

箱式变压器工频测试系统

PSK 型
20-1000kV



750kV, 2500kVA 箱式试验变压器

应用

传统的工频试验变压器是专门为厂矿，室内或室外中等电容试品的测试而设计的。而系统的特别之处在于即使在恶劣环境(严重电晕、重湿度及污染)下负载变化，或者出现感性负载，它都会保持一个稳定的测试电压。该系统可以任意选择运行周期，它可以通过专门散热器或强迫冷却油循环来散热。这个系统也适合于连续工作,长时间的测试。

用户利益

- 带有相应套管的室内或室外系统设计同样适用于污染测试。
- 应用范围大，低水平噪声（大约 65 dB）
- 为操作人员和试品提供最完善的保护
- 可以通过 Buchholz 或 DGPT2 容器实现外部扩展油循环。

质量

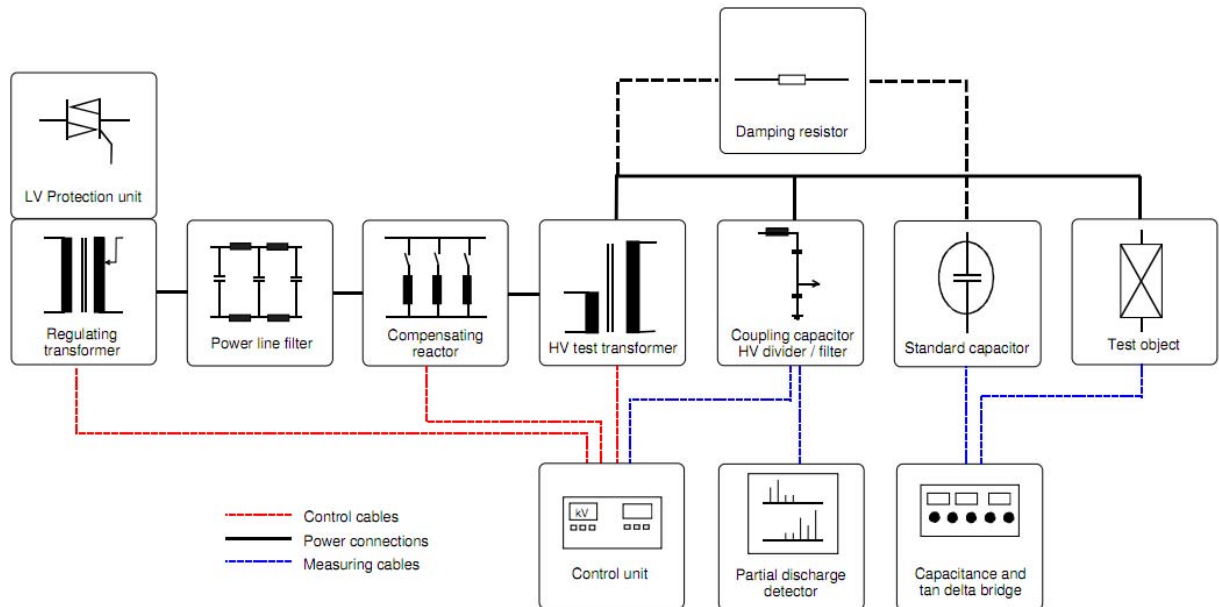
哈弗莱遵从ISO 9001质量认证标准，电气测量和控制设备的研发和生产都是自主进行的，多年处理EMC问题的经验使我们在这方面具有很大的优势。

测试系统的设计遵从VDE 0104标准，因而可以为操作人员提供最佳的安全保护。一旦发生过电压，过电流和电压瞬时突变，测试系统会立即关闭。故障区域的破坏也会降到最低。



50kV, 400kVA测试变压器

一个典型的变压器测试系统结构框图(带有可选部分)



系统配置

该检测系统包括如下主要部件：

- 调节变压器
- 电源滤波器
- 补偿电抗器
- 测试变压器
- 耦合电容器
- OT 247控制系统
- 在高压元件之间的高压线和地线，用于连接测试品的线缆不包含在内。

