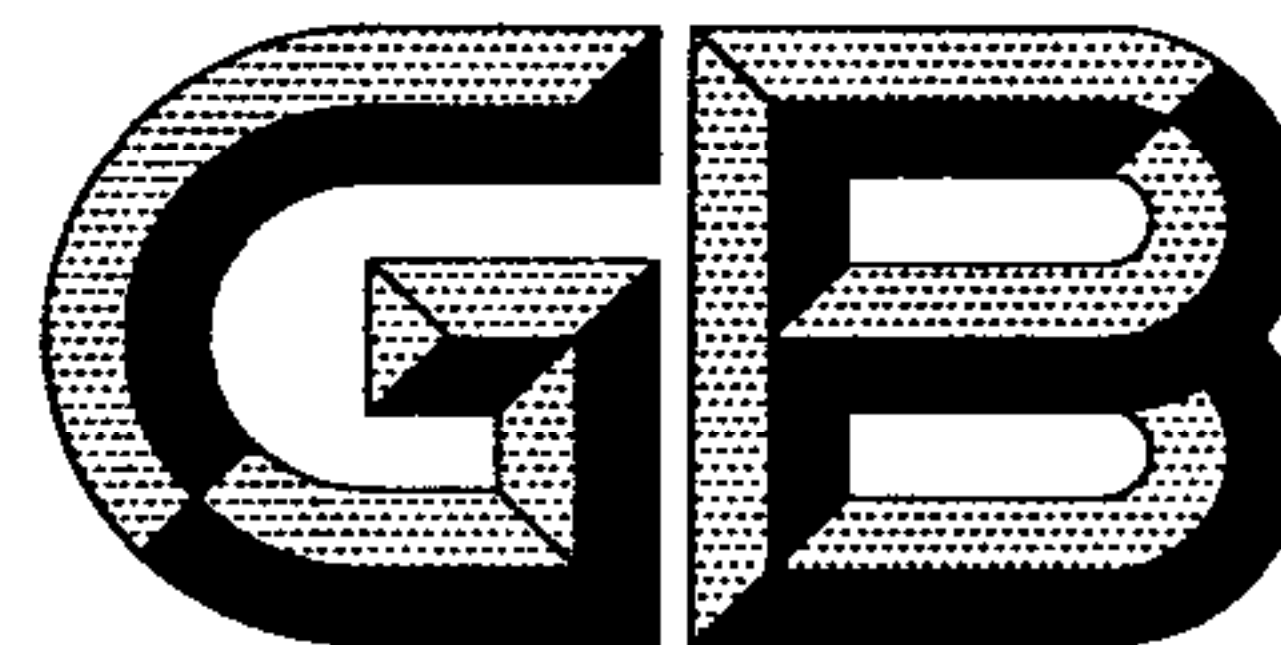




中华人民共和国国家标准

GB/T 28180—2011

变压器环境意识设计导则

Guide of eco-design for power and distribution transformers

2011-12-30 发布

2012-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

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 2

4 环境意识设计要求与环境因素 3

5 材料使用及制造 3

6 运输及销售 5

7 使用阶段 6

8 寿命终止 6

9 文件 7

附录 A（资料性附录） 变压器废弃后零部件的处置方案示例 8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规定起草。

本标准由全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会(SAC/TC 297)提出并归口。

本标准起草单位:特变电工沈阳变压器集团有限公司、沈阳变压器研究院股份有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市华测检测技术股份有限公司、中国电器工业协会、机械工业北京电工技术经济研究所、保定天威保变电气股份有限公司、江苏华鹏变压器有限公司、顺特电气设备有限公司、吴江变压器厂有限公司、保定天威集团特变电气有限公司、施耐德电气(中国)投资有限公司、国际铜业专业协会(中国)北京代表处、新华都特种电器股份有限公司。

本标准起草人:张亮、李锋、张栋、邓旭锋、韩红军、张显忠、杨红、林灿华、刘四维、赵峰、温利峰、宋燕、杜佳琳、张凌宇、郭冰、孙华山。

引 言

在整个生命周期中,变压器的使用阶段对环境的影响最为显著,主要表现为:能源消耗、资源消耗、温室气体排放、酸化以及物理效应污染。其次,变压器在制造阶段也会对环境造成较大影响:产生有害废弃物、可挥发性有机物、持久性有机污染物、多环芳烃排放以及富营养化作用。变压器的生命末期,由于变压器中使用矿物油或树脂材料,将产生有害废弃物、特殊排放以及富营养化作用。因此,从变压器设计开发阶段开始,就应引入环境意识。

