

HYZZ 变频串联谐振和 HYCF 超低频性能比较

比较内容	串联谐振	超低频
等效性	好	好
绝缘破坏性	小	小
超作安全性	较低	高
试验接线	复杂	简单
设备体积	大	小

一. HYCF-0.1Hz 超低频耐压技术优点

超低频绝缘耐压试验实际上是工频耐压试验的一种替代方法。在对大中型发电机、电动机、电力电缆等试品进行工频耐压试验时，由于它们的绝缘层呈现较大的电容量，所以需要很大容量的试验变压器或谐振变压器。这样一些巨大的设备，不但笨重，造价高，而且使用十分不便。为了解决这一矛盾，国际上普遍采用了降低试验频率，从而降低了试验电源容量的方法。从国内外多年的理论和实践证明，用 0.1Hz 超低频耐压试验替代工频耐压试验，不但能有同样的等效性，而且设备的体积大为缩小，重量大为减轻，理论上容量约为工频的五分之一，且操作简单。这就是为什么发达国家普遍采用这一方法的主要原因。

根据我国电力系统实际情况，国家发改委已制定了《35kV 及以下交联聚乙烯绝缘电力电缆超低频（0.1Hz）耐压试验方法》行业标准，2004 年颁布了电力行业标准《超低频高压发生器通用技术条件 DL/T 849.4—2004》，我国正在推广这一最新的试验方法。

虽然直流耐压试验设备具有体积小、重量轻和造价低等优点，但是直流耐压试验对被试品绝缘破坏性也是最大的。（见表 2）所以国家最新颁布的电气设备预防性试验相关规程已经明文规定不再使用直流高压对电气设备进行耐压试验，推荐使用交流耐压试验。

本公司研制的新一代“HYCF系列 0.1Hz 超低频高压发生器”采用最新电力电子器件和最新 ARM7 单片机技术，进一步降低了设备的体积和重量，傻瓜式操作，性能更稳定，克服了第一代机械式升压器使用寿命短、故障率高、体积大的缺点。通过多年的实践，大量用户的反馈表明：超低频高压技术在全国领先，性价比最高！

2、技术参数

1. 输出额定电压：30,40,50,60,80,90KV
2. 输出频率：0.1Hz、0.05Hz、0.02Hz
3. 带载能力： 0.1Hz 最大 1.1 μ F
0.05Hz 最大 2.2 μ F
0.02Hz 最大 5.5 μ F
4. 测量精度：3%
5. 电压正，负峰值误差： $\leq 3\%$
6. 电压波形失真度： $\leq 5\%$
7. 使用条件：户内、户外；温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ；湿度： $\leq 85\% \text{RH}$
8. 电源保险管：20A
9. 电源：电压 $220\text{V} \pm 5\%$ ， $50 \pm 5\text{Hz}$

HYXZ 变频谐振试验成套装置

本公司的 HYXZ 系列变频谐振试验成套装置主要用于 6~220kV 交联橡塑电力电缆、500kV 及以下电压等级 SF6 封闭组合电器(GIS)的变频交流耐压试验，还可通过相应的设计扩展成发电机或电力变压器等的工频交流耐压试验。

其基本原理是采用可调节频率（20~300Hz）串联谐振试验设备与被试品电容谐振产生交流试验电压。由于电缆的电容量较大，采用传统的工频试验变压器很笨重、

庞大、且大电流的工作电源现场不易取得，因此一般都采用串联谐振交流耐压试验设备。

性能特点

- 1 参数设置：可对试验电压、耐压时间、试验模式、试验电流、等参数进行设置或选择。
- 2 试验模式：手动试验模式、自动试验模式
 - a、手动试验模式：具备升压、调谐（含手动、自动）、降压（手控自动）功能等。
 - b、自动试验模式：进入试验状态后，自动进行调谐、升压、计时、降压、切断主回路并转到试验结果界面。
- 3 保护功能及其信息提示：具备高压过压、低压过流保护，以及失谐保护、零位、放电保护等多重保护功能。
- 4 数据存储功能：试验结果保存、回查等。
 - a、试验结果：手动或自动试验完毕后，在试验结果界面中可显示出试验时的详细参数，可将参数保存在存储器中，该存储器为非易失存储器，可保存200次试验记录。
 - b、数据查询：可将已保存的试验结果数据显示到屏幕上。
- 5 自动稳压功能：系统根据设定的试验电压或手动升压结果，自动跟踪并维持稳定的试验电压，电压稳定度可达1%。
- 6 调频范围设定：调频范围可设为20~300Hz。
- 7 过压保护功能：软件过压保护值，丰富的高压过压保护功能，更具安全性，有效保护人身、设备及试品的安全。
- 8 过电流保护：可人工设定过电流保护值；当整套装置的输出电流达到保护整定值时，自动切除整套装置
- 9 击穿保护：具有放电或闪络保护功能，当高压侧发生对地闪络时，自动切除整套装置。不会对试验设备和人身造成伤害，变频电源内电子元件不会击穿

