

電力工業生產過程 基本知識

第七分冊

繼電保護裝置

電力工業出版社

電力工業生產過程 基本知識



電力工業出版社

內 容 提 要

本書簡明的介紹了高压架空輸电綫路的一般知識。書中首先敘述了綫路的發展簡史和它在電力工業中所佔的重要地位；其次，詳細的介紹了高压架空輸电綫路的組織与运行。

此外，对綫路上的各种故障与产生故障的原因，防止故障的办法，以及綫路中的巡視与檢修工作，都作了專門的論述。

本書不仅适合于电業系統的轉業干部學習，而且对一般技术工作人員也有参考价值。

電力工業生产过程基本知識

第七分册

電力工業部干部学校編

*

288D106

電力工業出版社出版(北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

電力工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787 × 1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 2 $\frac{5}{8}$ 印張 * 45千字 * 定价(第8类)0.39元

1956年2月北京第1版

1957年10月北京第2次印刷(5,601—8,120册)

序 言

〔電力工業生產過程基本知識〕原是電業管理總局一九五四年局長研究班的教材。局長研究班的教學大綱是在蘇聯專家的幫助下制訂的；而教材的編寫工作，是由電業系統的幾位學術經驗豐富的專業工程師執筆的，他們在編寫過程中，不僅吸取了蘇聯的先進經驗，而且結合了我國現場的具體情況。

由於局長研究班的學員大都是轉業不久的同志，他們都不懂技術，管理業務也不熟悉，因此，在編寫這套教材時，儘量使得內容淺顯，說理簡明，結構嚴密，通俗易懂；並且避免了許多複雜煩瑣的公式。

〔電力工業生產過程基本知識〕不僅適合於電業系統的轉業領導幹部學習，同時也是幫助其他不熟悉電業業務知識的工作同志學習技術知識的一套書籍。此外，對於一般工程技術人員也有參考價值。

這套教材是由下列幾位同志編寫的：第一分冊（鍋爐）——惲肇強同志；第二分冊（汽輪機）——張景泰同志；第三分冊（發電機與電動機）——盛澤閔同志；第四分冊（變壓器和配電裝置）——俞恩瀛同志；第五分冊（高壓架空輸電綫路）——徐博文同志；第六分冊（力能系統的調度管理）——陳德裕同志；第七分冊（繼電保護裝置）——劉倫同志；第八分冊（油務管理）——秦金藻同志。

雖然，編寫這套教材的同志，在主觀上已經盡了最大努力；但由於缺乏寫作經驗，尤其多半是在業餘時間整理的，因而不完善的地方，無疑是存在的。我們誠懇的希望讀者提出意見和批評，以後再版時修正。

電力工業部幹部學校

目 錄

序言

第一章 繼電保護裝置概論	3
第1節 繼電保護裝置的意義	3
第2節 對繼電保護裝置的要求	5
第3節 繼電器的常用代表符號	8
第4節 繼電保護裝置的原理	10
第二章 繼電器	21
第1節 電流繼電器	21
第2節 電壓繼電器	23
第3節 時間繼電器	23
第4節 補助繼電器	27
第5節 信號繼電器	27
第6節 感應型電流繼電器	28
第7節 方向繼電器	30
第三章 繼電保護裝置安裝用的部件	33
第1節 壓板	33
第2節 試驗部件	34
第3節 接線端子板	35
第4節 保險器	36
第5節 信號裝置	36
第四章 電力系統繼電保護裝置	37
第1節 發電機的保護裝置	37
第2節 變壓器保護裝置	46
第3節 輸電線保護裝置	56

第五章 繼電保護裝置的運行維護工作	62
第1節 繼電保護裝置誤動作原因的分析	63
第2節 如何加強繼電保護裝置的運行維護工作	64
第3節 對今後繼電保護工作的幾點建議	67
第4節 繼電保護工作的組織機構	68

第一章 繼電保護裝置概論

第1節 繼電保護裝置的意義

一個電力系統在運行的時候，我們應該考慮到在系統上有可能發生各種事故和運行不正常的情況。通常最容易發生的和最危險的就是各種短路事故，這些事故的影響有以下幾種：

一、部分地區電壓大量下降，影響電力用戶的生產和工作；

二、由於絕緣破壞的地方發生短路產生電弧，造成燒損一些發生故障的電力設備；

三、由於短路電流的機械和熱作用，能影響在電力系統內未發生故障的部分的安全運轉；

四、發電機並列運轉穩定性遭受破壞，因而會影響電力系統的正常運轉。

短路的種類如圖 1：

除了上述短路事故以外，最常遇到的運行不正常現象，就是過負荷。電力設備發生過負荷時，電流超過額定數值，如繼續保持較長的時間，則設備導電部分的溫度就會急劇上升，因此絕緣就要加速的減少壽命，甚至於破損。

