

游动顶头在合金钢管拔制中的应用

孙纪涛
(上钢五厂)

本文重点阐述了关于游动顶头在拔管过程中的应用问题,详细介绍了游动顶头的尺寸、特性,通过现场实验,总结出使用游动顶头的若干经验。

APPLICATION OF MOVING PLUG TO ALLOY STEEL PIPE DRAWING

Sun Jitao
(Shanghai No.5 Steel Works)

The article specially discusses the application of the moving plug to alloy steel pipe drawing, gives the detailed dimensions and characteristics of the moving plug. Based on the site experiments some experiences in using the moving plug have been summed up.

1. 前言

在冷拔钢管的生产方法中,用游动顶头拔管是一种先进的拔管方法。游动顶头拔管的优点之一是能克服用固定短芯棒轧制小直径钢管时芯棒与芯棒杆固定的困难,实现有顶点拔制,这对拔制要求控制内孔尺寸公差的小直径钢管十分有利。

为了满足用户对一些小直径厚壁合金管的内孔尺寸公差要求,我们进行了游动顶头拔制合金钢管的应用试验。

2. 游动顶头几何参数的设计(见图1)

2.1 顶头前圆柱段长度

游动顶头前圆柱段长度会影响拔制过程的调整。前圆柱段过长,往往会使顶头处在拔制方向上的不适当位置,造成钢管拔断;前圆柱段过短,则顶头在拔制方向上不能保持正常位置,不是钢管拔断就是拔出的钢管尺寸不稳定。

前圆柱段的长短能影响拔制力的变化。拉伸应力随顶头圆柱段长度的增加而直线上

升,在相同变形程度下,随着钢管壁厚减薄,前圆柱段长度对拉伸应力的影响增大。对于拔制一般管,顶头前圆柱段长度可根据经验确定,通常比外模工作带长度长6~10 mm。

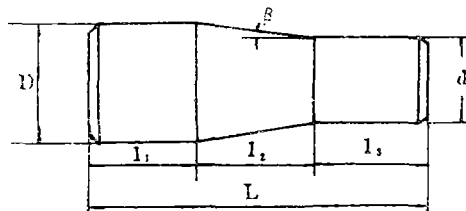


图1 游动顶头几何参数

L—顶头全长 l_1 —前圆柱段长度 l_2 —圆锥段长度 l_3 —后圆柱段长度 D—后圆柱段直径 d—前圆柱段直径 β —圆锥段锥角

2.2 顶头的锥角

根据对拔制过程力的分析得出,顶头锥角应大于摩擦角而小于外模锥角,即

$$\alpha > \beta < \varphi$$

为了使拉伸过程能得到良好的流体润滑,拔模和顶头之间的角度差应为1~3°,即 $\alpha - \beta = 1 \sim 3^\circ$ 。

当拔模锥角 α 固定时, 顶头锥角 β 在一定范围内可以实现稳定的拉伸过程, 拔模与顶头锥角之间存在着一个对应的合理范围。实验指出, 当拔模锥角 $\alpha = 11 \sim 15^\circ$ 、顶头锥角 $= 9 \sim 13^\circ$ 时, 拉伸应力最小, 拉伸过程最稳定。

2.3 顶头后圆柱段直径

在实际拔制中, 顶头后圆柱段直径 D 的确定, 要考虑顶头装入管中方便与否 (顶头与钢管内表面之间留有间隙, 间隙宽度为 a , $a = 0.5 \sim 3 \text{ mm}$), 同时还要考虑当拔制终了时, 顶头不越过拔模孔。

在链式冷拔机上拔制小规格厚壁管时, 为了保证顶头不被拉出模孔, 可将顶头联接在顶杆上, 但拔制时顶杆不受力。在拔制终了时, 借助于顶杆的拉力顶头仍留在模孔内。

2.4 顶头圆锥段长度

当确定顶头锥角时, 顶头圆锥段长度 l_2

与后圆柱段直径有关, 即

$$l_2 = D - d / 2 \tan \beta$$

3. 游动顶头在小直径厚壁合金钢管生产中的应用

目前游动顶头拔制方法在国外已被广泛使用, 特别是用于拔制薄壁钢管。而在我国, 游动顶头多用于有色金属管材的生产, 特别是长管的拔制。我厂有不少小直径厚壁合金钢管的生产任务, 尺寸公差要求较严, 有的还要求控制内径。在以往的生产中, 这类钢管的最后几道拔制难以采用短顶头拔制, 只能在很大规格时就定壁, 然后拉外径。这样, 成品公差很难达到要求, 于是进行了游动顶头拔制方法试验。

