

●工具研究与应用

电焊钢管焊缝内毛刺的清除

李锦旗

(721008 宝鸡石油钢管厂)

简述了国外电焊钢管焊缝内毛刺的清除工艺和方法,着重介绍了硬质合金环形刀具、刀架和带阻抗器拖棒设计应遵循的准则,并指出内毛刺清除技术的发展方向。

关键词 电焊钢管 焊缝内毛刺 清除工艺 设备

CLEANING OF INNER WELD BURRS OF ELECTRIC-WELDED STEEL PIPES

Li Jinqi

(Baoji Petroleum Steel Tube Plant)

Presented in the article is a briefing concerning the processes and methods for cleaning inner weld burrs of electric welded pipes which are employed at home and abroad, mainly covering the criteria for designing relevant carbide circular tooling, tool holder and towbar with impedor. Also mentioned by the author is the developing trend of the inner weld burr cleaning techniques.

Key words Electric-welded steel pipe Inner weld burr Process for cleaning Equipment

1 前言

随着冶炼、炉外精炼、控轧、焊接及无损检测等相关技术的不断发展,电焊钢管的内质量已有显著提高,但由于焊缝内毛刺的存在,制约了电焊钢管在某些特殊领域的应用。本文将较系统地介绍电焊钢管焊缝内毛刺的清除工艺及设备,尤其是液压式硬质合金环形刮刀。

2 焊缝内毛刺清除工艺和方法

焊缝内毛刺清除工艺可分为在线内毛刺清除工艺和线外内毛刺清除工艺。线外清除工艺有砂轮磨削法和刨切法等常用方法。由于线外清除是在焊缝冷却后进行的,清除内毛刺的阻力较在线清除大得多,能耗也大;线外清除时速度慢,约 4~5m/min,而现代化

的高频焊管机组生产速度已达 244m/min,小、中直径焊管机组的生产速度也分别达 60~80,20~40m/min。因此,以线外清除作为焊管机组清除内毛刺的唯一手段远不适应机组的需要,一般只将其作为在线内毛刺清除工艺的一种补救措施。

对于内径大于 34mm 的焊管,焊缝在线内毛刺清除方法有:刮削法、铣削法、辊压法、氧化法、电蚀法、振动锤击法等,尤以刮削法和铣削法应用广泛。在刮削法中,根据清除装置的结构,又分为刚性机械式、液压式和机械浮动式等。其中,因液压式操作灵活方便、刮削质量高、内毛刺残余高度低于 0.2mm 而应用广泛。

对于内径小于 34mm 的焊管,一般采用带浮动塞拉拔法清除内毛刺。液压式内毛刺

清除装置可适用于最小内径为 26mm 的焊管;机械式内毛刺清除装置可适用于最小内径为 14mm 的焊管。

3 内毛刺清除装置

液压式内毛刺清除装置按执行功能分为刮削刀具、刀架(包括刀座)、拖棒(包括阻抗器)、拖棒的固定及调整机构几个部分。

3.1 刮削刀具

刮削刀具以钨系硬质合金为主要材料,根据刀具几何形状和工作原理分为钎焊刮刀、自动旋转刮(铣)刀和环形刮刀等。

3.1.1 钎焊刮刀

其特点是可以进行多次重磨,但容易受人为因素制约,修磨后形状不稳定,使用过程中会产生不同的刮削状态,迫使焊头操作人员重新安装和调整,费时费料。

3.1.2 自动旋转刮(铣)刀

安装自动旋转刮刀时,刮刀轴线与毛刺垂线分别成 W 和 Q 角($W=30^\circ, Q=15^\circ$),使刀具在切削时因切削力的作用而自动旋转。由于刀具切削刃与毛刺间接触时间短,可显著降低切削区温度,减少刀具的磨损,从而提高刀具寿命,切削长度可达 10700m。因切削时刀具倾斜,将产生侧向分力,故必须安装侧支撑辊,这样又增加了刀架复杂性及加工难度。因此,此类刀具需更加精心地调整和维护,仅适用于全年只生产同一类型和尺寸的焊管,不适宜清除内径小于 76mm 焊管的内毛刺。此外,自动旋转式刮(铣)刀只要切削刃上有一缺口便停止旋转。此类刀具在荷兰和原苏联使用,俄罗斯人声称对其拥有专利。

3.1.3 硬质合金环形刮刀

此类刀具有以下优点:①易于排屑;②拥有自对中形状,打刀后只需将刀转一角度便可重新使用,减少了换刀时间;③该刀具的外径不变,可以安装在同一刀座中,其切削刃为内径,通过变换安装时的倾斜角度,即可获得

