



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 117548552 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 08

(21) 申请号 202311495911.1

(22) 申请日 2023.11.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117548552 A

(43) 申请公布日 2024.02.13

(73) 专利权人 天津航天长征火箭制造有限公司
地址 300462 天津市滨海新区经济技术开发区西区新业六街19号西区投资服务中心301室

(72) 发明人 胡德友 王贺 钱伟 杜岩峰
刘宪力 陶现宾 彭江涛 渠福泉
陈乐乐 焦娇 韩振浩 党伟伟
王今朝 张晓舫 李奎 于化龙
杨飞 徐超 赵彦广 张玥
张胜会

(74) 专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理有限公司 12211

专利代理师 于德江

(51) Int.Cl.
B21D 22/14 (2006.01)
B21D 37/16 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 106424287 A, 2017.02.22
CN 106862375 A, 2017.06.20

审查员 李亚朋

权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法

(57) 摘要

本发明提供了一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,包括以下步骤:斜置形貌测绘拟合;多道次渐进拉平;测绘拟合;大端扬起多道次渐进拉平;二次测绘拟合;多道次整体近似同步轨迹设计;三次测绘拟合;整体轨迹设计。本发明有益效果:建立了极端斜置尺寸锥底修正方法,摸索了成形新途径,为产品成形实施加大了工艺窗口,实现了产品高精度控制;采用斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,成功避免高成本产品报废,为后续类似产品开发奠定实际工程经验和数据基础。



1.一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1、斜置形貌测绘拟合;

S2、多道次渐进拉平;

S3、测绘拟合;

S4、大端扬起多道次渐进拉平;

S5、二次测绘拟合;

S6、多道次整体近似同步轨迹设计;

S7、三次测绘拟合;

S8、整体轨迹设计;

斜置形貌测绘拟合,包括:

通过环向跳动选取斜置锥底板料出现的上扬最高点和最低点;

沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模;

设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合;

多道次渐进拉平,包括:

锥底斜置后与水平面角度呈现 15° - 20° ,锥底超长母线未旋压区域为1500mm,采用从未旋区域中间区域向小端多道次渐进拉平处理;

多道次渐进拉平的轨迹设计为变间隙等高度控制,采用9道次设计:

1-4道次采用L1等间隙,其中,L1为150-180mm;

5-9道次采用逐级递减变间隙,第9道次渐变为40-50mm,各道次旋出段变形高度为50-80mm;

旋压全程采用加热,温度控制为 220°C - 250°C ,采用接触式测温;

二次测绘拟合,包括:

产品在受到多道次渐进拉平后,已旋区域拉平,对大端扬起部分,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线;

沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合;

大端扬起多道次渐进拉平,包括:

对锥底扬起位置末端采用从小端向中心区域过渡采用多道次渐进拉平处理;

多道次渐进拉平的轨迹设计为等间隙等高度控制,采用8道次设计:

设置L2n为70-85mm,各道次旋出段变形高度为40-60mm;

旋压全程采用加热,温度控制为 220°C - 250°C ,采用接触式测温;

三次测绘拟合,包括:

产品在受到多道次渐进拉平后,扬起位置拉平,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线;

沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,再次进行坐标线性拟合,实现最高点和最低点同步;

多道次整体近似同步轨迹设计,包括:

将锥底坯料最高点和最低点调整为近似同一纬度,实现均等变形;

轨迹设计用从小端贴合区向大端过渡采用多道次整体近似同步轨迹设计,轨迹变形量

较坯料外表面最低点；

轨迹设计为等间隙等高度控制,采用6道次设计；

设置L3n为150-180mm,各道次旋出段变形高度为40-50mm,第一道次与之前旋压区交叠20-50mm；

旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温；

三次测绘拟合,包括：

通过环向跳动对产品最高点和最低点母线离散坐标打点,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,再次进行坐标线性拟合；

整体轨迹设计,包括：

经过三次轨迹整体调整后,根据实测形貌和厚度,采用一道次剪切旋压进行轨迹设计,按照旋压正弦定律设定为理论贴胎轨迹；

建立负偏离压下量为轨迹平移量 $\Delta = \text{实测厚度} \times (6-8)\%$ 。

一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法

技术领域

[0001] 本发明属于火箭箱底成形领域,尤其是涉及一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法。

