



中华人民共和国国家标准

GB/T 1094.14—2022

代替 GB/Z 1094.14—2011

电力变压器 第14部分：采用高温 绝缘材料的液浸式电力变压器

Power transformer—Part 14: Liquid-immersed power transformer
using high-temperature insulation materials

(IEC 60076-14:2013, MOD)

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 力 变 压 器 第 14 部 分：采 用 高 温
绝 缘 材 料 的 液 浸 式 电 力 变 压 器

GB/T 1094.14—2022

*

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 (100029)
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址：www.spc.org.cn

服 务 热 线：400-168-0010

2022 年 3 月 第 一 版

*

书 号：155066·1-69786

版 权 专 有 侵 权 必 究

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	2
4 绝缘系统	4
5 温升限值	9
6 部件和材料	11
7 设计时的特殊考虑	11
8 需要的信息	15
9 铭牌及补充信息	15
10 试验	16
11 监视、诊断和维护	18
附录 A (资料性) 绝缘材料	20
附录 B (资料性) 温度的快速上升与气泡生成	26
附录 C (资料性) 酯类绝缘液体和纤维素	29
附录 D (规范性) 绝缘系统代码编制	45
参考文献	47
图 1 半混合绝缘绕组示例	6
图 2 局部混合绝缘绕组示例	7
图 3 全混合绝缘绕组示例	8
图 4 高温绝缘绕组示例	9
图 5 导线对液体的温度梯度	12
图 6 局部混合绝缘系统绕组的温度修正曲线	17
图 A.1 耐热试验图例	22
图 B.1 气泡生成的温度曲线	27
图 C.1 热改性纸在矿物油和天然酯液体中的老化后抗拉强度结果	30
图 C.2 热改性纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后抗拉强度复合结果	31
图 C.3 热改性纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后聚合度结果	32
图 C.4 热改性纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后聚合度复合结果	33
图 C.5 牛皮纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后抗拉强度结果	34
图 C.6 牛皮纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后抗拉强度复合结果	35

图 C.7	牛皮纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后聚合度结果	36
图 C.8	牛皮纸在矿物油和天然酯绝缘液体中热老化后聚合度复合结果	37
图 C.9	牛皮纸在 110 °C 的液体中老化 175 天的红外光谱图	39
图 C.10	热改性纸的热老化单位寿命曲线(最小二乘法拟合)	40
图 C.11	牛皮纸的热老化单位寿命曲线(最小二乘法拟合)	41
表 1	绝缘系统首选耐热等级	4
表 2	不同绝缘系统(绕组)的比较	5
表 3	混合绝缘系统变压器最高连续温升限值	10
表 4	高温绝缘系统变压器最高连续温升限值	10
表 5	混合绝缘系统变压器最大过载温度建议值	13
表 6	高温绝缘系统变压器最大过载温度建议值	14
表 A.1	固体绝缘材料的典型性能参数	20
表 A.2	导线绝缘的典型包敷材料	23
表 A.3	未用过的绝缘液体典型性能参数	24
表 C.1	水溶解度极限对纤维素水分含量减少的影响	38
表 C.2	热老化结果对比	40
表 C.3	酯/纤维素纸绝缘系统的最大温升	41
表 C.4	酯/纤维素纸绝缘系统的最高过载温度限值建议值	41

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。

本文件为 GB/T 1094《电力变压器》的第 14 部分。GB/T 1094 已经发布了以下部分：

- 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电力变压器；
- 第 15 部分：充气式电力变压器；
- 第 16 部分：风力发电用变压器；
- 第 18 部分：频率响应测量；
- 第 23 部分：直流偏磁抑制装置。

本文件代替 GB/Z 1094.14—2011《电力变压器 第 14 部分：采用高温绝缘材料的液浸式变压器的设计和应用》，与 GB/Z 1094.14—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 对规范性引用文件进行了调整(见第 2 章,2011 年版的第 2 章)；
- 对术语和定义进行了修改和完善(见第 3 章,2011 年版的第 3 章)；
- 绝缘系统的数量调整为三个：常规、混合和高温(见第 4 章,2011 年版的第 5 章)；
- 引入绕组定义来区分各类混合绝缘系统(见第 3 章、第 4 章和第 5 章,2011 年版的第 3 章、第 5 章和第 6 章)；
- 将均匀高温绝缘系统改为了高温绝缘系统(见第 4 章和第 5 章,2011 年版的第 5 章和第 6 章)；
- 对绝缘系统示例图进行了修改(见第 4 章,2011 年版的第 5 章)；
- 将与 GB/T 1094.7 对应的所有建议的温度限值在相应的表格中给出(见第 5 章和第 7 章,2011 年版的第 6 章和第 8 章)。

本文件使用重新起草法修改采用 IEC 60076-14:2013《电力变压器 第 14 部分：采用高温绝缘材料的液浸式电力变压器》。

本文件与 IEC 60076-14:2013 的技术性差异及原因如下：

- 第 1 章中增加了本文件所规范的主要技术内容；
- 关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 1094.1 代替了 IEC 60076-1、GB/T 1094.2 代替了

