石油钻杆接头模锻工艺研究

王连义，姜春茂，李守敬，高勃石，吴忠江，李荣智，赵同雨，徐振鹏，张立岩
（北方华安工业集团有限公司，黑龙江 齐齐哈尔 161046）

摘要：介绍了石油钻杆接头采用自由锻造的工艺方式存在毛坯余量大、材料利用率低、生产成本较高等缺点。为了提高钻杆接头毛坯精化程度和降低生产成本，提高市场竞争力，需要更高效的加工方式。通过对钻杆接头模锻工艺参数摸索，合理地选择了钢坯感应加热、毛坯加工率、加工设备选择、模具设计、锻后缓冷等工序工艺参数，最终实现了钻杆接头一次模锻成形的工艺。石油钻杆接头模锻后，降低了毛坯的下料质量，减少了机械加工余量，提高了材料利用率，降低了生产成本。

关键词：钻杆接头；模锻工艺；模具设计；材料利用率
DOI：10.3969/j.issn.1674-6457.2013.05.010
中图分类号：TG316.3　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674-6457(2013)05-0041-03

Die Forging Technology Research of Oil Drill Pipe Joint

WANG Lian-yi, JIANG Chun-mao, LI Shou-jing, GAO Bo-shi,
WU Zhong-jiang, LI Rong-zhi, ZHAO Tong-yu, XU Zhen-peng, ZHANG Li-yan
(North Hua′an Industrial Group Co., Ltd., Qiqihar 161046, China)

Abstract: This paper introduces free forging process of oil drill pipe joint with big blank allowance, low utilization of materials, high production cost. In order to improve precision forming of oil drill pipe joint and reduce production cost, improve market competitiveness, more efficient processing method is needed. Through the research of joint die forging process parameters, reasonable choice of process parameters such as billet induction heating, deformation extent of the billet, processing equipment selection, mold design and slow cooling after forging, die forging process of pipe joint is realized finally. Oil drill pipe joint forging reduces blank weight and machining allowance, and improves material utilization, reduces production cost.

Key words: oil drill pipe joint; die forging technology; mold design; material utilization

石油钻杆接头主要用于石油钻井时连接上、下钻杆，钻杆长期工作在高压、强磨损的环境中，承受了较大的工作扭矩。钻杆接头是其最薄弱的环节，是石油钻探过程中的关键性部件。该产品需求量大，市场前景广阔，质量要求严格，目前国内众多厂家为其生产配套。在激烈的市场竞争中，利润空间有限，因此深入研究钻杆接头模锻成形工艺，提高钻杆接头质量，降低生产成本，延长使用寿命十分必要。

1 原材料的选取

石油钻杆接头需具有较高的强度和韧性，以满足工作过程中能够承受拉伸、弯曲、扭转、冲击、振动等多种复杂载荷的交替作用。选取37CrMnMoA作为生产石油钻杆接头用钢的原材料，规格为$\phi(150\pm1.4)$mm，其加工工艺性良好，价格相对便宜，力学

收稿日期：2013-04-07
作者简介：王连义(1974—)男，黑龙江齐齐哈尔人，高级工程师，主要研究方向金属塑性成形。

性能完全满足产品性能要求,具体见表 1。

表 1 石油钻杆接头力学性能要求

Table 1 Mechanical performance requirements of oil drill pipe joint

试样毛坯尺寸 ϕ/mm	屈服强度 R_{el}/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%	冲击功 A_{kv} (−10 ℃)/J	硬度 HB
20	≥830	≥970	≥14	≥54	≥75	≥295

2 模锻加工工艺

2.1 模锻工艺流程

模锻工艺流程为:材料验证→锯切下料→上料→模锻前钢锭加热→压型→模锻→缓冷→冷检。

2.2 模锻前钢锭加热

金属材料的加热是热成形中的一个重要环节,温度因素明显地影响到金属的塑性和变形抗力。金属材料在常温和高温时的塑性及变形抗力,具有极大的差别[1-2]。加热不仅可以使钢材的内部状态发生变化,改善塑性,还利于金属内部组织成分趋于均匀,使热变形后的模锻件具有良好的组织状态,为进一步的热处理创造有利条件。

采用感应加热炉进行加热,加热速度快,炉温易于控制,氧化和脱碳少,便于实现机械化和自动化生产[3]。加热温度为 1160 ~ 1190 ℃,加热节拍为 150 ~ 200 s。

2.3 模锻毛坯制定

模锻件是加工机械产品零件的毛坯,加工余量要选择适当,如余量过大,锻件“肥头大耳”,既浪费金属材料又增加了机械加工工时,模锻毛坯尺寸如图 1 所示。

2.4 加工设备选择

选用压力机时必须满足如下要求[4-6]。

1) 压力机公称压力必须大于模锻力;

2) 模具的闭合高度应在压力机的最大闭合高度和最小闭合高度之间;

3) 压力机的滑块行程必须满足制件的成形要求。

模锻力计算如下[7-8]:

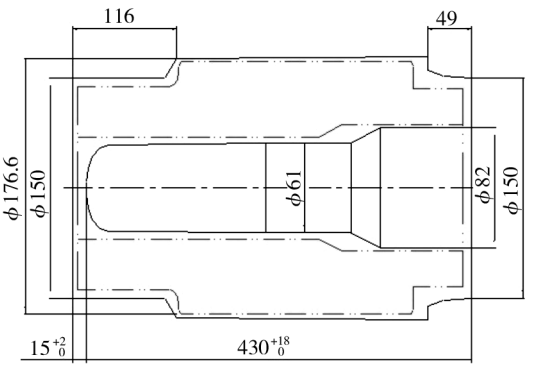

图 1 模锻毛坯

Fig. 1 Die forging blank

$$F=\frac{\pi}{4}d_{cn}^{2}\times 1.1\times\sigma_b\left(2+\frac{4\mu l_n}{D_m-d_{cn}}+\frac{\mu d_{cn}}{3t}\right)$$