可选项

- 用于耦合电容器的高压滤波电感
- 阻尼电阻
- 低电压保护装置
- 标准电容器
- 代替OT247的OT257 控制系统
- 额外的高压连接线
- 局部放电检测器
- 功率损耗因子测量电桥和电容
- 其他所需求的设备。

测试系统的功能

常规的 PK 型箱式试验变压器可以通过 STL 型（空气绝缘）或 STO 型（油绝缘）调节变压器来逐步升高测试电压。

控制器通过控制调节变压器来精确调整变压器的输入电压即测试电压。

在调节变压器和测试变压器之间连接一个补偿电抗器KDL来补偿被测品的容性功率要求。应用该方法，可以降低调节变压器和电源滤波器的功率消耗。

通过使用独立的高压分压器/耦合电容来进行电压测量。使用电容式分级套管作为分压器的高压部分。

PSK系统组件系列

这些系统通常是定制设计,下表是一些典型例子,可以得到20到1000kV额定的电压和最高可达5A的额定电流。

工作周期是根据客户的要求具体设置的,因此不包含在下表

PSK类型交流测试系统 kV-kVA	PK类型测试变压器 kV-kVA	STO或STL类型调节变压器 kVA 连续工作制	KDL类型的补偿电抗器 KVA 连续工作制	TK或是KKF类型的耦合电容器 kV-nF
PSK 30-30	PK 30-30	STL 50	---	KK 50-1
PSK 70-70	PK 70-70	STL 75	---	KK 100-1
PSK 90-150	PK 90-150	STL 150	---	KK 100-1
PSK 100-600	PK 100-600	STL 200	KDL 800	KK 100-1
PSK 210-300	PK 210-300	STL 100	KDL 400	KK 300-1
PSK 400-1600	PK 400-1600	STO 500	KDL 2100	KK 400-1
PSK 700-1400	PK 700-1400	STO 400	KDL 2000	KK 700-1
PSK 900-900	PK 900-900	STO 300	KDL 1200	KK 900-1

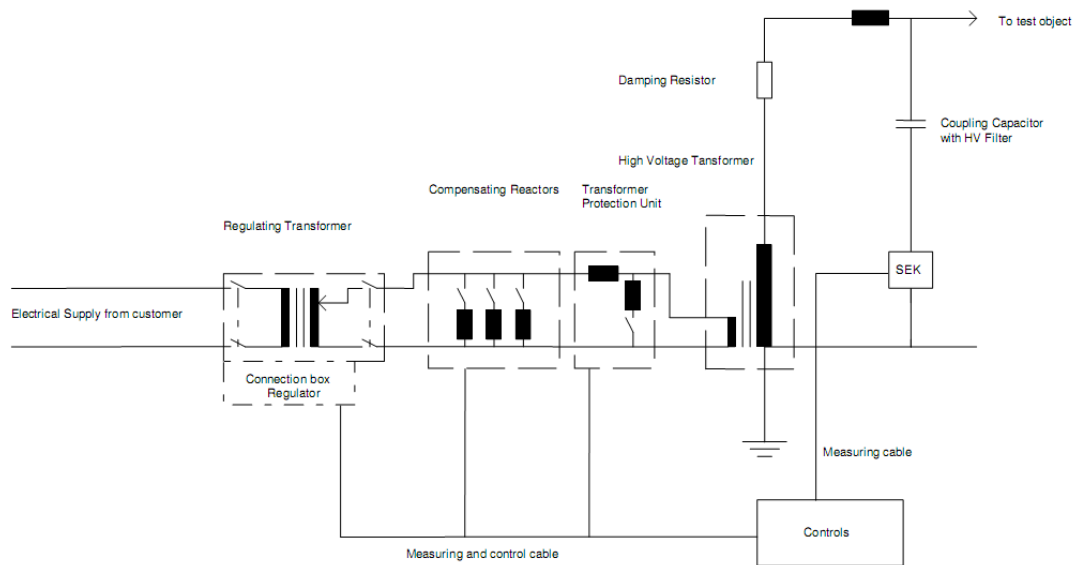
通常的系统运行周期是运行 1 小时, 停止 1 小时, 每天两次。

交流测试设备适应的标准环境条件

海拔高度	≤1000m
在户外相对非冷凝条件的湿度	≤90%
- 高压元件运行 24 小时平均温度	min0°C, max30°C
- 高压元件能承受的极端温度	min-5°C, max40°C
- 电气控制器和测试装置的温度 (运行于指定测量误差下的测量设备)	min15°C max25°C

