

ICS 29.240  
CCS K45

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CECXXXXX—202X

# 大中型无刷励磁发电机组主励磁机保护 技术导则

Technical guide for main exciter protection of large and medium brushless  
generator units

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国电力企业联合会发布



目 次

前 言 ..... I

大中型无刷励磁发电机组主励磁机保护技术导则 ..... 1

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 总体要求 ..... 2

5 保护配置原则及出口方式 ..... 3

6 保护功能要求 ..... 3

附 录 A（资料性） 常见的两种无刷励磁系统结构及原理 ..... 5

附 录 B（资料性） 现有 DNC 保护的基本原理 ..... 6

附 录 C（资料性） 励磁机磁场探测线圈的典型配置方法 ..... 7

附 录 D（资料性） 主励磁机保护的典型配置示意图 ..... 8



## 前 言

本文件依据 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 大中型无刷励磁发电机组主励磁机保护技术导则

## 1 范围

本文件规定了大中型无刷励磁发电机组主励磁机保护的总体要求、配置原则、动作方式及功能要求等。

本文件适用于单机容量在 300MW 及以上的大中型无刷励磁发电机组，作为该类机组主励磁机保护研发、设计、制造、试验、运行和维护的依据，单机容量在 300MW 以下的机组可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器

GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护

GB/T 11287 电气继电器 第 21 部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇：振动试验（正弦）

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击和碰撞试验

GB/T 14598.3 电气继电器 第 5 部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验

GB/T 14598.24 量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据交换（COMTRADE）通用格式

GB/T 14598.26 量度继电器和保护装置 第 26 部分：电磁兼容要求

GB/T 14598.27 量度继电器和保护装置 第 27 部分：产品安全要求

GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

DL/T 478-2013 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 671 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

JB/T 7784 透平同步发电机用交流励磁机 技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.17、GB/T 2900.49、GB/T 14285、JB/T 7784 界定的以及下列的术语和定义适用于本文件。

### 3.1

三相励磁机 Three-phase exciter

转子电枢按照各分支绕组中性点相接后引出机端的方式，接成 3 相结构的励磁机。

### 3.2

#### 多相励磁机 Multiphase exciter

转子电枢按照各相绕组首尾依次相接的方式，接成 11 相、39 相或 46 相等多相结构的环形绕组励磁机。

### 3.3

#### DNC 系统 Diode non-conduction detection system

旋转整流器开路故障检测系统（DNC），该系统一般通过检测霍尔传感器脉冲实现对旋转整流器开路故障的检测。

### 3.4

#### 旋转整流器一管开路 One diode open circuit fault

旋转整流器出现的一只二极管断开的故障。

### 3.5

#### 旋转整流器一相开路 One phase open circuit fault

电枢绕组与旋转整流器之间出现一根连线的熔断器熔断的故障（仅存在于采用多相励磁机的发电机组）。

### 3.6

#### 旋转整流器两相开路 Two phase open circuit fault

电枢绕组与旋转整流器之间出现两根连线的熔断器熔断的故障（仅存在于采用多相励磁机的发电机组）。

### 3.7

#### 旋转整流器开路 Rotating rectifier open circuit fault

旋转整流器出现的一管开路、一相开路、两相开路及更多相开路故障的统称。

### 3.8

#### 励磁机磁场探测线圈 Detection coil

在定子磁极上按照一定规则布置的、用于辅助检测定子励磁绕组匝间短路故障、转子电枢绕组匝间短路故障和旋转整流器开路故障的附加绕组。

## 4 总体要求

4.1 主励磁机配置的保护应能反应主励磁机定子励磁绕组、转子电枢绕组和旋转整流器的各类电气故障和异常运行状态，应具有独立性和完整性。

4.2 主励磁机配置的保护应在机组启停、发电机故障或异常以及系统扰动时具备防误动能力。

4.3 主励磁机保护宜采用定子励磁绕组电气量反应的各类故障和异常运行状态，也可采用磁场探测线圈等其他测量方式。

4.4 主励磁机保护装置的性能及安装应满足 GB/T 11287、GB/T 13384、GB/T 14285、GB/T 14537、GB/T 14598.3、GB/T 14598.24、GB/T 14598.26、GB/T 14598.27、GB 50171、DL/T 478、DL/T 671 和 DL/T 5136 等标准的要求。



