

SOLID

GROUND

#1 2021

由山特维克矿山和岩石技术出版的杂志

俄罗斯:

在严苛的作业环境中游刃有余

山特维克LH518B铲运机:

新一代电动化铲运设备

AutoMine概念铲运机:

未来蓝图

瑞典: LKAB

大型电动铲运机 不负众望

SANDVIK

亲爱的读者：

就AUTOMINE概念铲运机而言，“未来已来”这句流行语俨然已成为现实。AutoMine概念铲运机代表了山特维克自动化采矿设备的未来愿景，现已在芬兰坦佩雷的试验矿中投入使用。这款高性能电池铲运机专为自动化远程操作而设计，具备3D在线绘图功能和可靠的碰撞检测功能，即使在不断变化的矿山环境中也能找到最优路径。

山特维克LH518B电池铲运机也是对“未来已来”的诠释。它采用第三代电池供电设计，利用新型解决方案，不仅扩大了操作员的视野，也简化和加快了电池更换。新推出的创新型顶锤XL凿岩系统同样如此。该系统加强了我们的露天钻孔产品组合，最大钻孔尺寸达到178毫米(7英寸)，是替代潜孔凿岩技术的可行选择。解决方案只是一个方面，我们技术娴熟的维护人员在作业现场提供支持，在提高设备的生产效率方面发挥着重要的作用。

我们的承诺不仅面向客户，也面向整个行业乃至更广阔的世界。因此，在自动化、数字化、电动化以及可持续发展领域，我们一直阔步前行，不断突破极限。我们认为，生产力与可持续发展之间有着密不可分的联系，一座更高产高效的矿山同时也更具可持续性。

技术和解决方案的推出是持之以恒的改良，而当回首再看时，则不啻于一场变革。



HENRIK AGER

山特维克矿山和岩石技术总裁

要闻一览

全球纵横 4

LKAB基律纳铁矿

“大块头”焕发新生..... 6

AUTOMINE概念铲运机

开创先河 14

ALTAYVZRYVSERVIS

应对极端气候挑战..... 18

人物

采矿黑匣子..... 24

顶锤XL凿岩系统

突破极限 26

可持续发展

树立地下采矿新标杆 30

专家问答

重塑采矿业..... 33

山特维克LH518B

蓄势待发 34

大展宏图

远程采矿的曙光 38

SOLID GROUND 是山特维克矿山和岩石技术的商业及技术杂志，公司地址：Kungsbron 1, 111 22 Stockholm, Sweden。电话：+46 (0)845 61100。(Solid Ground) 每年出版2期，共有英式英语、美式英语、汉语、法语、波兰语、葡萄牙语、印尼语、俄语和西班牙语等版本。本杂志免费赠阅给山特维克矿山和岩石技术的客户，由瑞典斯德哥尔摩Spoon出版公司出版。ISSN 2000-2874

总编辑：Tiina Heiniö；业务专员：Erik Gourley；编辑：Jimmy Håkansson；助理编辑：Michael Miller；美术设计：Pernilla Stenborg；语言协调：Louise Holpp；印前事务：Markus Dahlstedt；封面照片：Adam Lach；编委会成员：Robert Ewanow, Eric Gourley, Tiina Heiniö, Antti Niemi, Kate Parkinson, Katja Rivilä。

请注意：未经约稿的文章恕不接受。本杂志的内容未经许可不得复制，如欲获得复制许可，请与《Solid Ground》编辑经理联系。本杂志刊载的资料及观点未必代表山特维克矿山和岩石技术或发行人的立场。

AutoMine、Knowledge Box、OptiMine、Pantera、RockPulse和Toro是山特维克集团旗下在瑞典和其它国家的公司所拥有的商标。

有关发行事宜，请以电邮垂询：solidground@sandvik.com。网址：solidground.sandvik。

《Solid Ground》刊载具有普通适用的资料，仅供参考之用，故不应视为咨询意见，也不应作为具体决策的依据。使用者在运用这些资料时当自行承担有关风险。如因使用《Solid Ground》的资料而引起的任何直接、偶然、连带或间接的损失，山特维克矿山和岩石技术概不承担任何责任。

山特维克依照欧盟《通用数据保护条例》处理个人数据。有关数据隐私的信息，请访问www.home.sandvik/privacy。如需取消订阅或变更订阅信息，请联络solidground@sandvik.com。

目录 1.21



重型设备交付

两台专为硬岩开挖设计的重型山特维克MT720隧道掘进机已做好发货准备，将成为山特维克首批运往韩国的重型隧道掘进设备。稳健可靠的设计以及特色功能，使其具备优异的性能，而且剖面精确度高。这两台掘进机将用于首尔仁川地铁3.5公里长延伸段的施工。此施工段的地质特点是抗压强度高、研磨性强，不太适合机械截割。为了满足城市区域对钻孔和爆破的限制规定，山特维克MT720采用山特维克的ICUTROC技术来解决上述地质难题。此外，CUTRONIC系统可实现自动化截割，从而提高生产效率和精确度。

一台山特维克MB670-1掘锚机将在印度丹巴德市巴拉的Muraidih地下煤矿投入使用。这台电动掘锚机将用于长壁工作面的巷道掘进，帮助矿山在这个增长中的新兴市场实现雄心勃勃的开采目标。山特维克MB670-1用于巷道开挖，以及同步安装顶锚和帮锚。与市场其他技术相比，山特维克MB670-1是一种更安全、更高效的解决方案，可在长壁开采中实现快速掘进。



iSeries 打破两项纪录



Demetre Harris



山特维克矿山和岩石技术与北美

Mesabi铁矿带的一家采矿企业密切合作，在矿山创下了两个新的钻进纪录。在这片以硬岩而闻名的地区，采用了配备优化的AutoMine机载解决方案的山特维克DR412i钻机，取得了立竿见影的效果——生产效率超过了同类型钻机。

通过选择山特维克的高级钻具可选件，再加上专家们的全力支持，地质变化问题迎刃

纪录

305
米(单班钻米数)

18.5
米/小时

而解，该矿山创下了单班钻米数305米(约1,000英尺)的新纪录。两个月后，利用新一代自适应AutoDrill算法，创造了平均钻进速率18.5米(约61英尺)/小时的历史纪录。

山特维克矿山和岩石技术自动化产品经理Demetre Harris表示：“由于AutoDrill算法可以自动调整旋转和下拉力，且客户愿意打破常规，在严苛的地形条件下钻小一些的孔，从而取得了前所未有的成果。我们将继续提供另外两台钻机，将其无缝集成到客户现有的机械设备管理系统中，进一步发展与客户的关系。”

荣获最佳实践奖



山特维克开发的先进采矿自动化、远程操作和数字化解决方案组合AutoMine和OptiMine，荣获弗若斯特沙利文(Frost & Sullivan)授予的2020年“全球自主采矿解决方案产品领导奖”。

供职于弗若斯特沙利文的行业分析师Rohit Karthikeyan表示：“在我们评选的2020年工业和能源领域数字化最佳实践50强企业，山特维克是唯一一家采矿设备和解决方案公司。”



运抵南美的超大型钻机

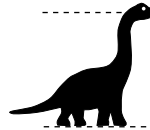
山特维克DR416i是山特维克最大的牙轮钻机，重达200多吨。从佛罗里达州阿拉丘亚运出的山特维克DR416i钻机已于近日抵达巴西，将用于在作业条件严苛的铁矿石矿区钻出311毫米的大直径爆破孔。

