



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103934333 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201410147223. 0

CN 203437475 U, 2014. 02. 19, 全文.

(22) 申请日 2014. 04. 14

US 3762196 A, 1973. 10. 02, 全文.

US 4112728 A, 1978. 09. 12, 全文.

(73) 专利权人 楼碧云

审查员 唐肇蔚

地址 311815 浙江省绍兴市诸暨市次坞镇沈河村 218 号

专利权人 方小刚 方新刚 吴刚 方流生  
汪贤女 吴扬华 舒泳军 汪涛  
夏雨 吴杨 王康 张关池  
吴美俊 钟潘霄 吴延飞  
张建锋 刘芝英 王燕红 张延  
张关莲 刘美福

(72) 发明人 楼碧云

(51) Int. Cl.

B21D 11/07(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103191962 A, 2013. 07. 10, 全文.

CN 201940475 U, 2011. 08. 24, 全文.

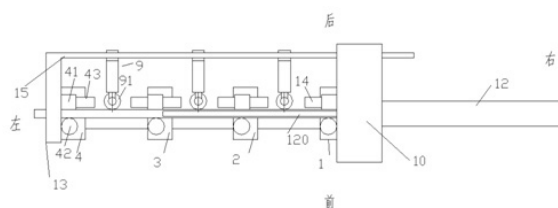
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种直线型加热炉炉管的弯曲工艺

(57) 摘要

一种直线型加热炉管的弯曲加工工艺, 其使用一种炉管弯曲设备, 所述炉管弯曲设备包括左机架(13) 和推压机构(10), 推压机构(10) 在左机架(13) 右方, 所述左机架(13) 的右侧后部固定连接有燕尾导轨(15), 燕尾导轨(15) 在左右方向上水平延伸, 燕尾导轨(15) 的左端与所述左机架(13) 固定连接, 燕尾导轨(15) 的右端与推压机构(10) 的后部中的燕尾槽滑动连接, 所述左机架(13) 的前部设置有供炉管穿过的一个通孔; 所述燕尾导轨(15) 上在所述左机架(13) 和推压机构(10) 之间从左至右依次滑动设置有三个弯曲液压装置(9)。



1. 用夹具位置传感器并进行去应力退火的直线型炉管弯曲工艺,其使用一种炉管弯曲设备,所述炉管弯曲设备包括左机架(13)和推压机构(10),推压机构(10)在左机架(13)右方,所述左机架(13)的右侧后部固定连接有燕尾导轨(15),燕尾导轨(15)在左右方向上水平延伸,燕尾导轨(15)的左端与所述左机架(13)固定连接,燕尾导轨(15)的右端与推压机构(10)的后部中的燕尾槽滑动连接,所述左机架(13)的前部设置有供炉管穿过的一个通孔;所述燕尾导轨(15)上在所述左机架(13)和推压机构(10)之间从左至右依次滑动设置有三个弯曲液压装置(9);推压机构(10)的左侧前部固定设置有第一夹具(1),左机架(13)的右侧前部固定设置有第二夹具(4),在所述左机架(13)和推压机构(10)之间设置有前导轨,所述前导轨在第二夹具(4)和第一夹具(1)之间直线延伸,并且当推压机构(10)沿着所述燕尾导轨(15)滑动时,第一夹具(1)能够沿着前导轨朝向第二夹具(4)滑动;所述前导轨上在第二夹具(4)和第一夹具(1)之间还滑动地设置有第三夹具(3)和第四夹具(2),四个所述夹具(1、2、3、4)均包括夹具基体、后夹块(41)和前夹块(42),每个所述夹具的所述后夹块(41)和前夹块(42)均沿着在所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面中的前后方向而相对地设置,并在夹具基体上能够实现接触夹紧和分离松开的动作;其中,所述后夹块(41)均位于所述前导轨后方,并且为长方体形状,所述前夹块(42)均位于所述前导轨前方,且为圆柱体形状;所述长方体形状和圆柱体形状的纵向轴线均垂直于所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面;

