

长钢管的大变形量镦粗工艺及模具设计

秦松祥

(泰州职业技术学院 机电技术学院, 江苏 泰州 225300)

摘要: 针对长钢管大变形量镦压加工难等问题,开展了镦压工艺计算与设计,建立了钢管的高径比、镦压变形量与镦压质量之间的关系。在镦压工艺和模具设计上对坯料可能产生的失稳和制品内、外径保证问题进行了评价,并进行了镦压试验,提出了解决因长钢管大变形量镦压而导致失稳倾向和制品易折叠的镦压加工方法,规定了模具工作过程及注意事项。研究表明,长钢管接受镦压加工时,若其高径比和镦压总变形量大大超过镦压加工规范时,采取两次镦压、在毛坯内径中加装芯棒和在外径外部设计模圈及对坯料进行酸洗、磷化、浸涂固体润滑剂等技术,可以有效地解决长钢管大变形量镦压加工难的问题。

关键词: 长钢管;大变形量;镦粗;模具设计

中图分类号: TG31;TH16 文献标志码: B

文章编号: 1001-4551(2012)06-0665-03

Process and die design for large deformation upsetting process of long steel tube

QIN Song-xiang

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Taizhou Polytechnic Institute, Taizhou 225300, China)

Abstract: Aiming at the problems of the machining process for the large deformation upsetting forming of long steel tube, the calculation and design of forging pressure processing were investigated. After the analysis of upsetting pressure process, the relationship between high-pressure pipe diameter ratio, upsetting pressure deformation and forging quality was established. A machining method was presented to solve the problems such as unstable and folding phenomenon for the upsetting pressure products. The possible instability of the stock and the outside and inside diameter of the products were evaluated on the process and die design, the upsetting pressure process was tested, moreover, the working process and precautions of the mold were provided. The results indicate that, if the ratio of height to diameter and upsetting pressure greatly exceeds the total deformation of upsetting pressure processing specification when long steel pipe upsetting pressure processing, the problems of the machining process for the large deformation upsetting forming of long steel tube can be solved using ways such as taking two upsetting pressure, the inner diameter of the blank with mandrel and the external diameter of blank with the design mode and blank circle for pickling, phosphating, coating of solid lubricant.

Key words: long steel tube; large deformation; upsetting; die design

0 引言

采用钢管作为机械零件,在机械设计中是常见的;但是,由于钢管厂出产的钢管是按照一定的标准规格生产的,不一定能够满足设计所需的尺寸要求。此时,就需要对钢管进行镦压加工改变其尺寸,以满

足设计要求。某企业就需要将购买的内径 100 mm、壁厚 15 mm 的标准 08 钢空心钢管,镦粗为内径 100 mm、壁厚 30 mm、长为 250 mm 的空心钢管。由于设计对钢管的内外径均有较高的公差要求,因此,需要选择冷镦压加工。

对管件毛坯进行镦压加工时,通常有 5 种方式^[1]:

收稿日期: 2011-12-22

作者简介: 秦松祥(1956-),男,江苏泰州人,教授,主要从事机电产品的设计与制造工艺、材料成型工艺与模具设计、内燃机设计与研究等方面的研究。 E-mail: qin1685188@163.com

①管料的内径保持不变,仅增大外径;②管料的外径保持不变,仅缩小内径;③既增大管料的外径,又缩小内径;④管料的内外径同时增大;⑤在凸模的锥形空穴里锻粗管料。

本研究所述管件锻压加工采用上述第1种方式,即管料的内径保持不变,仅增大外径。但无论那种方式,管坯的高径比不可太大,一般极限高径比不宜超过3.0^[2];钢的冷锻压极限变形程度一般不宜超过72%。

而本研究所述零件的高径比及锻压变形程度都远远超出了上述规范要求,设计时,没有现成的规范和资料作为依据,若按常规进行工艺与模具设计是不行的。本研究将在锻压工艺分析与计算及锻压试验验证的基础上,建立钢管的高径比、锻压变形量与锻压质量之间的关系,设计出合理的锻压工艺与模具。

