ICS 29.180
K 41
备案号：63075-2018

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1806 — 2018

油浸式电力变压器用绝缘纸板及绝缘件选用导则

Guide for the choice of insulation board and component in oil-immersed transformers

2018-04-03发布　　2018-07-01实施

国家能源局　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　分类及选用原则 …… 3
5　技术要求 …… 3
6　检验规则 …… 7
7　标志、包装、运输及贮存 …… 8

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》给出的规则编写。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力变压器标准化技术委员会（DL/TC 02）归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、广东电网公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司电力科学研究院、国网湖北省电力公司电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、重庆 ABB 变压器有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、阿尔斯通高压电气设备（武汉）有限公司、特变电工衡阳变压器集团有限公司、吴江变压器有限公司、常州市英中电气有限公司、泰州新源电工器材有限公司。

本标准主要起草人：孙建涛、张书琦、梁文进、李晓霞、王瑞珍、韩洪刚、张淑珍、王春雷、李洪秀、都基丰、谢文英、魏春华、李洪、卢国庆。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

油浸式电力变压器用绝缘纸板及绝缘件选用导则

1 范围

本标准规定了油浸式电力变压器及电抗器（以下简称变压器）用绝缘纸板和绝缘件的分类及选用原则，技术要求，检验规则，标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于 110（66）kV～750kV 电压等级的油浸式电力变压器和换流变压器。

2 规范性引用文件

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

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 1548 纸浆 铜乙二胺（CED）溶液中特性粘度值的测定

GB/T 2900.5—2013 电工术语 绝缘固体、液体和气体

GB/T 19264.1 电气用压纸板和薄纸板 第 1 部分：定义和一般要求

GB/T 19264.2—2013 电气用压纸板和薄纸板 第 2 部分：试验方法

GB/T 19264.3 电气用压纸板和薄纸板 第 3 部分：压纸板

JB/T 8318—2007 变压器用成型绝缘件技术条件

DIN 52352 木质纤维板检验—弯曲试验（Testing of wood fibre boards; bend testing）

IEC 60763-2—2007 层压板规范 第 2 部分：试验方法（Specification for laminated pressboard-Part 2: Methods of test）

3 术语和定义

GB/T 2900.5—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 2900.5—2013 中的某些术语和定义。

3.1

纸 paper

往往以刚性较大为特征的某些类型纤维素纸。

注：若无其他规定，“纸”通常指的是纤维素纸。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-15-22］

3.2

纸板 （paper）board

适用于某些类型纤维素纸的类别术语，其特征通常刚性较高。

注：在某些情况下，定量（每平方米面积以克为单位的质量）小于 225g/m^2 时称为纸，定量等于或大于 225g/m^2 时称为纸板。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-15-23］

3.3

压纸板 pressboard

通常完全由高化学纯度的植物纸浆在间歇式制板机上制成的纸板。

注：压纸板具有密度较高、厚度均匀、表面光滑、高机械强度、柔软性以及电气绝缘性能的特点，为适应某些用途，表面可具有网纹。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-16-12］

3.4

预压纸板　precompressed pressboard

压制同时加热以除去多余水分使层片固结和材质密集而制成的压纸板。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-16-13］

