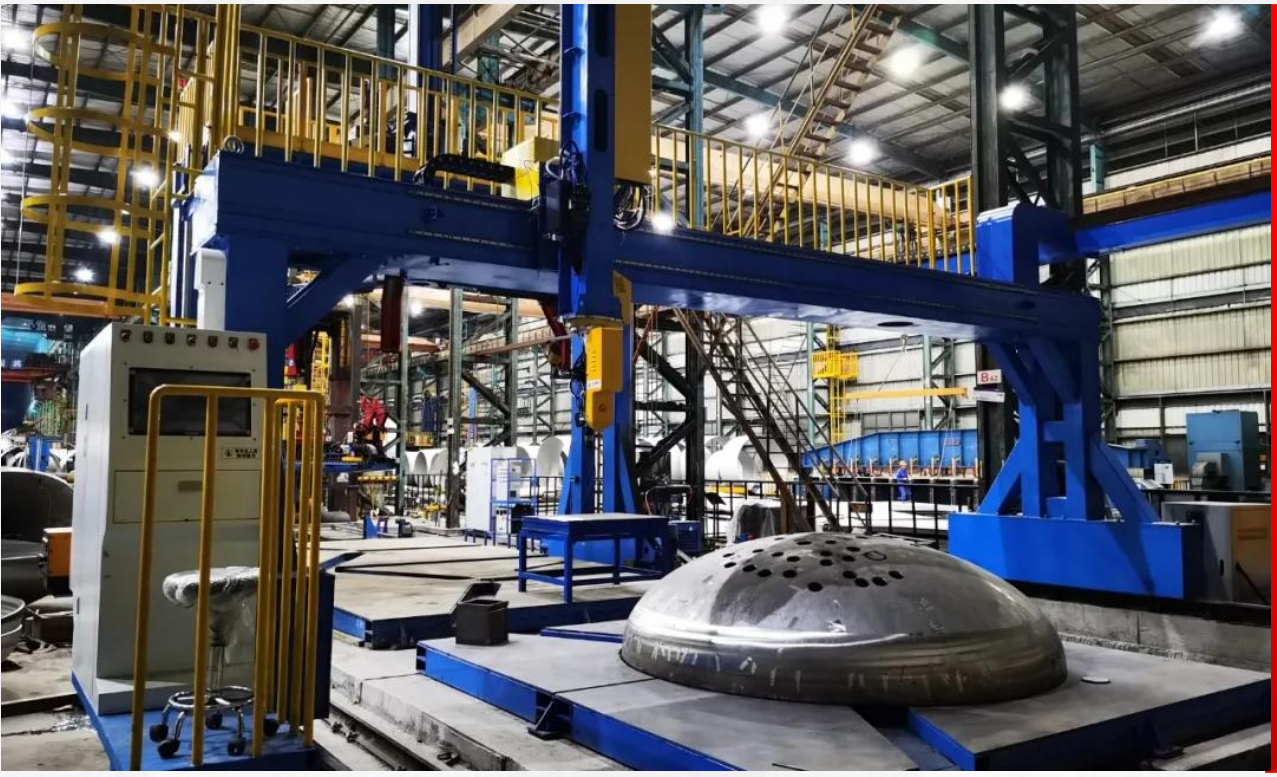
西恩智装
Seanior CNC Systems
为客户创造实用价值

江苏西恩元点智能装备有限公司

封头钢管全自动切割设备

Automatic head cutting machine



技术方案

采 购 商：

地　　址：

联 系 人：

联系电话：

业务联系：潘峰

联系电话：17615900086

江苏西恩元点智能装备有限公司

JIANG SU XI EN YUAN DIAN ZHI NENG ZHUAGN BEI

目录

第 1 章 概述.....3
1.1 设备概述.....3
1.2 封头钢管开孔切割功能与特点.....3
1.2.1 支持封头类型.....3
1.2.2 支持开孔类型.....4
1.2.3 支持坡口类型.....5
第 2 章 设备组成.....6
2.1 结构组成.....6
2.1.1 总体结构.....6
2.1.2 具体结构.....6
2.1.3 各轴结构.....7
2.2 控制系统组成.....8
2.2.1 系统组成.....8
2.2.2 系统的功能与特点.....8
2.3 激光视觉传感器.....11
2.4 等离子电源.....12
2.5 除尘系统.....14
第 3 章 性能指标.....16
3.1 性能指标表.....16
3.2 切割效率估算.....16
第 4 章 供货范围与供货周期.....19
4.1 供货范围.....19
4.2 供货周期.....19
第 5 章 验收与售后服务.....20
5.1 发货、安装、验收.....20
5.2 培训计划.....20
5.3 技术服务.....20
5.4 技术资料及需方配套说明.....20

第 1 章 概述

1.1 设备概述

本设备为一套封头钢管全自动开孔切割机，型号为CN-FTCUT-1500，用于椭圆封头、碟形封头、球形封头、平盖封头、筒体、大圆管坡口的开孔切割加工，采用五轴联动龙门式桁架+卡盘变位机结构，配备全自动数控系统、激光视觉自动定位、精细等离子切割系统、除尘系统，可全自动、一次性连续完成封头上所有开孔切割工作，切割表面光滑、切割精度高，大量节省人工二次修正时间。

根据用户对封头的开孔数量需求，可以匹配多台封头的切割工位，实现生产线操作，提高生产效率。

1.2 设备功能与特点

龙门式桁架结构为五轴联动龙门式桁架+卡盘变位机结构，可以实现装备智能化，封头任意摆放，视觉扫描自动定位封头位置，无需工装夹具，开孔质量高，切割精度高，表面光滑，切割后无

