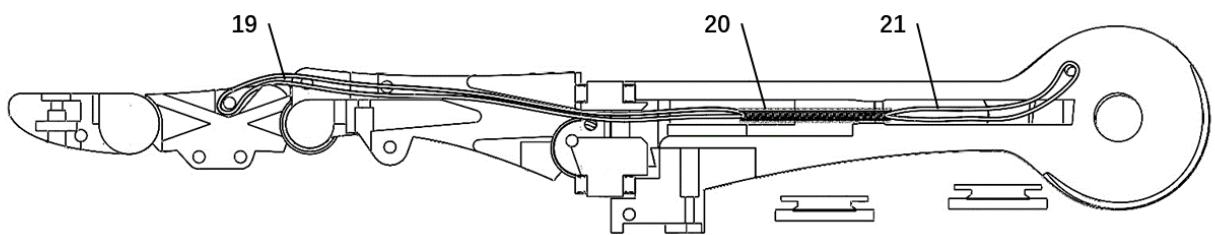
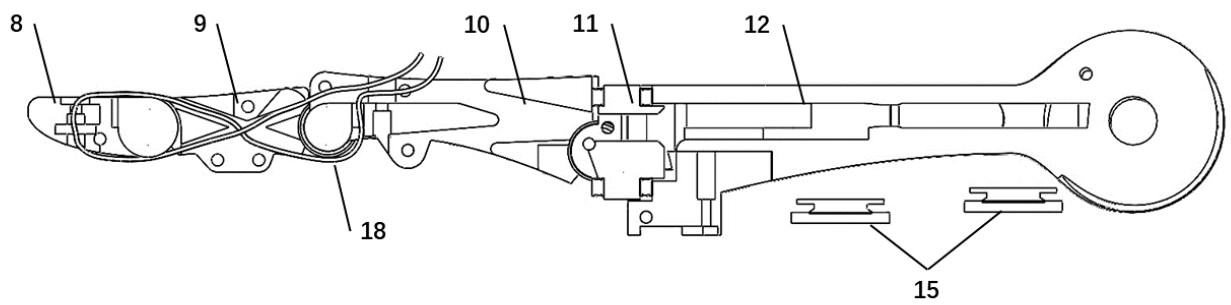
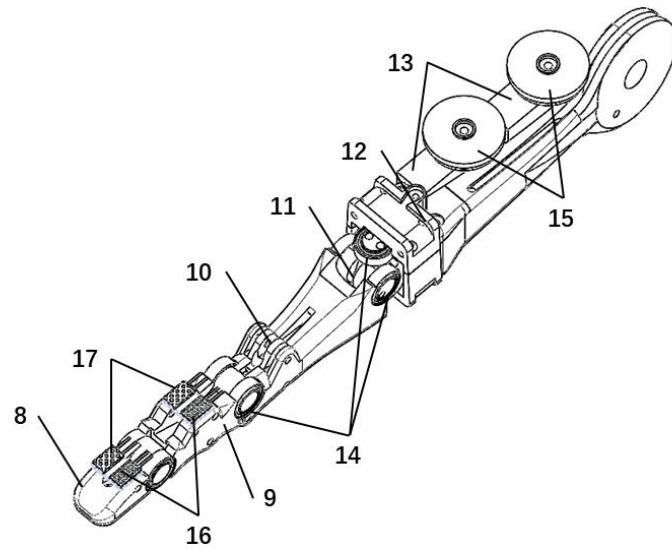
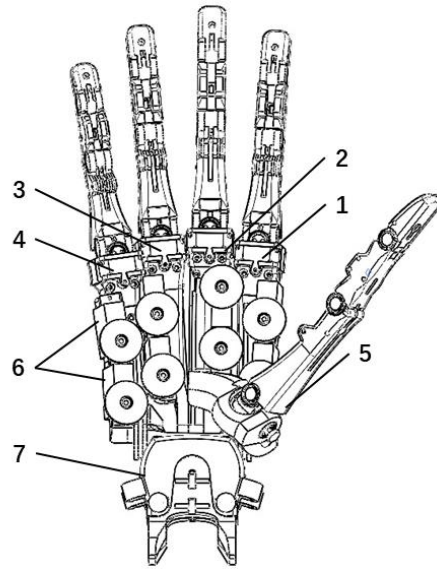


