



CECS 32:91

中国工程建设标准化协会标准

并联电容器用串联电抗器 设计选择标准

DESIGN SELECTION STANDARD FOR SERIES
RECTORS OF SHUNT CAPACITOR

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

中国工程建设标准化协会标准

并联电容器用串联电抗器

设计选择标准

CECS 32 : 91

主编单位：能源部西南电力设计院

河北省电力工业局

批准单位：中国工程建设标准化协会

批准日期：1991年12月27日

前 言

串联电抗器与并联电容器串联连接,可以抑制谐波电压放大,减小系统电压波形畸变,避免电容器受损,同时还限制并联电容器的合闸涌流,以满足电容器标准的要求。我国生产串联电抗器已有多年的,在设计和运行中积累了有益的数据。本标准在总结国内经验及参考借鉴国外有关资料的基础上,反复征求了有关专家和单位的意见,经中国工程建设标准化协会电气工程委员会审查定稿。

现批准《并联电容器用串联电抗器设计选择标准》CECS32:91,并推荐给有关单位使用。在使用过程中,请将意见及有头资料寄交北京良乡中国工程建设标准化协会电气委员会(邮政编码:102401)

中国工程建设标准化协会

1991年12月27日

中国建筑资讯网
WWW.SINAC.COM

目 录

第一章	总 则	(1)
第二章	环 境 条 件	(2)
第三章	技术参数选择	(3)
第一节	电抗率的选择	(3)
第二节	额 定 值	(3)
第三节	主要技术性能	(5)
附录一	名词术语	(9)
附录二	计算公式	(10)
附录三	本标准用词说明	(13)
附加说明		(14)

第一章 总 则

第 1.0.1 条 并联电容器用串联电抗器(以下简称电抗器)的设计选择必须执行国家的技术经济政策, 并应根据安装地点的电网条件、谐波水平、自然环境等, 合理地选择其技术参数, 做到安全可靠、经济合理。

第 1.0.2 条 本标准适用于变电所和配电所中新建或扩建的 6~63kV 并联电容器装置中电抗器的设计选择。

第 1.0.3 条 本标准所指电抗器是串联于高压并联电容器回路中的电抗器, 该电抗器用于限制合闸涌流, 减轻电网电压波形畸变和防止发生系统谐波谐振。

第 1.0.4 条 电抗器的设计选择, 除应符合本标准的规定外, 尚应符合国家现行有关标准的规定。

第二章 环 境 条 件

第 2.0.1 条 电抗器的基本使用条件：

- 一、安装场所：户外或户内；
- 二、环境温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；
 $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ；

三、海拔：不超过 1000m；

四、相对湿度：对于户内电抗器月平均相对湿度不超过 90%，日平均不超过 95%；

五、地震裂度：设计地震基本裂度为 8 度；即水平加速度 0.3g，垂直加速度 0.15g；

六、户外式最大风速为 35m/s；

七、电抗器的外绝缘泄漏比距不应小于 2.5cm/kV。对于重污秽地区可以取 3.5cm/kV。

第 2.0.2 条 选用电抗器时，应按当地环境条件校核，当环境条件超出其基本使用条件时，应通过技术经济比较分别采取下列措施：

- 一、向制造厂提出补充要求，制造符合当地环境条件的产品；
- 二、在设计中采取相应的防护措施，如采用户内布置、水冲洗、减震装置等。

第三章 技术参数选择

第一节 电抗率的选择

第 3.1.1 条 电抗率的选择，应使装置接入处 n 次谐波电压含量和电容器上 n 次谐波电压值均不超过有关标准规定的限值。

第 3.1.2 条 当仅需要限制合闸涌流时，宜选用电抗率为 $0.1\% \sim 1\%$ 的阻尼电抗器。

第 3.1.3 条 为抑制 5 次及以上谐波电压放大，宜选用电抗率为 $4.5\% \sim 6\%$ 的电抗器；抑制 3 次及以上谐波电压放大，宜选用电抗率为 $12\% \sim 13\%$ 的电抗器。

