

智能 CST 传动系统





提高生产效率的传动装置

面对需不断提高生产率的压力，改进长壁系统的性能仍是矿主的一个关键目标。在Caterpillar，长壁操作与长壁机械的各个方面都不断得到审视，以想方设法改进生产率、降低整体采矿成本。工作面输送系统的性能也在不断改进中。

改善性能

系统越强大，所需的动力、链条重量和输送机速度也就要随之提升，这样才能实现最大的运输能力。此时就要为工作面输送机配备真正智能的驱动系统，我们的工程师正是在这种需要的驱使下开始开发Cat®可控启动传输（CST）驱动系统，它能满足以下要求：

- 目前可为单个驱动变速箱提供高达1800 kW（50 Hz时为2447 hp，60 Hz时为2937 hp）的功率
- 安全启动工作面输送机
- 装机功率充分发挥
- 非常耐用的部件
- 外形紧凑
- 工作效率高

CST 驱动系统

自1991年起，我们的工程师就一直与Baldor Electric合作开发工作面输送机CST传动系统。

Cat CST是一种行星减速器，集成有一个无限可变的薄片CST离合器。同时采用了新型的PMC-D驱动控制装置，能使电机无负载启动、AFC软启动以及同步重负载启动，从而能在多达三个驱动电机之间精确共享负载，并具有优异且极快的过载保护。CST65每个齿轮箱的额定功率为1200 kW（1950 hp），CST45的功率高达800 kW（1250 hp），CST30则可输出500 kW（800 hp）。离合器能够提供最高效率，同时具有最小的运行滑动性。这种紧凑的传动系统集成有紧急操作功能，1995-2010年期间，全球已售出500多台CST系统。



CST45 传动系统

模块化结构

CST 减速器采用模块化结构，由三个单元组成。借助此模块化原理，具有相同参数型号的所有 CST 减速器型号均可使用相同的输入输出单元。

变轴减速器（斜齿伞齿行星齿轮减速器；简称：KP 减速器）或具有同轴输入和输出轴的行星齿轮减速器（简称：P 减速器）的设计完全通过中间减速器单元确定。正齿伞齿减速器或行星齿轮减速器均可用于中间减速器单元。斜齿伞齿行星齿轮减速器是一个四级减速器，由一个伞齿轮级、两个正齿轮级和一个行星齿轮输出级组成。通过对第一级和/或第二级正齿轮与齿轮和小齿轮的相应齿数进行交换，可更改减速比。对于30、45和65型号，P减速器为两级减速器，由两个行星齿轮级组成。对于115型号，还添加了第三个行星齿轮级。

供油

由一个高压泵向离合器供油，通过伺服阀控制离合器片的接合压力。由于只有0.2%的运行滑动，并且没有磨损，动力传输效率几乎达到100%。冷却油泵可使冷却油恒定地流经整个驱动系统，流量高达2000L/min，具体取决于驱动系统的大小。

CST 减速器适合用作具有单独轴承支撑轴的驱动架附件的输送机减速器，或者在M机型中，还可用作刨煤机

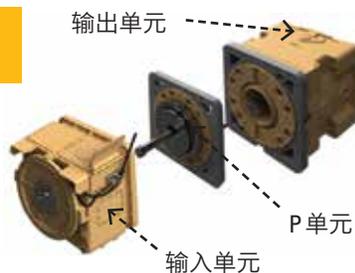
驱动装置附件的减速器。该减速器具有一个储油室。减速器参数标号中添加的M表示，在CST减速器的供应单元中有配备泵电机的泵装置，可不受减速器驱动电机速度的影响独立工作，因此可确保向减速器持续供油。借助自给自足的供应单元，还可以选择将Cat CST减速器与变速驱动装置结合使用，例如变频器（FC）或PU电机。

CST是一个封闭系统。一根换热器供水软管和一条用于驱动控制装置和通信的37芯电缆是仅有的外部连接。

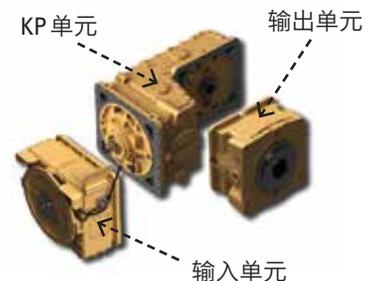
驱动控制装置

一个快速的、实时动作的驱动控制装置通过整体式伺服阀控制CST驱动系统的所有操作。每个减速器都配有一个通过控制电缆互连的控制装置。这些控制装置可与井下或地面主控操作进行通信。经过试验与测试的Cat液压链张紧器用于确保在链条维护工作期间实现安全作业。

