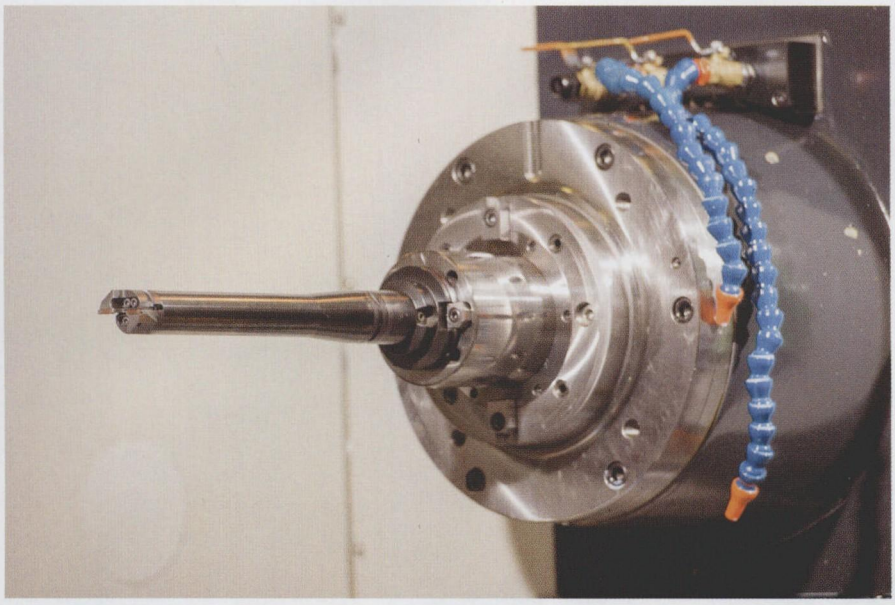

山特维克可乐满公司的 Christian Waggoner 没有使用可供选择的 CoroBore 825 精镗系统，而是建议采用 DuoBore 821 D 粗镗刀，但配有一个翘曲，两个镶块可以同一直径进行切削，增添切削稳定性并取消潜在的振动

镗孔

节省航空航天专用零件的加工时间

Excelco/Newbrook 有限公司通过采用山特维克可乐满公司的 DuoBore 821D 粗镗刀具，在航空航天工件切削 Nitronic 40（高强度不锈钢）时，提高了进刀速度并节省了车间生产时间。

更多精彩请扫描二维码

文 | Emily Probst

在高风险的航空航天应用中，一个接近完工的工件价值超过几乎任何美国郊区中的一幢宽敞房产，工装对机加工车间的成功至关重要。地处纽约州的 Excelco/Newbrook 有限公司 (ENI) 在尝试了所有能想到的镗孔解决方案之后，找到了切削刀具供应商山特维克可乐满公司。通过采用该公司的粗镗刀具，ENI 表示相较于原先的工艺，目前已能够提高进刀速度，并且完成零件加工的时间也比原先快 90%。

自 1947 年开展业务以来，ENI 曾为诸如 Lockheed Martin、Boeing、Northrop Grumman 和通用动力公司加工制造过各种复杂的航空航天及国防设备。它专业从事加工钛、铬镍铁合金、哈斯特洛合金以及存在同样加工难度的其他金属。大部分的设备被用于诸如核动力推进系统、海底系统、深空设备以及所有要求苛刻的关键应用领域。

乍一看，机加工车间显得相当典型，虽然大部分设备的尺寸巨大，少量的镗床，其中有一个大到足以胜任加工半挂车，能够车削直径 6 ft（1 ft=0.305 m）的车床以及长度是其近三倍的浮桥喷水器，高科技焊接设备、机床组合，许多超大型坐标测量机，以及用于测量机加工车间生产量的 3D 测量臂。

