

JCOE 生产线钢管倒棱机的设计及应用

贾云刚¹, 尚才众¹, 吴建国¹, 陈伟¹, 杨森民¹, 郭学华²

(1. 河北海乾威钢管有限公司, 河北 沧州 061300; 2. 沧州华隆机械有限公司, 河北 沧州 061308)

摘要: 介绍了目前国内 JCOE 生产线钢管倒棱机的 3 种布置方式及其优缺点。重点介绍了第 1 种布置方式(即采用同一轴线上的 2 个床头箱移动对钢管两端同时进行倒棱, 钢管用横移小车接送的布置方式)倒棱机的传动系统、自动化控制、安全连锁保护等方面的设计特点, 以及其生产效率等。实际应用表明: 所设计的钢管倒棱机布置较科学, 结构合理, 控制准确、精度高, 生产效率高, 能满足生产要求。

关键词: 焊接钢管; 倒棱机; 设计; 布置方式; 传动系统; 自动化控制; 连锁保护; 生产效率

中图分类号: TG502; TG445 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2015)02-0041-04

Design and Application of Chamfering Machine of JCOE Pipe Production Line

JIA Yungang¹, SHANG Caizhong¹, WU Jianguo¹, CHEN Wei¹, YANG Senmin¹, GUO Xuehua²

(1. Hebei Haiqianwei Steel Pipe Co., Ltd., Cangzhou 061300, China;

2. Cangzhou Hualong Machinery Co., Ltd., Cangzhou 061308, China)

Abstract: Described in the article are the three arrangement types of the chamfering machine currently used by domestic JCOE pipe production lines, and advantages and disadvantages of each type. Focused on is the first arrangement type of the machine which involves that chamfering of both ends of one pipe are being conducted simultaneously and separately by the two headstocks as moving long the same axis, and that the pipe is charged and discharged by the transfer car. And also elaborated are details of the design characteristics of the main aspects of the chamfering machine arranged as above mentioned, including the drive system, the automatic control and the safety-interlinking protection mechanism, etc. The production efficiency of the machine is mentioned, too. The actual operation result demonstrates that the chamfering machine is in possession of such advantages as scientific and reasonable arrangement, proper structure, precise control, high accuracy and high production efficiency, being capable of meeting the production requirements.

Key words: welded pipe; chamfering machine; design; arrangement type; drive system; automatic control; interlinking protection; production efficiency

2014 年国内经济形势逐步回暖, 石油天然气用管的需求保持着增长态势, 国内推动城镇化建设仍是拉动钢管市场的最大“亮点”。2014 年, 国内启动实施的管线工程有西气东输三线中段(中卫—吉安段)、陕—京四线等。我国每年对油气输送管线管的市场需求在 700 万 t 左右, 促进了钢管制造业的发展^[1-4]。钢管倒棱机是制管生产线中的主要生

产设备之一, 它完成钢管的平头和倒棱工作, 为管线的施工焊接提供合适的坡口尺寸^[5-7]。本文主要从倒棱机的布置方式、传动系统、自动化控制、生产效率等方面介绍 JCOE 生产线钢管倒棱机的设计及应用情况。

1 钢管倒棱机的整体布置方案

目前国内钢管倒棱机的布置方式主要有 3 种:

①处于同一轴线上的 2 个床头箱移动对钢管两端同时进行倒棱, 钢管接送采用横移小车^[8]; ②处于同

贾云刚(1975-), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 主要从事 JCOE 直缝埋弧焊管生产线设备的研发工作。

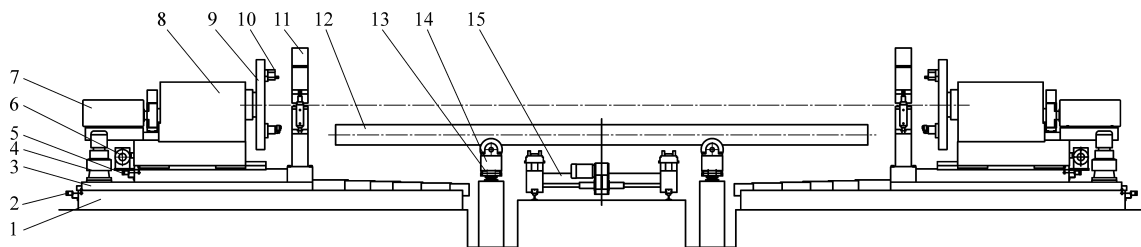
一轴线上的 2 个床头箱移动对钢管两端同时进行倒棱, 钢管的接送由拨管器完成, 即床头箱移动, 钢管滚动式; ③ 2 个床头箱固定且错位排列, 钢管两端先后倒棱, 钢管的接送采用拨管器, 由 V 型辊道输送^[5-6]。

