

**报告编号：**

**分 类 号：**

巴基斯坦默蒂亚里-拉合尔±660高压直流输电工程

系统调试方案

（6）双极大功率系统调试方案

中国电力科学研究院

2020.06

**工作单位：中国电力科学研究院有限公司**

**工作时间：2019年8月—2020年7月**

**项目负责人：班连庚 谢国平**

**工作人员：谢国平 朱艺颖 周亦夫 庞广恒 刘世成 李新年 林少伯 王晶芳 张晋华 刘翀 李跃婷王薇薇 吴娅妮 刘琳 张晓丽 李潇潇 杨立敏 许锐文 赵志华**

**报告编写： 谢国平 庞广恒 周亦夫 雷霄 刘世成 林少伯**

**中国电力科学研究院有限公司**

**报告审核**

**学术技术分委会：**

**部 门：**

**咨询业务部（格式审核）：**

**学术技术委员会：**

**报告批准**

**副院长/总工程师/院长助理/副总工程师：**

内容摘要

巴基斯坦默蒂亚里-拉合尔高压直流输电工程双极大功率系统调试方案内容包括：极起/停，双极功率升降，手动分接头控制，大地/金属转换，热运行试验，特殊测量试验。其中详细列出了每个试验项目内容、步骤及验收标准等。

关键词：巴基斯坦默拉直流；双极大功率系统调试方案；系统调试

ABSTRACT

Bipole High Power System Tests Program for Pakistan Matiari-Lahore ±660kV HVDC Transmission Project includes pole start, bipole power ramp, tap changer control, ground/metallic return transfer, heat run test and special measurements.

KEYWORDS: Pakistan Matiari-Lahore HVDC Project, Bipole High Power System Test Program, System Commissioning

**目录**

[1试验条件 3](#_Toc3323)

[2双极额定负载运行，正常功率方向 4](#_Toc30175)

[2.1试验条件 4](#_Toc9909)

[2.2试验条件 4](#_Toc15586)

[2.3试验内容和步骤 5](#_Toc32451)

[3站内调试安全措施及注意点 8](#_Toc28819)

[3.1对于高压直流输电系统 8](#_Toc26297)

[3.2对于交流系统 8](#_Toc2999)

[4附件 8](#_Toc2009)

**1试验条件**

重要:试验期间的极功率应达到2000MW，相当于3030安。在所有试验之前和调试期间，默蒂亚里和拉合尔换流站的交流电压应为维持在505-525kV。两个换流站的频率应为49.5-50.5赫兹

在开始大功率双极传输试验之前，必须完成以下试验:

-小功率单极试验

-验证换流变压器、平波电抗器和阀冷却设备运行正常，风扇和泵切换正常。此外，必须检查备用泵、风扇和冷却器换器是否可用。

-阀冷系统运行超过24小时，所有阀门都已检查。

此外，以下条件适用于本程序中定义的所有调试。如果特定测试需要任何特定的试验条件，则该条件将被添加到测试描述中。

-必须任命CEPRI和业主的测试负责人。

-必须完成本测试中涉及的所有设备调试和设备子系统调试。

-低压测试完成

-交流开关和相关保护，包括断路器失灵保护调试完成

-通电前对每个区域进行最终跳闸试验。

-核实剩余试验项目，并确保测试可以继续进行。

-核实临时连接项目，确保可以继续通电。

-验证事件记录(SER)的顺序，并确保无相关警报，且所有系统均在运行。

-业主准备的开关顺控已准备就绪，站系统(或调试中涉及的所有设备)已移交运行单位。

**2双极额定负载运行，正常功率方向**

2.1试验目的

试验目的是在大功率调试时进行热运行试验和进行参数测量。

2.2试验条件

(1)所有小功率调试已经完成。

(2)交流系统试验条件:

1)两个交流系统的500kV母线电压为505~525kV。

2)交流系统的两侧都能够为调试供电。

(3)直流系统的试验条件:

默蒂亚里:

[X]主控站

[X] 站控A值班 [ ] 站控 B值班

[X] 极控A值班 [ ] 极控 B值班

[X]正常功率传输方向[ ]反向功率传输方向

[X]有通信 [ ]无通信

[X]功率控制 [ ] 电流控制

[X]联合控制 [ ]独立控制

[X] 无功自动控制 [ ] 无功手动控制

[ ] Q控制 [X] U控制

[X]全压运行 [ ]降压运行

[X]大地回线 [ ]金属回线

拉合尔:

[ ]主控站

[X] 站控A值班 [ ] 站控 B值班

[X] 极控A值班 [ ] 极控 B值班

[X]正常功率传输方向[ ]反向功率传输方向

[X]有通信 [ ]无通信

[X]功率控制 [ ] 电流控制

[X]联合控制 [ ]独立控制

[X] 无功自动控制 [ ] 无功手动控制

[X] Q控制 [ ] U控制

[X]全压运行 [ ]降压运行

[X]大地回线 [ ]金属回线

2.3试验内容和步骤

2.3.1双极功率速率

(1)操作断路器和开关，使换流器进入“准备运行”状态。

(2)验证两个站处于“准备运行”状态。

(3)以正向最小功率启双极，功率400MW (303A)，速率100MW/min。

(4)核实在最小功率下系统稳定运行。

(5)以100MW/min 的速度将功率由400MW提升至4000MW，每增加400MW，间隔2分钟:

(6)验证:

1)在每个功率水平下，两站功率都能达到参考值。

2)各功率双极稳定运行。

3)在升功率过程中，两站无功控制系统都投入合适的滤波器组数。

(7)以100MW/min的速度将功率降低至400MW，每降低400MW，间隔2分钟:

(8)在功率变化过程中，进行极控A、B系统的手动切换。

(9)验证:

1)功率变化过程是平滑和连续的，传输的功率没有瞬时变化。

2)在每个功率水平下，两站功率都能达到参考值。

(10)停极

(11)记录并保存试验数据

2.3.2 额定功率的热运行试验

注释:

(1)保持双极在额定功率下运行2小时。在此期间应进行以下验证:

(2)执行以下试验或测量:

1)在功率升降完成后，验证两个站是否达到参考值。

2)验证直流和交流侧的测量电流和电压是否正确。

3)连续记录内冷水进阀和出阀温度(就地和远程指示)，直到达到正常的稳定温度(温度应在大约15分钟内稳定)。

4)每30分钟记录换流变压器和平波电抗器中线圈绕组和热点的温度(本地或远程指示)，直到达到正常的稳定温度(温度应在大约3小时内稳定)。

5)在默蒂亚里和拉合尔记录单次谐波系数，总谐波失真系数，电话谐波波形系数。

6)记录默蒂亚里和拉合尔的直流侧谐波和Ieq。

(3)进行以下测试或测量:

1)验证主参数:点火角、熄灭角、交流和直流电流和电压。

2)记录阀冷水、变压器和电抗器的温度，并检查运行是否稳定。

3)按照下述第2.3.3-2.3.6节所述进行特殊测量。

4)站内的功率损耗应通过从流入换流变压器的功率中减去直流功率来测量。

(4)记录并保存所有数据。

2.3.3无线电干扰测量

检查高压直流输电设备产生的无线电和电视干扰是否在指定位置的指定范围内。

(1)在换流站内和换流站外约450米处选择1或2个测试地点，进行干扰频率频谱的测量。

(2)测量800kV阀厅出线下和换流站内出线20 m处的无线电干扰频谱特性。

(3)记录并保存所有数据。

2.3.4噪声检查

检查高压直流输电设备产生的可听噪声水平是否在指定位置的指定范围内。

(1)测量换流站换流变压器附近的可听噪声。

(2)测量换流站外边界线上的可听噪声。

(3)测量换流站附近房屋前的可听噪声(如果有房屋)。

(4)记录并保存所有数据。

2.3.5站辅助设备功率损耗

该测试的目的是确定负载和空载条件下辅助电源的损耗。根据研究报告，仅包括所提供设备的临界和基本负荷。

(1)在准备运行状态下，在一个时间周期内测量400V功率水平上的负载(例如在一小时内测量5次)。对测量结果取平均值，得到与空载或固定损耗相当的损耗值。

(2)验证这些测量的损失值应在技术规范规定的限值内。

(3)当双极在额定功率运行时，在一个时间段内测量400V功率水平上的负载(例如一小时内测量5次)。对测量结果取平均值，得到与空载或固定损耗相当的损耗值。

(4)记录并保存所有数据。

2.3.6用红外摄像设备进行温度测量

1. 使用红外测温测量直流场、交流场和阀厅内的母线、夹具导体、设备等的温度正常。

(2)记录并保存所有数据。

**3站内调试安全措施及注意点**

3.1对于高压直流输电系统

(1)所有参加试验的人员应严格遵守电气工程的所有安全规定。

(2)在电站中，应由业主任命一名合格的工程师作为测试负责人，该负责人应是CEPRI调试工程师的协调人。

(3)在站内，当测试进行时，必须指定来自业主、装配公司或制造公司的合格技术人员分别在交流场、直流场和阀厅观察设备。当他们发现设备的任何异常或故障时，应立即向测试负责人报告。

(4)未经许可，任何人不得进入试验区。

(5)所有高压区域应使用封闭围栏和带有“高压危险”的告示板进行隔离！

(6)在站内，应配备一支紧急维修队伍，以便在需要时进行维修或检查工作。

(7)只有具有测试身份的人员才允许进入测试区域。

(8)只有合格的操作人员才能进行操作。

(9)所有操作应严格按照操作指令进行。

(10)现场主设备和控制保护柜的临时试验接线和维护应由合格人员在合格专家的监督下进行，并采取相应的安全措施。

(11)控制或保护柜的测试接线应由合格的专家进行演示和监督。

3.2对于交流系统

必须严格遵守交流系统运行的所有规定和安全措施。

**4附件**

HVDC - High Voltage Direct Current

高压直流

DC - Direct Current

DC -直流

AC - Alternative Current

交流

CEPRI - China Electric Power Research Institute

中国电力科学研究院

TFR - Transient Fault Recorder

瞬态故障记录器

PCP - Pole Control & Protection

极控

SCM - SCADA and Monitoring

SCADA监控系统

SC - Station Control

站控

RPC - Reactive Power Control

无功功率控制

DGA - Dissolved Gas Analysis

溶解气体分析

IR Camera - Infrared Camera

红外测温仪

Dn - Individual Harmonics

单次谐波

THD - Total Harmonic Distortion

总谐波失真

THFF - Telephone Harmonic Form Factor

电话谐波形状因子

IEQ - Equivalent Interference Current

等效干扰电流