

● 国外钢管

用 ED 法生产大直径高精度薄壁钢管

摘 要 介绍了采用改进后的 ED 法生产大直径高精度薄壁钢管的具体措施, 即增加拔管机的管端支撑装置, 强制润滑和超声波振动, DLC 复合涂镀芯头。上述措施减小了大直径薄壁钢管的椭圆度和直线度超差。

关键词 冷拔高精度薄壁钢管 ED 工艺 超声波振动 DLC 复合涂镀芯头

前言

目前, 高精度薄壁管材的应用愈来愈广泛, 对其加工精度的要求也愈来愈高, 但在许多情况下, 管材的最终精度是通过磨削和抛光来实现的。因此, 若能提高管材的塑性加工精度, 则可省去随后的机械加工工序, 提高管材的生产效率和经济效益。采用 ED 方法生产小直径高精度薄壁管材是实现这个方法之一。ED 法是一种挤压-拉拔管材的生产方法。

目前已采用 ED 法生产出小直径高精度薄壁钢管。本文将介绍采用该方法生产大直径高精度薄壁钢管的具体措施和实际效果。

1 实验装置的特点

高精度大直径薄壁钢管的精度要求见表 1。对所用管坯的要求是: 外表面最大粗糙度不大于 $4\mu\text{m}$, 壁厚偏差不大于 10%, 各道次的断面压缩率约 25%, 总断面压缩率为 59.3%。芯头和拔模的形状见图 1, 其尺寸见表 2, 采用 W-CO 硬质合金制作, 其表面最大粗糙度为 $0.1\mu\text{m}$ 。拔制速度为 30mm/s (拔制 $\Phi 30\text{mm}$ 薄壁钢管时也采用该速度)。

为了提高拔制精度, 对拔管装置进行了如下改进: ①采用气动四爪夹头, 防止工件偏心; ②在工件的尾部增设随动支撑装置, 以保证工件的准确对中和提高整体刚性; ③工件的内外变形表面均采用强制润滑; ④采用超声波振动芯头, 芯头在半径方向振动, 振动频率为 14.8kHz , 振幅为 $2.5\mu\text{m}$; ⑤采用

表 1 高精度钢管的精度指标/ μm

检测项目	允许值
表面最大粗糙度	< 1.0
圆度	< 50
壁厚公差	± 30
径向跳动量	< 70

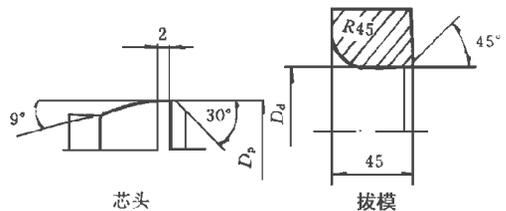


图 1 芯头和拔模的形状示意

表 2 芯头和拔模尺寸

直径/mm	拔制道次/次		
	1	2	3
D_p	58.4	58.2	58.0
D_d	62.7	61.4	60.4

DLC 复合涂镀芯头。

由于采用超声波振动, 所以要求芯头具有很高的硬度和良好的韧性。芯头采用等离子喷镀工艺进行复合涂镀。涂层厚度约 $1\mu\text{m}$, 硬度约 3000HV , 表面最大粗糙度约 $0.1\mu\text{m}$ 。

在管材尾部约 300mm 处切取试样, 测定管材的加工精度。每 3 根管材切取 1 根 320mm 的试样, 测定其表面粗糙度。粗糙度

使用触针式表面形状测定仪测定。壁厚精度使用超声波测厚仪测定。椭圆度采用椭圆度测定仪测定。形状精度的综合评价采用管材回转时的径向跳动量来确定。

芯棒的尾部与超声波振子相连接, 超声波发生器的驱动力为 2.4kW, 纵向振动波使芯棒头(定径带处)产生径向振动。芯头的长度为轴向振动波长的 1/2, 共振的节点位于芯头的定径带处。实验表明, 定径带处的径向振幅为 2.5 μm 。

2 实验结果分析

采用超声波振动和 DLC 复合涂层芯棒对保证拔管精度十分重要。采用原有的小直径管材拔管装置拔制大直径薄壁钢管时, 尽管采取了强制润滑措施, 并使用矿物油加极压添加剂和摩擦调整剂的混合润滑油, 但还是难以生产出各项精度指标全部合格的高精度薄壁钢管, 钢管的表面划伤和不直度均超过规定值。其原因是拔制时圆周方向上的拉应力分布不均。残余应力也使断面的椭圆度增大。

为了确定超声波振动和 DLC 复合涂层芯头的实际使用效果, 进行了以下实验。

2.1 常规芯头加超声波振动拔制

该拔制方法具有以下特点:

(1) 径向的超声波振动改变了芯头与管内壁之间的运动方式, 减小了相对滑动, 有助于润滑剂的进入, 改善了润滑条件。

(2) 拔制力降低约 30%。芯头的径向振动比轴向振动的拔制力有明显的下降, 这是因为轴向振动产生较大的摩擦热, 使润滑条件变坏, 增大功率消耗。

(3) 内表面的划伤减少, 具有良好的镜面, 内表面的阳光反射可以观察到虹面现象。在放大镜下观察, 可以看见与振动周期一致的塑性变形螺旋线, 其螺距为 2 μm 。

(4) 形状精度中椭圆度和偏摆量(径向跳动公差)的测定结果表明:采用径向超声波振

动, 可以使椭圆度和径向跳动公差都得到改善, 但是对径向跳动公差的改善效果不明显。

2.2 DLC 复合涂镀芯头拔制

芯头表面复合涂镀后, 其与管材的化学亲和力下降, 从而减小了粘结。实验表明, DLC 复合涂镀芯头与超硬合金芯头相比, 其防粘结的效果明显。

(1) 在拔制 10 根钢管后, 芯头的表面状况为:普通芯头表面的各区段粘着明显, DLC 复合涂镀芯头几乎无粘着。对拔制的薄壁钢管内表面观察发现:普通芯头产生粘结使管内壁划伤, 表面光洁度下降, 平滑面消失。

(2) 使用 DLC 复合涂镀芯头对形状精度的改善效果明显。在薄壁钢管的试样(长 300mm)中, 取 10 根试样进行径向跳动量测量, 其结果为:跳动量在 90~43 μm 之间, 全部在目标精度范围内。DLC 复合涂镀芯头比普通芯头的径向跳动量下降 30%, 形状精度明显提高。

2.3 DLC 复合涂镀芯头加径向超声波振动拔制

采用 SKD11 材料制作的超声波振动芯棒, 经 DLC 喷涂后, 进行了数次振动实验。实验结果表明, 振动不会使涂层剥落。拔管试验表明, 芯头无粘结现象, 钢管径向跳动量比常规拔制减小 30%, 所有试样的径向跳动量均在目标精度内。由此说明采用此法能够生产高精度大直径薄壁钢管。

3 结语

采用 ED 方法生产大直径高精度薄壁钢管是可行的。研究表明, 选择合适的润滑剂, 采用强制润滑, 可以保证管材的外表面精度, 但要提高管材的内表面精度和形状精度, 应采用 DLC 复合涂镀芯头和径向超声波振动拔制。所生产的管材可用于复印机和激光打印机的感光鼓基轴。

秦建平 侯贵生编译

(收稿日期: 1998-03-25)