

【加工】

风力发电设备零部件一体化加工工艺的优化



在风力发电设备行星轮支架的一体化加工工艺优化中，不仅对金属切削加工进行了考察，而且也对整个生产环境进行了考察。优化的最终结果是每一支架的切削加工工时缩短了 200 min。

文 / Claus Ehlers

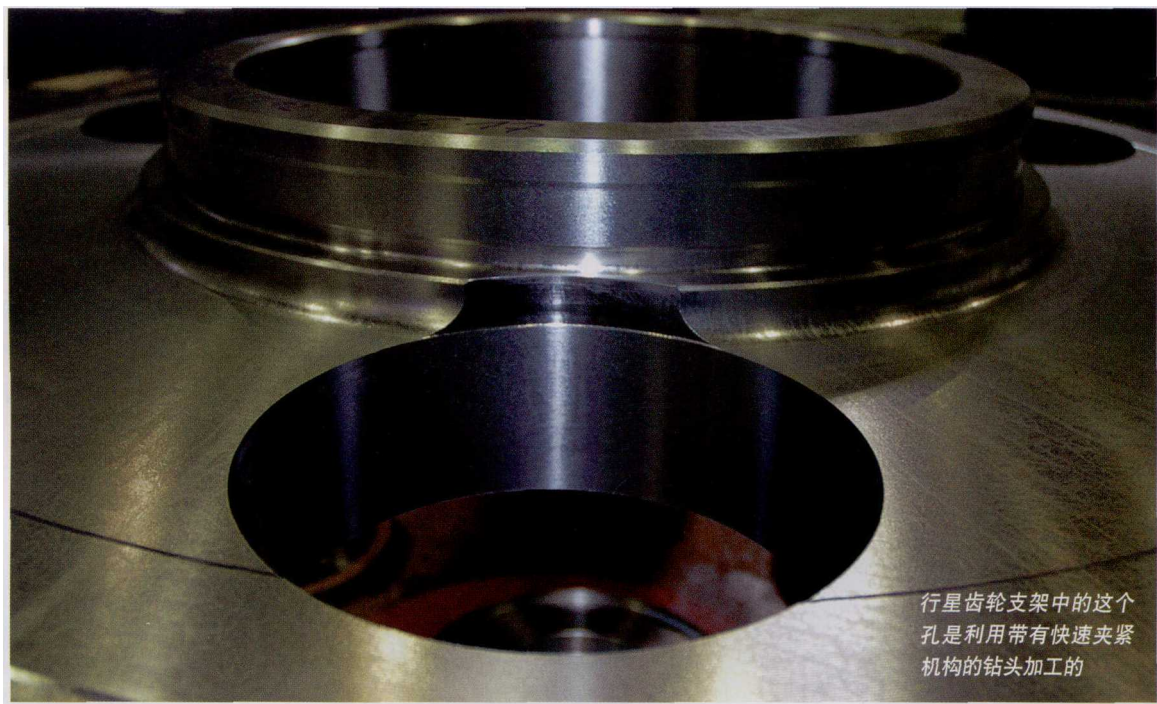
强烈上涨的能源价格推动了全球可再生能源的蓬勃发展。德国的风力发电领域也明显感到了这一点。2008 年年底时，在这一行业的职工人数已经达到了 90 000 人，生产的风力发电设备总量占全球的 30% 左右。分析人士估计，到 2020 年这一领域中的投资额将会高达 350 亿欧元。

近年来可再生能源领域中投

资额的不断提高，使世界上技术领先的机床设备部件和电气驱动技术生产厂 Flender 集团公司从中受益非浅。在他们 Wittgensdorf 市 Chemnitz 区的生产厂 Flender Guss 中主要生产风力发电设备行星传动机构的行星轮支架，从铸件毛坯直到最终成品全部机械加工（图 1）。为了进一步提高这一零件的生产能力，Flender 公司与山特