说明书摘要

本发明公开了一种基于舵机控制的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手。该手模仿人手形态，由五根手指，手掌，腕关节构成。分别在各个手指的指尖和指腹部位布置有静/动态触觉传感器，触觉传感器通过柔性材料包裹从而形成刚柔混合的结构。该手的手指模拟人体手指的肌腱的运动原理，利用集成在手掌内部的舵机与传动绳结合的线驱动方式实现手指和腕关节的弯曲和摇摆，回复弹簧实现手指的伸展，通过舵机的精准角度控制实现手的各个手势的操作。本发明不仅结构简单紧凑，而且自由度多，非常灵活；具备触觉感知功能，可以灵活适应多场景的反馈操作。

摘要附图



权利要求书

1、一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：由结构和驱动原理相同的食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）组成，各个手指依靠弹簧复位和腱绳牵引做出动作，舵机（6）集成在各个手指的手掌部分，手指按照人手顺序依次排列组成灵巧手，依次连接在手腕关节（7）上。所述五指在指尖（8），指腹（9）部位均设置触觉传感器，传感器外包裹柔性材料形成刚柔混合结构。

2、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）通过腱绳连接在舵机转盘（15）上，所述舵机（6）可以通过控制转盘的转动角度实时监控腱绳的伸缩量进而确定手指的弯曲程度以及摇摆程度。

3、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）均由指尖（8）、指腹（9）、指根（10）、万向节（11）组成。各个部分之间采用轴承（14）接触以减小摩擦力。

4、根据权利要求 3 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）的指尖（8）、指腹（9）、指根（10）之间采用八字绳（18）集联，限制指尖（8）、指腹（9）的自由度。

5、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）采用相同的弹簧回复机构，弹簧回复绳（19）一头连接在指腹（9）的销钉上，另一头连接在弹簧（20）上，弹簧固定绳（21）一头固定在掌根（12）上，另一头连接在弹簧（20）的另一端，利用弹簧的变形拉力复位

6、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述食指（1）、中指（2）、无名指（3）、小指（4）、大拇指（5）的指尖（8）、指腹（9）的正面均布置了触觉传感器，所述触觉传感器由压阻应变片制作的静态力传感器（16）和有机压电材料 PVDF 制作的动态力传感器（17）组成。

7、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述舵机采用 ES3352 数字舵机（13），舵机上安装绕线转盘（15）用于缠绕驱动线。

8、根据权利要求 1 所述一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：所述柔性材料使用聚氨酯、聚酯、硅橡胶。

说明书

一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，尤其涉及一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手。

背景技术

随着机器人技术在医疗康复、人形交互、精密作业等领域的广泛应用，末端执行器对操作精度、灵活性和感知能力的要求不断提升。传统刚性夹爪在结构简单、控制方便的同时，难以胜任复杂环境下的柔性抓取与多任务操作。仿人灵巧手因其多自由度与高拟人性，成为机器人研究的重要方向之一。

现有灵巧手普遍存在驱动结构复杂、系统集成度低、成本高的问题，难以在轻量化平台、科研教学或大规模机器人系统中推广。传统刚性结构虽然具备一定控制精度，但笨重、柔顺性差，不利于灵活抓握和复杂环境适应。近年来出现的腱绳柔性传动方案通过模拟肌腱拉动实现多关节协调，提高了结构紧凑性和仿生性，但其控制精度和反馈机制仍是限制性能提升的关键。同时，大多数灵巧手仅具备位置控制功能，缺乏对接触信息的有效感知，常见的外贴式触觉传感器则存在集成困难、稳定性差、易脱落等问题，难以满足长期、稳定、高可靠的应用需求。