上述 3 种布置方式中, 第 3 种布置方式主要用于小直径、薄壁、对加工精度要求不高的钢管, 但在加工长度为 8.0~12.5 m 的钢管时, 由于只有 1 个夹紧装置夹持钢管, 偏心严重, 很难保证钢管的稳定性和倒棱质量; 当切削力较大时钢管振动较大, 既影响倒棱质量又容易打刀^[9-12]; 此种设备生产效率低, 造价也低, 主要用于一些小型钢管厂。

第 2 种布置方式在 2002 年以前在国内外大型

钢管厂使用。但是近几年来, 随着大壁厚钢管的生产, 拨管器授料方式的危险程度增大, 拨管器在拨料过程中对钢管表面容易造成碰伤、划伤、摔坑, 钢管在滚动过程中噪音较大, 而且设备自动化控制较难实现。

第 1 种布置方式自 2002 年以后, 在国内外普遍使用, 此种设备的最大优点是生产效率高, 移动精度高, 切削精度高^[5-7], 钢管质量有保证, 设备自动化控制容易实现; 缺点是设备结构较复杂, 精密床身及导轨维护要求高。为了满足大直径油气管线的高质量要求, 在倒棱机的整体布局设计中, 河北海乾威钢管有限公司采用了第 1 种布置方式, 其整体布置及实物全貌分别如图 1 和图 2 所示。



1—设备底座 2—大托板运行位移编码器 3—大托板 4—大托板运行动力装置 5—小托板运行位移编码器
6—小托板运行动力装置 7—主电机 8—床头箱(主传动箱) 9—大盘 10—铣削刀具 11—钢管夹紧装置
12—钢管 13—承重传感器 14—升降托架 15—钢管横移小车

图 1 采用第 1 种方式的倒棱机整体布置示意



图 2 采用第 1 种布置方式的倒棱机全貌

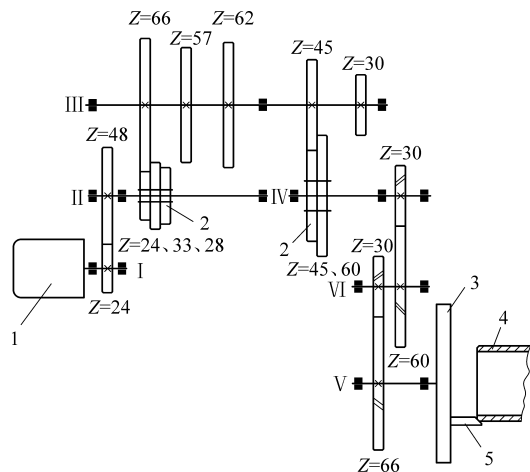
2 倒棱机的传动系统设计

采用第 1 种布置方式的倒棱机主传动系统结构设计如图 3 所示, 各传动轴空间布置设计如图 4 所示。该传动系统由变频电机(型号 YTSP315L-8, 功率 110 kW, 电流 220 A, 扭矩 140 N·m, 转速 750 r/min)驱动, 主传动的输出端带动大盘转动, 大盘上安装有可纵向移动的刀具装置, 以完成对各规格钢管端面的坡口加工。该传动系统有 6 级变速机构, 以保证电机在恒扭矩范围内对各种规格钢管

的加工。主电机通过联轴器与 I 轴联接, I 轴通过定比齿轮 Z24/Z48 传至 II 轴, II 轴通过三联滑移齿轮 Z24/Z66 或 Z33/Z57 或 Z28/Z62 传至 III 轴, III 轴通过二联滑移齿轮 Z45/Z45 或 Z30/Z60 传至 IV 轴, IV 轴通过斜齿定比齿轮 Z30/Z60 传至 VI 轴, VI 轴通过 Z30/Z66 传至 V 轴(主轴)^[13-14]。

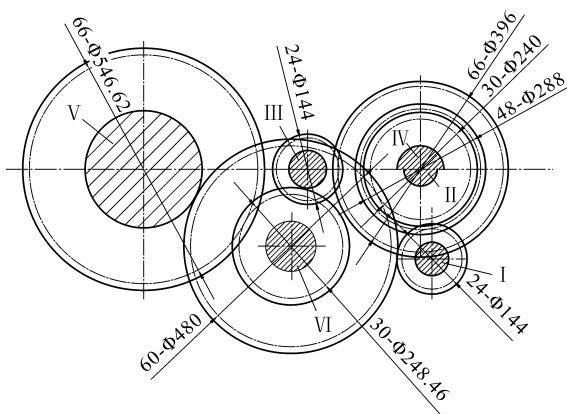
根据图 3~4 所示结构与数据, 可计算出该传动系统变速机构的 6 种输出速度 n_i 及 6 种输出扭矩 T_i 分别为: $n_1=15.50(\text{r}/\text{min})$, $T_1=67\ 760(\text{N}\cdot\text{m})$; $n_2=31.00(\text{r}/\text{min})$, $T_2=33\ 880(\text{N}\cdot\text{m})$; $n_3=19.24(\text{r}/\text{min})$, $T_3=37\ 888(\text{N}\cdot\text{m})$; $n_4=38.48(\text{r}/\text{min})$, $T_4=22\ 733(\text{N}\cdot\text{m})$; $n_5=24.67(\text{r}/\text{min})$, $T_5=35\ 466(\text{N}\cdot\text{m})$; $n_6=49.34(\text{r}/\text{min})$, $T_6=17\ 733(\text{N}\cdot\text{m})$ ^[13-14]。

