

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL 462—92

高压并联电容器用 串联电抗器订货技术条件

1992-04-22发布

1992-11-01实施

中华人民共和国能源部 发布

目 次

1	总则.....	(1)
2	技术条件和质量要求.....	(2)
3	试验.....	(6)
4	串联电抗器型号含义.....	(9)

1 总则

1.1 范围

本标准适用于6~63kV电力系统中,与并联电容器相串联的,以达到抑制电网电压波形畸变和控制流过电容器的谐波分量,及限制电容器组合闸涌流为目的的电抗器(以下简称电抗器)。

1.2 名词术语

a.系统额定电压:电抗器与并联电容器相串联的回路接入电力系统处的系统额定电压,用 U_{SN} 表示。

b.额定端电压:设计电抗器时,一相绕组两端所采用的工频电压有效值,用 U_N 表示。

c.额定电流:设计电抗器时所采用的工频电流有效值,用 I_N 表示。

d.额定容量:在额定端电压和额定电流下运行时的无功功率,用 S_N 表示。

单相电抗器: $S_N = U_N I_N$;

三相电抗器: $S_N = 3U_N I_N$ 。

e.额定电抗:工频额定电压下的电抗值,用 X_N 表示。

f.额定电抗率:电抗器额定电抗对相串联的并联电容器组额定容抗的百分比值,用 K 表示。

g.额定电感:设计电抗器时所采用的电感值,用 L_N 表示。

h.最大工作电流:电抗器能连续运行,且温升不超过规定值时的最大工频电流有效值。

i.最大短时电流:在规定的时间内,允许通过电抗器而不引起异常的发热和机械损伤的短时电流稳态分量的有效值。

j.额定频率:设计电抗器时所采用的频率,取50Hz。

k.配套并联电容器组:对应于计算电抗器额定端电压,并符合所要求的电抗率的并联电容器组。

l.油浸铁芯电抗器:铁芯和绕组浸在绝缘油中的电抗器。

m.干式空心电抗器:绕组不浸在绝缘油中且无铁芯的电抗器。

1.3 使用环境条件

a.安装位置:户外或户内。

b.环境温度: $-40 \sim +40^{\circ}\text{C}$, $-25 \sim +45^{\circ}\text{C}$ 。

c.海拔:不超过1000m。

d.抗震要求:应能承受地震烈度为8度的作用而不受损伤。

e.抗污秽能力:外绝缘的爬电比距应不小于25mm/kV(相对于系统最高工作电压)。对于重污秽地区可以取35mm/kV。

f.安装地点无有害气体、蒸汽及无导电性或爆炸性尘埃。

g.最大风速:35m/s。

h.相对湿度:户内式电抗器,月平均相对湿度不超过90%,日平均相对湿度不超过

95%。

注：当有特殊使用条件时，由用户在订货时提出补充条件。

2 技术条件和质量要求

2.1 标志和额定值

2.1.1 铭牌

每台电抗器的铭牌上应标出下列内容：

- a. 电抗器名称：并联电容器用串联电抗器；
- b. 型号：
- c. 系统额定电压：kV；
- d. 额定电抗率：%；
- e. 额定频率：50 Hz；
- f. 额定电流：A；
- g. 额定容量：kvar；
- h. 配套电容器组额定容量：kvar；
- i. 额定电抗或电感： Ω /相或 mH；
- j. 实测电抗或电感： Ω /相或 mH；
- k. 相数：
- l. 总质量：kg；
- m. 油质量：kg；
- n. 接线图（单相时可省略）：见图1；
- o. 出厂序号：
- p. 出厂年月：
- q. 制造厂名：