“大”有作为： 山特维克DR416i的优势



孔径

270毫米(10.63英寸)和406毫米(16英寸)——后者与沙滩球大小相当



单次钻孔深度

21米(69英尺)——相当于一只大型恐龙的长度



钻杆/管尺寸

直径273毫米(10.75英寸)——与标准中号披萨直径相当



马力

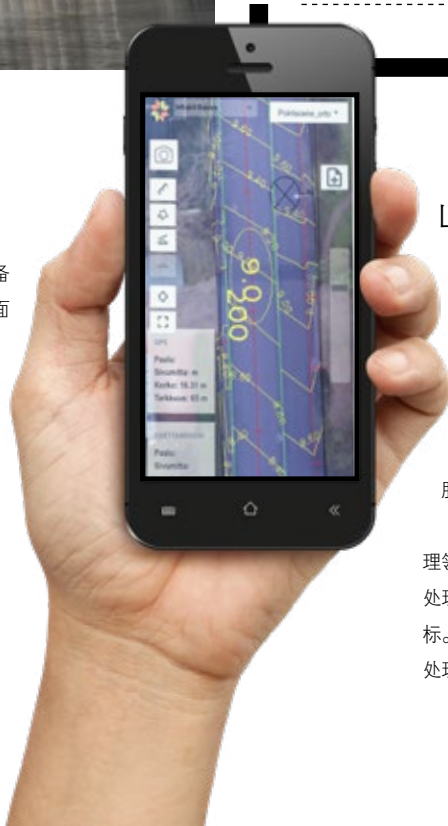
1,118kW(1,500bhp)——与布加迪Chiron的涡轮增压发动机功率相同



山特维克最大的钻机重达212吨，需要9辆重型卡车运输。

互联系统助力提升效率

在基础设施项目建设领域，施工设备互联化程度日益提高。然而，目前面临的挑战之一是将混合的云数据系统整合在一起，从而洞悉趋势，提高效率 and 安全性，增加正常运行时间。山特维克是首家通过Infrakit提供这种互操作性的OEM厂商。Infrakit提供了一个整合平台，将用于露天钻孔设备的SanRemo远程监测系统与其他作业机械、现场设备和人员连在一起。这种方式旨在降低复杂性，与其他系统和用户共享数据，最大限度地提高生产率。



山特维克设立新业务领域

山特维克的破碎与筛分事业部已发展成为一个独立的业务领域，更名为山特维克岩石处理技术公司(Sandvik Rock Processing Solutions)。近年来，该事业部的业绩实现了大幅提升。山特维克做出成立新业务部门的决定是为了倡导以客户为中心的经营方式，100%专注于岩石处理价值链。通过成立这个全新业务部门，山特维克矿山和岩石技术进一步加强了岩石开采核心产品和服务，包括数字化、自动化和电动化解决方案。

山特维克总裁兼首席执行官Stefan Widing表示：“山特维克在岩石处理领域处于市场领先地位，我们的破碎与筛分事业部表现优异。设立岩石处理技术这一全新业务领域，旨在提高透明度并加强在这一领域的增长目标。”今后您可以登录rockprocessing.sandvik网站，了解山特维克岩石处理技术公司提供的解决方案。

“大块头” 焕发新生

瑞典基律纳。在瑞典北部北极圈以北地区，业内最大载重的井下铲运机正助力全球最大的地下铁矿山之一夯实技术开发前沿地位。▶

文：ERIC GOURLEY 图：ADAM LACH



Toro LH625iE是山特维克载重量最大的电缆供电铲运机，有效载荷达到**25吨**。



基律纳铁矿装载部负责人 Per Brännman 表示：“如果我们想在这座矿山使用高效率的大型机械，柴油设备并不适合。”

强通风，此外，不得不进行更多的隧道掘进作业。如果我们想在这座矿山使用高效率的大型机械，柴油设备并不适合。”

基律纳铁矿是业内最早采用电动铲运机的矿山之一，LKAB 了解电动采矿在可持续性和生产率方面的优势。基律纳铁矿在1985年首次采用电缆供电铲运机，几年后便决定改用电动生产设备。

“最初主要是为了达到通风要求，改善井下工作条件则是一项额外的好处。”Brännman 说道。他所在的部门负责测量、装药、爆破、装载、修整溜井以及维护设备和道路。

电机不会排放废气，产生的热量更少，振动更少，噪音更低，可改善井下环境，提高操作人员的舒适度，同时大大降低了通风要求。电动设备还可以降低矿山的能源成本，其能源成本远远低于类似的柴油驱动设备。

Brännman 说：“我们很早就已经证明，不使用传统的柴油发动机和化石燃料，也可以实现出色的承载能力和生产效率。”

“我们从上世纪80年代初就开始这样做了。我们了解电动设备的能力，也希望在这里做得更好。”

我们必须扩大矿山规模，为此需要更大型的设备。

自1998年投产以来，LKAB 旗下著名的基律纳铁矿已从地下深处开采了近15亿吨粗铁矿石。这座矿山被视为全球最现代的地下矿山之一，因创新和采用开创性的技术而驰名。长达五百公里经养护的道路贯穿矿区。

基律纳铁矿的矿体约80米宽，4公里长，最深处达2公里，最初是一座露天矿，现已逐渐发展成为一个高产的地下矿山。矿山的开采深度在1999年突破了1,000米。2012年，一个更深的主要运输层建造完成，深度达1,365米，预计可支持铁矿石生产直至2035年左右。

随着开采作业的不断深入，通风成本增高，通风要求也越来越复杂。

这座矿山的装载部门有300人，部门负责人 Per Brännman 表示：“我们必须扩大矿山规模，为此需要更大型的设备，但是采用柴油设备会带来诸多问题。为了保证良好的环境，必须加

LKAB

Luossavaara-Kiirunavaara AB (LKAB) 是一家国际性的高科技矿业集团，其核心业务是在瑞典北部开采和加工铁矿石，供应全球钢铁市场。该集团开采的铁矿石占欧洲总开采量的80%，2020年生产了2,710万吨铁矿石产品。这家瑞典国有企业创立于1890年，2020年销售额达339亿瑞典克朗（合约39亿美元），员工约4,500人，分布于全球12个国家。集团的其他业务包括工业矿物、钻井系统、铁路运输、石工服务和物业管理。



LKAB 开采的铁矿石占
欧洲总开采量的**80%**。
2020年生产了**2,710**
万吨铁矿石产品。





如果准备合作开发此类项目， 必须具有开放性思维。

自决定采用电动铲运设备以来，基律纳铁矿已逐步替换了原有的柴油动力设备。如今，17台山特维克LH625E电动铲运机在矿山发挥着重要的作用。这款铲运机的有效载荷达25吨，为矿山实现日产8.5万吨矿石的生产目标提供关键助力。

“这是一座大型矿山，但并非所有区域都能进行装载作业。”Brännman表示：“有几个区域可以装载，机器必须高效作业。我们不希望成为矿山的瓶颈。如果铲运机载重达不到25吨，我们就无法完成日常生产目标。因此，设备的载重能力够大，这一点非常重要。”

该矿使用时间最长的一台山特维克LH625E铲运机已服役13年，生产时间超过3.5万小时。鉴于这些老设备的部件已经过时，于是实施了一个设备现代化升级项目，同时优化电缆卷盘系统，最终的成果是创造出了一款全面升级的铲运机。

“我们对于LH625E铲运机的性能表现非常满意。”Brännman说道：“因此计划继续购买这款设备。但山特维克告诉我们，这款设备的很多部件都已经过时了。经过多次讨论，我们和山特维克商定打造一款新的625铲运机。我们成功做到了。”

“时光飞逝，上世纪80年代最先进的技术如今已经落后。虽然很多零件仍然沿用LH625E的成熟设计，但采用了新的技术。凭借山特维克的技术和专业知​​识，结合我们的操作人员多年积累的经验，最终推出了Toro LH625iE。”

山特维克与LKAB密切合作，推出了定制的Toro LH625iE，以满足基律纳铁矿的需求。与同样具有25吨有效载荷的原有机型相比，新机型的能效更高，驾驶室更大且更符合人机工程学。