1 工艺计算与设计

1.1 空心钢管尺寸及公差

标准的钢空心钢管毛坯及成品的尺寸,以及其公差要求,如图1所示。

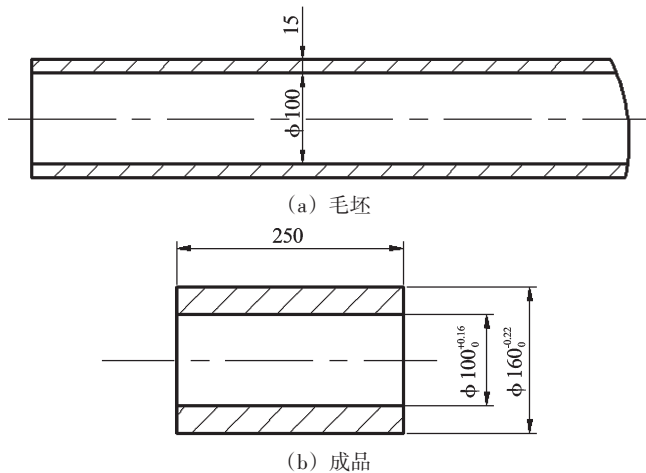


图1 钢管毛坯及成品图

1.2 毛坯长度及高径比计算

毛坯长度 H_0 的计算依据体积不变原理进行^[3],即锻粗变形前的毛坯体积与锻粗成形后的产品体积相同,由下式可算出毛坯长度 H_0 :

$$\frac{\pi}{4}(130^2 - 100^2)H_0 = \frac{\pi}{4}(160^2 - 100^2) \times 250 \quad (1)$$

则: $H_0 \approx 565.2 \text{ mm}$ 。

高径比计算如下:

$$K = \frac{H_0}{D_0} = \frac{565.2}{115} = 4.91 \quad (2)$$

式中: H_0 —毛坯长度, D_0 —毛坯直径, K —高径比。

1.3 变形程度计算

锻压总变形程度 ε_h 按下式计算^[4]:

$$\varepsilon_h = \frac{H_0 - H}{H} \times 100\% = \frac{565.2 - 250}{250} = 126\% \quad (3)$$

式中: H —锻压成品长度, H_0 —毛坯长度, ε_h —锻压总变形程度。

由于总变形程度达到了126%,远远超过72%的极限变形程度值,采用一次锻压成形是无法完成的,考虑分两次锻压成形。设计时,有意使第1次锻压变形程度略大于第2次。本研究取第一次锻压变形程度 ε_{h1} 为60%,则第1次锻压后的长度为:

$$\varepsilon_{h1} = 60\% = \frac{H_0 - H_1}{H_1} = \frac{565.2 - H_1}{H_1} \quad (4)$$

则: $H_1 = 353.3 \text{ mm}$ 。

据此可算出第2次锻压的变形程度 ε_{h2} :

$$\varepsilon_{h2} = \frac{H_1 - H}{H} \times 100\% = \frac{353.3 - 250}{250} \times 100\% = 41.3\% \quad (5)$$

式中: H_0 —毛坯长度, H_1 —第1次锻压后的长度, H —锻压成品长度, ε_{h1} —第1次锻压变形程度, ε_{h2} —第2次锻压的变形程度。

由于第1次锻压后材料将产生冷作硬化,在作第2次锻压前,需要进行完全退火处理^[5]。

1.4 防折叠工艺设计

显然,由于锻压总变形程度非常大,虽然可以通过两次锻压来完成,但因为毛坯长度达560 mm以上,高径比达到4.91,锻压时很可能会产生折叠。这是因为管坯过长、变形程度过大以后,管坯与模具零件间的接触摩擦阻力已不可忽视,不然会使制品产生折叠而影响质量。解决办法是采取良好的润滑。

经过反复试验,本研究确定了如下润滑方案:①对坯料进行酸洗、磷化;②对坯料浸涂二硫化钼固体润滑剂。具体方法是将二硫化钼粉用适量水调成悬浮液,然后将坯料在其中浸涂,浸涂后烘干并进行揉抹成膜处理^[6]。

2 模具设计

该套锻压模具设计的关键点:①防止锻压变形时坯料可能产生的失稳问题;②保证锻压成形后产品的内、外径尺寸符合图纸要求。对于防止锻压时坯料失稳问题,对策是在锻压模具设计时在钢管的内径中加装芯棒,与此配合,上砧就不能采用常规的实心砧头,而应做成空心的^[7]。

实践证明,由于坯料内部有了芯棒支撑,使坯料有了足够的变形刚度,从而有效解决了该长钢管锻压变形时失稳问题,而且还可以保证锻压成形后产品的内径符合图纸要求。至于对外径尺寸的保证,在工件的外侧加装一个圆筒状下模圈即可。锻压模的设计

