



解决采矿卡车动力传动系统选择的独特难题

由于采矿公司为了满足市场对矿产的空前需求，设立了有史以来最高的生产目标，因此设备制造商争相满足他们的需求——建造更大、效率更高的卡车，并为客户定做以解决独特的难题和环境问题。

自从 20 世纪 50 年代非公路卡车进入市场以来，它就在一直不断地发展。客户的需求是推动非公路卡车发展的最主要原因，然而技术也起着相当重要的作用。以卡特彼勒 (Caterpillar Inc.) 公司为例。该公司是 20 世纪 50 年代电气传动的先锋，它同时还致力于机械传动卡车的生产和发展。1962 年，卡特彼勒 (Caterpillar) 以机械传动 32 公吨 (35 短吨) 769 卡车打入运料车市场。随后，该公司立即设计和测试了一系列的柴油电气传动卡车，立志成为该行业最顶尖的公司。68 公吨 (75 短吨) 779 卡车于 1965 年开始投入生产，较大的原型卡车 90 公吨 (100 短吨) 和 218 公吨 (240 短吨) 也有了一定的发展。五辆 218 公吨 (240 短吨) 的电气传动煤运料车已经在伊利诺斯州矿场工作了多年。

但是随着机械卡车动力传动系的日益改进，当时，卡特彼勒 (Caterpillar) 断定机械传动可为客户提供最好的运输解决方案，于是选择将其电气传动系统退出市场。

尽管卡特彼勒 (Caterpillar) 不断发展其机械传动采矿卡车并处于世界领先地位，但它从来都没有完全放弃卡车使用电气传动的构想。它密切关注市场动向，发现具有无电刷电动机和固态控制的新交流电气传动技术能扩大电气传动的应用范围，以便为大型运输设备提供又一有效的解决方案。

1950		1980					2009–2011		
1962 年，卡特彼勒 (Caterpillar) 公司机械传动 32 公吨 (35 短吨) 769 卡车投放运输车市场	1965 年，68 公吨 (75 短吨) 779 卡车投入生产	1970 年，45 公吨 (50 短吨) 773 卡车投入生产	1975 年，77 公吨 (85 短吨) 777 卡车投入生产	1984 年，138 公吨 (153 短吨) 785 卡车投入生产	1986 年，177 公吨 (195 短吨) 789 卡车投入生产	1991 年，218 公吨 (240 短吨) 793 卡车投入生产	1998 年，345 公吨 (400 短吨) 797 卡车投入生产	新机械和电气传动卡车在 MINExpo 2008 展览上展出	下一代卡车投入生产

如今，交流电气传动技术已在全世界成为安装在露天矿山上的巨型挖土机和索斗铲的成熟技术。面对此技术进步以及现有卡特彼勒（Caterpillar）产品的不断改进的部件和技术，该公司认定此时是推出电气传动系统，作为机械传动采矿卡车的补充的适当时机。

为了满足客户的需求，公司研发了两款大型采矿卡车，其中一款达到了新的吨位级别。Cat 电气传动于 2008 年 9 月 22 日至 24 日在美国内华达州拉斯维加斯城举办的 MINExpo 展览上首次亮相。

聆听客户的意见

尽管技术进步激励了卡特彼勒（Caterpillar）发展新采矿卡车和改进原采矿卡车（包括电气传动），客户的反馈意见是推动这一发展的另一主要驱动力。

客户指出在某些应用中，电气传动卡车可能会最好地满足他们的需求。根据客户的反馈意见，卡特彼勒（Caterpillar）在改善其整个大型矿山车系列方面进行了大量投资。新技术使公司制造出更可靠、更易于维护和使用、更环保的卡车。同时卡特彼勒（Caterpillar）注意到了其应用的广泛性——上坡、下坡、极限条件和特殊条件，并发现了电气传动卡车在当今的采矿业中占有一席之地。

卡特彼勒（Caterpillar）全球采矿部总裁 Chris Curfman 说：“卡特彼勒（Caterpillar）在采矿卡车占有强大的市场地位，为此我们感到十分自豪。现在无论是机械传动卡车还是电气传动卡车，我们都能为客户提供独特的解决方案。”

这意味着市场不再需要卡特彼勒（Caterpillar）的机械传动卡车了吗？“完全不是这样的，”大型采矿卡车生产经理 Ed McCord 说：“我们只是将电气传动采矿卡车看作是我们现有机械传动卡车的补充，这并不想违背我们对机械传动卡车市场的承诺。”

选择电气传动还是机械传动

当说到选择机械传动还是电气传动的问题时，卡特彼勒（Caterpillar）产品领导人给予详尽的回答。该公司相信机械传动仍然是绝大多数情况的最好解决方案，但也承认某些情况下客户也会将电气传动作为首选。