对于室外或污染的测试中，需要安装特定的绝缘套管，以适应较高湿度带来的沿面放电距离的降低。

一种典型的变压器测试系统电气线路图



这里只给出主要的原件

测试系统元件概述

STL 和 STO 型的调节变压器

描述

调节变压器可以平滑地调整测试变压器的输入电压。这个单元适合室内的操作。单元的主要部分是采用空气绝缘(STL类型)或油绝缘(STO)并且安装在一个机壳内。基本的环形绕组是从二次绕组中分离出来的。驱动电机可平滑地调节控制电压,调节速度可快可慢。(40-240秒使电压从零变到最大值)。主要的断路器和二次侧接触器安装在调节柜内。电源线过滤器可内置或附在调节变压器的隔间。



STO300调节变压器

STL 系列调节变压器的技术参数

STL类型	额定功率 kVA 连续负载	副边电压 V	体积 长*宽*高 m	重量 净重 kg
STL 50	50	400	1.6 x 0.6 x 2.0	570
STL 75	75	400	1.4 x 0.9 x 1.5	790
STL 100	100	400	1.7 x 0.9 x 1.5	990
STL 150	150	1000	1.0 x 1.8 x 1.5	1540
STL 200	200	1000	1.2 x 2.0 x 1.7	1700

STO 系列调节变压器的技术参数

STO型	额定功率 kVA 连续负载	副边电压 V	体积 长*宽*高 m	重量 净重 kg
STO 300	300	1000	1.6 x 1.4 x 2.9	5000
STO 400	400	1000	1.6 x 1.4 x 3.0	5300
STO 500	500	1000	1.7 x 1.6 x 3.0	6400
STO 800	800	1000	1.8 x 1.7 x 3.2	8600

NLFA 类型电源线滤波器

描述

主要用来减少主电力线的干扰。电源滤波器的两相都有接地端。滤波器内置于空气绝缘调节变压器壳体内，或者依附于壳体。对于大系统而言，可根据现场的绝缘状况，进行专门安装。

电源滤波器的功率级别取决于调节变压器的额定功率

在 $50\ \Omega / 50\ \Omega$, MIL-STD 为 220A 的情况下测得的每相的插入损耗

为：

>80dB

相应的频率变化范围是

14kHz...10MHz

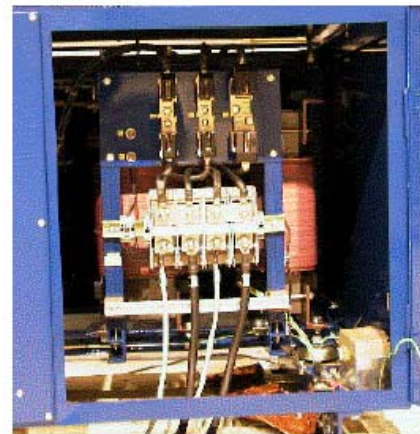
KDL 型补偿反应器

描述

用于对电容式测试品进行无功补偿。

空气绝缘补偿电抗器连接在调节变压器和测试变压器之间。因此，调节变压器和前置的电力滤波器的额定功率，能保持在较低的水平。

空气绝缘补偿电抗器包括3个补偿电感，通过相互结合可以获得7个不同的功率的组合。电感之间的重新连接基本上是通过手动操作实现的。根据需求，可以实现由控制端通过控制开关而实现对补偿电感的遥控重连接。



