

10kV 变压器突发故障应急抢修及设备体系优化研究

崔富润, 孙金银, 王玉国

(山东万达宝通轮胎有限公司, 山东 东营 257500)

摘要: 2025 年 10 月 27 日, 山东万达宝通轮胎有限公司热力车间 10 kV 干式变压器因设备老化引发 A 相绕组烧坏击穿故障, 导致热力供应中断并严重影响生产。本文基于该突发故障案例, 从故障情况分析、采购项目必要性论证、采购内容及技术参数确定、预算合理性核算、采购流程合规性分析等方面展开系统研究, 明确了油浸式变压器应急采购的紧迫性与可行性。同时, 提出设备采购后老旧电气设备全面排查的优化建议, 为企业应对同类设备突发故障、保障生产连续性提供实践参考。

关键词: 变压器; 突发故障; 应急采购; 设备维护; 生产保障

引用论文: 崔富润, 孙金银, 王玉国. 10kV 变压器突发故障应急抢修及设备体系优化研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(8): 60-63.

中图分类号: TQ330.46

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)08-0060-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.08.013

0 引言

在工业生产体系中, 变压器作为电力传输与分配的核心设备, 其稳定运行直接关系到生产环节的连续性与安全性。尤其是在热力车间等关键生产部门, 变压器承担着为热力供应设备提供稳定电力支持的重要职责, 一旦发生故障停运, 将直接导致热力供应中断, 进而引发生产停滞, 给企业造成严重的经济损失^[1]。山东万达宝通轮胎有限公司热力车间所使用的 10kV 干式变压器因长期服役导致设备老化, 突发 A 相绕组烧坏击穿故障, 此次故障不仅暴露了老旧设备在运行过程中的安全隐患, 也对企业的应急采购机制、设备维护管理体系提出了严峻考验。本文以该突发故障为研究对象, 全面分析故障产生的原因及影响, 系统论证应急采购的必要性与合理性, 明确采购设备的技术参数与预算标准, 规范采购流程, 并提出后续设备维护优化建议, 旨在为企业应对同类设备故障提供科学的解决方案。

1 故障情况概述

1.1 故障发生概况

山东万达宝通轮胎有限公司热力车间内运行中的 10 kV 干式变压器突然出现异常声响, 随后车间电力供应中断, 热力生产设备全面停止运行。故障发生后,

设备管理部门立即启动应急响应, 组织技术人员赶赴现场开展故障排查。

1.2 故障设备基础信息

该故障变压器为 SCB10-800/10 型干式变压器, 容量 800 kVA, 电压等级 10/0.4 kV, 接线组别 Dyn11, 于 2010 年 5 月投入使用, 至故障发生时已连续服役 15 年, 超出干式变压器 10~12 年的常规设计使用寿命。该设备是热力车间锅炉燃烧系统、循环水泵、换热设备等关键生产装置的核心供电保障, 直接关系热力供应的稳定性。

1.3 故障检测与确认

技术人员通过直观检查发现变压器外壳轻微变形, 内部散发焦糊气味, 初步判定为绕组故障。随后使用绝缘电阻表、万用表等专业工具检测, 结果显示 A 相绕组绝缘电阻为零, 直流电阻异常, 与 B、C 相参数差异显著。经解体检查, 确认 A 相绕组烧毁、绝缘层破损、导线熔断, 铁芯局部过热变色, 设备已完全丧失运行能力, 必须立即停运更换^[2]。

作者简介: 崔富润 (1986-), 男, 本科, 工程师, 高级技师, 主要研究方向为工业设备维护维修、技术改造及相关管理制度优化, 在设备故障应急处理、老旧设备升级改造等方面形成多项实践成果, 多次参与企业关键设备技术革新项目。

1.4 故障造成的影响

此次故障直接导致热力车间热力供应中断，企业轮胎硫化、成型等关键生产工序被迫停滞。作为大型轮胎生产企业，热力供应是生产不可或缺的条件，故障每小时造成直接经济损失约 2.3 万元。若长期无法恢复生产，不仅将导致订单交付延迟，还可能损害企业市场信誉，同时对车间其他电气设备的运行安全构成潜在威胁。

2 采购项目必要性审查

2.1 保障生产连续性的迫切需求

热力车间是企业生产体系的关键部门，其热力供应直接决定整体生产作业的正常开展。故障变压器停运后，生产已陷入实质停滞，若不及时采购新设备，停产时间将进一步延长。根据企业生产计划与订单情况，若生产中断超过 48 h，3 笔紧急订单将无法按时交付，违约金及客户流失损失预计超过 50 万元。因此，紧急采购新变压器是保障生产连续性、降低经济损失的关键举措。

2.2 设备更新换代的现实需求

本次故障的根本原因是设备老化，该干式变压器服役 15 年，远超设计使用寿命，绕组绝缘性能下降、铁芯损耗增大，运行稳定性和可靠性显著降低。通过对车间同类设备运行数据统计分析（见表 1），服役年限超过 10 年的干式变压器故障发生率达 37.5%，远高于 5 年以内设备的 8.3%。

