

运动结构设计准则

V1.0

2021-08-26 发布

2021-08-26

目 次

1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 定义	4
4 运动结构设计分类	4
5 自由度与运动副	4
6 旋转运动机构	6
6.1 齿轮机构	6
6.2 带传动机构	9
6.3 链传动机构	12
6.4 摩擦轮传动机构	14
7 直线运动机构	15
8 曲线运动机构	15
9 运动结构件的注意事项	16
9.1 运动过程中无干涉	16
9.2 运动结构设计需考虑限位保护	16
9.3 手动操作的运动机构需设计合理的操作力	17
9.4 防止误启动运动结构件要有防误碰装置	17
9.5 运动结构需考虑导向	18
9.6 运动结构配合区域留有充足间隙	18
9.7 运动结构需考虑摩擦力的影响	19
10 运动结构件准则	20
10.1 机构尽可能简单准则	20
10.2 应使机构具有较好的动力学特性准则	21
10.3 可活动部件预防准则	21
10.4 运动部件防护和标识准则	21
10.5 运动部件磨损储存腐蚀 SFC 分析准则	22
10.6 磨损后的运动部件安全设计准则	22
10.7 最大活动范围受控准则	22
10.8 运动部件装配专用工装夹具准则	22
11 典型运动结构	22
11.1 无阻尼旋转结构	22
11.2 有阻尼旋转结构	22
11.3 竖直接压竖直移动非自锁结构	23
11.4 竖直接压竖直移动自锁复位结构	24

11.5 竖直接压旋转竖直移动自锁自复位结构	25
11.6 竖直接压水平移动自锁结构	26
11.7 可往复调节角度结构	27
11.8 隐藏式仓体结构	27
11.9 单向受力双向移动且自复位结构	29
11.10 手柄分合闸结构	29
11.11 小行程直线往复运动结构	30



前 言

运动机构种类繁多，产品的设计功能决定所选择和采用的机构。根据运动机构在产品中的作用，可分为执行机构和传动机构。以自行车为例，车轮的转动、前轮的左右摆动、车闸的摆动抱合和变速拨叉的摆动是设计要求的基本运动，是实现自行车功能需要执行的运动。直接保证这些运动的相应机构是飞轮、前叉合件、车闸组件及拨链器，按功能称为执行机构。为实现这些运动，需要相应的机构和装置将源动力和运动传递到执行机构，按功能称为传动机构。车轮的旋转通过曲柄链轮链条将脚踏动力传递给飞轮实现，车闸和拨链器的运动通过柔性钢丝（本质是连杆）将作用在闸把和控制器上的运动和动力传递给相应的执行机构完成。曲柄链轮和链条、闸把和钢丝、变速控制器和钢丝等即为所谓的传动机构。

在产品或机械系统中，执行机构的主要作用是实现所需功能动作（包括执行运动和执行力），而传动机构（传动链）则负责传递、变换、调节运动和动力，以适应不同产品的功能需要。无论是执行机构还是传动机构，实现产品设定运动功能可选择和采用的具体机构种类和形式都不是唯一的。

一个具体产品中的运动机构通常可能由多个结构环节组成，为了研究、分析和设计方便，可将其分解为一个个相对独立的结构环节或简单机构，运动结构设计通常就是选择、配置、组合、设计这些简单机构。

运动机构的种类可按照运动构件的运动规律或轨迹分为平面机构和空间机构两种。空间机构的运动构件可在三维空间中运动，其运动自由度至少在两个以上。平面机构的运动构件在某一平面内运动。

按照机构运动构件的运动规律特征，运动机构又可分为转动机构、直线运动机构、曲线运动机构、往复运动机构、间歇运动机构。

最常用的是按照机构的结构特点分类的运动机构，即分为齿轮机构、链传动机构、槽轮机构、曲柄滑块机构、连杆机构等。

为了提高青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司运动结构设计的水平，特制订本标准规范，作为指导运动结构设计的依据。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部标准化小组起草。

运动结构设计

1 范围

本规范用于指导青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司的运动结构设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本规范中引用而构成本规范的条文。本规范在发布时，所示版本均为有效，其最新版本适用于本规范。

GB 4460 机械运动简图符号

GB/T 10095.1-2008 圆柱齿轮 精度制

GB 3852 联轴器孔和键槽型式及尺寸

GB/T 9785 链条链轮术语

3 定义

运动结构即指纯粹运动的构成。运动结构是多个构件的组合，其中一部分构件相对于另一部分构件进行移动、转动等相对运动。

4 运动结构设计分类

运动机构的种类可按照运动构件的运动规律或轨迹分为平面机构和空间机构两种。空间机构的运动构件可在三维空间中运动，其运动自由度至少在两个以上。平面机构的运动构件在某一平面内运动。

按照机构运动构件的运动规律特征，运动机构又可分为转动机构、直线运动机构、曲线运动机构、往复运动机构、间歇运动机构等。

最常用的是按照机构的结构特点分类的运动机构，即分为齿轮机构、链传动机构、槽轮机构、曲柄滑块机构、连杆机构等。

5 自由度与运动副

机构通常由相互间有规律相对运动的刚性体组成，这些刚性体称为机构的构件。机构中自身相对静止的构件称为机架，其他构件称为运动构件。构件可以是一个零件，也可由若干零件组成的刚性系统。

机构的构件间允许相对运动，构件间需采用活动连接。这种使构件间保持接触又允许相对运动的连接成为运动副。

面接触的运动副称为低副，点或线接触的运动副称为高副。

运动副按运动范围可分为空间运动副和平面运动副两类，常用的是平面运动副。

平面运动副按运动形式特征又可分为转动副、移动副、螺旋副、圆柱副等。

在机构分析中，运动副常采用简图符号表示，如下图所示：

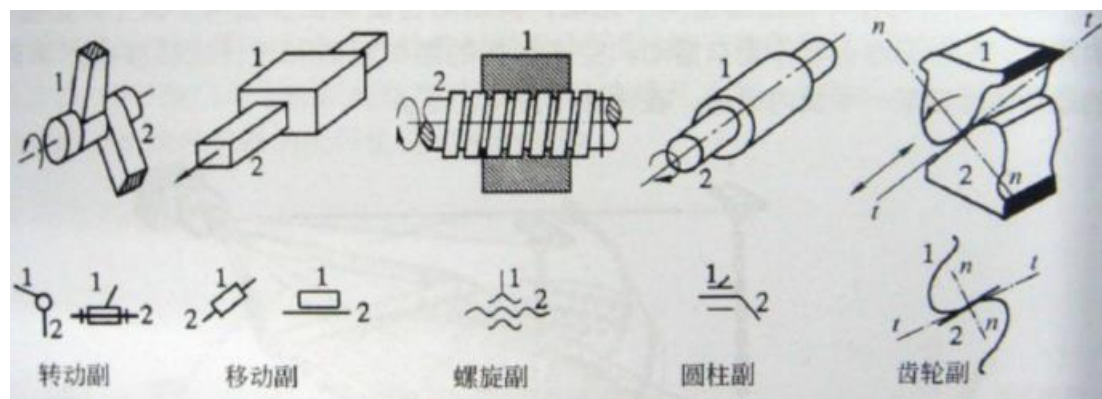


图1 常见运动副及其简图符号

运动副决定了所连接构件间的相互运动关系，运动副将构件连接起来，同时也限制了被连接构件的自由度。机架固定，运动自由度为0。一个通过转动副与机架相连的构件，只有相对机架转动一个自由度，如下图a所示；整个机构仅需一个独立参数即可确定机构各构件的位置，此机构有一个自由度；在此运动构件末端，再通过转动副连接一个运动构件，如下图b所示，则第二个运动构件相对第一个运动构件有一个运动自由度，加上随同第一个运动构件的一个转动自由度，共有二个自由度，机构也需要二个独立参数确定各构件的相对位置，机构自由度为2；同理，如下图c所示，机构有三个自由度。

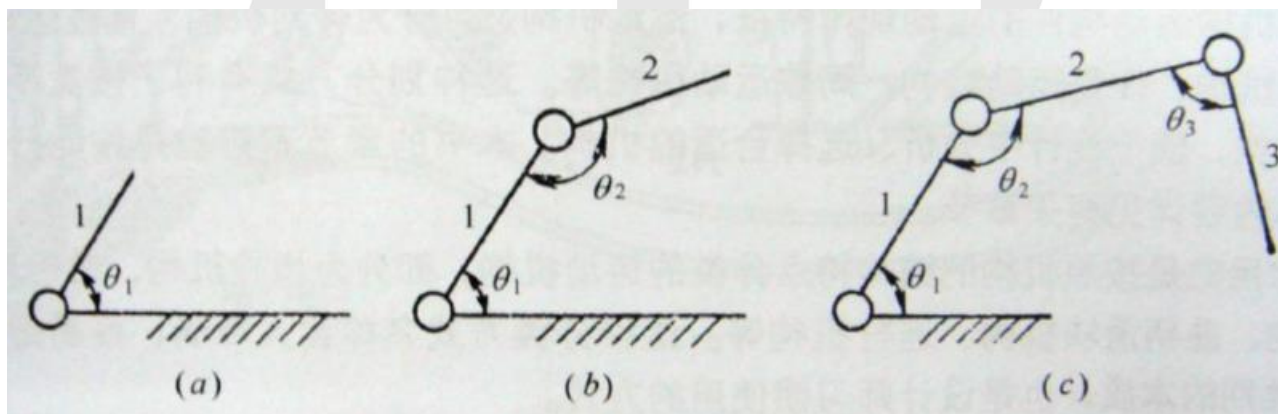


图2 构件与机构的自由度

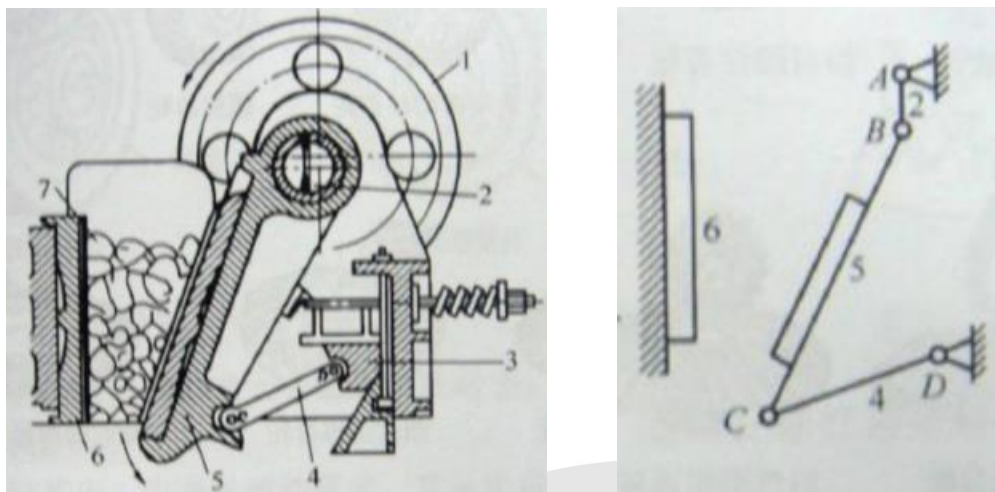
确定运动机构各构件位置所需独立参数的总个数称为机构的自由度。一个机构的自由度数应大于0，否则机构无法运动、不成立。

机构中用于输入驱动力的构件称为驱动构件（也称原动件或主动件），驱动构件数应与机构的自由度数相同；

其他运动构件称为传动构件（也称从动件）；将运动和动力向外传递的构件又称为输出构件（也称执行构件）。

在机构学中，一般利用构件和运动副符号及一些简单的线条、图形表示机构的结构组成、几何形状、相对位置关系等，称为机构运动图，如下图所示。

1-皮带轮； 2-偏心轴； 3-支撑座； 4-推力板； 5-动鄂板； 6-定鄂板； 7-矿石



(a) 结构图

(b) 机构运动简图

图3 鄂式破碎机结构及机构运动简图

绘制机构运动简图时，一般是在分析清楚机构工作原理的基础上，分析运动副的种类和数目，确定出机架、驱动件和从动件，然后将构件简化为杆件，用线条图表示出各构件、运动副及相对位置关系。机构运动简图不仅表示机构的结构和尺寸，也可表示出构件的相对运动关系，最好按比例绘制。

6 旋转运动机构

6.1 齿轮机构

齿轮机构是最常用的转动机构，通常由两个齿轮组成一组，依靠齿轮的啮合传递转动和扭矩。齿轮机构传动准确可靠、传递功率大、效率高结构紧凑且使用寿命长。齿轮形式种类很多，常见的齿轮形式如下图所示。



图4 常见齿轮形式

齿轮按轮齿齿廓曲线形式可分为渐开线齿轮、摆线齿轮、圆弧齿轮、正弦曲线齿轮等，其中渐开线齿轮应用最广泛。

齿轮可按齿轮外观几何形状、轮齿走向特征等分类，参见上图中各齿轮的名称。

齿轮传动机构中啮合的轮齿保持紧密接触，配合使用的齿轮轮齿大小和齿廓形状必须一致。

(1) 轮齿的大小决定齿轮传递扭矩的能力，轮齿越大，能力越大。

(2) 轮齿的齿数一定，模数越大则轮的直径越大，模数在国标中已经标准化、系列化。齿轮制造时，使用相应标准模数的刀具加工。

(3) 齿轮配对使用构成齿轮机构。一对齿轮中靠近驱动源的称为主动轮，另外一个称为从动轮。两齿轮的齿数比（从动轮齿数除以主动轮齿数）称为传动比，传动比是齿轮传动的一个基本参数。齿轮的转速与传动比成反比；齿轮承受的扭矩比与传动比成正比。

蜗轮蜗杆机构属于特殊的齿轮机构。蜗轮蜗杆的传动方向是单向的，即蜗杆只能作为主动件，蜗轮只能作为从动件。蜗杆的头数为主动轮齿数，一般蜗杆头数较少（常用头数为1），因此蜗轮蜗杆机构的传动比较大。

