

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6008—2016

代替 MH/T 6008-1999

助航灯光隔离变压器

Isolation transformer for airport lighting

2016 - 07 - 22 发布

2016 - 10 - 01 实施

中国民用航空局 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 规格	2
5 技术要求	2
5.1 组成	2
5.2 材料	2
5.3 设计和结构	2
5.4 部件要求	3
5.5 标记	5
5.6 制造工艺	5
6 试验方法	5
6.1 试验环境温度要求	5
6.2 外观检查	5
6.3 电气试验	5
6.4 温升试验	7
6.5 冲击试验	8
7 检验规则	8
7.1 检验分类	9
7.2 出厂检验	9
7.3 型式检验	9
8 包装、运输和储存	9
8.1 包装	9
8.2 运输	10
8.3 储存	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准代替了MH/T 6008-1999《助航灯光隔离变压器》，与MH/T 6008-1999相比，主要技术变化如下：

- 增加了“术语和定义”（见第3章）；
- 修改了“分类和命名”为“规格”，增加15 W、25 W、50 W、300 W四个规格（见第4章；1999版第3章）；
- 修改了环境温度的要求（见5.3.3.a；1999版4.3.2.a）；
- 增加了新增规格的电气特性（见5.3.4）；
- 修改了外壳材料的要求（见5.4.1.3、5.4.1.4；1999版4.4.1、5.5）；
- 增加了变压器引出线端及次级引出线内部引线的要求（见5.4.2）；
- 增加了保护罩所使用的绝缘电工胶带或粘性塑料带的要求（见5.4.2.4）；
- 增加了变压器接地的要求（见5.4.3）；
- 修改了标记的要求和所包含的内容（见5.5；1999版4.5）；
- 增加了试验方法中的试验环境温度要求（见6.1）；
- 增加了电气特性试验的操作方法和带负载测试示意图（见6.3.2）；
- 修改了最低绝缘电阻和最大泄漏电流的要求（见6.3.3.4表3；1999版5.2.3表3）；
- 修改了抗电强度试验中施加直流试验电压的时间（见6.3.3.4；1999版5.2.3.5）；
- 修改了冲击试验的引出线刚性试验要求，增加示意图（见6.5；1999版5.4）；
- 修改了检验规则（见第7章，1999版第6章）；
- 修改了包装、运输、储存的要求（见第8章，1999版第7章）。

本标准由中国民用航空局机场司提出并负责解释。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民航科学技术研究院、上海航安机场设备有限公司、国家灯具质检中心标准技术部、国家光电子信息产品质量监督检验中心。

本标准主要起草人：刘玉红、沈家钦、虞再道、杨定国、谢昌林、徐迅、王立。

助航灯光隔离变压器

1 范围

本标准规定了助航灯光隔离变压器（以下简称变压器）的术语和定义、规格、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输和储存。

本标准适用于助航灯光串联回路使用的隔离变压器。

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/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 14436 工业产品保证文件 总则

MH/T 6009-2016 助航灯光电缆插头和插座

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

初级电流 primary current

变压器工作时，初级的输入电流。

3.2

次级电流 secondary current

变压器工作时，次级的输出电流。

3.3

热塑性弹性体 thermoplastic elastomer

一种具有高强度，高回弹性，且可注塑加工的类橡胶特征的材料。

3.4

同名端 dotted terminals

在变压器同一铁芯上的不同绕组，在同一磁势作用下，产生同极性感应电动势的引出线端。

3.5

电流比 current ratio

初级电流与次级电流的比值。

4 规格

变压器分为九个规格，见表1。

表1 变压器规格

规格	额定功率 W	初级电流 A	次级电流 A
GL-15-6.6/6.6	15	6.6	6.6
GL-25-6.6/6.6	25	6.6	6.6
GL-45-6.6/6.6	45	6.6	6.6
GL-50-6.6/6.6	50	6.6	6.6
GL-65-6.6/6.6	65	6.6	6.6
GL-100-6.6/6.6	100	6.6	6.6
GL-150-6.6/6.6	150	6.6	6.6
GL-200-6.6/6.6	200	6.6	6.6
GL-300-6.6/6.6	300	6.6	6.6

