

采矿与建筑

采用阿特拉斯·科普柯的设备进行岩石开挖 – 2013年第2期



阿特拉斯·科普柯公司庆祝成立140周年

再制造 二手部件再利用



MEYCO技术的
力量

第6页



“大苹果”
街道的下方

第9页



年轻的操作员
自动化之星

第34页



Atlas Copco

虽身处艰难时期， 但是请为逆转做好准备！

由于易于开挖的矿产资源已被采尽，我们的客户现在不得不致力于开采难度更大的资源。这意味着挖掘深度加大，成本更高，危险性更大，而且更耗时。

除了钻井和挖掘这些艰难的任务外，采矿行业还面临着其他挑战，例如采矿作业对环境的影响、不断出台的新规以及持续攀升的开采成本。

显然，矿业公司当前正在竭尽全力优化产能和提高生产效率，而为了帮助客户实现这些目标，阿特拉斯·科普柯正在技术方面发挥越来越重要的作用。

例如我们之前推出的Explorac 100新型勘探钻机，它符合人体安全和环境保护方面的要求。该钻机能够满足承包商对效率和性能的需求，例如快速安装和钻孔、易于维护、低噪音水平以及收集地质学家所需的优质样本等。

不仅如此，我们还提供全方位的反循环钻进解决方案，包括钻机、压缩机、增压机和钻杆，让我们的客户通过一家供应商就可以解决所有问题。

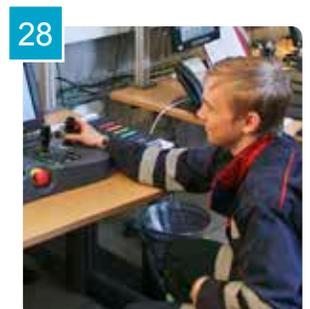
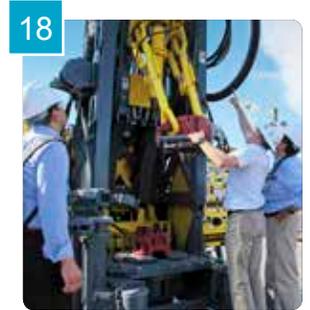
关于新技术如何降低成本和改善环境的另一个例子是我们新研发的Green Line系列矿用卡车，您可在本刊内了解更多相关信息。

阿特拉斯·科普柯相信“没有最好，只有更好”。我们还相信，通过投资新技术，您不仅能够解决目前遇到的严峻挑战，还可为将来的逆转做好充分准备。

VICTOR TAPIA
阿特拉斯·科普柯公司
岩土工程与勘探设备部
总裁



3	专题 利用Explorac 100实现品位控制
6	来自阿特拉斯·科普柯的MEYCO
9	“大苹果”街上建设新地铁
18	利用RD10+在智利实现反循环钻进
20	Girodrill，西班牙前沿技术
22	FlexiROC在Svappavaara圆满完成任务
24	再制造——全球趋势
28	Malmberget自动化深孔钻探
32	透视：Brian Fox自动化
34	Codelco的自主装载实验
36	通过Green Line系列产品绿化采矿行业
37	Powercrusher在澳大利亚不断发展
8	产品动态 COP 4038——世界上最快的凿岩机
15	FlexiROC T45专用的新设计平台
16	技术论坛 喷浆技术
38	市场简讯 世界新闻



《采矿与建筑》由阿特拉斯·科普柯出版。该杂志的重点是世界范围内本公司的专有知识、产品和钻孔、钻井、岩石加固和装载所使用的方法。

出版 Atlas Copco Rock Drills AB,
SE-701 91 Örebro, Sweden. www.atlascopco.com
Tel: +46 (0)19 670 70 00.

出版人 Paula Blamberg,
e-mail: paula.blamberg@se.atlascopco.se

主编 Terry Greenwood, e-mail: terry@greenwood.se

副主编 Ulf Linder, Lars Bergqvist

编辑、设计和排版 Greenwood Communications AB,
Box 5813, SE-102 48 Stockholm, Sweden.
Tel: +46 (0)8 411 85 11.

www.greenwood.se

WEBSITE www.miningandconstruction.com

文章的免费复制

所有产品名称，如Boomer, Boltec, ROC, Pit Viper, DRILL Care, SmartRig和Swellex，都是阿特拉斯·科普柯的注册商标。但是，本刊的所有资料，包括产品名称，可以免费复制或引用。关于图片或其它信息请与阿特拉斯·科普柯联系。

安全第一

阿特拉斯·科普柯承诺遵守或超过所有全球的或当地的人员安全规则。但是在本刊内某些照片可能所显示的环境超出我们的控制范围。强烈要求所有阿特拉斯·科普柯设备的用户要有安全第一的意识，始终按要求使用适当的耳罩、眼镜、安全帽及其它保护，使人员伤害的风险降到最低。

质量是金

新型勘探钻机让品位控制简单易行且更安全





结构紧凑且功能强大：新型Explorac 100钻机在北欧最大的纯金矿——瑞典Björkdalsgruvan进行反循环钻孔。该钻机的钻杆自动化操作系统和电子远程控制面板让钻孔人员远离易于受伤的作业方式。

» **B**jörkdalsgruvan是北欧最大的纯金矿，而且根据预测，它的生产需求仍将保持强势增长，目前该矿正通过使用新型紧凑型Explorac 100勘探钻机来为未来的生产做准备。

无论是在经济繁荣时期还是经济不景气时期，其他全球性商品很少能够像黄金一样引人遐想。尽管今年金价有所下跌，但预计市场对黄金的需求仍将保持稳定。

在经营活动蒸蒸日上的金矿中，Björkdal矿，即Björkdalsgruvan矿名列其中。该金矿位于Skellefteå镇西北方40km的瑞典北部森林深处。

自1983年勘探人员在这里挖到第一桶金以来，该金矿的扩张几乎没有停止过。在保障高产能方面，现代采矿设备发挥的作用越来越突出。

质量也同样重要。加拿大的Elgin

Mining Inc公司在2012年收购该金矿后发起了一个品位控制项目，旨在规划未来的钻孔，从而确定未来五年的生产方向。

在最初的六个月里，地质学家和钻井工人一同追踪在矿脉中发现的矿石。这些矿脉如蜘蛛网一样遍布于石英含量较高的岩体中。

反循环钻进——扩张之路

总部位于Kiruna镇的Styrud Arctic是该地区一家领先的反循环钻孔承包商，他们发现运用最新勘探技术——Explorac 100采集碎片式岩石样本业务中所蕴藏的商机。

阿特拉斯·科普柯新推出的这款反循环钻机能在最大程度减少人工作业的同时提供最高的生产力和可靠性。

Björkdalsgruvan有露天矿和地下矿。露天矿绵延50公顷以上，地下作业

深度可达305m，遍布9个以上的矿层级别。综合年产量为130万吨矿石，可产出黄金1.3吨或4kg/天。

安全的黄金标准

Explorac 100是新一代勘探钻机，它可替代在过去30多年来已为采矿工人所熟知的高负荷钻机Explorac R50。Explorac 100是一款结构极为紧凑的钻机——长度、宽度和高度分别为7800mm、3000mm和2300mm——且具备可节省人力的钻杆操作系统。

“就目前来看，安全是我们客户提出的首要要求。”Styrud Arctic公司的项目经理Joakim Kemi说道，他在公司进行产品升级时曾负责过对Explorac 100钻机的测试。

“这款钻机带有钻杆自动化操作系统，该系统带来了一些重大改进。它不仅大大减少了人工作业量，而且由于我们的运营商不需要使用起重机来提升和安装重达78kg的钻杆，因此显著降低了事故风险。”

Explorac 100的金矿石分级方法完全不同于Klondike开拓时期的金矿石分级方法。它的钻孔直径为140mm，钻孔的精确深度为32m。每次作业、钻孔、钻杆操作和矿石取样都需要一个其中至少包含1名男性的3人团队来操作Explorac 100。安装于钻机上的旋流装

“安全是我们客户最关心的问题。这台钻机能够降低安全风险。”



Joakim Kemi, Styrud Arctic公司项目经理



上图：防护笼有助于保护操作人员的人身安全。下图：使用排污系统排出多余的水，并消除样本可能受到污染的风险。

品位控制工艺：重量为2.5kg的相同样本是精确分析的先决条件。

置每钻入1m都会获得1个矿石样本。这些矿石样本会被收集在袋子中，根据编号将其分开装入箱子并送到公司的驻地地质学家手中，以便在运输之前作进一步分析。

相同的样本

勘探作业的一个重要部分就是要获得近乎一样的样本。适用于精确分析的样本重量最好为2.5kg。

据Explorac 100钻机的操作人员Andreas Hansson介绍，该团队可实现每日钻3至4个孔，可得到90-128个岩石样本，这远远超过了每日两个孔的生产需求。

“每周的生产效率并不相同。”他说道。“最近雨量较多，我们需要处理地下水，由于水渗入旋流装置中后会污染样本，进而影响到钻孔和取样。”

为了降低旋流装置中新旧岩石样本混合在一起的风险，在每次连接新钻杆前都需要通过钻机的强力排污系统等措施来排出雨水。

Hansson继续说道：“Explorac 100采用了卓越的液压技术，高效节能也是它的一大特点。我们通常以1500rpm的转速来运行发动机，这一转速下的柴油消耗量约为每小时五升，能耗量非常低。它还是一款无噪音机器，

操作人员使用这款机器时可保持愉快的心情。尤其是在Björkdalsgruvan，这是我所呆过的最好工地。”他说道。

低噪音得益于完全封闭的动力单元设计，该动力单元设计有一个Tier 3A柴油机（转速为2200 rpm时功率为82kW）。一个32m的钻孔需要使用11根钎杆，钻杆自动化操作系统运行良好，操作手可通过辅助控制面板来操作该机器。

平稳运转

Hansson补充道：“尽管需要一段时间来适应这款机器，但是我们已经研究出了一套非常棒的作业流程。我们所制造的钻杆可用于45度倾斜钻孔，更换钻头时我们会采取直立位。”

这款钻机另外一个重要的设计功能是机械化的卸扣系统，该系统具备液压操作电键，适用于4.4”、4”和3.5”的钻管。除了在更换钻头时可减少手持按键外，新型安全罐笼也可降低人员受伤风险。

该矿的露天开采地质学家Lena Printzell每天都要指导钻孔团队并监督他们的作业进度。她运用3D计算机软件进行矿体分析，并通过这种方式收集到每个样本中发现的黄金、矿物和石英含量的数据。

“我们在爆破和出渣后使用反循环

钻机，但我们实际上不做勘探作业。品位控制就是获取更多与我们想要的矿石相关的信息，因此钻孔团队在作业时必须非常细致严谨。”

她补充道，这就要求每个岩石样本须对应于特定的钻孔深度。“若样本不精确，那么整个钻孔就作废了。”

由于之前已在该矿的南墙矿段钻了150m的钻孔，Explorac 100将提前用于深孔钻孔。项目经理Kemi总结道：“我们测试这款钻机花了600个小时，我认为这是款优质可靠的机器。它让我们的操作环境更加安全可控，而且，由于它的结构非常紧凑，可以非常容易地被装载到货车上。”

反循环凿岩新星

Explorac 100是一款结构紧凑的低噪音钻机，它配备的钻杆自动化操作系统和机械化卸扣系统可增强安全性和提高生产效率。履带底盘设有远程控制功能，使其适合于深度为100-200m的反循环和井下钻孔应用。

扫描二维码以获得EXPORAC 100的更多信息。



推动岩土 支护的未来

目前阿特拉斯·科普柯已拓宽其业务范围，可提供前沿的喷浆技术和设备。

阿特拉斯·科普柯近期收购了瑞士的喷浆技术专业公司MEYCO，这将拓宽其业务范围，使其拥有先进的喷浆专业技术以及市场上种类最多的地下移动式喷浆设备。这次收购使阿特拉斯·科普柯站到了该项技术的最前沿，并为新型喷浆解决方案的发展奠定了基础。



由于MEYCO现已归属阿特拉斯·科普柯集团旗下，世界各地的采矿工人和隧道工人很容易就可获得一流喷浆服务所需的专业技术和设备。

为了满足耐用性、安全性和降低操

作人员健康风险和对环境的负面影响这些要求，先进的喷浆技术变得越来越重要，这个发展趋势对所有的地下采矿和建筑公司来说尤为重要。

随着矿井越来越深和安全规范越来越

严格，业界专家也认为对采矿工和隧道开挖工程师来说喷浆技术将会在地下岩石加固方面扮演更为重要的角色。

阿特拉斯·科普柯将与MEYCO以前所属的巴斯夫建筑化学品欧洲公司一起专注于研究新技术，并力图推动该技术在未来的发展。

国际公认

对于在专业技术和产品方面已经获得了国际公认的MEYCO公司的收购将阿特拉斯·科普柯推到了该领域首屈一指的领头羊位置。

新上任的阿特拉斯·科普柯MEYCO股份有限公司总经理Pauli Arenram

“如今我们将能够在该技术的前沿位置扮演更为重要的角色。”



