

ICS
CCS

T/HNEEIA

团 体 标 准

T/HNEEIA ×××—202×

换流变交流回路系统现场检验方法

On-site inspection method for the AC circuit system of the converter transformer

征求意见稿

×××× - ×× - ××发布

×××× - ×× - ××实施

河南省电器工业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 实验条件	2
4.1 换流变交流回路系统示意图	2
4.2 试验电源的基准条件及允差	2
4.3 换流变交流回路系统现场检查试验条件	2
5 换流变交流回路系统现场检验	4
5.1 检验项目及顺序	4
5.2 检验方法	4
5.3 换流变交流回路系统现场检验试验接线	5
5.4 换流变交流电压回路检验	6
5.5 Y/Y 换流变交流电流回路检验	6
6 检验结果及判断标准	7
附录 A（资料性） 12 脉动换流变交流回路系统示意图	9
附录 B（规范性） 二次电流回路完好性检测示意图	10
附录 C（规范性） 换流变交流回路检验电压、电流折算方法	11
附录 D（规范性） 换流变交流回路系统现场检验流程	13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草原则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河南省电器工业协会提出。

本文件由河南省电器工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人： 。

本文件为首次发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至河南省电器工业协会，以便修订时参考。

换流变交流回路系统现场检验方法

1 范围

本文件规定了换流站工程换流变压器交流回路系统现场检验的试验条件、试验项目和顺序、试验方法。

本文件适用于新建换流站工程换流变压器分系统调试的各个环节，有关厂站调试、试验单位及部门可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性应用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护
- GB/T 13498 高压直流输电术语
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统
- GB/T 34925—2017 高原110kV变电站交流回路系统现场检验方法
- GB 50147—2010 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- DL/T 474（所有部分） 现场绝缘试验实施导则

3 术语和定义

GB/T 2900.49、GB/T 13498、GB/T 34925—2017、GB 50150界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高压直流输电系统 high-voltage direct current transmission system

在两个或多个地理位置之间传输能量的高压直流系统。

3.2

换流变压器 converter transformer

接在换流阀与交流母线之间的电力变压器。实现换流阀与交流母线的连接，并为换流阀提供一个中性点不接地的三相换相电压，将电能从交流系统传输给一个或多个换流桥，或者进行相反传输的变压器，具有电压变换、相位变换、电气隔离功能。

3.3

交流回路 AC circuit

指换流变压器交流电流回路和交流电压回路。

3.4

交流电流回路 alternating current circuit

指换流变交流一次电流回路和交流二次电流回路。

3.5

交流电压回路 AC voltage circuit

指换流变交流一次电压回路和交流二次电压回路。

3.6

电流端子连接片 current terminal connection piece

装设于端子排上，用于断开或连接电流或电压二次回路的连接元件。

4 检验条件

4.1 换流变交流回路系统示意图

换流变交流回路系统示意图见附录A。

4.2 试验电源的基准条件及允差

除另有规定外，试验宜在基准试验条件下进行，试验电源的基准条件及试验允差应满足表1的要求。

表1 试验电源的基准条件及试验允差

试验电源	基准条件	试验允差
交流电源频率	50 Hz	±0.5%
交流电源波形	正弦波	波形畸变5%
交流电源中的直流分量	0	峰值的2%
三相电源中相电压或线电压	相等	不大于电压平均值的1%
试验电源容量 S_T	$S_T = 1.5 * \sqrt{3} * U_e * I_S / N_T$ U_e : 试验电源额定输入电压, 0.38kV; I_S : 试验电源输出一次试验电流; N_T : 试验变压器电流比。	不小于 $0.8S_T$

4.3 换流变交流回路系统现场检查试验条件

4.3.1 换流变交流一次回路检查控制

换流变交流一次回路中的变压器、隔离开关、母线、电流互感器、电压互感器、一次线、阀厅接地刀闸及交流导线等所有设备，安装工作全部完成，符合电气装置安装工程施工及验收规范的相关要求。

换流变及其附属设备均按照GB/T 16927.1、GB/T 16927.2、GB 50147—2010、DL/T 474（所有部分）及相关设备标准规定的试验方法开展电气试验，试验结果应满足GB 50150的规定及产品技术要求。