4.5 主励磁机保护装置应能检测励磁机定子励磁电流或磁场探测线圈感应电动势中不低于 1500Hz 的高频分量。

## 5 保护配置原则及动作方式

### 5.1 保护配置原则

针对主励磁机的故障和异常运行状态，应至少配置以下保护：

- a) 转子电枢绕组匝间短路保护；
- b) 转子电枢绕组相间短路保护；
- c) 旋转整流器开路保护；
- d) 定子励磁绕组短路保护；
- e) 定子励磁绕组一点接地保护；
- f) 定子励磁绕组开路保护；
- g) 定子过电流和过电压保护。

### 5.2 保护动作方式

根据故障和异常运行状态性质的不同，本文件 5.1 部分列出的各项保护的動作方式规定如下：

- a) 转子电枢绕组匝间短路保护宜动作于停机；
- b) 转子电枢绕组相间短路保护宜动作于停机；
- c) 对于采用多相励磁机的发电机组，旋转整流器的一管开路故障或一相开路故障宜动作于信号，两相及以上的开路故障可动作于停机；对于采用三相励磁机的发电机组，旋转整流器的开路故障宜动作于信号；
- d) 定子励磁绕组短路保护宜动作于信号，必要时可根据高、低两段定值，发出不同的告警信号；
- e) 定子励磁绕组一点接地保护宜动作于信号；
- f) 定子励磁绕组开路保护宜动作于信号；
- g) 定子过电流和过电压保护可动作于信号或停机。

以上動作方式的具体動作行为，依据 GB/T 14285 的规定执行。

## 6 保护功能要求

### 6.1 转子电枢绕组匝间短路保护

6.1.1 对于采用三相励磁机的发电机组，转子电枢绕组匝间短路保护应能反应转子电枢绕组的分支内匝间短路和分支间匝间短路故障。

6.1.2 对于采用多相励磁机的发电机组，转子电枢绕组匝间短路保护应能反应转子电枢绕组的各相分支内匝间短路故障。

6.1.3 宜通过检测定子励磁电流实现对转子电枢绕组匝间短路故障的保护。

6.1.4 保护对电枢绕组发生的各类金属性匝间短路故障的灵敏系数不应小于 1.5。

### 6.2 转子电枢绕组相间短路保护

6.2.1 转子电枢绕组相间短路故障保护宜通过检测定子励磁电流，反应励磁机转子电枢绕组及引出线的相间短路故障。

6.2.2 保护对电枢绕组发生的各类金属性相间短路故障的灵敏系数不应小于 1.5。

### 6.3 旋转整流器开路保护

- 6.3.1 对于采用多相励磁机的发电机组，宜通过检测定子励磁电流反应旋转整流器开路故障。
- 6.3.2 对于采用多相励磁机的发电机组，可额外配置 DNC 系统实现对旋转整流器的一相开路故障、两相及以上开路故障的判别。
- 6.3.3 对于采用三相励磁机的发电机组，宜通过检测定子励磁电流反应旋转整流器的一管开路故障，必要时还可优化判据使之反应旋转整流器的更多管开路故障。
- 6.3.4 保护对旋转整流器发生的各类开路故障的灵敏系数应不小于 1.3。

### 6.4 定子励磁绕组短路保护

- 6.4.1 保护应能通过检测定子励磁电流，反应定子励磁绕组一极内的匝间短路、极间的匝间短路和正负极间的短路故障。
- 6.4.2 保护对励磁绕组 5%匝比金属性短路故障的灵敏系数应不小于 1.3。
- 6.5 定子励磁绕组一点接地保护应实现定子励磁绕组对地绝缘电阻的实时检测与显示。
- 6.6 定子励磁绕组开路保护应能实现励磁回路开路及接触不良的检测。
- 6.7 励磁机定子过电流和过电压保护，应能反应各类故障或异常运行导致的励磁机定子过流、正负极间过电压和对地过电压。
- 6.8 为提高保护的灵敏性及可靠性，可在定子磁极布置磁场探测线圈，通过检测探测线圈的感应电动势反应定子励磁绕组短路故障、转子电枢绕组匝间短路故障、转子电枢绕组相间短路故障和旋转整流器开路故障。

## 附录 A

(资料性)