需人工修正和打磨，生产效率高，全自动、一次性连续完成封头上所有孔的切割动作，相比人工切割效率提升 10 倍以上。

切割钢管工艺可实现大筒体与管子的相贯线、相关孔切割功能，具有自动切割 45-60° 定角坡口、变角坡口、渐变坡口功能，可连续性、一次性完成筒体母管及管子支管的所有孔的切割。

支持管子类型与材质

该设备搭载全自主研发数控系统 +TCP 回转式坡口机头，不仅可以切割封头。同时具备板材坡口切割条件，可选配板材坡口数控系统即可切割板材坡口。

1.2.1 支持封头类型

支持所有国标的椭圆形封头、碟形封头、球形封头、平盖封头，如下图所示见表 1-1。

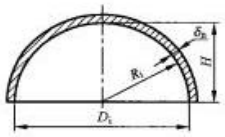
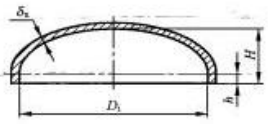
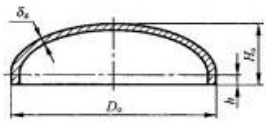
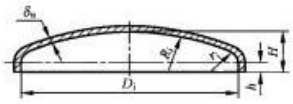
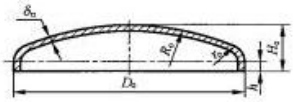
名称		断面形状	类型代号	型式参数关系
半球形封头*			HHA	$D_i=2R_i$ $DN=D_i$
椭圆形封头	以内径为基准		EHA	$\frac{D_i}{2(H-h)}=2$ $DN=D_i$
	以外径为基准		EHB	$\frac{D_o}{2(H_o-h)}=2$ $DN=D_o$
碟形封头	以内径为基准		THA	$R_i=1.0D_i$ $r_i=0.10D_i$ $DN=D_i$
	以外径为基准		THB	$R_o=1.0D_o$ $r_o=0.10D_o$ $DN=D_o$

表 1-1

支持切割筒体、圆管，可切二重支管、三重支管。支持不锈钢、碳钢、钛、合金等金属材质。如下图所示见表 1-2

表 1-2

1.2.2 支持开孔类型

支持中心孔、偏心竖直孔、偏心法向孔、偏心与竖直方向成一定偏转角度的孔。实际切割样件如下图 1-2 所示。

图 1-2 实际切割样件

1.2.3 支持坡口类型

直口、V 型、Y 型、X 型、K 型坡口。

第 2 章 设备组成

采用数控龙门桁架式结构，配备全伺服数控系统、精细等离子切割系统、除尘系统。

2.1 结构组成

2.1.1 总体结构

采用五轴联动龙门式桁架+卡盘变位机结构，X、Y、Z 实现空间任意位置定位，U、V 实现割枪任意姿态控制。龙门导轨方向驱动采用双边伺服同步控制，系统结构组成如图 2-1 所示。

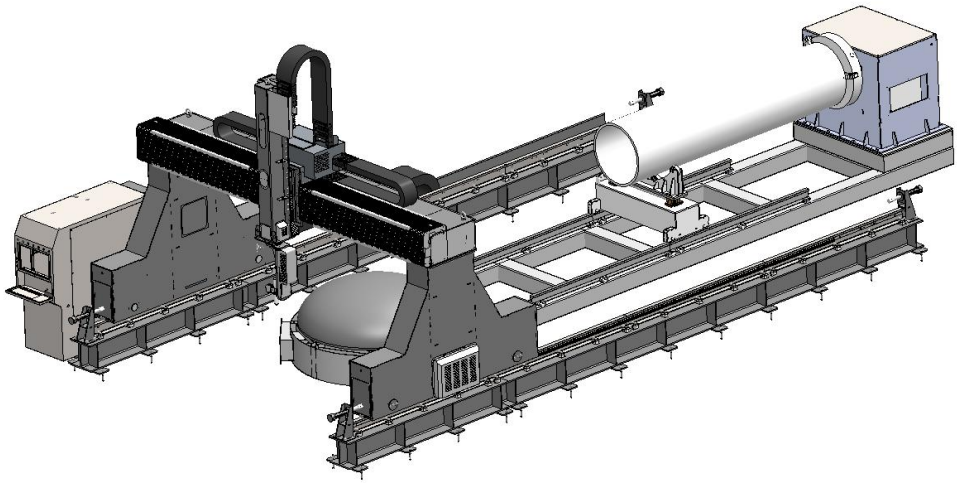


图 2-1 设备结构组成

2.1.2 具体结构

坐标轴定义：

X 轴：龙门横梁上的移动小车定义为 X 轴

Y 轴：龙门沿导轨移动方向定义为 Y 轴

Z 轴：立柱升降方向定义为 Z 轴

U 轴：机头沿回转支撑旋转定义为 U 轴

V 轴：割枪绕水平轴偏摆定义为 V 轴

2.1.3 各轴结构

X、Y、Z 采用高精度齿轮、齿条传动，直线导轨定位，U 轴采用行星齿轮传动，V 轴采用多级齿轮传动。

机头由回转轴和偏摆轴组成，可以实现割枪任意姿态控制，完成空间坡口切割任务。割枪安装座上安装有激光视觉轮廓测量传感器，与割枪同步旋转。机头部分结构，如图 2-2 所示。