维克可乐满公司一起实施了 P.I.P 效率提升计划。该计划的目标是降低单件生产成本，提高利润率，提高企业竞争力。

在风力发电设备生产厂要求不断提高的情况下 Flender 公司的生产能力越来越显得不够。近几年来一直紧张的满负荷生产也使他们没有时间和精力边生产边贯彻落实扩大生产的措施。铸造方面生产能力的不足还可以通过铸件外协来解决，但整个行星齿轮支架在 4 台 Carnaghi 龙门立车上的机械加工则是生产过程中的瓶颈（图 2）。在这 4 台设备上的加工时间有时太长，而有时则又有着较长时间的设备停用和停工待料等问题成为影响顺利生产的一个重要因素。



行星齿轮支架中的这个孔是利用带有快速夹紧机构的钻头加工的



图 1 由 Flender 公司完成全部机械加工的风力发电设备行星齿轮支架



图2 在4台龙门式立车中完成行星齿轮支架的全部机械加工任务

每年可以节约 36 万欧元

根据与山特维克可乐满公司多年来卓有成效的合作经验基础之上, Flender 公司与山特维克可乐满公司在其 Bocholt 市的生产厂中开展了一次 P.I.P 效率提升计划。之所以再次与山特维克可乐满公司合作开展效率提升计划, 是因为他们知道山特维克可乐满公司会在这一项目中寻找一体化的提高生产能力的解决方案。也就是说, 山特维克可乐满公司将不仅仅从加工刀具这一局部入手寻找提高效率的解决方案, 相反他们是从包括生产工艺流程在内的整个生产过程入手寻找最佳的解决方案; 在这种前提下, 切削刀具的改进优化仅仅是这个提升计划中的一个组成部分。在效率提升计划中, 那些不产生价值增值的环节都给予了高度的关注。

行星齿轮支架效率提升计划使整个加工过程的时间缩短了 17%，相当于每年可以节约 36 万欧元的费用。在行星齿轮变速器体效率提升计划的后续项目中，整个生产过程所需时间缩短了 21%，但厂方没有说明由此而节约的生产成本。

重点在于使用高效的切削刀具

在生产过程实际状况的分析和记录时,生产过程的可信度和真实性的准确表达是非常重要的。只有了解到真实

1910 2010 100

德和盛电气

DEHN+SÖHNE是一家自主创新的、活跃于全球市场的知名企业，有着100年的悠久历史。德和盛电气（上海）有限公司是DEHN+SÖHNE的全资子公司，成立于2005年10月，主要致力于电涌保护器的销售和服务。我们能够向光电系统、风力涡轮机等领域提供高效的防雷及电涌保护。

- * 预接线、火花间隙型复合电涌保护器
- * RADAX FLOW 专利技术
- * 预期短路电流达50kArms时，20A熔丝不触发
- * 放电电流达100kA(10/350μs)
- * 能量协调，可保护终端设备
- * 使用模块按钮，易于更换
- * 防震，防冲击

您的安全 我们关注

德和盛电气上海总部 电话：021-64423736

北京办事处 电话：010-65816186	大连办事处 电话：0411-39808599
武汉办事处 电话：027-85557817	青岛办事处 电话：0532-85029298
成都办事处 电话：028-86703283	深圳办事处 电话：0755-82871893
西安办事处 电话：029-88344025	

电邮：info@dehn.cn 网址：www.dehn.cn

的生产过程才能找出问题的症结对症下药，才能真正实现高效优化。而要可靠的了解真实生产过程，凡与行星齿轮支架生产有关的人员和设备操作者从一开始就要纳入到项目组中。龙门式立车加工行星齿轮支架的过程分为粗车、半精车和精车（图3）。提高效率首先是从改进刀具材料入手。在粗车刀具的优化改进时，使用的刀具材料是专门针对 Flender 公司产品而研发生产的 GC3215 硬质合金可换刀片。在半精车和精车时，使用的是耐磨性能很好的、具有 Wiper 刀具几何参数且外形尺寸有所改动的硬质合金刀具。

