



## 提高地下作业效率：一个值得应对的挑战

对于操作员和设备来说，地下矿是最具挑战性的工作环境之一。很多地下矿都位于地层深处，苛刻的作业条件会影响设备效能。即使是将设备运到作业现场这样的工作也极大地增加了后勤负担与成本。

尽管工作环境艰苦，地下矿工还是不断积极寻求各种途径以便在提高设备装载和运送性能的同时降低每吨成本。

“在地面上工作的同事可以俯视矿坑或使用GPS追踪系统对设备效能进行监控，我们与他们的情况完全不同，我们根本看不到设备究竟在什么位置。”卡特彼勒公司地下作业效率专家 Larry Widdifield说。“绩效评估需要专业人员提取有关车队和操作员工作表现的信息。这可以做到而且值得我们为此付出努力。”

装载和运输作业是每吨成本的两大因素，而它们则受到很多因素的影响——其中包括矿区设计、应用、产品质量和维护。除了设备的作业环境外，几乎所有这些因素都可以得到控制和改善，从而降低每吨成本。即使简单的改进也可以产生巨大影响。

“我喜欢几乎无需任何成本且易于实施的东西。”Widdifield说。“作业中的小改变加起来就可以创造大的收益。操作员效率、作业周期和载重量等因素对每吨成本的影响最大，同时它们也易于评估、改变和加以管理。”

### 对作业情况进行评估

“找到需改进方面的唯一切实途径就是研究你当前的工作内容”Widdifield说。“在作出任何变动之前必须清楚你所处的位置。集中注意力，观察你周围的情况，记录你所发现的问题，然后制定一个行动方案以实现改进。”

这样做的目的是确保你能最大限度地发挥设备效能；制定并实现新的安全、效率和利润率标准；确定新的更高效能目标 — 这既可以是每班多一个铲斗也可以是每班多装载一辆卡车。

进行评估的方面包括：

- 设备/系统尺寸分析和选用装载机是否与卡车匹配？装载-托运-卸载设备的尺寸是否与作业性质相吻合？
- 决定车体与铲斗选择的材料密度
- 操作技术操作员是否训练有素？他们的工作效率是否较高？
- 运输道路的设计和维修
- 装载量目标/准确度你是否了解卡车的装载量？装载机铲斗是否装满？
- 爆破矿石爆破方法是否得当，从而让操作员能在12秒之内一次性装满铲斗。
- 速度卡车是否能以最快速度行进？

#### 开展生产调研

开展生产调研是对作业情况进行评估的方法之一。生产调研衡量以下几个方面：

- 装载 — 从铲斗首次接触煤堆到操作员开始倒车的时间
- 运输 — 从装载区域开到卸载区的行程时间
- 卸载 — 倾倒入运煤矿的时间
- 返回 — 从卸载区回到装载区的行程时间
- 总时间 — 以上所有时间的总和  
(一次完整作业周期)

“进入矿场并开展一次一到两个小时的生产调研。” Widdifield提议说。“采用何种方式由你决定，你可以拿着一块秒表坐在石头上一边观察一边计时，或与操作员一起乘坐卡车调查，也可以采用相关技术来做绩效评估。对作业流程所做的生产调研可以使你了解实际环境中每小时的产量。

操作员和设备都对绩效构成影响。受操作员影响的时间与操作员所受的训练、不同的矿堆搬运方法或不同的装载机挖掘特性有直接关系。卸载作业则受到操作员卡车驾驶技术、装载物布置或装载机与卡车匹配程度的影响。受设备影响的时间与装载机如何加速、装载机液压系统和传统系统如何匹配有直接关系。

“现在我们可以将注意力放在如何着手加以改进。” Widdifield说。“我们工作内容不是培训就是设备的选择。”

