

ICS 75.180.10
CCS E92

T/ACCEM
团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—2025

石油钻铤内孔冷滚压加工工艺技术规范

Technical specification for cold rolling process of inner hole of oil drill collar

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由陕西北方风力机电有限责任公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：陕西北方风力机电有限责任公司、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

石油钻铤内孔冷滚压加工工艺技术规范

1 范围

本文件规定了石油钻铤内孔冷滚压加工工艺的原理、工艺设备与工具要求、工艺过程控制要求以及质量控制的要求。

本文件适用于采用冷滚压工艺进行内孔加工的石油钻铤。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 冷滚压 cold rolling

在常温下，通过特定的滚压工具（如滚压头）向石油钻铤内孔表面施加压力引起应变强化，，，以改善内孔表面质量、提高表面硬度加工工艺。

3.2 滚压头 rolling head

冷滚压加工中直接作用于钻铤内孔表面的关键工具，其结构形式多样（如单排滚轮式、多排滚轮式等），由高硬度、高耐磨材料制成，通过滚轮的滚动对内孔表面施加压力，实现冷滚压加工效果。

3.3 残余压应力 residual compressive stress

冷滚压加工后，在钻铤内孔表面及一定深度范围内残留的压力，可有效提高钻铤的疲劳强度和抗应力腐蚀开裂能力。

4 工艺原理

石油钻铤内孔冷滚压加工基于金属材料在常温下的塑性变形原理。当滚压头在设备驱动下进入钻铤内孔并旋转时，滚压头上的滚轮对钻铤内孔表面施加持续且稳定的压力。在此压力作用下，内孔表面金属产生塑性流动，金属表层晶粒在塑性变形过程中被细化、拉长，形成致密的纤维状组织结构，使表面硬度提高。在钻铤内孔表面形成残余压应力层，可有效提高钻铤内孔的疲劳强度、耐磨性和抗腐蚀性，从而提升钻铤的综合性能与使用寿命。

5 工艺设备与工具

5.1 滚压设备要求

内孔滚压设备应满足下列要求：

- 滚压设备宜选用专用滚压设备或自动化控制设备；
- 设备应具备精确的压力控制系统，可通过压力传感器实时监测并调整滚压力，确保滚压力在设定范围内稳定输出；
- 具备稳定的转速调节系统，能根据钻铤材质、尺寸及工艺要求，在较宽转速（34 rpm~100 rpm）范围内实现精确调速，并且转动平稳。
- 具备可靠的进给系统，可精确控制滚压头沿钻铤内孔轴向的进给速度，且进给过程平稳、无爬行现象。

5.2 工装要求

内孔滚压用工装应满足下列要求：

- 滚压头硬度应高于被加工零件硬度，滚压头硬度宜在 62HRC 以上；
- 滚压头表面粗糙度 Ra 值应不大于 $0.2 \mu\text{m}$ ；
- 滚压设备应具备直接显示压力装置；
- 夹具应具有足够的刚度。

6 工艺过程控制要求

6.1 工艺流程

6.1.1 钻深孔工艺

6.1.1.1 使用四爪卡盘夹持工件一端外圆面，另一端以外圆 60° 倒角用机床授油器上锥盘定位顶紧。夹持过程应使用百分表检测主轴的径向跳动。打表位置参见附录 A。

6.1.1.2 钻深孔工艺控制要求见表 1。

表 1 钻深孔工艺控制要求

项目	要求, mm	工装名称	工装精度, mm
主轴的径向跳动	<0.10	百分表	0.01/0~100
钻孔深度偏差 ($\phi 61$)	$+0.2 \sim 0$	游标卡尺	0.02/0~300
钻孔内径 ($\phi 61$)	$+0.2 \sim 0$	游标卡尺	0.02/0~300

6.1.2 扩/镗台阶孔

6.1.2.1 使用四爪盘夹持工件一端外圆面，另一端以外圆 60° 倒角用机床授油器上锥盘定位顶紧。夹持过程应使用百分表检测主轴的径向跳动。打表位置参见附录 A。

6.1.2.2 浮动镗刀按尺寸中差调整，应经两人确认后镗通孔到 $\phi 76.2 \pm 0.02\text{mm}$

6.1.2.3 扩/镗台阶孔工艺控制要求见表 2。

表 2 钻深孔工艺控制要求

项目	要求, mm	工装名称	工装精度, mm
主轴的径向跳动	<0.05	百分表	0.01/0~100
扩中心通孔偏差 ($\phi 66$)	$+0.2 \sim 0$	游标卡尺	0.02/0~300
扩中心通孔偏差 ($\phi 75.8$)	$+0.1 \sim 0$	游标卡尺	0.02/0~300
检验尺寸, mm	$\phi 76.2 \pm 0.02$	内径百分表	0.01/50~160

注：内孔应分次加工，每次加工完后须检查刀片及导向键磨损情况并更换。

6.1.2.4 扩台阶孔到 $\phi 79.0 (+0.1\text{mm}/0\text{mm})$ ，深度为 $634\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ 。

6.1.2.5 浮动镗刀按尺寸中差调整，应经两人确认后镗盲孔到 $\phi 79.40 \text{ mm} \pm 0.02\text{mm}$ 。

6.1.2.6 成形扩孔至 $\phi 79.375 \times R1.524 \times 10^\circ$ ，深度为 $634\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

