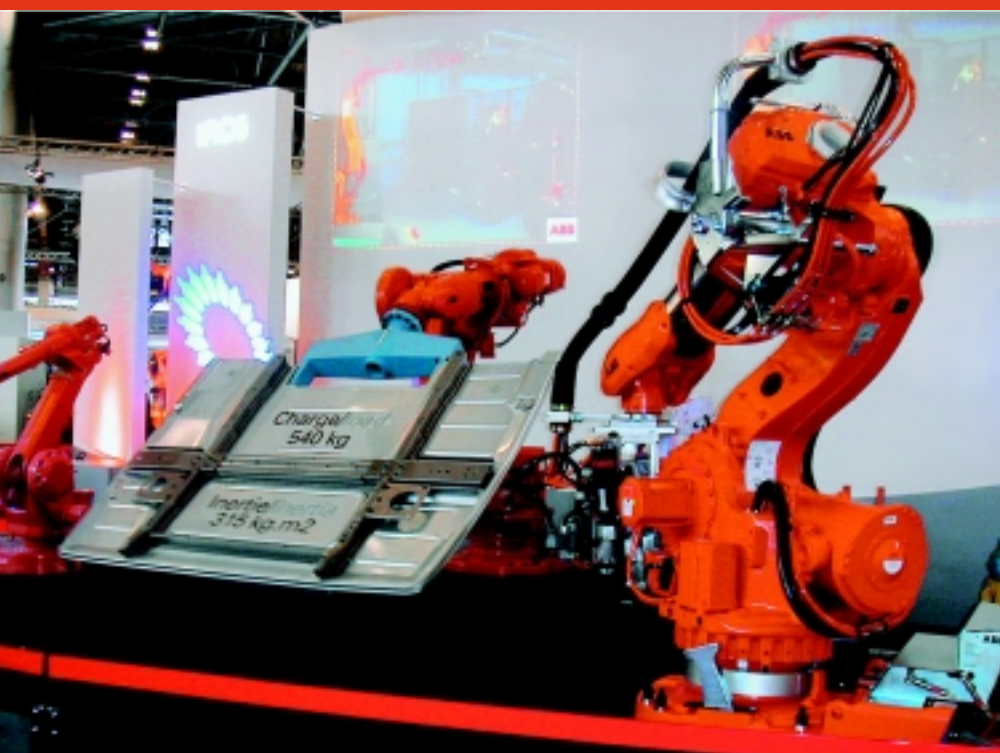


配合协调工作

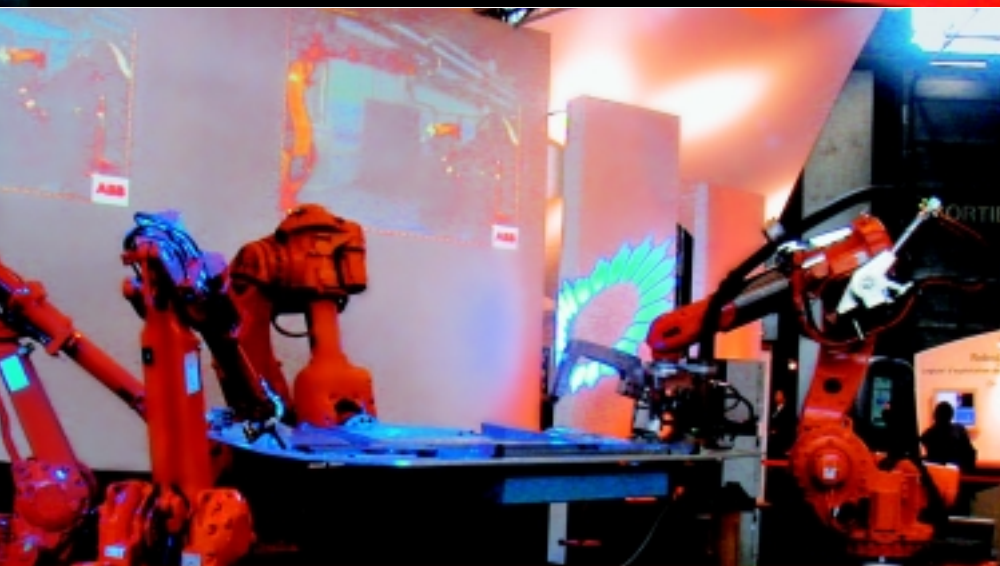
ABB 的多机联动 (MultiMove) 功能预示着机器人应用的新纪元

Christina Bredin



与避免发生碰撞相比，在机器人协调配合方面的要求更多。操作员希望更精确的同步性，这样多个机器人可以协调配合，共同完成单个机器人所无法完成的整套任务。例如，两台机器人可以举起对单个机器人来说太重或太弯曲的物体。又如，当一个工件运动或旋转时，一组机器人可以在此工件上同时作业。

