

自动化刨煤机系统





高水平的自动化

自 1941 年起，我们一直致力于设计和制造长壁刨煤机，到目前为止已取得了很大的进步。自 1990 年以来取得的技术进展使刨煤机开采再一次成为 1.8 m (71") 以下煤层的首选长壁开采方法。Cat® 刨煤机提供了其他制造商无法实现的世界领先的功能。在薄及中厚煤层开采中，其生产成本远远低于采煤机的生产成本。Cat® 刨煤机所具有的高可靠性、高效率以及无需切割顶底板的能力使其成为在薄及中厚煤层中进行长壁开采的理想选择。

多硬的煤都能采

以前刨煤机在长壁开采中的应用受到所采煤的硬度的限制。有了 Cat 刨煤机，这种情况将一去不复返了。在驱动装置、控制系统和传动系统方面的改进——更大功率的电机、更加坚固的刨链、更高的刨速和由支架提供的更大的推溜力、对刨深的精确控制和改进设计的刨刀

——所有这些使得 Cat 刨煤机可以用在任何硬度的煤层，在薄及中厚煤层中可提供比其他长壁开采方法更高的效率。除此之外，Cat 刨煤机可以提供比任何其他制造商更高的装机功率——GH1600 的装机功率可高达 1600 kW (2160 hp)。

定量刨煤意味着 Cat 刨煤机可刨削精确设定的深度，而不用考虑煤的硬度、煤层结构和断层。在老式刨煤机系统中，刨深通常是通过调整支架推移缸的压力来控制的，其结果是时而进行“虚假刨削”（由于摩擦力过大而无法推进工作面运输机，因此实际上不会刨削煤层），时而超过既定的刨削深度引起过载卡刨，因此导致刨削深浅不一。



GH800 刨煤机系统

水平控制是由液压调斜缸提供的，能够准确控制刨煤角度，避免煤层地质需要之外的刨头飘刀或啃底。我们可提供整套全自动化或半自动化的刨煤机系统。我们不断发展 Cat 刨煤机，以满足客户的特殊需求。

工作原理

刨煤机的工作原理简单易懂：配有合理分布的刨刀的铸钢刨头由无极刨链沿工作面输送机从工作面一端牵引至另一端，刨链由位于工作面两端的驱动部带动。刨头通过后，按照电子程序预先设定的增量向煤壁推移工作面输送机来控制刨深。刨头高度可在一定范围内容易地进行任意调整以确保只在煤层中刨削。当调整幅度较大时，也可通过增减刨刀块的方式进行。两种方式均可从采空区侧容易快速地进行。

刨头由机械部件组成，所有易磨件的更换均可在井下进行。支架可根据工作面地质条件采用最佳方式布置，在正常情况下跟随刨头自动拉架。工作面内本身无需操作人员。可通过设在井下（如运顺）或地面的中央控制室进行操作。因此操作人员可以避免恶劣的工作环境，在没有灰尘和污物的安全距离外工作。水平调斜系统用来控制水平调斜。通常采用手动方式，也可采用Cat的PMC-R电液控制系统控制。

系统选型

与使用采煤机相比，使用刨煤机的工作面的生产率近年来不断得到提高，使其成为薄及中厚煤层的可靠高产的长壁开采系统。

对于平均厚度 1.8 m (71") 以下的煤层，刨煤机系统已成为当今长壁开采的首选系统。具有较高装机功率的 GH1600 刨煤机系统的采高可达 2.3 m (91")。为此，必须加装平衡桥，这只适用于开采坚硬煤层。



刨煤机水平控制



GH1600 滑行刨煤机在硬煤中作业

平均煤层高度	< 1.8 m (< 71")	1.8 – 2.3 m (71 – 91")	> 2.3 m (> 91")
首选采矿方法	刨煤机	根据地质条件或其他条件选择刨煤机或采煤机	采煤机

对于 1.8 至 2.3 m (71 至 91") 的煤层，采用刨煤机还是采煤机主要取决于地质条件。但对于上述范围中的任一厚度煤层的开采，刨煤机的生产效率要远高于采煤机。