其中,所述第二夹具(4)的后夹块的右侧面上设置有向右侧延伸的右延伸限位块(43),所述第一夹具(1)的后夹块的左侧面上均设置有向左侧延伸的左延伸限位块(14),第三夹具(3)和第四夹具(2)的后夹块的左、右侧面上均分别地设置有向左侧延伸的左延伸限位块和向右侧延伸的右延伸限位块;

所述三个弯曲液压装置(9)中的每个均包括驱动液压缸,所述驱动液压缸相对于燕尾导轨(15)的纵向轴线垂直设置,并且能够在燕尾导轨(15)上滑动;所述驱动液压缸的液压杆末端铰接有弯曲滚(91),并且驱动液压缸能够沿着与燕尾导轨(15)垂直的方向驱动对弯曲滚(91)施加向前的弯管推力;所述三个弯曲液压装置(9)中的每个均还包括行走驱动机构,用以分别地驱动相应的弯曲液压装置(9)沿着燕尾导轨(15)滑动到不同位置;

所述推压机构(10)的右侧设置有支撑杆伸缩机构(12),支撑杆伸缩机构(12)设置在所述燕尾导轨(15)的前方,支撑杆伸缩机构(12)具有伸缩性支撑杆(120),伸缩性支撑杆(120)从推压机构(10)的右侧穿过离开推压机构(10)的左侧并能够用于伸入到所述炉管内,从而起到支撑炉管防止炉管发生不期望弯曲的作用,并能够在支撑杆伸缩机构(12)的驱动下在左右方向上往复移动;

所述炉管弯曲工艺包括如下步骤:

- A. 提供直线型炉管;
- B. 将所述直线型炉管穿入所述左机架(13)上的一个通孔并向右推进,直至所述直线型炉管要进行弯曲加工的长度部分伸出于所述左机架(13);
- C. 所述第二夹具(4)将所述直线型炉管的左端夹紧;
- D. 推压机构(10)运动,以使得第一夹具(1)夹紧直线型炉管的右端;
- E. 第三夹具(3)和第四夹具(2)在第二夹具(4)和第一夹具(1)之间对直线型炉管夹紧,并使得第二夹具(4)、第三夹具(3)、第四夹具(2)和第一夹具(1)将直线型炉管的前臂

分隔成长度相等的三个长度段；所述前导轨上固定设置有左夹具位置感知传感器和右夹具位置感知传感器，其中，所述前导轨的左夹具位置感知传感器当第三夹具(3)的位置与其对应时被触发从而发出信号，所述前导轨的右夹具位置感知传感器当第四夹具(2)的位置与其对应时被触发从而发出信号；前导轨上的所述夹具位置感知传感器在前导轨上定位成有助于实现将炉管的相应加工段分成所述长度相等的三个长度段，所述位置感知传感器是霍尔效应传感器、以及磁效应传感器，或者一个是霍尔效应传感器，另一个是磁效应传感器；

F. 所述三个弯曲液压装置(9)中的每个使其弯曲滚(91)分别接触所述三个长度段中相应的每个长度段的中点；

G. 推压机构(10)的支撑杆伸缩机构(12)将伸缩性支撑杆(120)伸入直线型炉管的管内，并留下所述三个长度段中的左起第一个长度段未被支撑，左起第二和第三个长度段被支撑；

H. 左侧的弯曲液压装置(9)的弯曲滚开始向外顶压所述第一个长度段，从而使其发生直线形弯曲，推压机构(10)随着弯曲的进行而同步地跟随推压，同时，第三夹具(3)、第四夹具(2)也同步地跟随运动；在顶压的过程中，左侧的弯曲液压装置(9)在其行走驱动机构的驱动下向左运动，从而使其弯曲滚保持对应于所述第一个长度段中点的位置；当第二夹具(4)的右延伸限位块(43)和第三夹具(3)的左延伸限位块接触时，所述左侧的弯曲液压装置(9)的弯曲滚停止顶压，并且推压机构(10)停止继续向前推压；

