

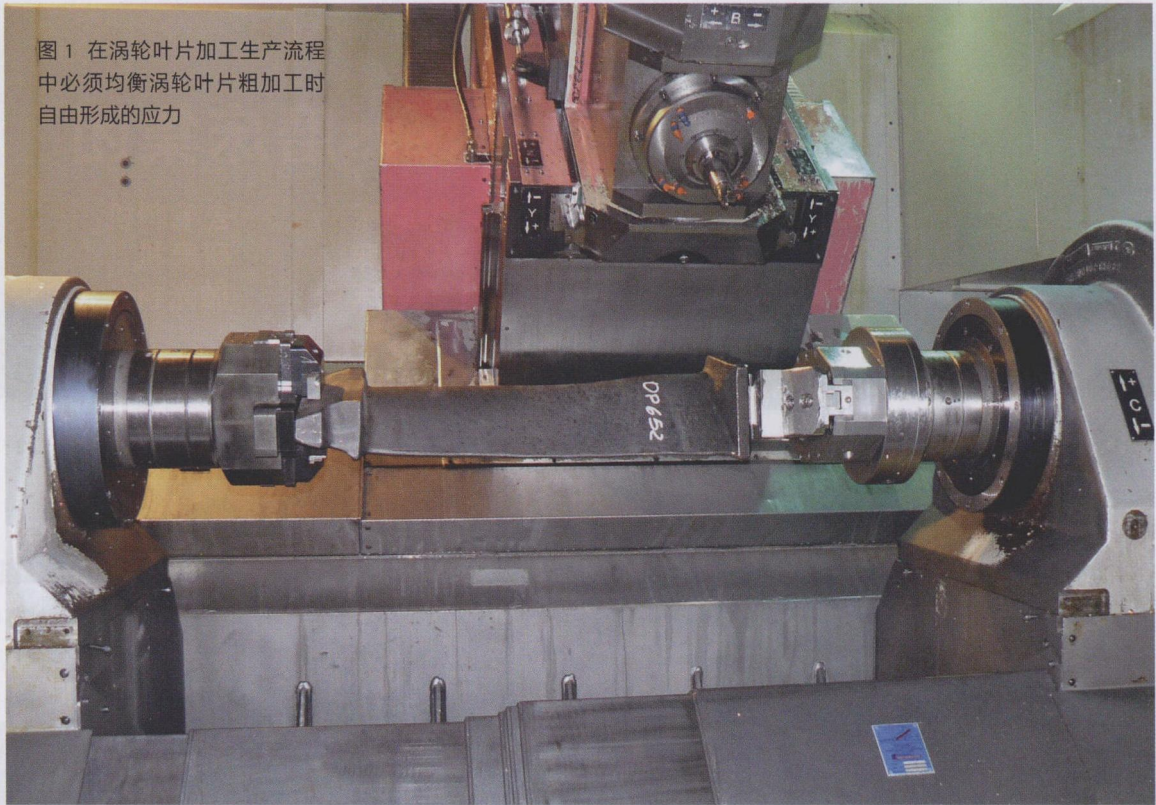


图 1 在涡轮叶片加工生产流程中必须均衡涡轮叶片粗加工时自由形成的应力

卡盘

高效铣削涡轮叶片

在加工制造业生产流程中经常需要更换刀具，对涡轮叶片进行铣加工时使用的自动化工件夹紧装置也属于此类技术范畴。该自动化工件加紧装置带有可移动的定心顶端，在工件进行粗加工之后可拆解下自用夹具。

文 | PAUL BIELLMANN

为了加工制造涡轮叶片，长期以来，Alstom 公司（位于瑞士 Birr）绝大多数情况是购进精密锻坯。因此，每次都需要根据锻坯的不同类型和结构尺寸配置相应的锻模。该公司占地 40 000 m²，主要产品是用于装机容量最大为 2000 MW(1 MW=1000 kW) 的发电

电厂的燃气轮机、蒸汽轮机以及涡轮发电机的内装式转子。由于工件的变形产品越来越多，因此托换基础的成本便持续加大。在很多情况下，这种加大成本的状态令加工制造业几乎无法承受。

粗加工后可拆下自用夹具

在开发研制机床、控制装置

和刀具方面，专业人士提出的要求是，要考虑成本低的制造方法。因此，将来需要采用对粗坯件进行整体式铣加工的方法制造涡轮叶片。采用这种加工制造方法非常适用，在实践中已取得了提高产量的效果。事实上，在涡轮叶片生产过程中出现的问题很少，更多则是在对锻造的结构件进行

粗加工时，在自由形成的应力下所出现的主要问题。这样，人们便找出了解决方案，即在工件进行了粗加工之后可将自用夹具重新拆解下来。

这一操作步骤在实际生产中也遇到了问题，一方面是涡轮叶片薄、不稳定，必须灵敏夹紧；另一方面是，结构件的发展趋势是越来越相似，但又不是固定不变的。在对结构件进行粗加工时必须注意使工件能够承受自由形成的应力，并确保在随后的精加工中留有足够的加工余量。这样便出现了这样的挑战，也就是研制一个卡盘，使用该卡盘首先将涡轮叶片平衡地夹紧在定心顶尖之间，而在进行加工后短时间内便打开定心顶尖，工件便能被移到一个无应力的位置，定心顶尖便可从中心位置实现轴向位移。定心顶尖位移至一个新的位置后，必须重新被锁止，之后重新夹紧工件。

