驱动

单体式铣床的集成化驱动技术方案

高度集成化的驱动技术方案适用于单体式车 - 铣床，该高度集成化驱动装置有 6 种不同变型，适用于世界范围内近 50% 的单主轴刀具机床。

文 | GUIDO STOEPPLER

目前，世界上约有一半的刀具机床是主轴功率为 14 kW 的车 - 铣床。最简单的车床常常只有两根几何学主轴（*X*、*Z*）。对于机床的整个驱动技术装置来说，连同主轴在内有 3 个电动机组件（电动机组件、连接电动机的用于逆变器控制装置）便已够用。有时，人们在单体式车床上会看到一个驱动式刀具，很少还会在单体式车床上看到电力驱动的转台以及一根车床尾架轴。单体式车床用于主轴和进给轴所需要的电动机组件总共不超过6根。单体式铣床通常有 3 根几何主轴（*X*、*Y*、*Z*），有时还另有两根几何主轴（*A*、*C*）。在这种情况下，基本结构有 4 个电动机组件便已够用；而如果还另有几何主轴，则有 6 个电动机组件便已够用。

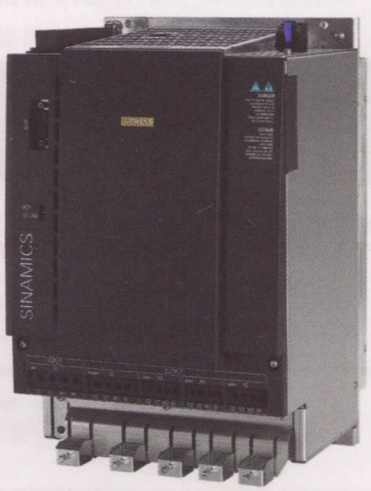

图 1 用于刀具 - 机床的整体式驱动装置设置在一个外壳中，适用于在严苛的工业环境中和危险电网条件下使用

对于许多标准型机床，最佳供电的类型（基本 - 线 - 组件）是 3 个或 4 个电动机组件以一个单元的形式供电。为了能够将机床再多拓展两根轴，也可选择连接附加的几何轴（图 1）。那么，机床的最终用户能够从集成化驱动技术方案得到哪些优点呢？如果集成化驱动技术方案的类型适合机床的设计特点，那么与一个模块化技术方案相比，该集成化驱动技术方案便由一个单独供电电动机组件组成，其优点是：由西门子公司研制的 Sinamics S120 Combi 集成化驱动技术方案省去了多个端口，从而使结构达到了最佳化。对于 OEM 来说，这就意味着简化安装且省去了中间电路，降低了最终用户对配电箱内装置的费用投入。

所有部件的设置均实现最佳化

此外，由于省去了轴与轴间的端口，也进一步提高了集成化驱动技术装置潜在的坚固耐用性。西门子公司研制的集成化 S120 Combi 驱动装置不是对模块化 Sinamics S120 驱动装置进行简单的改装，而是将所有部件在印刷电路板上从安装层面实现了最佳化平行设置。这样，与模块化部件连接相比，电力半导体可更好地与散热器相连接，如果贯通式散热器安装在配电箱的外部（即外部散热），那么内部损失则降至最低，可不必为配电箱采取费用昂贵的散热措施，这样，S120 Combi 驱动装置的内部损失仅占总损失的 15% ~ 19%。而采用模块化、宽为 50 mm 的 S120-Booksize 驱动装置的内部损失约占总损失的 50%。除了将电力半导体最佳化地连接在散热器上之外，散热器的高度和宽度的比例接近也有助于降低驱动装置内部损失。散热器这样的外形几何尺寸使得驱动装置能够通过散热器实现最佳散热性能。

除了能够降低驱动装置的内部损失外，集成化 S120 Combi 驱动装置的所有部件的设置均达到了最佳化，从而降低了装置的总损失。采用改善的 Smart-Mode 调节器特别有利于调节驱动技术装置部分负荷运行状态下的损失。与采用 200 V 三相交流电的驱动装置相比，采用模块化 S120-

Booksize 驱动装置和集成化 S120 Combi 驱动装置的供电电压为 380 ~ 480 V 的三相交流电时，驱动装置的损失最多减少 20%。世界上绝大多数主要使用刀具机床的国家（图 2）仍继续使用电压为 380 ~ 480 V 的三相交流电供电。

