

**Q/DX**

# 青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

Q/DX D121.111-2023

## 工程技术本部 250A 塑料外壳式断路器结构设计规范

V1.0

2023 - 08 - 03 发布

2023 - 08 - 04

# 目 录

1 总则 .....	2
1.1 范围和目的 .....	2
1.2 规范性引用文件 .....	2
2 术语和定义 .....	2
2.1 塑壳断路器 .....	2
2.2 操动力（力矩） .....	2
2.3 恢复力（力矩） .....	2
2.4 脱扣（操作） .....	2
2.5 电气间隙 .....	2
2.6 爬电距离 .....	2
2.7 终压力 .....	3
2.8 超程 .....	3
2.9 开距 .....	3
3 塑壳断路器部件组成 .....	3
4 整机及零部件结构设计要求 .....	3
4.1 上盖和底座 .....	3
4.2 触头设计 .....	4
4.2.1 主触头材料选用 .....	4
4.2.2 触头主要设计参数 .....	5
4.2.3 动触头罩 .....	5
4.2.4 静触头结构设计形式 .....	6
4.3 灭弧系统设计 .....	6
4.3.1 灭弧室 .....	7
4.3.2 窄缝增压 .....	8
4.3.3 静触头罩 .....	9
4.3.4 引弧角设计 .....	9
4.3.5 排气设计 .....	10
4.4 运动机构设计 .....	10
4.4.1 手柄 .....	11
4.4.2 杠杆 .....	11
4.4.3 支架 .....	11
4.4.4 上连杆 .....	11
4.4.5 跳扣 .....	11
4.4.6 锁扣 .....	12
4.4.7 下连杆 .....	12
4.5 热双金属元件设计 .....	12
4.5.1 热双金属材料 .....	12

4.5.2 热双金属的选用 .....	12
4.6 电子脱扣器设计 .....	13
4.7 后备保护设计 .....	13
4.8 互感器 .....	14
4.9 导电回路设计 .....	14
4.9.1 导电回路截面设计 .....	14
4.9.2 导电回路耐热能力 .....	15
4.9.3 进出线铜排 .....	15
5 焊接技术要求 .....	15
6 背板 PCBA 的温升设计 .....	15
6.1 热磁式量测开关 .....	16
6.2 电子式量测开关 .....	17
7 模块与背板 PCBA 的连接 .....	19
8 连杆机构设计（带重合闸功能的塑壳断路器适用） .....	19

## 前 言

本规范的内容提供了塑料外壳式断路器（以下统称“塑壳断路器”）的基础结构设计规范尺寸要求。

对于因引用本规范所出现的不理想结果或对规范的内容有异议，请向规范修编组反馈，并作为规范再次修订的重要依据。

本规范由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部低压电器小组起草。



## 250A 塑料外壳式断路器结构设计规范

### 1 总则

#### 1.1 范围和目的

为了提升产品结构、零件材料及零件配合和尺寸公差设计的合理性，提高产品开发的成功率，缩短产品的定型周期，降低研发及生产制造成本，特制定本规范。

本规范阐述了产品结构设计、材料设计及零件配合和尺寸公差设计的要点，适用于本公司塑壳断路器的结构设计。

本规范为一个通用性的指导规范，设计时要充分分析产品的具体情况，遵循成本与质量兼顾原则，必要时经过小组评审。

#### 1.2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文，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。

Q/GDW 12174-2021 智能量测开关技术规范

GB / T 14048.2-2020 低压开关设备和控制设备第2部分：断路器

### 2 术语和定义

#### 2.1 塑壳断路器

具有一个用模压绝缘材料制成的外壳作为断路器整体部件的断路器。

#### 2.2 操动力（力矩）

为完成预定操作而需施加到手柄上的力（力矩）。

#### 2.3 恢复力（力矩）

为使手柄或触头元件返回到初始位置所需的力（力矩）。

#### 2.4 脱扣（操作）

由继电器或脱扣器引起的机械开关电器的断开操作。

#### 2.5 电气间隙

两个导电部件间最短的直线距离。

#### 2.6 爬电距离

两导电部件间沿绝缘材料表面的最短距离。

注：两个绝缘材料部件间的接缝认为是表面部分。

## 2.7 终压力

触头终压力是指动静触头完全闭合后，作用于动静触点间的压力。

## 2.8 超程

在断路器处于合闸闭合状态，动、静触头完全闭合时，移开静触头后动触头继续向下移动的距离。

## 2.9 开距

塑壳断路器断开之后动触点与静触点的距离。

## 3 塑壳断路器部件组成

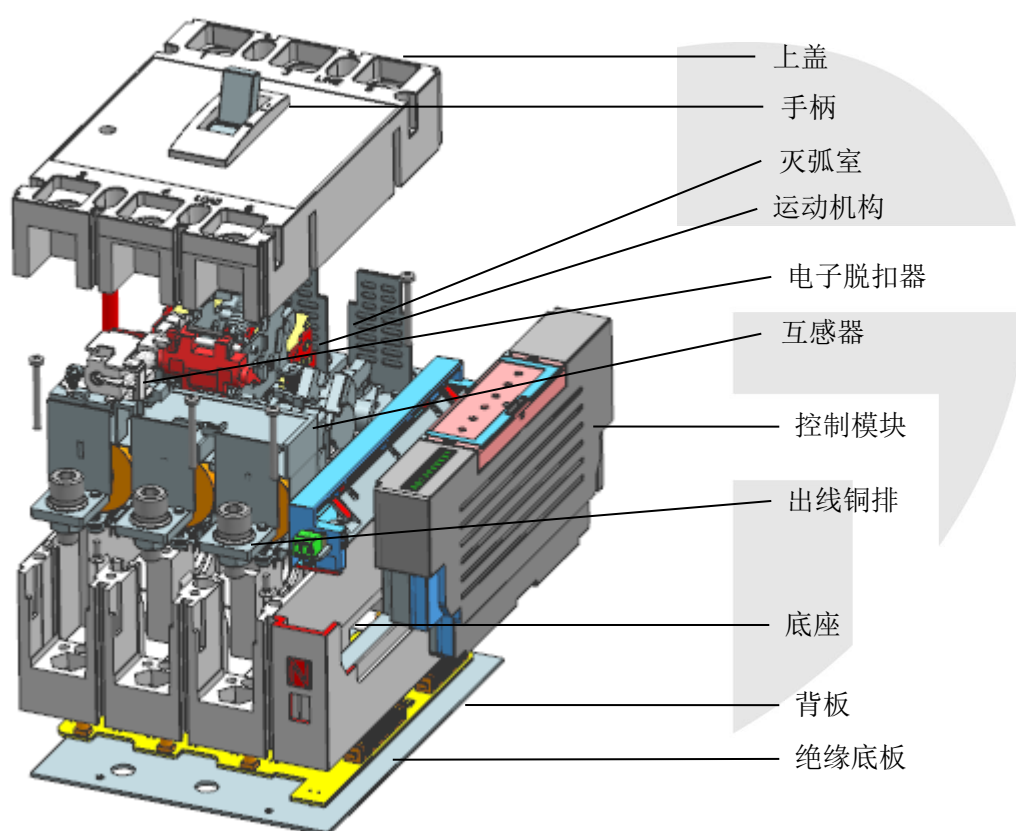


图 3-1 塑壳断路器部件组成图

## 4 整机及零部件结构设计要求

### 4.1 上盖和底座

- (1) 上盖和底座应使用不饱和聚脂玻璃纤维增强模压塑料DMC-2材料或更好的绝缘、耐高温材料制成；
- (2) 上盖和底座应有足够的机械强度、耐腐蚀和耐火等性能，表面应光滑，不应有气泡、裂纹、严重麻点等缺陷；
- (3) 绝缘材料的相比漏电起痕指数 (CTI) 值不应小于600；