KDL 180 系列的补偿电抗器

KDL 空气绝缘补偿电抗器的技术参数

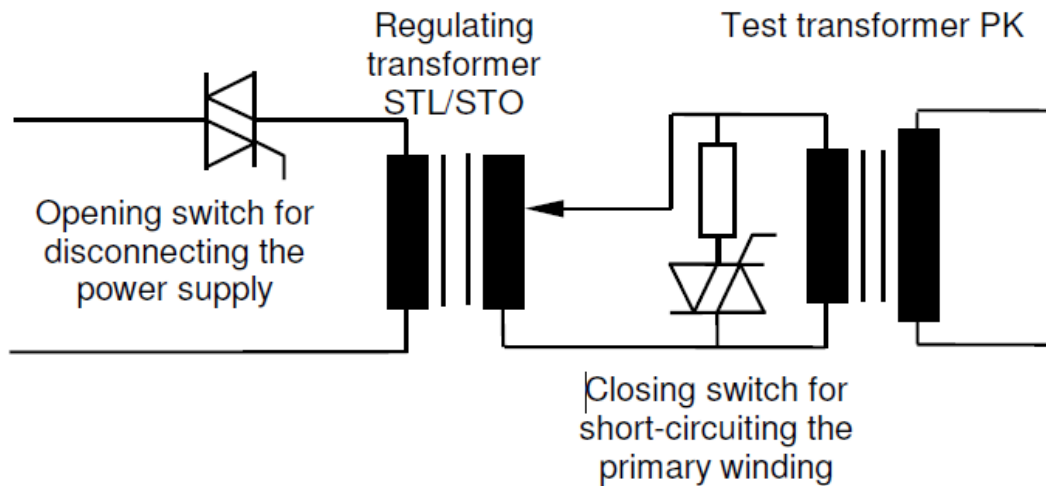
KDL型	额定功率		副边电压 V	体积 长*宽*高 m	重量 大约净重 kg
	kVA	连续负载			
KDL 180	180		400	1.1 x 1.2 x 1.0	550
KDL 360	360		400	1.2 x 1.2 x 1.0	850
KDL 900	900		1000	1.6 x 1.3 x 1.4	1800
KDL 1800	1800		1000	2.5 x 1.3 x 1.5	3200
KDL 2800	2800		1000	2.7 x 1.4 x 1.5	4200

由于空气绝缘补偿电抗器是针对专门系统专门设置的，以上表格仅仅列出了部分典型的例子

NSP 型低压保护装置

描述

该装置是在被试品一旦发生击穿放电的情况下，用来防止在测试变压器上产生过电压。低压保护装置 NSP 能够在几百毫秒内断开电源并短接测试变压器来保护变压器。这样避免了被试品上的连续闪络。



PK 型交流测试变压器

描述

测试变压器用来产生短暂的或者连续工频高电压。低压绕组的电压可以从零到预定值实现平滑调节。针对各种不同的应用要求，其运行时间可以从一分钟运行到连续运行。油绝缘变压器安装在一个箱体，可用于室内和室外的操作。

绕组是层缠绕设计，在层数和匝数间，配有较高的电容耦合。为了防止外部故障，这种设计提供了一种高瞬态电压承受能力。

原边绕组

原边绕组可以分为两组按100%电压输出的绕组。当两个绕组并联，而且调节变压器的值设置为100%电压时，这个变压器能够获得正常水平的电压。对相同的调节变压器而言，当这两个绕组是串联的时候，仅仅能获得正常水平电压的50%。这就允许可以对低测试电压设置较高的频率。可以通过转换开关改变它们的联系。