以上所講的危險的短路及過負荷雖然都是影響安全供電或是損壞電氣設備，但這些事故却是可以避免的。

在電力系統內發生了事故，要用迅速切斷故障的方法，來制止事故的蔓延。電力系統內故障部分切斷的速度應該在十分之一、二秒以內，這樣快的時間，運轉人員是不能發

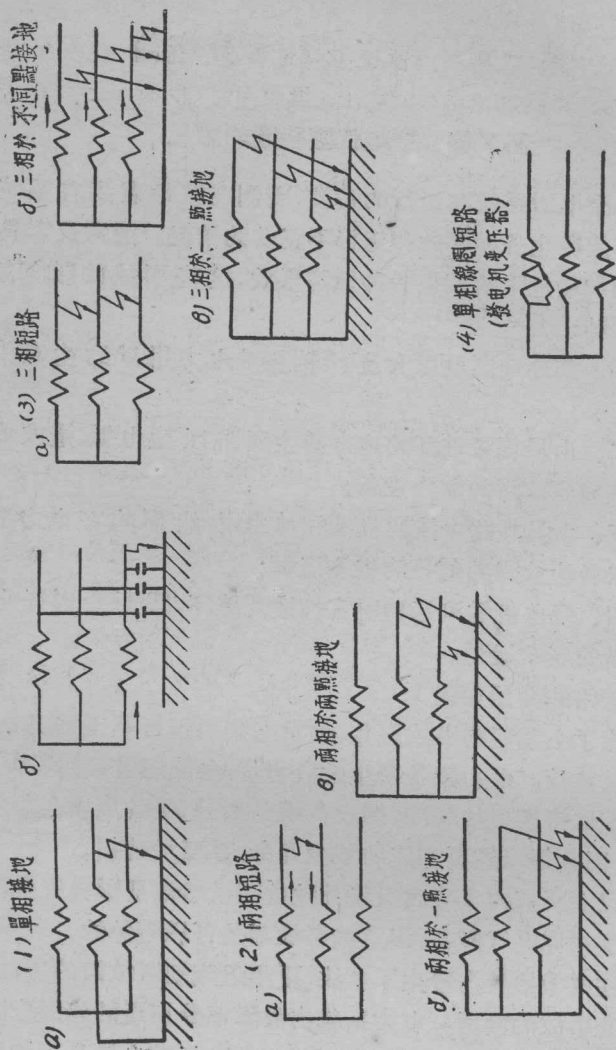


圖 1

現和控制的，因此在电气設備上應安裝繼電保護與自動裝置來完成這一任務。

如在發電機和變壓器上發生過負荷現象時，他們的繼電保護裝置就發出信號，值班人員就可採取減低負荷的措施，根據我們幾年來的工作經驗得出：

如果使用下列各種自動裝置，就能提高電力系統安全的可靠性。

一、在架空線路上（尤其是防雷保護不健全的線路）裝設自動重合閘裝置。

二、在發電機上裝以強行勵磁裝置及自動調整勵磁裝置。

三、裝備用電源自動投入裝置，當運轉中的變壓器送電線被切斷後，使它們自動的將備用設備投入工作。

四、為了防止電力系統過波和電壓降到比火力發電廠的安全運轉的限度還低，應裝設自動按過波減負荷裝置。

所有這些裝置的動作，都是經過繼電器的，因此他們和繼電保護裝置有密切關係，都由繼電人員來擔任。

一個大的電力系統，如果缺少適當的繼電保護裝置，則它們就不可能保證正常的安全運轉。

第2節 對繼電保護裝置的要求

一般情況對繼電保護裝置有四項基本要求：

- 一、選擇性；
- 二、動作迅速；
- 三、靈敏性；
- 四、可靠性。

一、選擇性

当某一电力設備發生故障時，繼電保護裝置通過遮斷器，只切斷發生故障的部分，这种動作叫選擇性。在这情况

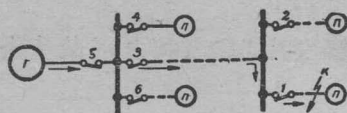


圖 2

下，系統內其他部分不應被切斷而應繼續保持運轉狀態（如圖 2）。

在 K 點發生短路時，短路電流經過 5、3、1 如箭頭所示，按照選擇性條件僅應是在短路地點最近的開關，自動切斷，所有其他開關仍舊閉路即照常工作。

如果當 K 點短路而開關 3 斷路時，雖也能將短路斷開，但由於使正常的線路 3 被切斷了，就使得 3 上的用戶失去電源，這是無意義的，因此，從開關 3 斷路是無選擇性的。

然而，對選擇性條件的要求，不可不將備用保護裝置動作的可能性預計在內，如圖所示， K 點短路而開關 1 因某種原因而未能自動斷路時，則根據短路電流的電路開關 3 側保護裝置的動作是備用性的，它的動作雖不能認為是有選擇性的，但是正確的。因為當開關 1 不動作而開關 3 動作並使短路斷路時，這樣就可以只使最少數的用戶失去電源，多數的用戶不受短路影響。

二、迅速動作

在任何情況下，對繼電保護裝置的要求，都應是迅速動作，現舉幾點基本要求來分析動作應怎樣迅速。

