

齿轮

优化生产路径

新型时间表编排和资源分配方式让文中齿轮制造商具备了消除车间工作积压和瓶颈所需的灵活性。

文 | Matthew Jaster

如果不能及时交付客户，即使你生产的是最高质量的齿轮，那也无济于事。许多定制齿轮加工厂都在投入资源于提升质量水平，诸如采用新型机

床技术和改善过程设计。但是，不可预测的积压和瓶颈仍然很难得到控制。

这正是位于伊利诺斯州 Roscoe 的 Forest City Gear (FCG) 公司于 2013 年

上半年开始重新评估的一个领域。制造总监 Jared Lyford 并没有从财务观点来看待及时交货这个问题，而是将数据分解到各个生产小时来展开分析。Lyford 先



图 1 Forest City Gear 公司最近改造了制造流程，针对只切齿作业和完整齿轮作业配置了两种独立的生产路径

生表示：“交货速度以及我们对客户的承诺已经变成了一个亟需解决的问题。而当我们开始在这方面着手解决问题时，真正给整个生产车间的效率和生产量带来了深刻的影响。”

两种类型的齿轮加工

FCG 是一家自 1955 年开始经营的公司，一般情况下从事两种类型的齿轮加工：“只切齿型”和“完整齿轮制造型”。只切齿型作业正如字面意义所述，指的是客户把自己的胚件送至 FCG 进行齿部制造，也称为“操作型任务”。而另一方面，完整齿轮制造型项目则要求 FCG 使用客户的部件设计蓝图从零开始制造齿轮。

多年以来，FCG 的设计理念一直是采用相同的制造车间资源管理好这两种价值流。但 Lyford 先生表示：“我们原来一直在预测只切齿型项目的交付方面存在问题。而对于完整齿轮制造型项目，我们需从原材料开始直至生产出成品，由于生产需经历一定数量的设备，所以可以预测。而只切齿型作业的预测难度更大，因为这种任务经常突然来到，因此会形成瓶颈。”

而他补充说，这种随时插队型业务的根本性质导致它成为一种挑战。它要求加工厂能够在两周之前就确定下来自己的生产能力。而当 Lyford 先生将两种价值流从营业收入的角度进行考察分析时，并没有揭示出在生产车间所发生的全部事实。所以他将这两种任务分开分析，并从这两种操作和任务类型所获得分配的时间方面进行了任务考察。

Lyford 先生表示：“通过我们的研究逐渐发现，这两种价值流通过各自指定的生产路径都将会受益不浅。”

令人惊奇的是，这项研究还建议，尽管其标价较低，但只切齿型作业在加工车间所发挥的作用比 FCG 团队原先所想大得多。

指定设备

在了解到这方面的信息后，FCG 团队进一步地区分了这两种类型的工作，为每一种工作标出了最适用的设备，因为公司需要具备两方面的能力。

Lyford 先生将所有具有最强总包式加工能力的机床指定分配给只切齿型价值流。他补充说：“在完整齿轮制造型方面，这些动态机加工能力当中有一部分是我们不需要的。”并且强调灵活性和时间管理已经成为问题焦点。

“如果上游制造商想要制造一种需铣削成齿或具有独特外型或凸面的齿条，正好是他自己做不到的，那么我们需要有能力争取到这种业务。这正是一部分的卖点。而通过区分加工设备，我们就能合理地判断哪一部分的加工能力最适合用于执行不同的任务。”

而几乎所有 FCG 设备机龄都不到 10 年，所以 Lyford 先生可以从容地为每一种任务类型选择具体而先进的铣齿、刨齿和



图 2 FCG 车间的机床已经指定用于每一种价值流，因此可以更容易地预测哪一台设备将可用于这两种类型的定制齿轮作业

磨齿机床。例如，两台 FCG 的刨齿机床被单独分到了完整齿轮制造型和只切齿型任务类型。而这家公司的 Gleason GP300 S 机床以一种无反冲、直接驱动型机械刨齿头为特色，并提供了多样化的能力组合，包括后挖、前挖和平面齿轮附件，而据 Lyford 所述，这台机床极为适用于执行只切齿型项目。

另一方面，Gleason P300 S 更适合用于完整齿轮制造型项目。Lyford 说：“机床无需是全自动型。我们可以安排一名操作者进行操作，完全可行。这台机床能够达到高生产率水平。”

发挥 ERP 系统更多优势

多年以来，FCG 一直在利用 Exact JobBoss 这种企业资源规划（ERP）软件套件的优势，以满足客户以及按订单制造型制造商的需求。尽管 ShopBoss 的生产排班功能也可用于 FCG 所用，但这家加工厂从来没有使用过这项功能。Lyford 说：“当你在处理随时插队型的业务时，就难以运用任何 ERP 软件套件当中的生产排班功能。”