3.5

层压板　laminated board

两层或多层浸有热固性树脂的增强材料经叠合、热压黏结而成的板材。

注：改写 GB/T 2900.5—2013，定义 212-15-53。

3.6

异型件（或手工成型件）　special component

借助专用模具，湿法成型制作的各种绝缘件。

注：改写 JB/T 8318—2007，定义 3.2。

3.7

模压件　mold pressing component

借助模具经冷压或热成型的绝缘件。

［JB/T 8318—2007，定义 3.3］

3.8

结构件　construction component

借助专用加工设备，机加工成型制作的各种绝缘件。

3.9

紧度（表观密度）　apparent density

内含空隙的材料单位体积的质量。

3.10

聚合度　degree of polymerization

在纤维素分子中脱水-β-葡萄糖单体（$C_6H_{10}O_5$）的平均数值。

注：改写 GB/T 2900.5—2013，定义 212-14-15。

3.11

吸油性　oil absorption

材料浸入油中进行条件处理后吸收的油总量。通常用从预处理后的原始状态到条件处理后材料质量增加的百分数来表示。

注：改写 GB/T 2900.5—2013，定义 212-12-22。

3.12

分层　delamination

材料层间分开的现象。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-12-26］

3.13

老化因子　ageing factor

导致绝缘材料或系统上引起老化的电、热、机械或环境应力。

［GB/T 2900.5—2013，定义 212-12-07］

3.14

热老化试验　thermal aging test

将绝缘材料暴露于高于预计工作温度的高温下，以热为主要老化因子，测定其某些性能随时间的变化，以评定绝缘材料热老化寿命的试验。

3.15

机械老化试验　mechanical aging test

将试样暴露于某种形式的强化了的或加大作用频率的机械应力下，测量其某些性能随时间的变化，以评定绝缘材料的机械老化寿命的试验。

3.16

电老化试验　electrical aging test

将试样暴露于提高了强度或频率的电场下，测量其某些性能随时间的变化，以评定绝缘材料电老化寿命的试验。

4　分类及选用原则

4.1　分类

根据 GB/T 19264.1 及 GB/T 19264.3，纸板的型号命名见表 1。

表 1　纸　板　型　号

型　　号	组　　成	说　　明
B.3.1A	100%硫酸盐木浆	高刚性预压纸板
B.3.1B	100%硫酸盐木浆	中等刚性和较高挠性的预压纸板

4.2　选用原则

对于 330kV 及以上电压等级的变压器用纸板应选用 B.3.1A 型纸板，对于 110（66）kV～220kV 电压等级变压器用纸板可选用 B.3.1B 型纸板。

5　技术要求

5.1　绝缘纸板要求

5.1.1　原材料要求

5.1.1.1　原材料应采用 100%硫酸盐木浆，不得含有任何影响电气性能的杂质。

5.1.1.2　生产用水应采用净化水，不得含有影响电气性能的任何杂质。

5.1.2　外观要求

5.1.2.1　产品基本尺寸公差（长度、宽度方向）控制在±10mm 以内。

5.1.2.2　表面应平整，应无可见分层、无裂纹、无污染斑点、无气泡、无孔洞等，允许有工艺网纹。

5.1.3　性能要求

材料应符合 GB/T 19264.1 中规定的要求以及表 2 中的规定。

表2 绝缘纸板性能

序号	性能			单位	要求		试验方法
	项目		纸板厚度 d		B.3.1A	B.3.1B	
1	厚度偏差（个别测量值对标称值的最大偏差）		≤1.6mm	%	±7.5	±7.5	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		±5.0	±5.0	
			>3.0mm		±4.0	±4.0	
2	紧度（表观密度）		≤1.6mm	g/cm^3	1.00～1.20	0.95～1.15	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		1.10～1.25	1.05～1.20	
			3.0<d≤6.0mm		1.15～1.30	1.10～1.25	
			>6.0mm		1.15～1.30	1.10～1.25	
3	拉伸强度	纵向	≤1.6mm	MPa	≥105	≥80	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≥110	≥85	
			3.0<d≤6.0mm		≥115	≥90	
			>6.0mm		≥115	≥90	
		横向	≤1.6mm		≥80	≥45	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≥85	≥50	
			3.0<d≤6.0mm		≥90	≥55	
			>6.0mm		≥90	≥55	
4	伸长率	纵向		%	≥3.0	≥3.5	GB/T 19264.2—2013
		横向			≥4.0	≥4.5	
5	压缩性	压缩性 C	≤1.6mm	%	≤10.0	≤11.0	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≤7.5	≤7.5	
			3.0<d≤6.0mm		≤5.0	≤5.0	
			>6.0mm		≤4.0	≤4.5	
		压缩可回复部分 C_{rev}	≤1.6mm		≥45	≥45	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≥50	≥50	
			3.0<d≤6.0mm		≥50	≥50	
			>6.0mm		≥50	≥55	
6	收缩率	纵向		%	≤0.4	≤0.6	GB/T 19264.2—2013
		横向			≤0.5	≤0.8	
		厚度			≤4.0	≤5.0	
7	层间黏结性			—	剥离应使一层或多层破裂且具有明显粗糙或发毛的现象		GB/T 19264.2—2013
8	水分			%	≤6	≤6	GB/T 19264.2—2013
9	灰分			%	≤0.5	≤0.6	GB/T 19264.2—2013

