

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8315—2022  
代替 JB/T 8315—2007

变压器用强迫油循环风冷却器

Forced-oil and forced-air coolers for transformers

(报批稿)

201X - XX - XX 发布

201X - XX - XX 实施

## 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 产品规格及产品型号.....	2
5 使用条件.....	3
6 技术要求.....	3
7 试验项目.....	5
8 试验方法.....	6
9 标志、包装、运输及贮存.....	10
图 1 热油清洗装置示意图.....	7
图 2 声级测定的规定轮廓线及测点位置示意图.....	8
图 3 冷却容量试验系统示意图.....	8
图 4 冷却器安装位置示意图.....	9
表 1 冷却器产品型号基本字母排列顺序及涵义.....	3
表 2 冷却器进出口油管路与连接法兰尺寸.....	4
表 3 冷却器的声级水平.....	5

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替JB/T 8315—2007《变压器用强迫油循环风冷却器》，与JB/T 8315—2007相比主要技术变化如下：

- 对规范性引用文件进行了调整，增加了对GB/T 1094.1—2013、GB/T 1094.7、GB 2536、GB/T 2900.95、JB/T 5345、JB/T 9642和JB/T 10112的引用；
- 对术语和定义进行了调整，取消了“油流速”的术语和定义，新增了“辅机损耗”的术语和定义；
- 对产品规格进行了调整，删除了额定冷却容量为63kW、80kW和100kW的产品规格，增加了额定冷却容量为630kW、800kW和1000kW的规格；
- 对产品型号进行了完善，增加了对“钢材”材料的型号表示；
- 将使用条件从技术要求中移出作为单独的一章，并增加绝缘液体应符合GB 2536规定的矿物绝缘油，其运行温度应符合GB/T 1094.7的规定；
- 对技术要求进行了调整，完善了冷却器进出口油管路及连接法兰尺寸，完善了密封要求、强度要求、清洗要求和运行要求，增加了声级水平限值；
- 对试验项目和试验方法进行了完善，增加了气压密封试验，热油清洗试验要求用不低于75℃、耐压在35kV及以上、介质损耗因数不高于0.5%、水分低于30mg/kg的变压器油对冷却器进行清洗。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国变压器标准化技术委员会（SAC/TC44）归口。

本文件起草单位：沈阳变压器研究院股份有限公司、长春三鼎变压器组件有限公司、浙江尔格科技股份有限公司、无锡市换热器厂、特变电工沈阳变压器集团有限公司、中国原子能科学研究院、特变电工衡阳变压器有限公司、山东电力设备有限公司、西安西电变压器有限责任公司、保定天威保变电气股份有限公司。

本文件主要起草人：张显忠、唐伟峰、黎贤钦、殷锡岐、王永成、姜合、邱中举、柴宝华、庞博、王明胜、孙颀、赵峰、姜成。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- ZB K41 007—1989；
- JB/T 8315—1996，JB/T 8315—2007。

# 变压器用强迫油循环风冷却器

## 1 范围

本文件规定了变压器用强迫油循环风冷却器的产品规格及产品型号，使用条件，技术要求，试验项目，试验方法，以及标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于油浸式变压器类产品用的强迫油循环风冷却器的制造。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1094.1—2013 电力变压器 第1部分：总则

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 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2900.95 电工术语 变压器、调压器和电抗器

GB/T 13306 标牌

JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法

JB/T 5345 变压器用蝶阀

JB/T 8317 变压器冷却器用油流继电器

JB/T 9642 变压器用风扇

JB/T 10112 变压器用油泵

## 3 术语和定义

GB/T 1094.1—2013和GB/T 2900.95界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

