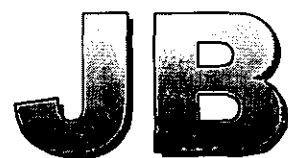


ICS 29.180

K 41

备案号: 19870—2007



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8316—2007

代替 JB/T 8316—1996

变压器用强迫油循环水冷却器

Forced-oil and water coolers for transformer

2007-01-25 发布

2007-07-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品规格及型号 1

4.1 产品规格 2

4.2 产品型号 2

5 技术要求 2

6 检验规则 4

7 试验方法 4

7.1 密封（正压力强度）试验 4

7.2 运行试验 4

7.3 热油清洗 4

7.4 电气强度试验 4

7.5 真空强度试验 4

7.6 冷却容量试验 4

8 标志、包装、运输及贮存 6

8.1 标志 6

8.2 包装 7

8.3 技术文件 7

8.4 运输及贮存 7

图 1 冷却容量试验系统原理示意图 5

前 言

本标准代替 JB/T 8316—1996《变压器用强迫油循环水冷却器》。

本标准与 JB/T 8316—1996 相比，主要变化如下：

- 根据标准内容，增加了“术语和定义”一章及相应条款（见第 3 章）；
- 删除附录 A，将其内容并入正文第 4 章“产品规格及型号”，并进行了修订（1996 年版的附录 A，本版的 4.2）。
- 将第 4 章“技术要求”调整为第 5 章，并对其内容进行了调整和修订（1996 年版的第 4 章，本版的第 5 章）。
- 将第 5 章、第 7 章调整为第 7 章、第 8 章，并对其内容进行了修订（1996 年版的第 5 章、第 7 章，本版的第 7 章、第 8 章）。
- 删除附录 B，将其内容并入正文第 7 章，并对其内容进行了调整和修订（1996 年版的附录 B；本版的 7.6）。
- 对其他部分章条内容也做了相应修订。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国变压器标准化技术委员会（SAC/TC44）归口。

本标准起草单位：沈阳变压器研究所、中国原子能科学研究院、长春东宝电工机械有限公司。

本标准起草人：董慧生、陈玉宙、臧国山。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- ZB K 41 009—1990，JB/T 8316—1996。

变压器用强迫油循环水冷却器

1 范围

本标准规定了变压器用列管式强迫油循环水冷却器和冷却器组（以下简称冷却器）的术语和定义、产品规格及型号、技术要求、检验规则、试验方法和标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于油浸式电力变压器和特种变压器用的冷却器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 191—2000 包装储运图示标志（eqv ISO 780: 1997）

GB/T 2828.1—2003 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（ISO 2859-1: 1999, IDT）

GB/T 13306—1991 标牌

JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

强迫油循环水冷却器 forced-oil and water cooler

强迫油和水流动的热交换器。

3.2

额定油流量 rated oil-flow rate

在设计工况点下油的流量。

注：设计工况点为进口水温30℃、进口油温70℃时的工况点。

3.3

额定水流量 rated water-flow rate

在设计工况点下水的流量。

3.4

额定冷却容量 rated cooling capacity

冷却器在额定油流量和额定水流量下，且进口油温与进口水温之差为40K时所具有的冷却容量。

3.5

辅机损耗率 power loss rate of auxiliary equipment

在设计工况点下冷却器辅机损耗功率与额定冷却容量比值的百分数。

3.6

油流速 oil-flow velocity

冷却器进、出口油的流动速度。

4 产品规格及型号

4.1 产品规格

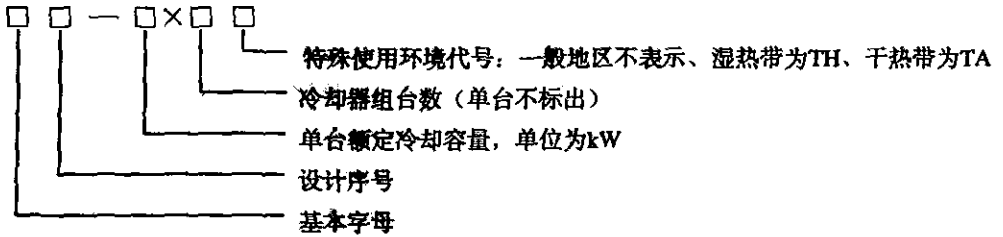
冷却器规格按额定冷却容量分为50kW、63kW、80kW、100kW、125kW、160kW、200kW、250kW、315kW、400kW、500kW。