10 断电保护：试验电源断电后，装置能快速保护



30KV 超低频做 10KV 电缆耐压 5 公里，总重量 30 公斤。



串联谐振做 10KV 电缆耐压 3 公里，总重量 260 公斤。

国网配电电缆线路试验规程

1 范围

本标准规定了 10kV~35kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆线路交接、例行和诊断性试验方法和要求。本标准适用于通常安装和运行条件下使用的交流电力电缆线路。水底或站用电缆线路可参照本标准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

DL/T 475 接地装置特性参数测量导则

DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

Q/GDW 1643 配网设备状态检修试验规程

Q/GDW 11060 交流金属封闭开关设备暂态地电压局部放电带电测试技术现场应用导则

IEEE Std 400.2-2013 屏蔽电缆系统超低频（低于 1Hz）电压法现场测试导则（IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF) (less than 1 Hz)

IEEE Std 400.4-2015 5kV 及以上电压等级屏蔽电缆系统振荡电压法现场测试导则（IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Rated 5kV and Above with DAC)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 3.1

配电电缆线路 distribution power cable line

由 10kV~35kV 电缆、附件和附属设备所组成的整个系统，附属设备包括接地系统和交叉互联系统等。

3.2 3.2

额定电压 rated voltage

额定电压以 U_0/U 中， U_0 为电缆导体对地或金属屏蔽之间的额定工频电压设计值， U 为电缆导体间的额定工频电压设计值。

3.3 3.3

交接试验 test after installation

电力电缆线路安装完成后，为了验证线路安装质量对电缆线路开展的各种试验。

3.4 3.4

例行试验 routine test

为获得电缆线路状态量，评估电缆线路状态，定期进行的各种带电检测试验。

3.5 3.5

诊断性试验 diagnostic test

例行试验发现电缆线路状态不良，或经受了不良工况，或受家族性缺陷警示，或连续运行了较长时间，为进一步评估电缆线路状态进行的试验，包括带电检测试验与停电检测试验。

3.6 3.6

超声波局部放电检测 ultrasonic inspection

对频率介于 20kHz~200kHz 区间的声信号进行采集、分析、判断局部放电的一种带电检测试验方法。根据传感器与被试样品是否接触，超声波检测分为接触式检测和非接触式检测。