齿轮齿条机构是齿轮机构的另外一个特例，相当于大齿轮直径无限大的齿轮传动。齿轮齿条机构可实现旋转与直线运动间的转换。

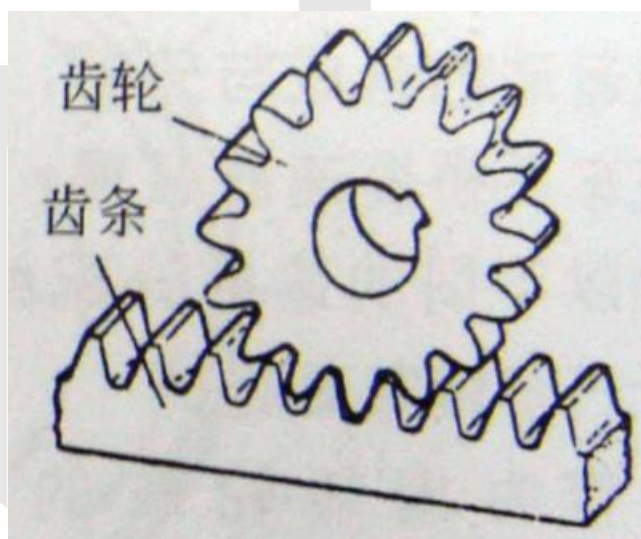


图5 齿轮齿条机构

制造齿轮的材料常见的有钢、黄铜、尼龙、塑料等。机械设备和一些重要的传动机构常用钢材作为齿轮的制造材料，配对使用的一对齿轮中，小齿轮转速高、齿轮磨损快，表面硬度需比大齿轮高。仪表、钟表等机构中，齿轮传递扭矩小，常用黄铜制造齿轮，表面摩擦小且容易加工。尼龙齿轮传动噪声小，常用于轻载、高速的轻工设备和机电一体化产品中，如照相机、复印机、打印机等。塑料齿轮柔性好、运转噪声小，且可注塑生产、成本低，但传动载荷小、使用寿命短，常用于电动玩具等不重要场合。

蜗轮蜗杆机构运动摩擦大，工作状况较差，因此蜗杆常采用钢材制造，蜗轮则选择铸铁材料。

在实际产品结构中，为满足传动要求，常采用多组齿轮机构组成的传动链，下图为机械照相机的卷片机构。

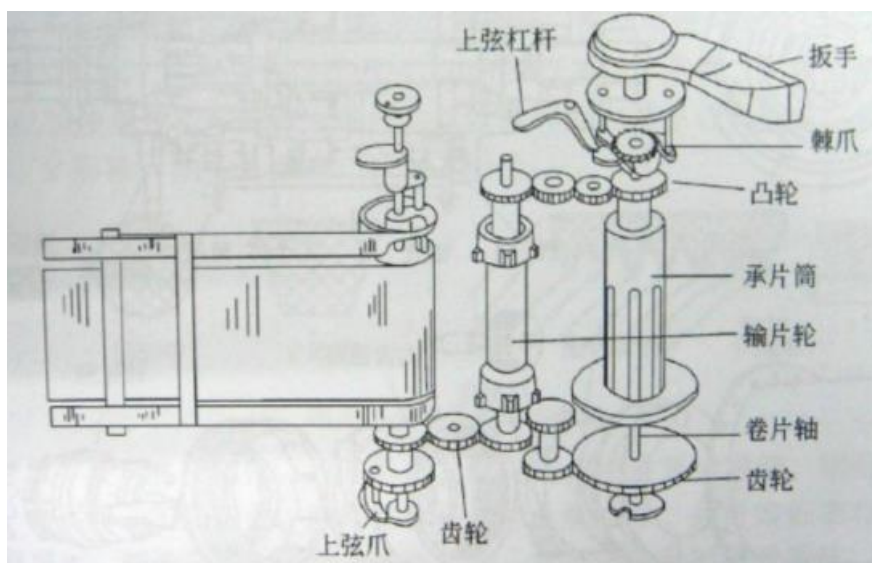


图6 照相机卷片机构

轮系是采用两个以上齿轮构成的一类齿轮传动机构，其中一个齿轮轴为输入轴，一个齿轮轴为输出轴，其他齿轮负责逐级传递运动。根据轮系传动时齿轮轴线相对机架是否变化，轮系分为定轴轮系和周转轮系两类。

上图中，各齿轮直线式排列构成的轮系最简单，属于直排定轴轮系，相当于一对齿轮机构的逐级传动，传动比和结构变化小。

下图为一较简单的周转轮系示意图，两个中心轮分别为输入、输出轴。周转轮系中，围绕固定中心轴转动的齿轮称为中心轮，轴线绕中心轮或其他轴转动的齿轮称为行星轮，其运动仿佛行星绕太阳转动，因此这类轮系也称为行星轮系。

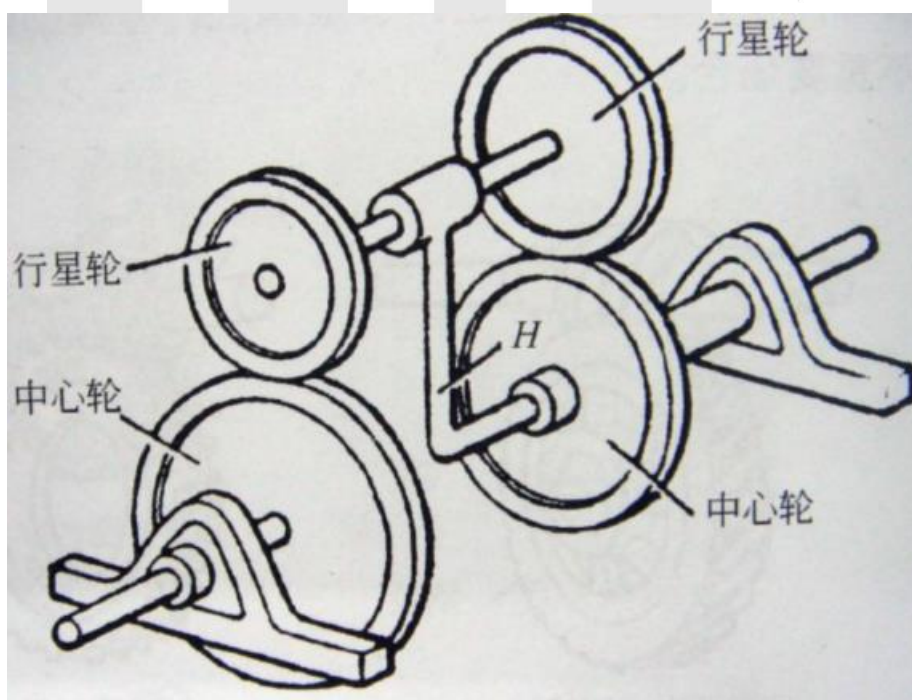


图7 周转轮系示意图

周转轮系有很多用途，其特殊用途主要有：实现大传动比（可达几千），满足特殊传动要求，且结构紧凑，节省空间；实现运动的合成与分解，典型的例子是汽车后桥变速器装置，将发动机的转动以不同的速度分配给左右两轮，用于汽车转弯变速。

作为周转轮系的一个例子，下图为自行车后变速轴的结构，通过操纵链控制可实现三级变速。采用行星轮系变速，结构紧凑。

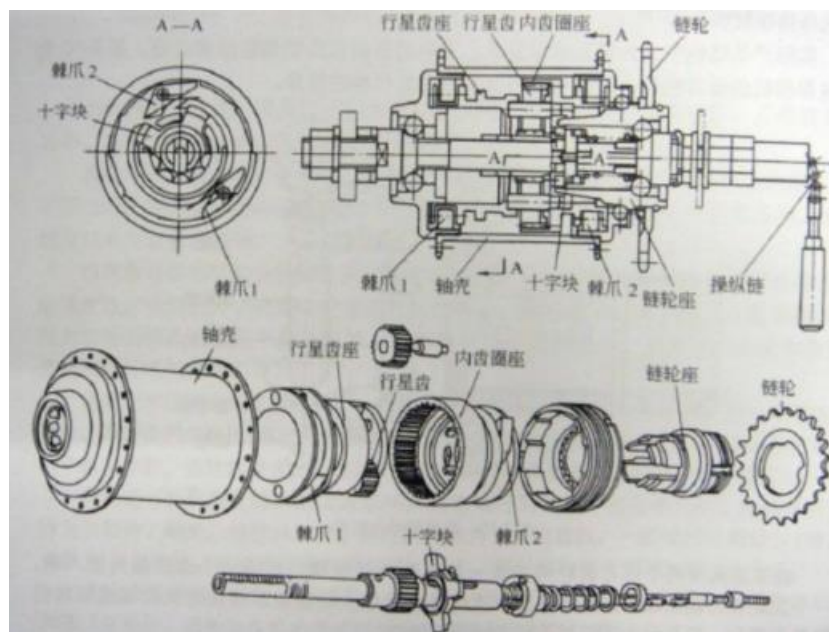


图8 自行车后轴变速器结构

6.2 带传动机构

带传动又称皮带传动，结构简单、成本低，在很多现代机械设备和工业及家用产品中得到使用，如机床、汽车、洗衣机、缝纫机、录音机等。如下图所示，带传动机构由主动带轮、从动带轮及传动带构成，传动带以一定张力套在两个带轮上。主动带转动时，依靠带轮与传动带的摩擦力使从动带轮转动，实现传动。摩擦力的大小取决于带轮与传动带间的接触压力、接触长度和摩擦系数。

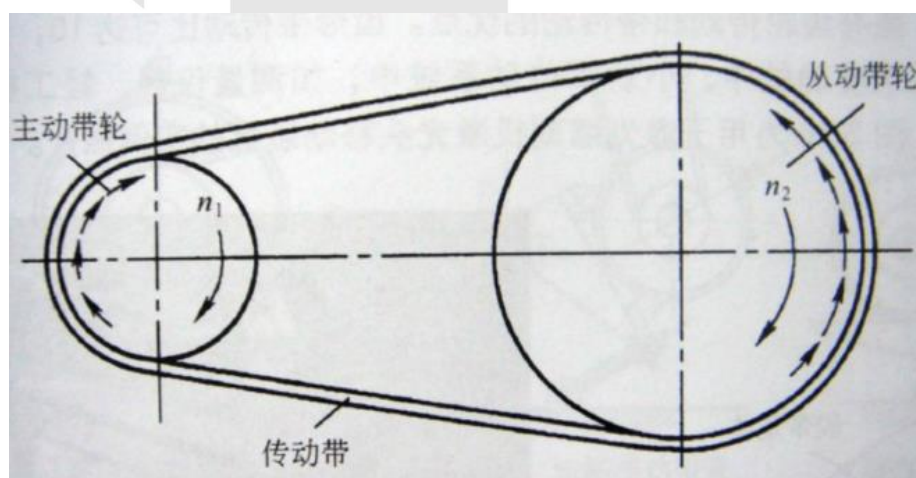


图9 带传动结构原理

带传动机构的主要特点有：

- (1) 传动轴中心距较大；
- (2) 靠摩擦传动，过载打滑，可防止过载对系统重要零部件的破坏；
- (3) 运转平稳、吸振、噪声小；

(4) 结构简单成本低、维护保养容易。由于在正常传动过程中也存在打滑现象且与负载的变化有关，因此带传动可靠性差，不能保证恒定传动比，传动效率较低，传动带使用寿命短；

- (5) 另外带传动机构结构尺寸较大，实现大传动比困难，也不适于高温、易燃、易爆的使用场合。

带传动机构使用传送带的类型与传动的效果和能力关系很大，常见的传送带如下图所示。

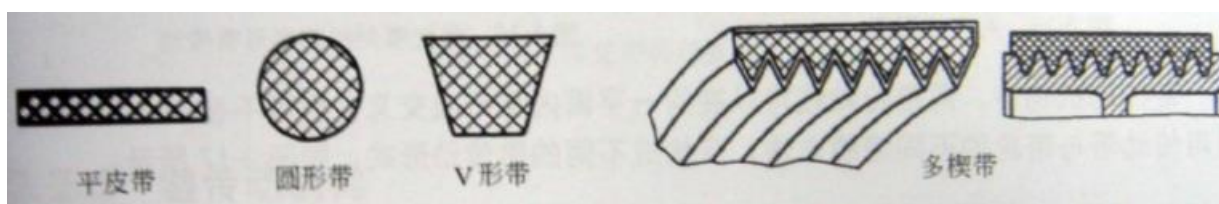


图10 常见传动带类型

平皮带最早使用牛皮制作，故而得名。现代常采用平皮带有胶带、钢带和复合材料带等几种。

胶带又称为橡胶带、帆布袋，有纤维织物与橡胶粘结而成，抗拉强度大、制作容易，但耐油性能较差，常用于简单传动系统。

钢带用冷轧薄钢片制成，强度大、变形小，用于特殊场合。

复合材料带常用高强度尼龙或聚酰胺等材料做强力层，以皮革作摩擦面，另一面使用耐磨橡胶。复合材料带承载能力强、传动性好、使用寿命长，是目前应用最多的平皮带。

圆形带有皮制、麻质、钢丝制等几种。圆形带结构简单、传动力大，常用于工作状况恶劣的场合，如起重设备、建筑工地设备等。

V形带以棉线、化纤绳等为芯、外裹橡胶制成。V形带一般制成环状无接头带，断面呈梯形，两斜面与带轮槽接触，摩擦力大、滑动小、工作可靠、运转平稳。V形带应用最广泛，属于标准化、系列化中的部件。

