

$\varnothing 1500 \sim 3100\text{mm}$ 螺旋焊管机调型技术

付 正 荣

(西安重型技术公司 710032)

摘 要 详细介绍了特大直径薄壁螺旋焊管机组, 分析了机组的成型方法和成型机设计特点, 阐述了切管机、圆盘剪、后桥传动以及回转中心的设备结构, 并就管径偏差等方面的调型技术进行了进一步论述。

主题词 螺旋焊管机组 成型 工艺 设备 调型

本机生产的螺旋焊管主要用于石油、化工及交通运输等行业。其产品特点是径壁比高达 775, 成圆性极差。在没有侧支承时, 即失稳, 成为椭圆形, 给成型、焊接、切断和运输等均带来较大困难。

应用户要求, 1966 年始, 西安重型机械研究所、成都金属结构厂、成都电讯工程学院及成都工具研究所等单位着手试制工作。通过 $\varnothing 2300\text{mm}$ 螺旋焊管固定辊式样机试验, 到 $\varnothing 1500 \sim 3100\text{mm}$ 可调辊式螺旋焊管机组投产, 历时三年, 终于生产出大批量合格的直径 $\varnothing 1500 \sim 3100\text{mm}$, 壁厚 4~8mm 螺旋焊管。1973 年通过国家鉴定, 1978 年获全国科学大会科研成果重大贡献奖。

1 机组特征

本机由开卷、送料、矫直、剪切、接料、切边、递送、输入导板、成型、钢管内外焊、切管、输出和翻管等单机组成。

该机在国内首次采用外辊可调、拉剪、拉矫、挠性传动及阻力调型法等新工艺和装备。

2 成型方法

鉴于本产品规格多变、径大壁薄、调幅达 1600mm, 因而选用外抱辊悬臂式成型机架。

2.1 成型辊调节及数量选择

成型辊按钢管外圆成 45° 角均布时, 其管径变化的调节轨迹 A、B、C……是一条与水平线成 $22^\circ 30'$ 夹角的终边直线, 如图 1 所示。但从最佳受力面考虑, 应为 45° 。

若把底座分成二个各与相应底面成 $22^\circ 30'$ 夹角后, 便构成满足上述二个要求的成型辊调节器, 如图 2 所示。为使成型辊对焊管输出阻力最小, 应使成型辊 1 随螺旋角的变化在小底座 2 上绕轴 A 回转。当规格变化时, 螺旋线的轴向位置要改变, 因此要求成型辊调节器能沿滑轨 4 做横向调节。为保持底面标高不变并使其位置恒定, 管径变化时, 上部和侧面成型辊应做上下左右调节。上面五个调节因素是可调成型的基本要素。

2.2 成型辊布置及数目

实则, 对管径曲率起主导作用的是三辊弯板

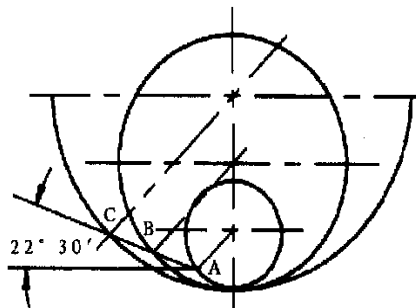


图 1 可调管径轨迹

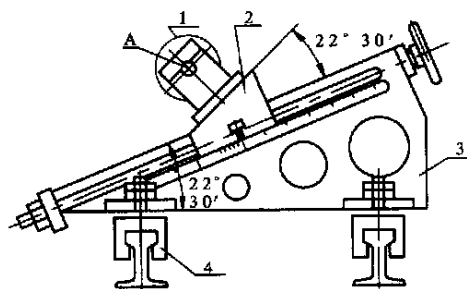


图 2 成型辊调节器

1- 成型辊 2- 小底座 3- 大底座 4- 滑座 A- 转轴

系统, 而成型辊仅对焊前的管体起保持作用, 对焊后管体起输出导向作用。通过对成型辊的受力情况分析(图 3) 看出, 弯板辊和成型辊给予弯曲的带钢及管体的作用力 S 、 Q 、 F 的轴向分力均为逆出管方向。为抵消这几个不利于成型的作用力, 需增设管端档辊 2 和 6。为防失稳变形尚需加 4 个侧支承辊 5, 加上 6 上 7 下和 2 顶, 总计 21 个成型辊。此外, 为避免啮合点后带钢回弹产生的错边, 宜在啮合点前位增设一压缝辊 3。

2 3 成型机设计特点

- (1) 为使外辊可调, 悬臂式成型机适应 1600mm 调幅要求, 机架伸臂靠传动机构 3 沿方形导柱 2 做上下调节。
- (2) 为解决薄壁管内外焊接时易烧穿问题, 而设有内外焊剂垫 9 和 12, 如图 4 所示。
- (3) 应使内焊点尽量靠近成型啮合点及底盘回转中心, 以防带钢回弹产生错边并利于内焊头调正及跟踪。
- (4) 为改善外焊质量, 而设外焊头跟踪装置