Toro LH625iE长14米，配有一个4米宽的铲斗，通过一根350米长的拖曳电缆连接至矿山电网，作业范围可达700米。

宽敞的驾驶室为操作人员提供了充足的空间，独特的座椅设计可实现180度旋转，这在紧凑型山特维克铲运机里是无法实现的。通过操作转向操纵杆，座椅可转向行驶方向，无需回头查看设备后方的情况，从而提高操作人员的舒适度。

John-David Sundbris操作山特维克LH625E铲运机已有两年时间。在过去的六个月里，他一直在操作这座矿山的首台Toro

基律纳铁矿

LKAB的基律纳铁矿位于瑞典拉普兰的基律纳镇，是全球最大的地下铁矿之一。自1898年开矿以来，该矿已生产了近15亿吨粗铁矿石。矿山约有1,800名员工，其中400人在矿区工作。2020年，基律纳铁矿生产了2,560万吨粗铁矿石。该矿日产矿石原料约8.5万吨，截至2021年1月，该矿的探明储量和可能储量超过7.3亿吨，品位约为41%。矿石通过铁路运往挪威纳尔维克的一个不冻港。

成立于1890年的LKAB现已发展成为一家跨国大企业。如今，公司在全球12个国家开展业务，员工约有4,500人。

LH625iE 铲运机。他表示：“作为一名操作员，座椅对我来说真是太重要了。”驾驶室上的金色标牌显示，这是山特维克在全球交付的第600台电动铲运机。

“旋转座椅比普通座椅更符合人机工程学，而且能扩大视野范围。”Sundbris说：“我可以根据作业的需要自行调整，如果需要看向不同方向，只需旋转即可。有了它，我的工作条件更加舒适。”

TORO LH625iE 的电缆卷盘系统也进行了重新设计。新型低张力卷缆系统的设计旨在延长电缆寿命，避免电缆在巷道角落处受损的风险。

“这项重大改进有助于延长电缆的寿命。”Brännman说：“作业时能一直保持相同的速度，不会被电缆拉住，运行起来更顺畅。电缆也是设备维护工作的一个重要部分。如果我们能改进这一点，就会获得更多的生产时间。”

新系统的设计最初面临诸多挑战，但LKAB与山特维克共同努力，攻克了难关。

“这是一个全新的系统，我们必须不断调整才能实现更好的作业效果。”Brännman说：“进行了一些微调后，现在系统的运行状况非常好。”

在山特维克工厂进行的测试让LKAB对设备充满信心，2020年2月将Toro LH625iE 样机投入使用。Brännman称，该设备在不间断运行的首个350小时周期内运输了14万吨铁矿石。

“它达到了我们所需的生产效率，以实现大体量矿石运输，拥有这样的设备对我们来说非常重要。”Sundbris表示：“如果我们无法大批量运输矿石，生产过程中就会出现瓶颈。”

Sundbris驾驶铲运机进入巷道，轻松装满了10立方米的铲斗，然后驶向最近的溜井。他将25吨矿石倒进主矿层上方的岩石仓中，随后由无人驾驶轨道运输设备将矿石运到地下1,365米深处的大型井下破碎机处。

“这是一台功能强大的设备。”Sundbris说道。驾驶室内一台7英寸的彩色触摸屏也让他赞不绝口。该触摸屏可在一个大屏幕上显示重要信息，方便他将更多注意力放在道路上。



基于LKAB提供的宝贵反馈，山特维克推出了定制的Toro LH625iE机型，以满足基律纳铁矿的需求。



Toro LH625iE 增添了许多新功能，包括重新设计的电缆卷盘系统，以延长电缆的寿命。



John-David Sundbris表示：“这是一台非常值得信赖的设备，完全满足我们的铲运作业的需求。”



Toro LH625iE 铲运机

作为山特维克载重量最大的电缆供电铲运机，Toro LH625iE的有效载荷达25吨，配备节能的IE4级电机，每吨成本低。这款升级后的大型设备采用新的低张力卷缆系统，能够延长电缆的使用寿命。此外，其宽敞的驾驶室内设有一个可180度旋转的座椅。在数字化和智能化方面，Toro LH625iE铲运机标配山特维克智能控制系统和“My Sandvik 数字服务解决方案”等智能解决方案。该设备也可安装山特维克的集成称重系统(IWS)以及AutoMine和OptiMine解决方案，以实现生产监测。

显示屏上提供了服务信息、一目了然的系统诊断和警报日志文件，简化了维护工作。山特维克智能控制系统实施监测，能够在故障发生前向操作人员发出警示，防止严重损坏和潜在的生产损失。

“LH625iE具有更强大的数字化功能，能够更有效地发现问题。”Sundbris指出：“面板上集成了各种信息。这是一台非常值得信赖的设备，完全满足我们的铲运作业的需求。”

2020年11月，基律纳铁矿迎来了第二台Toro LH625iE，随后将在2021年内再交付三台，在2022年初交付第六台。Brännman表示，LKAB可能再采购两台，将整个车队设备全部改为Toro LH625iE。

该矿山还使用了三台山特维克LH621自动化铲运机，这也是山特维克车队中最大的柴油动力铲运机，在夜间爆破后排除气体的过程中，自动化铲运机可进入巷道作业。六台Toro LH625iE中的第三台也将配备AutoMine系统，将于2021年第三季度交付。

Brännman表示：“能够有机会扩大自动化的范围，我们感到非常振奋。”

他认为，这款焕发新生的大型设备超出了LKAB的预期。

“如果准备合作开发此类项目，合作双方都必须具有开放性思维。”Brännman说道：“我会推荐山特维克，因为他们具有专业精神，开明、敏锐而且技术能力强。这就是双赢的合作。”■



开创先河

集先进的传感功能、可持续电池供电技术和人工智能于一身的AutoMine概念铲运机，展示了山特维克自动化采矿设备的未来愿景。这款概念铲运机已在山特维克位于芬兰坦佩雷的试验矿中投入使用。

文：TURKKA KULMALA 图：山特维克



AutoMine 概念铲运机具备先进的环境感知功能、绘图技术和人工智能技术，能够自行规划行进路线。



AutoMine 概念铲运机

- 高性能电池铲运机
- 得益于3D在线绘图功能，具备环境感知功能
- 具备自适应能力，即使在不断变化的矿山环境中也能找到最优路径
- 即时障碍检测和实时反应，避免发生碰撞


山特维克矿山和岩石技术数字化负责人Jussi Puura对 AutoMine 概念铲运机满怀期待。他表示：“AutoMine 概念铲运机是未来发展方向，也是山特维克为赢得未来所制定的路线图。它展示了10年或20年后典型的采矿设备的样子。更重要的是，这并非停留在幻灯片演示页面中，而是落实到了实物，并已在试验矿中投入使用。”

这个概念的非凡潜力确实值得期待。AutoMine 概念铲运机不仅是一款先进的电池铲运机，还整合了先进的3D环境感知功能、绘图技术和人工智能技术，能够适应不断变化的环境，并自行规划行进路线，找到最佳路径。它是朝着全面自动化采矿作业迈出的一大步。

AutoMine 概念铲运机也是山特维克开发 AutoMine 和 OptiMine 解决方案的一个重要里程碑。自2004年以来，这些数字系统一直为自动化采矿作业提供助力。最初，市场对采用这些突破性的解决方案迟疑不决，但在过去几年里，市场需求显著增加。目前，包括非洲、印

度、中国和拉丁美洲等新兴市场在内，众多市场保持强劲增长。

这些年来，AutoMine系统的性能也有了显著的改善。最近的发展趋势越来越清晰地表明，新一代采矿自动化正在到来。对现有平台的升级将有助于解锁全新、甚至更强大的功能。这种飞跃式的发展可比肩自动驾驶车辆领域的新进展，如谷歌汽车、特斯拉等创新产品。此外，市场日新月异，采矿条件充满挑战性，尤其需要尽可能地提高可靠性和稳健性。

