

ICS 29.180

K 41

中华人民共和国国家质量监督
检验检疫总局备案号：52100-2016

DB53

云南省地方标准

DB53/T 791—2016

35kV 高海拔山地风电场用箱式变压器 技术导则

2016 - 09 - 10 发布

2016 - 12 - 01 实施

云南省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用条件	2
5 产品分类和产品型号	2
6 基本参数	4
7 技术要求	8
8 试验方法	10
9 检验	12
10 标志、包装、运输和贮存	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由云南省电力装备标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：云南变压器电气股份有限公司、华能洱源风力发电有限公司、昆明电器科学研究所。

本标准主要起草人：李亚晶、叶林、赵慧康、杨宏伟、彭惠、孙双成、杨吉柱、张东宁、周琼芳、高波、严锦涛、杨阿娟。

35kV 高海拔山地风电场用箱式变压器技术导则

1 范围

本标准规定了高海拔山地风电场（1 000 m < 海拔 ≤ 4 000 m）用箱式变压器（以下简称“箱式变压器”）的使用条件、产品分类、产品型号、基本参数、技术要求、试验方法、检验、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于电压等级 35 kV 级，额定容量 1 600 kVA~2 500 kVA，额定频率 50 Hz 的箱式变压器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB 1094.1 电力变压器 第1部分 总则
- GB 1094.2 电力变压器 第2部分 温升
- GB 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
- GB 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
- GB 1094.10 电力变压器 第10部分：声级测定
- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB 3804 3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关
- GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
- GB 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验 成套设备
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统
- GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验
- GB/T 20626.1 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分：通用技术要求
- JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法
- JB/T 10217 组合式变压器

3 术语和定义

GB/T 2900.1 和 JB/T 10217 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

箱式变压器

将变压器、高压受电部分的负荷开关及保护装置、低压配电装置、低压计量系统和外壳组合在一起的成套变配电设备。

3.1.1

欧式箱式变压器

配备高低压电动操作机构和保护装置，采用具备切断短路电流能力的负荷开关，变压器与高压电器设备独立设置小室，计量装置、补偿装置等辅助回路齐全，箱体体积较大，设备可靠性要求较高。

3.1.2

美式箱式变压器

采用紧凑型结构，高压侧采用熔断器保护，负荷开关只起投切转换和切断高压负荷电流的功能，不具备电动操作机构，箱体体积较小，变压器散热片外置。

3.1.3

混合式箱式变压器

结构以欧式为基础，兼具美式的优点，采用具备切断短路电流能力的负荷开关，变压器与高压电器设备独立设置小室，但低压侧电器结构简化，变压器散热片外置。

3.2

高海拔山地

海拔在 1 000 m 以上、4 000 m 及以下，地貌起伏，相对高差超过 200 m，由山岭、山谷连绵交错组合而成的地区。

4 使用条件

4.1 环境条件

4.1.1 海拔不超过 4 000 m。

4.1.2 环境温度：

- a) 最高气温 +40 ℃；
- b) 最热月平均温度 +30 ℃；
- c) 最高年平均温度 +20 ℃；
- d) 最低温度 -25 ℃。

4.1.3 在 25℃ 时，空气相对湿度不超过 95%，月平均相对湿度不超过 90%。

4.1.4 安装环境：

- a) 安装环境应无明显污秽，无爆炸性、腐蚀性气体和粉尘，安装场所应无剧烈振动冲击；
- b) 地震引发的地面加速度：水平方向低于 3 m/s^2 ，垂直方向低于 1.5 m/s^2 。

4.1.5 电源电压的波形近似于正弦波，畸变波形中的总谐波含量不大于 5 %。

4.1.6 三相电源电压应对称，最大不对称系数不超过 10 %。

5 产品分类和产品型号

5.1 产品分类

5.1.1 箱式变压器按结构的不同分为欧式、美式和混合式，对于海拔超过 1 000 m 以上使用产品宜采用美式箱式变压器结构。

表 1 (续)