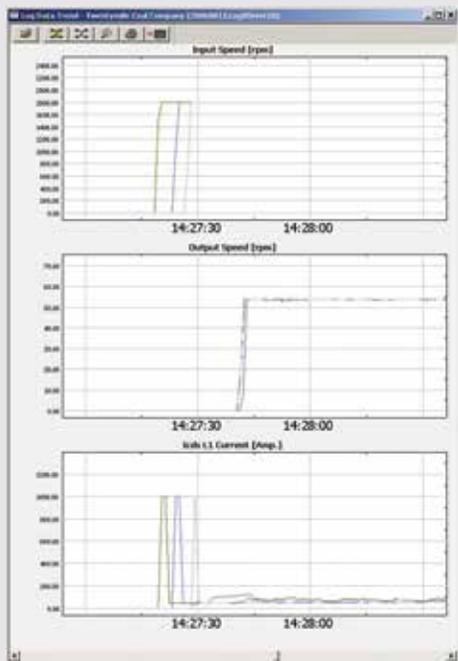
CST 减速器 (P)



CST 减速器 (KP)



CST 减速器的模块化原理



启动

对于软启动与重负载启动，所有的驱动电机都能在无负载情况下达到全速状态。电机始终能够连续启动，最终使峰值电流与能量需求均十分合适。当最后一台电机达到全速时，将压力施加在CST离合器上，一直按需要增加压力，直到达到停转扭矩。因此，启动阶段压力与电机负载同步增加，并随着输送机的加速而继续增加。

优点

- **电动机无负载交叉启动：**
供电系统压降最小
- **工作面输送机软启动：**
所有的动力传动部件在启动时承受的应力最小
- **同步启动并利用电机的动能：**
能够获得最大的总扭矩，有利于启动全负载输送机

负载均衡分配“减速器”

每台电机的功率消耗持续得到监测，使各个驱动装置之间分配负载。如果超出某个预设值，驱动装置的滑动率将增加，功率消耗也会变大，从而造成其他驱动装置消耗更多功率，使功率重新得到均衡分配。典型的运行滑动通常低于0.2%。

优点

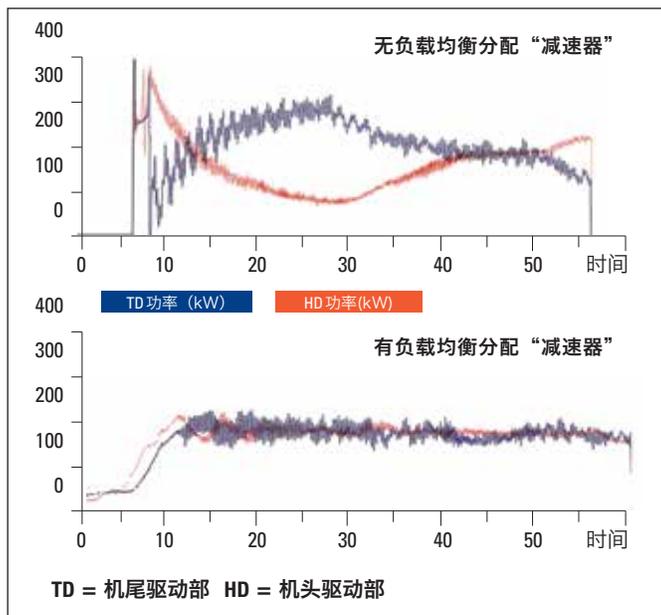
- **驱动装置之间精确分配负载：**
完全利用可用功率，避免电机过热，从而相应减少停工时间，即使是在链条沿工作面的节距出现差异时也是如此。

过载保护

如果链条被大块岩石或截留的矿石卡住，CST离合器将迅速断开，并且切断电机电源。为了实现这种效果，需要不断监测输出速度。在毫秒之间，齿轮箱的旋转主体（特别是异步电机）便会与输送机链轮之间传动断开连接。传动控制装置之间的通信能使所有离合器同时断开。