从以上计算结果看出: 在电机的额定转速 750 r/min 下, 大盘的输出转速在 15.50~49.34 r/min 有级变动, 加之驱动装置为变频电机驱动, 可以无极调速; 因此, 大盘的转速在理论上是在 0~49.34 r/min 内无极调速。但无论怎样调节, 根据电机的



I~VI — 各传动轴 1 — 变频电机
2 — 滑移齿轮 3 — 大盘 4 — 钢管 5 — 刀具

图3 采用第1种方式的倒棱机主传动系统结构示意图



I~VI — 各传动轴

图4 采用第1种方式的倒棱机主传动系统
各传动轴空间布置示意

使用特点,当频率低于50 Hz时,电机的扭矩是保持恒定的;因此,大盘的输出扭矩在17 733~67 760 N·m有级变动。

采用第1种布置方式的倒棱机独特的传动设计,不仅满足了低转速、大扭矩、能车削各种钢管的要求,而且保证了倒棱机的正常使用。

3 倒棱机的自动化控制及安全连锁保护设计

倒棱机采用的是全自动控制系统。光幕检测钢管位置,编码器检测运动行程,以实现托板及主轴箱行程的准确控制^[9]。整套倒棱机控制系统具有连锁控制、故障停机、急停、自动报警等功能。操作

台设有人机界面,完成动态画面显示、加工工艺参数设定和打印报表。为了保证设备以及人身安全,控制系统设计有以下连锁装置:

(1) 钢管夹紧装置与主轴旋转之间的连锁^[10]。钢管夹紧装置必须夹紧后主轴才能旋转,即钢管夹紧装置升降油缸下限位有感应。

(2) 钢管夹紧装置与托板之间的连锁。当钢管夹紧装置夹紧时,大托板不能有任何移动,即禁止大托板的前进与后退;只有钢管夹紧装置松开到位,大托板才可以移动。

(3) 钢管夹紧装置与升降托架之间的连锁^[11]。钢管夹紧装置夹紧时,升降托架不得上升,但可以下降;钢管夹紧装置松开时,升降托架才可以上升;升降托架在“下降到位”的位置,钢管夹紧装置才可以夹紧。

(4) 钢管夹紧装置与床头箱之间的连锁^[4]。钢管夹紧装置夹紧时,主轴箱(小托板)才可以运动,如快进及工进等。

(5) 操作门的连锁。在操作门的下方设置接近开关,当操作门关上并到位,主轴电机方可启动;如果在主轴旋转中拉开操作门,主电机立即停车并制动抱闸^[12]。

4 其他设计

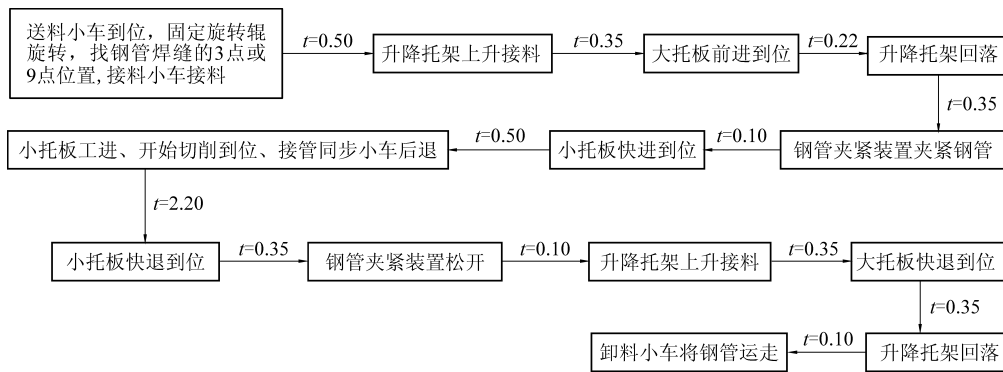
倒棱机还设计配置有自动测长及称重装置,配合设备的控制系统,自动加工至钢管所需的长度(定尺管)并自动测出成品钢管的质量,每班以报表的形式予以打印上报。