表 1 不同服役年限干式变压器故障发生率统计

服役年限 / 年	设备数量 / 台	故障设备数量 / 台	故障发生率 / %
5	12	1	8.3
5~10	8	2	25
10 以上	16	6	37.5
合计	36	9	

本次拟采购的 S11-M-800 型油浸式变压器相比干式变压器具有显著技术优势：采用变压器油作为绝

缘和散热介质，散热性能更优，可有效降低运行温度，延长使用寿命；过载能力更强，能适应热力车间负荷波动需求^[3]；且该型号应用广泛、技术成熟，维修保养便捷，配件供应充足，可降低后续维护成本。因此，本次采购既是应对突发故障的应急措施，也是满足车间设备更新换代、保障长期稳定运行的必然要求。

2.3 成本控制与风险防范的综合需求

短期来看，应急采购需投入一定资金，但与生产长期中断的损失相比具有显著成本效益。测算显示，及时采购安装新设备可在 72 h 内恢复生产，总经济损失控制在 55 万元以内；每延迟 24 h 恢复生产，将额外增加约 28 万元损失。长期来看，新设备设计使用寿命 20 年，运行效率更高，每年可节约电能 3.2 万度，按工业用电 1.2 元 / 度计算，年节约电费约 3.84 万元，且故障发生率更低，能减少生产中断风险，降低企业经营风险。

3 采购内容及技术参数

3.1 核心采购设备：油浸式变压器

本次采购核心设备为 1 台 S11-M-800 型油浸式变压器，技术参数经技术部门结合生产实际及现有配电系统反复核查确认，具体见表 2。

该变压器容量 800 kVA，车间正常运行总负荷约 650 kVA，预留 23% 负荷余量，可应对未来扩容及负荷波动；电压等级、接线组别与现有电网系统完全兼容，无需改造即可直接接入，实现快速安装调试^[4]。

3.2 配套物资

电缆及附件本次采购包含 35 m 的 4×185+95 mm² 规格配套电缆及相关附件。该规格电缆载流量满足变压器额定电流传输需求，绝缘性能和机械强度符合高压供电要求；35 m 长度经实地测量确定，可满足安装布线需求，避免长度不足或浪费。配套附件均选用匹配型号产品，确保安装质量与运行安全。

表 2 S11-M-800 型油浸式变压器技术参数表

序号	参数名称	技术参数	备注
1	型号	S11-M-800	常用中压配电变压器型号
2	容量 / kVA	800	满足当前负荷，预留扩容空间
3	电压等级 / kV	10/0.4	匹配现有电网系统
4	接线组别	Dyn11	兼容现有配电设备，抑制谐波
5	电压调节范围	±2×2.5%	适应电网电压波动
6	空载损耗 / kW	≤ 1.7	符合国家能效标准
7	负载损耗（120℃）/ kW	≤ 10.3	运行效率优异
8	短路阻抗 / %	6	保障运行安全
9	绝缘水平	LI75AC35/AC10	满足高压绝缘要求
10	冷却方式	ONAN	自然油循环冷却
11	环境温度 /℃	-25~40	适配车间工作环境

3.3 技术参数合规性与适配性验证

技术部门对照 GB/T1094.1—2013《电力变压器 第1部分：总则》等国家标准，确认设备参数全部合规；结合现有配电系统运行数据开展兼容性测试，验证新设备可无缝对接，无不良影响；通过模拟负载试验，证实其在额定负荷及过载情况下运行稳定，完全满足车间生产需求。

4 预算金额核算与合理性分析

4.1 预算构成

本次采购项目总预算 12 万元，具体构成：

800kVA 油浸式变压器采购费用 10 万元；35 m 配套电缆采购费用 2 万元；运输费、装卸费等已包含在设备及电缆采购费用中，不额外列支。

4.2 预算核算依据

采购部门对多家供应商进行询价调研（见表 3），S11-M-800 型油浸式变压器市场报价 8.8 万~10.0 万元，平均 9.375 万元；35 m 4×185+95mm² 电缆报价 2.0 万~2.3 万元，平均 2.15 万元。综合供应商信誉、产品质量、售后服务等因素，核算变压器费用 10 万元、电缆费用 2 万元，总预算 12 万元，为采购谈判预留合理空间。

表 3 设备及配套电缆市场询价结果 万元

供应商名称	800 kVA 油浸式变压器报价	35 m 4×185+95 mm ² 电缆报价	合计报价
供应商 A	9.2	2.1	11.3
供应商 B	9.5	2.3	11.8
供应商 C	8.8	2	10.8
供应商 D	10	2.2	12.2
平均报价	9.375	2.15	11.525