(4) 底座所使用的绝缘材料应满足标准规定的灼热丝试验,预期的着火危险温度不低于960℃,其余部分绝缘材料不低于650℃。

## 4.2 触头设计

触头的基本要求:

- (1) 良好的导电性和导热性;
- (2) 抗熔焊性好;
- (3) 良好的耐电磨损性能;
- (4) 分断大电流时不易发生电弧重燃(即要求触点有良好的热学性能及组织结构和表面状态);
- (5) 低的气体含量;
- (6) 化学稳定性;
- (7) 抗有机物污染;
- (8) 良好的机械性能和焊接性能。

### 4.2.1 主触头材料选用

#### (1) 触点材料的选用

目前我司产品采用的触头材料,动触头采用Ag-W,静触头采用Ag-WC,具体参数如下表所示,可实现 $I_{cs}=25KA$ , $I_{cu}=36KA$ 。

表 4-1 动、静触头材料尺寸

动触头		静触头	
材料	尺寸	材料	尺寸
AgW50	7*5.5*2.5mm	AgWC12C3	7.5*6.5*2mm

表 4-2 对触头材料的各项性能要求

性能	项目	要求	原因
电、热	导电性	高	热损耗小,温升低,氧化程度减轻
	游离电位值		减少放电时的电子,使电弧形成困难,不易重燃
	导热性	高	可迅速降低弧跟温度,减小触头金属蒸气和熔化,提高触头间隙介质恢复强度,不易形成氧化膜,降低磨损
组织结构	再结晶温度和熔化温度	高	不易产生熔焊,减少金属熔化与蒸发量
物理	密度	大	减少触头腐蚀和材料转移
	硬度	适当	太大则接触电阻大,且难加工,太小则易磨损
	弹性	适当	太大则易跳动
	塑性	适当	太大会引起严重变形,机械磨损大
	工艺性	好	可减少加工工时,减少损耗,易焊接等
	摩擦系数	小	对有滑动的触头可减少机械磨损
化学	化学性能	稳定	不易形成导电差的薄膜,减少化学腐蚀

	化学物薄层（氧化物等）	易分解 易清除	迅速恢复到原来的导电性能
	电化学点位	高	减少大气对电接触材料的电化学腐蚀

触头的接触电阻与触头材料有直接关系，触头材料的各项物理性能与化学性能均与此有关。目前我司所用的触头材料分别为银钨（Ag-W）和银碳化物（Ag-WC）。

#### 1）银钨（Ag-W）

主要用于较大电流的断路器，用于动触头材料。银钨特点为对大电流电弧的承受能力强，含钨70%~80%的合金抗电弧烧损性能在所有触头材料中是最高的。银钨合金的电导率较低，容易生成氧化钨和钨酸银表面膜，在使用中会发生接触电阻增大和温升过高的问题，并且还是短路时触头焊住的原因之一。

#### 2）银碳化钨（Ag-WC）

银碳化钨合金中，含钨20%~80%，硬度很高。由于银碳化钨在很大程度上能够阻止生成不导电的表面膜，所以能改善接触电阻和使用中温升逐渐提高的问题。

#### （2）触头材料的选用

基材采用紫铜，镀银厚度： $1\sim 3\mu\text{m}$ 。

### 4.2.2 触头主要设计参数

#### （1）触头终压力

250A规格断路器终压力 $\geq 18\text{N}$ 。

终压力失效风险：

若存在压力值小于标准要求数值甚至存在接触不良、压力为0的情况。不仅会增大产品的功耗和温升，降低触点寿命，而且严重时会导致触点烧坏、熔焊，丧失分断能力，产生极大的安全隐患。

#### （2）触头超程

250A规格断路器超程 $\geq 2.5\text{mm}$ 。

超程失效风险：

1）动、静触头在电磨损后无法保持一定的接触压力，且极易发生接触不良与断路；

2）在触头闭合时，无动触头的弹簧力缓冲，触头间易因碰撞产生弹跳；

3）产品的分断能力和安全性能下降。（在触头分断初始阶段，超程给动触头提供初始动能，提高初始分断速度，有利于拉断熔焊点，减小燃弧时间，提高产品的分断能力）

#### （3）触头开距

250A规格断路器开距 $\geq 20\text{mm}$ 。

开距的失效风险：

1）开距小于规定值会削弱在分断时的拉断电弧的能力，减低电弧自熄性能，降低产品分断能力。

2）同时开距较小会导致动静触头间的空气间隙不足，易引起空气击穿导致的电弧重燃，断路器的隔离能力下降。

### 4.2.3 动触头罩

动触头罩采用尼龙材料，需尽量隔离灭弧室和机构所在空间，不能阻碍触头的分合闸运动，且组装可靠分断试验后仍不会阻碍动、静触点的接触。



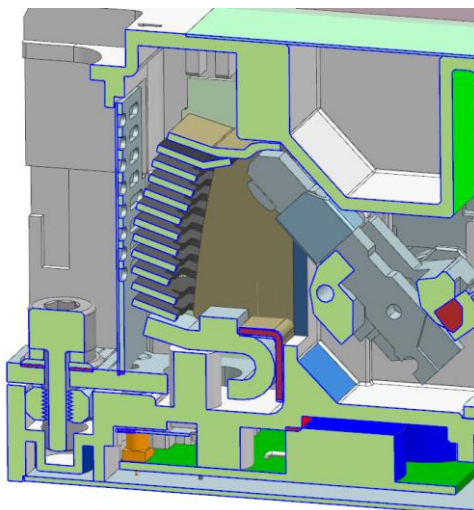


图 4-1 动触头罩

#### 4.2.4 静触头结构设计形式

触头系统和相近导电回路设计在不明显增大体积和不明显增加铜损耗情况下，可设计带有电动力补偿结构。采用主触头多回路并联结构，使短路时电动力大大降低。如下图所示各类进线铜排电动斥力：平行进线U形>下进线U形>平行板，平行进线U形结构的进线铜排对动触头的快速斥开是有利的。

