



用维护度量影响设备效能

成功的矿址使用关键测量改善可用性

任何矿场维护机构的基本可交付物都是营运部门能够用来实现其生产目标的可用小时数。这个领域里的效能用“可用性”这个词来进行报告。当然，每个矿场都测量和跟踪某些形式的可用性。它是矿场管理层量化矿场设备机组效能的一项关键测量指标，而且它提供了确定设备需求的基础。

三大关键因素影响设备可用性：产品设计、设备采用的应用/操作以及设备在服务期间获得的维护。这三者当中，维护给我们带来最大的改进机会。

《移动式采矿设备的效能度量》(Performance Metrics for Mobile Mining Equipment) 的联合作者 Abelardo Flores 和 Jim McCaherty 表示：“有一个因素给采矿公司带来影响和控制他们设备的效能和可用性的最好机会，这就是维护。终端用户有巨大的能力去用维护程序影响效能。”《移动式采矿设备的效能度量》是一本为了给采矿设备用户在以产品和项目绩效评估为目的的，为统一规范的定义和使用方面提供帮助而编写的卡特彼勒 (Caterpillar) 指南。

维护的重要性

维护、修理流程实施及资源选择 — 包括设施、工具、支持设备、润滑剂及污染控制程序 — 都与业主从他们购买的设备上获得的最终结果有直接关系。

最成功的采矿设备管理营运认为，维护不仅仅是指制造商建议的排油、更换过滤器及进行基础常规性保养。Flores 表示：“除了预防性维护外，成功的矿场也包括预见性和纠正性程序，目的是让矿场处于完全有效状态。”“设备管理” (equipment management) 这个词指整个机构层面的凝聚效应 — 而不仅仅是那些由维护部门进行的常规维护活动。

除了要有预见性、凝聚性维护程序外，卡特彼勒 (Caterpillar®) 文件的重点在一个关键因素上：测量。卡特彼勒全球采矿 (Global Mining) 现场支持经理 Patrick Mohrman 解释：“您设备的可用性取决于正确维护和修理的绩效，这是对的。为了明白维护和修理是否被正确地完成，您需要测量。我们卡特彼勒希望矿场能了解这点有多么重要。如果您还没开始测量，那么现在就是您开始考虑测量的时候了。”

机器维护是必要的。Mohrman 表示：“为了保持让机器在最高效能下工作，必须把机器撤下来进行维护和修理。但是，当设备被撤下来进行维护或修理的时候，没有生产效率，所以这段时间不产生效益。成功的设备经理需要有效地、高效地管理这个停机期，目的是优化开机时的工作效率。最终目的是提高可用性。”

测量是必要的

为了量化设备效能，必须准备好效能规范。下列情况对大多数活动而言都是对的，包括采矿设备的管理：

- 您无法管理您不能控制的东西。
- 您无法控制您不能测量的东西。
- 您无法（至少不应该）做无目的的测量。
- 没有目标，您无法改进。

McCaherty 表示：“没有度量的管理实际上是凭直觉的管理。”

卡特彼勒建议建立标杆流程 — 一个确定最佳做法的流程 — 测量与竞争有关的效能或监视针对某组目标的进度。这个标杆流程帮助确定不足的地方、不良的做法及改进的机会。它是一种要求具备长期承诺的系统性、持续性、现行性的改进流程。

标杆流程产生的结果可被称为标准、测量、度量或关键效能指标（Key Performance Indicators, KPI）。他们为一个操作的最佳程序进行量化，并包括：

- 营运性（有效载荷管理、装载时间延迟、卡车交接时间、生产、每吨成本等）
- 应用性相关（品位或品位波动、滚动阻力、运料路维护、交通流等）
- 维护性相关（可用性、利用率等）

卡特彼勒已经建立的设备管理基准专为回答这些问题而设计：

1. 我们的表现如何？我们今天的状况如何？
2. 我们为了实现目标已经付出了多少努力？
3. 我们的状况是否是计划工作的结果？
4. 我们的“苦恼”在哪里以及发生次数如何？
5. 我们的情况是否稳定？是否具可持续性？
6. 我们是否把“故障”作为信息来源？
7. 我们是否能够预知未来？

McCaherty 表示：“无论一台设备有多好，无论维护做得多好，或它的应用如何简单，它迟早都会出现问题的。是什么让一个矿址能脱颖而出做得比另一个更好呢？那就是按部就班的组织，以及他们如何在问题出现时解决问题。不要只是问‘它无法运作的问题会持续多久？’有知识的设备经理会问‘为什么它出现问题，我们能做点什么去防止问题再次出现？’”

各种计划外停机（停机期）都是设备管理的敌人。计划外停机可能是因为可用技术方案解决的设备故障。但是，这也可能是那些负责避免设备问题和故障发生的设备管理机构的失职而造成的结果。这两种情况的任何一种都可以用维护度量改进。

有意义的度量

尽管它们的计算方法各不相同，但是大部分矿场都测量和回报可用性。虽然当它被用来查看设备机组过去和现在的健康状况的历史纪录，传统的可用性测量无法对这些问题提供用户明确的答案：为什么事物会这样、要做什么来保证健康的状况能够持续，或如何解决有问题的情况。

矿场也经常监测和回报大量其他提供信息的参数 — 但是没有其他信息可被视为有预见性（使矿场有超前计划）或有纠正性（增强矿场制定行动计划的能力）。

Flores 表示：“矿场通常收集大量数据和报告，但是大多数时间里他们不利用这些数据来改进操作 — 把数据变成用作‘管理工具’（management tools）的信息以判定为何某种状况存在，能够做哪些工作来停止不良趋势的产生，或者如何保持良好情况。”

