



中华人民共和国国家标准

GB/T 1094.12—2013
代替 GB/T 17211—1998

电力变压器 第 12 部分：干式电力变压器负载导则

Power transformers—
Part 12: Loading guide for dry-type power transformers

(IEC 60076-12:2008, MOD)

2013-12-17 发布

2014-04-09 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 超铭牌额定值负载运行的影响	2
4.1 概述	2
4.2 一般后果	2
4.3 短期急救负载的影响和危害	2
4.4 长期急救负载的影响	2
5 老化和变压器绝缘寿命	3
5.1 概述	3
5.2 寿命	3
5.3 稳定连续负载和温度间的关系	4
5.4 热老化率	4
5.5 寿命损失	4
5.6 稳态下的热点温度	5
5.7 假定的热点系数	5
5.8 在不同的环境温度和负载条件下的热点温升	5
5.9 负载公式	5
5.10 绕组时间常数的确定	6
5.11 根据经验常数确定绕组时间常数	7
5.12 负载能力计算	7
6 限制	9
6.1 电流和温度限制	9
6.2 其他限制	9
附录 A (资料性附录) 老化率	10
A.1 负载能力	10
A.2 分子结构	10
A.3 参考文献	13
附录 B (资料性附录) 三种负载模式下的寿命损失示例	14
B.1 例一:恒定温度下的负载	14
B.2 例二:持续时间为 t_1 的负载电流 I_1 和紧接着持续时间为 t_2 的负载电流 I_u	14
B.3 例三:变化的负载电流	17
附录 C (资料性附录) 符号表	21
C.1 符号表	21
参考文献	23

前 言

GB 1094《电力变压器》目前包含了下列几部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：液浸式变压器的温升；
- 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙；
- 第 4 部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则；
- 第 5 部分：承受短路的能力；
- 第 6 部分：电抗器；
- 第 7 部分：油浸式电力变压器负载导则；
- 第 10 部分：声级测定；
- 第 10.1 部分：声级测定 应用导则；
- 第 11 部分：干式变压器；
- 第 12 部分：干式电力变压器负载导则；
- 第 14 部分：采用高温绝缘材料的液浸式变压器的设计 and 应用；
- 第 16 部分：风力发电用变压器。

本部分为 GB 1094 的第 12 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 17211—1998《干式电力变压器负载导则》。GB/T 17211—1998 对应的 IEC 标准代号为 IEC 60905:1987。由于 IEC 有关电力变压器的标准代号现均调整为 IEC 60076 系列，为了与 IEC 的标准代号相协调且使用方便，本次修订也将标准代号按新 IEC 标准系列进行了调整。

本部分与 GB/T 17211—1998 相比，主要技术变化如下：

- 按照 GB/T 1.1—2009 的规定，对标准结构进行了调整。其中，增加了“规范性引用文件”、“术语和定义”章节，并将原“符号”章调整为附录 C；
- 标准适用范围增加强迫风冷干式变压器，并增加了“强迫风冷”冷却方式下干式变压器热点温升的计算方法；
- 增加了变压器超铭牌运行危险的说明；
- 明确了假定老化引起的绝缘失效是变压器寿命终结的原因、假定老化率随温度的变化符合阿伦尼乌斯定律，并进一步假定绝缘系统温度每增加 6 K，老化率加倍；
- 增加了铜和铝导体绕组时间常数的计算方法和试验方法。在计算方法中，采用了不同于以往经验的绕组材料比热容数据；
- 增加了依据经验常数确定时间常数的方法；
- 正文中删除了选择负载曲线的实例；
- 增加户外环境条件以及外壳对变压器运行影响的说明；
- 增加附录 A“老化率”。该附录对固体绝缘材料的老化率和“热量”的关系进行了介绍，并介绍了基于阿伦尼乌斯定律的耐热特性分析；
- 增加附录 B：“三种负载模式下的寿命损失示例”。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60076-12:2008《电力变压器 第 12 部分：干式电力变压器负载导则》。

本部分与 IEC 60076-12:2008 的技术性差异及其原因如下：

- 为适应我国的技术条件,在规范性引用文件中用修改采用国际标准的 GB 1094.11 代替 IEC 60076-11;
- 为符合我国的实际情况,在 5.10.2 中,将绕组的有效热容量计算公式中环氧材料的比热容数值 $24.5 \text{ W} \cdot \text{min}/(\text{K} \cdot \text{kg})$ 和 $0.408 \text{ W} \cdot \text{h}/(\text{K} \cdot \text{kg})$ 分别用符号 C1 和 C2 代替,同时增加了对 C1 和 C2 的说明,并用“注 2:在 IEC 60076-12:2008 中,C1 为 $24.5 \text{ W} \cdot \text{min}/(\text{K} \cdot \text{kg})$,C2 为 $0.408 \text{ W} \cdot \text{h}/(\text{K} \cdot \text{kg})$ ”代替 IEC 标准的“注 2:绕组也可以使用其他绝缘材料和环氧材料。对此类变压器,相应的比热值 $24.5 \text{ W} \cdot \text{min}/(\text{K} \cdot \text{kg})$ 或 $0.408 \text{ W} \cdot \text{h}/(\text{K} \cdot \text{kg})$ 可用制造方的经验数据来代替”。