表 2（续）

序号	性能			单位	要求		试验方法
	项目		纸板厚度 d		B.3.1A	B.3.1B	
10	水萃取液电导率		≤1.6mm	mS/m	≤4.0	≤5.0	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≤4.5	≤6.0	
			3.0<d≤6.0mm		≤6.0	≤8.0	
			>6.0mm		≤8.0	≤10.0	
11	水萃取液 pH			—	6～9	6～9	GB/T 19264.2—2013
12	吸油性		≤1.6mm	%	≥11	≥13	GB/T 19264.2—2013
			1.6<d≤3.0mm		≥9	≥11	
			3.0<d≤6.0mm		≥7	≥9	
			>6.0mm		≥7	≥8	
13	X 光金属粒子检查	<100μm		个/dm^2	≤4	≤4	GB/T 19264.2—2013 [a]
		100μm≤d≤250μm			≤1	≤1	
		>250μm			0	0	
14	电气强度	空气中		kV/mm	≥12	≥12	GB/T 19264.2—2013
		油中	≤1.6mm	kV/mm	≥45	≥45	
			1.6<d≤3.0mm		≥40	≥40	
			3.0<d≤6.0mm		≥35	≥35	
			>6.0mm		≥35	≥35	
15	对液体电介质的污染（损耗因数增加值）[b]				≤1.0×10^{-4}	≤1.0×10^{-4}	GB/T 19264.2—2013
16	聚合度 [b]			—	≥1200	≥1150	GB/T 1548
17	弯曲强度 [b]	纵向		MPa	65	—	DIN 52352
		横向			50	—	
18	体积电阻率 [b]	空气中		Ω·m	≥1.0×10^{12}	≥1.0×10^{12}	GB/T 1410[c]
		油中			≥1.0×10^{13}	≥1.0×10^{13}	
19	表面电阻率 [b]	空气中		Ω	≥1.0×10^{13}	≥1.0×10^{13}	
		油中			≥1.0×10^{14}	≥1.0×10^{14}	

[a] X 光机的分辨率≥48Lp/cm。
[b] 换流变压器用纸板参考项目。
[c] 试样不去网纹、不贴电极材料，干燥处理及真空浸油程序同第 15 项“电气强度”。

5.2 绝缘件要求

5.2.1 原材料

5.2.1.1 绝缘件应采用 100%的硫酸盐木浆，不得含有任何影响电气性能的杂质。

5.2.1.2 生产用水应采用净化水，不得含有影响电气性能的任何杂质。

5.2.1.3 绝缘件所用黏结剂应具有较强的黏结力、耐热性、抗老化性，并保证黏结后产品的性能指标达到表 3 所规定的要求。黏结剂与变压器油应具有良好的相容性。

5.2.2 外观

5.2.2.1 绝缘件基本尺寸应符合图纸要求。

5.2.2.2 绝缘件的颜色应为原材料本色。异型件允许有每处面积小于 300mm^2 因修补而形成的局部色泽差别，修补深度不允许超过厚度的 30%。厚度小于 2mm 的异型件，不允许有修补。

5.2.2.3 异型件和模压件内外表面应平整，允许有工艺带纹，应无可见分层、无裂纹、无污染斑点、无气泡、无孔洞，产品加工断面应平整、无毛刺、不允许有碳化现象。

5.2.2.4 结构件的表面应平整，无明显凹凸、气泡、污染斑点等缺陷，黏胶应均匀，不得有开裂、起泡、脱胶、分层等现象。任何机加工部位应平整，不允许有超 0.2mm 的凹凸及楞凸或刀齿印，不允许有碳化现象，允许有因密度和加工产生的色差。

