



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118122940 A

(43) 申请公布日 2024.06.04

(21) 申请号 202410246167.X

B21J 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2024.03.05

(71) 申请人 南昌航空大学

地址 330000 江西省南昌市丰和南大道696号

(72) 发明人 曾祥 米忠宝 黄乐亨 徐雪峰
李宏伟 罗杰 刘文成 陈霄霄
宋庆华

(74) 专利代理机构 南昌洪达专利事务所 36111
专利代理师 黄凌飞

(51) Int. Cl.

B21K 1/46 (2006.01)

B21J 13/02 (2006.01)

B21J 13/04 (2006.01)

B21J 1/06 (2006.01)

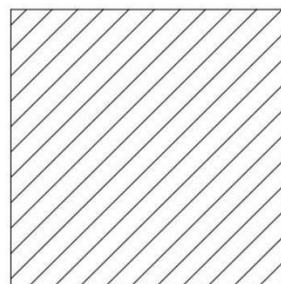
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法及模具

(57) 摘要

本发明公开了一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法及模具,该模具包括上模板、聚氨酯橡胶垫块、反向压板、导柱、导套、凸模、芯模、预应力圈、下模板,凸模包括挤压冲头和镦制凸模组,芯模包括挤压芯模和镦制芯模组;该成形方法包括:一工序采用带锥形凹槽的挤压冲头和挤压芯模相配合挤压成形螺栓杆部,以及二工序局部镦制成形异型螺栓头部;本发明采用挤-镦工艺相结合,在一工序挤压杆部成形过程中,带锥形凹槽挤压冲头对坯料的反挤压作用为二工序镦制非中心对称头部增加可变形的材料,可实现头型复杂且头部所需材料较多的异型头螺栓高性能成形。



1. 一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,其特征在于:包括上模板、下模板、凸模和芯模;凸模包括挤压冲头(6-1)和镦制凸模组,芯模包括挤压芯模和镦制芯模组;挤压芯模包括中心对称挤压芯模(7-1)与非中心对称挤压芯模(7-2);镦制芯模组包括第一镦制芯模(7-3)和第二镦制芯模(7-4);

上模板(1)与下模板(11)之间设置有导柱(5),导柱(5)上设置有导套(4),上模板(1)下方设置有聚氨酯橡胶垫块(2)和反向压板(3),凸模通过聚氨酯橡胶垫块(2)、反向压板(3)固定在上模板(1)上,并通过紧固螺栓连接进行固定;

下模板(11)上设置有凹模垫块(10),凹模垫块(10)上设置有芯模,芯模外套设有中预应力圈(8),中预应力圈(8)外套设有外预应力圈(9),挤压芯模的型腔减径处设置有倒角,挤压芯模的型腔减径处下方设置有通孔贯通于凹模垫块(10)和下模板(11)。

2. 根据权利要求1所述一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,其特征在于:镦制凸模组包括第一镦制凸模(6-2)和第二镦制凸模(6-3);挤压冲头(6-1)、第一镦制凸模(6-2)和第二镦制凸模(6-3)均由头部区挤压凸模、中部区圆柱结构及尾部区圆柱结构形成四级台阶型圆柱结构,中部区圆柱直径大于头部圆柱直径,尾部区圆柱直径大于中部区圆柱直径。

3. 根据权利要求2所述一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,其特征在于:挤压冲头(6-1)下方设置有锥形凹槽,挤压杆部成形的同时反挤压成形头部锥形凸台,为镦制成形螺栓异型头部提供足够的材料;第一镦制凸模(6-2)下方设置有非中心对称带凹腔的凸模;第二镦制凸模(6-3)下方设置为圆柱结构。

4. 根据权利要求2所述一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,其特征在于:当凸模采用第一镦制凸模(6-2)和第二镦制凸模(6-3)时,下模板(11)的通孔中安装有不同直径的第一顶杆(12)、第二顶杆(13)。

5. 根据权利要求1所述一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,其特征在于:中预应力圈(8)和外预应力圈(9)均为圆环结构,中预应力圈(8)外壁和外预应力圈(9)内壁均设置有 3° 锥角。

6. 一种利用权利要求1所述的成形模具的异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法,其特征在于:该成形方法包括一工序挤压成形螺栓杆部和二工序镦制成形螺栓异型头部,具体包括以下步骤:

(1). 下料:取一根高温合金棒材,参考成品螺栓的体积,根据塑性加工坯料体积不变原理,使用机床设备进行车削、铣削加工出对应体积的圆柱形坯料;

(2). 高温合金镀铜润滑;