, 如图 5 所示。外焊头 1 的小刀架滑板 2 借连杆 3 与靠辊 8 相联。靠辊 8 紧靠钢管成型的第一个螺距的端面上。滑杆 4 起导向作用。借手轮 5 使丝杠 7 旋转来改变弹簧 6 的弹力, 实现靠辊对管端面作用力的调节。此外焊头跟踪装置简易可靠。

(5) 我们采用吸压式焊剂自动输送与回收系

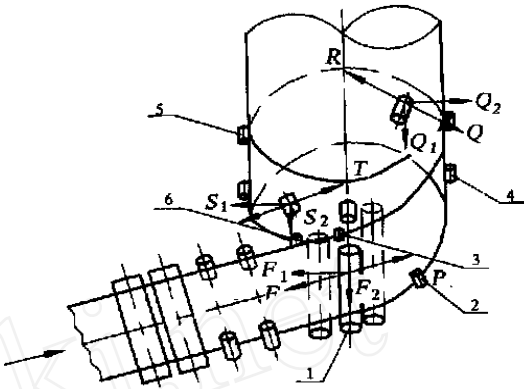


图 3 成型辊受力分析

1- 三辊弯板机 2、6- 管端档辊
3- 压缝辊 4- 成型辊 5- 侧支承辊

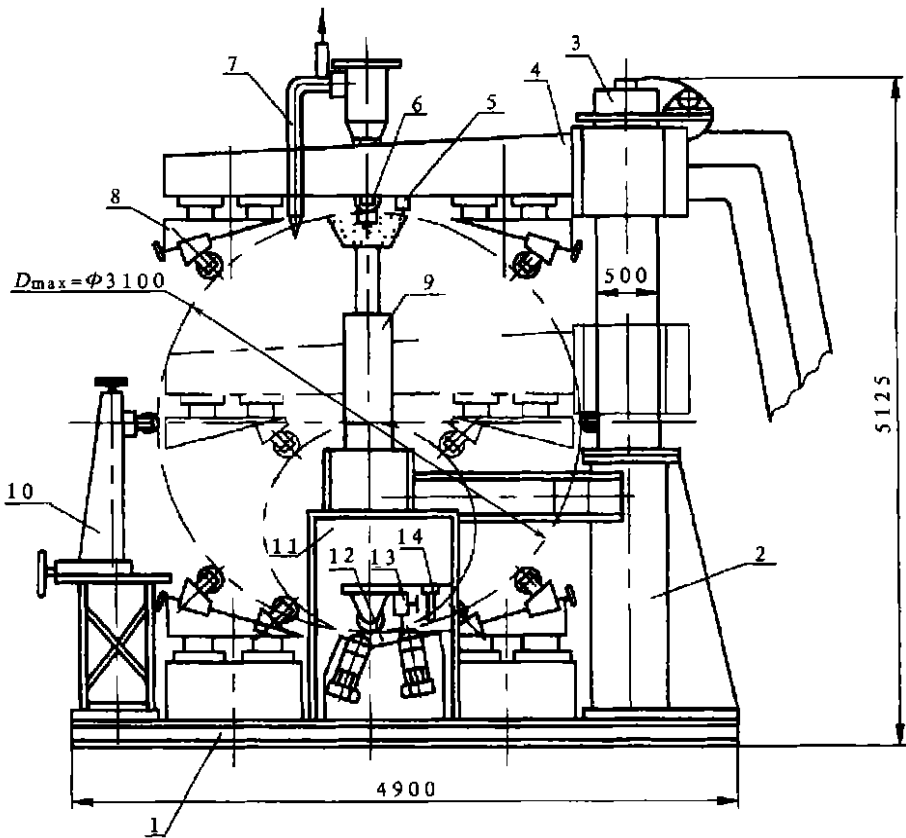


图 4 成型机

1- 转盘 2- 立柱 3- 升降机构 4- 伸臂 5- 外焊 6- 顶辊 7- 外焊剂输送回收 8- 上下辊
9- 内焊垫 10- 侧辊 11- 三辊弯板机 12- 外焊垫 13- 内焊 14- 内焊剂输送回收

