

苏联电業工作者合理化建議彙編

繼 电 保 護

电 3

中華人民共和國電力工業部技術司編譯

電力工業出版社

根据苏联电站部技術改進局所編的「合理化建議」小册子，我們將其適合於我國具体情况的陸續選擇譯出。这些建議包括对發電廠及电力網設備的檢修、运行及設備改進。其內容簡單而具体，我國的許多單位可以馬上运用，是我們學習苏联先進經驗很好的資料。

我們希望全体电業職工应結合具体情况充分利用这些資料，並發揮羣众的智慧，鑽研工作，踴躍提出我們自己的合理化建議，以提高檢修、运行及設備改進工作。

中華人民共和國電力工業部技術司

目 錄

1. 檢查繼電器及电气儀表用的成套裝置·····	3
2. 簡化同期調相機及發電機的縱聯差動保護裝置的 全部檢驗·····	8
3. 在一次結綫中不進行倒閘操作而檢驗运行中的 綫路的保護裝置·····	12
4. 確定電力方向繼電器的內部相移角用的表·····	14
5. 提高 ИМ-140 型電力方向繼電器的灵敏度·····	18
6. 提高平行綫路平衡保護裝置的可靠性·····	18
7. 自動重合閘時，加速 ПЗ-156 型保護裝置振盪 閉鎖裝置的返回·····	20
8. 提高 ЭВ-180 系列時間繼電器工作的準確性·····	21
9. ИТ-80 系列繼電器的改造·····	22
10. ЭТ型繼電器動作的机械指示器·····	24
11. ПГ-22 型及其他型瓦斯繼電器的改造·····	27
12. 將複數由代數式化為指數式以及还原用的計算圖·····	31
13. 接地電流大的 110 及 220 千伏雙回路輸電綫中 確定故障點距離的方法·····	34