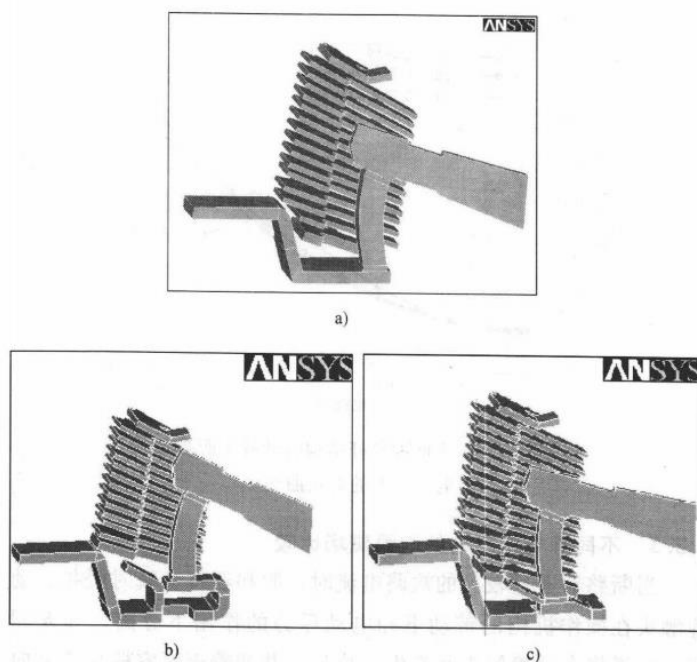


图 4-2 不同进线铜排结构的模型

a) 平板型 b) 下进线 U 形 c) 平行进线 U 形

#### 4.3 灭弧系统设计

常用的交流塑壳断路器的熄弧原理如下：

- (1) 依靠触头的分开，在交流电流自然过零时灭弧；

- (2) 利用导体回路电动力或磁吹,使电弧迅速移动和拉长;
- (3) 采用金属栅片造成许多串联短弧;
- (4) 将电弧驱入多纵缝而使其撕裂并冷却电弧。

#### 4.3.1 灭弧室

灭弧室的设计必须保证其具备以下性能:

- (1) 为了可靠地熄灭电弧,燃弧时间应尽可能短;
- (2) 有足够地热容量,在使熄灭电弧时,灭弧室的温度不致太高,防止灭弧室变形或碎裂;
- (3) 尽可能小的飞弧距离;
- (4) 有良好的绝缘性能,在受电弧高温灼烧后不容易碳化,而使绝缘电阻下降;
- (5) 有足够的机械强度,能承受电弧热能产生的压力;另一方面也能承受产品在装配和运输过程中的振动而不致碎裂;
- (6) 尽可能小的外形尺寸和重量;

金属栅片灭弧室的结构如下图,由灭弧栅片和隔弧板组成。目前我司采用灭弧室由灭弧栅片和隔弧板组成,其中灭弧金属栅片应采用冷轧钢板Q195-A,厚度1.5mm,采用先镀铜 $3\sim 5\mu\text{m}$ 后镀镍 $3\sim 5\mu\text{m}$ ,隔弧板应采用环氧玻璃布板或性能更好的三聚氰胺板制成。

金属栅片表面镀锌或者镀铜,有的采用镀铜加镀镍,一是为了防锈,二是为了增大灭弧能力。镀铜与镀锌的作用基本相同,但镀铜时,电弧的热量将使铜末子跑到触头上,变成银铜合金,后果不好。镀镍性能佳,但价格高。

灭弧栅片的形状多数设计成V形,其作用是电弧进入时,可减少阻力,另外是为了与触头形状一致。每栅片上冲有三角形的缺口,缺口位置稍许偏在栅片中心线的一边,安装时,将上下栅片的缺口错开,缺口错开的作用为减少电弧开始进入栅片时的阻力。

缩短灭弧栅片与触头系统的距离,可增强吹弧磁场和拉弧的电动力,一方面使电弧在触头上的停滞时间减少,另一方面也使电弧在跑弧道上的运动速度加快,使电弧运动的时间减少。

当动静触头打开时产生电弧,电弧电流在周围空间产生磁通,将栅片磁化。因此它的磁通路径发生了变化,栅片产生一种将电弧拉入灭弧室的吸力。隔层栅片的错开是为了减少电弧进入栅片的阻力。电弧进入栅片后,它被分割成许多串联的短弧,在原来冷状态的铁栅片贴紧短弧后,使电弧电阻增大、电弧电压上升。当电弧电压大于触头两端的工频恢复电压时,电弧就被熄灭了。

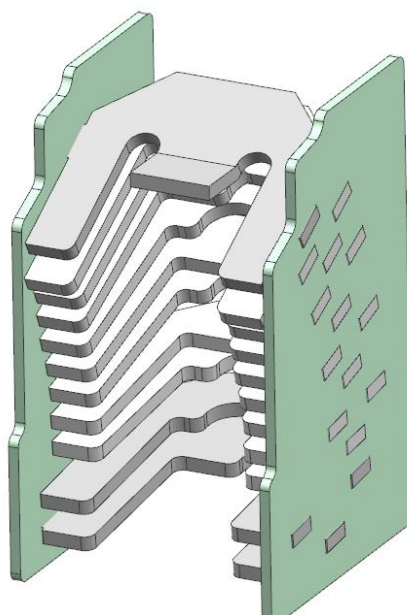


图 4-3 灭弧室

#### 4.3.2 窄缝增压

目前产气性能较好的材料主要有PA66<PA46。我司目前采用PA46+30%GF（玻纤填充主要为耐热变形，不助于产气），要求设计时至少采用尼龙材质。且两侧结构需挂靠在灭弧室两侧，防止分断过程中因受热向内侧变形影响触头的运动。

交流电弧在窄缝中的现象优两种不同性质的过程：第一是电流在连续两次通过零值之间电弧的燃烧过程；第二是紧接着电流通过零值之后所形成的过程。在这两种过程中电弧间隙中的去游离现象均因缝壁的影响而加强。

除上述功能外，在触头附近放置窄缝增压件，在触头分断时，窄缝增压件还具有产气功能。产气材料受电弧侵蚀后产生气体，会增大灭弧室内压力，此压力与外界大气压力之差形成灭弧室通过出气口的气流，这一气流一方面能推动电弧向栅片运动并进入栅片；另一方面也对电弧进行对流冷却，这是外在因素，而另一个更为重要的内在因素是产气材料产生的气体中含有氢，氢气有良好的导热性能，对冷却电弧起关键性作用，特别是能提高电流过零后的介质恢复强度。

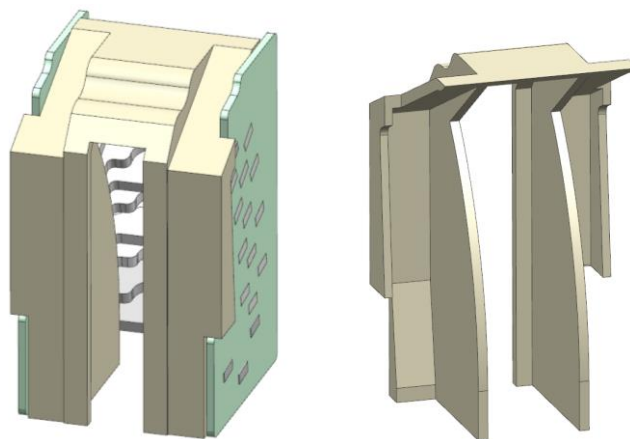


图 4-4 窄缝增压件

#### 4.3.3 静触头罩

在静触头上方覆盖尼龙材质制作的静触头罩，结构应尽量包裹除银触点和引弧角外的静触头结构。我司目前采用PA46+45%GF。

静触头罩功能：加快电弧的熄灭，可提高介质恢复强度，抑制电弧重燃。

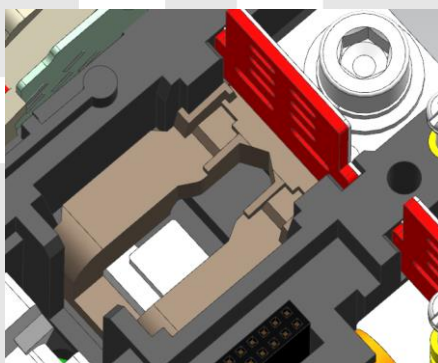


图 4-5 静触头罩

#### 4.3.4 引弧角设计

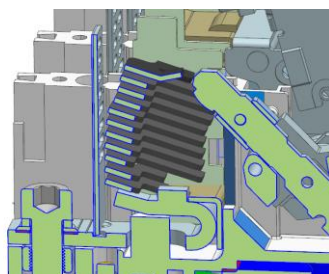


图 4-6 静触头引弧角与灭弧室导弧角

静触头引弧角的倾斜角度控制在 $120^{\circ} \sim 130^{\circ}$ 。

静触头的引弧角是灭弧机构中的很重要的零件，距触头有一定距离，靠近灭弧室，它必须有一定的倾斜角，引弧的设置是为了将电弧引入灭弧室，并使弧根沿弧角迅速运动，以减轻弧触头的烧伤。为此弧角

