



中华人民共和国国家标准

GB/T 10228—2008
代替 GB/T 10228—1997

干式电力变压器技术参数和要求

Specification and technical requirements
for dry-type power transformers

2008-04-24 发布

2008-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 性能参数	1
5 技术要求	6
6 测试项目及方法	6
7 标志、包装、运输和贮存	6
附录 A (资料性附录) 干式变压器运行效率与年平均负载系数的相互关系	8
A.1 单位空载损耗加权平均值和单位负载损耗加权平均值计算	8
A.2 干式变压器运行效率计算	8
A.3 干式变压器运行效率与年平均负载系数关系曲线	8

前 言

本标准代替 GB/T 10228—1997《干式电力变压器技术参数和要求》。

本标准与 GB/T 10228—1997 相比主要变化如下：

- 编写格式按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的规定进行了修改；
- 增加了“引言”；
- 将各类非包封线圈变压器和包封线圈变压器的性能参数表分别进行了合并，并对非包封线圈变压器和包封线圈变压器的性能参数不再予以区分；
- 对各类变压器的损耗参数和空载电流进行了如下调整：
 - 10 kV 级无励磁调压配电变压器的损耗参数和空载电流分 A、B 两组给出，其中 A 组的空载损耗和负载损耗（较比原包封线圈无励磁调压配电变压器）约平均下降 10%，B 组的空载损耗（较比原包封线圈无励磁调压配电变压器）约平均下降 20%、负载损耗约平均下降 5%，空载电流均平均下降了 20% 以上；
 - 其他变压器的空载损耗和负载损耗（分别较比原包封线圈变压器）约平均下降了 10%，空载电流均平均下降了 20% 以上；
- 增加了 20 kV 级无励磁调压干式配电变压器的性能参数；
- 增加了 35 kV 级有载调压电力变压器的性能参数；
- 在 10 kV 级无励磁调压配电变压器和 35 kV 级无励磁调压电力变压器原有容量规格的基础上增补了一些容量规格；
- 对技术要求和试验项目进行了调整。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国变压器标准化技术委员会(SAC/TC 44)归口。

本标准起草单位：沈阳变压器研究所、武汉高压研究院、顺特电气有限公司、中电电气集团有限公司、江苏华鹏变压器有限公司、昆明赛格迈电气有限公司、山东省金曼克电气集团股份有限公司、天津市特变电工变压器有限公司、吴江市变压器厂有限公司、保定天威顺达变压器有限公司、吉林省电力科学研究院。

本标准主要起草人：章忠国、付锡年、刘燕、徐子宏、周国伟、柳溪、牛亚民、石肃、林灿华、胡振忠、放明、陶丹。

本标准于 1988 年首次发布，1997 年第一次修订，本次为第二次修订。

引 言

GB/T 10228—1997 已实施近十年,它对我国干式变压器的生产和使用起到了重要的指导作用。随着干式变压器产品的不断发展,有必要对 GB/T 10228—1997 进行修订,以使其进一步与其他相关标准相互协调,并更好地指导干式变压器的生产和使用。

为了贯彻资源节约与综合利用的技术经济政策,本标准修订时重点参考了 DL/T 985—2005《配电变压器能效及经济技术评价导则》及 NEMA TP 1—2002《配电变压器能效确定导则》的相关内容,对变压器的损耗参数进行了调整。

本次修订在 10 kV 级无励磁调压配电变压器的损耗参数确定方面,首次引入了“年平均负载系数(β)”及“运行效率(η)”等概念,对 10 kV 级无励磁调压配电变压器规定了 A、B 两组损耗参数组合,同时还绘制了“运行效率(η)”与“年平均负载系数(β)”间的关系曲线,连同其有关计算情况一起列在附录 A 中,以利于该标准今后的贯彻和实施。