## 常见的两种无刷励磁系统结构及原理

目前大中型无刷励磁发电机组共有两种常见励磁系统结构，图 A-1 是采用多相励磁机的无刷励磁方式，励磁机多采用环形电枢绕组，励磁变经可控硅整流给励磁机提供励磁电源，励磁机的转子电枢绕组通过旋转整流器整流后为发电机提供励磁电流。图 A-2 是采用三相励磁机的无刷励磁方式，励磁机多采用常规的三相星形绕组，副励磁机直接给励磁机提供励磁电源。

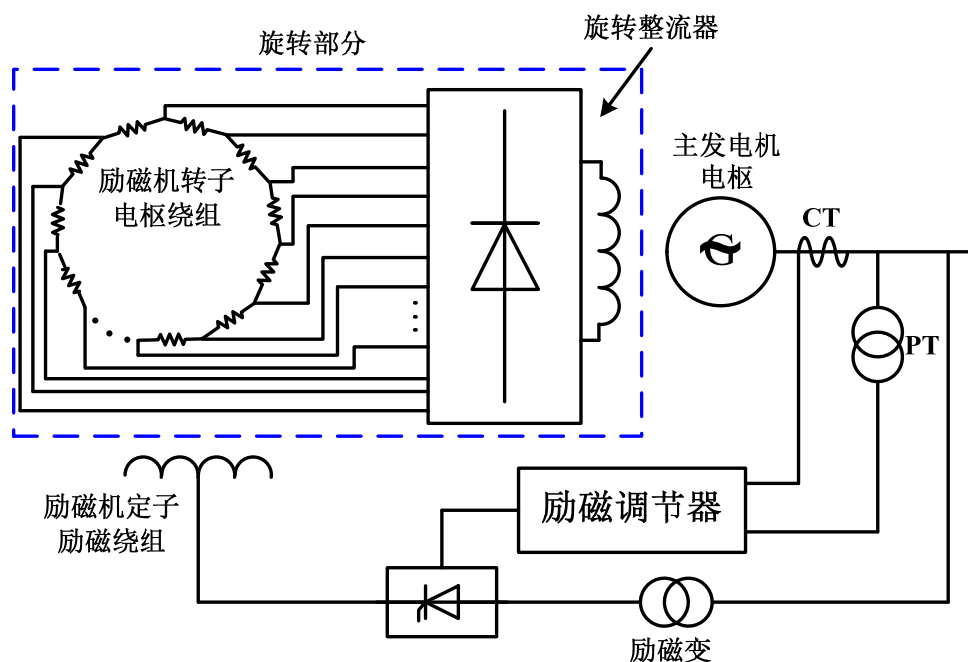


图 A-1 采用多相励磁机的无刷励磁方式

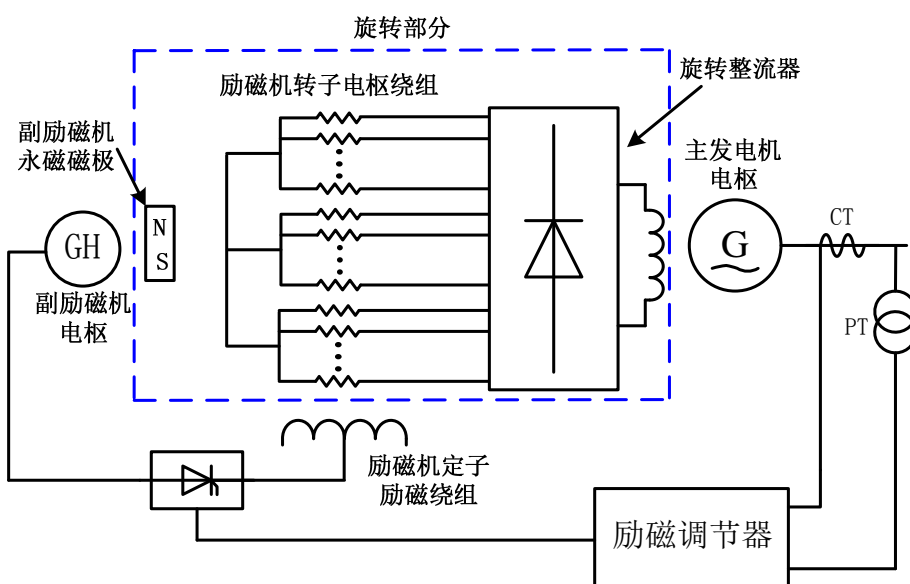


图 A-2 采用三相励磁机的无刷励磁方式

附录 B  
(资料性)