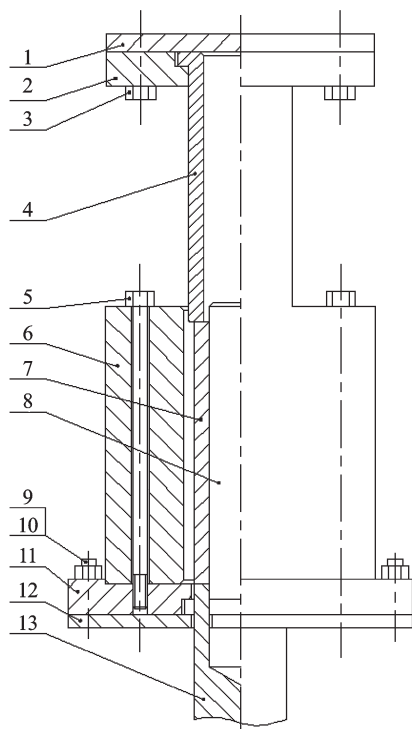


图2 镦压模的设计图

1—上垫板;2—上砧固定板;3—上模固定螺钉;4—上砧;
5—下模圈固定螺钉;6—下模圈;7—毛坯件;8—芯棒;9,10—
下模圈固定螺栓和螺母;11—下砧(兼作芯棒固定板);12—下垫
板;13—顶出杆

图如图2所示。

3 模具工作过程及注意事项

图2中,1~4组成上模,5~12组成下模。模具工作时,向上打开上模,将毛坯件套放在芯棒(8)上,然后上模下行,上砧镦压毛坯件,迫使其长度减小而外径增大^[8-11]。

由于芯棒(8)和下模圈(6)的限制,保证了镦压成形件的内、外径尺寸。镦压行程终了后,上模上行,然后下顶出缸向上运动推动顶出杆(13)将成形后的工件从芯棒(8)上脱出,完成一个冲次。

由于上砧(4)和下模圈(6)在工作时形成了模口导向,该套模具不需要另外设计导向装置。

为了降低工件与模具间的摩擦阻力,镦压前应将毛坯退火、酸洗、磷化、浸涂润滑剂。

该套模具操作时应当注意:由于镦压终了时工件在模具内基本上处于封闭受压状态,若控制不当,模具将容易开裂。因此应注意控制如下两点:①要严格控制毛坯件的下料重量,并宜将下料重量往下偏差控

制;②镦压操作时在模具行程终了处安装行程开关,并在接近行程终了时将上模下行速度控制得很慢,以确保模具的安全。

4 结束语

当钢管的高径比和镦压变形量超过许可程度且会形成制品折叠缺陷时,需要有科学的解决办法,在没有类似的案例可供参考时,不可贸然一次镦压成形,否则,不但无法得到合格制品,还可能造成模具或锻压设备的损坏。本研究对于长钢管的大变形量镦粗加工在分析、试验、改进的基础上,采取分次镦压、适当润滑、合理的模具设计等方法,使问题获得解决。

空心管材的镦压加工比较常见,一般按锻压加工规范进行工艺与模具设计没有什么难度。但是,本研究所述及的长钢管的大变形量镦粗加工,由于其高径比和镦压总变形量均大大超过规范,按常规进行工艺与模具设计是不行的,通过采用本研究介绍的解决方法,可以给类似的钢管镦压加工提供有益的借鉴,避免走弯路。

参考文献(References):

- [1] 王以华. 锻模设计技术及实例[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [2] 郑家贤. 冲压工艺与模具设计实用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 王仲仁,张凯锋. 锻压手册:第1卷[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 夏巨谥. 中国模具工程大典第5卷锻造模具设计[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [5] 江国屏,吕炎,吴昕松. 锻模设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [6] 赵振铎,张召铎,王家安. 金属塑性成形中的润滑材料[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [7] 胡亚民. 精锻模具图册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [8] 程俊伟,蔡共宣,周莲莲,等. 空心杆镦锻成形模具设计[J]. 热加工工艺,2009,38(13):156-160.
- [9] 高汉华. 基于Pro/E的电话机前盖模具设计及NC加工[J]. 轻工机械,2010,28(6):17-19.
- [10] 夏新奇. 导油管成形工艺及模具设计[J]. 模具制造,2002,12(2):17-19.
- [11] 王凤义,孙亚峰. SA299钢板余料改锻工艺试验研究[J]. 锅炉制造,1992,14(3):62-69.

[编辑:张翔]