4.3.2 换流变交流二次回路检查控制

4.3.2.1 二次回路的符合性检查

换流变交流二次回路中所有屏柜、元件、端子箱及其二次电缆均按照设计图纸施工完成，符合电气装置安装工程施工及验收规范的相关要求，且实际的二次回路图实相符，接线正确。

各互感器二次绕组引出抽头及变比，与调度定值通知单要求一致。

4.3.2.2 二次回路接地点与接地状况检查

换流变交流回路互感器（含分压器）的各二次绕组必须分别且只能有一点接地。由几组互感器（包含分压器）二次组合的回路，应在有直接电气连接处一点接地，独立的、与其它互感器（包含分压器）二次回路没有直接电气联系的二次回路，应在换流变场实现一点接地，并确保接地可靠。解开接地点，检测对地电阻不应为零。

4.3.2.3 二次电流回路完好性检测

以换流变本体端子箱作为检测点，断开电流回路电流端子连接片（在检测结束后恢复），分别测量各相电流回路绕组侧与负载侧之间的直流电阻，应满足以下要求：

- 恢复电流互感器二次侧 N 线电流连接片，用万用表欧姆档分别测量三相电流连接片两侧直流电阻，见附录 B 中的图 B.1。测量结果要求三相阻值应平衡，各相之间偏差不大于 1 Ω；
- 逐一恢复电流互感器二次侧三相电流端子连接片，用万用表欧姆档分别测量各相电流试验端子两端直流电阻，测得每相连接片的电阻，阻值应接近 0 Ω，见附录 B 中的图 B.2，则确认电流回路恢复良好，否则应对电阻异常的回路进行重新检查。

要求：电流互感器二次绕组相同变比、相同准确度等级、同一用途的电流回路，三相无开路，直流电阻应基本平衡。

4.3.3 换流变交流回路临时安措检查控制

临时安措检查控制应满足以下要求：

- 要求换流变交流回路系统中一、二次设备安装、调试工作已完成，安装作业人员已全部撤离，阀厅大门已锁闭，回路中除设备接地刀闸外，所有临时接地措施均已拆除，一、二次回路具备带电条件；
- 试验前，临时断开换流变交流网侧高跨母线与交流场之间的引流线，并保持足够安全距离（≥ 1 m），试验完成后恢复；
- 试验中始终保持直流极的接地状态。

4.3.4 主要的试验仪器仪表

试验使用的仪器、仪表应符合计量管理要求，其准确级满足被测量的误差要求，宜不低于表 2 的技术指标要求。

表 2 主要试验设备、仪表

序号	仪器仪表及工具名	数量	主要技术指标
1	相位伏安表（双钳）	1台	交流电压：测量范围5 V~500 V，分辨率0.001 V，准确级0.5级； 交流电流：测量范围1.5 mA~10 A，分辨率0.01 A，准确级0.5级； 相位角：测量范围0° ~360°，分辨率0.1°，误差≤±3.0°； 工作条件：电压0 V~500 V，电流5.0 mA。
2	钳形电流表	4只	量程1 A~200 A，准确级1级。
3	试验电源输入设备	1套	含调压及升流功能。三相自耦调压器：输入AC:380V/220V, 20A, 50Hz； 三相试验变压器：Yyn0, 100kVA, AC Ue 0.4kV/1.5kV/2kV/2.5kV。
4	数字式万用表	2块	交流电压最小量程≤10 V，分辨率≤0.1 mV，准确级1级； 电阻最小量程≤400 Ω，分辨率≤0.01 Ω，准确级1级； 频率测量范围10 Hz~100 kHz，分辨率≤0.1 Hz，准确级1级。
5	绝缘电阻表	1台	0.1 MΩ~2 000 MΩ； (500 V、1 000 V) 2%。

5 换流变交流回路系统现场检验

5.1 检验项目及顺序

5.1.1 检验项目

换流变交流回路系统现场检验项目应包含以下内容：

- 换流变网侧一次施加电压幅值、相位检测；
- 换流变网侧 TV、阀侧分压器二次电压幅值、相位检测；
- Y/Y 换流变网侧 TA 一次、二次试验电流幅值、相位检测；
- Y/Y 换流变阀侧 TA 二次电流幅值、相位检测；
- Y/D 换流变网侧 TA 一次、二次试验电流幅值、相位检测；
- Y/D 换流变阀侧 TA 二次电流幅值、相位检测。