背景技术

[0002] 新型运载火箭采用大型锥底结构设计,锥底圆环设计为2219铝合金,锥角为 90° ,厚度20mm,大端直径 $\Phi 5000\text{mm}$,小端直径约 $\Phi 2000\text{mm}$,母线长约2100mm,产品上下端成形曲率半径差异大,为保证传力效果,产品圆度和直线度需要控制到2mm。大型锥底为等锥角结构,需要从平板状态加工成半锥角 45° ,变形量较大,同时成形过程受到温度大小、温度范围、板料径厚比等多重因素影响,极易出现失稳变形,严重时板料翻起、旋轮包边,难以继续进行旋压过程,导致产品报废,造成极大的经济损失和周期影响。

[0003] 针对整体旋压成形的锥底结构,受到产品尺寸结构和工艺的影响,对工艺参数要求较高,控制不当,极易出现产品质量失控,具体如下:

[0004] (1) 母线长:由于母线较长,在成形过程中受到压应力和拉应力的双重作用下,锥底大端逐步实现变形积累,叠加因素较多,对产品精度控制造成较大困扰;

[0005] (2) 径厚比大:锥底半锥角为 45° ,按照旋压成形正弦率,成形后厚度减薄约为30%,尺寸轮廓达5米,径厚比达100:1以上,产品失稳趋势明显;

[0006] (3) 压下量:旋压过程通常采用一道次剪切旋压,受到旋压设备退让性和材料回弹特质,需要进行负偏离进行下压,下压量的合理性对锥底整体旋压失稳有着重要影响;

[0007] (4) 温度场:产品尺寸轮廓大,需要在开放式环境下进行整体坯料温度控制,均匀性直接影响材料塑性及成形抗力,滞后旋压连续性,影响成形精度。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明旨在提出一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,以针对超大锥底失稳起皱出现的斜置不均等极限负角度变形工程难题,控制修整过程中非均匀接触式变形量及修整轨迹,解决工程实际生产过程中的不稳定因素,增加产品加工工艺区间,提升产品合格率。

[0009] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0010] 一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,包括以下步骤:

[0011] S1、斜置形貌测绘拟合;

[0012] S2、多道次渐进拉平;

[0013] S3、测绘拟合;

[0014] S4、大端扬起多道次渐进拉平;

[0015] S5、二次测绘拟合;

[0016] S6、多道次整体近似同步轨迹设计;

[0017] S7、三次测绘拟合;

- [0018] S8、整体轨迹设计。
- [0019] 进一步的,在步骤S1中,斜置形貌测绘拟合,包括:
- [0020] 通过环向跳动选取斜置锥底板料出现的上扬最高点和最低点;
- [0021] 沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模;
- [0022] 设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合。
- [0023] 进一步的,在步骤S2中,多道次渐进拉平,包括:
- [0024] 锥底斜置后与水平面角度呈现 $15 \sim 20^\circ$,锥底超长母线未旋压区域为1500mm,采用从未旋区域中间区域向小端多道次渐进拉平处理;
- [0025] 多道次渐进拉平的轨迹设计为变间隙等高度控制,采用9道次设计:
- [0026] 1-4道次采用L1等间隙,其中,L1为150-180mm;
- [0027] 5-9道次采用逐级递减变间隙,第9道次渐变为40-50mm,各道次旋出段变形高度为50-80mm;
- [0028] 旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温。
- [0029] 进一步的,在步骤S3中,二次测绘拟合,包括:
- [0030] 产品在受到多道次渐进拉平后,已旋区域拉平,对大端扬起部分,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线;
- [0031] 沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合。
- [0032] 进一步的,在步骤S4中,大端扬起多道次渐进拉平,包括:
- [0033] 对锥底扬起位置末端采用从小端向中心区域过渡采用多道次渐进拉平处理;
- [0034] 多道次渐进拉平的轨迹设计为等间隙等高度控制,采用8道次设计:
- [0035] 设置L2n为70-85mm,各道次旋出段变形高度为40-60mm;
- [0036] 旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温。
- [0037] 进一步的,在步骤S5中,三次测绘拟合,包括:
- [0038] 产品在受到多道次渐进拉平后,扬起位置拉平,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线;
- [0039] 沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,再次进行坐标线性拟合,实现最高点和最低点同步。
- [0040] 进一步的,在步骤S6中,多道次整体近似同步轨迹设计,包括:
- [0041] 将锥底坯料最高点和最低点调整为近似同一纬度,实现均等变形;
- [0042] 轨迹设计用从小端贴合区向大端过渡采用多道次整体近似同步轨迹设计,轨迹变形量较坯料外表面最低点;
- [0043] 轨迹设计为等间隙等高度控制,采用6道次设计:
- [0044] 设置L3n为150-180mm,各道次旋出段变形高度为40-50mm,第一道次与之前旋压区交叠20-50mm;
- [0045] 旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温。
- [0046] 进一步的,在步骤S7中,三次测绘拟合,包括:
- [0047] 通过环向跳动对产品最高点和最低点母线离散坐标打点,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚

度,再次进行坐标线性拟合。

[0048] 进一步的,在步骤S8中,整体轨迹设计,包括:

[0049] 经过三次轨迹整体调整后,根据实测形貌和厚度,采用一道次剪切旋压进行轨迹设计,按照旋压正弦定律设定为理论贴胎轨迹;

[0050] 建立负偏离压下量为轨迹平移量 $\Delta = \text{实测厚度} \times (6-8) \%$ 。

[0051] 相对于现有技术,本发明所述的一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法具有以下优势:

[0052] 本发明所述的一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,建立了极端斜置尺寸锥底修正方法,摸索了成形新途径,为产品成形实施加大了工艺窗口,实现了产品高精度控制;采用斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,成功避免高成本产品报废,为后续类似产品开发奠定实际工程经验和数据基础。

附图说明

[0053] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0054] 图1为本发明实施例所述的工艺流程示意图;

[0055] 图2为本发明实施例所述的斜置不均等极限负角度大型锥体形貌示意图;

[0056] 图3为本发明实施例所述的多道次渐进拉平轨迹示意图;

[0057] 图4为图3的局部放大示意图;

[0058] 图5为本发明实施例所述的大端扬起多道次渐进拉平轨迹示意图;

[0059] 图6为图5的局部放大示意图;

[0060] 图7为本发明实施例所述的多道次整体近似同步轨迹设计示意图;

[0061] 图8为图7的局部放大示意图;

[0062] 图9为本发明实施例所述的一道次剪切旋压整体轨迹设计示意图;

[0063] 图10为图9的局部放大示意图。

具体实施方式

[0064] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0065] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0066] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可

以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0067] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0068] 如图1至图10所示,一种斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,包括以下步骤:

[0069] S1、斜置形貌测绘拟合;

[0070] S2、多道次渐进拉平;

[0071] S3、测绘拟合;

[0072] S4、大端扬起多道次渐进拉平;

[0073] S5、二次测绘拟合;

[0074] S6、多道次整体近似同步轨迹设计;

[0075] S7、三次测绘拟合;

[0076] S8、整体轨迹设计。

[0077] 本发明的优势:建立了极端斜置尺寸锥底修正方法,摸索了成形新途径,为产品成形实施加大了工艺窗口,实现了产品高精度控制;采用斜置不均等极限负角度大型锥体修正方法,成功避免高成本产品报废,为后续类似产品开发奠定实际工程经验和数据基础。

[0078] 在本发明一种优选的实施方式中,根据产品结构和材料特征,锥底圆环为典型的回转体零件,采用整体旋压工艺进行加工,根据大型锥底出现的斜置不均等极限负角度结构,设计多道次渐进轨迹成形,逐步渐进修整产品,

[0079] 在本发明一种优选的实施方式中,斜置形貌测绘拟合,包括:

[0080] 通过环向跳动选取斜置锥底板料出现的上扬最高点和最低点,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合。

[0081] 在本发明一种优选的实施方式中,多道次渐进拉平,包括:

[0082] 锥底斜置后与水平面角度呈现 $15 \sim 20^\circ$,考虑到锥底超长母线未旋压区域约为1500mm,采用从未旋区域中间区域向小端多道次渐进拉平处理,预防再次包角及大端回弹失效。轨迹设计为变间隙等高度控制,采用9道次设计,即1-4道次采用L1等间隙、L1为150-180mm;5-9道次采用逐级递减变间隙设计,第9道次渐变为40-50mm,各道次旋出段变形高度为50-80mm,旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温,确保温度准确性。