Pauli Arenram, 阿特拉斯·科普柯MEYCO股份有限公司总经理。



Suprema: 用于传送和喷射湿拌喷浆混凝土以及抽吸混凝土的设备。



Piccola: 根据转子原理设计出的专门用于干式喷浆的设备。



Potenza: 移动式混凝土喷射机



Cobra FB4: 专为采矿业设计的电动液压装置。



Versa: 结构紧凑且具备通用性，在狭窄隧道、联络通道和弯曲平巷中可自由移动。



Poca: 市场上最紧凑的专业移动式喷浆设备。



Oruga FBS: 用于机械化和自动化喷浆作业的移动式喷射机器人。



Roadrunner: 可喷射塑性混凝土，并且是MEYCO唯一一款可在普通路面上运输的设备。

说：“公司多年以来一直在致力于提供应用于隧道开挖和采矿行业的前沿喷浆技术。如今，作为阿特拉斯·科普柯的一份子，我们将利用新的方式、创新设备和专业知识在这一技术的最前沿扮演更加重要的角色。我们旨在通过这些解决方案来制定隧道工程和采矿业在安全和效率方面的新标准。”

该公司的市场部经理Tom Kurth补充道：“我们很高兴看到阿特拉斯·科普柯有望将这一创新设备带入欧洲以外的其他地下市场。由于售后组织规模有限，这在以前是很难做到的。”

“已产生的协同效应非常明显，尤

其是在工程和采购方面的协同效应，这将有助于缩短我们将要上市的新产品进入市场的时间。另一方面，MEYCO的业务范围将支持阿特拉斯·科普柯为隧道开挖面的所有活动和作业提供一站式服务。”

市场广阔

新组建的阿特拉斯·科普柯MEYCO股份有限公司的总部位于瑞士的Winterthur。该公司可提供各种车载式混凝土设备和独立喷射设备，包括喷射臂、泵和混配系统以及TBM（隧道掘进机）等专业解决方案。由于长期涉足化工行业，该公司还掌握了混凝土技术和

化工行业的深厚知识。

此外，该公司独创的机器人喷射机MEYCO Logica还可应用于所有的喷浆混凝土。

目前，MEYCO设备的销售市场主要集中于欧洲、亚洲和中东地区。从今往后，阿特拉斯·科普柯遍布世界各地的客户中心均可为客户提供上述设备。



见第9页的《MEYCO纽约行动》。

见第16页的《技术论坛》。



COP 4038简介

有史以来速度最快的凿岩机！

阿特拉斯·科普柯推出了世界最快的凿岩机。与频率为117 Hz的COP 3038相比，这款型号为COP 4038的40 kW凿岩机的运行频率为140 Hz。

专为孔径为43-64mm的隧道开挖和平巷掘进而设计的COP 4038凿岩机是一款非常先进的机型。它采用了高频技术，不需要加大敲击钻钢的力度，就能通过活塞以更高的频率敲击钻钢，从而在不对钻钢施加更多压力的同时更快地穿透岩石。

COP 4038采用了最轻量型的零件，且配有一个双密封冲洗室，该冲洗室可承受的水压最高可达40 bar，水浸入其中的可能极小。

此外，该装置的液压双减震系统可吸收和耗散岩石产生的冲击波，由此保证钻头能够尽可能地接触到岩石表面。这样就可在不松动钻柱中螺纹的情况下传递最大的力度并钻入岩石。

负责该产品的产品经理Morgan Kanflod指出，他们所开发的COP 4038以最高速度为首要宗旨。“虽然COP 3038的速度要略微低一点，但阿特拉斯·科普柯已凭借COP 3038让其钻机的钻孔速度达到首屈一指的水平。如今有了COP 4038，我们再次提高了高速钻

孔的速度上限。”

“COP 4038在钻孔过程中，不仅能让你看到它的高穿孔速度，而且还能让你从听觉上感受到它的高性能，这些都清楚地表明它是有史以来速度最快的掘进钻孔凿岩机，同时也能满足那些将高穿孔速度视为首要目标的客户的需求。

“它的钻探性能已得到改进并降低了整体的隧道开挖成本。正如隧道开挖工作人员所知道的那样，时间就是金钱。”

三臂凿岩台车，可达到与四臂凿岩台车同样的生产效率。

该款新型台车从原理上看就是配备了COP 4038凿岩机的Boomer三臂凿岩台车，其钻孔能力可以与配备有COP 3038凿岩机的Boomer四臂凿岩台车相媲美。从而减少了凿岩机、钻臂、推进梁和动力头的使用强度，降低了维护需求。

升级和工具包部的产品经理Nicole Schoch指出，为确保设备可持续运行，COP 4038凿岩机附有COP CARE服务协议。

“阿特拉斯·科普柯服务部能为世



实验室中：升级和工具部的产品经理Nicole Schoch：“COP CARE可以保证COP 4038具备卓越的性能。”

界上速度最快的凿岩台车提供COP CARE协议和服务，我们对此深感骄傲。”她说道，“COP 4038是为对钻进速度有着极高要求的应用领域而设计的，因此除了对设备性能有着较高要求外，设备可用性同样至关重要。COP CARE可以保证COP 4038同时具备卓越性能和一流的维修可靠性。”



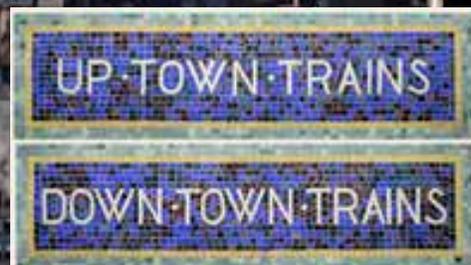
产品线经理Morgan Kanflod：“它的卓越性能，你不仅能从人们口中听到，更能亲身体验到。”

夙愿终于实现! »

纽约城建成新地铁线

快一个世纪了，纽约人一直在等待，终于，他们即将拥有一条崭新的地铁延长线，这将缓解纽约城市交通系统过度拥挤和堵塞的顽疾。

我们来到纽约城的大街小巷之下，探访正在第二大道一期新建线路中工作的隧道工人。



穿越曼哈顿街道的严峻挑战

它被称为世界上最复杂的地铁项目，要穿越一座地球上人口密度最大的城市的核心地带。令人期待已久的纽约第二大道延长线正是这样的项目。



主要挑战：工人要在86大街项目北端的竖井中装配结构紧凑的FlexiROC T30钻机。

唯一的方法就是运至地面：爆破后所有的岩石都将被装在箱子中并以每日700-1 000吨的进度吊至地面。

》**第**二大道地铁延长线正在曼哈顿东区顺利掘进，它将弥补纽约的大运量客运系统运力上的不足，因此备受纽约人期待。

美国政府早在1920年就已经做出了建设地铁新线的决定，但在此之后，由于经济大萧条、二战、资金和政治障碍等一系列问题，该工程一再被推迟。

最近几年，人们一直在努力重启这一项目，并最终成功。纽约人终于要拥有梦寐以求的地铁了，尽管这一切还要等到2019年才能实现。

第二大道下方的新线路最终长度将达到8.5Km，从曼哈顿上城125大街一直延伸到金融区的汉诺威广场。沿线将新增3个站点——分别位于95大街、86大街和72大街，另外，还会开辟数条支线与其他地铁线路连接。

总而言之，这个项目将要花费170亿美元的巨资，但考虑到它能够缓解纽约的交通压力（每天纽约有超过430万人乘坐地铁），大部分人认为这笔钱花得值。

一期施工步入正轨

众多承包商参与了这个项目，Skanska USA和Traylor Brothers就是其中的两家。他们合作挖掘两座施工立井（北井和南井）和一座最终将容纳86街新站的岩体洞室。

在钻井作业时，该团队使用的是阿特拉斯·科普柯生产的顶尖设备。其中包括FlexiROC T30 R露天钻机（之前被称为ROC D3）、两台Boomer E2 C掘进凿岩台车和阿特拉斯·科普柯MEYCO生产的混凝土喷浆设备。

这项工程从开挖一个10×7m的沉井开始，FlexiROCT30在其中大显身手。该款钻机结构紧凑，因此操作人员可以在极端狭窄的空间中移动钻机，开凿45 mm直径的爆破孔。此外，这款钻臂的覆盖范围大，所以钻机无需在工作台阶上频繁移动。

灰尘是一个大问题，但是承包商利用FlexiROC的灰尘控制装置、爆破垫和钢质幕帘很好地控制住了灰尘，因为这些装置可以阻挡喷向工作区域的飞石

和水。

另一个挑战是要支撑第二大道东隅和83大街的高层建筑。由于该建筑的一部分正好位于将来86大街车站入口的上方，因此车站建筑和扶梯立井挖掘前就必须对上方建筑进行支撑。

Skanska的产品经理Tom O'Rourke说：“有时作业场所非常狭窄，我们必须注意头顶的公共设施和爆破垫周围的所有情况。有些爆破的影响范围甚至要控制到2×2m内。”

钻孔完毕后将FlexiROC钻机从立井中吊起以便进行后续的爆破作业。清理和剥除井壁碎石后再将钻机放入立井中开始新一轮钻孔。

洞顶钻进

钻井底部达到设计深度后，下一项挑战就是用Boomer E2C掘进凿岩台车开挖洞室顶部。然而，由于空间限制，无法使台车直立，此时就需要吊入第二台阿特拉斯·科普柯钻机Boomer T1 D，开拓立井下层，形成岩洞的顶部导轨。

Boomer T1 D通常用于薄矿脉开



北井的台阶式掘进：必须使用Boomer T1 D掘进北井的深部并为Boomer EC2（见以上）开拓出充足空间，以便开始垂直钻孔。

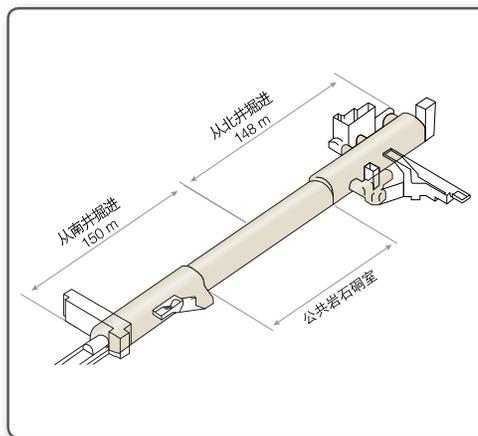
采，因此结构紧凑且兼具通用性。与之配套的搬运车长4.8m，钻臂长4m，配备BMH 2825送钻系统。它也可配置BUT 4B重型钻臂系统，与前者相比，它的长度增加了900mm，送钻系统也增长了1500mm。此外，送钻系统可360°全角度翻转，钻臂旋角为30°，因此机动性较强。

该台车的作用是垂直于井壁90度开挖短槽室，通过几轮挖掘，开拓出能够容纳Boomer E2 C的工作区。此外，立井底部应降低约3m并稍微倾斜以使钻臂能够达到硐室顶部导坑。爆破后可将Boomer E2 C下降到相应位置。

该岩洞位于第二大道下方，其顶部距街道面仅为12m，上方岩石覆盖层厚为9m。硐室建成后长度为286m，首先在两端建设分硐室，分别长74m和88m，被称作“公共硐室”的岩洞位于两者之间，长124m。从上部导坑、中间工作台和底部工作台开拓分硐室（参见以上的横截面图）。

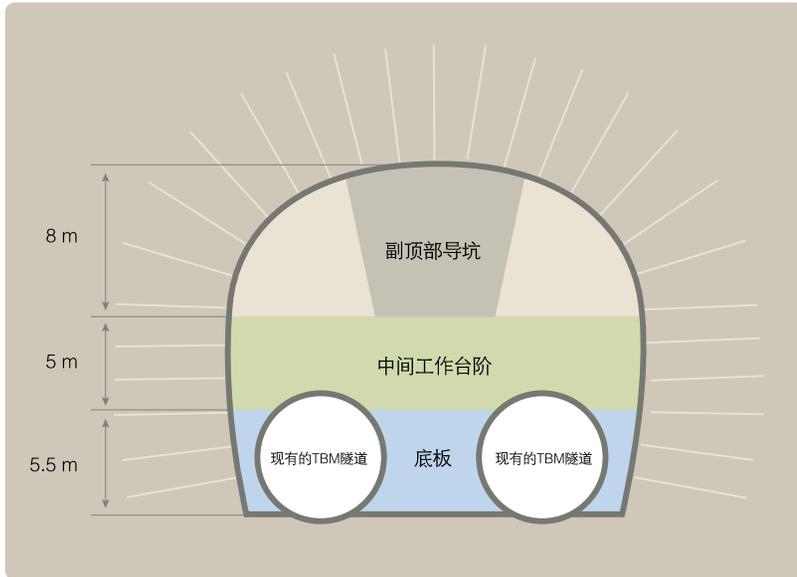
公共岩洞位于硐室顶部以下3.6m

Skanska-Traylor的任务：该项目涉及到两个进口竖井、两个竖井之间最终将容纳86大街地铁站的一个巨大岩石硐室，以及一系列辅助掘进作业。



路线：第二大道地铁起自East Harlem 的125大街，终到金融区的汉诺威广场，并新增3个站点——分别位于95大街、86大街和72大街。新建的地铁计划于2019年投入运营，它将缓解Lexington大道线路的过度拥挤和乘客滞留的问题，大大改善城镇和郊区上班族的出行条件，并为曼哈顿东区的居民提供更便捷的公共交通。





