

电 务 专 业 设 计 手 册

(二)



1965

水利电力部西北、东北电力设计院

目 录

第 8 章 元件继电保护及自动装置	543
第 1 节 发电机的保护装置.....	543
第 2 节 主变压器的保护装置.....	568
第 3 节 发电机——变压器组的保护装置.....	597
第 4 节 同期调相机的保护装置.....	603
第 5 节 厂用继电保护装置.....	605
第 6 节 6~10KV 母线保护装置.....	620
第 7 节 高低压厂用电动机的保护装置.....	642
第 8 节 6~10KV 线路保护装置.....	652
第 9 节 自动重合闸(AITB)装置.....	662
第10节 按事故周波自动减负荷装置(AQP)和电力系统的解列装置.....	670
第11节 自耦变压器保护装置.....	683
第 9 章 电气布置	688
第 1 节 屋内配电装置.....	688
一、布置的一般要求.....	688
二、有关布置的若干问题.....	690
三、土建资料.....	695
第 2 节 屋外配电装置.....	698
一、布置的一般要求.....	698
二、线间距离校验.....	702
三、有关布置的若干问题.....	706
四、土建资料.....	709
第 3 节 厂用配电装置.....	709
一、布置的一般要求.....	709
二、有关布置的若干问题.....	713
三、土建资料.....	716
第 4 节 电气布置方案介绍.....	716
一、屋内配电装置.....	716
二、屋外配电装置.....	733
三、变电所主体工程设计.....	749
四、厂用配电装置.....	754
五、低压厂用变压器小间.....	761
六、发电机出线小室.....	763
七、屋外母线桥.....	772

八、组合导线	772
第10章 导线机械计算	773
第1节 计算条件	773
一、一般条件	773
二、气象条件	773
三、安装检修条件	774
四、导线机械特性与安全系数	775
五、绝缘子串机械荷重	777
六、计算条件	778
第2节 导线机械计算	779
第3节 计算实例	783
一、支柱等高	783
二、支柱不等高	788
三、组合导线计算	793
第4节 各种计算状态一览表及土建任务书	800
第11章 电缆敷设	815
第1节 概述	815
第2节 电缆敷设方式	815
一、一般要求	815
二、电缆构筑物的形式	817
三、对各种主要构筑物的设计要求	824
第3节 电缆布线	840
一、一般要求	840
二、电缆布线应注意的事项	841
第4节 裸铅包电缆及铝包电缆的敷设	841
一、裸铅包电缆的一般要求	841
二、裸铅包电的敷设方式	843
三、铝包电缆	843
第5节 电缆构筑物土建任务书	844
一、对土建任务书的要求	844
二、电缆沟道与其他管沟或道路交叉的处理方法	845
三、电缆构筑物的通风	848
第6节 电缆竖井	850
一、常用竖井的形式	850
二、对电缆竖井的要求	851
第7节 电缆支架	851
第8节 电缆接头与封端头	853
一、电缆接头	853
二、电缆封端头	853

第9节 电纜敷設设计的成品	858
第10节 电纜编号	864
第12章 防雷設計	866
第1节 直击雷与感应雷保护	866
一、建筑物及构筑物按防雷措施的分类	866
二、电工装置的防雷措施	866
三、B-I 类建筑物及构筑物的防雷措施	867
四、B-II 类建筑物及构筑物的防雷措施	868
五、B-III 类建筑物及构筑物的防雷措施	868
六、发电厂、变电所范围内必须进行保护的对象及其相应的防雷措施	869
七、避雷針保护范围計算	870
第2节 屋外配电装置对侵入雷电波的保护	878
一、对侵入雷电波的保护措施	878
二、输电线路的进线段保护	878
三、变压器及电气设备的保护	880
第3节 旋轉电机的保护	882
一、旋轉电机对侵入雷电波的保护	882
二、单机容量为 25~50MW (包括 50MW) 旋轉电机的保护 结 线	882
三、单机容量为 6~25MW (不包括 25MW) 旋轉电机的保护 结 线	883
四、容量在 6 MW 以下或雷电活动較弱地区旋轉电机的保护结线	883
五、保护旋轉电机的閥型避雷器	884
六、旋轉电机中性点保护	884
七、装设电容器以保护电机匝間絕緣降低母线振蕩过电压和感应过电压	885
第13章 接地設計	889
第1节 保护接地与工作接地的设计	889
第2节 保护接地的計算	891
第3节 接触电压与跨步电压	899
第4节 导泄雷电流的接地装置	902
第5节 高土壤电阻率地区 ($\rho > 5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$) 的接地装置	906
第14章 空气压缩装置	908
第1节 概述	908
第2节 空气压缩装置的设备选择	908
第3节 空气压缩装置及设备布置	914
第15章 照 明	921
第1节 总則	921
一、照明种类	921
二、照度标准	922
第2节 照明器	928
一、照明器选择	928

