

電機學習題及例題集

Д. А. ЗАВАЛИШИН, М. В. ЛАТМАНИЗОВ

Д. А. ЛОМОНОСОВА, Г. В. МЕРКИН

Е. А. ПАЛЪ, И. М. ПОСТНИКОВ

И. В. САФОНОВСКИЙ, В. И. СЫСОВ

著

陶 楚 良 譯

本書講述繼電保護的基本知識：繼電器的原理及構造，電動機、線路、發電機及變壓器的保護與試驗方法。此種知識為安裝工作人員及從事繼電保護工作的中級技術人員所必需者。同時本書又簡略介紹備用電源之自動合閘裝置、線路的自動重合閘裝置以及保護試驗時所需的儀表器具等。 （蘇聯國家動力出版社）



繼電保護裝置

Релейная защита

В. Е. Казанский 原著

韓承鈞 翻譯

吳競昌 校訂

原出版者：蘇聯國家動力出版社（Госэнергоиздат）

（1950年莫斯科第四版）

燃料工業出版社（北京東長安街燃料工業部內）出版 新華書店總經售

編輯：曾志開

校對：隗家繹 趙迦南

書號：88 * 25開本 * 共248頁310,000字 * 定價：14,000元

一九五三年五月北京第一版（1—10,000冊）

版權所有·不許翻印



錄

譯者的話	1
原著者序	7
第一章 繼電保護裝置總論	9
第1節 繼電保護裝置的目的及其應具備的主要條件	9
第2節 電流保護裝置的原理	12
第3節 低電壓保護裝置的原理	15
第4節 差動電流保護裝置的原理	16
第5節 距離保護裝置的原理	19
第6節 方向保護裝置的原理	20
第7節 高週波(載波)保護裝置	22
第8節 繪製結線圖	23
第9節 試驗保護裝置的一般共同項目	24
第10節 校驗全部結線(使用搖表)及二次結線系統絕緣的試驗	25
第二章 繼電器	31
✓第11節 電流繼電器	31
第12節 過電流繼電器的試驗	44
✓第13節 電壓繼電器	50
✓第14節 電壓繼電器的試驗	52
第15節 輔助繼電器	56
第16節 輔助繼電器的校驗	53
第17節 時間繼電器	53
第18節 時間繼電器的校驗	61
第19節 信號繼電器	63
第20節 特種繼電器	64
第三章 變流器	65
第21節 總論	65
第22節 同極端鈕及極性試驗	68
第23節 變流比及其校驗	70

第24節	伏特安培特性曲線	74
第25節	兩個變流器的比較	75
第26節	校驗變流器是否良好可用	77
第四章	電動機的繼電保護裝置	79
第27節	過電流繼電保護裝置	79
第28節	過電流保護裝置組的整組試驗	87
第29節	低電壓保護裝置	90
第30節	低電壓保護裝置的整組試驗	94
第31節	電磁起動器	94
第五章	自一端供電的線路的繼電保護裝置	99
第32節	定時限過電流保護裝置	99
第33節	有限的反時限過電流保護裝置	106
第34節	輻射式電力網的高速度斷流裝置	111
第35節	保護接地短路的過電流保護裝置	120
第36節	線路保護裝置的試驗	126
第37節	線路的自動重合閘	128
第六章	發電機的繼電保護裝置	136
第38節	帶時限的過電流保護裝置	136
第39節	差動電流保護裝置	141
第40節	差動保護裝置的試驗	143
第41節	接地保護裝置	146
第42節	接地保護裝置的試驗	158
第43節	自動減磁裝置	164
第七章	變壓器的繼電保護裝置	168
第44節	帶時限的過電流保護裝置	168
第45節	高速度斷流裝置	172
第46節	差動式高速度斷流裝置	176
第47節	帶時限的差動式電流保護裝置	183
第48節	帶速飽和式變流器的差動保護裝置	189
第49節	使用帶制動線捲的繼電器的差動保護裝置（比率差動保護裝置）	190