当中间电路电压较高时，电动机上的端电压也较高，电动机的电损耗变小。因为使用 200 V 三相交流电压驱动装置时需要使用匹配的变压器，而西门子研制的 Sinamics S120 驱动装置和电动机均允许使用电压最大为 480 V 的三相交流电供电，所以不需要使用匹配的变压器，这样便再次节省了电损耗。由此，集成化 S120 Combi 驱动装置（模块化 S120-Booksize 驱动装置也是如此）便能够将多余的电能重新输入电网。

对于结构紧凑的机床来说，特别重要的是配电箱必须要小。机床的配电箱外形尺寸高为 380 mm、宽为 260 mm、长为 304 mm，占位小，可以节省驱动装置背面的连接线缆。这样，留有 80 mm 高的散热高度即可，不必提高供电线路的安装高度；还有一个优点是，这样供电线路连接件可接近性好。电磁兼容(EMV)采取屏蔽设计方案，完全可以集成入驱动装置，不需要在驱动装置外部进行屏蔽隔离（图 3）。

所使用的驱动装置外部散热性达到了最佳化，为了满足机床结构紧凑的需要，必要时可将驱动装置安装在配电箱里。但在这种情况下，需要一个匹配的安装架。外部散热的优点是，仅有 15% ~ 19% 的损失热量存留在配电箱内，绝大部分的损失热量已经排到配电箱外。配电箱的散热器可设置得非常小，此时使用一个简单的热交换器便够用，无需使用空调装置（图 4）。

外部散热的完备技术方案

西门子公司研制的 Sinamics S120 驱动装置的通风结构件设置在驱动装置的上侧，高 86 mm，用刚性金属板连在一起，对 OEM 来说，禁止使用整体式外部散热方案，通风结构件的外部便不能再安装金属板。

西门子公司已经研发出适合在严苛使用条件下使用的驱动控制装置，散热体肋梁间距宽，可阻止灰尘和冷却 / 润滑剂对驱动控制装置的危害。为此，散热器设置在驱动装置的上方，散热器

▲反馈服务编码M4871

图 2 世界范围内不同电网分布图：在不稳定的电网区域必须使用调节装置和驱动装置以实现安全供电

肋梁上不会粘上液化的润滑剂，这样，散热器便可顺畅地自由吹风散热，吹风量为 290 m^3/h。而冷却器的吹风量只有 160m^3/h。散热器肋梁保持干净，散热能力较强；另外，只有散热器的上方和下方的温度差实现最小化，才能延长散热器的使用寿命。

西门子公司研发的驱动控制装置可在温度较高的条件下使用，在工作环境温度为 70 ℃ 的条件下，驱动控制装置的使用寿命为 35 000 h。西门子公司研制的 IP54 散热器的电子器件是浇注的，坚固耐用，不上锈的滚珠轴承在充斥着雾状润滑剂的工作环境中能够正常发挥功能。这样便能够进行监控，并对散热器损坏情况进行提前报警，以使操作人员能够有时间继续完成其正在加工的工件作业。

除了散热器外，西门子公司研制的整个驱动控制装置均设置为适用于在温度较高的工作环境中使用。驱动控制装置的配电箱在 55 ℃ 的工作环境中仍可使用，甚至在 45 ℃ 的工作环境中，驱动控制装置的配电箱的性能仍不会降低。由一个同样受到监控的驱动控制装置内空间通风装置避免驱动控制装置内空间过热，以防止电解电容器的电解液提前变干。驱动控制装置的所有印刷电路板均涂有牢固的漆，这样，驱动控制装置便不会受到工作环境中过高的空气湿度和有害气体的危害。

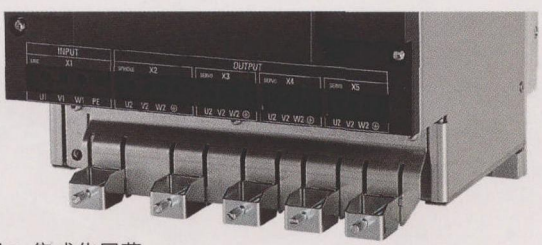

图 3 集成化屏蔽式的连接技术装置坚固紧凑，适用于在高电磁环境中使用

供电网的安全风险大幅增加

除了驱动控制装置不受工作环境的影响外，在一些典型的使用机床的国家如印度和中国，供电的安全性存在着很大的危险。印度是电压为 415 V 的 TT 三相交流电供电网，也就是说没有保护接地装置。印度是通过使用故障电流保护开关来实现最好的供电安全保护方案的。在此，重要的