Cat 刨煤机的特点

水平控制

有效的刨头水平控制对适应煤层的起伏变化是非常必要的。可使刨头沿着煤层刨削，减少顶底板刨削量，进而降低洗选费用，减少刨刀的消耗，降低功率消耗，尽可能回收煤炭资源。Caterpillar 已经研发出水平调斜控制系统，由安设在工作面输送机采空区侧和支架推移杆之间的调斜千斤顶进行水平调斜。调斜千斤顶伸出则刨头啃底。调斜千斤顶缩回则刨头飘刀。调斜油缸可手动控制，也可通过结合使用 Cat PMC-R 电液控制系统和倾斜仪传感器进行自动控制。分段锚固系统由安装在工作面输送机和支架（对于缓倾斜煤层仅在工作面端头安装）之间的千斤顶组成，可以防止工作面输送机的上串下滑，有助于刨链保持适当的张力。

优点

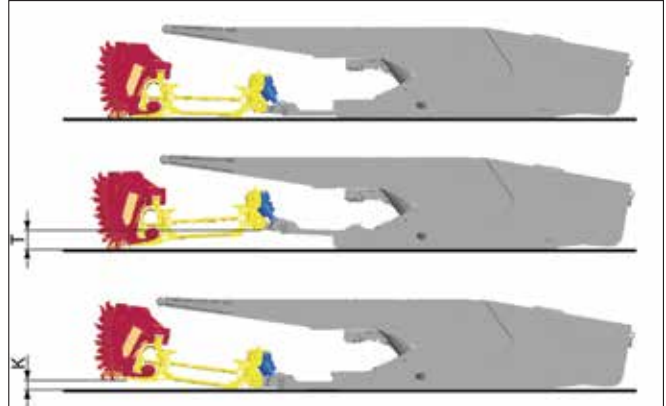
- 与采煤机相比，刨煤机每次进刀量小。这样即便在遇到严重的煤层起伏变化时水平控制系统可以在垂直方向上调整刨头，使其保持在煤层中。采煤机的截深较大，与工作面输送机的位置相对固定，因而在垂直方向上只能缓慢调整。因此，在底板极度起伏不平的条件下，采煤机采出的原煤含有更多的矸石。
- 由于刨头高度调整的便利性，使得刨煤机可以平稳地穿越断层和起伏带，且在这个过程中仅仅少量地刨削没有开采价值的围岩。
- 可最大程度地提高煤炭产量，降低洗选成本。

负载均衡分配

变频驱动 (VFD) 的转速可在额定转速的 0-120% 区间内变化，同时可在很宽的转速区间内保持恒定的扭矩。通过对电机功率持续监控，可以实现在各个驱动之间均匀分布负载。

优点

- 充分利用可用功率
- 防止电机过热而造成停机
- 优化驱动扭矩，降低电机电流。
- 出色的功率因数 (~1)

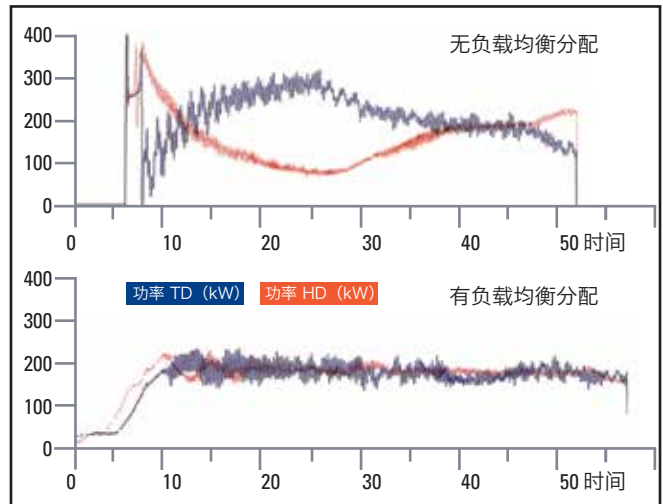


用水平调斜系统进行刨煤机水平控制



水平控制装置

驱动系统负载均衡分配



TD = 机尾驱动部 HD = 机头驱动部

过载保护

对于安装功率高运行速度快的刨煤机系统，有效的过载保护必不可少。Cat 行星 UEL 过载保护系统配备集成式多片离合器。作用在离合器的压力可以设定，使离合器在减速器输出扭矩远低于使链条达到破断强度的值时打滑。如果感应到“离合器打滑”，减速器输出扭矩将立即减小，同时刨煤机电机停机，以免损坏刨链。也可以采用久负盛名的 CST 驱动系统作为更好的过载保护系统。

