

[补充信息]

## 特高压直流换流阀饱和电抗器用超薄取向硅钢涂层制备与性能评估

程灵<sup>1,2,✉</sup>, 韩钰<sup>2</sup>, 马光<sup>2</sup>, 孟利<sup>1</sup>, 杨富尧<sup>2</sup>, 陈新<sup>2</sup>, 董瀚<sup>1</sup>

1 钢铁研究总院, 冶金工艺研究所, 北京 100081

2 全球能源互联网研究院有限公司, 先进输电技术国家重点实验室, 北京 102211

[Supplementary Information]

### Preparation and Performance Evaluation of Ultra-thin Grain-oriented Silicon Steel Coating for Saturable Reactor for Ultra-high Voltage Direct Current Converter Valves

CHENG Ling<sup>1,2,✉</sup>, HAN Yu<sup>2</sup>, MA Guang<sup>2</sup>, MENG Li<sup>1</sup>, YANG Fu-yao<sup>2</sup>, CHEN Xin<sup>2</sup>, DONG Han<sup>1</sup>

1 Department of Metallurgical Technology, Central Iron and Steel Research Institute, Beijing 100081, China

2 State Key Laboratory of Advanced Power Transmission Technology, Global Energy Interconnection Research Institute Co., Ltd., Beijing 102211, China

#### 实验材料、仪器及方法

选用常规厚度无硅酸镁底层的取向硅钢作为母材, 在森吉米尔二十辊轧机上进行多道次薄轧至 0.08 mm 后, 于纯氢气氛中加热至 800~900℃ 进行退火, 再结晶退火完成后进行涂液涂覆及烧结固化。涂覆装备为刻槽橡胶辊, 涂液为研制的超薄硅钢专用无机涂液, 通过改变涂液比重和涂辊压力控制涂覆量及烧结后的涂层厚度 (0~1.5 mm), 烧结温度为 650~800℃, 时间为 5~60 s。

采用装配 Bruker QUANTAX 能谱仪的 SEISS/EVO 18 扫描电子显微镜观察涂层的微观形貌并进行能谱分析, 采用 ISOSCOPE FMP30 测厚仪并结合 SEM 扫描电镜进行涂层厚度测量。采用 Brockhaus MPG 200D 任意波形软磁测量系统测量 52 片 (1 付爱泼斯坦方圈样) 涂层厚度各不相同的超薄硅钢的铁损 P1.5/400 和磁感应强度 B800, 被测样品尺寸为 30 mm(TD)×300 mm(RD)。

针对特高压直流换流阀饱和电抗器铁心服役工况, 测试 50 Hz~10 kHz 不同频率 (正弦波形磁场激励)、0~20 MPa 不同拉应力、5 次/7 次/9 次/11 次不同谐波次数及含量、0、90°、180° 相位差条件下自研 0.08 mm 超薄硅钢的损耗、磁致伸缩系数及噪声, 被测样品尺寸为 100 mm(TD)×600 mm(RD)。