(3). 加热坯料:利用感应加热的方式将高温合金圆柱形坯料快速加热到 950°C ,并且要求坯料温度分布均匀;

(4). 凸模采用挤压冲头(6-1)时,该模具为一工序挤压成形模具;将加热好的坯料放入一工序挤压成形杆部模具的挤压芯模的型腔中;

(5). 上模板(1)连接导套(4),导套(4)连接导柱(5),导柱(5)间接带动上模板(1)向下运动,同时挤压冲头(6-1)向下运动;

(6). 挤压冲头(6-1)在向下运动过程中,在挤压芯模的约束作用下持续对坯料施加外力,材料在挤压冲头(6-1)和挤压芯模的共同作用下向下流动,完成螺栓杆部的挤压成形;

同时挤压冲头(6-1)通过反挤压作用在头部成形锥形凸台,进而使变形区材料处于强烈三向压应力状态,提高材料塑性,从而获得较大变形量;

(7).导柱(5)带动上模板(1)向上运动,待上模板(1)回程完毕,使用脱模杆将螺栓坯料由下向上顶出,随后对其头部进行感应加热;

(8).随后进入二工序,凸模采用镦制凸模组,芯模采用镦制芯模组,并且在下模板(11)的通孔中安装有第一顶杆(12)、第二顶杆(13),防止在镦制成形异型螺栓头部时杆部区域材料发生流动;

(9).将头部加热完成的螺栓坯料放置于镦制芯模组中,导柱(5)带动上模板(1)向下运动,镦制凸模组同时向下运动,坯料在镦制凸模组与镦制芯模组的共同作用下发生形变,从而完成螺栓异型头部镦制成形;

(10).成形完毕后,导柱(5)带动上模板(1)向上运动,待上模板(1)回程到位,卸下下模板(11)通孔中的第一顶杆(12)、第二顶杆(13),使用直径小于凹模垫块(10)中通孔直径的脱模顶杆将成形完成的螺栓由下向上顶出,并机加工其切削端面及滚压制出螺纹。

一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法及模具

技术领域

[0001] 本发明涉及紧固件成形技术领域,尤其涉及一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法及模具。

背景技术

[0002] 高温高强异型头螺栓被广泛应用于高温高压环境工作的航空发动机等装备,其可靠性和耐用性对于装备的安全运行至关重要。针对头型复杂、头部所需材料较多、成形工艺难度较大的异型头螺栓,其头部为非对称结构,镦制时所需成形力较大,金属材料流线易紊乱,严重影响螺栓的服役性能。由于高温合金螺栓的抗拉性能等受杆部组织性能影响较大,传统只镦头部而杆部不变形的方式使得螺栓头部和杆部组织性能差异过大,容易引起螺栓“断头”或螺纹处断裂等失效破坏形式。为解决上述工艺中存在的问题,本发明采用挤-镦复合成形的方式,采用坯料整体加热,后利用挤压成形使得杆部坯料表层晶粒细化,有利于提高螺纹部位的强度,并且在正挤压杆部成形的同时反挤压成形头部锥形凸台,为镦制成形螺栓异型头部提供足够的材料;然后采用局部加热+镦制成形螺栓头部成形异型非对称头部高强螺栓,有效改善了异型头螺栓的成形性能,解决了此类螺栓产品显微组织不均匀,产品质量不稳定等问题。

[0003] 此外,在室温条件下,高温高强合金强度高、塑性差、材料变形抗力大,加工成形时容易产生破裂缺陷,因此,需采用先加热后成形的工艺方法,提高材料塑性,获得较大的变形量。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决现有技术中存在的技术问题,提供一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法及模具。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的技术方案是:一种异型头螺栓双工序挤-镦复合成形模具,包括上模板、下模板、凸模和芯模;凸模包括挤压冲头和镦制凸模组,芯模包括挤压芯模和镦制芯模组;挤压芯模包括中心对称挤压芯模与非中心对称挤压芯模;镦制芯模组包括第一镦制芯模和第二镦制芯模;

[0006] 上模板与下模板之间设置有导柱,导柱上设置有导套,上模板下方设置有聚氨酯橡胶垫块和反向压板,凸模通过聚氨酯橡胶垫块、反向压板固定在上模板上,并通过紧固螺栓连接进行固定;

[0007] 下模板上设置有凹模垫块,凹模垫块上设置有芯模,芯模外套设有中预应力圈,中预应力圈外套设有外预应力圈,挤压芯模的型腔减径处设置有倒角,挤压芯模的型腔减径处下方设置有通孔贯通于凹模垫块和下模板。

