车床

百万美元的加工业务

一个专门从事大型零件加工的车间，描述了其从未承接过的最昂贵的一笔单一订单。

文 | Peter Zelinski

Tech-Max 公司最初创立时并不是一家专门从事大型零件的加工车间，但随着时间的推移，该车间开始发生变化。该公司的总裁 Richard Malek 先生和副总裁 Ted Morawa 先生说，多年来，他们车间的机床采购就其规模来说，在不断地稳步向上发展。每一台新的机床往往要比其以前的机床更大。今天，该车间除了一台加工中心之外，所有机床的 *X* 轴行程至少达 40 in（1 in=25.4 mm），而其中一半机床的 *X* 轴行程达 50~80 in，最大的一台是镗铣床，其 *X* 轴行程为 120 in。Malek 先生说，“大”就是该公司想要实现的目标。

凡是制造中小型零件的加工车间，都面临着很多竞争，Malek 先生说，但只要 Tech-Max 公司能够使它的机床行程保持不断扩大的发展趋势，并且很少有其他的车间能与之匹敌，它就能保持一系列的优势。根据他的经验，这些优势包括：

● 多元化。为了使自己与众不同，许多加工车间专注于满足一个特定行业的需求。大型零件加工是许多行业所需要的一个专业加工领域。Tech-Max 公司的客户来自各个行业，例如像石油和天然气行业、传统发电行业、核能发电行业、食品加工行业和国防军工行业等。

● 想象力。大型零件往往也是具有不寻常挑战性的特殊零件。此外，速度很少成为问题，因为其本身的物理原因，避免了大型零件的生产采用快速加工的方法。“我们所面临的挑战，不是通常的大批量生产，而是没有丝毫错误地按照图纸生产这些特殊零件，并且 Tech-Max 公司的工作团队通常对每个新的加工项目富于自由的想象力，并通过最好的方式去达到那个目标。”Malek 先生说。

● 选择性。Tech-Max 公司很清楚哪些项目是它所希望承接的，哪些公司是它想要合作的。例如，该公司选择了承接本文以下所描述的那个项目，这是一个不寻常的加工项目，可延长它的盈利时间。对该公司来说，这也是一个富有挑战性的项目，可充分利用这一优势。

该项工作已于 2011 年完成，这是 Malek 先生承接过的最昂贵的一笔订单，是一个价值近 100 万美元的加工项目，需要一次性将货物发送至客户的目的地。由于该公司具有加工大型零件的能力，因此有时候，这类极端情况也时有发生。这里讲述的就是该项工作的成果。

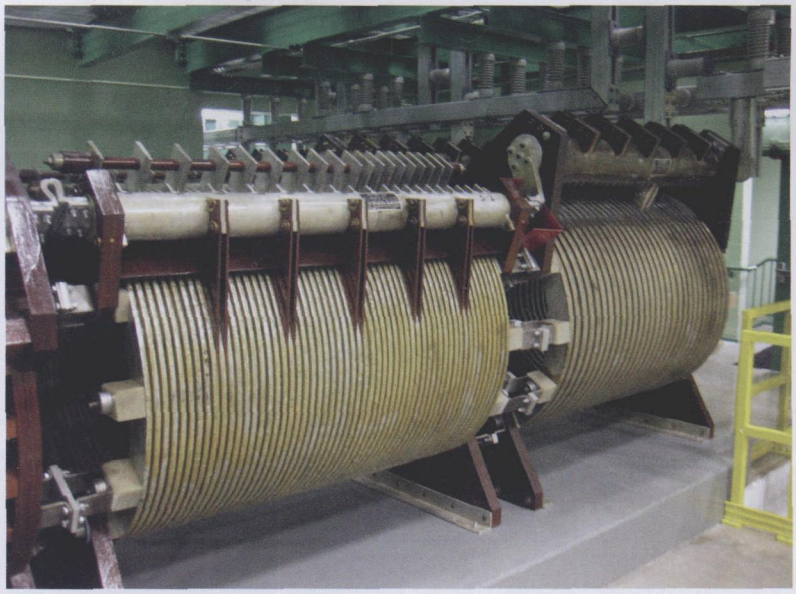

图 1 这些线圈用于开发精密控制的强大电流，以测试在电网中使用的设备

更换线圈

客户要求 Tech-Max 公司更换一组线圈，它们被用于开发精密控制的强大电流，以测试在电网中使用的设备（图 1）。这些线圈最初是在上世纪 60 年代制造的，随着时间的推延而开始逐渐老化破裂。当时出厂的线圈有两种尺寸：分别为长 59 in，27 匝和长 65.5 in，55 匝。Malek 先生称他们为“巨型铝制金刚”。

