**成功地将创新技术应用到现有施工中—露天采矿机案例分析**

将新技术应用到现有的采矿作业中，可以实现操作和商业利益方面的积极改变。但是，与多项新技术整合将面临诸多挑战，这也可能导致对创新技术的排斥。因此，详细的规划、健全的项目管理、良好的客户关系以及对有效的关键性能指标的精确评估是管理实施进程并克服这些风险的主要方面。

在澳大利亚昆士兰的新阿克兰煤矿，结构化流程的重要性得以充分展示。这个项目采用了一种创新的开采法，一台维特根 4200 SM 型露天采矿机，被成功地应用到现有采矿机组中。健康、安全性和环保性能、产量、粒度分布、损耗和混入量以及单位成本方面的效益都得以实现。这是一篇名为“传统采矿工艺与在新阿克兰煤矿使用露天采矿机开采法的比较”硕士论文的摘要，是新阿克兰煤矿与德国亚琛工业大学和德国维特根公司联合进行的。

“一套方法永不变”？传统对比创新

经验表明将新技术应用到一个正在施工的项目中，由于挑战太多，而只有部分能够满足，所以成功的几率很低。因此，专项和专业的准备必不可少，这样才能在矿区实现新技术的应用。

矿业发挥着重要作用，不可忽视。许多矿主在经营他们的矿区时都持着“一套方法永不变”的态度。对于原始设备制造商（OEM）来说，这意味着在支持新技术的成功应用上，除了设备的机械性能外，其他方面也至关重要。虽然这需要更多资源，但重要的是展示一种施工工艺并论证它的诸多益处。一旦一种方法被成功应用到一个施工环境中，那么该行业将对这项技术更感兴趣。本文概述了维特根4200 SM露天采矿机在新阿克兰煤矿（NAC）施工的全过程。

**选择性开采对矿区具有很高的要求**

NAC（全称：澳大利亚昆士兰的新阿克兰煤矿），位于图文巴市西北35公里处，是一个露天开采的煤矿。该矿区由新阿克兰煤矿私人有限公司（新希望集团的一部分）营运，从2002年就投入生产。年产量是约5公吨的可供销售的动力煤。

该煤矿在农村地区，承包商是当地一家拥有300多名员工的雇主，为当地经济提供了巨大的经济贡献。由于靠近邻近的居民区，所以施工受到了严格的环境条件制约。噪音和粉尘排放尤为明显，希望能够降低对环境和周围的影响。煤在工地被清洗，然后再被送到布里斯班港出口。

新阿克兰煤矿（简称NAC）的矿藏资源由多个煤层组成，其厚度范围从0.3m 到3m，被相同厚度的夹层隔断。总的来说，不同的层厚数超过40，这就导致了选择性开采作业非常重要。考虑到NAC的地质条件，多个薄煤层和夹层，施工面临诸多挑战，而维特根的露天采矿机能够提供潜在的解决方案，减少施工设备的数量、为开采过程提供更优的控制和精确度。

2014年6月，4200 SM 露天采矿机在NAC（新阿克兰煤矿）投入使用，一直进行煤和夹层的选择性开采作业。操作手从剥离作业开始进行培训。决定在NAC这个施工项目上使用露天采矿机是基于许多期待，例如提高产量，降低开采成本，通过减少矿藏损失及夹层材料的混入量实现煤更好的回收，提高开采质量，简化开采流程以及减少环境排污。为了验证这些预期要求，2014年6月至9月，我们进行了一次结构化的试验。这次试验的目的是根据给定的关键绩效指标（KPI）对露天采矿机的性能进行评估。

**维特根露天采矿机：定制型配置满足各种施工应用**

露天开采技术已经在矿区应用超过30年。500台机器顺利销往世界各地，位于德国维特哈根的维特根公司成为了露天采矿机的市场和技术领导者。直接卸料的露天采矿机，取代了传统开采工艺的诸多步骤，矿物被切削、破碎及装载一次性完成。根据工况需要，露天采矿机还可以实现堆料带或侧甩料作业。切削地面的方式需要一种不同的机器设置，例如：不同的转子罩壳，无输料系统。维特根公司提供三类不同性能等级的露天采矿机，2200 SM/2200 SM3.8，2500 SM和4200 SM，它们可以进行精准的配置，以满足各种施工需要。这篇文章聚焦 4200 SM，正是 NAC 施工项目中使用的设备。

