

# FC-LSP 两相蒸汽在线计量装置

## 产品简介

安徽中控仪表有限公司

AN HUI FIRSTCON INSTRUMENT CO., LTD

## 公司简介

安徽中控仪表有限公司坐落于安徽省池州市大渡口经济技术开发区，是一家集技术研发、设备制造、产品加工、技术培训为一体的现代化智能仪表设备制造商，公司是一家依托高校、研究院技术合作的国家高新技术企业，专注技术先进、质量可靠的智能仪表、过程控制系统、多相流体计量仪表等自动化、智能化产品的研发、生产和销售，公司通过了 GB/T19001 质量管理体系认证、GB/T24001 环境管理体系认证和 GB/T28001 职业健康安全管理体系认证，有完善的产品生产、管理、质量等工艺文件和质量管理体系。

公司拥有雄厚的科研技术力量、技术人才和丰富的现场服务经验，为石油天然气行业提供先进智能化仪表、多相流体计量装置等的解决方案和技术咨询服务，致力推动油气田安全、和谐、高效、智慧地开发。

## 公司业务：

**咨询：**能耗管控系统、多相流体计量、智能油气田、油气智能排采方案；

**工程：**油田自动化（单井、场站、接转站、综合处理厂等），智慧工厂；

**系统：**油气井在线计量系统、定量注水系统、蒸汽在线测控系统、油气生产运维系统；

**产品：**智能仪表、多相流体计量仪表及装置；

## 测控产品：

|                |              |               |
|----------------|--------------|---------------|
| 高压流量自控仪；       | 油井液量在线计量装置；  | 原油含水率在线测量装置；  |
| 油水两相流在线计量装置；   | 气液两相在线计量装置；  | 油气水三相流在线计量装置； |
| 油气水多相流在线分离计量撬； | 蒸汽两相流在线计量装置； | 智能巡检手持 PDA；   |



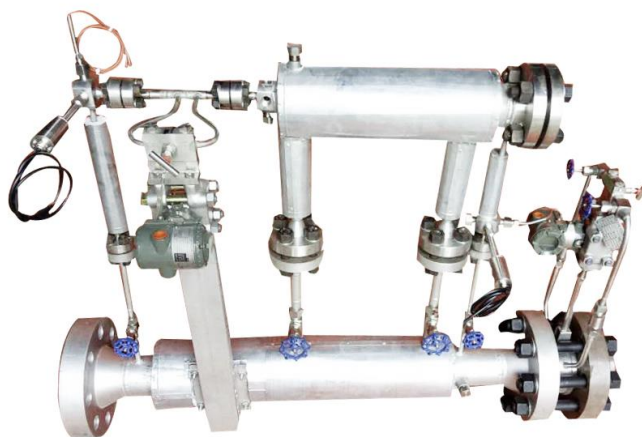
## 1. 产品概述

在以蒸汽作为能量传递介质的工业领域，实时有效地计量蒸汽对于监控能源利用、提高生产效率、降低成本、强化管理水平等方面具有重要意义。工业上常见的蒸汽大多为湿饱和蒸汽，而湿蒸汽计量历来是挑战难题，根源在于它的密度难以像过热蒸汽和干饱和蒸汽可以精准计算，在线介质密度的获得就更加困难，目前世界上还没有一种仪器可以直接精确地测量出湿饱和蒸汽密度。

蒸汽两相在线计量装置 FCLSP 系列采用一种新型加热法测量湿蒸汽干度，通过干度补偿密度，计算流量。加热装置采用彼此同心、相互绝热和绝缘的双层保温套管，内层和环空层内均通入管道蒸汽，保证内层保温套管内外温度相同，避免发生热传导，实现零散热损失。内部加热电阻均匀分布在加热管道中间，减少受热不均引起的蒸汽扰动。蒸汽计量装置 FCLSP 的新型加热方法保证了干度计量的精确度，进而确保了饱和湿蒸汽密度的可靠性，实现精准计算流量。该产品 FCLSP 具有适用范围广，计量精度较高，使用寿命较长等优点。可广泛应用于化工、石油、动力、纺织、印染、制药、烟草、食品、轻工等行业。