5 技术要求

5.1 组成

变压器应包括绕在一个铁芯上的初级绕组和次级绕组、防水外壳和从外壳引出的带有插头或插座的初级引出线和次级引出线。

5.2 材料

变压器所用材料应符合本文件的相关要求。本文件未规定的材料应完全适用其用途并符合相应的国家标准。

5.3 设计和结构

5.3.1 一般要求

变压器的设计和结构应能承受运输、储存、安装和使用中的应力、冲击、震动等情况。变压器的所有部件在使用中不应松动，电气接插件应经久耐用。

变压器在水或土壤环境中均应正常工作。变压器在任意放置条件下应能正常工作，且性能满足本文件的要求。变压器的形状不限。

5.3.2 绕组

绕组材料应为导电性能等同或高于电解紫铜的材料。初级绕组和次级绕组应互相绝缘并与铁芯绝缘。绕组应在铁芯上紧密缠绕并加以固定，在包封过程中不致分开或被挤压得靠近外壳。绕组应能长期连续地在额定电流和额定频率条件下，在额定负载、次级短路或开路等工况下运行。

5.3.3 使用条件

变压器应在下列环境中长期运行：

- a) 环境温度：-55℃～65℃；
- b) 相对湿度：0%～100%；
- c) 暴露在空气中或埋在潮湿的含有油类、酸碱等化学物质的土壤中；
- d) 初级绕组与地之间可承受频率为 50 Hz 的 5 kV 交流电压。

5.3.4 电气特性

变压器的电气特性应符合表2的规定。

表2 变压器的电气特性								
规格	额定功率 W	效率 %	初级		次级			
			额定电流 A	功率因数	满负荷电流 A	短路电流 A	负荷电阻 Ω	开路电压 V
GL-15-6.6/6.6	15	≥70	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	0.34	≤8.0
GL-25-6.6/6.6	25	≥70	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	0.57	≤8.0
GL-45-6.6/6.6	45	≥80	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	1.15	≤25
GL-50-6.6/6.6	50	≥80	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	1.27	≤25
GL-65-6.6/6.6	65	≥80	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	1.60	≤30
GL-100-6.6/6.6	100	≥85	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	2.44	≤70
GL-150-6.6/6.6	150	≥90	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	3.64	≤85
GL-200-6.6/6.6	200	≥90	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	4.82	≤100
GL-300-6.6/6.6	300	≥90	6.6	≥0.95	6.53~6.67	6.6~7.1	8.25	≤135
注1：负荷电阻包括灯泡老化、次级接线和接触电阻等引起的附加电阻。								
注2：初级绕组额定电压等级为 5 kV，次级绕组额定电压等级为 600 V。								

5.4 部件要求

5.4.1 外壳

5.4.1.1 变压器的外壳应为一个完全水密的整体，直接包封在铁芯和绕组部件上。外壳任何部分的厚度应不小于 6.5 mm，表面不应有目力可见的裂纹、气泡或小孔等缺陷。

5.4.1.2 铁芯和绕组部件上不应有尖角或锐边，确保变压器坠地或受到不当处理时，外壳不致受损。

5.4.1.3 外壳材料应能耐受酸、碱、油类或机场土壤中常见的化学物质的侵蚀。变压器在 10 年工作寿命内应能耐受日晒（紫外线、臭氧）、油、汽油、水、除冰液、酸性或碱性土壤等环境影响。制造商应提供符合性声明和第三方检测机构（国家级）出具的外壳材料检验报告。

5.4.1.4 外壳材料宜为黑色的交联聚氯丁烯橡胶化合物或环氧树脂化合物，也可使用性能等同或更优的材料替代（如热塑性弹性体 TPE 或 TPV）。采用橡胶材料外壳的邵氏硬度应为 (75 ± 10) HA，制造商应提供外壳材料的硬度检测报告。