完成此类任务需要极高的同步性，但ABB的新型IRC5机器人控制器使之成为可能。有了该控制器，机器人组可完成比以往更复杂的任务。



ABB在开发模块化的IRC5¹⁾第五代机器人控制器的过程中所采取的技术步骤,是自1974年第一代机器人S1和世界上第一台电驱动机器人IRB6问世以来所采取的最大的技术步骤之一。IRC5所具有的先进性也许就是由于采用了多机联动(Multi-Move)的缘故,它将会对机器人的应用和客户的利益产生巨大的影响。

多机联动是设置在IRC5软件内的一种功能,它最多可以让4台机器人及其工件位置控制器或其他装置非常协调地一起工作。通过提高处理能力和IRC5控制模块的模块性已有可能实现这种先进的功能,其计算轨迹的能力可达到36个伺服轴。

但这种能力不会提高成本,因为IRC5模块的概念允许采用精益的解决方案。不管这个制造单元(Ce11)里有一台或多台机器人,都只需要一个控制模块。当需要扩展时,只需要对每1台(最多可以到4台)机器人增添一个驱动模块即可。这种方法,较之最普通的多控制器的解决方案,显著地降低了对通信链接的要求。

多机联动是设置在IRC5软件内的一种功能,它最多可以让4台机器人及其工件位置控制器或其他装置非常协调地一起工作。

多机联动是对用在机器人与工件位置控制器之间协调原理的进一步扩展。但这种比较老的技术只能协调两台机器人或其他装置。利用多机联动,工件处置装置(可以是一台机器人或工件位置控制器)控制着工作对象。其它的装置相对于工作对象的运动也要协调起来。只要把每个协调装置的对象协调系统与夹持在工件处置装置上的工作对象之间的相关性确定

1 多机联动功能设置在IRC5软件内,它可以让多达4台机器人及其工件位置控制器或其他装置非常协调地一起工作。



下来,就能做到这一点。当工作对象运动时,其它装置也就能协调地运动。

虽然多机联动实现起来是一个复杂的功能,并且需要有大的处理能力(特别是在路径设计和所有机器人的驱动电动机的同步化方面),但它的操作仍然较为简单。从一些对多机联动早有接触的客户反馈回来的信息表明,任何一个熟悉ABB机器人编程的人,特别是在协调诸如工件位置控制器这样的附加轴时,在创建多机联动的应用中困难应当不大。

为了让多机联动易于实现,其关键是制造单元里的每台机器人或附加装置要有自己的程序。这可以写进和编辑进ABB的RAPID机器人编程语言里。每个程序都可以看得见,而且能完全独立于或部分独立于其它程序而执行,这些程序应用了Windows类型的FlexPendant绘图示教装置(已被开发成IRC5控制器的一个组成部

分),或者应用个人电脑。多机联动功能中程序分离的概念是ABB特有的。

多机联动是完全柔性的,因为它能够在制造单元里各台机器人的协调操作和独立操作之间进行切换。例如,所有装置在全部时间里都可以彼此完全独立地工作;或者可以在其工作循环中的某几个点同步工作(半协调运动);或者可以按完全同步化顺序和运动而协调工作。而且,机器人可以按两三台为一组协调工作,而制造单元里的其他机器人则独立作业。

在半协调的作业中,制造单元里的若干台机器人是对同一个静止对象进行工作的。这就要求有些时候在作业顺序上实现同步化,但不是任何的协调运动都要求同步化。例如,有一台位置控制器在移动工作对象,而有若干台机器人则在等待,这些机器人只有当工作对象静止时才对它进行加工。这种半协调运动需要的同步化,

注:

1) www.abb.com/robotcontroller

只有在当工件应该运动和当这几台机器人能对工件进行加工时才去“告诉”位置控制器。

这里有一个例子，两台焊接机器人在不同的地点和在不同的侧面焊接同一个工件。位置控制器首先把工件移动以展示出它的上部，然后由几台机器人对它进行焊接，而位置控制器则在等待。下一步是位置控制器转动工件。最后，几台机器人对工件的下部进行焊接。

在完全协调的运动里，几台机器人对同一个正在移动中的工件进行加工（见图 1）。位置控制器或者夹住工件的机器人，以及几台对该工件进行加工的机器人，都同步地移动。所以，所有协调好的若干台机器人必须在同一时间开始和停止其运动，必须执行同一个编号的运动指令。

完全协调运动的一个例子是点焊。一台机器人让工件沿着一个圆弧作连续移动，另一台机器人拿着一枝焊枪进行两处点焊，而这两台机器人与第一台机器人是协调好的。工件处机器人的程序里只要有一个指令就足

以使工件从圆弧轨道的起点移动到终点。但由于焊接机器人是在不同的空间位置进行两处点焊，所以在程序中需要两个指令，工件处置机器人也必须有两个指令。所以，圆弧运动必须要用两个指令来完成，一个输入到圆弧的中点，另一个输入到圆弧的末端，这都是用焊接机器人程序里的两个运动指令同步完成的。