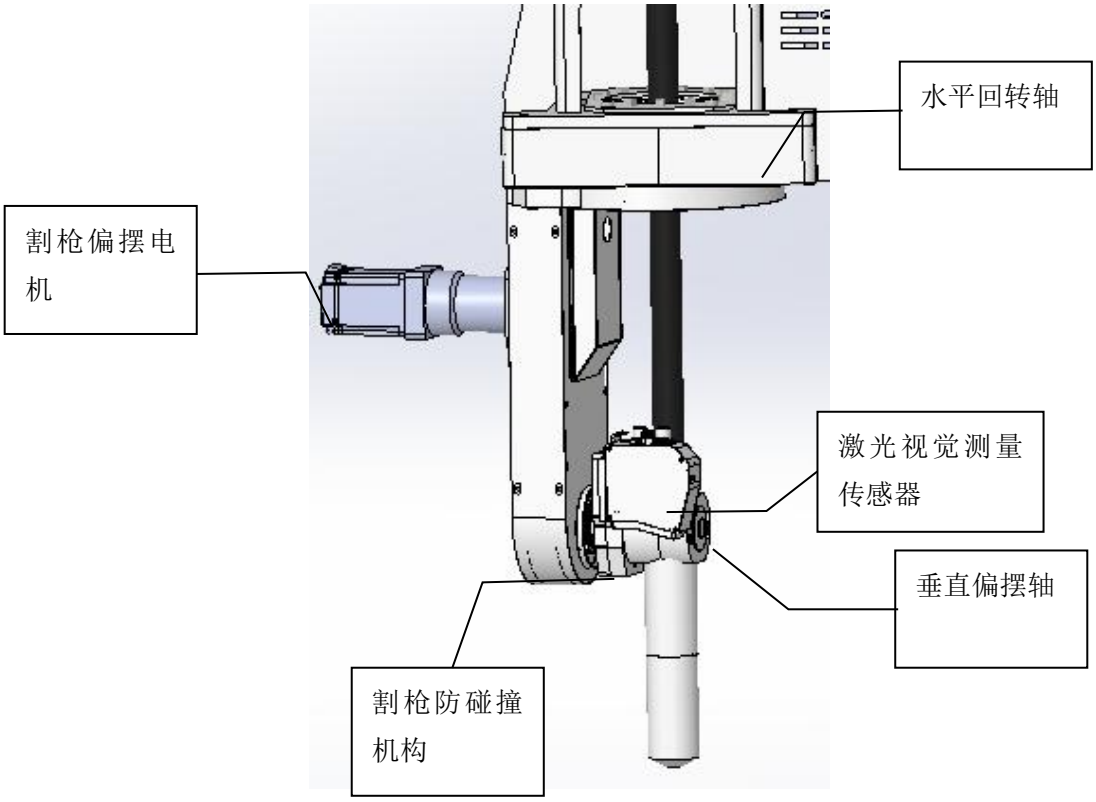


图 2-2 机头结构

图 2-3 实际设备照片

2.2 控制系统组成

2.2.1 系统组成

数控系统为完全自主开发，具备自主知识产权，操作简单、易用，具备一键式启动、全自动切割的特点。可提供定制化开发服务，满足差异化需求。

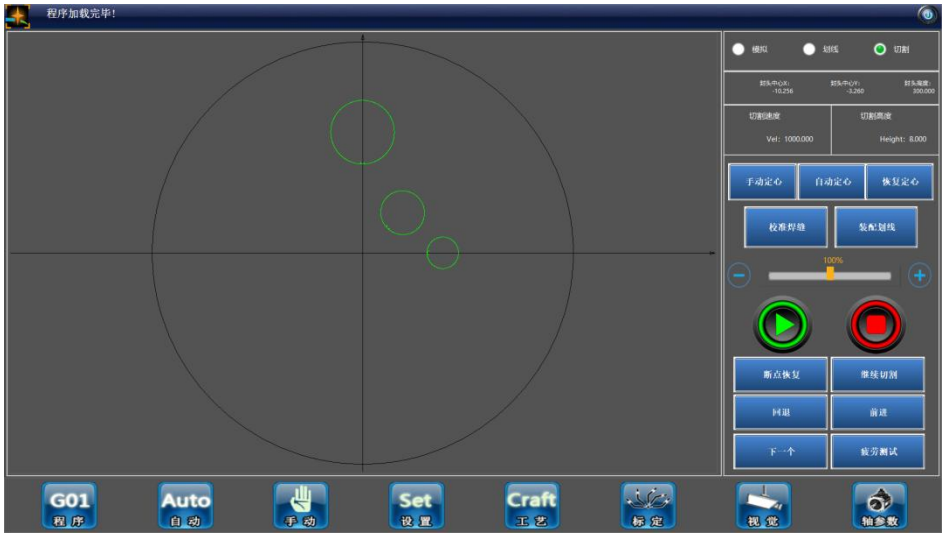
采用全数字式 5 轴联动控制系统，配备松下交流伺服电机，显示屏人机交互界面，工业鼠标键盘，操作方便。配备无线遥控器，提高操作便捷性。

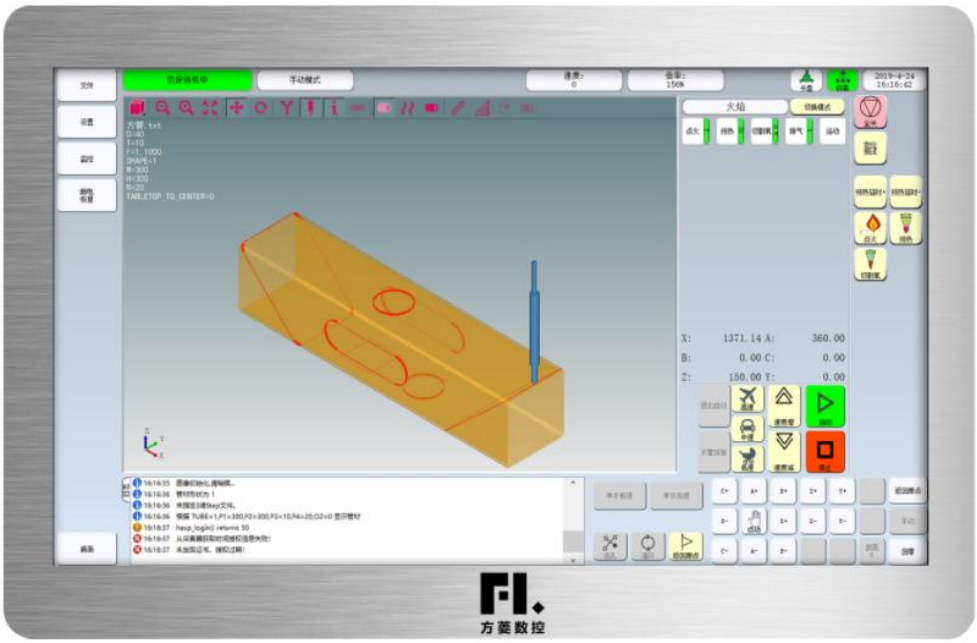
- 采用松下伺服大功率电机，电机输出扭矩大，反应灵敏，大大提高机床工作效率。匹配日本新宝减速机，具有静音、高刚性、长寿命等优点。
- 采用研华工业电脑+机床专用操作系统，功能完善、操作简单。电控箱由驱动器、运动轴卡、控制电源、滤波器部分组成，并配备有空调冷却系统，可保证电控柜无尘恒温工作。电子元器件均采用施耐德、欧姆龙等一线品牌。