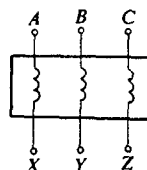


图1 电抗器铭牌上的接线图

2.1.2 额定值

- a. 额定频率：50 Hz。
- b. 相数：单相或三相。
- c. 系统额定电压：6、10、35、63 kV。
- d. 额定电抗率，优先从下列数值中选取：
0.1%、0.3%、0.5%、1%、4.5%、5%、6%、12%、13%。
- e. 额定端电压：电抗器的额定端电压为配套电容器组额定电压的k倍，其值见表1。
- f. 额定容量：三相电抗器的额定容量可由下式计算

$$S_N = K \cdot Q_{CN}$$

式中 S_N ——三相电抗器的额定容量，kvar；
 Q_{CN} ——配套电容器组的三相额定容量，kvar；
 K ——额定电抗率。

单相电抗器额定容量为三相额定容量的三分之一。

- g. 额定电流：电抗器的额定电流由额定端电压和额定容量按下式计算

$$I_N = S_N / 3 \cdot U_N$$

式中 S_N ——电抗器的三相额定容量，kvar；

I_N ——电抗器的额定电流，A；

U_N ——电抗器的额定端电压，kV。

- h. 额定电抗：电抗器的电抗值可由下式计算

表 1

系统额定电压 kV	配套电容器的额定电压 kV	每相电容器串联台数	电抗器额定端电压 kV								
			0.1%	0.3%	0.5%	1 %	4.5 %	5 %	6 %	12 %	13 %
6	$6.3/\sqrt{3}$	1	0.0036	0.011	0.018	0.036					
	$6.6/\sqrt{3}$	1					0.171	0.191	0.229		
	$7.2/\sqrt{3}$	1								0.499	0.540
10	$10.5/\sqrt{3}$	1	0.0061	0.018	0.030	0.061					
	$11/\sqrt{3}$	1					0.286	0.318	0.381		
	$12/\sqrt{3}$	1								0.831	0.900
35	10.5	2	0.021	0.063	0.105	0.210					
	11	2					0.990	1.100	1.320		
	12	2								2.880	3.120
63	19	2	0.038	0.114	0.190	0.380					
	20	2					1.800	2.000	2.400		
	22	2								5.280	5.720

$$X_N = 1000 \cdot U_N^2 / S_N$$

式中 X_N ——电抗器的额定电抗, $\Omega/\text{相}$;

U_N ——电抗器的额定端电压, kV;

S_N ——电抗器的单相额定容量, kvar。

2.2 质量要求

2.2.1 结构

2.2.1.1 电抗器外露的金属部分应有良好的防腐蚀层, 并符合户外防腐电工产品的涂漆标准, 并符合相应技术文件的要求。

2.2.1.2 油浸铁芯电抗器的密封性能应足以保证最高运行温度下不出现渗漏。

2.2.1.3 油浸铁芯电抗器的附属装置齐全完整, 性能良好。安全保护装置应符合 GB4651.1 ~ 4651.3-86 《三相油浸式电力变压器技术参数和要求》。

2.2.1.4 户内干式空心电抗器应具有良好的绝缘防潮性能; 户外式应采用耐气候的绝缘材料。

2.2.2 外绝缘

2.2.2.1 瓷套及支柱绝缘子的质量应符合该产品标准的质量要求。

2.2.2.2 外绝缘尺寸要求: 套管出线端子间、出线端与箱壳间, 以及支柱绝缘子带电部分对地间的电气距离应符合表 2 要求。

表 2

系统额定电压 kV	6	10	35	63
电气距离 m	0.2	0.2	0.4	0.65

2.2.3 爬电比距

应符合1.3.5条的要求。

2.2.4 电抗值容许偏差

2.2.4.1 在额定电流下,额定电抗率 $K \geq 4.5\%$ 的电抗器电抗值的容许偏差为 $0 \sim +5\%$; $K \leq 1\%$ 的电抗器,其值为 $0 \sim +10\%$ 。

