

# 大型电力变压器降低噪音的工艺措施

康宏彪、马立明

(山东达驰电气有限公司 山东成武 274200)

**摘要:** 本文在分析了大型电力变压器噪音来源的基础上,提出了具体的降噪工艺措施,并针对不同措施分别说明了降噪机理。

**关键词:** 电力变压器 噪音 工艺措施

## The Technics of The Power Transformer Depress Noise

KANG Hongbiao, MA Liming

(Shandong Dachi Electric CO.,Ltd. Chengwu 274200)

**Abstract:** This paper analyses the source of the power transformer depress noise, put forward some technics and explain the theory of these technics.

**Key words:** power transformer, noise, technics

目前我国用电负荷增长较快且逐步集中,要求大型电力变压器深入负荷中心,以减小供电半径。但是大型电力变压器噪音普遍较高,对变电站周边居民生活造成噪音干扰。因此降低大型电力变压器噪音已成为供电部门、环保部门、大型电力变压器制造厂家共同面对的技术课题。大型电力变压器降噪工艺措施的是从变压器本体内部降低噪音,是解决电力变压器噪音问题的根本途径。

### 一、变压器噪音的来源:

变压器噪音是由于铁心、绕组、油箱(包括磁屏蔽)及冷却装置的振动产生的,与变压器容量、硅钢片性能、铁心磁通密度等有关。首先,变压器铁心硅钢片在工频电压作用下的磁滞伸缩引起的铁心振动,这是变压器噪音的主要来源。硅钢片的磁滞伸缩与硅钢片的材质、表面的绝缘涂层、含硅量、磁密、磁力线与硅钢片压延方向的夹角、硅钢片受到的机械应力等因素有关。其次,硅钢片接缝处和叠片间因磁通穿过片间而产生的电磁力引起的铁心振动;因漏磁通在绕组导体间产生的电磁力引起的绕组振动;大型电力漏磁通引起的油箱壁的振动;大型电力变压器冷却装置的噪音主要是冷却风扇和潜油泵运行时产

生的振动，以上振动产生的噪音在大型电力变压器占较大比重。另外，当变压器的铁心、绕组、油箱及其他结构件机械振动的固有频率接近或等于硅钢片的磁滞伸缩振动的基频(2倍工频)及其正数倍(对于50Hz工频电源，系指100Hz、200Hz、300Hz、400Hz等)时，将会产生谐振，使变压器噪音显著增加。

## 二、降低大型电力变压器噪音的工艺措施：

降低大型电力变压器噪音的措施很多，例如采用磁滞伸缩小的高导磁硅钢片硅钢片，能显著降低噪音；配备先进的生产加工设备，在提高效率的同时减少对硅钢片的操作磨损，也能降低噪音，但这些措施需要大量增加成本。在不增加成本的前提下，通过采用先进工艺技术降低大型电力变压器噪音，是解决问题的有效途径。主要有以下措施：

1、采用全斜接缝和多级步进（一般采用五级步进）的铁心叠片技术。该工艺技术在中小型变压器中得到广泛采用，随着大型电力变压器噪音要求的提高，近年来逐步在大型电力变压器制造工艺中推广。三相三柱的全斜接缝五级步进叠片的变压器铁心结构如图1：

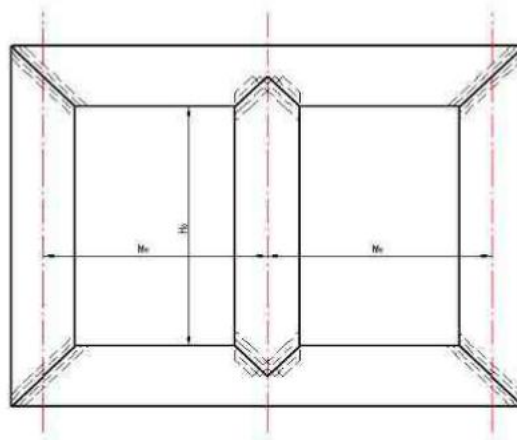


图1：三相三柱的全斜接缝五级步进叠片的变压器铁心结构

全斜接缝的铁心技术是上世纪90年代后期发展推广的一种新型工艺技术，该技术根据铁心中磁力线的走向，特别在铁心四角采用斜线，使磁通所受阻力减小，降低铁心损耗和噪音。为什么采用五级步进叠片能够降低铁心损耗和噪音呢？因为相对于二步进而言，一个接缝截面上每10个叠片单元，就有5个接缝；而5步进只有2个接缝，磁力线集中的区域减少（即接缝区域内磁密减少），从而有效降低了铁心损耗和噪音。