1. 檢查繼電器及电气儀表用的成套裝置

莫斯科電業局第六熱電中心廠所採用

為了在試驗室裏加速繼電器及电气儀表的檢查工作，

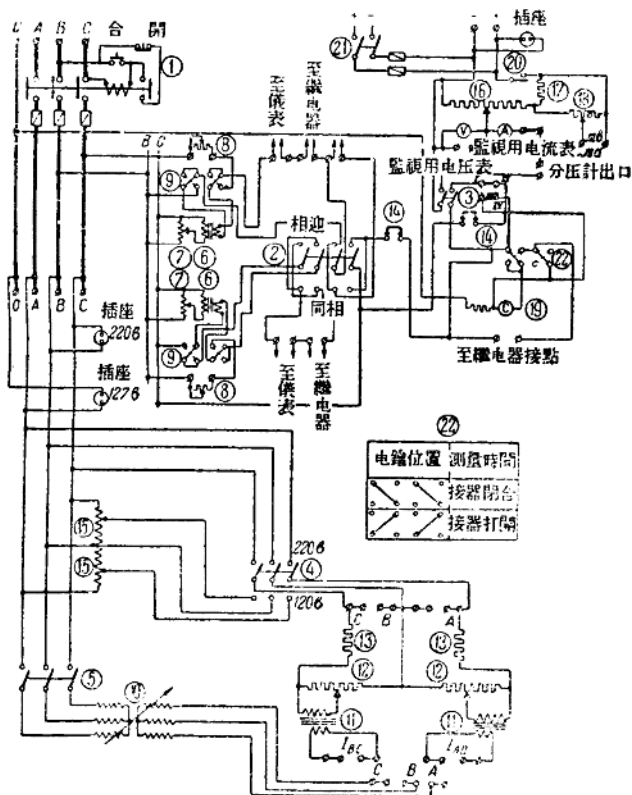


圖 1 檢驗繼電器及儀表用的試驗台線路圖

М.И.古明耐提出了一个固定試驗台的結綫圖，該試驗台能够迅速組成各种交直流电源的試驗結綫圖，同時該台能够保証各电气數值有很大的調節範圍(圖1)。

試驗台結綫圖由下列各部分組成：

(1) 电流負荷盤

該結綫圖用於調整电流繼电器，並且使电流能均勻地由0.5安調節到100安。

繼电器或儀表电流綫圈中的电流，可以由電網經過負荷电阻器8，或是由負荷变压器6(帶有用來均勻地調節电流的ЛАТР-1型自偶变压器7)供給。

由变压器所得的电流值決定於該变压器的容量、二次电压值以及接在負荷回路中的繼电器的阻抗值。本結綫圖中所採用的是220/12伏、容量300伏安的安全变压器。

大多數型類的电流繼电器都能够从这些变压器得到達100安的电流。

由变压器的供电結綫圖換接为电阻器的供电結綫圖是用兩個扭把開關9來實現的。

为了在保護範圍內或保護範圍外發生短路的模拟情況下檢驗差動繼电器(例如РНН繼电器)，在本結綫圖中有一換接開關2，利用該換接開關就能够在繼电器中得到相迎方向的电流或同向电流。

为了檢驗繼电器或变压器的同一性，結綫圖中考慮了在一个負荷变压器的回路中能够接入兩個变压器或是兩個繼电器。为此，換接開關2就要閉鎖。這時如果主開關1(电磁起動器)为閉路，电流就通过上部六个端鈕，这些端鈕上連

接着被檢驗的繼電器(或變壓器)及監視儀表。

：可以利用變阻器的供電結綫圖來檢驗感應電流繼電器，這些繼電器的特性曲綫受電流曲綫形狀變化的影響。

(2) 電力調節盤

為了檢驗電力表和電力方向繼電器，在試驗台上設有一個能均勻調節達 10 安電流的三相結綫。通入該盤的為三相電流(A, B, C)，其電壓為 220 伏或 120 伏。電流的均勻調節是利用分壓器 12 (各為 600 歐)在變壓器 11 (安全變壓器 220/12 伏)的高壓側進行的；此分壓器通過各為 150 歐的固定電阻 13，用換接開關 4 與 220 伏或 120 伏接通。電阻 13 是為了當檢驗電力表時限制電流在 10 安以下。

三相對稱負荷電流能夠在 0.5—30 安的範圍內均勻地調節。這可以用來檢驗和調整正序電流濾波器或負序電流濾波器。

該結綫圖還適用於 5 安培儀表的分度工作，因為它可以足夠均勻地調節電流。

為了得到 120 伏三相電壓，結綫中用了兩個 AOCX-0.3 型 300 伏安、220/120 伏的自耦變壓器。這些變壓器的結綫方式為開口三角形，接在 220 伏的綫電壓上。這就有可能在試驗台上檢驗額定電壓一般為 100 伏或 110 伏的三相電力表。

如果需要調節電流與電壓間的角度時，可以由相位調整器 10 供給電壓。

作為相位調整器的是帶綫捲轉子的感應電動機，轉子上有蝸輪傳動機構。

當供給靜子的電壓為 220 伏時，則相位調整器的輸出電

压(轉子滑环上的电压)为 90 伏, 这一电压足以檢驗电力表、电力方向繼电器和配电盤的相位計。相位調整器係用刀閘 5 接通。

(3) 直流盤

直流盤上有兩個分压器, 可以得到 0—110 伏的电压, 也可以得到小电流和小电压 (0—500 毫安和 0—500 毫伏)。

作为主分压器 16 的是 375 歐、1.5 安的变阻器, 用刀閘 20 可以使該分压器断開。

为了要得到小电流和小电压 (檢驗直流毫伏計和毫安計時), 在分压器的供电回路中联接着一个固定电阻 17 (2 歐)。分压器 18 (300 歐) 与該电阻並联, 該分压器的輸出端供电給被檢驗的直流毫安計和毫伏計。

主分压器的輸出回路中經常接有直流安培計和伏特計, 用以測量 1.5 安以下的电流和 110 伏以下的电压。

(4) 時間測量盤

該盤与直流結綫圖組合在一起。

在試驗台上利用[电力儀表]工廠出品的振動式秒表來測量時間。

時間測量結綫圖經短路插头 14 与交流 and 直流負荷結綫圖相連接, 短路插头 14 可由換接開關 2 或刀閘 5, 閉合秒表的起動回路。

切換电鍵 22, 就能將秒表供电回路的並联結綫圖改成断開結綫圖 (用以測量各接點至断開前或至閉合前的時間)。在測量中間繼电器的鉄心落下時間時, 盤上的压板要由位置 I—II 移接到端鈕 I—III 及 II—IV 上去。