通过多次试验, 取得了较满意的效果 (见表1)。试验时共拔制5个钢种、9个规格、3000多支 (成品20多t), 全部合格。

游动顶头特别适宜于有内孔要求的特殊

拔制试验结果

表1

序号	钢种	拔前规格 (mm)	拔后规格 (mm)	顶头规格 (mm)	延伸系数	成品规格 (mm)	备注
1	GCr15	31×4.58~4.70	25×3.80~3.96	17	1.45~1.53	22×4	尺寸公差全部合格
2	GCr15	31×3.65~4.72	22×3.00~4.01	14	1.64~1.75	22×4	尺寸公差全部合格
3	GCr15	32×4	24×3.5	17	1.56	18×3.5	尺寸公差全部合格
4	50CrVA	32×4	24×3.5	17	1.56	14×3.4	尺寸公差全部合格
5	30CrMnSiA	32.5×5.25	23.6×4.7	14	1.61	11×4	尺寸公差全部合格
6	ZGCr15	27×3.5	24.6×3.2	18.2	1.20	24.6×3.2	尺寸公差全部合格
7	50CrVA	32×5.60	25×5.35	14	1.406	18×5.2	尺寸公差全部合格
8	50CrVA	33×4.65	25×4.25	16.5	1.49	18×4.2	尺寸公差全部合格
9	50CrVA	32×5.85	25×5.5	14	1.42	18×5.2	尺寸公差全部合格
10	50CrVA	29×2.85	21×2.50	16.6	1.61	12×2.5	尺寸公差全部合格
11	1Cr18Ni9Ti	28×3.35	21×3	15	1.53	21×3	尺寸公差全部合格

用途合金钢管的拔制, 如仪表用50CrVA管及航空用30CrMnSiA高压油管等。

游动顶头拔制增大了延伸系数, 减少了拔制道次, 从而缩短了生产周期。在试验中, 曾将短顶头拔制的一道芯径和一道外径

两道次合并成一道次, 既减径又减壁, 延伸系数最大达1.75, 提高了生产率。若采用短顶头拔制, 从 $\phi 32 \times 4 \text{ mm}$ 拔到 $\phi 24 \times 3.5 \text{ mm}$ 需分二道拔, 即 $\phi 32 \times 4 \text{ mm} \rightarrow \phi 28 \times 3.5 \text{ mm}$ (延伸系数为1.306) $\rightarrow 24 \times 3.5 \text{ mm}$ (延伸

系数为 1.195); 而采用游动顶头可直接从 $\phi 32 \times 4 \text{ mm}$ 一道拔制到 $\phi 24 \times 3.5 \text{ mm}$ (延伸系数为 1.561), 并且拔制稳定。

游动顶头拔制与短顶头拔制相比, 可减轻拔制力。我们的试验均是在 10t 冷拔机上进行的, 按短顶头拔制的计算公式算出最大的拔制力为 20.8t, 但在拔制中, 观察到链条板绷得不太紧, 这说明没有超过 10t 拉车的名义负荷, 可见游动顶头拔制实际上没有达到这一拔制力。游动顶头拔制提高了钢管内表面质量。减少了按常规工艺生产方法形成的内壁粗糙、皱纹等缺陷。

4. 讨论

4.1 通过试验证明, 游动顶头的几何参数设计能够满足拔制要求。如锥角在 $8 \sim 12^\circ$ 范围内的试验均能达到游动顶头稳定拔制的条件。实际拔制表明, 外模锥角大, 减径量大, 顶头锥角可相应取较大值, 反之, 外模锥角小, 减径量小, 顶头的锥角可取较小值。

4.2 在拔制有色金属管材时, 游动顶头顶端不需砂轮倒角。而拔制合金钢管时, 因钢种强度高、硬度大, 咬入条件差, 顶头顶端应倒角。

4.3 游动顶头能否稳定拔制, 需要有相宜的外模配合。选用的外模材质要能承受较大的拔制应力和冲击负荷, 耐磨性要好, 锥角要与游动顶头相匹配。外模要有足够的厚度, 保证喇叭口较大, 可加大减径量, 以利于咬入和稳定变形。

4.4 在一般拔制中游动顶头不用芯杆, 尤其是拔制长管。而在本实验中, 因拔制的是厚壁管, 在拔制到最后时, 易包尾, 不利于顶头的脱离, 影响拔模使用寿命和生产效率, 所以在实验中使用的游动顶头尾部车有螺纹与芯杆相联结, 但芯杆不作刚性固定, 仍不受力, 仅在拔制终了时借助芯杆的拉力使顶头仍留在模孔中, 试验效果较理想。后来从冷拔机测压试验中证实, 游动顶头拔制时, 芯杆上受力为零。

4.5 用 45* 钢制作的游动顶头使用寿命不够理想, 在拔制中常常产生脱铬现象。通过试验, 用硬质合金和钢结硬质合金做模具既能满足工艺要求, 也能提高模具的使用寿命。

4.6 采用游动顶头还要与润滑条件相适应。在钢管内壁喷润滑油, 可使游动顶头的使用效果更佳和范围更广。