

附件 2

《高阻抗电力变压器能效分级及评定方法》 行业标准编制说明

(征求意见稿)

《高阻抗电力变压器能效分级及评定方法》标准工作组
2025年9月

一、 标准工作简况

（一）任务来源

本项目是根据工业和信息化部办公厅《关于印发 2025 年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2025〕84 号）要求立项，计划编号 2025-0029T-JB，项目名称“高阻抗电力变压器能效分级及评定方法”。

（二）编制标准的目的与意义

1、产业发展现状

高阻抗电力变压器作为一种应用于国内三大主要电网公司（国家电网、南方电网、内蒙电网）的高抗短路能力变压器产品，近十年来已得到迅猛发展，目前实际已成为 110kV 及以上电力变压器的主流产品，占比约 70%。

2、发展趋势

相比常规阻抗的电力变压器，高阻抗电力变压器在降低绕组本身及外部线路端子的短路电流，从而在提升产品本身短路承受能力及降低与之连接的高低压开关、断路器短路电流大小等方面具有显著的优势，高阻抗变压器近年来在国内外电网中获得了日益广泛的应用，并逐步成为主流的电力变压器类别之一。

3、标准制定目的

高阻抗电力变压器具有强漏磁的特征，这使得产品内部金属结构件的杂散损耗、绕组涡流损耗较大。尤其是三绕组高阻抗电

力变压器，其高低损耗、中低损耗相对较大，联合运行损耗一般远高于高中负载损耗，其在实际运行时的能耗相对较高。

GB 20052《电力变压器能效限定值及能效等级》未完全覆盖全部的高阻抗变压器，因此，部分高阻抗电力变压器的能效评定缺乏标准依据。本文件规定了高阻抗电力变压器的能效等级，填补了高阻抗电力变压器能效分级的空白，也可以作为相关方进行产品设计、选型及能效评定的依据。

4、标准制定意义

高阻抗电力变压器能效标准的制定，可填补GB 20052能效标准的空白。一方面，使高阻抗电力变压器能效评定有标准可依据，另一方面，将大大促进高能效高阻抗电力变压器的普及应用。

高能效高阻抗电力变压器具有低损耗的特点。在经济性方面，将大大降低用户的全生命周期的运行成本；在环境及社会效益方面，将大大减少产品的能耗，减少碳排放。

从标准制定的源头，促进高能效高阻抗变压器的应用，不仅十分契合目前国家有关部委大力倡导与要求的节能环保政策，也是电力领域双碳政策落地实施的重要抓手。

二、 标准制定的依据与原则

1) 本标准按照 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》给出的要求起草。

2) 本标准以制定方式进行起草。

3) 本标准规范性引用文件的版本为最新版本。

4) 本标准为了保证其有效性，满足生产需要，所采用的数据均为一线变压器厂家长时间生产过程中总结得出，具有广泛的指导意义，使本标准具有很高的科学性、先进性和可操作性。

三、 标准编制的主要过程

(一) 标准制定基础

本标准具有团标工作基础，于 2024 年 3 月 7 日中国机械工业联合会下达的《关于印发 2024 年第一批中国机械工业联合会团体标准制修订计划的通知》（机械标〔2024〕55 号）的要求，计划项目编号：20240112，项目名称：高阻抗电力变压器能效等级，任务为制定。主要起草单位：机械工业技术发展基金会、沈阳变压器研究院有限公司、正泰电气股份有限公司等，经过一年的标准制定工作，已于 2025 年 6 月发布 T/CMIF 284-2025 《高阻抗电力变压器能效等级》。

(二) 标准制定工作的启动及确定工作大纲。

2025 年 6 月 5 日，机械工业技术发展基金会（机械工业节能与资源利用中心）联合沈阳变压器研究院有限公司在陕西西安召开《高阻抗电力变压器能效分级及评定方法》行业标准启动会。来自用户单位、主要制造、产业链企业和协会代表 40 余人参加了会议。此次会议组建了标准起草工作组，讨论确定标准制定原

则和工作技术路线，并明确工作分工和工作大纲。

2025年7~8月，主编单位收集专家建议并统稿，形成标准讨论稿。

（三）标准工作会

2025年9月9日，机械工业技术发展基金会（机械工业节能与资源利用中心）联合沈阳变压器研究院有限公司在河北保定召开《高阻抗电力变压器能效分级及评定方法》行业标准工作会。来自用户单位、主要制造、产业链企业和协会代表50余人参加会议。此次会议，与会专家对标准讨论稿展开了充分讨论，形成了征求意见稿。

2025年9月，向工业和信息化部机械工业节能技术装备行业标准化工作组提交标准征求意见稿和编制说明。

工作分工：机械工业技术发展基金会（机械工业节能与资源利用中心）和沈阳变压器研究院有限公司作为牵头单位全面协调标准起草工作，并负责对各阶段标准的审核。机械工业技术发展基金会和正泰电气股份有限公司等单位负责本标准的具体起草与编写、收集检测报告，进行分工验证等工作。

（四）数据支撑来源

起草单位中正泰电气股份有限公司、沈阳变压器研究院股份有限公司等企业长期从事电力变压器及其相关设备的研发、生产和销售，也是诸多变压器产品相关的国家、行业标准制修订单位，

对电力变压器的产品能效设计、管控有着丰富的经验。

在该标准的制定过程中，主要起草单位人员参考了 GB 20052 《电力变压器能效限定值及能效等级》、GB/T 1094.1 《电力变压器 第 1 部分：总则》、GB/T 1094.2 《电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升》、GB/T 1094.3 《电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》、GB/T 1094.5 《电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力》、GB/T 6451 《油浸式电力变压器技术参数和要求》、JB/T 501 《电力变压器试验导则》、IEC TS 60076-20:2017 《power transformers-Part 20:Energy efficiency》、T/31SEAMTA000006 《高阻抗电力变压器》和 T/CEC 291.6 《天然酯绝缘油电力变压器》等相关条款的要求，并考虑在高阻抗电力变压器的能效要求、三绕组变压器的联合运行损耗以及 25MVA-700MVA 电力变压器的 PEI 值作了明确规定，从而形成了本标准。

本标准通过征集行业主流制造企业、电网用户的设计、制造、试验经验数据，结合专业的电磁计算软件，多企业分工验证，确定本标准数据科学、准确。

四、 本标准制定工作的主要内容

本文件界定了高阻抗电力变压器的术语和定义，规定了能效等级，描述了试验方法。本文件适用于额定频率为 50Hz，额定容量为 25000kVA 及以上，电压等级为 35kV~750kV 的液浸式

高阻抗电力变压器能效的测定和能效等级分级。

本文件参照 IEC TS 60076-20 引入了峰值效率指数（PEI）的概念以及按 PEI 划分能效等级的方法。具体采用何种方法（确定的空、负载损耗限值或最小 PEI 值）评定变压器的能效等级，由供应商和用户协商确定。当采用最小 PEI 值评定变压器能效等级时，用户应在招标阶段确定损耗评价值。

基于高阻抗电力变压器的运行特点，部分产品内部金属结构件的杂散损耗、绕组涡流损耗较大，尤其是三绕组高阻抗电力变压器，其高低损耗、中低损耗相对较大，联合运行损耗一般远高于高中负载损耗，实际运行时能耗相对较高。本文件在附录 A 中给出三绕组电力变压器联合运行损耗计算的公式，损耗计算结果通过损耗仿真完成验证，在附录 B 中提供了高中损耗、高低损耗和中低损耗的参考限值，可一定程度上约束变压器联合运行损耗的大小，进而能有效地降低产品在实际运行中的能耗，促进产品低碳节能。