電鐘 22 的位置要適合於繼電器鐵心落下時的接點工作位置(或為閉合或為斷開)。

(5) 主供電盤

在主供電盤的交流回路中安裝了電磁起動器 1 (20 千伏安)，而在直流回路中安裝了一個兩極刀閘 21。

由該盤引出的有交流端鈕(A, B, C, O)，直流端鈕(正極和負極)以及綫電壓、相電壓和直流電的插銷等。

為了測量開關、各種繼電結綫圖以及其中各時限繼電器的動作時間，H. Д. 基多維提出一個與上述固定試驗裝置相類似的用以測量時間的輕便裝置(圖 2)。

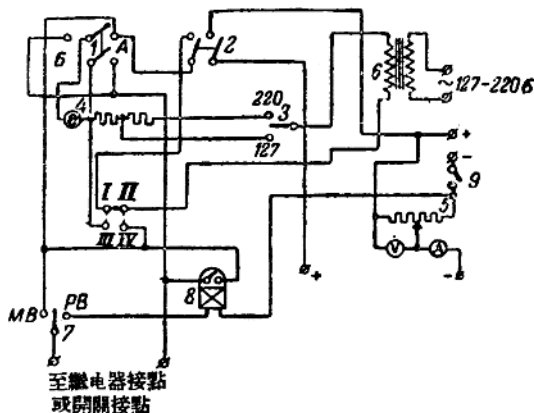


圖 2 測量時限用的輕便裝置的結綫圖

在該輕便裝置中，電氣秒表 4 的起動和繼電器的接通，或對開關的動作(合閘或跳閘)等都由刀閘 2 來進行。換接開關 1 是用作切換時間測量結綫圖，以便測量當繼電器或開關動作於閉合接點(向 A 側)，或打開接點(向 B 側)時的時限。

要把結綫圖換接為測量繼電器鐵心的落下時間時，正如在試驗台上一樣，把壓板由 I—II 的位置換接到 I—III、II—IV 的端子上即可。

輕便裝置中的時間測量結綫圖已經改善，增添了 220/220 伏絕緣變壓器 6 和一個速動電碼繼電器 8 (кодвое реле)。

經過絕緣變壓器 6 向電氣秒表供电，這就有可能在不撤除繼電器接點上直流電壓的情況下，測量時間；同時還可以在不拆除保護接地裝置的情況下，測量開關的動作時間。

若將換接開關 7 切換至 PB 的位置時，使用電碼繼電器 8 可以測量具有自行閉鎖作用的保護裝置及自動裝置動作的全長時間，這種閉鎖作用是由在出口回路中有串聯綫捲的繼電器完成的，換接開關 8 是用來按照引入裝置的電壓 (220 伏或 127 伏) 而換接電氣秒表的。

為了檢驗開關掉閘綫捲及開關合閘用中間繼電器的動作參數，裝設了電位計 5 (用刀閘 9 可以把電位計斷開)、直流電壓表和電流表。

2. 簡化同期調相機及發電機的縱聯差動 保護裝置的全部檢驗

根據 B.A. 哈姆托夫建議，在莫洛托夫電業局採用

檢驗發電機及同期調相機縱聯差動保護裝置結綫是否正確，一般都在停機的狀況下由外部電源供电來進行。這種檢查需要在低電壓固定分接路上耗費大量電力電纜，同時這種檢查也沒有充分的價值，因為這時在一次電流小於額定電流

很多時，不平衡電流已測量了。

為了消除上述缺點，建議採用工程師 B. E. 卡贊斯基所擬定的測量不平衡電流的方法（參看 1953 年 第Ⅴ期 [發送電技術改進局的校整工作及實驗工作]）來檢驗直接與母綫聯接的發電機及同期調相機的縱聯差動保護裝置，該方法中還補充了保護回路結綫是否正確的檢查。同時建議使檢查變流器是否正確及檢查差動保護電流回路的接觸連接是否可靠等工作簡化。

