

刀型开关和转换开关

曹 望 志著

水利电力出版社

3

15.1056

11.11

内 容 提 要

本書主要介紹常用的低压开关，它包括刀型开关、刀型开关熔断器組合、轉換开关、系列万能密閉轉換开关，系列轉換控制开关等五种。

書中扼要地敘述了这些开关的設計、制造、运行等淺近知識，能幫助讀者对这类开关的了解。書后还有作者对改进制造方法的点滴意見。

本書可供中、小型电器制造厂和工业企业的动力工作者，以及电力系統的电氣工人閱讀。



刀型开关和轉換开关

曹 望 志著

*

1872D533

水利电力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可証出字第106号

水利电力出版社印刷厂排印

新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本*1%印張*42千字

1959年1月北京第1版

1959年1月北京第1次印刷(0001—4,100册)

統一書号：15143·1474

定价(第9类)0.21元

目 录

第一章	刀型开关.....	2
第二章	刀型开关熔断器組合.....	13
第三章	ΠK型轉換开关.....	19
第四章	K系列万能密閉轉換开关.....	34
第五章	УΠ-5100系列轉換控制开关.....	45

第一章 刀型开关

一、概 述

刀型开关是最初应用在电器设备上作为接通或断开线路电流的一种电器，因为它结构简单，制造方便，运用可靠，所以至今非但国内大量采用，世界各国也仍普遍采用。

刀型开关的历史虽甚悠久，但在结构及制造上的改进不多。目前一般刀型开关的使用电压，仍在交流 500 伏以下。操作方式分直接操作，侧面操作及杠杆操作三种。接线方式分为板前板后二种。刀舌结构有带灭弧刀片及不带灭弧刀片两种。分别作断开额定电流及隔离电源之用。

用在刀型开关上的材料，多是有色金属，尤其是紫铜消耗很多，因此对现有开关结构应加以改进，将导电部分用其他金属来代替。根据苏联巴比科夫专家的建議，刀型开关的体积及重量可以大大地缩小，完全有条件缩小到现有的三分之一，以至于二分之一。

二、结 构

这里簡略地介绍两种常用刀型开关的结构：

一种刀型开关静插座是以硬質紫铜做成，其外面两边压以彈簧夹片，用以接触压力。前后二个插座均以螺钉固定在絕緣底板上，絕緣底板是以經過絕緣处理的石棉水泥板制成。

灭弧刀片（见图1-3）是一种小电流的刀型开关（400 安以下），紫铜片制成。前端以彈簧与刀舌联结，使在断开电流时，快速断开，以縮短电弧燃燒時間。电弧燃燒時間，由下列公式

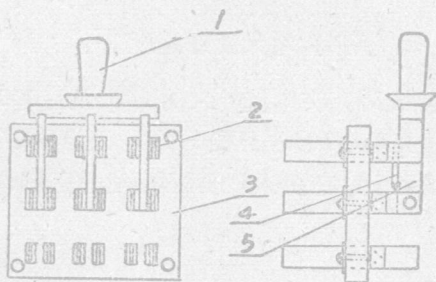


图 1-1 三极直接操作刀型开关

1—操作手柄；2—静插座；3—绝缘底板；4—灭弧刀片；5—刀舌。

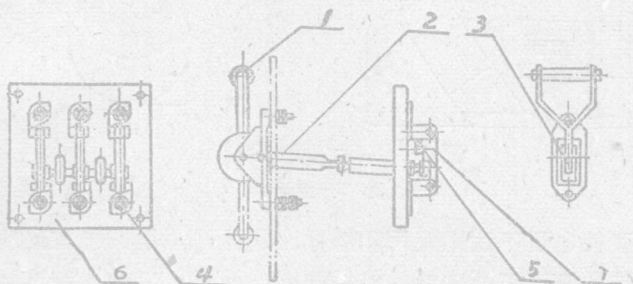


图 1-2 三极杠杆操作刀型开关

1—操作手柄；2—连杆；3—传动机构；4—静插座；5—灭弧刀片；
6—绝缘底板；7—刀舌。

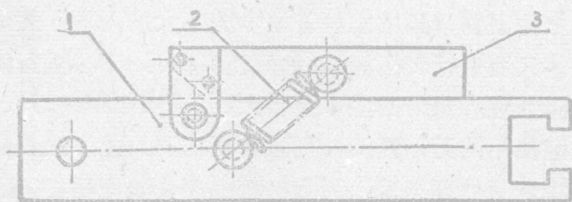


图 1-3 带有灭弧刀的刀舌

1—刀舌；2—拉力弹簧；3—灭弧刀。

決定：即 $t = \frac{S}{V_t}$ 。所以，增大斷開速度“ V_t ”，就可以縮短電弧燃燒時間“ t ”。此外，在電流較大的（600及1,000安等）刀型開關中，滅弧觸頭採用碳塊（見圖1-4），因為碳不易被電弧燒毀，且機械磨損也小，在多次斷開而碳塊被燒毀時，隨時可以更換。

