

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 2 月 8 日 (08.02.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/024174 A1

(51) 国际专利分类号:
F16L 23/032 (2006.01)

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/095213

(22) 国际申请日: 2017 年 7 月 31 日 (31.07.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610626698.7 2016 年 8 月 1 日 (01.08.2016) CN

(72) 发明人: 及

(71) 申请人: 杨顺立 (YANG, Shunli) [CN/CN]; 中国
江苏省盐城市阜宁县阜城东大街 29
号, Jiangsu 224400 (CN)。

(72) 发明人: 郭霞将 (GUO, Xiajiang); 中国江苏
省盐城市阜宁县阜城东大街 29 号,
Jiangsu 224400 (CN)。

(74) 代理人: 南京睿之博知识产权代理有限公司 (NANJING RUI ZHI BO IP AGENCY CO., LTD.);
中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 155 号 3 幢
411 室梁天彦, Jiangsu 210000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

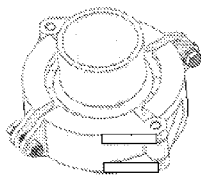
— 发明人资格 (细则 4.17 (iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: MULTI-PETALED OBLIQUE-PLANE HOOP AND PIPE CONNECTOR THEREOF

(54) 发明名称: 多瓣斜平面卡箍及其管连接件



C

图 2

(57) Abstract: A multi-petaled oblique-plane hoop and a pipe connector. The hoop is divided into two groups, and the hoop petals in each group are connected by means of pins, and the pins are parallel to a connecting pipe shaft. The groups are connected by using bolts, and the bolts are connected to a pipe shaft. Each hoop petal is in a shape of a ring stud, in which an arc-shaped groove is formed. The upper surface and the lower surface of the groove are symmetrical partial inner cone surfaces, and the hoop petals are connected to form a clamping chain.

(57) 摘要: 一种多瓣斜平面的管连接卡箍和管连接件, 卡箍分为 2 组, 组内各瓣卡箍之间用销连接, 销平行于连接管轴, 组与组之间用螺栓连接, 螺栓垂直于管轴, 每个卡箍的外形均为部分圆环柱, 里面为圆弧凹槽, 凹槽的上下面为对称的部分内锥面, 各卡箍连接成环后形成卡链。



WO 2018/024174 A1

多瓣斜平面卡箍及其管连接件

技术领域

本发明属于机械领域，涉及一种卡箍和卡箍管连接件，适用于石油加工、化工、制药、电力、冶金、锅炉等行业的管路连接。

背景技术

工业上，管道连接一般都采用法兰，阀门也是法兰式阀门。法兰可谓是傻大黑粗，浪费材料，安装麻烦，但一直没有好的替代品。DN50 以下小口径管道，可以用活接替代法兰，比法兰安装方便，重量只是法兰的 20~30%，成本降低 30~50%，活接式阀门比法兰式阀门的材料和成本也降低接近同样的比例，虽然现在只在民用管连接行业使用，在化工行业普及也是早晚的事，本发明者提出的三角环密封垫已经解决了活接在化工行业使用的密封问题，见 CN 203756982 U，CN 204717181 U。对于大口径管道，虽然卡箍可以替代法兰，但卡箍为橡胶密封，只适用于水管道的连接，目前仅用于消防水管道、食品和制药行业，其他行业很少使用。石油工业用的高压卡箍，采用硬密封环垫，加工精度要求高，造价高，也不能普及。

现有卡箍主要用于水管的连接，由卡箍、高颈法兰、螺栓和密封垫组成，见图 1。卡箍一般为 2 瓣，最多 3 瓣（可参见国标），安装后卡箍的内锥面和高颈法兰的外锥面完全贴合，图中 b 为切点。假定密封垫片为石棉垫，使用一段时间后发现有泄漏现象，需要上紧，上紧螺栓后卡箍向内收缩，切点由 b 移至 c 点，此时在轴向截面 D-D 上卡箍内锥圆直径大于高颈法兰外锥圆直径，在其他截面上也是如此，这时两个锥面已经不是紧密结合了，一瓣卡箍的内锥面与高颈法兰的外锥面只有一条线贴合，位置在一瓣卡箍内锥面的中部，卡箍两边翘起来了，对两瓣卡箍只有两条贴合线。如果在安装卡箍时没有上到 b 点，垫片就已经密封好或上不动螺母了，这时一瓣卡箍和高颈法兰锥面有两条贴合线，位置在卡箍的外边，卡箍中间鼓起来了，由于相邻两瓣卡箍的凸耳距离很近，两条贴合线的作用和一条相当。由此可以看出，现有的卡箍密封垫只能是软密封，不能采用石棉板、金属缠绕垫等强制性密封垫。

总之现有的卡箍安装后都是卡箍的内锥面与接管锥头的外锥面贴合，不能有丝毫的错位，上到位后螺栓紧一点卡箍就会翘起来，只能用有自紧作用的软密封——橡胶 O 型环、橡胶 C 型环，使用面非常窄。

石油工业中也有将卡箍用于高压管道连接的，采用的密封垫为八角环，制造过程是将卡箍加垫片安装成环后用车床精车，价格昂贵，而且只能用于小口径管道。实际上，GB150.3《压力容器第 3 部分：设计》中已经指出，卡箍“密封环应具有自紧功能”（p281），密封环只能采用橡胶 O 型环和橡胶 C 型环。

因此，卡箍在工业上一直未能普遍推广，目前仅在消防及上下水管上由管理部门强制普及，密封环为橡胶 C 型环。化工行业管道输送的流体大部分都是易燃易爆介质，而且温度高，垫片一般都不允许使用橡胶材料，故现有卡箍无法应用到化工行业。

发明内容

在传统卡箍的基础上，本发明目的是，提出了一种新型管连接卡箍及其管连接件：多瓣斜平面卡箍和多瓣斜平面卡箍管连接件，简称平箍和卡接。卡箍与接管锥头的结合面为斜平面，可以采用石棉垫、金属缠绕垫及金属环等各种密封垫，可以替代 DN50 以上口径的法兰，用于低压、中高压和易燃易爆介质管道的连接。

本发明的技术方案是，多瓣斜平面管连接卡箍，卡箍分为 2 组，组内各卡箍瓣之间用销连接，销平行于连接管轴，组与组之间用螺栓连接，螺栓垂直于管轴，每个卡箍的外形均为部分圆环柱，里面为圆弧凹槽，凹槽的上下面为对称的部分内锥面，各卡箍连接成环后形成卡链。

所述的卡箍，卡箍内锥面的锥角，即内锥面法向与卡链轴向的夹角 $\alpha = 5 \sim 80^\circ$ ，最好为 $10 \sim 20^\circ$ 。所述卡箍的瓣数 N 为偶数， N 最好不超过同口径法兰的螺栓数，如4瓣、6瓣、8瓣、10瓣、12瓣、18瓣等。

所述的卡箍，每个卡箍内锥面的中间部分凸出变为梯形平面，平面与轴面平行，即平面的斜角与锥面的锥角相等。

所述的卡箍，单个卡箍梯形斜平面两侧边延至卡链圆心所形成的梯形角 γ 的总合 $\Gamma = 40 \sim 330^\circ$ ，最好为 $180 \sim 300^\circ$ ，单个卡箍的梯形角 $\gamma = \Gamma / N$ 。

本发明还提出了一种与上述管连接卡箍匹配的管连接件即接管，传统卡箍标准将其称为高颈法兰，我们称为接管。接管的一端为管头，一端为凸出的锥头，管头与待接管道焊接，也可以用螺纹连接。锥头的外锥角与卡箍的内锥角相等，锥头的外锥面用车刀削出 N 个与锥面平行的凹进的梯形斜平面。接管梯形斜平面两侧边延至接管圆心角所形成的梯形总角的总合 $B = 20 \sim 180^\circ$ ，最好为 $90 \sim 120^\circ$ ，卡箍梯形角与接管梯形角的比值 $\gamma / \beta \geq 1.1$ ，最好为 $\gamma / \beta \geq 2$ 。

所述的接管，接管锥头底面为密封面，采用强制性密封垫，如石棉垫、金属缠绕垫及金属环等，密封面型式为平面、凹凸面、榫槽面、环槽面或三角环内槽面等。也可以采用有自紧功能的软密封垫，如橡胶O型环、橡胶C型环。

上述卡链与接管结合，形成了一种新的管路连接件：多瓣斜平面卡箍管连接件，简称为卡接。一套卡链和一对（两个）接管组成一套卡接，两个接管的锥头之间放置密封垫，上紧两组卡箍的连接螺栓，两个接管的管头分别与两边的管道焊接，就完成了卡接的安装。

有益效果：本发明所提出的卡接，可以用于 $DN15 \sim 3000$ 管道的连接，但最好是 $DN50 \sim 700$ 。使用压力，从低压到高压。使用温度，从零下低温到高温。卡箍材料为碳钢镀锌，也可以发黑、磷化、镀镍等，也可以采用不锈钢材料。接管材料为碳钢或不锈钢，也可以采用其他材料。卡箍和接管的制造，都采用锻造毛坯后机加工，主要用于化工行业，用于民用管道连接也可以铸造。

本发明所提出的卡接，剔除接管直段的重量，与一对法兰的重量比较，只是法兰重量的 $20 \sim 30\%$ 。如果仅算剔除直管段后的接管重量，重量只是一对法兰的 $2.5 \sim 6\%$ 。卡接的制造，除对锥角有严格要求外，对其他尺寸要求多不高，很容易制造。卡接市场化后，低压碳钢卡接价格只是法兰的一半，中高压价格优势更大。不锈钢卡接，价格只是不锈钢法兰的 $20 \sim 30\%$ 。卡接可以用于阀门的制造，将阀门两边的法兰换成接管，与管道用卡箍连接，使阀门的制造成本和价格大幅下降。本发明卡接的普及，将会掀起工业管阀件行业和管道连接领域的一场革命，对现代工业的发展和国民经济意义重大。