没有人知道如何用正确的方式来生产这些巨型线圈。最初制造线圈的奥地利制造商已不再经营此项业务。Tech-Max 公司只能依靠自己来研发新的生产方法。最初，该公司想通过加工两个半圆扇形块、然后将两端焊接起来的方式来制造这种线圈。然而，不久他们就放弃了这种想法，因为原来的线圈上没有显示出这种焊接的迹象。每个线圈显然是整体一次性加工生产的。要使新线圈具有原来线圈的性能，显然，新的线圈也需要采用整体加工生产的方式。

锻造

用于线圈制造的圆柱形铝金属锻件来自于 Scot Forge 公司（图 2）。Malek 先生说，实践证明，与一家生产大型锻件的公司建立业务关系是非常重要的，就这一点而言，维护这家公司的信任可能是 Tech-Max 公司最重要的市场营销投资。大型锻件往往需要加工，Scot Forge 公司通常建议由 Tech-Max 公司承接这项加工业务。因此，Malek 先生很高兴有机会让 Scot Forge 公司参与这个项目。

外径车削 & 铣槽加工

Tech-Max 公司的立式转塔车床得到了大量的使用。该机床是一台 Giddings&Lewis 公司于 2009 年重建的 VTL 立式转塔车床。该机床的回转直径为 84 in，具有 72 in 的水平行程和 80 in 的垂直行程。每个线圈的各匝均由一螺旋铣削路径加工而成。如果这一路径的编程发生错误，也就是说螺旋线出现斜率误差，这将使整个锻件报废。因此，该车间采用了一个简单而有效的验证方法来检查该路径：将该程序运行一次，用 Sharpie 标记笔在主轴的刀具就位处做个标记。从图 3 中可以看到在这同一台机床上进行的后一道走刀加工程序，一条更深的沟槽正在铣削加工之中。为了使该零件处于稳定的加工中，内径必须保持完整，最后，以内径车削进给方式，去除最后的一部分材料。

图 2 用于线圈制造的圆柱形铝金属锻件

图 3 在一台 VTL 立式转塔车床上铣削一条更深的沟槽

更快地铣削

该镗铣床的主轴转速仅为 2000 r/min，无法有效地铣削加工铝材。因刀刃积屑造成的刀具故障已经成为一个常见的问题。对于匝数较多较大线圈的加工，Tech-Max 公司发明了一种增速附件安装于主轴之上。通过多次尝试，该车间设计出了能够可靠地使机床转速提升三倍的增速附件。为了安全起见，该车间通常以一半的速度运行主轴，所以较大的线圈是在 3000 r/min 的转速下加工的，而不是采用该机床本身的最大转速。

组装

Tech-Max 公司不仅是一个机加工车间，而且也是一家机械制造商。例如，其食品加工行业中的客户，往往是专用机械的设计师，他们需要的不仅仅是数控加工服务。除了机加工之外，这些线圈也需要手工作业，值得注意的是，这是一种极为挑剔的手工操作。绝缘片按照定制尺寸和形状，通过水喷射切割成型，然后沿着线圈和每一零件的整个长度方向，在各匝之间精确定位并粘结到位。这些绝缘片是由红色的材料制成的，可从各匝之间的空间中看到。

发货

Tech-Max 公司表示，他们只按照打印的图纸生产这些零件，但对该零件的性能不作任何保证。毕竟这些图纸仅描述了原线圈的一些细节，其余的只是猜测罢了。然而事实证明，新的线圈安装到位后，其性能完全与原先线圈一样。Malek 先生和 Tech-Max 公司的团队在设计和制造这些线圈的过程中，对每一种选择的猜想都是正确的，以至于新线圈的功能与原来的线圈相比，几乎没有任何区别。Malek 先生说，他希望他们生产的这批线圈能够工作 50 年左右的时间，到那时，他愿意再次生产这样的零件。MM