2.2.2 系统功能与特点

➢ **动态进度图**

程序界面显示二维动图，指示切割动态进度。如图 2-4 所示：


程序加载完毕!
手动定心
自动定心
恢复定心
校准焊缝
装配划线
断点恢复
继续切割
回退
前进
下一个
疲劳测试
G01
程序
Auto
自动
手动
Set
设置
Craft
工艺
标定
视觉
轴参数


方菱数控

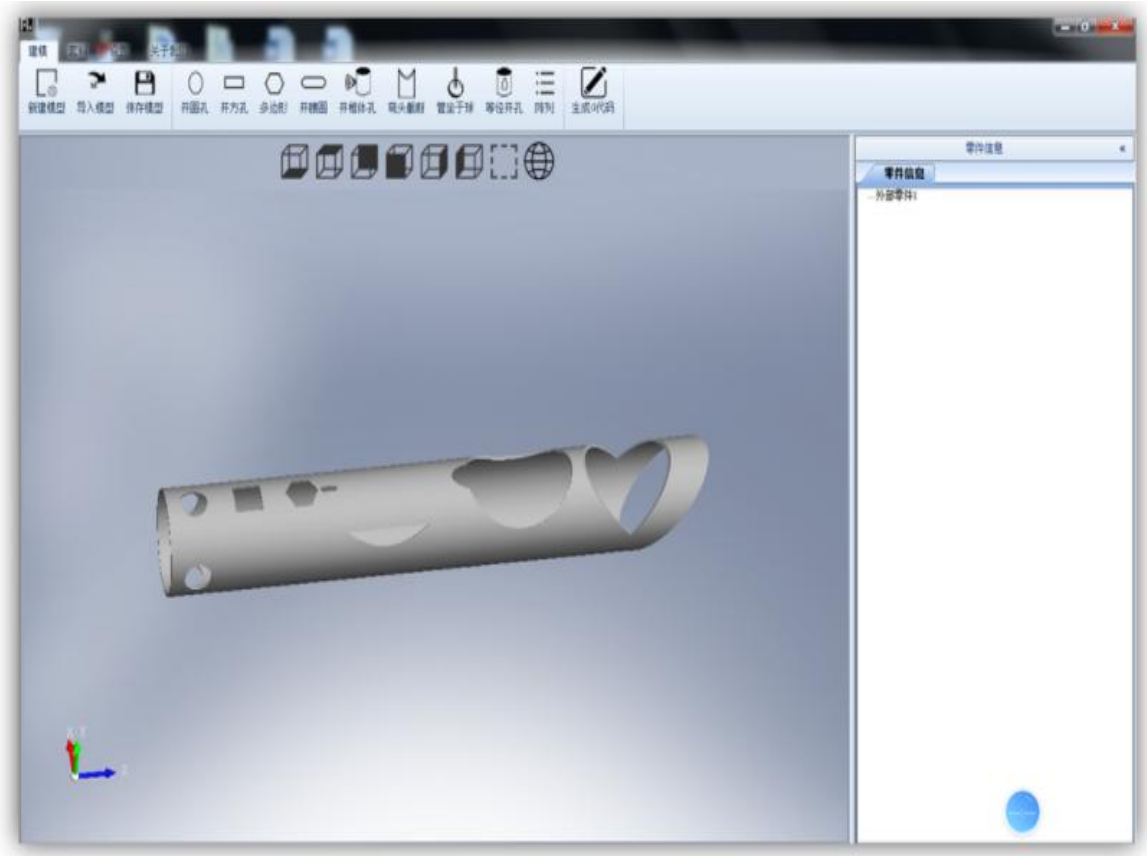


图 2-4

➢ **编程方式**

支持参数化图库编程、电子表格编程、二维 CAD 图纸导入和三维模型导入、扫码导入，编程简单方便、快捷。

二维 CAD 图纸导入须按照我司制定规范进行绘制。

三维模型可以导入直切(不带坡口)模型并在软件上输入坡口角度或直接导入带坡口模型按照模型实际坡口切割，但坡口必须绘制正确。如图 2-5 所示。

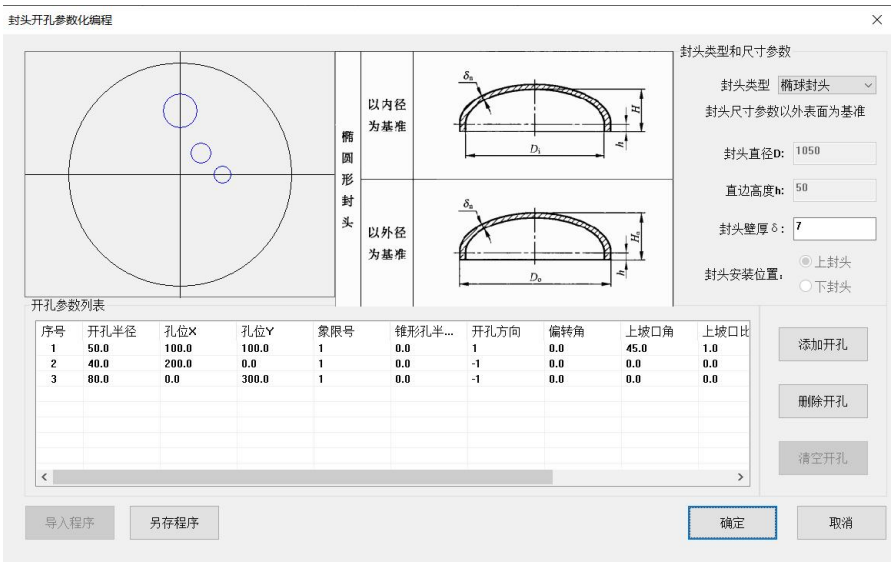


图 2-5

➢ 装配线划线

可在封头底边划封头与筒体装配参考线。在开孔圆周上划法兰装配参考线，如图 2-6 所示。

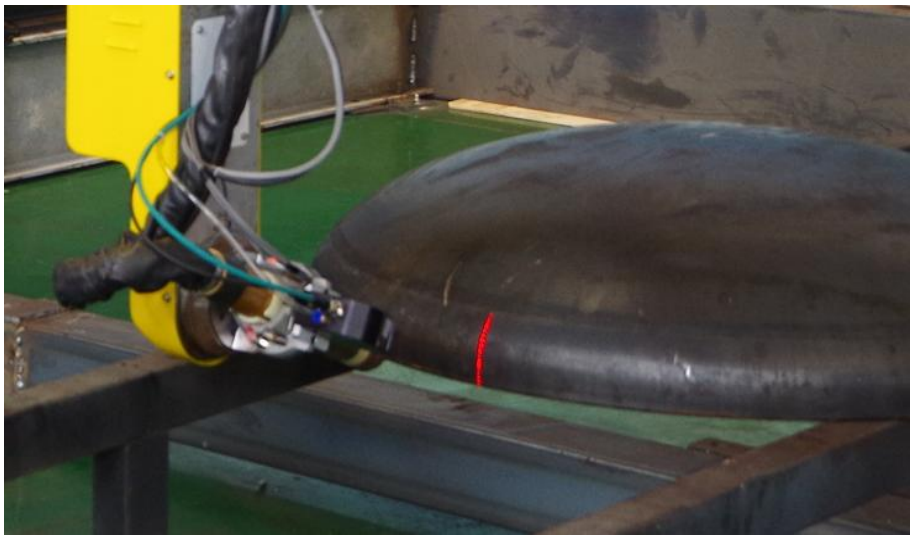


图 2-6

- **开放式工艺数据库**

系统内置开放式工艺数据库，根据用户输入封头厚度，自动调取工艺数据。工艺数据库对用户开放，用户可编辑、添加、删除工艺数据。

- **标定拼缝**

当封头有拼缝时，可标定拼缝位置，与图纸拼缝位置匹配。

- **自动判断切割坡口极限角度自动变坡口**

等离子割枪支持最大坡口切割角度(与封头表面法向夹角)为45°，当切偏心竖直孔时，坡口与竖直方向夹角无法达到45°，程序自动判断开孔圆周上每一点能够切割最大坡口角度，以最大坡口角度进行切割。

- **编程自动校验防错**

可对用户编程程序进行自动校验，防止人为编程失误。

- **生产日志**

自动记录生产日志，包括操作员ID、封头序列号、封头尺寸、开孔信息、切割工艺、工作起止时间等信息。用户可导出生产日志。

- **数据统计报表**

可统计某一时间段切割封头数量、开孔数量、类型等数据。

- **报警模块**

配备报警提示模块，根据报警提示解决故障，降低维护难度。

- **维护保养提示**