2.2.4.2 油浸铁芯电抗器,在1.8倍额定电流下的电抗值与额定值之差应不超过 -5% 。

2.2.4.3 对于三相电抗器或单相电抗器组成的三相电抗器组,每相电抗值不超过三相平均值的 $\pm 2\%$ 。

2.2.5 最大短时电流

2.2.5.1 铁芯电抗器及 $K \leq 1\%$ 的空心电抗器,应能承受25倍额定电流持续2s的作用,而不产生任何热的和机械的损伤。

2.2.5.2 $K \geq 4.5\%$ 的干式空心电抗器应能承受额定电抗率倒数倍额定电流持续2s的作用,而不产生任何热的和机械的损伤。

注:对于安装于电源侧,可能流过大于25倍额定电流的系统短路电流的电抗器,其值由用户与制造厂协商。

2.2.6 绝缘电阻及介质损耗角正切值

2.2.6.1 20°C 时,电抗器绕组与铁芯和外壳之间的绝缘电阻应不小于 $1000\text{M}\Omega$ (用 2500V 兆欧表测量)。

2.2.6.2 20°C 时,绕组与铁芯和外壳之间绝缘的介质损耗角正切值应满足:

系统额定电压为 35kV 及以下时:不大于 3.5% ;

系统额定电压为 63kV 时:不大于 2.5% 。

2.2.7 温升

按照3.3.10条进行温升试验时,对于油浸铁芯电抗器,其温升不应超过表3中的温升限值;对于干式空心电抗器,其温升不应超过表4中的温升限值,最热点温度不超过表4中的绝缘系统温度。

表 3

电抗器测温部位	测温的方法	温升限值 K
绕组 (绝缘耐热等级为 A)	电阻法	55
顶层油	温度计法	50

表 4

测温部位	测温方法	绝缘系统温度 $^\circ\text{C}$	温升限值 K
绕组	电阻法	105(A)	50
		120(E)	65
		130(B)	70
		155(F)	90
		180(H)	115
		220(C)	140

注:对于铁芯、金属部件和与其相邻的材料的温升限值,应取在任何情况下,不会出现使它们受到损害的温度。

2.2.8 损耗

在工频额定电流下, 75°C 时电抗器的损耗值应符合表5中的规定值,其偏差不大于 $+15\%$ 。

表 5

电抗器额定容量 kvar	损 耗 值 W/var	
	油浸铁芯电抗器	干式空心电抗器
100及以下	0.015	0.030
101~300	0.012	0.024
301~500	0.010	0.020
501~1000	0.008	0.016
1000以上	0.006	0.012

2.2.9 机械强度

套管及支柱绝缘子的机械强度应符合相应标准的要求。

2.2.10 噪声

在额定电流下,电抗器的声级水平不超过表 6 中的规定值。

表 6

电抗器额定容量 kvar	油浸铁芯电抗器声级水平 dB
200及以下	50
201~500	55
501~1000	60
1000以上	65

2.2.11 油箱密封性能

在充油状态下,电抗器的油箱及储油柜应能承受0.05 MPa的压力而不出现渗漏油和永久性变形。

2.2.12 绝缘油

绝缘油的性能应满足相应标准规定的要求。

2.3 过电流能力

2.3.1 对于 $K \leq 1\%$ 的电抗器,合成电流(有效值)不超过1.3倍额定电流时,电抗器可连续运行。

2.3.2 对于 $K \geq 4.5\%$ 的电抗器,合成电流分两类:

第 I 类 合成电流不超过 $1.2I_N$;

第 II 类 合成电流不超过 $1.3I_{No}$ 。

此时,电抗器可以连续运行。

注:合成电流(有效值)是基波和谐波电流的方均根值。此值是指电抗器投运以后之值。

2.4 绝缘水平

2.4.1 地面安装的电抗器的绝缘水平应符合表 7 要求。

表 7

系统额定电压(有效值) kV	工频耐受电压(干、湿)(有效值)1min		冲击耐受电压(峰值) 1.2/50 μ s
	油浸铁芯电抗器	干式空心电抗器	
6	25	32	60
10	35	42	75
35	85	95	200
63	140	155	325

