

50103

基本館藏

苏联 Г. И. 阿塔別闊夫著

高压电力網的 繼电保護裝置

上 册



電力工業出版社

5
16
7

75394

苏联 Г. И. 阿塔别阔夫著

高压电力網的 繼电保護裝置

下 册



電力工業出版社

95
46
8



統一書號：15036·292

定價 1.10 元

高压电力網的繼电保護裝置

上 册

苏联 Г. И. 阿塔別闊夫著

李惠亭 王祖澤 張鍾俊譯 賀家李校訂

電力工業出版社

高压电力網的繼电保護裝置

下 册

苏联 Г. И. 阿塔別闊夫著

李惠亭 王祖澤 張鍾俊譯 賀家李校訂

電力工業出版社

內 容 提 要

本書討論繼電保護裝置電路中暫態過程的計算原理和對稱分量過濾器的計算方法，並敘述各種最新型式的快速動作保護裝置。

本書讀者對象主要為從事於繼電保護專業方面的學生、工程師和研究生。

Г. И. АТАБЕКОВ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЕЙ

根據蘇聯國立動力出版社1949年莫斯科版翻譯

書號 286

高壓電力網的繼電保護裝置

七 冊

李惠亭 王祇澤 張鍾俊譯 賀家李校訂

*

電力工業出版社出版（北京前門外大街26號）

北京市書刊出版業營業登記證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

編輯：杜全恩 校對：趙迦南

850×1092 $\frac{1}{4}$ 開本 * 7張印張 * 173千字 * 定價（第8類）1.40元

一九五六年二月北京第一版第一次印刷（1—3,100冊）

內 容 提 要

本書討論繼電保護裝置電路中暫態過程的計算原理和對稱分量過濾器的計算方法，並敘述各種最新型式的快速動作保護裝置。

本書讀者對象主要為繼電保護專業方面的高等學校師生、工程技術人員和研究生。

Г. И. АТАБЕКОВ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЕЙ

根據蘇聯國立動力出版社1949年莫斯科版譯

高壓電力網的繼電保護裝置

下 冊

李惠亭 李祖澤 張鍾俊譯 賀家全校訂

電力工業出版社出版 (北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：杜全恩 校對：趙迦南

850×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 6 1/8 印張 * 140 千字 * 印1-6, 100冊

1956年4月北京第1版第1次印刷

定價 (第10類) 1.10元

序

以繼電保護作為專業的工程師們必然遇到範圍牽涉得很廣的問題。保護線路的設計，各種類型繼電器的構造，保護裝置的運行——所有這些都不可避免地需要對電路（直線性的和非直線性的）理論、短路電流的計算技術、電工儀表製造理論、高頻技術、電氣自動裝置等作深入的研究。

以現代電工最新穎成就為基礎的繼電保護的急劇發展和改善，要求繼電保護專家們在繼電保護和它的有關領域內經常地補充和加深他們的知識。

在本書中，作者系統地介紹了關於解決高壓電力網繼電保護方面一系列問題的經驗。第一章是屬於輔助性質的。其餘各章可以不按章次地進行閱讀。

本書的主要內容是敘述蘇聯在 110-220 仟伏輸電線路繼電保護技術方面的成就和最近十年左右在繼電保護方面所進行的工作。在書中還刊出作者在熱電設計院研究出來的某些結果，以及作者近年來與技術科學領士斯摩羅勤斯基（熱電設計院）和米庫茨基（中央電工研究所）共同研究的某些結果。

本書主要的讀者對象是繼電保護專業方面的工程師、研究生和學生。本書並不包括高壓電力網繼電保護的全部技術，特別是：並聯線路、小電流接地系統、具有分支的線路以及應用單相切除故障系統等的某些特殊問題，都沒有涉及。這些問題以及其他的某些問題，需要單獨的討論。