优点

- 消除所有来自传动部件的冲击载荷
- 最大程度地减少刨链故障，并最大程度地延长组件寿命
- 允许快速重新启动系统

减振器

Caterpillar 已经开发出一种新型减振器，可对刨煤机和刨链提供进一步保护。在刨头拉架加入一个弹性联接器，内含弹性装置，可减轻作用于刨链的最大冲击力。这将使刨煤机运行平稳，最大程度地降低刨链、链连接头和传动装置的负载，因而延长了有效使用寿命。只有滑行刨煤机（GH 刨煤机）配备减震器。

优点

- 减少刨煤机、传动装置和刨链的磨损
- 刨煤机运行平稳，可延长整个系统的使用寿命

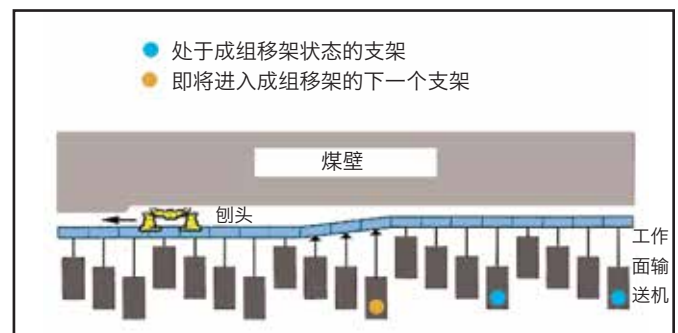
定量刨煤

远程控制、刨深可调和保持工作面平直是对高性能刨煤机的主要要求。这些要求都可以通过 Cat 定量刨煤系统和全自动刨煤机长壁开采系统实现。使用传统刨煤机时，煤的硬度的变化会使刨深发生变化，经常会导致工作面输送机及后续运输设备过载或卡刨。定量刨煤则可保持刨深不变，使其不受煤层硬度或夹矸的影响，从而避免了这些问题。在端头可采用双切进刀或双倍进刀的方式来保持工作面平直。

在顶板较好时，支架端面距大小并非至关重要，支架可以采用锯齿形布置：当刨头过后只有每第 4 架或第 5 架依次“降架 - 拉架 - 升架”。这会大大降低拉架时所需的泵站流量，无需停止刨煤等待拉架。顶板破碎时，可通过程序设定减小拉架步距，降低端面距，进行有效支护。同时为了保证对顶板的有效支护，PMC-R 电液控制系统监控支架立柱的压力，防止两个相邻支架同时降架。



用于减少磨损的减震器



定量刨煤方法的原理

优点

- 远程操控可实现最高等级的安全，在薄煤层中使用可有最大的生产率。
- 工作面输送机/刨煤机系统和支架可精确地按照实际需要布置（工作面输送机推移水平弯曲段情况、顶板条件、断层情况等）。
- 系统可对“过推”或“欠推”进行自我修正，无论条件如何都可使工作面保持平直。
- 在工作面的不同区段都尽可能采用最大的刨深，充分利用装机功率。
- 采用 Cat 自动化刨煤系统，可以充分拓展薄煤层资源的开采，实现更高的回采率。
- 更重要的是通过更为有效的布置回收更多的煤炭，从而降低总成本。



RHH800 型底拖式刨煤机

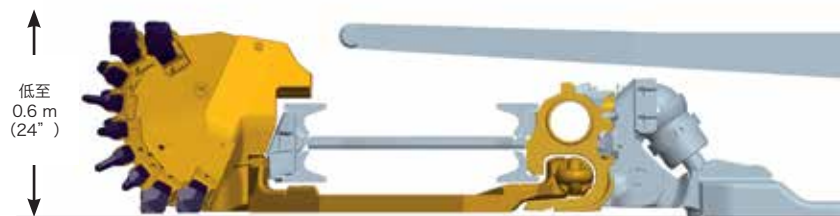
适用于极薄煤层

底拖式刨煤机可用于最低0.6 m的极薄煤层（24”），实际应用的最低高度约0.8 m（31.5”）。通常最大采高约1.6 m（63”）。底拖式刨煤机的刨链布置在工作面输送机的采空区侧，便于维护。这种布置方式在工作空间有限的薄煤层中是至关重要的。底拖板在底板和工作面输送机溜槽之间滑行。具有清煤功能的底托板边沿可将溜槽底部的浮煤推回到刨头前方。