强迫油循环风冷却器 forced-oil and forced-air cooler

强迫变压器油和空气流动的热交换器。

注：以下简称冷却器。

### 3.2

额定油流量 rated oil-flow quantity

在设计工况点下油的流量。

注：设计工况点为进口风温30℃、进口油温70℃。

3.3

额定风流量 rated air-flow quantity

在设计工况点下空气的流量。

3.4

额定冷却容量 rated cooling capacity

在冷却器进口油温与进口风温之差为40K，并在额定油流量及额定风流量的正常工作条件下所具有的冷却容量。

3.5

辅机损耗 power of auxiliary equipment

冷却器配置的油泵电机、风扇电机等电气设备的额定功率之和。

注：辅机损耗不包括电信号系统、电气控制系统及线路的损耗。

3.6

辅机损耗率 power loss rate of auxiliary equipment

辅机损耗与额定冷却容量比值的百分数。

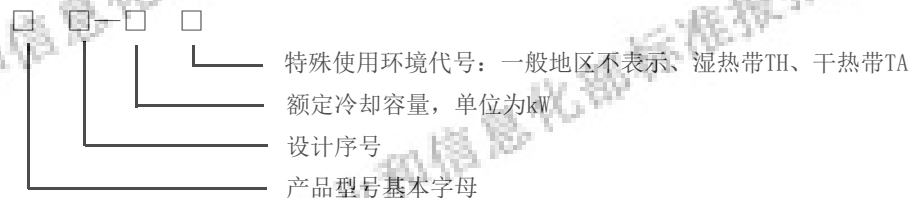
4 产品规格及产品型号

4.1 产品规格

冷却器规格按额定冷却容量一般分为：125kW、160kW、200kW、250kW、315kW、400kW、500kW、630kW、800kW、1000kW。

4.2 产品型号

4.2.1 冷却器产品型号的组成型式如下，其他要求应符合JB/T 3837的规定。



4.2.2 冷却器产品型号基本字母排列顺序及涵义按表1的规定。

表1 冷却器产品型号基本字母排列顺序及涵义

序号	分类	涵义		代表字母
1	被冷却介质循环方式	强迫油循环		Y
2	冷却介质循环方式	强迫通风		F
3	结构型式	翅	轧片式	Z
		片	叠片式	D
		管	高频焊式	G
		式	椭圆管式或滴管式	T
		板翅式		C
4	冷却元件材质	钢材		G
		铝材		L
		钢铝材		GL <sup>a</sup>
		铜材		T
		铜铝材		TL <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 根据需要也可以省略。

#### 示例：

YFDGL2—200 表示额定冷却容量为200kW、强迫油循环、叠片式结构、采用钢铝材、第二次设计、一般地区用的强迫油循环风冷却器。

## 5 使用条件

冷却器的使用条件应按GB/T 1094.1的规定。

当使用条件与GB/T 1094.1的规定不同时，应由用户与制造方协商确定。

如无其他规定，则绝缘液体应符合GB 2536规定的矿物绝缘油，其运行温度应符合GB/T 1094.7的规定。

## 6 技术要求

### 6.1 外观要求

#### 6.1.1 结构要求

冷却器的结构要求如下：

- 冷却器应具有专用的连接支撑装置；
- 冷却器上应有风扇转向标志；
- 冷却元件应有可靠的卡紧装置，保证冷却元件在运行时无显著的振动现象。
- 冷却器管束的最高位置应设置放气塞，最低位置应设置放油塞；
- 当冷却管内装设扰流装置时，扰流装置不应与管子间产生摩擦，且其材质不应影响变压器油的性能；
- 冷却器主电源回路应装设油泵及风扇的过载、短路、断相保护装置（检查开关）；
- 油泵、风扇、温控器、油流继电器、分控制箱（端子箱）等电器设备的金属外壳，均应带接地装置。

### 6.1.2 表面处理要求

冷却器表面处理要求如下：

- a) 与油接触的内表面应进行防锈处理，但不应对油有任何污染；
- b) 与空气接触的表面应按防腐类型涂漆或热浸锌。

### 6.1.3 进出口油管路及连接法兰尺寸

冷却器进出口油管路及连接法兰尺寸应符合表2的规定。

表2 冷却器进出口油管路及连接法兰尺寸

额定冷却容量 kW	管道公称通径 mm	安装法兰尺寸 mm	孔直径×数量 mm×个
125	80	方法兰外形尺寸/节径：150×150/150 圆法兰外径/节径：200/160	φ24×4 φ19×4
160	125 150 200	圆法兰外径/节径： 250/210 280/240 340/295	φ19×8 φ23×8 φ23×12
200			
250			
315			
400			
500			
630			
800			
1000			

### 6.2 额定冷却容量

冷却器的额定冷却容量按表2的规定。冷却容量应至少具有5%的储备裕度，辅机损耗率一般应不大于3%。

当工况条件改变，如进口油温和进口风温之差不为40K、油流量不为额定油流量时，冷却器的冷却容量会相应改变。在这种情况下，应根据冷却器容量特性曲线来确定不同工况点的冷却容量。

每一种规格冷却器均应提供设计工况点下冷却容量和油路压降随油流量变化的曲线。

### 6.3 电气性能

分控制箱主电路应能承受2000V（方均根值）的工频耐受电压，持续1min，不应出现击穿和放电现象。

### 6.4 声级水平

冷却器的声级水平应符合表3的规定。

表3 冷却器的声级水平

额定冷却容量 kW	声压级 dB(A)
125	70
160	72
200	72
250	72
315	74
400	78
500	78
630	80
800	80
1000	85