I. 推压机构(10)的支撑杆伸缩机构(12)将伸缩性支撑杆(120)回缩，从而使得留下所述三个长度段中的左起第一个长度段和左起第二个长度段均未被支撑，左起第三个长度段被支撑；

J. 中间的弯曲液压装置(9)开始顶压所述左起第二个长度段，直至第三夹具(3)的右延伸限位块与第四夹具(2)的左延伸限位块接触；

K. 推压机构(10)使得所述支撑杆(120)完全回缩，以使三个长度段均未被支撑；

L. 右侧的弯曲液压装置(9)开始顶压所述左起第三个长度段，直至第四夹具(2)的右延伸限位块与第一夹具(1)的左延伸限位块接触；

M. 各个夹具松开，取走弯曲加工完毕的加热炉管；

N. 将弯曲加工完毕的加热炉管放入去应力热处理炉进行去应力退火，退火的工艺条件是：保温温度 300 摄氏度，保温时间 3 小时。

## 一种直线型加热炉炉管的弯曲工艺

### 技术领域

[0001] 本申请涉及加热炉炉管的制作,具体为一种直线型的加热炉炉管弯曲工艺。

### 背景技术

[0002] 加热炉在工业中有着广泛的应用,例如钢坯加热、工件热处理等。为了增加加热炉的加热均匀性,加热炉炉管往往采用弯曲的形式。

[0003] 在现有技术中,为了保证对具体加热炉形状的要求以及满足对具体加热热量分别的要求,通常需要对炉管的形状进行具体形状的弯曲。对于加热炉炉管的弯曲,在现有技术中往往采用冲压成型的方式。这种成型方式可以高效快速地实现弯曲加工,并且加工精度高,成本较低,在现有技术中具有广泛应用。但是,这种加热方式容易在加热炉炉管的纵向方向上产生显著大量的不均匀变形,导致加热炉炉管的横截面面积在炉管的纵向方向上具有较大变动,这使得在加热过程中加热均匀性难以控制,而且,容易在使用的过程中产生不均匀的应力集中,从而导致加热炉的使用稳定性、安全性大大降低,而且缩短了加热炉的使用寿命。

[0004] 在现有技术中也具有使用弯折滚对工件进行弯折的方案。但是,这种方案往往对工件采用逐个弯的弯曲,由于工件的纵向尺寸较大,在工件的完整转动过程中,这种加工往往需要较大的加工空间,而且,由于加工过程为采用逐个弯的方式,加工过程较长,加工效率较低,由此导致加工成本上升,而且难以保证加工的形状精度。

### 发明内容

[0005] 本发明一种加热炉炉管弯曲工艺,其旨在解决现有技术中加工变形不均匀和加工过程长、形状精度低等缺陷,并提供一种具有具体形状的加热炉炉管的弯曲工艺。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

[0007] 用夹具位置传感器并进行去应力退火的直线型炉管弯曲工艺,其使用一种炉管弯曲设备,所述炉管弯曲设备包括左机架和推压机构,推压机构在左机架右方,所述左机架的右侧后部固定连接燕尾导轨,燕尾导轨在左右方向上水平延伸,燕尾导轨的左端与所述左机架固定连接,燕尾导轨的右端与推压机构的后部中的燕尾槽滑动连接,所述左机架的前部设置有供炉管穿过的一个通孔;所述燕尾导轨上在所述左机架和推压机构之间从左至右依次滑动设置三个弯曲液压装置;推压机构的左侧前部固定设置有第一夹具,左机架的右侧前部固定设置有第二夹具,在所述左机架和推压机构之间设置有前导轨,所述前导轨在第二夹具和第一夹具之间直线延伸,并且当推压机构沿着所述燕尾导轨滑动时,第一夹具能够沿着前导轨朝向第二夹具滑动;所述前导轨上在第二夹具和第一夹具之间还滑动地设置有第三夹具和第四夹具,四个所述夹具均包括夹具基体、后夹块和前夹块,每个所述夹具的所述后夹块和前夹块均沿着在所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面中的前后方向而相对地设置,并在夹具基体上能够实现接触夹紧和分离松开的动作;其中,所述后夹块均位于所述前导轨后方,并且为长方体形状,所述前夹块、均位于所述前导轨前方,且为圆柱