按照圖 3 的結綫圖用按相繪製伏安特性曲綫的方法來檢驗變流器。如此所得的伏安特性曲綫為同一相上兩個變流器的總伏安特性曲綫。

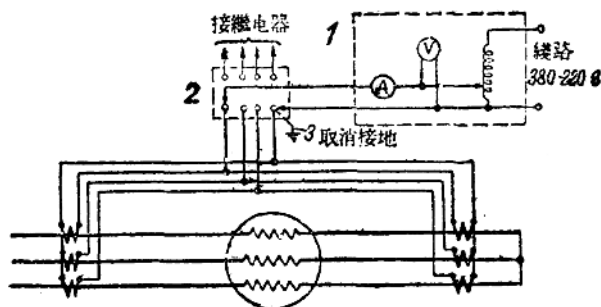


圖 3 按相檢驗變流器的結綫圖

1—繪製伏安特性曲綫用的試驗裝置；

2—繼電器盤上的試驗部件（或試驗端子板）。

在保護裝置的計劃性檢驗時，為了判定變流器是否良好，就要將特性曲綫與以往繪製的特性曲綫作充分的比較。只有在驗收時，才單獨繪製各個變流器的伏安特性曲綫。

用直流電按相測量電阻的方法來檢驗差動保護電流回路

的各接觸點連接是否可靠。按圖 3 的結綫圖進行這一測量，但是這時圖中的試驗裝置 1 改為測量電橋。測量的結果與過去所作的測量比較，經驗說明，這樣測量時，可以十分滿意的發現回路中鬆弛的接點，就像一般測量某相為「—[臂]」的電阻一樣。

根據 B. E. 卡贊斯基所擬定的方法測量不平衡電流，係按圖 4 的結綫圖進行，同時利用發電機或同期調相機的連絡母綫。這時，如果對各相所塗的顏色是否正確有懷疑時，則把靜子的中性點斷開（在進行靜子綫捲絕緣的預防性試驗時，這恰好必須斷開）。

如果設備這樣佈置，即由變流器端鈕側够不到母綫上的 A 點時，則完全允許把電流表接在連絡母綫的 B 點上，但是這時「端」必須移到 B 點上。當電流相當於發電機出綫端發生短路時的週期分量的最大倍數時，進行測量。

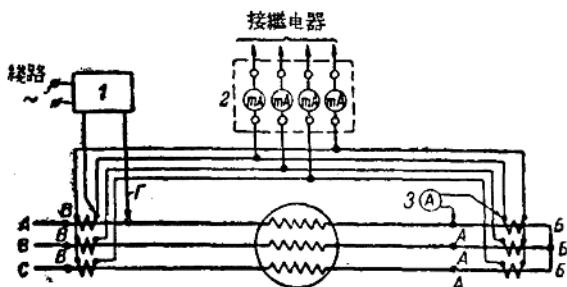


圖 4 不轉動方式下測量不平衡電流的結綫圖

- 1—30—40安培負荷裝置；2—接有毫安計的試驗部件；
3—攜帶式電流計，帶有在不斷開導綫的情況下把該電流計接到連絡母綫上和變流器端鈕上的連接裝置。

如果在保護裝置的電流回路中未作任何換接，可以只進行上述檢驗。

整定試驗時以及在保護回路中作某些更改時，在進行上述試驗之前，要按照圖 5 的結綫圖用〔直流脈衝〕的方法檢查變流器的極性是否正確以及結綫圖的結綫是否正確。檢驗是在電流為 5—15 安時，對三相所有的組合 AB 、 BC 、 CA 進行的。

如果保護結綫圖正確，則當電流回路閉合和斷開時，被檢驗各相的檢流計的指針將發生不大的偏動，這種偏動即所謂〔不平衡脈衝〕。這時，如果變流器有剩磁，則不平衡脈衝在直流電合入兩三次之後，就具有穩定的性質。如果保護結綫圖中有不正確的地方，則檢流計指針的偏動很大。

