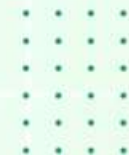


# HVDC换相失败引发次同步振荡现象分析

汇报人：

2024-01-19



| CATALOGUE |

# 目录

- 引言
- HVDC换相失败概述
- 次同步振荡现象分析
- 仿真模型建立与验证
- 影响因素及敏感性分析
- 预防措施与应对策略
- 总结与展望

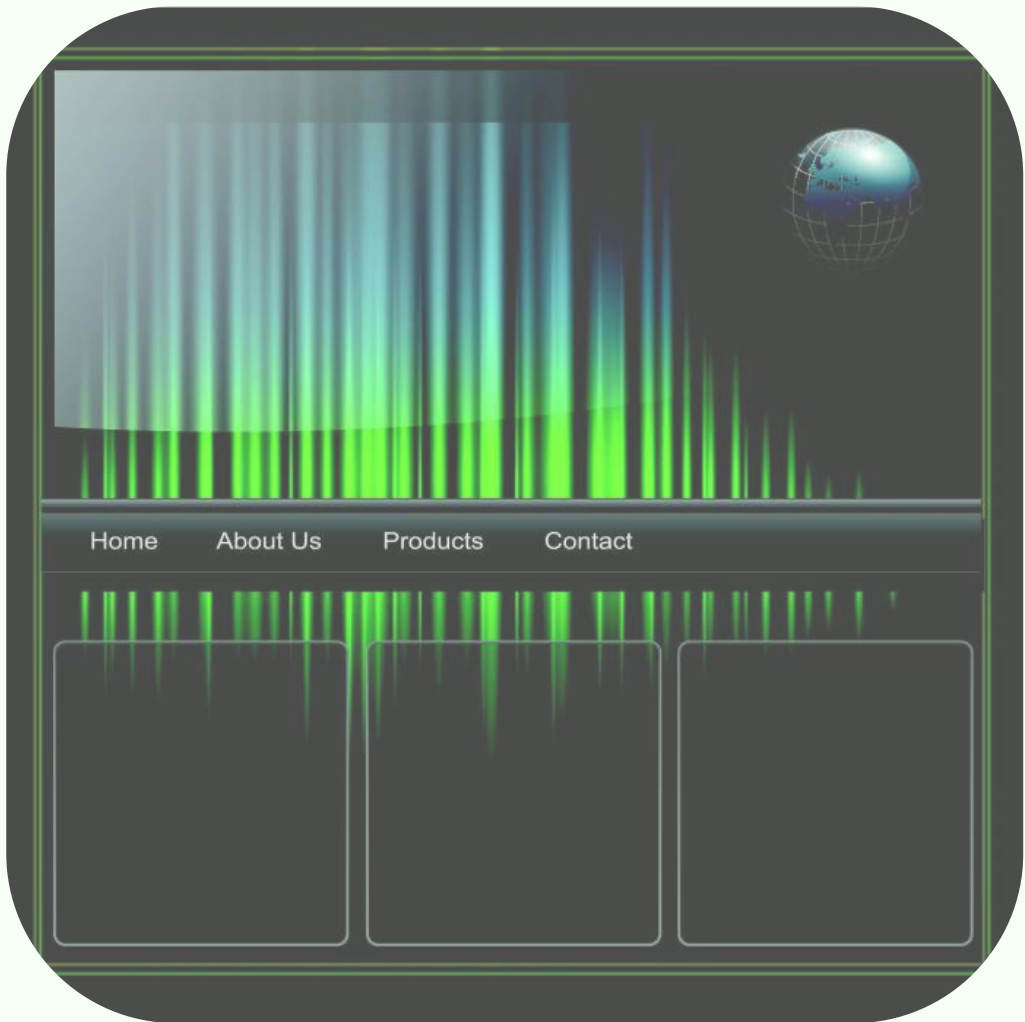
# 01

# 引言





# 研究背景和意义



## 能源互联网发展

随着能源互联网的快速发展，高压直流输电（HVDC）在电力系统中扮演着越来越重要的角色。然而，HVDC换相失败可能引发次同步振荡现象，对电力系统的稳定运行造成威胁。

## 保障电力系统安全

研究HVDC换相失败引发次同步振荡现象的机理和特性，对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。通过深入分析和研究，可以提出有效的抑制措施，降低次同步振荡对电力系统的影响。



# 国内外研究现状及发展趋势

## 国内外研究现状

目前，国内外学者已经对HVDC换相失败引发次同步振荡现象进行了一定的研究。主要集中在现象描述、机理分析和抑制措施等方面。然而，对于不同电力系统结构和运行条件下的次同步振荡特性及其影响因素的研究仍不够深入。

