



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 1094.20—2026

电力变压器 第 20 部分：能效

Power transformers—Part 20: Energy efficiency

(IEC TS 60076-20:2017, MOD)

2026-07-02 发布

国家市场监督管理总局
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 效率及效率指标计算..... 2

5 能效规范..... 4

6 能效水平..... 4

7 偏差..... 24

附录 A（规范性） 损耗评价..... 25

参考文献..... 30

图 A.1 负载状况..... 27

表 1 6 kV、10 kV 级三相双绕组无励磁调压配电变压器的能效..... 4

表 2 6 kV、10 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 5

表 3 6 kV、10 kV 级三相双绕组有载调压配电变压器的能效..... 5

表 4 6 kV、10 kV 级单相双绕组无励磁调压配电变压器的能效..... 6

表 5 20 kV 级三相双绕组无励磁调压配电变压器的能效..... 6

表 6 20 kV 级单相双绕组无励磁调压配电变压器的能效..... 7

表 7 35 kV 级三相双绕组无励磁调压配电变压器的能效..... 8

表 8 35 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 8

表 9 35 kV 级三相双绕组有载调压电力变压器的能效..... 9

表 10 66 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 9

表 11 66 kV 级三相双绕组有载调压电力变压器的能效..... 10

表 12 110 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 11

表 13 110 kV 级三相三绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 11

表 14 110 kV 级三相双绕组有载调压电力变压器的能效..... 12

表 15 110 kV 级三相三绕组有载调压电力变压器的能效..... 12

表 16 110 kV 级三相双绕组低压为 35 kV 级无励磁调压电力变压器的能效..... 12

表 17 220 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 13

表 18 220 kV 级三相三绕组无励磁调压电力变压器的能效..... 13

表 19 220 kV 级三相双绕组低压为 66 kV 级无励磁调压电力变压器的能效..... 14

表 20 220 kV 级三相三绕组无励磁调压自耦电力变压器的能效.....14

表 21 220 kV 级三相双绕组有载调压电力变压器的能效.....15

表 22 220 kV 级三相三绕组有载调压电力变压器的能效.....15

表 23 220 kV 级三相三绕组有载调压自耦电力变压器的能效.....15

表 24 330 kV 级三相双绕组无励磁调压电力变压器的能效.....16

表 25 330 kV 级三相三绕组无励磁调压电力变压器的能效.....16

表 26 330 kV 级三相三绕组无励磁调压自耦电力变压器(串联绕组末端调压)的能效.....16

表 27 330 kV 级三相三绕组有载调压自耦电力变压器(串联绕组末端调压)的能效.....16

表 28 330 kV 级三相三绕组有载调压自耦电力变压器(中压 110 kV 级线端调压)的能效.....17

表 29 330 kV 级三相三绕组无励磁调压自耦电力变压器(中压 220 kV 级线端调压)的能效.....17

表 30 330 kV 级三相三绕组有载调压自耦电力变压器(中压 220 kV 级线端调压)的能效.....17

表 31 500 kV 级单相双绕组电力变压器的能效.....18

表 32 500 kV 级三相双绕组电力变压器的能效.....18

表 33 500 kV 级单相三绕组无励磁调压自耦电力变压器(中压线端调压)的能效.....19

表 34 500 kV 级单相三绕组有载调压自耦电力变压器(中压线端调压)的能效.....19

表 35 750 kV 级单相双绕组电力变压器的能效.....19

表 36 750 kV 级三相双绕组电力变压器的能效.....19

表 37 750 kV 级单相三绕组自耦电力变压器的能效.....19

表 38 1 000 kV 级单相双绕组无励磁调压电力变压器的能效.....20

表 39 1 000 kV 级单相三绕组无励磁调压自耦电力变压器(中性点调压)的能效.....20

表 40 1 000 kV 级单相三绕组有载调压自耦电力变压器(中性点调压)的能效.....20

表 41 6 kV、10 kV 级无励磁调压干式配电变压器的能效.....20

表 42 6 kV、10 kV 级无励磁调压干式电力变压器的能效.....21

表 43 6 kV、10 kV 级有载调压干式配电变压器的能效.....22

表 44 20 kV 级无励磁调压干式配电变压器的能效.....22

表 45 35 kV 级无励磁调压干式配电变压器的能效.....23

表 46 35 kV 级无励磁调压干式电力变压器的能效.....23

表 47 35 kV 级有载调压干式电力变压器的能效.....24

前 言

本文件为规范类指导性技术文件。

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。

本文件是 GB/T(Z) 1094《电力变压器》的第20部分。GB/T(Z) 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101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20部分：能效；
- 第23部分：直流偏磁抑制装置。

