



生产与维护同一个团队，同一个目标：提高生产率

矿场根据搬运物料的体积来衡量生产率，生产率越高，利润率也就越高。采矿作业的各个方面都会对这一重要的指标产生影响，从设备成本、到生产效率再到维护的频次。

有些采矿经理可能并未完全认识到各方面因素的相互依赖，尤其是生产与维护之间的依赖。如果这些实体部门各自为战，单位物料搬运成本便无法降至最低，最终也就不可能获得最高的利润率。

“我们可以用某些体育项目来做个比喻。”卡特彼勒全球矿业高级产品/应用专家Kent Clifton解释道，“无论橄榄球、美式足球、英式足球还是垒球，大多数运动都必须做到攻防兼备。进攻队员的职责是得分和赢得比赛。但如果缺乏必要的防守，没有守门员或拦网队员阻止对方得分、配合进攻、扭转场上局面，那么这支队伍是不可能赢得比赛的。”

“生产和维护也可以看作是这样的攻守关系，”他接着说。“生产团队是‘进攻队员’，他们负责生产产品并为企业创造利润。但我们不应忽视防守队员，也就是维护团队的工作。如果没有他们为确保设备最佳状态所付出的努力，生产团队便无法进行生产。生产和维护相互依存，缺一不可。我们越是能更好地培育这种关系，运营绩效就越高，采矿作业的每吨成本也就越低。“归根到底，双方都是为了提高生产率”Clifton说。“因此，即使操作顺利而且高效，但若缺乏维护的支持，成本就无法降低，进而无法盈利。”

设备管理费用

矿场必须管理包括初始采购成本在内的大量设备相关费用，以尽量提高收益。

影响维护成本的两大因素是零部件寿命和必要的零部件翻修成本。等式的另一端是生产，即提高每小时搬运物料的数量。影响物料搬运量的因素包括矿场条件、应用环境以及维护方负责的设备开机率。

“如果我们对等式的两边分别加以分析，就会发现它们彼此之间的确是相互依存的关系。”卡特彼勒产品性能经理Cameron McGovern说。“运营团队总是尽力使设备生产能力得到最大限度的发挥，而这些活动则会对维持设备正常运转所必需的维修工作产生影响。这是一个永无休止的循环，而我们必须尽可能对其加以有效管理。”

Clifton举了几个例子来说明矿场应用对设备的影响。矿场的设计、物料运输距离、维修区所在的位置、卡车或传送带搬运的物料总吨数——这些都对设备构成影响。此外，诸如有效负载管理不当、操作技术较差的操作情况，以及爆破等活动的延时也有一定影响。

“对设备有影响的每一个操作都对即将执行的维护产生影响，” Clifton表示。“我需要确保遵循设备使用指南进行操作，以免增加不必要的维护成本。”

平衡生产率提高需求

“毫无疑问，增产是我们的最终目标” Clifton说。如果矿场经理想弄清楚设备得不到充分利用到底会带来哪些损失，我们有一个简单的验证方法：查看商品的价值。

“以金矿为例” Clifton说，“每秒、每小时、每吨物料中都可能蕴含着数千美元的风险。计算一下装满一辆卡车所需的时间，乘以工地上作业的卡车数，然后再乘上一年中的小时数。所得的结果表明潜在的收入亏损大得惊人。”

矿场提高生产效率的有效手段之一是提升作业效率。提升效率的途径有很多，其中最有效的有三大方法：提高操作员的作业效率、减少作业循环次数、最大限度地增加负载。“如果能有效而且高效率地对这三个领域加以管理，就能降低各项成本。” Clifton说，“但若操作不当，也存在一定风险。”

McGovern对此解释说：“如果您的操作没有达到预期的效果——假设备使用率应大约在60%，而要将这一比率提高到80%或85%，就会相应产生成本。”他说。“您的维修团队将更加忙碌，设备轮胎和燃油成本也将随之增长。虽然提高生产率是件好事，但维修成本也会随之增加。不过，随着生产率的提高，您每吨单位总成本应该更低。”