3.7 3.7

暂态地电压局部放电检测 transient earth voltage detection

对局部放电发生时在接地的金属表面产生的瞬时地电压进行检测，实现对局部放电的判别和定位的一种带电检测试验方法。

3.8 3.8

高频局部放电检测 high frequency partial discharge detection

对频率介于 1MHz~300 MHz 区间的局部放电信号进行采集、分析、判断的一种带电检测试验方法。

3.9 3.9

特高频局部放电检测 ultra-high frequency partial discharge detection

对频率介于 300MHz~3GHz 区间的局部放电信号进行采集、分析、判断的一种带电检测试验方法。

3.10 3.10

振荡波 oscillating wave

频率在 20Hz~500Hz 范围内，波幅按指数衰减的交流电压波。

3.11 3.11

超低频正弦波 very low frequency sinusoidal wave

频率为 0.1Hz 的正弦交流电压波。

3.12 3.12

超低频余弦方波 very low frequency cosine rectangular wave

频率为 0.1Hz 的双极性方波交流电压波。

3.13 3.13

局部放电检测 partial discharge detection

在振荡波或超低频正弦波或余弦方波电压下，进行局部放电信号检测与定位的一种停电检测试验方法。

3.14 3.14

介质损耗检测 tan delta detection

在超低频正弦波电压或工频电压下，进行介质损耗测量，获得介损值随测试电压和时间的变化曲线以评估电缆主绝缘状态的一种停电检测试验方法。

4 总则

4.1 试验分类

4.1.1 配电电缆线路试验分为交接试验、例行试验和诊断性试验三类。

4.2 试验项目

4.2.1 交接试验项目包括电缆主绝缘及外护套绝缘电阻测量、主绝缘交流耐压试验和电缆两端的相位检查，具备条件的宜开展局部放电检测和介质损耗检测。

4.2.2 例行试验包括红外测温、超声波局部放电检测、暂态地电压局部放电检测、金属屏蔽接地电流检测、接地电阻检测和主绝缘及外护套绝缘电阻检测。

4.2.3 诊断性试验包括红外测温、铜屏蔽层电阻和导体电阻比检测、高频局部放电检测、特高频局部放电检测、局部放电检测和介质损耗检测。

4.3 试验周期

4.3.1 一般情况下，例行试验中红外测温，试验每年不少于 2 次。超声波局部放电检测、暂态地电压局部放电检测、金属屏蔽接地电流检测，试验每年不少于 1 次，可同步开展。接地电阻检测投运后 3 年内开展一次，后期每 5 年开展一次或大修后开展。特殊条件下的试验周期按照 Q/GDW 1643 要求执行。

4.3.2 诊断性试验中，局部放电检测试验和介质损耗检测试验应在线路投运 5 年内结合停电检修计划开展一次。运行年限 5 以上年电缆线路可结合设备重要程度、实际需求、状态评价结果及状态量变化规律开展。

4.4 试验总体要求

4.4.1 交接试验中电缆线路主绝缘交流耐压试验、局部放电检测和介质损耗检测，对含已投运电缆段或故障等原因重新安装电缆附件的电缆线路，按照非新投运线路要求执行。对整相电缆和附件全部更换的线路，按照新投运线路要求执行。局部放电检测中新投运电缆部分与非新投运电缆部分应分别评价。

4.4.2 主绝缘停电试验应分别在每一相上进行，对一相进行试验或测量时，金属屏蔽和其他两相导体一起接地。被测电缆的两端应与电网的其他设备断开连接，避雷器、电压互感器等附件需要拆除，对金属屏蔽一端接地，另一端装有护层电压限制器的单芯电缆主绝缘停电试验时，应将护层电压限制器拆除，使这一端的电缆金属屏蔽临时接地，电缆终端处的三相间需留有足够的安全距离。

4.4.3 诊断性试验中停电检测试验状态评价结果未达异常，但单相主绝缘绝缘电阻小于 500MΩ 时，宜开展主绝缘交流耐压试验，试验方法及要求见 5.2。

4.5 试验环境及安全要求

4.5.1 试验应保证足够的安全作业空间，满足相关试验操作及设备安全要求，主绝缘停电试验中每一相试验前后应对被试电缆进行充分放电。

4.5.2 试验对象及环境的温度宜在-10℃~+40℃范围内；空气相对湿度不宜大于 90%，不应在有雷、雨、雾、雪环境下作业；试验端子要保持清洁；避免电焊、气体放电灯等强电磁信号干扰。

4.6 状态评价及处置原则

4.6.1 电缆线路的状态评价应基于交接试验、例行试验、诊断性试验、家族缺陷、运行信息等获取的状态信息，包括其现象、量值大小以及发展趋势，结合同类设备的比较，做出综合判断。一般依据例行试验与诊断性试验中状态结论中最严重状态进行认定。

4.6.2 例行试验中，评价结论为注意状态的电缆线路应缩短检测周期，宜开展诊断性试验，对缺陷进行定位修复；对评价结论为异常线路应立即开展诊断性试验或停电检修，对缺陷进行定位修复，修复后按非全新电缆线路交接试验要求开展试验。

4.6.3 诊断性试验中，评价结论为注意状态的电缆线路应缩短带电检测试验周期，加强跟踪分析或开展停电检测试验，宜对缺陷进行定位修复；对评价结论为异常的电缆线路应立即开展停电检修，对缺陷进行定位修复；修复后按非全新电缆线路交接试验要求开展试验。

5 交接试验

5.1 主绝缘及外护套绝缘电阻检测

5.1.1 电缆主绝缘绝缘电阻检测应采用 2500V 及以上电压的兆欧表，外护套绝缘电阻测量宜采用 1000V 兆欧表。

5.1.2 耐压试验前后，主绝缘绝缘电阻应无明显变化。电缆外护套绝缘电阻不低于 0.5MΩ·km。

5.2 主绝缘交流耐压试验

可采用频率范围为 20Hz~300Hz 的交流电压对电缆线路进行耐压试验,不具备条件时可采用频率为 0.1Hz 超低频交流电压对电缆线路进行耐压试验，超低频试验电压波形参见附录 A，试验要求见表 1。