优点

- **即时、有效的过载保护：**
链条受力过度和即时故障风险几乎消除。由于吸收了冲击负载，链条、链轮和传动装置磨损也更低。



CST 传动系统的负载均衡分配“减速器”能力

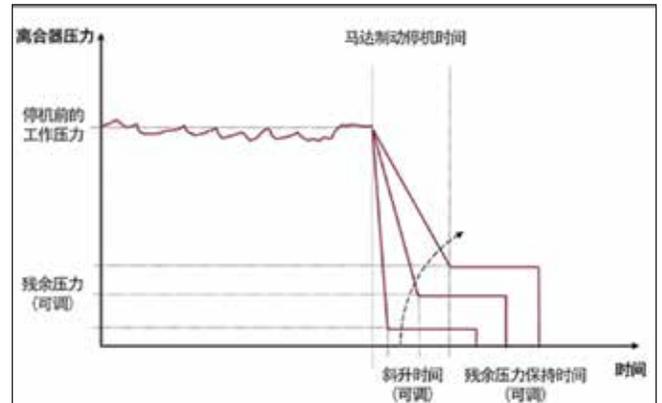
电机制动特性

即使是常规换班期间，也只是偶尔需要中断生产，关停工作面运输机电机。为了安全地重新启动驱动装置，操作员需要等待较长时间（长达3分钟），直到电机停止为止。而电机制动为CST采取了一定的可调剩余压力，最大程度地减少了电机的停止时间及相应的停工时间。

PMC-D 和 PMC-V

PMC-D 和 PMC-V 属于 Cat PMC 可编程采矿控制器系列。PMC-D 控制器用于驱动工作面输送机 and 过载保护齿轮箱等应用。PMC-V 则驱动可视化方面。PMC-D 通常专用于每个齿轮箱或单独驱动。它包含所有必需的硬件，可有效控制传动系统的所有功能。该装置可与一个内部安装的配电箱（通常用于 CST 齿轮箱中）相连接，用以连接传感器和执行器。

PMC-V 含有 24 个键，便于操作，并有一个 4" VGA 显示屏。可以显示趋势图、警告和任何错误信息。界面有多种语言可选，如英语、中文、德语和俄语。PMC-V 能够显示所有可用的齿轮箱数据，其中包括：传感器数值、状态信息、全局参数和局部参数、网络状态等。利用 24 键数字键盘，可以轻松修改参数。重要的系统参数设有密码保护。



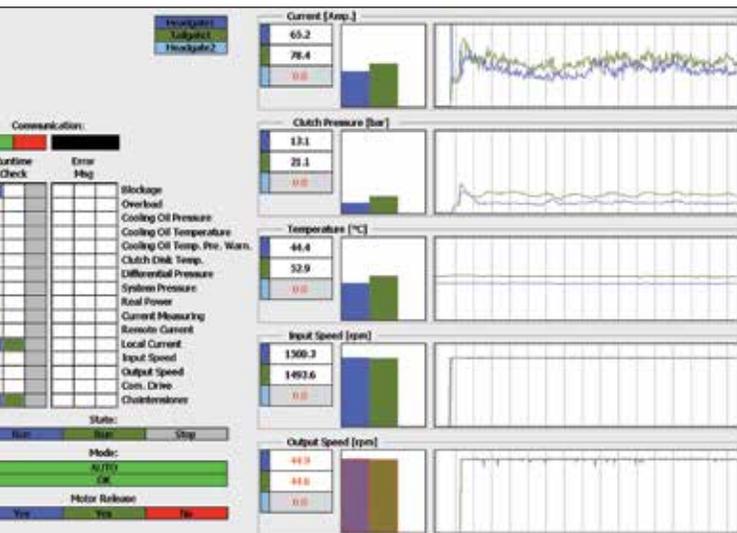
电机制动最大程度地减少了电机的停机时间以及相应的停工时间。



PMC-D - 用于执行测量任务与控制任务



PMC-V - 主要用于显示数据及参数设置



V 型驱动装置的CST数据视图

V型驱动可视化软件

该软件能够显示所有 CST、尾传动和链张紧数据。可以更改传动系统的参数，监测负载均衡分配“减速器”、输送速度、离合器传感器等。该软件还能存储所有 CST 数据，并能分析传感器数值并得出相应趋势。允许导出数据至办公应用程序中，如电子数据表等。还提供中文、德语和俄语软件版本。

现场经验

CST 传动系统首次于 1995 年应用于美国高生产率长壁工作面。从那以后，已有 500 多台 CST 传动系统售出，正在美国、墨西哥、澳大利亚、波兰、中国、俄罗斯、哈萨克斯坦、捷克和德国的矿场成功应用。工作面输送机最高可用总功率目前高达 5400 kW。所有部件，特别是供电装置和 CST 离合器的重要部件，已在各种应用中证实了其可靠性。全球性能最强的 AFC (>6000 t/h) 和全球工作长度最大的 AFC (接近 500 m/1640') 均已配备 Cat CST 传动系统。

优点

- **操作期间滑动最少:**
能量与热量损失最小，整体效率最高
- **CST 离合器安装在低速输出轴上:**
负载理想地分布在链轮上，离合器控制十分精确
- **集成紧急操作特性:**
后退模式允许以半自动模式和紧急模式进行操作
- **集成 CST 传动系统远远短于其他传动系统:**
狭窄入口处占用空间小，外部部件很少
- **高度的操作灵活性:**
所有启动参数、负载均衡分配“减速器”参数和过载保护参数都能自由选择