## 发展趋势

未来，随着电力系统的不断发展和电力电子技术的不断进步，HVDC换相失败引发次同步振荡现象的研究将更加深入。一方面，需要进一步完善次同步振荡的理论体系和分析方法；另一方面，需要针对不同电力系统结构和运行条件，提出更加有效的抑制措施，以保障电力系统的安全稳定运行。同时，随着人工智能、大数据等技术的不断发展，这些先进技术也将在次同步振荡的研究和抑制中发挥重要作用。

# 02

## HVDC换相失败概述





# HVDC系统基本原理

## 直流输电原理

利用换流器将交流电转换为直流电进行传输，再通过逆变器将直流电转换回交流电供给负载。

## 换流站构成

包括整流站、逆变站和直流输电线路，实现交流-直流-交流的转换。

## 控制与保护系统

确保HVDC系统的稳定运行，包括换流器触发控制、直流电压控制、电流控制等。

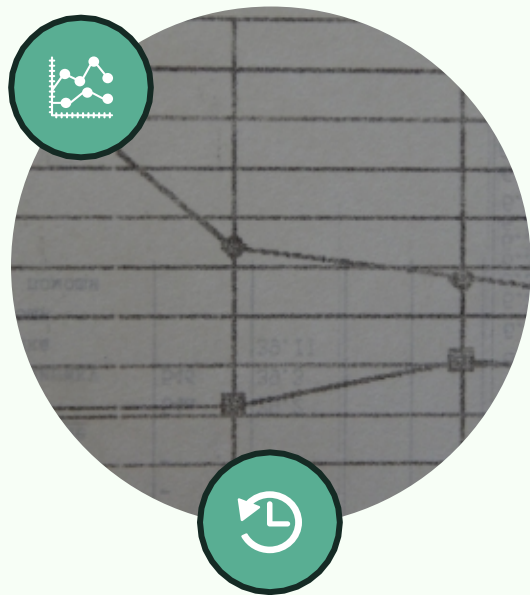




# 换相失败定义及原因

## 换相失败定义

在HVDC系统中，当换流器的两个桥臂之间的电压差不足以维持换相过程时，导致换相失败。

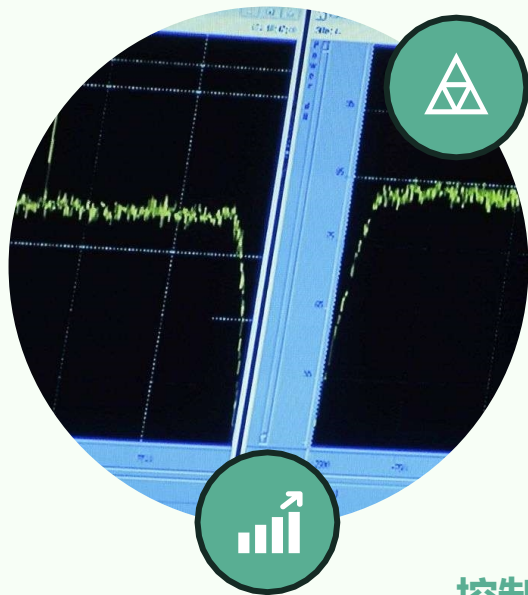


## 交流系统故障

如电压骤降、相位突变等。

## 直流系统参数不匹配

如直流电压过高、触发角过小等。



