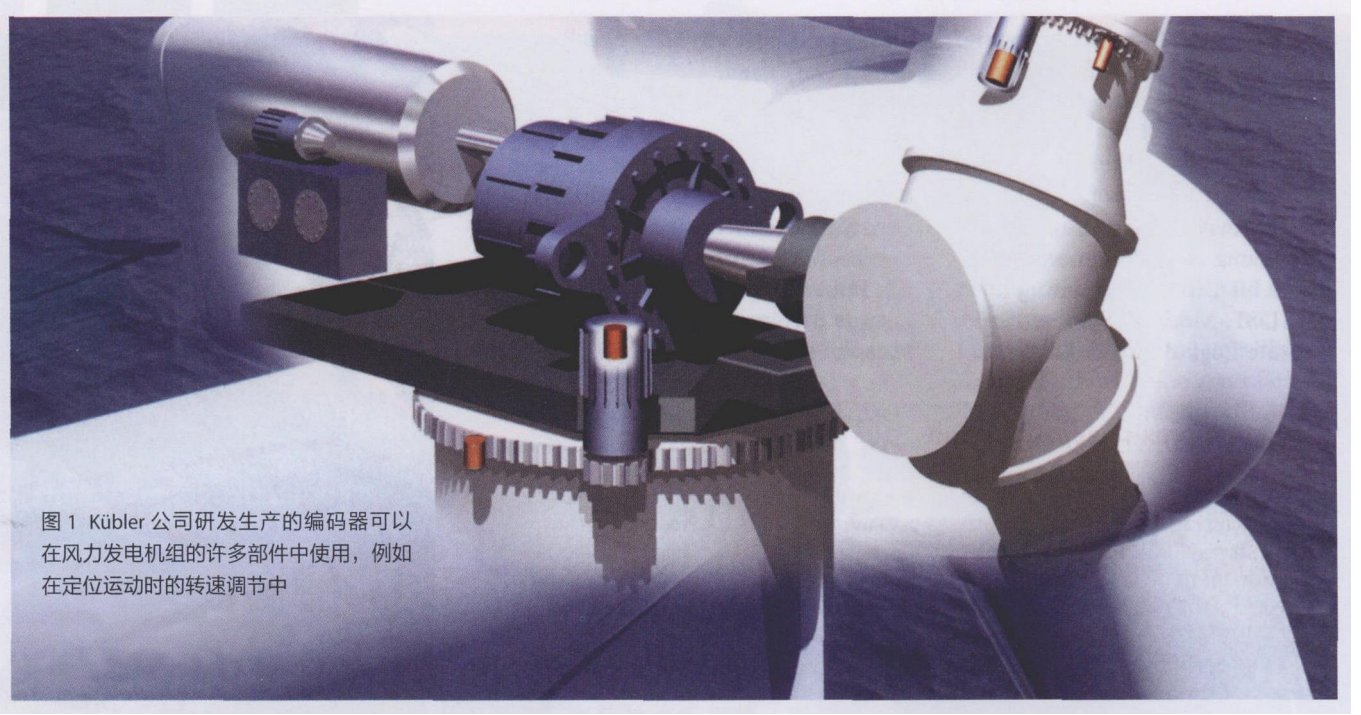

图 1 Kübler 公司研发生产的编码器可以在风力发电机组的许多部件中使用，例如在定位运动时的转速调节中

传感器

高质量，低价格

为了提高风力发电机组的经济性，应降低其零部件的价格，包括传感器在内。但在降价的同时不能影响质量。

风力发电机组的成本压力明显提高。为了提高风力发电机组的经济效益，其零部件价格就应该力求降低，这一点也适用于传感器。Kübler 公司的产品清楚地告诉人们：降低风力发电机组的生产制造成本与最高的质量要求并不是一对矛盾。这家公司为风力发电机组开发、设计和制造各种用于转速监控和位置监控的编码器，在风力发电机组动力系统的许多地方都要用检测转速的编码器对转速进行调节；无轴承的电磁系统能够直接在风机机舱上完成转速的检测；桨叶的转速和轮毂轴承的转速检测则通过安装在滑环上的编码器进行检测。在检测高速旋转的发电机轴的转速时，Kübler 公司专门开发了空心轴的转速检测编码器。如何利用这些传感器节约风力发电机组的成本同时又满足风力发电机组生产厂家很高的质量要求呢？

高性能的、以成本为主导的传感器技术解决方案

Kübler 公司的位置传感器和运动传感器有 3 种解决方案可供用户选择：

- 利用精益设计对材料和成本进行优化

在这一解决方案中，Kübler 公司采取了多种措施，在多圈编码器“Sendix 58”的功能范围内采用了光纤传输。这一系列的编码器用于风力发电机组的变桨距调节系统，直接安装在电动机上；或者作为单独的传感器对包括检测小齿轮和安装角度在内的风机桨叶进行检测，这一措施意味着需要对编码器的功能进行分析，

