

深孔钻床

# 采用深孔加工改善加工质量

采用向上拉拽式对用于离心浇注原油的管件进行深孔钻加工作业是非比寻常的。为了达到加工后的离心浇注原油的管件的孔表面平滑且孔的壁厚均匀，深孔钻床的钻头设置成向上拉拽式作业方式。

文 | WLADISLAUS KIEFER

**使**用深孔钻床进行加工作业，远远不仅仅只限于钻孔作业这么简单。还会有这样的加工作业任务，如采用钻孔加工作业来改善粗加工后的孔的质量。这些管件的粗加工后的孔直径不均匀，其表面生成很多氧化皮层。在这种情况下，如果要将这些管件用作液体介质的浇注管道则无法使用。

这样的管件在石油化工行业是用作原油的裂化装置的。原油裂化技术原本是由俄罗斯研发出

来的。该项技术集中了很多技术诀窍。俄罗斯圣彼得堡 Promety 材料科学技术总研究所除了研发材料外，还研发相应的设备。

为了研发用于原油裂化装置的管件项目，该俄罗斯圣彼得堡 Promety 材料科学技术总研究所总共使用了 7 种内径为 80~150 mm、最大长度为 9000 mm 的不同的管件变形件进行研究试验。这些管件将在异常高温条件下使用。管件的材料是含有高成分铬和镍的防

锈和耐高温钢。总之，对于俄罗斯的设备设计人员来说，没有现成的普通标准材料可以使用。为此，他们决定自行研发一种特殊的合金材料，现在，这种特殊的合金材料已取得了专利权。

此外，石油专家要求此类管件的直径大小精准，并具有同一性。如果管件壁厚存在着偏差和变化，那么，在高应力分布不均的情况下就会导致管件破裂，特别是用作离心浇注原油的管件更是如此。

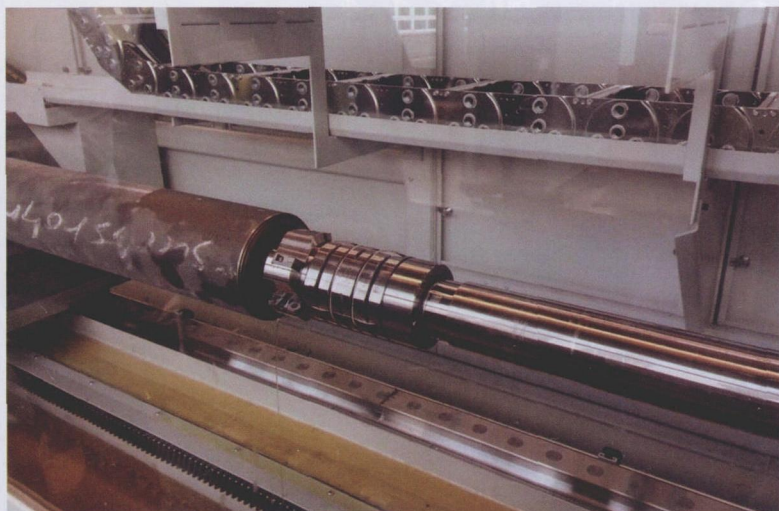


图 1 在进行粗钻孔加工作业后，在抽出钻头时，钻头借助于导向装置向上驶出。这样便形成了一个拉拽加工作业方式

## 发明深孔钻技术

原油在高压管道内涌流，如果管件孔的表面质量不理想，就会影响原油涌流，从而导致很大的压力损失，同时也会在孔的表面留下沉积物堆积。这时，俄罗斯圣彼得堡的专家们便采用了深孔钻加工方法来加工这些管件，从而发明了深孔钻技术。

位于德国 Schwaben 地区 Detingen/ Erms 的一个企业研发出了一种大型深孔钻床，掌握了用于离心浇注原油的管件深孔钻加工技术。



图 2 在 ML 500 系列深孔钻床上加工离心浇注原油的管件

对于上述管件的深孔钻加工作业只能使用单管系统基础的工具，加工作业时，单管系统工具和管件孔壁之间形成了环形槽，通过这些环形槽实现冷却剂供给。钻头装有硬金属制成的转盘，在满钻时由冷却剂通过一个刨屑口将刨屑从钻加工区冲进钻孔管，最终到达刨屑输送装置。

### 拉拽加工作业方式

在正常情况下，钻加工作业的钻头先通过加工的管件，随后导向板变换线路进行切割，在管件孔内便生成一个直的孔。而用于离心浇注原油的管件深孔钻加工却要采用另一种作业方式，因为一般钻孔加工作业方式，无法在用于离心浇注原油的管件内生成一个直孔，管件的孔不能达到100%的直。在这种情况下，所加工的管件的孔每1 m长后便有一个大约1 mm的弯曲。为了解决此问题，钻加工工具必须能跟随着管件的弯曲进行加工作业。选择深孔钻加工技术，钻头导向装置采用可掉头回转加工原理，即加工作业时，导向板运行在切割装置之前，这样便形成了一个拉拽加工作业方式，进而达到了管件孔

的全长壁厚均匀的目的。

在采用以单管系统工具为基础的深孔钻技术加工项目中，项目研发方与合作伙伴 BTA 深孔钻加工作业设备有限公司进行合作，目的是使管件孔的表面尽可能平滑。在此之前，人们一直采用粗加工钻头进行加工，用一刨屑钻头进行成品最后的调整加工。而 BTA 公司研发的深孔钻加工作业装置有一个带有硬金属板的导向系统，该系统液压式支撑在管件的孔中，用以平衡孔壁的不规则性。