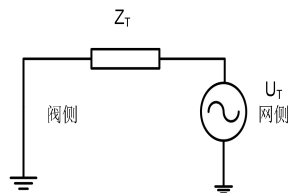
5.1.2 试验顺序

换流变交流电流回路的检验应安排在其交流电压回路检验结束后进行，现场检验流程见附录 D。

5.2 检验方法

在换流变网侧施加1000V~2500V交流试验电压，通过换流变交流回路系统的开路试验和短路试验、一次试验电压、电流及二次电压、电流幅值、相位的检测，发现和消除换流变交流回路系统潜在的电流回路开路、电压回路短路、相序错误、极性接反、变比错误、连接组别错误、互感器准确级次错误的回路缺陷。

换流变交流回路系统检验模型见图1。



标引序号说明：

U_T ——试验电源；

Z_T ——Y/Y或Y/d换流变短路阻抗。

图1 换流变交流回路试验模型

一次施加的试验电压应不低于1.5kV。在换流变网侧施加试验电源，Y/Y及Y/d阀侧应分别短路接地。应利用式(1)估算试验电流，并选择试验变压器容量。

$$I_s = \frac{U_T}{Z_T} \quad (1)$$

式中：

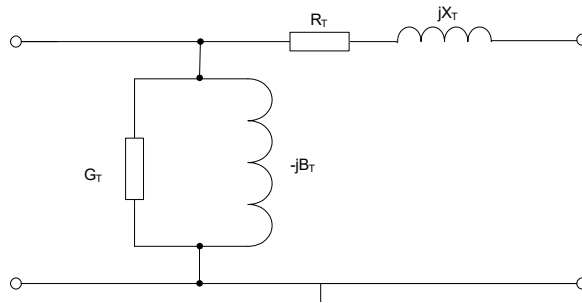
U_T ——换流变网侧输入的试验电压，相电压，单位为伏（V）；

Z_T ——换流变折算至网侧的总阻抗，单位为欧姆（ Ω ）；

I_s ——换流变网侧输入的试验电流，相电流，单位为安（A）。

在换流变短路阻抗 Z_T 一定的情况下，可通过提高试验电压 U_T 来增大试验电流 I_s ，折算至TA的二次值宜 ≥ 5 mA。

应对换流变单相阻抗进行计算，其计算模型见图2。



标引序号说明:

- R_T ——换流变电阻;
- X_T ——换流变电抗;
- G_T ——换流变电导;
- B_T ——换流变电纳。

图 2 单相双绕组换流变阻抗模型

工程计算中,常将变压器励磁支路前移到电源侧,并将阀侧绕组的电阻和漏抗折算到网侧绕组,并与网侧绕组的电阻和漏抗合并,用等值阻抗 $R_T + jX_T$ 来表示。对于大容量变压器的阻抗中,主要以电抗为主,直流电阻可忽略不计,亦即换流变的电抗和阻抗数值上接近相等,可近似认为,换流变铭牌上给出的阻抗电压 $U_k\%$ (也称为短路阻抗)与换流变的电抗关系见式(2)。

$$U_k\% = \frac{U_K}{U_N} \times 100 \approx (I_N X_T / U_N) \times 100 = \frac{S_N}{U_N^2} X_T \times 100 \quad (2)$$

从而得出:

$$X_T \approx \frac{U_k\%}{100} \times \frac{U_N^2}{S_N} \quad (3)$$

式中:

U_k ——换流变的短路电压(即变压器短路试验时,短路绕组通过额定电流时在阻抗上的电压降),单位为千伏(kV);

U_N ——换流变的额定相电压,单位为千伏(kV);

I_N ——换流变的额定相电流,单位为千安(kA);

X_T ——换流变折算至一次侧的总电抗,单位为欧姆(Ω);