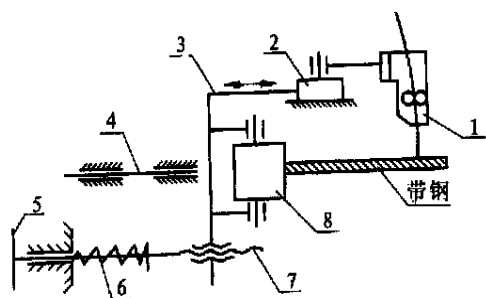


图 5 外焊头跟踪

- 1- 外焊头 2- 滑板 3- 连杆 4- 滑杆
5- 手轮 6- 弹簧 7- 丝杠 8- 靠辊

统,如图 6 所示。焊剂由漏斗 6 添加,靠风缸 5 提供的 4~6 个大气压的压缩空气经管路及喷射管 4 吸入回收器 2 中,使吸收管 7 处于低压状态。通过吸嘴 8 把焊剂回收。其中较大颗粒焊剂借自身重量落入桶底,以供处理后再用;较小颗粒及粉末被气流带回上部,经输入管 3 进入排尘筒 9 并排向厂房外。

3 设备结构及工艺特点

3.1 飞铣切管工作原理(如图 7 所示)

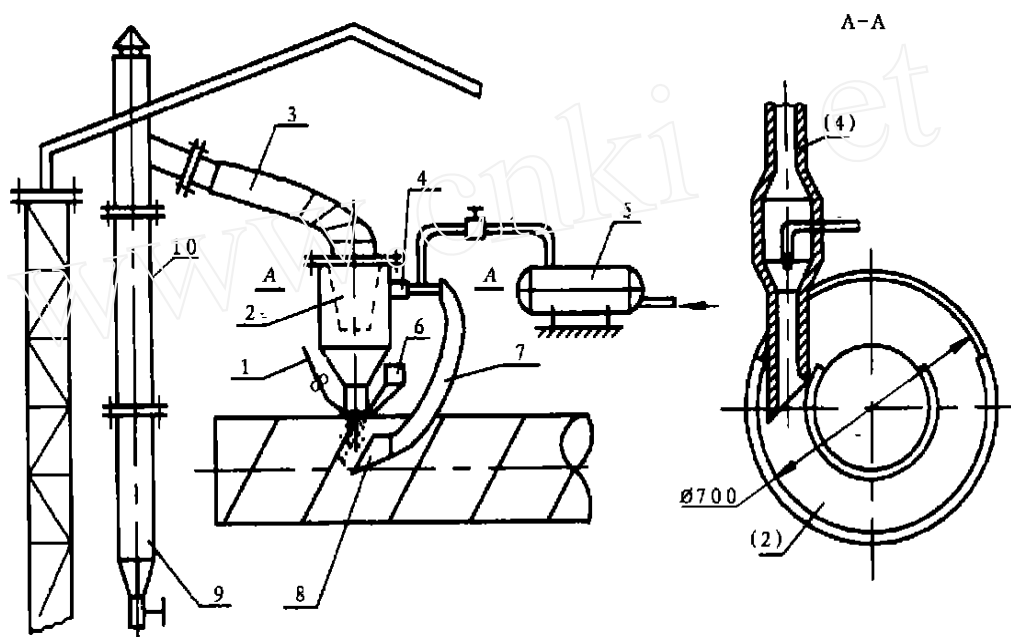


图 6 吸压式焊剂回收系统示意图

- 1- 外焊机 2- 回收器 3- 管路 4- 喷射管 5- 风缸 6- 料斗 7- 吸收管 8- 吸嘴 9- 排尘筒

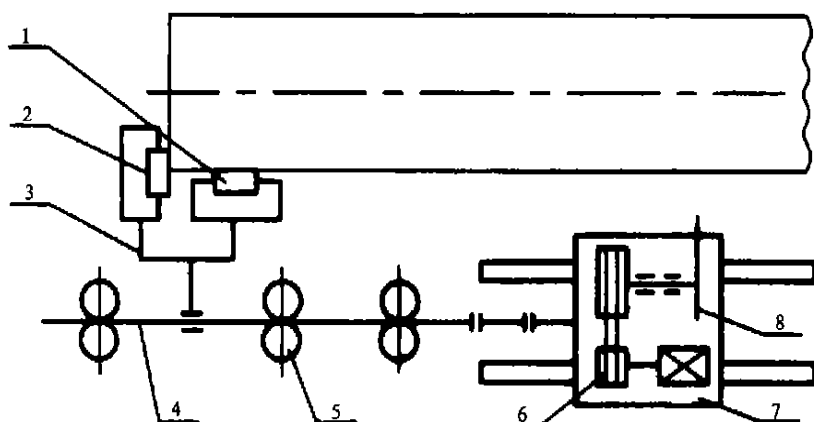


图 7 飞铣切管工作原理

- 1- 平辊 2- 立辊 3- 连杆 4- 拉杆 5- 压辊 6- 皮带传动 7- 机头 8- 铣刀

为解决特大直径薄壁螺旋焊管的飞切定尺问题,先后做了气割、铣切和锯切等试验。其中以铣切法为好。立辊 2 和平辊 1 紧靠运行中的管端和外管壁,通过连杆 3 同拉杆 4 相连。拉杆 4 与切管机头 7 连接并由压辊 5 导向,即可实现切割过程的跟踪与同步。