不同的切削半径。

3.2 刮削刀具的设计

3.2.1 刮削刀具的形状

刮削刀具的切削刃半径取决于所生产焊管的内径。切削刃半径 $R_2 = R_1 - 20\%R_1$,如图 1 所示。

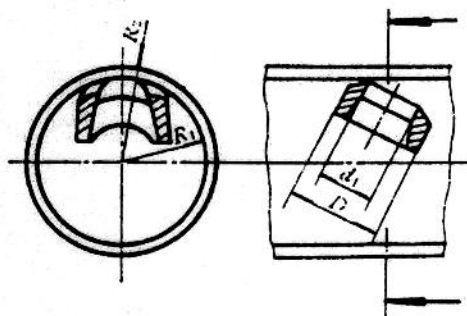


图 1 切削刃半径 R_2 与焊管内径 R_1 的关系示意

内毛刺清除状况一般有以下 3 种:①内毛刺刮削后与母材平齐;②下切;③残留 0.2mm 内毛刺。按 $R_2 = R_1 - 20\%R_1$ 公式确定的刮削刃半径将毛刺刮削平滑;下切时, R_2 与 R_1 的关系接近 $R_2 = R_1 - (5\% \sim 10\%)R_1$;残留 0.2mm 毛刺时, $R_2 = R_1 - 50\%R_1$ 。

3.2.2 环形刮刀的角度设计

确定刀具角度时应考虑焊管尺寸;刀刃强度;排屑情况;粘刀和毛刺堆集。

对于内径小于 $\Phi 34\text{mm}$ 的焊管,环形刮刀后角 γ 至少为 16° (图 2),以防止刀具 A、B 两侧台碰撞管壁而造成划伤。大尺寸焊管因刀具安装空间大而不存在此问题。随着后角 γ 的增大,切入角 α 相应减小。为了保证刀刃具有足够强度,在长度 a 距离内,刀具后角 α 最大为 10° ,因为过小的切入角将削弱切削刃强度,导致崩刃。

刮削后毛刺排屑情况取决于 α 和 β 角。排屑角过大,会减小切入角 α 和削弱刀刃强度;排屑角过小,将使毛刺产生过量压缩,造成堵屑。一般, $\alpha_{\min} = 26^\circ, \beta_{\max} = 36^\circ \sim 46^\circ$ 。

例如焊接铝管时,因铝毛刺容易粘接和

塞积,后角 y 可增大到 20° ,当然切入角 z 也会减小,为防止刀刃崩裂,应选择韧性更高的硬质合金作刀具材料。此外,刀刃圆角半径 R

也很重要,它随内毛刺形状、振动状况、切入角大小等因素变化而变化。

3.2.3 硬质合金刀具材料和刀具寿命

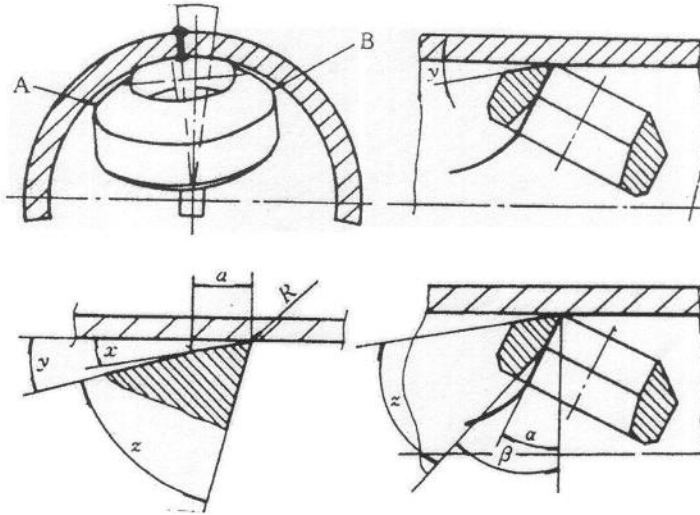


图2 环形刮刀刀角示意

实际使用的各类刀具应有不同等级的硬质合金与之相适应。经试验,有二个等级的硬质合金刀具使用结果良好:①硬度高的材质,执行德国标准 DIN P30、美国标准 JIC C6;②韧性高的材质,执行德国标准 DIN P50、美国标准 JIC C5。其中,C5级适用于不锈钢焊管和大刀具,切削较大的毛刺;C6级适用于软性材料和小刀具,切削小毛刺。

目前,焊管机组运行速度进一步提高,刀具磨损也随之加剧,直接影响到刀具使用寿命。

根据切削状况,硬质合金刀具的工作寿命一般为 $1830 \sim 5500m$ 。实践证明,采用氮化钛涂层、氧化铝涂层及复合涂层等涂层硬质合金刀具,或改进设计以最大限度减小振动,将会延长刀具的工作寿命。

3.3 刀架及其设计

3.3.1 刀架设计的一般要求

刀架部分是整个内毛刺清除装置的核心,其结构决定着内毛刺清除质量。刀架设计(图3)应遵循以下几点:

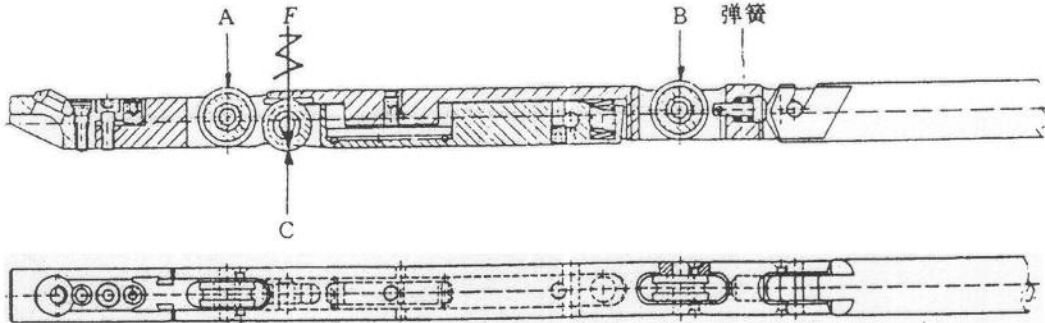


图3 刀架结构示意

(1)为了减少焊接过程中磁能损失,刀架一般采用防磁不锈钢材料,故成本很高。

(2)必须按 A—B—C 三点定位原则将

刀架定位在焊管内腔,这里 C 点可以是一、二或三辊式结构。有人曾采用两点式定位,第三点为切削刀具自身,但这种定位效果不能

令人满意。

(3) A—B—C 3 点处均安装辘子, 辘子直径必须尽可能大一些, 以避免其高速旋转, 尤其在高速时。另外, 使用小刀架时要用硬质合金套和轴; 大刀架时, 必须安装轴承以提高工作寿命。

(4) 由于长刀架更容易保持刀架稳定、可靠地工作, 不会在管腔内旋转, 所以, A—B 两点间距离应长一些。

(5) 在兼顾刀架有更宽的适用范围时, 刀架横截面应尽可能大一些。如果采用机械式刀架, 应使其工装便于用螺丝固定和调整。

(6) 由于有 F 力作用于 C 点上, 该点必须采用弹簧承载方式阻止振动直接传递到刀具上。即使有杂物通过 C 点, 也可避免划伤管腔底部。

(7) 拖棒上必须使用快速装卸接头, 节省工装更换时间。用机械式刀架时, 也应采用弹簧承载方式, 避免因焊管机组停车时轧制线上的焊管反方向微量移动而打刀。

3.3.2 刀座的基本功能

用三点式定位方式将刀架固定在管腔后, 刀座通过螺丝固定在刀架上, 经顶丝进行高度调节, 精确控制毛刺切削深度。由于刀座属易损部件, 在设计上必须优化, 降低造价; 所有螺丝位置应设计合理, 便于停车时通过焊管上端割开的口子进行快速更换(图 3)。

3.3.3 内毛刺切断装置

通过内毛刺清除设备上安装的切断装置, 将刮削下的焊缝内毛刺切割成一定长度。图 4 为德国 Saramant 公司设计生产的毛刺切断装置示意图。蒋刚硬质合金工具公司

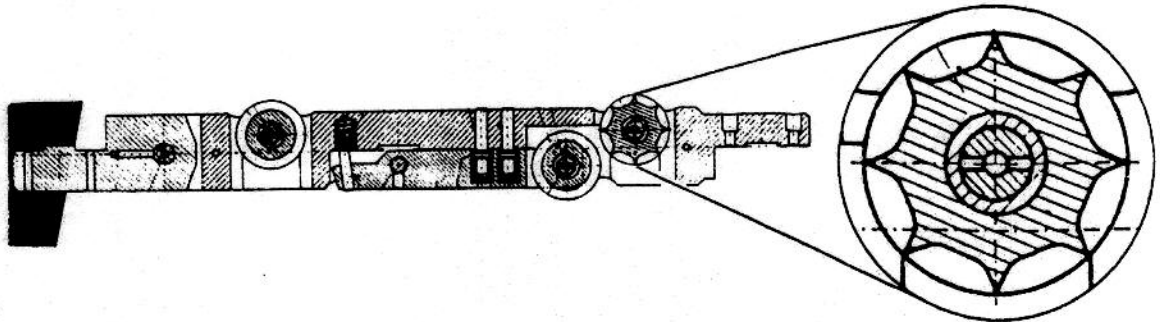


图 4 内毛刺切断装置示意

3.4 拖棒的总体设计

内毛刺清除装置中的拖棒用于拖拉固定刀架, 它必须具有足够的强度以克服内毛刺清除中产生的拉力。切削毛刺时, 作用于刀具的力可概括为: 切削每平方毫米毛刺, 热态时 (315.6°C 以上) F 为 900N , 冷态时为 1800N 。该值的 70% 将以拉力方式作用在拖棒上。若切削不锈钢毛刺, 该值还将增加 40%。由此, 设计者可以确定拖棒的最小截面尺寸。