CST30 齿轮传动系



P-45 CST 传动系统

Cat CST 减速器型号

Cat CST 减速器适合用作安装在驱动架上并装配至其输入轴的输送机减速器。大部分 CST 驱动系统都具有两种设计：直列式减速器设计（P 减速器）和变轴减速器设计（KP 减速器）。CST45 M 型号仅作为 P 减速器提供。CST 减速器配有三个部件：输入单元、第一级行星齿轮和包含第二级行星齿轮的输出单元。KP 减速器也配有三个部件。输入单元和输出单元与 P 减速器的相同，但第一级行星齿轮被斜齿伞齿减速器单元所取代。KP 减速器设计提供左侧和右侧型号。此外，还可以在供应单元的内侧或外侧安装电液控制器。

伞齿轮轴的滚柱轴承通过内置油泵（通常负责冷却那些供应至 CST 离合器的机油）提供的强制润滑方式进行润滑。所有其他传动装置和滚柱轴承通过飞溅润滑方式进行润滑。

CST30

提供 24.4:1、33:1、39:1 和 50:1 的减速比；其他减速比也可按照请求提供。视减速比而定，减速器允许的输入功率在 50 Hz 的电源频率（ ≈ 1485 rpm）时可达 500 kW/680 hp，或在 60 Hz 的电源频率（ ≈ 1782 rpm）时达 600 kW/816 hp。允许的输出扭矩为 300000 Nm（最长持续 3 秒）。额定持续输出扭矩为 130000 ($i=50$)。



CST45

提供 24.4:1、28:1、33:1、39:1 和 45:1 的减速比，其他减速比也可按照请求提供。视减速比而定，减速器允许的输入功率在 50 Hz 的电源频率（ ≈ 1485 rpm）时可达 800 kW/1088 hp，或在 60 Hz 的电源频率（ ≈ 1782 rpm）时达 960 kW/1305 hp。允许的输出扭矩为 450000 Nm（最长持续 3 秒）。额定持续输出扭矩为 175000 ($i=39$)。



CST45 M

可用于驱动重型工作面输送机或驱动 Cat 自动刨煤机系统。提供 16:1 和 33:1 的减速比，其他减速比也可按照请求提供。减速器标号中添加的 M 表示，在供应单元中有配备独立泵电机的泵装置，可不受减速器驱动电机速度的影响独立工作，因此可确保向减速器持续供应恒定的冷却和润滑油流。相比标准的 CST45，电液控制器安装在拆卸器上而非固定在供应单元的内侧或侧面外侧。与 CST45 类似，M 型号能够在 50 Hz 的电源频率（ ≈ 1485 rpm）时保持高达 800 kW/1088 hp 或在 60 Hz 的电源频率（ ≈ 1782 rpm）时保持 960 kW/1305 hp 的输入功率。允许的输出扭矩为 450000 Nm（最长持续 3 秒）。额定持续输出扭矩为 170000 ($i=33$)。CST45 M 减速器可与 Cat 变频驱动器结合使用。



CST45 V

CST45 V 减速器适合用作安装在驱动架上并装配至其输入轴的输送机减速器。目前仅提供 33:1 的减速比，但其他减速比也可按照请求提供。与标准的 CST45 设计相比，CST45 V 减速器能够承受更高的输入功率。在 33:1 的特定减速比下，该减速器允许的输入功率在 50 Hz 的电源频率 (≈ 1485 rpm) 时为 1050 kW/1428 hp，或在 60 Hz 的电源频率 (≈ 1782 rpm) 时为 1260 kW/1713 hp。允许的输出扭矩为 450000 Nm (最长持续 3 秒)。额定持续输出扭矩为 220000 (标准 CST45 为 175000 Nm)。



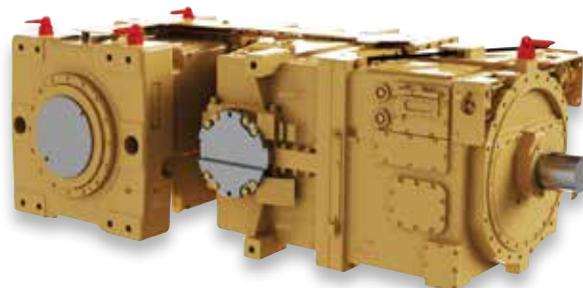
CST65

提供 33:1、39:1 和 50:1 的减速比，其他减速比也可按照请求提供。除了标准的 CST65 减速器外，我们还提供 CST65 S 减速器。S 型号配有侧面安装的电液压控制器、额外的润滑油滤清器和两个 (而非一个) 独立的冷却回路 (包括单独的热交换器)。视特定减速比而定，减速器允许的输入功率在 50 Hz 的电源频率 (≈ 1485 rpm) 时可达 1200 kW/1632 hp，或在 60 Hz 的电源频率 (≈ 1782 rpm) 时达 1440 kW/1958 hp。允许的输出扭矩为 650000 Nm (最长持续 3 秒)。额定持续输出扭矩为 255000 ($i=33$)。



