



车床

立式转塔车床助力单件流动生产

来自 EMAG 公司的四台倒置型立式转塔车床，促进了齿轮制造商 ODG 公司从批量列队式生产转换到单件流动的自动化生产。

系列中关键部分的产量、生产灵活性和产品质量均得到大幅提高。

文 | Matt Danford

很少加工企业会自称有能力生产带有 Argo “酷炫”因素的旗舰产品，Argo 是一种两栖式全地形车辆（ATV），自 20 世纪 60 年代以来，一直应用于勘察、搜索、救援以及工业和娱乐领域。然而，在过去的 5 年里，ODG 公司投资 1000 多万美元购置了新设备，以支持其重要的业务。ODG 公司于 1985 年，利用从 Argo 变速器设计和生产中所

获得的经验教训，开始了齿轮的生产制造。

来自 EMAG 公司的倒置式立式转塔车床（VTL）对 ODG 公司齿轮的生产具有特别深远的影响，其自动化系统并不是该机床的一个附件，而是整个设计中不可分割的组成部分。这些机床一直是推动单件流动生产向前发展的主要驱动力，相当于采用加工单元的生产策略，使该公司产品

“80/20”法则

ODG 公司在安大略省的新汉市有两家生产工厂：一家致力于 ATV 车辆的生产，第二家从事齿轮和变速器的加工，包括齿轮和系统设计、变速器总成及其性能的测试。ODG 齿轮公司于 2000 年迁入第二家工厂。该公司拥有 56 300 ft²（1 ft²=0.093 m²，下同）可调节温度的空调厂房，安装了一系列的 CNC 滚齿机、插齿机、齿轮磨床以及 CNC 车床和铣床。公司有 115 名员工，生产 850 多种零件，产量为 1~75 000 个。

该工厂内约有一半的生产设备用于热处理前的零件加工操



图1 每一台VL系列机床都配有一条传送带和一根主轴，可以像其自身的加工单元那样工作。ODG公司的Mark Diefenbaker测量装置用于测量其Argo ATV车辆变速器上的孔径

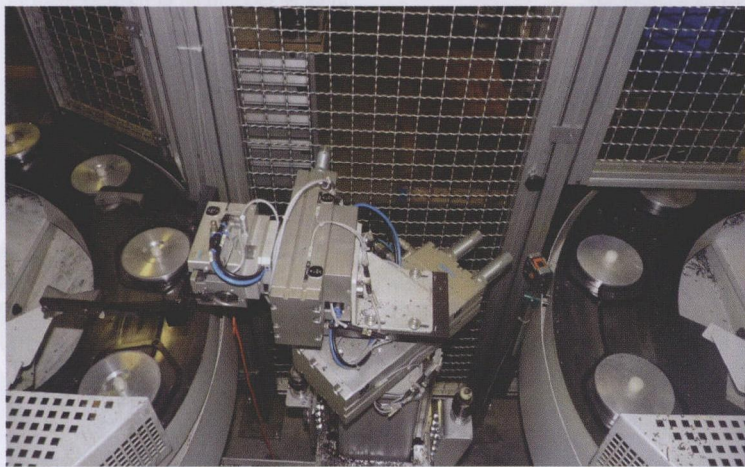


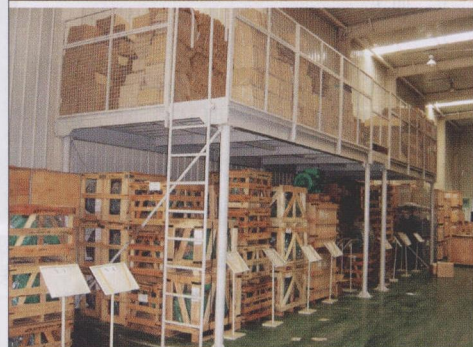
图2 在ODG公司，两台互相连接的VL5机床，用于“绿色环保车削”加工操作，EMAG公司提供的简易翻转站，可将齿轮毛坯从一台机床传送到另一台。每个工作站的传送带上载体棱镜的六角形设计，可确保零件稳定地被装载

作，另一半设备专门用于热处理后的零件加工，由EMAG公司的四台VTL车床分别负责这些工作。目前，它们被分成两对配置到两套加工单元之中，分别用于热处理前、后的零件加工。这些机床的主要加工件厚度不超过2 in (1 in=25.4 mm，下同)，直径小于6 in，涉及了40多种不同零件。然而，正如许多制造商的情况那样，这40种不同的零件占据了齿轮加工车间的大部分工作量。“总体而言，在这里，大约有20%的零件，却占据了80%

的工作量。”ODG公司的总经理Wright先生说。

劳逸结合

以提高生产效率为首要目标，体现了这项工作的重要性。尽管如此，其加工程序仍与安装VTL车床前类似。生产作业是从其中的两项车削加工操作开始的（“Op 10”操作和“Op 20”操作），各自负责加工齿轮毛坯。首先对工件进行拉削加工，创建必要的内部花键，然后进行滚齿加工，使齿轮成型。去除毛刺后，将齿轮