因此，亟需一种结构紧凑、控制简洁、具备力觉感知能力的灵巧机械手装置，以兼顾高自由度运动控制与多模态感知需求。

发明内容

本发明针对现有的技术缺陷，提供了一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，采用基于 PWM 舵机驱动，腱绳传动的驱动方式，并集成静态力传感器和动态传感器在手指指节上，在指节外围用柔性材料浇筑手指皮肤。该灵巧手具有较多的自由度和较敏感的感知能力，可以灵活适应多种工况。

为解决上述技术问题，本发明提供技术方案如下：

一种基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，其特征在于：由结构和驱动原理相同的食指、中指、无名指、小指、大拇指组成，各个手指依靠弹簧复位和腱绳牵引做出动作，舵机集成在各个手指的手掌部分，手指按照人手顺序依次排列组成灵巧手，依次连接在手腕关节上。所述五指在指尖，指腹部位均设置触觉传感器，传感器外包裹柔性材料形成刚柔混合结构。

说明书

进一步的，所述食指、中指、无名指、小指、大拇指通过腱绳连接在舵机转盘上，所述舵机可以通过控制转盘的转动角度实时监控腱绳的伸缩量进而确定手指的弯曲程度以及摇摆程度。

进一步的，所述食指、中指、无名指、小指、大拇指均由指尖、指腹、指根、万向节组成。各个部分之间采用轴承接触以减小摩擦力。

进一步的，所述食指、中指、无名指、小指、大拇指的指尖、指腹、指根之间采用八字绳集联，限制指尖、指腹的自由度。

进一步的，所述食指、中指、无名指、小指、大拇指采用相同的弹簧回复机构，弹簧回复绳一头连接在指腹的销钉上，另一头连接在弹簧上，弹簧固定绳一头固定在掌根上，另一头连接在弹簧的另一端，利用弹簧的变形拉力复位。

进一步的，所述食指、中指、无名指、小指、大拇指的指尖、指腹的正面均布置了触觉传感器，所述触觉传感器由压阻应变片制作的静态力传感器和有机压电材料 PVDF 制作的动态力传感器组成。

进一步的，所述舵机采用 ES3352 数字舵机，舵机上安装绕线转盘用于缠绕驱动线。

进一步的，所述柔性材料使用聚氨酯、聚酯、硅橡胶。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明的基于 PWM 舵机的线传动刚柔混合触觉仿生灵巧手，不仅结构简单、紧凑，通过 PWM 舵机线驱动实现手指的灵活操作，而且具备动态和静态双重力感知功能，通过外部的柔性浇筑组织既保护了手指内的触觉感知单元，又可通柔性表面的挤压形变抓取复杂形状、易碎、易变形的物体。通过该多自由度仿生触觉灵巧手，不仅能够实现多种物体的抓取，而且可以在抓取的同时获取动静态触觉信息，构成闭环控制，实现对所抓取物体的灵巧操作。

附图说明

图 1 为本发明实施例整体结构示意图。

图 2 为本发明实施例的手指部分结构示意图。

图 3 为本发明实施例的手指八字绳和回弹装置所在截面示意图。

图 4 为本发明实施例的手指八字绳和回弹装置布置示意图。

图 5 为本发明实施例的手指驱动绳所在截面示意图。

图 6 为本发明实施例的手指驱动绳布置示意图。

图 7 为本发明实施例的手指摇摆绳分布示意图。

说明书

其中：1-食指，2-中指，3-无名指，4-小指，5-大拇指，6-舵机，7-手腕关节，8-指尖，9-指腹，10-指根，11-万向节，12-掌根，13-舵机，14-轴承，15-舵机转盘，16-应变片静态力传感器，17-PVDF 动态力传感器，18-八字绳，19-弹簧回复绳，20-弹簧，21-弹簧固定绳，22-手指驱动绳，23-手指摇摆绳。

具体实施方式

为了加深本发明的理解，下面我们将结合附图对本发明作进一步详述，该实施例仅用于解释本发明，并不构成对本发明保护范围的限定。

如图 1 所示，本发明的灵巧手包括按照人体仿生结构依次排列的食指（1），中指（2），无名指（3），小指（4），大拇指（5）组成，各个手指的掌根（12）合并在一起组成手掌，舵机（13）集成在手掌内部，模拟人手的生理结构以及仿生运动原理，所有手指均连接在手腕（7）上，通过腱绳传动实现手指的弯曲和摇摆。