多楔带综合了平皮带与V形带的优点，运转速度快、可达传动比大，主要用于传动要求高、功率大等主要工作场合。

带传动突出的缺点是工作中打滑问题，不能保证稳定、可靠的传动比。同步齿形带有效解决了这一问题。如下图所示，齿形带使用时需采用相应的同步齿形带轮，其传动为啮合传动，传动带与带轮间无相对滑动，兼有齿轮传动和带传动的优点，齿形带传动比可达10，适于高速传动，主要用于传动要求准确的中、小功率传动系统中，如测量仪器、轻工机械、绘图仪、平板扫描仪等。

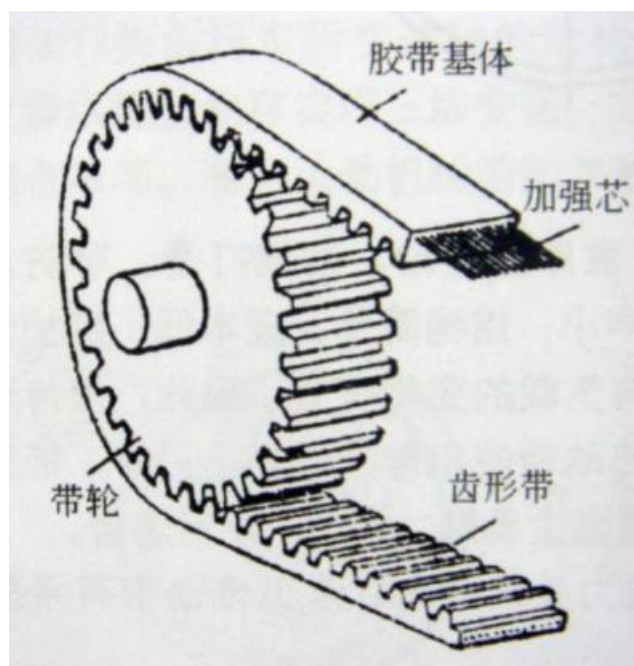


图11 同步齿形带

下图为用于激光雕刻机激光头移动位置的图片。

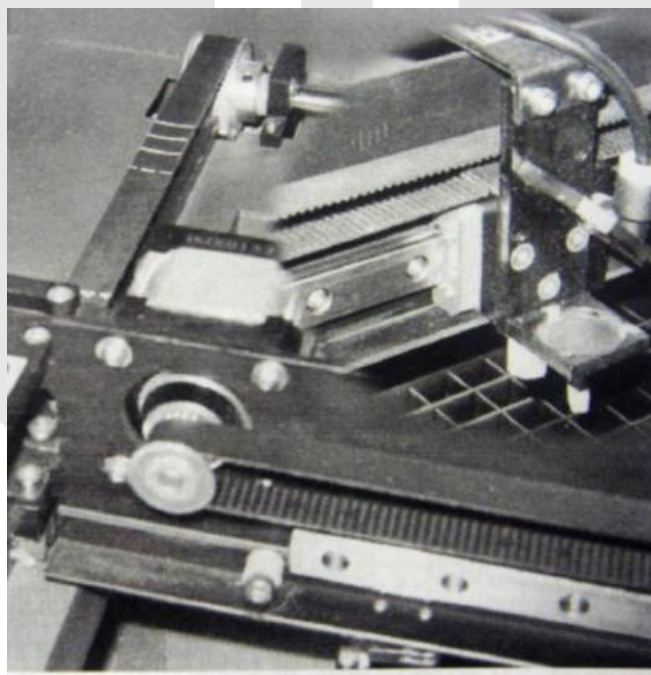


图12 激光雕刻机的齿形带传动

带传动机构中，两带轮轴线可以再同一平面内平行或交叉，也可不一个平面内，利用传动带与带轮的不同缠绕方法，可构成不同的带传动形式，如下图所示。

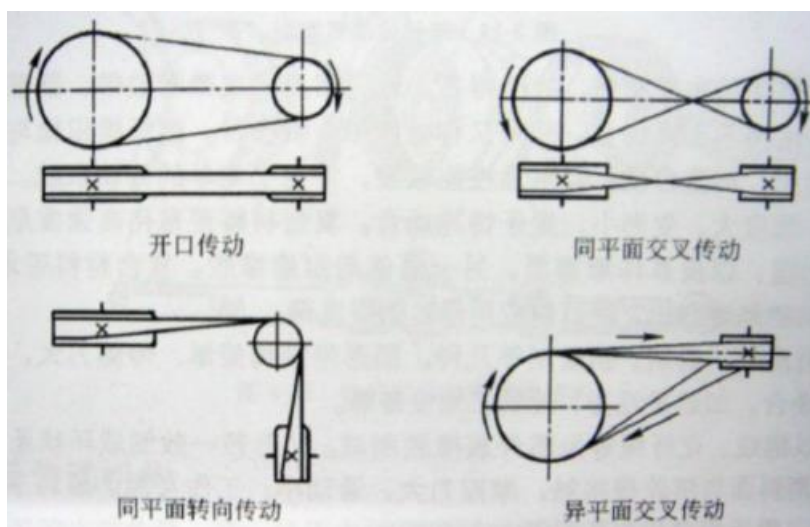


图13 带传动的传动变化形式

带传动机构一般设有张紧装置，如下图所示。张紧装置可增加带轮与传动带间的接触压力和接触长度（包角），也能避免因传动带松弛产生的影响。张紧的方式一般采用施力机构作用在传动带上，通过传动带的环状路径改变实现。

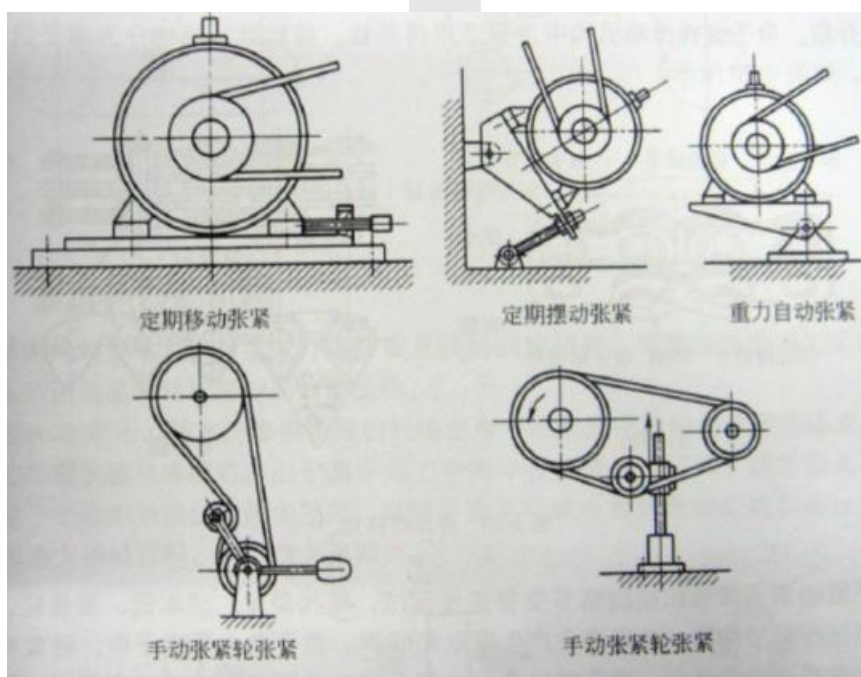


图14 常见带传动张紧装置

6.3 链传动机构

链传动机构由主动链轮、从动链轮及环绕在链轮上的封闭链条组成，如下图所示。

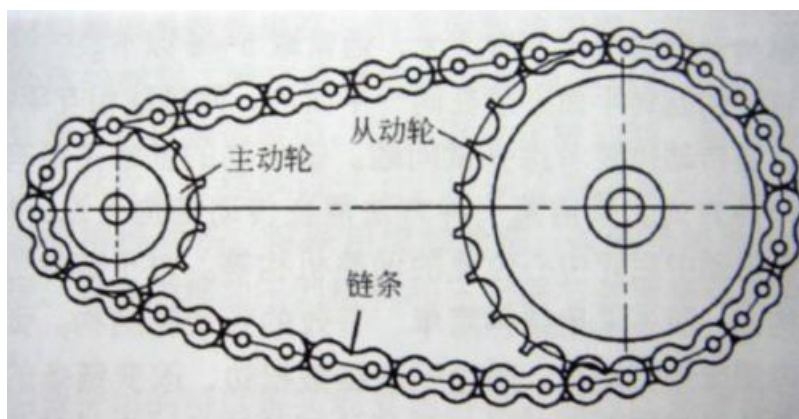


图15 链传动机构

链传动属于啮合传动，传动扭矩大、速度高，传动稳定可靠，传动比准确。

链条的种类较多，按用途可分为起重链、牵引链和传动链三种。前两种分别适合于起重机械和输送用机械使用。用于旋转传动机构中主要适用传动链。传动链按结构分为滚子链和齿形链两种，如下图所示。

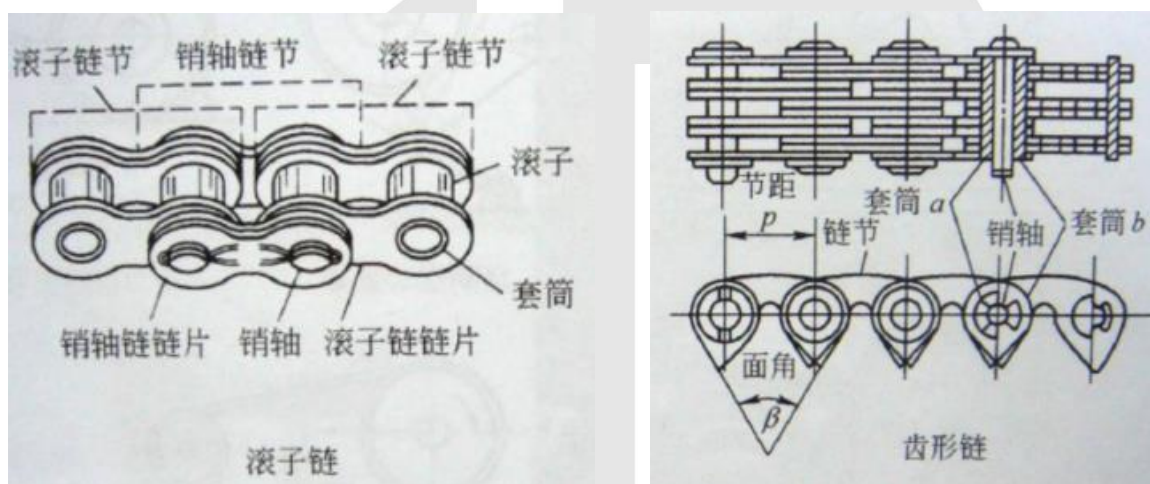


图16 传动链结构

滚子链由滚子链节和销轴链节交替连接而成，结构简单、成本低重量轻，但在传动使用过程中链节伸展、节距变化产生振动和噪声。滚子链主要用于中、轻载荷及非高速运转的普通传动场合。

齿形链链节两端有与链轮齿面相配合的齿廓翼板，保证啮合时齿轮与链条啮合面紧密贴合接触，运转时噪声小，传动平稳。齿形链的主要缺点是结构复杂、重量大、成本高。齿形链主要用于高速、高精度的传动系统。

链轮齿数一般选择为奇数，以便磨损均匀。

从动轮与主动轮齿数之比定义为链传动的转速比。由于链传动存在同时参与啮合齿数问题，链传动的转速比不宜太大，通常取5~6以下。

链传动机构两链轮的回转平面必须在同一平面内，两轴线相互平行。

与带传动相似，链传动也要考虑张紧问题。链传动的张紧主要有调节中心距和在松边设置张紧装置两种方式。采用第一种方法需在传动结构上设计相应的调节装置，如自行车、摩托车链传动中后轮中心位置的调整机构等。对于链轮位置固定、中心距不可调节的链传动机构，一般多采用结构简单、有效的张紧轮

结构。张紧轮应设在链传动松边，置于链条内侧或外侧均可，通过压迫链条松边、改变链条的行走路径实现张紧。

下图所示，张紧轮采用自由转动的链轮或圆柱滚轮，直径等于或略小于链轮直径。

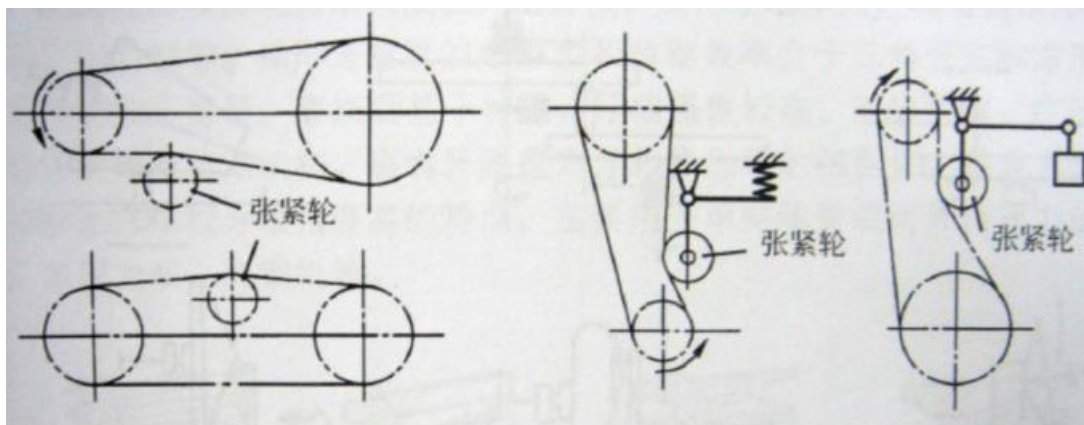


图17 链传动的张紧

6.4 摩擦轮传动机构

摩擦轮传动是采用以一定压力保持相互接触的旋转轮，依靠接触摩擦力实现由主动轮向从动轮传递转动和扭矩的传动机构。

如下图所示，基本的摩擦轮传动机构由两个相互紧密接触的摩擦轮组成。两轮轴线交叉不共线的圆柱摩擦轮，由于圆平面上不同半径处线速度不同，通常圆周面用于摩擦的轮子轮缘倒角或做成圆角形式；将同平面平行轴布置的摩擦轮轮面设计为V型槽式，可增大接触面积，从而增大摩擦力。