体形状；所述长方体形状和圆柱体形状的纵向轴线均垂直于所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面。

[0008] 其中，所述第二夹具的后夹块的右侧面上设置有向右侧延伸的右延伸限位块，所述第一夹具的后夹块的左侧面上均设置有向左侧延伸的左延伸限位块，第三夹具和第四夹具的后夹块的左、右侧面上均分别地设置有向左侧延伸的左延伸限位块和向右侧延伸的右延伸限位块。

[0009] 所述三个弯曲液压装置中的每个均包括驱动液压缸，所述驱动液压缸相对于燕尾导轨的纵向轴线垂直设置，并且能够在燕尾导轨上滑动；所述驱动液压缸的液压杆末端铰接有弯曲滚，并且驱动液压缸能够沿着与燕尾导轨垂直的方向驱动对弯曲滚施加向前的弯管推力；所述三个弯曲液压装置中的每个均还包括行走驱动机构，用以分别地驱动相应的弯曲液压装置沿着燕尾导轨滑动到不同位置。

[0010] 所述推压机构的右侧设置有支撑杆伸缩机构，支撑杆伸缩机构设置在所述燕尾导轨的前方，支撑杆伸缩机构具有伸缩性支撑杆，伸缩性支撑杆从推压机构的右侧穿过离开推压机构的左侧并能够用于伸入到所述炉管内，从而起到支撑炉管防止炉管发生不期望弯曲的作用，并能够在支撑杆伸缩机构的驱动下在左右方向上往复移动。

[0011] 所述炉管弯曲工艺包括如下步骤：

[0012] A. 提供直线型炉管；

[0013] B. 将所述直线型炉管穿入所述左机架上的一个通孔并向右推进，直至所述直线型炉管要进行弯曲加工的长度部分伸出所述左机架；

[0014] C. 所述第二夹具将所述直线型炉管的左端夹紧；

[0015] D. 推压机构运动，以使得第一夹具夹紧直线型炉管的右端；

[0016] E. 第三夹具和第四夹具在第二夹具和第一夹具之间对直线型炉管夹紧，并使得第二夹具、第三夹具、第四夹具和第一夹具将直线型炉管的前臂分隔成长度相等的三个长度段；所述前导轨上固定设置有左夹具位置感知传感器和右夹具位置感知传感器，其中，所述前导轨的左夹具位置感知传感器当第三夹具的位置与其对应时被触发从而发出信号，所述前导轨的右夹具位置感知传感器当第四夹具的位置与其对应时被触发从而发出信号；前导轨上的所述夹具位置感知传感器在前导轨上定位成有助于实现将炉管的相应加工段分成所述长度相等的三个长度段，所述位置感知传感器是霍尔效应传感器、以及磁效应传感器，或者一个是霍尔效应传感器，另一个是磁效应传感器；

[0017] F. 所述三个弯曲液压装置中的每个使其弯曲滚分别接触所述三个长度段中相应的每个长度段的中点；

[0018] G. 推压机构的支撑杆伸缩机构将伸缩性支撑杆伸入直线型炉管的管内，并留下所述三个长度段中的左起第一个长度段未被支撑，左起第二和第三个长度段被支撑；

[0019] H. 左侧的弯曲液压装置的弯曲滚开始向外顶压所述第一个长度段，从而使其发生直线形弯曲，推压机构随着弯曲的进行而同步地跟随推压，同时，第三夹具、第四夹具也同步地跟随运动；在顶压的过程中，左侧的弯曲液压装置在其行走驱动机构的驱动下向左运动，从而使其弯曲滚保持对应于所述第一个长度段中点的位置；当第二夹具的右延伸限位块和第三夹具的左延伸限位块接触时，所述左侧的弯曲液压装置的弯曲滚停止顶压，并且推压机构停止继续向前推压；