五、 主要试验（或验证）情况

本标准制定后，工作组对行业企业进行了充分调研，组织正泰电气、中国电科院、南网电科院、山东电工、天威保变、特变沈变、三变科技、吴江变、日立能源、常州太平洋等单位分别进行了核算、验证。

本标准制定后，多个参与单位进行了样机试制、订单产品验

证，并邀请了独立的第三方单位进行型式试验见证、确认，出具的符合按照相关试验标准执行，满足国家标准要求的试验报告。经审核，试验数据真实、可信，与本标准要求一致。

根据各家单位反馈的信息，标准起草工作组认为，本标准中所列出的各项技术指标科学合理、试验方法科学可行，验证数据真实可靠，表明本标准规定的主要技术指标具有真实性、先进性和合理性，可以指导高阻抗电力变压器的能效设计、制造和使用等相关工作，对助力国家双碳目标的达成，具有积极意义。

六、 标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

七、 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

高阻抗电力变压器能效标准的制定，可填补高阻抗电力变压器能效标准的空白。一方面，新标准使高阻抗电力变压器能效评定有标准可依据，另一方面，将大大促进高能效高阻抗电力变压器的普及应用。在经济性方面，将大大降低用户的全生命周期的运行成本；在环境及社会效益方面，将大大减少产品的能耗，减少碳排放。

从标准制定的源头，促进高能效高阻抗变压器的应用，不仅十分契合目前国家有关部委大力倡导与要求的节能环保政策，也是电力领域双碳政策落地实施的重要抓手。

八、 与国际、国外同类标准的对比情况

《高阻抗电力变压器能效等级》标准的制定，填补了高阻抗电力变压器能效分级的空白，本标准与 GB 20052-2024《电力变压器能效限定值及能效等级》协调一致，与国内现有相关标准不冲突、不重复，而是协调配套、有机统一的。

GB 20052-2024《电力变压器能效限定值及能效等级》中未完全覆盖高阻抗电力变压器，没有高阻抗电力变压器对应的能效标准。表 1 列出与 GB 20052-2024《电力变压器能效限定值及能效等级》标准的差异情况：

表 1 主要差异对比表

序号	GB 20052-2024 标准条款	本标准	主要差异
1	表 3	表 1	GB 20052-2024 针对 35kV 变压器阻抗适用范围为 7%-10%，而本标准的适用范围 12%-24%。适用于阻抗更大的电力变压器。
2	表 5,6	表 2	GB 20052-2024 针对 66kV 变压器阻抗适用范围为 8%-12%，而本标准的适用范围 12%-24%。适用于阻抗更大的电力变压器。
3	表 7,8	表 3	GB 20052-2024 针对双绕组 110kV 变压器阻抗适用范围为 10.5%-14%，而本标准的适用范围 18%-28%。
4	表 3,16	表 4,5	三绕组 220kV 电力变压器阻抗要求范围存在差异
5	表 20~24 表 27,28	表 6,7	阻抗要求范围存在差异

6	/	表 8	本标准新增
7	/	条款 5.3	本标准新增
8	/	附录 A	本标准新增，三绕组电力变压器联合运行损耗的近似计算方法
9	/	附录 B	本标准新增，提供了参考的联合运行损耗值，并进行能效分级。

本标准目前没有对应的国际标准或国外先进标准，故标准制定时不考虑采标。

九、 重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

十、 标准性质的建议说明

本标准为推荐性国家标准。

十一、 贯彻标准的要求和措施建议

1.本标准建议在批准通过后实施。

2.加大标准贯彻实施力度。加强标准宣贯，行业协会、第三方机构等通过组织交流会等方式加强标准的培训宣贯。针对重点制造企业、设计院、用户行业，充分发挥第三方服务机构的作用，通过编制培训教材、开展现场培训、建设网上培训平台等手段，加强对节能诊断和管理人员的培训。

十二、 废止现行有关标准的建议

无。

十三、 其他应予说明的事项

无。