[0083] 在本发明一种优选的实施方式中,二次测绘拟合,包括:

[0084] 产品在受到多道次渐进拉平后,已旋区域拉平,但对于大端仍有部分扬起,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,进行坐标线性拟合。

[0085] 在本发明一种优选的实施方式中,大端扬起多道次渐进拉平,包括:

[0086] 对锥底扬起位置末端采用从小端向中心区域过渡采用多道次渐进拉平处理,预防大端再次隆起。轨迹设计为等间隙等高度控制,采用8道次设计,即L2n为70-85mm,各道次旋出段变形高度为40-60mm,旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温,确

保温度准确性。

[0087] 在本发明一种优选的实施方式中,测绘拟合,包括:

[0088] 产品在受到多道次渐进拉平后,扬起位置拉平,通过环向跳动选取多道次渐进拉平后的产品最高点和最低点母线,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,再次进行坐标线性拟合,实现最高点和最低点同步。

[0089] 在本发明一种优选的实施方式中,多道次整体近似同步轨迹设计,包括:

[0090] 为实现锥底整体成形效果,将锥底坯料最高点和最低点调整为近似同一纬度,实现均等变形。轨迹设计用从小端贴合区向大端过渡采用多道次整体近似同步轨迹设计,轨迹变形量较坯料外表面最低点。轨迹设计为等间隙等高度控制,采用6道次设计,即L3n为150-180mm,各道次旋出段变形高度为40-50mm,第一道次与之前旋压区交叠20-50mm,确保塑性变形衔接量。旋压全程采用加热,温度控制为220-250℃,采用接触式测温,确保温度准确性。

[0091] 在本发明一种优选的实施方式中,三次测绘拟合,包括:

[0092] 通过环向跳动对产品最高点和最低点母线离散坐标打点,沿母线方向以100-150mm等间距进行外表面坐标点录模,设置塞尺间隙为1-3mm,同时通过测厚仪测量型面厚度,再次进行坐标线性拟合。

[0093] 在本发明一种优选的实施方式中,整体轨迹设计,包括:

[0094] 经过三次轨迹整体调整后,根据实测形貌和厚度,采用一道次剪切旋压进行轨迹设计,按照旋压正弦定律设定为理论贴胎轨迹,考虑到设备退让性和回弹,建立负偏离压下量为轨迹平移量 $\Delta = \text{实测厚度} \times (6-8) \%$ 。