5.4.1.5 在变压器的组装和包封过程中，应尽可能排除外壳内的空气。

5.4.1.6 除材料受压变形外，外壳不应出现凹陷。

5.4.1.7 外壳形状应便于平放，应能放入高为 255 mm、直径为 205 mm 的圆柱体空间内。

5.4.1.8 外壳与引出线护套应牢固可靠地结合、且形成一个防水整体。用一根引出线提起变压器或在试验、安装过程中弯曲或扭绞引出线时，外壳不应出现开裂或损坏等现象。

5.4.1.9 外壳与引出线的结合处应有一个加强区，其材料的厚度应比引出线的外径至少大 25%。加强区与电缆护套应很好地结合为一个整体，且不应有气泡、砂眼或裂纹等缺陷。

可采用以下两种方式设置加强区：

——包住单根引出线形成一个锥体；

——包住三根引出线形成一个凸出的整体。

5.4.2 变压器引出线

5.4.2.1 一般要求

变压器应设有一根双芯次级引出线和两根单芯初级引出线。引出线与变压器绕组的连接可采用压接或焊接方式。初级绕组一端为H1，另一端为H2。H1对应的同名端为次级绕组的X1，H2对应的同名端为次级绕组的X2。

采用压接连接方式时，应选用适合的压接管。包封外壳的过程中应确保在操作完成后，各连接点保持适当的间距。

三根引出线均应从变压器的一端引出。每根引出线的长度应符合5.4.2.2和5.4.2.3的规定。

注：引出线的长度为末端插头或插座的结合面到与外壳接合处的距离。

5.4.2.2 初级引出线

H1初级引出线的末端应配备一个符合MH/T 6009—2016中样式2（图A.2）的插头。对应H2初级引出线的末端应配备一个符合MH/T 6009—2016中样式9（图A.9）的插座。

初级引出线应采用额定电压不低于5 kV、单芯、19股总截面面积不小于 6 mm^2 的铜芯电缆，长度为 $60\text{ cm}\pm 7.5\text{ cm}$ 或用户提出的长度。

5.4.2.3 次级引出线

次级引出线的末端应配备一个符合MH/T 6009—2016中样式7（图A.7）或样式8（图A.8）的插座，宜选用样式8的插座。次级引出线应采用额定电压不低于600 V、双芯、多股总截面面积不小于 2.5 mm^2 的软电缆，长度为 $120\text{ cm}\pm 7.5\text{ cm}$ 或用户提出的长度。

次级引出线中，X1对应MH/T 6009—2016中样式7（图A.7）或样式8（图A.8）插座的大孔（内部引线为红色），X2对应MH/T 6009—2016中样式7（图A.7）或样式8（图A.8）插座的小孔（内部引线为蓝色）。

5.4.2.4 保护罩

每一根引出线应配有一个水密的保护罩。保护罩应由橡胶或类似橡胶的塑料制成，能与引出线上的插头或插座插接，且不带电触头。

出厂时，保护罩与插头或插座的接缝处应使用绝缘电工胶带或粘性塑料带包缠。绝缘电工胶带或粘性塑料带拆除后不得有残留，以防积灰或影响使用。

5.4.3 接地

铁芯不应接地，且不与初级和次级电路连接。

变压器可设计成接地或不接地两种。变压器采用接地方式时，应在变压器外壳设置一个铜制的接地端子。该端子应在变压器内部与次级绕组的X1端连接，并能连接一根截面面积不小于4 mm²的铜导线。接地端子的设置不应破坏外壳的水密性。