应做成流线型。一般工作电压愈高，弧角愈长。在弧角上开槽或加筋有引导电弧沿弧角运动的作用。

#### 4.3.5 排气设计

结构设计尽量实现排气栅片侧的单向排气，动触头后方的上盖、底壳处起筋遮挡，但需注意机构活动范围的影响。

低压断路器的自动气吹技术主要依靠电弧的能量，高温加热灭弧室内气体，使灭弧室的压力增高，这个压力与灭弧室外界大气压之间的压力差就可以形成由灭弧室通过出气口的气流，这一气流有两个作用：一种是对电弧产生冷却作用；另一种是产生对电弧的驱动力，迫使电弧进入灭弧栅片。

灭弧室上端有排气口，而下端与断路器的机构相通，因而相当于灭弧室上下均有排气口，这样不能形成通过上排气口驱动电弧的强烈气流。为此需设计隔板结构将灭弧室与断路器下半部机构侧隔开，或者将每一相灭弧室设计成半封闭单元。

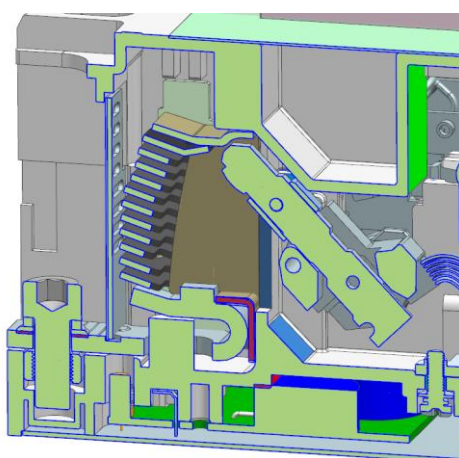


图 4-7 单向排气



图 4-8 出气栅片

#### 4.4 运动机构设计

低压电器的机构按所完成的功能大致可分为：

（1）传动机构：即驱动机械与机构的组合，有电磁传动机构、电动传动机构、杠杆传动机构和手操作机构等。



(2) 储能和释能机构：多数是利用弹簧的压缩或拉长而达到目的，传动机构通过连杆、拉杆或齿轮、蜗轮、凸轮等作用到压簧或拉簧上，能量达到最大后（最大拉升或压缩位置），由于连杆过死点，或者从凸轮高点下落，或锁扣释放，使弹簧释能作用于触头系统上，而使其闭合。

(3) 脱扣机构：破坏四连杆机构上的死点，释放锁链、推动半轴等，从而使机构脱扣而动作。  
运动机构组成部分如下图。

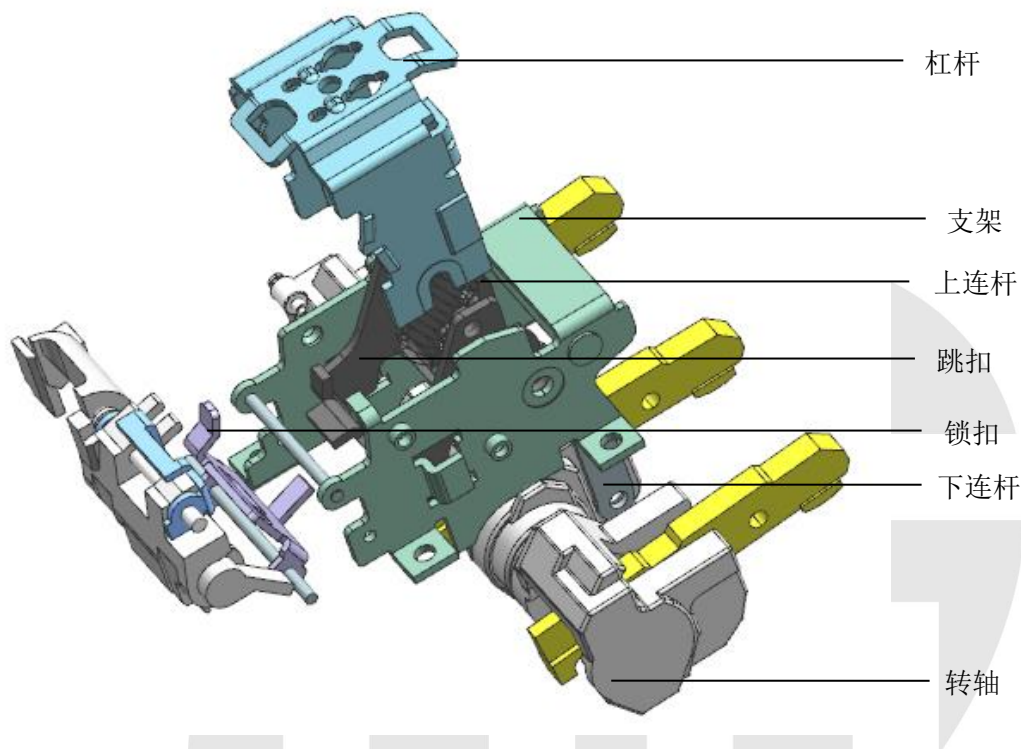


图 4-9 运动机构示意图

#### 4.4.1 手柄

- (1) 手柄应使用阻燃、玻纤增强尼龙PA66材料制成；
- (2) 手柄应有足够的机械强度，手柄操作时不应有断裂不良；
- (3) 手柄操作力 $<250\text{N}$ 。

#### 4.4.2 杠杆

杠杆应使用冷扎钢板10#钢材料制成，厚度1.6mm，硬度HV400-500。

#### 4.4.3 支架

支架应使用冷扎钢板10#钢材料制成，厚度1.6mm，硬度HV400-500。

#### 4.4.4 上连杆

上连杆应使用冷扎钢板10#钢材料制成，厚度1.6mm，硬度HV400-500。

#### 4.4.5 跳扣

跳扣应使用冷轧钢板45 #，厚度1.6mm，硬度HRC40—45。

#### 4.4.6 锁扣

锁扣应使用冷轧钢板45 #，厚度1.2mm，硬度HRC40-45，表面镀镍处理。

#### 4.4.7 下连杆

下连杆应使用冷轧钢板10#钢材料制成，厚度1.6mm，硬度HV400-500。

### 4.5 热双金属元件设计

热双金属由两种或多种金属组成的复层材料，一般制成片材或带材。由于各组元层的热膨胀系数不同，当温度变化时，这种复层材料的曲率将发生变化，利用这种特性，热双金属可被用来作为各种与温度有关的控制与测量元件。