- [0020] I. 推压机构的支撑杆伸缩机构将伸缩性支撑杆回缩,从而使得留下所述三个长度段中的左起第一个长度段和左起第二个长度段均未被支撑,左起第三个长度段被支撑;
- [0021] J. 中间的弯曲液压装置开始顶压所述左起第二个长度段,直至第三夹具的右延伸限位块与第四夹具的左延伸限位块接触;
- [0022] K. 推压机构使得所述支撑杆完全回缩,以使三个长度段均未被支撑;
- [0023] L. 右侧的弯曲液压装置开始顶压所述左起第三个长度段,直至第四夹具的右延伸限位块与第一夹具的左延伸限位块接触;
- [0024] M. 各个夹具松开,取走弯曲加工完毕的加热炉炉管。
- [0025] N. 将弯曲加工完毕的加热炉炉管放入去应力热处理炉进行去应力退火,退火的工艺条件是:保温温度摄氏度,保温时间小时。
- [0026] 由于本发明中,在每个夹具上采用了延伸限位块,从而使得限位块接触后,能够对成型后的炉管进行一个锁定,在后续的加工作用力的作用下,不会对精确成型后的弯曲形状造成影响;而采用了一边为长方体形、一边为圆柱形的夹具,使得保证了足够的夹紧力的同时,又能够对成形的炉管形成平滑的弯曲变形;整个过程,一边在纵向方向送料,一边利用弯折滚动作进行折弯,因此,其避免了现有技术中在炉管的纵向方向上在所加工弯曲的部位产生较大纵向变形的问题,而且,在加工过程中,其采用独特的加工形式,一边送料,弯曲滚在垂直纵向方向中进行动作并且在平行纵向方向上进行移动,从而保持弯曲滚与所弯曲部位的相对位置关系,而炉管在其他夹紧装置的整体移动下被纵向送入,因此,保证了炉管整体保持纵向方向而被逐个弯进行弯折,整个弯曲过程连续,无需重复对炉管进行装夹和拆卸,使得整个加工过程加工空间小,加工过程短而且保证了加工的形状精度。而且,多个夹具能够在加工过程中滑动,保证了在加工过程中始终对炉管具有夹持定位的锁定。

## 附图说明

- [0027] 图 1 是本发明的弯曲装置的俯视示意图。
- [0028] 图 2 是本发明的图 1 中弯曲装置在对炉管弯曲完成后的俯视示意图。
- [0029] 图 3 是弯曲完成后的炉管形状的俯视示意图。

## 具体实施方式

- [0030] 下面结合附图 1-3 对本发明进行详细说明。
- [0031] 用夹具位置传感器并进行去应力退火的直线型炉管弯曲工艺,其使用一种炉管弯曲设备,所述炉管弯曲设备包括左机架 13 和推压机构 10,推压机构 10 在左机架 13 右方,所述左机架 13 的右侧后部固定连接有燕尾导轨 15,燕尾导轨 15 在左右方向上水平延伸,燕尾导轨 15 的左端与所述左机架 13 固定连接,燕尾导轨 15 的右端与推压机构 10 的后部中的燕尾槽滑动连接,所述左机架 13 的前部设置有供炉管穿过的一个通孔;所述燕尾导轨 15 上在所述左机架 13 和推压机构 10 之间从左至右依次滑动设置有三个弯曲液压装置 9;推压机构 10 的左侧前部固定设置有第一夹具 1,左机架 13 的右侧前部固定设置有第二夹具 4,在所述左机架 13 和推压机构 10 之间设置有前导轨,所述前导轨在第二夹具 4 和第一夹具 1 之间直线延伸,并且当推压机构 10 沿着所述燕尾导轨 15 滑动时,第一夹具 1 能够沿着前导轨朝向第二夹具 4 滑动;所述前导轨上在第二夹具 4 和第一夹具 1 之间还滑动地设置有