如图 1 所示，在指尖和指腹的中间部分布置了应变片静态力传感器（16）和 PVDF 动态力传感器（17），外围浇筑上柔性皮肤，用于收集手指在抓握运动中采集到的触觉感知信号。

如图 2 所示，以食指（1）为例介绍手指的结构，手指由指尖（8）、指腹（9）、指根（10）、万向节（11）、掌根（12）、舵机（13）和舵机转盘（15）构成，各个转动副之间采用轴承（14）连接以减少关节之间的摩擦，每个部分都有销轴孔，牵引线可以一端连接在销轴上，另一端连接到舵机转盘（15）上。舵机（13）内置在掌根（12）上，整个手指结构简单，紧凑。

如图 3 所示，为手指八字绳与回弹结构的剖视截面图，手指内部的八字绳结构和回弹结构，均在该截面上展示。

如图 4 所示，为手指内部的八字绳和回弹结构的示意图，八字绳（18）起始于指尖（8），在指腹（9）处交叉再连接指根（10），由此将指尖（8）、指腹（9）、指根（10）连接起来，并且起到限制前两个指节的自由度的作用。回弹机构由弹簧回复绳（19），弹簧（20），弹簧固定绳（21）组成，当手指弯曲时，固定在指腹（9）上的弹簧回复绳（19）会被拉伸进而传递到弹簧（20），弹簧（20）也会被拉伸从而给予回复力，由此形成回复效果。

如图 5 所示，为手指驱动绳剖视截面图，手指内部的手指驱动绳（22）结构，均在该截面上展示。

说明书

如图 6 所示，为手指的驱动绳示意图，手指驱动绳（22）一端连接指尖（8），另一端牵引即可实现手指的弯曲。

如图 7 所示，为手指的摆动绳结构，两根摆动绳（23）分别负责左边与右边的摆动自由度，绳子一边连接指根上的销钉，一边分辨缠绕在舵机的转盘上，通过舵机的旋转来控制指根的姿态。

如图 8，9 所示，为手指的指尖和指腹的浇筑模具，先将前两节指骨连接起来，然后用塑料薄膜将其包裹起来，在薄膜的表面贴上传感器，然后利用室温固化硅胶将传感器固定，再放入模具中倒入浇筑液成型，静置数小时后取出，用工具剔除干扰关节转动的部分硅胶即可完成传感器的集成。

如图 10 所示，为浇筑完成后的整体效果。

上述具体实施方式，仅为说明本发明的技术构思和结构特征，目的在于让熟悉此项技术的相关人士能够据以实施，但以上内容并不限制本发明的保护范围，凡是依据本发明的精神实质所作的任何等效变化或修饰，均应落入本发明的保护范围之内。