(1) 縮短切斷故障部分所需的時間，就能提高系統內發電機並列運轉的穩定性，而消除電力系統內最嚴重的停

电事故。

(2) 加速切断故障部分,可以减少在短路时因电压降低而对用户的影响。如使用水银整流器的用户因电压降下 70%, 所用整流器灭弧而不能工作。此外,电动机迴轉力矩降低对灵敏用户(如紡線廠)影响也很大。

(3) 加速切断故障部分,能减少線路故障部分破損的程度。

例如,减少燒損送电線路的电線和磁瓶的斑璊質,也减少發电机变压器内部燒損程度,因此修復他們,比較快也比較容易。

三、灵 敏 性

希望保護裝置甚至在被保護設備的最末端發生最不利的故障時,也能反應動作,也就是說,儘可能灵敏些;但由另一方面來看,它是用來專門防止事故的裝置,在電力系統正常運轉時,或者是不危險的過負荷時,它不應該動作。有時在長距離的送電線上發生故障時的短路電流小於正常負荷電流,因此對這樣的送電線路,就不能使用普通的繼電保護裝置,應使用阻抗型保護裝置才合適。

提高保護裝置的灵敏性,常會增加其複雜性,並使其價格昂貴;相反的保護裝置愈不灵敏時,其構造愈簡單而價格也愈低,故根據運行經驗和顧及到技術水平,對於各種繼電保護裝置,在灵敏性方面應規定出最低的要求來,一般的規定灵敏係數約為 2。

四、可 靠 性

繼電保護裝置的動作次數應該很少,例如輸電線的每

一組繼電保護裝置每年平均動作 1—2 次，而發電機及變壓器的繼電保護裝置要更少些，在 10—20 年不超過一次。如果保護裝置失靈而不動作時，時常造成嚴重的不良後果，因為保護裝置失靈，就會使事故發展而擴大，繼電保護裝置拒絕動作一次，或不正確動作一次都會使生產、設備造成嚴重的損失，因此保證可靠的動作（即繼電保護的可靠無誤動作），應該特別引起我們重視。

保證繼電保護裝置可靠性的前提是：

- (1) 保護裝置的結線圖應該是簡單而周密。
- (2) 安裝質量高。
- (3) 裝置元件質量好。
- (4) 正確的運行；整定，校驗。

目前還沒有一種萬能保護裝置能在各種可能的故障下或異常方式下都同樣的很好工作。保護類型及實現方法很多，然而每一類型一般僅能在某種固定的故障下或異常的方式下很好的動作。

現有的保護裝置：有短路保護，接地保護，過負荷保護，低電壓保護及其他保護等。對於具體的電氣設備，採用那種保護較好，這需要根據「繼電保護裝置導則」來決定。

第 3 節 繼電器的常用代表符號

繼電器的常用代表符號，一般都是用一個方塊來表示，上面有一個半圓，有的是方塊上部再加高一些，設想方塊裏放着繼電器的線圈，而半圓裏面是接點系統。繼電器所反應的參數在方塊中用一個字母標誌出來，例如反應電流的繼電器用字母 A （安培）或 I （電流）表示，反應電壓的繼電器用字母 V （伏特）或 U （電壓）表示；接點的表示法是這樣

