# 发电机定子线棒环氧盒灌胶工艺改进

叶衍林
（国网湖南益阳供电分公司，湖南 益阳 413000）

**摘 要：**水轮发电机组定子线棒端部环氧盒表面泄漏电流大于20uA时，运行中可能发生绝缘击穿、短路事故，影响机组的安全稳定运行。为解决环氧盒泄漏电流超标问题，本文提出改进环氧盒灌胶工艺的方法，通过制作楔子板、环氧垫片，采用环氧盒位置调整及堵漏新工艺，提高环氧盒泄漏电流合格率，确保发电机组稳定可靠运行。

**关键词：**发电机组；环氧盒泄漏电流；改进灌胶工艺
**中图分类号：**TM303.3 **文献标识码：**A **文章编号：**1004-7344(2021)31-0220-02

## 0 引言

根据《水轮发电机组安装技术规范（GB/T 8564—2003）》《水电站电气设备预防性试验规程（Q/GDW 11150—2013）》规定，发电机定子线棒环氧盒表面泄漏电流应不大于20uA，超过上述规定值时，应按检修规程中主绝缘击穿处理方式修复，对环氧盒重新灌胶处理。本文结合发电机组A级检修，对定子线棒环氧盒施加直流电压，测量环氧盒表面泄漏电流。试验后发现部分环氧盒泄漏电流严重超标，并存在空鼓、放电、开裂等现象[1]。环氧盒泄漏电流超标，机组运行中可能发生绝缘击穿、短路事故，严重影响机组的安全稳定运行。

## 1 现状描述及问题产生

水轮发电机组A级检修时，对发电机定子绕组施加1.0Un直流电压（15.75kV），测量定子线棒环氧盒表面泄漏电流，发现环氧盒泄漏电流超过20μA，且趋于稳定，测试过程中并伴有持续的放电声响。通过对发电机定子线棒环氧盒进行检查、拆除，可看出发电机定子线棒端部环氧盒存在发空、填料不均匀、放电、开裂现象。根据现状分析，环氧盒泄漏电流超标的原因有设备运行环境恶劣、环氧盒的材质及填充材料质量不达标、机组长期振动运行、发电机定子线棒端部环氧盒灌胶工艺缺陷等原因，通过综合分析，环氧盒灌胶工艺不当为主要原因。

## 2 环氧盒泄漏电流超标原因分析

（1）原灌胶工艺不规范，用手将环氧腻子从下往上向环氧盒内填料进行灌胶前的封堵，对手工工艺要求极高，很难达到堵漏效果。当环氧腻子调制太软时就会往下沉，当环氧腻子调制太硬时，可能出现空隙，堵漏效果不明显。环氧腻子固化后形状不美观、不光滑平整，表面及缝隙之间容易积灰，形成导电通道，如图1所示。

（2）环氧盒内限位橡皮筋使用不合理，影响环氧树脂灌胶时的流动性，导致环氧树脂灌胶饱和度不足，环氧盒与并头套的间隙不均匀，不在同一水平线形成空壳现象，表面泄漏电流增大。限位橡皮筋易老化致使弹性降低，导致环氧盒与线棒并头之间产生间隙，形成空鼓现象，环氧盒表面泄漏电流增大，如图2所示。

图1 原灌胶工艺效果

图2 限位橡皮筋

（3）环氧盒与线棒并头间隙调整方法不规范，原方法采用目测方式，环氧盒与并头套的间隙、高度调整不均匀，导致环氧盒内绝缘胶填料不均匀，致使部分绝缘盒内壁与线棒之间几乎无填充胶，形成绝缘盒与线棒导体直接接触，定子线棒完全依靠环氧盒绝缘。一旦环氧盒出现裂纹后，在施加额定电压或过电压的作用下，空气被击穿形成间隙放电，从而导致定子端部表面电位异常或出现放电现象。

## 3 环氧盒灌胶改进工艺流程

针对环氧盒泄漏电流超标、空壳、开裂、放电等缺陷，采取的

对策是改进环氧盒的灌胶工艺，即取消原工艺中限位绝缘橡皮筋，绝缘橡皮筋的使用限制浇注绝缘胶时的流动性，致使环氧盒内绝缘胶饱和度不足，橡皮筋的老化及弹性减弱可能导致环氧盒内部出现空隙，造成内部放电、击穿现象。同时，制作专用楔子板、环氧垫片、调整环氧盒与线棒并头之间的间隙等工艺，改进后的工艺流程具体如下：

### 3.1 准备工作

测量环氧盒、线棒并头尺寸以及相邻线棒端部间的距离，作为制作专用楔子板、环氧垫片及调整环氧盒水平与线棒并头套之间间隙的依据。检查环氧盒是否清洁，表面应无开裂现象，做好环氧盒与线棒并头位置标记，并检查线棒并头焊接点是否饱满，表面是否光滑无毛刺，否则进行打磨处理并清洗干净。检查环氧树脂 881 是否在有限期使用范围内，有无沉淀物。同时做好施工现场防尘防潮措施。

### 3.2 楔子板、环氧垫片制作

(1)楔子板采用有一定的韧性、材质较软的材料制作，插在相邻的线棒之间，前后移动固定，拆卸及调整方便。作用是固定、支撑及调整环氧盒与线棒并头之间的高度、水平位置。

(2)环氧垫片采用 E 型结构设计，其材质轻便易制作，表面光滑平整，作用是与环氧腻子相结合使用对环氧盒灌胶时堵漏，同时便于绝缘胶固化后的剥离，使固化后的绝缘胶面平整美观。

### 3.3 环氧盒位置调整及堵漏

环氧盒套装后应整体排列整齐、间隔符合要求，其与线棒根部的绝缘搭接长度符合规定，与接头裸露部分的间隙应均匀。通过楔子板调整环氧盒高度与水平，使环氧盒高出并头套 5~8mm，并处于水平位置。

环氧盒高度调整后，用封口腻子填塞，封口腻子不宜过多，能堵漏即可。封口腻子配料适中，环氧树脂与固化剂比例 4∶1，放入适量石英砂搅拌均匀，不宜过软或过硬。完成堵漏后，将环氧盒套入线棒并头，并根据第一步中环氧盒与线棒并头做的位置标记，调整环氧盒与并头之间的间隙，保证填料的均匀。封口腻子固化时应做好防尘措施，防止灰尘落入，影响灌胶效果及线棒接头绝缘。

### 3.4 绝缘胶灌注

环氧腻子至少固化 12h 后才能进行绝缘胶的灌注[2]。环氧盒灌注胶为 881，一盒 881A 环氧树脂，一盒 881B 固化剂，两者的体积比为 4∶1，充分搅拌后进行灌注。第一次灌注从环氧盒一侧灌注孔倒入盒内，保持浇注的连续性，当另一个灌注孔有绝缘胶溢出时停止浇注，静置一段时间，观察是否漏胶，如发现漏胶用封口腻子修补，观察绝缘胶面是否存在低于浇注孔现象，同时做好防尘措施，防止灰尘落入绝缘胶内，影响第二次灌胶的粘合度。由于绝缘胶固化过程有缩量的现象，一次灌胶难以到位，因此待一次灌胶固化后进行二次灌胶，根据环氧盒内绝缘胶的饱满程度进行灌注，直到环氧盒完全灌满，保证环氧盒绝缘胶饱和度足够，填料均匀。

### 3.5 固化后的处理

当环氧盒内绝缘胶完全固化后[3]，楔子板抽出，将环氧垫片与绝缘胶面剥离，用锉刀铲除环氧盒底部两侧的环氧腻子，不能用力过猛，以损坏绝缘胶面的平整度。最后对环氧盒进行表面泄漏电流测量，检验灌胶效果。

## 4 工艺改进后泄漏电流值对比

环氧盒灌胶工艺改进后，在相同的试验条件下再次进行定子线棒环氧盒表面泄漏电流试验，泄漏电流均小于 20μA，满足标准要求，改进前后泄漏电流对比数值如图 3、图 4 所示。可知，经过环氧盒灌胶工艺流程改进，制作楔子板、环氧垫片，采用环氧盒位置调整及堵漏新工艺，泄漏电流满足要求。

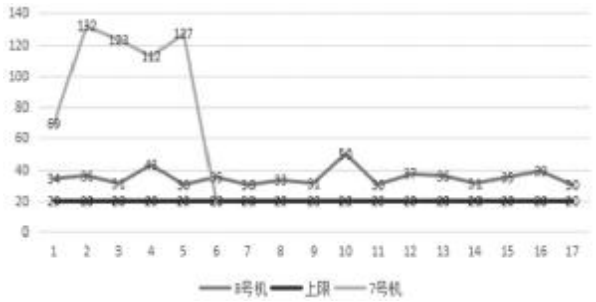


图 3 改进前泄漏电流

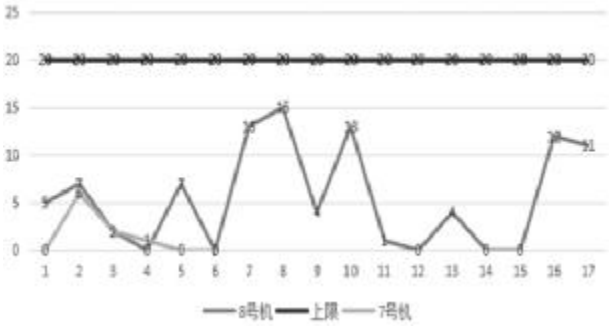


图 4 改进后泄漏电流

## 5 结语

本文对发电机定子线棒端部环氧盒缺陷原因进行了分析，原灌胶工艺不当是导致泄漏电流超标的主要原因。对定子线棒环氧盒灌胶工艺进行改进，制作楔子板、环氧垫片，采用环氧盒位置调整及堵漏新工艺，解决了定子线棒环氧盒泄漏电流超标、空鼓、放电、开裂导致的一系列安全生产隐患。同时，将改进后灌胶工艺流程标准化，严格按照标准的工艺流程执行，根据实际情况编制发电机定子线棒环氧盒灌胶工艺流程作业指导书，加强推广应用。同时，不断完善现有的检修工艺，提高发电机检修质量，确保机组稳定可靠运行。

**参考文献**

[1] 闫迎，郝剑波.水电厂发电机定子线棒端部绝缘盒缺陷分析处理[J].湖南电力，2015，35(5)：46-47.

[2] 陈征挺.水轮发电机定子端部绝缘盒击穿的原因及处理[J].湖北电力，2001，25(3)：38-39.

[3] 赵海军.水轮发电机定子绝缘盒灌注胶未固化的处理[J].上海大中型电机，2014(1)：62-63，66.

**收稿日期**：2021-07-07

**作者简介**：叶衍林(1988— )，男，汉族，广西北海人，硕士研究生，工程师，主要从事电力工作。