定期提示用户进行维护和保养，保证设备长期稳定运行。

- **远程下载程序**

可通过网络远程下载程序，减少程序拷贝时间。

- **穿孔工艺优化，提高易损寿命**

穿孔过程中自动抬枪，减少反渣对易损件的损伤，提高易损件寿命。

2.3 激光视觉传感器

激光视觉传感器为高精度精密传感器，用于定位封头中心、测量封头尺寸偏差，通过其反馈的尺寸偏差补偿切割程序，达到保证切割尺寸精度的目的。

2.3.1 激光视觉传感器技术参数

激光视觉传感器为我司自主研发，型号为 QYS-LV-A15-235，技术参数见表 2-1。

<table>
<tr><td colspan="3">型号</td><td>QYS-LV-A15-235</td></tr>
<tr><td colspan="3">参考距离</td><td>235mm</td></tr>
<tr><td rowspan="4">测量范围</td><td colspan="2">Z 轴</td><td>±50mm</td></tr>
<tr><td rowspan="3">X 轴</td><td>近端</td><td>20mm</td></tr>
<tr><td>参考距离</td><td>30mm</td></tr>
<tr><td>远端</td><td>40mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">光源</td><td colspan="2">激光分类</td><td>2 类激光产品</td></tr>
<tr><td colspan="2">功率</td><td>100mw</td></tr>
<tr><td colspan="3">重复精度</td><td>0.05mm</td></tr>
<tr><td colspan="3">线性度</td><td>%1</td></tr>
</table>

表 2-1 激光视觉传感器技术参数

2.3.2 激光视觉传感器特点

配备先进的、非接触式测量的激光视觉传感器，具备激光寻位自动定心和自动纠偏功能，可实现封头可在工作台上任意摆放，通过激光测量封头轮廓底边位置，自动确定封头中心；激光视觉传感器可扫描封头表面轮廓，自动补偿封头加工误差，保证开孔精度。采用非接触式测量技术，测量速度快、精度高、稳定性好。