作者對契爾諾勃羅沃夫同志在校閱手稿時提出的一系列寶貴意見，表示深切的謝意。

Г. И. 阿塔別關夫

目 錄

序

引 言	1
第一章 集中參數直線性電路中暫態過程的一般分析方法	5
1-1. 電壓源和電流源。極性和正方向	5
1-2. 積分-微分方程	10
1-3. 運算微積分法。起始條件的利用	13
1-4. 重疊原理、補償原理和戴維南定理	22
1-5. 複合序網對不對稱短路暫態過程計算的應用	27
第二章 電流互感器次級電路中的暫態過程	32
2-1. 問題的提出	32
2-2. 不計飽和時電流互感器中暫態過程的分析	34
2-3. 計及飽和時計算暫態過程的各種方法的分析	41
2-4. 應用電流互感器微分方程的數字解答法進行勵磁電流的計算	48
2-5. 交替磁化影響的考慮	57
2-6. 剩磁感應影響的考慮	61
第三章 功率方向機構	71
3-1. 三相三元件的功率方向機構	71
3-2. 三相單元件(圓筒式)的功率方向機構	84
3-3. 反應於總電流和電壓的單系統功率方向機構	85
3-4. 逆序或零序的功率方向機構	89
第四章 距離保護裝置	92
4-1. 距離保護原理	92
4-2. 阻抗和電抗繼電器	94
4-3. 在一端供電時, 距離繼電器測量值的分析	101

4-4.	在一端供电綫路中發生三相短路時，各相过渡阻抗大小不等的影响	109
4-5.	在兩端供电時，短路點过渡阻抗的影响	114
4-6.	在保護裝置安裝地點和故障點間變壓器的影响	116
4-7.	在保護裝置安裝地點和故障點間的助增电流及外汲电流的影响	118
4-8.	电流補償和电压補償	119
4-9.	当兩相接地短路時，过渡阻抗数值不等的影响	129
4-10.	平行綫路距离保護裝置的特性	134
4-11.	三系統的距离保護裝置	138
4-12.	單系統的距离保護裝置	158
4-13.	在暫态过程中快動作距离繼电器的動作	184
4-14.	由變压器低壓方面供給歐姆計电源	189
4-15.	多相歐姆計	194
第五章	在振盪時保護裝置誤動作的防止	198
5-1.	在振盪時容易誤動作的保護裝置	198
5-2.	在振盪時歐姆計測量值及方向機構接綫端上功率算式的分析	201
5-3.	在振盪時防止保護裝置誤動作的裝置	208

目 錄

第六章 对称分量过滤器	231
6-1. 概述	231
6-2. 初步理論	232
6-3. 过滤器類型及对过滤器的要求	237
6-4. 基本關係式	239
6-5. 电压过滤器和电流过滤器的相互变换	242
6-6. 过滤器的内部接綫圖和矢量圖	254
6-7. 过滤器計算的一般方法	256
6-8. 过滤器綫路的比較	261
6-9. 被採用的各型过滤器的算式	262
6-10. 繼电器参数的計算	267
第七章 相差動高頻保護裝置	269
7-1. 保護裝置的原理与它的發展	269
7-2. 國產相差動保護裝置	276
7-3. 美國的相差動保護裝置	283
7-4. 瑞典的相差動保護裝置	291
7-5. 法國的相差動保護裝置	296
7-6. 結論	302
第八章 高頻方向保護裝置	303
8-1. 保護裝置的發展	303
8-2. 在各相中有功率方向机构的現有高頻保護裝置的 特性	305
8-3. 对現代高頻保護裝置的基本要求。过滤器式保護 裝置的優點	313
8-4. 具有把功率方向机构从逆序切换到順序的过滤器 式高頻保護裝置	316

8 5. 瞬時兩端測量逆序功率的快動作過濾式高頻保護裝置	329
8 6. 整流式方向高頻保護裝置	331
8 7. 高頻保護裝置的備用保護	341
8 8. 總結	342
第九章 長距離重負載輸電綫路的保護	343
9 1. 長距離重負載輸電綫路保護裝置的設計原理	343
9 2. 長距離綫路保護裝置實際製作中的一些數據	356
9 3. 長距離綫路輸入阻抗圖	358
9 4. 在不对称短路時長距離綫路的輸入阻抗	373
第十章 110—220 千伏 母綫的保護	373
10 1. 統計資料	373
10 2. 在母綫差動保護裝置電路內的不平衡電流	382
10 3. 具有高次諧波掣動的母綫差動保護裝置	383
10 4. 採用互感綫圈的母綫差動保護裝置	392
10 5. 採用帶有助磁的變壓器的母綫差動保護裝置	393
10 6. 結論	397
附錄1. 可以採用阻抗保護的綫路最小長度的求法	399
附錄2. 在接地短路時須將保護相間短路的單系統 阻抗保護裝置閉鎖的必要性的檢查	401
附錄3. 在並聯綫路的一路上發生接地短路時歐姆 計接綫端上電抗測量值的算式	403
參考文獻	