5.5 标记

变压器外壳表面应模压清晰、永久性的产品标记信息。标记信息应至少包含以下内容：

- a) 型号和规格；
- b) H1/H2；
- c) 制造厂名或商标；
- d) 生产年份。

5.6 制造工艺

变压器及其零部件应采用完善的工艺进行生产和加工，确保压接或焊接牢固可靠、绕组整洁和充分浸渍、外壳与引出线严密可靠地结合。

6 试验方法

6.1 试验环境温度要求

除另有规定外，在25℃±5℃的环境温度下进行以下试验和检验。

6.2 外观检查

变压器的外观检查应包含以下内容：

- a) 检查制造商提供的外壳的材料检验报告、符合性声明和硬度检测报告（橡胶材料外壳）是否符合 5.4.1.3 和 5.4.1.4 的要求；
- b) 目视检查变压器外壳有无裂纹、气泡、砂眼等缺陷，特别是外壳与引出线的结合部是否牢固；
- c) 引出线的长度和规格是否符合 5.4.2.2 和 5.4.2.3 的要求；
- d) 检查变压器的标记信息是否清晰、完整；
- e) 检查引出线插孔内有无绝缘填充剂（硅脂）或杂物，插针表面是否光洁。插针与插孔是否垂直于壳体的结合面，插头与插座的插拔力是否适当；
- f) 用手直接在变压器外壳的所有部位施加尽可能大的压力，是否出现变压器外壳表面下存在空洞现象；
- g) 检查保护罩是否齐全；
- h) 如有接地端子，检查其是否能连接 4 mm²的铜线。

6.3 电气试验

6.3.1 试验准备

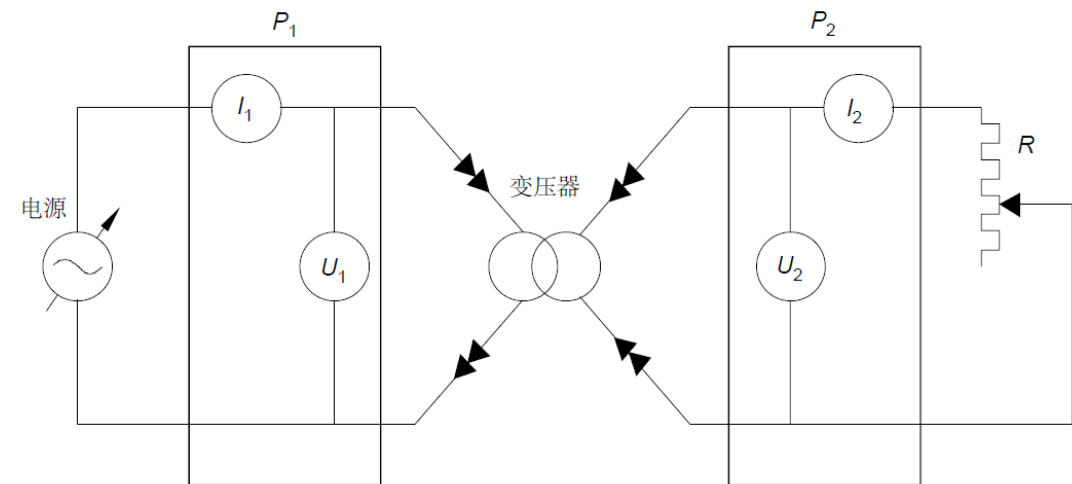
用一台自耦变压器提供初级电流为额定值的正弦波电流。准备三根与变压器引出线对应的试验引出线。试验引出线的一端悬空，另一端配有与变压器引出线插接的插头或插座。

在进行6.3.3中的绝缘电阻和抗电强度试验时，变压器引出线之间和变压器引出线与试验引出线之间的插头插座结合部位均不包扎绝缘带。

6.3.2 电气特性试验

6.3.2.1 试验条件

在无对流风的室温区域内将变压器按图1连接。将变压器横放在一个至少30 mm厚的木板上，在次级加载额定负载后，至少运行6 h, 直到变压器绕组的温度达到正常运行温度后，方可进行试验。绕组温度的测量可参考6.4温升试验方法。在计算测量结果时，应考虑测量仪表的内阻和损耗，并进行补偿修正。测量结果应完全符合表2的规定。



说明：
 I_1/I_2 — 初级电流/次级电流；
 U_1/U_2 — 初级电压/次级电压；
 P_1/P_2 — 动态测量或计算的初级功率/次级功率。

图1 带负载测试示意图

6.3.2.2 电流比测试

初级电流保持在额定值，在次级连接符合表2规定的负载电阻。测量变压器的次级电流，测量结果应符合表2的规定。

6.3.2.3 其他电气特性测试

初级电流保持在额定值，在次级连接符合表2规定的负载电阻。测量和计算变压器的效率和功率因数。在次级短路条件下，测量次级短路电流。在次级开路条件下，测量次级开路电压。测量结果应符合表2的规定。