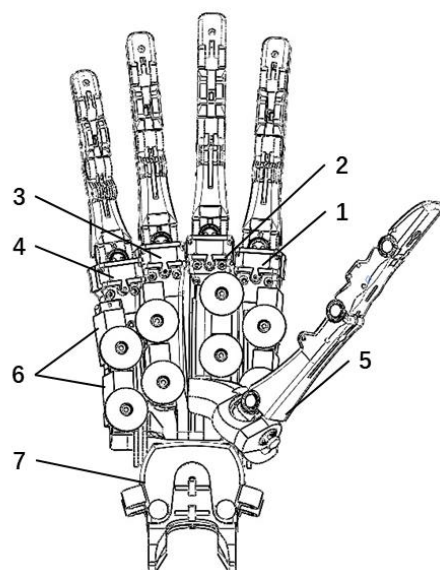


图 1

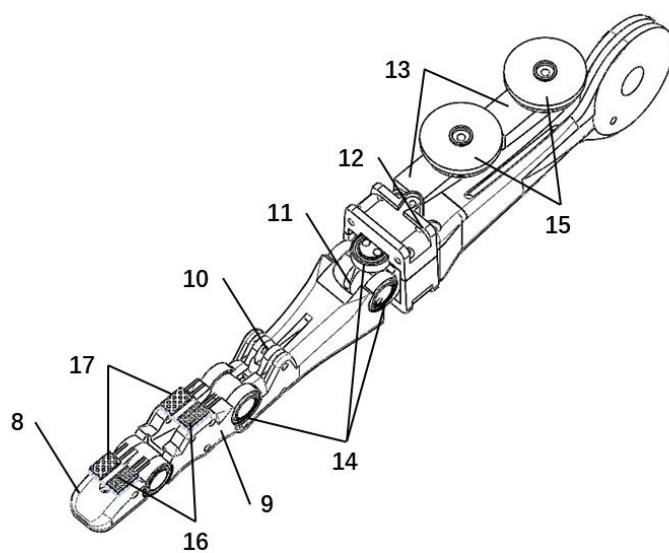


图 2

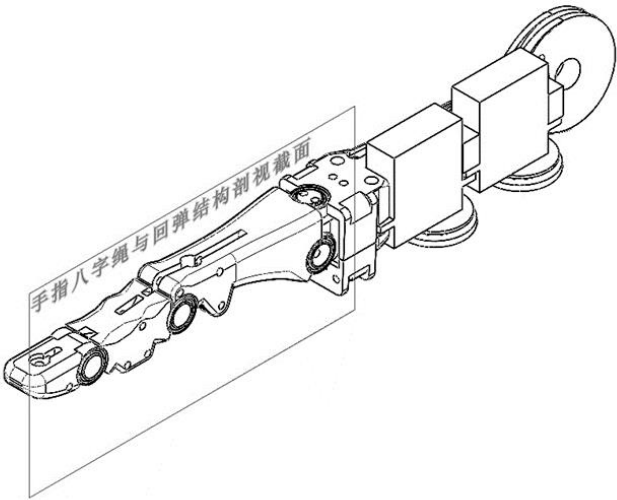


图 3