的,当繼电器動作的時候,它們向下移,而返回到起始位置時,由下向上。

表 1 表示繼电器的兩種最常用的代表符号,第一方案

繼电器的常用代表符号

表 1

順 序	繼 电 器 名 称	常 用 符 号	
		方 案 1	方 案 2
1	接點正常分開的瞬時動作的电流繼电器		
2	接點正常分開的、有机械式動作指示器的、帶有限反時限特性的电流繼电器		
3	接點正常分開的、有机械式動作指示器的、帶电流速断裝置和有限反時限特性的电流繼电器		
4	瞬時動作的电压繼电器		
5	接點正常分開的時間繼电器		
6	有一对正常分開接點的補助繼电器		
7	不利用其接點的指示(信号)繼电器		
8	利用其接點的須用手把它返回到起始位置的指示(信号)繼电器		
9	接點正常分開的功率方向繼电器		
10	接點正常分開的阻抗繼电器		
11	接點正常分開的有制動線圈的差動电流繼电器		
12	接點正常分開的瓦斯繼电器		
13	有一对正常分開接點和一对正常閉合接點的補助繼电器		

是採用國際上常用的符号,第二方案是苏联採用的俄文符号,我國規定應採用第一方案。

第4節 繼電保護裝置的原理

一、電流保護裝置的原理

電氣設備發生短路故障和異常工作方式,一定要或多或少地使電流大量上昇。

反應電流上昇而動作的繼電保護裝置,叫做過電流保護裝置。如果電流上昇而超過某一固定的數值,即 $I_{\text{保護}}$ 保護裝置動作電流的數值時,這種繼電保護裝置便動作,也就是使設備斷路(或作用於警報信號)。這種保護裝置的動作電流,應較被保護設備的額定電流大,否則,在正常工作中,保護裝置將使設備斷路。

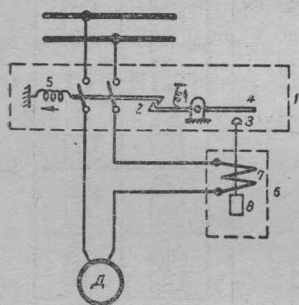


圖3 電動機的繼電保護裝置
A—電動機; 1—自動開關; 2—掛鉤; 3—繼電器掎杆; 4—開關的斷路槓桿; 5—開關的斷路彈簧; 6—直接動作的一次結線式繼電器; 7—繼電器線卷; 8—繼電器的動作部分(鐵心)。

過電流保護裝置的主要元件是電流繼電器,它是反應電流上昇的元件。

最簡單的過電流保護裝置的原理見圖3。

被保護的電動機A經自動開關1與電力網聯結,該開關藉圖中掛鉤2保持通路狀態,欲使此開關斷路,必須從下面擊動槓桿4。彼時槓桿4開始移動,其方向與時針行動方向相逆,槓桿左臂下降掛鉤2解脫,彈簧5即使開關斷路。圖

中繼電器 6 是一個帶可動鐵心 8 和線捲 7 的電磁裝置，鐵心 8 可上下移動，而流經線捲 7 的電流是被保護電動機的電流的。

繼電器經過調整整定，使其在電流達到某一預定的數值時，鐵心即被吸引而上昇，搗頭 3 從下面擊動開關的槓桿 4 而將電動機自動斷路。

上述繼電器的特點，是藉機械力的動作使開關斷路，而線捲則與被保護的設備有電氣聯結，這種繼電器叫做直接動作的一次結線式的繼電器。直接動作式的繼電器須完成比較大的功，以便使開關上卡制着的掛鈎解脫，因此有時不能具備所需的準確性及靈敏性。

由於這種繼電器的線捲絕緣要根據一次回路的全電壓來計算而製造，所以在高壓的設備方面，很少用一次結線式的繼電器，時常採用的是間接動作的二次結線式的繼電器。這種繼電器的線捲，經儀表用變成器與電路聯結。