新建86大街地铁站的岩洞硐室施工截面图，显示了现有的TBM隧道。



Boomer EC 2在建设硐室顶部导坑时的工作模式。

处，仅通过上部导坑和底部工作台来挖掘公共岩洞。上部导坑被分隔为一个中心导洞和两个斜坡，之后即可进行台阶式挖掘。

上部导坑中心导洞高7.3m，总宽度为21m。使用了两台Boomer E2 C台车进行开拓，一台从北井掘进，另一台从南井掘进。轮胎式装载机负责岩石清理工作，将岩石从工作面转运至立井区，最后用箱子将其吊至街面。

Boomer台车挑战空间限制

大部分的爆破孔是利用Boomer E2 C钻设完成的，共计爆破移除了140000m³岩石（硐室岩石108000m³，扶梯隧道及其他地下掘进岩石32000m³），此外该款钻机还钻设了螺栓孔。

但要计算立井需要留出多大空间放置Boomer，这是最大的挑战。阿特拉斯·科普柯区域销售经理Kip McCalla说：“光知道台车和立井的大小还不够。我们得知道在井中钻臂铰接后，钻机是怎样工作的。”

Boomer E2 C 被降入井中时，阿特

拉斯·科普柯区域销售人员Joe Mela正在现场。“留下的空隙非常非常狭小，看起来几乎是只留有一层漆的厚度。”他说道，“那些员工在将台车降入对应位置时真的表现出极高的专业性。”

Skanska地下隧道开挖运营经理Lars Jennemyr分享了他的看法：“我们知道Boomer可以在这个区域内钻孔，但是要真的完成却并非易事。我们送了一些员工到阿特拉斯·科普柯的Clarks Summit进行培训，在那里他们能够反复操作Boomer，掌握操作程序。”

Jennemyr解释道：“当钻臂上下移动时，它们从中心伸出去的更远。我们的员工重复这一动作并研究钻臂的动作，这样能够更好地理解它们如何在井中作业。”

“Boomer E2 C在隧道中安装好后，掘进工作面的开拓就可以按照项目钻孔计划日程稳步推进了。”O'Rourke说道。

从三个工作面上开拓岩洞，首先从

上导坑开始掘进，然后是工作台钻孔。顶部导坑的中间工作面钻成后顶部宽7.3m，两侧工作面高5.5至6m。中间工作面需要打120至150个孔，两侧工作面需要打70至90个孔。隧道开挖面每一轮向前掘进2.5至3.5m。

这里的岩石主要是曼哈顿片岩和花岗岩，断裂较宽，很容易就可钻进。一般来说钻进速度为3m/min。

这里的现场工作人员数量达到210人。凿岩台车操作员Sean Keefe已操作过多种不同型号的凿岩台车。他说他特别喜欢操作Boomer E2 C：“我觉得它的操作更顺畅，而且在需要按照特定钻孔布置方案进行作业时，台车控制系统使一切变得轻而易举。”他说道。

开始按钻孔布置方案打孔时，需要测量员Paul Stogner测量好距离。Skanska的车间主任John Kierman解释道：“Paul在整个岩洞内负责指挥。由他确定第一孔的位置。从那里掘进非常快。”

Stogner说：“我需要花两分钟时间来确定第一个孔的位置。凿岩工人将调整好台车并在第一个孔处准备好，然后按照电脑的指导来钻孔。”

凿岩台车操作员Kevin Mari参与过纽约的三个项目，使用的一直都是Boomer E2 C。他说他很欣赏BUT 45钻臂的旋转装置，它能允许钻臂在两个方向上进行190°的旋转。“我喜欢把钻

“ 我们知道Boomer可以在这个区域内钻孔，但是真正完成却并非易事。

Lars Jennemyr, Skanska地下隧道开挖作业主管。



正在创造历史：曼哈顿街道下方新第二大道地铁施工期间，Skanska-Traylor团队的员工和纽约市隧道开挖工人（当地叫做隧道挖掘工）一起拍摄了这张照片。背景为阿特拉斯·科普柯Bommer掘进凿岩E2 C台车，他们将把它从街面放入到立井内，挖掘86大街地铁站的硐室。

杆放在上方，这样很容易看到它，而且易于调整。”他说道。

阿特拉斯·科普柯制造了各种各样的寄售钻头、钻头钢和接合器，这样作业人员就能够得到他们想要的型号。尽管有各种尺寸的配件可匹配不同的台车和过渡产品，但最主流的钻头是48mm T32平面弹道齿钻头。

使用的钻具是带有57mm连接套的R32×T38六角钻杆和R32×T38圆钻杆。这两种钻杆的长度都为3—4.8m，圆钻杆的长度还可以是5.5m和6m。

T38专用的钎尾对于Boomer E2 C和FlexiROC T30钻机所使用的COP 1838凿岩机来说是必备的。

不间断作业

工程人员昼夜不停的作业，每周5天，每天3班倒——第一班的工作是钻孔、装药和爆破，第二班的职责是清理岩石和撬毛，第三班的职责是支护、喷浆并开始下一轮工作。

O'Rourke说：“两个斜坡上的工程是相同的：钻孔、爆破、清理岩石、支护、喷浆。出于种种原因，我们并非总

是能够按计划推进，但是我们力争工程进度与计划保持一致。这是一个非常紧张的5日制计划。如果我们在一个工作面上钻孔，我们同时就得在另一个工作面上清理岩石并在第三个工作面上装运岩石。”

最初的计划是钻爆开拓带有水平爆破孔的工作台阶，但是他们在成功尝试了垂直于工作面平台的钻孔方法后，这个项目接下来就可以继续使用FlexiROC和Boomer了。每一轮爆破开拓工作台阶的高度约为4—5m，岩石从





加固岩石：使用阿特拉斯·科普柯MEYCO生产的Suprema喷浆设备喷射三层喷浆混凝土。锚杆支护前后喷射的两层为添加有超塑化剂的钢纤维强化混凝土，铺设PVC防水膜之前还需喷射第三层无纤维涂层。这三层总计形成厚度最小为250mm的防护层。

》第一个工作台阶落入现有的TBM隧道，并从这里被吊至与第二个工作台阶相连接的地面。

MEYCO的作用

起拱线之上使用6m长的树脂锚杆保证了岩石的稳定性。在台车的工作平台上作业，将锚杆按1.8m的间隔放置，施加133.5kN的预应力。在起拱线之下以垂向1.8m，水平3.5m为间隔安装6m长的锚杆。

第三阶段喷浆使用喷浆混凝土和阿特拉斯·科普柯MEYCO生产的设备。振动筛分前，要有一层钢纤维加固的喷浆混凝土，其最低厚度为50mm。锚杆支护后，需要再覆盖一层100-150mm厚的钢纤维加固喷浆混凝土。最后，在铺设防水PVC薄膜之前须覆盖一层厚度最小为25mm的无纤维光滑涂层以覆盖住钢纤维。

项目经理Gary Almeraris解释道：“喷射混凝土的关键是在于质而非量。我们使用了400bar添加有超塑化剂的钢纤维强化喷浆混凝土。还添加了一种催化剂，使混凝土在短短10个小时内就可起到支撑作用，28天后就能够独立支撑。我们使用两台Suprema混凝土喷浆泵和两台Potenza喷浆机器人，每天喷射混凝土60至90m³。

Almeraris评价说：“当使用MEYCO机器时，岩洞中的工人可以通过无线电与地面上的工人即时联络，我们一个小时可以喷射18m³混凝土。地面上有一名监控Suprema泵的操作人员，他会控制好预拌车。这样Suprema操作员就可以知道材料什么时候可以备好。我们一次喷涂混凝土80至100mm，完成后混凝土层的最小厚度为175mm。喷好一层后可紧接着再喷一层，几乎不用等待。MEYCO设备真的非常棒。”

在整个项目中，阿特拉斯·科普柯的技术服务工程师都不分昼夜地驻扎在现场——Jim Mattila值白班，Scott Streichenwein值夜班。Almeraris说：“我们从阿特拉斯·科普柯获得的支持简直令人难以置信。他们一直伴随在我们身边。无论我们什么时候需要他们，他们都随叫随到——他们真的是我们团队的一份子。”

进度控制

这个项目的进度控制得很好，从闹市街道清除岩石是这个项目中最复杂的部分。每天上午7点到10点要将40-60个岩石箱从井中吊至地面，再装入自卸卡车中拖走。

目前这一区段大部分钻爆工作都已经完成，只需几个月，岩洞的工程就将

只剩下最后的倒拱施工。然后就可以开始倒拱、墙现场浇灌混凝土衬砌和拱门灌注混凝土的施工作业。最后完成自动扶梯和平硐，并于2014年9月将其移交给该市的地铁管理局，铺设轨道，安装机械、电气设备。

96大街与63大街之间的新线路一期定于2016年12月开放，日客运量为20万人。📍



全神贯注：MEYCO操作手使用Suprema喷浆机远程喷射最后一层喷浆混凝土。



FlexiROC新型设计平台是 赢家

作业中的FlexiROC：耗油更低、性能更佳和运行成本更低是新设计平台的三大优势。

新型FlexiROC T45最近亮相德国bauma展，新型节能设计平台的使用为用户赢利能力的提升扫清了障碍，迅速赢得业界青睐。

阿特拉斯·科普柯的FlexiROC系列露天钻机凭借其创新性的钻机设计平台，在大幅降低运行成本的同时，实现了钻孔作业的高效率，不愧为成功的钻孔解决方案。

例如，FlexiROC T45兼具有高性能顶锤式钻机的所有优势和出色的燃油效率。此外，与上一代产品（人们所熟知的ROC F9）相比，它具有更强的钻孔能力，全新的驾驶室布局也为操作人员提供了更为舒适的作业环境。

如何实现

设计人员在反思传统钻机动力能源利用方式的不足后，设计出了FlexiROC平台。例如，该平台不再不间断地为车载压缩机提供满额动力，现在操作人员可以根据工作需要自行确定压缩空气的使用量并做相应调整。这意味着发动机不必满负荷工作，降低了整体燃

油消耗量和废气排放量。

初步的场地测试表明，与其他钻机相比，这款钻机的燃料成本最多可降低50%，具体数字要取决于当地的岩石条件。鉴于如今柴油成本已占到采石场钻孔成本的三分之一，因此燃料效率将对采石场的赢利能力产生重要影响。

总体而言，新平台秉承了“少即是多”的理念，使用更少的部件。液压管和联轴器的数量分别减少了50%和70%，液压油箱的体积也减小了65%，扩大了驾驶室的空间。

部件的减少带来的是新钻机适用性和可靠性的提高，整个电气系统的状态在操作员监视器上也一目了然。

更简单，更迅速

在折叠钻臂机型（如照片）中，钻机配备的是COP 2560凿岩机，而在固

定钻臂机型中配备的是更重、动力也更强劲的30Kw COP 3060凿岩机。它能驱动T60钻管，使钻孔功率提高20%。设定的维护周期为600个冲击小时。

该平台兼具行业最先进而又易于使用的控制系统，FlexiROC凭借该平台可钻出89mm至140mm的钻孔。它比目前市场上的任何一款露天钻机都要更简单迅速。

扫描二维码查看FlexiROC T45短片。
请勿错过第22页的现场测试内容。



在灰色喷浆层的

适用于矿山和隧道的喷浆支护技术日趋成熟。

沙子、骨料和水的混合物在高压下喷射到岩石表面。听起来可能很简单，但是当今的现代混凝土喷射技术几乎可以被称为一种艺术。

Tom Kurth, 阿特拉斯·科普柯MEYCO公司市场经理

覆盖于当今隧道和矿山的两边和顶板上的灰色物质我们也许并不陌生，也很不起眼，但是这些灰色物质背后却承载着一个多世纪的科学研究和产品开发历史。

第一次将该技术应用于隧道和矿山是在1907年，其专利名称为Gunite，这种将沙子、骨料和水混合在一起的方法很快被广泛用于稳固各类结构。

通过比较我们可以发现，现在的喷射混凝土技术与简单混合技术有着很大不同。多年以来，该技术已发展出了众多支系，通过精心设计来满足越来越多的应用领域。同时，用于喷涂各种混合物的设备已发展为更加高科技的工具。较之以前，它们更为先进，技术也更为成熟。

所有这些改变对采矿商和建筑工程师来说都是好消息。喷浆技术不仅有助

于开挖后岩墙的固定和结构体达到预期位置，而且还能够满足针对性施工解决方案的各项要求。

毫无疑问，喷射混凝土技术的应用一定能满足高质量、耐久性、抗水蚀性的严格要求，它对人类的健康威胁以及对环境的负面影响都很小。

干湿对比

现今隧道和矿山中所使用的喷射混凝土主要有两种——干式和湿式。多年以来，人们一直在使用干式混凝土。这种方式需要将沙子和水泥输入料斗中预先混合。然后用压缩空气将混合物通过软管压入喷嘴，并在这里加水。

1970年出现了湿式喷浆法，这种方式需要预先在混凝土站中混合沙子、骨料、水泥、水和添加剂。然后利用活塞泵将混合物通过软管系统运送至喷嘴。这里会使用压缩空气来控制混凝土的运