变压器环境意识设计应将重点放在减少电力损耗、使用替代材料(如冷却/绝缘油)、减少环境影响。

为了有效促进低碳经济的发展,设计者应树立低碳经济的设计理念,从而促进资源合理利用,限制高耗能、高污染、资源利用效率较低的生产工艺和生产方式,最大限度地减少废弃物的排放,达到安全、环保、节材、降耗的目的。同时,通过标准的实施,激励节能技术创新、低排放技术应用、提高能源使用效率。

变压器环境意识设计导则

1 范围

本标准规定了变压器环境意识设计要求与环境因素、材料使用及制造、运输及销售、使用、寿命终止的要求。

本标准适用于 GB 1094.1 所规定范围的变压器以及有关变压器类产品环境意识设计。

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 1094.1 电力变压器 第1部分:总则
GB 1094.5 电力变压器 第5部分:承受短路的能力
GB/T 1094.7 电力变压器 第7部分:油浸式电力变压器负载导则
GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分:声级测定
GB 1094.11 电力变压器 第11部分:干式电力变压器
GB/T 1094.101 电力变压器 第10.1部分:声级测定 应用导则
GB 3096 声环境质量标准
GB/T 10228 干式电力变压器的技术参数和要求
GB/T 13499 电力变压器应用导则
GB 18455 包装回收标志
GB 20052 三相配电变压器能效限定值及节能评价值
GB/T 23686 电子电气产品环境意识设计导则
GB/T 23688—2009 用能产品环境意识设计导则
GB 24790 电力变压器能效限定值及能效等级
GB/T 28179 电工电子产品环境意识设计 环境因素的识别
GB/Z 21274—2007 电子电气产品中限用物质铅、汞、镉检测方法
GB/Z 21275—2007 电子电气产品中限用物质六价铬检测方法
GB/Z 21276—2007 电子电气产品中限用物质多溴联苯(PBBs)、多溴二苯醚(PBDEs)检测方法
GB/Z 21277—2007 电子电气产品中限用物质铅、汞、铬、镉和溴的快速筛选 X射线荧光光谱法
SN/T 2003.1—2005 电子电气产品中铅、汞、镉、铬、溴的测定 第1部分:X射线荧光光谱定性筛选法
SN/T 2004.1—2005 电子电气产品中汞的测定 第1部分:原子荧光光谱法
SN/T 2004.2—2005 电子电气产品中铅、镉、铬的测定 第2部分:火焰原子吸收光谱法
SN/T 2004.3—2005 电子电气产品中六价铬的测定 第3部分:二苯碳酰二肼分光光度法
SN/T 2005.1—2005 电子电气产品中多溴联苯和多溴联苯醚的测定 第1部分:高效液相色谱法
SN/T 2005.2—2005 电子电气产品中多溴联苯和多溴联苯醚的测定 第2部分:气相色谱法—质谱法

DL/T 572 电力变压器运行规程

DL/T 573 电力变压器检修导则

DL/T 985 配电变压器能效技术经济评价导则

JB/T 10088 6 kV~500 kV 级电力变压器声级

IEC 60076-12 电力变压器 第 12 部分:干式电力变压器用负载导则(Power transformers—Part 12:Loading guide for dry-type power transformers)

IEC 60076-14 电力变压器 第 14 部分:使用高温绝缘材料的液浸式电力变压器设计 and 应用(Power transformers—Part 14:Design and application of liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环境因素 environmental aspect

在变压器产品的生命周期内,能够与环境发生相互作用的单元和功能(包括元器件与组件)。

注 1: 重要环境因素是指具有或能够产生重要环境影响的环境因素。

注 2: 改写 GB/T 23688—2009,定义 3.4。

3.2

环境意识设计(ECD) environmentally conscious design

在设计和开发过程中考虑环境因素的系统方法,旨在减少产品的负面环境影响。

注: GB/T 23686—2009,定义 3.6。

3.3

环境意识设计要求 eco-design requirement

将环境因素融入到产品的设计中,旨在贯穿产品的整个生命周期中改善用能产品的环境性能,是用能产品的设计要求之一。在不牺牲产品既定功能的前提下,采用节省资源、低毒性等设计原则,以提高用能产品的环境绩效。