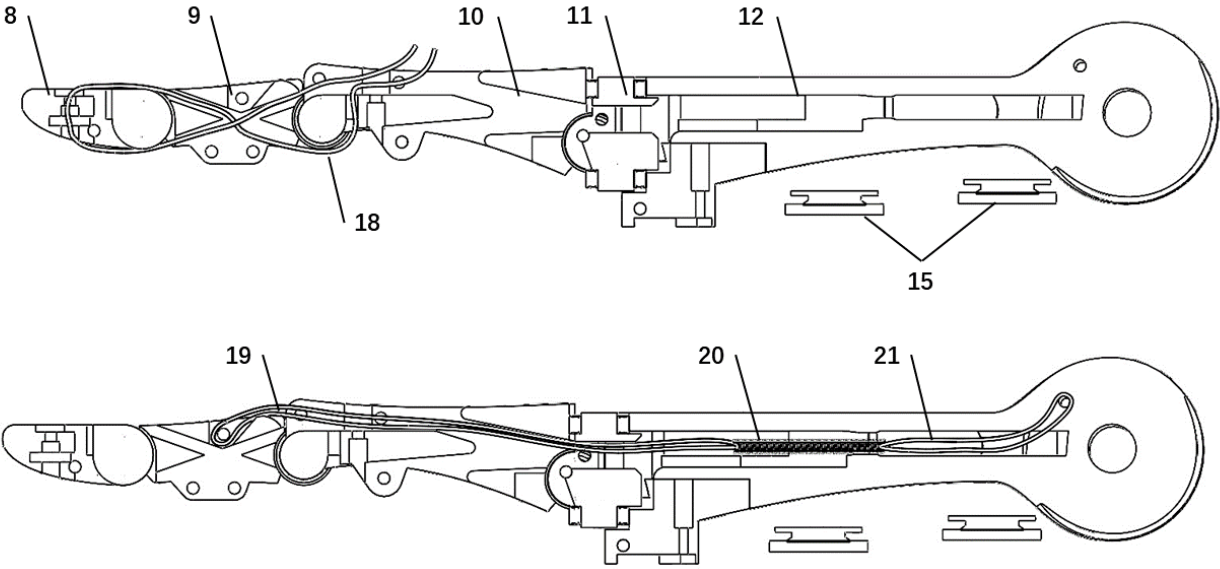


图 4

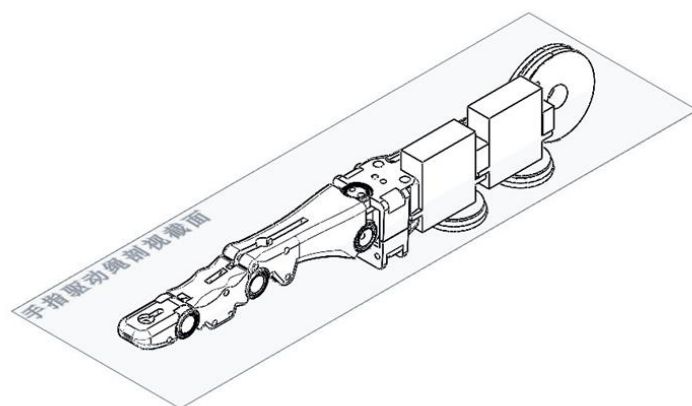


图 5

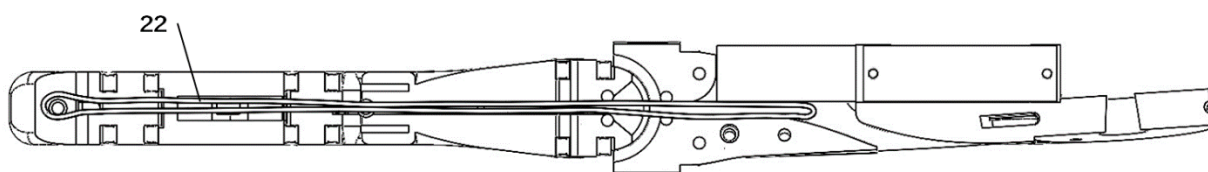


图 6

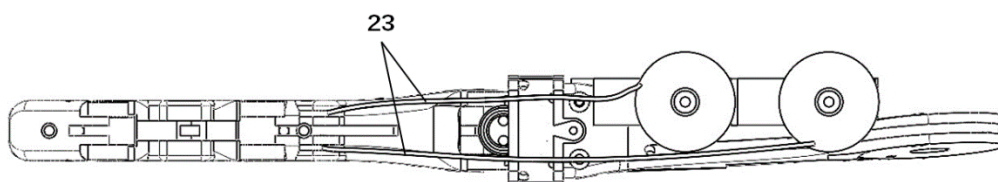