维特根最强劲的露天采矿机的额定功率是 1,623 PS，重约200 t。其切削转子位于整机的中部，前后履带中间，配备刀具，即切削材料的刀头。刀座安装在转子上面，根据工况实现准确定位布置。刀头的数量，刀间距以及刀头的设计都取决于矿区的实际工况和预期的项目交期，例如：粒径分布或切削速度。

在NAC这个施工项目中切削转子的开发，需要考虑到露天采矿机既要切削煤还要切削夹层。

这款直接卸料的露天采矿机，刀座以螺旋状排列，它将切下来的材料向转子中间区域输送。切削深度可根据煤层进行调整，最深可到 830 mm。刮板位于切削转子后面，从那里材料被输送到收料皮带，然后再由它将材料运送到高度可调、能180度摆动的卸料皮带上。这确保卡车轻松载料，同时，减少粉尘排放，优化卡车满载等因素。

**在新阿克兰煤矿采用的传统开采工艺**

在NAC施工项目中采用的传统开采工艺，是一种不连续的采矿法。它包括用于破碎岩石和堆运的推土机和一个前端轮式装载机，用来将材料装载到130到190 t负荷的自卸卡车上。

由于矿藏的特性，挑战性大，所以需要选择性的开采煤和夹层，推土机在NAC施工项目中起了重要作用。这种推土机协助卡车和铲车施工，多年来一直进行。推土机操作手都具有丰富的经验，能够获得不错的损耗和混入量数据。但是，想要提高矿藏的回收并实现更大的经济效益，还是要减少煤的损耗和混入量。

传统的采矿工艺是一台机器加众多人力。不连续、分步式的开采法通常导致多项操作延迟。因此，与连续开采工艺相比，这种方法大大降低了施工效率。

**详细的规划在施工过程中起决定性作用**

在统计维特根露天采矿机的多种潜在优势时，需要把整个施工工艺链中每个单独环节受到的影响都考虑进去，这非常重要。施工工艺需要调整，以便露天采矿机实现最佳的开采效果。NAC需要采用一个全新的开采法将露天采矿技术应用进去。一个工艺的更改可能导致风险和不确定性。

这就是为什么在为期四个月的试验中，我们对露天采矿机的施工效果进行鉴定和监控。项目管理遵循了戴明周期（即 PDCA 周期）管理方法。健全的项目管理涉及以下步骤：

1．计划-详细的项目规划

2．实施-进行试验：测量和监控性能参数

3．检查-了解对整个开采过程的影响因素（积极的和消极的）都有哪些；讨论施工的各种好处

4．行动-调节并改进机器性能；在早期发现并解决问题。

矿区多倾向于“孤岛思维”式的施工模式，这就造成了各个不同部门（运营，技术服务，维护保养，加工厂，办公室）之间的沟通障碍。为了能够将新技术成功的应用到施工中，观察整个施工过程很重要。这需要各部门之间的通力合作。在早期的项目状态中解决潜在障碍至关重要，确保成功。项目规划中每一个流程改变的实施，都在其它机器抵达工地之前提前开始。

**新阿克兰煤矿携手维特根，强力合作，至关重要**

新阿克兰煤矿（简称NAC）项目团队包括采矿工程师，洗煤厂主管，维修主管，高级操作负责人和安全培训主管等，他们为露天采矿机矿区试采做出了极大的努力，从一开始就实现了不同部门之间的有效沟通，并贯穿执行于整个施工过程。最终，这一重要项目结果指明，在试采阶段中，露天采矿机试采的 KPIs 指标体系不只包括施工产量和机器利用率，而且提出了该设备对整个施工工艺流程的影响，比如煤炭粒度分布（PSD）和细料含量。从洗煤厂人员的需要出发，关键绩效指标（KPI）包括评估不同煤炭粒度分布对洗煤过程中的影响。