2、提高铁心夹紧力和绑扎力，降低变压器的噪音。铁心夹紧力应在

25~37MPa, 220kV 级以上的大型电力变压器更应控制在 31~37MPa, 使铁心片的弯曲不大于 0.2%, 波浪度 $<3\text{mm}$ 。试验统计表明, 改善铁心夹紧力能够使变压器的噪音降低 3~5dB。但是夹紧力不能太大, 否则会破坏硅钢片漆膜, 使铁心涡流损耗增加。夹紧具体操作过程: 分别用两个 G 型卡子卡住上下轭, 旋紧丝杠, 保证铁心压紧后, 再安装横梁、垫脚和侧梁。夹件紧固时, 铁轭上下的横梁和垫脚与拉带紧固同时进行, 保证夹件上下受力均匀。G 型卡子如下图 2

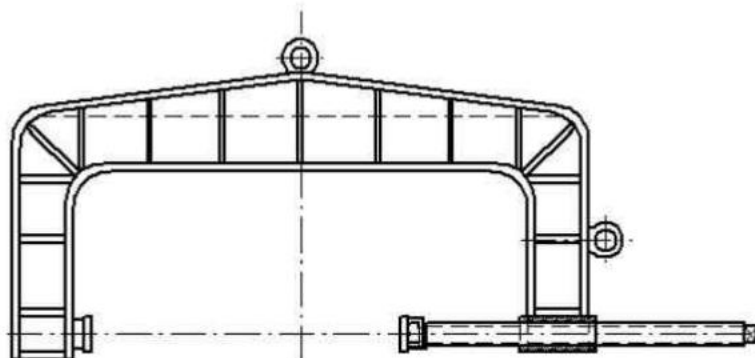


图 2: 铁心夹具: G 型卡子

上下铁轭用 G 型卡子夹紧后, 但是铁心心柱怎么绑紧? 本工艺技术采用国外最新发明的一种新型绑扎材料——铁心 PET 绑扎带 (见附图 3 照片)。



图 3 照片: 铁心 PET 绑扎带

本工艺技术为近年发明的最新工艺技术, 特别是将进口材料 PET 绑扎带应用到电力变压器铁心绑扎工艺上, 属于技术创新。铁心绑扎 PET 绑扎带后, 在变压器铁心烘干过程中, PET 绑扎带能够受热而收缩, 比传统玻璃粘带绑扎更紧, 从而减小变压器铁心的振动噪音。另外, 应该严格控制硅钢片剪切毛刺, 使毛刺 $<0.02\text{mm}$ 。严禁使用曲翘和断片的硅钢片, 严禁不同型号和不同厂家的硅钢片混用。

3、铁心端面刷胶。J-7 双组份改性环氧专用胶是适用于变压器行业的一种专用新型胶，用于变压器铁心端面涂刷。该胶不溶于变压器油，刷胶后使铁心端面形成一个刚性整体，减少铁心片间振动，降低变压器噪音。

4、其他辅助措施主要有：在铁心中加垫降噪胶垫，在垫脚与箱底之间加垫橡胶板，以缓冲铁心振动，降低铁心噪音；在油箱加强筋中填充沙子，避免中空的加强铁和铁心噪音产生谐振而共鸣；在油箱内壁加设绝缘纸板——隔音壁，以阻碍噪音传播。

### 三、总结

在变压器实际生产过程中，通过比较试验进行统计总结。其中的一组比较结果为：同样型号的 SZ11-50000/110 电力变压器，采用同样的材料，如果采用传统工艺，噪音试验结果为 67.7dB；采用了降低噪音的工艺措施，其中辅助措施仅采用了降噪胶垫，噪音试验结果为 58dB。其他几组试验结果也表明，本工艺技术降噪效果明显。而且本工艺措施没有增加变压器成本，不需要增添设备，设计结构改动也很小，仅仅将二级步进改进为五级步进，在设计和操作中很容易实现。本工艺技术符合国家环保政策，具有很好的推广价值。

### 参考文献：

- 1、《电力变压器手册》 保定天威宝变电气股份有限公司组编 谢毓城 主编  
机械工业出版社 2003 年 2 月第一版
- 2、《变压器铁心制造工艺》 变压器制造技术丛书编审委员会编  
机械工业出版社 2003 年 9 月第一版
- 3、《变压器实用技术大全》（英）Martin J.Heathcote 著 王晓莺等译  
机械工业出版社 2008 年 6 月第一版
- 4、《6~500kV 级电力变压器声级》 国家标准 JB/T 10088-2004