附图说明

图1中A传统卡箍安装图，B为A的局部放大图。

图2卡接三维图，其中A为鼻边箍，B为耳边箍，c为组装图。

图3卡接组件三维投影图，其中A接管，B为耳边箍，c为鼻边箍。

图4卡接剖面图，其中1为接管，2为密封垫，3为卡箍，4为下接管。

图5接管标识图，A、B为分别为上接管纵剖视图及俯视图，C为B中一局部放大图，D、E分别为下接管俯视及纵剖视图。

图6四瓣卡箍标识图。A、B分别为纵剖视图及A中局部放大图俯视图，C、D分别A图中A-A左右件的剖视图，E、F分别为图C中的两处剖视图，G、H分别为为图D中的两处剖视图。

图7六瓣卡箍标识图。其中A、B分别为纵剖视图及A中局部放大图俯视图，C、D分别A图中左右件和上下件的剖视图，E、F分别为图C、D中的两处剖视图。

具体实施方式

1. 命名

本发明为新型产品，在描述之前先须对产品及各部件进行命名，参见图 2~7。

本发明将卡箍分成四瓣以上，将传统卡箍的锥面贴合改成斜平面贴合，学名应称为多瓣斜平面卡箍，我们简称为平箍，传统卡箍我们简称为锥箍。卡箍连接件与管道焊接的部分，现有的标准和文献都称为高颈法兰，我们称为接管，接管与管道连接的一边称为对焊端，与卡箍连接的一边称为锥头。

卡箍管连接件由卡箍、接管、螺栓和销四种零件组成，卡箍和接管是主件，螺栓和销是连接件（附件）。卡箍分为两种，边箍和中箍，边箍又分为鼻边箍和耳边箍，鼻边箍、耳边箍和中箍又都称为单箍。卡箍的瓣数为 2 的倍数（偶数），最少为 4 瓣。图 2、3 为四瓣箍的管路连接件三维图和三维投影图，A 为鼻边箍，B 为耳边箍，c 为总成图（组装图），我们将卡箍管连接件总成简称为卡接。边箍（A、B）的一头为凸耳，鼻边箍（A）的另一头为销鼻，耳边箍（B）的另一头为销耳。对四瓣构成的卡箍，一个鼻边箍和一个耳边箍用销连接在一起，成为一组卡箍，两组卡箍用螺栓连接在一起，成为一个整体，我们称之为卡链，卡链与接管组成卡接。

图 7 为六瓣卡箍，六瓣箍分为两组，一组三瓣，两头为鼻边箍、耳边箍，中间为中箍，中箍一头为销鼻、一头为销耳，中箍通过销与边箍连接。六瓣以上卡箍组成的卡链，都是由鼻边箍、耳边箍和中箍这三种单箍组成，制造只需开三种模具。

一套卡链和一对（两个）接管组成一套管路连接件，两个接管的锥底为密封面，密封面和密封垫片可以采用各种型式，两个接管的管头分别与两边的管道焊接，也可以用螺纹连接。

卡链材料为碳钢、不锈钢等金属，采用锻造毛坯、机加工的方法制造，耐高温高压，可用于易燃易爆介质。

所述的卡箍管连接件可用于阀门制造的连接，即将传统法兰连接式阀门上的法兰改成所述的接管，阀门与管道用所述的卡链连接。

所述的卡箍管连接件，采用强制型密封垫，尺寸按化工和石油化工设计标准设计，用于中高压、易燃易爆介质管路和设备的连接。

所述的卡箍管连接件中，卡箍也可以采用铸造的方法制造，接管的管头与管道焊接或螺纹连接，垫片采用强制密封垫或软密封垫，用于民用、低压和不燃介质管道的连接。

所述的卡箍管连接件（卡接），接管的口径为 DN15~3000，最好为 DN50~700。

2. 定义

卡接是一种新产品，主要用于化工、石油、发电、冶炼等工业领域，替代 DN50 以上大口径法兰，必须按照压力容器国标和工业金属管道国标的规范进行设计。在推导设计公式之前，先需对各部位进行命名和选择标识符号，参见附图。

b——密封垫片的有效宽度；

C_1 ——接管对焊端管壁厚负偏差， $C_1=12.5\%$ ；

C_{Dn} ——接管锥头斜平面在内切圆 D_n 上形成弓形的弓长，计算时圆直径应取 D_n+2v_D ；

C_{Dw} ——接管锥头斜平面在外切圆 D_w 上形成弓形的弓长；

C_{En} ——卡箍斜平面在内切圆 D_n 上形成弓形的弓长，计算时圆直径应取 D_n+2v_E ；

C_{Ew} ——卡箍斜平面在外切圆 D_w 上形成弓形的弓长；

D_i ——接管对焊端内径；

D_o ——接管对焊端外径；

D_1 ——接管—锥面过度弧与锥面相交形成圆的直径， $D_1 = D_o + 2r_1 (1 - \sin\alpha)$ ；

D_n ——内剪切圆直径，即接管锥头切点处直径，也等于卡链的孔径；

D_w ——外剪切圆直径，即接管锥头的底径；

D_G ——密封面的有效直径；

d_1 ——螺柱的最小截面直径；

d_2 ——螺栓孔直径；

d_3 ——销的直径；

d_4 ——销孔直径；

d_5 ——销耳外径；

E_i ——卡箍内径；

E_o ——卡箍外径；

f_n ——卡箍孔处直段高度，即内切点处卡箍的厚度；

f_w ——卡箍切点处的厚度，即外切点处卡箍的厚度；

g_D ——接管锥头锥面和斜平面的间距；

g_E ——卡箍锥面与斜平面的间离；

Δg ——卡接组装后接管锥头斜平面和卡箍斜平面的间离；

h_n ——接管锥头切点处的厚度，即接管锥头在内切点处的厚度；

h_w ——接管锥头圆柱段的高度，即接管锥头在外切点处的厚度；

La ——凸耳的力臂长度；

Lw ——凸耳的宽度；

Ln ——凸耳的厚度；

m ——垫片系数，无因次；

N ——卡箍的瓣数；

n_b ——材料抗拉强度的安全系数；

n_s ——材料屈服强度的安全系数；

PN ——公称压力，设计的最大使用压力，bar；

p ——内压，MPa， $p = (PN+1) / 10$ ；

r_1 ——接管—锥面过度圆弧的半径；

r_2 ——加工内过度弧半径，即内倒角，取 $1\sim 2\text{mm}$ ；

r_3 ——加工外过度弧半径，即外倒角，取 $0.5\sim 1\text{mm}$ ；

u_1 ——销耳高度；

u_2 ——销鼻高度；

v_D ——接管锥头斜平面在外切圆上形成弓形的弓高；

v_E ——卡箍斜平面在内切圆上形成弓形的弓高；

y ——垫片的密封比压，MPa；

α ——锥角或斜角，锥面的与锥底的夹角，即锥面法向与锥轴向的夹角，包括接管头外锥面和卡箍内锥面的锥角，接管斜平面和卡箍斜平面与轴向截面的夹角，四个角相等；

B ——接管锥头 N 个梯形角的总和；

β_w ——接管梯形角，接管锥头梯形斜平面两侧边延至接管圆心所形成的梯形角，以外切圆 D_w 为基准， $\beta = B / N$ ；

β_n ——接管梯形角，以内切圆 D_n 为基准；

Γ ——卡链 N 个单卡箍卡箍梯形角的总和；

γ_n ——卡箍的梯形角，单个卡箍梯形斜平面两侧边延至卡链圆心所形成的梯形角，以内切圆 D_n 为基准， $\gamma = \Gamma / N$ ；

γ_w ——卡箍的梯形角，以外切圆 D_w 为基准；

δ_D ——接管对焊端壁厚；

δ_E ——卡箍圆筒段壁厚；

ΔC ——弓长余量，安装后在同一圆周上卡箍斜平面弓长比接管锥头斜平面弓长多出的长度，指两边多出的同样长度；

ΔL ——卡接间距，卡链孔边与接管锥头梯形斜平面上底线的距离；

μ ——摩擦角，钢-钢的 $\mu = 5\sim 8^\circ$ ，小值 $\mu_1 = 5^\circ$ ，大值 $\mu_2 = 8^\circ$ ；

σ_{b1} ——接管材料的抗拉强度，MPa；

σ_{b2} ——卡箍材料的抗拉强度，MPa；

σ_{s3} ——螺栓和销材料的屈服强度，MPa；

$[\sigma]_{b1}$ ——接管材料的许用应力，MPa；

$[\sigma]_{b2}$ ——卡箍材料的许用应力, MPa;

$[\sigma]_{s3}$ ——螺栓和销(轴)材料的许用应力, MPa;

φ ——焊接系数, 接管对焊端设计有坡口, 电焊, 可以取 $\varphi = 0.8$;

ω ——弓长比, 安装后在同一圆周上卡箍斜平面与接管锥头斜平面的弓长之比。

3. 配合尺寸

(1) 梯形角

梯形斜平面两侧边延至圆心所形成的梯形角的简称, 实际上斜平面的两个侧边并非直线, 只是近似为直线。我们规定接管斜平面面积为接管外锥总面积的 $1/4$, 即接管梯形角的总和 $B = 90^\circ$, 以接管锥头圆柱段直径 D_w 为基准, 接管锥头上单个斜平面的夹角为

$$\beta_w = \frac{90}{N} \quad (3-1)$$

这样的设计, 卡接的连接件接触面(卡箍—接管斜平面)比法兰的连接件接触面(法兰—螺栓)要大的多, 不会出现法兰的翘曲现象, 不必对垫片名义宽度 b_0 进行矫正, 即 $b=b_0$ 。

