大件加工

大型 XXL 部件的加工

对于尺寸规格在数米和数吨的部件来说，所面临的加工设备就不是普通的加工中心。如今，大型机床可以通过一次性装卡对接缝部件、风能设备或缆车驱动轮的转子轮毂进行高精加工。根据专家估测，大型部件加工的全球市场可以达到 10 ~15 亿欧元。

文 | RüdigerKroh

大型机床这样的笼统概念是不足以说明问题的。在 *X* 轴向上的行程超过 10 m 和在 *Y* 轴向上的行程达到数米的机床并不在少数，它们是切削技术上的巨无霸。“我们最大机床的工作室达到 15 m 长、4 m 宽和 3 m 高。” Kekeisen 公司总经理 Thomas Gebele 解释说，“在我看来，一台 XXL 大型机床拥有至少 20m^3 的行程能力，这是一种优势。”

但是，对此并没有一个明确的定义。“我认为加工大型工件的机床的工作室体积都在大约 30m^3 以上，即工作室的尺寸至少是 5 m × 2 m × 3 m，设备的铣削功率也应该在 60 kW 以上。” Union Werkzeugmaschinen 公司总经理 Michael Bergmann 评判说。Starrag 集团公司董事和营运总监 Georg Hanrath 博士指出，相应的工件规格应该都在 2500 mm 和 5 t 以上。“往上还有多个工件级别直至 30 m，在工件重量方面应该没有限制。”

如果问到厂家迄今为止所提供的最大机床设备的话，则还要高一个等级。Starrag 公司向 St.Petersburg 地区提供了一台在 *X* 轴上拥有 21 m 和在 *Y* 轴上拥有 9 m 行程、用于电站元件加工的龙门铣床。BimatecSoraluce 公司的移动立柱铣镗加工中心拥有 64 m 纵向行程，Cimolai 公司采用这种机床设备来加工运输船所需的重达 708 861 kg 的桨架部件。

图 1 带有圆形工作台的龙门铣床：趋势是对精度要求越来越高

量身定制的技术方案

大型设备无法批量制造。但是，这里仍可以采用标准构件技术方案。“通过采用移动立柱机床设备的模块化标准构件系统，我们实现了很高的标准件比例。” BimatecSoraluceZerspannungstechnologie 公司董事总经理 Fred Bisgwa 说道，“这样，我们即可为用户提供一种符合用户实际能力和装备水平的独特的技术设备。”在 Union Chenmnitz 公司里也是如此，对设备的大规模选型也是基于一种标准构件系统。对此，Bergmann 说道：“我们向用户提供量身定制的技术方案，此类技术方案是根据用户的框架条件（例如加工任务和厂房里的实际状况）而专门设计的。作为标准部件的一种组合，方案的实施也是尽可能保持在较低的费用水平上。”