本标准是变压器行业有关干式变压器的基础性国家标准,使用面广,影响范围大,对节能降耗工作具有一定的促进作用。

干式电力变压器技术参数和要求

1 范围

本标准规定了三相干式电力变压器的性能参数、技术要求、测试项目及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于电压等级为 6 kV、10 kV、20 kV 及 35 kV，额定频率为 50 Hz，额定容量为 30 kVA~20 000 kVA，绕组的绝缘耐热等级为 B 级、F 级和 H 级的户内使用的无励磁调压或有载调压三相干式电力变压器。

注：其他额定容量的产品可参考使用本标准。

本标准不适用于充气式变压器（当所充气体不是空气时）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 191—2000 包装储运图示标志（eqv ISO 780:1997）

GB 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则（GB 1094.1—1996，eqv IEC 60076-1:1993）

GB 1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式电力变压器（GB 1094.11—2007，IEC 60076-11:2004，MOD）

GB/T 2900.15—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器（neq IEC 60050-421:1990、IEC 60050-321:1986）

GB/T 5273 变压器、高压电器和套管的接线端子（GB/T 5273—1985，neq IEC 60518:1975）

GB/T 5465.2—1996 电气设备用图形符号（idt IEC 60417:1994）

GB/T 17211 干式电力变压器负载导则（GB/T 17211—1998，eqv IEC 60905:1987）

JB/T 501 电力变压器试验导则

JB/T 10088—2004 6 kV~500 kV 级电力变压器声级

3 术语和定义

GB 1094.1、GB 1094.11 和 GB/T 2900.15 中确立的术语和定义适用于本标准。

4 性能参数

4.1 10 kV 级自冷变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表 1~表 3 的规定。

表 1 6 kV、10 kV 级无励磁调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组台			联结组 标号	A 组				B 组				短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV		空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W		空载 电流/ %	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W		空载 电流/ %	
						B(100℃)	F(120℃)			H(145℃)	B(100℃)		
30				220	710	800	2.1	205	740	780	830	2.3	
50				310	990	1130	2.2	285	1060	1120	1200	2.2	
80				420	1370	1560	1.8	390	1460	1550	1660	1.7	
100				450	1570	1780	1.8	410	1700	1800	1930	1.7	
125				530	1840	2100	1.6	470	1980	2100	2250	1.5	
160				610	2120	2410	1.5	550	2230	2450	2620	1.5	
200				700	2510	2870	1.4	650	2700	2850	3050	1.3	4.0
250				810	2750	3120	1.4	740	3060	3250	3480	1.3	
315	6			990	3450	3930	1.2	880	3650	3900	4180	1.1	
400	6.3			1100	3970	4520	1.2	1000	4340	4600	4900	1.1	
500	6.6	±5	0.4	1310	4860	5530	1.2	1180	5160	5470	5850	1.1	
630	10	±2×2.5		1510	5850	6660	1.0	1350	6150	6500	6950	0.9	
630	10.5			1460	5940	6750	1.0	1300	6300	6700	7170	0.9	6.0
800	11			1710	6930	7880	1.0	1540	7360	7800	8350	0.9	
1000				1990	8100	9210	1.0	1750	8730	9250	9900	0.9	
1250				2350	9630	10980	1.0	2030	10400	11000	11800	0.9	
1600				2760	11700	13270	1.0	2700	12700	13500	14400	0.9	
2000				3400	14400	16370	0.8	3000	15300	16200	17400	0.7	
2500				4000	17100	19460	0.8	3500	18400	19500	20800	0.7	
1600				2760	13000	14680	1.0	2700	13700	14500	15500	0.9	
2000				3400	15900	18000	0.8	3000	16700	17700	19000	0.7	8.0
2500				4000	18800	20000	0.8	3500	19800	21000	22500	0.7	