蒸汽两相在线计量装置示例图



蒸汽两相在线计量装置示例图

## 2. 测量原理

两相蒸汽在线计量装置 FCLSP 采用热力学方法中的加热法进行蒸汽在线干度的计量。主管道的流通蒸汽利用采集装置采集少许蒸汽，将采集到的湿饱和蒸气试样通过加热管加热到干饱和状态或者过热状态，由高精度采集器采集工况数据，通过测量蒸汽试样的流量、加热管的功率和加热前后采样蒸汽的压力温度。以能量守恒为基础，利用国际蒸汽 IAPWS—IF97 标准，根据加热前后系统的焓差不同建立数学模型，计算出主管道汽流的干度。

加热段的能量守恒关系式：

$$h_1 + (U_1/2) + (Q/m) = h_2 + (U_2/2) + (q/m) \quad (1)$$

注释：Q：加热量；

q：散失量；

m：采样质量；

$h_1$ 、 $h_2$ ：进出口端比焓值；

$U_1$ 、 $U_2$ ：进出口处速度；

忽略工作前后速度变化：

$$h_1 = h_2 + (q/m) - (Q/m) \quad (2)$$

$$h_1 = x \cdot h_g + (1-x)h_l \quad (3)$$

上式公式联合计算出干度 x：

$$x = (h_l + (Q/m) - (q/m) - h_2) / (h_l - h_g) \quad (4)$$

比焓值是根据压力和温度，利用国际 IAPWS-1997 标准计算得到。要想保证干度的计算准确，不仅要保证采样参数的准确，更重要的是散热量 q 的问题。因为热量的散失是一个不可统计的量。也是加热法测量干度一直未被推广使用的原因。

采用新型的**双层保温加热法**。保证加热管壁内外温度相同，避免发生热传导，保证加热管对湿蒸汽加热时的散热量降到最低。

忽略热量散失整理干度计算公式得：

$$x = (h_l + (Q/m) - h_2) / (h_l - h_g) \quad (5)$$

**本加热方法现已申请专利**，这种加热管的设计巧妙的利用了内外温差相等不会发生热传导的原理解决了热量损失的问题

## 3. 技术参数

|            |   |
|------------|---|
| 产品名称       | FC-LSP 两相蒸汽在线计量装置   |
| 被测介质       | 蒸汽、湿饱和蒸汽  |
| 测量值        | 压力、温度、差压、干度   |
| 显示值        | 压力、温度、压差、干度、瞬时产气量、累计产气量，昨日产气量                             |
| 节流件形式      | 喷嘴  |
| 节流件材质      | 304、316ss、316L、1Cr18Ni9Ti                                 |
| 表体材质       | 20#碳钢、20#锅炉钢、 <b>304</b> 、304L、316、316L、12Cr1MoV、15CrMo 等 |
| 直径比        | 0.35, 0.40, 0.50, 0.65, 0.70, 0.75 其它定制                   |
| 结构形式       | <b>一体式，撬装式</b>  |
| 管道直径(mm)   | DN20~DN300  |
| 测量范围（蒸汽）   | 0m <sup>3</sup> /h~10000 m <sup>3</sup> /h（根据管径和流速进行选配）   |
| 测量范围（干度）   | 0~90%   |
| 温度范围（℃）    | 0℃~450℃   |
| 压力范围（MPa）  | 0MPa~40MPa  |
| 差压变送器（KPa） | 0~150KPa  |
| 压力损失       | <30%（相对压损），<50KPa（绝对压损）                                   |
| 量程比        | 10:1、15:1   |
| 传感器精度      | ±0.075%、±0.2%、±0.25%、±0.5%                                |
| 计量精度       | 液量误差≤±5%；含水率：≤±3%   |
| 信号输出       | 变送器输出 4—20mA 流量输出 RS485, Zigbee                           |
| 防爆等级       | ExdIIBT4  |
| 防护等级       | IP65  |
| 连接方式       | 法兰连接  |
| 环境温度（℃）    | -40~85℃   |
| 环境湿度       | 0~95% (R. H)  |