卡箍梯形角的总和为 Γ , 经设计方案比较, 宜取 $\Gamma = 180 \sim 300^\circ$, 以卡箍孔直径 D_n 为基准, 每个卡箍的斜平面夹角为

$$\gamma_n = \frac{\Gamma}{N} \quad (3-2)$$

考虑到公差、加工误差和安装时的错位, 为保证卡箍斜平面和接管斜平面完全贴合, 宜取 $\gamma / \beta \geq 2$ 。

(2) 斜平面与锥面的间距

如图 5, 接管锥头斜平面在外切圆 D_w 上形成弓形的弓高 v_D 为

$$v_D = \frac{D_w}{2} \left(1 - \cos \frac{\beta_w}{2} \right) \quad (3-3)$$

接管锥头斜平面和锥面的间距 g_D 为

$$g_D = \frac{D_w}{2} \left(1 - \cos \frac{\beta_w}{2} \right) \tan \alpha \quad (3-4)$$

如图 6, 卡箍斜平面在内切圆 D_n 上形成弓形的弓高 v_E 为

$$v_E = \frac{D_n}{2} \left(1 - \cos \frac{\gamma_n}{2} \right) \quad (3-5)$$

卡箍锥面与斜平面的距离 g_E 为

$$g_E = \frac{D_n}{2} \left(1 - \cos \frac{\gamma_n}{2} \right) \tan \alpha \quad (3-6)$$

卡接组装后, 接管锥头斜平面和卡箍斜平面的距离 Δg 为

$$\Delta g = g_E - g_D \quad (3-7)$$

设计要求 Δg 应尽可能大, 不能小于 0.7mm, 即两个锥面应有尽可能大的间距。

因斜平面与锥面平行, g_D 在每一处都是相等的, 故 v_D 在每一处也都是相等的, 绘图时可以根据此作出梯形斜平面侧边的投影曲线, 很接近直线。

(3) 弓长比

如图 5, 接管锥头斜平面在外切圆 D_w (锥底圆) 上形成弓形的弓长 C_{Dw} 为

$$C_{Dw} = D_w \sin \frac{\beta_w}{2} \quad (3-8)$$

因斜平面与锥面平行, g_D 在每一处都是相等的, 故 v_D 在每一处也是相等的, 由此可得在内切圆 D_n (卡链孔圆) 上接管锥头的梯形角 β_n 为

$$\beta_n = 2 \cos^{-1} \left[1 - \frac{D_w}{D_n + 2v_D} \left(1 - \cos \frac{\beta_w}{2} \right) \right] \quad (3-9)$$

接管锥头斜平面在内切圆上形成弓形的弓长 c_{Dn} 为

$$C_{Dn} = (D_n + 2v_D) \sin \frac{\beta_n}{2} \quad (3-10)$$

同理可得, 卡箍斜平面在内切圆上形成弓形的弓长 c_{En} 为

$$C_{En} = (D_n + 2v_E) \sin \frac{\gamma_n}{2} \quad (3-11)$$

外切圆上卡箍的梯形角 γ_w 为

$$\gamma_w = 2 \cos^{-1} \left[1 - \frac{D_n + 2v_E}{D_w} \left(1 - \cos \frac{\gamma_n}{2} \right) \right] \quad (3-12)$$

卡箍斜平面在外切圆上形成弓形的弓长 c_{Ew} 为

$$C_{Ew} = D_w \sin \frac{\gamma_w}{2} \quad (3-13)$$

卡箍与接管锥头在内外剪切圆上的弓长之比分别为

$$\omega_n = \frac{c_{En}}{c_{Dn}} \quad (3-14)$$

$$\omega_w = \frac{c_{Ew}}{c_{Dw}} \quad (3-15)$$

卡箍与接管锥头在内外剪切圆上的弓长余量分别为

$$\Delta C_n = \frac{c_{En} - c_{Dn}}{2} \quad (3-16)$$

$$\Delta C_w = \frac{c_{Ew} - c_{Dw}}{2} \quad (3-17)$$

弓长比 ω 和弓长余量 ΔC 反映了卡箍斜平面与接管锥头斜平面贴合的可靠程度,对于 DN50 及以上卡接,设计要求 $\omega \geq 2$, $\Delta C \geq 10\text{mm}$ 。卡箍和接管的弓长比 ω 与梯形角比很接近,即 $\omega \approx \gamma / \beta \geq 2$ 。

(4) 卡接间距

接管锥头斜平面中心线上剪切点处圆直径为 D_n ,卡箍孔的直径也为 D_n 。接管外径一锥面过度弧 r_1 与锥面相交形成圆的直径为 D_1 ,接管锥头梯形斜平面梯形上底边线与圆 D_1 相交。我们将卡链孔边(D_n 圆)与接管锥头梯形斜平面梯形上底边线(D_1 圆处)的距离称为卡接间距 ΔL ,由图 5 可得

$$\Delta L = \frac{D_n - D_1}{2} - v_D \quad (3-18)$$

设计取 $\Delta L = 4 \sim 6\text{mm}$,对大口径卡接,应取较大的 ΔL 。

4. 应力分析

下面的设计计算公式,主要参照国标 GB 150-2011《压力容器》标准释义,国标 GB 150.1~4-2.11《压力容器》,国标 GB 50316-2000《工业金属管道设计规范》,国家化工行业标准 HG/T 20582-2.11《钢制化工容器强度计算规定》。

4.1 轴向载荷

(1) 内压作用在接管轴向截面上的拉力 F_i 为

$$F_i = 2 \times \frac{\pi}{4} D_i^2 p$$

$$F_i = \frac{\pi}{2} D_i^2 p \quad (4-1)$$

(2) 内压作用在卡箍和接管锥头上的轴向拉力 F_G 为

$$F_G = \frac{\pi}{2} D_G^2 p \quad (4-2)$$

(3) 垫片的轴向预紧力 F_m 为

$$F_m = \pi D_G b y \quad (4-3)$$

当采用自紧式密封垫时, $F_m=0$ 。

式中 $b=b_0$, 因卡链接管锥头不存在法兰的翘曲现象。

(4) 操作状态下卡箍承受的总轴向拉力

各国压力容器标准都是根据 20 世纪 40 年代的研究成果, 认为在操作状态时密封面上的压紧应力应是设计压力 p 的 2m 倍, 即

$$F_p = 2\pi D_G b m p \quad (4-4)$$

其中 m 称为垫片系数, 根据垫片材料、形式和尺寸。当采用自紧式密封垫时, $F_p=0$ 。

操作状态下的轴向拉伸力 F_t 应是由介质压力所引起的轴向力 F_G 与垫片操作状态所需密封压紧应力所引起轴向力 F_p 之和, 可表示为

$$F_t = F_G + F_p = \frac{\pi}{2} D_G^2 p + 2\pi D_G b m p$$

$$F_t = \frac{\pi}{2} D_G p (D_G + 4b m) \quad (4-5)$$

4.2 径向载荷

(1) 垫片预紧时产生是径向内压力 $F_{\Sigma i}$ 为

$$F_{\Sigma i} = \pi D_G b y \tan(\alpha + \mu_2) \quad (4-6)$$

(2) 操作状态下卡箍承受的总径向外压力 $F_{\Sigma j}$ 为

$$F_{\text{紧}} = \frac{\pi}{2} D_G p (D_G + 4b_m) \tan(\alpha - \mu_1) \quad (4-7)$$

钢—钢摩擦系数 $f=0.1\sim 1.5$ ，摩擦角 $\mu = \tan^{-1}f = 5.71\sim 8.53^\circ \approx 5\sim 8^\circ$ ，为使计算结果可靠，预紧时 μ 取大值 $\mu_2 = 8^\circ$ ，使用状态 μ 取小值 $\mu_1 = 5^\circ$ ，即应力取可能的最大值。

4.3 螺栓和销的载荷

在卡箍的任意径向截面上，其承受的向两边的总拉力为径向压力的 $\frac{2}{\pi}$ 倍，由此可以计算出卡箍对面两个螺栓所承受的拉力（螺栓总载荷），其值也等于卡箍对面两对销的总载荷。

（1）预紧状态下螺栓的总载荷 $F_{\text{紧}}$ 为

$$F_{\text{紧}} = 2D_G b y \tan(\alpha + \mu_2) \quad (4-8)$$

（2）操作状态下螺栓的总载荷 $F_{\text{松}}$ 为：

$$F_{\text{松}} = D_G p (D_G + 4b_m) \tan(\alpha - \mu_1) \quad (4-9)$$

计算螺栓尺寸时，应取 $F_{\text{紧}}$ 、 $F_{\text{松}}$ 中的最大值，即

$$F_M = \max(F_{\text{紧}}, F_{\text{松}}) \quad (4-10)$$

4.4 说明

现有的卡箍管连接件，卡箍和高颈法兰的锥面只能有一种结合状态—刚好贴合，这种状态是不可改变的，螺栓只起到固定作用，因此可以说，标准和文献的应力分析和强度计算公式都是建立在不实假设基础上的。

在 GB 150.3 中，对卡箍强度计算还规定了一个预载状态。卡箍连接件在预紧状态时两密封面相互靠拢，高颈法兰的外锥面相对于卡箍的内锥面向外移动，在卡箍锥面上产生向里的摩擦力 F 。在操作状态，两密封面有分离趋势，高颈法兰外锥面相对于卡箍内锥面向里移动，卡箍与高颈法兰接触面的摩擦力方向和预紧状态方向相反，在卡箍锥面上产生向外的摩擦力 F 。在由预紧状态转到操作状态的过程中，卡箍斜面上的摩擦力 F 由向里转到向外。介质压力升起时，在两密封面将要有分离趋势的瞬间，作用在卡箍斜面的摩擦力仍然向里，此时称为预载状态，螺栓荷载与轴向应力的关系是将式（4-9）中的 $(\alpha - \mu_1)$ 换成 $(\alpha + \mu)$ 。实际上，这是针对生