式中:F 为模锻力,N;l_n 为模锻毛坯内部长度,mm;d_{cn}为相应模锻毛坯内部 l_n 处的冲头直径,mm;σ_b 为模锻温度下变形材料的抗拉强度,MPa;D_m 为模锻模子口部直径,mm;t 为模锻毛坯厚度,mm;μ 为摩擦系数,用石墨型润滑剂时,μ 取 0.29 ~ 0.30。

将 l_n = 386 mm,d_{cn} = 82 mm,σ_b = 55 MPa,t = 32.05 mm,D_m = 176.6 mm,μ = 0.30 代入公式,计算得 F = 8480 kN。

根据计算结果选择 1000 t 水压机进行锻造,为保证模锻毛坯顺利成形,并具有良好的壁厚差,在模锻前增加压型工序,并在压型毛坯上冲出浅孔。

2.5 模锻模具设计

在现代化的大生产中,工具和模具对实现整个模锻过程有着十分重要的意义。模具是保证产品,具有正确形状、尺寸和精度的基本工具,模具结构的形状与尺寸对金属的流变、成形速度、应力与应变有很大的影响,模具结构如图 2 所示[9-10]。

2.6 模锻后缓冷

锻件的冷却是模锻生产中的重要环节之一。冷

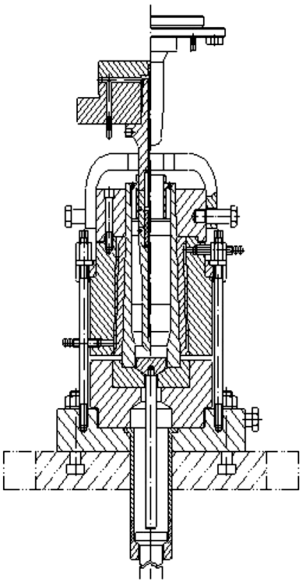

图 2　模具结构

Fig. 2 The mold structure

却方式选择不当,会使锻件产生翘曲、表面过硬甚至产生裂纹而报废。冷却过程中锻后残余应力、温度应力、组织应力影响锻件质量。石油钻杆接头锻后采用立放空冷的冷却方式。

3　结语

通过生产试制,石油钻杆接头毛坯采用模锻成形工艺,产品性能稳定,适合大批量生产,提高了加工质量,降低了生产成本,该工艺可行。

参考文献:

[1] 许发樾. 实用模具设计与制造手册[K]. 北京:机械工业出版社,2000.
XU Fa-yue. Practical Mold Design and Manufacturing Manual [K]. Beijing:Mechanical Industry Press,2000.

[2] 王浩,胡治,姚照云. 特种机械中杆类零件的局部成形工艺及模具设计[J]. 精密成形工程,2012,4(5):15-18.
WANG Hao,WANG Hao,YAO Zhao-yun. In the Special Mechanical Lever Parts Local Forming Technology and Die Design[J]. Journal of Netshape Forming Engineering,2012,4(5):15-18.

[3] 王孝培. 冲压手册[K]. 北京:机械工业出版社,2000.
WANG Xiao-pei. Stamping Handbook[K]. Beijing: Mechanical Industry Press,2000.

[4] 严寿康. 冲压工艺及冲模设计[M]. 北京. 国防工业出版社,1993.
YAN Shou-kang. Stamping Process and Die Design [M]. Beijing:National Defense Industry Press,1993.

[5] 洪慎章. 谈锻压生产技术[J]. 精密成形工程,2011,3(3):88.
HONG Shen-zhang. Talk about Forging Production Technology [J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2011,3 (3):88.

[6] 李硕本. 锻压手册[K]. 北京:机械工业出版社,2002.
LI Shuo-ben. Forging Manual[K]. Beijing:Machinery Industry Press,2002.

[7] 孙杰,袁国定,陈炜. 薄板多工步冲压成形仿真的关键技术及有待解决的问题[J]. 新工艺新技术,2003(5):1-4.
SUN Jie,YUAN Guo-ding,CHEN Wei. The Key Technology Of Multiplex Step Plate Stamping Simulation And To Solve The Problem[J]. Beijing:New Technology and New Technology,2003(5):1-4.

[8] 王彬良. 弹体热冲压技术[M]. 北京:国防工业出版社,1987.
WANG Bin-liang. Elastic Body Heat Stamping Technology [M]. Beijing:National Defense Industry Press,1987.

[9] 张志明,黄少东,刘川林,等. 弹体成形工艺数字化设计系统的开发与实践[J]. 精密成形工程,2010,2(6):55-59.
ZHANG Zhi-ming,HUANG Shao-dong,LIU Chuan-lin,et al. The Forming Process of Projectile Development and Practice of Digital Design System[J]. Journal of Netshape Forming Engineering,2010,2(6):55-59.

[10] 刘汉贵. 现代锻造[M]. 北京:国防工业出版社,1982.
LIU Han-gui. Modern Forging[M]. Beijing:National Defense Industry Press,1982.