

K 41

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5346 - 1998

串 联 电 抗 器

1998-03-11 发布

1998-07-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发布

JB/T 5346 - 1998

前 言

本标准是根据机械工业部 1997 年标准制、修订计划 97462002 号,对 JB 5346—91 标准修订而成。本标准的编写格式按照 GB/T 1.1—1993 标准重新编排。

本标准主要修订的内容如下:

- 1) 修改了额定电抗率项目,由原来的 4.8%、6%、12%、(13%)项改为 4.5%、5%、6%、12%、13%。
- 2) 按配套并联电容的额定电压要求增加了电抗器的额定端电压、及其相关参数要求项。
- 3) 原标准按 R10 系列数系规定了电容器组容量,再按额定电抗率导出电抗器容量系列,目的是制造厂以尽可能少的容量满足尽可能多的用户规格品种要求。但由于电容器组的容量和电容器单元系列型谱标准不尽吻合,存在匹配组合困难。而且即便如此,也还满足不了用户规格繁多的需要,故本次修订取消了原标准中的表 2 和表 3,不再规定容量的系列规格。
- 4) 由于取消容量系列规格,也就无法再以表格形式对每一种容量规定其损耗标准值。本次修订取消了原标准中的表 6(A)、6(B)、7(A)、7(B)、8(A)、8(B),给出了损耗值计算公式并规定了损耗系数。
- 5) 电抗值允许偏差由原来 0~15%改为 0~+10%。
- 6) 绝缘水平与 GB 311 标准一致。即油浸铁心式电抗器的绝缘水平和油浸式电力变压器相同,干式空心电抗器的绝缘水平和母线支柱绝缘子相同。
- 7) 增加了用电桥法测量电抗值内容。
- 8) 取消了对户外式空心电抗器在淋雨状态下做绕组匝间绝缘试验的要求。
- 9) 取消稳态过电压条款。因为对稳定过电流的规定条件,实际上已包括了对稳态过电压的要求。

本标准由全国变压器标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位:沈阳变压器研究所、宁波变压器厂、兴城特种变压器厂。

本标准参加起草单位:沈阳变压器有限责任公司综合电器厂,保定第二变压器厂、北京电力设备总厂、中山和泰机电厂。

本标准主要起草人:王丁元、韩庆恒。

本标准参加起草人:王辉、戈承、何见光、沈文洋。

本标准 1991 年首次发布。1997 年第一次修订。

本标准由沈阳变压器研究所负责解释。

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5346 - 1998

串联电抗器

代替 JB 5346 - 91

1 范围

本标准规定了高压并联电容器用串联电抗器产品的定义、型号和分类、技术要求、试验方法、检验规则、产品标志及出厂文件、铭牌的基本内容、包装运输及贮存的基本要求等。

本标准适用于电压等级为 6~66 kV 级电力系统中、与高压并联电容器组相串联,用以抑制电网电压波形畸变的串联电抗器(以下简称电抗器)。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合
- GB 1094.1—1996 电力变压器 第一部分 总则(eqv IEC 76.1—1993)
- GB 1094.2—1996 电力变压器 第二部分 温升(eqv IEC 76.2—1993)
- GB 1094.3—85 电力变压器 第三部分 绝缘水平和绝缘试验(neq IEC 76.3—1980)
- GB 1094.5—85 电力变压器 第五部分 承受短路的能力(neq IEC 76.5—1976)
- GB/T 5273—85 变压器、高压电器和套管的接线端子(neq IEC 518—1975)
- GB 6450—86 干式变压器(eqv IEC 726—1982)
- GB/T 6451—1995 三相油浸式电力变压器技术参数和要求(neq DIN 42500—1984)
- GB/T 7328—87 变压器和电抗器的声级测定(neq IEC 551—1976)
- GB/T 10237—88 电力变压器 绝缘水平和绝缘试验 外绝缘的空气间隙
(neq IEC 76—3--1—1987)
- JB/T 3837—1996 变压器类产品型号编制方法

