

加工中心

简易加工自行车立管

一家致力于劳力节省型自动化的小型加工企业购置了一台 9 轴车削中心来加工山地自行车立管。这台复杂机床的价值在于提供了简单的工艺。而企业所有人表示，付出的这一切都是值得的。

文 | Peter Zelinski

对于 Straitline 公司来说，速降山地自行车竞赛与越野山地自行车竞赛之间的差别就是铣削加工与车削加工上的差别。为越野骑行运动而推出一款新型自行车立管要求这家小型自行车部件制造商投资购买一台 9 轴多任务车削中心，这台加工中心配有两个加工主轴并有能力实施 5 轴铣削加工。公司所有人之一 D.J. Paulson 说，他本人必须学习刀具运动的曲线才能精通这台机

床的运用，最终将其有效地应用在 Straitline 公司的新部件的加工业务当中。

尽管 Straitline 公司肯定可以用其现有的设备加工好这个部件，即在一台 CNC 车床上进行车削加工，在一台加工中心上进行铣削加工，而以这种方式进行制造就意味着要制造和使用专用夹具，而专用夹具会增加夹装用时，还会增加产生夹装误差的危险。更为至关重要

的是，公司另外一个所有人 Dennis Paulson 表示：“我们还不得不在制作这个部件的原型时就制造夹具。”

最后这一点的顾虑在于，即使到了现在，这个部件的设计方案仍然在不断细化着。改进方案的目的是提升其功能性、经济性和可制造性。而尽管新的车削中心较为复杂，但正是这种复杂度才让这台机床能够提供简单的工艺。由于这台机床允许在无需专用夹具的情况下实现



Straitline 公司的新型 Amp 立管要求采用多任务车削中心来加工

单次装卡加工，所以才使得企业能够一直保持对此部件设计方案的改进直至批量生产。

一套班底 两家公司

Straitline Precision 是一家为航空航天业制造高价值部件的加工企业，而“Straitline Components”是这家企业制造和销售自行车部件的品牌名称。后者的业务来自于这个团队本身对于山地自行车运动的兴趣。这个团队规模很小。在任何时间，在车间生产场地内工作的员工数量都极少超过3人。为了最好地利用这种少至极点的人力，Straitline 公司投资于自动化生产，使用一台托盘化卧式加工中心（HMC）和机器人装载立式加工中心（VMC）。这两台加工中心持续性地以无人执守的方式工作，在绝大多数工作日内都能连续运转，生产零部件。而这台多任务机床是他们最新购买的设备，他们预期这台设备能够连续执行多个加工循环。将一条长6 ft（1 ft=304.8 mm）的棒材装到这台机床上可以生产出16个越野自行车立管，然后才需要手动加载另一条棒材。

这种立管是自行车上用于连接车把与转向管的部件，采用了Straitline 的 Amp 设计方案（图1）。较长的立管能够让车把在自行车上更靠前一些，让骑车者有更多向前倾斜的空间。而在下坡骑行或自由式骑行时，较短的立管更好，因为它让骑行者可以向后倾斜。对于越野骑行来说，诸如 Amp 这样的立管可让骑行者在骑乘时向前倾身，以便用力。

加快速度

Straitline 公司选用了一台 Doosan MX2100ST 型车削中心。

这台机床从多方面满足了 Straitline 的要求。其中一个方面是，这台机床能够以2 in（1 in=25.4 mm）的正方形棒材作为原料。采用正方形棒材而非圆形棒材加工这个7075型铝立管可以节省材料。而且，可以一次性在两个主轴上加工部件，缩短加工周期。这台 Doosan 机床包括了一个较低的转塔，这个转塔用于执行车削和铣削加工，而另一个单独的铣削主轴可绕枢轴旋转用于执行斜角或轮廓铣削加工。转塔和主轴都可以加工位于任意工件主轴上的部件。铣削主轴的B轴以及位于每一个工件主轴处的C轴可实现5轴加工（图2）。

D.J. 首先熟悉了新机床，作为公司所有人之一，使用这台机床有可能会让自己对它的学习更加困难，因此他要额外小心。在早期，出于害怕一些编程错误的运动会导致9个轴当中的任意两个发生碰撞，他会仔细地思考每一个运动并在机床进给时缓慢而谨慎地操作。

而时间的缺乏是他最大的挑战。精通这台机床并设计用于制造这个立管组件的工艺所用时间要求不超过6周。其中包括逐渐熟悉在CAM软件上编程同步操作的用时，而这款软件为Delcam FeatureCAM，还包括用于试验和细化这台机床后处理器程序的时间。但是，由于当时过于繁忙，以至



图1 右侧是 Amp 立管的主要机加工部件，左侧是采用了较早立管设计方案的相同部件，这个较短的立管可以完全在同一台加工中心上完成，而 Amp 立管的圆柱型管身部分属于车削部件