高压绕组

高压绕组的中线终端是用来作为绝缘的。高压终端和变压器的套管联接在一起。

过电压保护

避雷器与原边绕组和耦合绕组并联在一起,用来防止电弧带来的过电压。然而,工程实际中,通常是将避雷器安装在原边绕组和地之间或是耦合绕组和地之间。

绝缘

绝缘是由绝缘纸,变压器隔板,绝缘油组成。完整的测试变压器可以通过高真空和加热来烘干。变压器油的注入和处理过程也是在真空下完成的。绝缘油是壳牌大雅纳DX油。

连接盒

连接盒是一个单独的隔室。为通往控制面的测量电缆提供一个连接器。

降温

变压器的箱体可以安装散热器。通过自然对流方式,绝缘油可以流过整个变压器箱体,同时也带走了变压器的热量。冷却方式是ONAN

保护和安全特性

一旦被试品出现损坏,内置的闪光探测器会立即关掉系统。可以在控制界面,对输出电压和输出电流进行测量和监控。实际上,这种变压器不完全油浸,存在的气隙(空气垫)给变压器油热胀冷缩留下裕值。空气垫可以通过一个橘黄色的胶状的烘干机与外界相连。一个油温度显示计安装在每一个模块上。

基座

变压器的机箱下安装了一个平坦的基座。

尺寸和重量（部分例子）

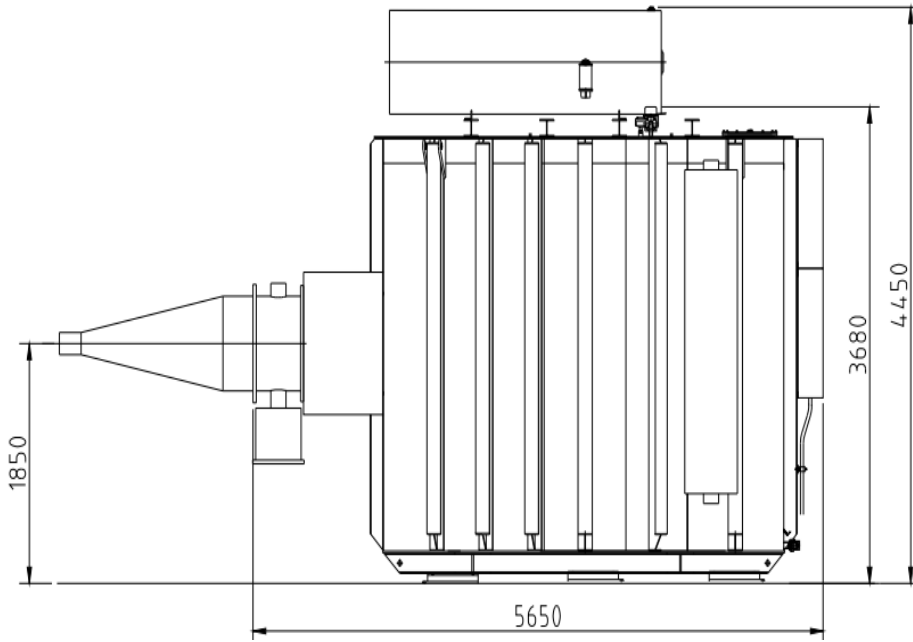
PK类型的变压器 器 kV-kVA	电压 Un kV	功率Pn kVA	体积 L*M*H m	油的大 约重量 kg	总重量 大约净重 kg
PK 30-30	30	30	0.8 x 0.8 x 1.2	170	600
PK 70-70	70	70	1.0 x 1.0 x 1.7	300	1300
PK 90-150	90	150	1.5 x 1.3 x 2.5	390	2500
PK 100-600	100	600	1.9 x 1.7 x 2.8	1600	6000
PK 150-75	150	75	1.1 x 1.4 x 2.9	600	1600
PK 210-300	210	300	1.8 x 1.6 x 3.9	1600	4100
PK 250-50	250	50	1.8 x 1.2 x 3.3	800	2400
PK 600-1260	600	1260	9.5 x 2.4 x 4.5	15000	28000
PK 900-900	900	900	12.0 x 2.4 x 6.0	19000	35000