3 定义

下列定义适用于本标准。

3.1 额定电压

电抗器与并联电容器组相串联的回路所接入的电力系统的额定电压。用 U_n 表示。

3.2 额定端电压

电抗器通过工频额定电流时,一相绕组两端的电压方均根值。用 U_n 表示。

3.3 额定电流

与电抗器相串联的电容器组的额定电流。用 I_n 表示。

3.4 额定容量

电抗器在工频额定端电压和额定电流时的视在功率。用 S_n 表示。

单相电抗器的额定容量: $S_n = U_n \cdot I_n$

三相电抗器的额定容量: $S_n = 3 U_n \cdot I_n$

3.5 额定电抗

JB/T 5346 - 1998

电抗器通过工频额定电流时的电抗值。用 X_n 表示。

3.6 额定电抗率

电抗器的额定电抗对配套并联电容器组电抗的百分比值。用 K 表示。

3.7 最大工作电流

温升不超过规定值时，电抗器能连续运行的最大工作电流方均根值。

3.8 最大短时电流

在规定时间内，允许通过电抗器的最大短时电流稳态分量的方均根值。在此条件下，电抗器应能承受相应产生的动、热稳定效应而无损伤。

3.9 配套并联电容器组

对应于计算电抗器额定端电压，并符合额定电抗率的并联电容器组(以下简称电容器组)。

3.10 油浸式铁心电抗器

铁心和绕组浸在绝缘油中，铁心柱含有非磁性间隙的电抗器。

3.11 干式空心电抗器

绕组不浸在绝缘液体中且无铁心柱的电抗器。

4 电抗器型号和分类

4.1 型号

电抗器型号按 JB/T 3837 的规定。

4.2 分类

4.2.1 油浸式铁心电抗器。

4.2.2 干式空心电抗器。

5 技术要求

5.1 使用条件

5.1.1 正常使用条件

油浸式铁心电抗器按 GB 1094.1 的规定。

干式空心电抗器户内式按 GB 6450 的规定。户外式按 GB 1094.1 的规定。

5.1.2 特殊使用条件

用户应在询价及订货时提出本标准第 5.1.1 条正常使用条件中未包括的条件，其额定值及试验方面的补充要求应另行商定。

5.2 额定值

5.2.1 额定频率：50 Hz。

5.2.2 相数：单相或三相。

5.2.3 额定电压：6、10、35、66 kV。

5.2.4 额定电抗率：4.5%、5%、6%、12%、13%。

5.2.5 额定端电压

额定端电压按下列(1)式计算：

$$U_n = K \cdot N \cdot U_{cn} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：K——额定电抗率；

N——每相电容器串联台数；

U_{cn} ——配套并联电容器的额定电压，kV。

电抗器的额定端电压及其相关参数应符合表 1 的规定。

JB/T 5346 - 1998

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				
			4.5%	5%	6%	12%	13%
6	$6.6/\sqrt{3}$	1	1	0.171	0.191	0.229	
	$7.2/\sqrt{3}$					0.499	0.540
10	$11/\sqrt{3}$		0.286	0.318	0.381		
	$12/\sqrt{3}$					0.831	0.900
35	11	2	0.990	1.100	1.320		
	12					2.880	3.120
66	20		1.800	2.000	2.400		
	22					5.280	5.720

5.2.6 额定容量

三相电抗器的额定容量按下列(2)式计算:

$$S_n = K \cdot Q_c \dots\dots\dots (2)$$

式中: S_n ——三相电抗器的额定容量, kvar;

K ——额定电抗率;

Q_c ——电容器组的三相容量, kvar。

单相电抗器的额定容量为三相电抗器的额定容量的三分之一。

5.2.7 额定电流

单相电抗器的额定电流按下列(3.1)式计算:

$$I_n = S_n / U_n \dots\dots\dots (3.1)$$

式中: I_n ——额定电流, A;

S_n ——单相电抗器的额定容量, kvar;

U_n ——电抗器的额定端电压, kV。

三相电抗器的额定电流按下列(3.2)式计算:

$$I_n = S_n / (3U_n) \dots\dots\dots (3.2)$$

式中: I_n ——额定电流, A;

S_n ——三相电抗器的额定容量, kvar;

