

● 工具研究与应用

组合式直缝焊管轧辊的研制

杜文军 马庆民 张世表 刘建军
(衡水钢管厂)

新型组合辊采用辊身、辊圈、压盘三部分组合的方式,使磨损严重部位处的有效厚度增加,提高了耐磨性。同时,各部分可以更换,避免了整体报废。

关键词 孔型辊 磨损 组合

DEVELOPMENT OF INTEGRATED DIE ROLLS FOR LONGITUDINAL-WELDING PIPE MILL

Du Wenjun Ma Qingmin Zhang Shibiao Liu Jianjun
(Hengshui Steel Pipe Factory)

The newly-developed integrated die roll consists of three parts, namely roll body, roll ring and chuck, which results in thickness-increase of the working parts subject to serious wearing, and hence higher wear resistance is obtained. In addition, each part of the roll is replaceable, so whole-roll scrapping could be avoided.

Key words die roll wear integrated

1 序言

以短带钢为原料生产钢管时,由于带钢头对孔型辊瞬间冲击力大,带钢边硬度较高,因而加重了担负卷边任务的二架下辊的磨损,造成成套孔型辊在生产过程中需更换三次二架下辊,两次六、七架上辊,由此加大了吨管耗辊成本,减少了焊时。针对这些问题,我们对消耗量大,易磨损的担负成型卷边的二架下孔型辊的技术设计(φ15mm钢管用辊)、材质选用、加工工艺进行了改革,取得了理想的效果。

高,表面质量好。三辊联合穿孔机对我国小型无缝机组技术改造具有较大的实际意

2 对二架下辊及六、七架上辊失效的分析

以往在孔型辊制造中,二架下辊一直选用GCr15材质为原料,这样就形成了二架下辊工作面的耐磨性与设计要求的性能间的矛盾。在作业过程中,二架下成型辊的主要任务是将钢带两边卷边整形。见图1。

转动的二架下辊工作面与钢带外表面相接触,在上辊的压力下,带边逐步卷起成形。在此过程中,二架下辊工作面和钢带间产生接触应力及摩擦力。特别是在用短带钢

义。

(收稿日期:1991-02-04)

生产时，带钢头的冲击力加大了孔型辊弧面边缘的载荷。通过测定磨损失效后的二架下辊，得知孔型辊表面与钢带的实际接触面积

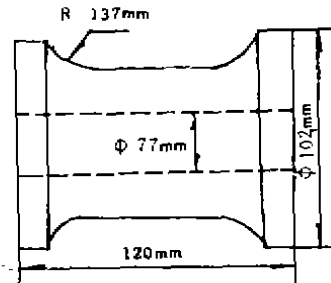


图1 孔型辊筒图

比理论接触面积要小得多。当孔型辊报废时，二架下辊底径只有微量磨损，而卷边处磨成近似直角形（见图2）。由于实际接触面两圆弧处承受着极大的压力，在摩擦速度一定时，轧辊的磨损量随着接触压力的增大而增加。因此，二架下辊卷边处的接触面应有足够的韧性、耐磨性和硬度。

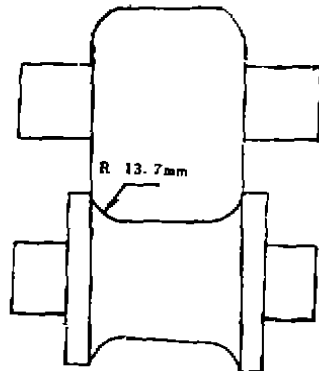
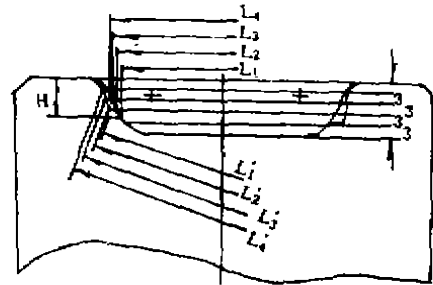


图2 卷边示意图

由于二架下辊磨损到一定程度时，卷边处圆弧不能按设计要求完成变形，致使六、七架上辊将付出比二架下辊大几倍的力来完成应由二架下辊完成的卷边任务，造成六、七架的弧面和导向片根部承受最大切应力。由于接触应力的作用，在距表面一定深度的最大切应力处将发生剧烈塑性变形，并且在载荷反复作用下反复变形，因而最大切应力

