

谈谈防止直流寄生回路及一点接地问题

邹森元 东北电网调度通信中心(110006)

【摘要】 本文例举了继电保护装置所发生的寄生回路的一些事故实例,通过这些事故实例,提出了改进办法。并对部颁《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》(以下简称《反措要点》)的专用端子对的使用作了阐述。

本文还分析了出口中间继电器线圈的正端子接地时,直流正、负极对地电容量对线圈两端电压的变化关系,以及采取的措施等。

【关键词】 寄生回路 一点接地

前言

在继电保护装置的不正确动作原因中,经常出现当断开某直流负电端子时,因存在寄生回路,引起保护装置动作跳闸的事故,给电网安全稳定运行带来了不利影响。这种频繁的不正确动作,照理不应该重复发生,因为早在1978年电力部部颁的《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定》已明确作了规定。如第124条之三,……保护的负电源应在屏内设备之间接成环形,环的两端应分别接至端子排。这就是防止寄生回路的一条措施。

另外,在长期的工作实践中,人们也总结出了一些经验,如部颁《反措要点》中规定:“每一套独立的保护装置,均应有专用于直接到直流熔断器正、负极电源的专用端子对,这一套保护装置的全部直流回路包括跳闸出口继电器的线圈回路,都必须且只能从这一对专用端子取得……。”这类误动作事故的不断出现,主要是没有引起制造厂和运行单位在作施工图设计时很好考虑。为此,想通过本文,试图防止这类事故的再次发生,以提高继电保护装置的正确动作。

1 寄生回路的几个实例与消除办法

1.1 某变电站,一条220kV线路高频相差保护停役检验,在拆开该保护发信信号继电器线圈XJ负电源的“×”线时,引起线路跳闸。这是两套独立的保护可以停役其中一套,而共用一对熔断器,形成寄生回路。使运行中的高频闭锁保护误动作跳闸,如图1所示。图中ZJ为高频闭锁相间距离保护重动继电器触点。由图中箭头所示,引起BCJ出口继电器动作跳闸。

1.2 某变电站,运行人员清扫一条220kV线路的PJH-11D型距离保护直流回路时,当抹布擦到f点的“×”处时,引起焊点开焊,如图2所示,产生寄生回路,致使出口继电器CKJ取得电压动作,跳开线路三相断路器。

通过分析,产生上述两个寄生回路的原因,就是因为负电源没有按照上述规定的办法连接引起的。现以图2为例,改接成图3的接线方式,即可避免这类事故的发生。因为在图3中,负电源的任何一点断线,都不会造成寄生回路。因此,凡是由单个元器件组成的一套保护装置,需要引入多个正、负电源时,必须按上述规定连接。另外,对不同的几套保护装置,除熔断器必须分开外,还要采用各自的专用端子对。

收稿日期:1996-05-04

1.3 专用端子对的使用方法

图4是没有按专用端子对规则供电给各保护装置的回路图。图中#1屏是距离及零序电流方向保护；#2屏是高频相差保护及高频闭锁距离(零序电流方向)保护，尽管这两套高频保护本身是独立的，但没有将回路和熔断器分开。同时，高频闭锁保护与零序电流方向之间存在着电的联系(图中共用GJ₀和I₀₁)，这两个条件是构成寄生回路的内在因素。

在某次停役高频相差保护进行检验时，工作人员拆动高频相差保护回路的负电源时(见图4的“×”处)，引起高频闭锁保护回路失去负电源，从而导致了如图中箭头所示的寄生回路。使零序电流Ⅲ段时间元件3SJ₀动作而误跳闸。当然，如果ZJ₀由空触点起动(《反措要点》1.3条也是这样规定的)，如图5所示，这种误动作也可避免。但这里引用此例主要是说明专用端子对的使用方法。

如果将图4中的A端子分成A₁和A₂，并分别引至距离保护和零序电流方向保护各自的专用端子对(同样，B、C和D端子也这样引接)，如图5所示。图中3ZCJ为距离保护Ⅲ段重动继电器触点，同时也出了不同专用端子对供电的两套保护装置的直流逻辑回路之间，用空触点输出的情况。虚线框内的3ZCJ和ZGJ₀触点的引入，使两套保护相互间消除了电的联系。

