

柔性低频输电高压电气设备交接试验规程

编 制 说 明

目 次

1 编制背景	2
2 编制主要原则	2
3 与其他标准文件的关系	2
4 主要工作过程	2
5 标准结构和内容	3
6 条文说明	4

1 编制背景

柔性低频交流输电技术是借助电力电子技术灵活选择 0~50Hz 合适频率，是一种新型高效的交流输电技术。柔性低频交流输电技术可提升电网输送容量和柔性调控能力。海上风电是风电发展的重要领域，前景十分广阔，柔性低频输电在 70 公里~200 公里的中远海范围内成本优势明显。

目前浙江省电力有限公司在杭州和台州分别建设柔性低频交流输电示范工程。台州柔性低频输电示范工程电压等级为 35kV，额定频率为 20Hz，额定容量为 12MW，已经在 2022 年 6 月成功投运。在建的杭州柔性低频输电示范工程电压等级为 220kV，额定频率为 20Hz，额定容量为 300MW，将于 2023 年 6 月投运。同时南网也有低频示范工程建设。

柔性低频输电高压电气设备主要包括低频变压器、低频断路器、低频互感器等。为保障上述低频设备安全稳定运行，须开展现场交接试验。但是目前低频设备交接试验领域尚无相关标准。因此，为规范低频设备试验项目、试验方法、试验要求、验收标准等内容，特申请制定《柔性低频输电高压电气设备交接试验规程》，为低频设备的交接试验提供指导。

2 编制主要原则

2.1 本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作规程 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定，确定规程的组成要素。

2.2 本标准按照国家、行业现行的相关法律、法规、标准、规范等要求和规定进行编制。

2.3 本标准在制订过程中遵循了以下几个原则：

- a) 保证标准的科学性和规范性；
- b) 保证标准的先进性和实用性；
- c) 尽量与相关的标准、法规接轨，与现行相关标准协调一致，不与现行的有关法律、法规、政策冲突；
- d) 本标准的制订按照技术上的先进性、经济上的合理性、安全上的可靠性、实施上的可操作性的原则进行。

3 与其他标准文件的关系

针对柔性低频输电高压电气设备交接试验，目前尚无相关标准。

本标准规范性引用国家标准 10 个，行业标准 5 个。本规程主要引用了 GB/T 1094.3《电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》、GB/T 1094.10《电力变压器第10部分：声级测定》、GB/T 11023《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》、GB/T 11032《交流无间隙金属氧化物避雷器》、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 7252《变压器油中溶解气体分析和判断导则》、GB/T 7674《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》、GB/T 8905《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》、GB 50150《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、DL/T 474.1《现场绝缘试验实施导则 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验》、DL/T 474.2《现场绝缘试验实施导则 直流高电压试验》、DL/T 474.3《现场绝缘试验实施导则 介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验》、DL/T 474.4《现场绝缘试验实施导则 交流耐压试验》、DL/T 555《气体绝缘封闭开关设备现场耐压及绝缘试验导则》、

4 主要工作过程

国网浙江省电力有限公司电力科学研究院在标准制定计划下达前期，已组织省内低频输电工程试验领域的各技术专家对本标准的适用范围和相关技术内容进行多次讨论与协调，初步形成该标准的初稿，为本标准的编制和意见征集打下良好基础。

2022年9月16日，标准牵头单位在玉皇山庄组织召开了标准启动会议。会议期间成立了标准编写工作组，讨论了标准的初稿，对标准大纲进行确定，明确了标准的范围，调整了章节顺序，对框架结构进行了修改、补充、完善、核实。会后形成了首次会议纪要和讨论稿。

2022年12月11日，标准牵头单位在国网浙江电科院组织召开了标准讨论会。本标准编制工作组对标准进行了详细的讨论，提出对术语和定义、试验项目和判据及要求等方面进一步完善。会后形成了讨论稿。