第50節	瓦斯保護裝置	198
第51節	三捲變壓器保護裝置的特點	204
第52節	變壓器保護裝置的整組試驗	205
第53節	發電機與變壓器直接聯接成一機組(發電機變壓器組)的 保護裝置的特點	211
第八章	備用電源的自動合閘	212
第54節	總論	212
第55節	備用電源自動合閘裝置的低電壓保護裝置	213
第56節	備用電源自動合閘裝置內自動合閘部分的結線方法	214
第57節	備用電源自動合閘裝置的結線圖例	219
第九章	保護裝置的操作電流	224
第58節	交流操作電流的電源	224
第59節	直流操作電流的電源	226
第60節	操作電流回路絕緣的監查	228
第十章	試驗保護裝置時所需的儀表及器械	234
第61節	總論	234
第62節	測定電流及電壓用的多種可測範圍的儀表	236
第63節	熱電偶元件	238
第64節	電氣秒錶	239
第65節	調整電流用的器械	241
第66節	調整電壓用的器械	246

電機學習題及例題集

Д. А. ЗАВАЛИШИН, М. В. ЛАТМАНИЗОВ

Д. А. ЛОМОНОСОВА, Г. В. МЕРКИН

Е. А. ПАЛЪ, И. М. ПОСТНИКОВ

И. В. САФОНОВСКИЙ, В. И. СЫСОВ

著

陶 楚 良 譯

本書講述繼電保護的基本知識：繼電器的原理及構造，電動機、線路、發電機及變壓器的保護與試驗方法。此種知識為安裝工作人員及從事繼電保護工作的中級技術人員所必需者。同時本書又簡略介紹備用電源之自動合閘裝置、線路的自動重合閘裝置以及保護試驗時所需的儀表器具等。 （蘇聯國家動力出版社）



繼電保護裝置

Релейная защита

В. Е. Казанский 原著

韓承鈞 翻譯

吳競昌 校訂

原出版者：蘇聯國家動力出版社（Госэнергоиздат）

（1950年莫斯科第四版）

燃料工業出版社（北京東長安街燃料工業部內）出版 新華書店總經售

編輯：曾志開

校對：隗家繹 趙迦南

書號：88 * 25開本 * 共248頁310,000字 * 定價：14,000元

一九五三年五月北京第一版（1—10,000冊）

版權所有·不許翻印



錄

譯者的話	1
原著者序	7
第一章 繼電保護裝置總論	9
第1節 繼電保護裝置的目的及其應具備的主要條件	9
第2節 電流保護裝置的原理	12
第3節 低電壓保護裝置的原理	15
第4節 差動電流保護裝置的原理	16
第5節 距離保護裝置的原理	19
第6節 方向保護裝置的原理	20
第7節 高週波(載波)保護裝置	22
第8節 繪製結線圖	23
第9節 試驗保護裝置的一般共同項目	24
第10節 校驗全部結線(使用搖表)及二次結線系統絕緣的試驗	25
第二章 繼電器	31
✓第11節 電流繼電器	31
第12節 過電流繼電器的試驗	44
✓第13節 電壓繼電器	50
✓第14節 電壓繼電器的試驗	52
第15節 輔助繼電器	56
第16節 輔助繼電器的校驗	53
第17節 時間繼電器	53
第18節 時間繼電器的校驗	61
第19節 信號繼電器	63
第20節 特種繼電器	64
第三章 變流器	65
第21節 總論	65
第22節 同極端鈕及極性試驗	68
第23節 變流比及其校驗	70