按部颁《反措要点》的规定；两套主保护的直流电源，必须单独由不同的熔断器供电。显然，图4是不符合规定的。

1.4 为了进一步说明专用端子对的使用情况，再举出一例，如图6所示。图中由于没有按专用端子对连接各套保护所需的正、负电源，造成保护误动作的跳闸事故。如当断开图6中的B连

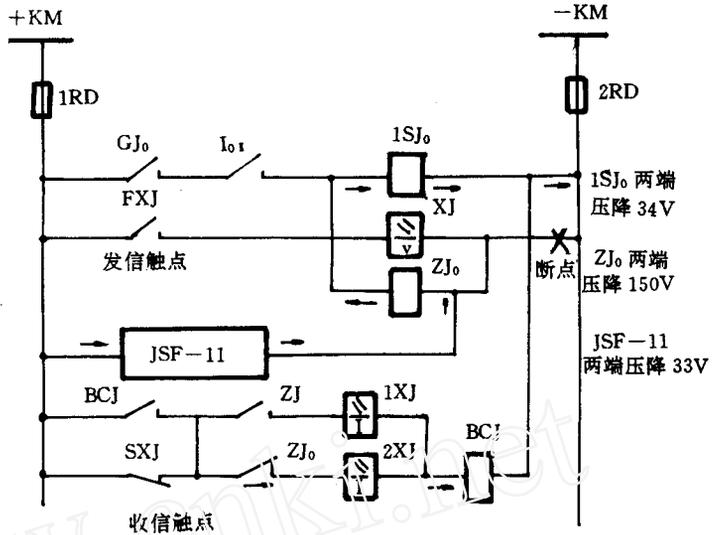


图1 两套保护共用一对熔断器形成的寄生回路图

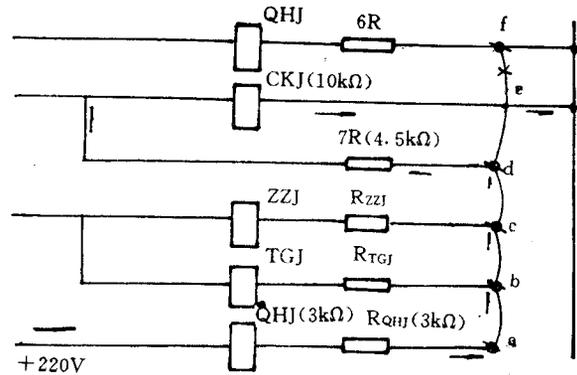


图2 L点的X处开焊产生寄生回路图

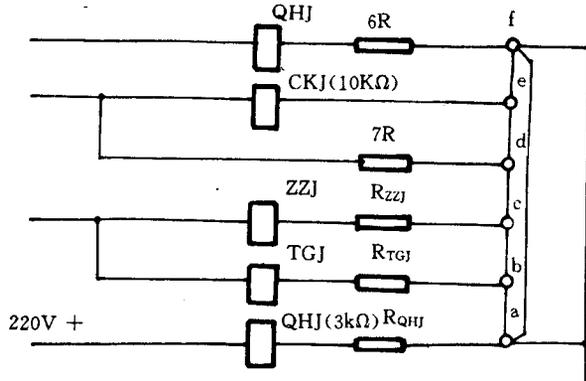


图3 以图2为例将负电源接成环形的连接图

片时形成了寄生回路,引起跳闸,如图中箭头所示。

如果将图 6 中 R_{1SJ} #2 端子所需的负电源取自 1SJ 的 #18 端子(《反措要点》2.2 之(3)条),而不与 GH-11 型距离保护的 C 端子相连,即各取自己的专用端子对 A_1 、 B_1 (用于 GH-11 型距离)和 A_2 、 B_2 (用于各套保护出口及综重部分)。此时,如再断开 B 连片时就不会形成寄生回路,保护装置也就不会误动作,如图 6 所示。图中各元件的正、负电源仍应按图 3 方式连接。