我们可以根据用户的具体要求提供其他电压，电流，占空比参数的变压器。

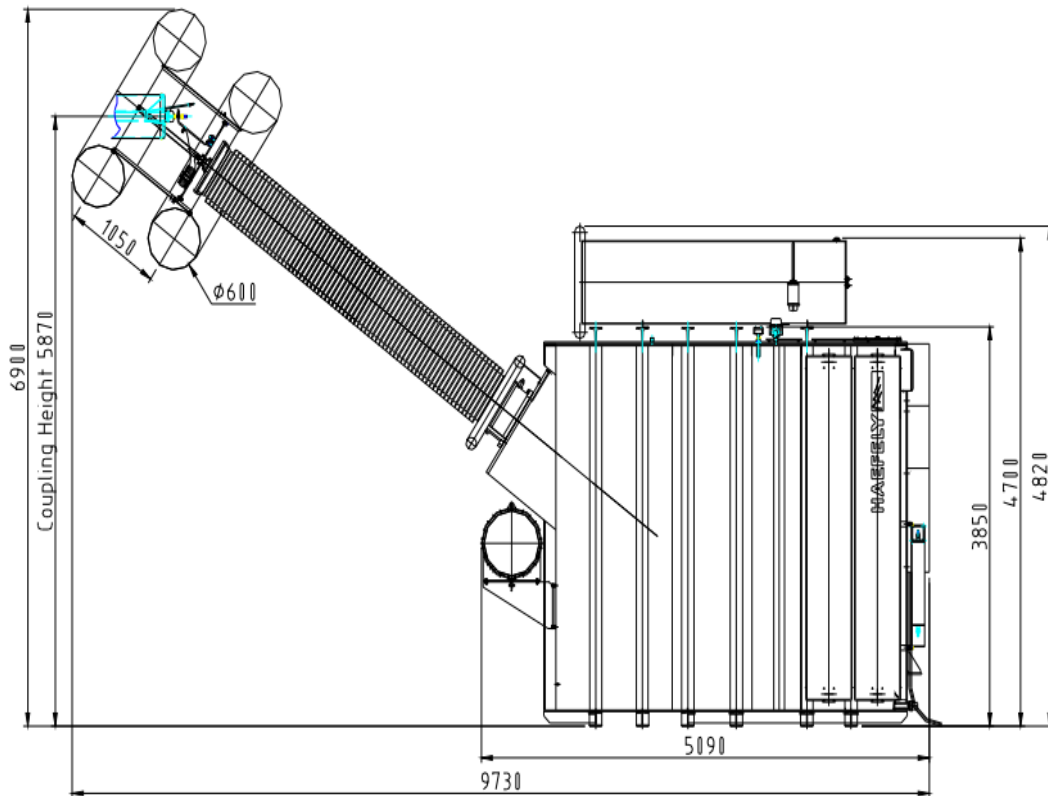
高压套管的安装尺寸



一个带有SF6母线阻尼电阻，耦合电容器和SF6空气套管的700kV, 2100kVA的系统的例子



具有绝缘油-SF6套管的920kV, 920kVA的变压器的例子



具有绝缘油-SF6套管的750kV, 2100kVA的变压器的例子

分压器/耦合电容器/高压过滤器

KK或者是TK系列的耦合电容器是由一个或者多个模块化单元组成。制造成增强玻璃纤维环氧树脂管。应用范围是：

- 可以用一个可选的耦合四端电路进行局部放电的测量
- 在工频变化范围内测量交流电压
- 减弱来自高压侧的干扰（配有一个高压的电感）

KK 系列的技术参数

KK型	电压 kV	电容 nF	局部放 电水平 pC	类型	高度 H mm	顶部电 极D直 径 mm	底座尺 寸B mm	重量 大约净重 kg
100-1	100	1	≤1	B	720	300	350	15
200-1	200	1	≤1	B	1640	350	850	60
300-1	300	1	≤1	B	2600	660	1500	150
400-1	400	1	≤2	B	3300	1580	1500	270
600-1	600	1	≤3	C	4600	1900	2100	490
800-1	800	1	≤5	C	6000	190	3100	650