山特维克矿山和岩石技术的凿岩机与技术事业部总裁Riku Pulli进一步介绍了AutoMine 

它展示了10年或20年后典型的采矿设备的样子。



山特维克 AutoMine 概念铲运机旨在为未来几代自动化采矿作业设定基准。

概念铲运机的突破性技术。

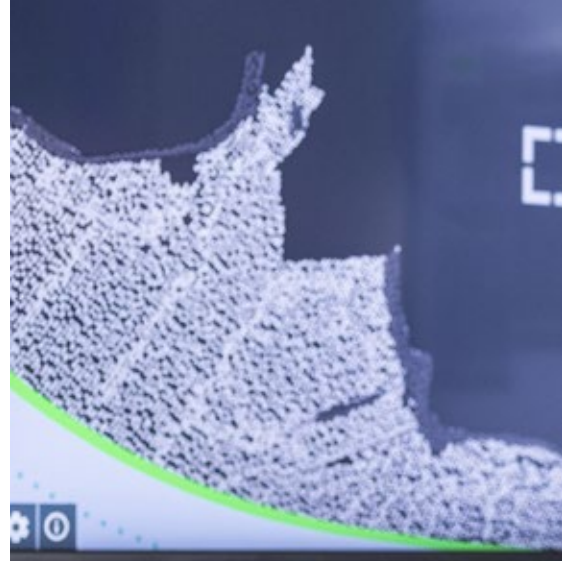
“首先，这款铲运机从一开始就是为自动化而设计。”他表示，“现有机队的设计理念都源自传统的铲运机，通常由驾驶室、操纵杆、踏板等部件组成。”

AutoMine 概念铲运机则专为自动化远程操作而设计。这款铲运机不设驾驶室，从而可节省成本，并消除不必要的限制，由于无需分别为人工操作和计算机控制设计转向系统和控制系统，整体设计变得更高效、更可靠。

另一项重大创新是传感功能大幅提升。现有的采矿设备在这方面存在一定的限制，例如，只能大概感知巷道两边的位置。AutoMine 概念铲运机则可以提供包括垂直方向在内的真实的全环境3D视图。

“与现有的自动化采矿系统相比，这一功能开启了多种可能性。现有的自动化采矿系统只能在与人和其他设备隔离开来的区域里作业，就像制造业中使用的机器人周围设有安全门一样。”Pulli解释道。

目前的AutoMine安全系统则以隔离屏障



为基础，使自动化设备在指定区域内作业，当安全屏障“跳闸”时立即刹停设备。AutoMine 概念铲运机具备全方位传感功能，因此无需为自动作业设置隔离区。行进路径上若有障碍物，概念铲运会停车或绕道而行。

“这是巨大的进步，因为它可以消除与采矿自动化相关的许多限制。”Pulli解释道：“原有的设计需要将自动化采矿作业与传统的人工操作分开。但新平台无需将自动化作业隔离开来，能够极大地提升作业灵活性，可同时在自动化



AutoMine 概念铲运机专为自动化远程操作而设计。

车辆的周边和车辆之间进行作业。”

为什么推出电池概念铲运机呢？Pulli 表示，山特维克希望向业界展示：未来采矿设备不仅可以实现自动化，还能实现零排放。另一个原因与 AutoMine 平台相关。该系统控制的设备大部分都是铲运机。铲运机与其他采矿设备的不同之处在于，它的速度相对较高，性能要求苛刻，能在极狭窄的空间中以高利用率全天候运行。

在开发 AutoMine 概念铲运机之初，山特维克希望设定一个基准：如果这款概念铲运机

能够获得成功，便有信心将该技术推广到其他类型的采矿设备上，比如要求通常不太严苛的钻机。

接下来有什么计划？将这项技术进一步推广到其他类型的采矿设备，这是山特维克早期制定的目标，应该很快就能实现。另一个关注的领域是技术组合，目前包括几种扫描技术，以及采矿设备中首次出现的人工智能。这些技术元素将在2021年引入现有的 AutoMine 系统中。■

优势：

安全性：可靠的碰撞检测和紧急停车

灵活性：可在同一区域内同时使用传统设备和自动驾驶设备

生产效率：自动化采矿作业具有无限潜力

可持续性：电池供电、零排放



山特维克 D50KS 爆破孔钻机

发动机功率范围: 403-522 kW

最大钻孔深度: 45 m

尺寸(长-宽-高): 10.3 x 4.9 x 11.4 m

钻塔降下时的尺寸(长-宽-高): 14.2 x 3.81 x 5.82 m

钻孔直径: 152-229 mm

工作重量(空载): 47,727 kg

回转头: 194 rpm/6,643 Nm

首根杆钻孔深度(单程): 8.7 m

空压机风量: 29.7-45.3 m³/min

钻孔工艺: 牙轮钻进

山特维克 D50KS 钻机操作员 **Sergey Devyanin** 表示:
“这是一台非常强大的设备。”

应对 极端气候挑战

俄罗斯西伯利亚。 凭借三台性能可靠的牙轮爆破孔钻机，
钻孔承包商 Altayvzryvservis 在西伯利亚中心地带极端恶劣的
天气条件下轻松应对各种岩石类型。

文：VLADIMIR KOZLOV 图：VOZDUH FILM COMPANY

Kemerovo Oblast (Kuzbass) 位于西伯利亚西南部，长期以来一直是众所周知的俄罗斯主要煤矿矿区。300年前，勘探人员 Mikhailo Volkov 在汤姆河 (Tom river) 左岸发现一座“烧焦的山”，开启了 Kemerovo Oblast 长达几个世纪的煤炭开采历史。

虽然 Kemerovo Oblast 的煤矿储量十分可观，但由于该地区位置偏远，最初的开发进展十分缓慢。19世纪90年代西伯利亚大铁路修建完工，为整个地区包含煤炭工业在内的各个领域的发展提供了亟需的助推力。

自20世纪以来，Kemerovo Oblast 一直是主要的煤矿开采区，目前这里的煤炭产量约占俄罗斯煤炭产量的60%，煤炭出口量的约70%。



Altayvzryvservis 的董事长 Alexander Leonov

Alexander Leonov 是该地区钻孔服务承包商 Altayvzryvservis 的董事长，他表示：“Kemerovo Oblast 现在是俄罗斯名列前茅的煤炭开采地。此外，在 Kemerovo Oblast 制定的

2035年发展战略带动下，该地区的煤炭产量每年都将增加。”

12月中旬，Kuznetsky Alatau 山麓附近的针叶林覆盖着皑皑白雪，晴空万里，阳光灿烂，气温在零下20摄氏度左右徘徊。

在积雪覆盖的森林地区有一片几十平方公里的采石场，载重量130吨的自卸卡车正忙碌地运输新开采的煤炭。

这里就是 Novokazanskoye 煤矿所在地，它位于该地区主要城市 Novokuznetsk 以南约40公里处，隶属于 Kemerovo 地区最大企业之一 OOO Resurs。Altayvzryvservis 是该煤矿的钻孔和爆破承包商。





Kemerovo Oblast 拥有300年的采煤历史，是俄罗斯主要的煤矿矿区。

在西伯利亚的中心地带采矿，气温徘徊在零下20摄氏度是常态。



Altayvzryvservis 的工程总监 Yevgeny Martynushkin。



Altayvzryvservis 生产副总监 Alexey Gorlov 非常清楚在西伯利亚恶劣条件下开采需要具备哪些条件。

生产率持续提高。

2018年，刚刚成立的 Altayvzryvservis 公司启动运营，希望购买一台能够承受该地区恶劣气候条件的可靠钻机。

Leonov 说，“冬天的气温会下降到零下40摄氏度，设备必须能在这种恶劣环境下运行。”