尽管具备这些能力，ENI 集团最近碰到了一项挑战其机加工车间勇气的任务：大型精密封头，其直径超过 70 in（1 in=25.4 mm）、厚度为 18 in，采用 Nitronic（高强度不锈钢）40，它是一个非常具有挑战性的加工材料。高强度、耐腐蚀不锈钢一般被用于化学处理、核安全壳系统以及各种航空发动机零部件。据美国钢铁协会 (AISI) 称，这种难处理超级合金的可加工性等级为 22，可与沃斯帕洛尹合金或镍 600 相匹敌，其处理难度远高于大多数的 300 系列不锈钢。据 ENI 称，它需要重进刀及坚硬的工装，如果你给它少许的机会，将会发生加工硬化。简而言之，Nitronic 40（高强度不锈钢）的确在切削方面相当棘手。

负责操作韩国斗山 DBC 130 卧式镗床的机械师 Dale Penkaty 和 Troy Dorman 花费了数周时间，分成两班倒，以完成外壳顶盖零件的加工任务。特别是其中有一项操作提出了一个重要的生产挑战：在围绕工件周边的地方，镗出一系列 50 个平底孔（直径 1.9 in，深 6 in），就好像面对一个巨大的罐头镗孔。

每个孔插入到穿过零件外径磨铣出的一个加工槽，形成一个导致严格断续切削的面向外部的 C 形。更糟的是，孔径公差为 +0.002/-0.000 in，其真实的位置精度在 0.010 in 的范围内。据 Penkaty 和 Dorman 讲，这足以让任何经验丰富的机械师夜不能寐，他们自己也不例外。“你简直没机会在作业过程中应付太多的公差，这样的材料没有给你犯错的空间。”

花在每个零件上的作业时间达到 80 h。首先采用扁平钻进行粗镗，接着在铣切槽之前，用改造过的钻头弄平钻孔

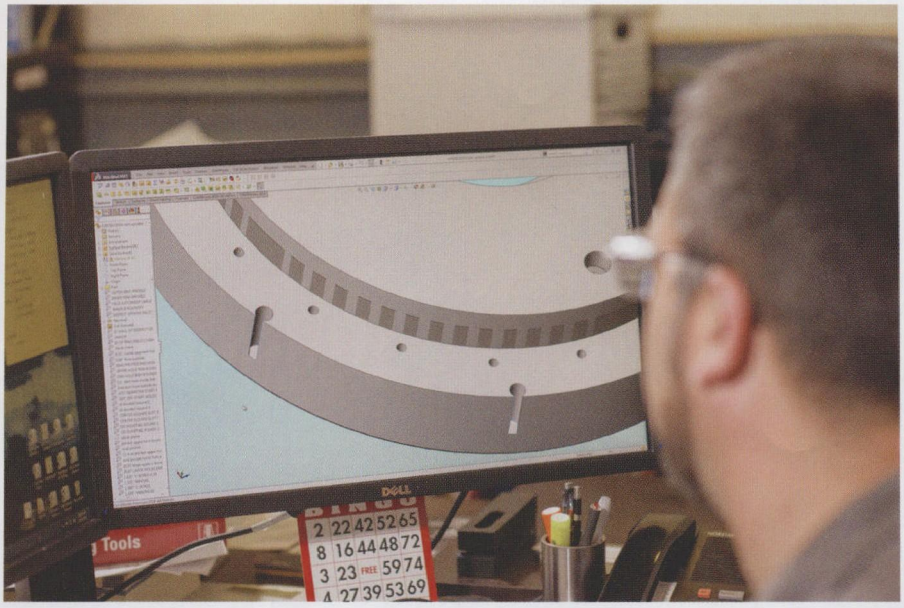

图 1 最困难的操作是在工件周围钻出一个 50 的平底孔（直径 1.9 in，深 6 in）。每个孔插入到穿过零件外径磨铣出的一个加工槽，形成一个导致严格断续切削的面向外部的 C 形