[0008] 优选的,镦制凸模组包括第一镦制凸模和第二镦制凸模,挤压冲头、第一镦制凸模和第二镦制凸模均由头部区挤压凸模、中部区圆柱结构及尾部区圆柱结构形成四级台阶型圆柱结构,中部区圆柱直径大于头部圆柱直径,尾部区圆柱直径大于中部区圆柱直径。

[0009] 优选的,挤压冲头下方设置有锥形凹槽,挤压杆部成形的同时反挤压成形头部锥形凸台,为镦制成形螺栓异型头部提供足够的材料;第一镦制凸模下方设置有非对称带凹腔的凸模;第二镦制凸模下方设置为圆柱结构。

[0010] 优选的,当凸模采用第一镦制凸模和第二镦制凸模时,下模板的通孔中安装有不同直径的第一顶杆、第二顶杆。

[0011] 优选的,中预应力圈和外预应力圈均为圆环结构,中预应力圈外壁和外预应力圈内壁均设置有 3° 锥角。

[0012] 本发明还公开了一种利用上述所述的成形模具的异型头螺栓双工序挤-镦复合成形方法,该成形方法包括一工序挤压成形螺栓杆部和二工序镦制成形螺栓异型头部,具体包括以下步骤:

[0013] (1).下料:取一根高温合金棒材,参考成品螺栓的体积,根据塑性加工坯料体积不变原理,使用机床设备进行车削、铣削加工出对应体积的圆柱形坯料;

[0014] (2).高温合金镀铜润滑;

[0015] (3).加热坯料:利用感应加热的方式将高温合金圆柱形坯料快速加热到 950°C ,并且要求坯料温度分布均匀;

[0016] (4).凸模采用挤压冲头时,该模具为一工序挤压成形模具;将加热好的坯料放入一工序挤压成形杆部模具的挤压芯模的型腔中;

[0017] (5).上模板连接导套,导套连接导柱,导柱间接带动上模板向下运动,同时挤压冲头向下运动;

[0018] (6).挤压冲头在向下运动过程中,在挤压芯模的约束作用下持续对坯料施加外力,材料在挤压冲头和挤压芯模的共同作用下向下流动,完成螺栓杆部的挤压成形;同时挤压冲头通过反挤压作用在头部成形锥形凸台,进而使变形区材料处于强烈三向压应力状态,提高材料塑性,从而获得较大变形量;

[0019] (7).导柱带动上模板向上运动,待上模板回程完毕,使用脱模杆将螺栓坯料由下向上顶出,随后对其头部进行感应加热;

[0020] (8).随后进入二工序,凸模采用镦制凸模组,芯模采用镦制芯模组,并且在下模板的通孔中安装有第一顶杆、第二顶杆,防止在镦制成形异型螺栓头部时杆部区域材料发生流动;

[0021] (9).将头部加热完成的螺栓坯料放置于镦制芯模组中,导柱带动上模板向下运动,镦制凸模组同时向下运动,坯料在镦制凸模组与镦制芯模组的共同作用下发生形变,从而完成螺栓异型头部镦制成形;

[0022] (10).成形完毕后,导柱带动上模板向上运动,待上模板回程到位,卸下下模板通孔中的第一顶杆、第二顶杆,使用直径小于凹模垫块中通孔直径的脱模顶杆将成形完成的螺栓由下向上顶出,并机加工其切削端面及滚压制出螺纹。

[0023] 本发明有益效果:

[0024] 本发明利用挤-镦双工序成形模具,实现一工序挤压成形螺栓杆部和二工序镦制成形螺栓异型头部(D型头);针对头型复杂、头部所需材料较多的异型头螺栓,采用挤-镦双道工序实现异型头螺栓头部和杆部精确塑性成形,较大提高了螺栓的成形性能。

附图说明

[0025] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,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。

- [0026] 图1是本发明使用的圆柱形坯料;
- [0027] 图2是一工序挤压成形螺栓杆部成形后的螺栓剖视图;
- [0028] 图3是本发明成形后的螺栓产品;
- [0029] 图3-1是本发明机加工好的D型头螺栓剖视图;
- [0030] 图3-2是本发明机加工好的D型头螺栓头部俯视图;
- [0031] 图4是挤压成形螺栓杆部模具原理图;
- [0032] 图5是镦制成形螺栓D型头部模具原理图;
- [0033] 图6是本发明的模具工作状态图一(局部放大图);
- [0034] 图7是本发明的模具工作状态图二(局部放大图);
- [0035] 图8是本发明的模具工作状态图三(局部放大图);
- [0036] 图9是本发明的模具工作状态图四(局部放大图);
- [0037] 图10是本发明的模具工作状态图五;
- [0038] 图11是本发明的模具工作状态图六;
- [0039] 图12是本发明的模具工作状态图七;
- [0040] 图13是本发明的模具工作状态图八。