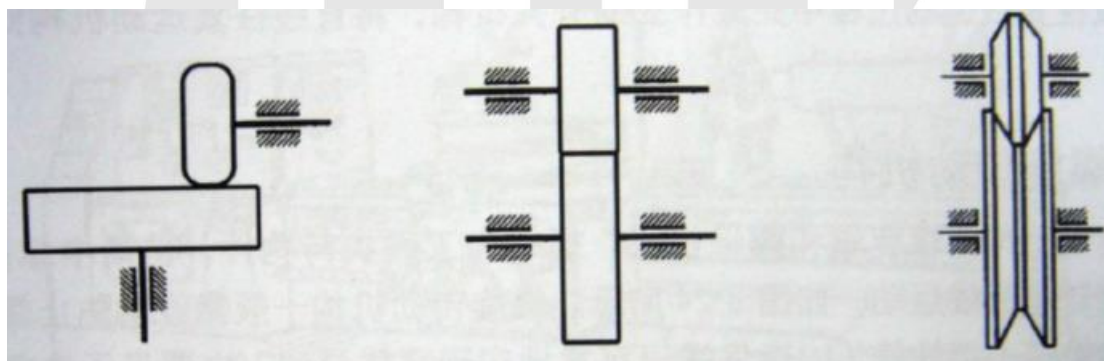


图18 摩擦轮传动

摩擦轮传动的扭矩传递能力主要决定于接触面产生的摩擦力大小，而摩擦接触面积、接触正压力和材料摩擦系数是摩擦力的主要影响因素。

因此，在摩擦轮机构设计上，首先考虑选择合适的材料，特别是摩擦轮接触面的材料和表面状况，可在制造、加工时进行特殊的处理，在机构运转中，注意避免接触油脂、粉尘等影响摩擦效果的物质吸附在摩擦面上；

其次，在结构设计上，应保证摩擦面大小满足要求，在可能情况下，尽可能加大摩擦接触面积，可采用增加轮宽、改变结构面形状等方法；

此外，在结构上，设计合理、可靠的施加压力机构和压力调节装置是保证摩擦轮传动机构有效工作的保障措施。

摩擦轮传动机构最突出的特点是实现变速方便，通过改变摩擦接触位置即可实现变速。特别是，可实现无级变速，并可在系统运转时变速。

摩擦轮机构在无级变速装置中应用较多，轮子的形状有多种变化，如下图所示。

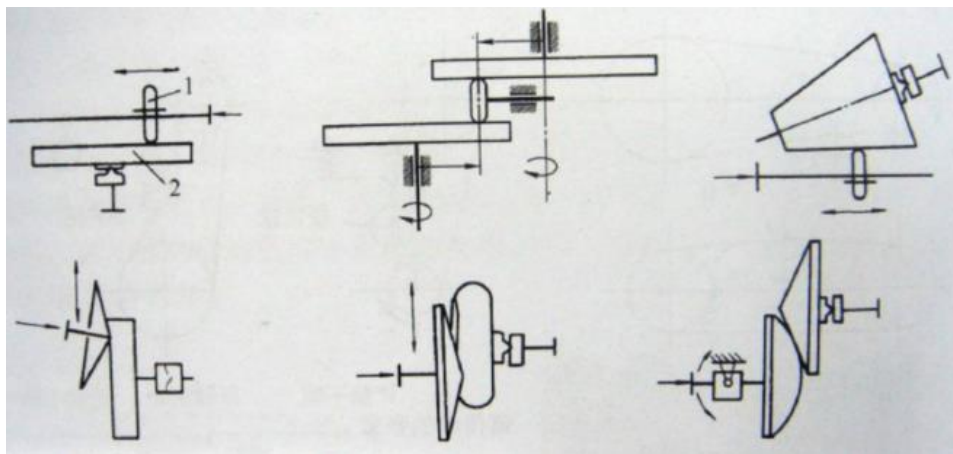


图19 几种采用摩擦轮机构的无级变速装置

7 直线运动机构

直线运动结构有螺旋传动机构，链输送、牵引机构，带输送、牵引机构，滚筒、滚轮输送机构等。

8 曲线运动机构

曲线运动机构主要用于一些有特殊需要的机构上，利用曲线运动机构可实现、完成一些特定和巧妙的执行动作。

四连杆机构三个活动连杆构件中间的连杆构件上某些点的运动规律随各构件尺度的改变，可能形成各种各样的特殊运动轨迹，如下图左所示，往往在机械中可得到应用机械中需要的曲线运动主要是利用连杆机构获得。下图右为电影胶片放映机的拉片机构。

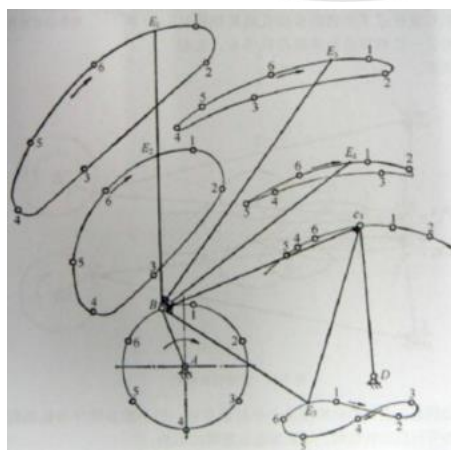


图20 连杆机构产生的曲线运动轨迹

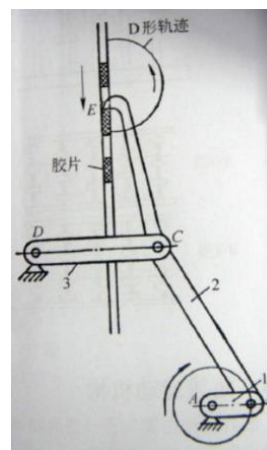


图21 电影胶片拉片机构

下图左为一个多排辊冷轧机轧辊摆动机构。

下图右为另一轧钢机轧辊的曲线运动驱动机构。图中虚线表示轧辊的运动轨迹，轧辊行走图示的轨迹可更有效地一次完成轧制作业，工艺性好。这机构的本质是五连杆机构。

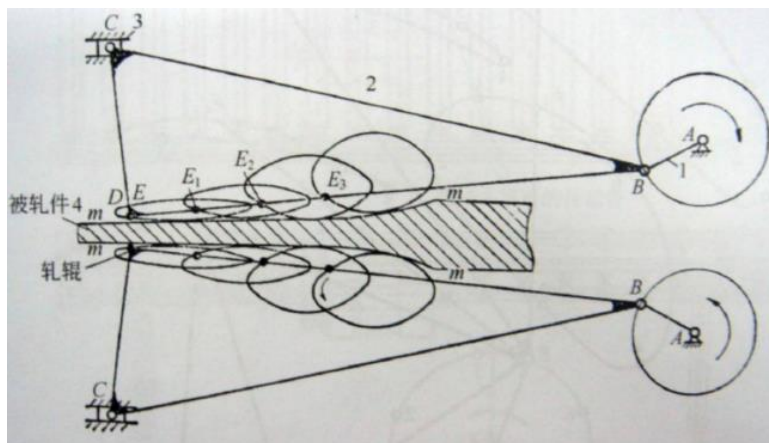


图22 多排辊轧钢机

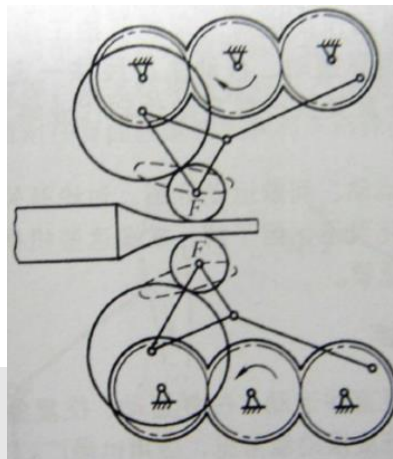


图23 单辊轧钢机

9 运动结构件的注意事项

9.1 运动过程中无干涉

运动结构件在运动过程中无干涉，特殊结构除外。一是旋转轴、滑槽等运动路径无干涉，二是运动过程中，不与其它件产生碰撞等干涉。

如下图所示，产品外观设计过程中未考虑转轴旋转过程中的干涉问题，下面翻盖在旋转过程中，会与上盖形成干涉。



图24 运动结构需考虑干涉

9.2 运动结构设计需考虑限位保护

运动结构两端要有限位等特征进行过保护，避免受力过大，对产品造成损坏。

下图所示产品，操作面板正面圆圈处受压后，操作面板绕中盖向下旋转，操作面板前端有防过压特征，在受力较大时，操作面板前端特征与中盖贴合，不会对产品造成破坏。

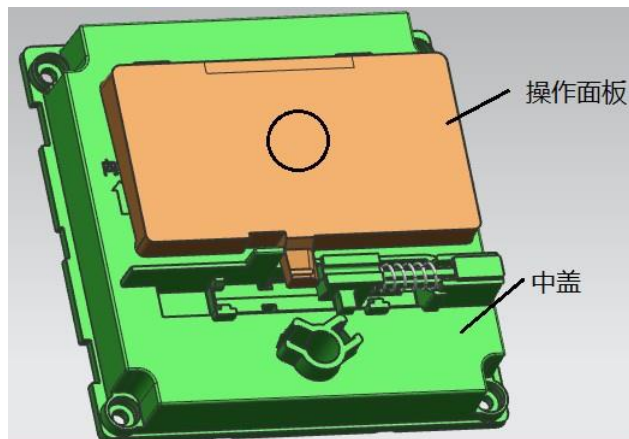


图25 操作面板绕中盖旋转

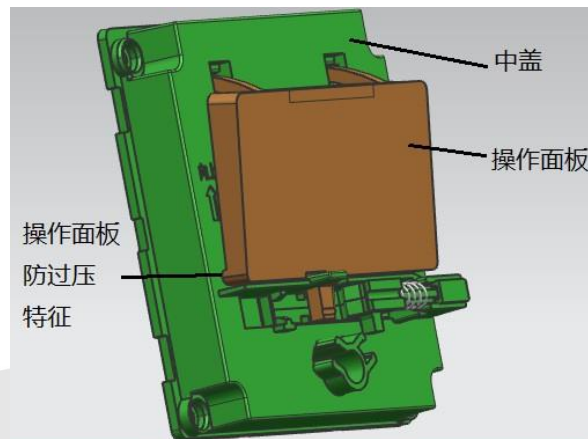


图26 操作面板前端特征可防过压损坏

9.3 手动操作的运动机构需设计合理的操作力

对于带有手动机械操作部件的试样，其手动操作力应不能太大，避免使用时客户体验差，操作力推荐在20N~80N之间。建议对其进行50次重复操作后，试样应能可靠工作，其应力变化范围不应超过初始值的20%。

手动火灾报警按钮是一种报警设备，安装在距地面1.2米~1.5米高度处，常安装在楼道及电梯口处，发生火灾时，按下手动报警按钮可实现火灾报警。下图是市场上各家手动火灾报警按钮的按压力。

表1 市场上各家手动火灾报警按钮的按压力

型号	诺蒂菲尔 J-SAP-M-M500KC	霍尼韦尔 TC900K	西门子 FDM228-CN	利达 LD2004EH
按下力值 (N)	48.2	50.3	41.8	54.9
附图				
型号	山鹰 J-SAP-M(5)C	青鸟 JBF4121-P	国泰怡安 JSA-PM-GM603W	
按下力值 (N)	64.2	49.8	60.3	
附图				

9.4 防止误启动运动结构件要有防误碰装置

运动结构件建议设计有防误碰装置，防止因不良操作或误操作，对运动结构进行操作，产生破坏。会引起破坏性、危害性的运动结构，则需安装锁、铅封等需专用钥匙或暴力等才能开启的结构。

紧急启停按钮在发生火灾时，可紧急启动七氟丙烷、二氧化碳、气溶胶等灭火气体，但是这些气体误喷后会对人员造成严重伤害，故为防止这些产品被误碰误动作，在产品表面设计有保护罩，在击碎透明保护罩或按掉其中保护部分时，才可以启动产品。



图27 海湾启停按钮



图28 鼎信启停按钮

9.5 运动结构需考虑导向

运动结构需要轴孔、槽等限位结构，运动结构的前端需有增加倒斜角等使前端尺寸变小，增加其导向。

如下图左所示，绿色为中盖，棕色为操作面板，黄色为滑块，手动火灾报警按钮滑块前端上下左右四个方向都有倒斜角，滑块在向前移动的时候形成导向。中盖在操作面板前端凸起部分设计有导向限位柱，操作面板在被按压操作时，形成限位和导向。如下图右所示，棕色为大翻盖，黄色为弹片，特意在弹片与大翻盖接触的区域设计有倒斜角，大翻盖在扣合时用力较小即可扣合，且不会产生划伤。