2.4 等离子电源

采用进口凯尔贝 SmartFocus300，采用切割气体不锈钢是氮气，氢气和氩气，切割碳钢时氧气和压缩空气切割；如图 2-7 所示。

图 2-7

2.4.1 凯尔贝精细等离子的切割优势

- 切割垂直度在 2 度范围以内
- 切割表面光滑
- 速度快，穿孔切割能力强
- 割缝小
- 气体消耗少
- 噪音小
- 干扰小
- 暂载率 100%

- CC 小圆孔技术

割枪水冷效果充分，如图 2-8 所示。

图2-8

2.5 除尘系统

按照单工位设计，封头直径φ1500mm，在切割台中央开有小于φ500mm 的吸尘口，工件覆盖在孔上，在工作台底部设计除尘接口，接入除尘主机。除尘考虑在进口对侧设置吸风格栅风口，补风考虑进出口自然进风。最终形成一个上送侧抽的气流组织形式，设计合适的除尘风速，有效的将切割产生的烟尘抽吸进入除尘设备，治理后达标排放。如下图 2-9 所示。

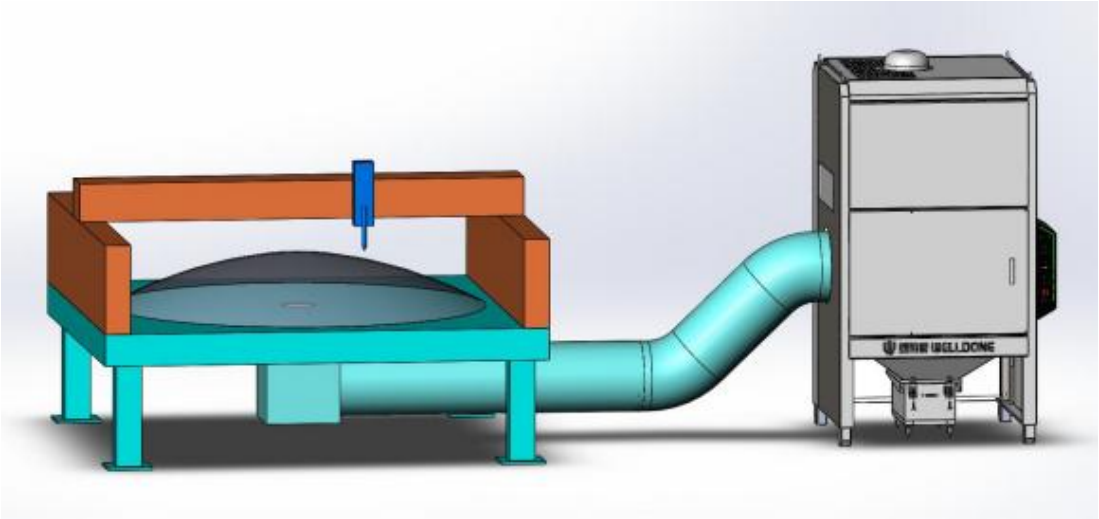


图 2-9 除尘系统

选用高效滤筒除尘器，设计风量为 6000m³/h(按照直径 Φ 1500mm 椭圆封头，开孔水平投影面积占封头水平投影面积 20%设计)，配套电机功率 7.5kW。除尘设备放置室内，除尘管道配套提供。

除尘主机性能参数及特点如表 2-3 所示。

表 2-3 除尘主机性能参数表

型号	WLC-6YT	备注
过滤类型	焊接烟尘、切割粉尘、金属氧化物、滑石粉、研磨粉等	
清灰方式	自动脉冲清灰	
电源	380V/3PH/50HZ	

风机风量	6000m³/h	
电机	7.5kW	
最大负压	2500Pa	
过滤效率	99.9%	
滤芯数量	6	
滤芯型号	Φ324×860	PTFE 聚酯覆膜）
压缩空气	0.4-0.6MPa	无油无水
耗气量	0.4m³/min	
噪音	≤80dB	离设备 1m 处测量
电磁脉冲阀	1.0”	
控制系统	PLC 自动控制	
油水分离器	AW-3000	
设备尺寸	1200mm×1320mm×2870mm	

第3章 性能指标

3.1 性能指标表

本设备性能指标如表 3-1 所示。

表 3-1 设备性能指标

项目	指标
结构	龙门结构
轴数	五轴四联动龙门式桁架+卡盘变位机
支持封头类型	国标：椭圆形、球形、蝶形、平盖形、标准型式（GB/T 25198）：EHA/EHB/THA 型封头
支持封头尺寸、厚度	封头：Φ300-1500mm；厚度：4-30mm
支持切割材料	Q245R/Q345R/SS321
开孔类型与尺寸	外坡口；开孔类型：中心孔、偏心竖直孔、偏心法向孔、渐变坡口；开孔尺寸：Φ30-900mm
最大坡口角度	坡口角度：最大坡口角度(与封头表面

	法向夹角)为 45°
切割精度(尺寸、圆度、角度)	开孔直径精度：孔径≤φ35： -1.0mm~+2.0mm； 孔径＞φ40：0mm~+2.0mm； 孔位精度：±2mm； 坡口角度精度：±1.0°；
封头尺寸偏差	符合标准按 GB/T 25198
支持类型	筒体、圆管
切割尺寸	管子：φ48-700mm 管子长度：≤12000mm
切割厚度	≤20mm
支持切割材料	20#无缝钢管、碳钢、不锈钢
开孔类型	开孔类型：筒体切断、管子切断、筒体开坡口、筒体开直孔