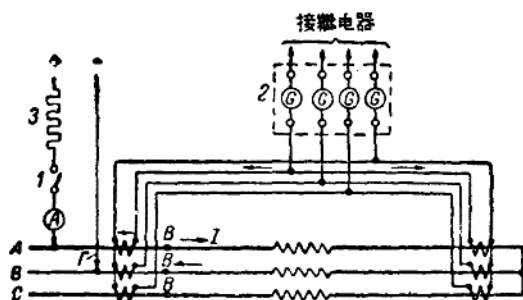


圖 5 用〔直流脈衝〕法檢驗差動保護回路連接是否正確的結綫圖
1—刀閘；2—接有檢流計的試驗部件；3—變阻器。

為了估量結綫圖對不正確連接的靈敏度，在檢驗每對相時，必須把 Γ 端換接到接有電流表的那一相的 B 點上。並且把這時所得到的讀數與〔不平衡脈衝〕相比較。這樣換接時，三相在各種組合下 (AB 、 BC 、 CA) 檢流計指針偏動的方向必須

符合。偏動不同就說明某相變流器的極性與另兩相的極性不符。這時各相保護裝置是平衡的，但是穿越短路時，由於二次電流流過中性綫，變流器負荷增大，因此不平衡電流也增大。保護接綫圖中這種必須消除的故障，一般用外電源檢驗時並不能發現，只有在三相方式的條件下測量中性綫中每一臂的不平衡電流時才能發現。