[0041] 附图标注:

[0042] 1.上模板、2.聚氨酯橡胶垫块、3.反向压板、4.导套、5.导柱、6-1.挤压冲头、6-2.第一镦制凸模、6-3.第二镦制凸模、7-1.中心对称挤压芯模、7-2.非中心对称挤压芯模、7-3.第一镦制芯模、7-4.第二镦制芯模、8.中预应力圈、9.外预应力圈、10.凹模垫块、11.下模板、12.第一顶杆、13.第二顶杆。

具体实施方式

[0043] 本部分将详细描述本发明的具体实施例,附图的作用在于用图形补充说明书文字部分的描述,使人能够直观地、形象地理解本发明的每个技术特征和整体技术方案,但其不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0044] 实施例一:

[0045] 挤压杆部成形方式可分为中心对称挤压和非中心对称挤压,该实施例介绍中心对称挤压成形方法及模具,具体如下:一工序挤压成形模具具体包括上模板1、聚氨酯橡胶垫块2、反向压板3、导套4、导柱5、挤压冲头6-1、中心对称挤压芯模7-1、非中心对称挤压芯模7-2、中预应力圈8、外预应力圈9、凹模垫块10、下模板11(如图4所示);

[0046] 所述挤压冲头6-1下方设置有锥形凹槽,挤压杆部成形的同时反挤压成形头部锥形凸台,为二工序镦制成形螺栓异型头部提供足够的材料;所述中心对称挤压芯模7-1与非中心对称挤压芯模7-2的型腔减径处设置有倒角,减径处下方设置有通孔贯通于所述凹模垫块10与所述下模板11。

[0047] 一工序中心对称挤压成形螺栓杆部具体包括以下步骤:

[0048] (1)、下料:取一根高温合金棒材,参考成品螺栓的体积,根据塑性加工坯料体积不

变原理,使用机床设备进行车削、铣削加工出对应体积的圆柱形坯料;

[0049] (2)、高温合金镀铜润滑;

[0050] (3)、加热坯料:利用感应加热的方式将高温合金圆柱形坯料快速加热到950°C,并且要求坯料温度分布均匀;

[0051] (4)、凸模采用挤压冲头6-1时,该模具为一工序挤压成形模具;将加热好的坯料分别放入一工序中心对称挤压成形模具挤压芯模的模腔中(如图6所示);

[0052] (5)、所述上模板1连接所述导套4,导套4连接所述导柱5,导柱5间接带动上模板1向下运动,同时挤压冲头6-1向下运动;挤压冲头6-1在向下运动过程中,在所述中心对称挤压芯模7-1的约束作用下持续对坯料施加外力,材料在挤压冲头6-1和中心对称挤压芯模7-1的共同作用下向下流动;挤压冲头6-1正挤压圆柱坯料成形螺栓杆部,反挤压坯料头部成形锥形凸台(如图7所示);

[0053] 实施上述具体步骤完成螺栓杆部的对称挤压成形,中心对称挤压有利于变形区材料均匀流动,易于成形杆部,成形效率较高且杆部成形质量较好。

[0054] 实施例二:

[0055] 非中心对称挤压成形即为挤压坯料成形杆部时使用轴线与挤压成形模具中心轴线不重合的非中心对称挤压芯模7-2(如图8、9所示),其具体实施步骤与实施例一中心对称挤压成形相同。

[0056] 使用非中心对称挤压成形方式时,变形区材料同时受到剪切与挤压作用,成形杆部表层晶粒得到大幅度细化,从而有效提高螺栓杆部的强度与塑性。

[0057] 实施例三:

[0058] 二工序镦制螺栓D型头成形模具包括上模板1、聚氨酯橡胶垫块2、反向压板3、导套4、导柱5、第一镦制凸模6-2、第二镦制凸模6-3、第一镦制芯模7-3、中预应力圈8、外预应力圈9、凹模垫块10、下模板11以及第一顶杆12、第二顶杆13(如图5所示);

[0059] 所述镦制凸模6-2下方设置为带有凹腔的凸模;第二镦制凸模6-3下方则设置为圆柱结构;所述第一顶杆12、第二顶杆13安装于下模板11的通孔中,防止在镦制成形异型螺栓头部时杆部区域材料发生流动;

[0060] 二工序镦制成形螺栓D型头部具体包括以下步骤:

[0061] (1)、对杆部挤压成形后的螺栓头部坯料进行感应加热,将其放置于镦制成形模具的第一镦制芯模7-3中(如图10所示);

[0062] (2)、导柱5带动上模板1向下运动,第一镦制凸模6-2同时向下运动,镦制头部坯料及头部锥形凸台成形D型头部;

[0063] (3)、成形完毕后,导柱5带动上模板1向上运动,待导柱5回程到位,卸下下模板11通孔中的第一顶杆12、第二顶杆13,使用直径小于凹模垫块10中通孔直径的脱模顶杆将成形完成的螺栓由下向上顶出,并机加工其切削端面及滚压制出螺纹。

[0064] 实施上述具体步骤完成螺栓D型头部的镦制成形,当使用带凹腔的镦制凸模组时,镦制过程中的头部材料较为均匀地填充凸模凹腔,头部变形区材料流动方向复杂,进而可以有效提高成形螺栓头部的强度。

[0065] 实施例四:

[0066] 二工序镦制螺栓D型头部成形过程中,当使用圆柱结构的第二镦制凸模6-3时,将

螺栓坯料放置于带凹腔的第二镦制芯模7-4中进行镦制成形(如图12、13),具体实施步骤与实施例三相同。

[0067] 使用该镦制头部成形方式对螺栓坯料的固定效果较好,在镦制过程中不易发生失稳,镦制成形效率较高,是实际生产中较为常见的成形方法。

[0068] 综合上述四种具体实施例,本发明利用挤-镦双工序成形模具,实现一工序挤压成形螺栓杆部和二工序镦制成形螺栓异型头部(D型头);针对头型复杂、头部所需材料较多的异型头螺栓,采用挤-镦双道工序实现异型头螺栓头部和杆部精确塑性成形,较大提高了螺栓的成形性能。

[0069] 本发明中一工序采用整体加热坯料的方式;二工序采用局部加热螺栓头部坯料的方式,在降低材料变形抗力的同时,保持变形对组织的强化作用。本发明采用先整体加热,后头部局部加热,以保证在二工序热镦头部过程中,不影响一工序螺栓杆部挤压强化效果,反映在硬度上即螺栓杆部的硬度不受头部热成形影响而下降。