5.2.3 性能

绝缘件的性能应符合表 3 的规定。

表 3 绝缘件性能

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th rowspan="2" colspan="3">项目名称</th><th rowspan="2">单位</th><th colspan="3">指 标 值</th><th rowspan="2">试验方法</th></tr>
<tr><th>异型件</th><th>模压件</th><th>结构件 [a]</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">紧度</td><td>g/cm^3</td><td>0.70～1.00</td><td>1.00～1.25</td><td>1.10～1.35</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 6 章</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">水分</td><td>%</td><td colspan="2">≤6.0</td><td>≤4.0</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 13 章</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">灰分</td><td>%</td><td colspan="2">≤0.6</td><td>≤0.8</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 14 章</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">水抽提液电导率</td><td>mS/m</td><td colspan="3">≤5.0</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 15 章</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">水抽提液 pH</td><td></td><td colspan="2">5.5～9.0</td><td>—</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 16 章</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">收缩率</td><td colspan="2">厚度方向</td><td rowspan="2">%</td><td colspan="2">≤6.0</td><td>≤4.0</td><td rowspan="2">GB/T 19264.2—2013
第 11 章</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他方向</td><td colspan="2">≤2.0</td><td>≤1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="4">7</td><td rowspan="4">电气强度</td><td colspan="2" rowspan="2">1mm～2mm</td><td rowspan="4">kV/mm</td><td>空气中≥8.0</td><td>空气中≥8.0</td><td>—</td><td rowspan="4">GB/T 19264.2—2013
第 20 章</td></tr>
<tr><td>油中≥10</td><td>油中≥40</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">＞2mm</td><td>空气中≥8.0</td><td>空气中≥8.0</td><td>空气中≥8.0</td></tr>
<tr><td>油中≥10</td><td>油中≥30</td><td>油中≥30</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">吸油性</td><td>%</td><td>≥30</td><td>≥11</td><td>≥9</td><td>GB/T 19264.2—2013
第 17 章</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">弯曲强度</td><td rowspan="2">垂直层向</td><td>纵向</td><td rowspan="2">MPa</td><td>—</td><td>—</td><td>≥100</td><td rowspan="2">IEC 60763-2—2007
第 6 章</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>—</td><td>—</td><td>≥85</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">压缩性</td><td colspan="2">压缩性 C</td><td rowspan="2">%</td><td>—</td><td>—</td><td>≤3.0</td><td rowspan="2">GB/T 19264.2—2013
第 10 章</td></tr>
<tr><td colspan="2">压缩性可回复部分 C_{rev}</td><td>—</td><td>—</td><td>≥70</td></tr>
</table>

表 3（续）

序号	项目名称	单位	指标值			试验方法
			异型件	模压件	结构件 [a]	
11	聚合度	—	＞1100		—	GB/T 1548
12	X 光检测金属颗粒、杂质和气隙	—	不允许有金属颗粒、杂质、气隙		—	参照 GB/T 19264.2—2013 的 19.2
[a] 该性能指标为层压板生产的结构件。						

5.2.4 机械加工性能

绝缘件应能承受剪切、钻孔、铣切等机械加工，加工后不得有裂纹、脱落、缺口和碳化变色。

5.2.5 出线装置内金属部件

与金属复合而成的绝缘件，其金属表面应平整、光滑、无毛刺、无油污等。金属件焊接无虚焊、漏焊，焊接均匀，无焊渣污染。金属件表面无锈蚀。若使用铜管，表面应进行钝化处理。

6 检验规则

6.1 试验分类

绝缘纸板和绝缘件的试验分为例行试验、型式试验和特殊试验。

6.2 绝缘纸板试验

6.2.1 绝缘纸板例行试验

6.2.1.1 抽样方法：厚度小于 5mm 的纸板以同一原材料、同一生产工艺、同一规格，24h 生产量为一个检验批，同一规格纸板每次抽样 1 张～2 张。厚度大于等于 5mm 的纸板以连续生产的量为一个检验批，抽样间隔时间不得超过 72h。若工艺、原材料有所改变，应跟踪试验。采取在该批纸板中随机抽样的方法抽取样品，同一规格纸板每次抽样 1 张～2 张。

