

鍵機路司

譯編良俊壽

行印公司儀器圖書科學中國

電 工 技 術 叢 書

鍵 機 路 司

壽 俊 良 編 譯



中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司 印 行

上 海

中國科學社工程叢書

電 工 技 術 叢 書

司 路 機 鍵

Switchgear

中華民國三十五年六月初版

中華民國三十六年四月再版

版權所有 翻印必究

原 著 者	E. F. Bracken
編 譯 者	壽 俊 良
出 版 者	電 工 圖 書 出 版 社
發 行 者	楊 孝 述
發 行 所	中國科學圖書儀器公司 上海中正中路六四九號
印 刷 所	中國科學圖書儀器公司 上海中正中路六四九號
分 公 司	中國科學圖書儀器公司 南京 廣州 漢口 重慶 北平

凡 例

- (一)本叢書編譯之目的，係爲訓練電機工程事業各項中級工程師及高級技工之用；職業學校，函授學校等採作課本，最爲適合；卽爲有志自修者，亦極合用；而大學生備作參考，以補大學教本略於實用之不足，裨益亦非淺鮮。
- (二)本叢書係用美國國際函授學校 (International Correspondence School)所編之教本爲依據，延聘專家，從事編譯；原書優點爲(1)注重實用，(2)說理淺顯；(3)插圖豐富詳明，尤以插圖多經精心繪製，與正文相得益彰，最爲特色。
- (三)本叢書一面採用國外已見成效之書籍爲藍本，一面力求適合國情，盡量加入國內已有之材料及法規，庶免隔閡之弊。
- (四)本叢書對於原書之優點，力爲發揮，惟原書若有舛誤或欠妥，亦不事盲從，而惟求其至是，不憚加以修正，以免遺誤。
- (五)本叢書側重中級電工教育，對於高深精確之理論，大都從略，間有必須牽涉之處，亦祇能取譬於日常切近之事物，出以通俗近似之陳述，精確之度難免犧牲，讀者諒之。
- (六)本叢書中所用各項單位，均取國際制，凡原書用英美制之處，則加註國際制之當量值。

- (七)本叢書在原則上遵用教育部頒之名詞。凡名詞若爲部頒所無者，或部頒名詞在實用上有窒礙者，則有編輯會議商定之。
- (八)本叢書各冊名詞力求統一，惟卷帙甚繁，編輯部同人校訂難免疏漏，所望讀者發現矛盾或不一致之處，惠予指正，以期再版時收統一之效。
- (九)本叢書中重要名詞後均附註英文名詞，並於每冊後附英漢對照名詞彙。
- (十)本叢書爲普及起見，用語體文撰述。
- (十一)本叢書第一集共二十三冊，電工各門大致俱備，其他門類，如電信等，擬陸續另出第二集補成之。
- (十二)本叢書編輯同人均以業餘之暇從事撰述，疏誤在所難免，所望海內方家，不吝見教，俾於再版時得以更正，不獨同人個人之幸，亦中國電工教育之幸也，

譯 者 序

Switch一名詞向來譯作『開關』，茲經本叢書編輯會議研討結果，譯作司路器，認為意義比較切合。於是Switchgear就譯為司路機鍵，Switchboard譯為司路屏，Switching Equipment譯為司路設備。不過為通俗起見，本書於單獨Switch一字，仍沿用『開關』一譯名，但於某些地方，為避免開開關，關開關等囁嚅詞句起見，亦兼用『司路器』，以資便利。

司路機鍵就是控制電路的機械，它的使命在接通或切斷載電和不載電的電路，若使它和替續器配合也可自動地切斷或接通電路，負着保護的責任，甚至響應其他連系的電機或電器，還可以在短時間內綫路本身革除弊源後，做它恢復電源的責任。此外，憑藉司路設備的周密和靈活，還可以在集中地點支配着電能輸送，使管理員能得心應手地統治全局。並且尚有抗流和限流的幾種設施，使整個敷設的線路非特獲得安全的保障，更能減輕司路機鍵的設備費用。諸如此類，本書中都有闡述。

自世界電力範圍漸臻廣泛，發電量激增，及憑藉高壓傳遞能量後，關於司路設計和製造，遂突飛猛進，但是歸納起來，不外乎下列主要幾點：

(一)切斷電路的機動速度增高，

(二)改進有效的消滅電弧的方法而避免糾擾，

(三)減少重量和所佔地位，因而節省材料。

在設計上有許多驚人的貢獻。本書中對於起弧斷弧的理論，因非屬本書範圍，當然簡略；至於斷路器的動作以及各種顯著型式的實例，申說頗詳，足夠指示一般原理和構造，並得藉以瞭解各種大同小異的其他構造而審察其優點。不但為電工界實際工作人員所必讀，更可供大學教本作補充材料之用。