钢管出了输出导架失承后成了椭圆形。当后桥微调时管子产生抖动,尚有焊缝加强高及直径变化等都给切管刀具以可变的冲击力而损坏刀具。为此设置如图 8 的刀具保护装置,来自钢管 1 的任何变形均可由护辊 2 承受。

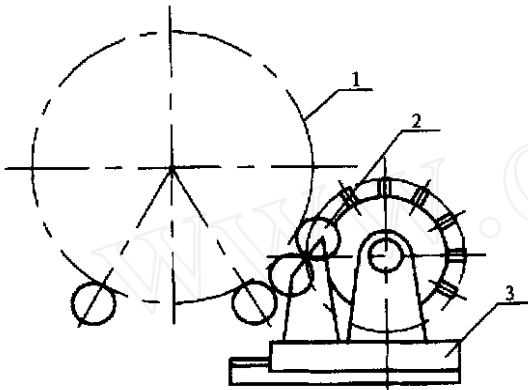


图 8 刀具护辊
1- 钢管 2- 护辊 3- 刀具

所用铣刀直径为 240mm,其上装 12 把刀具,刀具材质为 YW₂,平均切屑长达 160m。

3 2 圆盘剪刀盘结构

通常圆盘剪有悬臂式和通轴式两种。后者比

前者的刚性好,但更换刀盘费时费力。为此我们采用如图 9 的剖分式结构。它有通轴式刚性又有悬臂式维护方便的特点。为提高其使用寿命并解决刀刃剥现象,我们用 5CrMnMo 材质经等温球化退火处理,获得满意效果。

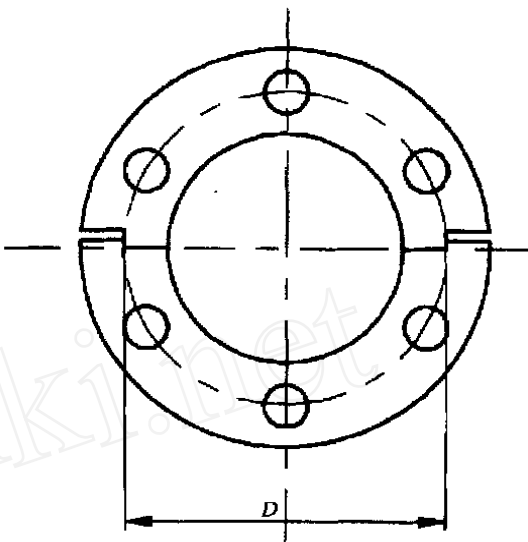


图 9 新式刀盘结构(装配图)

3 3 后桥柔性传动机构

后桥传动常用成型回转中心齿轮传动法和后桥远端扇形齿条传动法两种。其缺点是给加工、安装和维修带来不便。本机采用钢绳驱动法,如图 10 所示。钢绳 1 绕在可驱动的卷筒 2 上,两端通过可调锁紧器 3 与后桥 4 相连,即可实现后桥驱动。多年生产实践证明,柔性传动法具有结构简