本文件修改采用 IEC TS 60076-20:2017《电力变压器 第20部分：能效》，文件类型由 IEC 的技术规范调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件与 IEC TS 60076-20:2017 相比做了下述结构调整：

- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的 3.4 和 3.7，其他条编号相应前移；
- 4.1 对应 IEC TS 60076-20:2017 的 4.1、4.2；
- 4.2 对应 IEC TS 60076-20:2017 的 4.3.1；
- 4.3 对应 IEC TS 60076-20:2017 的 4.3.2；
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的 4.4；
- 6.2 对应 IEC TS 60076-20:2017 的 6.2.1；
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的表 1～表 13，重新编制了表 1～表 47；
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的 6.2.2、6.2.3；
- 6.3 对应 IEC TS 60076-20:2017 的 6.3.1；
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的 6.3.2、6.3.3；
- 第7章对应 IEC TS 60076-20:2017 的 7.1～7.3；
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的附录 B 和附录 C。

本文件与 IEC TS 60076-20:2017 的技术差异及其原因如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 1094.1 和 GB/T 1094.2 分别替换了 IEC 60076-1 和 IEC 60076-2

- (见第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 7 章),以适应我国的实际情况;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 1094.11 替换了 IEC 60076-11,并将其由资料性引用调整为规范性引用(见第 3 章),以适应我国的实际情况;
- 删除了“效率指标法 A”和“输出视在功率”的术语和定义,将 3.3 的“效率指标法 A”及“EI_A”调整为“效率指标”及“EI”(见第 3 章),以适应我国的实际情况;
- 更改了 4.1、4.2 和 4.3 的内容(见第 4 章),以适应我国的实际情况;
- 删除了 4.4 中有关“方法 B”的相关内容,以适应我国的实际情况;
- 更改了变压器的能效规定方法,仅采用最小 PEI 的方法,删除了“最大负载损耗和最大空载损耗”以及“负载系数为 50% 时的最小效率指标 EI_{B50}”的内容(见第 5 章),以适应我国的实际情况;
- 更改了产品的能效指标要求(见第 6 章),以适应我国的实际情况;
- 删除了 IEC TS 60076-20:2017 的表 1~表 13,基于 GB/T 6451—2023 和 GB/T 10228—2023 重新编制了表 1~表 47(见第 6 章),以适应我国的实际情况;
- 删除了损耗偏差的有关内容(见第 7 章),以适应我国的实际情况;
- 附录 A 由资料性附录调整为规范性附录,以完善技术内容。

本文件做了下列编辑性改动:

- 调整了第 1 章的范围(见第 1 章);
- 第 3 章引导语中删除了 ISO、IEC 的术语数据库网址(见第 3 章);
- 更正了式(A.1)(见附录 A);
- 将 A.3.3 中式(A.7)的符号说明由“见式(A.5)”更正为“见式(A.6)”(见附录 A);
- 更正了式(A.9)(见附录 A);
- 删除了 A.3.5 中“公式可简化为式(A.10)”,并更正了 IEC 原文的错误(见附录 A);
- 删除了资料性附录“基于全球实践调查的效率”和“日本方法”;
- 调整了参考文献,删除了 IEC 60076-16、IEC 60076-19、IEC 61378-1、IEC 61869-1、EN 50329、IEEE C57.12.80、JIC C 4304、JIC C 4306、10 CRF 431.196,用 GB/T 3859(所有部分)、GB/T 18494(所有部分)分别替换了资料性引用的 IEC 60146(所有部分)、IEC 61378(所有部分),新增了 GB/T 1094.6—2011、GB/T 6451—2023、GB/T 10228—2023。

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:沈阳变压器研究院有限公司、特变电工沈阳变压器集团有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、东盟电气集团南京股份有限公司、浙江江山变压器股份有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、顺特电气设备有限公司、常州西电变压器有限责任公司、江苏华鹏变压器有限公司、成都西电中特电气有限公司、山东电力设备有限公司、明珠电气股份有限公司、广西南宝特电气制造有限公司、中电电气(江苏)变压器制造有限公司、上海置信电气非晶有限公司、湖南华夏特变股份有限公司、弘乐集团有限公司、西电济南变压器股份有限公司、特变电工股份有限公司新疆变压器厂、海鸿电气有限公司、宁波奥克斯智能科技股份有限公司、红光电气集团有限公司、河北正飞电气设备科技有限公司、东方电子股份有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院。