Altayvzryvservis 的工程总监 Yevgeny Martynushkin 认为，钻孔设备除了能承受恶劣的气候条件外，还必须适合各种岩石条件。

他表示：“该地区北部的岩石较硬，中部的岩石较软，但在中间夹层处，即在南部靠近阿尔泰山脉山麓的地方，岩石又要硬得多，而且紧邻矿床。所以，这里的钻孔设备必须满足几个要求，比如能在潮湿的岩石条件下作业，适

应各种气候条件。只有这样，人和设备才不会停步不前，当然还必须确保高生产率。”

Altayvzryvservis 的生产副总监 Alexey Gorlov 表示，生产率和可靠性是选择理想钻机的两大重要标准。在考虑了多个供应商的产品后，Altayvzryvservis 最终选择了山特维克 D50KS 钻机。

Gorlov 说道：“几十年来，山特维克一直都是露天钻孔领域的领军者之一。这是对我们的采购决定产生影响的一个主要因素。”

山特维克 D50KS 是 Altayvzryvservis 公司大多数操作人员使用的一款新型钻机。

钻机投入使用时，Altayvzryvservis 只有一组熟悉这种钻机的操作人员，另外两组人员必须从零开始接受培训。

Martynushkin 表示：“当然，我们也有过一段适应期。虽然我们的工作人员高度合格，但大多数操作员以往使用的都是其他类型的钻机。

我们必须尝试不同的设置，以最终确定最佳的参数组合，但生产率一直在提高。此时此

NOVOKAZANSKOYE 煤炭矿区

位置：俄罗斯 Kemerovo Oblast 的 Erunakovsky 地区

发现时间：1973年

总面积：19.66平方公里

许可证持有者：Resurs

承包商：Altayvzryvservis

Sergei Zapara 是山特维克在西伯利亚西部地区的维护负责人。



刻，我们对完成自己的月度计划很有信心，当时设定的月度钻孔目标是27,000到30,000进米，我们知道这款设备将能达成这个目标。”

帮助 Altayvzryvservis 实现出色绩效的一个关键因素是与山特维克的密切合作。

Martynushkin 表示：“我们一直与山特维克密切合作，致力于提高设备的性能参数，不断做出改进。”

山特维克西伯利亚西部地区维护负责人 Sergei Zapara 表示，Altayvzryvservis 的3台山特维克 D50KS 钻机的平均可用率在91%到93%之间。

他表示：“我们为这类设备储存了大量的备件，以确保实现足够高的可用率，并对任何潜在的紧急情况做出最快的反应。

该地区的矿脉位于不同类型的岩石下，所以钻孔操作更加复杂。但我们的设备对这些情况的适应力很强，很容易选择合适的钻具。”

经过三年多的运行后，事实证明

ALTAYVZRYVSERVIS (承包商)

成立时间：2018年

作业领域：钻孔和爆破服务

董事长：Alexander Leonov

员工人数：100+

作业区域：俄罗斯 Kemerovo Oblast

山特维克设备：三台山特维克 D50KS 爆破孔钻机

Altayvzryvservis 采购的第一台山特维克设备是一个明智可靠的选择，它能够在恶劣的气候条件下长时间运行，并保持高生产率。

Gorlov 表示，“在三年的使用过程中，我们的钻机没有出现任何问题。”

操作员 Sergey Devyanin 是驾驶首台山特维克 D50KS 的第一批操作员之一。

他表示：“我过去曾操作过各种各样的设

备，和其他设备相比，这款设备的性能出众。山特维克 D50KS 爆破孔钻机有很多优点，是一台非常强大的设备。”

随着生产率不断提高，山特维克 D50KS 钻机在 Altayvzryvservis 的所有作业区均创造了多项性能纪录。

Gorlovo 回忆道：“2019年，山特维克 D50KS 钻机一个月内能够钻进33,000米。2020年，达到了35,000米，我们亲眼见证了生产率的逐年提高。”

他补充说，山特维克钻机的生产率预计将继续提高，有望创下新的性能纪录。

Gorlovo 表示：“这是我们为全体作业人员设定的目标。”

与此同时，Altayvzryvservis 已制定了在未来几年提高钻孔能力的计划。

Leonov 坦言：“我们肯定会需要更多的钻孔设备。基于与山特维克的合作经历，我们将密切关注他们所能提供的产品和服务。”■

西伯利亚冬天的气温低至零下40摄氏度，
人员和设备都面临着恶劣的工作条件。

**在生产率、可靠性和质量
方面均是不二之选。**



Q&A

采矿黑匣子

Newtrax Technologies 首席执行官 Alexandre Cervinka 表示，数据和透明度将有助于实现“更安全、更先进、更高效”的采矿。这位魁北克人接受了《Solid Ground》采访，畅谈 Newtrax 的“采矿黑匣子”。

问：能简要介绍一下 Newtrax 的业务吗？

答：Newtrax 在过去 10 年中一直在开发各种物联网设备，用于监测地下硬岩矿山的人员、设备和环境。您知道监控飞机所有情况的黑匣子吧？我们研发出了能与所有原始设备制造商所提供设备相兼容的采矿业唯一的“黑匣子”。

问：这些设备如何使地下开采更安全、更高效？

答：透明度。井下作业人员无法获得帮助他们做出最佳决策所需的信息。有鉴于此，我们建立了一套系统来监测所有相关数据，并将信息提供给工人和管理人员，帮助他们获得决策所需的洞见。这套系统的各类组成设备可供人员和机器使用，用于监测地面、空气和水位。这些设备可以监测采矿过程，将各个环节可视化，实现全程透明。

问：Newtrax 的业务最初与采矿并无关系，Newtrax 是什么时候涉足采矿行业的？为什么做出这个决定？

答：我的专业是电气工程。20 年前，我和几个朋友从蒙特利尔的麦吉尔大学 (McGill

University) 毕业。当时我们尝试启动了多个创业项目，研发无线传感器设备来监控各种各样的物品。那时，我们涉猎各个不同领域。在开展其中一个项目的过程中，我们遇到了一位教授，他的博士生希望将无线技术应用于魁北克的地下硬岩矿和 Val-d'Or 的一个实验矿。我们从那时候开始合作，后来顺理成章地在 2008 年决定完全专注于采矿业。

问：为什么最好是直接获取数据，而不是在轮班时再获取数据？

答：疏散通知和管理是说明实时连接和监控重要性的一个很好的例子。如果井下发生火灾，井下人员需要尽快收到疏散通知。矿井以往会通过恶臭气体进行警告，如果矿井火灾发生处有灯，就会通过灯光闪烁进行警告。但采用这种方式，警告信号需要 20-40 分钟的时间才能到达所有区域。维护工作中也会涉及警报信号的应用，比如胎压过低，要尽快采取行动，否则轮胎会报废。在生产方面也有一些应用情景，比如爆破后重新进入，这时需要提前知道不同区域的气体水平。

ALEXANDRE CERVINKA

年龄：41 岁

居住地：加拿大蒙特利尔

职位：首席执行官

家人：妻子 Valerie 和两个儿子，Jacob 和 Zac



问：为什么地下采矿在采用自动化和数字化方面落后于一些行业？

答：原因是多方面的，但首要原因是GPS的可用性。GPS是一种基于卫星的系统，但在地下无法使用。所有依赖于地面GPS的解决方案在地下都行不通。然后是通讯方面的问题。在电信行业中最典型的问题是：将核心网络接入每个家庭的最后一段花费最高，操作也最复杂，这又被称为“最后一英里”。在地下，由于采矿过程的固有特点，每周都会新出现这样的“最后一英里”。最后，矿区往往使用了多家OEM提供的不同设备，在数据方面，整个行业也没有一个非常开放的架构。这也是我们的“黑匣子”所做的事情之一——通过黑匣子，基本上会强制让所有数据都开放。