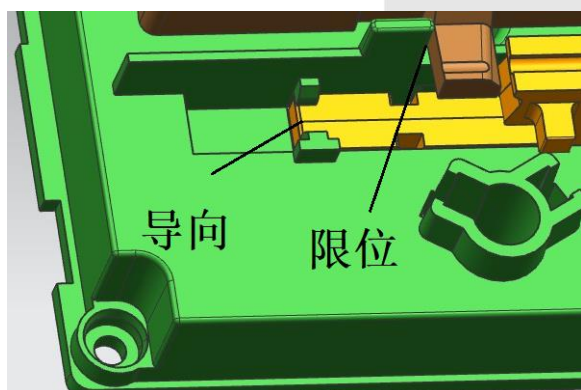


图29 手动火灾报警按钮

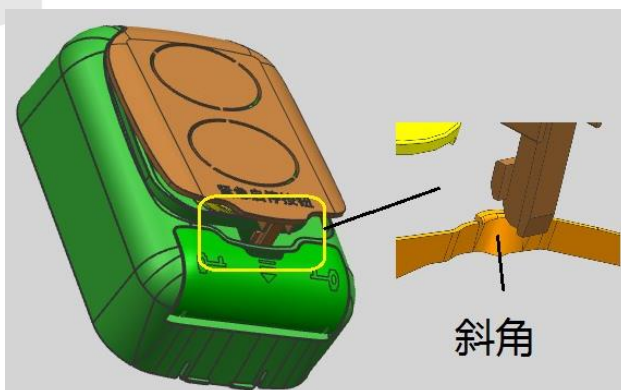


图30 紧急启停按钮

9.6 运动结构配合区域留有充足间隙

运动结构的轴孔、特征与滑槽等留有充足间隙，避免运动过程中产生阻塞。运动结构需进行变形配合的特征也需留有充足间隙，避免间隙不足导致变形不到位。

下图为手动火灾报警按钮中盖组件，绿色为中盖、棕色为操作面板、黄色为滑块，操作面板在受压时，绕中盖旋转，滑块在弹簧作用下向左移动，滑块十字筋与中盖十字槽留有充足间隙，使滑块能够正常移动，滑块主体与中盖槽左右方向和上下方向也都留有充足间隙。

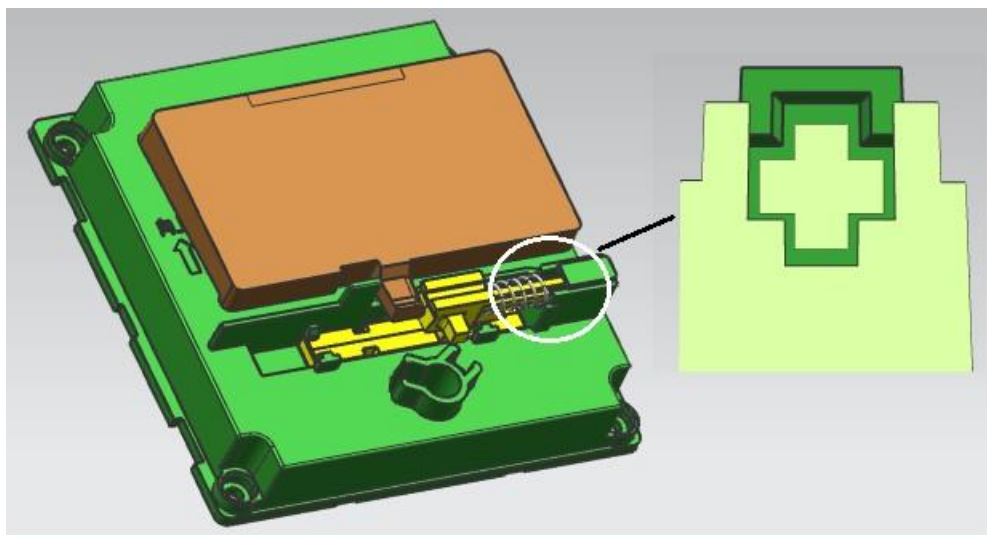


图31 手动火灾报警按钮

下图为故障指示器，安装时，闭滑块下端左右两个斜面与左右两个滑块斜面配合。闭滑块向下移动，左右滑块向外挤压弹簧，闭滑块前端落入左右两个滑块后，左右滑块在弹簧作用下，向内移动卡住闭滑块。

拆卸时，开滑块向上移动，推着左右两个滑块向两侧移动，闭滑块解锁。开滑块与闭滑块形状吻合后，继续推动开滑块，将闭滑块脱离左右两个滑块，完成拆卸。

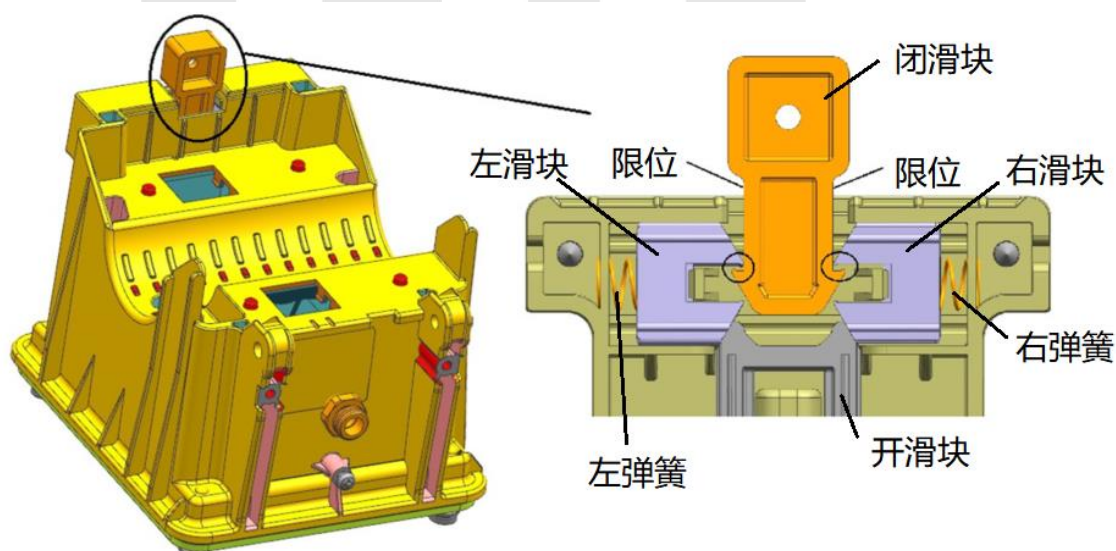


图32 故障指示器

9.7 运动结构需考虑摩擦力的影响

运动结构在发生相对运动的过程中要充分考虑摩擦力的影响，避免将浇口布置在相对运动的接触面上。

下图为手动火灾报警按钮中盖组件图，棕色为操作面板，绿色为中盖，黄色为滑块，操作面板通过转轴与中盖配合，操作面板前端与滑块中间凸起贴合一起滑动，滑块在中盖槽内往复滑动，三个件互相配合形成运动机构，三个件的浇口均不能布置在其接触面上。

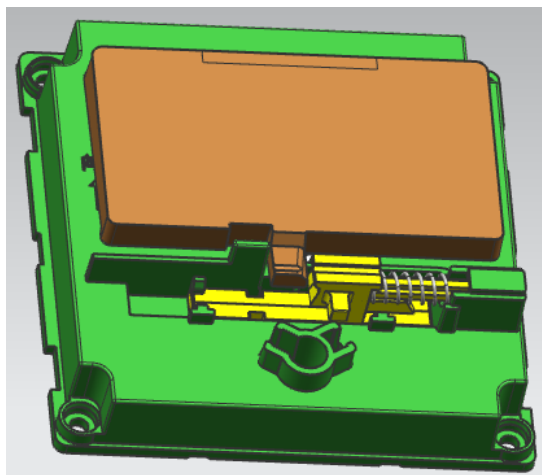


图33 手动火灾报警按钮

10 运动结构件准则

10.1 机构尽可能简单准则

（1）机构运动链尽量简短

完成同样的运动要求，应优先选用构件数和运动副数最少的机构，这样可以简化机器的构造，从而减轻重量、降低成本。此外也可减少由于零件的制造误差而形成的运动链的累积误差，从而提高零件工艺性和增强机构可靠性。运动链简短也有利于提高机构的刚度，减少产生振动的环节。

在机构选型时，有时宁可采用有较小设计误差的简单近似机构，而不采用理论上无误差但结构复杂的机构。下图所示为两个直线轨迹机构，其中左图为有近似直线轨迹的四杆机构，右图为有精确直线轨迹的八杆机构。实际分析表明，在保证同一制造精度条件下，后者的实际传动误差约为前者的2~3倍，其主要原因在于运动副数目增多而造成运动累积误差增大。

（2）适当选择运动副

在基本机构中，高副机构只有3个构件和3个运动副，低副机构则至少有4个构件和4个运动副。因此，从减少构件数和运动副数，以及设计简便等方面考虑，应优先采用高副机构。但从低副机构的运动副元素加工方便、容易保证配合精度以及有较高的承载能力等方面考虑，应优先采用低副机构。究竟选择何种机构，应根据具体设计要求全面衡量得失，尽可能做到“扬长避短”。在一般情况下，应先考虑低副机构，而且尽量少采用移动副（制造不易保证高精度，运动中易出现自锁）。在执行构件的运动规律要求复杂，采用连杆机构很难完成精确设计时，应考虑采用高副机构，如凸轮机构或连杆一凸轮组合。

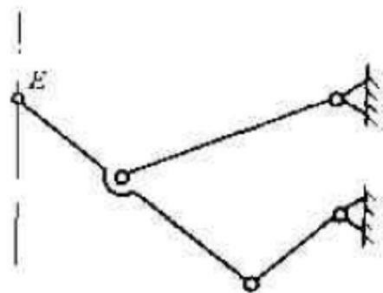


图34 四连杆机构

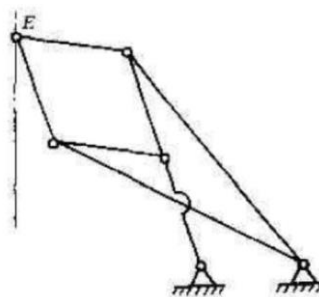


图35 八连杆机构

10.2 应使机构具有较好的动力学特性准则

机构在机械系统中不仅传递运动，而且还要起列传递和承受力（或力矩）的作用，因此要选择有较好的动力学特性的机构。

（1）采用传动角较大的机构

要尽可能选择传动角较大的机构，以提高机器的传动效益，减少功耗。尤其对于传力大的机构，这一点更为重要。如在可获得执行构件为往复摆动的连杆机构中，摆动导杆机构最为理想，其压力角始终为零。从减小运动副摩擦，防止机构出现自锁现象考虑，则尽可能采用全由转动副组成的连杆机构，因为转动副制造方便，摩擦小，机构传动灵活。

（2）采用对称布置的机构

对于高速运转的机构，其作替复运动和平面一般运动的构件，以及偏心的回转构件的惯性力和惯性力矩较大，在选择机构时，应尽可能考虑机构的对称性，以减小运转过程中的动载荷和振动。下图所示的摩托车发动机机构，由于两个共曲柄的曲柄滑块机构以点A为对称，所以在每一瞬间共所有惯性力完全互相抵消，达到惯性力的平衡。

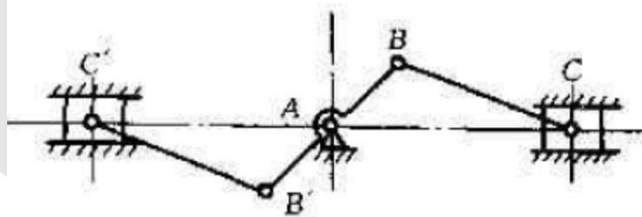


图36 对称分布的连杆机构

10.3 可活动部件预防准则

多次运转后容易脱落和卡死，须有措施：

- （1）防脱落措施，使活动部件仅仅松脱但仍能维持运动功能；
- （2）即使运动部件脱落，也不会脱落或飞出。

10.4 运动部件防护和标识准则

- （1）装好的风扇有防护件，手指不能伸入，拆卸防护件必须使用工具
- （2）运动部件有防护，实际限制不能加防护措施的，则须有清晰的图示警示标志。

10.5 运动部件磨损储存腐蚀 SFC 分析准则

分析运动部件因为长期使用磨损、长期储存腐蚀而引起的单一故障后果，并有针对性预防措施。

10.6 磨损后的运动部件安全设计准则

磨损后的运动部件无安全风险，且磨损易于检查。

10.7 最大活动范围受控准则

- (1) 运动部件的活动范围有严密的理论推导，活动位置已量化；
- (2) 如果有故障发生，有设计措施保证活动部件不会超出设计范围。

10.8 运动部件装配专用工装夹具准则

运动部件装配应有专用的工装夹具以满足定位精度要求。

11 典型运动结构

11.1 无阻尼旋转结构

下图为无阻尼旋转结构，纯黄色为启停按钮上盖，深黄色为翻盖，上盖和翻盖通过轴孔可进行自由旋转。其中翻盖中间靠两侧区域各有一个缺口，方便翻盖变形装入上盖。翻盖转轴下端倒有斜角，方便装配。上盖转轴孔下端全部豁口，一来模具制作方便，二来翻盖在旋转时转轴可上下移动，方便装配。

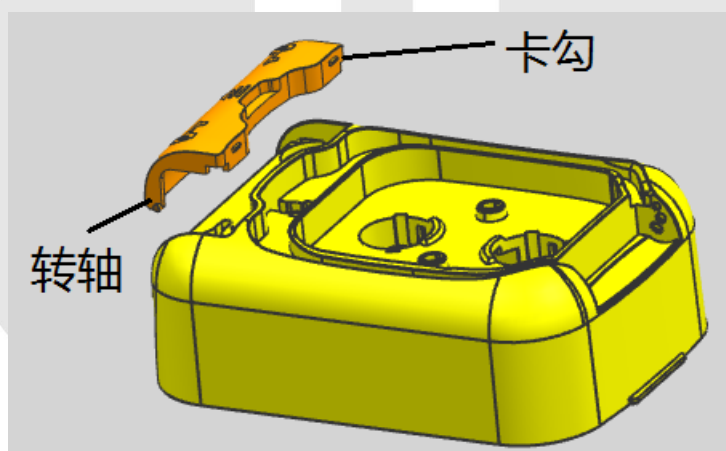


图37 启停按钮上盖和翻盖无阻尼旋转结构

11.2 有阻尼旋转结构

下图绿色为启停按钮上盖，棕色为大翻盖，大翻盖绕上盖旋转过程中，可任意位置停止。大翻盖主轴与上盖主轴孔配合，大翻盖副轴初始时与上盖起始孔配合，终止时大翻盖副轴与上盖终止孔配合，大翻盖主轴比副轴直径大，长度长，起定位作用，在旋转过程中，副轴与上盖对应位置过盈，有阻尼，故可在任意位置停止。其中翻盖中间靠两侧区域各有一个缺口，方便翻盖变形装入上盖。翻盖转轴下端倒有斜角，方便装配。