精心组织 精确设计
精益制造 精诚服务



北京博途物流设备有限公司

全国销售热线：010-61556047/48/49

传真：010-61552161

公司地址：北京市通州经济开发区东区杜柳棵289号

网址：<http://www.botoracks.com>

▲反馈服务编码M3908

送交热处理车间进行处理，然后再返回到工厂，对齿轮的每一个面进行硬车削和最终的精密磨削加工。

目前，整个加工工艺所需的时间，已从过去的几个星期缩至现在的几个小时。Wright 先生解释说，其关键并不在生产顺序，而在于采取新战略后，如何使零件按照该工艺流程顺序流动——这个策略通过 VTL 车床得到了实施。在安装这些机床前，采用批量排队方式进行生产，实际上这种生产工艺的效率较低。“我们先对 600 个或上千个零件进行车削加工操作，然后将它们转移到拉床上，并顺着生产线继续其他的加工工序。”Wright 先生说，“整个过程只有一个人和一台机床在工作，并采用手工装卸作业。不管操作员与机床的组合如何强大，事实上，一切都得依赖于操作员，这是其最大的一个缺点。”

即使是喝咖啡或用午餐期间的短暂时间，也可能会直接影响到整个加工周期时间。工艺过程中频繁地检验，对严格的统计过程控制（SPC）并没有帮助。而简单的错误可能会使整条生产线产生波动效应。Wright 先生说，他还记得在使用 VTL 车床之前，操作员将零件误装到卧式车床卡盘的几个例子。

流动加工

2010 年，ODG 公司购置了第一台来自 EMAG 公司的 VL3 型立式转塔车床，配有 8 in 的卡盘。当时，ODG 公司正进行每几年一次的新老设备交替。后来的事实证明，VL 系列的设计元素，引发了一场有关批次和排队生产工艺问题的改革。到 2011 年底，该公

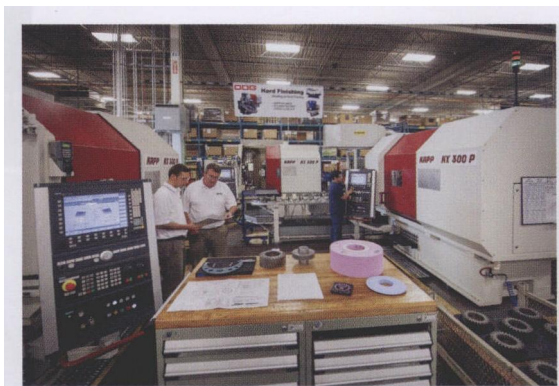


图 3 齿轮的最后一道加工工艺是在这些 Kapp KX 300 P 型磨床上的精密磨削加工

司已集中安装了三台 VL5 型机床，配置 10 in 的卡盘。“不是 EMAG 公司要求我们采用他们的机床，而是他们的机床结构紧凑，占地面积小，并且配有自动化系统，这让我们能够采用更加单元化的加工方法从事生产。”工艺开发部经理 Das 先生说。

这种方法从最初的 Op 10 和 Op 20 软车削加工开始，每一种都是在台单独的 VL5 型机床上进行的。所有的 VL 系列机床，都配有在工作区之间运送零件的配套传送带。不同于以前的生产工艺，每个齿轮毛坯需要多次费时的装卸步骤，在第一台 VL5 机床的传送带上，操作员可一次放置多达 14 个零件。Das 先生说，这种做法速度快，容易执行，每个工作站上的六角棱镜，可确保零件的稳定加载。任意形状和尺寸的零件，只要将其放置在棱镜的某个位置，它就会在六角载体上稳定就位。

在工作区的内部，机床上垂直方向的主轴，自上而下夹住零件，并将它们传送到机床底座的 12 工位刀具转塔上，进行 Op 10 加工操作。机床的立式结构，可确保切屑和冷却液顺利地刀具和工件上滑落，Das 先生解释说。通过连接两

台机床的简易翻转站，零件被自动地转移到第二台 VL5 型机床的传送带上。当零件在第二台机床上完成 Op 20 操作后，将被操作员转移到另一条传送带上，接着执行拉削、滚齿和其他加工。有时，在进行后续加工前，还要到计量站对零件进行检测。“零件是不停运行的，它们从一个工艺转移到另一个工艺，各加工项目的运行速度并不是很快，但机床的自动化和一致性相对于一名操作人员而言，通常可使生产速度提高 40%。

与机床配套的自动化系统，可以使操作员随意地拆开或组合这一专用加工单元，以满足不断变化的生产要求。为了便于比较，Das 先生列举了一个双主轴车削加工中心的实例。零件在主轴与副轴之间传送，可以像翻转站那样，显示出同样的优越性。同样，一台龙门式零件装载机或类似机械，可以发挥像综合传送带一样的作用。然而，这种解决方案不利于体现独立操作主轴的优势，因为独立操作主轴易于分离，并可转移到工厂的不同部门而不失去其自动化功能。正如 Wright 先生所说：“我们可以将它们组合或拆开，就像 Legos 积木那样。”

VTL 车床也为提高零件的质量作出了贡献。这一点与节约时间同样重要。用于热处理后车削加工的 VL3 和 VL5 机床，其刚性结构可使加工公差精度达到 ± 0.0005 in，而非以往的 ± 0.001 in。另外，向自动化发展的单件流动生产，还可间接提高产品的质量。这使得操作员可在生产工艺方面花费较少的时间，而更加侧重于零件的检验方面。“EMAG 公司的机床，大大提高了我们在这方面的能力。”Wright 先生说。