二、屋內照明器布置	928
三、屋外照明器布置	934
四、照明器规范及图例	934
第3节 照度计算	946
一、利用系数法	946
二、点光源逐点计算法	947
三、线光源逐点计算法	950
四、发光面逐点计算法	953
五、发光面按线光源逐点计算法计算	954
六、探照灯照明	955
七、照明器技术资料及计算图表	957
第4节 照明网络供电	1003
一、照明网络电压	1003
二、常用照明供电	1003
三、事故照明供电	1004
四、照明负荷计算	1010
五、导线截面选择	1012
第5节 照明网络装设	1029
一、室内照明网络	1029
二、室外照明网络	1031
第16章 通 信	1034
第1节 行政通信	1034
第2节 厂内生产调度通信	1072
第3节 电力线载波设备的安装设计	1076
第4节 通信线路	1084

第一册 内 容

第1章 电气結綫	第5章 励磁系統
第2章 短路电流計算	第6章 同期系統
第3章 设备选择	第7章 二次接綫
第4章 直流系統	

第三册 内 容

第17章 电气設備	附件1 电气符号和标号
第18章 电气材料	附件2 电气設備新旧型号对照表

第8章 元件繼电保护及自动装置

第1节 发电机的保护装置

6MW及以上的汽輪发电机，装设下列保护装置：

(一) 縱联差动保护装置：一般采用三相式 BCH-2 型繼电器构成。当发电机装设有兩点接地保护装置且能节省电流互感器时，可以用二相式 BCH-2 型繼电器构成。

1. 一次动作电流 I_{c3} 应躲过外部短路时的最大不平衡电流：

$$I_{c3} = K_H I_{H6.расч} \quad (8-1)$$

$$I_{H6.расч} = K_{анер} \cdot K_{одн} \cdot f_i \cdot I_{кз.макс} \quad (8-2)$$

式中：

K_H ——可靠系数，采用 1.3；

$I_{H6.расч}$ ——計算不平衡电流，

$K_{анер}$ ——考虑过渡过程非周期性分量影响的系数。当保护装置采用 BCH-2 型繼电器时， $K_{анер} = 1.0$ ；

$K_{одн}$ ——电流互感器的同型系数，采用 0.5；

f_i ——电流互感器的相对誤差，采取 0.1；

$I_{кз.макс}$ —— $t=0$ 时，在发电机外部三相短路时，流经电流互感器的周期性分量电流。

2. 为避免保护装置在电流互感器二次回路断线时的誤动作，保护装置的動作电流尚应大于发电机的最大負荷电流。

$$I_{c3} = K_H I_{ном} \quad (8-3)$$

式中：

K_H ——可靠系数，采用 1.3；

$I_{ном}$ ——发电机的額定电流。

差动繼电器的二次动作电流：

$$I_{cp} = \frac{K_{сх} I_{c3}}{\Pi_T} \quad (8-4)$$

式中：

$K_{сх}$ ——接线系数；

Π_T ——电流互感器变比。

BCH-2 型繼电器的動作安匝 $AW_{cp} = 60$ 安匝，因此接于繼电器工作线圈匝数为：

$$W_d = \frac{60}{I_{cp}} \quad (8-5)$$

BCH-2 型繼电器的 W_d 有 5, 6, 8, 10, 13, 20 匝。

保护装置的灵敏度可按式計算：

$$K_q = \frac{I_{кз.мин}}{I_{c3}} \quad (18-6)$$

式中:

$I_{K3. \text{мин}}$ ——发电机出口兩相短路时, 流经保护装置的电流。在計算时 应考虑到只有一台发电机运行或当系统容量較小而发电机进行自同期时发生故障, 电流 $I_{K3. \text{мин}}$ 值較小的情况。

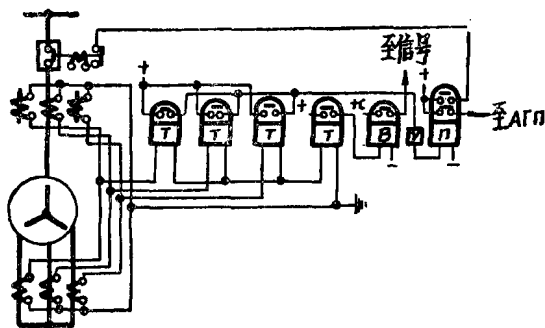


图 8-1 BCH-2 型继电器及电流互感器二次回路断线监视继电器接线原理图

角形接线侧电流互感器二次回路断线时, 此监视装置不能反映。因此断线监视装置可用两个继电器或一个具有两个线圈的继电器来构成。

(二) 横联差动保护:

当静子线卷接成星形并具有引出的并联分支时, 通常装设横联差动保护装置。

保护装置一次动作电流按躲过外部故障时最大不平衡电流整定。一般按下式計算:

$$I_{c3} = (0.2 \sim 0.3) I_{\text{ном}} \quad (8-7)$$

二次动作电流为:

$$I_{cp} = \frac{I_{c3}}{\Pi_r} \quad (8-8)$$

式中:

Π_r ——电流互感器变比。一般按 $\Pi_r = \frac{0.25 I_{\text{ном}}}{5}$ 来选择。

继电器采用 DL-11/b 型, 其調整范围見表 8-1。

$I_{\text{ном}}$ ——发电机額定电流。

表 8-1

继电器的联接 (端子号碼)	整定范围 (A)
4—8	1.75—3.5
6—8	2.9—5.8
4—6	4.4—8.8

当静子线卷接成双三角形时, 其接线如图 8-2 示。图中在每相分支线卷的电流互感器变比彼此相同。其一次額定电流按发电机額定电流的一半来选择。

保护装置的一次动作电流按下式計算:

$$I_{c3} = (0.3 \sim 0.4) I_{HOM} \quad (8-9)$$

二次动作电流为:

$$I_{cp} = \frac{I_{c3}}{\Pi_r}$$

式中: Π_r ——电流互感器变比。

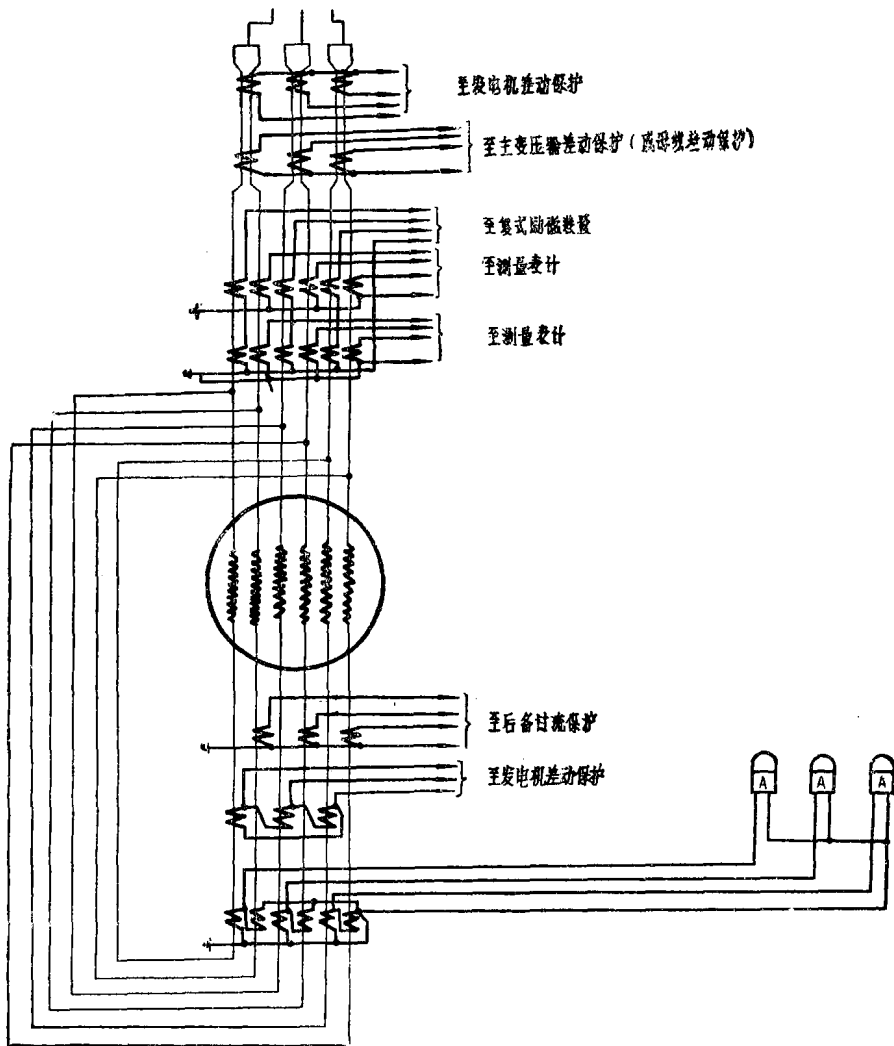


图 8-2 发电机静子线圈为双三角形接线时横差保护接线图

(三) 发电机静子线卷单相接地保护: 当发电机电压网络的电容电流等于或大于 $5A$ 时装设, 当发电机电压网络装有消弧线卷时, 虽然单相接地残余电流一般在 $5A$ 以下, 但在个别运行方式下可能超过 $5A$ 时仍应装设。保护装置采用由交流助磁的母线型 (THIII) 或电缆型 (THII) 零序电流互感器与 DD-11/60 或 DL-11/0.2 型继电器组成。

THIII 型零序电流互感器均与 DD-11/60 型继电器配合组成, 适用范围如下:

THIII-1 ($I_H = 1750A$)——用于 $6.3KV$ 的 $6-12MW$ 和 $10.5KV$ 的 $6-25MW$ 发电机。

ТНПМ-2 ($I_H = 3000A$)——用于 6.3KV 的 25MW 发电机。

ТНПМ-3 ($I_H = 4500A$)——用于 10.5KV 的 50MW 发电机。

1. 单相接地电容电流的近似计算。

(1) 6KV 电缆线路:

$$I_{3.к6} = \frac{95 + 2.84s}{2200 + 6s} U_{\text{ном}} (A/KM) \quad (8-10)$$

(2) 10KV 电缆线路:

$$I_{3.к10} = \frac{95 + 1.44s}{2200 + 0.23s} U_{\text{ном}} (A/KM) \quad (8-11)$$

