



中华人民共和国国家标准

GB/T 7409.2—2020
代替 GB/T 7409.2—2008

同步电机励磁系统 第 2 部分：电力系统研究用模型

Excitation systems for synchronous machines—
Part 2: Models for power system studies

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 励磁功率单元分类——图示法及稳定性研究的数学模型	2
4.1 直流励磁机励磁功率单元	2
4.2 交流励磁机励磁功率单元	2
4.3 电势源静止励磁功率单元	6
4.4 复合源静止励磁功率单元	7
5 控制功能的数学模型	8
5.1 电压测量和负载电流补偿环节模型	8
5.2 比例-微分-积分(PID)校正环节模型	9
5.3 励磁反馈环节模型	9
5.4 限幅环节	10
5.5 电力系统稳定器模型	10
5.6 电压控制主环通用结构	11
5.7 辅助限制环节模型	11
5.8 辅助限制环节介入电压控制主环的方式	15
6 励磁系统模型	15
6.1 概述	15
6.2 交流励磁机励磁系统模型	16
6.3 直流励磁机励磁系统模型	18
6.4 静止励磁系统模型	18
7 专用语	19
7.1 参数	19
7.2 变量	21
附录 A (资料性附录) 变压器高压侧电压控制模型	23
附录 B (规范性附录) 限幅表示法	24
附录 C (资料性附录) 多频段电力系统稳定器模型	27
附录 D (规范性附录) 反时限特性计算	28
附录 E (资料性附录) UEL 模型查表函数	29
附录 F (资料性附录) 积分复位表示法	30
附录 G (规范性附录) 饱和函数	31
附录 H (规范性附录) 整流器调节特性	32

附录 I (资料性附录) 过励限制(OEL)基准值的估算	33
附录 J (规范性附录) 标么系统	37
参考文献	38

前 言

GB/T 7409《同步电机励磁系统》分为三个部分：

- GB/T 7409.1 同步电机励磁系统 定义；
- GB/T 7409.2 同步电机励磁系统 第2部分：电力系统研究用模型；
- GB/T 7409.3 同步电机励磁系统 大、中型同步发电机励磁系统技术要求。

本部分为 GB/T 7409 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 7409.2—2008《同步电机励磁系统 电力系统研究用模型》，与 GB/T 7409.2—2008 相比，主要技术变化如下：

- 增加了“对励磁系统辅助限制模型作了具体描述”，所建立的发电机励磁系统模型能够满足国内主要的发电机励磁系统进行与现场实测数据的仿真比对，可供电力系统稳定分析之用(见 5.7)；
- 增加了标量迭加式负载电流补偿模型(见 5.1)；
- 修改了部分电压校正环节模型及说明(见 5.3, 2008 年版的 3.5.2)；
- 增加了部分电力系统稳定器模型(见 5.5)；
- 增加了 V/Hz 限制、OEL、SCL 及 UEL 模型(见 5.7)；
- 增加了各辅助限制环节和电力系统稳定器介入电压控制主环的方式(见 5.8)；
- 增加了“变压器高压侧电压控制模型”(见附录 A)；
- 增加了“多频段电力系统稳定器模型”(见附录 C)；
- 增加了“反时限特性计算”(见附录 D)；
- 删除了原资料性附录 E 和附录 F(见 2008 年版的附录 E 和附录 F)。
- 增加了“UEL 模型查表函数”(见附录 E)；
- 增加了“积分复位表示法”(见附录 F)；
- 增加了“磁场电流的估算方法”，可用于 OEL 环节限制特性整定(见附录 I)；

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)归口。

本部分起草单位：华北电力科学研究院有限责任公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、南京南瑞继保电气有限公司、东方电气自动控制工程有限公司、上海电气电站设备有限公司发电机厂、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、浙江浙能技术研究院有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、中国大唐集团科学技术研究院有限公司、广州擎天实业有限公司、北京科电亿恒电力技术有限公司。

本部分主要起草人：谢欢、苏为民、李国良、吴龙、濮钧、吴跨宇、吴涛、周平、王磊、史扬、霍承祥、陈新琪、余振、戴中华、杨立强、熊鸿韬、孙新志、李显彤、周谧。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 7409—1987；
- GB/T 7409.2—1997、GB/T 7409.2—2008。

引 言

在电力系统稳定性研究中,当同步电机的运行状态已被准确地模拟,则电机的励磁系统也应建立适当的模型。由于受数据取得、编程和计算的限制,在允许情况下采用具有适当精度的简化模型是必要的。这些模型需适用于表现下述时间的励磁系统性能:

- 故障发生前的稳态条件期间;
- 从故障发生到故障清除期间;
- 故障清除后振荡期间。

假定在稳态研究中频率偏差在 $\pm 5\%$ 额定值内,励磁模型可以忽略频率偏差的影响。

励磁系统模型需要对于稳态条件和同步电机固有振荡频率是有效的。这个振荡频率的典型值一般不大于 3 Hz。

保护功能和灭磁及过电压抑制设备的动作也不包括在模型使用范围内。失步运行、次同步谐振/振荡或轴系扭振的研究需考虑更详细模型。

励磁系统建模方法和标准模型也可能用于与同步电机有关的其他动态问题,但需要检查模型用于该研究的适用性。

在电力系统研究中,所涉及的各种励磁系统功能在图 1 框图中给出。这些功能包括:

- 电压控制部件;
- 辅助限制环节;
- 电力系统稳定器;
- 励磁反馈环节;
- 励磁功率单元。

励磁功率单元的主要区分特征是励磁功率提供与变换的方式。

本部分参考国内现有发电机励磁系统实际模型和用于电力系统稳定分析的发电机励磁系统计算模型,参考 IEEE Std.421.5—2016 标准,提出了概括的、符合实际的、可以满足电力系统稳定分析要求的发电机励磁系统计算模型。

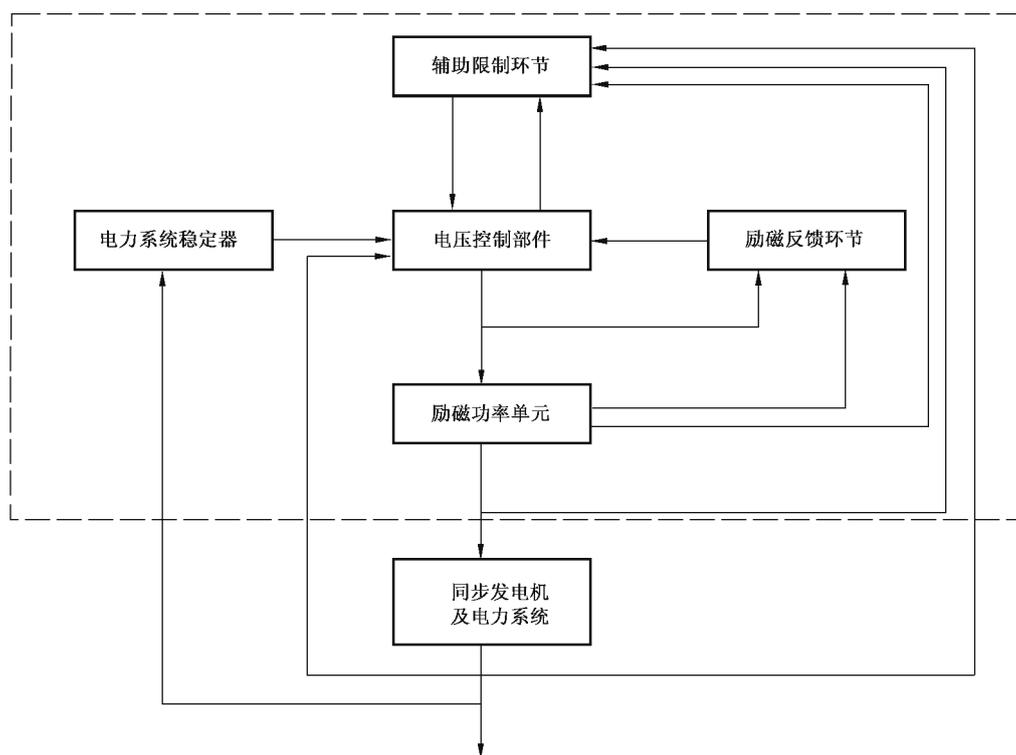


图 1 同步电机励磁系统(虚线框内部分)通用功能框图

同步电机励磁系统

第2部分：电力系统研究用模型

1 范围

GB/T 7409 的本部分规定了励磁系统模拟简图、励磁功率单元和控制功能的数学模型,及其相关参数和变量的术语定义。

本部分适用于电力系统研究和分析中所使用的汽(燃气)轮发电机、水轮发电机、抽水蓄能发电/电动机和核电机组的励磁系统模型。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 7409.1 同步电机励磁系统 定义

3 术语和定义

GB/T 7409.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电压控制主环 **main voltage control**

将同步发电机机端电压的实际测量值与给定值进行比较,并按其偏差以适当的控制规律调节励磁输出的环节。

注:其主要功能中还包含负载电流补偿、励磁反馈环节及电力系统稳定器(power system stabilizer, PSS)功能。

3.2

辅助限制环节 **auxiliary limiters**

励磁调节器中除电压控制主环以外的限制环节。

注:其包含 V/Hz 限制、过励限制、最大励磁电流限制、定子电流限制、欠励限制等。

3.3

最大励磁电流限制 **maximum current limiter**

任何运行工况下,瞬时限制励磁系统输出电流不超过规定的最大值。

3.4

V/Hz 限制 **volts per hertz limiter; VFL**

电压调节器中一种防止同步电机或与其相连变压器的电压与频率之比超过允许范围的附加单元或功能。

3.5

过励限制 **over excitation limiter; OEL**

电压调节器中一种将励磁系统输出电流限制在允许值之内的附加单元或功能。