2.4.2 安装于台架上的油浸铁芯电抗器的绝缘水平应符合表 8 的要求。

表 8

系统额定电压 (有效值) kV	工频耐受电压(干、湿)(有效值) 1min	冲击耐受电压 (峰值) 1.2/50us
35	35	134
63	63	233

3 试验

3.1 试验条件

电抗器的一切测量和试验,除另有规定者外,均应在周围空气温度为 $+10 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 的范围内进行。

3.2 试验分类

试验分为出厂试验、型式试验、特殊试验和验收试验。

3.2.1 出厂试验

每台产品出厂时,必须进行出厂试验,其试验项目如下:

- a. 外观检查 (见3.3.1条);
- b. 绕组电阻的测量 (见3.3.2条);
- c. 绝缘电阻及介质损耗角正切值的测量 (见3.3.3条);
- d. 损耗的测量 (见3.3.6条);
- e. 电抗 (或电感) 的测量 (见3.3.4或3.3.5条);
- f. 绝缘试验 (工频干试) (见3.3.7.1条);
- g. 绕组匝间绝缘试验 (见3.3.7.3条);
- h. 密封性能试验 (见3.3.8条);
- i. 声级的测量 (见3.3.9条);
- j. 绝缘油简化试验 (见3.3.14条)。

3.2.2 型式试验

新产品必须进行型式试验。型式试验包括出厂试验的全部项目,并应增加下列试验项目:

- a. 温升试验 (见3.3.10条);
- b. 绝缘试验 (雷电冲击试验、工频湿试) (见3.3.7.1及3.3.7.2条);
- c. 爬电比距、外绝缘电气距离的测量 (见3.3.1.3条);
- d. 局部放电的测量 (见3.3.15条)。

3.2.3 特殊试验

新产品鉴定时,应进行特殊试验,其试验项目如下:

- a. 短时电流试验 (见3.3.11条);
- b. 耐地震试验 (见3.3.12条)。

3.2.4 验收试验

- a. 外观检查 (见3.3.1条);
- b. 绕组电阻测量 (见3.3.2条);
- c. 绝缘电阻测量 (见3.3.3条);
- d. 工频耐压试验 (见3.3.7.1条);

e. 声级测量 (见3.3.9条)。

3.3 试验方法

3.3.1 外观检查

按照2.2.1条的要求进行检查。

3.3.2 绕组电阻测量

使用直流进行测量, 可用电桥法或电流电压法, 记录被试绕组端子间的电阻值和测量时绕组的温度。按GB1094.1—85《电力变压器》和GB6450—86《干式电力变压器》的要求进行。

3.3.3 绝缘电阻和介质损耗角正切值的测量

将绕组短接后, 用2500V兆欧表测量绕组与铁芯和外壳之间的1min绝缘电阻值。

用西林电桥测量绕组与铁芯和外壳间的介质损耗角正切值。

3.3.4 电感测量

干式空心电抗器测量电感时, 可以在降低电流和电压的情况下进行, 也可以用电桥法测量。

3.3.5 电抗值测量

当忽略阻抗的电阻成分时, 电抗为额定端电压和实测电流(有效值)的比值。

3.3.5.1 单相电抗器, 在额定频率下, 电抗器端子间通以额定电流和1.8倍的额定电流时, 分别测量其电抗值。

3.3.5.2 三相电抗器, 在额定频率下, 对星形接线的绕组施加一对称电压, 使回路中三相电流平均值等于额定电流和1.8倍的额定电流时, 分别测量其电抗。

3.3.6 损耗的测量

单相电抗器损耗在额定频率和额定电流下测量。在额定频率下测量三相电抗器损耗时, 使三相电流的平均值等于额定电流。记录试验时导体的温度。

由于电抗器的功率因数通常都很低, 用常规的瓦特计法测量损耗可能产生可观的误差, 因此使用电桥法较准确。

3.3.7 绝缘试验

试验方法按GB311—83《高压输变电设备的绝缘配合高电压试验技术》的要求进行。

3.3.7.1 工频耐受电压试验(干或湿): 将绕组各端子短接, 然后在绕组与铁芯和外壳之间, 先施加三分之一的工频试验电压, 并应与测量相配合, 尽快地将电压增加到试验值, 保持1min。试毕将电压迅速降低到试验值的三分之一以下, 然后再切断电源。