(3) 6KV 架空线路:

$$I_{3.л6} = 0.015 (A/KM) \quad (8-12)$$

(4) 10KV 架空线路:

$$I_{3.л10} = 0.025 (A/KM) \quad (8-13)$$

式中:

S ——电缆截面 (mm^2);

$U_{\text{ном}}$ ——电缆线路额定相间电压 (KV)。

(5) 汽轮发电机静子线圈接地:

$$I_{3.т.г} = \frac{2.5KS\omega U_{\text{ном}} 10^{-3}}{\sqrt{3U_{\text{ном}}(1 + 0.08U_{\text{ном}})}} (A) \quad (8-14)$$

式中:

K ——与绝缘材料有关的系数 (当发电机温度在 $15^\circ - 20^\circ C$ 时, $K = 0.0187$);

S ——发电机功率 (MVA);

ω ——电流角速度;

$U_{\text{ном}}$ ——发电机额定相间电压 (KV)。

单相接地时, T-2 型汽轮发电机的电容电流见表 8-2。

表 8-2

汽轮发电 机的型式	容 量 S (KVA)	额 定 电 压 $U_{\text{ном}}$ (KV)	静子线圈对地 的 电 容 C_r (μF /相)	单相接地时的 电 容 电 流 I_r (A)
T2-3.5-2	4375	6.3	0.05	0.17
T2- 6-2	7500	6.3	0.05	0.17
T2-12 -2	15000	6.3	0.10	0.34
T2-12 -2	15000	10.5	0.08	0.46
T2-25 -2	31250	6.3	0.20	0.69
T2-25 -2	31250	10.5	0.16	0.92
T2-50 -2	58900	10.5	0.25	1.43

当无数据时, 汽轮发电机静子线圈电容可按下列式计算:

$$3C_r = \frac{2.5KS}{\sqrt{U_{\text{ном}}(1 + 0.08U_{\text{ном}})}} (\mu F) \quad (8-15)$$

式中采用符号与上式相同。

2. 保护装置的一次动作电流根据当外部发生单相接地并伴随着外部两相短路的选择性条件来选择。

当有闭锁继电器时

$$I_{c3.п} = \frac{1}{K_B} (K_H' I_c + K_H'' I_{нб.бл.п}) \quad (8-16)$$

当无闭锁继电器时

$$I_{c3.п} = \frac{1}{K_B} (K_H' I_c + K_H'' I_{нб.кз.п}) \quad (8-17)$$

式中：

I_c ——被保护发电机的接地稳态电容电流，

$I_{нб.бл.п}$ ——相当于闭锁继电器动作时的一次不平衡电流，

$I_{нб.кз.п}$ ——相当于外部两相短路时的一次不平衡电流，

K_H' ——考虑躲过外部间歇性接地时的可靠系数，当保护装置带 1—2sec 时限时， $K=2$ ，小于 1sec 时 $K=3$ 。

K_H'' ——可靠系数，采取 1.5，

K_B ——返回系数。采取 0.85。

(8-16)、(8-17) 公式中的一次不平衡电流可以从相应的二次不平衡电流归算而得。

二次不平衡电流可按下式计算：

有助磁时

$$I_{нб.в} = \frac{KE_{нб.нec(нр)}}{Z_{э.нам.в} + Z_p} + \frac{E_{нб.подм}}{Z_p} \quad (8-18)$$