2 关于直流回路发生一点接地的问题

某 500kV 变电站,在一条 220kV 线路高频相差保护屏上作业时,不慎,将三跳端子 Q_{33} 接地,引起三跳出口继电器 TJ_Q 动作,使线路三相跳闸,如图 7 所示。图中 PXD-17/Q 型屏内 JGX-11D 型、YBX-1 型和 FCX-11D 型装置组成的高频相差保护装置

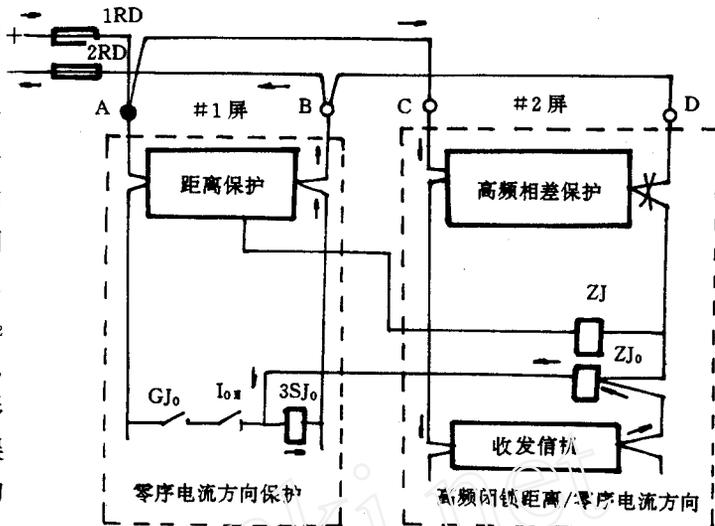


图 4 没有按专用端子对供电产生寄生回路图

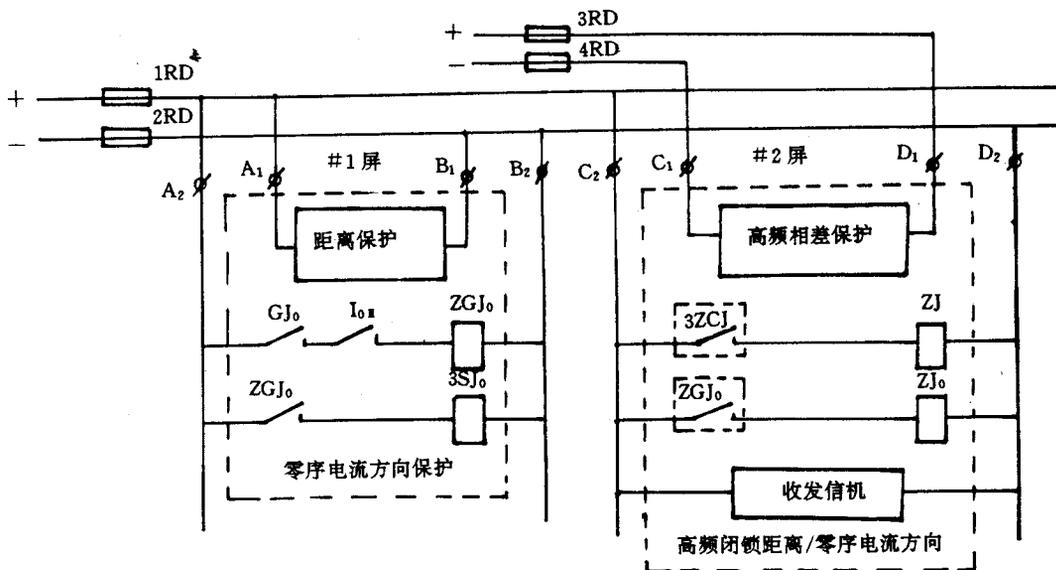


图 5 按照专用端子对使用规则连接的原理图

2.1 Q_{33} 点接地时瞬变过程的计算:

为了监视直流系统的绝缘是否在良好状态下运行,在直流系统中均设置了绝缘监视装置。在 Q_{33} 点接地时,将形成如图 7 所示回路,其中 C_1 、 C_2 分别为蓄电池正、负极对地电容, TJ_Q 为高频相差保护三跳出口干簧继电器(外串 R'_{TJQ} 电阻)。