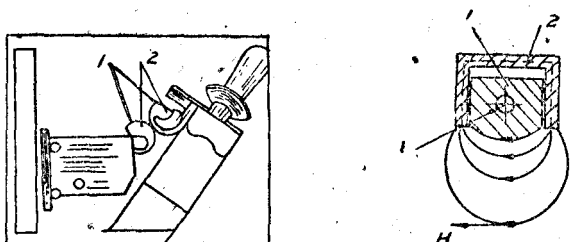


圖 1-4 滅弧碳觸頭

1—碳塊；2—鐵夾。

為了使電弧不致燃及刀和靜插座起見，用鋼夾包住碳塊。這樣非但加強了滅弧碳塊的機械強度，而且可以增加磁場強度迫使電弧向外吹。

刀舌安裝在兩個靜插座之間，一端與靜插座用螺釘聯結，另一端可通過操作手柄進行操作。刀舌與靜插座一樣，以導電率96%以上的硬質紫銅做成。普通電流不大的刀型開關，其刀舌等導電體只須進行表面清潔（如酸洗）即可，不必進行鍍錫或鍍銀等表面處理。但對某些電流特大（幾千安以至一萬安）或在濕熱帶地區使用的刀型開關，則應根據需要，給以鍍銀等表面處理。無論表面處理與否，刀舌與靜插座在裝配後應接觸良好，盡量減低接觸電阻。因為，刀型開關就是這些接觸的地方最易發熱，所以彈簧夾片（見圖1-5）的壓力一定要可靠，質量

才有保証，而且不致經過長期工作后變形。

手柄是用絕緣材料(如胶木等)制成。杠杆操作的机构必須保証在手柄轉过 180° 后，刀舌与靜插座有足够的开断距离。

絕緣底板若以胶木板制成，可以允許在鑽孔后不加处理。如以石棉水泥板制成，必須在鑽孔后进行絕緣处理；絕緣处理是在石棉板烘干后，浸以石蠟松香或桐油等絕緣物，再烘干，使石棉板不会受外界潮气的侵襲。因此，經過处理后的石棉板，不能再进行加工，否則絕緣被破坏，潮气侵入，将大大降低刀型开关的絕緣电阻。

刀型开关的接綫方式，分在底板前面接(见图1-5)与底板后面接(见图1-6)二种。板前接的只須将接綫板装在前面，板后接的須将接綫板穿过底板孔，一直伸到底板后面：

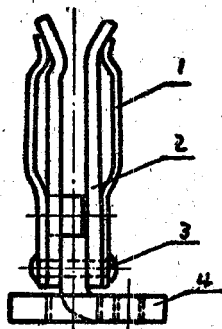


图 1-5 板前接綫的靜插座

1—夾片；2—接觸片；3—鉚釘；
4—接綫板。

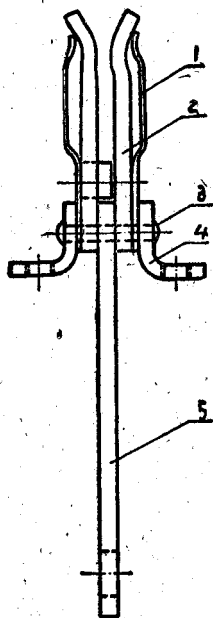


图 1-6 板后接綫的靜插座

1—夾片；2—接觸片；3—鉚釘；
4—固定支件；5—接綫板。

二极和三极的刀型开关，是在极与极之間用絕緣方軸来联

接的，杠杆操作及侧面操作的刀型开关均用包有絕緣的鋼制方軸或在鋼制方軸上套以絕緣方紙管制成。

直接操作的刀型开关，是用絕緣布板或纖維膠木粉压制的絕緣材料制成，它将各极直接联在一起，再在中間装上絕緣手柄，进行操作。如P-3，PO-3，II-3等刀型开关(見图1-1)，均为直接操作开关。