第 3.1.4 条 在电力系统谐波电压较大时，应由非线性用电设备所属单位负责采取限制谐波的措施，在采用交流滤波电容器装置时，电抗器应按滤波电抗器的要求选择。

第二节 额 定 值

第 3.2.1 条 电抗器的基本额定参数，应选择下列规定值：

- 一、额定频率： 50Hz ；
- 二、相数： 1Φ 或 3Φ ；
- 三、系统额定电压： 6kV ， 10kV ， 35kV ， 63kV ；
- 四、额定电抗率 (K)： $0.1\% \sim 1\%$ ， $4.5\% \sim 6\%$ ， $12\% \sim 13\%$ 。

第 3.2.2 条 电抗器的额定电流应和与其串联组合的电容器或电容器组的额定电流相等。

第 3.2.3 条 电抗器的额定端电压应等于与其串联组合的一相电容器额定电压的 K 倍，其值见表 3.2.3。

第 3.2.4 条 电抗器的额定容量，应等于与其串联组合的电

额定电抗率 %		0.1	0.3	0.5	1	4.5	5	6	12	13
系统额定电压 U_{sn} , (kV)	装置内每相电容器的额定电压 U_{cn} , (kV)	电抗器的端电压 (kV)								
6	$6.3/\sqrt{3}$	0.0036	0.011	0.018	0.036					
	$6.6/\sqrt{3}$					0.171	0.191	0.229		
	$(6.9/\sqrt{3})$								(0.478)	
	$7.2/\sqrt{3}$								0.499	0.540
10	$10.5/\sqrt{3}$	0.0061	0.018	0.030	0.061					
	$11/\sqrt{3}$					0.286	0.318	0.381		
	$(11.5/\sqrt{3})$								(0.796)	
	$12/\sqrt{3}$								0.831	0.900
35	21	0.021	0.063	0.105	0.210					
	22					0.990	1.100	1.320		
	(23)								(2.760)	
	24								2.880	3.120
63	38	0.0038	0.114	0.190	0.038					
	40					1.800	2.000	2.400		
	(42)								(5.040)	
	44								5.280	5.720

容器或电容器组额定容量的 K 倍。

第三节 主要技术性能

第 3.3.1 条 电抗器在额定电流下的电抗值偏差,应在下列范围之内:

$$\begin{array}{ll} 0\% \sim +5\% & (K \geq 4.5\%); \\ 0\% \sim +10\% & (K < 4.5\%). \end{array}$$

对于每相电抗值的偏差,不应超过三相平均电抗值的 $\pm 2\%$ 。

铁芯电抗器在工频 1.8 倍额定电流下,其电抗值偏差不得超过额定电抗值的 -5% 。

第 3.3.2 条 电抗器应能承受下列最大短时电流而不得出现任何热的和机械的损伤。

一、铁芯电抗器应能承受 25 倍额定电流持续 2s;

二、空心电抗器为额定电抗率的倒数倍,但不宜超过 25 倍额定电流持续 2s;

当电抗器流过的短时故障电流超过上述电流时,应采取措施。

第 3.3.3 条 电抗器应能承受下列稳态过电流;

一、电抗器应能在工频 1.35 倍或工频加谐波合成电流方均根值为 1.2 倍的额定电流下连续运行;