卡特彼勒已经确定了具有实效性的基准数据，这些数据可以让地下矿场充分发挥卡特彼勒设备的效能，同时对于运输道路设计和维护的评估提供指导从而有助于形成良好的行业惯例。

以下内容包括一份综述；欲获得“矿用设备应用参考指南”，请与您的代理商联系，参考媒体编号为AEXQ0030-02。

### 优化地下矿用卡车的效能

卡车轮换时长是提高地下矿用卡车效能的一个关键因素。卡车轮换时长是指从一辆满载的卡车获得最后一次装载作业许可到下一辆卡车获得首次装载作业许可之间的持续时长。很明显，轮换时间越短，每班完成更多轮换次数的可能性就越大。每次轮换的最佳理想时间是42秒。要确保实现矿区的最大产量，就必须让卡车车队与装载机的尺寸规格相匹配。

“别忘记，整个车队的运转速度是由速度最慢的卡车所决定的。” Widdifield提醒道。“这与你是否拥有一辆崭新且速度更快的卡车或是一位技能更娴熟的操作员无关。车队中速度最慢的卡车总是让其余卡车在其后面排队等候。你还要为装载机配备一支规模足够大的卡车车队，这样操作员才不会坐在装载机里空等。”

### 确保准确定位

- 让装载机操作员确定卡车位置
- 确保卡车在装载后不必调头
- 卡车停放位置应避免架空设备和管线
- 确保最快作业周期次数的位置（当卡车在轮式装载机前方与其成四十五度角时装载机可以发挥最大效力）
- 使后轮远离松动的岩石和凹陷地

### 确保装载物合理布置和管理

装载物合理布置对于提高地下作业效率至关重要。装载物应集中于升降油缸上方位置或在车体箭头和车体中心线上方。确保卡车底盘与地面之间留有足够距离，以尽量减少四周的装载物沿着缝隙或是当卡车行驶在坡路上时发生遗撒。

根据制造商建议的前轴与后轴重量分配指标来确定装载量。确定首铲装载物布置方式时按照先后边、再前边、最后中间的顺序。注意防止卡车带回残留装载物。“一辆卡车离开时装了40吨而回来时车的各个角落却还有5吨没被卸车，这种情况实在没有理由出现。” Widdifield说。

卡特彼勒已制定了一个被称作10/10/20的优化装载物管理规定。根据该规定，“超出卡车目标载重量1.1倍的装载物不得超过总量的百分之十，并且每一次装载量都不得超过卡车最大目标载重量的1.2倍。”

“换一种方式来说，就是装载物超过目标装载量百分之十的部分不得高出其总量的百分之十，装载量不得超过目标装载量的百分之二十。” Widdifield解释说。

“合理的装载量管理不仅对于设备正常运转至关重要，而且对于员工的健康和安全也非常重要。”他说。“这就是为什么我们必须遵守10/10/20规定。实际装载量超过目标装载量百分之二十，这意味着你已经超出了卡车转向与制定系统的规定性能指标。

### 对带溜井的装载现场进行评估

一些矿场设计了用于快速装车的溜井。必须留出足够的入口和出口区域并且为操作员提供一个控制溜井的方法。“如果操作员必须从卡车上下来，然后在爬一段楼梯后才能启动溜井，那么就会浪费时间。” Widdifield说。

有利于溜井操作的条件包括平缓、水平的地面，同时溜井下方带有一个方便的入口。

溜井大小和卸料量应与卡车大小匹配，上下高度应尽量减小。材料应结实坚固。不利的条件包括地面不平且布满遗撒物，控制设备不灵且入口狭窄。

“确保卡车与入口处和在溜井下方时保持足够安全距离。” Widdifield说。“溜井的出口地方应让操作员有良好视野，以便能观察到过来的车辆。操作员应能够看到车上的装载物。”

### 考虑卸载区的问题

卡车在卸载区也容易浪费。“记住，当料斗清空时或是碎石机操作员清除掉一块超大矿料的情况下，卡车操作员便没有耐心等待。” Widdifield说。“不要因为排长队而浪费时间。要让车队在矿井中分散开来。将更多卡车派到作业速度最快的装载机那里。”