第三夹具 3 和第四夹具 2, 四个所述夹具 1、2、3、4 均包括夹具基体、后夹块 41 和前夹块 42, 每个所述夹具的所述后夹块 41 和前夹块 42 均沿着在所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面中的前后方向而相对地设置, 并在夹具基体上能够实现接触夹紧和分离松开的动作; 其中, 所述后夹块 41 均位于所述前导轨后方, 并且为长方体形状, 所述前夹块 42 均位于所述前导轨前方, 且为圆柱体形状; 所述长方体形状和圆柱体形状的纵向轴线均垂直于所述炉管发生平面弯曲时的弯曲平面。

[0032] 其中, 所述第二夹具 4 的后夹块的右侧面上设置有向右侧延伸的右延伸限位块 43, 所述第一夹具 1 的后夹块的左侧面上均设置有向左侧延伸的左延伸限位块 14, 第三夹具 3 和第四夹具 2 的后夹块的左、右侧面上均分别地设置有向左侧延伸的左延伸限位块和向右侧延伸的右延伸限位块。

[0033] 所述三个弯曲液压装置 9 中的每个均包括驱动液压缸, 所述驱动液压缸相对于燕尾导轨 15 的纵向轴线垂直设置, 并且能够在燕尾导轨 15 上滑动; 所述驱动液压缸的液压杆末端铰接有弯曲滚 91, 并且驱动液压缸能够沿着与燕尾导轨 15 垂直的方向驱动对弯曲滚 91 施加向前的弯管推力; 所述三个弯曲液压装置 9 中的每个均还包括行走驱动机构, 用以分别地驱动相应的弯曲液压装置 9 沿着燕尾导轨 15 滑动到不同位置。

[0034] 所述推压机构 10 的右侧设置有支撑杆伸缩机构 12, 支撑杆伸缩机构 12 设置在所述燕尾导轨 15 的前方, 支撑杆伸缩机构 12 具有伸缩性支撑杆 120, 伸缩性支撑杆 120 从推压机构 10 的右侧穿过离开推压机构 10 的左侧并能够用于伸入到所述炉管内, 从而起到支撑炉管防止炉管发生不期望弯曲的作用, 并能够在支撑杆伸缩机构 12 的驱动下在左右方向上往复移动。

[0035] 所述炉管弯曲工艺包括如下步骤:

[0036] A. 提供直线型炉管;

[0037] B. 将所述直线型炉管穿入所述左机架 13 上的一个通孔并向右推进, 直至所述直线型炉管要进行弯曲加工的长度部分伸出于所述左机架 13;

[0038] C. 所述第二夹具 4 将所述直线型炉管的左端夹紧;

[0039] D. 推压机构 10 运动, 以使得第一夹具 1 夹紧直线型炉管的右端;

[0040] E. 第三夹具 3 和第四夹具 2 在第二夹具 4 和第一夹具 1 之间对直线型炉管夹紧, 并使得第二夹具 4、第三夹具 3、第四夹具 2 和第一夹具 1 将直线型炉管的前臂分隔成长度相等的三个长度段; 所述前导轨上固定设置有左夹具位置感知传感器和右夹具位置感知传感器, 其中, 所述前导轨的左夹具位置感知传感器当第三夹具 3 的位置与其对应时被触发从而发出信号, 所述前导轨的右夹具位置感知传感器当第四夹具 2 的位置与其对应时被触发从而发出信号; 前导轨上的所述夹具位置感知传感器在前导轨上定位成有助于实现将炉管的相应加工段分成所述长度相等的三个长度段, 所述位置感知传感器是霍尔效应传感器、以及磁效应传感器, 或者一个是霍尔效应传感器, 另一个是磁效应传感器;

[0041] F. 所述三个弯曲液压装置 9 中的每个使其弯曲滚 91 分别接触所述三个长度段中相应的每个长度段的中点;