送速度，使它的速度能够与在岩石上方1.5m的喷嘴相匹配。在此过程中会频繁加入被称作固化剂的特殊化学物质，加快喷射混凝土硬化。

干式喷浆法在采矿业的应用更为普遍，因为它需要使用的卡车较小，所需设备结构更紧凑。而湿式喷浆法使用的设备较大，但优势也更突出。该方式是地下施工的首选。

另一个重要区别是湿式混凝土必须即刻使用，而干式混凝土则可以存放几个小时。从运输的角度来看，使用干式混凝土更便捷，但是湿式混凝土还具有许多其他重要优势。

重大进步

喷浆技术发展的两个重大进步分别是在干式喷浆法中引入硅粉——硅金属副产品——以及用钢纤维或聚丙烯纤维加固。

硅粉也被称作微硅粉，它能与在水泥水化过程中产生的氢氧化钙发生反应。这种添加剂能够使喷浆混凝土的抗压强度提高两倍或三倍，从而使它具有极强的防渗性和耐久性。

同样，将可以起到增强作用的钢纤维添加到喷浆混凝土中也能够显著提高喷浆混凝土的抗张强度。这样可以降低采矿工人和隧道工人安装金属丝网的劳动强度，节省大量的时间和资金。

根据混凝土类型和项目要求的不同，喷浆混凝土层的厚度也不相同，但

一般性能	干式混凝土	湿式混凝土
最终的喷浆质量（强度）	高 +++	中 ++
对掺和料的需求度	低	高
湿岩石条件下的性能	好 +++	中 +
加钢纤维后的性能	中 +	好+++
达到良好性能时的灰尘量	可以接受 +	低 +++
平均回弹损失量	20-25% +	低于 10% +++
生产效率	正常++	高 +++
液体固化剂	3-5%（如需要）	3-6%
超塑化剂	不使用	0.5-1%

后面

事实比你所见的更为复杂：用来加固矿山和隧道岩壁的典型灰色喷浆混凝土。目前由于湿式喷浆法的高喷涂速度，这项技术被专门用于隧道施工，而MEYCO生产的机器人设备（右）是理想之选。



是通常情况下一次喷涂湿式混凝土的厚度最大可达50mm，干式混凝土的厚度最大可达30mm。但许多情况下还是需要喷涂得更厚，这意味着需要喷涂好多层。

在不同领域使用喷浆混凝土时需考虑到许多参数。例如沙子/骨料级配、水泥型号和加入量、掺和物的水化控制、塑化剂/超塑化剂类型、可塑性、固化剂类型、温度、脉冲振动和喷嘴系统等。

安全显然是隧道开挖作业的头等大事，但速度和成本也很重要。隧道中的每次作业都必须尽可能快速高效。承包商喷浆的速度越快，项目的总体花费就越少，项目也更有可能按期竣工。同样，喷浆的时间越短，工程进度就越快，从而更有利于达到降低隧道开挖成本的目的。

喷浆技术的未来

鉴于湿式混凝土的高喷涂速度，目

前它被专门用于隧道开挖项目。在大型隧道工程中，例如高速公路隧道每小时最多可以喷涂24m³湿式混凝土，而干混合物法最快只有10m³/h。

由此可见，MEYCO设备的经济性能极为突出。由于混凝土泵上配备有专利控制系统，它的废料产出量，即“回弹损失量”低，而高精度配料系统的使用，又降低了固化剂的使用量。此外，机器人装置能够让操作人员远离危险区域，确保实现最佳喷射参数，例如喷嘴到岩层的距离和保持90度的喷射角，这些都可以减少回弹损失量并实现对岩层的完全覆盖。机器人设备还降低了承包商对熟练操作人员的依赖性。

喷浆实际上是一门科学，在各类地下建筑施工中它都是现代岩石支护技术中不可或缺的元素。然而，这项技术离完善还有很长的路要走，迫切需要革新和发展。包括阿特拉斯·科普柯MEYCO在内的业内领先的喷浆专家将开发出更

多的新方法和新产品，进一步提高这项技术的功能性、性能和安全性。

我们相信，他们在混凝土喷浆技术上的成功突破，将加大矿山的开采深度，帮助人们在更为松软的岩石中开掘数量更多、长度更长的隧道。🔗



蜚声国际的喷浆设备制造专家阿特拉斯·科普柯MEYCO股份有限公司的市场部经理Tom Kurth，他在喷浆技术和喷涂机械研制领域拥有20多年的工作经验

家族企业：PerfoChile公司的运营经理Osvaldo Carmona Morales与RD10+钻机在作业现场。在两台全新RD10+钻机交货前，PerfoChile公司创始人Osvaldo Carmona Vergara的儿子Morales以及业务拓展经理Eduardo Eguillor一起参观了位于德克萨斯州加兰的阿特拉斯·科普柯工厂。





PERFOCHILE的 优势

反循环钻探专家依赖 RD10+ 钻机 开展矿产勘探

勘探承包商PerfoChile公司因其在反循环钻探和金刚石取芯钻探领域的成就而闻名。这种良好的声誉刚刚帮助其获得了额外的竞争优势。

智利的铜生产量占全球铜产量的三分之一以上，还有丰富的金、银以及铁矿石资源，为了寻找更多的潜在资源，这里的采矿公司仍在持续开展钻探。

在能为国有矿业公司提供钻探服务的众多承包商中，PerfoChile公司在反循环钻探（RC）、金刚石取芯钻探以及钻爆破孔方面享有盛誉。

该公司承包的大多数工程位于智利北部。经计算，公司成立近30年来，钻探总长度已经超过700万米。

最近该公司启用了新型的阿特拉斯·科普柯RD10+RC钻机，这是该公司引进的第四台此类钻机。这种大孔径钻机是一种典型的液压顶锤式钻机，可以产生445 kN的回拖力和13560 Nm的扭矩。

智利的大多数勘探承包商都专注于取芯钻探。PerfoChile公司认为，它与反循环钻探相比，速度慢，成本高。

PerfoChile公司由前矿山主管Osvaldo Carmona Vergara创立于1984年。目前，除了拥有现代化的钻探队伍，该公司还在圣地亚哥、安托法加斯

塔以及波索阿尔蒙特设有修理厂。

通常，该公司的钻孔深度为300-700 m，具体深度视地形情况而定。该公司的现任运营经理Carmona Morales说：“对于勘探钻孔，没有固定的钻孔间距。间距可能是1000m，有些可能是500m，有时孔距可能更近。这是由地质学家决定的事。”

据Carmona Morales介绍，RD10+钻机能够应对90%以上的情况，同时具备较高的性能。

他说：“工作前，我们会准备好钻机。如果钻机存在问题，我们将使用一切资源来修复钻机，使其运转正常。”

在每一个工位上，PerfoChile公司会为每个班次配备3名员工，包括1名钻工和3名助手，每个工地都设有三个班的工作人员，但其中有一班是替补。通常情况下，每个班次由休息时间、准备时间以及维护时间组成。大多数时候每项工作需要完成8至10个钻孔，每月钻探总长度为3000m。

Carmona Morales说，曾经有一位客户需要打深度500m左右的10个钻孔，他们在一个月内完成了总长度

5000m的钻探工作。

如果使用潜孔顶锤钻机打出的钻孔的直径为146mm，深度为400m。

智利的大部分采矿项目位于与秘鲁和阿卡塔玛沙漠相邻的Norte Grande地区和阿卡塔玛沙漠。如果在崎岖偏远的地方进行作业，PerfoChile公司需要为每个项目搭建营地。对于此类作业地点，设计紧凑的RD10+钻机是理想选择。

Carmona Morales说：“它便于运输，可以上山，能为深孔钻探提供较大的作业空间。另外，它结构紧凑，这意味着我们可以在高速公路和公路上运输。我们的国家很狭长，从圣地亚哥到另一个城市的路程长达1400Km。”

如果在不同的工作地点间都必须进行长距离运输，那么在无需大量沿途支持的情况下在任何时间达到任何地点就显得尤为重要。在设备转场时，通常大约需要3辆卡车进行装运。

Carmona Morales说：“我们用一辆卡车装载压缩机和升压机，第二辆装运钻杆，第三辆装燃料。此外我们还需要多辆拖车来运输野外营地。”

无论在国内还是国外，PerfoChile的钻探工都是RD10+钻机的操作专家。对于销往巴西的RD10+钻机，PerfoChile公司的专业人员还曾为那里的客户提供过安装和培训服务。这显示出PerfoChile公司和阿特拉斯·科普柯公司之间的良好关系。

Eguillor说：“无论是过去的Ingersoll Rand，还是现在的阿特拉斯·科普柯公司，我们之间都保持着持续不断的信任和忠诚。”正是这份信任，让他们在未来很有可能继续保持伙伴关系。👁

“RD10+钻机是一种设计紧凑的钻机，可用率高达90%以上。”



Carmona Morales: PerfoChile的运营经理。



精心挑选：在Alguena的Pinoso矿山，Girodrill EVO钻探出的大理石块。上图为矿山经理Jesús Pérez de la Muela（右）和阿特拉斯·科普柯公司在西班牙的业务线经理Fernando Menendez。

在石材上书写 生产效率的传奇

阿特拉斯·科普柯钻机满足世界顶级客户需求的故事

通过使用阿特拉斯·科普柯公司生产的钻机，西班牙天然石材的跨国生产商Levantina——提高了其在西班牙Pinoso石灰石矿的生产力。

在国际石材行业，西班牙的Levantina公司是一个响当当的名字。该公司经营60多座矿山，包括世界上最大的大理石矿山——位于Penoso Alicante的El Coto Crema Marfil。

1959年公司创立以来，Levantina持续发展，经历了意义重大的国际扩张。目前该公司已经跻身国际市场，成为石材行业质量、创新、技术以及可持续性的标杆企业。

作为可持续性战略的一部分，Levantina公司坚持使用最先进技术来开采石块，加工产品，致力于提高能源效率，节约和循环使用水资源，尊重自然环境。因此，公司采矿场使用的所有设备均以此为标准精心挑选。

该公司位于西班牙南部阿里坎特附近Alguena的Pinoso石灰石矿是一个典型实例。它是世界最大的石灰石矿山之一，每天的石材生产量为1000m³，共有250名工人以及一支由4台阿特拉斯·科普柯钻机组成的钻机队。

生产力的助推器

阿特拉斯·科普柯Perfora系列钻机包括Girodrill EVO和Girodrill 200，其中后者仅在7个月内的运转时间就超过了2000小时。它们不但运转快速高效，而且能自主运行，这将显著提高矿山的生产力。

采石场经理Jesús Pérez de la Muela说：“有了这些设备后，我们矿山的生产力有了显著提高。由于它们自

带压缩机，所以我们可以使用小型气动锤来开拓钻孔工作台阶，从而实现完全自主运行。无需使用其他辅助性设备就可以开始岩块钻孔。

“另外，钻机机架移动完全由无线电远程控制，增加了安全性。同时将生产周期缩短了20%，降低了噪音水平。”

使用风钻在倾斜的钻孔台阶上作业非常危险。每台Girodrills钻机可以轻松完成相当于3个风钻的工作量，同时配备了多向定位移动功能，使得该设备在艰苦工作环境及夜晚也能安全地开展台阶钻孔作业。

Levantina的生产经理José Deltell补充道：“Girodrill的一大优势在于其独立运行的能力。无需其他辅助设备或使用软管为其供气。产耗比因此得到显著改善。此前，为了实现这一产量水平，我们每个月大约需要使用12根钻杆。现在有了Girodrill，我们只需要2根



在西班牙南部的Levantina矿山，每天可以生产多达1000m³的石灰岩。该矿山共有250名工作人员，工作方式为每天两班。最近，该矿山启用了一支Perfora Girodrill钻机车队，将生产效率提高了20%。

“钻杆就可实现相同的产量。”钻杆的成本平均为75 欧元/套，从而节省了大量资金。

Deltell继续说道：“通过每天两班，每班8小时的工作，我们实现了非常高的生产水平，即1600到1700m。在8个小时的运行时间内，生产性钻孔的时间超过7个小时，而燃料消耗量只有105-110升！”

“这是盈利能力极高的数据。仅一台机器，我们每天就可生产80m³的石材。对此我们非常满意。”

扩大钻机车队

现在，Levantina准备通过增加Perfora钻机数量来提高生产力。该公司计划在2013年订购3台钻机，2014年再订购5台钻机。

同时，该公司还正在测试Speed Cut金刚石绳锯。测试结果非常喜人，设备产能达到21m²/h，而之前设备的生

产能力仅为10-13m²/h。如果这些早期测试结果能够稳定保持，那么Levantina计划将SpeedCut技术推广到集团的其他矿山。

矿山经理de la Muela总结说：“我们一直都希望提高生产效率，我们相信阿特拉斯·科普柯公司Perfora系列产品能够为我们提供用于石材行业的最佳钻孔设备。”



运行平稳：远程控制Girodrill 200进行作业。

注释：

2012年2月，阿特拉斯·科普柯公司对石材行业（DSI）的主要贡献是收购了意大利生产和销售石料切割和钻孔设备公司Perfora。在这一领域，Perfora是领先供应商，它们以客户为导向并且拥有高品质的产品。现在，作为阿特拉斯·科普柯集团的一部分，Perfora属于全球供应商，为石材生产商量身定制相关设备。