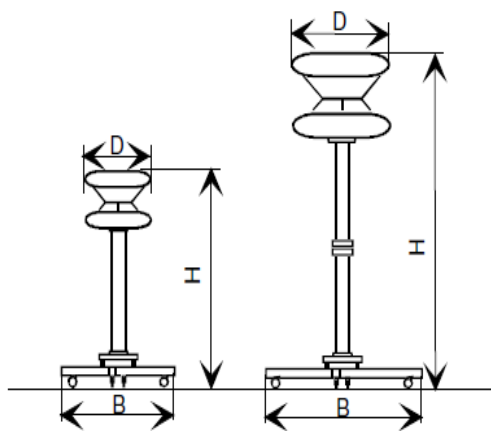


Fig. B

Fig. C



特殊高压滤波电感配置

KK系列的高压滤波器（可选）

通过向耦合电容器添加电感，它们就能形成KKF高压滤波器，这样减弱来自高压反应器或者是变压器侧的干扰，以下电感可以利用：

类型	电感 mH	最大电流 A	重量，净重 kg	KK电容 nF
F 600-2	600	2	3	≤1

在40 kHz - 400 kHz典型的插入损失 (50 Ω / 50 Ω)

≥20 dB

OT247类型控制器

描述

OT 247操作终端提供一个安全和简易的计算机辅助变压器式交流高压测试系统。这个单元安装在一个标准达到19”的封装安全壳内。它还具有较高的电磁兼容性，不需要额外的屏蔽和保护。由于此机器内部设置了安全连锁，因此它可以专注于测试对象。作为选择，还可以提供更加复杂的OT257类型。



OT247类型控制器

软件

本程序允许以下操作

- 断开或者闭合原边断路器
- 断开或者闭合接触器（实现高压的断开或者接入）
- 高压输出电压可以在两个水平手动调节
- 在关闭高压之后，可以自动的从零启动
- 以一个预订的速度，自动设定输出的高电压至一个预设值
- 一个预设时间后，计时器为高电压开关关闭定时

在任何时候, 除了输出高电压之外，以下四个信息的任何一种选择都可以显示：

- 保护系统的情形
- 安全电路的状况和紧急情况的处理装置
- 调节变压器的输出电压和输出电流
- 定时器

高压测量装置

测量信号源自PK型变压器内置的高压分压器。可以显示高压值的峰值，或者是峰值/ $\sqrt{2}$ 或者是有效值。为了防止在测试对象出现沿面闪络，控制单元能够自动储存上次电压测量值。

电子设备的测量误差

介于系统的输出电压的10%和100%之间测量值的 $\pm 0.5\%$

在50/60Hz时，完整的测量系统（四极耦合分压器，电子设备）的测量误差

介于系统的输出电压的10%和100%之间测量值的 $\pm 1\%$

特殊的处理方法

阻尼电阻

描述

阻尼电阻是由一个或者是更多个模块化单元组成，制作成增强玻璃纤维环氧树脂管。它的应用是：

- 当沿面闪络发生时，可以阻止高压交流测试变压器出现瞬变电压

它们适应于室内使用，连接在测试变压器和分压器之间，它们的电阻变化范围在1000 Ω 之间。



300kV系统上典型的阻尼电阻安装图

变压器油扩充器

描述

变压器配备一个变压器油扩充器，该装置安装在箱盖之上。变压器油扩充器通过一个霍尔茨或者是DGPT类型的中间继电器与槽子连接在一起。该扩充装置并没有完全装满油。剩余的空气体积可以为油的热胀冷缩留下裕量。空气垫通过一个橘子状的胶体脱水机与外界相连。对于室外装置而言，空气被封闭在一个塑胶管内，因而可以避免与绝缘油的直接接触。它们可以阻止因水分而给绝缘油带来的污染。



一个绝缘油扩充器的例子

专有的高压导线

描述

为了专门的应用，变压器内部装有标准中压连接器。可以用中压电缆直接相连。然而这种方法会限制中压的应用。它允许测试装置拥有相同的标准中压连接器，能够在屏蔽元件中限制高压的值以及减少油-气套管的使用。另外，这种方法允许在工业环境下进行敏感的局部放电的测量工作,同时提高了操作人员的安全!



