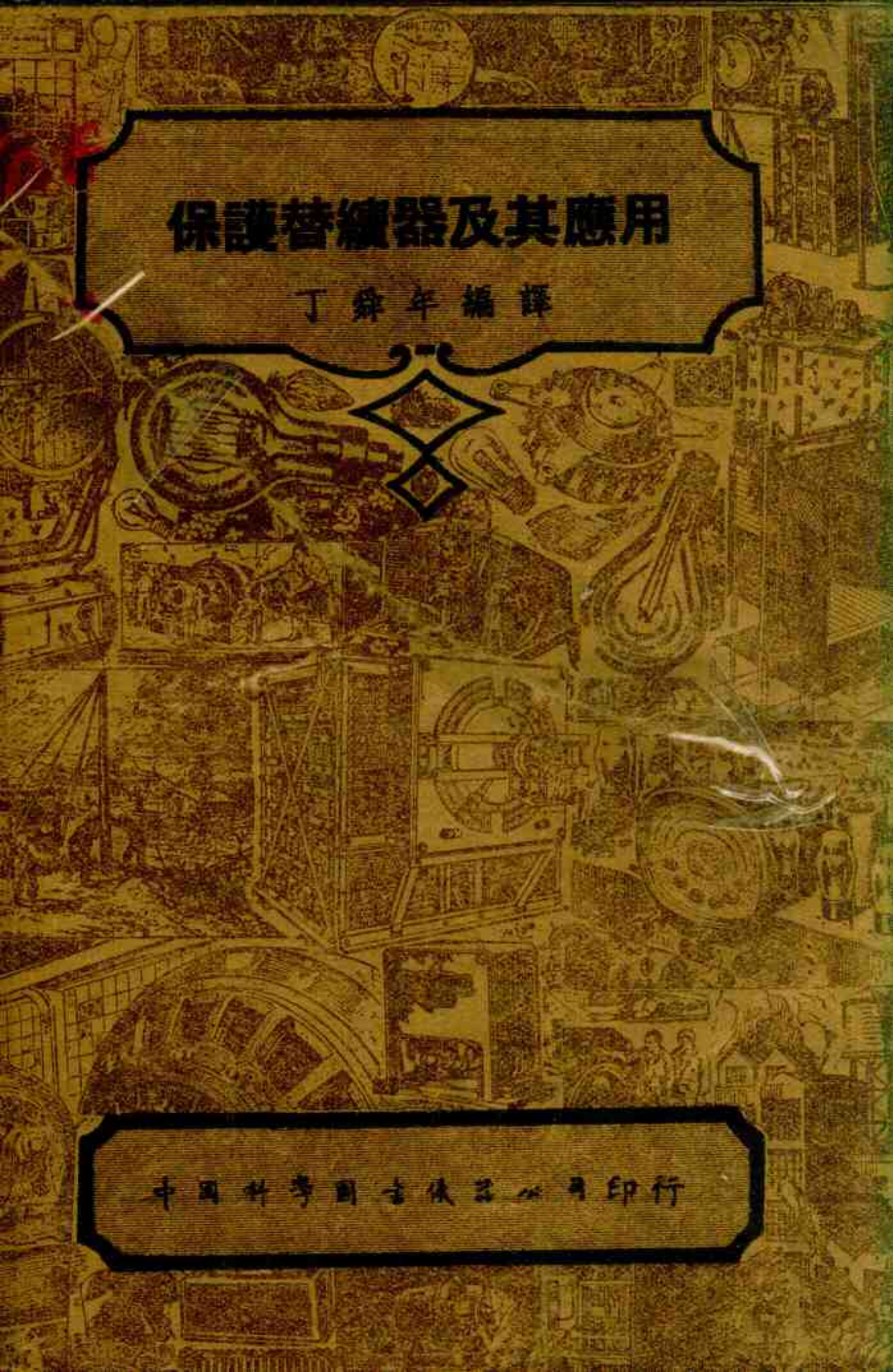




保護替續器及其應用

丁舜年編譯

中國科學圖書儀器公司印行

電 工 技 術 叢 書

保護替續器及其應用

丁舜年編譯

中國科學院電器公司印行

上 海

中國科學社工程叢書

電工技術叢書

保護替續器及其應用

Protective Relays and Their Applications

中華民國三十四年四月初版

中華民國三十六年三月再版

版權所有 翻印必究

原著者

I. C. S.

編譯者

丁舜年

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，係為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，最為適合；即為有志自修者，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) 所編之教本為依據，延聘專家，從事編譯；原書優點為 (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，最為特色。
- (三)本叢書一面採用國外已見成效之書籍為藍本，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，力為發揮，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

近數十年來，發電廠額量，日漸增大；各大發電廠，更互相連接，成爲一種範圍遼闊的供電網絡；且有一部份發電廠，採用自動控制法。故替續器的應用，日益增多。各替續器製造廠，乃競相研究，創製最新型式，以適應各種特殊需要。總計現在應用中的保護替續器，不下數十種之多。種類既多，功效各異；如欲能很適當的應用各種替續器，必須明瞭每種替續器的作用原理和應用方法。

本書係將各種常用的保護替續器，分門別類，加以概括的敘述；而尤注重於運用的原理，校準的方法，以及各種實際應用。說明每種替續器的應用時，大都附以詳細接線圖，包括各種保護器械及附屬設備，例如斷路器，保險絲，儀器用變壓器與儀器用變流器等。這是和一般教科書不同之處。這種接線圖，對於替續器的裝置和線路的連接，確有很大的用處。

