

94-9

穿孔顶头鼻部失效分析

Analysis for Failure of Piercing Plug's Nose

张才安

Zhang Caian

(重庆大学冶金及材料工程系, 重庆, 630044; 57岁, 男, 副教授)

TG335.7

摘要 研究了穿孔顶头鼻部压堆戴帽和熔化的失效机制, 影响因素, 提出了延长顶头使用寿命的工艺措施。

关键词 顶头; 失效; 钢管; 熔化

中国图书资料分类法分类号 TG335.71

使用寿命 轧制 鼻部
穿孔顶点

ABSTRACT The paper studies squeezed cap of piercing plug's nose, failure mechanism of melting, influence factor and the process measure of lengthening the service life of plug.

KEYWORDS piercing heads; failure; steel tubes; melting

0 引言

穿孔顶头使用寿命的长短, 不仅影响着热轧工具消耗, 还影响着穿孔毛管的质量和金属消耗。在顶头失效方式中, 主要有鼻部熔化、鼻部戴帽、工作锥起皱和纵裂^[1~5]。统计资料表明, 有的小型无缝机组, 顶头鼻部戴帽失效约占总用量的 21%~24.9%, 鼻部熔化失效约占总用量的 33.6%~61.6%。所以, 分析研究穿孔顶头鼻部戴帽和熔化的失效机制、影响因素, 研究提高顶头使用寿命的工艺措施, 对延长顶头使用寿命有着重要作用。

1 鼻部压堆戴帽

1.1 鼻部戴帽机制

顶头鼻部前端最先和管坯接触, 由于管坯作螺旋前进, 因而鼻部前端受到很大的轴向力和旋转摩擦力矩, 在这种剧烈摩擦和强大轴向力作用下, 鼻部被烧热软化而压堆戴帽, 如图 1(a)所示。

若设顶头鼻部的半径为 r_n , 作用在顶头鼻部上的平均单位压力为 p_n , 则顶头鼻部所受轴向力 F' 为:

$$F' = 2\pi \cdot r_n^2 p_n$$

从上式不难看出, 顶头鼻部半径增大, 轴向力成平方增大, 设计顶头时, 过分加大鼻部半径将导致顶头鼻部轴向力急剧增大, 在穿孔过程中鼻部易压堆戴帽。鼻部直径过小, 热容

量小,烧热温升快,不仅容易压堆戴帽,甚至还会高温熔化。

顶头鼻部的轴向阻力也随鼻部前端的平均单位压力 p_n 增大而增大,在穿孔过程中,顶头前压下率小,管坯中心金属疏松程度差,管坯加热温度低或中心与外表面的温差大(硬心)以及管坯金属穿孔时的变形抗力大等,都将导致穿孔时顶头轴向力增大。

在穿孔过程中,若穿孔阻力大,轧辊转速快,轴向滑动大,顶头鼻部更易压堆带帽。

1.2 帽的发育和帽的脱落

顶头鼻部戴帽后,有可能形成死区金属,一直保护着顶头鼻部,也可能帽子不断生长发育,扩大帽子直径或帽子向喷水孔方向推移生长,顶头鼻部长度逐渐缩短。当帽缘严重下垂而逐渐封闭喷水孔时,鼻部烧热温升很快,直至鼻部熔化,帽子脱落,如图1(b)所示。

表面以 FeO 和 Fe_3O_4 为主的帽子,表面光滑,灰白发亮,与基体金属结合牢固,在穿孔过程中能起到高温润滑和高温隔热作用。具有这种组织结构的帽子,若是圆锥形帽,在穿孔过程中实际上是一种死区金属,它能有效地保护顶头鼻部,帽子几乎不生长,向喷水孔的推移速度实际上为零。

无 FeO 和 Fe_3O_4 覆盖的帽子,表面无光泽,有熔粘状痕迹,在穿孔过程中,帽子生长发育很快,易于封闭喷水孔,鼻部很快被熔化脱帽,这种帽子的生长发育速度取决于烧热升温 and 冷却降温的程度。

2 鼻部熔化

2.1 快速熔化机制

顶头鼻部熔化的机制,也就是鼻部戴帽和帽子生长发育直至熔化脱帽的脱帽机制,在这里必须说明的是,以上所说的鼻部熔化是在顶头穿孔若干支毛管的过程中,鼻部帽子缓慢发育成熟而熔化脱帽的慢速熔化,这种熔化从穿孔调整参数来看,往往是因顶头前伸量过大,顶头前压缩率较小,以及管坯加热温度低或穿孔硬心钢所致。

除此之外,顶头鼻部还有一种熔化机制,虽然它也是鼻部戴帽和生长发育成熟熔化脱帽,然而,这种熔化往往是在穿一支毛管中实现的,帽的生长发育很快,帽子向喷水孔的推进速度相当迅速,这种熔化称为快速熔化。从穿孔调整参数来看,常常是顶头前伸量过小,总直径压下量很大或冷却水断流或穿孔速度很高所致,从毛管质量上看,常出现不同程度的内折迭缺陷,鼻部快速熔化之所以快,是由于顶头鼻部烧热温升极快,冷却降温作用远远



图1 顶头鼻部戴帽和熔化样态
(a) 鼻部戴帽; (b) 鼻部熔化

不能抑制鼻部温度的升高所致。

2.2 两个高温区和两个低温区

如图2所示,在穿孔过程中,顶头的纵向温度分布,大致可分为两个高温(Z_1, Z_2)区和两个低温(L_1, L_2)区。

Z_1 高温区很短,是顶头鼻部的最前端,工作条件极其恶劣,它承受着高温高压和剧烈的摩擦,在穿孔过程中,强大的轴向力和摩擦力加剧着该部位的烧热程度,该区是第一个高温区。