表 1 主绝缘交流耐压试验要求

电压形式	额定电压 U_0/U kV			
	18/30kV 以下		21/35kV 和 26/35kV	
	新投运线路或不超过 3 年的非新投运线路	非新投运线路	新投运线路或不超过 3 年的非新投运线路	非新投运线路
试验电压 (时间)				
20Hz ~300Hz 交流电压	$2.5U_0(5min)$ 或 $2 U_0(60min)$	$2.0U_0(5min)$ 或 $1.6 U_0(60min)$	$2.0U_0(60min)$	$1.6 U_0(60min)$

超低频 电压	$3.0U_0(15\text{min})$ 或 $2.5U_0(60\text{min})$	$2.5U_0(15\text{min})$ 或 $2.0U_0(60\text{min})$
-----------	---	---

1 编制背景

本标准依据《国家电网公司关于下达 2017 年度技术标准制修订计划的通知》（国家电网科〔2017〕72 号）的要求编写。

近年来国内配电电缆线路规模快速增加，对配电电缆线路施工、运行和维护工作提出了更高要求，现有电缆线路试验标准不能完全满足配电电缆线路精益化运行管理的现状。同时，随着检测技术和试验手段的发展，局部放电、介质损耗等检测技术在配电电缆线路状态评价和缺陷诊断中已经获得较为广泛的应用，但相关标准尚不完善，执行难度较大。在国家电网公司设备部的统一部署和指导下，各单位开展了相关检测试验技术试点应用工作，配电电缆线路隐患及缺陷检测能力显著提升，保障了配电电缆线路安全可靠运行，达到了预期效果。

为规范和指导 10kV 到 35kV 配电电缆线路交接试验、例行试验和诊断性试验的方法应用，组织编制了本标准。

2 编制主要原则

本标准主要根据以下原则编制：

- a) 本标准编制遵守现有相关法律、条例、标准和导则等，并遵循国家电网公司技术标准的编写要求；
- b) 本标准的编制以国内配电电缆线路技术现状和运行管理水平为基础，考虑了国家电网公司配电电缆线路状态检修工作要求及先进技术试点成功经验，适应当前配电电缆精益化管理要求，提出配电电缆线路交接试验、巡检试验、例行试验要求；
- c) 对于新的试验检测技术，本标准采取了严格把关、积极推广的原则。

本标准项目计划名称为“10~35kV 电缆振荡波局部放电测试通用技术规范”，因满足配电电缆运维差异化、精益化管理要求，规范配电电缆线路试验，经编写组与专家商定，更名为“配电电缆线路试验规程”。

3 与其他标准文件的关系

本标准与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本标准在试验类型及部分通用试验要求方面与企业标准 Q/GDW 11316—2014《电力电缆线路试验规程》一致，在配电电缆交接试验、例行试验和诊断性试验的试验项目、试验周期及试验要求严于企标，并在试验手段、试验要求及试验评价方面进行了细化。