带有中压连接器和电缆的三相70kV测试系统的例子

售后服务

描述

哈弗莱公司有一个专门的售后服务部门。它们拥有一个经验丰富的工程师团体，它不仅负责内部测试，而且负责现场试运行以及测试安装终端的工作。我们的售后服务部门，不仅负责预防性的维修，当需要的时候，还可以修正校验标准。这个团队工作效率很高，可以尽量缩短最终的故障时间，而且当任何出现问题时，能够保证在最短的时间内作出响应。

只有哈弗莱公司拥有对技术服务的全部授权。派遣的技术人员的相关费用是根据瑞士机械制造协会的条款制定的。

安装

大型装置的安装，需要有经验的机械建设队伍来监督装配测试系统的完成。

现场的系统验收测试

一旦系统安装完毕，专业工程师将会在客户的现场实施测试系统，系统测试将按照要求在客户的指定地点检验系统的工作性能。并对操作人员进行先期培训。也可以根据客户要求对一个真正的实验品进行测试。

个人操作的培训

系统测试之后，哈弗莱的高级工程师会对操作人员进行培训。详细说明该系统，控制器和测量工具的使用，另外，附带操作手册。

预防性维修和服务手册

哈弗莱公司能够提供常规服务和现场保养，以检查系统状态，并给出必要的运行建议。尤其是对于一些线路设备来说，是非常有用的。

上门服务同时包括系统的校验。

附属设备

局部放电测量

通过增加一个耦合四端电路（可选），KK（F）或TK系列的耦合电容器可以用于局部放电的测量。当然，也可以使用不同种类的耦合四端电路。根据客户不同的需求，我们也会提供数字或模拟的电势差检测器。详情请查阅Tettex产品目录。。



DDX 9101类型的数字局部放电检测器

电容和介质损耗正切值的测量

可以使用标准的NK型号电容来连接电容、介质损耗正切值桥，这样可以准确测量电容和介质损耗角正切值。根据客户的需求，也可以用数字或者模拟的测量电桥。，请咨询the Tettex产品目录获取更详细的信息。

SF6绝缘标准电容和C & tan δ 测量电桥（如:Tettex2877）一起使用，可以作为高压设备的电容和介质损耗因数tan δ 测量参考标准。SF6绝缘标准电容器适用于室内服务，而且是可移动的。



2877型电容和介质损耗正切值电桥
600kV的标准电容器



订单内容

描述	代码
-完整的基本系统	PSK ... kV, ... kVA
-高压变压器	PK ... kV, ... kVA
-转换和调整室	STL ... kVA
-补偿电抗器	KDL ... kVA
-带有控制器和20m长测量电缆的控制单元	桌面安装的OT 247
-电压测量	包括OT 247
-一套操作规程, 测试报告	
选项	
-电力线路	NLFA ... V, ... A
-高压滤波器	F ... mH, ... A
-带有控制器和20m测量电缆的计算机控制单元	带有控制桌面和最小台架的OT 257
-低压保护装置	NSP 400 or NSP 1000
-标准电容器	NK ... kV, ... nF
-售后服务	DEL
-局部放电检测器, -电容和介质角正切值测量桥	其他可使用的模型, 请参见 the Tettex 产品目录
其他	请联系我们



250kV, 50kVA测试变压器和高压分压器

说明书详单

筒形共振测试系统可达1800kV, 40A	E 152. 51
箱式共振测试系统达到400kV, 10'000kVA	E 152. 60
局部放电设备, 电容, 介质损耗角正切值, 电阻精确度	Tettex 产品目录
哈弗莱实验股份公司能够提供一个完整系列的冲击电压测试系统, 应用于冲击电压和冲击电流测试项目中。	



150kV, 70kVA测试系统

中国代表处联系方式

瑞士哈弗莱公司北京代表处

北京市朝阳区朝阳路67号财经中心8-1-602 邮编: 100025

☎ +10 8578 8099 / 8199 / 8299

☎ +10 8578 9908

✉ sales@haefely.com.cn

www.haefely.com.cn



Haefely Test AG
Lehenmattstrasse 353
CH - 4052 Basel
Switzerland

2003年12月

一经技术改造, 恕不另行通知

Tel. +41 61 373 41 11
Fax. +41 61 373 49 12
e-mail sales@haefely.com
www.haefely.com