卡特彼勒（Caterpillar）采矿产品市场专家 Jim Humphrey 说：“每项作业必须就其本身的优点进行分析。”他又说：“采用模拟运料进行矿场分析将会有所帮助，但其他因素的作用也会影响客户的选择。公司传统也是其中一个因素。主要使用机械传动卡车的大型矿场引进电气传动车是一个巨大飞跃，反之亦然。重新装配维修车间、更改零件清单、增添安全要求以及不断培训维修和操作人员接受不熟悉的操作都需要一大笔费用。”

让客户参与开发

卡特彼勒（Caterpillar）在接受客户反馈意见的基础上，更前进了一步，即与采矿公司一起开发其下一代卡车。负责卡特彼勒（Caterpillar）电气传动产品市场的 Josh Wagner 认为：“设计这些新卡车的关键环节之一就是客户关于改进我们现有采矿卡车的反馈和建议。”一些主要客户，例如必和必拓 BHP Billiton 和力拓 Rio Tinto 矿业公司，自从产品设计的初期就参与进来。

力拓 Rio Tinto 向迪凯特（Decatur）派遣了一组人员，让他们对在当地制造的原型 795F AC 卡车进行详细的审核和分析。这一组人员包括维护、维护计划、维修、采购和工程人员。他们对所有主要部件进行了严格地检查和审核，并将卡特彼勒（Caterpillar）的设计与 Rio Tinto 的期望相比较，将所得的重要信息反馈给卡特彼勒（Caterpillar）。

力拓 Rio Tinto 的第二组人员在进行性能测试评估的美国亚利桑那州图森市附近的卡特彼勒（Caterpillar）图森试验场（Tucson Proving Ground）参观了运料卡车的展示。Rio Tinto 的内部技术规范已经融合到了所有 Cat 的采矿卡车中。所做的改进包括：

- 改进了操作员上下车辆部位，让操作人员能从驾驶员的左侧登上卡车。除了主梯外，每一边还设有应急梯。
- 电池箱放在前保险杠的后面，以便可用叉车直接卸下电池组。
- 液体排泄站位于一点，可在地面上进入该点。

力拓Rio Tinto 的设备规范原理顾问 Craig Memales 相信新的卡车能满足他们的需求。Memales 说“完成设计审核和评估后，我们了解到卡特彼勒（Caterpillar）将我们以及露天采矿业的其他关键公司的建议融合到了新设计中，所以我们感到相当满意，卡特彼勒（Caterpillar）的下一代卡车将不会辜负我们的期望。”

同样地，必和必拓BHP Billiton 公司的代表也参观了卡特彼勒（Caterpillar）位于迪凯特的工厂，在图森试验场观看了原形卡车并在加拿大的油砂（Oil Sands）见证了实际运行。Wagner 认为 BHP Billiton 提供的反馈意见对 Cat 矿山车队的未来发展具有重要影响。

为每一种应用制造卡车

在 MINExpo 2008 展览上，卡特彼勒（Caterpillar）推出四款新卡车。793 系列的 227 公吨（250 短吨）卡车有机械（793F）和电力（793F AC）动力传动两种不同的款式。卡特彼勒（Caterpillar）新吨位规格 313 公吨（345 短吨）795F AC 将只有电气传动款式，而新款 797F 将取代旗舰 797B，并保持其 345 公吨（400 短吨）的目标载荷。

进一步补充卡特彼勒（Caterpillar）新采矿卡车产品系列的是新款 785 和 789 机械传动卡车，这两款卡车已经过升级，以满足客户对维修性、安全性、操作舒适度和排放标准的要求。

设计新型发动机

某些新 Cat 型号采用新型卡特彼勒（Caterpillar）C175 系列发动机。该发动机能够满足 EPA Tier II 排放标准要求，并具有灵活性，可调整以适应下一个 EPA 等级。793 和 795 系列的卡车采用 16 缸 C175-16 提供动力，总额定功率为 1976 至 2535 千瓦（2650 至 3400 马力）。变型由不同的涡轮增压和引擎软件而衍生。797F 采用 20 缸 C175-20 驱动，总额定功率为 2983 千瓦（4000 马力）。

功率较小的卡车将由改进的 3500C 发动机提供动力，此发动机同样可以满足 EPA Tier II 排放规定要求。

提供新吨位级别

卡特彼勒（Caterpillar）决定推出介于两个现有最大车型之间的新吨位卡车后，又将重点放在开发与当今的挖掘机相匹配的承载能力上。Humphrey 主要负责收集影响下一代采矿卡车的变化和方向的客户要求。

Humphrey 说：“从全球来讲，313 公吨（345 短吨）795F AC 的目标载重是采矿卡车比较受欢迎的规格。它可以很好地配合当前正在生产的最大电铲，仅由三个通道装料，或配合 82 公吨（90 短吨）或 64 公吨（70 短吨）电铲，四到五斗完成装料。”