两种相同尺寸但膨胀系数不同的金属片，在相同的升高温度条件下，它们的伸长是不同的。而这两片金属牢固地复合在一起后，在升温时就发生弯曲。一片块状的热双金属片受热时会完成拱壳状，因为热膨胀系数高的主动层在所有方向都比热膨胀系数低的被动层伸展得厉害。但窄的热双金属片受热时便会以一定的半径完成弧形，这是因为横向的弯曲实际上被抑制了。要使横向的变形不大，热双金属元件的长度一般不能小于宽度的三倍，或者宽度不大于厚度的20倍。

#### 4.5.1 热双金属材料

对主动层和被动层的基本要求。主、被动层的热膨胀系数之差要求大，并在一定宽的温度范围内保持不变（或变化很小），弹性极限大，两层弹性模量相等或接近，化学性能稳定，易结合，原材料经济且易购买到。

#### 4.5.2 热双金属的选用

##### （1）温度范围

允许使用温度范围是指双金属不发生残余变形的温度范围。热双金属在自由弯曲的情况下，它的使用温度上限便是再结晶温度，在这个温度下经冷变形的热双金属开始软化，其性能随之改变。易氧化和腐蚀的热双金属，其使用温度上限要低于再结晶温度，因为氧化或者腐蚀会使特性改变。热双金属有使用温度下限，这是因为组元在冷却中会经历不可逆的结构转变。

线性温度范围是指热双金属的弯曲随着温度的升高不完全呈线性增大，每种热双金属在某个温度范围内弯曲曲线实质上是线性的，所以在这个温度范围内的比弯曲可认为是常数。元件的工作温度范围最好选在线性温度范围内，以便使双金属元件具有最高的热敏性能，并能最充分、最经济地利用材料。

##### （2）电阻率

当热双金属的发热是直接通过电流而产生的情况时，电阻率便是必需的特征值。二层的灵敏度高的热双金属，电阻率一般为 $60 \sim 135 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ ，直接通电发热的双金属电阻率一般在 $60 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 。多层的热双金属除了主动层和被动层合成的电阻率外，还利用中间层或表面层来调节电阻率。

##### （3）热双金属元件的加热方式

1) 直接加热。热双金属元件是通电流而发热的。这种加热方式通常用于额定电流在63A及以下的规格。直接加热选用的材料多数为电阻型双金属，也有选择通用型和高灵敏型等。

2) 傍热型。热双金属元件所承受的热源来自于它边傍的电阻合金材料通电发热，通过传导、对流和辐射于双金属元件。它适用的是大于63A的电流规格。所使用的电阻合金有镍铬、镍铬铝和镍铜等（低电阻率适用于较大额定电流）。

3) 复合加热式。热双金属的热源，一部分是双金属元件自身通电发热；另一部分是依靠电阻合金发热的传导等，它们是串联一起的。

4) TA式加热。采用串联的TA（称CT即电流互感器）的副边电流直接加热（双金属元件）或傍热传导给双金属元件。这种方式大多用于额定电流在400A或630A及以上电流规格的断路器。

#### （4）机械性能

1) 使用应力：承受的应力不超过使用应力，卸载后基本上能恢复原状。一般供作元件的双金属材料，大多数在20%~30%冷变形状态供货，在多数塑壳断路器使用的悬臂梁式元件的设计中，计算其弹性模量E是否超过材料本身的E值。

2) 极限应力：极限应力大于使用应力。承受的应力大于使用应力但小于极限应力时热双金属片还能工作，卸载后有一定的残余变形。热双金属元件在温度变化和受到外力（如断路器的脱扣杆即牵引杆上的阻力）作用时，其应力（负载）由热弯曲、机械负载及元件制造中产生的内应力这三方面组成。前两者可以通过计算得到，而内应力只能估算。所以最大负载应力，还需要通过必要的试验来验证。