现将图 7 画成计算用图,如图 8 所示。为了简化计算,忽略了出口继电器线圈电感。按回路电流法,写出克氏第二定律的拉氏变换式。

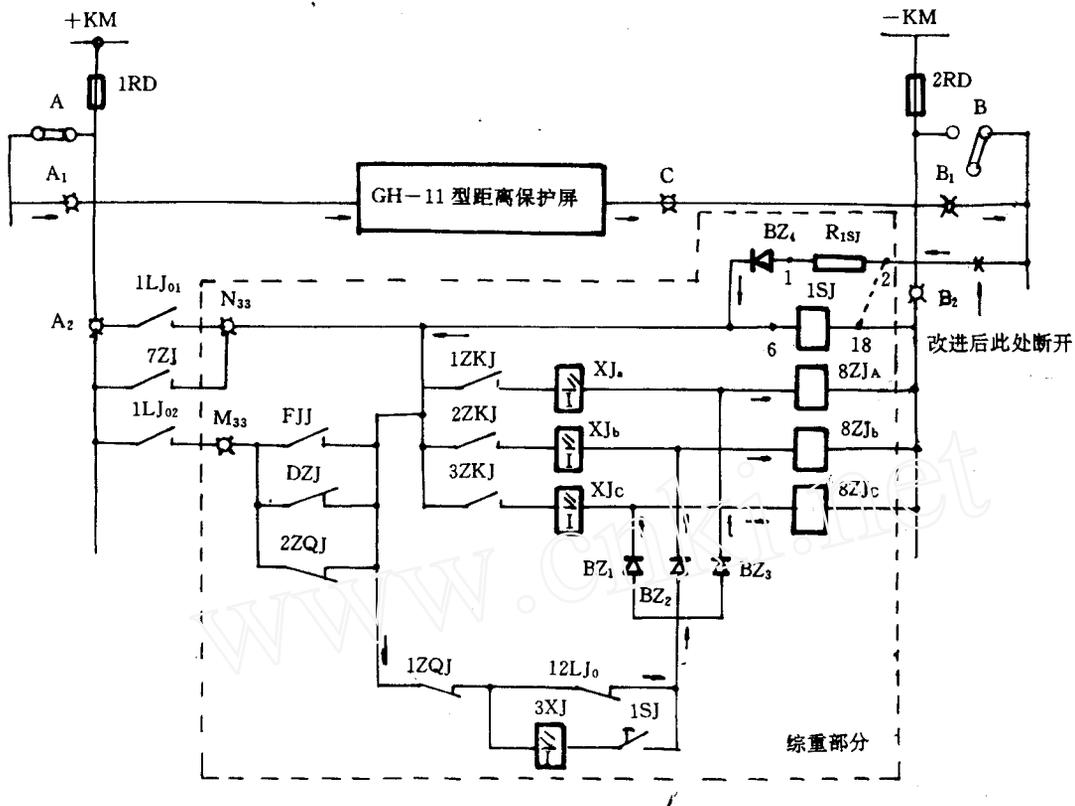


图 6 没有按专用端子对取用造成的寄生回路图

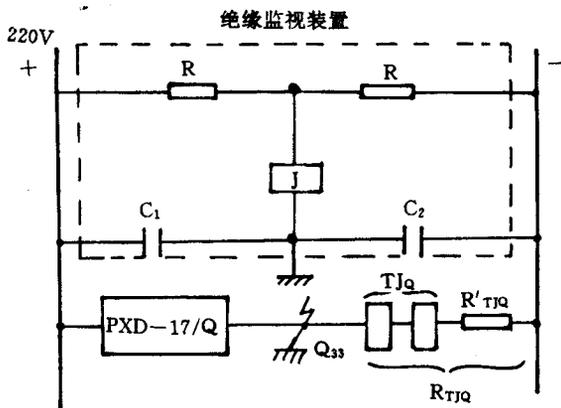


图 7 Q33 点接地时的电路图

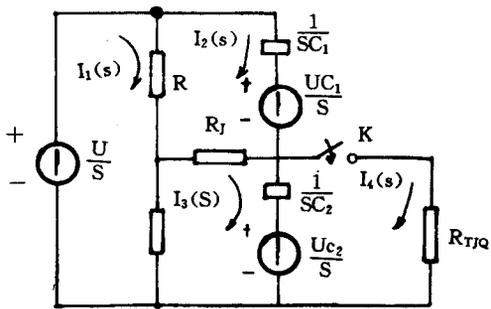


图 8 图 7 的拉氏变换后计算图

式中及图 8 中, S 为运算子符号, U 为直流电源电压, U_{c1} 及 U_{c2} 分别为接地故障前瞬间电容 C_1 及 C_2 上的电压。

$$\begin{aligned}
 2RI_1(S) - RI_2(S) - RI_3(S) &= \frac{U}{S} \\
 -RI_1(S) + (R + R_j + \frac{1}{SC_1})I_2(S) - R_j I_3(S) &= -\frac{U_{c1}}{S} \\
 -RI_1(S) - R_j I_2(S) + (R + R_j + \frac{1}{SC_2})I_3(S) - \frac{1}{SC_2}I_4(S) &= -\frac{U_{c2}}{S}
 \end{aligned}$$

$$-\frac{1}{SC_2}I_3(S) + (R_{TJQ} + \frac{1}{SC_2})I_4(S) = \frac{U_{C2}}{S}$$

2.2 解上列方程,并用拉氏反变换求出出口继电器 TJ_Q 线圈两端电压的表达式为:

$$U_{TJQ}(t) = U \frac{R_{TJQ}}{R + 2R_J + 2R_{TJQ}} + U \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} - \frac{R_{TJQ}}{R + R_J + 2R_{TJQ}} \right) e^{-\frac{t}{\tau}} - U_{C1} \frac{C_1}{C_1 + C_2} e^{-\frac{t}{\tau}} + U_{C2} \frac{C_2}{C_1 + C_2} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