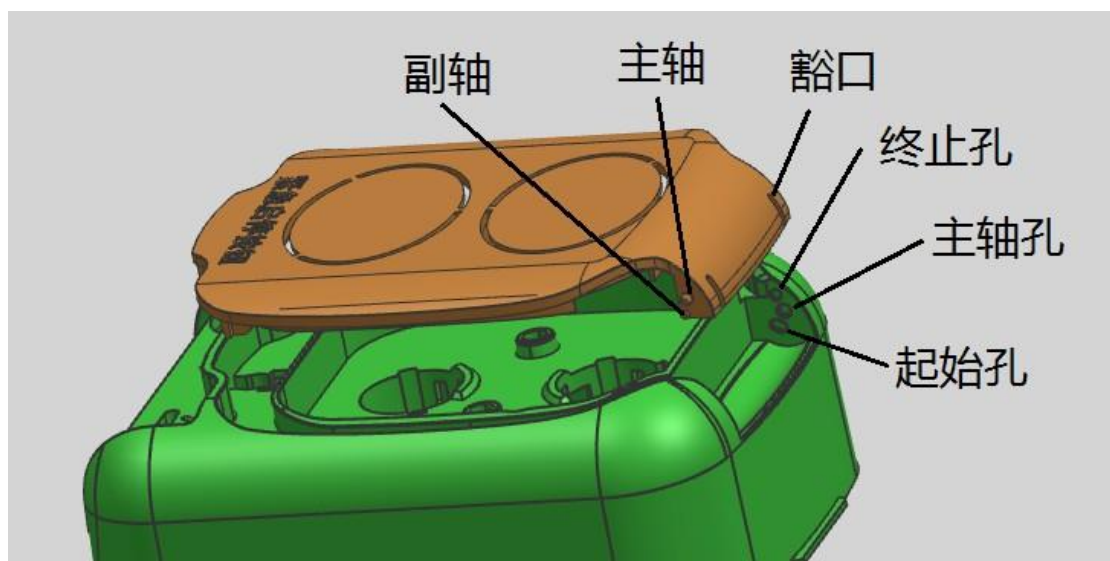


图38 启停按钮大翻盖有阻尼旋转

下图是电表的翻盖结构，黄色为翻盖，白色为上盖。通过调节弧形槽的深度，可以实现翻盖旋转时可在弧形槽内任意位置停止。翻盖主轴与上盖主轴孔配合，副轴初始时与起始孔配合，旋转过程中副轴在弧形槽内，翻盖副轴与上盖弧形槽有过盈，有阻尼，最后副轴与终止孔配合。

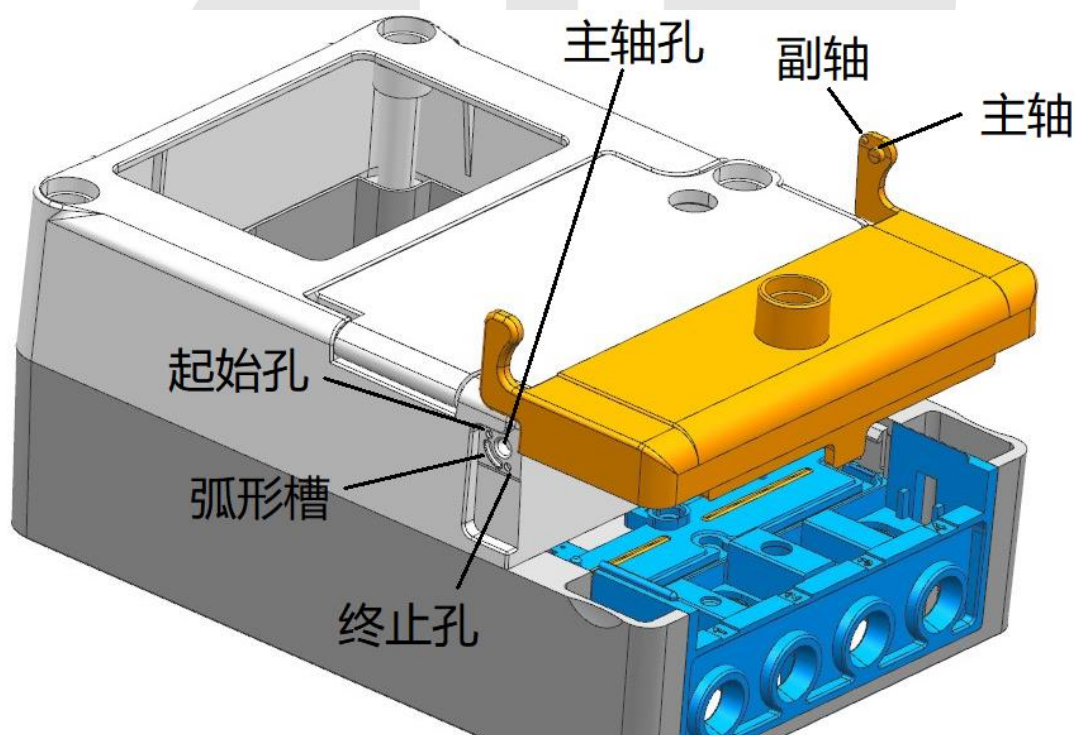


图39 电表翻盖有阻尼旋转结构

11.3 竖直接压竖直移动非自锁结构

下图为可燃气体的按压结构，按压上盖中间部分时，上盖连接筋按压开关，开关进行动作，上盖连接筋自动返回。按压上盖中间部分通过V型筋与四周相连。

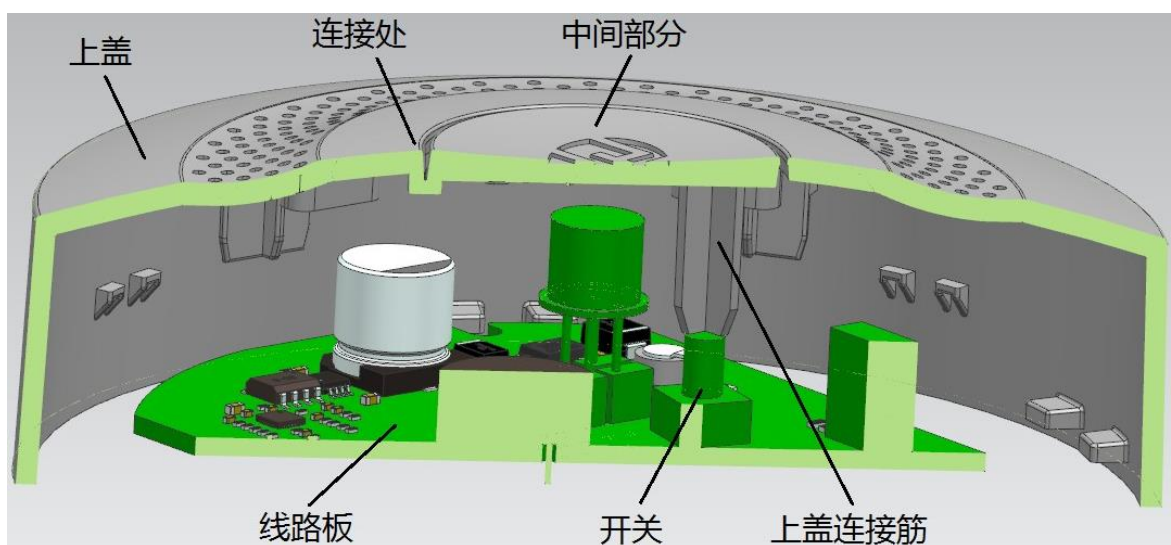


图40 可燃气体的竖直接压结构

下图为启停按钮的按压结构，按键竖直接压进行竖直移动，不自锁，按完立即返回。按键通过导向限位筋穿上盖安装筋，按压弹簧的同时顺时针旋转，然后按键导向限位筋在弹簧的反作用下通过上盖的导向筋，两者只能上下移动，按键在上下移动的过程中，会碰到开关，使开关进行动作。

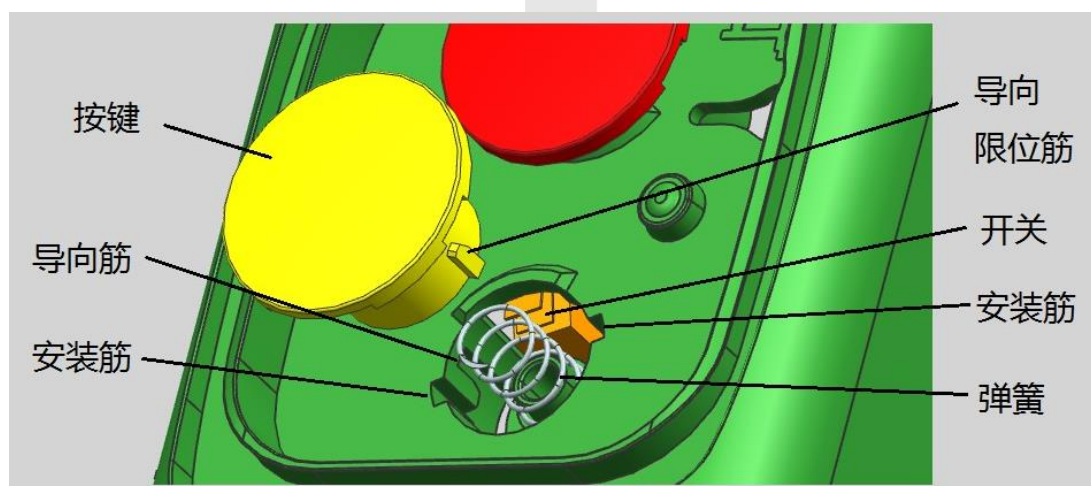


图41 启停按钮的按压结构

上述两种按压方式，第一种成本低、结构简单、组装方便，第二种成本高、结构复杂，组装困难，但是第二种比第一种精度高、可靠性高，且竖直方向位移大，起始时与开关留有间隙大，防止误动作。

11.4 竖直接压竖直移动自锁复位结构

下图为启停按钮的按键按压自锁及复位结构。按键与弹簧装配在上盖中间对应位置，弹片平时抵在按键豁口的下部，处于受力状态，按键按下后，弹片进入按键豁口处，锁住按键。钥匙拨动弹片，使其从按键处脱开，按键在弹簧作用下反弹，完成一次自锁和复位循环。

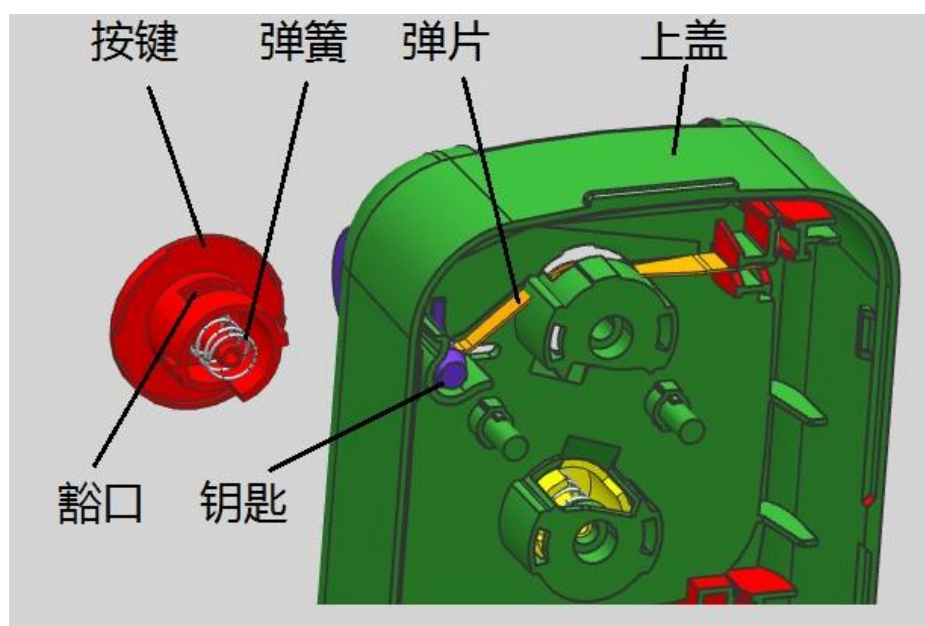


图42 启停按钮的竖直接压竖直移动自锁复位结构

11.5 竖直接压旋转竖直移动自锁自复位结构

下图为手动火灾报警按钮的按压旋转自复位结构。两个按键弹片通过面面贴合固定在操作面板上，操作面板通过轴孔配合组装在一起，操作面板的前端凸起与中扣的凸台贴在一起，按压操作面板的中间圆圈时，操作面板绕轴旋转，操作面板前端凸起在中扣凸台上向前滑移，脱离凸台后操作面板形成自锁。操作面板在按压过程中，按键弹片划破线路板焊盘，电路导通。