壽俊良序 卅五年五月四日

目 錄

第一章 導言	1
1.1 普通定義及分類 製造和運用的必備條件 1.2 概言 1.3 優裕性 1.4 安全性 1.5 可靠性 1.6 可接近性和簡單性	
第二章 斷路器械與電網絡保護器	4
2.1 概言	
刀形開關	4
2.2 構造大概 2.3 種類 2.4 電流密度 2.5 開關的斷開距離	
2.6 急斷開關 2.7 開關的位置 2.8 開關的裝置	
2.9 開關的維護	
熔斷器——低壓熔斷器	8
2.10 定義及用途 2.11 截面 2.12 熔斷體的材料 2.13 周圍的介質 2.14 封閉式熔斷器 2.15 封閉式熔斷器的大小 2.16 可換式熔斷器	
高壓熔斷器	11
2.17 概要 2.18 運用狀況 2.19 速率 2.20 特殊用途 2.21 去離子熔斷器 2.22 通用熔斷鏈	
標準斷路器——空氣隔斷式	16
2.23 定義及式樣 2.24 手動斷路器 2.25 斷路器的位置 2.26 自由脫扣 2.27—2.28 遙控斷路器 2.29—2.31 高速斷路器	
2.32 單極斷路器式樣 2.33 低壓釋放器 2.34 反流釋放器	
2.35 限速斷路器 2.36—2.37 自動復通斷路器 2.38—2.40 自動	

復通式交流斷路器

油斷路器 34

2.41 油的應用 2.42 標額 2.43 接觸的位置 2.44 重負聯務
 2.45 油噴油器 2.46 遮油板 2.47 分室裝置 2.48 手車式斷路
 器 2.49 運用機械

式斷路器——油斷式 46

2.50 概說 2.51 空斷式：原理 2.52 構造 2.53 用途 2.54 運用
 機械

電網絡保護器 48

2.55 應用 2.56—2.57 動作和構造舉例 2.58 自動換路油開關
 2.59 電壓不足的運用設置

戶外司路設備 52

2.60 空氣隔離開關 2.61 熔斷隔離開關 2.62 戶外隔離器

2.63 戶外式油斷路器

替續器 54

2.64 用途

第三章 避雷器 56

3.1 概要 3.2 弧隙避雷器 3.3 磁吹避雷器 3.4 角隙避雷器

3.5 鋁池避雷器 3.6 自成閥避雷器 3.7 賽來特避雷器

3.8—3.10 多隙避雷器 3.11 氧化物膜避雷器 3.12 抗流線卷

第四章 限流器 60

電阻器 62

4.1 概說 4.2 構造 4.3 材料 4.4 電阻值和載流量 4.5 電阻器
 的發熱 4.6—4.7 調整器具

磁場變阻器	73
-------	----

4.8 分類	4.9 串聯電阻式	4.10 分流電阻式	4.11 分壓器式
--------	-----------	------------	-----------

4.12 磁場變阻器的控制法	4.13 遙控變阻器	4.14 用於儀器用變壓器的變阻器
----------------	------------	-------------------

第五章 電抗器	80
---------	----

5.1 概說	5.2 直流電抗器	5.3 流交電抗器	5.4 舞台變光用的電抗器
--------	-----------	-----------	---------------

第六章 司路屏	82
---------	----

司路機鍵,敷線及其他:	82
-------------	----

6.1 概說	6.2 電壓敷線和控制敷線	6.3 佈置	6.4 司路屏的位置
--------	---------------	--------	------------

匯流排:	85
------	----

6.5 說明	6.6 匯流排的載流量	6.7 匯流排支架	6.8 異極性匯流排的分隔
--------	-------------	-----------	---------------

控制系:	87
------	----

6.9 電力遙控	6.10 相線隔離	6.11 控制司路屏	6.12 監察控制系
----------	-----------	------------	------------

問題	91
----	----

英漢名詞對照索引	97
----------	----

司 路 機 鍵

第 一 章

導 言

1.1 普通定義及分類 電路上,各種控制和指示電能流動的器具,都叫做司路機鍵(Switchgear)。其中一部份包括接通電路和切斷電路的器械(如熔斷器,開關等),另一部份包括指示電流流動的儀器,信號設置和變阻器。司路機鍵可以用種種方法控制,用手運用的叫做直接控制(direct Control),靠機械力或電力管理的叫做遙遠控制(Remote Control,在預定情形下,機鍵自己會發生動作的叫做自動控制(automatic control)。

司路機也可以依照安置方法,分戶內和戶外兩種。此外還有第三種分類法,就是把用於通流電路上的機件稱為交流電機鍵,用於直流電路上的機件,稱為直流電機鍵。但是這樣的分類,不如前兩種清楚,因為有幾種開關器具,在交流電和直流電路上,都適用的。