## 4. 产品特点

- 能测量湿饱和蒸汽的质量流量、蒸汽的干度。
- 能测量过热蒸汽和饱和蒸汽的质量流量。
- 湿饱和蒸汽的流量测量技术居于国际领先水平。
- 计量精度高，抗干扰能力强，量程比大。
- 耐高压 35MPa、耐高温 450℃。
- 结构紧凑、安装维护简便，故障率低。
- 就地显示、远程监测控制。
- 防腐、防沙、防结垢、防杂质，节能、环保引领绿色能源驱动。

## 5. 产品组成

系统组成蒸汽两相在线计量装置从结构分为“干度测量”，“流量计量”，“控制器”（流量控制及数据通讯）三部分。

流量计量模块采用的是最新代差压式流量仪表，使用了防冻隔离器，使产品测量蒸汽流量时不再需要进行保温伴热，方便了用户安装、使用和维护。

干度测量模块采用新型加热法，使热量散失部分的能量忽略不计。增加了加热干度计量精确度。

控制器 模块采用 HART 协议进行数据的输送。可实现就地显示、远程控制 and 远程数据浏览。

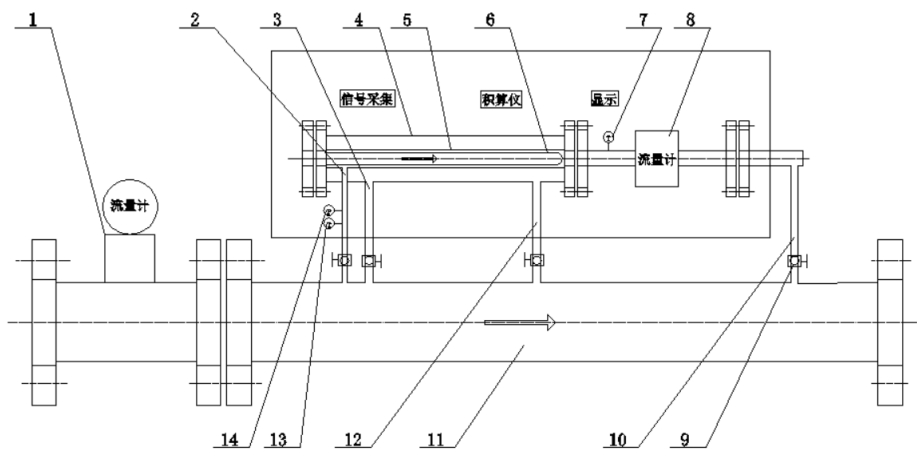


图 3 产品结构示意图

- (1) 主管道流量计；(2) 采样入口通道；(3) 旁路通道；(4) 外保温壁；(5) 内保温壁；(6) 加热电阻；(7) 温度传感器；(8) 采样流量计；(9) 开关阀；(10) 采样回流通道的；(11) 主管道；(12) 旁路通道；(13) 温度传感器；(14) 压力传感器；