IEC 60076-2、GB/T 1094.5 代替了 IEC 60076-5、GB/T 1094.16 代替了 IEC 60076-16、GB 2536 代替了 IEC 60296、GB/T 4109 代替了 IEC 60137、GB/T 10230.1 代替了 IEC 60214-1、GB/T 18494.1 代替了 IEC 61378-1、GB/T 18494.2 代替了 IEC 61378-2、NB/SH/T 0945 代替了 IEC 61099；

- 增加引用了 NB/T 10199；

——将 IEC 原文 3.19 的术语和定义的内容调整到本文件 8.2.2 中，并将注 1 和注 2 的内容调整为正文；

——6.1 中增加了“天然酯应满足 NB/T 10199 的要求”，以符合我国的实际情况；

——D.2 的“D 部分：”列项中增加了“MV：中压绕组”，以符合我国的实际情况。

本文件还做了下列编辑性修改：

——用 GB/T 1094.7—2008 和 GB/T 11021—2014 分别代替了 IEC 60076-7 和 IEC 60085，并将其由规范性引用文件调整为参考文献；

——将 3.3 的“注 1：见 IEC 60085”调整为“[来源：GB/T 11021—2014, 3.11, 有修改]”；

——删除了 3.6 中的注 2；

——将图 A.1 说明中的 $R_2=0.9835$ 更正为 $R^2=0.9835$ ；

——将表 A.2 的数据用 GB/Z 1094.14—2011 中表 2 的内容代替；

——删除了 A.5 第 2 段第 1 句话“IEC 61100 提供了按照燃点和热值对绝缘液体进行分类的规则”；

——将表 A.3 的“天然酯”由第 6 行调整为第 5 行；

——将图 C.1 下边正文第 2 段中所提及的“图 C.4”更正为“图 C.6”；

——将 D.4 的示例 2 和示例 4 中的“第三绕组”调整为“中压绕组”；

——对参考文献进行了调整，删除了在正文未被引用的文件，将 IEC 60050 (all parts) 改为 IEC 60050-212:2010，增加了 IEEE C57.100 和 GB/T 1094.6。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国变压器标准化技术委员会(SAC/TC 44)归口。

本文件起草单位：国网河南省电力公司电力科学研究院、沈阳变压器研究院股份有限公司、中国电力科学研究院有限公司、广东中鹏电气有限公司、新华都特种电气股份有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、云南变压器电气股份有限公司、镇江天力变压器有限公司、特变电工沈阳变压器集团有限公司、正泰电气股份有限公司、山东电力设备有限公司、吴江变压器有限公司、广东康德威电气股份有限公司、成来电气科技有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、西安西电变压器有限责任公司、浙江江山变压器股份有限公司、卧龙电气银川变压器有限公司、重庆望变电气(集团)股份有限公司、杜邦(中国)研发管理有限公司。

本文件主要起草人：王吉、刘杰、蔡胜伟、张显忠、司学振、韩宝家、宗宝峰、杨涛、苏钟焕、杨宏伟、李云、马旭平、邓海生、张成飞、林灿华、王文光、郑国培、张栋、聂三元、姜振军、鲁玮、付刚、姚伟、徐帮恒、方明、陈荣勤。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

——2011 年首次发布为 GB/Z 1094.14—2011；

——本次为第一次修订。

引 言

电力变压器标准的制定,是为了给电力变压器建立一套最佳的评价准则,为电力变压器从生产材料选择、产品设计、产品生产、产品检验、产品选用及运行维护等方面所需的注意事项提供指导。GB/T 1094旨在确立适用于电力变压器的设计、制造、试验方法、运行维护等方面的遵循原则和相关规则,拟由14个部分构成。

- 第1部分:总则。目的在于确立适用于各类电力变压器设计制造和生产试验等所需要遵循的总体原则和相关规则。
- 第2部分:液浸式变压器的温升。目的在于确立适用于各类液浸式电力变压器有关温升方面的技术要求和试验方法。
- 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙。目的在于确立适用于各类液浸式电力变压器有关绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙方面的技术要求和绝缘试验方法。
- 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。目的在于确立适用于各类电力变压器和电抗器有关雷电冲击试验和操作冲击试验方面的技术要求和试验方法。
- 第5部分:承受短路的能力。目的在于确立适用于各类电力变压器有关承受短路能力方面的技术要求和承受短路能力试验方法。
- 第6部分:电抗器。目的在于确立适用于各类电抗器的技术要求和试验要求。
- 第7部分:油浸式电力变压器负载导则。目的在于对各类油浸式电力变压器有关带负载运行时提供指导。
- 第10部分:声级测定。目的在于确立适用于各类电力变压器和电抗器有关声级方面的技术要求和声级测定试验方法。
- 第10.1部分:声级测定 应用导则。目的在于对各类电力变压器和电抗器有关声级测定方面提供指导。
- 第11部分:干式变压器。目的在于确立适用于各类干式电力变压器的技术要求和试验要求。
- 第12部分:干式电力变压器负载导则。目的在于对各类干式电力变压器有关带负载运行时提供指导。
- 第14部分:采用高温绝缘材料的液浸式电力变压器。目的在于确立适用于各类采用高温绝缘材料的液浸式变压器的技术要求和试验要求。
- 第15部分:充气式电力变压器。目的在于确立适用于各类充气式电力变压器的技术要求和试验要求。
- 第16部分:风力发电用变压器。目的在于确立适用于各类风力发电用变压器的技术要求和试验要求。
- 第18部分:频率响应测量。目的在于确立适用于各类电力变压器有关频率响应方面的技术要求和频率响应测量试验方法。
- 第23部分:直流偏磁抑制装置。目的在于确立适用于各类直流偏磁抑制装置的技术要求和试验要求。