所使用的片式铣刀也改用了性能更高的 Coro-Mill 331 铣刀。这是一种安装在具有减振性能的铣刀杆上的片铣刀，能够有效的避免切削过程中的震纹。在使用了新型硬质合金刀具之后，不但切削时的进给量大大提高了，而且零件的表面质量也得到了改善。行星齿轮支架孔的加工钻头上集成了一个快速夹紧装置，在钻头钻孔的同时也可以完成另外一道工序，从而也进一步的提高了生产效率。优化后，每一零件全部切削加工的工时缩短



图3 行星齿轮支架的加工工序有粗车、半精车和精车

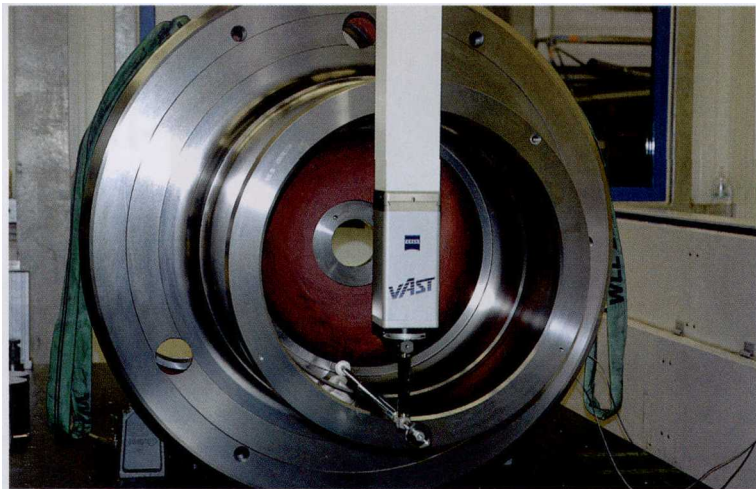


图4 通过切削加工过程的优化，行星齿轮支架的检测次数也相应减少了

了 125 min，相当于每个月又有了 187.5h 的机械加工时间。

生产辅助工作和辅助工时同样是重点

生产辅助工作占行星齿轮支架生产加工 1/2 的工作量。在这些辅助生产工作中，需要解决的是何时机床设备停止工作？为什么停止工作？如何有效的避免设备的停工待料？在改进提高辅助工作方面，其内容包括了符合人体工程学要求的、运动距离最短的操作过程，例如，增加了为刀具库增添刀具、更换可转位刀片和调整刀具的辅助工位。由于缩短了操作者的运动距离，因此在刀具准备的同时可以更换可转位刀片；另外，还有完全调整好的备用刀具可供应急。在上下工件的时间里，在用起重设备吊装工件的同时，也完成了加工件的质量检验。

为了使龙门式立车的操作者能够在各个不同的操作位置对机床的工作情况有准确的掌握，在 4 台 Camaghi 龙门式立车上都安装了清楚可见的报警灯。优化改进后，由于生产过程的可靠性有了很大的提高，因此行星齿轮支架的检测次数也相应减少了许多（图4）。上述

种种措施的总合大大减少了辅助工时，并且由于缩短了操作者的运动距离从而使操作者能够更好的集中精力完成立式车床的操作。

更加便于龙门式立车的维护保养

此外，对龙门式立车的细部结构也进行了优化改进。例如，增加了新的操作平台，从而使操作者更方便可靠的接近机床，对机床进行维护保养；平台中也有更好的放置毛刷和棉纱等清洁工具的位置。通过生产环境和生产条件的优化改进，车削一个行星齿轮支架的工时比原来缩短了 80min。相当于每个月增加了 115h 的加工时间。对目前达到的效率提升成果，山特维克可乐满公司和 Flender 公司并不满意。因为他们一致认为根据现在对整个设备效率的了解和对整个生产工艺过程的了解，行星齿轮支架的加工还有潜力可以挖掘。理论上讲，每一个支架加工还有可能大幅减少加工时间。例如，对龙门式立车的铣削主轴进行改造，以提高铣削主轴的夹紧力，从而允许使用更高的切削速度。不过，迄今为止已经完成的成果也坚定了两家企业继续合作改进提高生产能力的信心。MM