注: GB/T 23688—2009,定义 3.13。

3.4

环境影响 environmental impact

全部或部分地由用能产品的环境因素给环境造成的任何有害或有益的变化。

注: GB/T 23688—2009,定义 3.5。

3.5

设计和开发 design and development

将要求转换为产品、过程或体系的规定的特性或规范的一组过程。

注 1: 术语“设计”和“开发”有时是同义的,有时用于规定整个设计和开发过程的不同阶段。

注 2: 设计和开发的性质可使用限定词表示(如产品设计和开发或过程设计和开发)。

注 3: GB/T 19000—2008,定义 3.4.4。

3.6

生命周期(LC) life cycle(LC)

产品系统中前后衔接的一系列阶段,从材料的获取到废弃或回收处理的各个相关联的环节或阶段。

注: 改写 GB/T 23688—2009,定义 3.7。

3.7

生命周期成本(LCC) life cycle cost(LCC)

产品在其生命周期内的累计成本。

注：变压器生命周期成本可包括产品设计开发成本、制造成本、使用成本、废弃处置成本、环境保护成本等。

4 环境意识设计要求与环境因素

4.1 环境意识设计要求

环境意识设计首先应满足 GB 1094.1 的要求；对于干式变压器，还应满足 GB 1094.11 的要求。同时，依据 GB/T 23686 中对环境意识设计基本原则及环境意识设计过程的规定，应运用生命周期思想，在产品的设计和开发过程中考虑整个生命周期的环境因素；在产品设计和开发阶段尽早引入环境意识设计要素，此时改变和改进产品的机会最多，可以影响产品整个生命周期的环境绩效。

变压器环境意识设计还应着重考虑降低其生命周期成本。

4.2 环境因素

依据 GB/T 23688 的相关规定，变压器环境意识设计应重点考虑材料获取、制造、运输、销售、使用及生命末期等生命周期阶段中的主要环境因素如下：

- 避免使用含有有害物质的材料；
- 预计材料消耗、能源消耗、其他资源消耗(如淡水)；
- 预计向空气、水或土壤的排放；
- 预计产生的物理效应污染(如噪声、振动、辐射、电磁场方面)；
- 预计产生的废物；
- 预计材料和(或)能源的回收、再使用和再生利用性。

此外，还应考虑变压器在特殊使用条件下的环境影响。

产品设计和研发人员应了解材料本身的环境特性以及对产品环境性能可能产生的影响，开展针对变压器产品特点的环境因素识别工作。

环境因素的识别方法见 GB/T 28179。

5 材料使用及制造

5.1 材料要求

变压器的组部件材料如含有下列有害物质，其含量应符合国家规定的限值：

- 铅；
- 镉；
- 六价铬；
- 汞；
- 多溴联苯；
- 多溴二苯醚。

由制造厂与客户协商，如需对以上有害物质进行测量，则依据 GB/Z 21274—2007、GB/Z 21275—2007、GB/Z 21276—2007、GB/Z 21277—2007 或 SN/T 2003.1—2005、SN/T 2004.1—2005、SN/T 2004.2—2005、SN/T 2004.3—2005、SN/T 2005.1—2005、SN/T 2005.2—2005 进行检测。

另外，对于变压器中关键部件，所使用的材料应满足其特性要求。否则，一旦变压器发生故障，会导

致人身安全事故、丧失产品主要功能、严重影响产品使用性能和降低产品寿命、对环境造成污染,必然引起使用者的申诉。

示例:电工钢带的最大铁损、最小磁感;绕组导体的电阻率、机械强度、尺寸偏差;组合导线和换位导线的短路和断路;变压器油的击穿电压;绝缘纸的电气强度;固体绝缘材料;橡胶密封件与绝缘油的相容性;箱体的机械强度;电容式套管;分接开关;压力释放器等。

同时,宜根据以下角度评估变压器所使用材料的环保性能:

- 材料获取和生产期间的能源消耗;
- 材料获取和生产期间的废弃物和污染;
- 材料获取和生产期间的原材料或工序的毒性或其他影响工人健康因素;
- 材料对环境的影响。

5.2 结构设计

5.2.1 总则

变压器的结构设计应考虑安全、环保、节材、降耗。

5.2.2 绕组

变压器绕组主要使用铜和铝两种导体材料。应尽量合理地选用这些材料,以提高变压器能效。

可考虑采用适当的绕组制造技术,提高导体填充量,减小截面间隙,减少导电损耗,例如:

- 使用矩形截面的组合导线或换位导线;或
- 使用箔材。

电力变压器绕组线要求可参见 GB 1094.5。

应根据适当的损耗要求,选择经济有效的导体材料。

5.2.3 绝缘材料

变压器通常使用液体绝缘和固体绝缘作为绝缘材料。应考虑材料的介电应力、机械特性、运行温度下的寿命时间以及技术可行性等因素,经济合理地选择变压器绝缘材料。

变压器的绝缘材料应与整机相匹配,也可以考虑采用局部混合绝缘、半混合绝缘或混合绝缘等,详见 IEC 60076-14。

5.2.4 铁心

变压器铁心设计和铁心材料的特性对变压器空载损耗及噪声产生影响。

可考虑采用优质电工钢带、冷轧取向电工钢带或高磁导率级取向电工材料,做成叠积式铁心。

对于叠积式的轭柱接缝,需考虑采用多级步进式结构。

对于强调降低损耗的场合,也可考虑采用非晶合金材料作铁心。

5.2.5 噪声

应采用适当设计降低变压器噪声。

示例:选用优质电工带钢,适当降低铁心中的磁通密度,选取低噪声的风机油泵、器身加减震垫、油箱加重(油箱壁加厚等)或加隔音装置等措施都可以降低变压器的噪声。

依据 GB/T 1094.10 和 GB/T 1094.101 对变压器产品测量的噪声限值应符合 JB/T 10088 及相关标准的要求。

对于大型电力变压器,应考虑负载电流的噪声。

对于安装在居民建筑的变压器,其噪声限值及其试验方法应符合 GB 3096 的规定。

5.2.6 电磁兼容

变压器的电磁兼容性能应符合 GB 1094.1 以及有关标准中规定的要求。

5.2.7 箱体及组部件

箱体设计应考虑如下因素：

- 箱体应保持一定尺寸，与运输设备装载尺寸相协调；
- 变压器带电零部件与箱体之间需要保持必要的绝缘间隙；
- 避免箱体与铁心产生共振，以防提高变压器噪声；
- 箱体的机械强度；
- 箱体的密封性能；
- 箱体内外表面及/或相关部件的涂漆性能；
- 箱体对变压器散热性能(表面热辐射)的影响。

5.2.8 绝缘液体和绝缘气体

选择变压器冷却绝缘液体和绝缘气体应考虑以下因素：

- 化学特性：氧化安定性、抑制成分、水成分、中和值；
- 物理特性：粘度、密度、表面张力、倾点；
- 电气特性：击穿电压、介质损耗因数、流体带电(油流带电)；
- 其他特性：颗粒度、溶解特性等。

上述因素与变压器损耗、寿命等环境表现相关。

应考虑变压器的环境条件，采用适当设计，使变压器的冷却效果与运行环境相匹配，从而提高变压器运行效率。

示例：干式变压器主要采用空气绝缘和冷却介质，其适用的温度等级与其绕组热点温度相关。在产品说明文件中说明干式变压器的使用所适用于温度等级有利于合理匹配。

应考虑变压器的可预期故障，采用适当设计，避免变压器在运行故障时造成冷却、绝缘液体、气体泄漏，导致对空气、水、土壤的污染。

示例 1：作为液浸式变压器绝缘和冷却液体中通常使用电介液(绝缘液体)，设计时还要考虑避免设备运行过程中电介液泄漏。

示例 2：气体绝缘变压器通常使用六氟化硫(SF₆)气体作为其绝缘媒介。采用适当设计，以避免设备运行过程中 SF₆ 气体泄漏。

6 运输及销售

变压器设计应便于运输(如外形、尺寸、质量、重心标识等)，以降低运输成本。

鼓励变压器制造商参与变压器运输包装的循环使用机制。

对于包装材料应注意以下方面：

- 应限制使用法律法规中规定的有害物质；
- 尽量少使用木制材料，如使用木制材料，需要采取消毒措施；
- 鼓励使用其他替代材料；
- 鼓励使用可再使用、再利用的包装材料；
- 应注意包装材料的适当标识，如按照 GB 18455 的标志要求；
- 避免运输过程中损坏产品，造成环境影响。

7 使用阶段

7.1 能效

7.1.1 设计能效

产品设计人员应采取适当设计方法,使变压器符合 GB 24790 或 GB 20052 中的能效要求。

7.1.2 使用能效

使用阶段是变压器生命周期中消耗电能的典型阶段,是影响其环境绩效的重要因素。制造商应始终关注变压器在使用阶段提高能效或减少能耗的要求。对于非晶变压器,应避免长期过励磁负载运行。