Levantina 公司在西班牙、葡萄牙和巴西持有并经营着63座采石场。并在全世界还拥有9座工厂，35个配送中心和1700名员工。公司能够提供类型多样的天然石材制品，包括大理石、花岗岩、石灰岩、缟玛瑙、石灰华和板岩。该公司每年的石材原料开采量超过200万吨，其中有140万吨是开采自世界最大采石场Crema Marfil的大理石。这些石材可用于商场、公共建筑等各类建设项目。

在SVAPPAVAARA 表现突出

新型FlexiROC T45露天钻机通过了北极圈内极寒气候下的顶级测试。

铁矿石矿业巨头LKAB将新型FlexiROC T45露天钻机投入到瑞典北部Svappavaara的矿山进行露天采矿作业测试。测试结果极为突出。

阿特拉斯·科普柯公司生产的新型FlexiROC T45钻机是今年在德国bauma展览会上亮相的。与老款ROC F9钻机相比，新款钻机的耗油量更低，整体效率更高。这也是瑞典北部隶属于世界上最大的矿业企业之一LKAB公司的Svappavaara矿山在开展露天采矿作业测试得出的结论。

在矿山测试期间，钻机配备了COP 2560凿岩机，记录显示该台车共冲击作业500小时，顶锤作业200小时，总钻孔长度12500m。该钻机适于打89mm直径的孔，钻孔平均深度为15m，主要是在富铁岩上进行的作业。

阿特拉斯·科普柯公司的服务工程师Patrik Lindqvist说：“毫无疑问，使用FlexiROC T45露天钻机的最大优势就是低油耗。该款钻机配备了符合美国Tier 4标准的发动机和尾气净化系统，每小时的柴油消耗量仅为20.5升，而ROC F9钻机每小时则需要使用35升柴油。新款钻机在运行成本以及二氧化碳排放量方面均有大幅改善。”

按需供气

Lindqvist解释说，FlexiROC T45露

天钻机的运转功率可按需调节。“操作人员可以设置压缩空气的需求量，压缩机就会根据他的要求按量供应。以前的老款钻机总是满负荷提供压缩空气，因为钻机必须高速运转，消耗大量柴油。液压装置也是如此。但在这种新型钻机上，你可以按需设定液压值。不存在浪费，节省了燃料。”

维护空间更大

FlexiROC T45露天钻机拥有一个维护友好型的发动机室，液压系统也是全新设计的，软管和连接器的使用量分别减少了50%和70%。

Lindqvist继续说道：“除此之外，我们将液压阀移动至送钻系统中，从而减少了对软管的需求量。我们甚至缩小了液压油箱的尺寸，为驾驶室和发动机室留出了更大的空间，以便进行日常维护。”

由于改进了钻机的人体工程学设计，因而使驾驶室也出现了较大改变。例如，按钮更少，只有两个操纵杆而不是五个操纵杆。

测试期间的钻机操作员Peter Olingemar说：“FlexiROC T45露天凿岩钻

车的操作更加简单。最重要的是，我喜欢驾驶室里面的环境和新的座椅。与之前的钻机相比，现在一天工作结束的时候，我会感到更加放松。

“另外，发动机的运转速度通常为1200rpm，在移动时，其速度可以降低到600rpm。因此，极大地改善了舒适度和噪音水平。”

良好的机动性

Svappavaara矿山的生产经理Leif Kemi评论说：“当阿特拉斯·科普柯公司问我们是否对测试新型钻机感兴趣时，我们立刻给出了肯定的答案。我们知道该种露天钻机配备许多新的设计亮点，包括操纵杆和发动机等，从而使其性能得到提升。

“我并没有亲自驾驶过该钻机，但是我全程在场。当我们后来与操作员讨论这款钻机时，大多数操作员都对它的机动性、驾驶室内的低噪音环境以及低能耗留下了很深的印象。那也正是我对该钻机的感受，尤其是它的耗油量。我们非常肯定FlexiROC钻机将是我们现有钻机的理想替代产品。”

“我们非常肯定FlexiROC
钻机将是我们现有钻机的
理想替代产品”



LKAB (Luossavaara-Kiirunavaara AB) 是一家国际性的高科技矿业集团。在生产钢铁行业的精制铁矿石产品方面处于世界领先地位，并且，它也是其他行业的矿产供应商。其工业矿物的销售市场主要是在欧洲，并且正在向亚洲和美国扩展。其他的重要市场还包括中东和北非。

Leif Kemi: LKAB Berg & Betong公司的生产经理。



Svappavaara 矿山的生产经理 Leif Kemi 说：“大多数操作员对这款钻机留下了深刻印象。”



出色的工作成绩：根据记录，在总长度12500m的钻探测试过程中，新型FlexiROC T45露天钻机每小时的耗油量仅为20.5升。折臂型钻机配备了COP 2560凿岩机，而固定臂台车配备了更强大的COP 3060凿岩机，从而可以用于钻出更深、更直以及更粗的孔。

测试数据
发动机小时数：500
冲击小时数：200
钻探深度：12500m
钻孔直径：89 mm
平均深度：在富铁岩中15m
耗油量：20.5 l/h
发动机转速：钻探期间为1200rpm，行驶期间为600rpm，空载时为900rpm。

像新的台车 一样好！



满足市场对再制造的需求

阿特拉斯·科普柯公司的再制造服务正在不断发展且向全球范围扩张，旨在满足市场对再修复部件或者甚至是整个钻机、铲运机以及矿用卡车日益增长的需求。对于设备的所有者，再制造解决方案是实现资产和成本灵活性最大化的最佳途径。

阿特拉斯·科普柯公司的再制造服务正在不断发展且向全球范围扩张，旨在满足市场对再修复部件或者甚至是整个钻机、铲运机以及矿用卡车日益增长的需求。对于设备的所有者，再制造解决方案是实现资产和成本灵活性最大化的最佳途径。

市场对于采矿设备关键零部件的再制造的需求正在与日俱增。阿特拉斯·科普柯公司在世界多个地方进一步开发这类服务，满足市场需求。

矿山在寻求提高设备可用性的同时，也需要降低运行成本，再制造服务作为一项有价值的短期选择应运而生。

关键零部件甚至是整个产品的再制造服务为矿业公司提供了重要的优势。例如：

- 由单一来源供应商对部件进行再制造服务和产品支持，确保优质的做工和零部件
- 在许多情况下，再制造零部件通常会具有与新产品相同或更长的保修期
- 矿山仍然可以保持运转和生产，并且可以获得更多的时间来考虑是否需要投资购买新设备

- 再制造成本要比同类新产品的成本低很多。

为了满足市场对这些服务日益增长的需求，阿特拉斯·科普柯服务增强了其“再生”工厂的再制造能力。

在加兰设定标准

田纳西州达拉斯的加兰市是美国对设备零部件进行再制造的地方，并且也是阿特拉斯·科普柯公司Pit Viper和DM钻机的制造基地。此处开发的工艺流程被用作阿特拉斯·科普柯公司在世界各地的再生中心的生产标准。自2009年建立以来，加兰再制造中心已经取得了较大发展。2007年大规模扩建后，现在总面积达到3700m²，配备了最先进的工具和测试设备。其中包括阿特拉

斯·科普柯公司适用于再制造后的所有产品的工业设备和液压测试工具。

该中心的五个工作车间主要用于再制造泵和发动机，以及回转头、气窗、汽缸以及驱动器。存有超过180件备品备件，专门用于液压零部件的再制造。

该中心接下来将新增修理钻机和再制造车轴及变速箱的能力，所有的零件均是使用原始设备制造商的零件，从而确保这些OEM零件能够符合OEM的标准。

当关键部件需要进行再制造时，将首先由当地的技术人员对其进行外观检查。对于存在严重故障（例如外壳破碎）的零件，将不考虑进行再制造。一旦零部件适合开始再制造，将把它装在专用盒子里送到加兰。

“再制造解决方案可以使客户内心平静，并让他们相信始终可以获得所需的零部件。”

Bill Xuan: 阿特拉斯·科普柯公司服务部的再制造解决方案产品经理。





再制造：使用新的正品配件、最新的工程标准和升级的厂房来修复和重新组装Pit Viper 351钻机的回转头。

到达加兰的所有零部件均需经历特定的15个步骤，包括检查、拆装、清洗、升级、更换零件、组装和测试。所有离开中心的零部件均带有OEM的质量证书和可追溯信息，包括序列号、零件编号以及检验员签名。在该零部件的整个使用寿命之内，阿特拉斯·科普柯公司的工程和物流信息管理系统均保留有该零部件的信息。

加兰中心的再制造解决方案产品经理Bill Xuan指出跟客户生产力最密切的成本支出就是停工。

他说：“停工成本远远大于零部件的成本。而与新零件相比，再制造零件的质量毫不逊色，并且更有成本优势。向客户提供再制造解决方案可以使他们内心平静，并且相信关键零部件是可以立即获得的。另外，拥有单一来源供应

商和OEM保证的再制造零部件以及连续的服务将使客户在使用阿特拉斯·科普柯设备时更加放心。”

阿特拉斯·科普柯公司的这些再制造解决方案为客户提供了更智能和可持续的服务选项。利用遍布全球的客户中心，阿特拉斯·科普柯公司能始终陪伴在客户身边。这些客户中心的服务灵活，并且可以满足每个客户的需求，无



美国的再制造：在通过5个再制造车间之前，需要先清洗所有的零部件。加兰开发出的工艺流程为阿特拉斯•科普柯公司在全球范围内的再制造中心提供了参考标准。

» 论是24小时技术支持、日常维护、维修、再制造还是运用阿特拉斯•科普柯公司的专业知识来管理设备。

Xuan说“我们的目标是灵活地帮助客户和与他们分享我们的知识。阿特拉斯•科普柯公司很了解客户的业务和他们的行业，知道如何最大限度地发挥他们的设备性能。

“阿特拉斯•科普柯公司的技术员可以在矿山监督零部件从安装到拆卸的全部过程。有计划的零部件更换意味着在日常维护时间外不存在任何停机时间。展望未来，我们可以为客户提供最佳的规划或者只是根据需要提供服务。”

加兰中心的运营经理Sylvia Havre-Carter说：“我们已经有许多的零部件到达了这里。如果这些零部件的核心部分还能用，那么我们的高素质技术员将根据我们的严格流程使零部件恢复到最初状态。”

对于所有的零部件，该中心均使用最新的工程规范，从而确保将其达到OEM的标准。有时，由于进行了最新的工厂升级，再制造零部件甚至比最初状态下的零部件更好。

该中心使用高端张量电子装配工具和嵌入式条形码工单。智能工具和交互式软件跟踪和控制工作规范，从而确保全部符合OEM标准，甚至确保拧紧每

个螺栓。组装完成后在最先进的测试台上对产品进行严格的测试。

Havre-Carter继续说：“有了OEM的认证、使用先进设备的技术员以及我们的保修服务，我们肯定会为客户提供优质的产品。我们保证在再制造零部件时使用真正的OEM部件，并且提供全面的阿特拉斯•科普柯公司的质量保证。”

根据勒Havre-Carter所说，对于再制造零部件，客户可以节省30%至50%的成本。并且由于作为再制造解决方案的一部分，该中心将提供安全保证和库存零件的可用性保证，从而更大地节约劳动力、物流以及库存。

Havre-Carter补充道：“我们一直致力于改善我们的流程。对于这些零部件，每个技术员都具有多年的经验。并且我们已经将一步一步的过程落实到位，从而使我们的团队更加优秀。所有

的零部件均归我们所有，并且我们完全专注于产品质量。”

Satpayev的24小时服务

位于哈萨克斯坦Satpayev的再制造中心是最近才加入到阿特拉斯•科普柯的全球网络中的。这是一个体现阿特拉斯•科普柯公司帮助客户在当地寻找在保持原有质量的同时降低运营成本的解决方案的典型案列。

该中心于2012年年底开业，仅仅用了一年时间就达到了世界级安全和工程标准。

该中心的设立是为了服务于几大主要的矿山，包括Zhomart、世界领先的铜矿生产商Kazakhmys旗下的Vostochniy（东）以及Zapadnyy（西）矿山。

总之，这三大矿山都在夜以继日地工作，每周7天，并且使用多达100余

“到目前为止，我们的再制造服务是我们向客户提供的最有益的服务。”



Danila Praporschnikov：阿特拉斯•科普柯公司服务部的服务运营绩效专员。

哈萨克斯坦的世界一流工程：从顶部开始修复齿轮；位于Satpayev的现代再制造中心外的工作团队；检查数据库中的OEM规范。



台阿特拉斯·科普柯公司的设备。Satpayev中心的位置十分便利，距离最远的Zhezkazgan矿山仅需15分钟的车程，距离同样繁忙的Zhomart矿山仅2个小时的车程。

根据矿山服务合同的相关条款，必须保持所有的设备按承诺可用率满负荷运转。该中心一支由10名工程师组成的团队专门负责机轴、变速器、汽缸、弹出盒、收纳盒以及COP凿岩机的再制造。

Danila Praporschikov既是服务运营绩效专员，也是阿特拉斯·科普柯公司负责开发全球性再制造实践团队的成员，他说：“Satpayev中心的特别之处在于其已经采用了阿特拉斯·科普柯公司其他大型再制造中心积累的成功经验，包括安装、布局、操作程序以及工作流程。”