以一般情形說,直接控制,最為簡單,然而人力有限,不能運用笨重的機件,在高壓電路內,人們根本不能接近開關,所以只

能用遙控方法，藉機械的力量來輔助人力之所不及。這種控制方法，可以製為手控或自控。

製造和運用的必備條件

1.2 概言——司路機鍵應該有「優裕性」，「安全性」和「可靠性」。這三個主要條件，缺一不可。電器的「優裕性」就是說假使這個電器用在某一個電路內，剛好不大不小，常能完成其應負的使命。若某電路正常負載電流 100 安培，在重負載或者捷路(short circuit)情形下，也許會負載到 1000 安培，所以在設計和製造時就應該使它雖然負載 1000 安培，在相當短時間內仍能照常工作。「安全」是指避免對於人和電器本身的危險，「可靠」就是說電器的確能夠依照我們的規定，切實工作。

1.3 優裕性——所有的電器，都各自有額定的電流量。假使一只開關，熔斷器，變阻器或其他器械，用於某一電路可以算是優裕，可是放在另一個比較重負的電路上，就不能算是優裕的了。所以我們應該預先測定各個電器的最大額量，然後選取一個最優裕的裝置在電路裏。

1.4 安全性——要使一個電器對於自身或其他電器不會發生損害，對於人沒有危險，那麼設計必須周密。高壓開關及斷路器載電流的部份要封閉起來，有幾處要用防火材料製造，還有幾處應該裝上封套，使之隔離，使服務員不致和高壓導體接觸，並應設法使電器在不能正常工作時，不致有很大的損害。

1.5 可靠性——可靠的電器，必能在設定情形下，完成其任務。但是如果使用機件的環境不同，方法不同，工作的結果，當然有相當的差別。所以要使一個電器，能給我們所希望的結果，我們先要將它在各種可能情形內的特性，一一測定，然後再應用到電路上，這件工作，是非常重要的。

1.6 可接近性和簡單性——對於無論那一種器械，維護，檢視，調準以及揩拭工作都不可少，要使這類工作安全容易，次數減少，各個部份都應該易於接近。但是機械過分顯露在外面也不好，因為常常會傷人。

設計簡單對於製造和運用都有很大的幫助，因為維持費用可以因此減少，運用時也不致常常發生錯誤。機件各部彼此的位置，必須佈置得合理而均勻。倘使有幾個任務相似的器械，其設計製造都相同，而且佈置得也很均勻，那麼在運用時，就不致因識別混亂而引起錯誤，當然更不會損害電器，傷及人身了。

第二章

斷路器械與電網絡保護器

2.1 概說 斷路器械是用來切斷電路的，包括開關 (switches)，熔斷器 (fuses)，斷路器 (circuit breakers) 和可卸關節 (removable links)。其中有幾種也可以用為通路器械，這種器械既然配置在電路各處，當然也是電路的一部份。

刀形開關

2.2 構造大概——刀形開關 (knife-blade switch) 上有一片銅片裝在一個鉸樞 (hinge) 上，可以旋動，很像通常用的小它刀，所以叫它刀形開關。這種開關的容量，普通自 2 到 2000 安培，用於恆定電壓的電系。銅片的下端裝在鉸樞上，上端可以夾在兩片金屬之間，使電通藉銅片接通，這兩片金屬物叫做夾座 (clip)。接至開關的引線 (leads)，一根接於鉸樞，另一根接於夾座。在簡單的小型開關，這兩根引線，可以接在開關的面部，但在大號開關，通常接到開關背面的銅樑 (stud) 上，這種銅樑原來是從鉸樞和夾座向後穿過司路屏 (switchboard) 的石板，至於連接物可以用線，啣套 (lugs) 或者是鑽有洞眼的銅條。