序号	项目	代号	含义
4	绕组材质	B	铜“箔”
		L	铝线
		LB	铝“箔”
5	铁心材质	-	电工硅钢片
		H	非晶“合”金
6	产品性能水平 ₁	按 JB/T 3837	
7	油箱型式	-	普通油箱
		M	全密封油箱
8	额定容量	用 4 位数表示	
9	电压等级	35	
10	特殊使用环境 ₂	按 JB/T 3837	
注1: 产品性能水平按 JB/T 3837-2015 附录 B 表 B.1 规定的损耗水平代号选取。			
注2: 特殊使用环境按 JB/T 3837-2015 规定选取。			

示例:

变压器型号为 MBZFBH13-M-1 600/35GY, 表示采用一般变压器油、铜“箔”式绕组、非晶“合”金铁心、产品性能水平代号 13、全密封油箱、额定容量 1 600 kVA、电压等级为 35 kV 的高原用分箱式美式箱式变压器。

6 基本参数

6.1 电压等级

电压值:

- 高压侧 35 kV, 高压侧设备最高电压 40.5 kV;
- 低压侧 0.69 kV (少数高海拔风电场采用非标准电压 0.62 kV);
- 辅助回路 DC24 V、AC110 V、AC220 V、AC380 V。

6.2 额定容量

1 600 kVA、2 000 kVA、2 150 kVA、2 350 kVA、2 500 kVA。

6.3 高压分接范围

$\pm 2 \times 2.5\%$ 、 $\pm 5\%$ 。

6.4 联结组标号

Dyn11。

6.5 高压电器元件的额定电流

下列数值是以安培 (A) 表示的额定电流值:

40、50、65、80、100、315、630。

6.6 低压电器元件的额定电流

下列数值是以安培（A）表示的额定电流值：

10、20、50、63、100、160、200、315、400、500、630、800、1 000、1 600、2 000、2 500、3 150。

6.7 高压熔断器额定短路开断电流

油浸式高压熔断器的额定短路开断电流可采用 31.5 kA，非油浸式熔断器应根据实际使用环境，综合考虑海拔对温升的影响。

6.8 高压负荷开关额定短时耐受电流和额定短路持续时间

海拔 1 000 m~2 000 m 之间采用 12.5 kA（2 s），海拔 2 000 m 以上采用 20 kA（2 s）及以上产品。

6.9 额定频率

50 Hz。

6.10 绝缘水平

6.10.1 箱式变压器的内绝缘水平（见 GB 1094.3）符合表 2 的规定。

6.10.2 箱式变压器外绝缘水平应按照 GB/T 20626.1 进行海拔修正，外绝缘额定绝缘水平应符合表 3 规定。

6.10.3 所选高压电器元件和低压电器元件的额定绝缘水平应分别符合表 4 和表 5 的规定。

表2 变压器内绝缘水平

额定电压 kV	设备最高电压 kV	额定雷电冲击耐受电压 kV		额定短时工频耐受电压 kV/ min
		全波	截波	
35	40.5	200	220	85

表3 变压器外绝缘水平

海拔 m	额定电压 kV	设备最高电压 kV	额定雷电冲击耐受电压 kV		额定短时工频耐受电压 kV/ min
			全波	截波	
1 000 及以下			200	220	85
2 000			220	242	94
3 000			250	275	106
4 000			286	315	122

表4 高压电器元件绝缘水平

海拔 m	额定电压 kV	额定短时工频耐受电压 kV /min		额定雷电冲击耐受电压 kV	
		通用值	断口	通用值	断口
1 000	40.5	95	118	185	215
2 000		105	130	204	237

表4 (续)

海拔 m	额定电压 kV	额定短时工频耐受电压 kV /min		额定雷电冲击耐受电压 kV	
		通用值	断口	通用值	断口
3 000	40.5	119	148	232	269
4 000		136	169	265	308

注：该表用于考核以空气为绝缘、灭弧介质的高压电器元件。

表5 低压电器元件绝缘水平

额定电压 V	60<Ui≤300	300<Ui≤690	690<Ui≤800	800<Ui≤1000
额定短时工频耐受电压 V/ min	2 000	2 500	3 000	3 500

6.11 声级水平

在空载状态下，箱式变压器的声级水平（A 计权声压级）应不大于 55 dB（A）。

6.12 防护等级

箱式变压器防护等级规定：

- a) 外壳防护等级 IP54；
- b) 油箱防护等级 IP68。

6.13 温升限值

6.13.1 油浸式变压器在连续额定容量下的温升（见 GB1094.2）限值规定如下：

- a) 顶层油 55 K；
- b) 绕组平均温 65 K；
- c) 铁心、绕组外部的电气连接线和油箱中的结构件 80 K；
- d) 对于安装场所海拔高，而试验场地海拔低的产品，综合考虑海拔对温升的影响。