引 言

在僅僅有三十多年歷史的年輕的电工領域內，繼電保護技術佔據了近代電力系統運行中的一個極重要的位置。

動力工程對繼電保護技術提出了新的和更新的任务，繼電保護技術也伴隨着動力工程的普遍進步而向前發展。

動力系統容量的日益增長，高壓電力網的擴展，電力系統在短路時發生的非常複雜現象，不斷斷供電責任的提高——這些都要求全世界的電力工人和工程師們對故障現象的研究、計算方法的擬定、對能保證迅速將短路局部化並消除掉的新型保護原理的創造及新型繼電器的製造等，進行更富有創造性的工作。

由於和現代电工其他有關領域（电工材料、高壓技術、电工量計、電子學）的發展具有不可分割的聯繫，繼電保護已在比較短的時期內成長為一個廣大的工程領域，包含着各種性質問題的綜合。

在偉大的衛國戰爭以前的一段時期內（1930—1940年），繼電技術的發展是飛速猛進的。

新型的繼電器構造、新的保護綫路和保護原理，不斷地豐富了蘇聯和其他國家的動力系統和繼電器工業。繼電保護技術在這一時期內主要的發展方向如下：

1) 由慢動作的繼電器和斷路器演進到快動作的繼電器和斷路器；

2) 由靈敏度不高的保護裝置演進到高度靈敏的保護裝置；

3) 開始在發電廠和變電所的電氣部分中應用自動化裝置。

在這一時期內，蘇聯繼電保護裝置方面的研究中心，是在以斯大林命名的哈爾科夫機電製造廠、以斯摩羅夫教授命名的高壓

實驗室(在 1938 年以前)、技術改進總局、熱電設計院莫斯科分院以及蘇聯的大型動力系統(莫斯科動力系統、列寧格勒動力系統、烏拉爾動力系統等)等處。

在這一時期內，在實驗室中積聚了豐富的研究資料，在短路電流計算和電力系統並列運行穩定度計算方面獲得了很大的進展，在繼電保護裝置的設計和計算方面積聚了豐富的經驗。熱電設計院從 1932 年起開始系統地編制和出版[繼電保護裝置導則]，進行了保護綫路及保護裝置計算方法典型化和標準化的巨大工作。

蘇聯並在這一時期內培養了一批在繼電保護技術領域內具有高度水平的專業基本幹部，它們的勞動又創造了許多新型的繼電器和新的繼電保護綫路。

在哈爾科夫機電製造廠內，熟練地生產了許多類型的繼電器；該廠出品的繼電保護和電氣自動化設備的名目，超過了其他國家任何一個製造廠類似產品的名目。

同時，動力系統繼電保護裝置的運行人員，對新型保護裝置的投入運行進行了很多的工作。

在實現聯共(布)第十八次代表大會關於在發電廠和電力網中廣泛地採用最新的動力工程技術和主要生產過程的自動化的決議期間內，在繼電保護和電氣自動化的領域內獲得了很大的進展。在這一時期內，按發電廠人民委員會技術司提出的任務，在運行中開始大量地採用保證電力系統穩定及連續運轉的速動保護裝置和電氣自動裝置。同時，哈爾科夫機電製造廠採用了熱電設計院和其他機關的標準設計，開始供應成套的保護裝置。

主要是為了保證電力系統可靠運行而進行的改善保護裝置和創造新型繼電器的富有成果的事業，因衛國戰爭而暫時中斷。

應該特別指出的是在戰爭狀態下敵方空襲時(莫斯科動力系統，列寧格勒動力系統，高爾基動力系統，雅羅斯拉夫里動力系

統等)，在封鎖時（列寧格勒）、在容量和高压電力網急劇增加時（烏拉爾，克蔑洛沃，烏茲別克斯坦）繼電保護裝置運行人員勝利的工作。

在蘇聯聯合動力系統繼電保護科的活動中，近年來最重大的事件是動力系統繼電保護裝置與各類型的系統自動裝置的結合使用。三相和按相自動重合閘，分段聯絡開關的自動重合閘，備用電源的自動投入，自動減載，自動電壓調整、複式、激磁以及電力系統其他類型的自動裝置，都與現代繼電保護裝置具有密切的關係，因而也列入了繼電保護工作者的工作範圍中。