### 优化装载-托运-卸载装载机的性能

装载-托运-卸载装载机的最佳循环作业时间是28至48秒，平均为35秒。完成一次装车作业的最高效标准为三至四趟。

### 评估操作员技术

卡特彼勒公司建议观察装载机操作员是否具备正确的操作技能：

- 将铲斗径直铲入煤堆时使铲斗底部与抽出位置保持平行。
- 挖掘时保持车架平直
- 堆集矿料时稍稍抬起铲斗
- 当铲斗已满时确保起重臂保持水平姿态
- 在工作面停留的时间不超过12秒
- 挂一档操作并开足马力
- 保持正确的铲斗掘起设置
- 将遗撒量控制在最低水平
- 保持地面干净、平顺；如有必要，在接近工作面时清理地面并尽量减少与地面的接触

铲斗通常都应配备适合所挖掘矿料的接地件（GET）。杜绝使用废旧的接地件或让铲刃直接暴露在外

## 创造最优的矿区条件

装载机在平坦、干燥和平顺结实的地面上作业时可以发挥最大效能。足够的横斜度和排水设施可以最大限度减少轮胎损坏。其他需要注意的地方包括将矿料粉碎均匀，从而尽量减少堆集时间（特别是堆脚区域）；减少进入工作面的次数；能够在多个工作面进行作业。当地面状况不佳、装载区狭窄或是运送未经过适当处理的矿料时，装载机的效能便会大打折扣。

## 评估运输道路

运输道路对于地下作业设备的效能影响很大，即使道路条件小的改进也能对设备的作业周期产生较大影响。地下运输道路设计的三个关键因素是材料质量、设计与维护。坡路路面应保持顺畅、平稳以便将轮胎滚动阻力保持在最低水平。

轮胎滚动阻力之所以影响生产率是因为它让设备无法以实现最佳生产率的最优速度行驶。以下图示说明了轮胎贯穿力的增加如何导致轮胎滚动阻力随之而上升。

## 轮胎滚动阻力

- 坚硬、维护良好的道路 1.5%
- 维护良好的曲折道路 3%
- 轮胎贯穿力25 mm/1 4%
- 轮胎贯穿力50 mm/2 5%
- 轮胎贯穿力100 mm/4 8%
- 轮胎贯穿力200 mm/8 14%

“轮胎滚动阻力的增加对卡车行驶速度有着直接影响。” Widdifield说。“有时轮胎滚动阻力可以对发动机造成各种负担。因此，不仅卡车达不到理想速度，传动装置也会遭受损害。”

## 坚持最佳作业方法

提高装载和运输效率是降低每吨成本的最简单易行的途径。通过坚持旨在提高操作员绩效、作业周期和装载量的最佳作业方法并确保合理的运输道路设计和维护，地下矿便可以创造更高的利润率。

“我们面临的挑战是巨大的。” Widdifield 说。“但这不能成为我们实地寻求改进办法的借口。作业条件直接影响着生产成本和生产率。找准问题并加以解决。最终的目的就是投资少见效大。”

## 运输道路的设计与维护

### 设计注意事项：坡度

- 保持平滑的路面坡度和过渡
- 保持一致的坡度比例
- 注意，百分之十五的小坡度加上百分之十八的地面凸起就可能使卡车无法完成爬坡。

### 设计注意事项：单横坡

- 平路
  - 利用最小坡度进行地下排水作业
  - 避开废水水流横向交叉的区域；可能需要小的钻孔
  - 稳定横向坡度只有在路况非常干燥的情况下才适用。
- 坡度
  - 尽量减小横向坡度

### 维护注意事项

- 从工作面开始，在倾倒地结束
- 卡车行驶速度必须适中恒定
- 当卡车速度减慢时，找到原因并进行修理
- 清除并修整水浸/软性路面