“在我看来，这是一个革命性的方法，因此我觉得将Satpayev中心描述为真正具有创新精神的中心也不为过。到目前为止，零部件的再制造是我们向客户提供的最有益的服务。当然，只有那些再制造成本不高于新的零部件成本60%的零部件才适合进行再制造。”

OEM的质量保证

该中心为客户提供的与新零部件具有相同保修证明的再制造零部件。机械师Sergey Sukhomyro对他在这里所做的工作感到自豪。他说：“我认为我们的工作质量非常高，我们使用先进的工具和专业的测试面板。整个工作流程被拆分成了15个步骤，每个步骤都有详细的工作说明。”



“这一系统保证所有的零部件都将接受全面的检查、诊断和升级，并且对它们进行再制造处理，从而使它们达到阿特拉斯·科普柯公司OEM的质量水平。”

阿特拉斯·科普柯服务部在中亚的

业务线经理Anuar Basbayev说：“我们一直在寻找更好的方式来支持我们的客户。由于有了这一伟大的项目，我们能够在当地提供符合OEM规范的再制造零部件，不断帮助客户降低他们的运

营成本。随着我们的不懈努力，我确信很快将会有更多的客户受益于这个项目。”

北方之星明亮

现在，LKAB位于瑞典北部的Malmberget铁矿石矿山为未来的地下深孔钻探（underground long hole drilling）做好了准备。

清晨的咖啡刚刚煮好。空气清新。符合人类工程学的办公椅和舒适的鞋子在等待着即将开始另一班工作的操作员。这是Malmberget矿山自动化工作环境的写照。

Malmberget矿位于瑞典北部耶利瓦勒镇外的5km处，是国有企业LKAB运营的两大铁矿石矿山之一。目前，在其自动化方面和深孔钻探方面它都是现代采矿的典范。

控制室的水平高度为1000m，控制室内桌面和墙壁上的监视器、操纵杆、键盘以及数据服务器，反映了此处所取得的进展。该控制室是最近才设立的，为了跟踪和管理那些连年不断运转的新型自动凿岩台车的工作状态。

为了完成这项任务，三名操作员以每7天倒一次班的方式，分别控制着两台凿岩台车。它们的钻孔直径为115mm，主斜坡道断面：宽×高=5.5m x 5m。该团队由南区的生产主管Bengt Anttila领导。Anttila已经在Malmberget矿山工作了40多年，并且见证了矿山发展的多个里程碑，其中包括矿山的大规模扩张、二十世纪八十年代引入分段崩落开采法以及二十世纪九十年代中期引进自动化钻孔技术等。



在安全距离外：Malmberget 矿山的控制室，每名操作员可以负责控制两台Simba钻机。生产主管Bengt Anttila在这里检查夜间的钻井数据记录。

他解释道：“我们一直在密切关注我们的姊妹矿——Kiruna矿山，它也是自动钻探方面的先驱者。当我们开始启动第一个项目的时候，Kiruna矿山已经拥有了自动卸料和轨道运输项目。1997年，当我们交付第一辆BK凿岩台车的时候，我们Malmberget矿山就是以Kiruna矿山为榜样的。”

BK是他们给第一台与阿特拉斯·科普柯公司共同开发出的自动化Simba W462台车所起的名字，这也标志着双方长期持久性合作的开始（“W”是指Wassara，高效的液压潜孔锤）。

发展的新阶段

LKAB对于伤亡采取零容忍的态度，共有1300名员工的Malmberget矿山的规划人员尽最大努力减少在危险区域作业的矿工数量。反过来，这与对深孔钻探要求的极端精确一起成为发展自动化钻探的驱动力。

现在，矿山正处于另一个过渡阶段的中期。该过渡阶段包括实现向年轻的有技术资质的操作员的过渡以及用6台新的Simba WL6C台车替换“BK”梯队的设备。

除了功能更加强大之外，Simba台车还具有大量新功能，包括被矿工称为“全扇面”的自动化功能。不仅如此，该台车还配备了无线遥控操作功能，使用新的数据系统，可以使操作员远离危险的采矿区域。

这一能力已经使得Malmberget矿山能够跟上姊妹矿——Kiruna矿山的脚步，Simba台车已经在该矿山证明了其满扇钻孔和无线遥控操作的价值。

Anttila继续说道：“我们知道，到

“预防性保养是保持高度自动化的最重要因素。”



Bengt Anttila: Malmberget铁矿南区的生产主管。

闪耀

自动化：6台新型Simba WL6凿岩台车之一正在Malmberget矿山内1022m水平处的Alliansen矿体上进行作业。





上图是操作员Andreas Larsson进入工作区域对台车的下个爆破孔扇形面进行再定位,当然这属于极个别的情况。右图是处于全扇面钻孔模式下的Simba WL6 C,在扇形面的中间位置钻出30m深的孔,在两侧钻出17m深的钻孔。

» 目前为止,这可能是Malmberget矿山历史上最具有挑战性的一年。因为在过渡期间,不允许我们减少1米的钻孔深度。因此我们不得不在日夜维持生产效率的同时,逐步更换旧的台车。”

目前,6台新型Simba台车中的1台正钻到1022m水平处的Alliansen矿体。矿山已经获得了满额的机械钻探能力,并且预期新的梯队将会使产量增加20%。

关键在于全扇面

Malmberget矿山大约拥有20个矿体,跨越区域为2.5 km x 5 km。其中,

已经开采了12个矿体,并且大部分矿体均由磁铁矿石构成。

在ABC Total模式下运行的Simba台车的钻机控制系统(RCS)可以提供全扇面的自动化向上钻孔,当没有人员在矿山时,仍然可以整晚进行钻孔。

通常,水平巷道的长度是85 m,它大约可以允许25个扇形面。每个扇形面由8-10个孔构成,并且每个孔之间的距离分别为3-3.5 m。其中,靠近底板的两个扇面之间的距离要尽量靠近,以便最大限度地开采矿体。钻孔长度通常为45-47 m,对于直径为115 mm的钻头和

长度为2.3 m的钻杆而言,偏差大约为1.5%。

Anttila说:“我们可以钻出55m深的孔,但是我们很少会钻超过50m的孔。对于爆破,使钻孔完全笔直是至关重要的。在这一点上,Wassara锤可以起到辅助作用,但是钻探角度仍然决定着物质流。我们的钻探角度一般为80-85°,对于最后的两个扇面,钻探角度为85-90°。”

在1022m水平处,Simba WL6C正在使用115mm的钻头,以适合破碎的80-90rpm的转速在扇面中和两侧进行钻孔,钻孔深度分别为30-47m和17m。钻孔速率为0.8 m/min。

钻孔内充满了乳胶炸药,爆破工作在每天午夜和凌晨两点之间进行。通常,在3个扇形面中,每个扇面的每一圈孔都可以进行爆破,从而产生大约6600吨的矿石。

预防性保养是关键

Malmberget矿山与阿特拉斯·科普

“我们的目标不仅仅是监控台车,我们还全方位关注生产效率。”



Magnus Abrahamsson: Malmberget铁矿区自动化的项目经理。



图片来源: Fredric Alm

从空中俯视: 在瑞典北部的北极圈上空俯视LKAB的Malmberget矿山。

柯公司之间就所有的生产型凿岩台车签订了全套服务协议, 并且服务团队需要从Gällivare前往矿山的各大主要采区。

虽然全扇面的自动化功能使其可以在夜间继续进行钻孔——根据生产深度, 价值增加比较显著——但是, 与操作员可以立即处理遇到的问题传统机械化钻孔相比, 停工期间损失的更大。然而, 如果在白天发生故障, 服务人员可以在30分钟内到达现场。

Anttila说: “对于高度自动化的采矿作业, 进行预防性保养是最重要的。设定综合计划、常规计划和检查清单是必须的。如果不设定这些, 那么自动化将无法实现。关于台车, 我们遇到的问题都是小问题, 例如污垢阻塞了托管架入口, 现场钻工使用腰带上的一些工具或者冲洗就可以很简单地解决问题。但是如果现场没人, 那么问题将不容易得到解决。”

其他的重要任务就是提前订购、储备零部件, 以及在提供服务之前先检查设备。Anttila说: “我们有一组设备检查时间表, 根据该表, 我们应该在周一检查设备。备品备件必须储备一周的用量, 并且在周五提供服务。”

由于Malmberget矿山已经交付了第六台Simba WL6C台车, 控制室内的操作员也已经熟练掌握了相关技巧, 从而满足了每台台车每天钻孔350m的生产目标。这就相当于每周钻孔2100m。

操作手Andreas Larsson在矿山拥有两年的钻孔经验。他补充道: “这种新系统给你一种掌控一切的感觉。在我们晚上离开之前, 我们会设定钻孔参数。然后在早晨, 我们会检查所有的日志, 看看其中是否存在错误。如果有必要, 我们会跟进并且进行故障排除。”

无线遥控技术使台车可以在连续视

频监控和激光制导系统的辅助下进行操作。操作手可以获得与台车监视器上显示的信息一样的信息。在Malmberget矿山, 对于距离控制室1至6km的台车, 将使用该系统。通信是通过局域网和无线局域网以及被称为台车远程访问(RRA)的界面进行的, 从而实现钻探计划、日志文件以及信息与台车控制系统的无缝传输。

增强安全性

通过提高自动化水平和降低工作人员在生产区域内可能遇到的危险, Malmberget矿山的安全性得到了提高。然而, 这里仍然存在需要操作员进行操作的情况, 例如, 为下一个扇形面重新定位台车的位置或者处理停工故障。出于这个原因, 每个台车都配有运动传感器。如果有人进入到台车半径2m内, 那么钻机将立即停止工作。

Anttila说: “这是自动化钻孔中很棘手的一方面。只要钻孔工作可以很顺利地进行, 那么就不需要担心太多。但是当台车出现任何状况时, 例如软管破裂或者卡钻, 操作员一定需要拥有相关经验, 并且在开始工作之前, 要进行30秒的风险分析。”

另外, 操作手团队仍然是Fredrik

Bäck负责。他说: “在控制中心时, 你绝对可以有一种在未来的矿山工作的感觉。那是你在地下可以得到的最好工作。”

IT挑战

将自动化技术应用到矿山中所遇到的最大挑战是建立IT系统, 进而将其应用到各种不同的设备和软件上。在Malmberget矿山, 这些工作与每天的钻探、爆破和运输工作一样重要。当时, Malmberget矿山的首要任务是扩大矿山各区域的无线局域网和进一步提高其对生产钻孔的监控能力。

自动化项目经理Magnus Abrahamsson说: “我们的目标是开发系统, 从而使得控制室内的操作手不但可以监控每个台车的工作性能, 而且还能得到生产效率的全面反馈。我们也希望能与工作间内的人员实现时时沟通, 从而使操作手可以向服务人员展示生产数据, 并且尽可能高效地解决问题。”



无线遥控技术: 上面左边为操作员控制台上显示的Simba WL6C台车的钻孔计划。右边为用于监视矿山各台车的工作进展的屏幕设置。

也许很多人都持有相同的观点：我们看到很多凿岩台车、装载机和卡车都是无人操作的，仅由几个人在远程位置进行监控。但我们距离采矿业的完全自动化还有多远呢？

透视自动化

问：在自动化系统方面，阿特拉斯·科普柯的关注点是什么呢？

答：我们将钻机控制系统(RCS)的CAN-bus控制系统作为我们的基础平台，所以首先是要将钻机控制系统与需要使用先进技术的机器整合起来。在这里，我们可将钻孔、水准测量和换杆等自动化功能与无线通信和数据系统相结合。我们的很多露天钻机、地下铲运机、工作面用钻机和深孔钻机都有远程遥控或半自动功能。我们把重点放在露天钻机的自动操作以及能够通过远程遥控装载进行自动装卸的半自动地下电动铲运机。

自动化是我们公司最重要的工作之一，我们觉得自己站在采矿技术的最前沿。对于我们来说，最重要的就是要能以可靠的系统和称职的工作人员在正确的地方为客户提供支持。

问：在技术上有可能将所有的采矿设备自动化吗？

答：在技术上来说是可行的。问题是你需要的自动化水平有多高。“自动化”对不同的人来说意义不一样。从最基本

的层面来说，如果一部台车能够以闭合模式在孔间移动、自行调平并实现钻孔，可以称其是自动化的。但要真正的实现运行时无人参与，就必须能够在不断变化的工作平台上工作，并能够分辨人和其他设备的可能位置。它要分析钻头的情况，并自动对其进行改变。它还要判断出尘土的量，并对控制尘土所需的水量进行优化。随着技术要求变得更为复杂，必须判断我们的投资是否物有所值。

问：哪些因素推动采矿业自动化的发展？

答：我知道有4种主要的驱动因素：安全、生产力、合格劳动力和生产成本。

在安全方面，远程遥控和自动化操作从根本上使操作者远离了可能的危险区域。谈到生产力时，由于矿石品位下降和剥采比的升高，因此需要更多地移动物料和在难度越来越大的位置开采新矿体。自动化操作可提高设备的利用率，生产将更稳定，使计划的编制更简单。

现如今，寻找合格的劳动力是人们

关注的重点。由于采矿项目要向更偏远的地方迁移，因此找到称职的劳动力正变得日益困难。远程操作减少了在现场操作人员的数量，也减少了需要运输和安置的人员数量。寻找能用数据和网络工作的人应该比寻找传统操作人员更简单，因为新一代人接触到的是新技术，所学习的也是新技术。