产中的一种特征情况一开始时操作不当造成瞬间超压,这种情况对 DN15~25 以下的小口径管道容易发生,而卡箍只适应于 DN50 以上大口径管道的连接,这种情况是不会发生的,或者说发生的几率非常小。

在 GB 150.3 中,内压作用在卡箍和接管锥头上的轴向载荷 F_p 计算

$$F_G = \frac{\pi}{4} D_G^2 p \quad (4-2a)$$

这只是内压作用在卡箍和接管锥头轴向的单面应力,显然是错误的。在 GB 150.1 中,规定:碳素钢、低合金钢材料的抗拉强度安全系数 $n_b=2.7$,屈服强度安全系数 $n_s=1.5$,螺栓除外;碳素钢螺栓材料的屈服强度安全系数 $n_{sm}=2.7$ 。 $n_{sm}/n_s=1.8$,增大螺栓屈服强度的安全系数,实际上是对式(4-2a)错误的补偿。我们采用式(4-2)计算内压的轴向载荷,螺栓屈服强度安全系数取 1.5,与采用 GB 150.3 的计算结果其实是一样的,而且更可靠,这样做还取消了对螺栓材料安全系数的特殊规定,简化了设计计算方法。

5. 尺寸计算

现有的卡箍尺寸设计计算公式,都非常复杂,如 GB 150.3 中计算公式多达 37 个。我们已经设定接管斜平面的面积占接管外锥面积的 1/4,计算接管锥头切点处厚度时仅对切点处圆周的 1/4 进行强度计算,其余 3/4 圆周可以起加强作用。因此,对于卡箍和接管的尺寸计算,仅计算接管的管壁厚 δ 、接管锥头切点处的有效厚度 h_n 、卡箍切点处的厚度 f_w ,不必考虑接管锥头和卡箍锥面的弯折变形,设计计算过程大大简化。

5.1 接管的管壁厚

现有的管壁厚计算公式都是简化近似式,计算过程复杂,这是在计算机和计算器出现之前得到的公式。由应力平衡,可以得到管壁厚的精确计算公式:

$$\delta_D = \frac{D_a}{2\sigma(1-c_1)} \left(1 - \sqrt{\frac{1}{1+2p/[\sigma]_{b1}}} \right) \quad (5-1)$$

上式的计算结果和 GB 50316 中计算公式的计算结果相同。

5.2 卡箍的壁厚

设卡链螺栓凸耳和销处的空隙角总计为 60° ,即设 N 个卡箍的圆弧总周长为卡链圆周长的 $300/360$,由力平衡可得

$$\frac{F_t}{\frac{\pi}{4}(E_o^2 - E_i^2) \times \frac{5}{6}} = [\sigma]_{b2}$$

$$\delta_E = 0.5 \left(\sqrt{E_i^2 + \frac{2.4pD_G(D_G + 4bm)}{[\sigma]_{bs}}} - E_i \right) \quad (5-2)$$

销耳和螺栓凸耳设计时，卡链的总空角应小于 60° 。

5.3 接管锥头切点处的厚度

由力平衡可得

$$\frac{F_t/2}{\frac{\pi D_f h_{Df}}{4}} = 0.8[\sigma]_{b1}$$

$$h_{Df} = \frac{F_t}{0.4\pi D_f [\sigma]_{b1}} \quad (5-3)$$

$0.8[\sigma]_{b1}$ 为许用剪切应力。

5.4 卡箍切点处的厚度

$$h_{st} = \frac{F_t}{0.4\pi D_t [\sigma]_{bz}} \quad (5-4)$$

5.5 螺栓

(1) 螺柱直径

对单凸耳卡箍，由力平衡可得

$$\frac{F_M}{2 \times \frac{\pi}{4} d_1^2} = [\sigma]_{s3}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{2F_M}{\pi[\sigma]_{s3}}} \quad (5-5)$$

对双凸耳卡箍计算公式为

$$d_1 = \sqrt{\frac{F_M}{\pi[\sigma]_{s3}}} \quad (5-6)$$

(2) 凸耳计算

卡箍凸耳的抗弯折强度，对面两对螺栓的总载荷由 4 个凸耳分担，可得下式

$$[\sigma]_{s3} = 0.75F_M \frac{L_a}{L_w L_h^3} \quad (5-7)$$

$$L_h = \sqrt{\frac{0.75F_M L_a}{L_w [\sigma]_{s3}}} \quad (5-8)$$

取力臂 L_w = 螺母外接圆直径 + 5~6。凸耳宽 L_a ，单凸耳取 $L_a = 0.8E$ ，双凸耳取 $L_a = 1.5 \times$ 螺母外接圆直径。螺栓孔径 $d_2 = 1.2d_1$ 。

5.6) 销

(1) 销的直径

每个销有四个剪切面，由力平衡得

$$\frac{F_M}{2 \times \frac{\pi}{4} d_3^2 \times 4} = 0.8[\sigma]_{bs}$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{F_M}{1.6\pi[\sigma]_{bs}}} \quad (5-9)$$

(2) 销耳和销鼻（每卡箍两端的连接件）

取孔直径为销直径的 1.2 倍， $d_4 = 1.2d_3$ 。设销耳高度为 u_1 ，销鼻的高度为 u_2 ，取 $u_2 = 2u_1$ ， $u_2 + 2u_1 = 0.8F$ ，故 $u_1 = 0.2F$ 。由力平衡可得

$$\frac{F_M}{(d_5 - d_4) \times 0.4F \times 2 \times 2} = [\sigma]_{bs}$$

$$d_5 = 1.2d_4 + \frac{F_M}{1.6F[\sigma]_{bs}} \quad (5-10)$$

5.7 材料的安全系数

计算材料的许用应力，需要材料抗拉强度安全系数 n_b 和屈服强度安全系数 n_s 。GB 150 指出，“目前在压力容器安全法规和技术标准中采用的安全系数是粗放型的，由于将许多细节问题一概通过安全系数进行保障，这就造成了无法准确评估装置或设备安全裕度的问题”。我们采用 GB 150 介绍的美国动态安全系数理念，安全系数采用各国标准中的较低者—英国标准，对 DN ≤ 15 、PN ≤ 100 管件乘系数 2（最容易出现操作失误超压），DN20~25、PN ≤ 40 管件乘系数 1.5，DN32~50、PN ≤ 40 管件乘系数 1.2。

表 5-1 英国标准材料的安全系数

材料	抗拉强度 n_b	屈服强度 n_s
碳钢和低合金钢	2.35	1.5
奥氏体不锈钢	2.5	1.5

5.8 材料参数

(1) 力学性质

本发明实例所用材料的力学性质，取自 GB 150.2-2011、GB/T 1220-2000，见表 5-2。

表 5-2 钢材锻件的力学性质 MPa

材料	20#	35#	16Mn	30CrMo	304	321	316
抗拉强度 σ_b	410	510	480	620	520	520	520
屈服强度 σ_s	235	265	305	440			

(2) 垫片系数

本发明实例密封垫片采用不锈钢—石墨缠绕垫片，垫片系数 $m=3$ ，垫片比压 $y=17$ ，取石棉垫比压 11 的 1.5 倍。本发明实例密封面采用榫槽面，计算用垫片宽度 $b=(\text{榫宽}+\text{垫片宽度})/2$ 。标准和文献中不锈钢—石墨缠绕垫片的比压 $y=90$ ，按此计算法兰由石棉垫换成金属垫后，上螺栓的力度需增大 8 倍，法兰的厚度也需增加 8 倍，这是一个明显的错误，或是机器测量的简单结果。实际上，法兰由石棉垫换成金属垫后，上螺栓的力只需增加一点，但必须上均匀，即上螺栓时要对面一圈一圈慢慢上，这点比上石棉垫要求高。上卡箍很简单，只要用力上螺栓就行，这也是卡接的优势之一。

6. 本发明设计计算结果

按前述的本发明设计方法，计算了 DN50~600 卡接的尺寸，压力 PN25、40、63，密封面为榫槽面，垫片为不锈钢—石墨缠绕垫片，垫片厚度 3.2，设计接管列于表 6-1、2、3，均为典型的实施例。从表中数据可以看出，弓长余量 13~37mm，卡接间距 4.7~6.3mm，对加工精度要求不高，很容易制造。卡箍的尺寸明显比法兰小很多，大口径卡接并不像法兰一样需要很粗的螺栓，价格会比法兰低很多。

为了进一步和法兰比较，我们计算了卡接重量。在比较卡接和法兰重量时，法兰应为一对（两片）的重量。卡接重量应为一套卡箍的重量加一对接管锥头的重量，计算接管锥头重量时内径应取管外径，即剔除法兰安装时也有的管子，为便于叙述我们称为有效锥头重量。卡接螺栓加销的重量，比法兰一套螺栓的重量轻，因螺栓价值低，两者重量比较时不计此项。法兰的重量取自 GB/T 9124-2010，板式平焊法兰。计算结果列于表中，可以看出，卡接的重量只是法兰的 10~30%，口径越大，压力越高，卡接比法兰越轻。卡接接管有效锥头的重量只是法兰重量的 2.5~6%，因替卡接代法兰时仅接管需换成不锈钢，卡箍可以使用碳钢（镀锌、镀镍），不锈钢卡接对不锈钢法兰的价格优势更大。

