

# “双碳”目标推动下的新一代工业连接器特征及其应用

## Characteristics and applications of a new generation of industrial connectors driven by the goal of "dual carbon"

叶云燕

**摘要:** 本文将对工业连接器新一代模块化的分类特征与构建及应用, 并以未来风电连接应用为例作重点及新一代模块化连接器发展状况及趋势作分析说明。

**关键词:** 模块化连接器, 多米诺, 智慧风电

**Abstract:** In this paper, the classification characteristics, construction and application of industrial connector modularization driven by the goal of "double carbon" will be discussed, and the future application of wind power connection as an example and the development trend of the new generation of modular connectors will be analyzed and explained.

**Keywords:** Modular connector, Domino, smart wind power

今天, 国内外再次面临重大转型的挑战。我们必须以应对能源和数字化领域的挑战, 因为这一转型需要使能技术。众所周知, 电源、数据和信号传输接口等基础技术是当今工业转型的基础。为了应对能源和数字化领域的挑战, 需要未雨绸缪。连接器通过实现电源、数据和信号的安全无差错传输成为这种技术的代表。

由此, 为开辟了新的优化可能性, 包括节省高达 50% 的空间和重量, 从而减少二氧化碳排放量。从而导出多种新型新一代工业连接器模块化, 将工业连接器提升到一个新的水平, 其多米诺模块就是一例。多米诺模块就像多米诺骨牌由两个独立正方形组成一样, 而多米诺模块系列配合面包括两部分, 由两块积木或方块组成。这个几乎呈方形的表面可以容纳尺寸更大的触点。方块可以支持满足设计要求的定制连接器配置。电力、信号、数据或压缩空气以及公母触点均可整合在同一模块内。总体而言, 每台设备所需的接口数量得到减少。连接技术变得尺寸更小、重量更轻, 与以前相比可以将更多的模块及其类型安装在一个连接器内。例如, 通过在一个模块中集成各种传输类型, 该多米诺模块用户可以节省高达 50% 的安装空间。随着装配时间缩短, 总体劳动力投入也相应减少。这样不但迎合了人口变化大趋势, 而且弥补了熟练工人短缺的不足。重量更轻、尺寸更小的接口还可为脱碳做出贡献。

值此本文将对“双碳”目标推动下的工业连接器模块化的分类特征与构建及应用作研讨, 并以未来风电连接应用为例作重点及其新一代模块化连接器发展趋势作分析说明。

### 1 多米诺模块其应用特征是当今的工业转型的有力支持

\* 多米诺模块应用特征是更小更轻, 可节省高达 50% 的空间; 最大限度地提高灵活性, 可根据各自的需求进行扩展工业连接方案; 通过组合几个单独的连接来减少安装时间; 兼容模块化工业连接器的市场标准系列; 通过一致的模块化实现可持续性。由于多米诺模块是一种模块化构造的插针插芯, 它允许信号、电力甚至是气动模块自由组合成独特的连接器。其系统将众多分散在各种昂贵的特殊连接器或单独的解决方案中的特性集合于一身。从几毫安到 200 安的电流, 从 50 伏到 5000 伏的电压, 气动管、数据线、屏蔽总线信号和塑料光纤 POF 或玻璃纤维中的光波均可实现插拔式连接, 与特定环境专用的外壳结合使用 - 无论是塑料的或是金属的, 无论是户内使用或是户外使用 - 均可以将连均可以将连接器完美组合满足特定用途并仍能满足任何特定应用。

\* 真因为有这些优势特征, 故能成为当今工业转型的

有力支持。如今多米诺模块作为模块化连接器的新型开发，主要满足行业对节省安装空间和重量方面的要求。例如，通过在一个模块中集成不同的传输类型多米诺模块的用户可以节省高达 50% 的安装空间。其图 1 (a) 为多米诺模块连接器配备 8 个 Domino(多米诺)立方体，而不是 4 个标准模块，而图 1 (b) 是多米诺模块为例的工业转型对接框架示意。