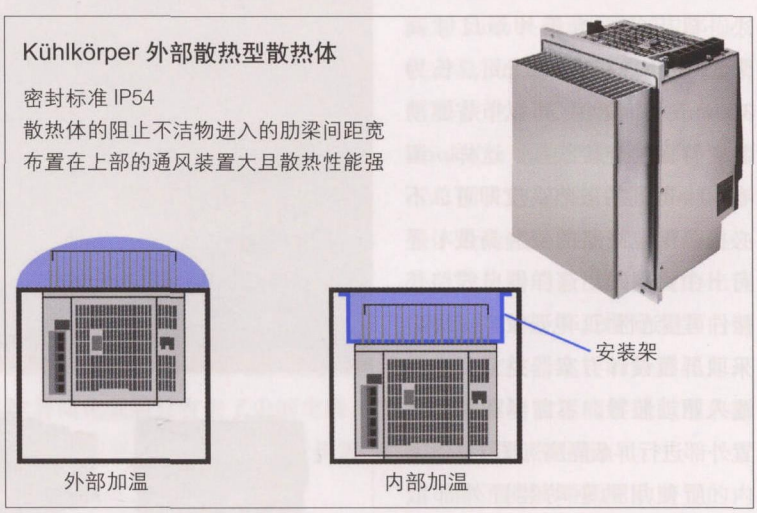

图 4 Sinamics S120 Combi 驱动装置可以安装在机柜外部或内部，取决于空间和冷却的条件

表 带有 3 轴和 4 轴的 3 种西门子公司研制的 Sinamics S120 Combi 驱动装置的功率及电流参数

S120 Combi	供电的设计功率	机床主轴的输出电流	进刀 1	进刀 2	进刀 3
带有 3 根轴	16	18	5	5	-
	16	24	9	9	-
	20	30	9	9	-
带有 4 根轴	16	18	9	5	5
	16	24	9	9	9
	20	30	12	9	9

是驱动控制装置需有一个漏电设计方案。在这种条件下，电源滤波器不利于生产，因此，该驱动控制装置在没有电源滤波器的情况下方可实现运行最佳化。印度供电网的特点是经常“断电”（一天断电多达 10 次的情况绝非少见），且为节电供电网单相或多相“降低电压”（电源受到损坏）的情况也常有发生；特别是供电网快速复原对于正在供电的绝缘栅双极晶体管（IGBT）是危险的。因此，在以前使用集成化 S120 Combi 驱动装置时便将双极晶体管设置得很坚固耐用，供电调节器也实现了最佳化。这样做的结果是，一旦存在危险，便立即切断硬件供电。例如在设备短时间的双相运行时，不会导致出现差错断路。

在亚洲，当电压出现大幅度变化时，通常是使用所谓的伺服稳压器（SVS）来调整电压，即使用电动的可调节的变压器，该变压器可在一日内将电压均衡在 ±100 V。西门子研制的驱动器也将用 SVS 调整电压的地区使用条件考虑在内，其研制的符合在印度使用的驱动器的性能已经得到证实。

一些标准型车 - 铣床需要 4 个以上的电动机模块。由于这样的原因，西门子公司研制的模块化 S120-Booksize Compact 驱动装置可通过中间电路的接口实现连接。这样，一小部分模块化 S120-Booksize 已适应的灵活性也可为非模块化 S120 Combi 型集成化驱动装置所接受。结构紧凑型 S120-Booksize 驱动装置整体式安装在配电箱里，即使驱动控制器的散热器安装在配电箱外部的情况下也是如此。在采用小电动机模块的情况下，损耗功率只能起到一个从属作用。

西门子公司研制的 Sinamics S120 Combi 驱动装置是一个能够扩展的基本型驱动装置，可用于 3 轴或 4 轴机床的 6 种不同变型（如表）。西门子公司研制的所有驱动装置的外形尺寸均一致。S120-Booksize 模块可使用最大设计电流强度为 18 A，供电功率为 16 kW 和 20 kW，这样便留有余地以便扩展轴。西门子公司研制的 Sinamics S120 Combi 驱动装置可集成入 Sinumerik 828D 型和 Sinumerik 840D sl 型调节器设备包里，这便为紧凑型车 - 铣床采用西门子研发的驱动装置创建了基础条件。MM

▲反馈服务编码M2143