第二个高温区是处在轧辊压轧带附近的 Z_2 区,该区比 Z_1 区长许多倍。

在 Z_2 区顶头承受高温高压,剧烈摩擦

的程度较 Z_1 区大,烧热程度也大,但由于内外水冷条件较 Z_1 区好,故通常温升较 Z_1 区慢。倘若顶头设计不好,冷却水管安装不当,内外水冷效果差时,该区烧热温升程度比 Z_1 区还大。在冷却条件一定时,该区的烧热程度在很大程度上取决于穿孔总直径压缩率和穿孔速度。穿孔总直径压缩率越大,穿孔速度越高,烧热程度越大。

L_1 区是冷却水环的低温区域,其作用是冷却顶头鼻部和工作锥,减小它们烧热软化的程度。该区水域越宽,水环越厚,水的给排量越大,冷却效果越好。然而,这一切又与顶头设计的结构和长度以及轧机调整有关。

L_2 区,顶头对金属的变形较 Z_2 区缓和,该区烧热程度小,水冷作用最大,所以,该区为第二个低温区。

2.3 穿孔调整参数与鼻部熔化

从图2看出,当顶头前伸量过小时,两个高温区 Z_2 和 Z_1 的间隔减小,甚至 Z_1 区有一部分进入 L_2 低温区,使得 L_1 低温区对高温区 Z_1 的冷却作用减小, Z_1 区的烧热程度相对增大。

在 L_1 区的冷却水环中并非完全是冷却水,也并非冷却水一进入水环就立即排除,实际上水和高压蒸汽在水环中共存,当导板距较小时,该部位椭圆度较小,水环中水和水蒸汽的排除通道小, L_1 区缩短,致使 L_1 区冷却水环中高压蒸汽的压力和蒸汽量显著增加,这时虽然增大了水和蒸汽从通道排出的速度,然而喷水孔却处于封闭或半封闭状态,使得从喷水孔进入冷却水环的水量显著减小。在这种情况下,顶头鼻部压堆戴帽和帽子发育成熟进行得特别快,一般可在几秒钟内完成。以上就是所谓顶头鼻部快速熔化机制。

很明显,在穿孔过程中,顶头前伸量、轧辊距和导板距过小时,将有利于引入顶头鼻部快速熔化机制^[1],使工具消耗量增大,毛管内表面质量恶化,班产量降低,因而,正确调整穿孔机,使穿孔调整参数处于最佳范围,对确保高产、优质、低耗有明显的效果。

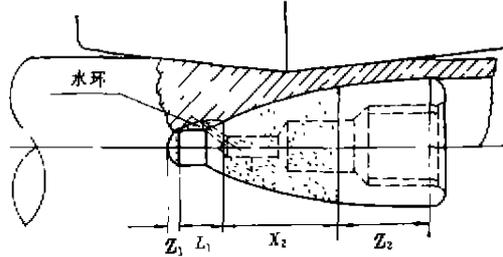


图2 顶头表面纵向温度区域

3 延长顶头寿命的措施

3.1 消除高压蒸汽带

冷却水从冷却水管中流出,一部分水通过顶头内孔从喷水孔流出,带走部分热量,实现

顶头的外水冷,另一部分水,经冷却水管与顶杆之间的间隙流出,又带走一部分热量,实现顶头的内水冷。然而,从喷水孔到顶头鼻部前端内壁的这部分冷却水,实际上是死区水域(图 3),在穿孔过程中,死区水域中的水将发生周期性吸热、放热的物理变化。随着水温的升高,逐渐汽化,水压和汽压不断升高,并向水眼方向排除,未排除者,逐渐形成高压蒸汽带^[1]。高压蒸汽带的冷却作用非常差,当顶头压堆、喷水孔被堵、外水冷效果恶化时,顶头鼻部就容易因高温而熔化。

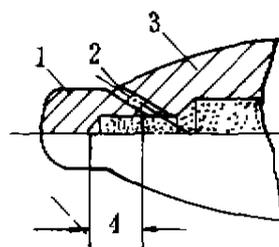


图 3 高压蒸汽带位置

1—鼻部 2—喷水孔
3—工作锥 4—高压蒸汽带

3.2 强化冷却效果的措施

- 1) 在保证鼻部强度(不扭断)的情况下,适当增大喷水孔孔径,或提高冷却水的水压,以增大冷却水的供给量;
- 2) 在调整穿孔机时,适当增大导板距,增大水和蒸汽的排除通道。

4 结 论

穿孔顶头在服役过程中,若鼻部烧热升温速度大于冷却降温速度,鼻部就容易软化而压堆戴帽,甚至高温熔化。

参 考 文 献

- 1 张才安. 提高 45# 钢穿孔顶头使用寿命的初探. 四川冶金, 1987, (4), 46~49
- 2 张才安. 穿孔调整参数对顶头寿命的影响. 四川冶金, 1987, (4), 50~55
- 3 张才安. L 厂中小顶头失效分析. 金属论坛, 1992, (1), 27~31
- 4 张才安. 穿孔顶头工作锥起皱分析. 钢管, 1992, (4), 28~31
- 5 张才安. 穿孔顶头径壁比对工作锥纵裂的影响. 钢管, 1993, (4), 46~48