钥匙进行复位时，拨动操作面板前端凸起，操作面板腿部与中扣有过盈，始终存在应力，操作面板前端被拨开后，可在不受外力的作用下复位。

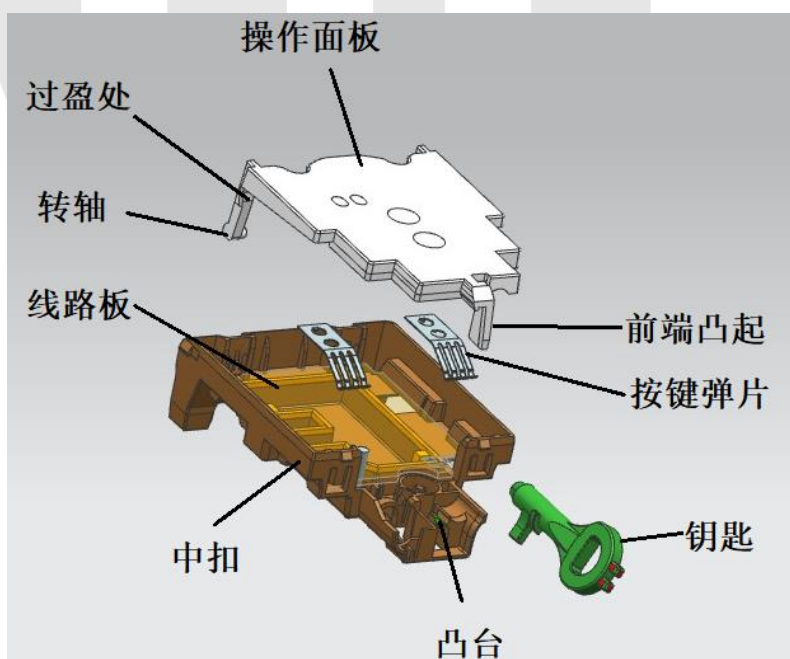


图43 手动火灾报警按钮的按压旋转自复位结构

11.6 竖直接压水平移动自锁结构

下图为手动火灾报警按钮的按压旋转复位结构。操作面板通过转轴与中盖孔配合，竖直弹簧撑起操作面板，操作面板前端凸起卡在滑块凹槽里面，避免操作面板向上转动，滑块平板与中盖滑槽底部面面贴合，中盖挡筋限位住滑块平板，防止滑块向上移动。水平弹簧在滑块十字筋与中盖十字槽之间。

操作面板中部受到按压后，进行旋转，凸起脱离凹槽进入凹槽下部，滑块在水平弹簧的作用下向左移动，滑块平板在滑槽里移动，滑块推动片推动线路板器件如开关等动作。

复位时，钥匙拨块拨动滑块凸块，滑块在滑块平板和十字筋的双重导向下，向右移动挤压水平弹簧，操作面板在竖直弹簧的作用下向上旋转，滑块在水平弹簧的推力下向左移动，凹槽卡住凸起，形成一次动作复位循环。

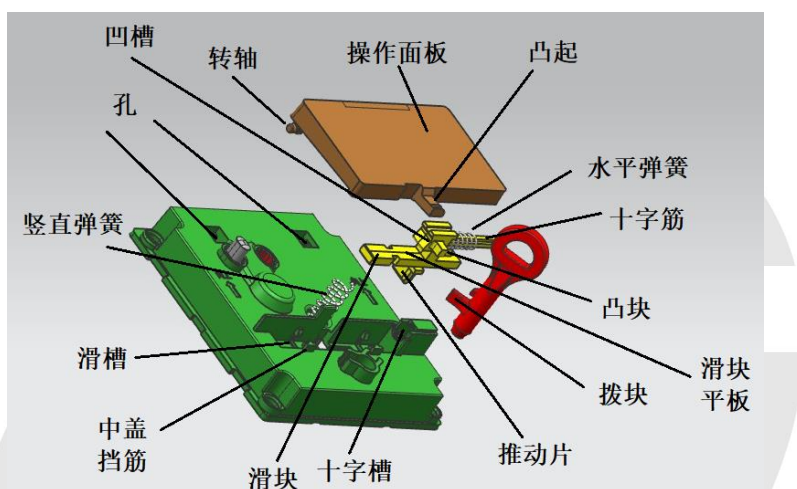


图44 手动火灾报警按钮按下复位结构

下图是故障指示器的打开闭合结构，后盖通过4个螺钉固定在产品上，下图为后盖水平移开的状态。产品闭合时，开滑块和竖直弹簧在如图位置，闭滑块向下移动，前端梯形结构撑开左滑块和右滑块，梯形结构被左滑块和右滑块卡住，产品处于锁紧状态。

产品开启时，向上持续用力推动开滑块，竖直弹簧受到压缩，开滑块推开左滑块和右滑块，并将闭滑块推开，此时松开开滑块，则在竖直弹簧的作用下将开滑块推至初始位置。

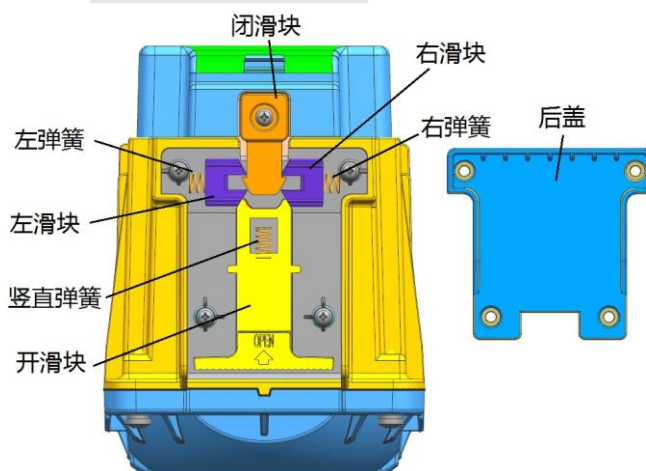


图45 故障指示器开盖闭合结构

11.7 可往复调节角度结构

下图为红外探测器角度调节机构，红外探测器有两个透镜，一个发射，一个接收，探测器正前面几米处有一反光板，探测器需与反光板呈一定角度，这样发射接收效果达到最佳，但是因为探测器与反光板的安装墙面不平，需在一定范围内进行调节。

其中发光灯、透镜、上弹簧、定位球、定位槽、下弹簧、螺纹杆、电机等结构和特征都是左右两组。旋转体一端通过球头安装在底座中，另一端左右两侧定位槽分别穿过螺纹杆，螺纹杆下端连接电机，中间穿过固定基座，基座与定位槽之间有弹簧，螺纹杆上端穿过定位球进入上盖导向柱内，定位球和上盖导向柱之间有弹簧。透镜通过卡勾固定在旋转体上，旋转体下端有发光灯。产品调节时，左右两个灯分别为发射和接收，前端反光板固定，旋转体绕球头左右旋转，调整发射和接收与反光板间角度，使其达到效果最佳。

具体调节状况如下，左侧电机正转时，左侧定位球向上移动，定位槽在下部弹簧的作用下不断向上移动，上部弹簧受到压缩，左侧透镜向上旋转。左侧电机反转时，左侧定位球向下移动，定位槽在上部弹簧的作用下不断向下移动，下部弹簧受到压缩，左侧透镜向下旋转。右侧电机同理。可通过程序控制左右电机旋转的角度及顺序，达到最佳的角度。

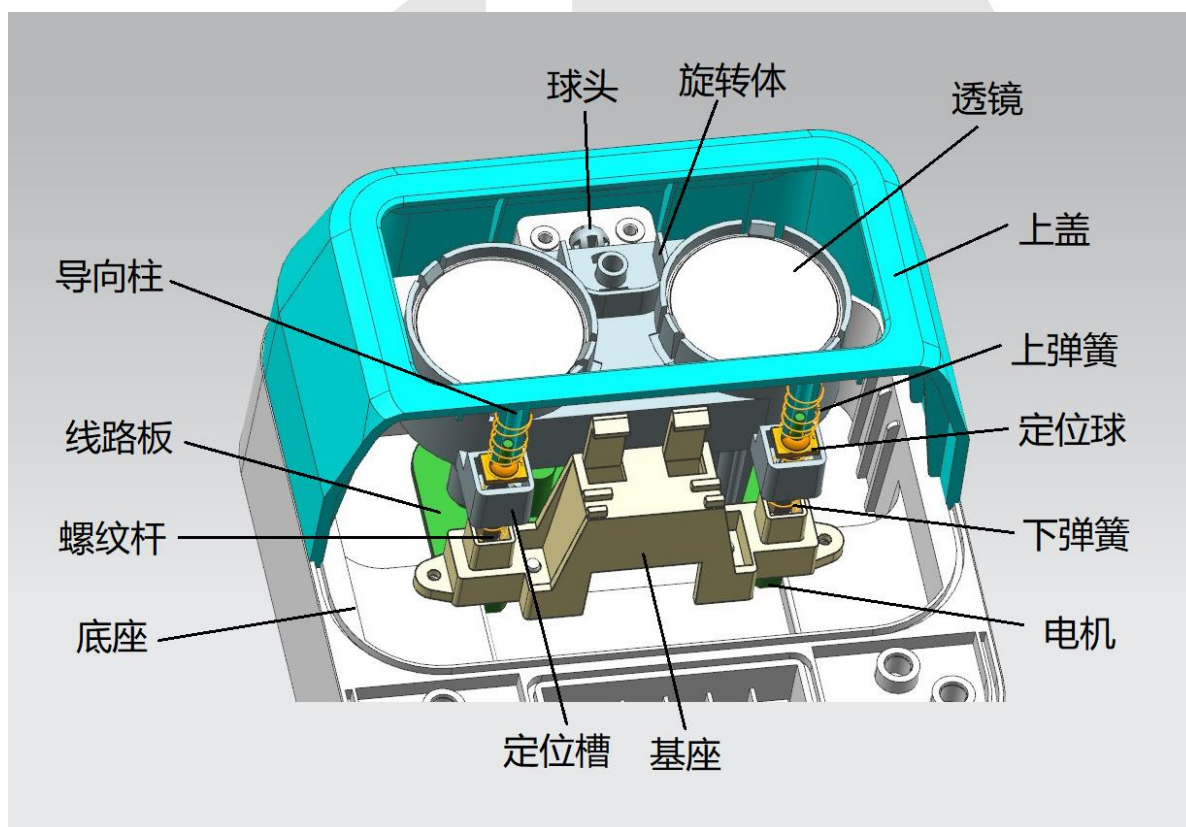


图46 红外探测器的角度调节结构

11.8 隐藏式仓体结构

下图为隐藏式仓体的闭合图，挡板处于闭合状态。

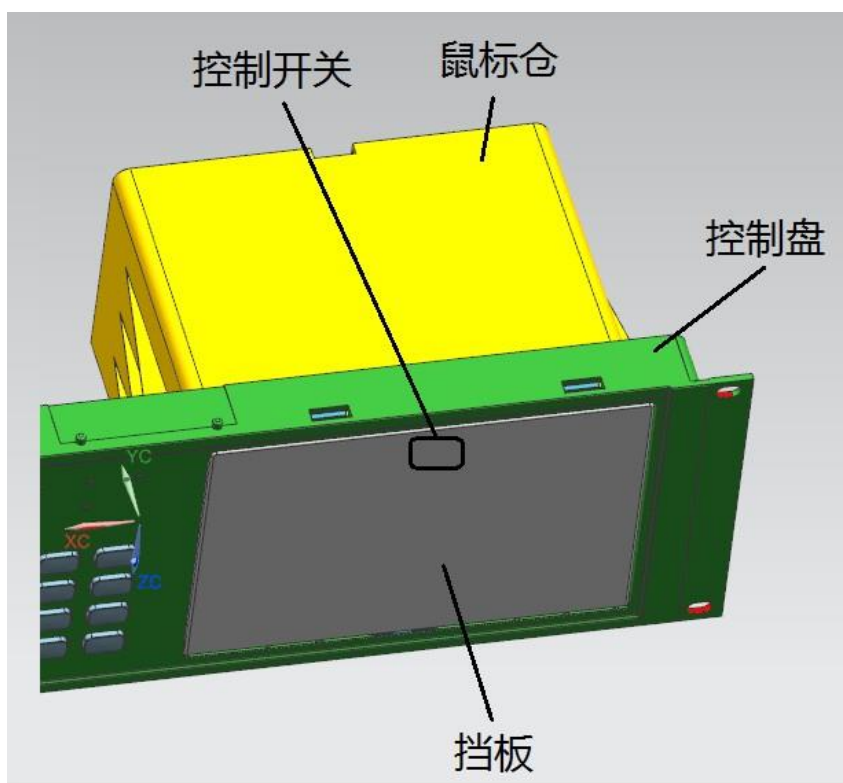


图47 隐藏式仓体的闭合图

下图为隐藏式仓体打开示意图，按压挡板的控制开关处，开关打开，挡板在拉簧的作用下向下移动并旋转进入仓体下部直至限位筋处，下部形成一平面。里面可放置鼠标等工具。闭合时，将挡板拉出并向上旋转按入控制开关即可。

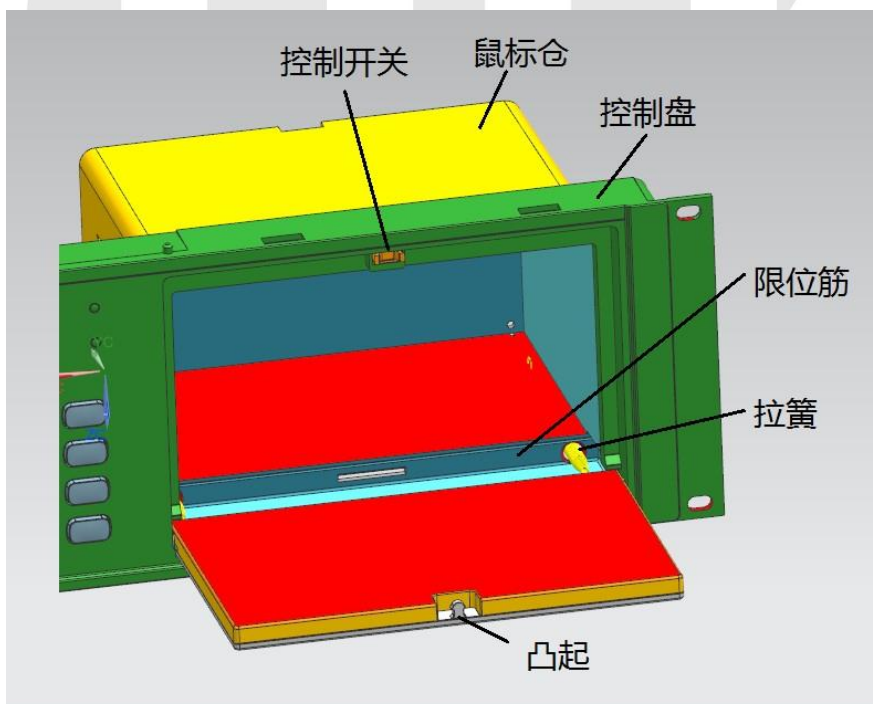


图48 隐藏式仓体打开图

11.9 单向受力双向移动且自复位结构

下图为手持运检计量仪夹持机构示意图，两个夹持件分别通过螺丝固定在壳体两侧，夹持件和螺丝间的槽里有弹簧，两个夹持件中间有齿轮。两个夹持件通过齿轮齿条传动联系在一起。