二、有特殊要求时,电抗器可在工频加谐波合成电流方均根值为 1.3 倍的额定电流下连续运行。

第 3.3.4 条 电抗器应能承受合闸涌流的冲击而不得产生机械损伤。

第 3.3.5 条 电抗器的绝缘水平,应分别符合表 3.3.5—1 和表 3.3.5—2 的要求。

电抗器的匝间绝缘应能在工频加谐波电压峰值下长期运行。

第 3.3.6 条 电抗器的套管出线端子间,出线端与箱壳间以

及支持绝缘子带电部分对地间的净距,应符合表 3.3.6 的规定。

安装在地面上的电抗器的绝缘水平 表 3.3.5-1

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

安装在绝缘台架上的电抗器的绝缘水平 表 3.3.5-2

系统额定电压 (kV)	工频耐受电压(kV) (干、湿)I _{min}	冲击耐受电压(kV) 峰值 1.2/50 s
35	35	134
63	63	233

电抗器外绝缘最小尺寸 表 3.3.6

系统额定电压(kV)	6	10	35	63
电气净距(mm)	200	200	400	650

第 3.3.7 条 适用于第 3.3.3 条第一款的电抗器的温升试验电流为工频 1.35 倍额定电流;适用于第 3.3.3 条第二款的电抗器的温升试验电流应与厂家商定。其温升限值分别不超过表 3.3.7—1 和表 3.3.7—2 的规定。

油浸铁芯电抗器温升限值

表 3.3.7—1

测量部位	绕组(电阻法)	油面(温度计法)
温升限值(K°)	55	50

干式空心电抗器绕组温升限值

表 3.3.7—2

绝缘等级	A	E	B	F	H	C
温升限值(K°)(电阻法)	50	65	70	90	115	140

第 3.3.8 条 在工频额定电流下,电抗器的损耗值不宜大于表 3.3.8 的规定值。

电抗器损耗限值

表 3.3.8

电抗器额定容量 Kvar	损 耗 值 W/var	
	油浸铁芯式	干 式 空 心
100 及以下	0.015	0.03
100~300	0.012	0.024
301~500	0.010	0.02
501~1000	0.008	0.016
1000 以上	0.006	0.012

第 3.3.9 条 在工频额定电流下，电抗器的声级水平不得超过表 3.3.9 的规定。

电 抗 器 声 级 水 平

表 3.3.9

电抗器额定容量 Kvar	声 级 水 平 dB
200 及以下	50
201~500	55
501~1000	60
1000 以上	65

第 3.3.10 条 设计选择电抗器时，厂家应提供下列技术参数：

- 一、电抗器名称；
- 二、型号；
- 三、系统额定电压 (kV)；
- 四、额定频率 (50Hz)；
- 五、额定端电压 (kV)；
- 六、额定容量 (kvar)；
- 七、额定电抗 (Ω/Φ)；
- 八、额定电流 (A)；
- 九、损耗值 (W/var)；
- 十、相数；
- 十一、总重 (kg)；
- 十二、油重 (kg)；
- 十三、外形尺寸及安装尺寸；
- 十四、最大短时电流 (kA)；
- 十五、声级水平 (dB)。

附录一 名词术语

1. 额定频率：设计电抗器时所采用的频率，取 50Hz。
2. 系统额定电压 (U_{sn})：电抗器与并联电容器相串联的回路接入电力系统处电网的额定电压。
3. 额定端电压 (U_n)：设计电抗器时，一相绕组两端所采用的工频电压有效值。
4. 额定容量 (S_n)：电抗器在额定端电压和额定电流下运行时的无功功率。
5. 额定电流 (I_n)：设计电抗器时所采用的工频电流有效值。
6. 额定电抗 (X_n)：工频额定电流下的电抗值。
7. 额定电抗率 (K)：电抗器额定电抗对串联组合的电容器组额定电抗的百分比值。
8. 短时电流：在规定时间内，通过电抗器的短时电流稳态分量的方均根值。
9. 油浸铁芯电抗器：铁芯和线圈均浸在绝缘油中的电抗器。
10. 干式空心电抗器：线圈不浸在绝缘油中且无铁芯的电抗器。

附录二 计算公式

一、电抗器额定电流：

$$I_n = I_{cn} \quad (\text{附 2.1})$$

二、电抗器额定端电压：

$$U_n = KU_{cn} \quad (\text{附 2.2})$$

三、电抗器额定容量：

$$S_n = U_n I_n = KQ_{cn} \quad (\text{附 2.3})$$

$$S'_n = 3S_n = 3U_n I_n = KQ'_{cn} \quad (\text{附 2.4})$$

四、电抗器额定电抗：

$$\begin{aligned} X_n &= (U_n / I_n) \cdot 10^3 = (U_n^2 / S_n) \cdot 10^3 = KX_{cn} \\ &= (KU_{cn}^2 / Q_{cn}) \cdot 10^3 \end{aligned} \quad (2.5)$$