杠杆操作是用杠杆将刀型开关与操作手柄联接，可以在較远的距离进行操作，如图1-2手柄的圓弧形运动，由杠杆以直綫运动傳到刀型开关，再推动刀舌成圓弧形轉动后，脱离靜插座，这类刀型开关如PII-3，PIII-3等均是。

侧面操作的刀型开关，它的操作手柄装在刀型开关的侧面，手柄与轉軸联接。在轉軸上再焊上提升板，当扭轉轉軸时，提升板的另一端，即拉动联接三相的絕緣軸将刀型开关的刀舌自靜插座內拉出，如PBII等刀型开关。

以上这些都是一般型式的，某些特殊用途的刀型开关，如直流大电流刀型开关，短路試驗用的刀型开关，远距离操作的刀型开关等，均需根据各种不同的使用条件而另行設計。

三、技术数据

国内生产的刀型开关类型繁多，不能一一介紹，这里只将目前一般常用的較低标准的刀型开关型号及规范介紹如表1-1。

另外，在PII-3及PII-5的基础上进行改进的刀型开关，其型号改称为PII-1M。

除了P-20型刀型开关可以以单极刀型开关拼成二极或三极連动的刀型开关外，其他型号的刀型开关均无此特性。

有灭弧刀片或灭弧碳块的刀型开关，在交流220伏 $\cos\varphi 20.8$ 时能断开額定电流。

表 1-1

型 号	額定电压 (伏)	額定 电 流 (安)	极 数	接綫方式	有否灭 弧刀片	操作方式	投擲方式
P-20	交流 250 直流	20	1、2及3	板 前	无	直接	单投
P-3	交流 380 直流 220	100、200、400	1、2及3	板 前 及 板 后	有	直接	单投
P-5	交流 380 直流 220	600、1000	1、2及3	板 后	有	直接	单投
Π-3	交流 380 直流 220	100、200、400	1、2及3	板 后	有	直接	双投
Π-5	交流 380 直流 220	600、1000	1、2及3	板 后	有	直接	双投
PΠ-3	交流 380 直流 220	200、400	2 及 3	板 前	有	杠杆	单投
PΠ-5	交流 380 直流 220	600、1000	2 及 3	板 前	有	杠杆	单投
PO-3	交流 380 直流 220	100、200、400	1、2及3	板 后	无	直接	单投
PO-5	交流 380 直流 220	600、1000	1、2及3	板 后	无	直接	单投
PБΠ	交流 380 直流 220	200、400	3	板 前	无	侧面	单投
ΠΠ-3	交流 380 直流 220	200、400	2 及 3	板 前	无	杠杆	双投
ΠO-3	交流 380 直流 220	100、200、400	2 及 3	板 后	无	直接	双投

所有铆或旋紧在导电部分的鋼零件，以及所有銅及銅合金的允許温升为55°C。

当作断路用的导电彈簧的鋼零件，允許温升为30°C。

在相对湿度为95±3%，温度20°C的环境下，放置24小时后，刀型开关的絕緣电阻不应低于1兆欧。

刀型开关应能承受下列分合次数，并能繼續使用：小于350安的刀型开关，承受分合各3,000次；大于350安的刀型开关，承受分合各2,000次。

四、設計及製造

一般刀型开关的設計是比較簡單的。它的要求只要滿足電器規程上的電氣間隙、漏電距離、溫升的規定，並能达到靈活操作的目的就可以了。至於熱穩定及電動力等，由於對這些一般用的刀型开关要求不高，所以只須粗略的計算一下就行了。

刀型开关中的主要零件刀舌，可以根據國家標準的溫升要求來決定它的截面，國家標準對刀舌的允許溫升為 55°C ，而溫升又大部分產生在接觸處，故改善聯接處之接觸壓力，可以將刀舌的電流密度提高到 3.5安/平方公厘 左右。材料仍用硬質紫銅板，最好是採用成型的板條，這樣可以節省不少加工工時和材料。一般刀舌厚度與闊度之比，大概在 $1:6$ 與 $1:10$ 之間。

有了闊度及厚度之後，刀舌的長度也應考慮。這裡先介紹一下刀舌長度與電弧的關係，使我們先概括地了解刀型开关的運用性能。

當刀型开关斷開時，所產生的電弧，在周圍介質中燃燒。過去很長一個時期內，一直被認為空氣中電弧的熄滅是由于它被機械地拉長，使加在其上的電壓不足以維持燃燒所致。因而，在過去設計的刀型开关中，刀舌較長，特別是大電流刀型开关。經蘇聯學者的研究結果，證明並不完全是這種情況，他得出的結論是：