CST115

目前仅提供 39:1 的减速比，但其他减速比也可按照请求提供。在 39:1 的特定减速比下，减速器允许的输入功率在 50 Hz 的电源频率 (≈ 1485 rpm) 时为 1800 kW/2447 hp，或在 60 Hz 的电源频率 (≈ 1782 rpm) 时为 2160 kW/2937 hp。允许的输出扭矩为 1150000 Nm (最长持续 3 秒)。额定持续输出扭矩为 450000 Nm。



CST 驱动系统规格

技术数据	CST30	CST45	CST45 V	CST45 M	CST65	CST115
应用领域	工作面输送机	工作面输送机	工作面输送机	工作面输送机, 刨煤机, VFD	工作面输送机	工作面输送机
短时 (3 秒) 最大输出扭矩	300 000 Nm	450 000 Nm	450 000 Nm	450 000 Nm	650 000 Nm	1 150 000 Nm
最大输入速度 (电机转速)	1800 rpm	1800 rpm	1800 rpm	1800 rpm	1800 rpm	1800 rpm
下列条件下最大安装功率*: i = 50:1 i = 45:1 i = 39.1 i = 33:1 - 16:1	400 kW (650 hp) 435 kW (700 hp) 500 kW (800 hp)	540 kW (880 hp) 700 kW (1,100 hp) 800 kW (1,300 hp)	1 050 kW (1,713 hp)	800 kW (1,300 hp)	800 kW (1,300 hp) 1 000 kW (1,600 hp) 1 200 kW (1,950 hp)	1 800 kW (2,937 hp)
注油量: - 直列式传动系统 - 右角/左角传动系统	250 L (66 gal) 500 L (132 gal)	430 L (114 gal) 730 L (193 gal)	430 L (114 gal) 730 L (193 gal)	310 L (85 gal)	500 L (132 gal) 800 L (212 gal)	700 L (132 gal) 1300 L (212 gal)
重量: (不含油) - 直列式传动系统 - 右角/左角传动系统	3 900 kg (8,600 lb) 5 800 kg (12,800 lb)	5 880 kg (13,000 lb) 9 700 kg (21,500 lb)	6400 kg (14,170 lb) 9700 kg (21,400 lb)	7200 kg (15,800 lb)	7 300 kg (16,100 lb) 10 880 kg (24,000 lb)	16 400 kg (36,145 lb) 23 980 kg (52,851 lb)
直列式齿轮箱的尺寸 (P 型) - 高度 - 长度 (不含驱动接头) - 宽度	900 mm (35.5 in) 1 400 mm (55.2 in) 960 mm (37.8 in)	1 060 mm (41.7 in) 1 697 mm (66.8 in) 1 120 mm (44.1 in)	1 060 mm (41.7 in) 1 697 mm (66.8 in) 1 120 mm (44.1 in)	1 060 mm (41.7 in) 1 697 mm (66.8 in) 1 120 mm (44.1 in)	1 060 mm (41.7 in) 1 887 mm (74.3 in) 1 120 mm (44.1 in)	1 300 mm (51.1 in) 2 811 mm (110.6 in) 1 400 mm (55.1 in)
右角/左角齿轮箱尺寸 (KP 型) - 高度 - 长度 (不含驱动接头) - 宽度	900 mm (35.5 in) 2 280 mm (89.8 in) 1 180 mm (46.5 in)	1 060 mm (41.7 in) 2 873 mm (113 in) 1 285 mm (50.6 in)	1 060 mm (41.7 in) 2 769 mm (109 in) 1 285 mm (52 in)		1 060 mm (41.7 in) 2 910 mm (114.6 in) 1 530 mm (60.2 in)	1 300 mm (51.1 in) 3 600 mm (141.6 in) 1 954 mm (77 in)

*kW 1500 rpm @ 50 Hz (hp 1800 rpm @ 60 Hz)



CST30、CST45 与 CST65 之间的尺寸比较

智能 CST 传动系统

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

ACXQ0605-02

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。