[0095] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

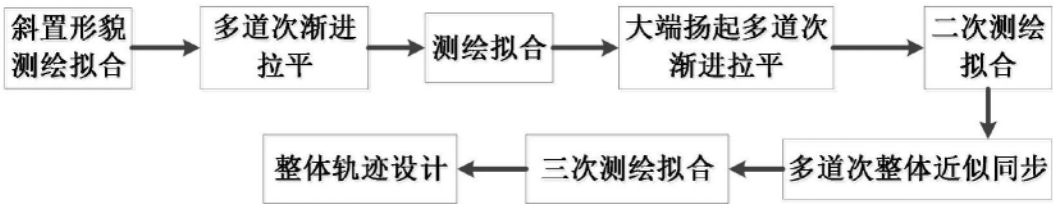


图1

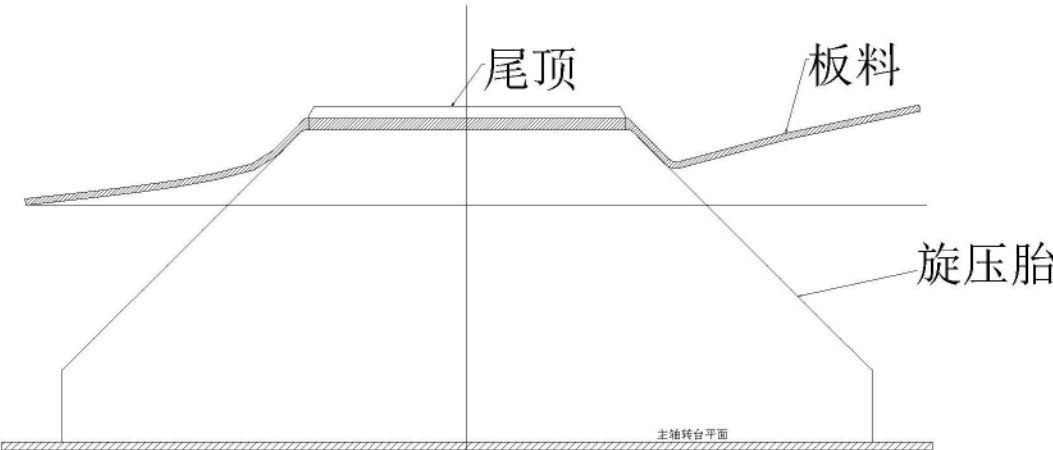