## 6.5 密封要求和强度要求

6.5.1 冷却器应具有能承受 500kPa 气压的能力，历时 20 min，应无渗漏现象及永久变形和损伤。

6.5.2 冷却器整体应具有能承受 500kPa（顶部表压）油压的能力，历时 6h，应无渗漏现象及永久变形和损伤。

6.5.3 冷却器整体结构应具有能承受 13Pa 真空度的能力，历时 10min，应无永久变形和损伤。

## 6.6 清洗要求

在冷却器处于竖直状态下，用变压器油对其进行清洗，直至无异物，且冷却器进、出口处变压器油的性能指标不变为止。

## 6.7 运行要求

冷却器总装完成后，将其运行不小于1h时间，测量额定油流量下的冷却器油路压降，其值应符合设计规定。运行时，应保证风扇、油泵转向正确、运行平稳，油流继电器发出的信号应正确、可靠，热继电器应无误动作。

## 6.8 其他要求

冷却器所配套的蝶阀、油流继电器、风扇和油泵应分别满足JB/T 5345、JB/T 8317、JB/T 9642 和 JB/T 10112 的规定。

## 7 试验项目

### 7.1 例行试验

例行试验项目如下：

- a) 外观检查（按 8.1）；
- b) 气压密封试验（按 8.2.1）；
- c) 热油清洗（按 8.3）；
- d) 运行试验（按 8.4）；
- e) 电气强度试验（按 8.5）。



## 7.2 型式试验

### 7.2.1 型式试验项目如下：

- a) 油压密封试验（按8.2.2）
- b) 真空强度试验（按8.6）；
- c) 声级测定（按8.7）；
- d) 冷却容量试验（按8.8）；
- e) 油路压降测试（按8.9）。

### 7.2.2 冷却器在下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品试制时；
- b) 当结构、工艺、材料的变更足以引起某些基本参数变化时；
- c) 停产一年以上再次生产时；
- d) 正常生产的产品，应至少每五年进行一次。

### 7.2.3 型式试验产品应按如下要求从例行试验合格品中抽取：

- a) 新产品单台进行；
- b) 正常生产的产品采用抽样选取，应按 GB/T 2828.1—2012 中正常检验一次抽样方案，一般检查水平为 II，接收质量限（AQL）为 2.5。

## 8 试验方法

### 8.1 外观检查

应采用目测或专用测量工具，对冷却器的结构、表面处理情况及进出口油管路与连接法兰尺寸进行检查。检查结果应满足 6.1.1~6.1.3 的要求。

### 8.2 密封试验

#### 8.2.1 气压密封试验

将冷却器安装在专用试验装置上，一端与压力气源管路联通，对冷却器施加气压，当内部压力达到 500kPa 后，维持 20 min。试验结果应满足 6.5.1 的要求。

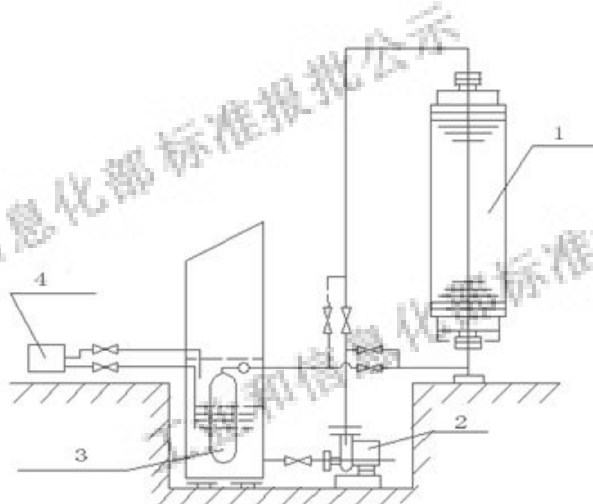
#### 8.2.2 油压密封试验

将冷却器安装在专用试验装置上，一端与装有变压器油的油压装置联通，对冷却器施加 500kPa 油压，油温为  $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，维持 6h。试验结果应满足 6.5.2 的要求。

### 8.3 热油清洗

将冷却器处于竖直状态，用不低于  $75^{\circ}\text{C}$ 、耐压在 35kV 及以上、介质损耗因数不高于 0.5%、水分低于 30mg/kg 的变压器油对冷却器进行清洗，清洗装置示意图见图 1 所示。在冲洗回路回油出口处，加装不低于 150 目的尼龙袋，对变压器油进行过滤。试验结果应满足 6.6 的要求。

