

冷拔管机力能参数测试

陈明徽

(上海钢铁工艺技术研究)

本文介绍了冷拔过程中力能参数的测试方法和测试结果。分析了冷拔过程中力能参数的变化情况,揭示了影响冷拔钢管质量和设备使用寿命的有关因素,这些因素为编制冷拔工艺提供了依据。

MEASUREMENT OF PROCESS PARAMETERS IN TUBE COLD-DRAWING

Chen Mingwei

(Shanghai I & S Process Technology Institute)

The measuring method and its result of the process parameters in cold-drawing are described, and the changes of the parameters are analysed. Some factors affecting quality of cold-drawn tubes and the service life of equipments are revealed, which provide reference for designing cold-drawing process.

1. 前言

冷拔钢管所需的力叫拔制力,该力主要用于使管坯金属变形和克服钢管与模具的摩擦。不同的拔制方式所需的拔制力(P_b)是不相同的。

$$\text{无芯棒拔制时} \quad P_b = P_s + T_s + T_d \quad (1)$$

$$\text{短芯棒拔制时} \quad P_b = P_s + T_s + T_{2b} + T_{db} + T_d \quad (2)$$

$$\text{长芯棒拔制时} \quad P_b = P_s + T_s - T_{2b} - T_{db} + T_d \quad (3)$$

式中 P_s ——外模入口锥处作用在钢管上的轴向分力, kN

T_s ——外模入口锥处作用在钢管上的轴向摩擦分力, kN

T_{2b} 、 T_{db} ——分别为在芯棒减壁区和定径带处作用在钢管上的摩擦力, kN

T_d ——外模定径带处作用在钢管

上的摩擦力, kN

拔制力除与拔制方式有关外,还与所拔钢管的钢种、规格、技术条件、变形量、模具孔型和模具表面质量、钢管酸洗润滑和热处理状况等诸多因素有关,因此,要准确地计算拔制力是极为困难的。现有的拔制力计算公式很多,但计算的结果与生产实际都存有差距。比较接近生产实际而又计算简便的经验公式为

$$P = K (F_0 - F_1) \quad (4)$$

式中 $F = \pi S (D - S)$, mm²

P ——拔制力, N D ——钢管外径, mm

K ——拔制系数 S ——钢管壁厚, mm

从(4)式可知,各种因素对拔制力的影响集中表现在 K 值上。由于各生产厂的具体条件不同,各冷拔机的 K 值亦不同。

为了准确计算拔制不同钢种、不同规格钢管时的拔制力并确定出 K 值,我们在线测定了100kN双链式冷拔管机和200kN单链式冷拔管机拔制钢管时的力能参数和电气参

数。下面将测试情况作一介绍。

2. 测试内容和测试方法

2.1 测试内容

测试内容包括以下几个方面:

- 1) 100kN和200kN冷拔管机在线拔制力;
- 2) 拔制时主电机的输入功率;
- 3) 拔制不同品种钢管时的K值。

2.2 测试方法

测试参数分力能参数和电气参数。测试力能参数采用应变电测法,光电示波器记录。测试电气参数(电机的空载功率、负载功率及功率因数等)采用电能平衡测试仪,数字屏显示并记录。

现场测试的数据及波形均需进行综合分析计算。

由于两台拔管机结构上的不同,测试力能参数所选的测试点也不相同。

2.2.1 100kN冷拔管机

100kN冷拔管机为双链式,直流电机传动,主电机可逆转,两根套筒滚子链条和拉拔小车相联系,因而可以认为拉拔链条所受的力就是拔制力。因此,用插在套筒滚子链中间的拉力传感器即可测出实际拔制力。

2.2.2 200kN冷拔管机

200kN冷拔管机为单链式,交流电机传动,拔制小车的返回通过一个返回机构完成,因无法在拔制链条中插入拉力传感器或直接在链条上贴电阻应变片测定拔制力,因此,采用下述方法测试。