图 7

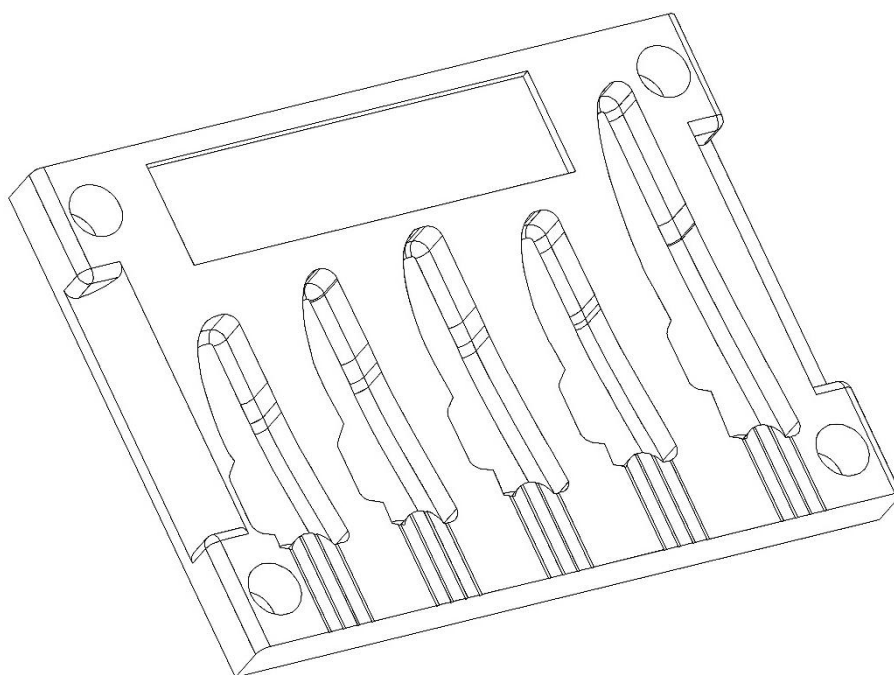


图 8

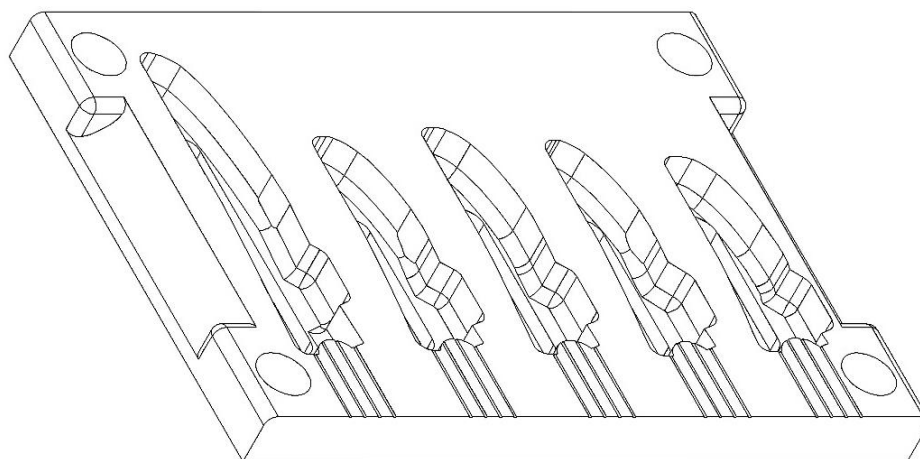


图 9

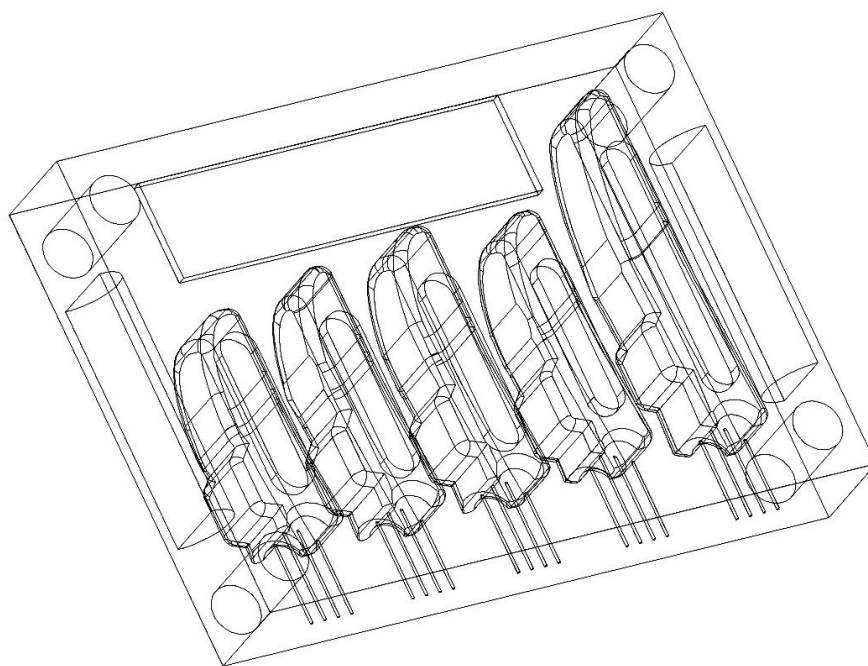


图 10