操作中的任何改变——即使是为提高生产效率所做的改变——也必须进行仔细评估，以明确这种改变对维修资源与成本的影响。无论延长设备的使用寿命、提高运转速度还是增加有效负载，这些改进都会产生相关的成本。

最大限度地提高设备开机率

大多数矿场都会制定月度生产目标，并且明确实现该目标所需完成的物料搬运量。设备开机率是达成目标的关键因素。矿场如未能完成生产目标，通常有两个原因：要么是维修团队没有确保达成目标所需的设备开机率，要么是生产团队未能有效利用维修团队提供的机器使用小时数。

只要遵循前瞻性维护方法，监控设备健康状况、及早发现问题、掌握作业场地情况，维护团队不仅能确保设备保持最佳运转状态，还能够减少例行设备保养与维修所需的停机时间。维修厂应对设备进行高效维修，准备好必要零部件，并安排相关人员就位，以便迅速完成设备维护和维修，使其重新运转起来。

“如果修理厂就像一个停车场，排满了等待维修的设备，你就无法确保较高的设备开机率，” McGovern说。“确定前瞻性的维护方法和规划必不可少，这能够缩短设备在修理厂的停留时间。”

维修团队要努力工作以确保必要的设备开机率，但随后设备作业团队则应该充分利用开机率，使其发挥最大产能。“维修团队应‘利其器’，生产团队则需要‘善其事’。” Clifton说。“如果维修部门使设备达到了92%的开机率，但我只利用了可用时数的85%，那么我的工作就没有做到位。”

Clifton提到了某矿场当班操作员开会的情景。“这本应是个30分钟的会议，而且不影响正常的休息或午饭时间，但这个会议真的只花了30分钟吗？”

“如果算上操作员为赶来开会而将卡车停放妥当的时间，直到最后一辆卡车回到挖掘现场重新开始物料运输作业，你就会发现这次会议持续了整整两个小时。现在，请算算一小时所能运输黄金的数量。这样你就不难得出一个结论：这次会议使矿场付出了10万美元的成本。”

Clifton并不否认各种会议的重要性，因为会议可以加强人们对安全问题的重视，促使员工就提高生产率和其他重要议题进行讨论。“会议是必要的，但开会的方式可以更加合理。比如可以利用开始交班的时间或是午饭时间开会，”他建议说。

设备使用效果还受到作业条件的影响。除了在初始阶段布置运输线路和开辟装载区以外，矿场还要对这些道路或区域做必要的维护，以便最大限度地提高其使用效率。

“下面我们来计算一下作业循环次数，”Clifton说。“铲斗多长时间能装满一辆卡车？你是否专门开辟出了装载区，让卡车能够尽可能贴近装载机，以便卡车几秒钟而不是几分钟就能够完成装载并驶离？如果做不到这一点的话，那么一天下来你就会少运20到30辆卡车的物料。那么卡车的轮换时间呢？是否挖掘机已经就位而卡车却不见踪影？车队调度管理技术在此时便可派上用场，能够确保机器的高效行动。”

现代科技还能帮助维修部门了解某台设备的使用效率究竟如何。比如，设备数据可以显示一台正在生产作业的推土机有多长时间处于空档状态，推土机在铲车之间或矿坑周围的时间有多久。

“通过这些信息，维修团队就能知道推土机60%的时间都没有对生产作业产生任何贡献。”McGovern说。“而究其原因，要么推土机本身便不适合这种特定应用，要么推土机操作员还需要额外的培训。我们要让设备作业团队了解这一信息，这样他们便可以着手加以解决。”

除了采用适合作业任务的恰当设备外，让设备发挥出最大的生产力也至关重要。

“无论卡车满载还是空载，它在矿山上作业时都会产生费用成本，”Clifton说。“设备作业时越能接近额定有效载荷，其每吨成本也就越低。”