S_N ——换流变的单相额定容量,单位为兆伏安(MVA)。

5.3 换流变交流回路系统现场检验试验接线

换流变交流回路系统现场检验试验接线见图3。

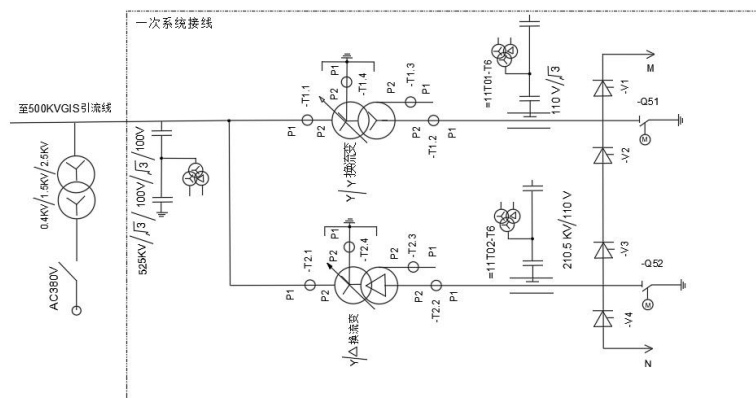
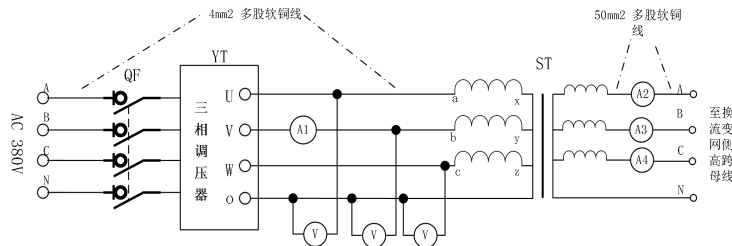


图3 换流变交流回路系统现场检验示意图

试验变压器宜采用Y-y0接线。三相交流电源经试验变压器与换流变网侧高跨母线相连接，在换流变阀侧可利用阀厅接地刀闸-Q51、-Q52实现短路接地。

换流变交流回路系统现场检测试验，其中，电源部分的回路接线见图4。



标引序号说明：

QF——带过流保护交流断路器；

YT——三相自耦调压器；

V——数字万用表；

ST——试验变压器；

A1、A2、A3、A4——钳型电流表；

图4 换流变交流回路系统现场检验试验电源接线图

至换流变网侧高跨母线的一次侧试验导线应采用带绝缘护套50mm²多股软铜线，在现场试验接线过程中，应保持足够相间和对地距离。

5.4 换流变交流电压回路检验

5.4.1 检验内容

检验内容应包含以下内容：

- 换流变网侧一次施加电压幅值、相位检测；
- 换流变网侧TV二次电压幅值、相位检测；
- 换流变阀侧分压器二次电压幅值、相位检测。

5.4.2 检验步骤

检验步骤应满足以下要求：

- 检查并确认Y/Y、Y/D换流变网侧中性点与可靠接地，并保持换流变阀侧接地刀闸-Q51、-Q52均在分闸位置；
- 在换流变网侧高跨母线施加对应一次三相正序对称试验电源；
- 通过自耦调压器YT零起升压，使换流变网侧TV、高跨母线、换流变、阀侧TV等换流变交流回路带电，检测一次相电压、线电压幅值、相位，并定相；
- 在各端子箱、汇控柜、屏柜电压端子，分别测量换流变网侧、阀侧各电压互感器二次绕组、三次绕组各相电压、线电压、开口三角电压的幅值，并定相；
- 检测完成后将被试回路恢复至试验前状态。

5.5 Y/Y换流变交流电流回路检验

5.5.1 检验内容

检验内容应包含以下内容：

- a) 换流变网侧一次施加电流幅值、相位检测；
- b) Y/Y 换流变网侧 TA、阀侧 TA 二次电流幅值、相位检测；
- c) Y/D 换流变网侧 TA、阀侧 TA 二次电流幅值、相位检测。