PAYA
广州帕亚机电设备有限公司

备件查询

<http://www.paya.cn>



紧急备件

西门子Sinumerik数控产品
西门子Simodrive驱动产品
海德汉TNC数控产品
海德汉光栅尺、编码器

数控系统升级及配置

坐标磨床 瓦楞辊磨床
轧辊磨床 平面磨床
无心磨床 内外圆磨床
加工中心 旋压机



现场服务

西门子数控产品 西门子驱动产品
海德汉数控产品 德马吉 (DMG) 机床
米克朗机床 尼古拉斯·克雷亚机床

广州帕亚机电设备有限公司

电话：020-66636296

传真：020-66636295

广州市番禺区桥兴大道286号新毅大厦3楼

网站：<http://www.paya.cn>

▲反馈服务编码M4798

于他没法将主要注意力投入到这台机床。在这段时间内，这台新机床一直处于非满负荷运转的状态，因为 Straitline 公司还没有精通对它的使用。直到要为一家飞机行业的客户完成其委托任务。加工任务涉及不同角度的表面度铣削，在这台 Doosan 机床上制造这个复杂的部件让 D.J. 有机会学以致用，同时也让 Straitline 公司准备好开始成功运用这台新机床。不幸的是，对运动曲线的编程与机床本身或软件无关，而是必须解决这个新立管部件提出的难题。

内径表面夹持

D.J. 说，在第 2 根主轴进行加工属于较为困难的方面，这个立管不仅是一个五金连接件，还是自行车外观上的组成部分，而且骑行者在很大程度上喜欢选择外观吸引人的立管。Straitline 公司的工艺涉及到在第 1 根主轴上加工这个部件的外径表面，在第 2 根主轴上夹持外

图 3 内径夹具上的钨合金涂层解决了第 2 主轴加工时部件易打滑的问题，这一技术也是最终实现无人执守加工所必需的要素之一



径表面部分有可能导致部件变形，并破坏本来很吸引人的表面，但从内侧夹持的刚性不够。

一个麻烦问题是：这个部件的内径略呈圆锥体，这种形状要求采用具有同样圆锥形截面的卡盘爪。另一个问题是，卡盘爪存在发出偏移的可能性。于是 D.J. 设计了预加载式的爪，这种爪能够通过变形与部件的内表面保持一致。但即使采取了这些步骤，这个部件仍然不断打滑。这种打滑经常过于细微以至于会产生清晰而显眼的缺陷。机加工过程中轻微的打滑都会导致手把孔和转向管杆略微偏离垂直方向，这个问题必须解决，因为它会影响手把的对准。

解决方案是在 2012 年 9 月的美国芝加哥国际制造技术展览 (IMTS) 上找到的。D.J. 和 Dennis 在模具和工件夹持展厅参观时，发现了 Carbinite 公司，这家公司拥有将钨合金涂层添加到工件夹持部件上以增加抓牢力的技术。不久，D.J. 就将内径夹具发给了 Carbinite 公司要求其为之涂层的。之后，他们采用涂覆后的样品立管部件进行了对准，结果很明确，这种加上涂层

的表面能够解决打滑问题 (图 3)。D.J. 尝试用一个长把扳手转动这个立管，但只能将部件、卡盘和主轴一起转动。

他们还在 IMTS 上发现了另一项立管机加工工艺改进技术。一种来自 Criterion 公司的钻孔工具，它可以夹持在铣削主轴上的筒夹夹头，其尺寸正适合用于在第 2 主轴上进行钻孔。采用这个工具不但缩短了加工周期，并让他们摆脱了采用螺旋铣的麻烦。

机遇

现在，Straitline 公司已经成功渡过了学习使用这台新购多任务机床最难的时间。Amp 立管的预期需求量为每年 6000 件，这个产量将能收回这台车削中心的投资但又不会占用其全部生产能力。D.J. 和 Dennis 兄弟表示，剩余的生产能力将开启其他机遇之门，因为在附近的加工企业很少能找到这样的机床。而且，Straitline 公司发现自己已经在利用这台机床快速完成被 Dennis 称为“小批量、紧公差、特殊角度”的任务。在为自己的业务购置设备时，Straitline 也在为其委托加工业务提供发展动力。MM

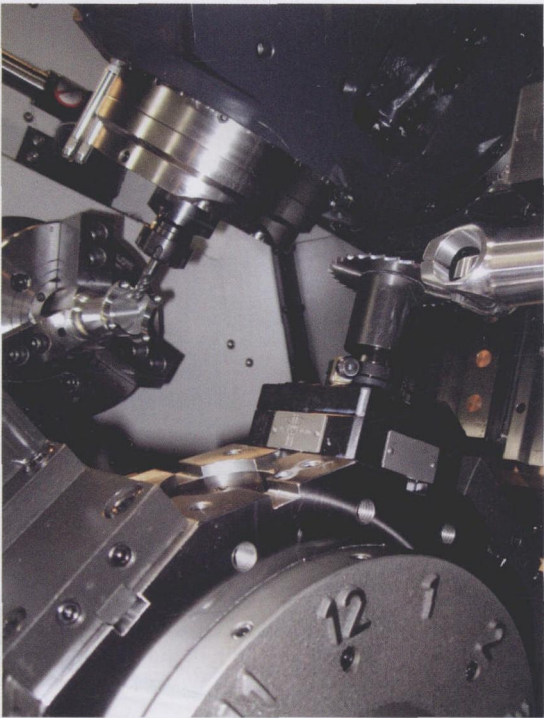


图 2 Doosan 机床的 9 个轴使得两个工件主轴都能够围绕旋转轴 (C 轴) 进行加工