2.3 種類——一個開關僅用來切斷電路一端的稱為單極，切

斷電路兩端的稱為雙極。開關還有雙投和單投的分別。

倘使開關能旋轉於兩個夾座中間的就是雙投，否則就是單投。圖 2.1 是 (a) 一個單極雙投刀形開關，(b) 是一個雙極單投開關，圖 2.2 是一個雙極雙投的

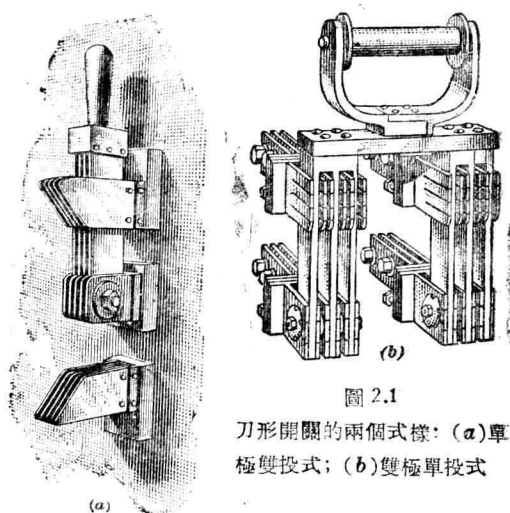


圖 2.1

刀形開關的兩個式樣：(a)單極雙投式；(b)雙極單投式

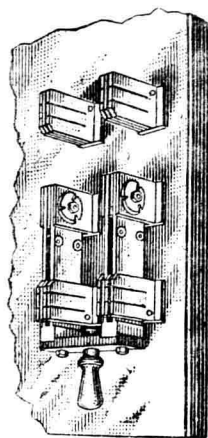


圖 2.2 雙極雙投的刀形開關

刀形開關。在三線制中可用三極開關，倘有特殊用途，在市上也可以買得到四極以上的開關。

7.4 電流密度 —— 刀形開關的刀片尋常是導電本領很高的紫銅，使用時，不可使它負載過度，以免過份發熱。因為倘使夾座太熱，則夾片彈性，大為鬆弛便不能將刀片夾緊，於是在接觸的地方，電阻增加，發熱更大，電能的損失也愈多。倘使溫度再增高，紫銅的表面，就會被氧化而成為高電阻，發熱更要厲害。接觸面的電流密度照例不能超過每方吋

90安培。倘使刀片是幾塊平行銅片做成的，熱量比較不容易輻射而消散，所以電流密度應該減到每方吋 90 安培以下。不過平行佈置也有一個優點，就是刀片與夾座間的接觸面積，和刀片的截面，都比較大些。

2.5 開關的斷開距離——切斷電路時所生電弧的長度，完全依照電壓和電流的大小而定。所以電壓的高低，切斷電流的大小，對於一個刀形開關，斷開的長度極有關係。在電網制或其他電路中，平行電路常會發生反饋 (back-feed) 那末阻止電弧裂斷的電壓較低，短短的斷隙也就夠了。可是我們不能常常依靠反極，斷開的距離，應該依電路的電壓決定。空中斷隙的長度，認為實用的，茲列於第一表中：

第一表 刀形開關之空中斷隙長度

電 壓 伏 數	斷 隙 長 度 (吋 數)	
	100至500安培	500 安培以上
50—100	$1\frac{3}{4}$ — $2\frac{1}{2}$	2—3
100—175	$2\frac{1}{2}$ —3	3—4
275—300	3—4	4—6
300—700	4—6	5—8

2.6 急斷開關(Quick-break switch)——在 500 至 750 伏的高壓電路內，切斷大量電流的開關，往往採用急斷式。這種開關，即令拉得很慢，而刀片依然能很快的離開夾座。為求得此作用，將刀片分成兩部份，一部份如圖 2.3 中的 a ，靠摩擦力把持

在夾座上，另一部份為連着手柄的刀片 c ，等到 c 拉開到相當距離時，彈簧 d 的張力，足夠把 a 片很快的拉下來。這種開關，多用於電車的饋電綫(feeder)，因為刀片能很快的離開夾座，所以比慢斷式能斷絕更大的電流。

還有幾種別種式樣的急斷開關，製造上雖然有些差異，可是原理實際相同。

2.7 開關的位置——在司路屏上，開關的位置應該依其任務而定。倘使開關的各部份很笨重，需要大力量去開關，那麼它應該裝在使服務員易於着力的地方。如果開關的手柄高過服務員的頭或者低於他的膝，運用時就很困難，而且也嫌笨拙。再假使開關裝得太低，以致服務員必須俯下身體，才能拉開刀片，這實在是很危險的。(尤其在切斷大量電流時)。所以這種裝置，極不合宜。

2.8 開關的裝置——開關可以按照它的任務，裝在石板石(slate)大理石，化學合成品，或硬木上。倘使是裝在石板石或者大理石上，突樑(stud)和引線的接觸應該完善，但是突樑切不可緊緊的嵌在石板的眼孔中，以免石板裂破。

2.9 開關的維護——實際上，小開關用不着多大留意，只要常常揩乾淨就完事。至於載大量電流的開關，因為有發高熱的可能，所以必須注意觀察所有的接頭是否妥善。當引線接到突樑

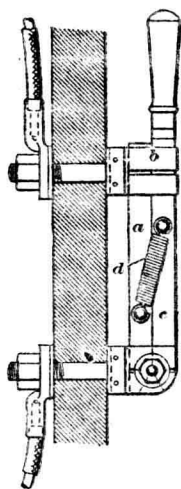


圖 2.3 急斷開關