实施广泛的测试

卡特彼勒（Caterpillar）公司的新电气传动卡车是基于十多年来广泛的设计、开发和测试而开发的巅峰产品。在 1997 年推出的首辆 345 公吨（400 短吨）797 卡车的设计期间考虑到了电气传动，但最终还是放弃了，因为当时的市场更青睐机械传动。然而，2004 年卡特彼勒（Caterpillar）高层管理人员向电气传动开了绿灯，将电气传动纳入下一代采矿卡车的生产中并郑重地开始执行此计划。

2005 年末，一个由机械传动 797 转变而成的由交流电气传动技术驱动的车盘在图森试验场进行了试验。作为一个“杂交”卡车，它实际是一个有轮的实验室，制造该产品的目的是，测试动力传动系的基本情况。2007 年 11 月，第一辆原型电气传动卡车 793F AC 在卡特彼勒（Caterpillar）公司迪凯特（Decatur）工厂完成生产，所有 Cat 采矿卡车都是在这个工厂里制造，然后运往图森试验场。2007 年 12 月，第一辆原型 795F AC 在图森装配完毕，其部件来自迪凯特和其他地方。这款卡车于今年 2 月向卡特彼勒（Caterpillar）的一些经销商推出。

与此同时，第二辆原型 795F AC 在迪凯特制造成功并接受了严格的分析和审核。卡特彼勒（Caterpillar）在 MINExpo 2008 展览上展示了这款卡车及一部 797F 机械传动卡车。在 MINExpo 展览之后，这部卡车被送往试验场，与卡特彼勒（Caterpillar）公司的其他型号下一代卡车一起接受测试。

为了证明和评估每一主要功能的工程设计，尤其是评定其在工矿条件下的性能，卡车经过了一系列严格的测试。安全性、可靠性、耐久性和性能的测试针对制动、转向、噪声、发动机排放和控制系统等诸多方面。此外，考虑到满载速度以及许多关键的功能，卡车还在障碍超越训练场接受不平地面上的悬置系统测试。

培训电气传动知识

从一开始卡特彼勒 (Caterpillar) 就意识到，引入电气传动技术对主要销售机械传动和液压传动的卡特彼勒 (Caterpillar) 经销商网络来说会是一个挑战，因此强化培训计划已在进行之中。采用分阶段的方法，不但提供课堂教学，而是首先培训那些正在营运测试车辆的经销商，然后将培训课程在全世界展开，到达即将使用 227 公吨 (250 短吨) 及更大卡车的地方。培训计划旨在培养出能满足卡特彼勒 (Caterpillar) 客户期望的具有高水平专业技能的技术员。

开发电气传动卡车

卡特彼勒 (Caterpillar) 公司的电气传动卡车与其竞争对手的卡车有着本质的区别。首先，两个主要的交流电驱动电机安装在后轴上而不是轮子上。Wagner 说，将它们与安装在轮子上的最终驱动器隔开可方便维护，并允许改变发动机或终传动器而不影响其他部件。也可单独在驱动电机或终传动器上执行维修工作，因为每一个电机或传动器都有不同的维修周期。

主交流发电机远离发动机也具有同样的优势，可方便维修并允许单独改动发动机或交流发电机。

与业界的大多数制造商不同，卡特彼勒 (Caterpillar) 选择开发自己的电机、交流发电机、控制器和软件 — 制造新卡车所需的所有部件，包括机械传动和电气传动都可使用的柴油机 — 完全是卡特彼勒 (Caterpillar) 自己的产品。

Wagner 说：“卡特彼勒 (Caterpillar) 为能够独树一帜而感到自豪。单个制造商、单个供应商，而更重要的是服务、培训或零部件供应，所有都从单个来源获得：卡特彼勒 (Caterpillar) 的全球经销商网络。”

卡特彼勒 (Caterpillar) 的电气传动布局包括一个由发动机驱动的交流发电机，可通过整流器向直流控制箱提供交流电。直流电源通过一个逆变器，向驱动电机提供交流电。卡特彼勒 (Caterpillar) 与日本三菱电器公司合作为新动力传动系提供电源逆变器和绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 技术。

三菱的交流电技术的核心知识得到了充分利用。系统的其它部分由卡特彼勒 (Caterpillar) 的内部专家开发，包括交流发电机、计算机控制、硬件和电机。

共享设计

比较 793F 和 793F AC 卡车，它们属于同一规格的机械传动和电气传动两种款式，仅在动力传动方面不同。两者的外观极为相似，因为它们拥有一样的主车架、车身、散热器、液压系统和附件。

两者都具有最新技术水平的模块化驾驶室，视野更大，窗户面积增加了 40%，驾驶员的操作舒适度更好。

提供选择

卡特彼勒 (Caterpillar) 开发电气传动卡车以及改进整个卡车产品系列的目标是，提供满足所有客户需求的采矿卡车并能与采矿业的任何运输设备相配。