处首先发生裂纹，并沿最大切应力的方向扩散到表面。当表面产生裂纹后，冷却剂（一般为水）挤入裂纹。在孔型辊转动接触过程中，冷却水反复压入裂纹内并被封闭（见图4）。在高压作用下，封闭在裂纹内的高压水作用于裂纹内壁，迫使裂纹增大并向浅层以及深层扩散，经一定应力循环后，在弧面边缘产生疲劳裂缝，弧面尖角处便出现块状浅层剥落，造成六、七架上辊失效报废。在保证二架下辊的性能下，可以通过减轻六、七架上辊的受力来改变上述缺陷。因此，六、七架上辊的寿命与二架下辊的性能密切相关。所以应从研究提高二架下辊的性能入手来提高六、七架上辊的寿命。



轧辊原始尺寸	磨损后轧辊尺寸	备注
L ₁	55.5	L' ₁ 53.5
L ₂	50	L' ₂ 64
L ₃	61.8	L' ₃ 54.4
L ₄	53.1	L' ₄ 65
		H 11 磨痕深度

注：此轧辊轧制吨位：216吨。

图3 二架下辊磨损失效实测图

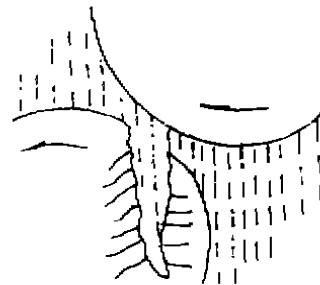


图4 裂纹扩展示意图

3 提高二架下辊寿命的研究

3.1 国内孔型辊制作及使用寿命

为了寻求提高二架下辊寿命的途径,我们对国内部分钢管生产厂家和孔型加工厂家进行了调查,基本情况如下。

3.1.1 制作情况

设计均为整体结构,选材大部分为GCr15、45钢,有的根据不同架次分别采用GCr15、Cr12、Cr12MoV及45钢。

3.1.2 使用寿命

以短带钢为原料的钢管生产厂家的二架下辊的磨损失效形式和我厂大致相同。 $\phi 15$ mm钢管用的二架下孔型辊寿命在180t左右, $\phi 20$ mm钢管用二架下孔型辊寿命在230t左右。一般说来,二架下辊及六、七架上辊为易损件,为保证用户需要,在供货时往往在成套的孔型辊里额外再配备两个二架下辊和两对6、7架上辊,以满足整套孔型辊的使用寿命。

3.1.3 提高二架下辊寿命的几种试验

①渗硼化学热处理。该方法是使硼扩散于孔型辊表层内,从而将孔型辊表面硬度提高到HV1280~1500,这层硬化相在一定程度上增加了孔型辊的耐磨性,但上机后在短期内会被磨掉。

②热喷涂。采用Ni基粉末Ni60,通过等离子喷涂工艺,对喷涂材料加热,使喷涂材料达到熔融或高塑性状态,同时焰流对呈雾状的颗粒加速,使颗粒高速冲击,碰撞在基体表面,产生变形,与孔型辊基体凸凹咬合,逐渐依次成为层状结构的耐磨层。这种方法的实际效果也不是很明显。

③真空烧熔涂镀。该方法曾为国内许多厂家采用,效果不很理想。

4 组合辊的设计

根据国内孔型辊生产和使用现状,我们

在设计、选材、加工工艺等方面进行了改进,在直缝焊管轧机上采用组合辊。该组合辊明显优于传统的孔型辊,特别在以短带钢为原料的焊管生产中,经济效益十分显著。

在二架下辊失效过程中,辊的底径只有微量磨损,大约在0.20mm左右,而两圆弧面处承受的压力较大(加上调整上辊过程中压下量不均,以及钢带厚度不均加重了两圆弧面的压力),使其磨损严重,失效加快。