本文件主要起草人:高敏华、王健、王贵娟、何晨豪、姜振军、陈邦海、刘立强、聂云海、李猛、庄杰、全晓文、韩克俊、蔡定国、黎斌、李宁、施闻博、张喜明、冯锦刚、吴则禹、刘波、梁庆宁、郭伟强、王火勇、吴喜文、袁可道、王欣盛、赵春明、林春耀。

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(Z) 1094《电力变压器》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 17 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。目的在于从运行温度和热老化角度对各类矿物油浸渍式电力变压器的负载情况提供指导。
- 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测定方面的技术要求和试验方法。
- 第 101 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应用方面提供指导。
- 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电力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试验方法。
- 第 20 部分:能效。目的在于确立适用于各类电力变压器的能效评估方法及能效水平。
- 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(Z) 1094 通过 17 个部分明确了各类电力变压器和电抗器等产品的技术内容,给出了具体的能效水平、技术要求、试验项目、试验程序、试验方法及运行指导等。通过确立各类产品明确的范围、术语、技术要求和试验要求等,让生产者、使用者及相关试验人员能更加清晰、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。

编写本文件的原因是需要节约能源并减少温室气体的排放。本文件的目的是提高变压器的平均能效水平。

本文件提供了根据适用的负载和运行条件来规定变压器适当能效水平的方法,还提供了在损耗与其他资源的使用之间达成普遍可接受的平衡时的最低效率值。

本文件规定了电力变压器的能效指标——峰值效率指标(PEI)。参考 GB/T 6451—2023 和 GB/T 10228—2023 中所规定的性能参数,给出了油浸式变压器和干式变压器推荐的最小 PEI。

能效并不是选择变压器的唯一依据。在确定最适合预期应用的变压器时,总资本和预计的使用寿命以及维护成本也是重要的考虑因素,并且在考虑变压器的使用寿命时,可能会选择更经济的解决方案。

最小 PEI 仅为变压器的效率设定了一个下限,购买变压器时,使用总拥有成本(TCO)评价法对选择具有最佳经济合理能效水平的变压器至关重要。峰值效率指标(PEI)是需要与总拥有成本(TCO)方法或任何其他指定负载系数的方法结合使用的。

电力变压器 第 20 部分：能效

1 范围

本文件规定了电力变压器的能效指标,给出了能效计算方法以及能效限定值。

本文件适用于 GB/T 1094.1 和 GB/T 1094.11 范围内的电力变压器。

第 6 章中给出的能效水平不适用于以下变压器:

- GB/T 18494(所有部分)和 GB/T 3859(所有部分)中所述的用于大电流整流器的变压器;
- 电炉变压器;
- 海上变压器;

注 1: 安装在固定或浮动的海上平台、海上风力发电机或船上的变压器。

- 应急或临时移动装置用变压器;

注 2: 设计的变压器仅在正常电源因意外事故(如故障或电站翻新)而中断的特定的有限时间内使用,但不用于永久升级现有变电站。

- 电气化铁路牵引变电所用牵引变压器;
- 接地变压器(GB/T 1094.6—2011 中 3.1.10 所定义的);
- 移相变压器;
- 海底变压器;
- 启动、试验和焊接变压器;
- 起动变压器,专门设计用于起动三相感应电动机,以消除电源电压骤降;

注 3: 例如,在正常运行期间断电,用于启动旋转电机的变压器。

- 专为防爆和地下采矿应用而设计的变压器;
- 充气式变压器;
- 由于不可避免的尺寸和重量限制而无法满足能效要求的变压器。

注 4: 由于机车车辆应用不可避免的重量和尺寸限制,该定义包括所有机车车辆牵引变压器,无论频率如何(如 16.7 Hz、25 Hz、50 Hz 和 60 Hz)。

本文件中的“变压器”包括独立绕组变压器和自耦变压器。

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 1094.11 电力变压器 第 11 部分:干式变压器(GB/T 1094.11—2022,IEC 60076-11:2018,MOD)

3 术语和定义

GB/T 1094.1 和 GB/T 1094.11 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。