## 6. 产品选型

|                               |                   |              |          |        |         |        |
|-------------------------------|-------------------|--------------|----------|--------|---------|--------|
| 基本代码                          | FC-LSP 两相蒸汽在线计量装置 |              |          |        |         |        |
| 测量类型                          | I                 | 单蒸汽（一体化喷嘴式）  |          |        |         |        |
|                               | II                | 两相蒸汽在线计量装置   |          |        |         |        |
|                               | III               | 两相蒸汽计量在线标定装置 |          |        |         |        |
| 工艺连接                          | F                 | 法兰式          |          |        |         |        |
|                               | W                 | 对夹式          |          |        |         |        |
| 公称通径<br>DN20-DN2000           | 0A                | DN50         | 02       | DN125  |         |        |
|                               | 01                | DN65         | 0D       | DN150  |         |        |
|                               | 0B                | DN80         | 03       | DN200  |         |        |
|                               | 0C                | DN100        | 0E       | 其他定制   |         |        |
| 材质（本体材质+节流<br>元件材质+取压口材<br>质） | 本体材质代码            |              | 节流元件材质代码 |        | 取压口材质代码 |        |
|                               | Q                 | SS304        | Q        | SS304  | Q       | SS304  |
|                               | L                 | SS321        | L        | SS321  | L       | SS321  |
|                               | A                 | SS316        | A        | SS316  | A       | SS316  |
|                               | C                 | 20#          | B        | 15rMoG | B       | 15rMoG |
|                               | G                 | 20G          | E        | 1Cr5Mo | E       | 1Cr5Mo |
|                               | S                 | 其他材质         | S        | 其他材质   | S       | 其他材质   |
| 压力等级                          | A                 | 0.25MPa      | H        | 10MPa  |         |        |
|                               | B                 | 0.6MPa       | I        | 16MPa  |         |        |
|                               | C                 | 1.0MPa       | J        | 25MPa  |         |        |
|                               | D                 | 1.6MPa       | K        | 35MPa  |         |        |
|                               | E                 | 2.5MPa       | L        | 40MPa  |         |        |
|                               | F                 | 4.0MPa       | M        | 其他定制   |         |        |
|                               | G                 | 6.3MPa       |          |        |         |        |
| 工作温度上限                        | 1                 | 100℃         | 4        | 400℃   |         |        |
|                               | 2                 | 200℃         | 5        | 450℃   |         |        |
|                               | 3                 | 300℃         | 6        | 其他定制   |         |        |
| 流量补偿                          | T                 | 温度补偿         | P        | 压力补偿   |         |        |
|                               | I                 | 温压补偿         |          |        |         |        |
| 安装工艺管道方向                      | S                 | 安装在水平管道上     |          |        |         |        |
| 防爆类型                          | E                 | 隔爆型          | A        | 本安型    |         |        |
| 信号输出类型                        | A                 | 4~20 mA      | R        | RS485  |         |        |
|                               | H                 | HART         | Z        | Zigbee |         |        |

## 7. 知识产权（专利、软件著作权）

## 实用新型专利：一种两相蒸汽在线计量装置

证书号第 9265096 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种两相蒸汽在线计量装置

发 明 人：丁全;胡沛;吴梦竹;王旸;李小民;汪杨晔

专 利 号：ZL 2018 2 1852196.7

专利申请日：2018 年 11 月 12 日

专 利 权 人：安徽中控仪表有限公司

地 址：247200 安徽省池州市东至县大渡口经济开发区

授权公告日：2019 年 08 月 20 日      授权公告号：CN 209280058 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨



2019 年 08 月 20 日



第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见背面



## 实用新型专利：一种加热法测量湿蒸汽干度的装置

证书号第 6496287 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种加热法测量湿蒸汽干度的装置

发 明 人：吴光军;吴浩达;檀晨;檀朝奎

专 利 号：ZL 2017 2 0213660.7

专利申请日：2017 年 03 月 07 日


专 利 权 人：安徽中控仪表有限公司;中国石油大学（北京）

授权公告日：2017 年 09 月 26 日


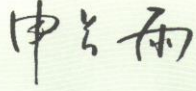
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 03 月 07 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨





2017 年 09 月 26 日

第 1 页 (共 1 页)

## 实用新型专利：一种湿蒸汽流量计量装置

证书号第 6421708 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种湿蒸汽流量计量装置

发 明 人：檀晨;吴光军;檀朝玺;刘振华

专 利 号：ZL 2016 2 1441353.6

专利申请日：2016 年 12 月 27 日


专 利 权 人：安徽中控仪表有限公司

授权公告日：2017 年 08 月 29 日


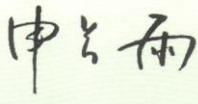
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 27 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。





局长  
申长雨



第 1 页 (共 1 页)

## 实用新型专利：一种用于湿蒸汽计量的新型加热装置

证书号第 6496286 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种用于湿蒸汽计量的新型加热装置

发 明 人：吴光军；吴浩达；檀晨；檀朝鑫

专 利 号：ZL 2017 2 0213645.2

专 利 申 请 日：2017 年 03 月 07 日


专 利 权 人：安徽中控仪表有限公司；中国石油大学（北京）

授 权 公 告 日：2017 年 09 月 26 日


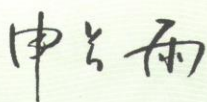
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 03 月 07 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨



2017年09月26日

第 1 页 (共 1 页)