第24節	伏特安培特性曲線	74
第25節	兩個變流器的比較	75
第26節	校驗變流器是否良好可用	77
第四章	電動機的繼電保護裝置	79
第27節	過電流繼電保護裝置	79
第28節	過電流保護裝置組的整組試驗	87
第29節	低電壓保護裝置	90
第30節	低電壓保護裝置的整組試驗	94
第31節	電磁起動器	94
第五章	自一端供電的線路的繼電保護裝置	99
第32節	定時限過電流保護裝置	99
第33節	有限的反時限過電流保護裝置	106
第34節	輻射式電力網的高速度斷流裝置	111
第35節	保護接地短路的過電流保護裝置	120
第36節	線路保護裝置的試驗	126
第37節	線路的自動重合閘	128
第六章	發電機的繼電保護裝置	136
第38節	帶時限的過電流保護裝置	136
第39節	差動電流保護裝置	141
第40節	差動保護裝置的試驗	143
第41節	接地保護裝置	146
第42節	接地保護裝置的試驗	158
第43節	自動減磁裝置	164
第七章	變壓器的繼電保護裝置	168
第44節	帶時限的過電流保護裝置	168
第45節	高速度斷流裝置	172
第46節	差動式高速度斷流裝置	176
第47節	帶時限的差動式電流保護裝置	183
第48節	帶速飽和式變流器的差動保護裝置	189
第49節	使用帶制動線捲的繼電器的差動保護裝置（比率差動 保護裝置）	190

第50節	瓦斯保護裝置	198
第51節	三捲變壓器保護裝置的特點	204
第52節	變壓器保護裝置的整組試驗	205
第53節	發電機與變壓器直接聯接成一機組(發電機變壓器組)的 保護裝置的特點	211
第八章	備用電源的自動合閘	212
第54節	總論	212
第55節	備用電源自動合閘裝置的低電壓保護裝置	213
第56節	備用電源自動合閘裝置內自動合閘部分的結線方法	214
第57節	備用電源自動合閘裝置的結線圖例	219
第九章	保護裝置的操作電流	224
第58節	交流操作電流的電源	224
第59節	直流操作電流的電源	226
第60節	操作電流回路絕緣的監查	228
第十章	試驗保護裝置時所需的儀表及器械	234
第61節	總論	234
第62節	測定電流及電壓用的多種可測範圍的儀表	236
第63節	熱電偶元件	238
第64節	電氣秒錶	239
第65節	調整電流用的器械	241
第66節	調整電壓用的器械	246

原 著 者 序

繼電保護的技術在蘇聯得到迅速的發展，其迅速的程度使不久以前在1948年所出版的這本書的第三版的內容很多已經過時。

最近的幾年中，蘇聯在這項技術方面所進行的一些研究工作，使蘇聯的繼電保護經驗在世界上佔據了第一位，使它成為最先進者。

應當指出來，這些新的成就不僅涉及繼電器的構造，保護的原則、原理及結線方法，同時也涉及保護裝置的運行方法。

黨及政府高高地評價了蘇聯的繼電保護工作者的工作：1950年И. И. 索羅維約夫、Г. И. 阿達別闊夫、В. Л. 法布利勘特、М. И. 察達夫、Я. М. 斯莫羅金斯基、И. Н. 波波夫及В. М. 伏爾闊夫等專家及科學工作者們，由於在繼電保護的技術方面有了傑出的供獻，都榮膺了斯大林獎金。繼電保護技術的巨大進展與成就，促進了重新審查本書全文的必要，載於其中的很多資料已需徹底改編。然而，準備再版本書的期限，同時又受到了限制，因此沒能將所應修正的及補充的全部資料都列入到再版的書內。例如在敘述繼電保護的儀器中，雖然製造工廠生產了不少新式構造的繼電保護裝置，但幾乎任何更改的資料均未列入。許可這樣作的部分原因，也是因為繼電器構造的敘述乃係有關試驗方法各章的前言和補充資料，同時以前所敘述的一些構造，在目前還廣泛地運用在各發電廠及電力網內。

這本書仍為擔任繼電保護運行工作的熟練技工及中級技術人員在實際工作中參考之用。內容重點依然偏重在過電流保護裝置的各種變化及修正方面。這次再版的內容增加了一些，主要地是因為詳細地講述了保護裝置的試驗方法，和蘇聯工作者所研究成功的一些新的過電流保護裝置所致，這些新的過電流保護裝置，目前在蘇聯