5.5.2 检验步骤

5.5.2.1 Y/Y 换流变交流电流回路检验步骤

检验步骤应满足以下要求：

- a) 检查并确认 Y/Y、Y/D 换流变网侧中性点与可靠接地，保持换流变阀侧接地刀闸-Q51、-Q52 均在分闸位置；
- b) 合上 Y/Y 换流变阀侧三相接地刀闸-Q51，并保持 Y/D 换流变阀侧接地刀闸-Q52 在分闸位置；
- c) 在换流变网侧高跨母线施加对应一次三相正序对称试验电源，使试验电流依次流过 Y-Y 换流变网侧绕组、阀侧绕组至三相接地短路点-Q51。测量试验电源 A、B、C 相电流幅值和相位；
- d) 在各端子箱、汇控柜、屏柜电流端子，测量 Y-Y 换流变网侧绕组首端 TA、末端 TA，阀侧绕组首端 TA、末端 TA 各二次回路电流（包括备用回路）幅值和相位；
- e) 在电源注入点仅施加 A 相试验电源，在各端子箱、汇控柜、屏柜电流端子，测量 Y/Y 换流变二次零序电流的幅值和相位；
- f) 检测完成后将被试回路恢复试验前状态。

5.5.2.2 Y/D 换流变交流电流回路检验步骤

检验步骤应满足以下要求：

- a) 合上 Y/D 换流变阀侧三相接地刀闸-Q52，并保持 Y/Y 换流变阀侧接地刀闸-Q51 在分闸位置；
- b) 在换流变网侧高跨母线施加对应一次三相正序对称试验电源，使试验电流依次流过 Y-D 换流变网侧绕组、阀侧绕组至三相接地短路点-Q52，测量试验电源 A、B、C 相电流幅值和相位；
- c) 在各端子箱、汇控柜、屏柜电流端子，测量 Y/D 换流变网侧绕组首端 TA、末端 TA，阀侧绕组首端 TA、末端 TA 各二次回路电流（包括备用回路）幅值和相位；
- d) 在电源注入点仅施加 A 相试验电源，在各端子箱、汇控柜、屏柜电流端子，测量 Y/D 换流变二次零序电流的幅值和相位；
- e) 检测完成后将被试回路恢复试验前状态。

注：在换流变交流回路系统电压回路检测完成后，若现场三相自耦调压器的容量不满足电流回路检测需要，可取消调压器。

6 检验结果及判断标准

检验结果及判断标准应满足：

- a) 以 380 V 交流试验电源 A 相电压为基准即 $\dot{U}_i = U_A \angle 0^\circ$ ，试验电源电压 A、B、C 三相幅值应相等，相角互差 120° 正相序；A 相试验电流实测值为 $\dot{I}_{AM} = I_{AM} e^{j\theta_A}$ ，B 相应为 $\dot{I}_{BM} = I_{AM} e^{j(\theta_A + 120^\circ)}$ ，C 相应为 $\dot{I}_{CM} = I_{AM} e^{j(\theta_A + 240^\circ)}$ 。其中， Φ_A 为换流变阻抗角，其值约为 $80^\circ \sim 90^\circ$ ，呈感性；
- b) 按照试验变压器、换流变及各电压、电流互感器的变比，将一次实测试验电压、电流值换算成二次计算电压、电流，折算方法见附录 C；
- c) 换流变交流回路系统二次电流、电压实测的幅值和相位与一次试验电流、电压折算值进行比较，一、二次电流、电压的幅值和相位关系应与试验变压器、换流变的变比、连接组别相符，且幅值误差不应超过 5%，相位误差不超过 $\pm 5^\circ$ ；

T/HNEE1A ×××—202×

- d) 试验电流相位滞后电压约 80° ，呈感性；
- e) 换流变同侧绕组首端 TA 与末端 TA 电流幅值应相同，相位相差 180° ；
- f) 换流变网侧与阀侧绕组首端 TA 与末端 TA 电流幅值关系应与换流变的变比相符，相位相差 180° 。

附录 A

(资料性)