U_n ——电抗器的额定端电压, kV。

5.2.8 额定电抗

电抗器额定电抗按下列(4)式计算:

$$X_n = 1000 U_n / I_n \dots\dots\dots (4)$$

式中: X_n ——额定电抗, Ω ;

U_n ——额定端电压, kV;

I_n ——额定电流, A。

5.3 冷却方式和温升

5.3.1 冷却方式的标志

油浸式铁心电抗器, 采用油浸自冷的冷却方式时, 以字母 ONAN 表示。

干式空心电抗器, 采用空气自然循环冷却方式时, 以字母 AN 表示。

5.3.2 正常使用条件下的温升限值

JB/T 5346 - 1998

按本标准 5.1.1 条正常使用条件而设计的电抗器, 当按本标准第 7.9 条试验时, 对于油浸式铁心电抗器, 其绕组、铁心及变压器油的温升应不超过表 2 的规定。对于干式空心电抗器, 其绕组温升应不超过表 3 的规定。

表 2

部 分	温 升 限 值 K
绕组(电阻法)	60
顶层油(温度计法)	55
铁 心	使相邻绝缘材料不受损的温度
油箱及结构件表面	80

表 3

部 位	绝缘系统温度 °C	温升限值 K
绕组(电阻法)	120(E)	70
	130(B)	75
	155(F)	95
	180(H)	120
	220(C)	145

5.3.3 特殊条件下的温升限值

使用部门应在询价及订货时提出, 通过协商确定。

5.4 损耗

5.4.1 电抗器在工频额定电流下的损耗值(折算到 75°C)应符合式(5)计算所得值。

$$\Sigma P = K_p \cdot S_n^{0.75} \dots\dots\dots (5)$$

式中: ΣP ——电抗器在工频额定电流下的损耗值;

K_p ——损耗系数, 油浸式铁心电抗器见表 4、干式空心电抗器见表 5。

表 4

分 类		电 压 等 级 kV	
		6、10	35(66 kV 支撑绝缘)
		K_p	
油浸式铁心电抗器	三 相	44	50
	单 相	40	44

表 5

额定容量 kvar	≤500	>500
K_p	95	70

注

1 损耗值取整并按四舍五入尾数为零。

2 空心电抗器损耗值按单相计算。

5.4.2 损耗值的允许偏差不大于+15%。

5.5 过负荷能力

5.5.1 稳定过电流

5.5.1.1 电抗器应能在工频电流为 1.35 倍额定电流的最大工作电流下连续运行。

JB/T 5346 - 1998

5.5.1.2 电抗器应能在三次和五次谐波电流含量均不大于 35%，总电流方均根值不大于 1.2 倍额定电流的情况下连续运行。

注：谐波电流含量以基波电流为基础。谐波电流含量及总电流是指电抗器投运以后的值。谐波电流含量超过本条规定时，由用户与制造厂协商。

5.5.2 油浸式铁心电抗器应能承受 25 倍额定电流的最大短时电流的作用；干式空心电抗器应能承受额定电抗率倒数倍额定电流的最大短时电流的作用，不产生任何热的和机械的损伤。

动稳定要求时间为 0.5 s，按 GB 1094.5 第 2.2 条规定，由试验验证。

热稳定要求时间为 2 s，按 GB 1094.5 第 2.1 条规定，由计算验证。

5.6 电抗值允许偏差

5.6.1 在工频额定电流下电抗值的允许偏差为 0~+10%。

5.6.2 对于油浸式铁心电抗器，在 1.8 倍工频额定电流下的电抗值与额定电抗值之差，不超过 -5%。

5.6.3 三相油浸式电抗器每相电抗值不超过三相平均值的 ±4%。干式空心电抗器每相电抗值不超过三相平均值的 ±2%。

5.7 绝缘水平

5.7.1 地面安装的电抗器，其绝缘水平应符合表 6 规定。

5.7.2 安装于绝缘台架上的油浸式铁心电抗器，其绝缘水平应符合表 7 要求。

表 6

系统额定电压(方均根值) kV	工频耐受电压(干试)(方均根值)1 min kV		冲击耐受电压(峰值) 1.2/50 μs kV
	油浸铁心电抗器	干式空心电抗器	
6	25	32	60
10	35	42	75
35	85	100	200
66	140	165	325