图 1(a)为多米诺模块连接器配备 8 个 Domino 立方体，而不是 4 个标准模块

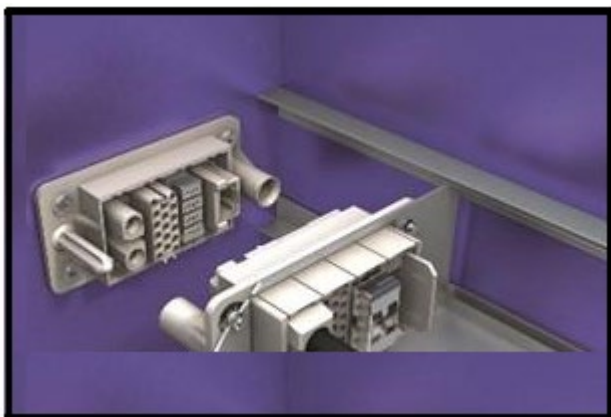


图 1 (b) 多米诺模块为例的工业转型对接框架示意

\* 更低的能源成本和易于安装性 多米诺模块有助于降低成本和节约资源。这是生产中的正确选择，因为制造更小的组件需要的能源和材料更少。但它也适用于物流，这得益于其空间和重量能节省更多的灵活性。通过使用可

以在铰接框架中彼此相邻布置的较小部件，还增加了模块性，见图 2 所示为电源插针与气动相结合，节省空间的定制多米诺模块示意。

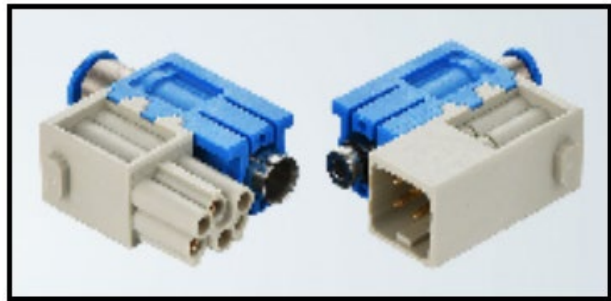


图 2 所示为电源插针与气动相结合，节省空间的定制多米诺模块示意

从图 2 可知，安装人员还能从更短的组装时间中受益。由于连接器尺寸减小，可以更有效地装备难以到达的装配区域，甚至可以首先打开装配区域，例如在轨道车辆的狭窄安装空间中。因此，能够降低组装成本。

## 2 多相测试连接器呈现优势

为解决并提升三相电机测试速度，如今已开发出多相测试连接器。该多相测试连接器可用于对三相电机的电源电缆进行快速、无差错的测速。这为用户提供了一个即插即用的解决方案。使他们能够在三相电机供电电缆的安装、维修和维护过程中节省资金和时间。图 3 所示为多相测试连接示意外形图。

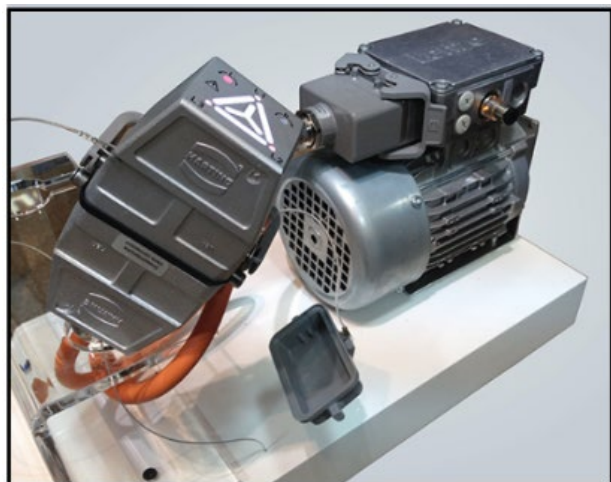


图 3 所示为多相测试连接示意外形图

多相测试连接器为在恶劣的工业环境中使用而设计，可装在任何工具箱中备用。它易于操作，无需外接电源或配件即可使用。使用多相测试连接器，可检查三相电机电源电缆上的星形或三角形电路参数、相位 (L1、L2、L3) 和顺时针 / 逆时针旋转磁场。测试连接器还有一个显示屏，用于显示相应的测试状态。多相测试连接器应用于三相电源系统，额定电压为 230/400V AC，频率为 50Hz。该接口基于优异插芯，最常用于机器 / 设备工程。这为用户提供了一个即插即用的解决方案。使他们能够在三相电机供电电缆的安装、维修和维护过程中节省资金和时间。多相测试连接器为在恶劣的工业环境中使用而设计，可装在任何工具箱中备用。它易于操作，无需外接电源或配件即可使用。