本書所述的替續器，祇限於每一類中的幾種主要型式，並不是將所有的式樣，全部加以說明。讀者如能熟悉書中所述的各種替續器，那末實際應用替續器時，就不致發生困難了。

民國三十四年三月丁舜年序

目 錄

第一章 總論 1

1.1 一般應用 1.2 分類 1.3 定義 1.4 約束力和減速力 1.5 延時替續器的特點 1.6 符號 1.7 電系的應知特性 1.8 替續器的調準和校驗

第二章 過量電流替續器 12

2.1 型式 2.2 一般應用 2.3 杵式過量電流替續器, 交流與直流電路通用型式 2.4 專用於交流電路內的型式 2.5 專用於直流電路的型式 2.6 感應式過量電流替續器, 構造和運用 2.7 定時元件的作用 2.8 時間電流曲線 2.9 替續器的定置 2.10 電流指示器

第三章 欠量電流替續器 31

3.1 概說 3.2 應用 3.3 磁場欠流替續器 3.4 磁場欠流替續器的運用

第四章 電壓替續器 35

4.1 過量電壓替續器總論 4.2 時間曲線 4.3 連接法 4.4 運用 4.5 欠量電壓替續器總論 4.6 構造和應用

第五章 功率替續器 43

5.1 總論 5.2 過量功率替續器與欠量功率替續器總論 5.3 構造

5.4 校準 5.5 作用原理 5.6 連接圖 5.7 交流功率循向替續器型式和應用 5.8 構造 5.9 作用原理 5.10 時間電流曲線 5.11 應用實例 5.12 直流功率循向替續器總論 5.13 運用 5.14 應用

第六章 距離替續器 59

6.1 作用原理 6.2 循向距離替續器 6.3 構造 6.4 循向元件 6.5 連接法 6.6 調節和附件 6.7 補償器

第七章 差作用電流替續器 70

7.1 型式和應用 7.2 感應式概論 7.3 作用和原理 7.4 分接頭的應用 7.5 高速衝樑式總論 7.6 連接法

第八章 溫度替續器 79

8.1 線卷的保護總論 8.2 溫度替續器的型式 8.3 替續器的構造和運用 8.4 軸承的保護總論 8.5 熱效筒式替續器 8.6 汽化膨脹式恒溫替續器 8.7 運用