软著： FirstCon 蒸汽两相流在线计量系统 V2.0

|   |   |
|---|---|
| <b>中华人民共和国国家版权局</b><br><b>计算机软件著作权登记证书</b>  |   |
| 证书号： 软著登字第1408204号  |   |
| 软件名称：   | FirstCon蒸汽两相流在线计量系统<br>[简称：FlowCon_Steam]<br>V2.0   |
| 著作权人：   | 安徽中控仪表有限公司  |
| 开发完成日期：   | 2016年05月15日   |
| 首次发表日期：   | 2016年05月18日   |
| 权利取得方式：   | 原始取得  |
| 权利范围：   | 全部权利  |
| 登记号：  | 2016SR229677  |
| 根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的<br>规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。                          |   |
|  |   |
| No. 01211329  | <br>2016年08月23日 |

软著：FirstCon 蒸汽在线计量分析专家系统 V1.0

|   |   |
|---|---|
| <b>中华人民共和国国家版权局</b><br><b>计算机软件著作权登记证书</b>  |   |
| 证书号： 软著登字第1363660号  |   |
| 软件名称：   | FirstCon蒸汽在线计量分析专家系统<br>[简称：FlowCon_Steam]<br>V1.0  |
| 著 作 权 人：  | 安徽中控仪表有限公司  |
| 开发完成日期：   | 2016年05月15日   |
| 首次发表日期：   | 2016年05月18日   |
| 权利取得方式：   | 原始取得  |
| 权 利 范 围：  | 全部权利  |
| 登 记 号：  | 2016SR185043  |
| 根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的<br>规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。                          |   |
|  |   |
| No. 01124124  | <br>2016年07月19日 |