### 3 未来风电连接 - 风电行业典型的应用

\* 问题起因与风电应用 天寒地冻，工程师的手指已被冻僵，还差几十上百根电源、数据和信号线等待被接入控制柜。必须紧皱眉头，死死盯着昏暗照明下每一条线上的文字辨认，在纷乱复杂的线缆中，拉扯、掉落、接错时有发生，而即便已经加班加点，仍需面对来自项目方的催促：还要多久？要尽快并网发电。由此可拓展到正如高铁上“永不松动”的螺母。则连接器就成为风电尤其在恶劣环境下构建稳定电力、信息、数据连接的保障，也足以影响整个工程进度、保障设备安全运行、推进高质量设备维护的关键。而图 4 (a) 为在风力发电机中使用的典型连接器及图 4 (b) 为连接器用于风电示意图，这也是工业连接器在风电行业典型的应用场景之一。

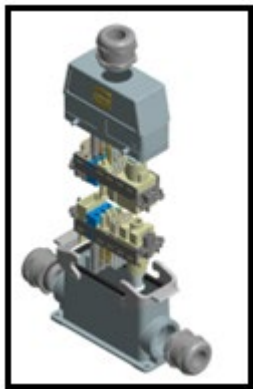


图 4 (a) 为在风力发电机中使用的典型连接器



图 4 (b) 为连接器用于风电示意图

#### \* 智慧风电发展及“双碳”目标推动下巨大的潜力

随着可再生能源数字化、智能化发展，成套风电设备的各个子系统如变桨系统、传动系统、变流系统以及主控系统，都需汇集到中央处理。也就是说，在智慧风电发展趋势下，除了电力，设备之间还有大量的通讯连接、数据传输需求，见图 5 示意图。



图 5 为在智慧风电发展趋势下，除了电力，设备之间还有大量的通讯连接、数据传输需求的示意图

在工业连接器用于风电行业的应用上。连接器正是这样一个提供系统之间电力、数据、信号传输的“桥梁”。以往在风电行业，往往只在现场接线相对复杂的子系统，如轮毂内的变桨系统和轮毂与机舱之间的“中枢神经”滑环上才会部分采用插拔式连接器。但随着风机功率增大，如 4-5MW 及以上的机型越来越多采用中压动力电缆，机舱内部普遍增加了变流器和变压器，从而使陆上风电对插拔式连接器的接纳意愿却越来越高。



根据实践与应用经历,国内风电行业对连接器的需求不仅在陆上风电,由于海上风电运输、安装成本更高,建设周期更长,使得当前几乎所有厂家都在以不同的形式强调“模块化”概念,对插拔式连接器的热情不断高涨。当前,插拔式连接器已经成为风电行业各个系统之间的标准硬件接口。传统电力市场上,变压器、变流器、开关柜上的功率传输接口往往采用“线鼻子和螺栓”连接,但鉴于如海上风电的恶劣环境和高投资,插拔式连接器的使用可有效降低现场接线和处理绝缘的时间和人工成本,极大拓展了连接器在海上风电的应用空间。可以说,在全球能源转型和国内“双碳”目标推动下,一方面以风电为代表的可再生能源迅速崛起,另一方面,新型电力系统对整个电力“源网荷储”之间的柔性互动、连续高效提出了更高层次的要求,此时数字技术的切入恰恰与电力数字转型的市场需求同步。在保障电力传输和信号传导的稳定可靠上,工业连接器已经成为降低建设成本、促进电力系统稳定运行的一项关键的技术。

\* 独特的优势 -- 以简驭繁,降本增效

从国内外多米诺模块连接器应用资料显示,风电连接器是初始投资中必不可少的一部分,占总成本的0.3%左右。而当前,我国风电产业进入薄利时代,更低的电价和成本控制要求倒逼供应商在每一个环节“斤斤计较”,凭借技术创新一点一点“抠”出来降本空间。为此连接器主要从三个方面助力风电降本增效:其一、从前期安装来看,新型多米诺模块系列连接器采用模块化设计,风机在出厂时的接线就已经完成,现场工作则只需要插接连接器即可,大大节省了安装时间,见图6所示;其二、在产品维修与养护方面,该系列连接器在维修时无需特定工具,在不对



图6所示现场工作则只需要插接连接器即可,大大节省了安装时间

其它系统产生干扰的情况下即可实现子系统如滑环的更换,有效降低停机时间,提升运维效率和水平,节省维护成本;其三、成本方面,连接器简单快速的插拔操作极大降低了对高技术专业工人的需求,减少了高昂的劳动力成本。

值得注意的是,在全新推出的创新设计的多米诺模块系列连接器中,推出全新三种典型模块化风机连接器,可实现电源、信号和数据的并排传输,通过优化接口总数来节省空间和材料,从而达到节约成本的目的,助力海上风电平价发展。由此可见图7(a)为从机柜内部使用创新设计的模块化连接器多的后部安装;图7(b)下为滑环体上的模块化连接器接口所示。