第九章 衡相電流替續器 87

9.1 應用 9.2 構造和作用原理 9.3 連接法 9.4 運用

第十章 接地替續器 92

10.1 總論 10.2 循向接地電流替續器應用 10.3 一般構造 10.4 連接圖 10.5 運用

問題與習題 101

保護替續器及其應用

第一章

總論

1.1 一般應用 替續器(relay)是一種器械，當一個電路內的情形發生變動時，就能產生動作，使這電路或其他電路內的別種器械，也跟着產生動作。

在從前的發電廠和輸送電路(transmission circuit)中，應用普通斷路器(circuit breaker)和保險絲(fuse)，就很可以保護各種器械和線路本身的安全；但到現在，因為發電器械和配電系統(distribution system)額量的不斷增大，以及運用電壓的繼續提高，乃不得不應用各種保護替續器(protective relay)，以補助斷路器之不足，使產生更確實而有區別的動作，適合所發生的各種特殊情形。每種型式的替續器，不論相聯的斷路器所用電壓，額量和其他情形若何，僅有一種設計。所以將替續器和斷路器合用，比較特製一座具有替續作用的斷路器，價格更廉。

裝置保護替續器的電系(electric system)很多，例如交流發電機(alternating-current generator)與激磁機(exciter)，

變壓器(transformer), 輸電線路(transmission line)與配電線路(distribution line), 直流電機等等。在配電系統中, 倘替續器的應用適當, 可在任何情形之下, 維持大部份配電系統的供電, 僅將發生事故的線路或電器拆斷。所以替續器的作用, 能使所發生的非常情形, 限於局部電路。這樣, 不獨可以減輕線路和器械所受的損害, 並且可以防止這種損害的發生。捷路電流(short-circuit current)和大量過載電流(overload current)所產生的熱量, 常足以損毀器物, 但可因裝置適當的替續器而完全防止。有時可用一具小型替續器, 使另一具强有力的輔助替續器(auxiliary relay)產生動作, 完成任務。在各種電的系統中, 倘採用自動控制, 如自動控制配電站(automatic substation)等, 則又須應用另一類替續器。這一類替續器, 和保護替續器很相似, 所以也可以視作保護替續器或動力替續器(power relay), 不過專用以自動開動或自動停歇配電站(substation)或遠懸水力發電廠(isolated hydraulic station)中的各種器械。有時也可用以節制負載(load)或使担任其他工作。

電力輸送系統(power-transmission system)中應用替續器時, 必須注意之點甚多。在實際應用上, 各種替續器的保護作用, 雖然不能完全合乎理想, 但在大部份情形之下, 可將替續器的標置(setting)校準, 使於事故發生時, 僅隔斷一部分線路, 不致影響全部供電。

最重要的幾種替續器和替續器的一般應用, 大都和發電廠。

配電站，電照及電力系統有關，故本書所述，也僅限於這種替續器和牠們的應用。幾種主要替續器，將分別說明，但並不預備把每一類替續器，例如屬於過量電流替續器(overcurrent relay)或過量電壓替續器(overvoltage relay)的所有型式，全部加以說明。讀者如能熟悉書中所述的各種替續器，和應用的原理，以後即使遇到或應用別種替續器的時候，也不致有什麼困難了。

1.2 分類 替續器可依照幾種不同方法分類：(a)依照型式分類，例如杵式(plunger type)，感應式(induction type)等等；(b)依照觸點(contact)分類，例如斷路式(circuit-opening)或通路式替續器(circuit-closing relay)；(c)依照功效分類，例如因電流，電壓或電功率的變動而產生動作的各種替續器。本書將依照替續器的功效，分別敘述。