12 脉动换流变交流回路系统示意图

12脉动换流变交流回路系统示意图见图A.1。

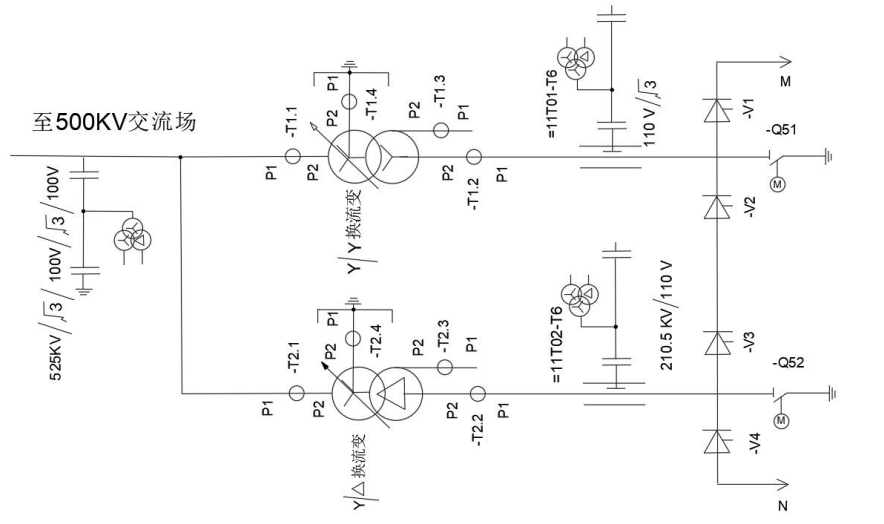


图 A.1 12 脉动换流变交流回路系统示意图

附录 B

(规范性)

二次电流回路完好性检测示意图

二次电流回路完好性检测示意图见图B.1和图B.2.

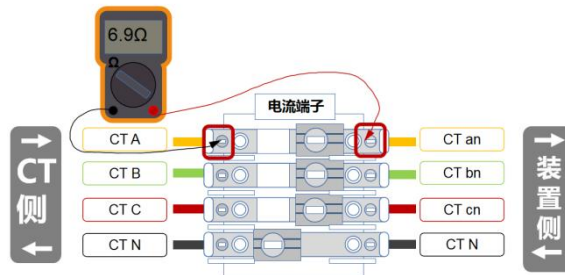


图 B.1 电流二次回路恢复前完好性测试示意图

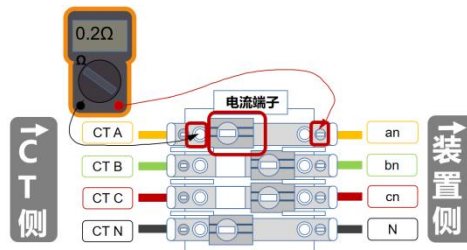


图 B.2 电流二次回路恢复后完好性测试示意图

附录 C

(规范性)

换流变交流回路检验电压、电流折算方法

C.1 Y/Y换流变电流回路检验一、二次电流折算

C.1.1 Y/Y换流变网侧一次电流

试验变压器高、低压侧绕组接线方式为Yn/Yn接线，以试验电源 \dot{U}_A 为参考向量，实测低压侧一次A相电流为 $\dot{I}_a = I_a e^{j\Phi}$ ，B相应为 $\dot{I}_b = I_b e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ，C相应为 $\dot{I}_c = I_c e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ；则Y/Y换流变网侧一次试验电流应为 $\dot{I}_A = I_a/k_T e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_B = I_b/k_T e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_C = I_c/k_T e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； k_T 为试验变压器的电压比， Φ 为换流变阻抗角（下同）。

C.1.2 Y/Y换流变网侧首端TA二次电流

Y/Y换流变网侧首端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a1.1} = I_a/k_{1.1} e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_{b1.1} = I_b/k_{1.1} e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c1.1} = I_c/k_{1.1} e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； $k_{1.1}$ 为换流变网侧绕组首端电流互感器（TA）变比。

C.1.3 Y/Y换流变网侧末端TA二次电流

Y/Y换流变网侧末端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a1.2} = I_a/k_{1.2} e^{j(\Phi+180^\circ)}$ ， $\dot{I}_{b1.2} = I_b/k_{1.2} e^{j(\Phi+300^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c1.2} = I_c/k_{1.2} e^{j(\Phi+60^\circ)}$ ； $k_{1.2}$ 为换流变网侧绕组末端电流互感器（TA）变比。

C.1.4 Y/Y换流变阀侧首端TA二次电流

Y/Y换流变阀侧首端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a2.1} = I_a * N_Y/k_{2.1} e^{j(\Phi+180^\circ)}$ ， $\dot{I}_{b2.1} = I_b * N_Y/k_{2.1} e^{j(\Phi+300^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c2.1} = I_c * N_Y/k_{2.1} e^{j(\Phi+60^\circ)}$ ； N_Y 为Y/Y换流变的电压比， $k_{2.1}$ 为Y/Y换流变阀侧绕组首端电流互感器（TA）变比；