6.3.3 绝缘电阻和抗电强度试验

6.3.3.1 加温

变压器应配有试验引出线，在室温空气中按次级开路、初级电流为额定值条件下至少运行6 h。

6.3.3.2 热态绝缘电阻测量

加温后，立即将接地的变压器连同其引出线、插头、插座完全浸入温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中。在此期间，除试验引出线末端外，变压器引出线和试验引出线上的插头、插座都完全浸没在水中。

浸水后，立即测量各个绕组连同其全套接线的绝缘电阻。从加温周期终止到开始测量的时间间隔不应超过3 min。

6.3.3.3 冷态绝缘电阻测量

将变压器连同全部插头、插座浸没在室温水里至少12 h后，测量各个绕组连同其全套接线的绝缘电阻。

6.3.3.4 抗电强度试验

在每一个绕组与地之间施加符合表3的直流试验电压，保持1 min，此时另一个绕组接地，且相应的插头、插座都浸没在水中（试验引出线末端悬空）。在试验电压下指示出的绝缘电阻应不小于表3中的最低绝缘电阻值。

为核实试验仪表的零位和最大读数，应不断将高压试验线端接触水面和悬空。仪表指针在经过电流冲击趋向稳定后，应保持稳定且不波动。

表3 变压器的最低绝缘电阻

绕组	直流试验电压 kV	最低绝缘电阻 MΩ	最大泄漏电流 μA
初级	15.0	7 500	2.0
次级 ^a	5.0	2 500	2.0
^a 带接地的变压器不做此测试。			

6.3.3.5 试验周期和合格判定

变压器应经20个周期的循环试验，每个周期应按顺序进行一次6.3.3.1~6.3.3.4试验，测量结果应符合表3规定。

在试验过程中，变压器引出线的每一个插头或插座上应插接一个符合6.3.1规定的试验引出线。在完成20个试验周期前，不应拆下试验引出线，否则应重新进行20个周期的试验。

6.4 温升试验

用电阻法测量变压器的温升。测量时，初级绕组应通过额定电流，次级绕组应先后处于额定负载、短路和开路三种状态。

在每一种状态下，用双臂电桥测量变压器绕组的冷态电阻和热态电阻。按公式（1）计算变压器的温升。在变压器连续运行4 h后，断电2 min内进行热态电阻测量。

$$t = (r_2 - r_1) (234.5 + t_1) / r_1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

t ——温升，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

r_2 ——绕组热态电阻，单位为欧姆（ Ω ）；

r_1 ——绕组冷态电阻，单位为欧姆（ Ω ）；

t_1 ——测量电阻时的环境温升，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

注1：铜线热系数取值为 234.5。

注2：由于条件限制，一般的做法是断电后，先将线圈短路，去除残电，5 s 内连接电桥测试。每 5 s 记录一组数据，画出趋势图，反推断开瞬间的电阻，并计算温度。

在任何一种状态下，测出的温升应不大于55 ℃，且应小于绝缘材料（包括外壳、骨架、漆包线等）临界温度，两者差值的绝对值应大于5 ℃。

6.5 冲击试验

将变压器从2 m高处自由坠落到平坦的混凝土地面上两次。一次设法使某一底部有棱角或最有可能造成铁芯割伤外壳的部位先着地，另一次设法使某一侧面或最有可能造成绕组损坏的部位先着地。

用支架上的电缆夹具将每一根引出线靠近插头、插座处逐个夹紧，夹具不对引出线造成损坏。夹具与地面之间有足够的距离，以确保变压器在自由下垂状态下，且壳体到地面的距离不小于0.4 m。试验时，引出线应保持下垂，将变压器提升到图2所示位置，松手使变压器自由坠落。

将经上述试验的变压器再按6.3.2进行一次电气特性试验。测量结果应符合表2规定，且与冲击试验前进行的电气试验的测量结果相差不大于±1%，否则视为不合格。检查引出线与外壳的接合处是否有裂纹，如有裂纹，则视为不合格。