图2

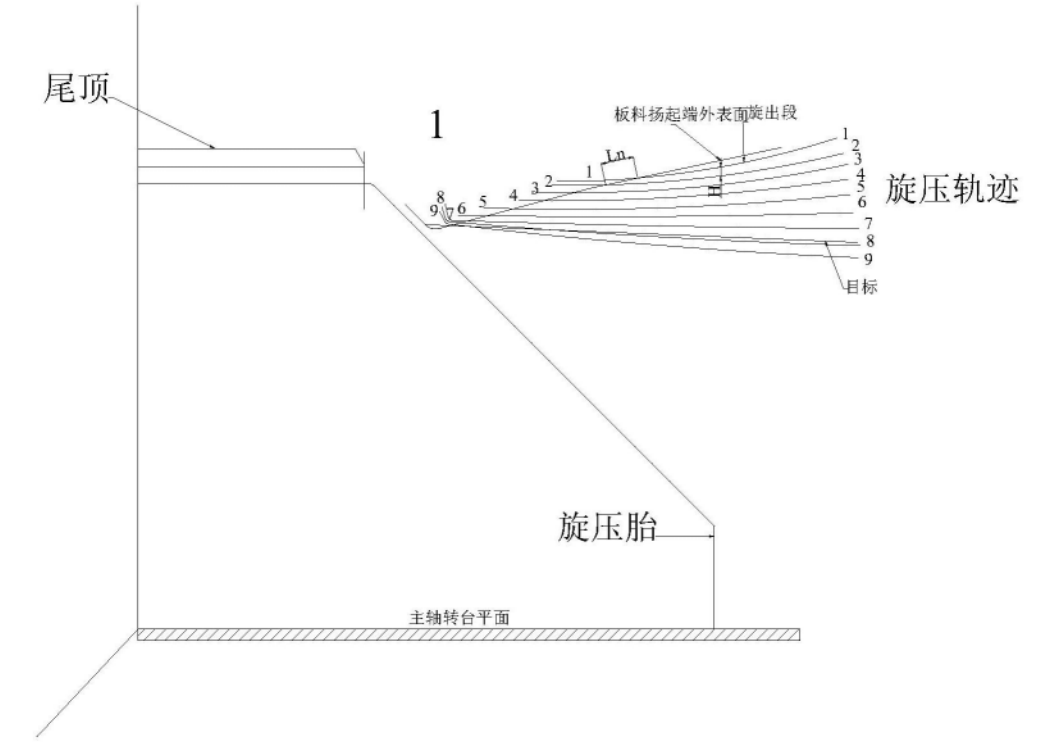


图3

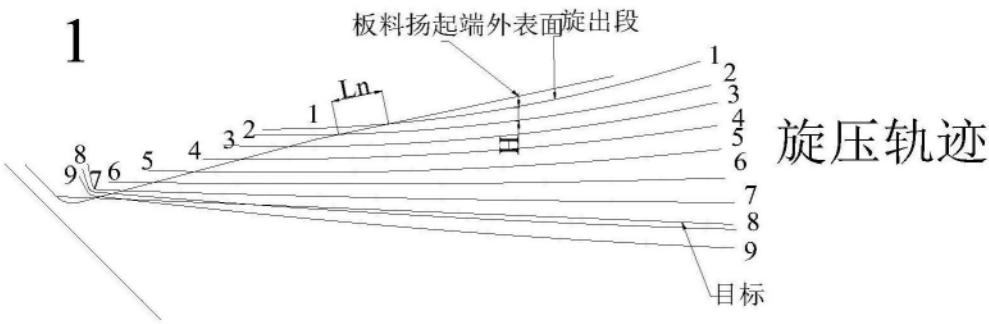


图4