6.1.2.7 尺寸检验要求见表 3。

表 3 尺寸检验要求

项目	指标, mm	工装名称	工装精度, mm
尺寸	$\phi 79.40 \pm 0.02$	内径百分表	0.01/50~160
	$R1.5/10^\circ \pm 5^\circ$	倒模/投影仪	-
	634.6 ± 0.5	10° 锥块/卡尺	-

6.1.3 内孔/锥面滚压

6.1.3.1 工件外圆面定位，四爪卡盘夹一头，中心架支另一头。打表找正位置参见附录 B。

6.1.3.2 测量底孔尺寸用以调整滚压头，向后拉动铝质刻度盘，顺时针转动可调整工具滚柱的外径尺寸（0.0025 /小格），按要求调整尺寸后向前推锁死工具。工具可调范围为 $0.5 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ 。

6.1.3.3 滚压前后直径变化量为 $0.0254 \text{ mm} \sim 0.0508 \text{ mm}$ ，滚压后表面粗糙度 $Ra 0.8$ 。

6.1.3.4 内孔/锥面滚压工序要求：

- 滚压前车削加工的内孔需打磨，去除车刀纹且抛光后表面粗糙度在 Ra0.8 的范围内才可以允许滚压；
- 滚压前的所有内孔须清洗干净，无杂质及异物后方可滚压；
- 内孔直径滚压：
 - 1) 依据实测各内孔直径调整滚压工具滚柱外径，比实测值调大 0.22 mm~0.25 mm；
 - 2) 转速：100rpm，进给：1.0/r，滚压 1 次~2 次。
- 内锥滚压：
 - 1) 油压表数值：6 MPa，转速：34 rpm，时间：1min；
 - 2) 滚压 1 次~2 次。

6.2 强化前准备

待强化钻铤内径应满足以下要求：

- 表面应干净，无灰尘、铁屑等杂物；
- 钻铤内径应加工至图样尺寸；
- 钻铤内径表面粗糙度应符合设计图样要求，也可比最终零件图样给出的粗糙度低一个等级。

6.3 滚压夹具及零件的安装

滚压夹具、零件的安装与总体工艺路线安排应满足以下要求：

- 应根据钻铤内径不同的圆角尺寸选择滚压头，滚压头工作面圆弧尺寸应与零件圆角尺寸保持一致；
- 夹具应安装到位，多点滚压时，滚轮滚压点应处在与主轴垂直的同一平面上，滚轮与机床主轴的夹角保证 45°；
- 工作时零件应转动平稳，滚轮应与螺栓滚压圆角贴合，使零件在滚压时受力均匀；
- 应调整夹具在设备上的位置，使设备的旋转中心和待加工零件的中心保持同轴。

6.4 检验

6.4.1 滚压后的几何尺寸和表面的粗糙度应符合设计文件的要求。

6.4.2 滚压后的内径表面用（5~10）倍的放大镜检查，表面可存在滚轮滚压后产生的痕迹，但应无皱纹、起皮、凹坑、裂纹等表面缺陷。

7 质量控制要求

7.1 未经工艺试验验证的工艺参数不应在正式零件加工中使用。

7.2 每批零件滚压前应进行试滚压。

7.3 试滚压用材料及状态、设备应与零件加工时所使用的材料及状态、设备一致。

附录 A
(资料性)
检测主轴的径向跳动打表位置图

A.1 检测主轴的径向跳动打表位置见图 A.1 所示。

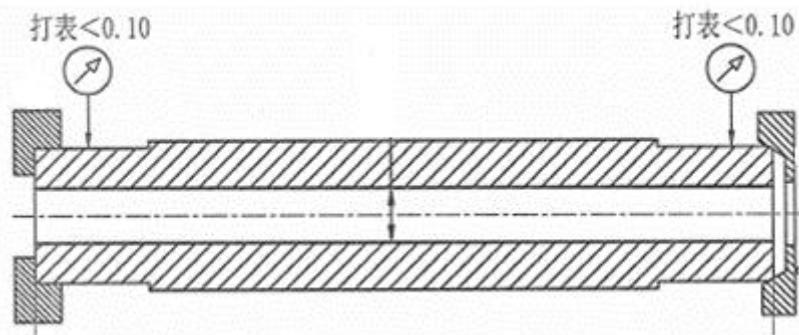


表 A.1 打表位置图

附录 B
(资料性)
内孔/锥面滚压打表找正位置图

B. 1 内孔/锥面滚压打表找正位置图见图 B. 1 所示。

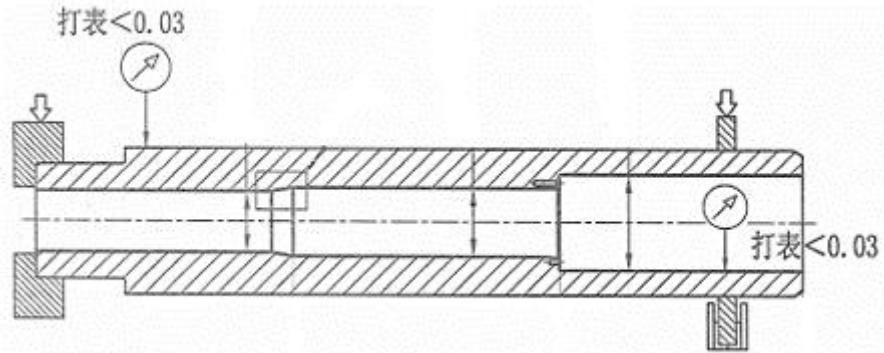


图 B. 1 内孔/锥面滚压打表找正位置图