1. 直流電斷開不大（ 75安 以下）時，電弧的熄滅主要是由其機械拉長所致。

2. 在斷開大於 75安 的電流時，電弧本身的電流產生一磁場，磁場與電流間產生一電動力，其方向使電弧運動時產生法綫速度分量，其大小和電流平方成正比。因此，在斷開大電流時（如幾千安），電弧燃燒的時間比斷開小電流（如 75安 ）時短。

3. 与以往观念相反，合理地縮短刀舌的长度，能增大作用在电弧上的磁場强度，并可以提高刀型开关的极限电流。

4. 单极断开 220 伏以下交流电时，不論触头間分断距离如何小 (0.5 公厘以下)，电流多大，負荷是电感或电阻，其电弧都是在电流第一次通过零值时熄灭。其与拉长以及磁場的作用无关，而只与电流第一次通过零值时阳极附近空間去游离作用的速度有关。

5. 如果刀型开关能可靠地断开电流为 75 安时的电弧，則这时的刀舌长度，为合理縮短刀舌长度的极限值。

根据上面結論可以看出，刀舌长度可以大大縮短，但不能完全从灭弧条件出发，还应根据机械和热容量等的条件来决定。对灭弧刀片的装置，三极連接时方軸的固定地位，以及刀舌太短时是否影响断开距离等这些問題，必須通过計算及作图才能得出最后决定。

靜插座的材料闊度与刀舌相同，但厚度須根据結構需要来加厚。若二片刀舌夹紧一片靜插座 (如 600, 1000 安的結構)，則可以不加厚，但靜插座以二片导片制成 (如 100, 200, 400 安的結構)，刀舌又插在中間，則每片厚度可以相应的改薄 20~40%。即总截面較刀舌增加 20~60%。

刀舌与靜插座間的接触，以往一直認為接触面积須随額定电流的增加而增大，并且要求接触面光洁。这个观点和現在已为大家所熟悉的接触面积随接触压力的增大而增加的結論相矛盾，故改善接触，可从加强接触压力上着手。

老式刀型开关中所流行的靜插座，均由銅板制成。但由于銅的彈性有限 (沒有鋼好)，触头間压力不可能增大到需要值，并且刀型开关在短路时，可能发热到使銅退火的温度，銅退火后，就失去彈性，故与刀舌間的壓力减小。所以目前在新型刀

型开关中，是以圆柱和平面接触（所謂綫接触）来代替面接触的，触头間的压力不是依靠导电部分本身的彈性，而是由專門的彈簧片来产生。

在制造刀舌与靜插座时，須注意紫銅片不能退火，彈簧夹片的質量一定要保證，如鋼片彈簧在处理后才能保證質量，必要时可以用磷銅皮来制造。

刀型开关相与相之間，带电部分之距离必須不少于20公厘，刀舌与靜插座在断开位置时的距离除了应达到20公厘以上外，并应保證电弧能很好地被拉开。

任何带电部分与接地金屬部門間的最短距离不应小于20公厘，除了考虑方軸，連杆等与刀舌或靜插座之距离外，更应考虑安装孔与靜插座間的最短距离，因为安装孔在用螺釘固定后，螺釘头是通地的。

在石棉水泥板未曾广泛使用之前，均采用胶木布板或紙板来制造。最早是用大理石，由于石質加工不易，胶木板价貴，目前石棉水泥板在浸漬处理后的抗張强度已达到250~260公斤/平方公分。抗冲击弯曲强度在3~6公斤公分/平方公分的时候，对1,000安以下的刀型开关，完全可以用厚25公厘以下的石棉水泥板制成。要提高石棉水泥板的絕緣質量，必須很好地掌握浸漬处理的工艺。

按照使用上的要求，可以設計不带电弧刀片的刀型开关，它只能作为綫路断电时隔离电压之用。如要断开綫路电流的刀型开关，一定要装灭弧刀片或灭弧碳块，电弧刀的厚度需与刀舌相同，其长度可按需要决定。

刀型开关的制造工艺比較簡單，零件均为冲制件及机械加工作件，这些鋼制的零件，均需进行鍍鋅处理。导电的紫銅零件只須进行酸洗，而鑄鉄件則可涂以灰漆或黑漆。

若在特殊潮湿或湿热带地区使用时，鋼制零件則加厚鍍层或改用鍍錫后再进行純化处理。导电零件进行鍍錫或鍍銀，以防腐蝕。

五、新設計与新材料

刀型开关中刀舌，靜插座与底板要占材料成本中的90%左右，其中以用銅为主，而銅是国家目前較缺的物資，因此最好找寻銅的代用品，現在有以鋁合金来代替紫銅的。不过，鋁合金不耐磨且易腐蝕，尤其在湿度較高的地方腐蝕性更大，所以在它的缺点尚未克服的时候，不宜推广。