表 6-1 压力 PN25 卡接设计结果

公称直径 DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
卡箍瓣数 N	4	4	4	4	6	6	8	8	8	12	12	16	16
锥角 α	15	15	15	15	15	15	15	15	12	10	10	10	10
B	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
β_w	22.5	22.5	22.5	22.5	15	15	11.2	11.2	11.2	7.5	7.5	5.6	5.6
Γ	240	240	240	240	300	300	300	300	300	300	300	300	300
γ_n	60	60	60	60	50	50	37.5	37.5	37.5	25	25	18.75	18.75
密封槽宽	9	9	9	9	9	10.5	12.5	14	14.5	16	15.5	17	17
榫槽间隙	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	5.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.85	7.85	8.6	8.85	9.6	9.35	10.1	10.1
接管材料	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#
卡箍材料	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	35#	35#	35#	35#	35#
管外径 D_o	57	76	89	108	133	159	219	273	325	377	426	530	630
管内径 D_i	50	69	82	101	126	151	207	261	311	361	410	510	610
过度圆 r_1	6	6	6	7	7	8	8	10	10	10	10	10	10
D_1	65.9	84.9	97.9	118.4	143.4	170.9	230.9	287.8	340.8	393.5	442.5	546.5	646.5
D_n	77	96	109	130	155	183	244	301	354	407	456	560	660
D_w	93	112	127	150	175	207	270	329	384	439	488	596	696
D_G	55.6	74.6	87.6	107.6	132.6	157.6	214.6	268.6	318.6	368.6	418.6	519.6	619.6
g_D	0.24	0.29	0.33	0.39	0.20	0.24	0.17	0.21	0.20	0.08	0.09	0.06	0.07
g_E	1.38	1.72	1.96	2.33	1.95	2.30	1.73	2.14	2.00	0.85	0.95	0.66	0.78
Δg	1.14	1.43	1.63	1.95	1.75	2.06	1.56	1.93	1.80	0.77	0.86	0.60	0.70
管壁厚 δ_D	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	6	6	7	8	8	10	10
理论值	0.6	0.8	0.9	1.1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.4	3.9	4.4	5.5	6.6
接管高度 H	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
剪切厚度 h_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	7.0	8.3	8.5	8.0	8.7	8.7	9.1	9.1
h_{n2}	7.9	7.9	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.5	9.0	8.7	8.7	9.1	9.1
理论值	0.23	0.29	0.30	0.31	0.37	0.43	0.57	0.69	0.56	0.45	0.51	0.62	0.72
卡箍外径 E_o	111	130	147	170	197	229	296	355	411	467	516	626	726
卡箍内径 E_i	101	120	136	159	185	217	280	339	395	451	500	610	710

壁厚 δ_E	5	5	5.5	5.5	6	6	8	8	8	8	8	8	8
理论值	0.55	0.79	0.89	1.06	1.28	1.52	2.07	2.59	2.43	2.80	3.15	3.88	4.60
切点厚 f_n	6.85	7.89	8.17	8.96	8.77	9.77	8.94	9.71	10.26	10.01	10.02	9.64	9.65
切点厚 f_w	8.99	10.04	10.58	11.64	11.45	12.99	12.42	13.46	13.45	12.83	12.84	12.81	12.82
理论值	0.19	0.25	0.25	0.27	0.33	0.38	0.51	0.63	0.41	0.34	0.38	0.47	0.55
卡箍高度 F	32	34	35	37	37	40	40	42	42	42	42	42	42
单凸耳螺栓 d_1	8	8	8	10	12	12	14	16	16	16	16	22	24
理论值	3.9	4.9	5.4	6.0	7.1	8.4	11.1	13.6	12.5	12.1	13.5	16.5	19.4
L_a	20	20	20	24	26	26	30	34	34	38	41		
L_w	25.6	27.2	28	29.6	29.6	32	32	33.6	33.6	33.6	33.6		
L_h	6	7	7	8	10	11	13	15	15	16	18		
L_h 理论值	3.6	4.4	4.7	5.6	6.9	7.8	11.1	14.1	12.3	12.6	14.6		
双凸耳螺栓 d_1	6	6	6	8	10	10	12	14	14	14	14	14	16
理论值	2.8	3.5	3.8	4.3	5.0	5.9	7.9	9.6	8.8	8.5	9.5	11.7	13.7
L_a	17	17	17	20	25	25	27	30	30	30	30	33	33
L_w	18	18	18	23	28	28	32	37	37	37	37	37	42
L_h	6	7	7	7	8	8	10	11	11	11	12	13	14
L_h 理论值	2.8	3.5	3.8	4.1	4.9	5.8	7.4	8.9	7.8	7.5	8.4	10.8	11.9
销直径 d_3	6	6	6	8	8	8	10	10	10	10	10	12	14
理论值	2.1	2.6	2.8	3.2	3.8	4.4	5.9	7.2	6.3	6.1	6.8	8.3	9.8
耳直径 d_5	12	12	12	15	17	17	20	20	20	20	20	22	24
理论值	7.0	7.2	7.3	9.7	10.0	10.4	13.7	14.9	14.0	13.8	14.5	18.4	22.6
弓长比 ω	2.5	2.4	2.4	2.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
弓长余量 ΔC	13.5	13.8	15.7	18.7	22	25.9	26.6	32.9	38.8	30.2	33.9	31.4	37.1
卡接余量 ΔL	4.7	4.5	4.3	4.4	5.1	5.2	5.9	5.8	5.7	6.3	6.2	6.4	6.3
法兰重量 kg	5.46	6.96	8.64	12.14	16.38	20.6	28.6	40.2	53.2	83.6	115.2	174	254
卡箍重量 kg	1.66	2.19	2.90	3.97	5.03	7.32	11.6	16.6	19.5	22.8	26.3	38.7	48.5
卡接/法兰重%	30.5	31.5	33.6	32.7	30.7	35.5	40.6	41.3	36.7	27.2	22.8	22.3	19.1
锥头/法兰重%	8.7	8.6	8.6	8.4	7.4	8.4	9.4	9.4	8.2	6.4	5.2	4.6	3.7

表 6-2 压力 PN40 卡接设计结果

公称直径 DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
卡箍瓣数 N	4	4	4	4	6	6	8	8	8	12	12	16	16

接管材料	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#
卡箍材料	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	30CrMo	30CrMo
管壁厚 δ_D	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	6	6	7	8	8	10	12
理论值	0.92	1.2	1.4	1.8	2.2	2.6	3.6	4.4	5.3	6.1	6.9	8.6	10.2
接管高度 H	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
剪切厚度 h_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	7.0	8.3	8.5	8.0	8.7	8.7	9.1	9.1
h_{n2}	7.9	7.9	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.5	9.0	8.7	8.7	9.1	9.1
理论值	0.36	0.45	0.47	0.49	0.58	0.68	0.90	1.09	0.88	0.72	0.80	0.97	1.14
卡箍外径 E_o	111	130	147	170	197	229	296	355	411	467	516	626	726
卡箍内径 E_i	101	120	136	159	185	217	280	339	395	451	500	610	710
壁厚 δ_E	5	5	5.5	5.5	6	6	8	8	8	8	8	8	8
理论值	0.70	1.00	1.13	1.34	1.62	1.92	2.62	3.27	3.81	4.40	4.95	5.02	5.95
切点厚 f_n	6.85	7.89	8.17	8.96	8.77	9.77	8.94	9.71	10.26	10.01	10.02	9.64	9.65
切点厚 f_w	8.99	10.04	10.58	11.64	11.45	12.99	12.42	13.46	13.45	12.83	12.84	12.81	12.82
理论值	0.24	0.31	0.32	0.34	0.41	0.48	0.65	0.80	0.65	0.53	0.60	0.60	0.71
卡箍高度 F	32	34	35	37	37	40	40	42	42	42	42	42	42
单凸耳螺栓 d_1	8	8	8	10	12	14	18	18	18	18			
理论值	4.7	5.9	6.3	7.1	8.4	9.9	13.1	16.1	15.7	15.2	16.9	16.1	18.9
L_a	20	20	20	24	26	30	38	38	38	38			
L_w	25.6	27.2	28	29.6	29.6	32	32	33.6	33.6	33.6			
L_h	6	7	7	8	10	11	13	20	20	20			
L_h 理论值	4.0	4.9	5.2	6.3	7.7	9.4	14.0	16.8	16.3	15.8			
双凸耳螺栓 d_1	3.3	4.1	4.5	5.0	6.0	7.0	9.3	11.4	11.1	10.7	12.0	11.4	13.4
理论值	6	6	6	8	10	10	14	14	14	14	14	14	18
L_a	17	17	17	20	25	25	27	30	30	30	30	33	37
L_w	18	18	18	23	28	28	32	37	37	37	37	37	42
L_h	6	7	7	7	8	8	10	11	11	11	12	14	16
L_h 理论值	3.1	3.9	4.3	4.6	5.5	6.5	8.4	10.1	9.8	9.5	10.6	12.3	14.4
销直径 d_3	6	6	6	8	8	8	10	10	10	10	10	12	14
理论值	2.4	3.0	3.2	3.6	4.3	5.0	6.6	8.1	7.9	7.7	8.5	9.5	11.1
耳直径 d_5	12	12	12	15	17	17	20	20	20	20	20	22	24

理论值	7.1	7.4	7.5	9.9	10.3	10.8	14.4	16.0	15.7	15.4	16.5	19.9	24.7
法兰重量 kg	5.46	6.96	8.64	12.14	16.38	21.6	35.8	59.6	90.2	133.4	194.2		
卡箍重量 kg	1.66	2.19	2.90	3.97	5.03	7.32	11.62	16.60	19.55	22.77	26.29	38.75	48.54
卡接/法兰重%	30.5	31.5	33.6	32.7	30.7	33.9	32.4	27.9	21.7	17.1	13.5		
锥头/法兰重%	8.7	8.6	8.6	8.4	7.4	8.0	7.5	6.3	4.9	4.0	3.1		