## 控制与保护系统故障

如控制器失灵、保护装置误动作等。





# 换相失败对系统影响

## 电压波动

- 换相失败会导致交流电压的瞬时波动。

## 功率振荡

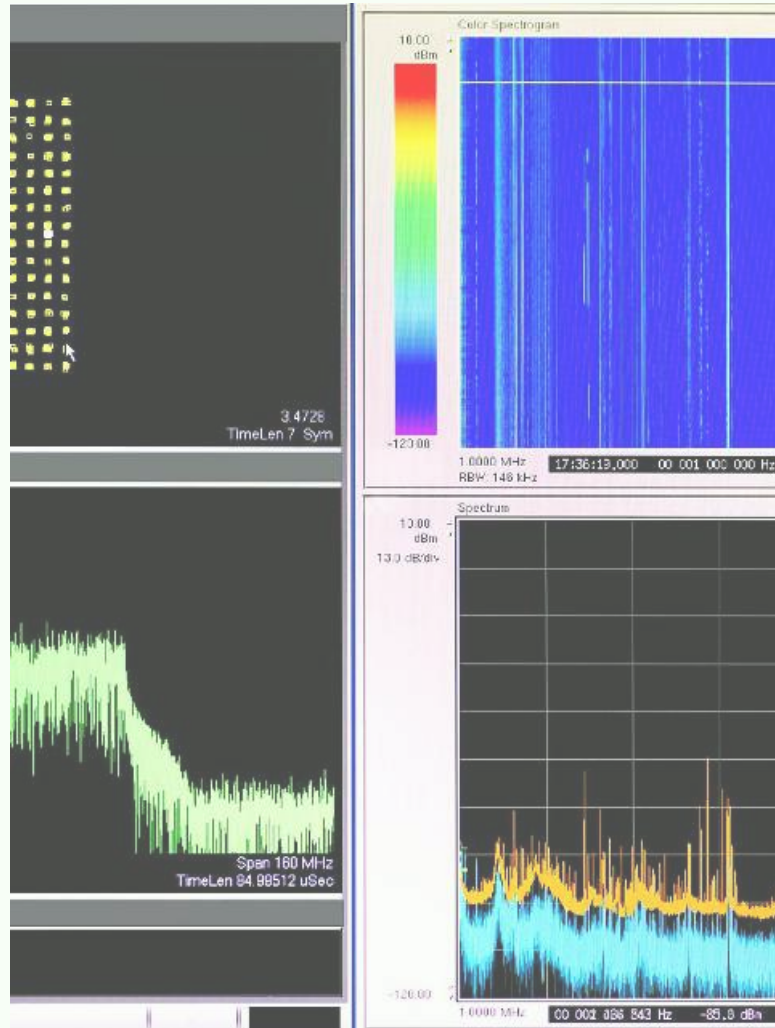
- 引发交流系统中的功率振荡现象。



# 换相失败对系统影响

## 直流电压波动

换相失败会导致直流电压的波动。



## 直流电流中断

在严重情况下，可能导致直流电流中断，影响系统稳定性。



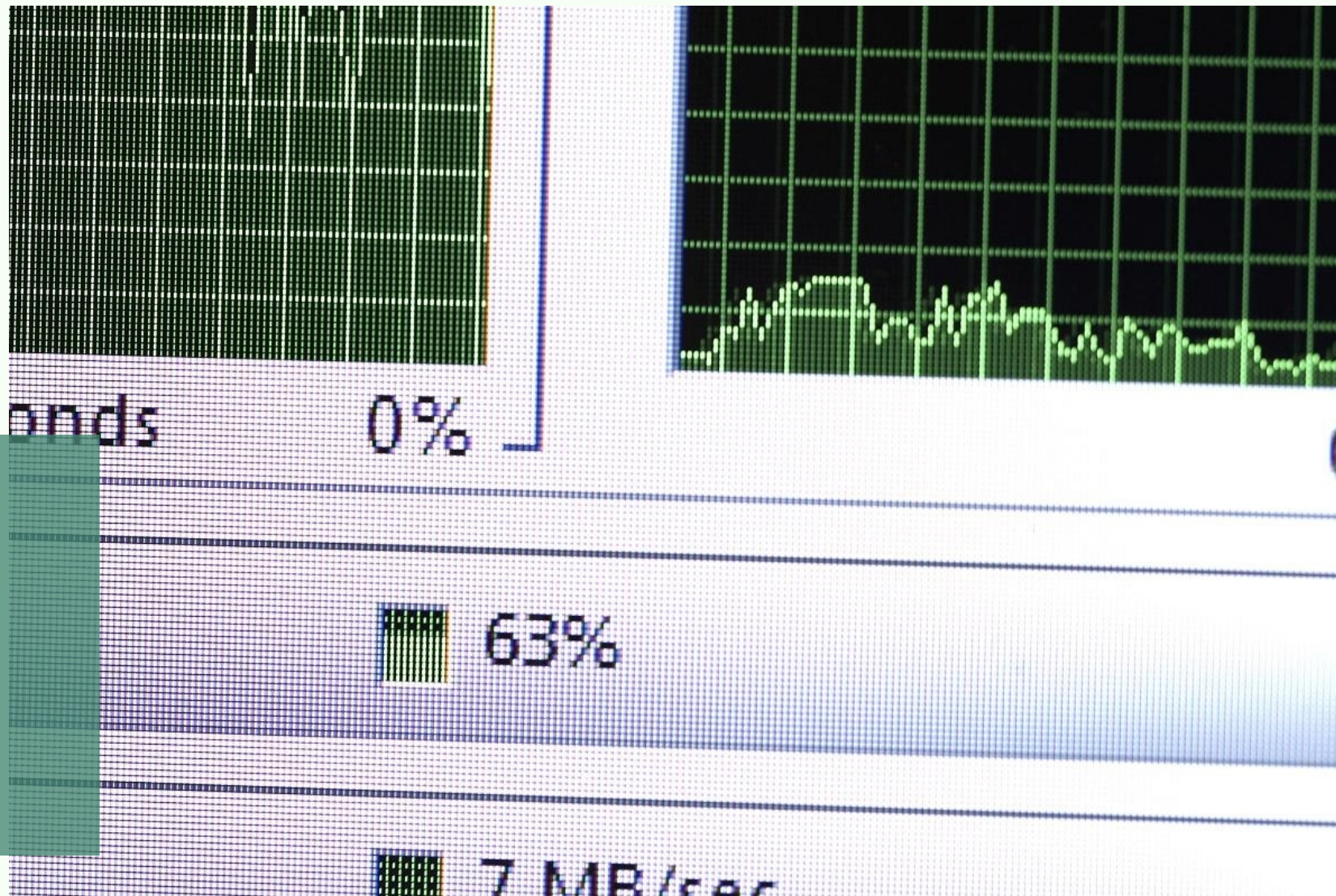
# 换相失败对系统影响

## 换流阀损坏

换相失败可能引发过高的电压应力，  
损坏换流阀。

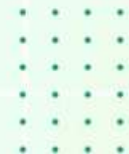
## 其他设备故障

如变压器、滤波器等设备也可能受到  
换相失败的影响而出现故障。



# 03

## 次同步振荡现象分析







# 次同步振荡定义及分类

## 次同步振荡定义

次同步振荡 ( Sub-synchronous Oscillation, SSO ) 是指电力系统中发电机轴系和电力系统之间以低于系统同步频率的某个或多个振荡频率进行的能量交换现象。