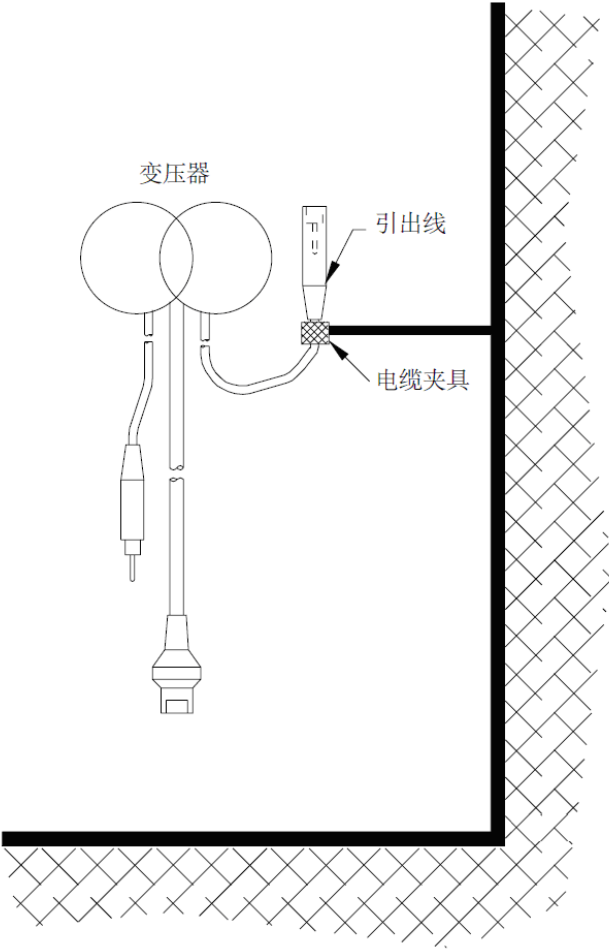


图2 引出线刚性试验

7 检验规则

7.1 检验分类

变压器检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 变压器出厂应逐个检验，经检验合格并签署产品合格证书。

7.2.2 出厂检验的检验项目见表 4。

表4 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式试验	本标准章条号	
				技术要求	试验方法
1	外观检查	△	△	5.3;5.4;5.5;5.6	6.2
2	电流比测试	△	△	5.3.4	6.3.2.2
3	其他电气特性测试	—	△	5.3.4	6.3.2.3
4	绝缘电阻测试 ^a	△	△	5.4.1;5.4.2	6.3.3
5	温升试验	—	△	5.3.3	6.4
6	冲击试验	—	△	5.3.1;5.4.1	6.5
注：“△”指应进行的检验项目，“—”指不进行的检验项目。					
^a 出厂检验仅进行 6.3.3 规定的 20 个周期中的一个周期，可采用预热的方式缩短加温时间。					

7.2.2.1 出厂检验中若有一项不符合规定，则该产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一应进行型式检验：

- 新变压器定型；
- 该型号停产一年以上恢复生产；
- 变压器的设计、工艺和材料的改变，可能影响变压器性能；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果相比有较大差距；
- 民航管理部门提出设备符合性检验要求。

7.3.2 型式检验的检验项目见表 4。

7.3.3 型式检验样品的数量为 4 只，3 只为完整的不接地的变压器（引出线长度为标准长度），1 只为未封装样品（如有接地，应提供接地的未封装变压器）。

8 包装、运输和储存

8.1 包装

产品应使用包装箱进行包装，并随带以下文件：

- 产品合格证，其编写应符合 GB/T 14436 的规定；
- 产品使用说明书；其内容应符合 GB/T 9969 的规定；
- 主要配套件的合格证，使用说明书等；
- 装箱单，单上应至少标明：
 - 制造厂名；
 - 产品名称、型号和数量；

- 3) 装箱日期;
- 4) 订货合同号。

包装箱外应清晰地标出产品名称、型号、规格、数量、制造厂名和订货合同号，并按GB/T 191的要求设置相关标志。

8.2 运输

经妥善包装的变压器可用任何正常的运输工具运输。

8.3 储存

变压器应存放在干燥、通风良好、远离热源且无腐蚀性气体存在的场所，并应定期检查储存情况。