[0070] 在不出现冲突的前提下,本领域技术人员可以将上述附加技术特征自由组合以及叠加使用。

[0071] 以上所述仅为本发明的优先实施方式,只要以基本相同手段实现本发明目的的技术方案都属于本发明的保护范围之内。

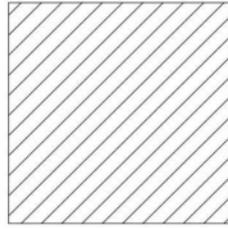


图1

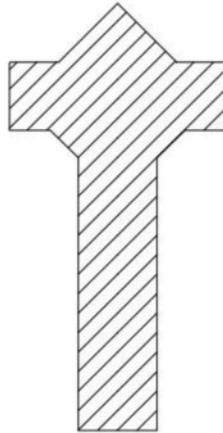


图2

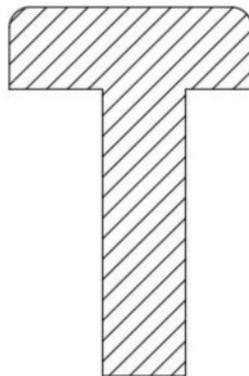


图3

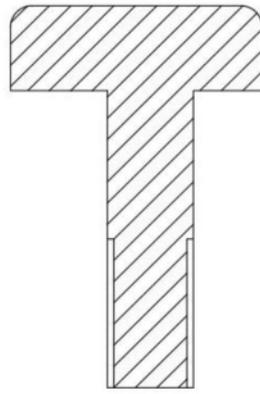