5 应用效果

现以加工1根X80钢级 $\Phi 1\ 219\ \text{mm} \times 33.3\ \text{mm} \times 12\ 000\ \text{mm}$ 大直径直缝埋弧焊管为例,其倒棱加工流程及每个工步用时如图5所示。从图5可以看出:倒棱加工1根钢管用时为5.47 min,也就是说倒棱机的生产效率达到了10根/h。倒棱切削时间主要受切削余量、板厚、材质及钢管椭圆度影响。

6 结语

目前,国内外对大直径大壁厚钢管管端坡口质量要求不断提高,钢管倒棱机必须不断改进和创新,才能使我国钢管与国外钢管在国际舞台上进行竞争。采用同一轴线上2个床头箱移动对钢管两端同时进行倒棱,钢管用横移小车接送的布置方式设



t — 加工时间(单位: min)

图5 X80 钢级 $\Phi 1\ 219\ \text{mm} \times 33.3\ \text{mm} \times 12\ 000\ \text{mm}$ 大直径直缝埋弧焊管倒棱加工流程及工步用时

计的倒棱机, 具有结构紧凑、稳定性强、加工范围广、生产效率高等特点, 是一种新型的钢管自动倒棱机, 所加工的钢管能满足国内外相关标准的要求, 适合各大中型钢管厂采用, 能够有效地促进我国钢管产业的发展, 有较好的推广价值。

7 参考文献

- [1] 王晓香. 2012 年以来我国焊管产业的发展形势及建议[J]. 钢管, 2014, 43(1): 1-4.
- [2] 彭在美, 沈发楚, 嵇绍伟. 我国 UOE/JCOE 直缝埋弧焊管机组的现状与发展趋势[J]. 钢管, 2013, 42(2): 1-5.
- [3] 陈宝林. 我国建设直缝埋弧焊管机组的前景[J]. 钢管, 2000, 29(2): 5-9.
- [4] 贾云刚, 尚才众, 郑丽华, 等. JCOE 直缝埋弧焊管的发展优势[C]//中国金属学会轧钢学会钢管学术委员会六届二次年会论文集, 2012: 294-296.
- [5] 夏金明, 李宏. 钢管倒棱机的设计研究[J]. 石油机械, 2001(9): 27-29.
- [6] 谭小鹏. 钢管倒棱机液压伺服控制系统的研制[D]. 西安: 西安理工大学, 2008.
- [7] 孙丽丽, 刘邯涛, 马强. $\Phi 426\ \text{mm}$ 无缝钢管铣头倒棱机组的研究[J]. 钢管, 2008, 37(6): 37-39.
- [8] 李军, 姚长友, 侯永高, 等. 埋弧钢管倒棱机工艺布局方式的探讨[J]. 钢管, 2006, 35(4): 28-30.
- [9] 方楚才. 钢管端部倒棱装置[J]. 焊管, 1989, 12(4): 50-53.
- [10] 张培庆. 钢管平头倒棱机的设计与制造[J]. 钢管, 1998, 27(1): 35-38.
- [11] 李金生, 刘西昆. 钢管平头倒棱机的改进[J]. 钢管, 1992, 21(5): 44-46.
- [12] 刘振全, 聂培贤, 周海涛, 等. 钢管平头装置的改进[J]. 钢管, 1994, 23(6): 37-38.
- [13] 《现代机械传动手册》编委会. 现代机械传动手册[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [14] 《齿轮手册》编委会. 齿轮手册[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2006.

(收稿日期: 2014-07-15; 修定日期: 2015-03-04)

● 信息

攀钢集团江油长城特殊钢有限公司 $\Phi 220\ \text{mm}$ GH690 冷轧挤压管坯试生产成功

2015 年 2 月 26 日, 攀钢集团江油长城特殊钢有限公司(简称攀长特公司)试生产的 $\Phi 220\ \text{mm}$ GH690 冷轧挤压管坯成功, 产品已通过法国核电订货方性能鉴定后, 国家核安全局也已受理了攀长特公司核电管供货资质认证申请。

GH690 管材属核电一级管用材, 是攀长特公司与法国瓦卢瑞克公司、国内宝银特种钢管有限公司共同开发的核电用管项目(由攀长特公司供坯), 属攀长特公司承担的国家“863 计划”(国家高技术研究发展计划)重点课题之一。该课题的攻关重点是控制杂质含量、保证纯洁度。攀长特公司采用优化后的“6 t 真空感应炉冶炼+电渣重熔→锻造开坯→挤压轧制→精管轧制”生产工艺, 顺利完成了核电用 $\Phi 220\ \text{mm}$ GH690 冷轧挤压管坯试制。

(攀钢集团江油长城特殊钢有限公司 朱道明)