## 8. 现场应用



### 蒸汽两相流在线计量装置安装证明

使用单位：河南油田采油二厂集输大队

生产单位：安徽中控仪表有限公司

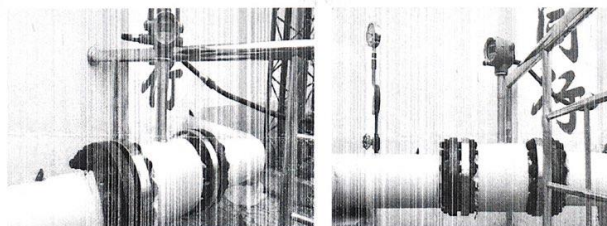
产品型号：FCLSP-II PN160 DN150

安装地址：采油二厂井楼作业区稠油联合站内

产品由安徽中控仪表有限公司生产制造，现场负责技术指导安装、维护，目前产品已安装并调试完毕，设备运行正常、数据稳定，并在允许误差范围内，请使用单位确认。

使用单位签字（盖章）：三伟  
2020年1月12日

附：产品现场安装图



## 附：选型须知

| 安徽中控仪表有限公司          |          | FCLSP蒸汽两相流计量装置<br>现场技术参数调研表 |   |                     | 日期： 年 月 日      |                 |
|---------------------|----------|-----------------------------|---|---------------------|----------------|-----------------|
|                     |          |                             |   |                     | 第 1 页共 1 页 0 版 |                 |
|                     |          |                             |   |                     | 联系人            | 魏方方 13370102162 |
| 总则                  | 1        | 用途                          | 蒸汽计量  |                     |                |                 |
|                     | 2        | 采集压力                        | 1.6MPa~35MPa , 0.25%FS  |                     |                |                 |
|                     | 3        | 采集温度                        | 0~5000℃ , 0.5%FS  |                     |                |                 |
|                     | 4        | 采集差压                        | 0~250Kpa , 0.25%FS  |                     |                |                 |
|                     | 5        | 现场管径 (mm) * 壁厚 (mm) *       |   |                     |                |                 |
|                     | 6        | 管道材质 *                      |   |                     |                |                 |
| 计量装置                | 7        | 仪表管径(mm) *                  | <input type="checkbox"/> DN50 / <input type="checkbox"/> DN80 / <input type="checkbox"/> DN100 / <input type="checkbox"/> DN150 / <input type="checkbox"/> DN200 / <input type="checkbox"/> DN250 / <input type="checkbox"/> DN300/ <input type="checkbox"/> 其他   |                     |                |                 |
|                     | 8        | 仪表耐压 *                      | <input type="checkbox"/> PN16 / <input type="checkbox"/> PN20 / <input type="checkbox"/> PN25 / <input type="checkbox"/> PN50 / <input type="checkbox"/> PN63 / <input type="checkbox"/> PN100 / <input type="checkbox"/> PN130 / <input type="checkbox"/> PN150 / <input type="checkbox"/> PN250 / <input type="checkbox"/> PN350/ <input type="checkbox"/> 其他 |                     |                |                 |
|                     | 9        | 精确度                         | 汽相±5%；干度±5%   |                     |                |                 |
|                     | 10       | 重复性                         | 满足或优于：气相 1%   |                     |                |                 |
|                     | 11       | 量程比                         | <input type="checkbox"/> 10:1 / <input type="checkbox"/> 15:1   |                     |                |                 |
|                     | 12       | 仪表材质                        | <input type="checkbox"/> 304/ <input type="checkbox"/> 304L/ <input type="checkbox"/> 316/ <input type="checkbox"/> 316L / <input type="checkbox"/> 316SS/ <input type="checkbox"/> 定制  |                     |                |                 |
|                     | 13       | 安装形式                        | <input type="checkbox"/> 法兰/ <input type="checkbox"/> 卡箍/ <input type="checkbox"/> 其他   |                     |                |                 |
|                     | 14       | 安装尺寸                        | 600*250*350 mm (长*宽*高 mm) (根据要求定制)  |                     |                |                 |
|                     | 15       | 法兰规格                        | HG/T20592, 耐压适配   |                     |                |                 |
|                     | 16       | 过滤器                         | 供选  |                     |                |                 |
|                     | 17       | 上、下游直管段推荐长度                 | 前 5D 后 3D   |                     |                |                 |
|                     | 18       | 最大流量下压力损失                   | 50KPa   |                     |                |                 |
|                     | 信息处理单元   | 19                          | 加热保温  | 无                   |                |                 |
| 20                  |          | 流量范围 *                      | 蒸汽：   | Nm <sup>3</sup> /d； | 干度：            | %               |
| 21                  |          | 防爆等级                        | EXd II BT4 以上   |                     |                |                 |
| 22                  |          | 防护等级                        | IP65  |                     |                |                 |
| 23                  |          | 供电电源 *                      | <input type="checkbox"/> 24VDC / <input type="checkbox"/> AC 220V   |                     |                |                 |
| 24                  |          | 电气连接尺寸                      | M20*1.5(F)  |                     |                |                 |
| 25                  |          | 输出信号 *                      | <input type="checkbox"/> Modbus RS-485 / <input type="checkbox"/> 定制  |                     |                |                 |
| 26                  |          | 现场或井场网络覆盖 *                 | <input type="checkbox"/> Zigbee/ <input type="checkbox"/> LoRa/ <input type="checkbox"/> 4G/ <input type="checkbox"/> WIFI / <input type="checkbox"/> 网桥 / <input type="checkbox"/> 光纤 / <input type="checkbox"/> 无   |                     |                |                 |
| 流体数据                | 27       | 介质来源 *                      | <input type="checkbox"/> 井口 / <input type="checkbox"/> 注汽站 / <input type="checkbox"/> 锅炉房   |                     |                |                 |
|                     | 28       | 蒸汽质量流量范围 t/d *              | 最大流量 t/d  | 正常流量 t/d            | 最小流量 t/d       |                 |
|                     |          |                             |   |                     |                |                 |
|                     | 29       | 操作压力(绝压)： MPa *             | 最大压力 MPa  | 正常压力 MPa            | 最小压力 MPa       |                 |
|                     |          |                             |   |                     |                |                 |
| 30                  | 操作温度：℃ * | 最大温度℃                       | 正常温度℃   | 最小温度℃               |                |                 |
| 备注 注：带*标注的内容需要用户填写。 |          |                             |   |                     |                |                 |
| 填写人员                | 姓名       | 电话                          | 邮箱  | 所属井站名称              | 井站编号           |                 |
|                     |          |                             |   |                     |                |                 |