大多數的替續器，僅能應用於交流或直流電路上，並不是在兩種電路上都能工作的。直流電器的裝置，沒有交流電路多，但在幾種情形之下，直流電是必需的，那麼應用替續器來防止電流的過量或反向等等，也就必不可少了。用在直流電路內的替續器，可使於預定的電壓，電流或電功率條件下發生動作。用於交流電路內的替續器，除能於上述的情形下發生動作外，更能因頻率(frequency)或相序(phase sequence)的變動而產生作用。此外還有隨溫度的高低而產生動作的溫度替續器(temperature relay)。除了上面的幾種重要分類外，尚有各種的控制替續器(control relay)，信號替續器(signal relay)和輔助替續器等。

1.3 定義 圖 1.1 所表明的替續器，係依照功效分類。各種替續器的定義如下：

電流替續器 就是依照預定的電流數值而產生動作的替續器，或為過量電流替續器，或為欠量電流替續器(undercurrent relay)。

電壓替續器 這是依照預定的電壓高低而產生動作的替續器。或為過量電壓替續器，或為欠量電壓替續器(under voltage relay)。

功率替續器 就是依照預定的功率大小而產生動作的替續器，或為過量功率替續器(over-power relay)，或為欠量功率替續器(under-power relay)。

功率循向替續器 就是依照功率方向而產生動作的替續器。這定義包括裝有單投觸點(single-throw contact)的單向功率替續器(unidirectional power relay)和裝有雙投觸點(double-throw contact)的正反向替續器(duodirectional relay)。功率循向的名稱，較反向功率(reverse power)為佳，因為這種替續器，常須在正常功率方向工作。而且在普通情形之下，有時可容許電功率在任一方向流動。這種替續器，不論交流或直流，都稱為功率循向替續器(power directional relay)。

遠距或阻抗替續器 這種替續器，因過量電流而產生動作，但作用時間的長短，與電壓成正比。遇有捷路時，接近發生事故地點的替續器，因電壓特低，動作也較距離稍遠的替續器為快。

距離發生捷路較遠地方的電壓，比較接近捷路地點為高，這兩電壓的差額，就是中間一段線路內的電壓降。所以距離較遠的替續器，動作比較遲緩。這種替續器，或為循向，或為不循向。

差作用替續器 這種替續器，依照某量的差額而產生動作，例如電流差額，電壓差額或功率差額等等。

溫度替續器 這種替續器能因溫度的變化而產生動作，可校其標置使於達到預定溫度時發生作用。

衡相電流替續器 這種替續器，能因各相的不平衡而產生作用，或在多相電路內，因一相斷路而成單相時發生動作。

接地替續器 這就是與地連接的任何型式的替續器。這種替續器，遇有饋電線(feeder)與地連接時，就會將這接地的饋電線截斷，或接通另一電燈電路，或產生其他動作，視所裝替續器的型式而定。

瞬時(instantaneous, 不延時)一名，用在替續器上的意義，就是說這種替續器的動作，一些都不延擱。

反比延時(inverse time)一名的意義，就是說這種替續器的動作，係故意使之延遲，延遲的時間，因作用力的增加而減短。

定限延時(definite time)一名的意義，就是說這種替續器的動作，係故意使之延遲，而且延遲的時間，恆定不變，不論使替續器產生作用的量，大小如何。

1.4 約速力和減速力 替續器必須受有約束力(restraining force)的作用，以防止當線路的障故還沒有發展到嚴重需

況時，替續器即已開始動作。這約束力必須和減速力(retarding force) 分別清楚。減速力的作用，能使替續器發動後的動作遲緩，將於下節內詳細說明。約束力常利用重力或彈簧的作用。當作用力大於約束力時，替續器就開始動作。

線路中即使發生事故，也並不一定希望替續器立刻動作；因為這種事故，也許僅僅繼續了一霎時間，並無妨礙，這時候如果替續器立刻動作，將線路截斷，也是不很適當的。所以替續器常須有一種減速的力量，使動作延遲。延遲的時間，須視各處的情形而定，並不是一律不變的。例如欲定時間的長短，那麼發生的事故可以繼續若干時不致造成禍害，截斷電路對於用戶有何不便等問題，都須加以考慮。