拖棒由两部分组成(图 5): ① 阻抗器及拖棒调整机构; ② 刀架。这两部分的轴线与焊管轴线平行, 避免振动产生的分力作用在刀

架上, 使刀具偏离正常的切削位置。刀架必须贴近管壁上部, 其中心线应高于焊管中心线。

阻抗器顶部必须与焊道保持一定距离, 以防止其环氧树脂外套被烧毁。在大多数情况下, 刀架和阻抗器并不在同一水平线上, 因此在拖棒两部分连接时必须考虑这一点。

由于人为地希望在阻抗器中多安装些磁棒, 又必须增加冷却水管, 提供更加有效的冷却条件, 同时液压管路也要穿行其间, 且阻抗器横截面与拖棒的横截面相同, 不可能增加, 致使阻抗器成为拖棒中强度较低的薄弱环节。因此, 设计拖棒时必须注意以下几点:

- (1) 尽可能使用不锈钢材料制造拖棒。
- (2) 使用强度高、重量轻的厚壁管。
- (3) 拖棒要便于从焊管中移出。
- (4) 拖棒与固定机构的连接必须易于更换。
- (5) 拖棒中的液压管路必须妥善保护。
- (6) 冷却水路和液压管路上必须采用快速装卸接头。

3.5 拖棒的固定及调整机构

3.5.1 固定及调整机构的基本功能

如果空间允许,固定机构采用独立的固定机架,也可以连接在现有的机架上。

拖棒固定及调整机构必须有以下功能:

- (1) 使拖棒上下移动;
- (2) 使拖棒侧向移动,与焊管保持在一条线上;
- (3) 使拖棒旋转,便于焊接时切削刀具位于焊道正下方;
- (4) 尽可能使整个拖棒沿轧制线方向上

下移动,以调节磁棒端部与焊接点的距离。

3.5.2 拖棒中各点在机组中位置的确定

拖棒中各点在机组中的位置见图5。

(1) 拖棒固定机构应尽可能靠近焊接点。二者之间的管坯开口距离只需满足精成型导向片插入的长度即可;

(2) 焊接点与磁棒端头的距离应根据当时的焊接状况,由操作人员确定和调整;

(3) 内毛刺清除点应遵循便于从焊管外面通过切割口安装和调整内毛刺刀具的原则进行选择。

同时,必须考虑外毛刺清除工艺的影响,适当选择内毛刺清除点位置。由于外毛刺清除时会产生振动,若刀具已磨损,清除外毛刺时将使管内壁发生变形,改变内毛刺的清除条件,故不能将内毛刺清除点放在两个外毛刺刀之间,而应放在外毛刺刀后0.5m处。另外,二辊式内毛刺支撑辊架可使焊管运行平稳,提高刀具的切削性能。

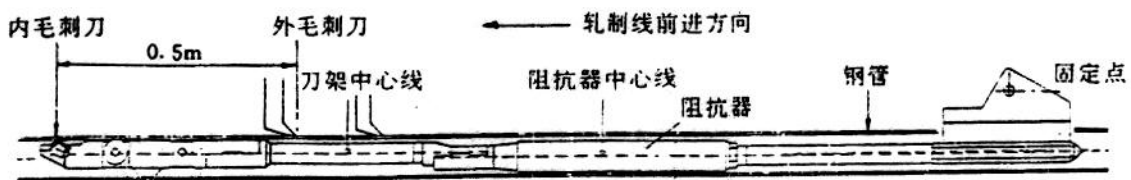


图5 拖棒两部分的位置关系

4 内毛刺清除技术的发展方向

- (1) 取出刮削后的毛刺。
- (2) 控制毛刺的长度。
- (3) 通过电视屏幕,在焊管外面控制内毛刺的刮削质量(残留高度和光洁度)。
- (4) 在不停机的情况下,在焊管外面调节毛刺切削深度。
- (5) 进一步提高毛刺刀具寿命。

综上所述,为了稳定和提高焊管内毛刺的刮削质量,在采用焊接温度自动控制、挤压

力动态监测等技术保证内焊珠的大小和形状稳定的同时,必须应用更加先进和完善的连续、动态、实时的刮削质量监控技术,如焊道断面形状显示器和具有实用意义的工业用B超等,取代目前采用的连续超声波测厚仪、气压测量仪等非直观内毛刺刮削质量监测设备,并不断地研究和开发直观的内毛刺刮削质量监控设备。

(收稿日期:1994-06-06)