大家知道鋼也能导电，在小电流而不經常通电的地方，很多已采用鉄絲或軟鋼板作为导电件，因此鋼是可以用来代替銅的。試驗結果証明性能良好，但鋼易腐蝕，虽然表面可作鍍鋅处理，但受摩擦及电弧燒灼之后，鍍鋅层破坏，日久仍要腐蝕，影响性能，故不能單純用鋼来制成。

小电流刀型开关的刀舌，若电流密度在1.5安/平方公厘以下，可以用鋼板来制造。目前在鋼件上电积一层紫銅的工艺，已經完全成功。所积銅层厚度，可以达到1公厘以上，电积時間很快，且硬度可达洛氏40°左右。因此用电积銅制成的鋼制零件，可以满足各种要求。例如，不易腐蝕和耐磨等优点，因此它完全有可能来代替銅作为刀型开关中的导电体。

刀型开关的底板是用石棉水泥板制成，它的浸漬处理時間很长，而且处理后不能再进行加工，以防破坏絕緣。但是，加工上虽然可以控制到一次加工好，由于运输及安装时的影响，故往往很难保証不被损坏，因而絕緣質量也受影响。新近試制成功的悬浮瀝清石棉板，完全可以免除上述缺点，它可以任意加工，不必进行处理，而能保証絕緣性能。这是一种以微粒状

的瀝青与石棉混合后的压制品，采用这种石棉板能給制造上带来不少方便。

要使刀型开关断开时的电弧很快熄灭，并提高刀型开关的断开能力，可在刀型开关上装以灭弧栅。灭弧栅系由几片鉄片組成，如图 1-7。灭弧栅可以防止多次分断后，由于累积的游离气体所引起的閃絡，并縮短电弧熄灭時間。灭弧栅的作用在断开交流电感負荷时特別显著。这时即使在 $\cos\varphi = 0.2$ 单极断开 500 伏的电路情况下，灭弧栅足以能使当电流在第一次过零值时将电弧熄灭。

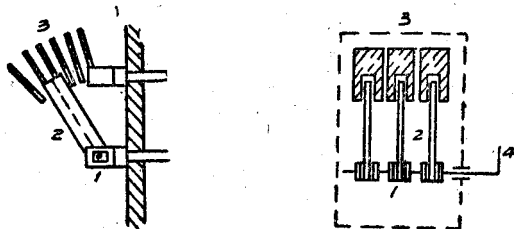


图 1-7 装有灭弧栅的刀开关

1—上下靜插座；2—刀舌；3—灭弧栅的鉄片；4—側面傳动裝置。

灭弧栅保証电弧很快熄灭，使殘存的气体发生强烈的去游离。装了灭弧栅，能使有外罩壳裝置的刀型开关可靠地断开很多次的电感电路。

上述这些改进意見，都是在原有結構上加以改进的，沒有很好地考虑长远利益，最好應該从設計結構小巧，用料省，成本低的自动空气开关来代替大部分刀型开关。目前因为空气开关价錢太貴，大家才覺得刀型开关价廉物美，其实空气开关完全有条件做到价廉物美来代替刀型开关。当然，某些特殊要求的刀型开关仍然是需要的。

第二章 刀型开关熔断器組合

一、概 述

刀型开关只能作为接通或断开綫路电源，不能作綫路或电器設備上过载及短路保护之用。熔断器是一种最简单而有效的作为保护用的电器，在目前电器設備中，它与刀型开关形影不离，共同担负起切断和接通电源的重大任务。

在多快好省的前提下，对产品結構更应该多多改进，使这四个字完全在产品上体现出来。要生产更多的产品，就得改进結構，简化加工，但都必須在保証質量的原則下进行，这样就可以省工省料，达到降低成本的目的。刀型开关与熔断器，二者經常并列应用，故有条件将二者合而为一，这样非但省工省料，并且可将产品体积大大縮小，以节约鋼材。