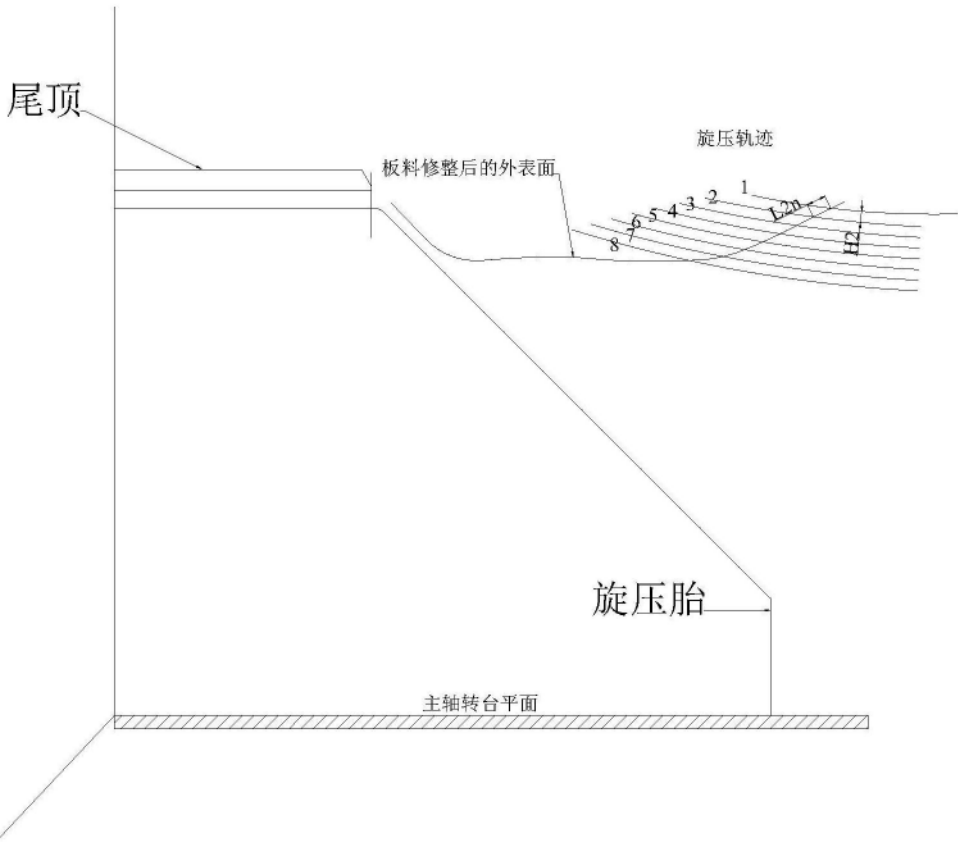


图5

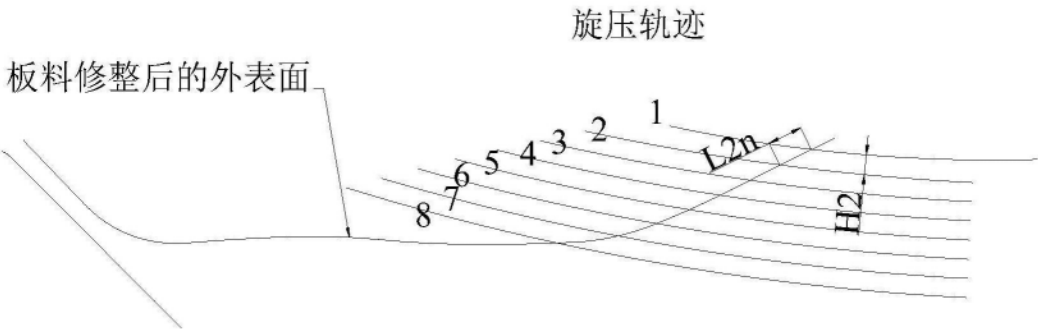


图6

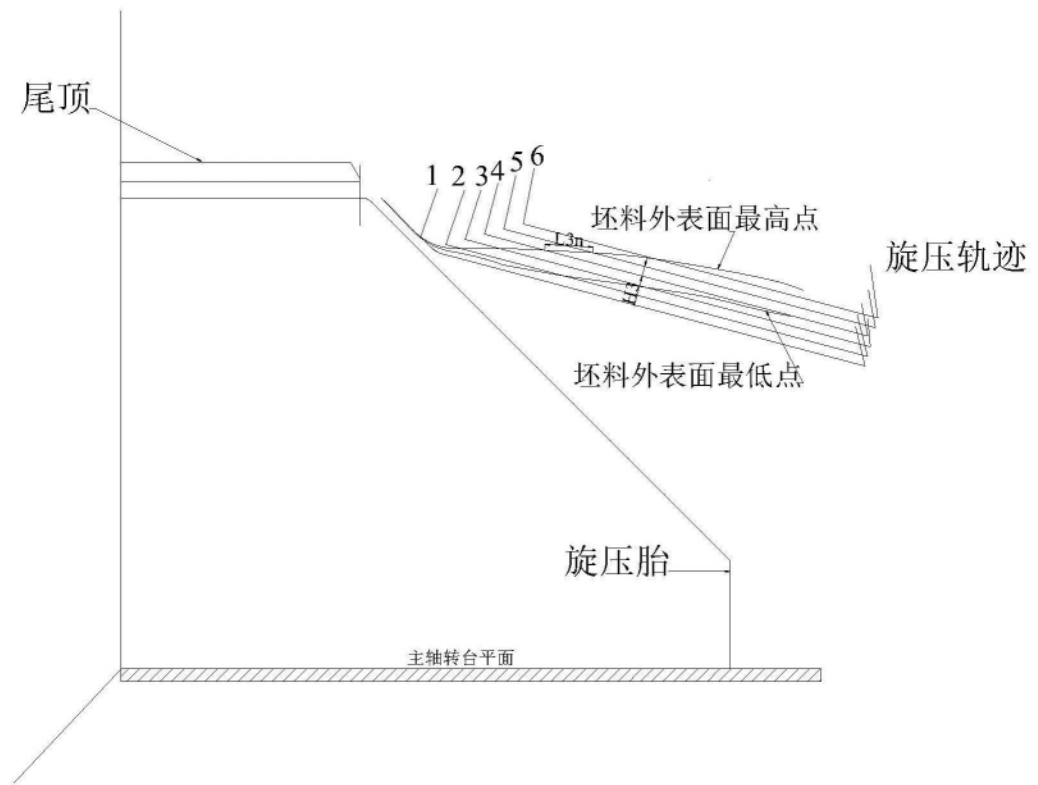


图7