图7(a)为从机柜内部使用创新设计的模块化连接器多的后部安装



图7(b)使用模块化连接器的后部安装 - 从机柜内部

正是这个手掌大小、标识清楚的连接器,可有效防止混插、简便高效,助力海上风电运行的持续可靠。当前我

国海上风电供应链体系逐渐完善,模块化连接器已成为海上风电生态圈中的重要一环。工业连接器在海上风电得到越来越广泛的应用,也证明了其对于产业实现经济性、可靠性和可持续性的重要价值。

由于连接器在海上风电产业链上的拓展,他们也在不断地通过可插拔连接器来缩短现场施工时间和降低复杂度。从工业连接技术,我们可以预见未来风电的趋势。只能说在产业大规模扩张下,技术与市场的指向性已经非常明显,以简驭繁、降本增效已经成为各种技术研发殊途同归的大方向。

#### 4 小结 — 模块化连接器发展状况及趋势

\* 综上所述工业连接器技术的发展也呈现出产品体积小、低成本化、各类信号传输集成化、高速化、模块化组合化等新优势。由此在工业各通讯与数据传输领域中获得广泛应用,它主要归功于通过流水线生产方式实现了复杂生产的“平台化、模块化、可扩展化”。未来批量化生产后,将大大缩短开发周期,降低运输、安装等成本。模块化连接器产品的多米诺模块系列也正是应此需求而生,其满足工业对于节约安装空间和降低重量的要求,采用该系列产品的用户可以节省高达 50% 的安装空间。尤其是“可插拔连接”是实现以风、光、氢和储能为代表的能源转型的平台化、模块化、可扩展化的重要保证之一。而在高铁、风电、电动汽车等数十年的应用经验已经表明,通过工艺

和技术,可插拔的连接也可以和“硬连接”一样可靠等特点。而浩亭公司推出的多米诺模块是属当今国内外新一代工业连接器中的一典例。

\* 连接器行业对下游应用领域变化反应敏锐,终端市场的规模与需求变化以及技术的更迭对连接器市场规模产生很大的影响。虽然近几年由于疫情影响,实际情况却出现了较大的波动。但当今新能源汽车和工业 4.0 等成为全球经济的主要增长动力,连接器市场也将在这方面快速反映出来。在推动汽车、消费类设备、数据中心和互联医疗健康市场的获得重大进步。鉴于数据的互联互通,当今社会已出现人工智能、AR/VR(增强现实/虚拟现实)、数字孪生、传感器和机器学习等强大的应用系统,它们被用于产品设计和创意构思,并被延伸到更广泛领域,用于供应链智能建设、先进制造和合同履行,为应用领域提供前所未有的价值。

\* 工业 4.0 催生数字孪生,对连接器行业将是新的机遇。其典型之一的是汽车换电模式刺激换模块化连接器发展。在新能源汽车换电模式的应用上,换电连接器是电池包唯一的电接口,需要同时提供高压、低压、通信及接地的混装连接。在快速换电过程中,电池与整车配合存在误差,换电连接器需要具备浮动补偿能力。此外,因为更换电池频率较高,换电连接器还需要满足高寿命、低维护成本的要求。

### 上接152页

器 1 次、2 次电压的最佳化而进行操作,故达到了操作的高效率。

从图中可知,相应于电流指令值,充电、放电均能迅速的跟踪实际电流。而且,额定充电,额定放电一起,均未见到特性曲线的上冲现象(over-shoot),可见能充分满足按 V2H 规定的跟踪特性。这一电流指令值是根据上位控制单元的指令而增减的,故可实现充电电流的限制,并适应按 EV/PHEV 功率补偿的 EMS(能源管理系统)要求。

#### 6 结束语

本文介绍了有关 V2X 系统用的双向充电器 VOXSTAR。采用 V2H 协议,加上原来充电器的放电功能,

从而实现了针对 EMS 及 BCP 用途的 EV/PHEV 蓄电池的有效利用技术。此外,由于内部结构单元化导致维护性的改善,以及壳体结构的改进导致的 IP 性能改善等,提高了基本性能。

今后,随着 EV 蓄电池的大容量化,应能适应 V2X 设备的大容量化,对各单元并列操作的验证等,预计面对大容量化的改进、改良,必然进行热衷的研究。

原文出处:佐藤大辅,V2X 双向充电器の開発,(日)《电气评论》2020.3 P56-P59