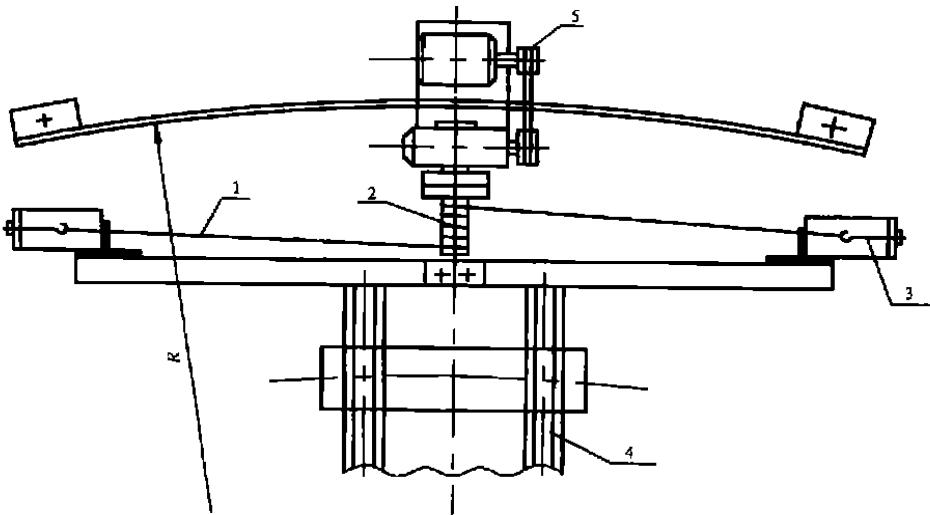


图 10 后桥传动
1- 钢绳 2- 卷筒 3- 锁紧器 4- 后桥 5- 驱动装置

单、运行灵活、使用可靠、投资少等优点。

3.4 回转中心分析

成型机回转中心可置于带钢中心线上或带钢边缘线上。我们在 $\varnothing 2300\text{mm}$ 固定辊式成型样机上采用带钢中心定位法,如图 11(a)。当成型角 α 不变,仅带钢宽度由 B_2 变到 B_1 (调整规格或出现月牙弯时),内焊点要由 A_2 点移到 A_1 点,即内焊点要随带钢宽度变化有较大改变。反之,若 B_2 不变,成型角由 α_2 变到 α_1 (微调或月牙弯出现时),

内焊点要由 A_2 变到 C_2 ,变量 S_2 (或 S_1)。显见,变量大,易产生焊偏,且随 B 值的变化二侧立辊也要相应地调整,给生产带来不便。

在 $\varnothing 1500 \sim 3100\text{mm}$ 可调辊式机组上采用带钢边部定位法,如图 11(b)所示。由于内焊点、回转中心同成型啮合点的接近或重合,当 B 值或 α 值的任何变化,内焊点均处于不动或微动,且仅调单侧立辊,对调型和生产方便得多。

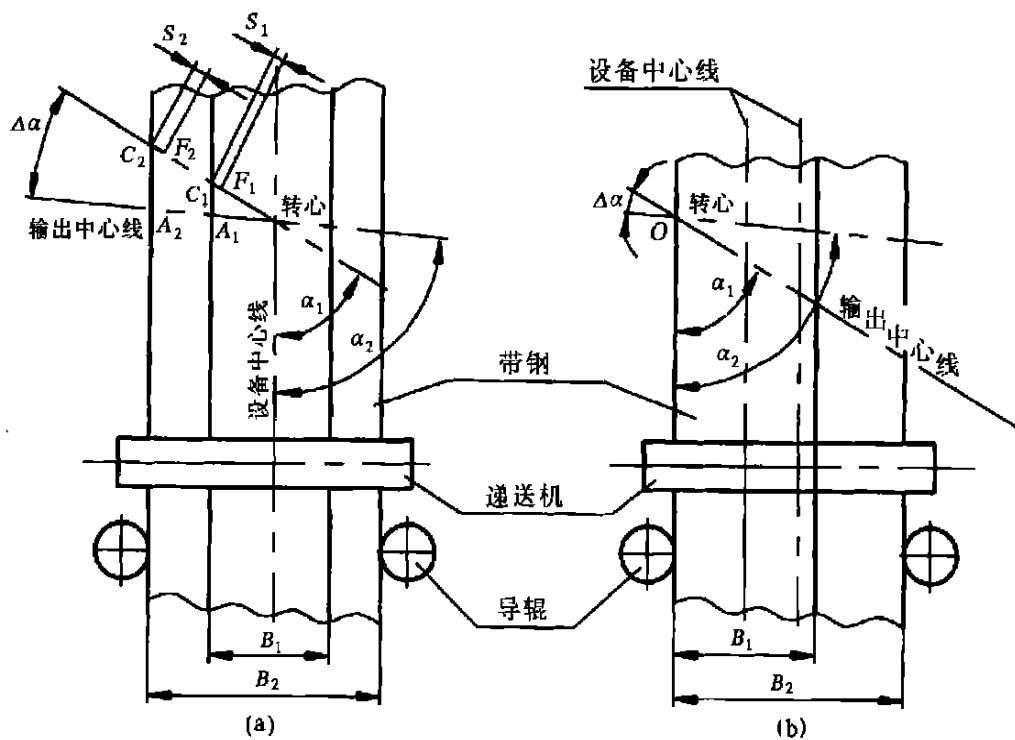


图 11 回转中心位置

究竟用哪种方法,应视规格变化、几何尺寸精度、经济性(边缘定位时输送设备要横移对心)、调整方法等因素综合考虑后确定。

4 调型技术

成型公式 $\cos \alpha = B / TD$ 给出了带钢宽度 B ,管径 D 与成型角 α 三者关系。其中 B 、 α 应为定值,则 D 应为不变量。但生产中 D 是个变量,成型时表现为错边、搭边和离缝,管径则出现时大时小。最大管径偏差+40mm,外涨的管径受成型辊限制鼓得像个“梅花瓣”,卡在成型器里推不动;管径负值达-25mm,钢管离开成型辊,成了失控的“自由管”。