缩短从订货到交货时间、提高生产率和提高质量是采用新型 IRC5 控制器的多机器人作业普遍的潜在利益。

多机联动的另一个特点是能够用 FlexPendant 上的操纵杆（见图 2）使多台机器人作缓慢运动。在“协调好的慢动作”当中，所有的各个装置的相对位置却保持不变，并与全速执行时的相对位置严格相同。在任何一点，任何装置都可以切换到一个独立的慢动作，故可以对其相对位置进行调整，然后再切换回到已协调好的慢动作继续工作。这是对多机联动程序进行精密调试的一种强有力的工具，只有 ABB 才能提供。

要把因设备或工艺过程出故障而引起的生产停顿恢复起来是一个潜在的问题，这是由于多机联作业就像舞蹈动作那样复杂所致。机器人在有“故障”时不仅必须避免参与工作和进行加工，而且当它退回到安全位置和返回到其最后位置的过程中还必须与它的“伙伴”协调一致。如果采用 IRC5 控制器，问题就变得容易解决，因为它具有路径记录功能。这对多机联作业的每台机器人都可以起作用。知道了通向故障点的路径就可以让有故障的机器人同已经协调好的众多机器人同步退回到一个安全点，这个安全点已确定在它的 RAPID 错误恢复例程上。当所有已协调好的机器人都已返回到发生故障的程序位置，情况恢复正常之后，同一个路径的数据将照样可以使用。

有些错误需要再次执行一个命令（换个说法可称为“再试”）而不是让机器人返回到它最后的已知位置。电弧焊过程中的电弧故障就属于这种例子。在这种例子里，电弧再触发就比缩回去更有意义。所以，在 RAPID 错误恢复例程中规定了一次“再试”。在多机联动中，所有的装置

2 ABB 的 Flexpendant (a) 是 IRC5 标准部件的一部分，它通过人机工程学的设计、客户定制的菜单和触摸屏而支持机器人编程人员 (b)。



3 同步机器人制造单元的“头脑”是 IRC5 控制器。



都需要在再试过程中进行协调。

为了从电弧焊的这类故障中更容易恢复过来，ABB 已经在 RAPID 里开发了一种新的“故障不同步发生”的功能。例如在上例中，电弧故障将沿着程序所规定的路径而发生，最可能的情况是在执行了指令之后，但在机器人完成其运动而到达其终点之前这一段时间内发生的。这时，故障的恢复例程必须要在电弧故障点上执行，而不是在指令完成时才执行。这种由不同步引起的错误功能允许这种情况发生在多机联动和在单台机器人例程上。

缩短订货至交货生产时间、提高生产率和提高质量只是采用新型 IRC5 控制器（见图 3）的多台机器人作业多种普遍的潜在利益中的一些。即使在完全独立的机器人的作业中，通过有效的内部通信和对单个控制器的最少信号交换也可以减少时间和成本。当采用某种程度的同步化时，等待时间可减到最少，使循环时间进一步缩短。

更好的产品质量是多机联动所带来的潜力很大的一种效益。例如，用两台或多台机器人一起工作可以平

衡工件的负荷，就能达到提高质量的目的。为说明这一点，想像一下用同时进行电弧焊的方法来消除因冷却时收缩不均匀而造成工件变形风险的情况。另一个例子是使用两台或多台机器人来处理一些精密的或在工件自重之下就可能弯曲的易损坏的工件。

也可以通过让一个工件处置机器人与一台或多台处理工艺流程的机器人协调起来，用多机联动来扩展“部件”概念，这有助于简化和减少工夹具。这还可以缩短循环时间，因为已经消除了把工件放进夹具所需的时间，只要工件一旦被抓住以后，处理工艺流程的机器人就可以开始作业。而且，6 轴机器人在操纵工件上所表现的灵巧性，比起刚性的夹具甚至比具有伺服控制的位置控制器都更高一筹。这就意味着，例如，处理工艺流程的机器人可以从所有的各个位置去接近工件，让工件在一次安装中完成加工作业而无需为了重新定位工件而造成的中间停顿。这称为一站式或一次式的工艺过程。

让一台工件处置机器人与两台或多台处理工艺流程的机器人协调起来的另一个优点，比方说，可以在焊枪和工件之间有更高的相对速度，因

而可能使焊接质量更高和循环时间更短。还有另一个好处是表现在提升重的负荷上。可以用两台比较小的机器人而不是用一台比较大的机器人去提升载荷，或者该载荷的重量已超过了那台大的机器人的提升能力，但不超过两台机器人一起工作时的提升能力。

多机联动带给整个 ABB 机器人领域的独特的功能是建立了机器人技术的新标准，并开辟了以前认为不现实的或不经济的应用领域。它的发展得到了 ABB 以前四代机器人控制器所积累的知识的支持，得到了安装在世界各地的 125,000 多台 ABB 机器人中所获得的专门技术的帮助。多机联动进一步加强了 ABB 在先进的机器人系统这领域的领先地位。

Christina Bredin
ABB Automation Technologies
Sweden
christina.bredin @se.abb.com