至于生产成本，我们看到，由于钢材、燃料和劳动力成本的提高，采矿成本也在迅速上升。智能设备耗能更低，维护、维修和耗材成本更低，而且因为提高了利用率，需要的设备数量也更少。

然而，从设计的角度来看，最大的影响将来自执行程序，例如，在计划位置钻孔以及利用设备获取的信息，如岩石硬度和矿化值等来优化矿石的破碎和运输路线。这将节省下游的采矿和处理成本。

问：为什么自动化在采矿业中没有获得更快的发展？

答：首先，自动化设备的出厂设置是为在狭窄的、可控的环境中运行而设计的。而在露天或地下采矿中，你可能会遇到几件不同类型的设备，而它们又会与千变万化的地质和环境条件相互作用。

其次，客户没有急切的需求。安全是驱动因素之一，但采矿公司在安全理念的建立和要求工作人员用传统设备和工艺来降低风险等方面做得非常好。安全性能的趋势是积极的，但我们已接近设备进行自动化升级的临界点。在生产力的角度看，采矿工人已经能够通过更多的机器和劳动力来满足生产需求。



自动化操作：遥控和半自动铲运机在地下矿中的使用越来越常见。



Brian Fox是阿特拉斯·科普柯矿山和岩石开挖技术业务领域自动化市场营销部副总裁。

问：如果技术水平已经达到预期，那为什么没有大规模使用？

答：现有技术是令人钦佩的，但它必须安全可靠，且必须表现出良好的投资回报。任何一个在此行业中呆过一段时间的人都会记得1996年在MINExpo中，自动拖运卡车测试引起的轰动。现在已经过去了15年，虽然有一些自动化卡车在运行，但未被普及。为什么呢？我认为主要原因就是技术的可靠性，还有将机器整合到工地网络中的难度。

而且，犹豫和退缩是自动化在证明自己的过程中遇到的最大挑战。在没有长期测试结果的情况下，人们很难对自动化设备和必要的基础设施以及支持它们所需的操作程序进行巨大的资金投入。但是，很多成功的测试都在进行，我想我们在接下来的几年中可以看到自动化在采矿业中的快速发展。

问：矿山应该特别关注哪三个最重要的领域？

答：这三个领域是网络、数据和培训。

要做好准备，一旦自动化开始广泛使用，矿山就需要聘请和培养了解无线网络和数据系统的人员。在没有传输和利用来自机器的信息的能力的情况下，几乎没有什么益处。在这些领域进行提前教育是很重要的，这样当开始使用自动化设备时，就会顺利得多。 ◉

在安第斯作业的自动

智利的铜业巨头，Codelco公司将Scooptram ST14投入测试。

Codelco公司是世界上最大的铜生产商，将半自动铲运作为在智利Andina 矿提升安全性和生产力的方法，他们最近结束了一些针对半自动铲运设备的测试。



随着对安全 and 生产力的需求逐年增长，加上对矿山更深部开采新矿体的需要，矿山正越来越多地寻找加大采矿量但又使人员远离危险的方法。

在过去十年中，远程控制的凿岩台车和铲运机已被逐步引进到一些采矿场中，现在，自动矿用卡车也可以在全球范围内买到（见《绿色采矿业》，第15页）。

尽管自动运行还不常见，但一些有先见之明的人仍将自动化技术视为长期投资，并做出积极的努力。

其中就有智利的铜业巨头Codelco公司，其Andina分部最近围绕着半自动地下铲运机的应用进行了两次测试。测试在Andina分部的分段崩落开采区进行，该地区位于圣地亚哥西北140 km处的科迪勒拉山脉之中，海拔约4000 m。

致力于健康和安

“在这些测试后，我们认为Scooptram系统很有希望，有很大的增长潜力。”

Marcelo Prado, Codelco公司Andina分部项目经理



跟很多矿业公司一样，Codelco公司致力于健康和安，并对其低事故率感到由衷的自豪——每百万工时低于三次失时工伤——考虑到它有约16000名雇员，这一数据是令人钦佩的。

该公司意识到，健康和安与公司成长直接相关。因此决定以最先进的技术和遥控设备，辅以导引系统，进行全方位的试验，研究半自动铲运的技术优势。

半自动铲运允许地下铲运机完成一整套装载-拖运-倾卸作业，而操作人员只需要完成这一套作业中的装载部分就可以。这是通过一个与车辆之间有安全距离的操作站，利用远程遥控完成的。

该采场拥有14辆铲运机和9辆卡车，由不同的供应商提供，但对于这次测试，该公司选用了阿特拉斯·科普柯的14吨Scooptram ST14。这款铲运机

有手动操作的所有功能，同时增加了高科技自动化装备，整合了各种传感器、控制算法和一套无线通信系统。无线局域网(WLAN)和陆路光纤链路促进了控制室与铲运机之间的通信。

该项目代表了Andina分部的两个独特的里程碑：一是这是该矿场首次使用14吨的车辆，过去使用的都是10吨的设备，二是被选来进行测试的操作人员是Codelco公司有史以来最年轻的。操作室位于距离矿场80 km的洛斯安第斯，这样操作人员就可以在家乡生活和工作，远离艰苦的采矿环境。

Codelco公司的项目经理Marcelo Prado评论说：“这对我们来说是一项非常大胆且令人兴奋的项目，我们第一次使用了4名年轻的操作人员，两名男性和两名女性，都不超过22岁。他们以前没有过采矿经验——只是能够操作电子计算机和软件程序，而且有极佳的操纵杆使用技能，操纵杆就像那些车辆上的操作控制台一样。”

他们以前都未在Codelco公司工作过，在通过了证明其电子计算机应用能力的测试后，特别是玩PlayStation上的游戏时的操纵杆技巧后，才被录用。

三段式进行

该项目分为三个阶段，0阶段为在

设备



操纵杆应用能力：在测试中，操作人员在他们距离矿场80 km的家乡，洛斯安第斯的一间控制室内学习了控制铲运作业。这里与项目经理Marcelo Prado合影的，从左边起为Miguel Careño、Valentina Reinoso和Bastian Salas。



未来的铲运机操作人员：Codelco公司一共聘请了6名年轻的操作人员，用于半自动铲运测试。左起为Karen Jimenez、Felipe Quezada和Valentina Reinoso。

洛斯安第斯建立控制室，在矿场建立必要的自动化基础设施。在相当窄的水平巷道内还必须进行改造工程，以便Scooptram ST 14的速度和运动性达到最佳水准。

下一阶段包括开始生产和培训操作人员。开始为5天x2班，增加到4天x4班，随着操作人员越来越熟练，增加到4天x4（日夜）班或两个12小时班，使生产不间断。

在这一阶段中，采场中各种铲运作业的职责是根据每个操作人员的进展决定的。据估计，一名操作人员在进行了500次装载循环后，就已经得到了足够的培训经验，可以独立工作一个班。第一阶段最终改变了作业位置，从Drift 71变到了Drift 79，由于Drift 71没有转向点，导致了不必要的延迟。

第三阶段持续了5个多月的时间，主要测试半自动铲运系统在真实生产环境中的性能，其关键绩效指标(KPI)是以手动设备的常用指标为基础的。

在这一阶段中，指导生产和管理性能、循环时间、吨位和实际工时等关键变量的任务被指派给了Codelco公司的采矿和冶金创新研究机构(IM2)。

测试团队中还加上了两名新的系统操作人员，并在一段非常短的培训期

后，达到了原先操作人员的熟练程度。在整个测试过程中，该采场主要由一名经验丰富的阿特拉斯·科普柯操作人员提供技术支持，他曾多次来这里进行操作人员和系统培训。

自动战胜手动

该测试进行了约1年时间，最终表明半自动铲运可成功地用于Andina采场。从2012年2月至12月测试结束，这里的平均矿石产量从44850吨/月提高到了80000吨/月，等于每小时生产矿石340至415吨。单月最高产量为133000吨，超过了用手动操作的铲运机每班或每月的正常产量。

增长潜力

Prado对结果非常满意，并指出尽管Codelco公司已经用半自动铲运机工作了近10年，这是第一次尝试阿特拉斯·科普柯的自动化系统。

“我的印象是，Scooptram ST14所配备的自动化系统非常好”，他说。“这是一种非常合理的系统，使它运行起来简单安全。我们认为它是一种非常有希望的系统，有很大的增长潜力。”

Prado还强调，这些测试证明了有良好操作技能而没有采矿经验的年轻操作人员，可以经过培训，执行自动化任

务。“对我们来说，这是一个重要的里程碑，”他补充道，“祝贺阿特拉斯·科普柯在智利的工作人员和工厂，他们凭这一应用取得了成功。”

自动采矿将继续取得发展——Prado表示这是Codelco公司大力支持的一项技术。

他总结道：“今天我们必须为明天的技术而工作，不仅是为了发展技术，而且是为了将来应用技术的人员。我们希望阿特拉斯·科普柯能继续其开发工作，以实现最佳性能，毫无疑问，它将对采矿活动的重大改变作出贡献。”

采矿中的可持续生产，在很大程度上取决于资源是如何使用的。用电代替柴油向正确的方向迈出了重要的一步。



绿色系列：该系列一共有包括7种产品，其中包括两种矿用卡车、四种铲运机和一种发电机。

绿色采矿业

电动装载和拖运车辆在地下引路

随着采场加强成本压缩和提高效率，能源供应成为了地下采矿当前面对的最大挑战之一。

柴油燃料成本是一个最大的问题，其次是为排出柴油机废气所需的通风系统的动力成本。

但是，随着阿特拉斯·科普柯推出一系列电动矿用卡车和铲运机，未来看起来变得更环保了。恰如绿色系列之名，这一系列共包括七种产品——两种矿用卡车、四种铲运机和一种发电机。

用有轨电车进行运输

在正常运行中，矿用卡车EMT35和EMT50都是通过电气化电车轨道在斜坡道里活动的。在无法使电车轨道的地方，这些矿用卡车会脱离电车，并启动一台小型的80 kW车载柴油发动机。

这台发动机的燃料消耗量仅为大型柴油引擎的10%，但足以为矿车卡车提供动力，将其带到正确的装载或倾卸位置，同时还能使其返回，重新接上电车轨道。

运用这种技术能大幅度减少柴油排放和废气。不仅如此，下坡的空载卡车还会发电，补充回采场的电网中。这是通过卡车的高效率电动机、车轴直接驱动设计和最低限度的传动损耗，再加上再生自动系统共同实现的。这样，上坡

的满载卡车所消耗的电能，就由下坡的空载卡车再生了。

人们还认为，在确保达到采矿通风标准的同时，极低水平的排放可以将通风系统的耗能减少90%。

除了改善环境和节约成本外，这些卡车在满载时，在15%的坡度上，其速度为柴油动力等效车辆的两倍，这意味着运输同样数量的原料需要的卡车将变得更少。

电动Scooptram

绿色系列铲运机以成功的Scooptram平台为基础，并采用了高效率电动机。因此，这些载重范围为3.5–14吨的铲运机，与柴油版本的相比，消耗的能量更低，产生的热量和噪音也更低，所以运行成本较低，对环境的影响较小，工作环境较好。

据估计，这些电动铲运机——Scooptram EST2D、EST3.5、EST1030和EST14——与类似柴油动力装载机相比，可减少约70%的能耗。此外，它们可利用风电或水电等可再生能源运行，大大降低了维护成本。

这些铲运机最具创新性的部分是Scooptram特有的电缆盘管理系统。电缆价格昂贵，在地下采场的传统电动铲运机上容易磨损和破裂。绿色系列铲运

机解决了这一难题，其专利低压系统使其可以保持对3–400 m的电缆的持续控制。

移动式发电机

多亏有独特的车载发电机系统，使得将铲运机运输到采场的任何地方都变得轻而易举。

特别为地下环境设计的Gentraill GT325发电机，在挂到铲运机上之后，即可为其提供所需的动力，使其可以移动到不同的装载/倾卸场地或维修车间。一旦铲运机到达目的地，发电机就会松开挂钩，停在那里或是被拖走。

通过将柴油发电机换成电动发动机，采场可以大幅减少潜在开支，同时享受到更好的工作环境，提高员工的工作满意度，降低员工的流动率。🔍

澳大利亚

恋上POWERCRUSHER

现代石材生产商通过升级满足更高需求



强大的车队：在Kooragang Island的Boral回收场，MES公司安装了PC 6和PC 21移动式破碎装置以及一台HCS 5515筛分装置。

阿特拉斯·科普柯的移动式破碎和筛分设备正迅速地成为澳大利亚采石场中现代化骨料和石材生产的标志。

在过去18个月中，越来越多的澳大利亚采石场安装了新型高质量破碎和筛分设备，以解决对骨料和石材产品日益增多的需要。

最近一家选择了阿特拉斯·科普柯公司的这种设备的公司是新南威尔士州著名的承包商Mining & Earthmoving Services(MES)公司。

MES公司是多元化RTC集团的一部分，该公司最近启动了一支新的车队，包括1台Powercrusher PC 6颚式破碎及筛分装置，1台PC 21圆锥破碎机，以及1台Powercrusher HCS 5515移动式双层筛分机，并且会在2013年秋季再加上1台Powercrusher HCS Grizzly。