没有助磁时

$$I_{нб.в} = \frac{KE_{нб.нec(нр)}}{Z_p} \quad (8-19)$$

式中：

Z_p ——继电器阻抗，

$E_{нб.нec(нр)}$ ——由于一次导线排列不对称在二次线圈中的所引起的不平衡电势，可由表 8-3 查出。

$Z_{э.нам.в}$ ——归算至二次侧的励磁阻抗，可由表 8-3 查出。

$E_{нб.подм}$ ——由于异磁体特性不同而引起的电流互感器二次线圈中的不平衡电势，可由表 8-3 查出。

K ——异常情况下通过保护装置的过电流倍数。按下列条件决定：

(1) 对 $I_{нб.бл}$ ， K 值当采用闭锁的过电流保护时（通常过电流保护整定为 1.4 倍发电机额定电流）为：

$$K = \frac{1.4 I_{ном.г}}{I_{ном.тр.т}} \quad (8-20)$$

式中：

$I_{ном.г}$ ——发电机额定电流，

$I_{ном.тр.т}$ ——零序电流互感器一次额定电流。

表 8-3

ТНПII 与 ТНП 参数					保护装置参数						
电流互感器型号	额定电流 (KA)	励磁回路消耗功率 (VA)	一次侧的励磁阻抗 $Z_{\theta \cdot \text{нам} \cdot \text{п}} (\Omega)$	二次侧的励磁阻抗 $Z_{\theta \cdot \text{нам} \cdot \text{в}} = Z_{\theta \cdot \text{нам} \cdot \text{п}} \cdot \frac{N_1^2}{N_2^2}$	因励磁引起的不平衡电势 $E_{\text{нб} \cdot \text{подм}} (mV)$	因导体不对称的不平衡电势 $E_{\text{нб} \cdot \text{нес} (нр)} (mV)$	二次绕组匝数 W_B	继电器型号	继电器阻抗 $Z_p (\Omega)$	继电器整定电流 $I_{\text{срв}} (A)$	保护装置一次动作电流 $I_{\text{срв} \cdot \text{п}} (A)$
ТНПII-1	1.75	20	0.0066	10	100	60	39	DD-11/60	9 (并联)	0.03	2.4
ТНПII-2	3.0	25	0.0066	10	100	85	39	DD-11/60	9 (并联) 36 (串联)	0.03 0.015	2.4 3.5
ТНПII-3	4.5	30	0.0066	10	100	100	39	DD-11/60	9 (并联) 36 (串联)	0.03 0.015	2.4 3.5
ТНП-2	—	20	0.025	10	150	17	20	DL-11/0.2 DD-11/60	9	0.1 0.03	4.0 1.3
ТНП-4	—	45	0.025	10	150	17	20	DL-11/0.2 DD-11/60	9	0.1 0.03	4.0 1.3
ТНП-7	—	50	0.0137	10	150	14	27	DL-11/0.2 DD-11/60	9	0.1 0.03	5.0 1.8
ТНП-12	—	70	0.0137	10	150	14	27	DL-11/0.2 DD-11/60	9	0.1 0.03	5.0 1.8
ТНП-16	—	85	0.0137	10	1150	14	27	DL-11/0.2 DD-11/60	9	0.1 0.03	5.0 1.8

(2) 对 $I_{\text{нб.неч}}$, K 值为采用当发电机电压系统中产生单相接地时, 发电机可能过负荷倍数, 约为 2。

(3) 对 $I_{\text{нб.кз}}$, K 值为采用当发电机出口发生两相接地短路故障时, 发电机可能过电流倍数, 约为 $K=5\sim 7$ 。

继电器的动作电流 $I_{\text{ср.в}}$ 与保护一次动作电流 $I_{\text{сз.п}}$ 的关系按下式计算:

$$I_{\text{ср.в}} = \frac{I_{\text{сз.п}}}{W_{\text{в}} \left(1 + \frac{Z_{\text{п}}}{I_{\text{в.нзм.в}}} \right)} \quad (8-21)$$

式中:

$W_{\text{в}}$ ——零序电流互感器二次线圈的匝数, 可由表 8-3 查出。

(3) 保护灵敏度应按下式计算:

$$K_{\text{в}} = \frac{I_{\text{к}}}{I_{\text{сз.п}}} \quad (8-22)$$

式中:

$I_{\text{к}}$ ——发电机静子线圈出口发生单相接地时, 通过保护装置的接地电容电流。其值为发电机电压系统中各元件除故障发电机外的电容电流总和。可按式 (8-10)——(8-14) 计算。

当发电机纵联差动保护装置采用二相电流互感器构成时, (如采用 A 相和 C 相), 尚应考虑防止静子一相与保护装置外另一相两点接地的保护装置。此时, 可利用上述静子线圈单相接地的零序电流互感器在其二次侧加装一个电流继电器构成。对 THIII 型及 THII 型零序电流互感器如表 8-4 所示。

表 8-4

电 流 互 感 器 型 号	保 护 装 置 参 数		
	继 电 器 型 号	继电器整定电流 $I_{\text{ср.в}}$ (A)	保护装置一次动作电流 $I_{\text{сз.п}}$ (A)
THIII-1 THIII-2 THIII-3	DL-11/6	2·3	100—125
	DL-11/2	1·2	100—125
THII-2 THII-4	DL-11/6	4·0	100—125
THII-7 THII-12 THII-16	DL-11/6	3·3	100—125

(四) 防御外部短路的保护装置

对于 6—12MW 发电机采用复合电压起动的过电流保护, 对于 25—50MW 发电机采用负序电流保护。

1. 复合电压起动的过电流保护 (图8-3)

(1) 保护装置一次动作电流按下式计算:

$$I_{\text{сз}} = \frac{K_{\text{в}}}{K_{\text{в}}} I_{\text{НОМ}} \quad (8-23)$$

式中:

I_{HOM} ——发电机额定电流,

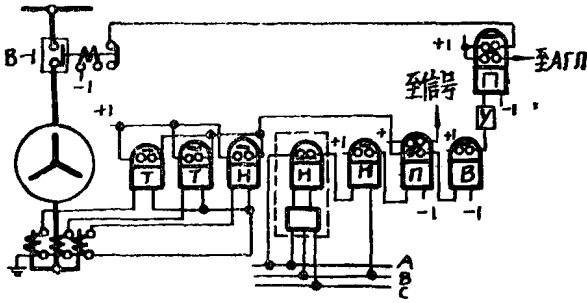


图 8-3 复合电压起动的过电流保护装置接线图

U_{HOM} ——额定相间电压

对于 DY-2 型电压继电器, 最低整定值为 $U_{CP} = 6V$

(3) 接在相间的低电压继电器的动作电压按躲过电动机自起动的条件确定, 对于汽轮发电机尚应躲过失去励磁时的非同期方式运行时的电压降。其值为:

$$U_{C3} = (0.5-0.6) U_{HOM} \quad (8-26)$$

式中:

U_{HOM} ——额定相间电压

其二次电压为:

$$U_{CP} = \frac{U_{C3}}{\Pi_H}$$

式中: Π_H 为电压互感器变比, 当其二次电压为 100V 时, 一般整定值 $U_{CP} = 50-60V$

(4) 保护装置的灵敏度按后备保护末端 (如升压变压器后, 发电机电压引出线的电抗器后、厂用变压器、分段电抗器后) 短路进行校验。其灵敏度不应小于 1.2。

① 对电流元件

$$K_{q.\tau} = \frac{I_{K3}}{I_{C3}} \quad (8-27)$$

式中:

I_{K3} ——后备保护末端金属性短路时, 通过保护装置的一次短路电流 ($t = \infty$ 时之值)

② 对负序电压元件

$$K_{q.H2} = \frac{U_{2K3}}{U_{C3}} \quad (8-28)$$

式中:

U_{2K3} ——后备保护末端金属性不对称短路时, 保护装置安装处最小负序电压。

③ 对相间电压元件

$$K_{q.H} = \frac{U_{C3}}{U_{K3}^{(3)}} \quad (8-29)$$

式中:

$U_{K3}^{(3)}$ ——后备保护范围末端金属性三相短路时，保护装置安装处的最大相间残余电压。

滤过式电压继电器的接线见图 8-4a，其工作是这样的：

首先考虑在输入端采用线电压接线来消除零序电压的影响。滤过器的参数为

$$X_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} R_1, \quad X_2 = \sqrt{3} R_2。$$

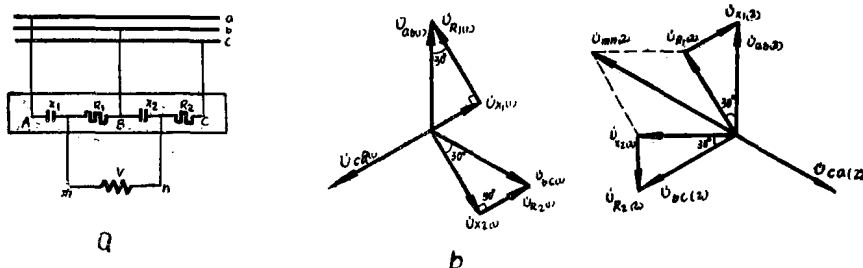


图 8-4 负序电压滤过器向量分析图

当输入端有正序电压加入时，其向量如图 8-4b。在出口端的输出电压为：

$$U_{mn(1)} = U_{R1(1)} + U_{X2(1)} = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{ab(1)} e^{j30^\circ} + \frac{\sqrt{3}}{2} U_{bc(1)} e^{j(-30^\circ)} = 0$$

当输入端有负序电压加入时，其向量如图 8-4c 示，在出口端的输出电压为：

$$U_{mn(2)} = U_{R1(2)} + U_{X2(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{ab(2)} e^{j30^\circ} + \frac{\sqrt{3}}{2} U_{bc(2)} e^{j(-30^\circ)} = 1.5 U_{ab(2)} e^{j60^\circ}$$

可见，输出端不反应正序电压，与输入负序电压成正比。

目前，阿城继电器厂生产 DY-2 型负序继电器。其技术数据见第 17 章。

2. 负序电流保护

负序电流保护原理见图 8-5。

(1) 负序电流继电器由负序电流滤过器和两个 DL-10 型电流继电器构成。内部接线见图 8-6a，图 8-7a。负序电流滤过器包括电抗器 B_L 、电流互感器 B_b 和电阻 R 。继电器 J_1 为过电流元件，动作电流当额定电流为 1A 时的范围由 0.3A—1.2A，当额定电流为 5A 时的范围由 1.5A—6A。 J_2 为过负荷元件，动作电流当额定电流为 1A 时的范围由 0.1A—0.2A，当额定电流为 5A 时的范围由 0.5A—1.0A。

① 负序电流继电器接至三相电流互感器时的工作原理：

i) 当滤过器的输入端加入三相正序电流时(向量示于图 8-6b)。滤过器输出端空载电压为

$$\begin{aligned} \dot{U}_{BbX(1)} &= -jK(\dot{I}_{A1} - \dot{I}_{B1}) + R\dot{I}_{C1} = -e^{j90^\circ} K\sqrt{3}\dot{I}_{A1}e^{j30^\circ} + R\dot{I}_{A1}e^{j120^\circ} \\ &= (R - \sqrt{3}K)\dot{I}_{A1}e^{j120^\circ} \end{aligned} \quad (8-30)$$