6.13.2 高压电器设备的温升限值（见 GB/T 11022）符合表 6 的规定。

表6 高压电器设备各种部件、材料和绝缘介质的温度和温升限值

部件、材料和绝缘介质的类别	温度 ℃	环境温度不超过 40 ℃时的温升 k
1) 触头		
裸铜或裸铜合金		
——在空气中	75	35
——在六氟化硫中	105	65
——在油中	80	40
镀银或镀镍		
——在空气中	105	65
——在六氟化硫中	105	65
——在油中	90	50

表6 (续)

部件、材料和绝缘介质的类别	温度 ℃	环境温度不超过 40℃时的温升 k
镀锡		
——在空气中	90	50
——在六氟化硫中	90	50
——在油中	90	50
2) 用螺栓的或与其等效的联接		
裸铜或裸铜合金		
——在空气中	90	50
——在六氟化硫中	115	75
——在油中	100	60
镀银或镀镍		
——在空气中	115	75
——在六氟化硫中	115	75
——在油中	100	60
镀锡		
——在空气中	105	65
——在六氟化硫中	105	65
——在油中	100	60
3) 用螺钉或螺栓与外部连接的端子		
——裸的	90	50
——镀银、镀镍或镀锡	105	65
4) 油开关装置用油	90	50
5) 用作弹簧的金属零件	不超过使材料弹性受损的数值	不超过使材料弹性受损的数值
6) 除触头外, 与油接触的任何金属或绝缘件	100	60
7) 绝缘材料及与下列等级的绝缘材料接触的金属部件		
——Y	90	60
——A	105	65
——E	120	80
——B	130	90
——F	155	115
——油漆: 油基	100	60
合成	120	80
——H	180	140
8) 可触及的部件		
——在正常操作中可触及的	70	30
——在正常操作中不需触及的	80	40

6.13.3 低压电器设备的温升限值（见 GB 7251.1）符合表 7 的规定。

表7 低压电器设备的温升限值

低压电器设备的部件	温升 K
内装元件	根据不同元件的有关要求，或根据制造商的说明书，考虑成套设备内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子	70
母线和导体，连接到母线上的移动部件和抽出式部件插接式触电	受下述条件限制： ——导电材料的机械强度； ——对相邻设备的可能影响； ——与导体接触的绝缘材料的允许温度极限； ——导体温度对与其相连的电器元件的影响； ——对于接插式触点，接触材料的性质和表面处理
操作手柄：金属	15
绝缘材料	25
可接近的外壳和覆板：金属表面	30
绝缘表面	40
分散排列的插头和插座	由组成设备的元器件的温升极限而定

7 技术要求

7.1 基本要求

7.1.1 总则

箱式变压器应符合 GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.3 和 GB 1094.5 的规定。

7.1.2 技术参数

箱式变压器的性能参数（空载损耗、负载损耗、空载电流、短路阻抗）见 GB/T 6451 符合表 8、或表 9 的规定。

表8 11型变压器的性能参数

额定容量 kVA	电压组合			空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载电流 %	短路阻抗 %	联结组标号
	高压 kV	高压分接范围 %	低压 kV					
1 600	35	± 2x2.5	0.62 0.69	1.69	16.67	0.6	6.5	Dyn11
2 000				1.99	19.7	0.55		
2 150				2.1	20.8	0.55		
2 350				2.25	22.1	0.55		
2 500				2.36	23.2	0.55		

表9 13型变压器的性能参数

额定容量 kVA	电压组合			空载 损耗 kW	负载 损耗 kW	空载电流 %	短路 阻抗 %	联结 组标号
	高压 kV	高压分 接范围 %	低压 kV					
1 600	35	± 2x2.5	0.62 0.69	1.44	16.67	0.6	6.5	Dyn11
2 000				1.59	19.7	0.55		
2 150				1.68	20.8	0.55		
2 350				1.8	22.1	0.55		
2 500				1.89	23.2	0.55		