我司250A热磁式使用的热元件为冷轧铜板T2Y2，电镀Ag1  $\mu$ m，使用的双金属片为FPA721-110和TB208/110。

### 4.6 电子脱扣器设计

脱扣器动作行程需大于脱扣器顶杆和牵引杆之间的间隙，余量至少预留1.5mm。

机构的再扣行程需大于脱扣器的再扣行程，余量至少预留1.5mm，保证脱扣器先一步完成再扣；且机构的再扣需比脱扣器先到达极限位置，防止机构再扣过程中损坏脱扣器。



图 4-10 脱扣器安装使用示意

### 4.7 后备保护设计

250A电子式满足短时耐受电流3KA，后备动作范围满足双相串联回路 $\geq 13.5I_n$ 不动作，单相 $\geq 24I_n$ 不动作。



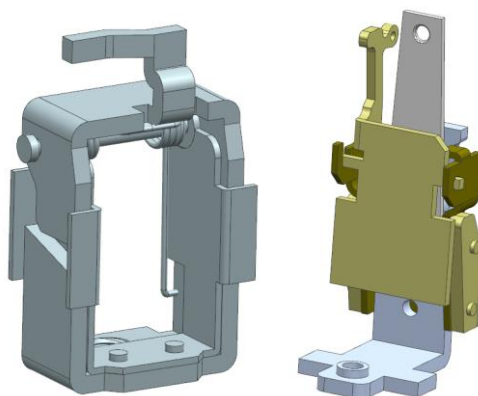


图 4-11 我司现有电子式与热磁式后备保护

#### 4.8 互感器

互感器与底座装配间隙单边0.15mm。硬针镀层为先镀镍1~2  $\mu\text{m}$ 、后镀锡3~5  $\mu\text{m}$ ，或镀金26nm左右。

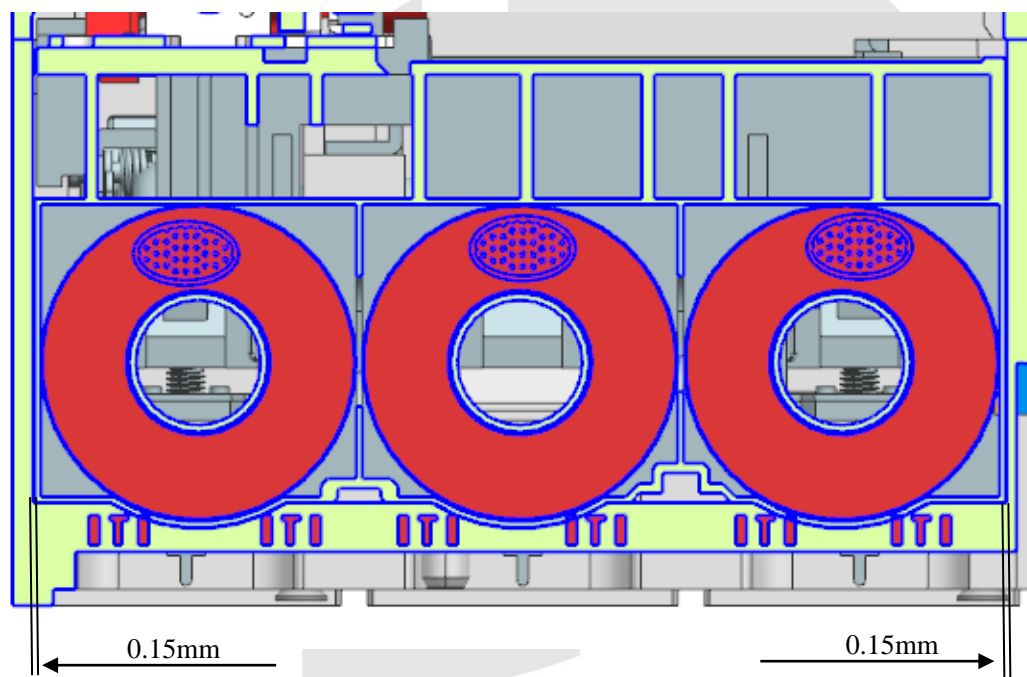


图 4-12 互感器设计示意

#### 4.9 导电回路设计

##### 4.9.1 导电回路截面设计

满足250A载流能力的紫铜铜排最小截面积为 $28\text{mm}^2$

导电回路截面设计首先考虑电器在正常工作和非正常工作（过载、短路）条件下低压电器各部分的极限允许温升，极限允许温升应考虑以下因素：

（1）电器的绝缘不致因温升过高而损坏或过分降低其使用寿命。绝缘材料和带绝缘的导体极限允许温升取决于绝缘材料老化及其介质强度。

(2) 导体和结构部件不致因温升过高而降低其机械性能。长期工作的铜导体的允许温度一般为150℃，发生短路时允许温度约为300℃。

(3) 电接触不致因温升过高氧化加剧引起的恶性循环而丧失其稳定性。电接触材料为铜时，当温度大于70~80℃时，将引起氧化加剧造成接触电阻和温升恶性循环。电接触材料为银及合金时，接触稳定性好，其温度主要受邻近绝缘材料允许温度的限制。铜和铝导体连接处的允许温度与其有否涂覆层及其涂覆层的材料有关。

#### 4.9.2 导电回路耐热能力

导电回路应能承受短路时峰值电流引起的电动力和发热引起的热作用而不致损坏，这是低压电器的重要指标之一。主要是短时耐受电流 $I_{cw}$ 下的回路耐热能力。

我司采用的软线绝缘管为硅树脂玻璃纤维套管，材质为硅橡胶油+玻璃纤维纱，耐温等级-40℃（6H）~200℃（6H），耐压等级7000V。

#### 4.9.3 进出线铜排

为满足相间电气间隙14mm要求，出线铜排靠外侧需增加R1内圆角。主回路银镀层厚度要求1~3 μm。

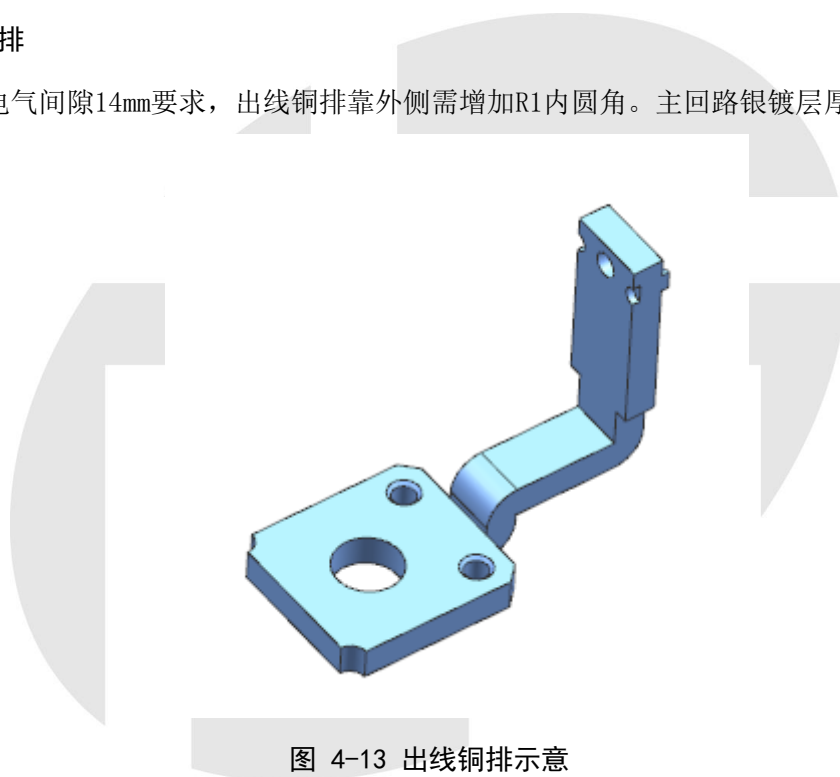


图 4-13 出线铜排示意

### 5 焊接技术要求

触头上焊接的银点、引弧角掉落，落在动静触头之间，会阻碍触头间的接通，出现不通现象，因此需对焊接技术要求进行管控。

- (1) 静触头与引弧角搭接部分，增加两者对应的凹凸点设计；
- (2) 动静触头焊接生产均改为全自动化焊接，银点覆焊料Ag30；

(3) 银点与静触头的焊点破坏剪切力需满足 $\geq 1700N$ ，引弧角与静触头焊点须达到破坏剪切力 $\geq 1500N$ 要求。

### 6 背板 PCBA 的温升设计

对于塑壳断路器，PCBA的温升问题对产品的使用寿命影响较大，PCBA器件需布置在背向主回路一侧，且应尽量避免动静触头、热双金属元件等发热较为严重的区域。结合仿真计算、样品试制，试验验证等方法，优化断路器底部PCBA温升，找到满足塑壳断路器背板PCBA低温升的可行性设计。