注 1: 表中所列的负载损耗为括号内参考温度(见 GB 1094.11 的规定)下的值。

注 2: 按 A 组损耗值和 B 组损耗值计算出的变压器运行效率(η)与变压器年平均负载系数(β)有关, η 与 β 的相互关系见附录 A。

表4 20 kV级无励磁调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %	
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)			
50	20	±5 ±2×2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	380	1 230	1 300	1 390	2.4	6.0	
100					600	1 980	2 100	2 250	2.2		
160					750	2 470	2 600	2 800	1.8		
200					820	2 950	3 100	3 310	1.8		
250					940	3 440	3 600	3 910	1.6		
315					1 080	4 100	4 300	4 600	1.6		
400					1 280	4 900	5 100	5 460	1.4		
500					1 500	5 800	6 100	6 500	1.4		
630					22	1 700	6 880	7 200	7 750		1.2
800					24	1 950	8 230	8 700	9 300		1.2
1 000					2 300	9 720	10 300	11 000	1.0		
1 250					2 650	11 500	12 150	13 000	1.0		
1 600					3 100	13 780	14 600	15 650	1.0		
2 000					3 600	16 300	17 250	18 500	0.8		
2 500					4 300	19 350	20 400	21 800	0.8		
2 000					3 600	17 800	18 800	20 000	0.8		
2 500					4 300	21 300	22 400	23 900	0.8		

注：表中所列的负载损耗为括号内参考温度(见 GB 1094.11 的规定)下的值。

4.3 35 kV级自冷变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表5~表7的规定。

表5 35 kV级无励磁调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
50	35~38.5	±5 ±2×2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	500	1 420	1 500	1 600	2.8	6.0
100					700	2 080	2 200	2 350	2.4	
160					880	2 790	2 960	3 170	1.8	
200					980	3 300	3 500	3 750	1.8	
250					1 100	3 750	4 000	4 280	1.6	
315					1 310	4 480	4 750	5 080	1.6	
400					1 530	5 360	5 700	6 080	1.4	
500					1 800	6 570	7 000	7 450	1.4	
630					2 070	7 650	8 100	8 700	1.2	
800					2 400	9 000	9 600	10 250	1.2	
1 000					2 700	10 400	11 000	11 800	1.0	
1 250					3 150	12 700	13 400	14 300	0.9	
1 600					3 600	15 400	16 300	17 400	0.9	
2 000					4 250	18 100	19 200	20 500	0.9	
2 500					4 950	21 700	23 000	24 600	0.9	

注：表中所列的负载损耗为括号内参考温度(见 GB 1094.11 的规定)下的值。

表2 6 kV、10 kV级无励磁调压电力变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
630	6	±5 ±2×2.5	3 3.15 6 6.3	Dyn11 Yd11 Yyn0	1 600	6 300	6 700	7 150	1.2	5.0
800					1 800	7 400	8 000	8 400	1.2	
1 000					2 160	8 730	9 250	9 900	1.0	
1 250					2 600	10 400	11 000	11 700	1.0	
1 600					3 100	12 600	13 400	14 300	1.0	
2 000					4 000	15 100	16 000	17 050	0.8	
2 500					4 700	17 700	18 800	20 100	0.8	
3 150					5 600	20 800	22 000	23 500	0.7	
4 000					6 700	25 000	26 500	28 300	0.7	
5 000					8 000	29 500	31 300	33 500	0.6	
6 300					9 450	35 100	37 200	39 800	0.6	

注：表中所述的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

表3 6 kV、10 kV级有载调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
315	6	±4×2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	1 100	3 600	3 800	4 100	1.4	4.0
400					1 250	4 250	4 500	4 800	1.4	
500					1 440	5 150	5 500	5 850	1.4	
630					1 660	6 100	6 500	6 950	1.2	
630					1 600	6 250	6 700	7 100	1.2	
800					1 900	7 400	7 900	8 400	1.2	
1 000					2 200	8 700	9 250	9 900	1.0	
1 250					2 600	10 400	11 000	11 800	1.0	
1 600					3 030	12 300	13 100	14 000	1.0	
2 000					3 800	15 100	16 000	17 100	0.8	
2 500					4 400	18 000	19 100	20 400	0.8	