管径变化必伴有“脱剪”现象。靠推钢卷或立辊来防止“脱剪”,其结果不是带钢边部被轧厚(严重时为带钢厚度的一倍),就是在输送带钢的一侧或另一侧交替出现波浪形“隆起”。严重时立辊被挤断或带钢卡在输入导板里,推不动。这表明,成型三要素之外,还有其他因素,如带钢月牙弯、屈服极限、钢管输出阻力、设备安装精度、焊接及成型工艺等。

为把管径控制在给定偏差范围内,我们相应地采取如下调型措施。

4.1 带钢月牙弯

经实测,有的钢卷双侧塔形达100mm以上,带钢月牙弯每10m高达120mm。靠切边可消除

绝大部分月牙弯,但当立辊、递送辊等对带钢的强制限位解除后,带钢的弹复使小部分月牙弯仍会在成型时表现出来。该残余月牙弯的存在将改变带钢输入方向(成型角 α)和带钢宽度 B ,从而导致管径 D 的变化。

按规定这样的钢卷是禁用的,可又必须使用时,我们采取下列调型方法:

(1) 增加切边量。但增加值是有限的,以免浪费钢材。

(2) 提高设备安装精度。为防止带钢送偏,送料设备的任何两个单机间的不平行度误差不大于 $\pm 0.5 \text{mm}$,各送料矫直辊两端的辊隙误差不大于 $\pm 0.1 \text{mm}$ 。

(3) 视月牙弯大小,开卷机后移 $30 \sim 50 \text{m}$ 或把开卷机做成可横移式,借以对月牙弯等因素形成的带钢“隆起”起缓冲或消隆作用,但不能消除月牙弯。

(4) 用开刀借料法。月牙弯越大,越容易脱剪。一旦脱剪,属停机停产事故,较难处理。

若 A ,如图 12(a) 是切边量的零点。如可预知,便可提前在最小允许切边量的 $B-B$ 面切断,再按图 12(b) 所示,把下部带钢左移至不脱剪位置后与上部带钢对接。用横移所借得的料来补偿不足的切边量,虽然可防止脱剪,但要停机影响产量。严重时切 $2 \sim 3$ 次,甚至要剪去一段后再对接,增加了钢材损耗。

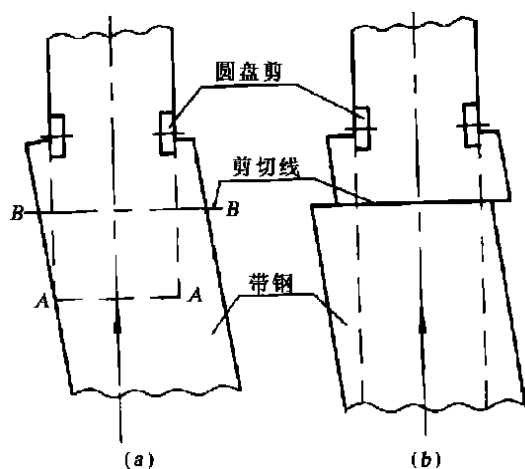


图 12 开刀借料

4.2 三辊弯板机的调型

通过改变带钢预弯曲曲率来控制管径偏差。如图 3,可用辊 1 下降或辊 2、3 升起使管径减小,

反之管径变大。也可使辊 1、2、3 的某端同时升降,使初始的弯管呈喇叭口状。外端若为“收口”,管径变大;若为“扩口”,管径变小。

由于辊 1 的位置变化,改变了输出管的底面标高,不但增大了输出阻力,而且给焊接带来不利。因此,最佳调型方案应是辊 1、2 不动,靠辊 3 升降。

4.3 钢管输出阻力调型

出了输出导架的钢管,随着管长的增加,管子的椭圆度和重量也不断增加,致使钢管输出阻力不断增大。反映到内焊点上,就同被输入的带钢在啮合点处产生一个速度差。相对速度较高的带钢,在成型过程中就必然以增大焊管外径,并以错边形式表现出来,破坏了成型和可焊条件。差值越大,管径变化越大。

为了消除这个输出阻力,如文后图 13 所示,在后桥 1 上增设主动输出辊道 2。四个表面敷以橡胶的输出辊 3 由直流电机 4 通过皮带传动系统 5 驱动。大辊座 6 可沿底座 7,小辊座 8 可沿大辊座 6 调节。输出辊 3 尚可绕其垂轴 9 回转,以适应螺旋角及规格变化的调节。

只要使输出辊道的回转速度能随输出阻力的增加成比例地增大,借以抵消增加的输出阻力,即可达到控制管径偏差的目的。

实则,影响管径变化的因素除已述者外,尚有带钢机械特性(如屈服极限)、钢管成型的初始弯曲及弹复、设备制造及安装精度、工人的维修及操作水平等。因此,用改变输出阻力来控制管径偏差,体现的是诸多影响因素的综合效果。