灵活的回收设置

这些设备都在纽卡斯尔北边Kooragang Island的Boral回收场作业，在这里MES公司主要负责生产石笼（有建设用途的装满石头的笼子、圆筒或箱子）和其他再生石制品。

阿特拉斯·科普柯在澳大利亚的产

品经理Andy Graham解释道：“石笼排水墙体材料的生产使用了Powercrusher PC 6颚式破碎机和1台筛分装置。当继续生产其他产品时，他们会加上PC 21圆锥破碎机，这样对相当多的石料都能进行再处理，能得到细微颗粒和小颗粒产品。”

“产量是一种非常灵活的设置，可以实现产量和产品种类的灵活变化。我们发现有人对这些产品产生了浓厚的兴趣，这是整个建筑设备市场中竞争非常激烈的一个领域。”

Graham补充道，澳大利亚采石场都对阿特拉斯·科普柯很有信心，其品牌享誉全国，值得信赖。

移动式Powercrusher系列的产量可达每小时350吨，非常适合较小规模的筛分、破碎和材料移动项目。而在矿业生产中，则主要使用生产能力为55吨的Powercrusher，这要归功于其支持运输道路和一般基础设施的流动性。

Quattro运动优势



对这个品牌有信心：Jason Hassler，MES公司破碎和筛分设备经理。

Powercrusher颚式破碎机的一项显而易见的特征是其独特的Quattro运动，允许颚部以8字形运动，提高了给料量，并在出口处产生一种“后破碎”作用。

这让Powercrusher能够生产的石方百分比要高得多，颚部的磨损分布更均匀，确保其使用寿命最大化。

该装置还非常易于运输、设置和维护。如Graham所说，“基本上，你可以将这些机器用车运到工作现场，将它们从卡车上倒下来，停好，按下一个按钮，不知不觉间就能进行碎石了。”

移动式Powercrusher系列通过16家分布在澳大利亚的阿特拉斯·科普柯客户中心直接销售，并能提供全方位的售后服务支持。🔵

五款新型地下产品闪耀bauma展

德国阿特拉斯·科普柯的Boomer E系列地下掘进凿岩台车配备的五款新产品，最近在2013 bauma展会上，引起了观众的高度注意。这其中包括新型的COP 4038凿岩机和升级过的COP系列凿岩机，一套升级版的台车控制系统，一套升级版的地下作业管理系统和一套新的干式钻孔系统。

频率为140Hz的新型COP 4038是有史以来速度最快的凿岩机（了解更多，请看第8页）。而COP 1800+系列则具有与上一代产品——COP 1800系类相同的卓越性能，然

而，COP 1800+而将推荐的建议维修间隔时间延长了50%。这不仅可以降低运行成本、提高设备的可用性、而且提高了设备的安全性和环境的可持续性。它看起来与上一代产品相同，但在内部的设计上花了很多心思，确保了

其有优秀的服务和作业性能。阿特拉斯·科普柯Roctec研发部门的Maria Pettersson说道：



bauma上的焦点：上方，新型1800+凿岩机。下方，左起：无水Boomer XE3 C；凿岩台车的钻柱周围有吸嘴；带有触摸屏的新型RCS系统和地下作业管理系统。



长期致力于印度发展



新矿新设备：Hindustan Zinc的Rampura Agucha露天矿场，位于印度西北部，正用阿特拉斯·科普柯的设备进军地下。

印度阿特拉斯·科普柯将为Hindustan Zinc公司提供采矿设备，用于在印度西北部的Rampura Agucha矿山。

此次订单包括计划在2013年交付，其中包括中深孔凿岩台车、掘进凿岩台车和矿用卡车以及五年的服务承诺。

“这份订单彰显了向客户提供持续且一致承诺的重要性，”阿特拉斯·科普柯矿山与岩石开挖技术业务领域总裁BOB FASSL说道，“Vedanta相信我们能够为他们提供提高生产率所需的设备和服务，对此我们感到非常自豪。”

Rampura Agucha矿是一个露天矿，在1991年开始启动，是目前世界上是最大的铅/锌矿之一，金属含量约为14%，年产量超过6百万吨。

该地下矿场预计在2014年开始生产，计划产量为每年375万吨。

IN BRIEF

用于勘探钻机的新冲击器

阿特拉斯·科普柯塞柯洛克开发出来一种新的冲击器，用于反循环钻机。

新型RC 40专为孔径为125-140 mm(5-5.5 in)的钻孔而设计，可在多种情况下使用，从硬质岩石到浸渍环境。与市场上的同类冲击器相比，它的长度短了34%，质量轻了20%。

此外，RC 40可以维修得更快，这使其成为了在远程勘探未开发地区的作业中提高性能和可靠性的明智选择。

这款冲击器的模块化系统有一个整体的取样管，不用打开冲击器即可轻松替换。将RC 40与阿特拉斯·科普柯的DR102和DR115钻管匹配在一起，可在超过600 m深的地方进行钻探。





“我们对这种凿岩机进行了动力建模，以便找出改进方法。然后，通过实验室测试对改进方案的开发进行了验证。”

升级版的台车控制系统(RCS)是一套操作系统，所有的功能都按程序块分组，从而可以在系统内实现轻松导航。加上新的触屏显示器，使操作更加合理，减少了对新操作手的培训时间。

该系统有两个多功能操纵杆，各种主要的凿岩功能都集中于操纵杆顶部。这可以让操作手专注于凿岩，而不是在键盘或显示屏上寻找所需的功能。

地下作业管理软件，支持所有的阿特拉斯·科普柯凿岩台车，能将作业规划和评估工作提升到一个新的水平。新的用户界面功能先进且易于使用。该系统包含一个新钻孔计划生成器、隧道的完整 3D 视图、智能化轮廓插值以及经改进的记录和报告功能。

阿特拉斯·科普柯有史以来首次能够提供完全无水化三臂掘进凿岩台车，这要归功于一种新的干式钻孔系统。目前在



Boomer XE3 C上可用，这种系统用压缩空气保持钻孔不被钻屑堵塞，在钻柱周围还有一圈吸嘴用以除尘。该系统对于缺水或因岩石条件而不能用水的项目来说是非常理想的。☉

联系我们

请与当地阿特拉斯·科普柯客户中心联系

- 阿尔巴尼亚, 地拉那, +355 682 061 618. 阿尔及利亚 辛拉勒达, +213 (0) 21 32 83 25 / 26/27. 安哥拉, 罗安达, +244 929 303 139.
- 阿根廷, 布伊诺斯艾利斯, +54 (0) 11 47172200. 澳大利亚, 布萊克敦, +61 (0) 2 9621 9700. 奥地利, 维也纳, +43 (0) 1 760120.
- 比利时, 布鲁塞尔, +32 (0) 2 689 0511. 玻利维亚, 拉巴斯, +591 (0) 2 21 12000. 博茨瓦纳, 哈博罗内, +267 395 9155. 巴西, 圣保罗, +55 (11) 3478 8200. 保加利亚, 索菲亚, +359 (0) 2 489 3178.
- 布基纳法索, 瓦加杜古, +226 5036 5610
- 加拿大, 索德柏立, +1 (0) 705 673 6711. 北湾, +1 (0) 705 4723320
- 智利, 圣地亚哥, +56 (0) 2 4423600. 克罗地亚, 萨格勒布, +385 (0) 1 611 1288. 中国, 北京, +86 (0) 10 5870 6200. 南京, +86 (0) 25 8696 7800. 香港, +852 2797 6600. 哥伦比亚, 波哥大, +57 (0) 1 419 9200. 塞浦路斯, 尼科西亚, +357 (0) 22 480740.
- 捷克共和国, 布拉格, +420 225 434 000. 刚果民主共和国, 卢布, +243 (0) 991 004 430. 丹麦, 格拉斯楚普, +45 4345 4611.
- 埃及, 开罗, +202 461 01 770. 爱沙尼亚, 芬兰, 万塔 +358 (0) 20 718 9300. 芬兰, 万塔, +358 (0) 20 718 9300. 法国, 圣旺, +33 (0) 1 3909 3222. 德国, 埃森, +49 (0) 201 21770.
- 加纳, 阿克拉, +233 0302 7745 12. 英国, 赫默尔亨普斯特德, +44 (0) 1442 22 2100. 希腊, Koropi, 雅典, +30 (0) 210 349 9600.
- 印度, 浦那, +91 (0) 20 3072 2222. 印度尼西亚, 雅加达, +62 (0) 21 7801 008. 伊朗, 德黑兰, +98 (0) 21 6693 7711. 爱尔兰, 都柏林, +353 (0) 1 4505 978. 意大利, 米兰, +39 02 617 991.
- 日本, 东京, +81 (0) 3 5765 7890. 哈萨克斯坦, 阿拉木图, +7 727 2588 534. 肯尼亚, 内罗毕, +254 (0) 20 6605 000. 科威特, 东艾哈迈德, +956 2398 7952. 韩国, 首尔, +82 (0) 2 2189 4000.
- 拉脱维亚, 芬兰, 万塔, +358 (0) 9 2964 42. 立陶宛, 芬兰, 万塔, +358 (0) 9 2964 42. 马其顿, 斯科普里, +389 (0) 2 3112 383. 马来西亚, 雪兰莪, +60 (0) 3 5123 8888. 马里, 巴马科, +223 73 29 00 00. 墨西哥, 特拉内潘特拉, +52 55 2282 0600. 蒙古, 乌兰巴托, +976 (0) 11 344 991. 摩洛哥, 卡萨布兰卡, +212 522 63 4000.
- 纳米比亚, 文特胡克, +264 (0) 61 2613 96. 荷兰, 兹韦思德雷赫特, +31 (0) 78 6230 230. 新西兰, 奥克兰, +64 (0) 9 5794 069. 尼日利亚, 阿布贾, +234 7068 6212 53. 挪威, 奥斯陆, +47 6486 0300.
- 巴基斯坦, 拉哈尔, +92 4235 749 406. 巴拿马, 巴拿马城, +507 2695 808, 09. 秘鲁, 利马, +51 1 4116 100. 菲律宾, 马尼拉, +63 (0) 2 8430 535 to 39. 波兰, 拉斯金, +48 (0) 22 5726 800. 葡萄牙, 里斯本, +351 214 168 500. 罗马尼亚, Baia Mare 和布加勒斯特, +40 262 218212. 俄罗斯, 莫斯科, +7 (495) 9335 552.
- 沙特阿拉伯, 吉达, +966 (0) 2 6933 357. 塞尔维亚, 贝尔格莱德, +381 11 220 1640 新加坡, 裕廊, +65 6210 8000. 斯洛文尼亚, Trzin, +386 (0) 1 5600 710. 南非, 威特菲尔德, +27 (0) 11 8219 000.
- 西班牙, 马德里, +34 (0) 9 162 79100. 瑞典, 斯德哥尔摩, +46 (0) 8 7439 230. 瑞士, Studen/比尔, +41 (0) 32 3741 581. 台湾, 桃园, +886 (0) 3 4796 838. 泰国, 曼谷, +66 (0) 3856 2900.
- 土耳其, 伊斯坦布尔, +90 (0) 216 5810 581. 阿拉伯联合酋长国, 迪拜, +971 4 8861 996. 乌克兰, 基辅, +380 44 499 1870. 美国, 科罗拉多州丹佛, +1 800 7326 762. 委内瑞拉, 加拉加斯, +58 (0) 212 2562 311. 越南, 胡志明, +84 650 373 8484. 赞比亚, 恩多拉, +260 212 31 1281. 津巴布韦, 哈拉雷, +263 (0) 4 621 761.

更多的信息请访问 www.atlascopco.com 或与瑞典斯德哥尔摩 SE-105 23 阿特拉斯·科普柯 (Atlas Copco AB) 联系。
电话: +46(0)8 743 8000 . www.miningandconstruction.com



现已出版！新版《露天钻孔和移动式破碎设备》参考书

阿特拉斯·科普柯已发布了第五版的《露天钻孔和移动式破碎设备》参考书。这本书有204页，包含了大量的精彩文章，回顾了露天钻孔技术的发展，展示了现代化的露天钻孔和破碎作业案例。

在技术方面，涵盖了从凿岩和爆破到安全等主题，并介绍了在建筑、采石和石材等领域降低成本，实现可持续发展的最新技术。

此外，一些客户案例还将把读者带到很多有趣的工地，例如巴拿马运河、土耳其、加纳和韩国等。

《露天钻孔和移动式破碎设备》参考书可在阿特拉斯·科普柯的客户中心买到，也可在miningandconstruction.com上进行在线订购。☉



让您的技能得到飞跃



阿特拉斯·科普柯的培训服务助您飞得更高

获得成功，登上顶峰，您离不开技术。通过阿特拉斯·科普柯公司提供的培训课程，操作手、技师和专业人员将学习到如何以安全、可持续的方式操纵设备。

在培训课程中，我们成熟的培训模拟器将发挥至关重要的作用，利用它您将彻底了解我们的设备，您的新工作伙伴。接受培训的人员表现越出色，就越能体验到工作的乐趣，提高工作效率。

阿特拉斯·科普柯的培训产品能够提高您的操作水平，提升您的职业价值。

Sustainable Productivity