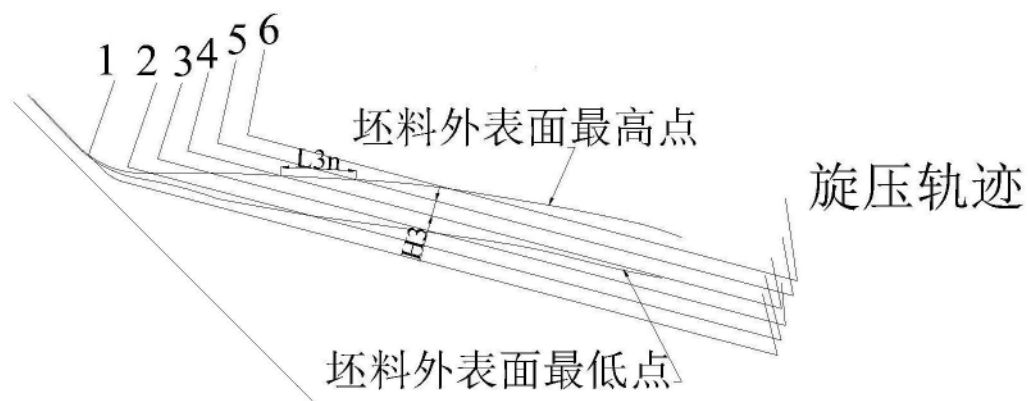


图8

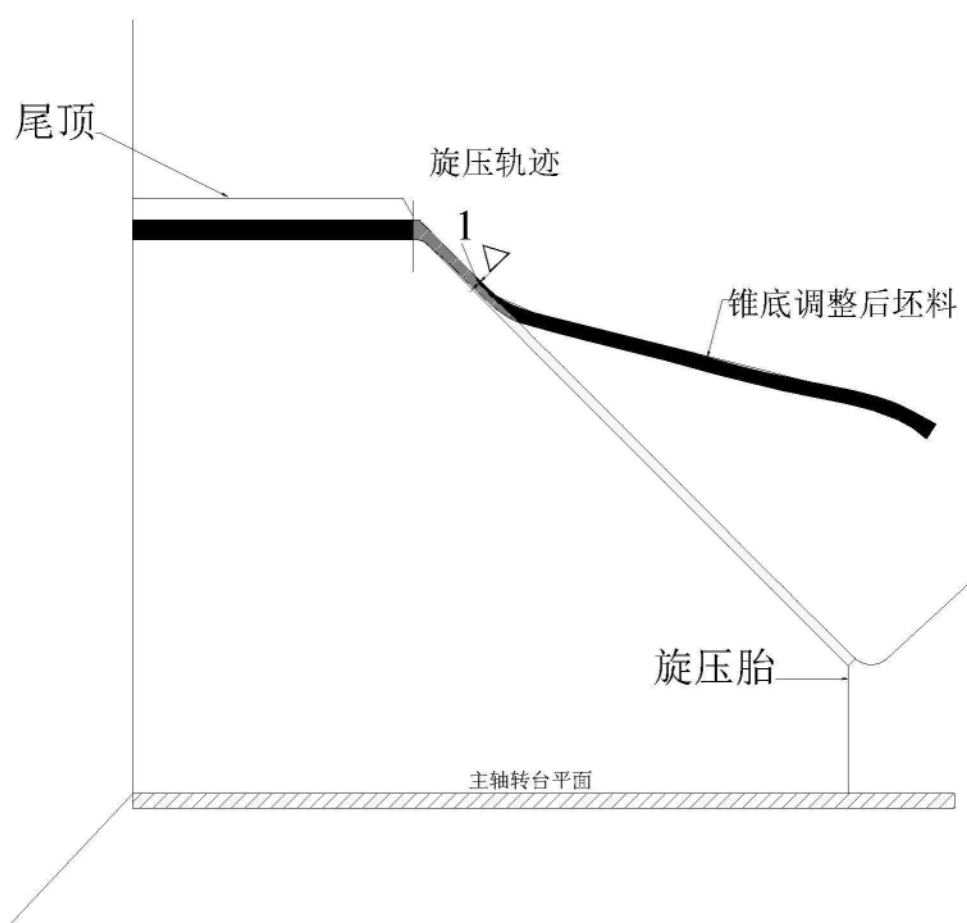


图9

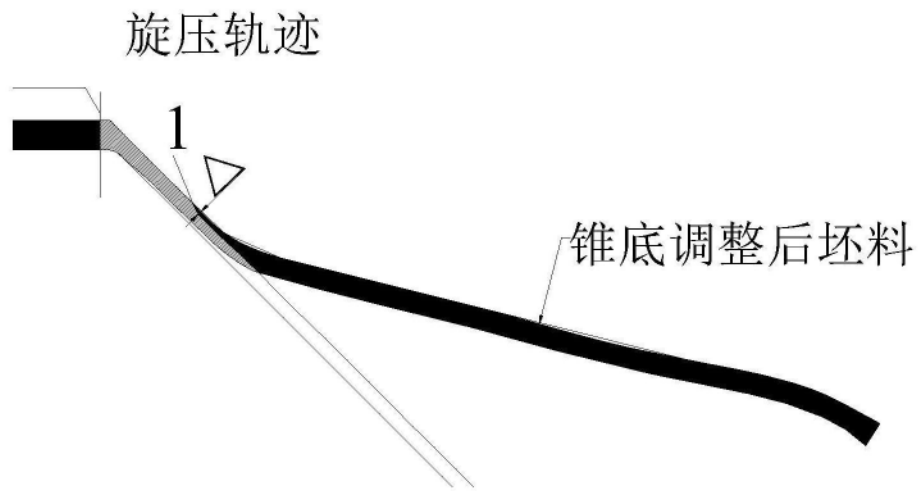


图10