式中：

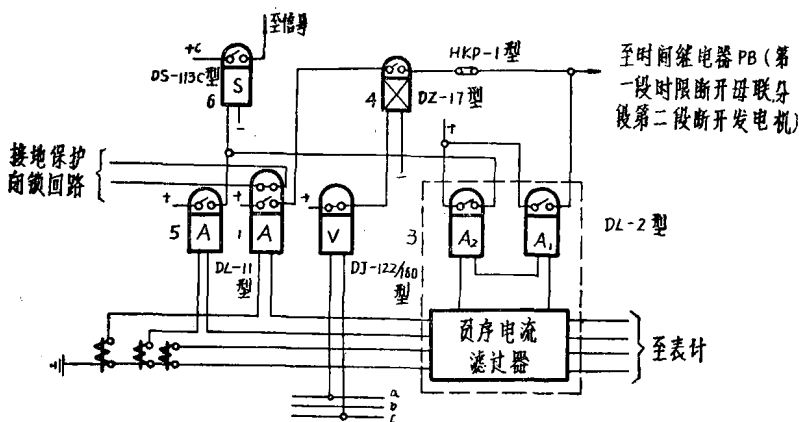


图 8-5 负序电流保护原理图

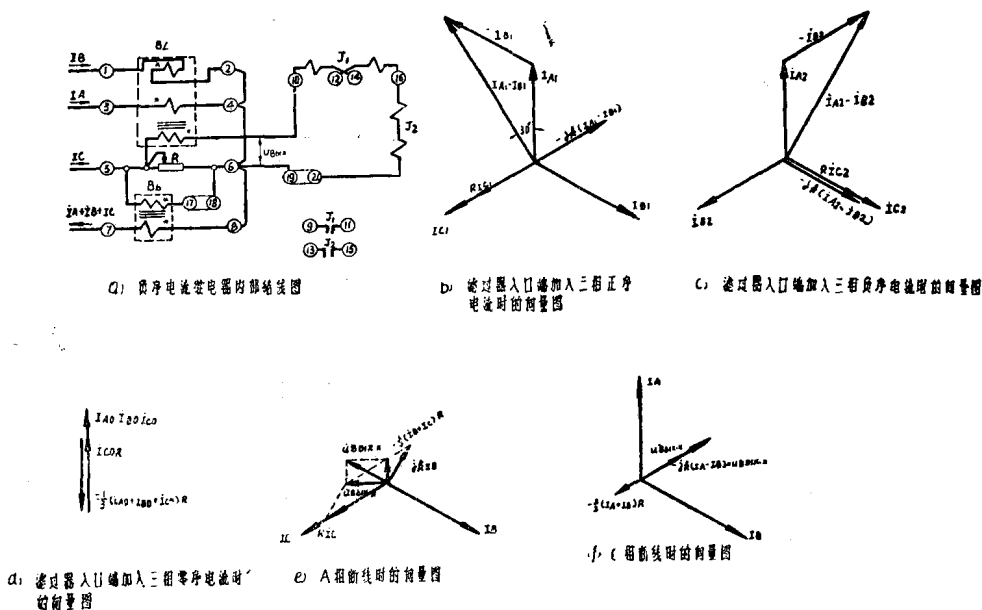


图 8-6 负序电流继电器的内部接线图及向量图(接至三相电流互感器)

R ——负序电流过滤器中的电阻；

K ——常数，等于电抗变压器 B_L 的电抗。

当使 $\sqrt{3}K = R$ 时，代入上式得：

$$\dot{U}_{B_{HX}(1)} = 0 \quad (8-31)$$

因此，在负序电流过滤器的输入端加入正序电流时，输出端无电压。

ii) 当过滤器的输入端加入三相负序电流时(向量示于图8-6c)。过滤器输出端空载电压为：

$$\begin{aligned}\dot{U}_{\text{BHX}(2)} &= -jK(\dot{I}_{A2} - \dot{I}_{B2}) + R\dot{I}_{C2} = -jK\sqrt{3}j\dot{I}_{C2} + R\dot{I}_{C2} \\ &= (R - j^2K\sqrt{3})\dot{I}_{C2}\end{aligned}\quad (8-32)$$