C.1.5 Y/Y换流变阀侧末端TA二次电流

Y/Y换流变阀侧末端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a2.2} = I_a * N_Y/k_{2.2} e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_{b2.2} = I_b * N_Y/k_{2.2} e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c2.2} = I_c * N_Y/k_{2.2} e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； N_Y 为Y/Y换流变的电压比， $k_{2.2}$ 为Y/Y换流变阀侧绕组末端电流互感器（TA）变比；

C.2 Y/D换流变电流回路检验一、二次电流折算

C.2.1 Y/D换流变网侧电流互感器（TA）一次电流

试验变压器高、低压侧绕组接线方式为Y/Y-12接线，以试验电源 \dot{U}_A 为参考向量，实测低压侧一次A相电流为 $\dot{I}_a = I_a e^{j\Phi}$ ，B相应为 $\dot{I}_b = I_b e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ，C相应为 $\dot{I}_c = I_c e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ；则Y/D换流变网侧一次试验电流应为 $\dot{I}_A = I_a/k_T e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_B = I_b/k_T e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_C = I_c/k_T e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； k_T 为试验变压器的电压比， Φ 为换流变阻抗角（下同）；

C.2.2 Y/D换流变网侧首端电流互感器（TA）二次电流

Y/D换流变网侧首端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a1.1} = I_a/k_{1.1} e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_{b1.1} = I_b/k_{1.1} e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c1.1} = I_c/k_{1.1} e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； $k_{1.1}$ 为Y/D换流变网侧绕组首端电流互感器（TA）变比；

C.2.3 Y/D换流变网侧末端电流互感器（TA）二次电流

Y/D换流变网侧末端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a1.2} = I_A/k_{1.2} e^{j(\Phi+180^\circ)}$ ， $\dot{I}_{b1.2} = I_B/k_{1.2} e^{j(\Phi+300^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c1.2} = I_C/k_{1.2} e^{j(\Phi+60^\circ)}$ ； $k_{1.2}$ 为Y/D换流变网侧绕组末端电流互感器（TA）变比；

C.2.4 Y/D换流变阀侧首端电流互感器（TA）二次电流

Y/D换流变阀侧首端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a3.1} = I_A * N_D/k_{3.1} e^{j(\Phi+180^\circ)}$ ， $\dot{I}_{b3.1} = I_B * N_D/k_{3.1} e^{j(\Phi+300^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c3.1} = I_C * N_D/k_{3.1} e^{j(\Phi+60^\circ)}$ ； N_D 为Y/D换流变的电压比， $k_{3.1}$ 为Y/D换流变阀侧绕组首端电流互感器（TA）变比；

C.2.5 Y/D换流变阀侧末端电流互感器（TA）二次电流

Y/D换流变阀侧末端电流互感器一次侧P1指向套管，其二次侧电流应为 $\dot{I}_{a3.2} = I_A * N_D/k_{3.2} e^{j\Phi}$ ， $\dot{I}_{b3.2} = I_B * N_D/k_{3.2} e^{j(\Phi+120^\circ)}$ ， $\dot{I}_{c3.2} = I_C * N_D/k_{3.2} e^{j(\Phi+240^\circ)}$ ； N_D 为Y/D换流变的电压比， $k_{3.2}$ 为Y/D换流变阀侧绕组末端电流互感器（TA）变比；

C.3 交流电压回路检验一、二次电压折算

C.3.1 换流变网侧电压互感器（TV）一次电压

试验变压器高、低压侧绕组接线方式为Y/Y-12接线，以试验电源 \dot{U}_A 为参考向量，实测低压侧一次A相电压为 $\dot{U}_a = U_a e^0$ ，B相应为 $\dot{U}_b = U_b e^{j120^\circ}$ ，C相应为 $\dot{U}_c = U_c e^{j240^\circ}$ ；则换流变网侧一次试验电压为 $\dot{U}_A = U_a * k_T e^0$ ， $\dot{U}_B = U_b * k_T e^{j120^\circ}$ ， $\dot{U}_C = U_c * k_T e^{j240^\circ}$ ； k_T 为试验变压器的电压比（下同）；