现在，既然 FCG 员工知道了哪一台机床用于哪一种作业类型，生产排列就变得非常灵活了，特别对于完整齿轮制造型项目。Lyford 说：“如果现在正在执行一项切削作业的任务，

自己的队列时间已经设置好，我们就能得到一张非常确定的时间表，告诉我们这项作业将在车间当中的哪一部分进行加工，并且作业将在什么时间排给哪一台机床。我们完全只在完整齿轮制造型任务当中对每个加工中心进行生产排班。而在采用这套新体系之前，设想我们正准备在2月1日将这个花键投入此项作业，而你下个星期为同一台设备准备了3项作业，所以现在就无法在2月1日达成交付了。因为系统目前完全不能满足你的这项要求。”

新时间排班系统会告诉监工，哪些作业将在哪个定义好的时间段到达哪个加工中心，并让监工可以同时准备好任务的执行，同时又可在某些作业同时出现时灵活地进行转移。

对于只切齿型项目，它更接近于一种手工操作过程。团队会编制复杂的Excel电子表格，包括夹装用时、效率、加工用时、数量和其他信息。他说：“当我们插入新任务时，我们就能看到其对整个系列生产的影响，这样就会保持反应更加灵敏。”

新系统的影响

这两种生产路径都带来更快速的产品交付、更少的瓶颈以及新的奖励项目。Lydor先生表示：“我们通过建立这两种价值流了解到，只切齿型作业需要更灵活的反应，可规划性较差，而完整齿轮制造型类型更容易规划，反应却不那么灵敏。”

采用新体系时，交货周期得到显著改善。“当这两种价值流原先以竞争方式抢夺车间资源时，只切齿型任务的交付时间窗口为3~6周。如今更接近于2~3周的时间窗口，及时交货率提升了25%。这些都是真实的数据。”Lyford先生这样说。

更有效的生活路径为FCG其他令人激动的项目开展扫清了道路。例如，FCG Special Ops得到了设计，用于帮助齿轮行业当中面临着生产能力限制的制造商。而公司营销部总监Rustin Mikel



图3 FCG的Roscoe Works 厂房目前正在改造成完整齿轮生产单元

表示：“那些面临齿轮供应商所需很长交货周期的厂商，或者那些缺乏熟练劳动力的厂商，都可以将自己的操作型任务托付给Forest City Gear公司。”这个计划设计用于快速高效地为任务报价，提供免费齿轮检验并执行其他齿轮分析。

而Roscoe Works车间是一座位于FCG主制造厂后面的第二生产设施，目前正在改造成一个将处理大批量生产任务的完整齿轮制造型生产单元。首席执行官Fred Young表示：“我们正在专门集中一些用于单元式制造网的设备，将提供车削、粗铣、外圆磨削、硬切削、车修、一部分装配和拉削加工。除了拉削和硬切削以外的所有这些能力都将实现自动化。”

而公司从区分作业类型当中所学习到一切经验都将在这项新工作当中得到应用。Lyford先生表示：“我们将通过这一制造单元的建设获得一些新的生产能力，包括执行10级车修和硬质合金刀具再滚铣。”

识别价值流

这项FCG的发展计划将继续评估这些价值流对未来业务的影响。Lyford先生说：“我们的最终目标是在一些点上将这两种价值流完全分开，从订单接受直

至发货平台。通过这种方式，每种价值流将自成一體。我们想要为只切齿型和完整齿轮制造型项目配置不同的人员进行报价、工程设计和下订单。这些部分目前已经几乎全部到位了。”

质量和检验是这家公司可能正在评估的下一块领域，想要决定这些资源是否能够针对不同项目区分开来。“我们的检验实验室可以非常紧密地与完整齿轮制造型任务绑定在一起。如果我们找到一种方法将此种类型任务与只切齿型任务区分开来，并且不用额外投资时，其意义将会非常大。”Lyford这样表示，并且补充说毛刺打磨有可能事实上是另一个与只切齿型项目混在一起的领域。

从业务角度来看，齿轮行业有着足够多的业务，足以让FCG在两个价值流当中都保持竞争力，无论是航空航天、国际、交通或者越野领域。“我们正在为许多家其他齿轮公司切削齿轮，其中一些与我们提供着相同的产品线，这个行业存在太多的业务重叠了。”Lyford这样表示，“但是，就整体部件来说，我们确实能够感受到我们的竞争地位强大得多。如果客户能够作主，它们并不想由不同的供应商来加工不同的部分。似乎看来本行业将要向着完整齿轮制造方向发生转变。”MM