变压器在使用阶段的能效与能耗主要涉及空载损耗、负载损耗、负载特性、负载率、运行方式等。上述变压器能效相关因素的测量见 GB 1094.1。鼓励制造商与用户共同商议,使产品的性能与负载合理匹配,以使系统达到节能效果。

为使变压器达到最佳运行效率,设计者可依据 GB/T 10228、DL/T 572 和 DL/T 985 的规定,考虑变压器的采购、安装、检修、试验、验收等的经济合理性。其不同负载状态的运行方式应考虑到 GB/T 1094.7 和 IEC 60076-12 的规定。

7.2 寿命

应采用适当设计方案,在满足环保、安全、能效要求的情况下,合理地延长变压器寿命。

寿命损失计算见 GB/T 1094.7、IEC 60076-12 以及相关标准。

变压器的使用寿命受多种因素影响,如过载负荷、起/停周期频次、电能质量以及环境条件(温度、湿度、振动及化学污染等)。应采用产品说明书、电子信息文件等,对变压器的使用、维修及维护提出建议措施,以促进延长变压器寿命。

7.3 维护和维修

变压器维护和维修应考虑引入如下特性:

- 使用易于替换的标准零部件,例如保护装置、测温装置及油泵和风扇等需要维修或者更换的部件;
- 使用标准化、系列化的零部件;
- 应指出产品中可用于翻新和再使用的零部件(如维护用的备用零部件);
- 防止有害物质泄漏。

变压器维护、检修应考虑符合 GB/T 13499、DL/T 573 中的相关要求。

8 寿命终止

应考虑适当设计方案,以便于变压器报废处置:

- 对铜、铝等导电金属材料的再利用;

注 1: 通过再熔炼、金属加工等手段,变压器中铜、铝材料的可利用率约为 72%。

- 对塑料材料的循环利用;

注 2: 通过热塑手段,变压器中塑料材料的可利用率约为 1%。

- 对油的再使用或再利用;

示例:再利用变压器油可用于注塑工业的脱模剂,也可用于建筑工业的耐腐蚀涂层。

——对有害废弃物的处置。

附录 A 从环保的角度给出了变压器废弃后零部件的处置方案示例。

9 文件

变压器环境意识设计是一个反复循环的提升过程,应跟踪变压器环境因素的变化并予以记录,包括内部及外部反馈,以便对变压器设计方案进行不断完善和提高。

建议通过不同渠道,以管理文件和用户文件等方式向产品设计人员、用户提供相关环境信息,包括变压器的安装、使用、维护和处置等生命周期阶段。

附 录 A
(资料性附录)
变压器废弃后零部件的处置方案示例

零 部 件	建议处置方案
铁 心	
电工钢、钢制件(夹件、拉板、螺杆)	铁心钢经再加工既可用于制造小型变压器,也可交至金属再循环利用企业
冷却管、绝缘管、垫脚、木垫块等	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
绕 组	
绕组铜	可交至金属再循环利用企业,但在处置以前应以聚乙烯缠绕,以防运输过程中从绝缘纸中漏油
牛皮纸、电缆纸、皱纹纸	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
绝缘纸板、层压纸板	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
绕组套管、撑条、垫块	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
台架	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
绕组联接件	
铜管	依据相关法律法规作为油污废弃物处置高导电铜上的带油污的绝缘纸。然后可交至金属再循环利用企业
铜棒、铜杆或铜条	依据相关法律法规作为油污废弃物处置高导电铜上的带油污的绝缘纸。然后可交至金属再循环利用企业
标准铜缆	可交至金属再循环利用企业,但在处置前应使用聚乙烯材料包裹,以防运输过程中从绝缘纸中泄漏残余油污
牛皮纸、电缆纸	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
绝缘筒、绝缘层压纸板、导线夹	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
油	
绝缘油	通过测试后可用于其他变压器,或依据相关法律法规交至再循环利用企业
箱 体	
钢质箱体	可将钢交至金属再循环利用企业
钢管、加强铁、小车、千斤顶支架	可将钢交至金属再循环利用企业
衬垫、橡胶垫	依据相关法律法规作为油污废弃物处置
硅胶	可以经批准的填埋场所进行填埋
辅 件	
套管、分接开关、绕组温度计、控制柜、风扇、泵、散热器、冷却器、油温指示器泻压器件、油流继电器、气体继电器、吸湿器等	参照变压器维护手册进行处置,或联系变压器生产企业、询问安全环保处置这些辅件的方法

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
变压器环境意识设计导则
GB/T 28180—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2012年4月第一版 2012年4月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-45075

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 28180-2011