当使 $\sqrt{3}K = R$ 时，代入上式得：

$$\dot{U}_{\text{BHX}(2)} = 2R\dot{I}_{C2} \quad (8-33)$$

因此，滤过器输出端的空载电压与输入端加入的负序电流值成正比。

iii) 当滤过器的输入端加入三相零序电流时(向量示于图 8-6d)。当 B_b 被断开(连接片 17-18 打开)时，滤过器的输出端的空载电压为：

$$\dot{U}_{\text{BHX}(0)} = R\dot{I}_{C0} = R\dot{I}_0 \quad (8-34)$$

当 B_b 接入(连接片 17-18 合上)时，滤过器的输出端的空载电压为：

$$\dot{U}_{\text{BHX}(0)} = 0 \quad (8-35)$$

因此，在 B_b 接入时，零序电流的影响即消除。

iv) 当电流互感器二次回路断线时的工作情况：

当 A 相或 B 相电流回路断线时：如 A 相(或 B 相)电流回路断线时，滤过器中的电流和电压向量示于图 8-6e。在 B_b 被断开时，输出端的空载电压(若加入三相对称的额定电流为 I_{HOM} 时)的绝对值为：

$$U_{\text{BHX}} = \frac{1}{\sqrt{3}} RI_{HOM} \quad (8-36)$$

在 B_b 接入时为：

$$U_{\text{BHX}}' = \frac{2}{3} RI_{HOM} \quad (8-37)$$

当 C 相电流回路断线时，滤过器中的电流和电压的向量示于图 8-6f。在 B_b 被断开时，输出端的空载电压(若加入三相对称的额定电流为 I_{HOM} 时)的绝对值为：

$$U_{\text{BHX}} = RI_{HOM} \quad (8-38)$$

在 B_b 接入时为：

$$U_{\text{BHX}}' = \frac{2}{3} RI_{HOM} \quad (8-39)$$

当滤过器的输出端接有继电器时，流过继电器的电流可用下式表示：

$$I_P = \frac{U_{\text{BHX}}}{Z_{K\phi} + Z_P} \quad (8-40)$$

式中：

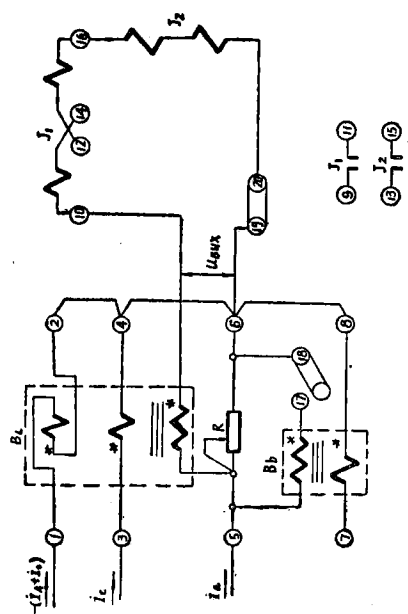
$Z_{K\phi}$ ——负序电流滤过器的内阻抗；

Z_P ——继电器的阻抗(为 J_1 和 J_2 之和)。

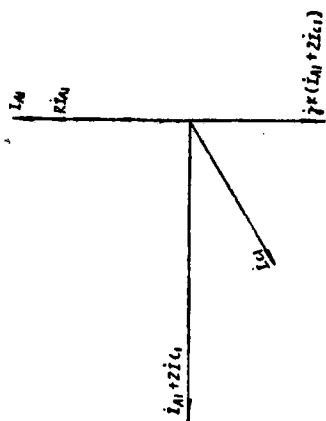
由以上分析可知：

当输入额定值的三相负序电流时，式(8-33)空载电压输出为 $2I_{HOM}R$ 。

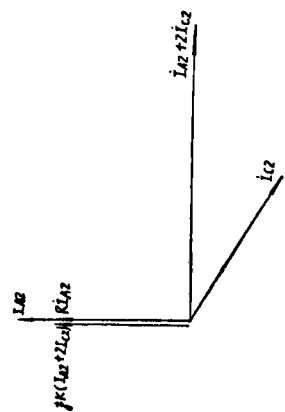
当 B_b 断开时，输出空载电压的最大值是发生在 C 相断线。为此，在额定运行方式下，对于汽轮发电机，如保护动作电流小于或等于 $0.5I_{HOM}$ ，且发生断线时，可能引起保护误动作。



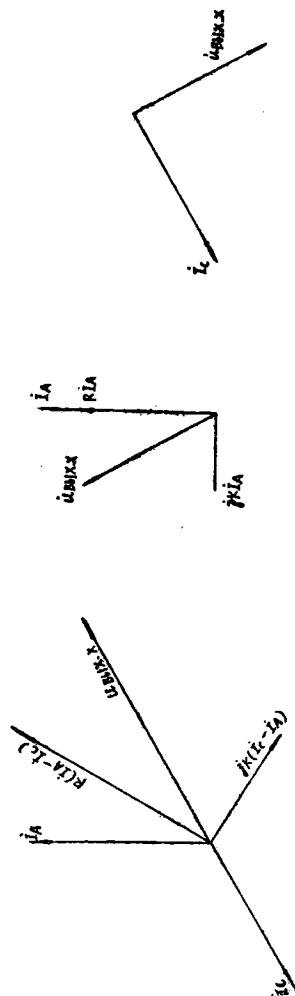
a) 反序电流继电器内部接线图



b) 通过器入端加入正序电流时的向量图



c) 通过器入端加入反序电流时的向量图



d) 中线断线时的向量图

e) c相断线时的向量图

f) a相断线时的向量图

图 8-7 DL-20型负序电流继电器的内部接线图及向量图 (接至二相电流互感器)