压坡作为边坡治理的主要手段，把排土与最终边坡的迅速、最终的治理结合起来，边坡治理成本低，可尽快避免边坡地质灾害的发生；把露天矿大范围的岩体开挖对地表环境的破坏，缩小为小分段的局部破坏，达到环境影响范围最小化的目的；快速恢复生态环境，达到环境影响时间最短化的目的，最大限度实现露天矿的低成本环保绿色开采。

显然，精细开采的理论与技术，不但适用于露天开采，同样适用于地下开采、露天与地下联合开采和特殊开采。

6 结论

(1) 精细生产的原理适合于当今的采掘业，采掘业应该进入精细生产阶段了。

(2) 露天矿精细开采是要实现露天采矿环境破坏、矿岩运输功、边坡开挖量与维护工作量等的最小化，通过不断改进精细开采的工艺，配合精细生产管理，以获得最好的矿山开采经济效益、环境效益与社会效益。

(3) 需要全面利用矿山系统工程、矿山岩石力学、矿山环境工程、恢复生态学、水土保持工程学、植物学、计算机科学、管理科学等的理论与方法，在边坡维护理论与方法上创新，深入研究露天采矿工艺环节的内在联系，提出新的优化组合工艺，尽快恢复生态环境，达到大幅降低生产成本与保护环境的目的。

(4) 露天矿精细开采工艺可概括为：在具有内排剥离废石条件的矿山，将矿体划分为在工艺上合理的小开采单元，逐单元渐进开展剥离、采矿、压坡回填、复垦绿化或混凝土覆盖，以剥离废石就近排放压坡作为主要的最终边坡永久治理手段，缩短作业循环时间，降低生产成本，并迅速恢复生态环境。

参考文献

- [1] 陈荣秋, 马士华. 生产运作管理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [2] 张世雄. 露天矿开采的快速排土护坡与生态恢复技术 [J]. 中国矿业, 2009, 18 (9): 87-89.