利用間接動作繼電器的二次電流而動作的過電流繼電器的構造原理見圖 4，在這裏，繼電器 6 的線捲 7，經變流器 8 與被保護的設備聯結。

當電流達到某一預定數值時，鐵心 9 被吸引而上昇，藉此使接點 10 通路。

電流自蓄電池 11 通入電磁裝置 3 的線捲 12 內，這一電磁裝置叫做斷路螺管形線捲（簡稱跳閘線捲）鐵心 13 被吸動而擊動槓桿 4，使開關斷路。開關斷路後繼電器線捲內的電流中斷，鐵心 9 下降而使接點 10 斷路，為了避免繼電器的接點在蓄電池電流（操作電流）斷路時不致燒毀，斷路動作由開關軸上的補助（閉鎖）接點 14 來擔任。這個補助接點在繼電器接點斷路之前已首先斷路，並承擔操作電流。

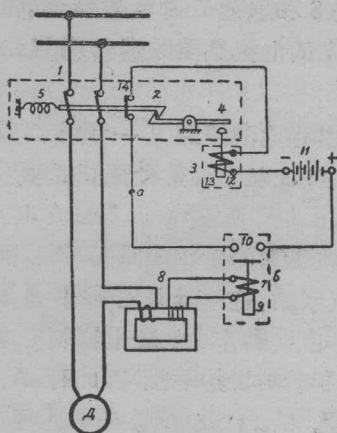


圖 4 利用間接動作的二次結線式繼電器的保護裝置

1—自動開關；2—掛鉤；3—斷路的螺管；4—斷路鎖桿；5—斷路彈簧；6—間接動作的二次結線式繼電器；7—繼電器線捲；8—變流器；9—繼電器的動作部分（鐵心）；10—繼電器的接點；11—蓄電池（操作電流的電源）；12—斷路的螺管形線捲；13—斷路螺管形線捲的鐵心；14—自動開關的閉鎖接點。

保護裝置中過電流保護裝置佔90%以上。

電氣結線圖 5 是表示三相線路的過電流保護裝置的電氣結線原理圖，在此例中，僅在兩相上裝設了過電流保護裝置（兩相保護法）。每一相的保

回路中的熄弧作用，繼電器接點並不擔任斷流動作，故不致於燒毀。

運用間接動作式繼電器的保護裝置，比較運用直接動作式繼電器的保護裝置要複雜些，然而間接動作式繼電器的本身操作接點所擔任的工很輕微，所以在構造方面可以製成比較輕便的裝置，且消耗很小的電力。

過電流繼電器是一種使用最普遍的保護裝置，在發生過負荷及短路情況下欲使設備自動斷路時，均可使用過電流保護裝置。因為，發生這兩種情況時，電流均上升。在所有運行中的繼電保

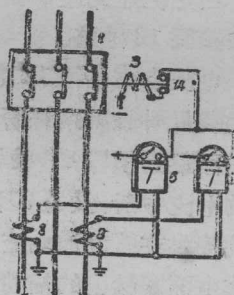


圖 5

護,均用电流繼电器 6 來担任,它經变流器 8 与設備的主电路連接。保護裝置動作時需使開關断路,因此,当电流繼电器動作時,即藉其本身接點經開關的閉鎖接點 14 使螺管線捲 3 的回路通路,圖 4 及圖 5 中的相同元件用同一數字表示。

操作电流的电源(蓄電池)在圖 5 中未表示,一般为了使电气結線圖簡化,僅用 $L + \neg$ 号及 $L - \neg$ 号來表示与操作电流电源連接的地方。

二、低电压保護裝置的原理

所謂低电压保護裝置是这样一种保護裝置,当电压降低到某一預先規定的數值以下時,即行動作(断路或發生警報信号);这一电压叫做動作电压。

低电压保護裝置的主要元件是电压繼电器,它便是用以反应电压下降的元件。

保護電動機用的低电压保護裝置的簡圖見圖 6。

电压繼电器 1 經儀表用变压器 2 与母線联結,母線电压正常時,繼电器接點保持開路,如电压下降至動作电压(或低於動作电压)時,繼电器接點就閉合,使開關断路螺管線捲 3 的回路通路,而使電動机的開關断路。

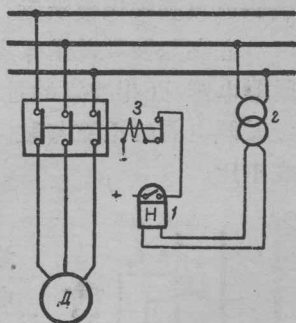


圖 6 電動机的低电压保護裝置結線圖

三、差動电流保護裝置的原理

所謂差動保護裝置,是一种反应电流差額而動作的保