图3-1

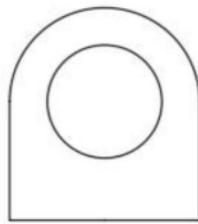


图3-2

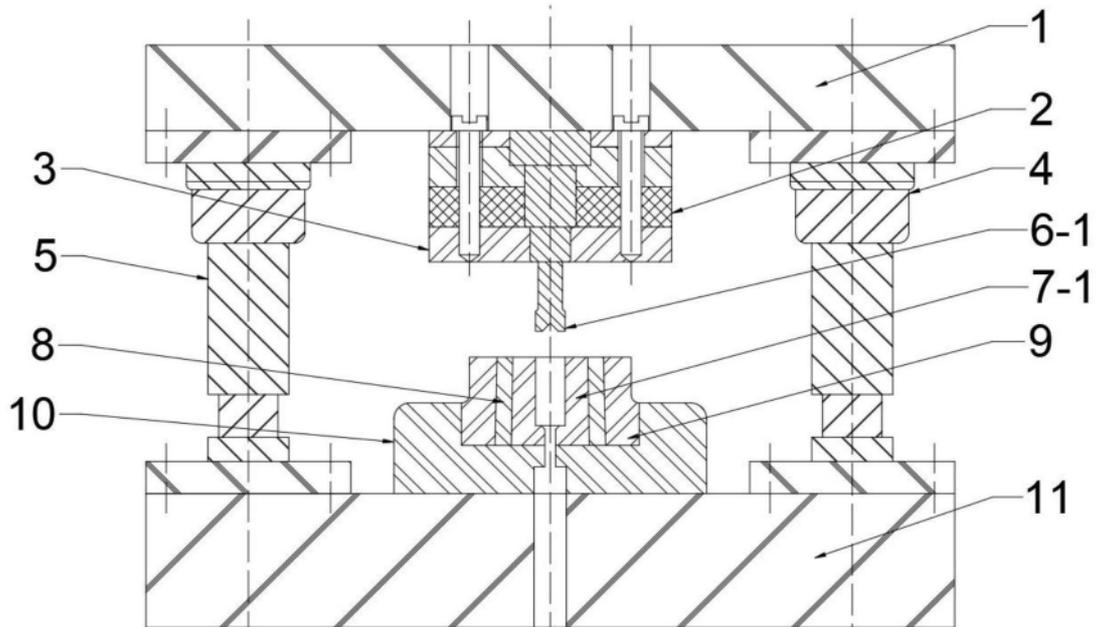


图4

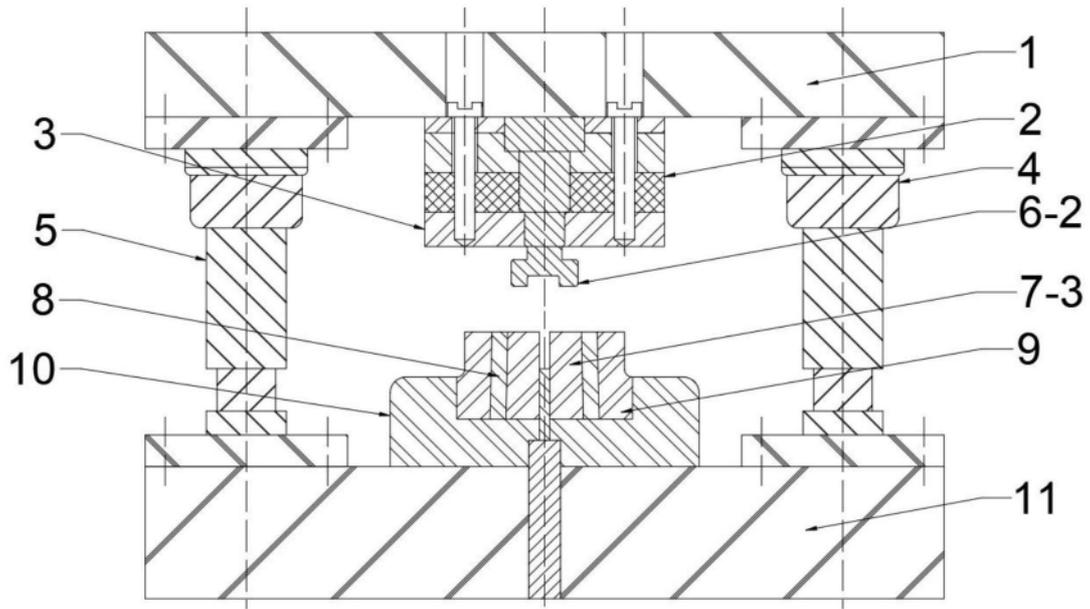


图5

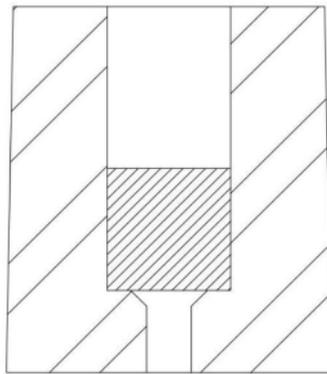


图6

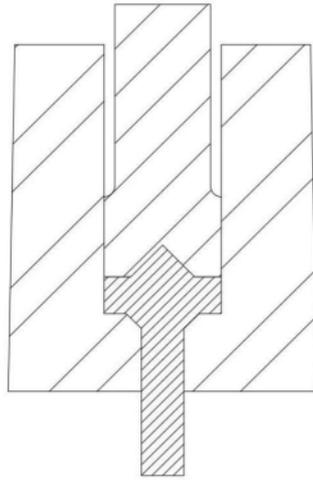


图7