6.2.1.2 出厂检验项目为厚度、紧度、水分、拉伸强度、伸长率、收缩率、层间黏结性。

6.2.1.3 检验结果若有不合格项，则应从该批产品中加倍取样数量对不合格项进行复检，复检结果仍不合格，则该批产品为不合格品。

6.2.2 绝缘纸板型式试验

6.2.2.1 在下列情况之一时，应进行型式试验：

——新产品试制投入生产时；

——工艺、材料有重大改变时；

——日常生产每月检测一次，每三个月需覆盖所生产的各种规格产品。

6.2.2.2 型式试验项目为表 2 的全部项目。

6.2.2.3 型式试验的产品应从出厂检验合格的产品中随机抽样 1 张～2 张。

6.2.2.4 检验结果若有不合格项，则应从该批产品中加倍取样数量对不合格项进行复检，复检结果仍不合格，则型式试验不通过。

6.2.3 绝缘纸板特殊试验

材料老化（机械老化、电老化、热老化）等试验，需要进行时，由生产厂与使用单位协商确定。

6.3 绝缘件试验

6.3.1 绝缘件例行试验

6.3.1.1 绝缘件性能的例行试验每月检测一次。

6.3.1.2 例行试验项目：

——外观质量检查；

——基本尺寸测量；

——异型件的紧度、水分、收缩率、油中电气强度和 X 光检测；

——模压件的紧度、水分、收缩率、油中电气强度和 X 光检测；

——结构件的紧度、水分、收缩率、弯曲强度（垂直层向）、油中电气强度和 X 光检测。

6.3.2 绝缘件型式试验

6.3.2.1 在下列情况之一时，应进行型式试验：

——新产品试制投入生产时；

——工艺、材料有重大改变时；

——日常生产每 6 个月 1 次。

6.3.2.2 绝缘件型式试验项目为表 3 的全部项目。

6.3.3 绝缘件特殊试验

材料老化（机械老化、电老化、热老化）等试验，需要进行时，由生产厂与使用单位协商确定。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 纸板标志

7.1.1 纸板包装内应有产品合格证，其内容应包含如下项目：

——制造商；

——产品名称及标准号；

——产品规格（长×宽×厚度）；

——重量；

——检验日期；

——产品批号。

7.1.2 在包装木板或木箱上应贴有标签，应包含如下项目：

——制造商名称及地址；

——产品名称及规格（长×宽×厚度）；

——净重及毛重；

——包装箱尺寸；

——包装日期；

——标注“防潮”“小心轻放”“防火”等标记。

7.2 绝缘件标志

7.2.1 绝缘件包装内应附有装箱单、产品合格证及产品性能测试记录。

7.2.2 在包装箱上应贴有标签，应包含如下项目：

——名称；
——代号；
——数量；
——规格；
——出厂日期；
——收发货单位名称及地址；
——标注“防潮”“小心轻放”“勿倒置”“防火”等标志。

7.3 包装

7.3.1 打包或装箱前，纸板外面应用塑料薄膜包裹好。托板和盖板表面应平整，钉子不得突出在木板表面。

7.3.2 绝缘件应采用密封包装，并具有防尘、防潮措施。

7.3.3 绝缘件内腔应采用硬质材料加以衬托，再用两层塑料薄膜封装后放入包装箱内。包装箱应为木质等强度较好的材料制成，装箱时用软质填料填满箱内间隙，对可以固定的产品应固定在包装箱内。

7.4 运输及贮存

7.4.1 纸板、绝缘件在运输过程中应避免阳光直射、受潮、污染并不允许碰撞。

7.4.2 纸板、绝缘件应贮存在干燥的仓库内，应远离通风口、散热器、冷却器、窗口。

7.4.3 纸板、绝缘件应存放在平坦、干燥而不含树脂的木头托板或木架上，每层木头托板或木架之间需要留出空气流动通道。

7.4.4 贮存库房内空气的相对湿度应不大于 50%。

7.4.5 打开包装后的纸板、绝缘件应避免长时间暴露在空气中，对未用完的纸板、绝缘件应及时用塑料薄膜包覆并封闭，防止吸湿、变形。

7.4.6 纸板、绝缘件贮存期为 2 年，超过贮存期的，应按型式试验要求重新检验。

DL / T 1806—2018

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
油浸式电力变压器用绝缘纸板及绝缘件选用导则
DL / T 1806 — 2018
*
中国电力出版社出版、发行
（北京市东城区北京站西街 19 号　100005　http://www.cepp.sgcc.com.cn）
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷
*
2019 年 12 月第一版　　2019 年 12 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米　16 开本　0.75 印张　20 千字
印数 001—500 册
*
统一书号 155198・1497　定价 **15.00** 元

版 权 专 有　侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换

中国电力出版社官方微信　电力标准信息微信
为您提供 *最及时、最准确、最权威* 的电力标准信息

155198.1497