在露天采矿机试用过程中，新阿克兰煤矿和维特根共同对指定煤的级配调节进行了广泛的比较。为此，在同一矿区，我们分别采用传统采矿设备和 4200 SM 设备进行开采作业，提取 100 吨总矿料中的 30 吨矿料，使用维特根提供的一台来自克磊镘 MS 19 履带三层筛分设备用来分析部分骨料粒径为 150 - 5mm 的矿料；一台试验室筛分设备用来分析部分料级粒径为 0.5 - 5mm 的矿料。通过传统采矿设备与维特根 4200 SM 的比较，实现煤的级配调节，从而获得满足需要的材料。

新阿克兰煤矿（简称NAC）与维特根项目团队密切合作，其中包括具有丰富采矿经验的项目经理，产品顾问，服务经理以及具有工程硕士学位的学生，同时获得了维特根总部维特哈根和维特根澳大利亚集团的鼎力支持。为有效开展大规模的 PSD 实验，来自维特根的一个四人项目团队在阿克兰煤矿施工现场停留了两个月，为您提供技术支持。

从一开始，维特根品牌就具有广泛的应用范围，其强大的团队也极大降低了新阿克兰煤矿施工阶段的风险。

**露天采矿机向前迈进了一大步**

维特根露天采矿机专门针对煤矿工况量身定制，并于 2014 年 5 月抵达新阿克兰煤矿（简称NAC）。我们的每台机器都会按照行业标准并遵循用户期望，即“在矿区使用的移动和可运输设备标准”。然后才会交付给我们的客户，并在设备抵达后的两周之内投入使用，

**理想的采矿条件需要制定详细实施计划**

较传统的块段式开采工艺，采用新型采矿工艺需要做出一些施工调整。

先由维特根露天采矿机切削出一条通道，第二幅紧邻第一幅施工，此后每层的开采，重复同样的工序，在一幅施工到头时，露天采矿机同时切削出帮坡，做 180 度掉头后，进行下一幅施工。 施工段长度是影响施工产量的重要因素，随着施工区域的长度增加，机器转弯时间减少，而实际切削时间增加。为了实现维特根露天采矿机的高效施工，在作业平盘长度大于 300m 的区域内进行施工是理想的选择。

传统采矿工艺在新阿克兰煤矿（简称NAC）采用块段 150m\*150m 的区域施工，因此，多个工作平盘组合在一起形成了长达 600m 的作业平盘，便于露天采矿机高效施工。在理想工况下，作业平盘长度大于 300m 是对露天采矿机性能评估的关键。

**维特根露天采矿机经历了长达 4 个月的严峻考验**

维特根露天采矿工艺的优势已经得到有力验证，这正是成功施工的关键，因此，为了确保新阿克兰煤矿(简称 NAC )施工项目的顺利实施，我们对露天采矿机的性能进行了详细评估。

并且，围绕 KPIs 我们对该设备做了深入研究，这已经成为实施过程中不可或缺的一部分，在合同中我们也做出了明确规定，大部分 KPIs 参照在新阿克兰煤矿采用的连续采矿工艺，针对粉矿产生量，我们进行了煤矿安全绩效量化考核，比如，合同中规定，细料粒径若小于 2mm ，不得超过推土机和装载工艺的限制。

KPIs 按照 HSE 管理体系（健康，安全，环境），财务和下游影响进行分类。在新阿克兰煤矿施工现场，我们会为机手提供一系列培训课程，即使没有任何经验的机手也能够顺利操作机器设备, 从而确保了施工安全性，减少事故的发生，因此我们将安全性指标纳入 KPIs 指标体系中。

为期四个月的时间里，我们通过以下方法对两种采矿工艺的性能进行了评估和比较

* 文献研究
* 理论推算
* 历史操作数据法
* 噪音和振动测试
* 大规模PSD 测试
* 报告体制
* 时间性研究
* 现场调试
* 实地考察，访谈和调查

**测试结果一览：维特根露天采矿机提高了施工效率以及施工安全性**

维特根露天采矿机装备连续切削及物料装载系统，生产效率高，所需设备的使用量显著减少。根据不同的采矿条件，与传统的松裂，堆装以及装载工艺相比，测试评估显示采用维特根露天采矿工艺，操作设备的使用量降低了 70%。