4.3 预算合理性分析

从市场价格对比看，变压器 10 万元报价处于市场区间上限，因本次为应急加急采购，供应商需优先安排生产、运输及安装，加急费用合理；电缆 2 万元报价低于市场平均水平，得益于集团集中采购优势及长期合作供应商的优惠协议。总体而言，总预算 12 万元在市场合理范围内，无超预算或虚高情况。

从成本效益看，12 万元采购投入可使生产在 72 h 内恢复，避免巨额损失；长期来看，新设备每年节约电费 3.84 万元、维护费 1.2 万元，合计年节约 5.04 万元，按 20 年使用寿命计算，扣除采购成本后净节约约 88.8 万元，成本效益显著。

5 采购流程合规性分析

5.1 采购方式合规性分析

本次采购申请通过集团内部采购流程进行，符合《山东万达宝通轮胎有限公司物资采购管理办法》规定。对于突发应急物资采购，经审批后可采用内部采购方式，优先从集团合格供应商库选择合作方，既保障采购效率和物资供应及时性，又依托成熟的供应商管理和质量管控机制，确保采购产品质量。

5.2 加急采购事由合理

本次变压器故障属于突发情况，具有不可预见性和紧迫性。故障前设备运行无明显异常，技术人员按

常规周期检查未发现隐患，故障后生产立即停滞。若按常规采购流程（15~20 个工作日），生产中断时间过长将造成严重损失，因此申请加急采购符合集团《应急采购管理细则》中突发设备故障应急采购的要求。

5.3 审批流程规范

采购申请按集团规定流程推进：热力车间提交《应急采购申请表》，详细说明故障情况、采购需求、技术参数及预算；设备管理部门审核需求合理性和参数准确性；财务部门审核预算合理性；最终提交集团采购管理委员会审批，流程规范有序，符合物资采购审批管理规定。

6 结论与建议

6.1 结论

（1）本次变压器突发故障导致生产中断，采购新设备恢复生产的需求紧迫且必要，既保障生产连续性、降低损失，又实现设备更新换代，满足长期稳定运行需求。

（2）采购设备及配套物资技术参数经严格核查验证，符合生产实际和现有系统配置，可快速安装调试，运行安全稳定。

（3）12 万元总预算基于充分市场调研，处于合理价格区间，成本效益良好，无超预算或虚高问题。

（4）采用集团内部加急采购方式，符合企业物资

采购管理规定和应急采购要求，流程合规。

6.2 建议

6.2.1 全面排查老旧电气设备

新设备安装调试完成后，设备管理部门应组织专业人员对车间现有老旧电气设备开展全面排查，涵盖变压器、配电柜、电缆线路、电机等关键设备，重点检查运行状态、绝缘性能、损耗情况等，建立设备运行档案。对存在隐患的设备制定整改措施，及时维修或更换，优化维护保养计划，增加老旧设备维护频次，保障整体设备稳定运行。

6.2.3 完善故障预警机制

引入设备在线监测系统，对关键电气设备的电流、电压、温度、绝缘电阻等参数实时监测，通过数据分析和预警算法，及时发现异常并发出预警，为预防性维护提供依据，降低突发故障概率。同时加强技术人

员专业培训，提升故障预判和应急处置能力。

6.2.4 优化采购与库存管理

建立关键设备及配件安全库存制度，提前采购备用设备和关键配件并规范存储，确保突发故障时及时更换。加强供应商动态管理，定期评估产品质量、交货期、售后服务等，优化供应商结构，建立长期稳定合作关系，提升应急采购效率和质量。

参考文献：

[1] 王健. 电力变压器故障分析与处理技术 [M]. 北京：中国电力出版社，2020.
[2] 刘光明，张宇. 工业企业电气设备维护与故障诊断 [J]. 电气技术，2022,23(5):89-93.
[3] 陈志强. 油浸式变压器与干式变压器性能对比及应用选择 [J]. 变压器，2021,58(3):45-48.
[4] 李建国. 企业应急采购管理机制构建与优化 [J]. 物流技术，2023,42(2):135-138.

Research on emergency repair and equipment system optimization for sudden failures of 10kV transformers

Cui Furun, Sun Jinyin, Wang Yuguo

(Shandong Wanda Baotong Tire Co. LTD., Dongying 257506, Shandong, China)

Abstract: On October 27, 2025, the 10 kV dry-type transformer in the thermal workshop of Shandong Wanda Baotong Tire Co., Ltd. suffered a phase A winding burnout and breakdown due to equipment aging, resulting in a disruption of thermal power supply and severely affecting production. Based on this sudden failure case, this article conducts a systematic study from various aspects, including failure analysis, necessity demonstration of the procurement project, determination of procurement content and technical parameters, budget rationality calculation, and compliance analysis of the procurement process. It clarifies the urgency and feasibility of emergency procurement for oil-immersed transformers. At the same time, it proposes optimization suggestions for comprehensive investigation of old electrical equipment after procurement, providing practical references for enterprises to deal with similar equipment failures and ensure production continuity.

Key words: transformer; sudden failure; emergency procurement; equipment maintenance; production support

(R-03)