使用时，用力拉动一侧夹持件，此侧弹簧会受压储能，同时夹持件会带动齿轮转动，齿轮会带动另一侧夹持件也会伸出，另一侧弹簧也受压储能。

松手后，在两侧弹簧的作用下，两个夹持件又会通过齿轮齿条恢复到原始状态。

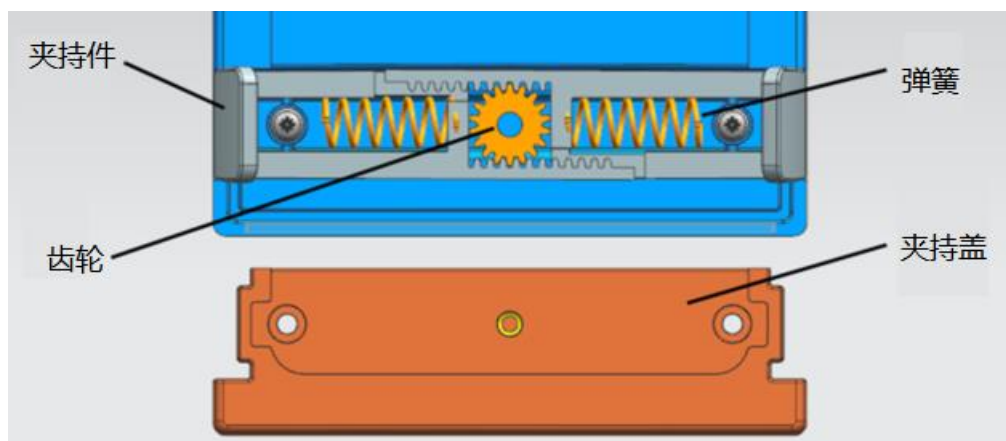


图49 手持运检计量仪夹持机构

11.10 手柄分合闸结构

下图为AFDD产品的手柄分合闸机构。

手柄连接在底壳上，可绕轴旋转，U型杆连接手柄与杠杆；支持件连接在底壳上，杠杆与脱扣杆分别通过套合在支持件的两轴上，并两者之间存在一压缩弹簧；动触头支架与支持件通过钢轴连接，在动触头支架背部存在一压簧；挡块转轴插在底壳凹孔中，并一侧凸起与连接在底壳的拉簧相连；静触头连接在壳体上。

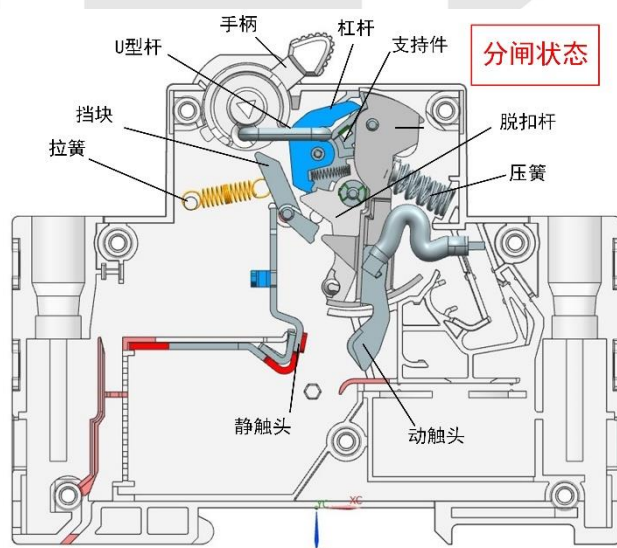


图50 分闸状态

合闸时，手柄绕旋转中心做逆时针运动，从而带动U型杆将支持件推动，使支持件绕与壳体连接轴做顺时针运动，同时通过转轴促使动触头支架做绕轴的顺时针运动，压缩弹簧的同时，动触头侧顺时针向静触头运动，动触头支架的侧边止动突起顶在挡块上。当手柄继续逆时针旋转，手柄突起位置碰触挡块，使得挡块与动触头支架快速错开，动触头快速运动与静触头接触，完成合闸。

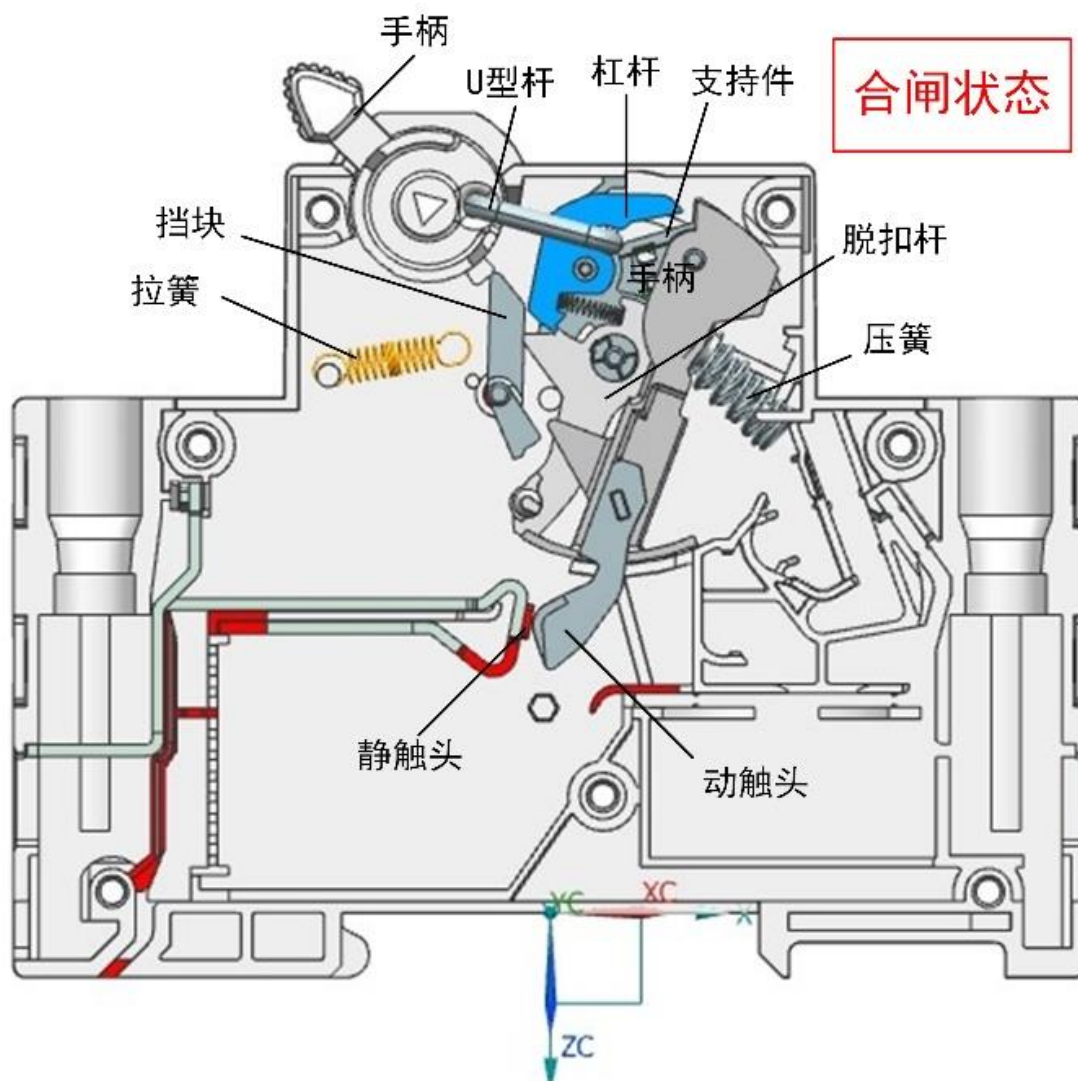


图51 合闸状态

11.11 小行程直线往复运动结构

下图为小行程直线往复运动图，齿条处于零点位置状态。

此单元由电机、齿轮、齿条、齿条轴、电机盖板构成，电机、齿轮、齿条、齿条轴为运动部件，电机盖板把电机固定在电池仓内。齿轮固定于电机输出轴，电机转动，带动齿轮转动，齿轮带动齿条做直线运动。通过控制电机的运行时间和转动方向，实现齿条上下反复的直线运动，从而实现按键功能。

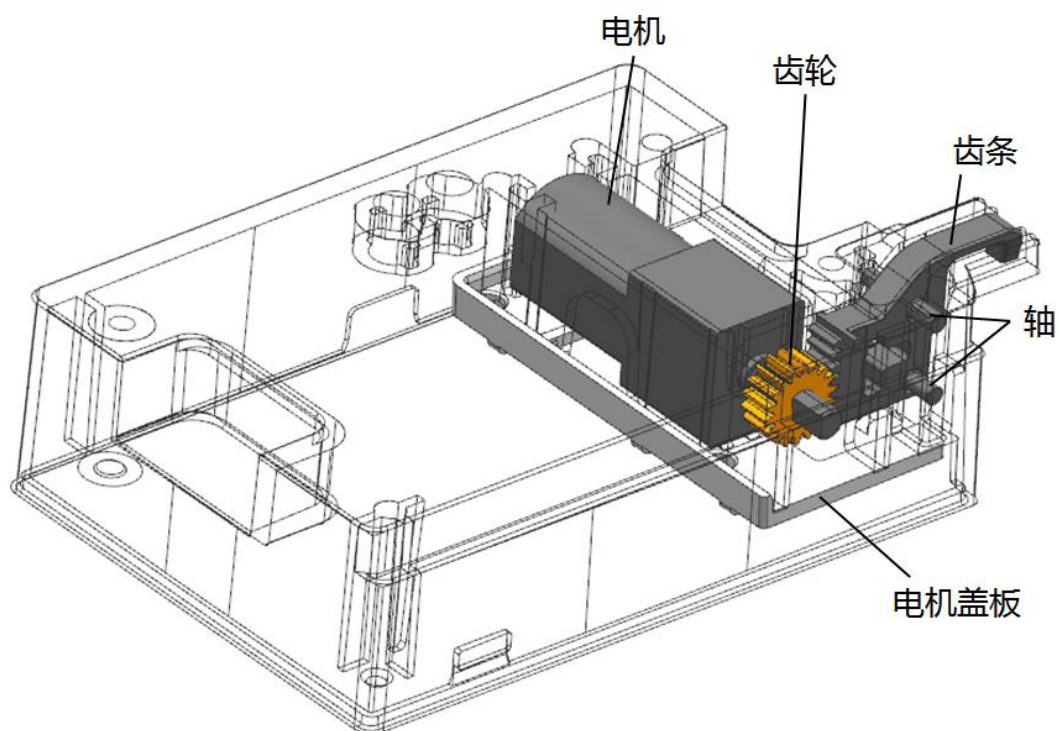


图52 小行程直线往复运动

电机输出为旋转运动，通过齿轮、齿条转换为直线运动。齿条轴与齿条装配后安装到上盖的槽内，单边建议间隙0.1mm。设计时，注意运动路径上的结构，预防高温试验导致结构件变形，抱死齿条，烧坏电机。再者，电机一定要固定牢靠，防止运动时，因电机位移，导致行程的损失。

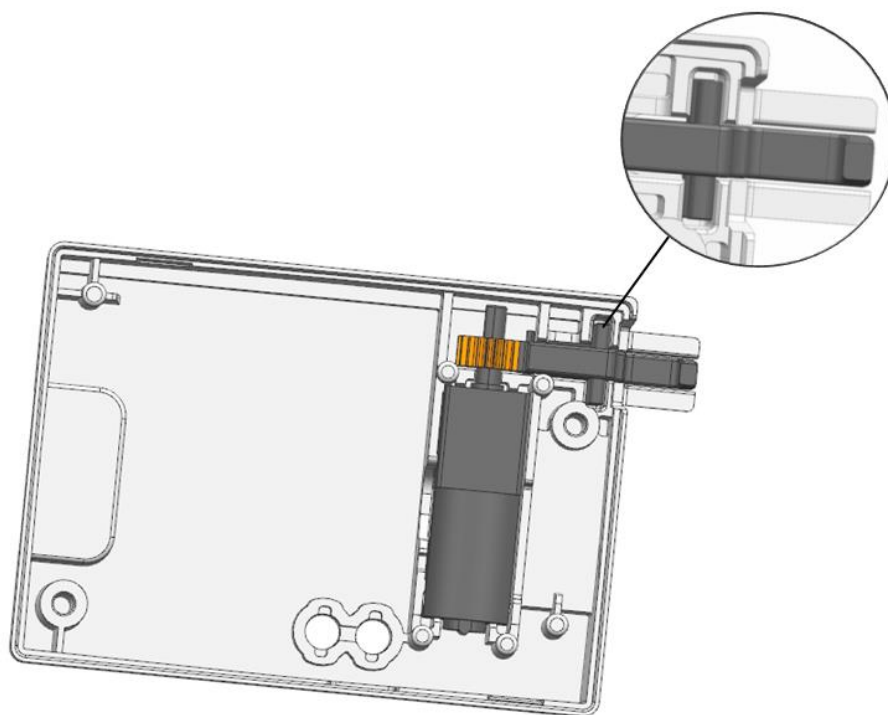


图53 旋转运动变直线运动

版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	孟祥达			