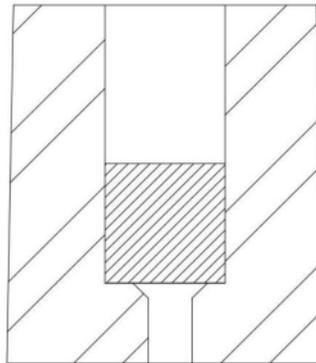


图8

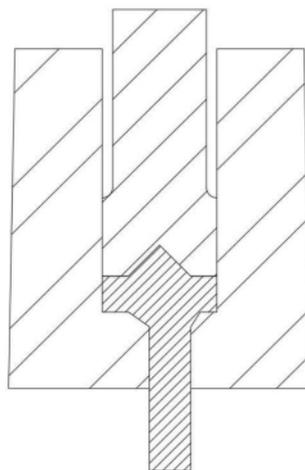


图9

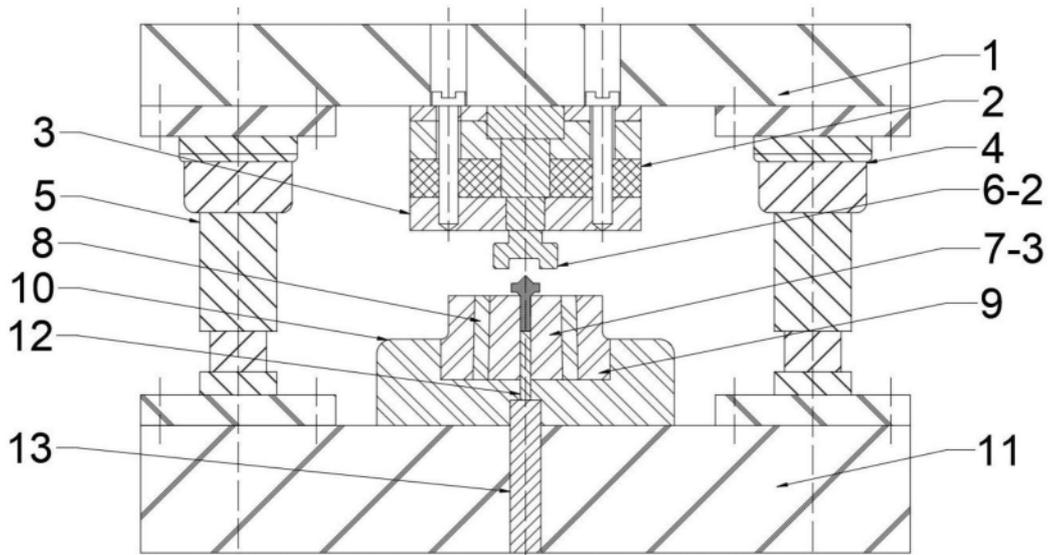


图10

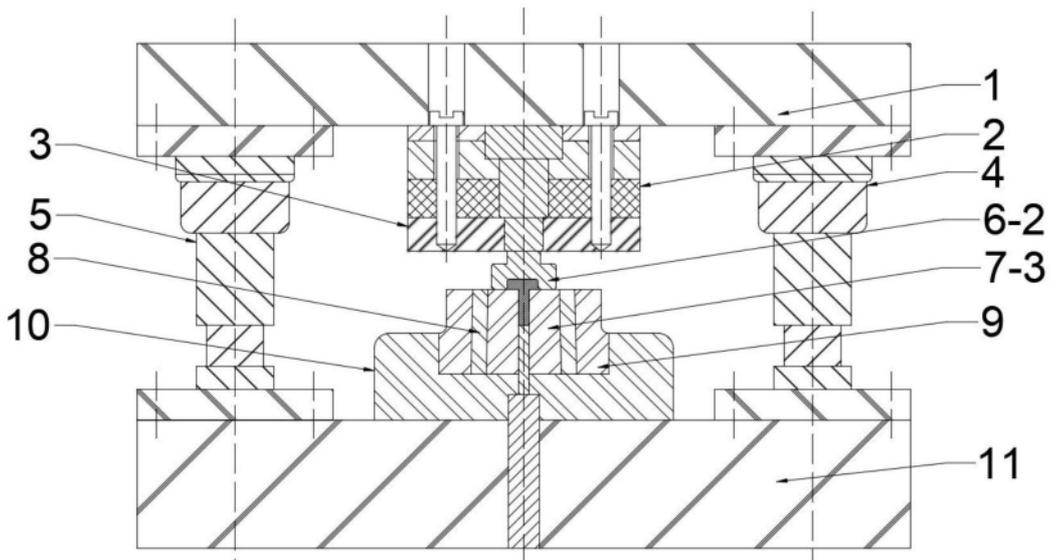


图11

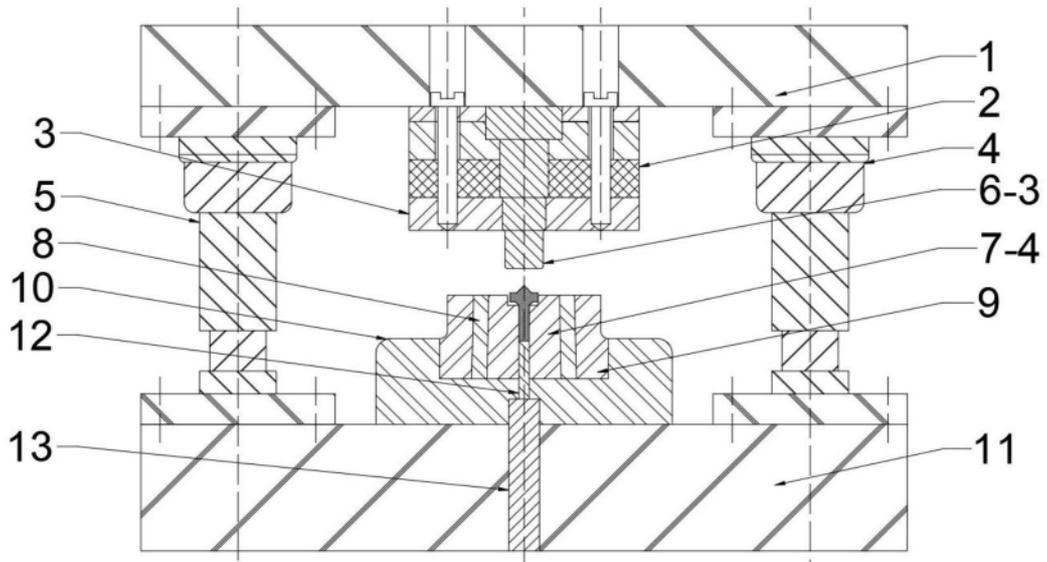


图12

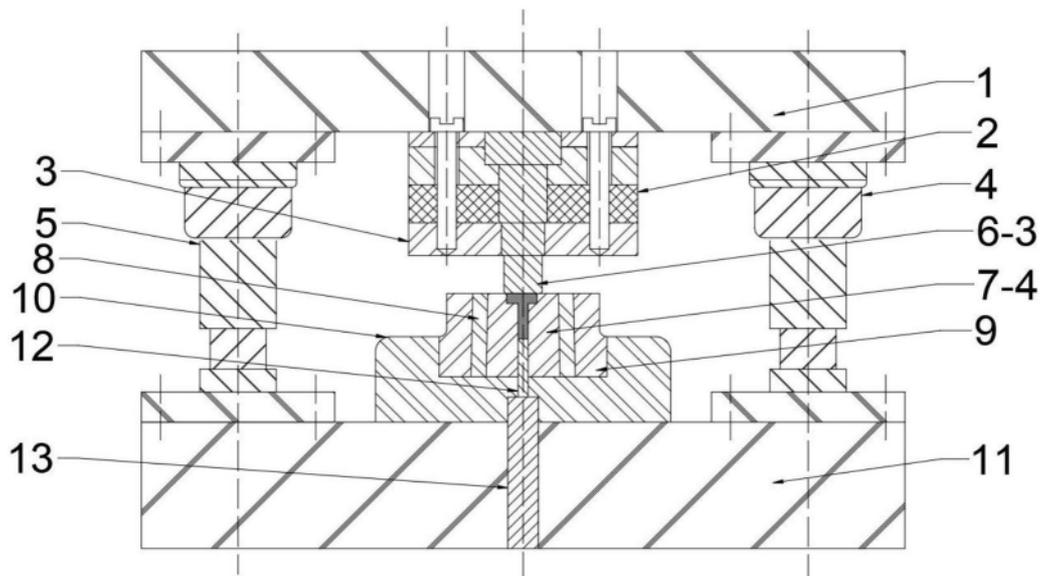


图13