现有 DNC 保护的基本原理

对于旋转整流器故障，目前现场运行的多相励磁机普遍采用 DNC 系统进行监测。如图 B-1 所示，该系统在励磁机磁极端面靠近电枢整流模块连接片的位置相隔一定角度安装 3 个霍尔传感器。当整流系统正常、励磁机电枢与整流器相连的各支路导通的情况下，励磁机每旋转一圈，传感器探头将输出连续的信号波形。如果有故障，则输出波形不再连续，该系统按照 3 取 2 的逻辑进行判断。

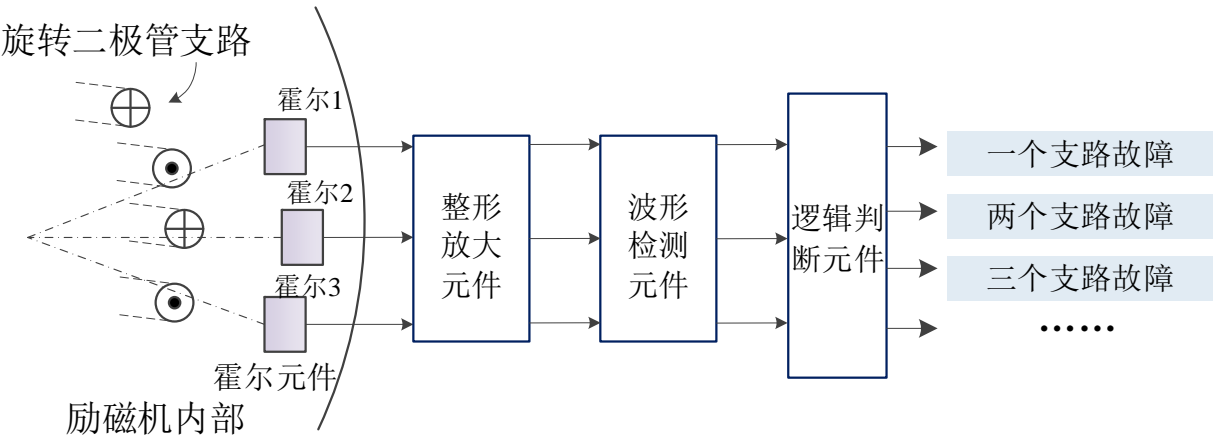


图 B-1 二极管非导通故障检测系统（DNC）示意图

附录 C  
(资料性)

励磁机磁场探测线圈的典型配置方法

一般采用在定子励磁绕组布置两组相同探测线圈（空间相差 180°机械角度）的方式来检测故障时气隙磁场的特征。如图 C-1 所示，电机为定子静止励磁。在空间相对的两个磁极下布置相同匝数的两个探测线圈，探测线圈固定在电机定子内圆的槽口或者槽楔处，两个探测线圈分别处于不同极性的磁极下，绕组的绕向相同。正常运行时，探测线圈为开路，没有工作电流因此不对电机正常运行产生影响。可以利用单个探测线圈的感应电动势，也可以将两个探测线圈正向或反向串联，利用感应电动势的谐波特征实现对无刷励磁机各种故障的保护。

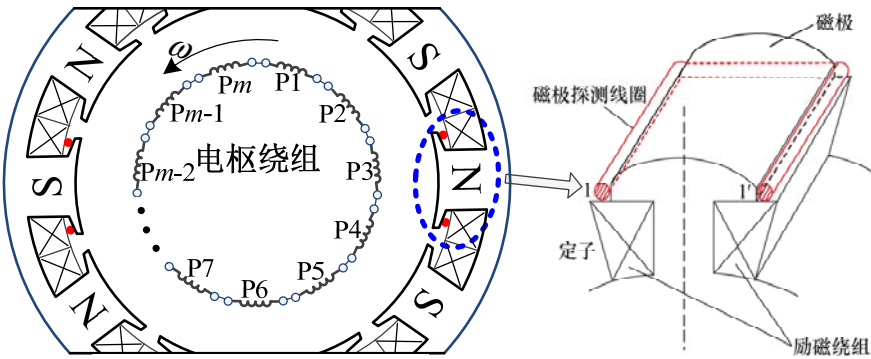


图 C-1 无刷励磁机探测线圈布置方法

附录 D  
(资料性)

主励磁机保护的典型配置示意图