但是，标准也有其局限性。“当我们采用预先制作好的模块时，各种单独方案的匹配程度最多只能达到 60%。” Kekeisen 公司总经理 Gebele 报

图 2 “向需要接受五轴加工和采用组合型加工工艺的，更为复杂和更为大型的工件发展的趋势是显而易见的。” Hanrath 博士如是说

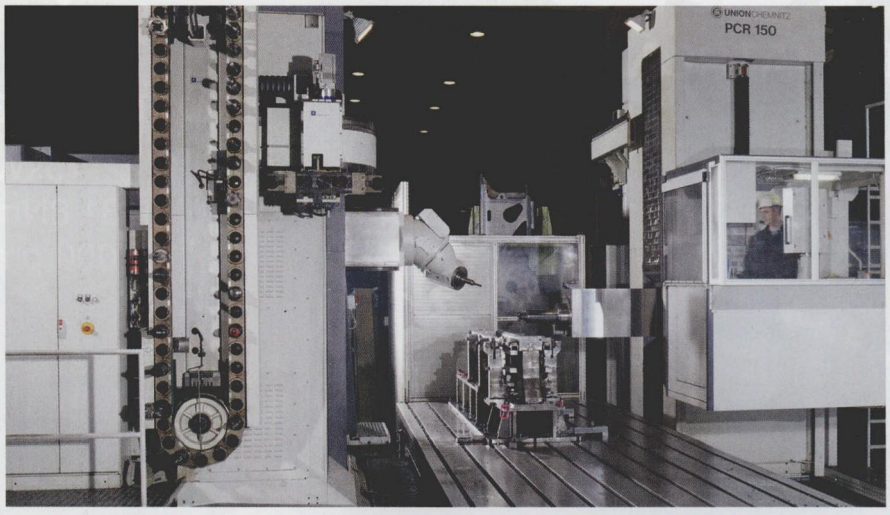

图 3 Union 公司的 Millforce 1 型移动立柱铣床与 PCR 150 型卧式铣镗机床的配对式布置

告说。因此，每款设备实际上都只能制造一台而已。Starrag 公司 Hanrath 博士强调说：“在大型设备上大幅提高标准件的比例，这从经济性上说当然是值得追求的。随着不同应用场合和要求的大量出现，这也就意味着在设备的性能上需要作出一些妥协。”因此，Starrag 公司把自己定位为一家高性能技术方案的供应商。通过在市场上寻求特定的技术方案和由此产生的技术重复的效应，也许可以达到一种标准化技术的效应。

自主制造是一个决定性的因素

对自主制造部件的追求是显而易见的。“在此类设备方面，自主制造的深度是一个决定性的因素，这是因为此类设备的精度只能在制造过程中产生。” Bisgwa 判断说。BimatecSoraluce 公司的所有铸件（如机身、立柱、铣削滑板和铣削头等）均为自主制造的。

而对于 Union 公司总经理 Bergmann 来说，虽然不见得必须要达到很高的自主制造深度，但是自主制造确实具有不可战胜的优势：“Herkules 公司在传统上就一直立足于很高的制造深度。设备上的所有核心部件均在集团内部制造，由此可以确保产品的质量和供货期，同时我们也可以更加灵活地去满足用户的特殊要求。”

尽管 XXL 大型设备与常规的加工中心有很大的差别，但是有些趋势则是相同的。“大型部件的金属材料品种和复合材料都会与小型部件有相类似的研发过程。” Starrag 公司经理 Hanrath 解释说，“因此所面临的挑战也都是差不多。从总体上说，干式加工的情况亦是如此。设备工作室的净规格对外罩和切屑排放都提出了特殊的要求，而要满足这些要求，则会遇到极限的情况。”

大件切削也是朝着整体加工的方向发展。“向需要接受五轴加工和采用组合型加工工艺的，更为复杂和更为大型的工件发展的趋势是显而易见的。” Hanrath 如是说。而 Bergmann 则补充说道：“为了降低装卡和换装的工作量，越来越需要在机床设备上集成多种不同的加工工艺，例如车削和铣削。由此，可以在一台设备上实现对工件的整体加工。”

由于大型部件的换装需要耗费大量时间，所以一次性装卡的整体加工也是一个至关重要的因素。Bimatec-Soraluce 公司总经理 Bisgwa 表示：“在大型机床设备领域，自动化技术也因此发挥着重要的作用。通过采用各种不同且自动变址的铣头和滑枕，再结合使用铣头和滑枕的全自动更换系统、适配性角铣头、主轴延长件或电动主轴、旋转和移动工作台以及综合夹持系统，可以实现这一点。通过采取这种方式的自动化，在设立多个工作站时即可确保达到一种往复式的加工状态，从而可以使操作人员在主生产时间内同时对后面的工件进行装载和卸载。”

Starrag 公司针对工件一侧的自动化状况，也可提供一种双工作台的龙门铣床。在这种铣床上，一个工作台处于工作室内，而设置在机床一侧的另外一个工作台则用来对工件进行装载和卸载。但人们也已经采用过托盘系统技术方案，其托盘长度为 16 m。

机床设备的精度越来越高

大型切削加工厂家所面临的一个要求便是对精度的要求。“我们发现，越来越高的设备精度要求甚至超过了对设备工作室空间的要求。” Union 公司总经理 Bergmann 报告说。

Fred Bisgwa 则从另外一个角度提示：“大型工件往往需要费时费力的校准过程，尤其是那些非常精密和高价值的工件，其中有一部分工件所需的校准时间甚至超过了加工本身时间。” Bimatec Soraluce 公司通过采用照相测量方法给了用户一个可以对工件进行快速测量和自动调节的可能。该企业通过内置全套 3D 测量系统，可以使每个工件的测量时间最多节省 70%，校准时间最多节省 60%。MM