7.1.3 技术参数的允许偏差

箱式变压器性能参数的允许偏差应符合 GB 1094.1 的规定。

7.2 总体结构要求

箱式变压器的设计应能够保证在空气密度低、高潮湿、强雷暴、易凝露、强紫外线等环境条件下安全、可靠地运行，便于检查、试验和维护。

7.3 箱体

7.3.1 箱式变压器通常采用自然通风方式冷却，应充分考虑空气散热能力下降、环境温度下降综合造成的影响。

7.3.2 油箱的密封部位应充分考虑高海拔低气压造成的油压与大气之间压差加剧的情况和强紫外线可能带来的寿命缩短，选用可靠耐久、承压能力强的部件和结构，保证长时间运行无渗漏油现象。

7.3.3 箱式变压器高、低压室门均向外开，门上应有把手、锁。门的开启角度应不小于 90°。宜采用高强度的风钩固定门位置。

7.3.4 箱体的焊接与组装应牢固，焊缝应光洁均匀，无焊穿、裂纹、溅渣、气孔等现象。焊缝应针对高海拔低气压特点，提高焊缝强度，保证油箱密封性能。

7.3.5 箱体应进行防锈处理，并应保证喷漆颜色均匀，附着力强，漆膜不得有裂纹、流痕、针孔、斑点、气泡和附着物。应采用具有耐强紫外线的油漆。

7.3.6 高、低压室间应采用隔板隔开。

7.3.7 箱体应有起吊装置，起吊时应保证整个箱式变压器在垂直方向受力均衡。

7.4 油箱机械强度

箱式变压器油箱的机械强度应满足在正常起吊和运输状态下无损伤与不允许的永久变形，并能承受表 10 中规定的机械强度压力试验。

表10 油箱机械强度

油箱型式	真空度 kPa	正压力 kPa
一般结构	50	50
充有气体的密封式		100

7.5 接地

7.5.1 箱式变压器中主接地点应有明显的接地标志。箱体中应设有不少于两个与接地系统相连的端子。

7.5.2 需要接地的高、低压电器元件及金属部件等均应有效接地。避免接地线缠绕、折叠或过度弯曲。宜提高接地线截面积。

7.6 油箱压力保护装置

箱式变压器油箱应安装压力释放保护装置，应注意加强安装位置的密封。

7.7 选用电器元件原则

箱式变压器选用的负荷开关、熔断器、无励磁分接开关等组件或部件，均应符合高海拔标准的规定，充分考虑采用降容、提高绝缘等级、增大爬电间距等措施保证电器元件的可靠性。

8 试验方法

8.1 一般检查

一般检查包括：

- a) 外观检查应整洁美观，标识清晰；
- b) 接线应正确合理，符合图样要求；
- c) 箱门的开启、关闭及联锁应灵活可靠；
- d) 电缆头的连接应可靠、安全；
- e) 熔断器熔丝的更换应可靠、安全；
- f) 接地回路应可靠、安全。

8.2 机械试验

8.2.1 机械操作试验

高压负荷开关在不带电状态下连续正反操作各 5 个循环，应转动灵活。

8.2.2 机械寿命试验

对高低压开关及其它可进行操作的元件、部件，均应按相关标准进行机械寿命试验。

注：若选用的设备和元件已属于定型产品，而没有改变原有的安装和使用条件时可以原单位出具的试验报告作为考核依据。

8.3 绝缘试验

8.3.1 绝缘例行试验

箱式变压器应进行绝缘例行试验，试验按 GB/T 16927.1、GB/T 16927.2、GB 1094.3 和 GB/T 16935.1 的规定。

8.3.2 雷电冲击试验

箱式变压器应进行雷电冲击试验，试验按 GB/T 16927.1、GB/T 16927.2 和 GB 1094.3 规定。

8.4 油箱机械强度试验和密封试验

8.4.1 油箱应进行机械强度试验，并满足 7.4 要求，试验按 GB/T 6451 规定。

8.4.2 油箱应进行密封试验，试验按 GB/T 6451 规定。

8.5 温升试验

8.5.1 试验条件

应在装配完整的箱式变压器上进行。门及电缆入口处应按使用条件予以封闭。试验回路应包括高压回路、变压器和低压回路。

8.5.2 试验方法

箱式变压器试验方法：

- a) 箱式变压器的温升试验方法按 GB 1094.2 规定进行；
- b) 低压电器主回路的温升方法按 GB 7251.1 规定。

8.6 声级测定

声级测定按 GB/T 1094.10 的规定。

8.7 短路承受能力试验

8.7.1 应在完整的箱式变压器上进行短路承受能力试验，试验方法按 GB 1094.5 规定。试验前，熔断器应予以短接。

8.7.2 应在规定的安装和使用条件下，对高低压主回路（包括负荷开关）分别进行规定的额定短时和峰值耐受电流能力试验。试验方法分别按 GB 3804 和 GB 7251.1 规定。