确定是风力发电机组所需要的以及无需的功能。

精益设计的结果就是多圈编码器与风力发电机组的要求绝对吻合：紧凑的“Sendix F36”，一种安装在35号机壳中的全光纤通讯的电子多圈编码器，与安装在58号机壳中高效的全光纤电子多圈编码器“Sendix F58”及“Sendix 58”等都是全光纤通讯的多圈编码器。

● 以成本为主导的DTC成本控制

在DTC成本控制的框架内，Kübler公司在编码器的研发设计时把技术性能和成本作为两个重要的设计参数。在这一战略的指导下，Kübler公司开发出了空心轴用增量编码器，扩展了自己的产品品种类别，并使之与风力发电机组发电机转速检测监控的要求完美地结合在一起。

规范是Kübler公司产品的最大特征：他们研发生产的“Sendix 5020”系列编码器就是一种非常适合于在狭小空间中使用的、利用绝缘材料进行绝缘隔离的编码器。其中的A02H就是一种配用大型球面轴承的细长型大直径空心轴用编码器，绝缘隔离装置为一个含有钢质嵌入体的绝缘套。该系列产品中的第三个代表性产品就是“Sendix Heavy Duty H120”编码器，一种适合于承受大负载和强位置补偿电流的编码器。

● 符合新技术规范（MRL 2006/42/EG）要求的智能化解决方案

新的法律法规要求从安全技术的角度考虑风力发电机组，必要时要对风力发电机组配备新的安全保护装置。为此，Kuebler公司提高了适合于各种风力发电机组安全要求等级的、性能可靠的增量式和绝对式转速和位置检测监控用编码器和紧凑的安全控制系统，包括它们的通讯模块。

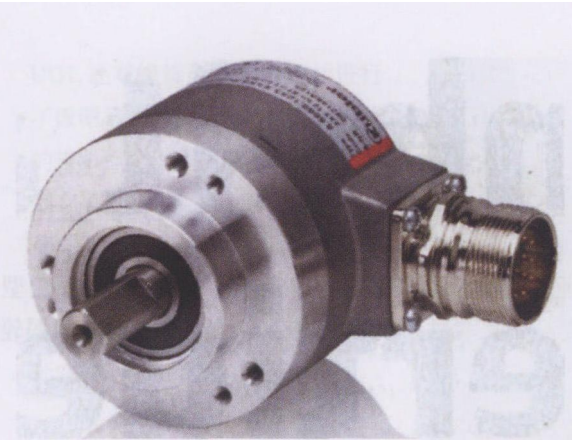

图2 Sendix F58型多圈编码器可以承担定位检测、监控的任务

轮毂转速是最重要的安全要素

早在欧盟的机械指令（MRL 2006/42/EG）对风力发电机组的安全提出了法制性的要求之前，轮毂的转速就是风力发电机组中最重要的安全性要素。因此，轮毂的转速监控除了采用单独的转速控制模块进行驱动控制之外，还利用起始器进行监控，例如利用起始器对孔板中的缺口空位或者轮毂上的螺钉探测来监控。其他的像电缆束扭曲、塔筒的摆动、风向、紧急停按键或者轮毂闭塞监控等通常都由驱动控制系统进行监控，部分还采用了冗余监控、评判和停止风力发电机组工作的运行。

当前的安全控制系统对终点开关或者震动传感器发送来的输入信号进行安全监控，但其常常缺少编码器的接口，因此不能对高频转速信号进行评判分析。这就迫使风力发电机组的生产厂家采用冗余的、低频的传感器检测系统，以便可靠地检测监控轮毂的转速；或者利用独立的转速检测监控模块。在使用了Kübler公司研发生产的SIL编码器之后就可以把编码器的信号用来检测监控工作情况和安全情况。这时，编码器的信号可以分开利用：在编码器和工作控制之间的SSI节拍安全控制系统进行安全检测、监控，可靠地完成转速和位置监控。安装在轮毂、发电机以及桨叶角度调整或者变桨距调节系统中的编码器都可以同时完成两种检测监控的任务。

利用可靠的数字式和模拟式的输入数据Safety-M安全模块能够对风力发电机组其他与安全有关的检测值进行监控，例如电缆束扭曲，塔筒的摆动，风向，紧急停按键或者轮毂闭塞等。

风力发电机组的成本压力越来越大，同时对它的安全性能要求越来越高。因此就要在许多地方节约资金，包括传感器在内，通过省略不必要的功能来节约其生产成本，同时又保证质量。这些讨论都围绕着安全技术这一主题，以此为由提高价格是不对的。利用了减少产品功能这一措施可以省略冗余的传感器和冗余控制系统，从而也节约和降低了成本。为了实现这些高要求的目标，有两个必须要满足的前提条件：积极的行业管理态度和合适的管理方法。MM