另外，必须明确超过载荷不仅影响每吨成本，也对维修工作产生影响。卡特彼勒采用的10/10/20过载策略规定：实际负载量的10%不得超过卡车目标负载量的110%，任何单次负载量不可超过目标负载量的120%。

“如果实际装载量低于目标有效载荷，生产率会受到影响，但如果超过目标有效载荷，零部件寿命、轮胎寿命以及卡车的耐用性则会受到影响，”McGovern说。“超过有效载荷，转向与制动系统就可能超出其许可的使用范围。”

调整最初开发目标

开发新矿场时，模型工具用于推荐装载和运输车队或自动化井下系统，并确定这些机器所能达到的生产水平。一旦矿场投产运转，他们就会发现自己当初制定的生产目标往往无法实现。Clifton认为这时必须回到目标制定阶段，根据矿场的实际状况对目标进行调整。

“比如，模型假定设备开机率为92%-93%，运输道路的坡度为10%，在总有效坡度为12%的路面上轮胎滚动阻力为2%，铲斗装料量为105%，”他说。“于是矿场最终投入运营，采矿作业开始，但你随后却发现无法实现最初制定的生产目标。你不得不过头回来检查这些指标设置是否符合实际情况。道路坡度真的是10%吗？路面的轮胎滚动阻力真的是2%吗？实际的轮胎滚动阻力是否为4%，而铲斗装料量是否只有85%或90%？目标与真实情况之间的出入势必会产生影响。”

一般来说，要想提高生产效率，改善运输道路的质量是关键。“运输道路可能是矿场最重要的资产，其维护工作也是最重要的责任。”Clifton说。“无论是在露天还是在井下作业，都要确保运输设备能够以预定的

速度运行，从而最终实现生产目标。同时要对运输道路进行维护，维持稳定适合的坡度，并尽量减少路面扬尘。另外，也要避免在道路上过多洒水，因为这会增加轮胎滚动阻力，从而减慢设备行驶速度并加重轮胎损耗。”

“运输道路还会影响设备开机率，” McGovern说。“如果根据最初的矿场设计，运输道路本应是平坦的，而实际道路却有30%的坡度，那么设备发动机的使用寿命肯定会受到影响。密切监控并掌握设备应用，对零部件的影响至关重要。”

Clifton提到很多矿场都把辅助设备当成不必要的开支，但其实它是促进生产率的能动因素。“比如，我本应花150万美元来购置一台轮式推土机，用于辅助采矿作业，但我却不想花这笔钱。其实，企业最终可以将这笔费用从每吨成本中扣除，因为这些机器能创造等额效益。”

最初的矿场设计方案还必须围绕设备开机率这一重要指标来考量。“刚开始，我们可能雄心勃勃地将设备开机率目标定为92%，这当然不是不可能的，” McGovern说。“但矿场在经过了两年、三年的运营后，设备都已经使用了不少时间。这时，必须按计划定期为设备更换大、小零部件。设备将因此暂时停机。因此，一旦进入生产周期，最初预想的92%的设备开机率就变得不切实际了。在设备维修期间，我们所能达到的正常运行时间将无法达到生产目标的要求。”

眼观六路，耳听八方

尽管设备性能和零部件寿命监测技术是确保生产率的主要动因，但Clifton和McGovern两位专家也特别强调了人员互动的重要性。

“我们不能过分突出集中精力、保持注意的重要性，” McGovern说。“设备操作员就是我们的眼睛和耳朵。他们可以感觉到各种振动，听到各种声响。从维修工作角度来看，我们希望能利用每次机会从操作员那里得到反馈意见，这样才能尽快掌握设备的变化，以免问题恶化而难以弥补。”

设备检查至关重要。“检查轮胎，确保每个部件都正确润滑、检查GET、大灯和雨刷，”他介绍道。“然后将检查结果告知维修团队。在每天的作业结束之时，我们都希望设备工作效率足够高、生产率足以达到盈利水平。”