### 6.1 热磁式量测开关

测试环境如图6-1所示，输出电流250A，通电2h以上至温度大致稳定；测温点位置选取3条主回路进线端、中间、出线端共9个点，如图6-2所示。



图 6-1 测试环境

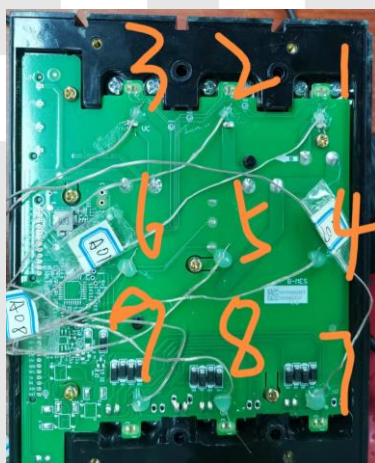


图 6-2 测温点位置

底板方案采用全铝板、铝板在内、铝板在外三种方案，如图6-3所示，其中铝板在内及在外方案为铝板与原地板之间均匀涂覆导热硅脂，再用速干胶粘结在一起。



图 6-3 底板方案

通电后每隔一段时间记录一次数据，9 个测温点取平均值后减去初始温度，得到平均温升，各方案平均温升变化曲线如图 6-4 所示。

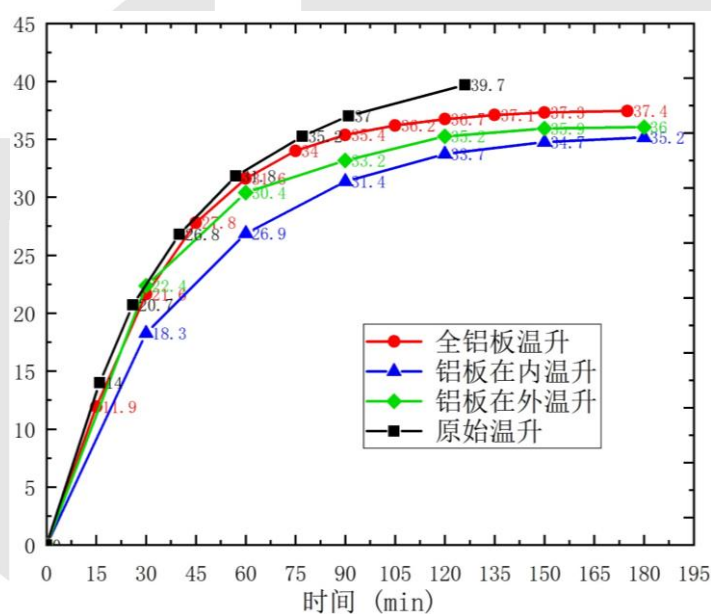


图 6-4 热磁式各方案平均温升变化曲线

## 6.2 电子式量测开关

电子式量测开关温升测试环境与热磁式相同，底板方案有铝板在内方案及铝板+散热块方案，铝板在内方案与热磁式相同，铝板+散热块方案及其测温位置如图6-5所示。

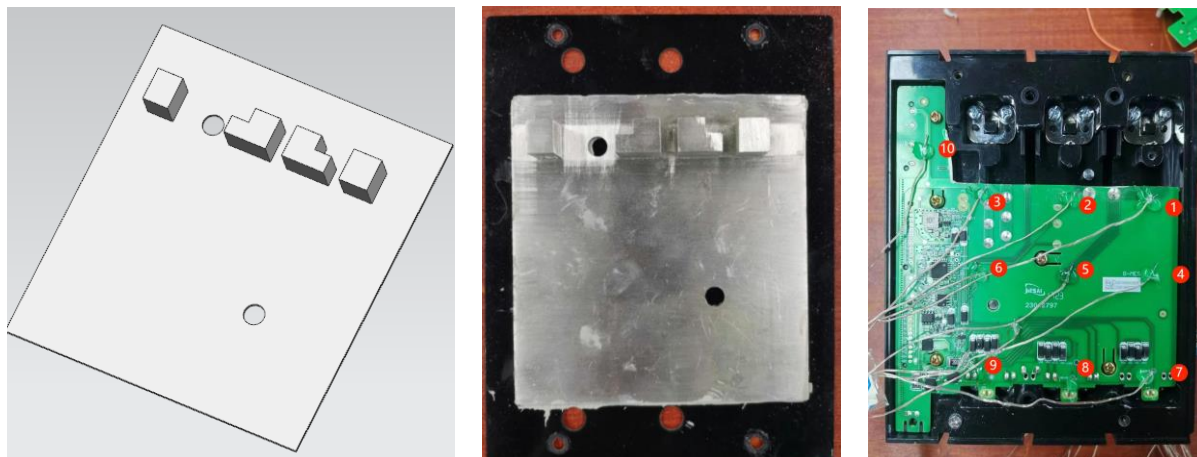


图 6-5 铝板+散热块方案及其测温点位置

电子式各方案平均温升变化曲线如图 6-6 所示。

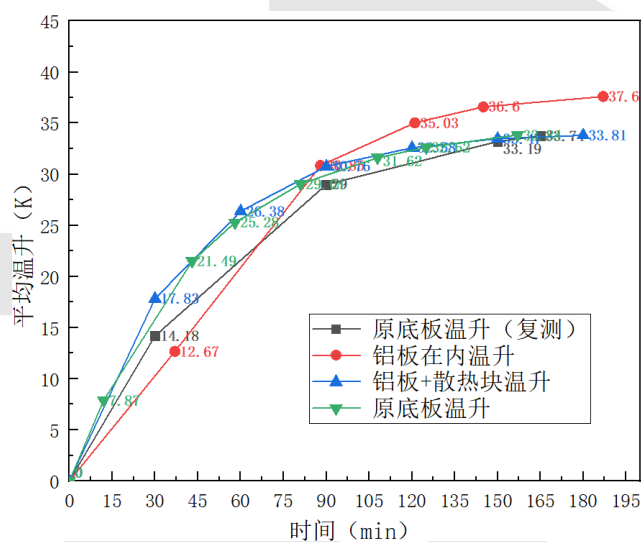


图 6-6 电子式各方案平均温升变化曲线

电子式散热块方案与原底板 PCBA 不同位置温升变化曲线如图 6-7 所示。