2022年3月12日，标准牵头单位在玉皇山庄组织召开了标准征求意见会议。与会专家对讨论稿2进行了充分的讨论，对第四章交接试验的一般要求进行了修改，第十六章低频电力电缆线路的试验要求进行了完善，第十九章耗能装置的试验项目进行完善修改，最后在附录中增加启动设备典型状态示意图等。会后形成了征求意见稿。

5 标准结构和内容

第一章：范围。本标准内容提要和适用范围。本文件规定了10kV~500kV柔性低频交流输电高压电气设备交接试验的试验项目、试验方法、试验判据、试验要求等内容。本文件适用于额定频率为10Hz~30Hz，电压等级为10kV~500kV柔性低频交流输电系统新安装的高压电气设备。

第二章：规范性引用文件。本标准引用的相关标准。本规程主要引用了GB/T 1094.3《电力变压器第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》、GB/T 1094.10《电力变压器第10部分：声级测定》、GB/T 11023《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》、GB/T 11032《交流无间隙金属氧化物避雷器》、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 7252《变压器油中溶解气体分析和判断导则》、GB/T 7674《额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备》、GB/T 8905《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》、GB 50150《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、DL/T 474.1《现场绝缘试验实施导则 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验》、DL/T 474.2《现场绝缘试验实施导则 直流高电压试验》、DL/T 474.3《现场绝缘试验实施导则 介质损耗因数 $\tan \delta$ 试验》、DL/T 474.4《现场绝缘试验实施导则 交流耐压试验》、DL/T 555《气体绝缘封闭开关设备现场耐压及绝缘试验导则》。

第三章：术语和定义。本标准设计的相关术语和定义的阐述，规定了工频、低频、换流阀、耗能装置等等术语。

第四章：交接试验的一般要求。交接试验的一般要求的阐述。

第五章：低频变压器。低频变压器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第六章：低频电抗器。低频电抗器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第七章：低频电压互感器。低频电压互感器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第八章：低频电流互感器。低频电流互感器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第九章：低频真空断路器。低频真空断路器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十章：低频六氟化硫断路器。低频六氟化硫断路器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十一章：低频隔离开关和接地开关。低频隔离开关和接地开关的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十二章：低频高压开关柜。低频高压开关柜的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十三章：低频六氟化硫封闭式组合电器。低频六氟化硫封闭式组合电器的试验项目、试验方法、

试验要求、试验判据等。

第十四章：低频穿墙套管。低频穿墙套管的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十五章：低频避雷器。低频避雷器的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十六章：低频电力电缆线路。低频电力电缆线路的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十七章：启动电阻。启动电阻的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十八章：换频阀。换频阀的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

第十九章：耗能装置。耗能装置的试验项目、试验方法、试验要求、试验判据等。

6 条文说明

低频电气设备部分交接试验的试验要求应明确：**试验频率为设备运行的额定频率，其偏差不大于±5%**。具体体现在第5.4条、第5.7条、第5.10条、第5.11条、第5.19条、第7.8条、第7.9条、第8.6条、第8.7条、第14.3条。

低频电气设备部分交接试验的试验要求应明确：**在低频和工频两个频率下，均开展此试验项目，并要求试验数据均满足试验判据**。具体体现在第5.4条、第5.7条、第5.10条、第5.11条、第5.19条、第7.8条、第7.9条、第8.6条、第8.7条、第14.3条。

耗能装置作为低频工程中实现电网功率盈余控制的核心设备，可有效解决新能源消纳难题并提高低频换频阀孤网运行可靠性。**柔性低频输电高压电气设备交接试验规程应包含耗能装置章节**。具体体现在第十九章。

考虑到频率对电气设备绝缘影响，低频电气设备交流耐压试验频率应降低。**例如橡塑电缆应优先采用20Hz~100Hz交流耐压试验**。具体体现在第5.12条、第16.3条。

考虑到电气设备在低频环境适应性尚未明确，低频电气设备的绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电试验考核更严格。**例如电压等级110（66）kV及以上的低频变压器，必须进行现场局部放电试验。电压等级为35kV的电力变压器，当对绝缘有怀疑时，应进行局部放电试验**。具体体现在第5.14条。