我们建立了一套系统来监测所有相关数据。

问：现代地下采矿面临的最大难题是什么？你们的解决方案如何帮助解决这些难题？

答：为了吸引新生力量加入地下采矿行业，我们努力提升井下环境的安全程度。没有人愿意在危险的环境中工作。对于年轻一代来说，如果他们的工作中无法使用日常生活中惯用的数字工具，这也会打消他们的工作积极性。因此，我们提供他们所期望的工具，帮助他们有效、安全地完成工作。■

突破极限

顶锤XL 凿岩系统将顶锤钻孔的作业尺寸范围扩大到了178毫米(7英寸)，使顶锤凿岩技术能够在更大的钻孔尺寸范围内替代潜孔(DTH) 凿岩技术。▶

文：TURKKA KULMALA 图：山特维克



为达到最佳钻进效果，对钻机平台、凿岩机和凿岩钻具进行了重新研究和重新设计。



RD1840C

LT90

PANTERA™ DP1600i

技术规格

PANTERA DP1600i

钻孔直径: 140–178毫米(5.5–7英寸)

凿岩机: RD1840C

凿岩钻具: LT90

发动机功率: 287 kW/1800 rpm

风量: 每分钟14 m³(490 cfm)

驾驶室: 优异的人机工程学设计, 配备空调, ROPS/FOPS

升级现有平台是一个自然而然的选择。

今年年初，山特维克矿山和岩石技术推出了一款新型顶锤钻机——Pantera DP1600i。这款钻机是Pantera DPi大型液压履带式钻机系列的新成员。这个系列的钻机钻进速率高，具备高级自动化功能，有助于实现数字化机队管理和钻孔性能优化，然而该系列其它钻机的钻孔尺寸已达到了152毫米(6英寸)的极限。

Pantera DP1600i设计工程师的初衷是在钻机的三个主要组成部分——底盘、凿岩机和凿岩钻具之间实现精确平衡，以便钻出140至178毫米(5.5-7英寸)的大孔径。

钻机底盘解决方案的核心是技术成熟可靠的Pantera DPi系列平台。工程师对液压系统的关键部件进行了升级改造，重新设计了大臂梁结构，以承载更强劲的凿岩机。在不增加钻机

占地面积的情况下，改进后的设备钻孔能力得到提高，钻孔直径更大。

山特维克矿山和岩石技术的露天钻孔产品经理Jarno Viitaniemi解释道，“自2008年以来，Pantera DPi系列钻机在顶锤钻孔方面一直拥有出色的表现，因此，升级现有平台是一个自然而然的选择。”

新型RD1840C凿岩机采用更长、更重的凿岩机活塞，无需增加凿岩机尺寸，即可增加凿岩机冲击能量。活塞的几何形状、长度和重量，已针对凿岩钻具和凿岩对象进行了优化，优化后的最佳钻孔尺寸达165毫米，可产生更有效、更长的冲击波形，进一步改善钻孔动力学特性。

山特维克矿山和岩石技术凿岩机产品线经

理Jukka Siltanen表示，“关于顶锤XL系统理念的一大关键优势在于，已对钻孔系统的三个主要组成部分——钻机平台、凿岩机和凿岩钻具进行了全面研究、全新设计和相互优化。整体作业效果非常出色。”

RD1840C可选配山特维克RockPulse钻具压力监测系统，为钻孔操作人员提供了钻头响应、钻具载荷和推进力水平这三个关键钻孔参数的实时测量数据。系统可实时测量每次活塞冲击所产生的应力波，帮助操作人员避免岩石接触不良、拉应力过大、推进力过大或不足等情况。

新的山特维克TL90系列产品是为顶锤XL凿岩概念优化的钻具系统。开发这些凿岩钻具所面临的挑战主要在于：新型RD1840C凿岩机会产生更长、更强的冲击波。更具体地说，如何以一种可控的方式，在最大限度减少能量损失的情况下将冲击波传递到孔底，从而尽可能地提高钻进速率。

山特维克矿山和岩石技术的露天凿岩钻具产品经理Fredrik Björk说道：“整个系统中会产生更大的能量。如果这些能量不用来破碎岩石，就会破坏钻具链和螺纹。能量会转化成热量。”

这一问题主要通过改善钻孔动力学特性而得到解决，但需要仔细平衡几个潜在的冲突参数。其中一项挑战是，钻具链必须具备一定的刚度，以确保钻出直孔，但刚度不可过大，以

为顶锤XL系统开发了一套新的凿岩钻具。





RD1840C 凿岩机已经过数千小时的实验室测试，钻机在严苛岩石条件下的钻米数已超过10万米。

结果表明，与潜孔凿岩方式相比，这款钻机的油耗减少了50%，总钻孔成本降低了25%，生产率提高了15%*。此外，与其他同类产品和技术相比，新型凿岩钻具的钻头使用寿命更长。在典型采矿条件下，油耗减少50%相当于107辆普通家用轿车的年耗油量。在高海拔地区的矿业应用也具有上述优势。油耗降低50%，也能显著减少二氧化碳排放。

山特维克是首家推出这种创新的顶锤钻孔技术的原始设备制造商，这种技术在钻大孔径时更具成本效益。顶锤XL系统将顶锤钻孔尺寸的范围扩大到了178毫米(7英寸)，使本身就更节能高效的顶锤技术能在更大的尺寸范围内替代潜孔凿岩技术。

*根据特定控制条件下的实地测试结果。

防凿岩钻具在弯曲状态下断裂。在实际应用中，限制刚度意味着要避免钻杆直径过大，因为钻杆直径过大会导致螺纹接头在弯曲时产生更高的应力。

在钻杆螺纹方面，平衡的关键是让螺纹尽可能更细，同时具有足够的强度，以优化钻具链的耦接特性。这种设计的实际好处是钻杆和钻头更易于接卸。

过硬的钻具钢往往容易脆断，因此耐磨性与硬度两者之间的平衡也非常重要。山特维克瑞典总部开发的合适的钢牌号和热处理技术为此助一臂之力。

RD1840C 凿岩机经过了数千小时的实验室测试，钻机在严苛的岩石条件下的钻米数已超过

10万米。自2019年1月在欧洲北部进行了实地测试，检验顶锤XL系统解决方案能否经受亚北极地区的极端环境条件：冬季气候寒冷，最低温度接近零下40°C；夏季，天气炎热，最高气温可达30°C。事实证明，钻机和凿岩钻具能够从容应对这些严苛的测试。

顶锤XL系统的优势

- 顶锤钻孔技术作为潜孔凿岩技术的替代选择，钻孔直径可达178毫米(7英寸)
- 出色的燃料经济性，大幅减少二氧化碳排放
- 显著降低钻孔总成本
- 生产效率更高
- 先进的随钻测量(MWD)和自动化选项

树立地下采矿新标杆

LKAB与业内四家合作伙伴携手合作，致力于为地下采矿树立新标准，为此必须向地下更深处挖掘。

文：JIMMY HÅKANSSON 图：ADAM LACH、FREDRIC ALM

LKAB旗下位于瑞典北部基律纳的地下铁矿是全球最大的铁矿山之一。然而，经过多年开采后，地表以下1,365米的主要矿层资源正在枯竭。若要满足日益增长的市场需求，除了向更深处开采，别无他法。

在2030年前，LKAB必须做好深入挖掘的准备。但这家瑞典公司的目标并未止步于此，LKAB还希望树立零碳排放地下开采的新标准。

LKAB基律纳Konsuln试验矿负责人Michael Lowther表示，“这个项目启动时，我正处于职业转型期。”

当时Lowther从事矿业已有35年之久，正在寻求新的职业挑战，恰逢LKAB牵头的可持续地下采矿项目启动，他觉得自己不能错过这个机会。

“这个项目的理念非常棒。”Lowther说道：“我们正在探索一种更具可持续性的工作方式，从而实现气候保护目标，保障人类社会的长久未来。在我看来，这是采矿业必须迈出的步伐，是未来发展大势所趋。”