原編者按：上述檢驗最好再補充一項在全部結綫時對保護裝置靈敏度和動作情況的檢驗。這一檢驗是可以進行的，例如由負荷裝置順次直接供電給各變流器二次綫捲的端子即可。

3. 在一次結綫中不進行倒閘操作而檢驗 運行中的綫路的保護裝置

根據 A.B. 浦羅赫羅夫建議，在莫洛托夫電業局採用

通常，在檢驗運行中的 110—220 千伏綫路的保護裝置時，這些綫路都經過母綫連絡開關引到空間的母綫系統上，並利用母綫連絡開關的保護裝置。

為了避免在一次結綫圖中進行倒閘操作，建議在檢驗綫路的保護裝置時，把母綫連絡開關的保護裝置換接到綫路的變流器上。

為了使保護裝置能作上述之換接，做了一個固定式電纜分接綫，將母綫連絡開關的保護回路與綫路保護裝置的回路相聯（圖 6）。所有換接都在試驗部件 ИБ（或端子）上進行。

所建議的電纜分接綫結綫圖方案有三個，這些分接綫圖能夠把母綫連絡開關的保護裝置（ЗШСВ）換接到任一條

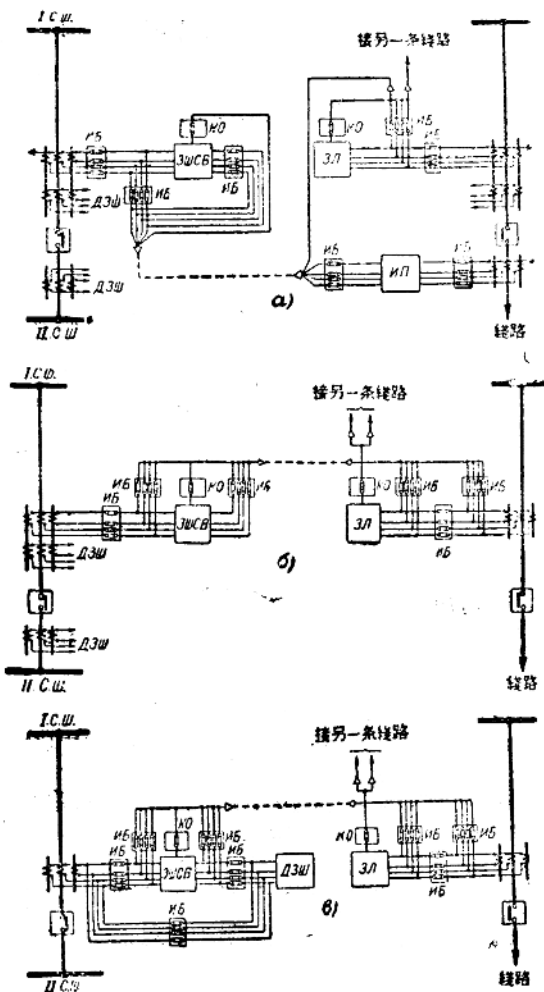


圖 6 檢驗綫路保護裝置用的電纜分接綫的結綫圖

綫路保護裝置的變流器上，也可以把任一綫路的保護裝置(3Л)轉換到母綫連絡開關的變流器上，當綫路開關為檢修而「停用」時，即產生後一種換接的必要。方案 α 較方案 β 和 θ 有下述優點：即在換接保護裝置時，沒有必要使運行的綫路處於無保護情況下(即使是很短的時間)，因為在綫路上使用單獨一套變流器(係供測量儀表ИП之用)作為母綫連絡開關的保護裝置。如果在綫路上缺少單獨一套變流器時，則可以採用方案 β 及 θ 。如果母綫連絡開關的保護裝置接在母綫差動保護裝置(ДЗШ)的回路內，母綫差動保護的結綫圖可以保持不变(方案 θ)。

在換接電流回路時，保護裝置的出口回路也要換接，方法是對端鈕KC及開閉的跳閘回路進行適當的操作。

原編者按：莫斯科電力系統中，現在採用類似的檢驗運行中綫路的保護裝置的方法，為了同樣的目的他們利用裝在輕便代用盤上的成套保護裝置，代替母綫連絡開關的保護裝置。

在各綫路上有2—3套由不同變流器組供電的保護裝置的情況下，做固定電纜分接綫，需要耗費許多控制電纜。

4. 確定電力方向繼電器的內部相移角用的表

根據Г.Н. 阿凡拉西耶夫建議，在斯維爾德洛夫
電業局採用

測量電力方向繼電器的最大靈敏角的時候，一般都用三個電壓表的方法，利用這方法來測量引到繼電器的電壓與電壓綫捲內電流間的相角差。

為了簡化用電壓表測量三次進行計算角度，建議利用表

1、2 及 3，这些表是为最通用型式的电力方向 繼电器而編製的。

表 1 为供 ИМБ-171 繼电器用，其中列有在引到繼电器的电压 $U_n = 100$ 伏時，並当所测量的电压 U_k 及 $U_{R\partial on}$ 为各种不同數值時的 ψ 角值（度）。測量時，繼电器的电压綫捲与一附加电阻 $R_{\partial on} = 75$ 歐相串联。

測量結綫圖以及与該圖相当的向量圖皆列於圖 7 中。根据向量圖

$$\theta = \arccos \frac{U_{k\partial on}^2 + U_k^2 - U_n^2}{2U_{R\partial on}U_k}$$

$$\psi = 180 - \theta.$$

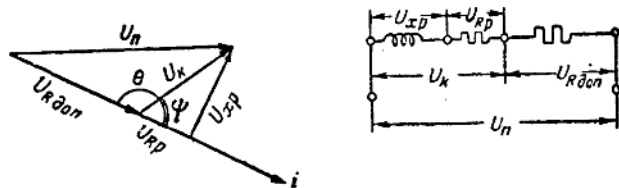


圖 7 ИМБ-171 繼电器的測量結綫圖和向量圖

ИМБ 171 繼 电 器

表 1

U_k $U_{R\partial on}$	45	46	47	48	49	50
60	35	38	42	44	47	49
61	39	42	44	47	49	51
62	42	44	47	49	51	53
63	45	47	49	51	53	55

表 2 为供 ИМ-142 繼电器所用，当通向繼电器的电压 $U_n=100$ 伏，而按照結綫圖 8 所測得的电压 U_k 及 U_R 为各种不同数值時求出 ψ 角。

按照向量圖

$$\psi = \arccos \frac{U_n^2 + U_R^2 - U_k^2}{2 U_n U_R}.$$

ИМ-142 繼 电 器

表 2

$U_k \backslash U_R$	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
50	40	41	42	44	45	46	47	48	50	51	52
51	40	42	43	44	45	46	47	49	50	51	52
52	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52
53	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52
54	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52
55	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	53
56	42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53
57	42	43	44	45	47	47	48	49	51	52	53
58	42	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
59	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
60	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	55

表 3 为供 ИМ-148 繼电器用，在繼电器上的电压 $U_n=30$ 伏時，按照圖 9 結綫圖所測得的电压 U_k 及 U_c 为各种不同数值時求出 ψ 角。

根据圖 9 的向量圖

$$\psi = \arcsin \frac{U_n^2 + U_c^2 - U_k^2}{2 U_n U_c}.$$