式中

$$\tau = \frac{R_{TJQ}(C_1 + C_2)(R + 2R_J)}{R + 2R_J + 2R_{TJQ}} \quad \text{—— 时间常数。}$$

假设 $C_1 = C_2 = C$,代入式 1 经整理后得

$$U_{TJQ}(t) = U \frac{R_{TJQ}}{R + 2R_J + 2R_{TJQ}} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) + \frac{1}{2} U e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \dots\dots (2)$$

式 2 中的有关数据

$U = 226V$; $R = 7k\Omega$; $R_{TJQ} = (2.1 + 3.3)k\Omega$; $R_J = 14.5k\Omega$;

$C_1 = C_2 = C = 15\mu F$, TJ_Q 干簧触点闭合时间为 $t = 2.4ms$; 故时间常数 $\tau = 0.1246(s)$

将上述数据代入式 2 中得:

$$U_{TJQ} = 26 + 86.9e^{-8 \times 2.4 \times 10^{-3}} = 26 + 85.25 = 111.25V$$

TJ_Q 起动电压为 105V,故能动作跳闸。

2.3 实测该 500kV 变电站蓄电池组(带全部直流负载)正、负极对地电容量。

将图 7 中的 R_{TJQ} 用一只 $R_1 = 11.83k\Omega$ (实测值)电阻代替,如图 9 所示。当将图中的刀闸 K 合入时,从记忆示波器屏幕上显示出如图 10 所示电阻 R_1 两端电压的变化曲线。