8.8 高压负荷开关额定短路关合能力试验和额定开断能力试验

箱式变压器的高压负荷开关应在正常安装条件下，分别进行额定短路关合能力试验和额定开断能力试验。试验方法按 GB 3804 规定。

注：如选用已定型的产品，且没有改变原有安装条件时可免试。

8.9 防护等级试验

应在装配完整的箱式变压器上进行试验，试验方法按 GB 4208 规定。

8.10 防雨试验

应对装配完整的箱式变压器进行防雨试验，试验方法按 GB/T 11022 的规定。

9 检验

9.1 总则

箱式变压器试验分为例行试验、型式试验、特殊试验。

9.2 例行试验

例行试验项目包括：

- a) 一般检查；
- b) 低压电器元件的通电操作试验（按 GB 7251.1）；
- c) 机械操作试验；
- d) 油箱密封试验；
- e) 直流电阻不平衡率测量（按 GB/T 6451）；
- f) 电压比测量和联结组标号检定（按 GB 1094.1）；
- g) 短路阻抗和负载损耗测量（按 GB 1094.1）；
- h) 空载电流和空载损耗测量（按 GB 1094.1）；
- i) 对地绝缘电阻的测量（按 GB 6451）；
- j) 绝缘例行试验；
- k) 绝缘油试验（按 GB 1094.1）。

9.3 型式试验

9.3.1 箱式变压器属下列情况必须进行型式试验：

- a) 新试制产品或转厂生产的老产品；
- b) 产品更改结构、原材料或工艺方法，可能影响产品性能时；
- c) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时。

9.3.2 型式试验项目包括：

- a) 温升试验；
- b) 机械寿命试验；
- c) 油箱机械强度试验；
- d) 雷电冲击试验；
- e) 高压负荷开关额定短路关合能力试验和额定开断能力试验；
- f) 额定短时和峰值耐受电流能力试验；
- g) 防护等级试验。

9.4 特殊试验

试验项目：

- a) 声级测定；
- b) 短路承受能力试验；
- c) 三相变压器零序阻抗测量（按 GB 1094.1）；
- d) 空载电流谐波测量（按 GB 1094.1）；
- e) 防雨试验。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 箱式变压器铭牌应采用耐腐蚀的材料，并固定在明显可见位置，铭牌标志应清晰、耐久、美观并列下下列各项内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 产品标准代号；
- c) 设备制造单位名称；
- d) 出厂序号及制造年月；
- e) 相数；
- f) 变压器额定容量（kVA）；
- g) 各绕组额定电压（kV）及分接范围；
- h) 各绕组额定电流（kA）；
- i) 额定频率（Hz）；
- j) 联结组标号；
- k) 短路阻抗实测值（百分数）；
- l) 油重、器身重、总重。

10.1.2 箱式变压器除应装有以上项目的主铭牌外，还应装设标有高低压电器元件性能的铭牌，铭牌要求按 GB/T 11022 和 GB 7251.1 相关条款。

10.1.3 箱式变压器应在箱体明显位置设置安全标志牌。

10.2 包装和运输

10.2.1 箱式变压器内部结构应在正常的铁路、公路及水路运输后相互位置不变，紧固件不松动。

10.2.2 整体运输时，应保护箱式变压器的所有组部件等不损坏和不受潮。应采取适时释放压力等措施防止因气压变化导致箱式变压器绝缘油在运输过程中喷溅或泄漏。

10.2.3 产品带包装运输时应符合 GB 191 的规定，包装箱内应附有产品质量合格书、安装使用说明书、装箱单、备件和附件清单。

10.3 贮存

产品应保存在通风干燥处，不受有害气体的腐蚀。