本标准不涉及专利、软件著作权等知识产权使用问题。

4 主要工作过程

2017 年 12 月，项目启动，公司设备部牵头，根据 2017 国家电网公司技术标准制修订计划，成立标准编写组，明确各单位编写内容。

2018 年 3 月，根据国网公司设备部部署，确定对标准更名为《配电电缆线路试验规程》，完成标准大纲编写，组织召开大纲研讨会，确定了标准大纲和编写原则。

2018 年 4 月，完成标准初稿，并在编写小组内部多次组织研讨和修订，同时面向公司系统广泛征求意见。

2018 年 5 月 4 日，在国网公司设备部组织该领域专家召开了标准初稿审查会，对标准的结构、内

容等逐条进行了细致、深入的研讨，与会专家提出了详细的意见和建议。

2018年5月，编写组根据专家反馈意见，形成了编制意见征求稿。

2018年8月28日-9月4日，国网公司设备部采用发函形式面向公司系统广泛征求意见。

2018年9月，编写组根据征求反馈意见，修订和完善了标准内容，形成标准送审稿。

2018年10月16日，公司运维检修技术标准专业工作组（TC04）组织召开送审会，审查结论为：审查组协商一致，同意修改后以技术标准形式报批。

2018年10月，修改形成标准报批稿。

5 标准的结构和内容

本标准按照《国家电网公司技术标准管理办法》（国家电网企管〔2018〕222号文）的要求编写。

本部分主题章分为4章，由总则、交接试验、例行试验和诊断性试验要求组成。本部分兼顾了现有配电电缆运维检修的实际状况，本着先进性和实用性、操作性和可扩展性等原则，给出了配电电缆线路试验分类、试验项目、试验周期、试验总体要求、试验环境及安全要求、状态评价及处置原则，对配电电缆线路的交接试验、例行试验和诊断性试验的试验内容、方法和要求进行了细化规定。标准中各类试验项目及要求，是在现有配电电缆状态检修试验的基础上，提出的更高要求，进一步强化配电电缆线路状态管控，确保配电电缆线路安全可靠运行，标准的主要结构如下：

第1章“范围”，主要规定了本标准的试验内容以及适用范围。第2

章“规范性引用文件”，列出了本标准所引用的6项标准文件。

第3章“术语和定义”，共14条，对本标准采用的主要术语进行了定义。

第4章“总则”，共6条，规定了配电电缆线路试验分类、试验项目、试验周期、试验总体要求、试验环境及安全要求、状态评价及处置原则。

第5章“交接试验”，共6条，规定了电缆线路交接试验的试验内容、方法和要求，包括电缆主绝缘及外护套绝缘电阻测量、主绝缘交流耐压试验、电缆两端的相位检查、局部放电检测试验和超低频介质损耗检测试验。

第6章“例行试验”，共6条，规定了电缆线路例行试验内容、周期、方法和要求，包括红外测温、超声波局部放电检测、暂态地电压局部放电检测、金属屏蔽接地电流检测、接地电阻测试、主绝缘及外护套绝缘电阻测量，必要时开展主绝缘交流耐压试验。

第7章“诊断性试验”，共6条，规定了电缆线路诊断性试验内容、方法和诊断依据，包括铜屏蔽层电阻和导体电阻比测试、高频局部放电测试、特高频局部放电测试、局部放电检测和介质损耗检测，必要时开展主绝缘交流耐压试验。

6 条文说明

本标准4.3.2条中，将局部放电检测及介质损耗检测纳入诊断性试验，在本标准发布之后新建线路投运5年内应结合停电检修计划开展一次。运行年限5年以上年间电缆线路可结合实际需求、状态评价结果及状态量变化规律开展。本标准发布之前已投运的线路，应结合电缆线路重要程度、负荷情况及保供电要求合理开展诊断试验。

本标准4.4.3中，考虑到例行试验中交流耐压试验的执行难度和电缆线路的数量，仅对单相绝缘电阻低于500MΩ的电缆建议开展交流耐压试验，参考4.3中非全新电缆线路试验方法及要求执行。

本标准4.6.1中，各项试验评价结论应按三相状态评级结论中最严重等级进行认定。

本标准 4.6.3 条中，根据局部放电检测及介质损耗检测评价结果，对注意线路建议及时开展消缺工作，如不具备条件应对该线路 5 年内进行复测。对异常线路应立即开展消缺工作，修复后按交接试验要求开展试验后，方可投入运行。

本标准第 5.1.2 条，6.6.2 条，7.5.3 条，7.6.3 条中，绝缘电阻测量值无明显变化一般指在数量级上没有差异。

本标准第 5 章中，关于交接试验耐压试验电压及耐受时间的规定，与 Q/GDW 11316-2014《电力电缆线路试验规程》比较，电缆线路交接试验中允许采用超低频（0.1Hz）正弦波耐压试验代替 20~300Hz 交流耐压试验；在耐压试验前或同时，建议开展局部放电检测和介质损耗检测。

本标准表 2 中，关于交接试验中对局部放电检测最高试验电压和试验要求进行了细化规定，对于整相不含已运行电缆或附件的电缆线路，按全新电缆最高试验电压 $2.0U_0$ 考核；对于含已运行电缆或附件的电缆线路，按非全新电缆最高试验电压 $1.7U_0$ 考核。在试验要求上，应利用局放检测定位功能对检出局放源进行定位，明确其位置属于新投运电缆部分或非新投运电缆部分，分别对应相关部分判据。