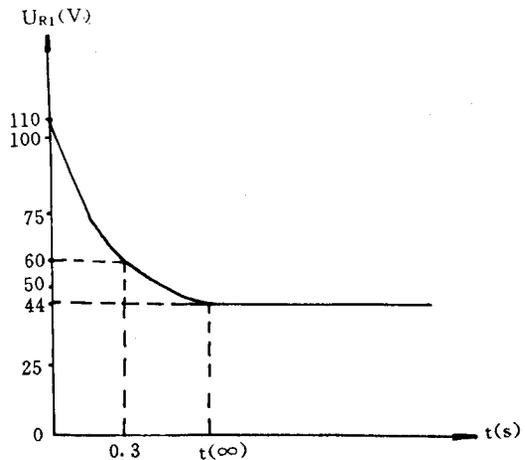
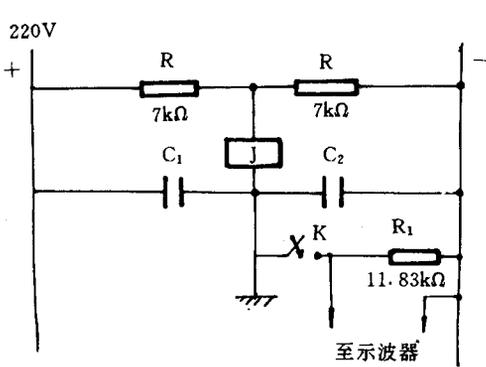


图 9 测蓄电池正、负极对地电容试验接线图 图 10 R_1 两端电压变化曲线图

经试验测得 $U_{(\infty)} = U_{R1(\infty)} = 44V$; 对应于 $t = 0.3s$ 时的 $U_{R1(0.3)} = 60V$; $U_{R(0)} = 110V$ 。

应用三要素法可写出 R_1 两端电压暂态变化式为:

$$U_{R1} = U_{(\infty)} + (U_{(0)} - U_{(\infty)})e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

将已知值代入式 3 得:

$$U_{R1} = 44 + (110 - 44)e^{-\frac{t}{\tau}} = 44 + 66e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (4)$$

式中 $\tau = R_{\Sigma}(C_1 + C_2) = R_{\Sigma}C$

R_{Σ} ——从 R_1 向电源方向看进去的综合电阻；

$$\text{故 } R_{\Sigma} = \frac{(\frac{R}{2} + R_J)R_1}{\frac{R}{2} + R_J + R_1} = 7.14\text{k}\Omega$$

由 $R_{\Sigma} = 7.14\text{k}\Omega$ $t = 0.3\text{s}$ 时, $U_{R1} = 60\text{V}$ 代入式 4 中, 求出电容量 C 值。

$$C = C_1 + C_2 = \frac{-0.3}{R_{\Sigma} \ln \frac{60 - 44}{66}} = 29.65 \times 10^{-6}\text{F} \approx 30\mu\text{F}.$$

可见, 电容量越大, 时间常数 τ 也越大。当发生一点接地时, 出口继电器越容易动作。

3 应采取的措施

3.1 增大绝缘监视继电器 J 的电阻值, 可以使出口继电器 TJ_Q 两端的稳态分量明显下降, 对防止接地误动有利。

3.2 由式 2 知: 当 TJ_Q 正电端一点接地时, 其线圈最高电压为初始电压 $U_{TJQ} = \frac{1}{2}U$ 。因此, 只要保证 TJ_Q 的动作电压满足 $55\%U_e \leq U_{dz} \leq 60\%U_e$ 时, 就可防止误动作。

3.3 建议制造厂家, 适当降低出口继电器的线圈内阻(可采取并接电阻方式), 这样不仅降低稳态分量, 同时也降低了时间常数, 对防止接地误动有利。

4 结论

如果遵循以下三点, 可消除直流寄生回路的不正确动作。

- (1) 每一套独立保护装置的负电源, 在屏内设备之间接成环形, 由环的两端分别接到端子排。
- (2) 每一套独立保护装置, 设置自己正、负电源的专用端子对。不同套的保护装置的专用端子对不允许互相混用。
- (3) 两套保护装置的直流逻辑回路不允许有任何电的联系, 如需要时, 必须经空触点输出。

出口继电器 TJ_Q 线圈正极端子接地, 是否能引起误动作, 它与以下因素有关:

- (4) 蓄电池正、负极对地电容量越大, 其时间常数也越大, 当 TJ_Q 线圈正端接地时越易引起误动作。
- (5) 与直流电源回路绝缘监视装置的内阻有关, 内阻越大时, TJ_Q 线圈两端稳态电压也越小, 不易引起误动作。
- (6) 适当增大绝缘监视装置的平衡电阻 R 的阻值, 亦可降低 TJ_Q 线圈两端电压。
- (7) 通过试验方法, 测量蓄电池正、负极对地电容量, 可校核 TJ_Q 线圈正端接地时, 直流回路绝缘监视装置内阻及平衡电阻值是否合适, 亦即是否可避免出口继电器 TJ_Q 线圈正端接地时的误动作。

参考文献

- 1 电力部颁《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》, 电安生[1994]191 号

This paper simply describes the mathematic model for computer setting calculation of bus differential protection, consideration of operation mode, protection setting principle, and setting calculation program of the bus differential protection written basing on the above method. The program has been applied in a real electric network and can meet the requirement of engineering calculation.

Key words, bus differential protection, computer calculation

Research The Algorithm of Extracting The Square Root in Electric Transducer Zhou Damin(30)

It will take a lot of time to extract the square root in the microprocessor-based electric transducer realized on electrotechnical laws. This paper firstly analyzes the shortcomings of the two algorithms of extracting square root, Newton iteration and fast table look-up, and improve them to yield two adaptive combined algorithms of extracting the square root. Thus the speed of extracting the square root increases greatly.

Key words, electric transducer, algorithm of extracting the square root

NEW PRODUCT DEVELOPMENT

General-Used High Accuracy Optic-Fibre Sensing System Zhang Peining, et al(35)

This paper introduces a general-used high accuracy optic-fibre sensing system which is suitable for on-line measuring current.

Key words, general-used, optic-fibre sensing system, on-line detection

Developmet of Electromagnetic Relay CAD Expert System Xiu Shixin, et al(39)

The architecture, function, building method and feature of the electromagnetic relay CAD expert system are described. The system is equipped with an experience knowledge base of relay expert, which can form judgement and inference upon the expert experience knowledge and simulate the design thinking and solving way of the experts. Application of the expert system technique in CAD solves the non-numerical questions in conventional CAD system and has important significance in realizing intellectualization and automation of electric product.

Key words, electromagnetic relay, CAD, expert system

Application of Integration Development Technology in Upgrade of relaying panel CAD system Xu Tao, et al(43)

Research on KGD3 Control Power Supply of Electromagnetic Brake Xie Shuangquan, et al(48)

SERVICE EXPERIENCE

Discussion on Preventing DC Parasitic Circuit And One-Point-Earthing Zou Shenyuan(52)

Some accident examples of parasitic circuits occurring in relay device are listed. The improving method is presented by analyzing these examples and how to use the special-used terminals in The Keyoints of Anti-accident Measure in Relay and Safety Automation Device' is described. This paper also analyzes the relationship between the capacitance of dc postive and negative poles to earth and the voltage of both coil ends and the measures to be taken when the positive terminal of output auxiliary relay coil earthes.

Key words, parasitic circuit, one-point-earthing

Discussion on The Relay Protection And Secondary Circuit in Main Electric Connections of $1 \frac{1}{2}$ Circuit Breaker Used for 220kV Substation Zhang Huaqing(58)

Discussion on Selectable Recording of Fault Recorder in Guangyinge Substation Wang Bing(64)

Application Problem of Economizer Signal Lamp in Control Signal Circuit and Its Solution Chen Yuanpeng(65)

Application of ZRJ-03 Intelligent Thermotechnic Meter Calibration System Wang Dean(67)

STRUCTURE AND TECHNOLOGY

Discussion on Several Questions of CAPP Xia Chuenhou, et al(71)

Significance of Application and Dissemination of SMT Yin Xuebo, et al(74)

This paper explains the significance of application and dissemination of SMT and analyzes the process of SMT and THT. It also describes the feasibility of SMT.

Key words, SMT, SMD, SMC, SMB

Technology and Quality Control During The Trial-Production of Relay Protection Product Prototype Wang Jie(77)

Technology and quality control is closely related with the quality of prototype trial-prduction of relay protection product. In view of the speciality of prototype trial-production and the site management of trial-production, the action of technology and quality control during the trial-production of relay prototype is described.

Key words, prototype trial-production, technology, quality