

精密磨床

精密磨削的舞台

音乐响起，镁光灯下，舞台上绚丽的演出令人陶醉。走进山东烟台福尔精密机械有限公司的机加工车间，这里同样是一个舞台，置身其中，两条油泵油嘴生产线并驾齐驱，犹如舞动在现代化律动中的工业 style，舞台的核心是瑞典科美腾（KMT）精密磨削有限公司突破磨削新技术的新一代 UVA Nomyline 精密磨床。这不仅是工业的魅力，也将精密磨削技术演绎得淋漓尽致。

文 | 彭少虎

进入 21 世纪，随着环境意识的增强，汽车及工程车辆的尾气排放日益受到人们的关注。柴油发动机中的 S 系列喷油嘴由于其燃烧不充分、油耗高、尾气不达标等弊端逐渐开始被新一代的 P 系列喷油嘴所取代。隶属于山东康达集团喷油器事业部的烟台福尔精密机械有限公司正是顺应这一趋势于 2003 年成立，并在技术上继承了国内油泵油嘴骨干生产企业山东康达油泵油嘴有限公司多年的设计制造经验。

2005 年，福尔公司的新厂建成，当时的 P 系列喷油嘴以其体积小、频率响应快，燃油效率高等特点成为“节能减排、绿色环保”的明星产品，这与福尔公司的产品定位完全契合。然而，P 系列喷油嘴零件的加工精度要求极高，成立伊始的福尔公司如何应对这一挑战呢？

成为亚洲第一个用户的故事

早在 1984 年，当时的山东康达油泵油嘴有限公司就从瑞典引



图 2 喷油嘴偶件，右边从上至下分别是针阀体和油针

进了 2 台科美腾旗下的 UVA U80 内圆磨床。优异的机床性能和完善的售后服务为双方的长期合作埋下了种子。20 年光阴流转，科美腾的磨床不断推陈出新，U88 内圆磨床、Nomyline 系列磨床相继问世。2005 年，当刚建成的福尔新厂开始组建第一条生产线时，双方的再度合作水到渠成，但在当时，代表科美腾最新技术的 UVA Nomyline 系列磨床在亚洲尚没有用户。福尔公司是否敢于第一个吃螃蟹？

工欲善其事，必先利其器。凭借科美腾 UVA 在小尺寸高精度磨削领域享誉世界的知名度和彼此的信任，福尔公司最终决定购买 2 台 UVAi Nomyline 内圆磨床和 3 台 UV Ae Nomyline 外圆磨床作为第一条生产线的核心设备。2006 年，科美腾帮助福尔公司将早先购买的 2 台 UVA U80 内圆磨床改造后达到 U88 的性能，配合其他喷油器体加工设备及精密检测设备，福尔公司的第一条 P 系列喷油嘴生产线已经颇具规模，产品达到国内外同类产品的先进水平，投放市场后迅速得到柴油发动机企业的认可。

福尔公司总经理刘泳江先生对油泵油嘴中的核心零件加工工艺了如指掌。针阀体和油针是两个一一对应的喷油嘴偶件，不能互换，每一对油针和针阀体的配



图 1 科美腾精密磨削科技（北京）有限公司总经理李阳（左）和福尔公司总经理刘泳江

合间隙只有 $2\mu\text{m}$ ，还要求配合非常光滑，所以要求油针的圆度是 $0.4\mu\text{m}$ 、粗糙度 $R_a0.05$ ，针阀体的中孔的圆度要求是 $0.5\mu\text{m}$ ，粗糙度 $R_a0.1$ ，座面的圆度要求是 $0.8\mu\text{m}$ ，粗糙度 $R_a0.12$ 。刘泳江说：“我们为喷油嘴偶件引进了瑞典 UVA 油嘴加工线，该加工线实现机械手自动上下工件、产品在线自动检测、自动分级，油嘴径封间隙实现了配磨，在亚洲尚属首例，是国内油泵油嘴行业公认的全球最高精度的精密偶件加工设备。”