本标准表 3 中，关于交接试验中介质损耗检测的最高试验电压和试验要求进行了细化规定，对于整相不含已运行电缆或附件的电缆线路，按全线电缆最高试验电压 $2.0U_0$ 考核，依据全新电缆试验要求评价。对于含已运行电缆或附件的电缆线路，按非全新电缆最高试验电压 $1.5U_0$ 考核，依据非全新电缆试验要求评价。

本标准中 5.5 条和 5.6 条，7.5 条和 7.6 条中，采用超低频正弦波激励开展局部放电检测与介质损耗检测时，可同步开展，或与超低频耐压试验同步开展。

本标准第 6 章中，在重大事件、重大节日、重要负荷、电缆线路负荷突然增加或运行环境恶劣情况下，电缆线路例行试验应在条文规定周期的基础上增加检测次数。

本标准第 6.4 条中，金属屏蔽接地电流检测仅对单芯配电网电缆线路开展。

本标准 7.2 条，7.3 条中，对于开展高频局部放电检测及特高频局部放电检测时检出局放信号的线路列入注意线路，具备条件时应开展离线局部放电诊断试验定量评估线路状态，建议开展振荡波局放检测。

本标准中，超低频试验电压分为超低频正弦波和超低频余弦方波两类，其中超低频正弦波可用于开展耐压试验、局部放电检测及介质损耗检测。超低频余弦方波电压可用于开展局部放电检测，如条件不具备时，可作为替代方法开展耐压试验。

本标准中，配电网电缆线路红外测温部位通常为电缆终端以及电缆导体与外部金属连接处。电缆中间接头具备检测条件的可以开展红外带电检测，不具备条件可以采用其它检测方式代替。

本标准中，配电网电缆线路的超声波局部放电检测、暂态地电压局放检测通常与开关柜、环网柜设备同时进行检测，已有规定周期内检测数据的记录的情况下，无需单独开展。

本标准中，对于运行年限超过 20 年的老旧配电网电缆线路，如独立执行例行试验和

诊断试验中局部放电检测试验时，建议开展振荡波局放检测；如需开展耐压试验，建议采用 20-300Hz 交流耐压试验。

本标准中，对于运行年限超过 20 年的老旧配电电缆线路，建议降低离线诊断性试验执行频度，对于注意线路应立即开展检修或更换，确保线路正常投运。

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50150 – 2016

电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

Electric equipment installation engineering—
standard for hand-over test of electric equipment

2016 – 04 – 15 发布

2016 – 12 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 联合发布
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

17 电力电缆线路

17.0.1 橡塑绝缘电力电缆采用直流耐压存在明显缺点：直流电压下的电场分布与交流电压下电场分布不同，不能反映实际运行状况。国际大电网会议第 21 研究委员会 CIGRE SC21 WG21-09 工作组报告和 IEC SC 20A 的新工作项目提案文件不推荐采用直流耐压试验作为橡塑绝缘电力电缆的竣工试验。这一点也得到了运行经验的证明，一些电缆在交接试验中直流耐压试验顺利通过，但投运不久就发生绝缘击穿事故；正常运行的电缆被直流耐压试验损坏的情况也时有发生，故在本条目中要求对橡塑绝缘电力电缆采用交流耐压试验。但对 U_0 为 18kV 及以下的橡塑电缆，由于在现行 IEC 标准中保留了直流耐压试验，所以在本条中要求在条件不具备的情况下，允许对 U_0 为 18kV 及以下的橡塑电缆采用直流耐压试验。

另外，最新版 IEC 标准《额定电压 1kV($U_m=1.2$ kV)至 30kV($U_m=36$ kV)挤出绝缘电力电缆及其附件 第 2 部分：额定电压 6kV($U_m=7.2$ kV)至 30kV($U_m=36$ kV)电缆》IEC 60502-2：2014 已经将“对电缆的导体与接地屏蔽之间施加有效值为 $3U_0$ 的 0.1Hz 电压进行耐压 15min”的方法正式作为额定电压 U_0 为 3.6kV~18kV 的安装后电气试验方法的选项之一，因此，本标准也补充采用了这一试验方法。

需要说明的是，IEC 标准的安装后试验要求中，均提出“推荐进行外护套试验和(或)进行主绝缘交流试验。对仅进行了外护套试验的新电缆线路，经采购方与承包方同意，在附件安装期间的质量保证程序可以代替主绝缘试验”的观点和规定，指出了附件安装期间的质量保证程序是决定安装质量的实质因素，试验只是辅助

• 145 •

武汉华亿国电电力设备有限公司技术部整理