针对上述情况,我们将原来的整体结构改为组合结构,将整体孔型辊分割成三部分,即辊圈、辊身、压盘(见图5)。

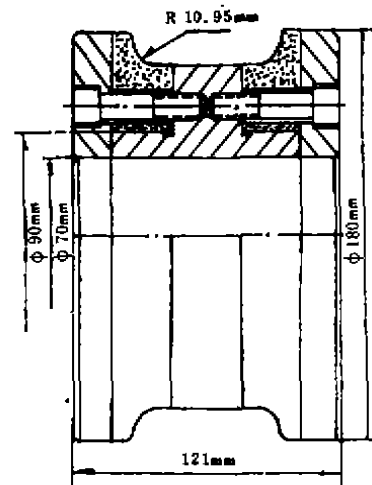


图5 辊圈、辊身、压盘示意图

4.1 辊圈

辊圈是组合辊的主要部件,其设计的理论依据是孔型辊与钢带的实际接触面积比理论接触面积小得多,两圆弧边($R=10.95$ mm)处严重磨损。

通过实际测算,我们把承受压力大,磨损最严重的部位(两个 $R=10.95$ mm的圆弧处)从整体辊上分割出来,进行冷、热加工处理后,套入辊身两侧。辊身与辊圈装配完毕后,为避免辊圈径向或轴向移动,可以依靠压盘用六只M10螺栓,通过辊圈本身与辊身紧固在一起,以保证辊圈在工作时逐步

5 GT35材质辊圈的热加工工艺

GT35 钢结硬质合金是一种耐磨性介于工具钢和硬质合金之间的材料，它是以钢基体钨钼作为粘结相，以35~45%体积的金属碳化物——碳化钛作为硬质相。碳化物硬质相的作用是使合金具有高硬度和高耐磨性；钢基体粘结相的作用是使合金具有一定的机械性能和工艺性能。组合辊的工艺程序是：烧结坯件→锻造→退火→机械加工→淬火→精磨加工→组合联接→装机使用。

对材料性能影响较大的几个工序说明如下：

①锻造

由于粉末冶金工艺的限制，在烧结坯件过程中，除有宏观缺陷外，还有硬质相偏析、孔隙等内部缺陷。这些缺陷用热处理的方法难以消除，而通过适当的锻造则可以增加致密性，减少内部孔隙和硬质相偏析，这在一定程度上改善组织和提高性能。不过应注意，虽然钢结硬质合金具有一定的可锻性，但与锻造合金钢相比，锻压要困难得多，仍属一种脆性材料。在不出现过热的前提下，尽可能提高始锻温度，以增加塑性，减小变形抗力。终锻温度不宜过低，否则易出现开裂。

具体锻造工艺流程，如图7所示。

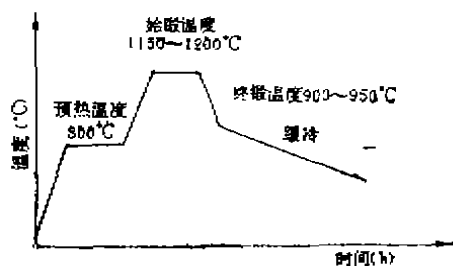


图7 GT35钢结硬质合金锻造工艺

②退火

钢结硬质合金的球化退火处理在箱式电炉或井式电炉中进行。为了防止在高温加热

过程中出现氧化和脱碳，需要将钢结硬质合金坯料装箱，箱内用木炭填满充实后，上面覆盖铸铁屑末，四周用耐火水泥密封。球化退火工艺如图8所示。

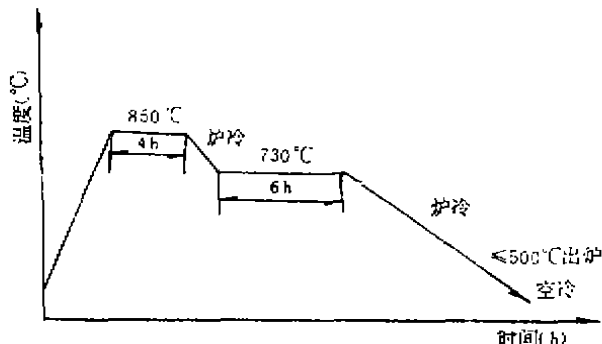


图8 GT35钢结硬质合金等温球化退火工艺

正常的球化退火组织为索氏体+TiC，TiC型钢结硬质合金球化退火后的硬度为HRC38~48。退火保温时间不宜过长，否则在高温下保温会使索氏体组织中的碳化物聚集粗化，形成稳定的碳化物，达不到退火软化的目的，并且影响切削性能。另外稳定的碳化物在随后的淬火加热时不易充分溶解到奥氏体中去，使奥氏体达不到应有的合金度，降低材料的回火稳定性和韧性，以及工件的使用寿命。因此在退火处理时应合理控制退火加热温度，缩短退火加热时间，采用延长等温时间来保证过冷奥氏体的充分分解，从而获得弥散度较高的索氏体组织。