表 7

系统额定电压(方均根值) kV	工频耐受电压(干试)(方均根值)1 min kV	冲击耐受电压(峰值) 1.2/50 μs kV
35	35	134
66	63	233

5.8 声级水平

在额定电流下，电抗器的声级水平应不超过表 8 的规定。

表 8

电抗器额定容量 kvar	声级水平 dB
<80	48
80~<125	50
125~<200	52
200~<315	54
315~<500	56

JB/T 5346 - 1998

表 8(完)

电抗器额定容量 kvar	声级水平 dB
500~<800	58
800~<1250	60
1250~<2000	63
2000~<3150	66

5.9 结构

5.9.1 电抗器的出线端子

5.9.1.1 电抗器出线端子应与绝缘水平和最大长期使用电流相适应,并能紧密连接导线。

5.9.1.2 出线端子应符合 GB 5273 标准要求。

5.9.2 电抗器套管带电部分对地及其他带电体之间的空气间隙,应符合 GB/T 10237 规定,见表 9。括号内数值是 35 kV 及 66 kV 支撑绝缘的最小空气间隙距离。

表 9

系统额定电压 方均根值 kV	系统最高电压 方均根值 kV	最小空气间隙 mm
6	6.9	90
10	11.5	125
35	40.5	340(250)
66	72.5	630(440)

5.9.3 油浸式铁心电抗器的油保护装置、油温测量装置、油箱及附件等技术要求均与对应容量和同绝缘水平等级的油浸式电力变压器相同。

5.9.4 容量 600 kvar 及以上油浸式铁心电抗器应安装压力释放装置。

6 试验分类

电抗器试验分例行试验、型式试验和特殊试验。

6.1 例行试验

每台产品出厂时,必须进行例行试验,其试验项目如下:

- 6.1.1 外观检查(按 7.1 条)。
- 6.1.2 绕组直流电阻测定(按 7.2 条)。
- 6.1.3 绝缘电阻测定(按 7.3 条)。
- 6.1.4 电抗值测定(按 7.4 条)。
- 6.1.5 损耗测定(按 7.5 条)。
- 6.1.6 工频耐压试验(按 7.6.1 条)。
- 6.1.7 绕组匝间绝缘试验(按 7.6.2 条)。
- 6.1.8 密封性能试验(按 7.7 条)。
- 6.1.9 变压器油试验(按 7.8 条)。

6.2 型式试验

电抗器遇有下列情况之一时,必须进行型式试验。

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制鉴定;

JB/T 5346 - 1998

- b) 正常生产时, 如结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 产品长期停产、恢复生产时;
- d) 出厂时检验结果与上次型式试验有较大差异时。

生产系列电抗器时, 允许根据容量、结构特点, 先选择有代表性规格试品进行型式试验, 予以鉴定。型式试验包括例行试验的全部项目, 并应增加下列试验项目。

- 6.2.1 温升试验(按 7.9 条)。
- 6.2.2 雷电冲击试验(按 7.6.3 条)。
- 6.2.3 油箱机械强度试验(按 7.10 条)。
- 6.3 特殊试验

用户有特殊要求时, 应与制造厂协商同意后进行特殊试验。

- 6.3.1 最大短时电流试验(按 7.12 条)。
- 6.3.2 声级测量(按 7.11 条)。

7 试验方法

7.1 外观检查

按图样和本标准 5.9 条和 8.1 条规定要求进行检查。

7.2 绕组直流电阻测定

按 GB 1094.1 的 10.2 条规定。

7.3 绝缘电阻测定

用 2500 V 兆欧表进行测量。

7.4 电抗值测量

7.4.1 单相油浸式铁心电抗器, 在额定频率下, 通以额定电流 I_n 和 $1.8 I_n$ 时分别测其电抗值。

7.4.2 三相油浸式铁心电抗器, 在额定频率下, 使三相绕组的电流(方均根值)等于额定电流 I_n 和 $1.8 I_n$ 时, 分别测其电抗值。

7.4.3 干式空心电抗器, 在额定频率下, 通过额定电流或其它规定的电流测其电抗值。也可用电桥法测量。

7.5 损耗值测定

在额定频率、额定电流下进行测量。干式空心电抗器可用电桥法测量。

三相电抗器的三相电流的平均值应等于额定电流值。

7.6 绝缘试验

试验方法按 GB 311.1 的要求进行。

7.6.1 工频耐压试验

电抗器绕组对地工频耐压试验按 5.7 条的表 6 或表 7 规定进行。

三相六个端子的电抗器还需进行相间工频耐压试验。

7.6.2 绕组匝间绝缘试验

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 GB 1094.3 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 6 中工频耐受电压值, 户外产品的试验电压应增大三分之一。