1) 在拔制小车的挂钩装置上贴电阻应变片

由于设备的拔制中心线高于链条的中心线,因此链条实际受力除拔制力外还有拔制中心线和链条中心线之间所产生的分力,这样,对测试所得的数据还要进行必要的修正。

2) 在钢管上贴电阻应变片

选用一根钢管,拔出一部分后在其拔出部分上贴电阻应变片,然后继续拔制。用这种方式测出的拔制力最为真实,但由于条件所限,不可能在每根钢管上进行贴片测试。

3) 在外模座上装压力传感器

在外模与拔模座之间插入一个自行设计的压力传感器。当钢管受拔制力的同时,外模对拔模座有一个作用力,此力可间接反映拔制力的大小,故用这样的方式可测出拔制时模座的受力。

4) 在芯棒上贴电阻应变片

采用短芯棒拔制时,芯棒对钢管的作用力也是较大的。采用在芯棒上贴电阻应变片的方法可以测出其受力。

采用1)、2)贴应变片方法测定拔制力无法确定力与应变之间的关系,因此所测得的应变值还要用公式计算才能确定其值。

3. 测试结果

测试所用传感器在实验室制作,压力传感器为组桥式,并在标准力学试验机上进行标定。拔制系数K值是根据测试的数据通过公式(4)计算得出。测试计算结果见表1、2,拔制钢管时的波形见图1、2。

100kN冷拔管机测试数据

表1

钢种	拔前规格 (mm)	拔后规格 (mm)	断面缩减率 (%)	拔制力 (kN)	平均功率 (kW)	拔制系数	备注
3J54	φ18×1.75	φ12.5×1.75	34	30.3	17	102	第二道次
1Cr18Ni9Ti	φ35×1.3	φ27×1.3	24	32.0	17.2	101	
1Cr18Ni9Ti	φ18×0.9	φ11×0.95	38	18.8	13.5	104	
1Cr18Ni9Ti	φ11×0.95	φ8×1.0	27	14.5	11.7	184	
3J53	φ33×1.2	φ25×1.25	22	35.5	18.8	136	

200kN冷拔管机测试数据 (钢种1Cr18Ni9Ti)

表2

拔前规格 (mm)	拔后规格 (mm)	断面缩减率 (%)	挂钩拉力 (kN)	平均功率 (kW)	拔制系数	备注
φ69×1.2	φ56×1.4	22	246.3	27.7	135	
φ57×2	φ55×1.4	32	148.8	18	138	
φ55×1.4	φ45×1.5	13	92.7	9.6		第二道次无芯棒
φ45×1.5	φ40×1.55	8.7	71.5	7.7		第三道次无芯棒
φ40×1.5	φ28×1.55	7.5	33.7	4.7		
φ36×1.55	φ28×1.6	20.9	72.5	8		第二道次无芯棒
φ40×1.5	φ28×1.6	27	75.5	8.9		双模

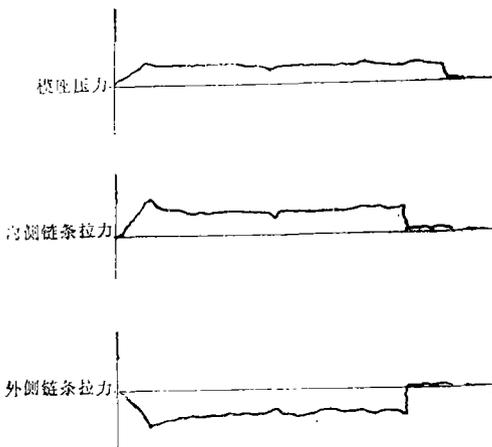


图1 100kN冷拔管机拔管时力的波形图

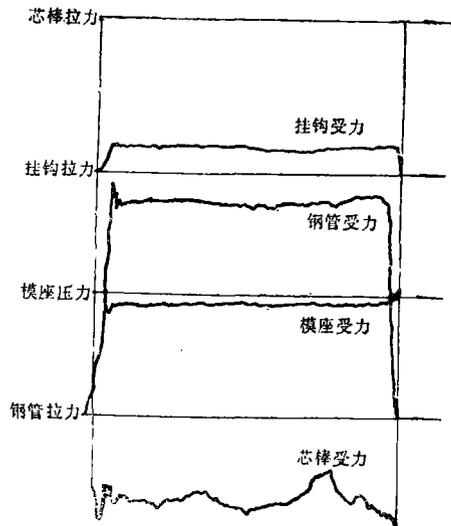


图2 200kN冷拔管机拔管时力的波形图

4. 测试结果简析

(1) 一般认为, 无芯棒拔制时, 拔制力与模座压力相等, 因此测定模座压力就知道拔制力。但从100kN冷拔管机的测试结果看出, 拔制力要比模座压力大(见表3), 它们之间无明显的对应关系, 其大小只取决于拔制状态。