铸造刨头导轨焊接在工作面输送机的采空区侧。可使用直径高达42 mm的刨链，相应的装机功率高达2 x 400 kw（2 x 540 马力）。溜槽采空区侧和煤壁侧的哑铃销的最大破断强度可达2000 kN（220 吨），取决于所用溜槽类型。



RHH800刨煤机系统



滑行式刨煤机系统 GH800 和 GH800 B

适用于薄及中厚煤层

GH800

GH800 刨煤机系统的前身是 GH 9-38 ve 系统，自 20 世纪 90 年代早期以来一直是刨煤机设备选型标准配置，适用于大约 0.9 m (35") 至 2.0 m (79") 的煤层，不受煤层倾角或煤层硬度的影响。滑行式刨煤机的导轨焊接在 AFC 输送机的煤壁侧。可使用粗达 38 mm 的刨链，相应的装机功率可高达 2 x 400 kW (2 x 540 hp)。焊接式刨煤机导轨设计得尽可能高，使其既可承载在刨削过程中产生的反作用力，又可在装载过程中不阻碍煤的流动。打开刨煤机导轨上的“天窗”，可以轻松、快速地维护上下刨链。几何设计结构完善，采用高强度钢材和优化的材料特性，确保磨损最小、寿命最长。溜槽采空区侧和煤壁侧的哑铃销的破断强度可高达 3000 kN (330 吨)，取决于所用溜槽类型。刨深大、速度快，因此产量高。将刨头和导轨之间的每个接触点设计为磨损零件，可方便维修。

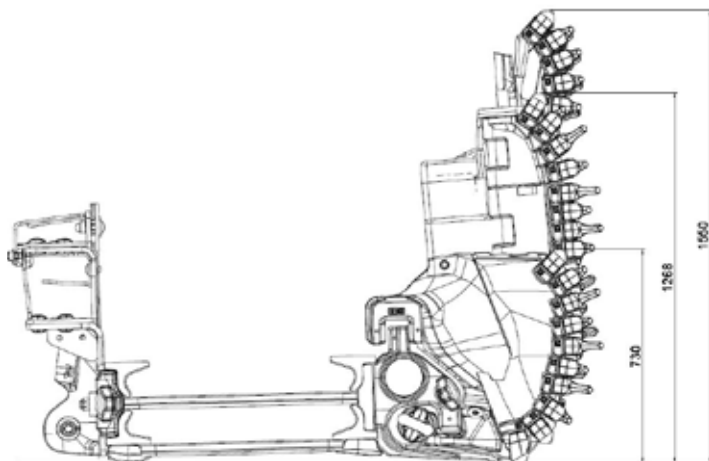
通常使用单一滑动刨头（刨头与下刨链相连）。特殊情况下，在非常软的煤层中可以使用双刨头或三刨头，割煤和装煤分开进行。

GH800B

在 2011 年，Caterpillar 开始对其大获成功的滑行式刨煤机系统进行改造。结果是，新型 GH800 B 刨煤机采用了改进的设计，在高度低于 1.0 m (39") 的最薄煤层中可实现更高的生产率。GH800 B 刨煤机系统具有 2 x 400 kW (2 x 540 hp) 的装机功率，现在适用于 750 到 1550 mm (30 到 61") 的采高范围。GH800 B 的刨头采用了经过优化的设计，可以将更多的煤装载到工作面输送机上并减少这一过程中浪费的切割动力。现在，将刨煤机连接到输送机的刨煤机导轨由整体式铸件制成。这样，与以前的焊接式刨煤机导轨版本相比，不仅大幅降低了高度，还实现了更高的强度和耐用性。得以保留的一项特性是，输送机溜槽采用了可更换的顶槽，这便于更换已经磨损的磨损件。其他改进包括溜槽之间的外置哑铃销接头，其破断强度可高达 3600 kN (367 tf)，输送机和支架之间还有一个非常坚固、灵活的推移杆。每隔一节溜槽设有检查门，便于轻松、快速地检查上下刨链。此外，更宽的输送机横截面具有延长的侧板，增大了过煤能力。GH800 B 在薄煤层中实现更高生产率 — 取决于地质条件和其他参数。