如未发现内部绝缘击穿或局部损伤, 则试验合格。湿耐压试验按GB311—83的要求进行。

三相六个端子的电抗器还需进行相间绝缘工频耐压试验。为此, 可以在一相加电压, 其他两相的绕组与铁芯和外壳连接, 然后在被试绕组与铁芯和外壳间进行耐压试验。按此方式再换另一相加电压试验。

验收试验后, 再作工频耐压试验时的电压值为出厂试验值的85%。

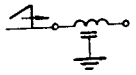
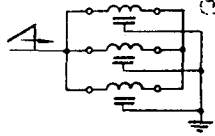
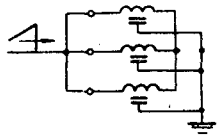
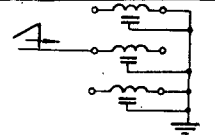
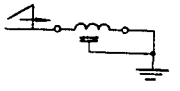
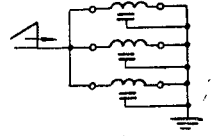
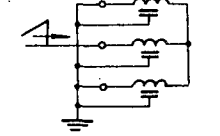
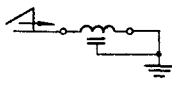
3.3.7.2 雷电冲击电压试验: 在干燥状态下, 施加负极性的标准雷电冲击波(1.2/50 μ s)三次。电压的施加方式见表9。

如果全电压下所记录的电压瞬变波形图及示伤图与降低电压下所记录的相应波形图无明显差异, 则绝缘耐压试验合格。

绕组匝间绝缘使用雷电冲击电压试验时, 应两端子交替进行。

3.3.7.3 绕组匝间绝缘试验(出厂试验): 由于电抗器阻抗较低, 绕组匝间绝缘试验可以采用高频感应耐压试验, 试验电压为短时电流试验时绕组两端电压或合闸涌流试验时绕组两端电压的两倍, 且取其中较大的值。试验通常按GB1094.3—85的要求进行。对于干式空心电抗器也可以用脉冲振荡试验方法, 试验电压峰值为表7中工频耐受电压的峰值, 户外产品的试验电压应增大三分之一。

表 9

安 装 场 所	试 验 内 容	电 压 施 加 部 位		
		单 相 电 抗 器	三 相 电 抗 器	
			6 个 套 管	3 个 套 管
地 面	相 对 地			
	相 间			
	匝 间			
绝 缘 台 架 上	匝 间			

试验条件不具备时，经制造厂和用户协商同意，可以用雷电冲击电压试验代替。

3.3.8 密封性能试验

充以0.05MPa的气压，维持12h，剩余气压不低于0.04MPa。由压力表的指示判断是否存在渗漏现象，并通过外部观察，查找有无渗漏痕迹。试验结束后，油箱及储油柜不得有永久变形。

3.3.9 声级测量

按照GB7328—87《变压器和电抗器的声级测定》规定的方法进行测量。

3.3.10 温升试验

油浸铁芯电抗器的温升试验方法按照GB1094.2—85第二部分温升试验的要求进行。干式空心电抗器温升试验方法按照GB6450—86的要求进行。温升试验电流值见表10。