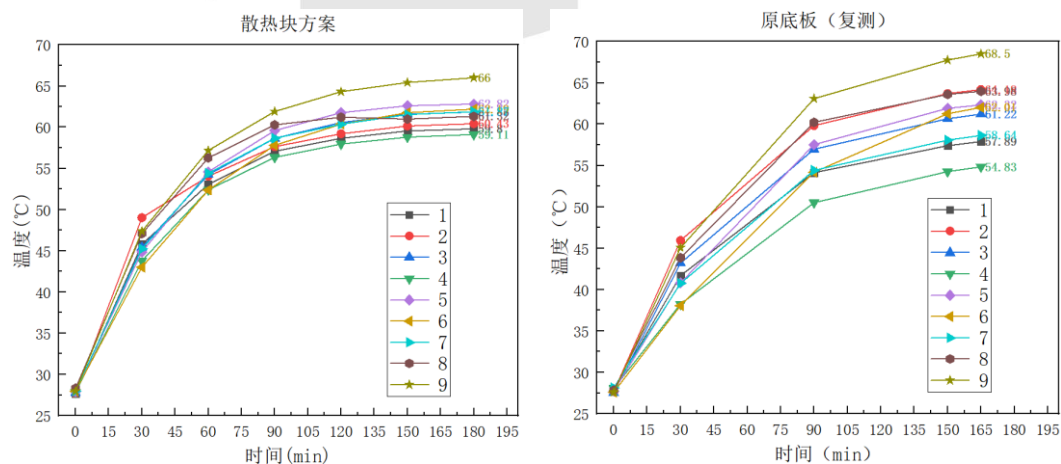


图 6-7 PCBA 不同位置温升变化曲线

## 7 模块与背板 PCBA 的连接

两PCBA间采用高度较高的排针、排母连接，模块端口处装配导向需满足：排母进入导向至少0.5mm后，排针开始和排母对插。

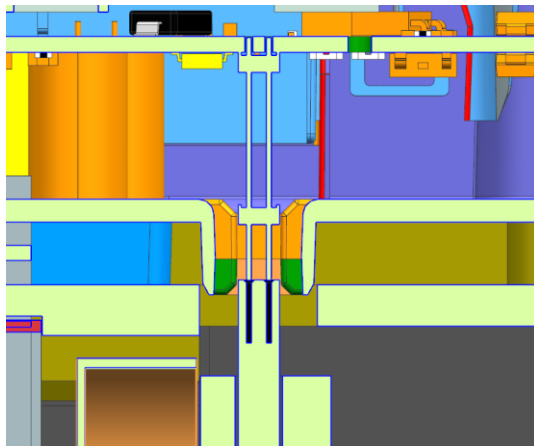


图 7-1 模块排针和背板排母对插

## 8 连杆机构设计（带重合闸功能的塑壳断路器适用）

连杆机构驱动手柄完成断路器的合闸、分闸和再扣动作。电机带动棘轮为主动件，且为等速转动，连杆带动手柄为被动运动，且为变速往返摆动，此为四连杆中的曲柄摇杆机构。

当手柄需要完成合闸动作时，此时连杆带动手柄满足手柄到达合闸限位，此时连杆机构需到达，电机、锚点和手柄套管三点共线的位置，如图8-1所示。

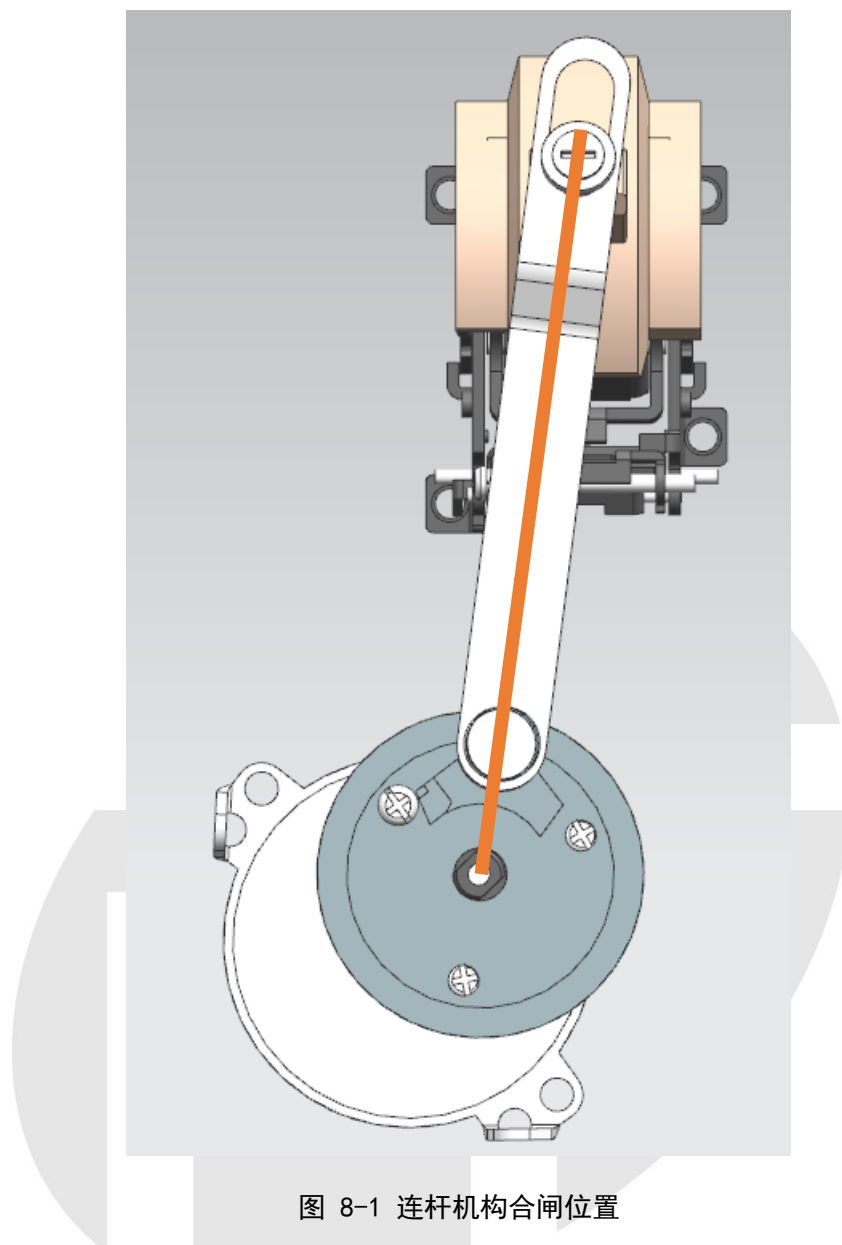


图 8-1 连杆机构合闸位置

在上述为位置下，连杆作为设计中可灵活调节设计变量的定制件，需要调整其腰形孔尺寸，为考虑本体内部的装配间隙的叠加，设计余量需满足 2mm 要求，如图 8-2 所示。



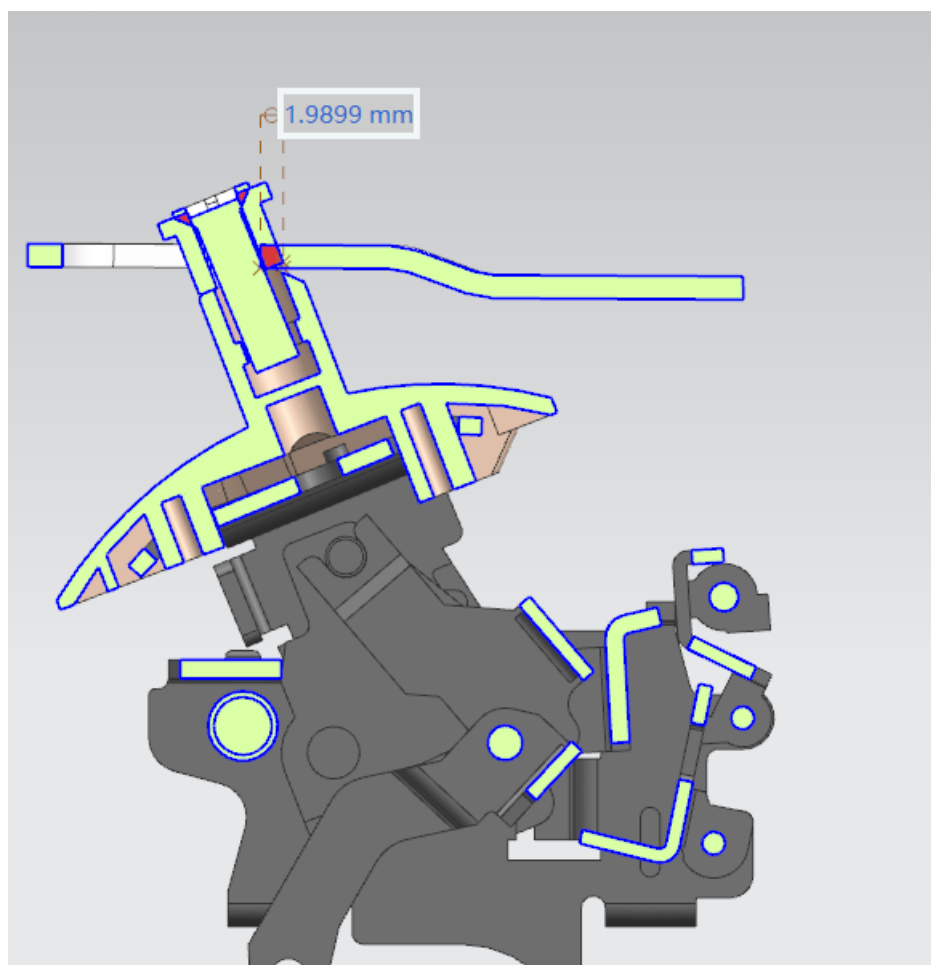


图 8-2 余量参考位置



## 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	陈元涛/孙航	侯居尚	周利民	