如果本试验对被试验品造成不切实际热效应, 或者试验要求的容量和电压超出了试验站的能力, 可以用雷电冲击试验代替。试验电压幅值由用户与制造厂协商。

7.6.3 雷电冲击电压试验

试验按 GB 1094.3 第 12 条的规定, 电压的施加和进波方式按表 10 规定, 数值按表 6、表 7 规定。

JB/T 5346 - 1998

7.7 密封性能试验

油浸式铁心电抗器油箱及储油柜应承受 40 kPa 压力的密封性试验,其试验时间为 12 h,不得有渗漏。

表 10

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			

7.8 变压器油试验

按相应标准中规定的方法和要求进行。

7.9 温升试验

电抗器在连续通以额定频率的 1.35 倍额定电流下进行温升试验,试验方法按 GB 1094.2 第 5.2 条规定的要求进行。

7.10 油箱强度试验

油浸式电抗器油箱强度试验按 GB/T 6451 规定,油箱施加正压力 50 kPa 不允许有损伤和永久变形。

7.11 声级测量

电抗器声级测量按 GB/T 7328 规定方法进行,电抗器在额定频率额定电流下,距产品表面 0.3 m,油箱高度二分之一处的水平面测量。

7.12 最大短时电流试验

试验方法按照 GB 1094.5 的要求进行。

7.12.1 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(方均根值)的 2.55 倍,短时电流持续时间为 0.5 s,试验三次。

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

7.12.2 短时电流试验通过的判别准则

- a) 重复例行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) 试验后复测电抗值,与试验前的测量值之差不大于 2%。

7.12.3 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。

7.12.4 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 GB 1094.5 和 GB 6450 的

JB/T 5346 - 1998

要求进行。

8 标志及出厂文件

8.1 铭牌

每台电抗器应装有不_受气候影响的铭牌，并安装在明显位置。铭牌上应标志下列各项，所示项目应牢固刻出。

- a) 电抗器名称；
- b) 标准代号；
- c) 制造厂名(包括国名)；
- d) 出厂序号；
- e) 制造年月；
- f) 相数；
- g) 额定频率，Hz；
- h) 冷却方式；
- i) 安装场所(户内或户外)；
- j) 型号；
- k) 额定容量，kvar；
- l) 额定电压，kV；
- m) 额定电流，A；
- n) 电抗值(实测值)， Ω ；
- o) 绝缘耐热等级(干式电抗器)；
- p) 绝缘水平；
- q) 器身重，kg；
- r) 油重，kg；
- s) 总重，kg。

8.2 出厂文件

每台电抗器应附有安装使用说明书、铭牌标志图、产品合格证、出厂试验报告、产品外形图、产品拆卸一览表等。出厂文件应妥善包装，防止受潮、损坏和丢失。

9 包装、运输及贮存

9.1 包装

电抗器的包装，应保证产品及其组件、零件在整个运输和贮存期间不致损坏，各供电气连接的接触面不得锈蚀。

9.2 运输

电抗器在运输过程中应保持平稳，无严重振动、颠簸和冲击现象。

9.3 贮存

电抗器应贮存于干燥、通风的仓库中，周围环境不允许有腐蚀金属和破坏绝缘的有害气体与尘埃。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
串 联 电 抗 器
JB/T 5346 - 1998

*

机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
(北京首体南路2号 邮编 100044)

*

开本 880×1230 1/16 印张 X/X 字数 XXX,XXX
19XX 年 XX 月第 X 版 19XX 年 XX 月第 X 印刷
印数 1 - XXX 定价 XXX.XX 元
编号 XX - XXX

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>