由瑞士 Forkardt 公司研发的夹紧卡盘变形产品与标准型卡盘有很多不同之处，这种变形卡盘将释放自行产生的应力，可在任意方向与工件最大保持 2 mm 的距离，而原来均衡的夹紧卡盘是通过夹紧顶尖强制推进的。与采用定心顶尖解决方案相比，这种夹紧卡盘变形装置的工件张紧位置不是强制性对称的，而是必须通过夹紧卡盘的夹板才能实现均衡对称，所以，该夹紧卡盘变形装置的夹板具有一个 $\pm 8\text{ mm}$ 的均衡能力。定心顶尖允许由中心位置向任意方向进行 3 mm 的径向偏移，该装置有一个特殊的功能，可使定心顶尖重新回到中心位置。

优化生产流程

涡轮叶片的几何尺寸通常是

图 2 在均衡夹紧卡盘时，工件通过夹紧顶尖来推进。而工件外径必须不对顶尖对称，这个偏差值须通过夹板来均衡

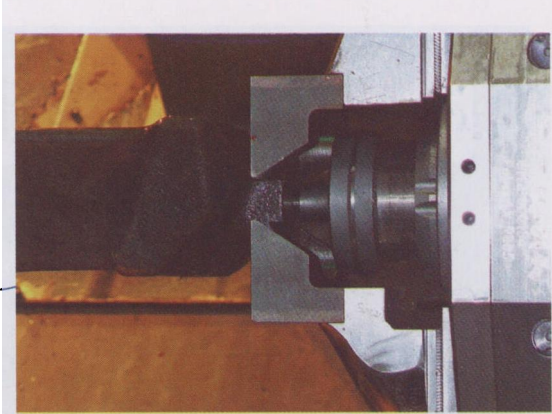


图 3 夹紧卡盘的每块夹板均由手柄控制，顶尖移动的距离是 70 mm，此时应力为 5000 N

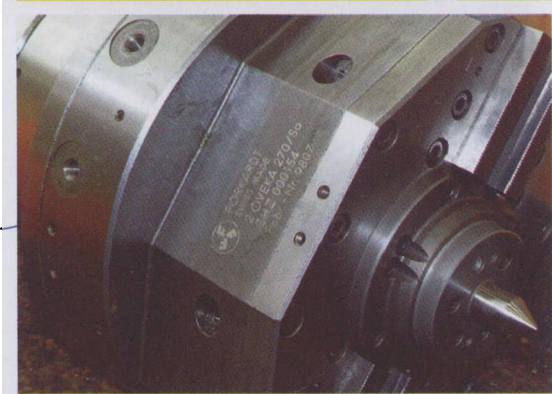
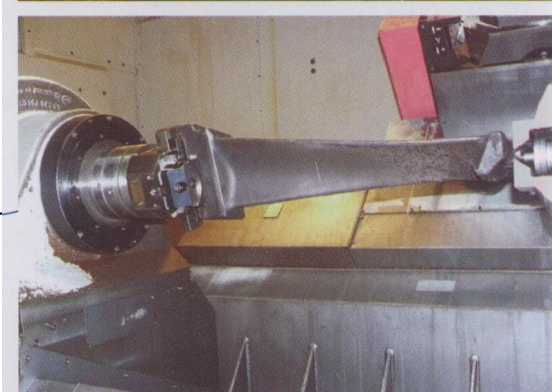


图 4 夹紧卡盘可张紧长为 800~2000 mm，最大直径为 120 mm 的涡轮叶片



固定的，在锻造生产流程中便形成了一个很大的允许公差。所以，夹紧卡盘的每个夹板都必须通过手柄来进行控制调整。定心顶尖可轴向移动 70 mm，夹紧卡盘的张紧力为 50 kN。集成化的储压装置可确保夹紧卡盘保持张紧力，以保证在液压系统泄露时夹紧卡盘不会意外打开。夹紧卡盘是液压式的，有一个 HSK（高速有线）接口，该接口带有各个管道漏气的耦合器。这样的解决方案可将若干工件张紧在加工机床一侧的张紧点上，之后可送入加工机床。

尽管 Alstom 公司以前采用的

是比较灵活的整体式涡轮叶片切削方法，但在采用 Forkardt 公司研发的卡盘后加工成本也有了明显下降，而且，采用卡盘装置后，可有效保证工件的加工质量，机床工作腔加大，加工流程也更为安全。

此外，这种专有的工件夹紧方案是能够满足加工企业应对特殊挑战的要求，并能够提高企业的竞争力。与采用传统的工件张紧方案相比，这种新型的工件夹紧技术可大大优化生产流程，并使得加工生产更具自主性。[MM]