开孔尺寸	管子开孔尺寸：φ30~650mm

3.2 切割效率估算

以封头直径φ1500mm，开孔位置偏心距 700mm，开孔数量 4 为例；

序号	直径	开孔方向	坡口	坡口角	偏心距	方位角
1	80	竖直	外坡口	45	700	0
2	70	竖直	外坡口	45	700	60
3	70	竖直	外坡口	45	700	80
4	70	竖直	外坡口	45	700	100

空行程速度为 20000mm/min，切割速度为 1000mm/min。

1. 编程时间

2min。

2. 空行程时间

空行程总路径长度统计在下表中 3-3 所示。

表 3-3 空行程总路径长度

名称	路径长度/mm

自动定心	11519
视觉定位	4474
孔与孔间移动	6984
合计长度（系数 1.2）	22977
合计时间	1.15min

3. 切割时间

共切割 4 个孔，切割总路径估算长度 1090mm。

切割时间合计 1090/1000=1.09min

4. 总时间（不含标定拼缝，划线，不含人为因素造成的时间浪费等其工序）

故切割一个封头总时间为 2+1.15+1.09+4=**8.24min**。该时间不包含上料、摆放封头时间，其中 2min 为编程时间，1.15min 为空运行时间，1.09min 为切割 4 个孔的时间，4min 点火起弧、回零等系统流程时间。