C.3.2 C.3.2 换流变网侧电压互感器（TV）二次电压

换流变网侧电压互感器二次电压为 $\dot{U}_a = \dot{U}_A / K_t$ ， $\dot{U}_b = \dot{U}_B / K_t$ ， $\dot{U}_c = \dot{U}_C / K_t$ ； K_t 为换流变网侧电压互感器的电压比；

C.3.3 C.3.3 Y/Y换流变阀侧分压器（TV）二次电压

Y/Y换流变阀侧分压器二次电压为 $\dot{U}_{ay} = \dot{U}_A / N_{TY} * K_y$ ， $\dot{U}_{by} = \dot{U}_B / N_{TY} * K_y$ ， $\dot{U}_{cy} = \dot{U}_C / N_{TY} * K_y$ ； N_{TY} 为Y/Y换流变压器的电压比， K_y 为Y/Y换流变阀侧分压器的电压比；

C.3.4 C.3.4 Y/D换流变阀侧分压器（TV）二次电压

Y/D换流变阀侧分压器二次电压为 $\dot{U}_{ad} = \dot{U}_A / N_{TD} * K_d$ ， $\dot{U}_{bd} = \dot{U}_B / N_{TD} * K_d$ ， $\dot{U}_{cd} = \dot{U}_C / N_{TD} * K_d$ ； N_{TD} 为Y/D换流变压器的电压比， K_d 为Y/D换流变阀侧分压器的电压比。

附录 D
(规范性)
换流变交流回路系统现场检验流程

换流变交流回路系统现场检验流程见图D.1。

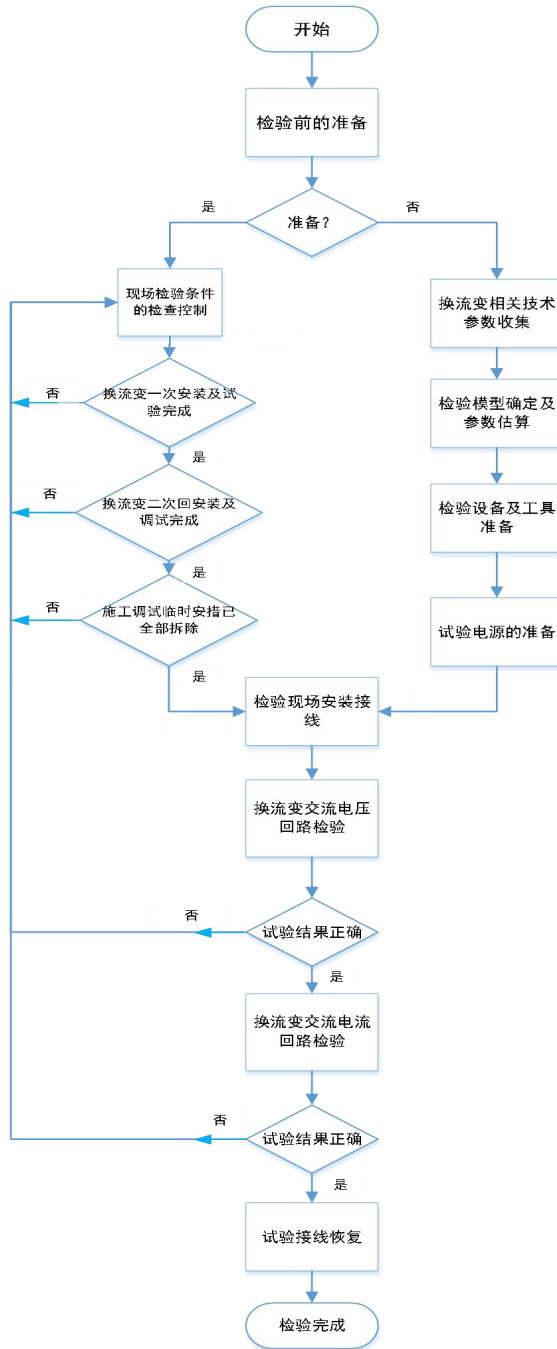


图 D.1 换流变交流回路系统现场检验流程图