如果对冲洗用变压器油有其他要求，则由供、需双方在订货时协商确定。



标引序号说明：

- 1— 冷却器；
- 2— 油泵；
- 3— 150 目过滤袋；
- 4— 滤油机。

图 1 热油清洗装置示意图

#### 8.4 运行试验

将冷却器安装在专用试验装置上进行运行试验，检查是否符合6.7的要求。

#### 8.5 电气强度试验

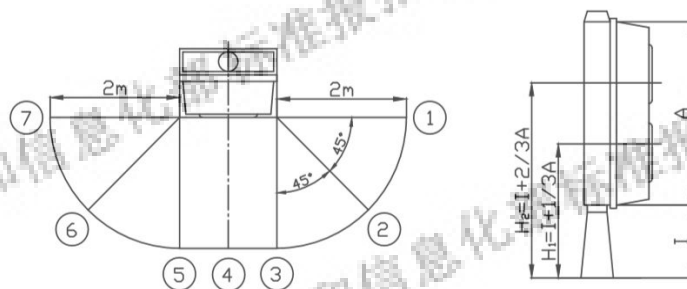
对分控制箱主电路施加2000V（方均根值）的工频耐受电压，持续1min。试验结果应满足6.3的要求。

#### 8.6 真空强度试验

对冷却器进行抽真空，用真空计测量真空度。试验时逐渐提高真空度，当真空度达到13Pa后，维持10min，之后解除真空，分别测量冷却器抽真空前、中、后的变形状态。试验结果应满足6.5.3的要求。

#### 8.7 声级测定

声级测定的规定轮廓线及测点位置示意图见图2所示，应按GB/T 1094.10的规定分别测量各测点的声压级值。先计算出高度为 $H_1$ 处的7个测点的声压级算数平均值 $L_1$ ，再计算出高度为 $H_2$ 处的7个测点的声压级算数平均值 $L_2$ ， $L = (L_1 + L_2) / 2$ 即为冷却器的实测声压级值。试验结果应满足6.4的要求。



尺寸说明:

I—近似于冷却器运行高度;

A—冷却器总高度。

图 2 声级测定的规定轮廓线及测点位置示意图

## 8.8 冷却容量试验

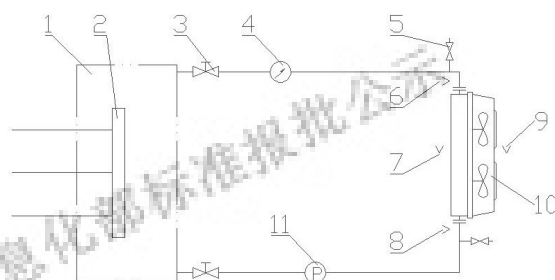
### 8.8.1 概述

冷却器的额定冷却容量值按6.2的规定。应对冷却容量进行测量，并作出油流量与冷却容量的特性曲线，其测量点应不少于5个。

### 8.8.2 试验系统和试验条件

#### 8.8.2.1 试验系统

试验系统示意图见图3所示。



标引序号说明:

1—油箱;

2—加热元件;

3—阀门;

4—流量计;

5—测压阀;

6—油进口热电偶;

7—空气进口热电偶;

8—油出口热电偶;

9—被试风冷却器;

10—空气出口热电偶;

11—油泵。

图 3 冷却容量试验系统示意图

### 8.8.2.2 试验条件

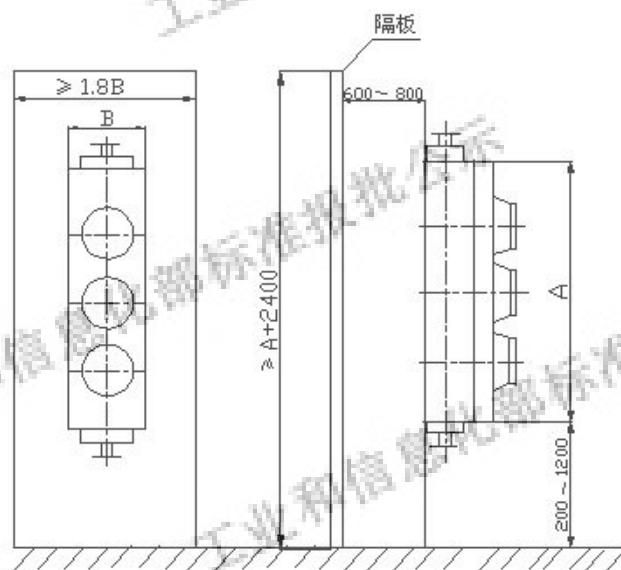
试验条件按如下要求：

- 施加额定频率的额定电压，使风扇及油泵运转；
- 调节进油温度与进风温度之差，使二者温度差稳定在  $40\text{K} \pm 2\text{K}$  范围内的某一个固定值，温差波动可在 2h 内变化 0.5K。