成功案例

中车（常州）戚墅堰机车有限公司领导核验现场 XNRICHES-210902-3DFT-3200

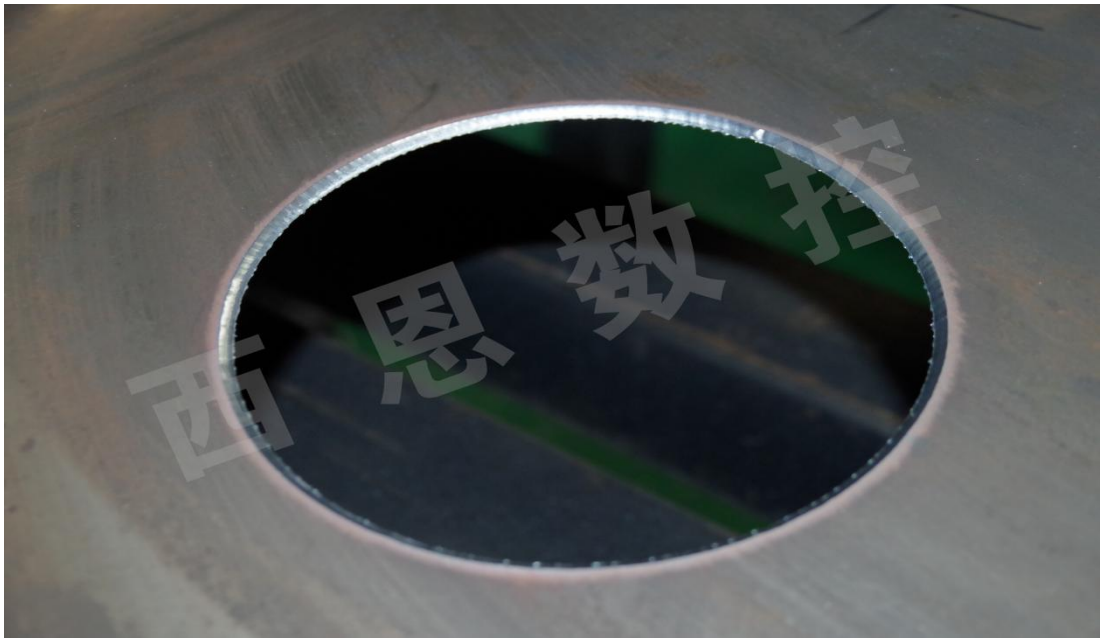
张家港（中集）圣达因有限公司

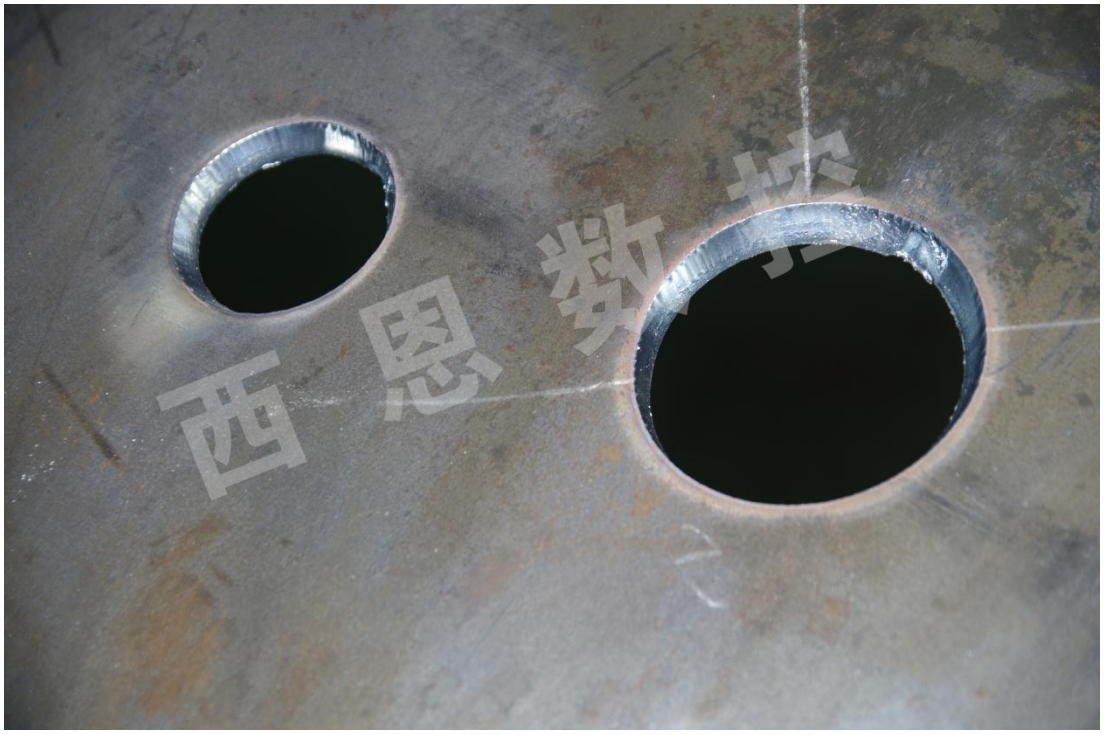
东富龙生物制药（上海）有限公司施工现场

天海 TIANHAI THB

CIMC ENRIC 中集安瑞科

切割效果图展示





第 4 章 供货范围与供货周期

4.1 供货范围

用户负责提供具体需求，供货方负责设备的设计、生产、调试、发货、现场安装、交付使用、培训、售后服务。

设备 Y 轴导轨以下基础部分和工件切割平台由供货方设计、用户负责制造。如下图 4-1 所示。

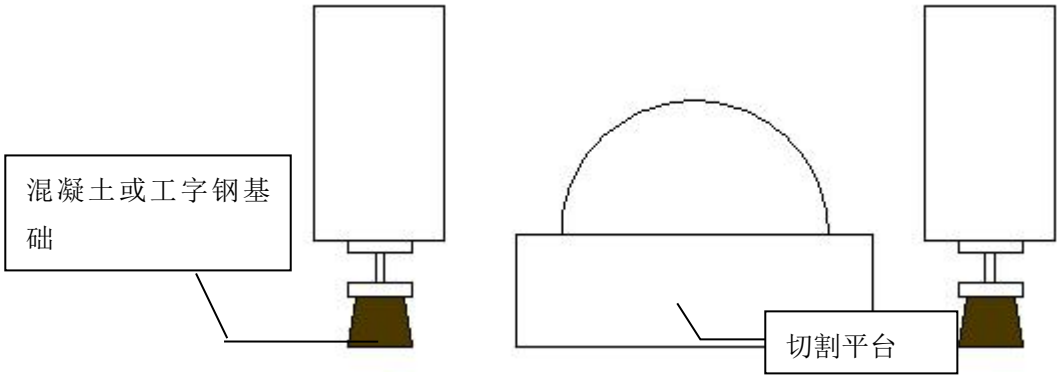


图 4-1 基础部分和工件切割平台

4.2 供货周期:具备以下条件起 90 天:

1. 签订销售合同;

2. 预付款到账;

第 5 章 验收与售后服务

5.1 发货、安装、验收

供货方负责设备的打包、发货、现场安装调试工作，调试完毕后向采购方申请验收测试。供货方与采购方参照本技术方案共同制定验收方案，形成验收大纲，按照验收大纲条目进行验收。验收完毕后，形成验收报告，双方在验收报告上进行签字，供货方将设备移交采购方正式投入使用。

5.2 培训计划

供货方负责向采购方提供关于设备的操作、维护、保养等方面的培训，培训周期 2 天，培训人员数量 2 人。

5.3 技术服务

1、质量保证期以最终验收签字之日起计算，机械部分 3 年，等离子系统、数控系统及电气系统 1 年，期间若有任何零部件因卖方设计或制造缺陷损坏，卖方将无偿更换。（消耗件、易损件及人为损坏不在保修范围内。）

质保第一年免费上门维修及免费更换零件（人为损坏零件除外），质保第二年和第三年，甲方需报销来回路费，乙方免费进行维修，更换零件需甲方自行购买。

在陪产期内乙方可免费提供设备的易损件、设备耗材，在质保期第一年内乙方可免费提供非人为因素造成的设备备件、零部件更换。

2、卖方接到买方报修通知后，立即做出响应，最短时间内到达现场排除故障。

3、卖方保证长期提供价格优惠的备品备件及易耗件。

5.4 技术资料及需方配套说明

1、机械操作维修说明书；

2、系统操作说明书；

3、电气原理图；

4、产品合格证；

5、合同生效后且预付款到账后一周内卖方提供全套地基基础图，等离子接地图，由用户自行按图制作；

6、合同生效后且预付款到账后一周内卖方提供全套地基基础

图、切割料台制作图，等离子接地图，由用户自行按图制作；

7、买方需提供 1 台双螺杆式空气压缩机（建议压力≥10kg）、1 台冷干机(建议 SAD-1HTF)、1 台储气罐（建议 1m3 10kg）。买方还需提供三相 380V 电力柜一台(配置 380V 空气开关 1 只、300A 带漏电保护装置空气开关 1 只、63A 空气开关 1 只、220V 30A 空气开关 1 只。根据 380V 空气开关柜的距离，买方还需自备 1 根等离子电源电缆，以备等离子电源使用。

8、卖方提供的数控精细等离子切割机，保证买方达到合同和技术协议内规定的使用要求。除设备轨道基础、水箱或压水仓切割工作台、料架、等离子屏蔽网、空压机、冷干机、储气罐、拖链三角架及槽钢一根由买方自备外，其余配置按协议内的供货范围均由卖方提供。

9，需方配套要求

（1）电源：

三相交流电 380V±10%　50±1Hz；

单相交流电 220V±10%　50±1Hz；

所有制造的电气和电子设备的动力供应采用 50HZ（±1）、380V（±10%）三相交流电压，确保动力电源一级接地。

（2）氮气：等离子气采用氮气，压力要求：1.0 MPa±0.05MPa；

（3）压缩空气压力：1.2 MPa±0.05MPa；

（4）工作环境：温度:-10℃-50℃，相对湿度 90%以下；

（5）厂房地基要求：

厂房地面要求：基础地面夯实，保证抗压强度大于 0.12MP 厂房地面混凝土抗压强度大于 23MPa。

江苏西恩元点智能装备有限公司

2022 年 6 月 29 号