表 10

额定电抗率%	最大工作电流A	备 注
>4.5	$1.35 I_N$ 待 定	第 I 类 第 II 类
<1	待 定	

3.3.11 短时电流试验

短时电流试验目的在于检验电抗器在通过最大短时电流时的机械耐受强度。

试验方法按照GB1094.5—85第五部分承受短路能力的要求进行。

3.3.11.1 除非另有规定，短时电流的第一个波的波峰值应为最大短时电流（有效值）的2.55倍，短时电流持续时间为0.5s，试验三次。

注：试验条件有困难时，经制造厂和用户协商同意，短路电流持续时间可以较短，但不少于0.15s。

3.3.11.2 短时电流试验是否合格的判别标准:

- a. 重复出厂试验中电性能项目并全部合格。
- b. 试验期间的测量及吊心检查没有发现缺陷(如线圈、连接线和支撑件结构等的明显位移、变形或放电痕迹)。

c. 试验后复测电抗(或电感)值, 其与原先的测量值之差不大于2%。

3.3.11.3 系列产品的短时电流试验: 当电抗器的设计和结构相同时, 可以选择本系列中容量最大的一台进行试验, 试验结果对同系列电抗器产品均适用。

3.3.11.4 电抗器承受短时电流的耐热能力应根据计算验证。计算方法及要求按照 GB1094.5—35 和 GB6450—86 的要求进行。

3.3.12 耐地震试验

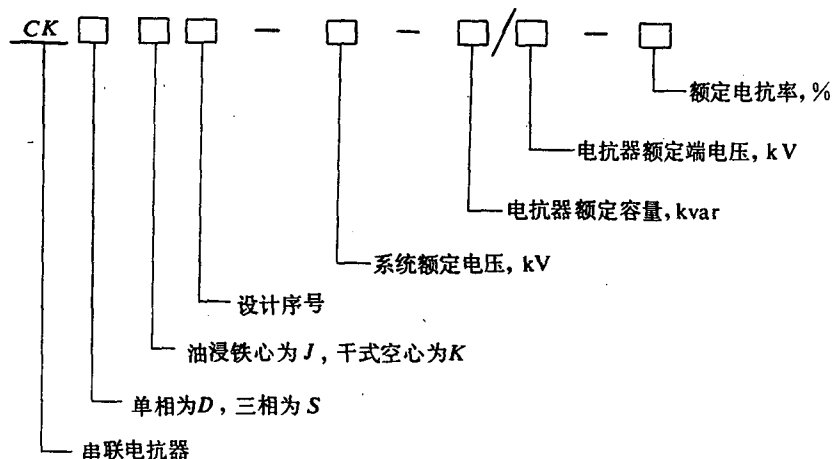
试验方法按相应标准进行。试验条件不具备时, 可以采用计算方法。

3.3.13 爬电比距、外绝缘电气距离和套管机械强度的测量和试验。

以上各试验均按相应标准进行。

3.3.14 绝缘油简化试验

按相应标准中规定的方法和要求进行。

4 串联电抗器型号含义

例 1 CKSJ-10-300/0.381-6 为系统额定电压 10kV, 额定电抗率 6%, 额定容量 300kvar 及额定端电压 0.381kV 的三相油浸铁芯串联电抗器。

例 2 CKDK-10-445/0.318-5 为系统额定电压 10kV, 额定电抗率 5%, 额定容量 445kvar 及额定端电压 0.318kV 的单相干式空心串联电抗器。

附加说明:

本标准由能源部电力电容器标准化技术委员会提出并归口。

本标准由能源部武汉高压研究所负责起草。

本标准主要起草人: 盛国钊、卢本平、汪启槐、张承容、史 班、张 勤。

(京)新登字115号

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
高 压 并 联 电 容 器 用
串 联 电 抗 器 订 货 技 术 条 件
DL 462—92

*

水利电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号)
朝阳区小红门印刷厂印刷

*

880×1230毫米 16开本 0.75印张 18千字
1992年9月第一版 1992年9月北京第一次印刷
印数 0001—4730册

*

书号 15120·6855 定价 0.90 元