注：表中所述的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

4.2 20 kV级自冷变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表4的规定。

表4 20 kV级无励磁调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %			
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)					
50	20	±5 ±2×2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	380	1 230	1 300	1 390	2.4	6.0			
100					600	1 980	2 100	2 250	2.2				
160					750	2 470	2 600	2 800	1.8				
200					820	2 950	3 100	3 310	1.8				
250					940	3 440	3 600	3 910	1.6				
315					1 080	4 100	4 300	4 600	1.6				
400					1 280	4 900	5 100	5 460	1.4				
500					1 500	5 800	6 100	6 500	1.4				
630					22			1 700	6 880		7 200	7 750	1.2
800					24			1 950	8 230		8 700	9 300	1.2
1 000								2 300	9 720		10 300	11 000	1.0
1 250								2 650	11 500		12 150	13 000	1.0
1 600								3 100	13 780		14 600	15 650	1.0
2 000								3 600	16 300		17 250	18 500	0.8
2 500								4 300	19 350		20 400	21 800	0.8
2 000								3 600	17 800	18 800	20 000	0.8	
2 500								4 300	21 300	22 400	23 900	0.8	

注：表中所列的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

4.3 35 kV级自冷变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表5~表7的规定。

表5 35 kV级无励磁调压配电变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
50	35~38.5	±5 ±2×2.5	0.4	Dyn11 Yyn0	500	1 420	1 500	1 600	2.8	6.0
100					700	2 080	2 200	2 350	2.4	
160					880	2 790	2 960	3 170	1.8	
200					980	3 300	3 500	3 750	1.8	
250					1 100	3 750	4 000	4 280	1.6	
315					1 310	4 480	4 750	5 080	1.6	
400					1 530	5 360	5 700	6 080	1.4	
500					1 800	6 570	7 000	7 450	1.4	
630					2 070	7 650	8 100	8 700	1.2	
800					2 400	9 000	9 600	10 250	1.2	
1 000					2 700	10 400	11 000	11 800	1.0	
1 250					3 150	12 700	13 400	14 300	0.9	
1 600					3 600	15 400	16 300	17 400	0.9	
2 000					4 250	18 100	19 200	20 500	0.9	
2 500					4 950	21 700	23 000	24 600	0.9	

注：表中所列的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

表 6 35 kV 级无励磁调压电力变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
800	35~38.5	±5 ±2×2.5	3.15 6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11 Yyn0	2 500	9 400	9 900	10 600	1.1	6.0
1 000					2 970	10 800	11 500	12 300	1.1	
1 250					3 480	12 800	13 600	14 500	1.0	
1 600					4 100	15 400	16 300	17 400	1.0	
2 000					4 700	18 100	19 200	20 600	0.9	7.0
2 500					5 400	21 700	23 000	24 600	0.9	
3 150					6 700	24 300	25 800	27 500	0.8	8.0
4 000					7 800	29 400	31 000	33 000	0.8	
5 000					9 300	34 700	36 800	39 300	0.7	
6 300					11 000	40 500	43 000	45 900	0.7	
8 000					12 600	45 700	48 500	51 900	0.6	9.0
10 000					14 400	55 500	58 500	62 600	0.6	
12 500				17 500	64 000	68 000	72 700	0.5		
16 000				21 500	75 500	80 000	84 800	0.5		
20 000				25 500	85 000	90 000	96 300	0.4	10.0	

注：表中所述的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

表 7 35 kV 级有载调压电力变压器

额定容量/ kVA	电压组合			联结组 标号	空载 损耗/ W	不同的绝缘耐热等级下 的负载损耗/ W			空载 电流/ %	短路 阻抗/ %
	高压/ kV	高压分接范围/ %	低压/ kV			B(100℃)	F(120℃)	H(145℃)		
2 000	35~38.5	±4×2.5	6 6.3 10 10.5 11	Dyn11 Yd11	5 000	18 900	20 000	21 400	0.9	7.0
2 500					5 800	22 500	23 800	25 500	0.9	
3 150					7 000	25 300	26 800	28 700	0.8	
4 000					8 200	30 300	32 100	34 400	0.8	
5 000					9 700	35 800	38 000	40 600	0.7	8.0
6 300					11 500	41 500	44 000	47 000	0.7	
8 000					13 200	47 200	50 000	53 500	0.6	9.0
10 000					15 100	56 800	60 200	64 500	0.6	
12 500					18 300	67 000	70 000	76 000	0.5	
16 000					22 500	77 600	82 400	88 100	0.5	
20 000					26 500	87 500	92 700	99 200	0.4	