采矿公司真正想要和需要的是什么东西呢？McCaherty 回答：“确定设备问题的报告 — 目前和未来的问题 — 纪录设备健康状况及杜绝突发事件。报告也应该帮助设定问题管理和持续改进活动的优先顺序；这些活动指那些帮助矿场关注自己的工作重点和资源，用于那些影响效能的最重大事项。”

Flores 表示：“报告必须提供信息而且具备分析性、解释性、预见性和修正性 — 要促进思考而不是简单地汇报结果。”它们还应包括：

- 常规性 — 特别是每月报告
- 及时性 — 这样管理层才可用新的信息
- 可视性 — 这样才能够让人一目了然
- 精巧性 — 因为更大并不总意味着更好
- 行动性 — 由功能性目标驱动
- 易懂性 — 以鼓励应用和维护

McCaherty 表示：“其中一个黄金规则是：‘不要提出超过您所能回答问题的数量’。如果您把报告看作‘把您知道的应用在您想知道的地方’，那么任务就变得简单多了。”

座舱视角

卡特彼勒的专家们开发了一套名为关键效能指标（KPI）的“顶级”（top tier）效能度量，它能够给矿场经理们一个“座舱视角”（cockpit view）供他们进行需要的情况评估。

Flores 表示：“同样地，一位航空飞行员在降落飞机时只需要在繁多的信息中获得一小部分关键信息即可安全地完成降落。这些关键效能指标在可用效能度量上只是一小部分的信息。”

卡特彼勒已经在开发这些关键度量中投入了大量时间、精力和资源。McCaherty 表示：“首先我们决定那些在大多数矿址都可使用，而且可被开发成信息和度量的数据，这些信息和度量代表机组效能并与其相关。在那个时候我们就已经能够解释这些度量对于它们和矿址效能关系的意义，并且明白它们之间如何互动。最后，我们设计出一个使设备经理能够快速简单地看出重大事项的报告格式。这些 KPI 让我们用起来得心应手，使用它们的目的是对设备健康进行量化和趋向化。”

确定为关键效能指标的顶级度量是：

- 停机间平均时间 (Mean Time Between Shutdowns)。停机间平均时间 (MTBS) 量化机器关停的平均频率。它结合了固有机器可靠性的作用和设备管理机构在通过问题回避程序来影响该可用性的能力方面的有效性。MTBS 是设备机组维护管理绩效唯一最重要的度量。
- 修理平均时间 (Mean Time to Repair)。修理平均时间 (MTTR) 量化机器关停的平均时间 (修理完工时间)。即，当发生停机期事件后，修理和修理好之后送回矿址两者的快慢如何。MTTR 结合了机器可维护性/可服务性作用和设备管理机构在执行所需修理行动的快速维修交付方面的效率。
- 可用性指数 (Availability Index)。MTBS (停机间平均频率) 与 MTBS 和 MTTR (修理平均时间) 之总数得出的比率，以百分比表示，这就是可用性指数。与大多数传统可用性测量不同的是，可用性指数允许设备经理把可用性分为它的几个因素，即停机期事件的频率和时间长度，并采取正确的补救措施。
- 计划内停机期百分比 (Percent Scheduled Downtime)。在一个经过计划和时间表安排处理的特定时间周期内完成的总停机期之小时数所占的百分比。通过监测经过计划和时间表安排处理的停机期百分比，维护组织能够评估它在缺陷探测、修理规划、时间表安排及执行方面的有效性和效率。计划内停机期百分比高表明该维护组织具有超前思维性。
- 维护比率 (Maintenance Ratio)。维护和修理工时数与机器运转小时数的无因次比率。它表明保持设备处于工作状态、设备和劳动者的效率以及劳动力有效性所需的工作量。
- 资产利用 (Asset Utilization)。指一段时间内的机器运作时间 (运作小时数) 除以该时段内的总日历时间，以百分比表示。资产利用可连同维护比率一起使用以便对劳动力和资源要求作出预告。许多矿场把他们的设备安排为每天工作 24 小时、每周七天。维护部门必须和营运部门合作从而找出进行维护和修理的机会。
- 最大问题。影响设备机组问题的分布于以 MTBS、MTTR、对可用性和成本的作用来评级。所有采矿公司都具备有限的资源。最成功的营运使用帕累托 (Pareto) 分析来确定最大问题，目的是获取对他们面临关键事项的清楚理解，建立优先顺序，以便把重点放在他们的努力，同时重新分配资源。

基础术语

效能度量 (Performance Metric)。一个用于描述任何用于收集、分析、解释及表明量化数据的流程的结果之术语。它使效能可与一个预先定义的目标或待监测的基准进行比较。

关键效能指标 (Key Performance Indicator, KPI)。一个最高级别效能度量。各个矿址之间的关键效能指针可能在产品、应用或观点方面有所不同。所有关键效能指标都是效能度量 — 但效能度量不总是关键效能指标。

目标 (Target)。一个预期目标；一个可用来测量或判断效能度量的标准。可能会因产品、应用或某个特定矿址的不同而有所差异。

基准 (Benchmark)。一个与某一特定效能度量有关的世界级效能标准；代表和量化作业的最佳程序，或根据一个特定效能度量而在该操作中所具有的特定功能，

关机/停机 (Shutdown/stoppage)。指一个使机器无法运作的事件。可以是计划内或计划外的，并且包括所有类型的维护和修理活动，但日常润滑油处理、加油以及执行润滑油处理或加油活动时进行的检查不包括在内。