得到廣泛地運用。屬於這項內容者，例如，過電流接地保護裝置，使用速飽和式變流器的差動保護裝置，在不動的渦輪機下試驗發電機保護裝置的方法，用交流電壓試驗二次結線的絕緣方法，以及其他等等。

著者向 И. И. 索羅維約夫、А. М. 費多謝也夫、Б. И. 沙巴達士等同志對1948年版所提供的意見表示謝意，同時也感謝 М. М. 列別捷夫、М. Р. 沙比羅、А. З. 克利捷夫斯基、П. К. 飛意斯特等同志閱讀本書後所提供的一些寶貴建議。所有讀者們的意見及希望，請寄往蘇聯「國家動力出版社」：莫斯科，水閘河岸街10號（Шлюзовая набережная, Д.10）。

第一章 繼電保護裝置總論

第 1 節 繼電保護裝置的目的及其應具備的主要條件

繼電保護是一種裝置，當某一電氣設備發生故障時，或處在對於該設備有危險的異常工作方式下時，能預定地自動地將該設備的電路切斷。斷路動作由開關來擔任，但受繼電保護裝置自動操作的支配，也就是說，不需要維護設備的工作人員來操作。

此外，當電氣設備處在異常的工作方式下時，有時用繼電保護來擔任警報信號的作用。

在電氣設備方面，可能發生各種故障和各種異常的工作方式，但比較最危險的是短路。

當發生短路時，有很大的電流從發電機流向故障處，設備容量大時，短路電流可達數萬安培。這電流幫助故障很快地發展，此外，並可能使位於電路中的良好元件遭受到損害。

短路時，電力網路的電壓或多或少地大量降低，因此影響很多用戶的工作（電燈發暗，電動機停轉及其他類似情況）。電壓降低時，發電廠的發電機可能失去同期（解列），結果影響大部分或所有全部用戶的供電。因此，當發生短路時，保護裝置應保證儘可能迅速地使發生故障的電氣設備元件斷開。僅有藉最迅速斷路的方法，才能迅速地遮斷短路電流，免使所有設備的工作遭受嚴重的影響，並避免對已受損害的元件擴大損害。在任何時候，均希望短路能夠瞬間地被切斷，因為延長時限即使一秒鐘，也時常會造成很嚴重的後果。

然而也有一些故障，特別是異常的工作方式，並不一定需要迅速地使電氣設備斷路，甚至迅速斷路是有害的。例如：負荷電流過載時，即不一定需要瞬間斷路。任何電氣設備均容許在某一規定的

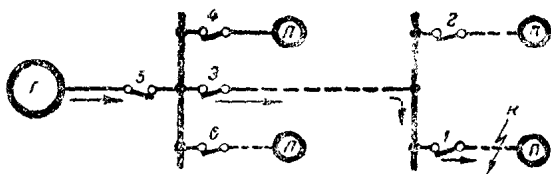
時間內担載過負荷，這時間與過負荷倍數有關，也就是說，與表示過負荷電流較正常電流大多少倍的數值有關。例如：容許發電機及電動機在兩分鐘內担負一倍半的過負荷。實際上，在異常工作方式下延攔斷路時，時常可以避免停電的發生。過負荷常常在容許的時間期限內及斷路之前已經消失。因此，處理保護裝置的動作時，規定在過負荷情況下給予一些時限，而且時常不使它操作斷路，而僅發出警報信號。

這樣，動作時間（時限）對於繼電保護裝置說來是一個很重要的指數。任何類型的繼電保護裝置，在時限方面均應完全合於規定的條件。

另一個重要的條件，是在發生故障時要求保護裝置保證僅將帶故障的元件切斷。所有其他元件，如在帶故障的元件被切斷後仍能正常工作，均不應使之斷路。這種條件叫做選擇性，保護裝置照例應當有選擇地動作。