注：表中所述的负载损耗为括号内参考温度（见 GB 1094.11 的规定）下的值。

5 技术要求

5.1 按本标准制造的变压器应符合 GB 1094.11 和 GB/T 17211 的规定。

5.2 变压器组、部件的设计、制造及检验等应符合相关标准的要求。

5.3 对于 2 500 kVA 及以下的配电变压器,其绕组直流电阻不平衡率:相为不大于 4%,线为不大于 2%;对于 630 kVA 及以上的电力变压器,其绕组直流电阻不平衡率:相(有中性点引出时)为不大于 2%,线(无中性点引出时)为不大于 2%。如果由于线材及引线结构等原因而使绕组直流电阻不平衡率超过上述值时,除应在例行试验记录中记录实测值外,尚应写明引起这一偏差的原因。使用单位应与同温度下的例行试验实测值进行比较,其偏差应不大于 2%。

注 1:绕组直流电阻不平衡率应以三相实测最大值减最小值作分子,三相实测平均值作分母计算。

注 2:对所有引出的相应端子间的电阻值均应进行测量比较。

5.4 变压器的声级水平应符合 JB/T 10088—2004 的规定。

5.5 变压器的接地装置应有防腐层及明显的接地标志。

5.6 变压器一次和二次引线的接线端子应符合 GB/T 5273 的规定。

5.7 变压器防止直接接地的保护标志应符合 GB/T 5465.2—1996 的规定。

5.8 变压器的铁心和金属件应有防腐层的保护层。

5.9 变压器应装有压脚,其上应设有安装用的定位孔,孔中心距(横向尺寸)为 300 mm、400 mm、550 mm、660 mm、820 mm、1 070 mm、1 475 mm 及 2 040 mm;如使用单位要求装有滚轮时,轮中心距(横向尺寸)为 550 mm、660 mm、820 mm、1 070 mm、1 475 mm 及 2 040 mm。如对纵向尺寸有要求时,也可按横向尺寸数值选取。

5.10 变压器应具有承受整体总质量的起吊装置;根据需要,有载调压变压器的有载分接开关可与变压器主体分开起吊。

5.11 根据用户要求,可在变压器上装设监测其运行温度的装置,并提供监测方法和必要的的数据。

6 测试项目及方法

6.1 变压器除应进行 GB 1094.11 所规定的试验项目外,还应进行 6.2 和 6.3 所规定的例行试验项目。

6.2 变压器出厂前应对其进行绝缘电阻测量,并提供绝缘电阻实测值(包括测量时的温度及相对湿度),试验方法按 JB/T 501 的规定。

6.3 对于有载调压变压器,在变压器(包括有载分接开关)完成装配后,应对有载分接开关进行操作试验,试验要求及方法按 GB 1094.1 的规定。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 变压器各绕组应有相应的接线端子标志,所有标志应牢固且耐腐蚀。

7.2 变压器包装箱外壁的文字与标志应耐受风吹日晒,不应因雨水冲刷而模糊不清,其内容应包括:

- a) 制造单位名称;
- b) 收货单位名称及地址;
- c) 产品名称及型号;
- d) 毛重和变压器总质量;
- e) 包装箱外形尺寸;
- f) 包装箱储运指示标志(其中“向上”、“防湿”、“小心轻放”、“由此吊起”等应按 GB/T 191 的规定)。

7.3 随变压器装箱的文件应包括:

- a) 装箱单;

- b) 铭牌标志图；
- c) 外形尺寸图；
- d) 产品合格证书(包括例行试验数据)；
- e) 产品使用说明书。

7.4 变压器在运输和贮存期间应防止受潮。