表 6-3 压力 PN63 卡接设计结果

公称直径 DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
卡箍瓣数 N	4	4	4	4	6	6	8	8	8	12	12	16	16
接管材料	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#
卡箍材料	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	30CrMo	30CrMo
管壁厚 δ_D	3.5	3.5	3.5	3.5	4	6	8	8	8	10	10	14	14
理论值	1.4	1.9	2.2	2.7	3.3	4.0	5.4	6.8	6.6	7.6	8.6	10.7	12.7
接管高度 H	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
剪切厚度 h_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	7.0	8.3	8.5	8.0	8.7	8.7	9.1	9.1
h_{n2}	7.9	7.9	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.5	9.0	8.7	8.7	9.1	9.1
理论值	0.56	0.70	0.73	0.77	0.90	1.03	1.34	1.64	1.08	0.89	1.00	1.24	1.45
卡箍外径 E_o	111	130	147	170	197	229	296	355	411	467	516	626	726
卡箍内径 E_i	101	120	136	159	185	217	280	339	395	451	500	610	710
壁厚 δ_E	5	5	5.5	5.5	6	6	8	8	8	8	8	8	8
理论值	0.70	1.00	1.13	1.34	1.62	1.92	2.62	3.27	3.81	4.40	4.95	5.02	5.95
切点厚 f_n	6.85	7.89	8.17	8.96	8.77	9.77	8.94	9.71	10.26	10.01	10.02	9.64	9.65
切点厚 f_w	8.99	10.04	10.58	11.64	11.45	12.99	12.42	13.46	13.45	12.83	12.84	12.81	12.82
理论值	0.37	0.49	0.50	0.54	0.64	0.73	0.97	1.20	0.82	0.68	0.77	0.96	1.13
卡箍高度 F	32	34	35	37	37	40	40	42	42	42	42	42	42
单凸耳螺栓 d_l	8	10	10	12	14	16	20	24	18	18			
理论值	5.8	7.3	7.9	8.9	10.5	12.2	16.1	19.7	15.1	14.7	16.4	20.3	23.8
L_a	20	20	20	24	26	30	38	38	38	38			
L_w	25.6	27.2	28	29.6	29.6	32	32	33.6	33.6	33.6			
L_h	6	7	7	8	10	11	13	20	20	20			

L _h 理论值	5.0	6.1	6.6	7.8	9.6	11.6	17.2	20.5	18.3	17.9			
双凸耳螺栓 d ₁	6	6	6	8	10	10	14	16	14	14	14	18	20
理论值	4.1	5.2	5.6	6.3	7.4	8.6	11.4	14.0	10.6	10.4	11.6	14.4	16.8
L _a	17	17	17	20	25	25	30	33	31	31	31	36	40
L _w	18	18	18	23	28	28	37	42	37	37	37	47	52
L _h	6	7	7	7	8	10	13	14	13	14	14	16	18
L _h 理论值	3.9	4.9	5.3	5.7	6.9	8.0	10.0	12.1	11.2	10.9	12.2	14.4	16.9
销直径 d ₃	6	6	6	8	8	8	10	12	12	12	12	14	16
理论值	2.9	3.7	4.0	4.5	5.3	6.2	8.1	10.0	8.9	8.6	9.7	12.0	14.0
耳直径 d ₅	12	12	12	15	17	17	20	22	22	22	22	28	34
理论值	7.4	7.9	8.0	10.5	11.2	11.8	16.2	20.6	19.1	18.8	20.2	26.1	32.3
法兰重量 kg	3.99	4.73	5.9	8.05	11.7	16.9	20.5	42.1	59.1	88.7	121		
卡箍重量 kg	1.66	2.19	2.9	3.97	5.03	7.32	11.6	16.6	19.5	22.7	26.3	40.2	51.8
卡接/法兰重%	20.8	23.2	24.6	24.7	21.5	21.7	28.3	19.7	16.5	12.8	10.9		
锥头/法兰重%	6.0	6.4	6.3	6.3	5.2	5.1	6.6	4.5	3.7	3.0	2.5		

7.实例:

1) DN100PN25 卡接, 按表 6-1 数据制造, 试验水压 5MPa, 保压 24 小时, 无泄漏。

2) DN150PN40 卡接, 按表 6-2 数据制造, 试验水压 10MPa, 保压 24 小时, 无泄漏。

以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出: 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

- 1、多瓣斜平面的管连接卡箍，其特征是所述卡箍分为 2 组，组内各瓣卡箍之间用销连接，销平行于连接管轴，组与组之间用螺栓连接，螺栓垂直于管轴，每个卡箍的外形均为部分圆环柱，里面为圆弧凹槽，凹槽的上下面为对称的部分内锥面，各卡箍连接成环后形成卡链。
- 2、根据权利要求 1 所述的管连接卡箍，其特征是卡箍内锥面的锥角即内锥面法向与卡链轴向的夹角 $\alpha = 10 \sim 20^\circ$ ；所述卡箍的瓣数 N 为偶数， N 不超过同口径法兰的螺栓数。
- 3、根据权利要求 1 所述的管连接卡箍，其特征是每个卡箍内锥面的中间部分凸出变为梯形平面，平面与锥面平行，即平面的斜角与锥面的锥角相等。
- 4、根据权利要求 1 所述的管连接卡箍，其特征是单个卡箍梯形斜平面两侧边延至卡链圆心所形成的梯形角 γ 的总合 $\Gamma = 180 \sim 300^\circ$ ，单个卡箍的梯形角 $\gamma = \Gamma / N$ 。
- 5、一种与权利要求 1-4 之一所述的管连接卡箍匹配的接管，其特征是一端为管头，一端为凸出的锥头，管头与管道焊接，锥头的外锥角与卡箍的内锥角相等，锥头的外锥面削出 N 个与锥面平行的凹的梯形斜平面。
- 6、根据权利要求 5 所述的接管，其特征是接管锥头上梯形斜平面两侧边延至接管圆心所形成的梯形角的总合 $B = 90 \sim 120^\circ$ ，卡箍梯形角与接管梯形角的比值 $\gamma / \beta \geq 2$ 。
- 7、根据权利要求 5 所述的接管，其特征是接管锥头底面为密封面，采用强制性密封垫，密封面型式为平面、凹凸面、榫槽面、环槽面或三角环内槽面，也能够采用有自紧功能的软密封垫。
- 8、根据权利要求 5 所述的接管，其特征是接管的管头与管道用螺纹连接。
- 9、一种管路连接件，由权利要求 1 所述的卡链和权利要求 5 所述的接管组成，其特征是一套卡链和一对接管组成一套管路连接件，两个接管的锥头之间放置密封垫，两个接管的管头分别与两边的管道焊接或用螺纹连接。
- 10、根据权利要求 9 所述的管路连接件，其特征是用于阀门制造，即将传统法兰连接式阀门上的法兰改成权利要求 5 所述的接管，阀门与管道用权利要求 1 所述的卡链连接；接管的口径为 DN 为 DN50~700。