例如第1圖所示的電力網路中，在K點發生短路時，短路電流經過開關5、3及1，如箭頭所示。依照選擇性條件，僅應位於短路地點最近的開關1自動斷路，所有其他開關仍應閉路。

如果當K點短路而開關3斷路時，則雖亦將短路斷開，然使正常的饋電線3也無意義地被切斷，並使饋電線3上的用戶失去電源。這樣，失去電源的用戶數量要比因K點短路而開關1斷路時多。因此，在所示例中，使開關3斷路是無選擇性的（不選擇）。在所示例中，僅當開關3及開關1之間的一段線路，或開關3及開



第1圖 保護裝置動作選擇性的原則圖

Г—發電機；Π—用戶。

關2之間的一段線路發生短路，而保護裝置使開關3動作時，方能認為有選擇性，因為此時開關3是距離短路處所最近的一個開關。

然而，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。例如：當K點短路而開關1因某種原因未能自動斷路時，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選擇性的，然而正確的，因為當開關1不動作而開關3動作並使短路斷路時，可以使最少數的用戶失去電源。

第三個條件是靈敏度。希望保護裝置甚至在發生很小的故障時亦能反應動作。也就是說，儘可能靈敏些。靈敏度愈大時，使故障在發展階段開始時即行斷路的保證也愈大，這樣就可以縮小損害範圍，並減少對正常無故障電氣設備的工作所起的影響。然而，欲提高保護裝置的靈敏度時，時常需要使其複雜化，並使其價值昂貴。相反地，保護裝置愈粗糙而不靈敏時，其構造愈簡單而價廉。

故此，根據運行經驗和顧及到技術水平，對於各種繼電保護裝置，在靈敏度方面應規定出最低的要求來。採用較所需要的靈敏度更高的保護，僅在個別情況下才適當，如果這些個別情況在不能遵守時限條件方面及選擇性條件方面均無何關連時，同時，保護裝置的價值也不因之昂貴，或不致於因電氣結線圖複雜而使可靠性降低。

繼電保護裝置是一種自動的裝置，它的動作次數應當很少。例如：輸電線路的每一組繼電保護每年平均動作1—2次，而發電機及變壓器的繼電保護則更要少些——在15—20年之間不超過一次。然而，保護裝置失靈而不動作時，時常造成很嚴重的後果，因為將要使事故發展而擴大。繼電保護裝置拒絕動作一次，或不正確地動作一次，可能在人民經濟中造成很嚴重的損失，其價值可達數十萬，甚至數百萬盧布。因此，動作可靠性的保證，也就是使繼電保護可靠無誤地動作，此點應受到很大的重視。

保證繼電保護可靠性的前提是：簡單的且詳細考慮的電氣結線

圖，可靠而質量高的安裝，保護裝置個別元件的高等品質，以及正確地運行。正確地整定保護裝置，和有規律地校驗及試驗保護裝置也是很重要的。

需要知道，目前還沒有一種萬能的保護裝置，使其善於在各種可能的故障下及異常的工作方式下均同樣很好地動作。

保護裝置的類型及實現方法很多，然而每一類型，一般僅能在某一種固定的故障下或異常的工作方式下來很好地動作。

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，採用那些種保護，需根據「繼電保護裝置導則」來決定。然而任何經單獨的開關與電力網連接的電氣設備，必須具備短路保護裝置，因為短路是最時常發生的，且在所有故障中是最危險的一種。

第 2 節 電流保護裝置的原理

很多電氣設備的故障和異常工作方式，可以在電流上升時產生。例如：發生短路時，一定要或多或少地使電流大量上升。

反應電流上升而動作的繼電保護裝置，叫做過電流保護裝置。如果電流上升而超過某一固定的數值，即「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）。顯然，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。

過電流保護裝置的主要元件是電流繼電器，它便是反應電流上升的元件。

最簡單的過電流保護裝置的原理可見第 2 圖。

被保護的電動機 A 經自動開關 1 與電力網連結，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