当工况条件改变，如进口油温和进口水温之差不为40K、油流量不为额定油流量时，冷却器的冷却容量应相应改变；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。

每一种规格冷却器应提供额定条件下的冷却容量、油路压降、水路压降及其随油流量和水流量变化的曲线。

4.2 产品型号

冷却器产品型号组成型式如下，其他要求应符合JB/T 3837的规定。



冷却器产品型号基本字母排列顺序及含义见表1。

表 1

序 号	分 类	含 义	代 表 符 号
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	强水循环	S
3	结 构 型 式	单管、单管板式	—
		单管、双管板式	S
		两重管式	F

冷却器产品型号示例如下：

示例：额定冷却容量为200kW、采用两重管式结构、第二次设计、用于湿热带的单台强迫油循环水冷却器的产品型号为：

YSF2—200 TH

5 技术要求

5.1 冷却器应按规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

5.2 冷却器所有各组件：油泵、油流继电器、控制箱、密封元件及电气元件应符合相应标准的规定。

5.3 使用条件如下：

- a) 环境温度在0℃以上；
- b) 海拔不超过1000m；
- c) 冷却水中没有腐蚀介质、泥沙、水草及其他杂物；
- d) 基本没有导电灰尘、腐蚀性气体、严重风沙或盐雾的地区。

注：当使用条件与上述规定不符时，由用户与制造单位协商确定。

5.4 冷却器基本参数应满足表2的规定。

表 2

项 目		参 数	
		单管冷却器	两重管冷却器
额定冷却容量 kW		50~500	
最高许用水压 kPa		70	500
油水压差（出口油压大于进口水压） kPa		>50	—
进口油温 ℃		70	
进口水温 ℃		30	
油流速（设计工况点下） m/s	200kW及以下	≤ 2.5	
	250kW及以上	≤ 2	

5.5 冷却器在表2规定的额定冷却容量下，应至少具有25%的储备裕度，辅机损耗率一般应不大于3%。

5.6 结构按如下要求：

- 冷却器由冷却器本体、油泵、油流继电器、电气控制等部分组成；
- 冷却管和两端管板连接处应能承受500kPa的压力、历时1h无渗漏；
- 每台冷却器应备有油泵、蝶阀、放气阀、放油塞等；
- 单管冷却器应配备差压报警装置；两重管冷却器应配备渗漏报警装置；
- 冷却器应能承受住真空度为65Pa、持续时间为10min的真空强度试验，不得有机械损坏和永久变形；
- 冷却器组油路系统（包括阀门）的密封元件，应能长期耐受105℃的变压器油。

5.7 表面处理按如下要求：

- 冷却器油室内侧应清洁、干燥，不得有锈迹、金属屑、焊渣等异物，并应做防锈处理；
- 上下水室内侧应做防锈处理。

5.8 密封（正压力强度）按如下要求：

- 冷却器油路系统应能承受变压器油初始温度为70℃、压力为500kPa、历时6h的密封（正压力强度）试验，应无渗漏现象及永久变形和损伤，也可用其他等效方法达到此要求；
- 冷却器水路系统应能承受压力为500kPa、历时2h的密封（正压力强度）试验，应无渗漏现象及永久变形和损伤。

5.9 电气按如下要求：

- 控制系统应设有油泵过载、短路、断相的保护装置；
- 油泵、油流继电器、控制箱等电器设备的金属外壳，均需可靠接地；
- 控制系统电器元件应能承受2kV、历时1min的工频耐压试验（工频耐压低于2kV的电器元件按相应标准规定）。

5.10 运行和清洗按如下要求：

- 冷却器出厂前应进行运行试验：冷却器报警装置发出信号应正确，油泵运转平稳，控制系统灵敏可靠而无误动作，各密封面应无渗漏；
- 冷却器在竖直状态下，用不低于70℃的热变压器油（耐压值不低于35kV）在不低于额定流量的条件下进行清洗，滤网内应无异物存留，且油的耐压值不变。

5.11 控制箱按如下要求：

- 根据用户要求可设置自动或手动控制；

- b) 箱内应有照明灯;
- c) 控制箱的线路应正确牢固、排列整齐, 表面不得有损伤。

6 检验规则

6.1 例行试验项目如下:

- a) 外观检查 (按5.1、5.2、5.6、5.7、5.9、5.11);
- b) 密封 (正压力强度) 试验 (按7.1);
- c) 运行试验 (按7.2);
- d) 热油冲洗 (按7.3);
- e) 电气强度试验 (按7.4)。

6.2 型式试验项目除包括例行试验全部项目外, 还包括下列项目:

- a) 真空强度试验 (按7.5);
- b) 冷却容量试验 (按7.6)。

6.3 冷却器在下列情况之一时, 应做型式试验:

- a) 新产品试制时;
- b) 当结构、工艺或材料有重大变动有可能影响其性能时;
- c) 终止生产一年以上再次生产时;
- d) 正常生产的产品每五年进行一次;
- e) 国家质量监督部门提出检验要求时。

6.4 型式试验抽样方法如下:

- a) 新产品单台进行;
- b) 正常生产的产品在例行试验合格的产品中抽试, 按GB/T 2828.1中正常检查一次抽样方案, 一般检查水平为Ⅱ级, 接受质量限 (AQL) 取2.5。

7 试验方法

7.1 密封 (正压力强度) 试验

按5.8的要求, 用专用装置试验; 如果施加水压, 试验后应将冷却器进行干燥处理。

7.2 运行试验

将冷却器安装在试验台上, 连接油管路, 接通控制箱电源进行操作运行, 检查冷却器是否满足5.10a)的要求, 连续运行时间不少于1h。

7.3 热油清洗

按5.10b)的要求对冷却器冲洗2h, 用磁性搜集法或其他方法, 搜检滤袋中是否有残留物, 同时测量清洗前后油的耐压值是否不变。

7.4 电气强度试验

控制系统的电气强度试验按5.9b)的规定进行。

7.5 真空强度试验

将冷却器中的油、水全部放尽; 油路系统连接真空泵, 逐渐提高真空度, 至规定值后持续10min, 检查是否达到5.6e)的要求。

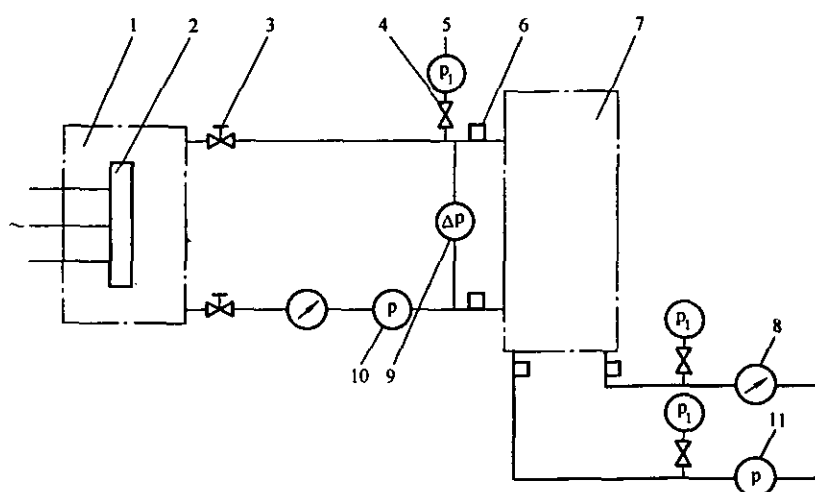
7.6 冷却容量试验

7.6.1 额定冷却容量值

额定冷却容量值按4.1的规定。

7.6.2 试验系统

试验系统原理示意图1。



1——油箱；2——加热元件；3——油阀门；4——测压阀；5——压力表；6——温度测管；7——冷却器
8——流量计；9——差压计；10——油泵；11——水泵。

图1 冷却容量试验系统原理示意图

7.6.3 试验方法

试验方法按如下进行：

- 加额定电压，起动油泵，用热电偶测量进、出口油温和水温；
- 调节进口油温与进口水温之差，使两者温度稳定在 $40\text{K} \pm 2\text{K}$ 范围内的某一个固定值，温差允许在 $1\text{h} \sim 2\text{h}$ 内变化 0.5K 。