③淬火和回火

淬火的目的在于使钢基体获得高度合金化的马氏体组织，以求得钢结硬质合金有较高的机械性能。淬火是钢结硬质合金热处理的关键性工艺，它直接影响到最终使用性能和工件的使用寿命。

GT35合金有较多碳化物，因而其导热性差。在淬火加热前要对工件进行预热，预热温度为800~820℃。预热时间30~60分钟。在淬火加热时，GT35中的碳化物对奥氏体晶体长大起机械阻碍作用。

由于粘接相钢基体中铬钼等合金碳化物溶解于奥氏体，阻碍铁和碳原子扩散，亦对奥氏体晶粒长大起抑制作用。因此，GT35合金过热倾向比一般工具钢小，它的淬火加热温度范围比一般工具钢宽。为使奥氏体化过程进行得充分，淬火加热温度可以高一些，保温时间相应缩短。一般说来，在箱式炉中加热时，用加热速度(约2.5min/mm)的数值乘以工件有效厚度即为保温时间。在此可不必考虑奥氏体晶粒过度长大。采用箱式炉进行淬火加热时，为防止产生氧化脱碳或麻点等缺陷，一般要用防氧化涂料进行涂覆，然后再进行加热。淬火加热温度要根据工件使用性能要求进行选择，因此我们选择了较低的淬火加热温度(980℃)，保温时间也相应变化(约73 min)，然后淬入30~60℃的油中。这种工艺保证了碳化物的数量，起到耐磨作用。

淬火回火工艺见图9，不同淬火加热温度对钢结硬质合金机械性能的影响见图10。

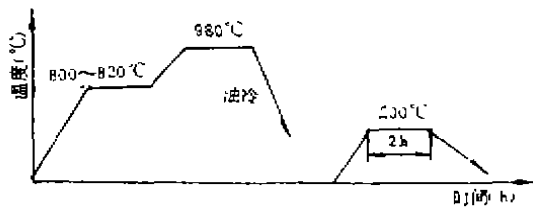


图9 GT35钢结硬质合金淬火回火工艺

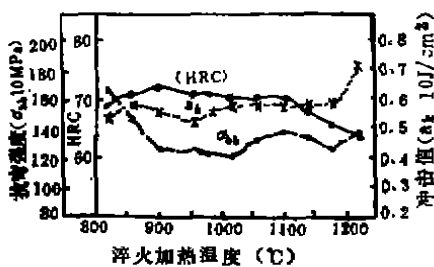


图10 不同淬火加热温度对钢结硬质合金机械性能的影响

淬火后的钢结硬质合金工件要尽快回火，以消除应力，防止工件产生变形开裂。

通过调质后，便可得到所需的机械性能，达到延长工件寿命的目的。

回火温度对淬火GT35钢结硬质合金的硬度和冲击韧性的影响见图11。

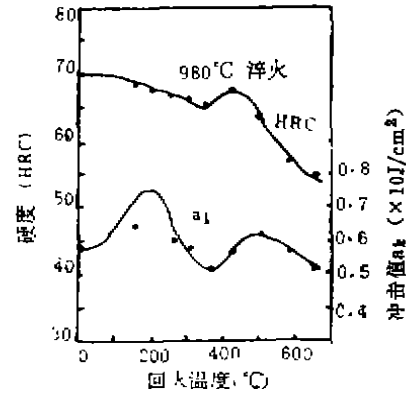


图11 回火温度对淬火GT35钢结硬质合金硬度和冲击韧性的影响

由于采用严格的热处理工艺，保证了GT35材质的辊圈的硬度在HRC65~67之间，冲击韧性在0.55~0.65之间，从而使之具有足够的强度和耐磨性。

6 结语

采用将辊身、辊圈、压盘三部份用螺栓紧固而成的组合辊，增加了辊圈磨损部位的有效厚度，再加之在材质、淬火等方面进行了一系列改进，使得轧辊耐磨性增强，达到设计要求的强度和韧性。在生产实践中，我们进行了有关数据的对比，整体辊轴向平均吨位磨损量为0.0688mm，而组合辊轴向平均磨损量为0.002mm，整体辊径向平均吨位磨损深度为0.051mm，而复合辊径向平均吨位磨损深度为0.00321mm。失效后的整体辊与复合辊的对比分析见图12。