目前国内生产的熔断器，均为IIP-1型无填料的熔断器。虽然这种熔断器也可与刀型开关互相組合，但因IIP-1体积太大，操作上也較笨重，与刀型开关相互組合其效果不甚显著。近来国内已試制出有石英砂填料的熔断器，它的体积小，材料少，且能断开很大的短路电流。因此，今后有填料的熔断器将会被大量采用，而无填料的熔断器将会逐渐地被淘汰，所以这里介绍的刀型开关熔断器組合，是以有填料的熔断器与刀型开关相互組合的产品。

刀型开关在接通或切断电源时是靠刀舌在靜插座內插入或拔出来达到的。熔断器的情况也完全相同，因此将刀舌取消，用熔断器来代替刀舌就完全成为可能，而且得到的效果比单独的刀型开关和熔断器要好得多。刀型开关与熔断器合而为一之

后，减少了許多接触点，所以接触电阻相应降低，結合成一个元件之后，使用及維護均可簡化。

二、結構設計簡述

刀型开关熔断器組合，是單純地将两个产品合而为一。因此电气性能上只須將二者性能結合，在机械結構上使組合后的产品操作方便，安全可靠，結構简单，檢修及維護簡易，并保証具有与刀型开关同样能切断額定电流的性能就行了。若能使上列条件得到滿足，則可使設計之产品更趨完美。对于小电流的熔断器(如15安以下的)，因为它是两端包以导体的管子形产品，沒有刀舌，故与刀型开关組合，結構上較為困难，且二者体积均甚小，以分別运用較宜。

电流較大的熔断器与刀型开关組合后，其优越性更加显著。它們可以結合成各式各样的結構，多种操作方式。但結構是根据操作方式而决定的，所以从使用角度来講，它們的操作方式(即結構种类)大致可分为三种：

1. 直接操作的組合；
2. 杠杆操作的組合；
3. 側面操作的組合。

設計及选用均可根据实际需要来决定。現針對上述三种結構分別介紹如下：

1. 直接操作的刀型开关熔断器組合，可想象成熔断器与P-3或II-3型刀型开关的組合，它的靜插座可以固定在絕緣底座或絕緣支持件上。同样，熔断器可以固定在另一个絕緣底座上，二个絕緣底座的四周，均可用絕緣板或鉄板圍住，并在一端用軸串接，在装有熔断器的底板的另一端，装上一个手柄，这样拉动手柄就可使熔断器繞軸旋轉，而自靜插座內拔

出。当推上时,熔断器就插入静插座内,同时还可以装上一些拉攀等附件,可使熔断器在拉下后不致掉落。最简单的想象,它是象一只皮箱一样,箱子底里装上静插座,箱子盖上固定着熔断器,当关闭箱子时开关合闸,开启箱子时开关断开。因为盖是绕轴旋转的,因此只要制造上加以控制,以后熔断器的接触就会保证良好,不会有插不进等现象。刀型开关熔断器组合的接线方式,可以分成板前及板后二种。板后接线可以通过箱底与静插座联接,板前接线可以在箱子的二顶端上开二个或三个接线孔(二极开关开二孔,三极开关开三孔)来与外界导线联接。它的安装方式可以通过底座上的孔,用螺钉固定在金属骨架或墙壁上。对于这些安装孔,在设计时必须考虑螺钉头的漏电距离。

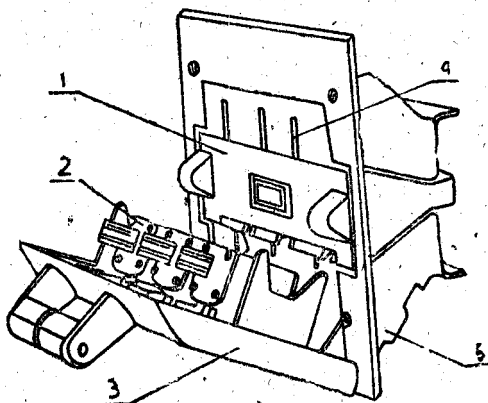


图 2-1 直接操作的刀型开关熔断器组合
1—防护遮板; 2—熔断器; 3—固定着熔断器的盖; 4—静插座(在槽的里面); 5—带有静插座的底。

箱式刀型开关与熔断器组合的情形见图 2-10。

使熔断器固定在绝缘子上的这种组合,其结构及体积均没有固定在绝缘底座上紧凑。上面这些刀型开关熔断器组合,只能直接操作,用杠杆操作就比较困难。虽然可以在它的手柄上,装上连杆再通过操作手柄进行操作,但这些产品一般都在开关台正面或侧面进行操作,将产品装在开关台里面的横档上。因此,当操作手柄转动而将熔断器拉开时,熔断器就倒向