深孔钻加工管里有一个液压软管，这样在使用拉拽式深孔钻进行加工作业时，从加工的管件孔内导出刨屑也不存在问题。所以，这种深孔钻加工作业，不需要设置原来必须设置的刨屑导出口这样的结构。一个重要的细节是，设置转盘很重要。这些转盘的外形尺寸的设置标准是以刨屑深度5 mm为基准的。BTA 公司选用抗断裂韧度强的不锈钢作为制造转盘的材料。

采用 BTA 公司研制的深孔钻加工装置的专用工具加工作业流程如下：首先，钻床操作人员将最长达9 m的管件张紧在深孔钻床上，接着，由钻孔工具加工出

整个管件的粗加工孔，并安装上钻头。然后，进行拉拽式钻孔，直至管件又重新回到起始位置。接着反方向进行冲击式刨削，刨削前进行切割。刨削的深度仅为0.5 mm。

完成上述加工工序后，将钻管连同刨削钻头从加工管件中拉出。之后，工具液压式返回运行进行切割。钻管支撑在导向板上，刨削钻头由人工合成材料制成。采取这样的措施能够防止在工具回拉时使管件孔壁受损。

在正常情况下，耐高温的高合金材料的切削难度会很大。为此，除了采取上述措施外，针对切削时有刨削飞出，还要为切割板设置一个刨削防护栅。此外，深孔钻加工工具也必须设置两个防护栅。

### 确保长使用寿命

长为9 m的管件不是一个单件组成的产品。生产厂家还会提供一个长为3 m的管口材料。用户将该管口材料与用于离心浇注原油的管件焊接在一起。焊接工艺要求必须达到一个相应的精度，以便在加工后能保证管件的孔壁平滑。此外，BTA 深孔钻加工作业设备有限公司也很好的解决了焊接处的淬火硬化处理问题。这不仅证明了深孔钻床的结构方案合理，而且还确保了整个加工流程的可靠性。

用于离心浇注原油的长达9 m的管件还结合一个起爆层，这样，如果管件材料具有不均匀性，则成了危及管件使用寿命的最危险杀手。但是，BTA 公司研发的 ML 500 系列深孔钻床方案却能成功的解决存在的材料不均匀的缺陷问题。采用该型深孔钻床进行加工作业时，钻头的转盘可在管件

的整个长度范围内起作用。为了能够使钻管连同支架短杆、导向滑块和钻床中心架驶入钻孔，ML 500 系列深孔钻床总长度设置为 25 m，是加工管件长度的两倍。

ML 500 系列深孔钻床是一个稳定的可进行微调的深孔钻床。该深孔钻床的全套结构均有阻尼振动的功能。为了阻尼振动，该机床的底座还带有两个专门的有混凝土填充物的加固装置。该型深孔钻床的其他结构件也采用特别稳定的设计方案，如进给齿杆有斜铣齿，目的是使振动达到最小化。

ML 500 系列深孔钻床除了稳定性好以外，其操作控制也实现了最佳化。因为管件的粗加工采用拉拽式作业方式，所以必须在钻管驶入后再安装粗加工钻头，由于采用



图3 离心浇注原油的管件加工前和加工后的效果：加工前的离心浇注原油的管件孔壁表面（a）和加工后的离心浇注原油的管件孔壁表面（b），加工前的离心浇注原油的管件孔壁表面已生成了很厚的氧化皮

特殊结构形式的滑块齿杆，所以操作人员可从后面接近滑块齿杆。这样，即使是加工最大的管件工件，也可非常方便的将管件工件安装在深孔钻床上。

完成管件的粗加工后，要进行管件孔的刨削，这道工序对深孔钻床的使用寿命影响不大，此道工

序最重要的是要确保管件孔壁的表面质量。使用 ML 500 系列深孔钻床加工的管件孔壁的表面质量是显而易见的（图3）：用户希望管件孔壁表面的  $R_a$  值  $\leq 1 \mu\text{m}$ ，而使用 ML500 系列深孔钻床加工的管件孔壁表面的  $R_a$  实际值恰恰保持在  $0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$  的范围内。[MM]

德国技术 · 中国制造

**Waldmann** **W**  
ENGINEER OF LIGHT.

全新LED技术

沃达迈工业照明解决方案

### 全新FLAT LED机床灯具

— 为您创造无限可能

- 全新设计的表面安装式机床灯具，尤其适合机械加工区域的大范围照明；
- 高度一体化设计使屑屑及灰尘无处藏身，同时为加工区域提供更大空间；
- 光线均匀，照明范围广泛，无眩光，可灵活设定照明方向；
- 外形小巧紧凑，安装简便，安装位置灵活；
- 高效节能照明，绿色环保，使用寿命超过50000小时；
- 对极端恶劣工作环境有超强抵抗力，防潮防尘等级符合IP67标准；
- 维护成本极低，减少机床运营成本。



沃达迈灯具制造（上海）有限公司  
上海市宝山区长建路199号5号标准厂房A11a单元 200949  
电话：+86 021 5169 1799 传真：+86 021 3385 0032  
邮箱：info@waldmann.com.cn

北京办公室  
北京市朝阳区左家庄中街6号院9号楼豪成大厦512室 100028  
电话：+86 010 6591 7699  
传真：+86 010 6591 7699

www.waldmann.com.cn

▲反馈服务编码M4663