使替續器動作延遲的方法頗多：(a) 杵式替續器，可應用鼓氣囊(bellow)使動作遲緩。鼓氣囊上備有可以調節的閥(valve)或小孔。當杵被吸上升，鼓氣囊的空氣，就從這閥逸出囊外。此外，如使杵直接推壓氣囊，就可使替續器有反比延時的動作；若將杵和彈簧合用，就成為定限延時替續器。(b) 在感應式替續器中，可應用電磁鐵(electromagnet)或永久磁鐵(permanent magnet)，驅逐磁通(magnetic flux)，經過轉盤，因而產生減速力。

1.5 延時替續器的特點 延時替續器分為兩類：就是反比延時替續器和定限延時替續器。在杵式或鼓氣囊式替續器中，銜鐵(armature)和鼓氣囊膜片中間，夾入一根壓簧(compression

spring)。膜片移動，觸點就隨起作用。當替續器發生動作時，杵要壓縮彈簧，彈簧再推動膜片。在反比延時替續器中，這彈簧非常強勁，非有很大的過量電流，不能將牠壓縮。所以作用的時間，就和過量電流成反比例。遇有極大的過量電流，彈簧很快的受到壓縮，直至杵桿上的項圈(collar)，碰住裝於極部(pole piece)頂上的止限(stop)為止。俟彈簧向外擴張，膜片纔開始移動，所以作用的時間，固定不變。

定限延時替續器中所裝的彈簧，較反比延時替續器中所裝的彈簧，軟弱得多。祇要通過的過量電流，比較使替續器動作的最小電流略大，彈簧就會受到壓縮。杵上所裝的止限，限制彈簧的壓縮至一定限度，使替續器的作用，與杵的行程無關。

要校準電流，可變更線卷內杵的位置。校準管(calibration tube)底部所裝的調節螺擋(adjusting nut)，就是備作校準電流之用。不論在瞬時或延時替續器中，校準管上所刻的數字，代表通過替續器線卷的最小電流，此電流能將杵提舉，使電路間斷或接通。在標準型式的反比延時和定限延時替續器中，延時標置係由調節鼓氣囊頂部的針閥(needle valve)為之。此閥能節制逸出鼓氣囊的空氣。如果把閥開得很大，那麼這替續器就差不多是瞬時動作，一些也不延時了。裝在閥上的一隻刻有錯紋的半鎖螺擋(lock nut)，就是預備將校準後的閥鎖牢，不使變動。延時的範圍，在反比延時替續器中，約自 0.2 至 20 秒；在定限延時替續器中，當電流為使替續器動作的最小電流的 125% 時，約自

0.2 至 20 秒，

替續器作用完畢後，杵和觸點縱然慢慢的回復原位，一般而論，已可滿意。在標準型式的通路替續器中，杵的回復原位，較為遲緩，每每須 4 至 5 秒，觸點才會完全開啓。但有時却希望替續器作用完成後，其觸點等很快的回復正常的位置，這種替續器的鼓氣囊架上，就要添裝一個快返閥(quick-return valve)。另外還可加用快洩閥(quick-exhaust valve)，意在容許替續器有瞬時掙拾和延時退脫的動作。

1.6 符號 圖 1.1 是各種替續器的符號表，抄自美國電光協會(National Electric Light Association)印行的替續器手冊(該會現經改組為愛迪生電學會, Edison Electric Institute)。這種符號，表明各種替續器的功能，係與油斷路器符號和基本替續器符號合用。敷錄圖中的油斷路器符號如下：



圖 1.1. 替續器符號表

*全線符號的應用，意在說明任何多相組合的表示方法，並不是表示所需要的確恰符號。

†替續器標誌，見於 R 圓圈的近傍，在各種電的系統圖中，變流器(current transformer)符號，可以省去不繪，祇須將替續器標誌，註於油斷路符號近傍。

‡如欲繪畫全線符號，可描繪這替續器從背後看過去的概形。所有路