为便于使用,本部分对 IEC 60076-12:2008 还做了下列编辑性修改:

- 引言中,增加了“为便于使用,本部分在附录 B 中给出了三种负载模式下的寿命损失计算示例,并在附录 C 中给出了符号表”;
- 对表 3 的格式进行了调整;
- 删除表 B.2 中最右侧 4 列的内容;
- 附录 C 中增加了符号 C1 和 C2。

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这些专利的责任。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国变压器标准化技术委员会(SAC/TC 44)归口。

本部分起草单位:沈阳变压器研究院股份有限公司、顺特电气设备有限公司、吉林省电力科学研究院、明珠电气有限公司、新华都特种电气股份有限公司、卧龙电气集团北京华泰变压器有限公司、中电电气集团有限公司、广州骏发电气有限公司、保定天威顺达变压器有限公司、广东海鸿变压器有限公司、中铁电气化局集团保定铁道变压器有限公司、天津市特变电工变压器有限公司。

本部分主要起草人:张显忠、刘燕、肖勋、敖明、蔡定国、石肃、何宝振、梁伟、樊建平、李占元、郭献清、由振忠、赵文忠。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 17211—1998。

引 言

本部分从运行温度和热老化的观点提供了干式电力变压器的规范和负载导则。它给出了超铭牌额定值负载导致的后果,并为设计人员选择新设备的恰当额定参数和负载条件提供了指导。

GB 1094.11 是合同的基础,包含了干式电力变压器在连续负载下的温升值的要求和温升试验。应注意的是,GB 1094.11 指的是绕组平均温升,而本部分主要指热点温度,且该值只做指导用。

本部分给出了一些数学模型,用来判断不同负载在不同的冷却介质温度下和该负载随时间周期变化或瞬时性变化的结果。该模型提供了变压器运行温度的计算方法,尤其是绕组热点温度。热点温度用于评估在特定时间段内的寿命损失。

本部分依据温度的计算结果或者测量结果推荐了允许的负载限值。这些推荐值涉及不同的负载情况——连续负载、短期和长期急救负载。附录 A 就老化规律进行了解释。

为便于使用,本部分在附录 B 中给出了三种负载模式下的寿命损失计算示例,并在附录 C 中给出了符号表。

电力变压器

第 12 部分：干式电力变压器负载导则

1 范围

GB 1094 的本部分适用于 GB 1094.11 规定范围内的干式变压器。本部分提供了干式变压器绝缘老化率和寿命损失的估算方法,该方法把变压器绝缘的老化率和寿命损失表示为变压器的运行温度、时间和负载的函数。

注：对于风力发电用变压器、电炉变压器、电焊机用变压器等特殊用途的变压器,制造方应参照相关特定负载曲线。

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 1094.11 电力变压器 第 11 部分:干式变压器(GB 1094.11—2007,IEC 60076-11:2004,MOD)

GB/T 11026.1 电气绝缘材料 耐热性 第 1 部分:老化程序和试验结果的评定(GB/T 11026.1—2003,IEC 60216-1:2001,IDT)

GB/T 18494.1—2001 变流变压器 第 1 部分:工业用变流变压器(IEC 61378-1:1997,IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

长期急救负载 long-time emergency loading

由于系统中某些设备长时间退出运行而引起的一种负载方式,在变压器达到一个新的、较高的稳态温度之前,这些设备不会重新投入运行。

3.2

短期急救负载 short-time emergency loading

由于系统中发生了一个或多个事故,严重干扰了系统的正常负载分配,从而产生的暂态(小于绕组的一个时间常数)严重过负载。

3.3

热点 hot-spot

若无另行规定,“热点”指各绕组中的最热点。

3.4

相对热老化率 relative thermal ageing rate

在给定的热点温度下,与参考热点温度下的绝缘老化率相比,变压器的绝缘老化呈降低或加快的速率。

3.5

变压器绝缘寿命 transformer insulation life time

从绝缘起始状态(即通常认为绝缘是新的)到正常运行中由于热老化、绝缘场强、短路应力或机械位移而导致电气故障危险高发的最终状态之间的全部时间。