目前国内还有很多厂家采用插配的方式确定一组喷油嘴偶件，不仅工序长、效率低，而且不合格品多。福尔公司已经借助科美腾磨床的先进配磨工艺解决了油针与针阀体一对一的准确偶合。“作为油针配磨机床的 UVAe Nomyline 外圆磨床集成了马波斯 (Marposs) 在线测量系统，设计非常巧妙。”刘泳江介绍说：“它通过测量针阀体的中孔直径，自动计算出油针配磨的精确尺寸，使得加工完成的每一个油针和与之相配的阀体都恰好偶合。此外，它还能够实现油针一次装夹，完成 3 个不同角度的锥面磨削，精度高、柔性强、稳定性好。这在国内没有其他任何机床能够做到。”

走向成功之路

5 年之后，随着 P 系列喷油嘴在市场上供不应求，福尔公司开始组建第二条生产线。2010 年 12 月，第二条生产线的机床采购合同尘埃落定，2 台 UVAi Nomyline 内圆磨床和 3 台 UVAe Nomyline 外圆磨床再次落户福尔公司，组成了第二条 P 系列喷油嘴生产线的核心设备。目前，福尔公司的 P

系列喷油嘴的年生产能力已达 200 万套，喷油器总成 100 万套，产品 40% 以上出口欧美。

第三条生产线以及新的装配线已在规划之中。2 台 UVA U88 内圆磨床正在科美腾瑞典工程师的帮助下按 UVAi Nomyline 内圆磨床的标准翻新改造，福尔公司正在以最经济的方式组建第三条生产线。“在油泵油嘴行业，科美腾的磨床是世界领先的，其独特的导轨、卡盘和磨头设计都是独一无二的，也是其核心竞争力。”福尔公司总工程师孙永志先生这样评价 UVA 磨床的特点和独特优势：“更为可贵的是科美腾并不满足于已有的产品，而是不断创新，每个年代都有新的产品和技术，比如早期的机床采用滚珠丝杠导轨，后来换成静压导轨，将伺服电机换成直线电机。对于 $0.8\mu\text{m}$ 的加工精度，要求机床的稳定性非常好，才能使加工尺寸非常稳定。科美腾时刻将当代科技与其机床相结合，所以总是处于世界一流水平，比如 UVAe Nomyline 外圆磨床除了能够进行直径和三锥面的高精磨削，配磨技术也非常好。同时，科美腾自主研发的 UVATRONIC 控制系统，在博世力士乐 MTX 数控系统的基础上，将多年积累的磨削经验融合在编程软件当中，比如独特的磨削技巧、参数设定以及砂轮的修整，软件里都有相应的规定，省去了很多人工的判断，使生产更加标准化和高效，对精密磨削加工非常有效，体现了一家老企业的经验和精髓。”

从成为科美腾 UVA Nomyline 系列磨床的亚洲第一个用户到福尔公司 3 条生产线、3 条装配线的建成指日可待，年产 400 万套喷油器总成的蓝图日渐清晰，两家公司的合作堪称典范。随着福尔



图 3 科美腾 UVAi Nomyline 内圆磨床

公司的成功之路向未来延伸，科美腾的 UVA Nomyline 精密磨床开始被越来越多的中国用户所接受。“与福尔公司的合作中我们不仅仅提供了高端设备，更重要的是把与设备相关的磨削工艺和磨削经验能够和客户共同探讨，很多情况下是相互学习。虽然科美腾有积淀多年的经验，但是欧洲的机床怎样适合中国的使用环境，福尔也教给我们很多，我们需要和客户磨合和沟通。”科美腾精密磨削科技 (北京) 有限公司总经理李阳先生谦虚而坦诚，他说，“对于中国市场，我们希望把欧洲先进的磨削设备以及磨削经验带给中国的制造商。UVA 是欧洲几十年的小尺寸磨削的高端机床品牌，我们把和欧洲喷油器生产厂合作几十年的经验带到中国来，帮助中国用户尽快接近欧洲的先进技术，这是我们的理念。”

如今，福尔公司正致力于开发更加符合环保要求的新一代共轨型喷油器，在进行共轨油嘴油针的磨削试生产中，来自科美腾公司的瑞典工程师帮助福尔公司解决了双密封交线的磨削加工难题，为下一代喷油器产品做好了工艺准备。相信在福尔公司精密磨削的舞台上，科美腾的 UVA 磨床将继续领衔绽放！