[0042] G. 推压机构 10 的支撑杆伸缩机构 12 将伸缩性支撑杆 120 伸入直线型炉管的管内, 并留下所述三个长度段中的左起第一个长度段未被支撑, 左起第二和第三个长度段被支撑;

[0043] H. 左侧的弯曲液压装置 9 的弯曲滚开始向外顶压所述第一个长度段,从而使其发生直线形弯曲,推压机构 10 随着弯曲的进行而同步地跟随推压,同时,第三夹具 3、第四夹具 2 也同步地跟随运动;在顶压的过程中,左侧的弯曲液压装置 9 在其行走驱动机构的驱动下向左运动,从而使其弯曲滚保持对应于所述第一个长度段中点的位置;当第二夹具 4 的右延伸限位块 43 和第三夹具 3 的左延伸限位块接触时,所述左侧的弯曲液压装置 9 的弯曲滚停止顶压,并且推压机构 10 停止继续向前推压;

[0044] I. 推压机构 10 的支撑杆伸缩机构 12 将伸缩性支撑杆 120 回缩,从而使得留下所述三个长度段中的左起第一个长度段和左起第二个长度段均未被支撑,左起第三个长度段被支撑;

[0045] J. 中间的弯曲液压装置 9 开始顶压所述左起第二个长度段,直至第三夹具 3 的右延伸限位块与第四夹具 2 的左延伸限位块接触;

[0046] K. 推压机构 10 使得所述支撑杆 120 完全回缩,以使三个长度段均未被支撑;

[0047] L. 右侧的弯曲液压装置 9 开始顶压所述左起第三个长度段,直至第四夹具 2 的右延伸限位块与第一夹具 1 的左延伸限位块接触;

[0048] M. 各个夹具松开,取走弯曲加工完毕的加热炉炉管。

[0049] N. 将弯曲加工完毕的加热炉炉管放入去应力热处理炉进行去应力退火,退火的工艺条件是:保温温度 300 摄氏度,保温时间 3 小时。



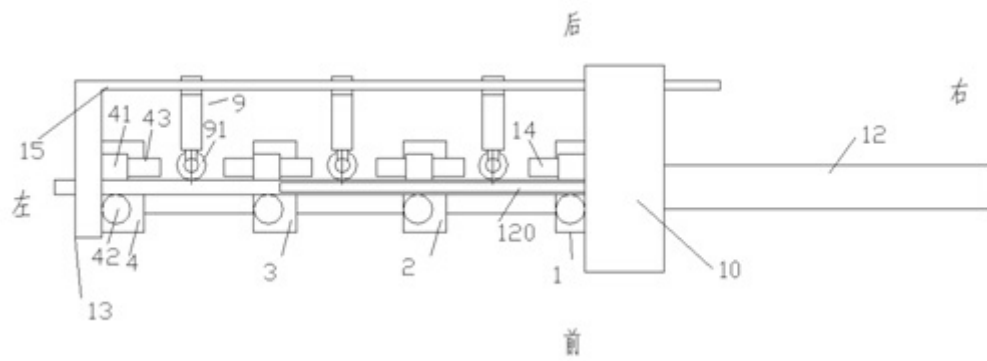


图 1

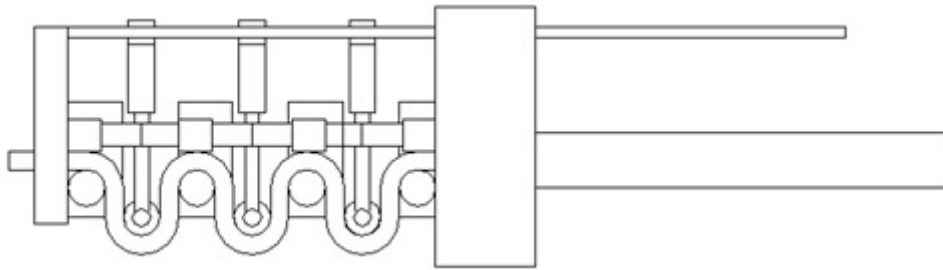


图 2



图 3