根据上述工作原理,管径变大时,提高输出辊道速度,把管径“拧”下来,使管径变小;管径变小时,降低主动输出辊道速度,把管径“憋”上去,使管径变大。

多年生产实践证明,用输出阻力调型法来控制管径偏差是成功而有效的。

5 结 语

截止到本机鉴定时,用本技术已生产出近 3 万米直径 $\varnothing 1800 \sim 2800 \text{mm}$ 、长 $5 \sim 10 \text{m}$ 油罐用螺旋焊管,用于运输及化工等部门。

应用户对产品质量要求,我们曾对直径 $\varnothing 2308 \text{mm}$ 、壁厚 4mm 、长 7500mm 的螺旋焊管做了负压爆破实验、焊缝金相分析及 X 光探伤检验。其结果表明,均达到当时的部颁标准。

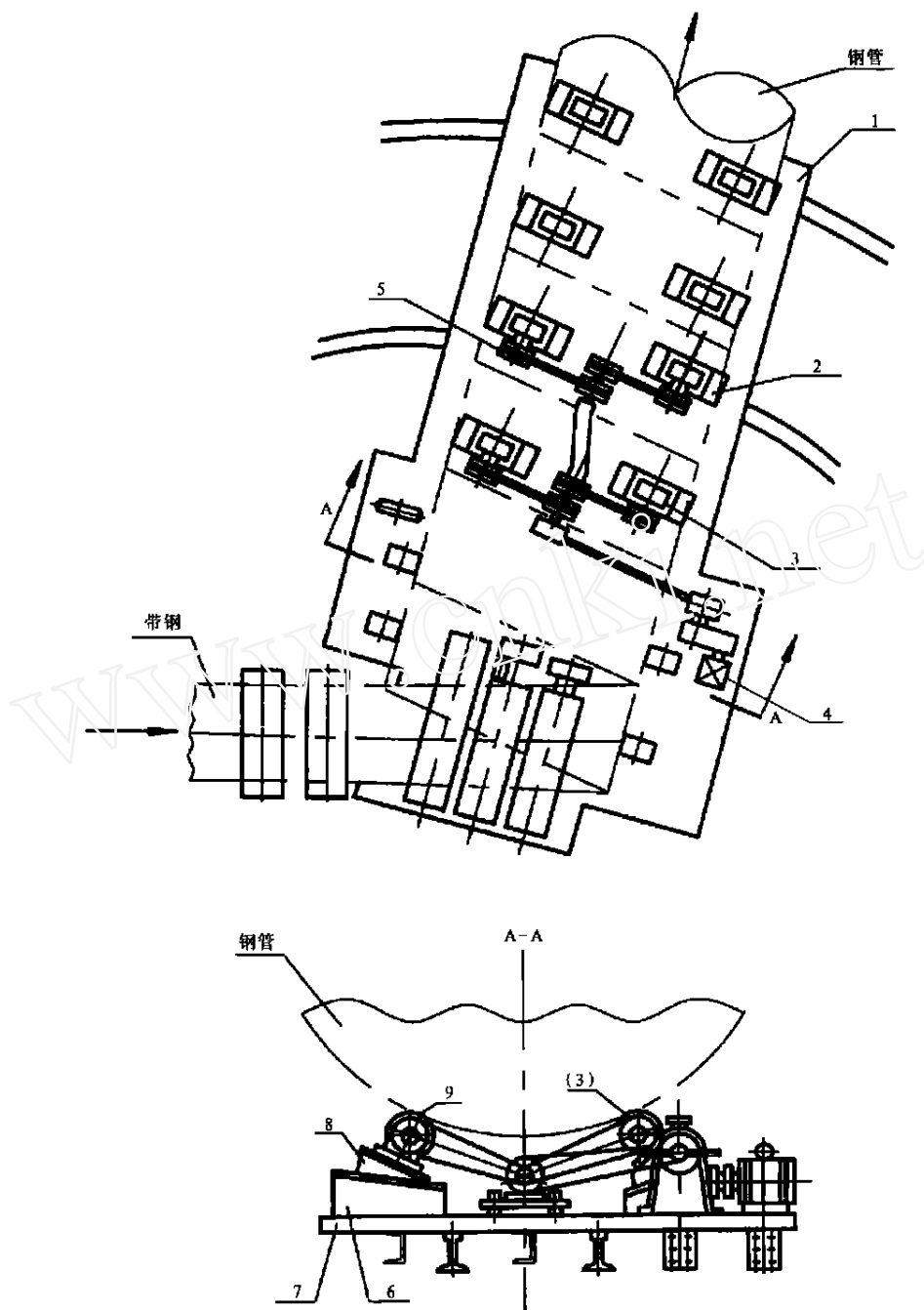


图 13 主动输出辊道

1- 后桥 2- 主动输出辊道 3- 辊子 4- 电动机 5- 皮带传动 6- 大辊座 7- 底座 8- 小辊座 9- 垂轴

参 考 文 献

- 1 Evan 大直径螺旋焊管生产, Welding and Metal Fabrication. 1961(5)