GH800 B 刨煤机系统



模块化设计

模块化设计的主要优点就是刨头的所有零件尤其是易磨损件都可以在井下更换。由于采用了模块化设计，刨头高度调整可以非常简便地通过加减刨刀块来完成。每个刨刀块的高度为265 mm（10”）。通过刨头上的刨刀塔也能进行刨头高度调整，以适应煤层高度的较小变化。刨刀塔上装有顶刨刀，可通过设在采空区侧的蜗轮蜗杆机构精确调高，上升或下降可达300 mm（12”）。

GH1600型滑行刨煤机系统

适用于极硬煤层

GH1600型滑行刨煤机系统是专门为了在极硬煤层中实现高产而设计的，其装机功率二倍于GH800型刨煤机系统。可以用在1.0 m（39”）以上的煤层，加装平衡桥后采高可达2.3 m（91”）。与GH800型号刨煤机相类似，铸造的GH1600型滑行刨头导轨焊接在工作面输送机煤壁侧，采用42 mm刨链。这样装机功率可高达2 x 800 kW（2 x 1080 马力）。

刨头导轨高度仅仅比GH800略大一点，但由于其铸造特性可承载相当大的反作用力。在设计上尽量减少刨头和导轨之间的摩擦。刨头导轨上每隔一节溜槽设有天窗，打开后可以容易快速地检查上下刨链。采空区侧和工作面侧溜槽哑铃销的破断强度达3600 kN（400 吨），与特别针对本刨煤系统进行改造的PF4刨煤机溜槽相配。

加倍的装机功率

刨头的设计与GH800相似，但包括刨刀在内的主要零部件都按照功率加倍的要求进行了升级。自从2003年以来，新一代的GH1600型滑行刨系列刨煤机已经成功地在若干长壁工作面投入使用。在德国，使用该型号刨煤机在一个400 m（1300”）长、煤层厚度1.5 m（59”）、属于极硬煤层的工作面开采时取得了产量翻番的成绩。在波兰，该型号刨煤机打破了欧洲薄煤层开采的产量纪录。



刨煤机刨刀块



Cat GH1600刨煤机系统



刨煤机导轨

Cat 刨煤机系统的优点

- 即使在极薄坚硬煤层中也能实现高产高效
- 在薄及中厚煤层中使用刨煤机系统可降低长壁开采成本
- 由于在开采过程中只刨煤而不刨岩石，可以充分发挥装载机功率效能
- 刨深大、速度快，因此产量高
- 无需切割没有开采价值的岩石，降低了洗选成本
- 无论刨头停在工作面任何位置，维护人员都可很容易接近，方便快速维修
- 刨头只由机械部件构成，即使由于故障停在工作面中间也很容易维修，减少停机时间
- 维护成本低
- 可在采空区侧通过调整刨刀塔和加减刨刀块来快速调整刨头刨削高度
- 在煤层厚度发生变化或遇到断层以及岩石侵入时可以方便快速的调整刨削高度
- 远程控制极大程度地保证了操作人员的安全



GH800 B 刨头

Cat 刨煤机一览表

刨煤机系统	底拖式刨煤机 RHH800	滑行式刨煤机 GH800	滑行式刨煤机 GH800B	滑行式刨煤机 GH1600
刨头高度	0.6 m – 1.6 m (24 – 63")	0.9 m – 2.0 m (35.5 – 79")	0.75 m – 2.0 m (29.5 – 79")	1.0 m – 2.3 m (39.4 – 90.5")
典型刨削高度	0.8 m – 1.6 m (31.5 – 63")	1.0 m – 2.0 m (39 – 79")	0.8 m – 2.0 m (31.5 – 79")	1.1 m – 2.3 m (43 – 90.5")
煤硬度	软 - 硬煤	软 - 硬煤	软 - 硬煤	中硬 - 极硬煤
煤层最大倾角	高达 60°	高达 60°	高达 60°	高达 60°
最大安装功率	2 x 400 kW (2 x 540 hp)	2 x 400 kW (2 x 540 hp)	2 x 400 kW (2 x 540 hp)	2 x 800 kW (2 x 1,080 hp)
最大链速	2.5 m/s (500 fpm)	3.0 m/s (600 fpm)	3.0 m/s (600 fpm)	3.6 m/s (720 fpm)
最大刨削深度	150 mm (6.0")	180 mm (7.0")	205 mm (8.1")	250 mm (10.0")



PF4 刨煤机溜槽

可用溜槽类型

PF3/822 和 PF4/932:

- 用于运输能力要求低的小型刨煤机系统和短工作面

PF4/1032:

- 用于大中型刨煤机系统

PF4/1132:

- 用于运输能力要求高的工作面



便于检查、维护刨链的刨煤机导轨内的门

刨煤机溜槽

适合井下开采的先进输送机技术

Caterpillar 的创新型 PF 刨煤机溜槽代表了井下工作面输送机技术最先进的发展水平。它们以经过多次实践验证的 PF3 和 PF4 溜槽为基础，能够满足质量、耐磨和输送能力等方面的所有要求。PF 系列溜槽构成了整个运输系统坚实的脊柱。首创的输送机技术和极为坚固的溜槽设计已经过广泛的测试。

易磨零件与结构零件的分离布置

将易磨零件和结构零件分离布置以便将不同的功能区域区分开来，构思精巧。易磨零件使用极其坚硬的耐磨材料，而结构零件由坚韧的高强度钢制成。溜槽的设计便于顺利更换已经磨损的顶槽，可降低其生命周期内的拥有成本。

优点

- 大大延长使用寿命
- 大大降低溜槽的整体磨损

接触面采用优化设计

上槽使用经过验证的 PF 槽帮，这样可以大大增加刮板和槽帮的接触面面积。可以大大减少水平弯曲段和煤层起伏时刮板的表面压力。底槽特殊形状使得接触面积几乎增大了一倍，大大减小了摩擦力从而减少了刮板两端的磨损。此外，溜槽端部的曲线形过渡段的造形大大降低了输送机运行时产生的噪音。

优点

- 摩擦力最小
- 底槽刮板两端磨损少
- 功率损失少
- 刮板和槽帮使用寿命长
- 运行时噪音低

Cat刨煤机支架

用在薄煤层的刨煤机系统对液压支架有一些特殊要求和限制：

- 采用正装式推移千斤顶可以使支架变短，以适应煤层起伏。
- 结构组件全部使用高强度钢材，以尽可能减小顶梁的厚度，增加人行通道的高度。
- 采用分体式底座，使推移框架可在垂直方向上活动，以便进行有效的水平控制和维护推移千斤顶。
- 可以采用“走象步”方式移架，防止架前浮煤堆积，并克服底板软带来的困难。

液压支架电液控制系统

Caterpillar研制了先进可靠的便于操作的PMC-R 液压支架电液控制系统，并编写了控制程序。其主要目的是采用定量刨煤的方式实现自动化采煤。有两种配置模式：每个液压支架配备一套电液控制系统（标准配置）。在对液压支架功能要求较少情况下，每三个液压支架共用一套电液控制系统。

MCU2（主控单元）不仅可以控制整个长壁，还可以在图形显示屏上显示工作面操作情况，包括位置、运输机上的实际煤负载（通过运输机功耗确定）、支架位置、立柱压力、推移缸行程以及刨煤机位置。MCU2 提供涵盖整个工作面的网络，允许对支架部件进行远程维护，并且能够记录数据并将其传输到地面。

全球 Cat 代理商网络

Caterpillar 与客户的关系并未随着新设备的成功销售而结束，这只是长期合作关系的开始。全球的 Cat 代理商网络会为客户每次购买的设备提供终生的客户服务。

无与伦比的当地支持网络提供专家服务、综合解决方案、售后支持、快速有效的零件订购以及世界级再制造能力等等。Cat 代理商与客户合作，帮助他们改善运营、最大限度地提高机器的生产率和降低成本。

遍布世界各地的大约 200 家 Cat 代理商可确保您的采矿设备始终保持高产高效。



完善的刨煤机长壁



走象步（移架时一个底座前端抬起）



井下控制台

自动化刨煤机系统

为你铸就™

有关 Cat 产品、代理商的服务和行业解决方案的更完整信息，请访问我们的网站 mining.cat.com 和 www.cat.com

© 2014 Caterpillar Inc.
版权所有

ACXQ0609-02

材料和技术规格如有变更，恕不另行通知。图中所示机器可能包含辅助设备。关于可供选件，请与 Cat 代理商联系。

CAT、CATERPILLAR、BUILT FOR IT、及其相应徽标、“Caterpillar Yellow”、“Power Edge”商业外观以及本文使用的企业和产品标识是 Caterpillar 公司的商标，未经许可，不得使用。