图 2 镗刀从主轴面伸出约 11 in，所以，在钻孔过程中减少振动是至关重要的

的底部以及连续的孔型。“因为存在孔深，我们在锥削方面遇到了很多问题。”程序员 Dan Kreamer 如是说，“此外，在我们作业的钻孔顶部有一个凸台，所有镗刀要从主轴面伸出约 11 in。所有一切都不利于我们开展作业。”

一旦切槽被磨铣，需要最终的镗削孔型，将钻孔带到其最终直径。即使在最佳的加工条件下，镗孔都可能具有挑战性，尤其是盲孔更是如此。切屑往往在刀具的前面堆积，如果打到钻孔的地步就可能会带来灾难。外壳顶盖的加工让镗孔加工变得更有难度。由于作业必须在断续切削和 Nitronic 的不佳可加工性之间进行，ENI 的机械师们被迫在每个钻孔后标出了精加工镶块。这意味着他们不得不拧下镗削头，做一个测试切削，测量并进行调整，直至达到恰当的直径。

此时，在加工过程中，工件接近于完工，但随着生产积压持续在停滞不前的作业后堆积，ENI 的生产人员知道他们必须找到一个更好的镗孔解决方案。他们尝试了各种不同等级的硬质合金和镶块几何形状、一些不同的进刀速度、更大和更小的刀尖半径，但没一个有效果。

Kreamer 建议给山特维克可乐满公司打电话咨询。团队曾与山特维克的 Christian Waggoner 一起合作过，根据他的建议，一直在类似但规模较小的应用中运气不错。

Waggoner 参观了工装设备，观察了切削加工情况，并与机械师们进行了沟通。考虑到零件公差，常规逻辑告诉他应该推荐 CoroBore 825 精密镗削系统。凭借在 0.002 mm 增量条件下调整镗孔直径的能力，以及能够容纳 ENI 大部分物料的系统尺寸范围，825 应该成为入选的刀具，并可在合理的时间内，提供完成镗孔所需要的精度和可重复性。

但这并不算什么，关键的问题是断续切削。通过采用 825 单个镶块，主轴的每个旋转将镶块放入或从切削中取出，从而造成谐运动及刀具振动，足以毁坏刀具甚至是最好的硬质合金。鉴于切削的间断性，同时考虑到需要在每个工件上镗 50 个孔，Waggoner 决定采取不同的方法，并推荐采用 DuoBore 821D 粗镗刀具。

作为粗削刀具设计的 821D 配有两个切削镶块（每个 180°）。在正常使用情况下，将其中一个镶块设置为直径略小于其他镶块，同时用填片填充，从而形成一种台阶式镗孔效应，高于单刃镗刀进刀速度的两倍。Waggoner 表示如果他可以将两个镶块以同一直径进行切削，那么，当其从切削中摇出时，就会将稳定性提供给另外一个镶块，从而消除了任何潜在的振动。此外，因为 821 D 采用了山特维克可乐满公司的无声刀具镗杆柄，故由断续切削和大位移应用所产生的谐运动将会被消除。

据 Waggoner 讲，这样做还是费了一番脑筋，Waggoner 与 ENI 的机械师联手建立一个测试夹具，并制订一个工艺流程来设置刀具。据 Kreamer 讲，团队顺利完成了首次切削，结果是惊人的。“当你设置刀具时需求谨慎从事，其原因是切削作业需要做到完美平衡。即便如此，我们在单移位中完成首个零件的切削加工，相较于以往的工艺节省了 90% 的时间。”此外，作业人员不再需要在每个钻孔后标出镶块的分度。相较于以往需要为每个零件安装 50 个镶块，ENI 目前使用 5 ~ 6 个，测试切削需要的次数也达到最低程度。Kreamer 称：“刀具每次都能达到我们期待的运转效果。”

生产团队和 Waggoner 之间采取的协作解决问题机制帮助公司创建了良好的加工工艺流程，减少机加工车间近一个月的生产积压。MM