

电气化铁路变电所用变压器新旧标准 差异分析

郑世欣

(甘肃电器科学研究院)

摘要： TB/T 2887—2022《电气化铁路变电所用变压器》于2022年1月19日经国家铁路局批准发布，2022年8月1日正式实施。新标准合并修订TB/T 2886—1998和TB/T 2887—1998。本文重点对新标准在变压器产品性能参数、试验方法、检验规则等方面的主要技术修订内容进行整理分析，为电气化铁路变电所用变压器的研发设计、生产制造及检测认证提供参考，引导用户正确使用新标准。

关键词： 电气化铁路变电所用变压器；性能参数；试验方法；检验规则

2024.01.DQGY
44

0 引言

电气化铁路变电所用变压器（以下简称变压器）新版标准TB/T 2887—2022已发布实施，代替TB/T 2886—1998《电气化铁道27.5kV，55kV级油浸式斯科特联接变压器技术条件》和TB/T 2887—1998《铁道专用27.5kV级油浸式电力变压器技术参数和要求》。相比旧标准，新标准根据变压器产品技术的最新发展和对于产品可靠性、能效、环境因素等方面的研究，对适用范围、斯科特联结定义、27.5kV/55kV级矿物油斯科特接线变压器的性能参数、27.5kV级单相/三相矿物油变压器的性能参数、试验方法、检验规则以及标志、起吊、包装、运输和储存做出修订，同时新增了产品分类、油浸式变压器的绝缘配合、干式变压器的使用条件与绝缘配合以及性能参数和技术要求相关内容。

1 新标准的主要技术修订内容

1.1 常规修订内容

1) 更改了适用范围。新标准适用于电气化铁路变电所用额定容量10kVA及以上，额定频率为50Hz，电压等级为27.5kV级单相、三相油浸式配电变压器，27.5kV级单相、三相干式配电变压器，27.5kV级、55kV级三相油浸式电力变压器。

2) 增加了规范性引用文件。根据适用范围的调整，增补GB/T4208《外壳防护等级（IP代码）》、GB/T6451《油浸式电力变压器技术参数和要求》、JB/T501《电力变压器试验导则》等，其中试验方法部分大量引用了JB/T501。

3) 更改了斯科特联结定义。新标准中对斯科特联结的释义为：变压器绕组进行T形联结的一种方法，以使三相电压变为两相电压或两相电压变为三相电压。通过对该术语的补充和完善，使新标准更符合变压器产品的实际工况，有助于试验技术人员准确地理解、掌握标准，提高试验的准确性、科学性。

4) 增加了产品分类的内容。新标准中对电气化铁路变电所用变压器划分为油浸式变压器和干式变压器两大类。两大类别下分别按联结组方式、额定容量、额定电压进行细分。

5) 更改了标志, 起吊, 包装、运输和储存。相对于旧标准, 新标准中对油浸式变压器相关要求做出修订, 增补了干式变压器的标志, 起吊, 包装、运输和储存要求。明确规定油浸式变压器如不带油运输, 则需充以干燥的气体(露点低 -40°C)。运输前应进行密封试验, 以确保在充以 $20\sim 30\text{ kPa}$ 压力的气体时密封良好。油浸式变压器主体在运输中及到达现场后, 油箱内的气体压力应保持正压, 并有压力表进行监视。在现场储存期间应维持正压, 并有压力表进行监视。 500 kVA 及以下的油浸式变压器在运输中应装三维冲撞记录仪。干式变压器除对于接线端子标志、包装箱文字与标志、装箱文件内容以及运输存储防潮的常规要求外, 无其他特殊要求。

1.2 主要技术参数及试验方法

1.2.1 技术要求

1) 增加了油浸式变压器的绝缘配合。为了提高变压器产品绝缘的可靠性, 新增变压器标准绝缘水平的要求, 见表1。

表1 变压器标准绝缘水平

(单位: kV)

系统标称电压 U_n (方均根值)	设备最高电压 U_m (方均根值)	额定雷电冲击耐 受电压(峰值)	截断雷电冲击耐 受电压(峰值)	额定短时工频耐 受电压(方均根值)
27.5	31.5	60/200	65/220	25/85
55	63	325	360	140

注: 表中系统标称电压 27.5 kV 级, 栏中斜线上方为分级绝缘接地端耐受电压, 该栏斜线下方数据为分级绝缘首端或全绝缘耐受电压。

2) 修订了TB/T 2887中 27.5 kV 级单相/三相矿物油变压器的性能参数。考虑到变压器能效, 相比旧标准, 新标准中空载损耗、负载损耗和空载电流性能参数降低, 对 27.5 kV 级单相/三相矿物油变压器产品提质增效提出了新要求。以 27.5 kV 级 $10\sim 250\text{ kVA}$ 单相双绕组无励磁调压矿物油配电变压器为例, 新旧性

能参数对比见表2。

表2 27.5kV级10~250kVA单相双绕组
无励磁调压矿物油配电变压器

性能参数	TB/T 2887—2022	TB/T 2887—1998
空载损耗(kW)	0.06~0.40	组 I: 0.090~0.640 组 II: 0.070~0.510
负载损耗(kW)	0.28~3.14	0.290~3.300
空载电流(%)	2.1~1.1	3.0~1.5

3) 修订了TB/T2886中 $27.5\text{ kV}/55\text{ kV}$ 级矿物油斯科特接线变压器的性能参数。考虑到变压器能效, 相比旧标准, 新标准中空载损耗、负载损耗和空载电流参数降低, 对 $27.5\text{ kV}/55\text{ kV}$ 级矿物油斯科特接线变压器产品提质增效提出了新要求(以 27.5 kV 级 $50\sim 250\text{ kVA}$ 斯科特接线双绕组无励磁调压矿物油配电变压器为例, 新旧性能参数对比见表3)。

表3 27.5kV级50~250kVA斯科特接线双绕组
无励磁调压矿物油配电变压器

性能参数	TB/T 2887—2022	TB/T 2886—1998
空载损耗(kW)	0.13~0.36	组 I: 0.250~0.720 组 II: 0.200~0.560
负载损耗(kW)	1.35~4.40	1.350~4.400

4) 新增了干式变压器的性能参数。无励磁调压配电变压器的额定容量、电压组合、分接范围、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合新标准的规定。

5) 新增了干式变压器的技术要求。干式变压器应符合GB/T1094.1, CB/T1094.3, GB/T1094.5, CB/T1094.11, CB/T1094.12, JB/T3837和JB/T10088的规定。变压器的接地装置应有防护层及明显的接地标志。变压器的铁心和金属件应有防腐的保护层。斯科特联结变压器M座和T座阻抗电压之差允许范围为 $-5\%\sim +5\%$ 。变压器设计制造应充分考虑到牵引供电系统中电压波动大的特点, 在额定分接位置和空载运行状态下应具备不小于1.15倍过励磁能力。

1.2.2 试验方法

新标准修订了试验方法。新标准中修订了油浸式变压器的试验方法，增补了干式变压器的试验方法。

为提升变压器产品可靠性性能，应对新技术、新材料、新应用的发展和要求，新标准在试验方法章节进行了大量整合和修改以适应当前的快速发展需求。修改后的试验方法更加完善，明确规定油浸式变压器绕组电阻测量、电压比测量和联结组标号检定、短路阻抗和负载损耗测量、空载电流和空载损耗测量、绕组对地及绕组间直流绝缘电阻测量、压力密封试验、绝缘油试验均按 JB/T501 进行；规定干式变压器除局部放电测量应在所有绝缘试验项目完成后进行，加压时间不小于 30min 以及环境试验程序应符合新标准的表 4 外，其他按 GB/T1094.11 进行。

考虑到环境因素的影响，新标准中新增干式变压器环境试验中所有环境等级的凝露试验和 E2、E3、E4 环境等级的湿渗透试验方法（见表 4）。进行凝露试验时，变压器应放在温度和湿度都可以控制的试验箱内，试验内容符合 GB/T 1094.11 的规定，对于绕组拟接到直接接地的系统或者经低阻抗接地的系统的变压器，应在 1.1 倍额定电压下励磁 15min，对于拟接到不直接接地系统或者经高阻抗接地系统中的变

压器，应连续承受三次且每次为 5min 的感应耐压试验。试验时每个高压端子应依次接地，在其他端子与地之间施加 1.1 倍额定电压。三相试验也可用单相试验来代替，此时应将两个不接地相的端子连接在一起，每次感应耐压时间间隔不少于 3min。在湿渗透试验开始时，变压器应为干燥状态，但不要使用擦拭的方法来消除凝露试验中遗留的凝露。

表 4 环境等级

等级	电导率 (S/m)	凝露试验的湿度值	湿渗透试验
E1	0.1~0.3	>93%	不进行
E2	0.5~1.5	>93%	进行
E3	3.6~4.0	>95%	进行
E4	5.6~6.0	>95%	进行

1.2.3 检验规则

新标准修订了检验规则。新标准按产品分类分别给出了油浸式变压器和干式变压器的出厂检验、型式检验项目，并在附录 A 中明确规定 27.5kV 级 /55kV 级油浸式及干式斯科特联结变压器与普通电力变压器存在差异的试验项目和试验方法。相对于旧标准，将油浸式变压器声级测量并入型式试验项目，增补油浸式变压器过负荷能力特殊试验项目；新增干式变压器的环境试验等型式试验项目（见表 5）。

表 5 干式变压器检验项目

序号	检验项目	型式试验	出厂检验
1	绝缘电阻测量 (按 GB/T 10228)	√	√
2	绕组直流电阻测量 (按 GB/T 1094.11)	√	√
3	电压比测量和联结组标号检定 (按 GB/T 1094.11)	√	√
4	空载电流和空载损耗测量 (按 GB/T 1094.11)	√	√
5	短路阻抗和负载损耗测量 (按 GB/T 1094.11)	√	√
6	外施耐压试验 (按 GB/T 1094.11)	√	√
7	感应耐压试验 (按 GB/T 1094.11)	√	√
8	局放试验 (按 GB/T 1094.11)	√	√
9	雷电冲击电压试验 (按 GB/T 1094.11)	√	—
10	温升试验 (按 GB/T 1094.11)	√	—
11	声级测定 (按 GB/T 1094.11)	√	—
12	雷电冲击电压试验 (按 GB/T 1094.11)	√	—
13	环境试验 (按 TB/T 2887-2022)	√	—
14	气候试验 (按 GB/T 1094.11)	√	—
15	燃烧性能试验 (按 GB/T 1094.11)	√	—

注：“√”表示需进行此项试验；“—”表示不需进行此项试验。

(下转第 51 页)

(上接第 46 页)

2 结束语

通过对最新电气化铁路变电所用变压器标准技术修订的分析可以看出, TB/T 2887—2022 紧密结合当前变压器产品的技术特点和发展方向, 进一步满足了电气化铁路变电所对其专用变压器可靠性、能效、环境因素影响的需求, 指导制造商优化产品性能, 不断提升产品质量, 助力变压器生产企业直面新技术、新场景、新产业带来的挑战, 加大产品结构调整和创新布局力度, 满足当前电气化铁路配电系统发展需求。

参考文献

- [1] TB/T 2887—2022 电气化铁路变电所用变压器 [S].
- [2] TB/T 2887—1998 铁道专用 27.5kV 级油浸式电力变压器技术参数和要求 [S].
- [3] TB/T 2886—1998 电气化铁道 27.5kV、55kV 级油浸式斯科特联接变压器技术条件 [S].

(收稿日期: 2023-07-04)