## 次同步振荡分类

根据振荡频率和参与元件的不同，次同步振荡可分为次同步扭振 ( Sub-synchronous Torsional Interaction, SSTI ) 和次同步谐振 ( Sub-synchronous Resonance, SSR ) 。





# 换相失败引发次同步振荡机理

## 换相失败过程

在HVDC输电系统中，换流阀的换相失败会导致直流电流的短时中断，进而在交流系统中产生电压扰动。

## 次同步振荡产生机理

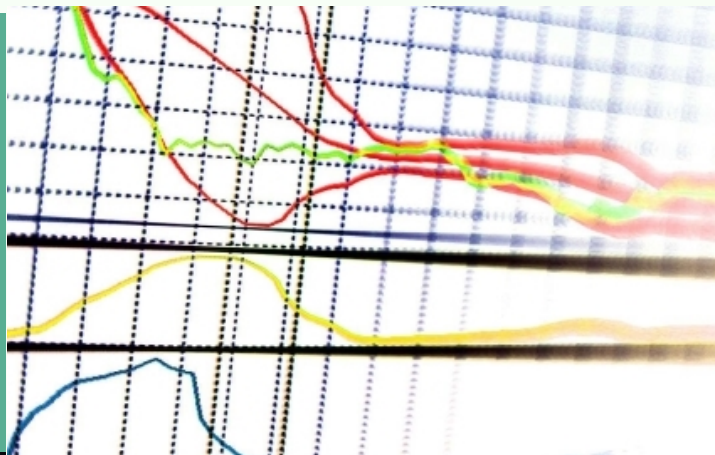
当交流系统存在某种形式的谐振或弱阻尼时，换相失败引起的电压扰动可能激发次同步振荡。具体来说，扰动电压中的次同步分量会与发电机轴系的自然扭振频率相互作用，导致轴系扭振。



# 次同步振荡对系统影响

## 对发电机的影响

次同步振荡会导致发电机轴系扭振，严重时可能造成轴系疲劳损伤甚至断裂，威胁发电机的安全运行。

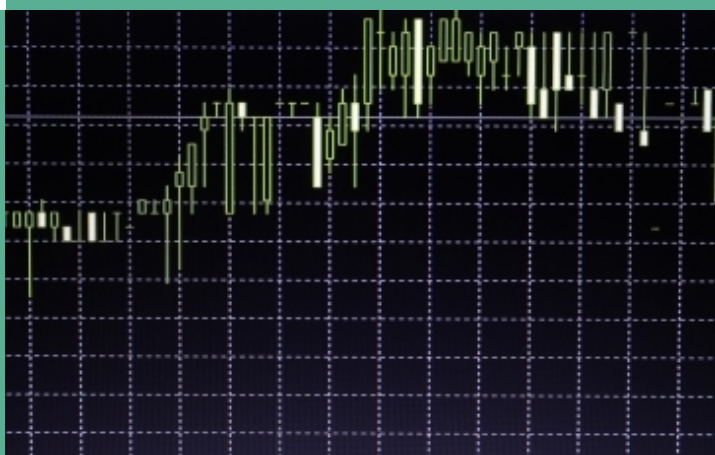


## 对HVDC系统的影响

对于HVDC输电系统而言，次同步振荡可能导致换流阀的损坏，降低直流输电的效率和可靠性。

## 对电力系统的影响

次同步振荡会引起系统电压和电流的波动，可能导致保护装置误动作、设备损坏以及系统稳定性下降等问题。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/258126015053006075>