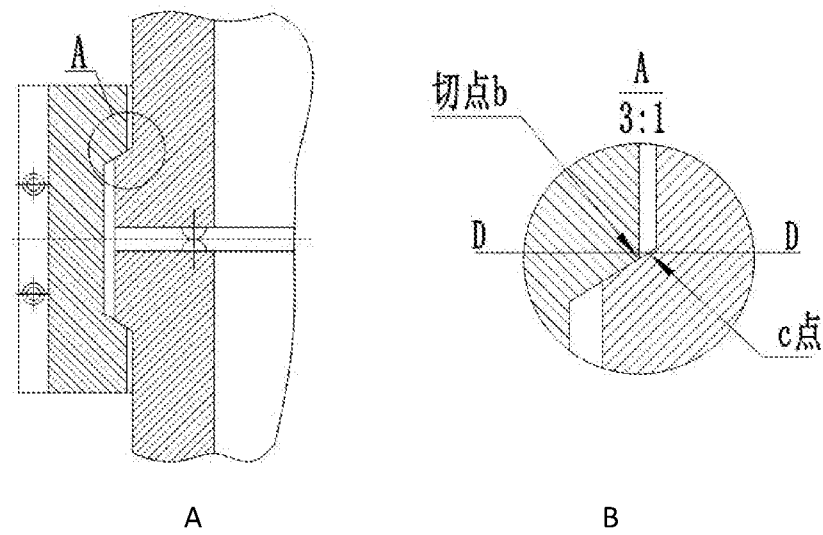


图 1

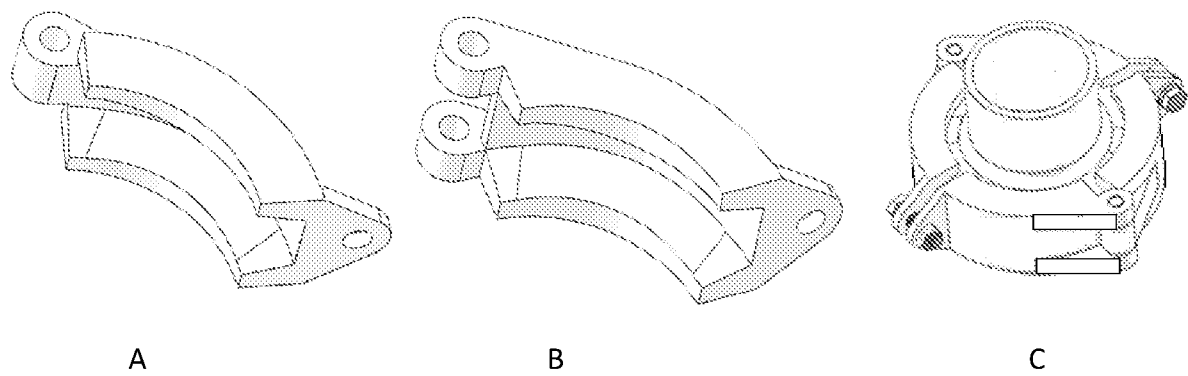


图 2

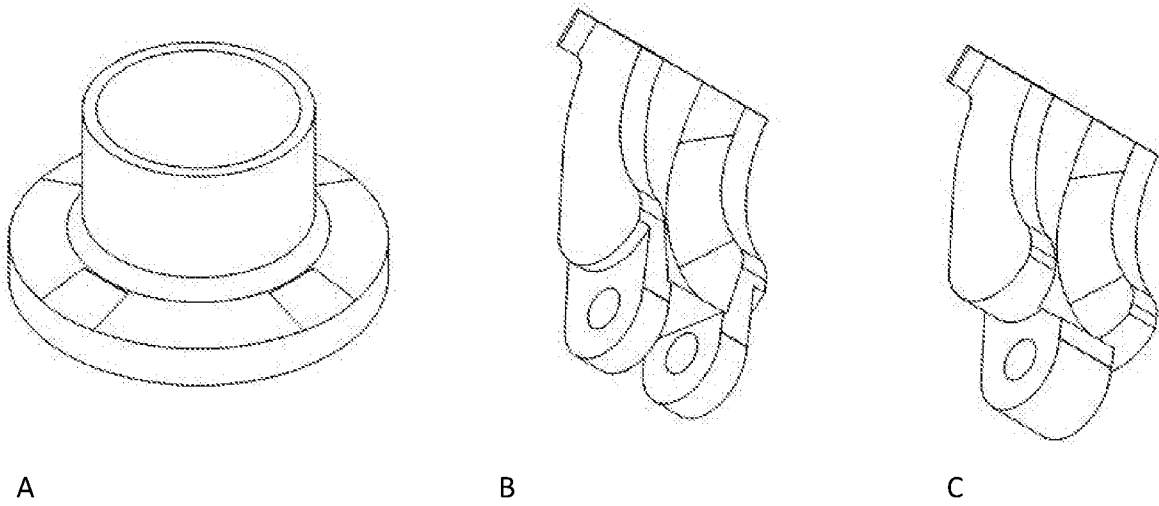


图 3

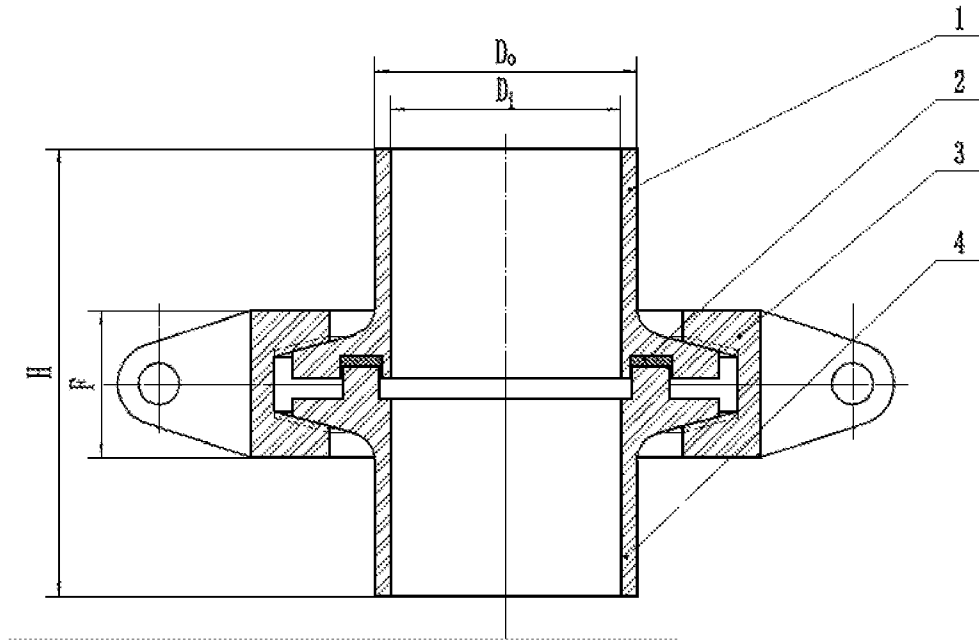


图 4

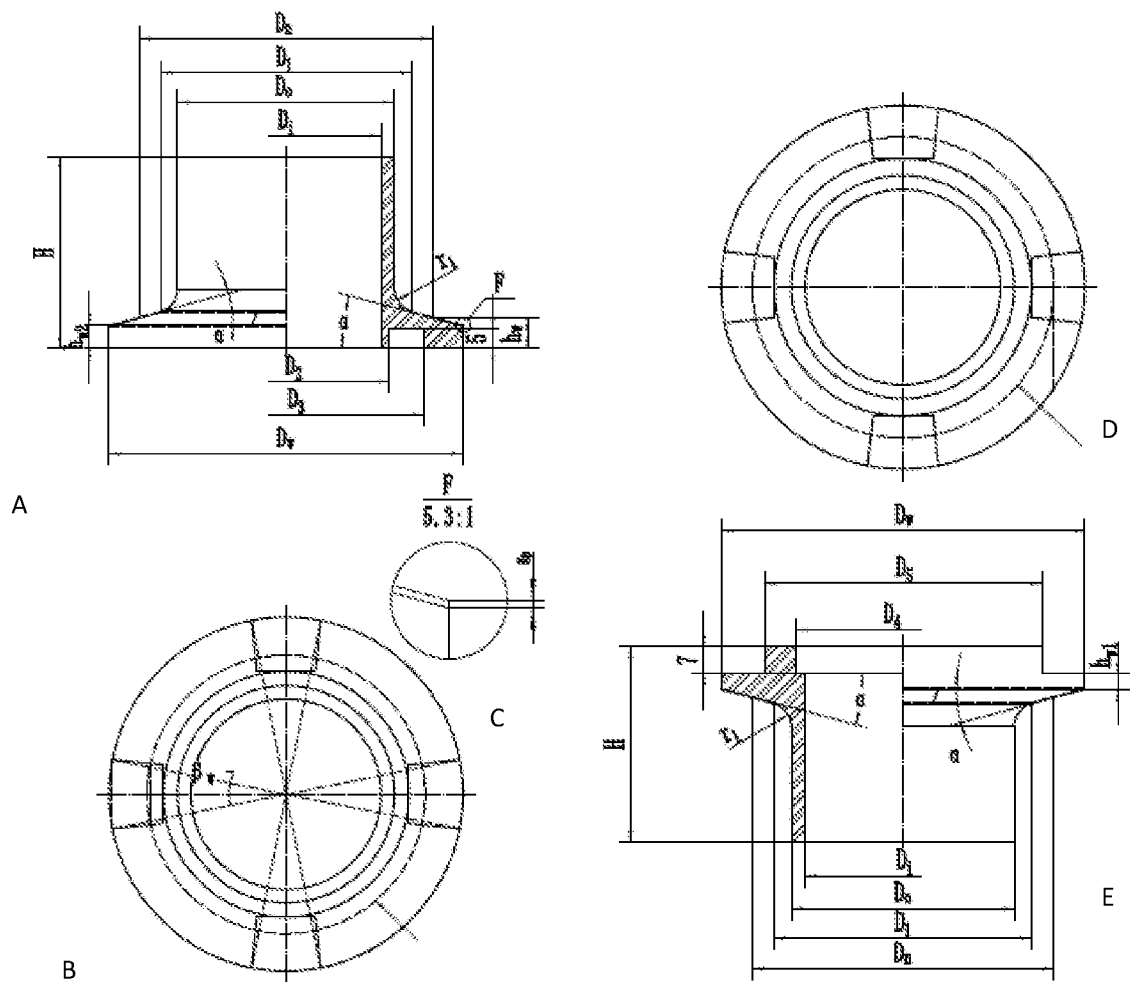


图 5

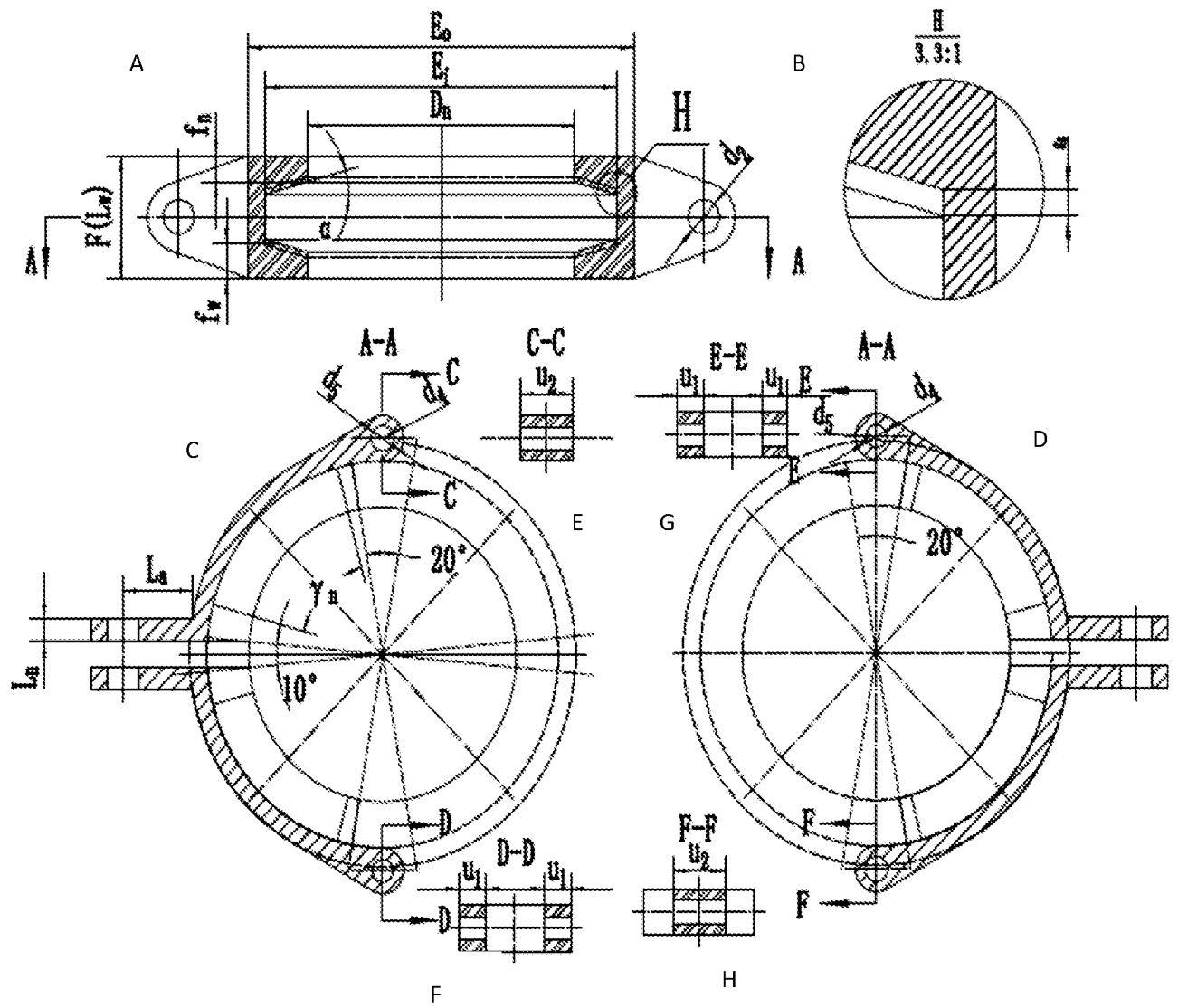


图 6

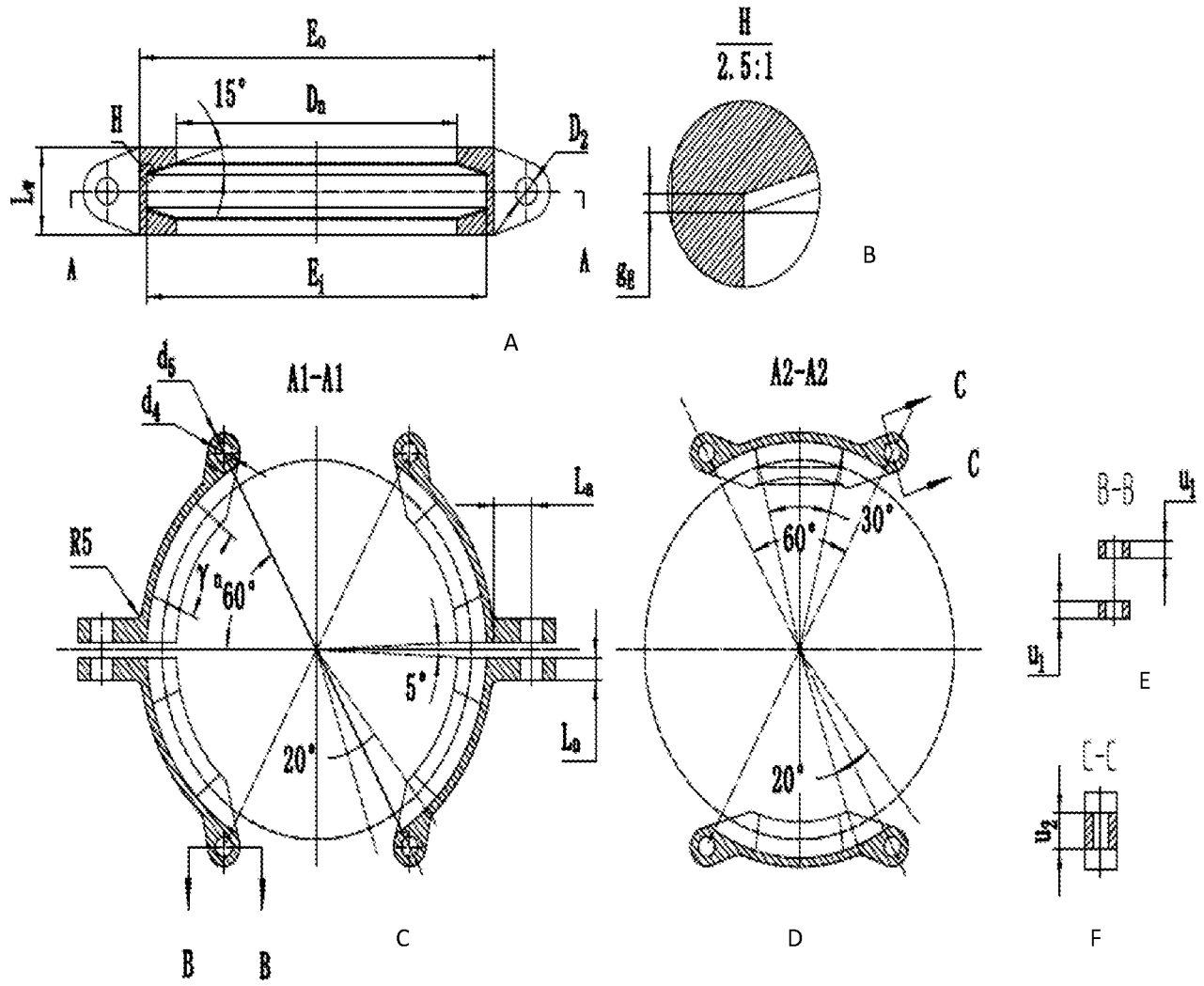


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/095213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16L 23/032 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16L 23

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN, CNABS, CNKI: catch hoop, clip, clamp

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2019245 A1 (ACTARIS SAS), 28 January 2009 (28.01.2009), the whole document	1-10
A	CN 105423024 A (SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS CORPORATION), 23 June 2016 (23.06.2016), the whole document	1-10
A	CN 102011909 A (CHEN, Ximin), 13 April 2011 (13.04.2011), the whole document	1-10
A	CN 203948828 U (XI'AN AEROSPACE CHEMICAL POWER PLANT), 19 November 2014 (19.11.2014), the whole document	1-10
PX	CN 106439313 A (YANG, Shunli), 22 February 2017 (22.02.2017), the whole document	1-10
A	KR 20160108699 A (JUN, H.B.), 20 September 2016 (20.09.2016), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 October 2017 (19.10.2017)	Date of mailing of the international search report 02 November 2017 (02.11.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Rui Telephone No.: (86-10) 62085447

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/095213

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
EP 2019245 A1	28 January 2009	None	
CN 105423024 A	23 June 2016	WO 2010126942 A2	04 November 2010
		EP 2323565 A2	25 May 2011
		MX 2011000619 A	24 March 2010
		KR 20120031263 A	02 April 2012
		CN 102131468 A	20 July 2011
		US 8328458 B2	11 December 2012
		JP 2012525556 A	22 October 2012
		MX 335890 B	18 December 2015