五、装置接入系统后电抗器的 n 次谐波电流：

$$I_n = U_{sno} / (X_{sn} + X_{kn} - X_{cn}) \quad (\text{附 2.7})$$

六、电容器上 n 次谐波电压：

$$U_{cn} = [-X_{cn} / (X_{sn} + X_{kn} - X_{cn})] \cdot U_{sno} \quad (\text{附 2.7})$$

七、装置接入系统后，在装置接入处的 n 次谐波电压：

$$U_{sn} = (X_{kn} - X_{cn}) U_{snc} / (X_{sn} + X_{kn} - X_{cn}) \quad (\text{附 2.8})$$

八、装置接入系统后，在装置接入处的 n 次谐波电压含量率：

$$\begin{aligned} V_n \% &= 100U_{sn} / U_s \\ &= 100 (X_{kn} - X_{cn}) U_s U_c / [(X_{sn} + X_{kn} - X_{cn}) U_s] \end{aligned} \quad (\text{附 2.9})$$

九、系统谐振谐波次数：

$$n_o = X_c / (X_s + X_k) \quad (\text{附 2.10})$$

- 式中
- I_n ——电抗器的额定电流 (A);
 - I_c^n ——与电抗器串联的并联电容器组的额定电流 (A);
 - U_n ——电抗器的额定端电压 (kV);
 - U_c^n ——与电抗器串联的并联电容器组的额定相电压 (kV);
 - X_n ——电抗器的额定电抗 (Ω/Φ);
 - X_c^n ——与电抗器串联的并联电容器组的额定电抗 (Ω/Φ);
 - K ——电抗器的额定电抗率 ($K=X_n/X_{cn}$);
 - S_n ——单相电抗器的额定容量 (kvar);
 - S_n' ——三相电抗器的额定容量 (kvar);
 - Q_c^n ——与单相电抗器串联的并联电容器组的额定容量 (kvar);
 - $Q_c'^n$ ——与三相电抗器串联的并联电容器组的额定容量 (kvar);
 - U_s^n ——装置接入系统处的系统额定电压 (kV);
 - U_s ——装置接入系统后, 在装置接入系统处的工频 (基波) 电压 (kV);
 - U_{s^n} ——装置接入系统前, 在装置接入系统处的 n 次谐波电压 (V);
 - U_{sn} ——装置接入系统后, 在装置接入系统处的 n 次谐波电压 (V);
 - V_{sn} ——装置接入系统后, 在装置接入处的 n 次谐波电压含量 (%);
 - U_{cn} ——电容器上的 n 次谐波电压 (V);
 - I_n ——电抗器上的 n 次谐波电流 (A);
 - X_{cn} ——与电抗器串联的并联电容器组的 n 次谐波电抗 (Ω/Φ);

- X_n —— 与电抗器串联的并联电容器组的工频电抗 (Ω/Φ);
- X_{kn} —— 电抗器的 n 次谐波电抗 (Ω/Φ);
- X_k —— 电抗器的工频电抗 (Ω/Φ);
- X_{sn} —— 装置接入系统处的 n 次谐波系统电抗, 应实测确定, 也可以 $X_{sn} = nX_s$ 近似计算 (Ω/Φ);
- X_s —— 装置接入系统处的系统工频短路电抗 (Ω/Φ);
- n_0 —— 系统谐振谐波次数。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

附录三 本标准用词说明

为便于在执行本标准条文时，区别对待对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

WWW.SINAEI.COM

中国建筑资讯网

附加说明

本标准主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位：能源部西南电力设计院
河北省电力工业局

参 加 单 位：能源部武汉高压研究所
浙江省电力试验研究所
保定第二变压器厂

主要起草人：张承容 卢本平 何光煜 史 班
杨昌兴 盛国钊 花新乐 郭德水

WWW.SINOPEC.COM

中国建筑资讯网