### 8.8.3 测量方法

#### 8.8.3.1 冷却器的试验安装

冷却器的试验安装位置示意图见图4所示。



尺寸说明：

A——风箱高度；

B——冷却器宽度。

图中的尺寸单位均为 mm。

图 4 冷却器安装位置示意图

#### 8.8.3.2 进口风温测点位置

进口风温测量是在距冷却器进风口200mm左右处，将冷却器按风扇数量分几个区域，每个区域以冷却器1/2宽度作直径，均匀分布取4个点，用热电偶进行测量，取4个点的算术平均值，作为该区域的平均进口风温，将几个区域的平均进口风温的算术平均值，作为冷却器的进口风温。

#### 8.8.3.3 出口风温测点位置

出口风温测量位置是在距冷却器出风口处，不超过20mm处平面上测量。将冷却器按风扇数量分为几个区域，每个区域按风叶直径分为两个圆环，圆环直径分为D、D/2（D为风叶直径），每个圆环上均匀分布地取4个点，用热电偶进行测量，取各测点的算术平均值作为每个区域的出口风温，取各个区域的出口风温的算术平均值，作为冷却器的出口风温。

#### 8.8.3.4 试验油流量

分别测取0.6倍、0.8倍、0.9倍、1.0倍和1.2倍额定油流量下的冷却容量。

### 8.8.3.5 冷却容量

冷却容量按式（1）计算：

$$P_y = Q_y \rho_y C_y (t'_y - t''_y) \times 10^{-6} / 3.6 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_y$ —冷却容量，单位为kW；

$Q_y$ —油流量，单位为m<sup>3</sup>/h；

$\rho_y$ —温度为  $(t'_y + t''_y) / 2$  时的变压器油密度，单位为kg/m<sup>3</sup>；

$C_y$ —温度为  $(t'_y + t''_y) / 2$  时的变压器油比热容，单位为J / (kg · K)；

$t'_y$ —进口油温，单位为℃；

$t''_y$ —出口油温，单位为℃。

### 8.8.3.6 冷却容量的换算

冷却容量试验时，如进口油温与进口风温的温度差不是40K时，可按式（2）换算：

$$P_{40} = 40P_y / (t'_y - t'_f) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$P_{40}$ —当  $t'_y - t'_f = 40K$  时的冷却容量，单位为kW；

$t'_y$ —进口油温，单位为℃；

$t'_f$ —进口风温，单位为℃。

做出冷却容量  $P_{40}$  随油流量变化的特性曲线。

### 8.8.4 试验结果判定

如果实测的冷却容量值满足6.2的要求，则试验合格。

## 8.9 油路压降测试

在图3所示的冷却器油路进出口端连接差压计，在油温  $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  时读取差压计的压降值，其值应满足6.7的要求。测量点应不少于5个（油流量同冷却容量测试中的各点），并做出油路压降随油流量变化的特性曲线。

## 9 标志、包装、运输及贮存

### 9.1 标志

每台冷却器应在明显的适当位置固定产品铭牌，铭牌应符合GB/T 13306的规定，并标志下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 标准代号；
- d) 制造单位名称及其所在地；
- e) 出厂编号；
- f) 制造日期；
- g) 额定冷却容量，单位为kW；

- h) 设计进口油温，单位为℃；
- i) 设计进口风温，单位为℃；
- j) 额定油流量，单位为m<sup>3</sup>/h；
- k) 额定风流量，单位为m<sup>3</sup>/h；
- l) 充油量，单位为kg；
- m) 产品质量，单位为kg。

## 9.2 包装

9.2.1 包装前，应将冷却器清理干净，一般通油部分用盖板密封，然后充满氮气，保持 10kPa 表压力。

9.2.2 包装箱应牢固，并应有足够的强度。冷却器在箱中应可靠固定。包装应满足防雨要求。

9.2.3 包装箱应有“向上”、“吊起”、“开启”等图示标志，并应符合 GB/T 191 的规定。

## 9.3 技术文件

随冷却器一同出厂的技术文件如下：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证明书；
- c) 安装使用说明书；
- d) 分控制箱原理图、安装接线图；
- e) 冷却器配套件说明书。

## 9.4 运输及贮存

对冷却器的运输及贮存要求如下：

- a) 冷却器在运输过程中，应严禁受到强烈撞击或重物挤压；
- b) 运输和贮存作业标志应符合 GB/T 191 的规定；
- c) 冷却器应贮存在无腐蚀性气体的场所，在贮存期内不应破坏包装箱和冷却器进、出口的密封状态。