组合辊的使用，避免了整体报废，减少了换辊次数，节约了辊材消耗，增加了焊时，提高了产量，降低了成本。

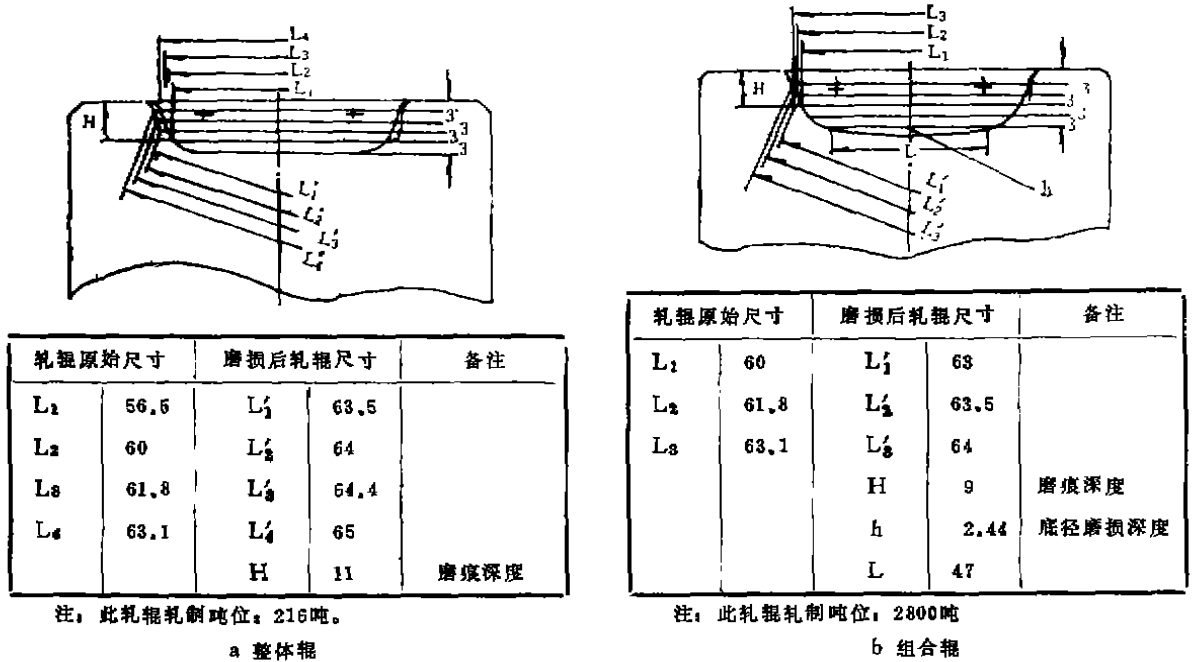


图12 整体辊与组合辊的情况对比

(收稿日期：1991-02-10)

●消息

精密轧管机研讨会在成都召开

SYNOD ON PRECISION TUBE MILL, CHENGDU

中国金属学会轧钢学会钢管学术委员会热轧学组于1991年6月18~21日在四川成都组织召开了精密轧管机研讨会。冶金部、大专院校、研究设计院所、工厂企业等单位的代表共43人参加了会议。

代表们围绕这种轧机的特点，从机组设计、轧管工艺、孔型设计、工具制造、工艺润滑、产品质量等进行了深入的探讨，一致认为这种精密轧管机不仅产品精度高，表面质量好，而且生产灵活性大，工序简单，生产的品种规格范围广，是国内中小型无缝钢管机组建设和改造的较好的机型。

会议认为，要充分发挥这种机组的潜力，需进一步研究其轧制理论及生产工艺，为此应开展以下攻关活动：①进一步研究孔型设计方法、金属变形规律、变形区中的运动学、轧机调整方式，提高延伸系数，使其达到设计能力；②进一步扩大品种规格，开发生产合金钢管和薄壁管；③对轧管工具的材质选择、形状设计、加工和热处理工艺进行专题研究，根据实际情况研究合理的润滑工艺、润滑装置和润滑剂。

(成都无缝钢管厂 席正海供稿)