

图1 建造中的由多套加工中心构成的 Agiles 系统。
网络化设备的能源效率数据可以实现分组显示



能源效率

可以反映出 机床能源效率的特征值

采用一种特征值系统可以对各种不同的生产设备的能源效率进行评价和优化。通过设备控制系统中的能源监控软件，可以对特征值进行自动计算。其计算结果可以成为能耗优化的控制数据。

文 | Manfred Kleinjans, Kai Kröhnert, Jan Kotschenreuther

自 2011 年以来生效的欧盟规范 DIN EN ISO 50001 设定了生产型工业企业将来必须为提高企业能源效率做出贡献。除了能耗测定之外，对能源效率的有效和系统的评判也是企业采取优先措施和获得成功的关键所在。

Daimler AG 工厂与能源监视系统制造厂家 Kröhnert Infotecs 公司合作，开发出了一种能源效率的特征

值系统。采用这种系统，可以对不同生产设备的能源效率进行测定和优化。MAG 是首家把这种特征值系统纳入到其设备软件里的厂家。

DIN EN ISO 50001 欧盟规范的法规达到了不同生产设备使用单位近年来对设备制造厂商所提出的要求：更加有效地利用能源。订货单位也经常会在供货之前提出索取能源消耗数据的要求，以便进行企业

的总成本核算（图1）。

通过控制系统 测定能源效率特征值

在以往的系统中，设备在利用率和质量方面的性能。然而 Daimler、Kröhnert Infotecs 和 MAG IAS 的联合开发工作便将此方面纳入了考虑范围，以便得出一个有说服力的对比基础和控制参数。

能源效率特征值的计算可通过设备控制系统中的能源监视软件或通过单独的能源监视仪器自动进行。同时，对此还开发出了相应的计算方法：首先须通过相应的传感器对设备的耗能进行测定。进而采用电子能源计数器或风压测量系统来测定。此外还可以从设备控制系统中查阅到主驱动装置的功耗和有关设备状态的辅助信息。第三步便是从总能源消耗中计算出损耗功率。对此需要用到设备、传感器和工艺流程等方面的技术参数。接着通过分级和节奏损耗来计算能耗。这些数据可以由人工或通过测量装置的网络连接来自动读取。

在此过程中可以获得三个 0~100% 之间的分特征值：

能源利用率是指设备用于生产的总能耗比例。从特征值的时间曲线中可以推导出降低设备非生产运行时间的组织措施和降低设备非生产运行时间中的能耗的技术措施。

能源效率反映出用于设备本身目的的能耗效率。例如，对于机床来说，此特征值描述的是在设备生产的总能耗中由主轴和定位轴所耗用的那一部分能源。其中，生产程序和生产流程是很重要的影响因素。能源效率可以帮助制造厂商和生产设备运营商把设备的能源消耗与生产程序及生产流程进行高效匹配。

通过优化 CNC 程序来避免能源和负荷高峰。除了节能之外，还可以降低磨损。

能源质量比率是指在特定的节奏时间内只用在合格工件进行高品质加工的有效能耗。如果这一特征值在生产环节中变差，则需要采取相应的质量保证措施。对所采取措施的效果，可以通过此类特征值从能源效率角度加以验证。通过三个系数的相乘，即可获得设备的能源效率数值（EEE）。这些数值可以构成不同生产流程的对比基础。

特征值系统可以使原始数据变成有用信息

能耗测定和特征值系统已经在位于 Rastatt 的 Daimler-Getriebewerk 工厂的试验设备上得到应用。Daimler 公司技术管理层和 Kröhnert Infotecs 公司一起对该系统进行了持续的研发，从技术构思到其在工业批量生产上的应用。通过采用特征值系统，把大量的原始测量数据压缩成为可编地址的信息。所述的能源效率可以提供给单位有关多班作业的设备利用率的可靠信息。通过在生产空余时间里有目的的关机，可以提高设备的能源利用率。在对设备能源效率进行跟踪和评定过程中，能源效率指标也能帮助企业制定生产和设备维护计划。试验项目可以很好地证实，能源效率不仅会

受到所选定的制造技术的影响，而且也会受到设备制造厂家和设备型号的极大制约。此外，即使是同一台设备，由于参数设置不同，或设备部件磨损程度不同，也会造成高达约 10% 的能源效率波动。能源绩效表明，设备的非必要热运行或不必要长时间的运行和残次品的生产都会造成能源损耗。

特征值系统实现数据透明

在各个能源效率特征值的基础上可以得出一种有说服力的控制参数，来测定和调节生产过程中的能源效率。项目执行过程表明，仅仅通过测定能耗是无法使生产过程中的能源效率实现所需的透明性的。唯有采用特征值评定系统，才能制定出相应的方案和措施。为了实现能源监控的目的，MAG 公司采用了 Kröhnert Infotecs 公司的软件。该软件由一个程序段构成，设置在设备控制系统中的 PCU 上，对数据进行读取和配备。测评工作可以通过网络和网络浏览器进行。因此，在客户端计算机上需其他软件。

测评用的大多数数据已经通过西门子 840D 的控制系统进行了配备，同时安装了一个经过验证的耗能计数器。为了使设备控制系统和软件系统能够使用这些数据，还需要附加安设一个 A/D 互感器卡和一个计数器卡。由此，传感器的数据即可被储存到一个数据组件上。

为了能够准确测定 ENG 能源效率，其采用了一个附加的能够说明设备运行模式的信号。这样即可区分自动运行模式下的能耗和其他运行模式下的能耗（图 2）。

实际应用中的高效用潜能

对于 ELG 能源质量比率来说，设备的控制系统可以对工作轴的能耗进行读数并计算出剩余效能的比

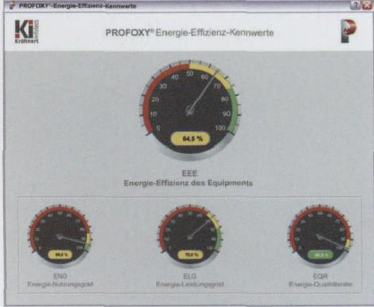


图 3 采用仪表盘来快速概观地显示出能源效率特征值状况

例。EQR 能源效能比例由三部分构成：

因一致性偏差所致的所有能耗。属于此类的主要有热运行程序。为了测定数据，可以对程序名称进行读数。一旦确定出该名称属于热运行程序部分，便把运行中所发生的相应能耗划归到此类中去。

因节奏时间更改所致的所有能耗。在 Daimler 的 NC 程序中设定了额定运行时间。可以从程序中提取此类额定运行时间并与实际运行时间进行比对。所有偏离被划归到此类能耗中去。

因不合格部件所致的所有能耗。可以在 HMI 上直接输入残次品，或在后续的测量室中加以识别并通过网络进行统计。以标准的方式对每个工件的能耗进行测定和归类。采用仪表盘的一种测定方法（图 3），它可以快速给出一个整体效能概观并对可能存在的问题作出直观的认识。

EEE 和能源监视可以反映出测定生产过程中可创造价值的那部分能源消耗的实际应用。通过软件编制方、机床 OEM 单位和设备运营方等几方面的广泛联合工作，可以实现一个高度自动化的测定系统。目前，工作小组仍在积极处理后续各项工作，例如设法把各项特征值纳入到 Daimler 的工作表单中去，把单台设备的能耗测定扩展到多台联网设备上。[MM]



图 2 以一种带有机电操作元件的加工中心为例来阐明降低能耗的措施