两种采矿工艺对 HSE 管理体系（健康，安全，环境）影响分析表明，由于采矿过程中使用的机械设备减少，大大降低了对环境的损害，因而采用露天采矿工艺不会产生振动，且灰尘少，噪音低，，有效降低了二氧化碳的排放，单吨矿燃油使用量减少了约 65%左右。机器设备符合人体工程学设计，其优势也得以充分体现。 4200 SM 旋转式机手驾驶室隔音，隔振，驾驶座椅能够旋转至 10 度，有效避免机手造成全身性振动暴露，不需在座位上来回转动。

由于施工过程中所需设备减少，因而 4200 SM 大大节约了采矿成本，减少了油耗和人力。总体来讲，在整个工况范围内，按照开采矿料的单位成本计算，

4200 SM 降低了60% ，煤矿损失量和混入量评估表明，露天采矿工艺回采率更高，从而产生了额外的现金流。

维特根露天采矿机在破碎煤炭粒度方面表现更加出色。较传统采矿工艺而言，新型采矿工艺所生产出来的细料含量降低至少 10%。此外，针对成品，露天采矿机开采出满足需求的料级粒径比例更高 ，从而节约了时间，降低了成本，减少了能源消耗和细料含量。

由于煤矿混入量的减少，使用露天采矿机开采出来的矿料，在煤炭处理和加工厂进行深加工时，进一步节约了施工成本，减少了燃油消耗。例如洗煤过程中，我们能够获得更多含有少量细料和粒径过大的矿料，煤矿质量符合煤炭粒度分布标准。

**露天采矿被有效证实成为另一项采矿工艺**

4 个月的试采施工圆满成功，维特根 4200 SM 在进行多层选择性开采作业过程中，其优异的操作特性令人印象深刻。在采矿机抵达施工现场之前，我们就做好了规划。新希望集团，新阿克兰煤矿项目团队，维特根澳大利亚以及德国维特根工厂之间建立的良好沟通体系与合作关系，能够快速解决施工项目中出现的问题，从而确保项目的成功开展。

根据 KPIs 指标体系的详细评估报告表明，维特根露天采矿机在阿克兰煤矿施工现场表现优异，不断推进施工顺利进行，其久经检验并证实的价值使得新阿克兰矿成功购买维特根露天采矿机。

照片

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4200SM\_02582\_HI 2013年6月：新希望集团和维特根专家在新阿克兰煤矿（简称NAC）进行了地质勘察。矿山含有高达 27 个薄煤层，并且中间夹夹层层夹矸，对此，维特根露天采矿机提供了理想的开采方法。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | W\_photo\_4200SM\_02653\_HI 2013 年8 月：密西西北北美洲煤矿的地质条件与新阿克兰煤矿地质条件十分相似。维特根 4200 SM 露天采矿机在开采作业中演示成功，因此新希望集团在新阿克兰矿开始试采 4200 SM。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4200SM\_02670\_HI 2014 年7 月：一旦露天采矿机到达矿井，我们会为您提供基本培训课程并且教授操作流程，4200SM 的试采工作线理想长度为 600m。 |

照片

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4200SM\_02663\_HI 2014 年11 月：4200 SM 装备的摄像系统，有效优化了选择性开采工艺。安装于切削转子后部左右两侧的两个摄像系统。按照 1：1 的比例将图像传送至驾驶室的两个显示屏上，便于机手根据切削深度进行施工。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4200SM\_02656\_HI 2015 年1 月：2500 个小时昼夜不间断施工，其巨大的节能潜力备受青睐，因此新希望集团成功购置了我们的露天采矿机。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **燃油消耗量**  数据显示采用维特根露天采矿机  4200 SM ，燃油消耗减少 65% |

照片

|  |  |
| --- | --- |
|  | **统计板：**  巨大的成功：维特根露天采矿机4200SM 在生产力以及安全性方面表现十分出色，不仅能够获得理想的粒度，而且经济，高效。 |

*备注：这些图片仅作预览使用。如需印刷发行，请从维特根公司和维特根集团网站下载 300 dpi 的高分辨率图片。*

|  |  |
| --- | --- |
| 了解更多信息，联系方式如下：  WIRTGEN GmbH  Corporate Communications  Michaela Adams, Mario Linnemann  Reinhard-Wirtgen-Straße 2  53578 Windhagen  Deutschland  Telefon: +49 (0) 2645 131 – 4510  Telefax: +49 (0) 2645 131 – 499  e-mail: presse@wirtgen.com  www.wirtgen.com |  |