7.6.4 冷却容量

在五种不同水流量（为额定值的0.6倍、0.8倍、1.0倍、1.2倍、1.4倍）时分别测量0.6倍、0.8倍、0.9倍、1.0倍、1.2倍额定油流量下的冷却容量，并做出油流量-冷却容量曲线。

7.6.4.1 油侧散热功率

油侧散热功率按下式计算：

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

式中：

- P_y ——油侧散热功率，单位为kW；
- Q_y ——试验时的油流量，单位为 m^3/h ；
- C_y ——温度为 $(t'_y + t''_y)/2$ 时变压器油的比热容，单位为 $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ；
- ρ_y ——温度为 $(t'_y + t''_y)/2$ 时变压器油的密度，单位为 kg/m^3 ；
- t'_y ——进口油温，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ；
- t''_y ——出口油温，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

7.6.4.2 水侧吸热功率

水侧吸热功率按下式计算：

$$P_s = Q_s C_s \rho_s (t'_s - t''_s) \times 10^{-6} / 3.6$$

式中：

- P_s ——水侧吸热功率，单位为kW；
- Q_s ——试验时的水流量，单位为 m^3/h ；
- C_s ——温度为 $(t'_s + t''_s)/2$ 时水的比热容，单位为 $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ；

ρ_s ——温度为 $(t'_s + t''_s)/2$ 时水的密度, 单位为 kg/m^3 ;

t'_s ——进口水温, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;

t''_s ——出口水温, 单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

7.6.4.3 热平衡效验

测得的 P_y 、 P_s 应满足下式要求, 否则应查明原因重新试验。

$$\frac{|P_y - P_s - P_q|}{P_y} \leq 5\%$$

式中:

P_q ——冷却器本体热损耗, 单位为 kW 。

7.6.4.4 冷却容量

冷却容量按下式计算:

$$P = \frac{P_y + P_s}{2}$$

进口油温与进口水温之差为 40K 时的冷却容量按下式计算:

$$P_{40} = P \cdot \frac{40}{t'_y - t'_s}$$

式中:

P_{40} ——进口的油温与水温之差为 40K 时, 冷却器所具有的冷却容量, 单位为 kW 。

7.6.5 油路压降测试

在图1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; 测量点应不少于五个 (与油流量-冷却容量曲线各测点相同), 做出油路压降随油流量变化的曲线。

7.6.6 水路压降测试

在图1所示的冷却器水路进、出口端连接差压计, 在常温下读取差压计的压降值, 测量点不少于五个 (可取 0.6 倍、 0.8 倍、 1.0 倍、 1.2 倍、 1.4 倍额定水流量值), 做出水路压降随水流量变化的曲线。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 每台冷却器须在明显的适当位置上固定标牌, 标牌应符合 GB/T 13306 的规定, 并标注下列内容:

- a) 国名、制造单位名及地址;
- b) 产品名称、型号;
- c) 额定冷却容量, 单位为 kW ;
- d) 进口油温, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;
- e) 进口水温, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;
- f) 额定油流量, 单位为 m^3/h ;
- g) 额定水流量, 单位为 m^3/h ;
- h) 最高进口水压, 单位为 kPa ;
- i) 油水压差 (两重管冷却器不标), 单位为 kPa ;
- j) 充油量, 单位为 kg ;
- k) 总重, 单位为 kg ;
- l) 出厂编号;
- m) 标准编号;

n) 制造日期。

8.1.2 控制箱标牌应标注下列内容:

- a) 制造单位名;
- b) 产品型号及名称;
- c) 电源电压, 单位为kV;
- d) 频率, 单位为Hz;
- e) 出厂编号;
- f) 制造日期。

8.2 包装

8.2.1 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。

8.2.2 冷却器在包装箱内应牢固可靠, 冷却器之间及其联管、油泵和其他配套件应紧固牢靠, 防止运输时松动。

8.2.3 控制箱应防止雨雪侵入。

8.2.4 包装标志应有“向上”、“吊起”、“开启”图案, 图案应符合GB/T 191的规定。

8.3 技术文件

随产品出厂应有以下技术文件:

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证明书;
- c) 安装使用说明书;
- d) 控制箱原理图、安装接线图和外形尺寸图; 油泵等配套件使用说明书;
- e) 冷却器配套件说明书。

8.4 运输及贮存

冷却器运输及贮存按如下要求:

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