摩擦力。

(3) 热处理状态基本相同的钢管, 其拔制系数也基本接近。但在连续拔制时, 二道次及三道次的K值具有离散性, 其主要原因是第一道次的断面缩减率不同, 因而材料加工硬化程度不同。另外, 钢管壁厚测量误差也是造成K值离散的因素之一。

芯棒与模座受力对比(200kN冷拔管机)表4

芯棒拉力 (kN)	136.8	157.1	149.3	144.4
模座压力 (kN)	61.2	92.0	44.6	51.4

拔制力与模座压力对照表 表3

拔制力 (kN)	17.2	12.5	40.1	35.5	36.6
模座压力 (kN)	12.2	10.0	23.4	23.4	24.2

(2) 短芯棒拔制时, 芯棒受到的拉力远远大于模座受到的压力(见表4), 而且减壁变形力及摩擦力远远大于减径变形力及

(4) 在测试过程中, 分别测定了单模分道次拔制时的各道次拔制力和双模拔制时的拔制力。测试结果表明, 双模拔制时的拔制力接近单模第二道次的拔制力, 但是这种

结果并不带有普遍性,因为分道次拔制时的各道次拔制力与断面缩减率的分配有关,且双模拔制时的断面缩减率也并不等于两道次单模拔制时的断面缩减率之和(有关数据参见表2)。

(5)严格地说,挂钩上的拉力并不真正表示拔制力,虽然对拔制中心线与拔制链条中心线间的夹角计算拔制力时作了考虑,但在不同条件下该夹角的角度是可变的,故也存在一定的误差。为了在单链式冷拔管机上准确测定拔制力,只有采用在钢管表面直接贴电阻应变片的方法。采用这种方法测得的各参数为:挂钩拉力246.3kN;钢管拉力238.7kN;模座压力12.9kN;芯棒拉力195.6kN;电机功率27.7kW。

(6)多道次连续拔制时设备震动厉害(见图3),这种情况对钢管质量有影响,只有通过合理安排各道次的断面缩减率来减轻这种状况。

(7)在拔制某些规格的钢管时,管头、管尾瞬时拔制力很大(见图1~3),设备所受的瞬时冲击力很大,这对设备使用寿命

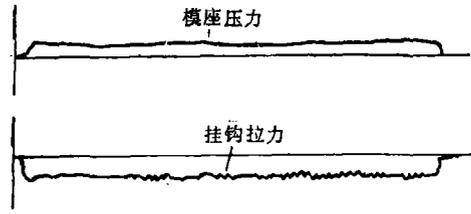


图3 200kN冷拔管机拔制过程中设备震动时的波形

极为不利,因此在编制拔制工艺时应充分注意这个问题。

5. 结语

冷拔管机拔制过程力能参数测试表明,无芯棒拔制的拔制力大于模座的受力,二者间无明显对应关系,它们只取决于拔制状态。短芯棒拔制时,芯棒受力远大于模座受力,由此说明减壁的拔制力大于减径的拔制力。在多道次连拔时,设备震动大。在拔制钢管头尾部时,瞬时拔制力较大,这对钢管质量和设备使用寿命产生不良影响,在编制冷拔工艺时应充分考虑这种情况。



国际管材协会1990年年会在印度召开

TUBE INTERNATIONAL CONGRESS 1990, INDIA

国际管材协会1990年年会将于1990年11月19~24日在印度新德里 Haytt Regency 饭店举行。这次会议的中心议题为采用更先进的生产技术进一步提高生产效益。参加会议的西德、英国、美国、奥地利、西班牙

和印度的代表,将就管材业如何改进生产技术、提高生产效益等问题,向大会提交多篇内容丰富、令人感兴趣的学术论文。将在大会上宣读的24篇论文,主要论述焊接管和无缝管的生产和加工以及质量控制等问题。

(成都无缝钢管厂 曾幼宗供稿)