GB/T 1094通过14个部分明确了各类电力变压器和电抗器等产品的技术要求和试验要求,给出了具体的试验程序、试验方法及运行指导。通过确立各类产品明确的范围、术语、技术要求和试验方法等,让生产者、使用者及相关试验人员能够更加清晰、准确地进行操作,从而设计、制造高质量的产品,更好地促进贸易、交流和技术合作,并为我国电网的正常运行提供保障。

本文件对采用高温绝缘材料的液浸式变压器进行了标准化规定。作为一个系统,固体绝缘包括广泛的不同热性能材料。绝缘和冷却液体也各不相同,从矿物油到一些其他液体都有一定的热性能差异。

本文件并不是孤立的,而是建立在 GB/T 1094 系列的其他部分所提供的信息和导则的基础上。因此,本文件遵循两项指导原则。第一项原则是,液浸变压器是众所周知的,并在 GB/T 1094 系列的其他部分有很好的定义。因此,除非有引用价值,或为强调或比较的目的而适当的重复以外,本文件不再重复这些变压器的细节内容。

第二项原则是,在 GB/T 1094.2 所规定的温度范围内工作的常规液浸式变压器所使用的材料(通常为牛皮纸、纸板、木材、矿物油、油漆和清漆)是众所周知的,并被认为是传统的。所有其他绝缘材料,无论是固体还是液体,其热性能均高于传统绝缘系统中所使用的材料,都被认为是高温的。因此,为了便于比较,本文件中将传统绝缘系统定义为“常规”绝缘系统,并将这些传统绝缘系统的热极限作为参考,以说明其他高温系统之间的差异。

本文件同样对负载、过载、试验和组部件等进行了规定。筛选后的“常规”变压器的信息资料,仅用于比较或强调的目的。其他信息直接参考相关文件。

电力变压器 第 14 部分：采用高温 绝缘材料的液浸式电力变压器

1 范围

本文件规定了采用高温绝缘材料的液浸式电力变压器的术语和定义、绝缘系统、温升限值、部件和材料、设计时的特殊考虑、需要的信息、铭牌及补充信息、试验、监视、诊断和维护。

本文件适用于下列工作温度高于常规限值且采用高温绝缘材料或高温绝缘材料与常规绝缘材料相组合的液浸式变压器类产品：

- 符合 GB/T 1094.1 的电力变压器；
- 符合 GB/T 18494 系列标准的变流变压器；
- 符合 GB/T 1094.16 的风力发电用变压器；
- 电弧炉变压器；
- 符合 GB/T 1094.6 的电抗器。

采用高温绝缘材料的其他类型变压器和电抗器可参考本文件。

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 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则（GB/T 1094.1—2013，IEC 60076-1:2011，MOD）
- GB/T 1094.2 电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升（GB/T 1094.2—2013，IEC 60076-2:2011，MOD）
- GB/T 1094.5 电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力（GB/T 1094.5—2008，IEC 60076-5:2006，MOD）
- GB/T 1094.16 电力变压器 第 16 部分：风力发电用变压器（GB/T 1094.16—2013，IEC 60076-16:2011，MOD）
- 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 2536—2011，IEC 60296:2003，MOD）
- GB/T 4109 交流电压高于 1 000 V 的绝缘套管（GB/T 4109—2008，IEC 60137 Ed 6.0，MOD）
- GB/T 10230.1 分接开关 第 1 部分：性能要求和试验方法（GB/T 10230.1—2019，IEC 60241-1:2014，MOD）
- GB/T 18494.1 变流变压器 第 1 部分：工业用变流变压器（GB/T 18494.1—2014，IEC 61378-1:2011，MOD）
- GB/T 18494.2 变流变压器 第 2 部分：高压直流输电用换流变压器（GB/T 18494.2—2022，IEC/IEEE 60076-57-129:2017，MOD）
- GB/T 21218 电气用未使用过的硅绝缘液体（GB/T 21218—2007，IEC 60836:2005，IDT）
- NB/SH/T 0945 合成有机酯型电气绝缘液（NB/SH/T 0945—2017，IEC 61099:2010，MOD）