LKAB基律纳
矿负责人 Nils
Stenberg



LKAB、山特维克、ABB、安百拓和Combitech于2018年共同启动这一大型项目，以从根本上改变地下采矿作业。

LKAB基律纳矿负责人Nils Stenberg表示，“我们认为，零碳排放、数字化和自动化是未来大势所趋。但是，凭一己之力无法实现这一目标，我们必须与其他优秀的供应商、运营商联合起来，携手共进。”

该项目有四个主要目标。第一是零伤害，确保所有人员都享有更安全的工作场所。第二是确保采矿系统不再产生二氧化碳。第三是将生产效率提高50%。

“第三个目标实现难度最大，因为我们要向更深处挖掘。”Lowther指出，“一般来讲，

我们正在探索一种更具可持续性的工作方式，从而实现气候保护目标。

项目时间表

2018

LKAB与ABB、安百拓、Combitech和沃尔沃集团共同发起项目。

2018-2022

在Konsuln试验矿进行了技术和采矿方法的初步试验。

2020

沃尔沃集团退出项目，山特维克加入。

2022-2033

为未来深度水平上的开采和工业规模化生产做好准备。

2030

为可持续地下开采树立新的行业标准。

LKAB在瑞典北部基律纳的铁矿是全球最大的地下铁矿山之一。矿山必须扩大生产规模，以满足日益增长的市场需求。

对于LKAB旗下基律纳
Konsuln 试验矿的负责人
Michael Lowther而言，
可持续地下采矿项目是一个
不容错过的机会。



这个项目的理念非常棒。

挖掘越深，成本越高，生产效率越低。”

Stenberg表示赞同：“目前我们的开采作业深入地下1,365米。我们还需要再往下挖700米。”

第四个目标是为更深处的可持续地下开采作业树立新标准。

为了实现以上远大目标，LKAB及其合作伙伴正在利用Konsuln试验矿来试验新技术。电动化、数字化和自动化自然是重要的技术组成部分。此外还在Konsuln试验矿的虚拟模型中对新技术进行试验。

“借助虚拟矿井，我们可以在投资重金进行实际部署之前，先对系统进行模拟。”Lowther

说：“这种方式很有效。例如在遇到紧急情况时，需要了解所有人员的位置并找到最佳撤离路线；当发生管道破裂或轮胎漏气等，影响了生产计划，或者多个计划好的工作场所无法使用，在这种情况下，就可以在实验室中进行三到四次模拟，看看下一步该怎么做。”

这听起来可能有点超前，但Lowther解释说，对于一家数字化程度越来越高的企业来说，这是顺理成章的发展方向。

“所有这一切有赖于技术的应用。借助技术，能够时刻与井下人员保持联系，明确其所处位置。”他说道：“回想20年前，我们甚至无法知道卡车在过去几天都停在哪里。”

鉴于该项目的规模和目标，时间成为了重要的因素。到2030年，所开发的技术必须完全就绪，随时准备投入使用。

“我们目前的开采深度只能维持到2035年或2040年，因此我们将2030年设为最后期限。”Stenberg说：“届时，我们将从地下1,365米处继续向下开采，我们现在开发的新技术到那时必须就绪。”

尽管目标明确，但这个过程中仍存在不确定性。疫情的爆发打乱了原本的计划，Konsuln试验矿不得不延后初期测试。然而，真正的挑战在于如何实现前所未有的合作。

“大公司不习惯于将其技术能力悉数公开。”Lowther表示，“我们正在尝试做一些不同的事情，让大家换一种方式思考，这也是一项挑战。”

Stenberg补充道：“要实现这个项目的目标，我们不可能在现有的产品目录中找到解决方案。我们必须齐心协力，全力以赴。”

2020年11月，LKAB提出了一个历史性的转型计划。公司提出的新战略旨在到2045年实现自身工艺和产品的净零碳排放，并确保一直到2060年及以后不断扩大采矿作业。此次转型有三个重点方向，其中之一是构建新的采矿行业标准，提高采矿作业的自动化和数字化水平。

此外，公司将从生产球团矿逐步转变为使用绿色氢生产直接还原铁（即海绵铁）。第三个重点是从矿山废物中提取关键矿物。

这是LKAB 130年历史上力度最大的变革，也可能成为瑞典有史以来最大规模的工业投资。

Stenberg坦言，“能成为这个项目的一员，真正造福子孙后代，我感到无比自豪。”■

强强联合

LKAB、山特维克、ABB、安百拓和Combitech携手推进项目实施。沃尔沃集团在2018年项目启动时参与了该项目，两年后退出。此次合作的愿景是通过携手合作，在自动化、数字化、电动化和可持续发展等领域取得新的突破，确保地下采矿业拥有更可持续的未来。

专家问答

犹他大学采矿工程助理教授 William Pratt Rogers 坚信，自动化将继续重塑采矿业，但可能是以一种出乎人们意料的方式。

WILLIAM PRATT ROGERS

是《采矿业自动化：技术、系统、人为因素和政治风险综述》一文的作者之一。他与《Solid Ground》分享了他的一些见解。



问：您在文中提到了将自动化水平分为1-10级，能否具体解释一下？

答：我们试图说明的关键一点是，自动化不是“非有即无”二元对立的，而是存在一个相对宽泛的分级。理解这一点尤为关键，因为许多大公司做出决策和执行自动化策略所基于的依据并不正确。在应用自动化技术方面，存在“量变”，也存在“质变”。目前世界各地的矿业公司，无论规模大小，都在努力适应日益加快的技术变革步伐。每一家矿业公司都亟需制定一个能与其资金状况和系统需求相匹配的自动化策略。因此，对自动化水平有更准确的理解将有助于矿业公司更好地执行技术和数字战略。

问：自动化将为采矿作业带来什么影响？

答：自动化为重新思考规模经济的重要性提供了机会——换言之，规模越大的企业，产量就越大。目前在某些地区，为了追求规模经济，而低估了精确采矿工程的重要性。然而，采用自动化系统，我们将需要更精确的变量设计和工程，这也可能带来更可预测的矿产经济

性。我很想知道自动化技术将如何改变设备的尺寸。有些技术专家的看法是，未来自动化设备的尺寸会减小，而采矿车队的规模会扩大。

问：对自动化开采最大的误解是什么？

答：“非有即无”的二维思维，即矿井的自动化水平要么100%，要么0。矿业公司频繁用到自动化设备，未来自动化技术的应用将是一个逐步增加的过程。另外，对于自动化会给就业带来何种影响也存在误解。可以肯定的一点是，

自动化会影响和改变采矿业就业情况，但程度不见得如许多人预期的那样。智能计算的前提是人类的智能输入。因此下一步的方向，应该是培养一批新一代的采矿技术专家。我们需要重新培训现有人员，吸引顶尖人才加入采矿工程项目，招聘计算机科学和系统工程领域的专业人员加入。

问：因此，自动化不会完全取代采矿行业的人员？

答：我认为完全实现自动化采矿还有很长一段路要走。在大多数情况下，矿山仍会使用人工操作和自动化机器结合的作业模式。我经常听到一些高管说：“我们需要自动化来降低对人员的依赖。”我不支持这种看法，因为它预设了一个前提：我们可以不依靠人员就能实现自动化。但我认为这是无法做到的。

问：自动化技术如何提高地下采矿作业的安全性？

答：只要使人员远离高动能或高势能的地区，就能提升安全性。矿山安全和人员健康水平的提高在很大程度上可归功于此。减少人员在井下工作的时间，也可以缓解与地下排放和颗粒物有关的长期健康问题。随着我们继续向深处开采，矿井会变得越来越热，通风也会越来越困难。美国亚利桑那州的Resolution Copper项目就是一个例子。在地下深处的高温环境中开采，自动化就成为成功的关键。我无法想象人类如何在高温矿井中工作，因此我希望将来技术能够实现矿井的完全自动化。■