		CA 2731888 A1	04 November 2010
		WO 2010126942 A3	23 March 2016
		CN 102131468 B	27 January 2016
		JP 5658232 B2	21 January 2015
		US 2009208277 A1	20 August 2009
CN 102011909 A	13 April 2011	None	
CN 203948828 U	19 November 2014	None	
CN 106439313 A	22 February 2017	None	
KR 20160108699 A	20 September 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/095213

A. 主题的分类 F16L 23/032(2006.01) i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) F16L23 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) VEN, CNABS, CNKI:卡箍, clip, clamp		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	EP 2019245 A1 (ACTARIS SAS) 2009年 1月 28日 (2009 - 01 - 28) 全文	1-10
A	CN 105423024 A (美国圣戈班性能塑料公司) 2016年 6月 23日 (2016 - 06 - 23) 全文	1-10
A	CN 102011909 A (陈西民) 2011年 4月 13日 (2011 - 04 - 13) 全文	1-10
A	CN 203948828 U (西安航天化学动力厂) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 全文	1-10
PX	CN 106439313 A (杨顺立) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-10
A	KR 20160108699 A (JUN HAN BYEONG) 2016年 9月 20日 (2016 - 09 - 20) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2017年 10月 19日		国际检索报告邮寄日期 2017年 11月 2日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 王锐 电话号码 (86-10)62085447

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/095213

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
EP	2019245	A1	2009年 1月 28日	无	
CN	105423024	A	2016年 6月 23日	WO	2010126942 A2 2010年 11月 4日
				EP	2323565 A2 2011年 5月 25日
				MX	2011000619 A 2010年 3月 24日
				KR	20120031263 A 2012年 4月 2日
				CN	102131468 A 2011年 7月 20日
				US	8328458 B2 2012年 12月 11日
				JP	2012525556 A 2012年 10月 22日
				MX	335890 B 2015年 12月 18日
				CA	2731888 A1 2010年 11月 4日
				WO	2010126942 A3 2016年 3月 23日
				CN	102131468 B 2016年 1月 27日
				JP	5658232 B2 2015年 1月 21日
				US	2009208277 A1 2009年 8月 20日
CN	102011909	A	2011年 4月 13日	无	
CN	203948828	U	2014年 11月 19日	无	
CN	106439313	A	2017年 2月 22日	无	
KR	20160108699	A	2016年 9月 20日	无	