作者 付正荣, 高级工程师, 1934 年生, 1969 年毕业于哈尔滨工业大学轧钢专业, 从事螺旋焊

管机设计试验研究 40 余年, 享受国务院政府特殊津贴

通讯地址: 西安辛家庙, 西安重型技术公司.
电话: 029- 6723179 邮编: 710032

(收稿日期: 2000- 10- 17)

Control the Harden Process Degree to Ensure plastic property of Rectangular Pipe

Xu Hui (31)

Abstracts: To ensure the ductility property of rectangle pipe, the harden process degree shall be controlled. Through four kind Q 235A steel car framework rectangle pipe harden test, the average elongation descend range before and after deformation is got. Based on the test result, the material is chosen to ensure the rectangle pipe plastic property.

Subject Terms: rectangle pipe harden process
property

Discussion on Pipe Tensile Model Sizing Area Friction

Fan Likui (34)

Abstracts: The model sizing area of pipe tensile is regarded as pre-plastic, using the plasticity condition, the sizing area friction effect on tensile force is researched and the calculation formula is discussed. It is proved that friction effect on pipe size reducing can be ignored, but both the size reducing and wall thickness reducing, the sizing area friction effect on tensile force shall be considered.

Subject Terms: pipe tensile sizing area friction

Introduction to $\varnothing 114$ Square Edge Forming Mill

Yang Xian, et al (36)

Abstracts: The main advantage and its properties and parameters of $\varnothing 114$ square edge forming mill were introduced. Meanwhile the usage and the character of its main components were described in brief.

Subject Terms: welded pipe forming forming
machine pre-heat treatment
bending

Size Forming Adjustment Technology of $\varnothing 1500 \sim 3100$ mm Spiral Pipe

Fu Zhengrong (40)

Abstracts: The large diameter thin wall thickness spiral welded pipe mill is introduced, and the forming method and forming machine design characteristic are analyzed. The article also describes the pipe cutting machine, edge trimming, post bridge driving and equipment structure of revolving center, demonstrates the size forming adjustment technology of pipe size deviation.

Subject Terms: spiral welded pipe mill forming
process equipment size forming
adjustment

Design of the Welded Pipe General Hexagonal Packing Clamp

Zhang Jiping, et al (47)

Abstracts: The designed hexagonal packing clamp is adjustable, and the pipe packing force is uniformly, the packing quality is improved. The convenience usage

makes it meet the requirement of all kind welded pipe packing.

Subject Terms: welded pipe hexagonal packing
clamp design

Weld Auto Ultrasonic Detection Probe Support Unit of New Osculatory Method

Wu Yusheng, et al (49)

Abstracts: The weld auto UT detect probe support unit of new osculatory method is introduced, which stick to pipe and control suitable sound wave entrance through adjust of multi-probe angle. The support roller controls the coupling distance and the supply of coupling water to get the fine sound coupling and realize the random detection. This unit suitable to weld osculatory method auto ultrasonic detection of Spiral seam pipe and longitudinal seam pipe.

Subject Terms: welded pipe weld seam ultrasonic
detection probe support unit

Linear Motor Driven Flying-Cutter and Its Control System

Fu Dongxiang, et al (51)

Abstracts: Linear-Motor is apt to move straight. Its structure is simple. There is no medium in transmission. This article will discuss principium of flying saw driven by Linear-Motor and the digital control unit of AT89C51.

Subject Terms: Linear-Motor Flying-Saw

Discuss On the Best Application Effect of Online Edge Planer

Yan Lixue, et al (54)

Abstracts: The edge planer used in the production was analyzed, and its advantage in the production application was discussed, the corresponding measurement was pointed out meanwhile.

Subject Terms: welded pipe edge planer planer
heat dispersibility scrap discharging
profile modeling

Thin Wall Thickness Electric Welded Pipe Produced by CBR Forming Mill

Zhang Chaosheng interpret (56)

Abstracts: The ERW stainless motor vent-pipe not only requires high anti-temperature and anti-oxidation property, but also requires the best reproprocess ability. The over-burn defect is easy to produce during forming process of roller forming, and the weld quality reduced due to usage of lubricant. The CBR forming method developed by Kawasaki Steel Corp. solved this problem and produced W. TQ 6- $\varnothing 8$ mm, O. D. 42.7mm thin wall ERW stainless pipe.

Subject Terms: stainless pipe electric weldin
forming quality property