智能计算的前提是人类的智能输入。

蓄势待发

新推出的山特维克LH518B铲运机既具备纯电池车辆减少热量产生、减少通风需求的好处，同时拥有媲美传统柴油动力设备的卓越操作灵活性，总拥有成本也和柴油设备相差无几。

文：TURKKA KULMALA 图：山特维克



山特维克ARTISAN业务单元的董事总经理Mike Kasaba表示：“我们的系统实际应用效果良好。我们拥有十年的井下作业设备生产经验，是业内经验最丰富的电动设备开发团队之一。另外，山特维克制造全球性的产品并为其提供支持的能力使我们如虎添翼，地下采矿的未来已经到来。”

Mike对未来的信心绝非空中楼阁。长期以来，山特维克凭借其成熟的产品线，以及与矿业客户长达数十年的良好合作，一直是电动铲运机市场的领导者之一。山特维克深知矿主和承包商在更新车队时需要什么。这一经验与Artisan对采矿业的新洞见相得益彰。在山特维克收购Artisan大约两年后，原来的独立创新中心展示出联合研发的第一项成果：山特维克

LH518B电池铲运机。这款铲运机在使用先进电动技术的同时，融合了山特维克现有车队中的设计元素，包括成熟的通用解决方案，如铲斗和工作臂设计以及铲运机驾驶室。

山特维克新成立的电动设备专家团队提炼总结了其工程设计思维，提出“首要原则设计理念”及其三大核心要素——可靠性、系统冗余性和作业周期优化，这三大核心要素与山特维克现有的铲运机设计理念无缝对接。

这一理念在实践中意味着什么？第一代电池设备只是将柴油发动机替换为电机和电池，变速器、变矩器和驱动液压系统的辅助动力输出装置(PTO)均保持不变。第二代电池设备取消了变矩器，同时用单独的电机取代了辅助动力输

出装置。虽然这些早期的电动铲运机设计确实提高了效率，但仍然受到铲运机的机械设计以及机械传动系统的限制。

山特维克LH518B是新推出的第三代电池铲运机。整个设备的设计彻底革新，打破了最初机械设计的限制。以电池系统和电力传动系统为中心的全新整体设计，取代了柴油动力铲运机的传统解决方案，实现了一种完全不同的传动系统结构。这样的设计自由带来了新的解决方案，例如，使用小一些的车轮以扩大操作人员的视野，采用可拆卸的后车架以简化和加快电池更换。

在日常采矿作业方面，第三代电池铲运机的设计理念也带来了意义重大的实用益处。相对其尺寸和重量而言，山特维克LH518B的



客户通常会认为这种新技术的成本更高昂，但事实并非如此。



技术规格

山特维克LH518B

载重：18吨

巷道尺寸：4.5米

牵引力：450千牛顿

爬坡能力：在20%坡度、满载条件下，速度达到每小时12公里

最大速度：每小时30公里

连续输出功率：560 kW (750 hp)

最大功率输出：660 kW (885 hp)

山特维克LH518B是第三代电池铲运机。该设备采用全新设计，突破了老式机械铲运机的局限性。

实际有效载荷更高，可以说是迄今为止最强劲的载重18吨的铲运机之一。它配有一个为4.5米巷道而设计的载重18吨的铲斗，其传动系统可提供450千牛顿的牵引力，机器的尺寸与14吨铲运机的外罩尺寸相兼容。

对于矿主或承包商而言，这实际上意味着“小机器，大能耐”。例如，铲斗满载时能够以12公里/小时的速度沿20%坡度行驶。最高时速可达30公里，这是展示山特维克LH518B能力的另一个例子。

山特维克LH518B是业内“能源补充”速度最快的设备之一，这归功于已获专利的换电系统和集成在电池组中的稳定系统。

充电站无需配备任何重型基础设施，也不

需要起重机等额外配置。充电站由三个紧凑型立方体组成，与矿井中已有的公共电力基础设施相连，可根据采矿作业的进度轻松移动和重新部署。

电池更换也很简单，只需在铲运机行驶路

线上的旧巷道或岔道中部署充电站。铲运机行驶至充电站后，操作人员只需将耗尽的电池取下，安上一个充满电的电池即可。此外，由于机载电池采用自动化连接，因此在电池更换期间，操作人员无需离开驾驶室即可完成。

矿主和承包商选用山特维克LH518B时，无需考虑现有车队设备的组成情况，实现了真正的选择自由。根据作业需要，山特维克LH518B可以替代柴油动力和电缆供电铲运机，同时又可以轻松地与仍需使用的旧系统共存。在所有情况下，只需对铲运作业稍加改动即可。

电池铲运机的总拥有成本是一个广泛关注的问题，尤其是现有矿场必须采用新型电池供电设备时。

山特维克Artisan业务单元的技术副总裁Brian Huff表示，“客户通常认为这种新技术的成本会更高昂，但事实并非如此。电池是现有车型新增的成本组成部分，看似会增加产品系列的总成本。但实际上，电池的使用抵消了柴油的昂贵成本。此外，由于铲运机上没有发动机、变速器或变矩器，在使用中期无需进行翻新，不需要翻新变速器或频繁更换冷却器。”

如果将这些因素都考虑在内，实际总拥有成本不会超过一台标准的柴油动力铲运机。再者，随着电池铲运机技术的普及和产量的提高，成本还有可能进一步降低。此外，电池铲运机产生的热量减少，可以降低矿井通风费用，这也是一项重要的优势。■

山特维克LH518B的优势

生产效率：载重18吨，与载重14吨的铲运机的外罩尺寸相兼容

自动更换：无需人工操作，快速轻松地实现电池更换

灵活性：根据需求的变化，对矿山基础设施改动很少

敏捷性：很少需要调整铲运作业

零排放：无柴油发动机，零排放

总拥有成本：与柴油设备相近

山特维克LH518B电池铲运机的问世得益于山特维克独特的经验以及Artisan对采矿业的新洞见。



远程采矿的曙光

远程采矿作业通常依赖柴油发电机组提供能源，但这种设计有几个缺点：高昂的燃料运输成本造成发电成本高，而且碳排放造成的环境影响不容忽视。

很显然，太阳能或风能等可再生能源可以作为替代能源。其中一种解决方案是采用混合动力（通常是柴油发电机组和可再生能源系统的组合，包含或者不包含储能装置）。未通电的矿山优先使用太阳能或风能，当电力

供应中断时，也可以改用柴油。如果矿山不愿或无法进行长期供电，也可以通过便携式太阳能和风能微电网的形式获取混合动力。

如果矿山希望保证长期供电，那么使用太阳能可显著降低矿山整个寿命周期内的运营成本，并减少环境影响。现在只需通过签订电力购买协议，无需预先投资就可以安装太阳能电池板。该系统由供应商负责安装，采矿企业只需专注于自己的核心业务即可，然

后在协议期限内按实际使用的电量支付费用。合同期结束时，采矿企业可选择购买该系统。

太阳能为能源密集型的采矿业带来了诸多益处。由于采用模块化设计，太阳能电池板可随着矿山扩建而移动。太阳能是大自然赐予的可再生能源，而且发电过程中不产生碳排放。业内专家预计在不久的将来，以上原因会让更多偏远矿山大量使用太阳能。■







山特维克DL422iE 智能化的纯电动台车

山特维克DL422iE是一款全自动、电池驱动的顶锤式深孔台车。这款台车采用电动传动系统，在行驶和连续自动化钻孔作业过程中零排放，为井下团队提供更安全、高效的工作环境。

改变的力量：
ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK

