

检测发电机转子匝间短路的 RSO 实验技术及其应用分析

袁振亚

(上海交通大学电信电气学院, 上海 200030)

摘要 本文介绍了检测发电机转子绕组匝间短路的 RSO (the Recurrent Surge Oscillograph) 试验技术以及应用情况。结合大亚湾核电站应用 RSO 检测发电机转子绕组匝间短路的良好实践, 认为 RSO 试验是一种非常有效的检测技术, 值得国内推广。

关键词: 发电机; 转子绕组; 匝间短路; RSO 试验

The Introduce and Analyse of RSO (the Recurrent Surge Oscillograph) Technique

Yuan Zhengya

(School of Electronic, Information and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

Abstract This paper introduce the RSO technique, which is applied in the detect of generator rotor winding inter-turn short circuit, combining with the application experience in Daya-bay nuclear power station.

Key words: generator; rotor winding; inter-turn short circuit; RSO.

1 引言

大型汽轮发电机转子绕组匝间短路故障是转子故障中发生频率较高的一种故障。其产生或发展的原因有多种: ①转子生产过程中出现的匝间短路多是因为遗留在转子线圈中的异物刺破转子匝间绝缘产生的; ②运行过程中的匝间短路则多是由于运行过程中异物进入转子或转子局部冷却不足导致的转子绝缘烧毁等原因导致的。早期轻微的转子匝间短路其危害并不严重, 但如不能尽早发现和处理, 严重的匝间短路将会导致转子的局部发热、振动增高, 甚至会导致转子接地故障的发生。

目前国内大部分电站对转子匝间短路的诊断多采用传统的方法, 如测量转子直流电阻、交流阻抗、测量转子线圈的电压分布、开口变压器法、测量转子气隙波形等来进行。大亚湾核电站采用从英国制造厂家引进 RSO 试验技术, 多年来成功的检测了多起发电机转子早期的匝间短路故障, 为及时处理发电机匝间短路故障赢得了宝贵时间。

2 RSO 试验技术与方法

2.1 RSO 试验原理

RSO 试验的原理是利用一个快速的陡波注入发

电机转子线圈, 并在转子线圈的注入端监测转子线圈的反射波的波形来判断转子线圈是否存在匝间短路点的方法。其试验方法通常是用一个波形发生器轮流在转子线圈的两端触发陡波 (一般触发的频率是 60ms), 然后比较在转子线圈两端测得的波形。如果两者波形完全一致, 则说明转子不存在匝间短路, 反之, 则说明转子可能在某处存在匝间绝缘缺陷。RSO 试验原理接线见图 1。

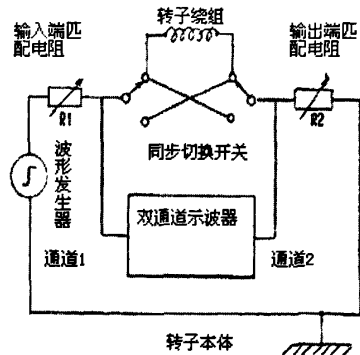


图 1 RSO 试验原理示意图

2.2 试验结果分析

一般说来, RSO 试验时要录以下几种波形: 分离波、相减波和传播时间, 见图 2~4 所示。

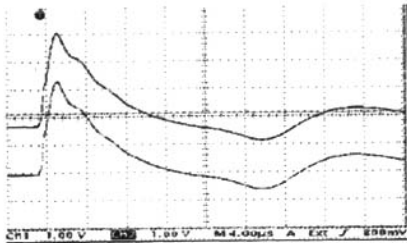


图2 分离波

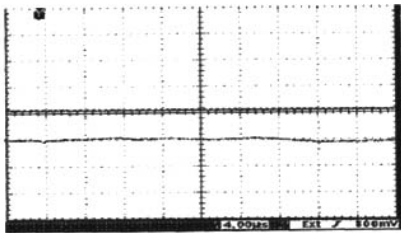


图3 相减波

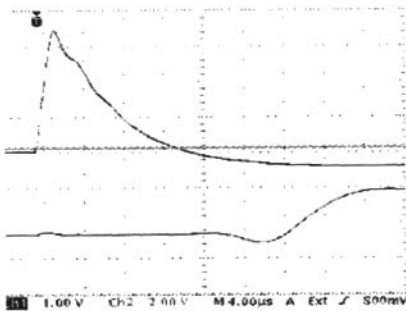


图4 传播时间

根据检测的波形，结果判断如下：

(1)前两种波形用来判断转子匝间短路是否存在，第三个波形用来判断匝间短路所在的位置。

(2)当两个分离波波形完全一致或相减波呈一条直线时，表明转子匝间短路没有问题。反之，则说明转子可能在某处存在匝间绝缘缺陷。

(3)传播时间是只在转子一端单独触发，在转子两端分别测得的波形，用于测量触发脉冲波在转子线圈中的传播时间。当转子有匝间绝缘异常，可与相减波结合用于判断匝间短路的具体位置。图5是有匝间短路时的转子RSO波形。

2.3 RSO 试验特点

如前所述，转子绕组匝间短路的传统试验方法有：转子直流电阻测量、交流阻抗测量、转子线圈的电压分布测量、开口变压器法和转子气隙波形测量等。

RSO 试验方法相对于这些传统的方法而言，具有试验方便、快捷和非常敏感等特点。

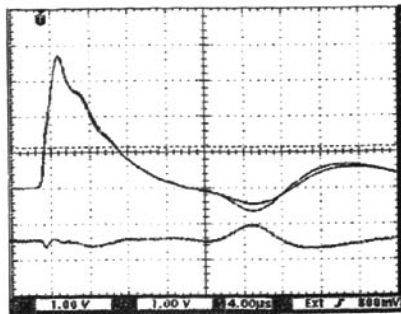


图5 转子绕组有匝间短路时的RSO波形

(1) RSO 试验接线简单，只需将线接到转子励磁滑环或导电螺钉上就可进行。因此，不管转子在膛内或膛外均可方便地进行试验。必要时加测量滑环在转子转动时也可进行。

(2) 由于其试验电压低并可应持续监测，可广泛应用于转子下线过程中全程监测下线时转子匝间绝缘情况；电厂也可在运行期间用这种方法监测转子在静止或转动时的匝间绝缘情况。

(3) RSO 试验非常敏感，运用这种方法可以检测到转子匝间高达 10Ω 以上的“高阻短路”。因此，能够及早的发现绕组存在的萌芽期匝间短路故障。

在运用 RSO 检测发电机转子匝间短路故障的实践中，曾多次检查了发电机转子电压分布的情况，在个别情况下，转子电压分布结果很正常，但 RSO 波形却显示有轻微异常。如某台转子在返厂检修过程中，RSO 波形如图6显示转子负极7号线圈匝间有短路，但电压分布试验（见表1），却没有发现问题。

表1 某台转子在返厂检修过程中的电压分布试验

电压分布		试验电流: 4A	试验电压: 15.3V	
正极线圈号	线圈电压/V		负极线圈号	线圈电压/V
1	0.487		1	0.457
2	0.82		2	0.825
3	0.868		3	0.825
4	0.835		4	0.888
5	0.92		5	0.907
6	0.919		6	0.977
7	0.947		7	0.937
8	0.921		8	0.914

转子在试验平台上经过一段时间的高速转动和加励磁电流加热膨胀后，RSO 波形显示异常更加明显，拆开转子线圈果然在端部找到匝间短路点。因此，采用 RSO 试验能够准确的判断匝间短路所在的位置。

3 RSO 试验的理论分析

RSO 试验技术已开发应用有 20 多年时间了。总

的说来,其试验效果非常敏感,很轻微的匝间短路(高阻短路)均能检查出来。但当波形之间有微小差异,有时检查却发现线圈并不存在匝间短路的情况,这就引起了对 RSO 试验结果影响因素的研究。

对 RSO 试验结果的理论分析方法是利用多导体传输理论,首先必须建立转子线圈的传输模型,用计算机对波形进行模拟,然后与在试验线圈的试验波形进行比较。

在研究的初期阶段,用简单的导体对地的传导模式建立的传输模型计算出来的波形与试验波形对比发现结果并不理想。后来用陡波在电动机线圈中的电压分布模式建立的传导模型发现符合得比较好。简单介绍如下:电动机试验线圈模型如图 6,实际试验线圈如图 7,图 8~9 是试验波形与计算波形的比较。

初步研究结果:当 RSO 试验波形有微小差异时,有时是因为转子线圈匝间有高阻抗短路,有时是由于线圈局部电容或阻抗变化不对称引起的。有时将线圈端部压紧都会对 RSO 的波形产生影响。更深入的分析有赖于建立更精确的数学模型,在这方面还有一定的工作要做。