繼電保護技術和動力系統自動化在戰後的時期內，也有了進一步的發展。在發生過戰爭或曾被敵人侵佔過的區域（斯大林格勒、頓巴斯、羅斯托夫、第聶伯水力發電站），進行了巨大的工作來恢復其中的繼電保護裝置。

在蘇聯的動力系統中，已大規模地採用快動作的保護裝置和電氣自動裝置。

同時為了完成在恢復和發展蘇聯國民經濟的五年計劃的法令中向蘇聯電力工作者提出的任務，特別是與繼電保護和電氣自動化有關的任務，需要動力系統、製造廠和科學研究機構工作人員的共同努力。

在蘇聯的許多機關（中央電工研究所，熱電設計院，技術改進總局等）、製造廠和動力系統中，展開了創造新的保護原理和新繼電器的工作，也展開了進一步採用新技術和改善運行方法的工作。

蘇聯電站部所屬動力系統中，繼電保護動作的統計數字証實了保護裝置正確動作的百分比，是在一直不斷地逐年增加：1944年——97.8%，1945年——98.4%，1946年——98.9%。

依據美國文獻中發表的統計數字，美國某一巨型動力系統中保護裝置正確動作的百分比，四年運行期間的平均數是97.5%。

依据英國聯合高压輸電系統 1946 年發表的數字，繼電保護正確動作的百分比如下：1943 年——93.2%，1944 年——93%，1945 年——94%。請注意，其中保護裝置的大多數誤動作是由於空投炸彈爆炸時的衝擊和振動（1941 年有 19 次，1942 年有 4 次，1943 年有 11 次）。保護裝置誤動作很大的百分數是由於工作人員的誤操作（主要在用戶方面）。

比較了蘇聯和其他國家繼電保護的運行，可知蘇聯繼電技術的優越性：在戰爭狀態下保證了蘇聯繼電器製造的發展，而在動力系統艱難的運行情況下，保證了繼電保護裝置正確動作具有較高的百分比，並保證了由於繼電保護機關的過失而造成的電能供應缺額極小。特別由於在蘇聯某些可能受到轟炸的動力系統中採用了特種措施，由炸彈爆炸產生的接點振動而致的繼電器誤動作情形，已變成稀有的了。

1946 年在巴黎召開的國際高压電力網會議中，聽到了一系列有關繼電保護技術的報告。這會議中其他國家動力系統繼電保護方面的代表所得到的結論，再一次地証實：蘇聯繼電保護工作人員所採取的基本方向，無論在戰時或戰後都是正確的，並在一系列的情形中較其他國家的優越。

從蘇聯在繼電保護技術和動力系統自動化的領域內所獲得的巨大成績，可以斷定：蘇聯繼電保護的專家們，一定能解決擺在他們面前的新的任務，並能保證繼電保護技術在自己的國家裏得到進一步的發展。

第一章 集中參數直線性電路中 暫態過程的一般分析方法

1-1. 電壓源和電流源。極性和正方向

繼電保護裝置的設計及其動作的分析，一般而論，是以對電壓值、電流值和其間的相角具有明晰的概念為基礎的。祇有在最簡單的情形中（過流保護、低電壓保護）才可以不計相位關係而只滿足於電流值或電壓值。在極大多數情形中，保護裝置的作用與引到繼電器上的各個電工量（各個電流、各個電壓以及其他同時引到的電工量）間的相位關係有關。

講到相位關係，我們是指在某種情形中三相電力系統穩定狀態下的相位關係，這時電流和電壓的自由分量假定不存在。電力系統任一工作情況以及短路經過某些時間後、足夠使電流的自由分量已經抵達極小的數值時的情況，都可屬於此種穩定狀態。在這些情形中，電流和電壓都是對時間的正弦函數，因而繼電保護綫路一般地就可應用矢量圖或電流和電壓瞬時值的曲線來進行分析。

現代的快速動作保護裝置，除了須計及電路強制狀態的電流外，還須知道由這一電路微分方程所決定的電流的自由分量。

在列出和求解被研究的電的過程的微分方程時，以及作出各量的矢量圖時，都須考慮到電源的規定極性（變壓器、繼電器）、的極性、以及選定的電流正方向。

在三相初級回路中的電源，通常是一些在各種工作電流下、內電勢數值和波形幾乎維持不變的發電機。這種電源稱為電壓源。電壓源的內阻抗，和與它串聯在一起的外電路的阻抗比較起來，通常是不大的，因而可以合併計算在後者中，或在某些情形