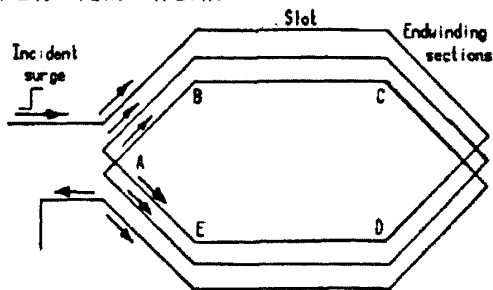


图 6 电动机 RSO 试验线圈模型

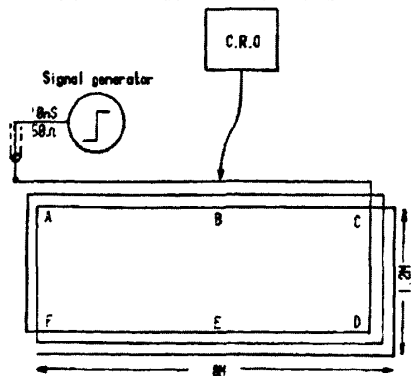


图 7 实验室用试验线圈模型

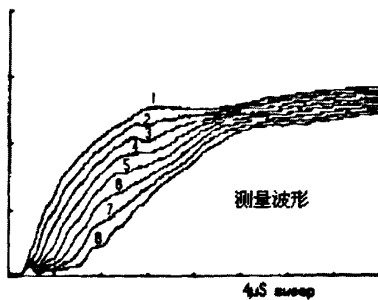


图 8 试验线圈测量波形

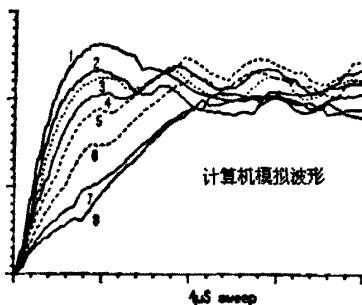


图 9 试验线圈计算机模拟波形

4 结论

RSO 试验具有接线简单,检测灵敏度高,对故障准确定位等优点,在大亚湾核电站发电机转子匝间短路故障的诊断中有过良好的工作实践。因此,是一种非常有效的检测技术,值得在国内电站推广应用。

参考文献

- [1] R.T.HINDMARCH and J.W.WOOD. Development In Detecting Interturn Shorts In Generators Using The RSO Technique. Proc.IEE,vol. 56, July 1989;305-308.
- [2] WOOD.J.W and HINDMARCH.R .T. Rotor winding short detection. Proc.IEE,vol. 133, May 1986:181-189
- [3] MCLAREN.P.G and ABDEL-RAHAM,M.H. Modeling Of Large Ac Motor Coils For Steep Fronted Surge Studies. IEEE IAS Convention, Denver, Sept. 1986.
- [4] 安郁镜. 大型发电机转子匝间短路的检查及处理[J]. 中国科技信息, 2005(7):125.

检测发电机转子匝间短路的RSO实验技术及其应用分析

作者: [袁振亚](#), [Yuan Zhengya](#)
作者单位: [上海交通大学电信电气学院, 上海, 200030](#)
刊名: [电气技术](#)
英文刊名: [ELECTRICAL ENGINEERING](#)
年, 卷(期): 2010(4)
被引用次数: 1次

参考文献(4条)

1. [R. T. HINDMARCH; J. W. WOOD](#) [Development In Detecting Interturn Shorts In Generators Using The RSO Technique](#) 1989
2. [WOOD. J. W.; HINDMARCH. R. T](#) [Rotor winding short detection](#) 1986
3. [MCLAREN. P. G.; ABDEL-RAHAM, M. H](#) [Modeling Of Large Ac Motor Coils For Steep Fronted Surge Studies](#) 1986
4. [安郁镜](#) [大型发电机转子匝间短路的检查及处理](#)[期刊论文]-[中国科技信息](#) 2005(07)

引证文献(2条)

1. [尹文俊](#), [李挺](#) [1000 MW汽轮发电机转子绕组匝间短路故障的诊断与分析](#)[期刊论文]-[电力科学与工程](#)

[2013\(11\)](#)
2. [贾志东](#), [陈海](#), [张征平](#), [夏英来](#), [关志成](#), [姚森敬](#) [采用重复脉冲法诊断发电机转子绕组匝间短路故障](#)[期刊论文]-[高电压技术](#) 2012(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dianqjs201004007.aspx