



中华人民共和国国家标准

GB/T 7409.1—2008
代替 GB/T 7409.1—1997

同步电机励磁系统 定义

Excitation systems for synchronous electrical machines—Definitions

(IEC 60034-16-1:1991, Rotating electrical machines—
Part 16: Excitation systems for synchronous machines—
Chapter 1: Definition, MOD)

2008-06-18 发布

2009-03-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

GB/T 7409《同步电机励磁系统》标准分为三个部分：

第一部分：GB/T 7409.1《同步电机励磁系统 定义》；

第二部分：GB/T 7409.2《同步电机励磁系统 电力系统研究用模型》；

第三部分：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条件》。

本部分是 GB/T 7409《同步电机励磁系统》的第一部分。

本部分修改采用 IEC 60034-16-1:1991《旋转电机 第 16 部分 同步电机励磁系统 第 1 章 定义》(英文版),有修改的部分在页右边以竖线标示。

附录 A 中给出了与 IEC 60034-16-1 1991-02 章条编号对照一览表,附录 B 中给出了与 IEC 60034-16-1 1991-02 的技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本部分代替 GB/T 7409.1—1997《同步电机励磁系统 定义》。

本部分与 GB/T 7409.1—1997 比较,主要变化如下：

- GB/T 7409.1—1997 等同采用 IEC 60034-16-1:1991,GB/T 7409.1—2008 修改采用 IEC 60034-16-1:1991；
- 将 GB/T 7409.3—1997 的定义部分补充到 GB/T 7409.1—2008；
- 按照 GB/T 7409.2—2008 和 GB/T 7409.3—2007 应用的需要,修改了 GB/T 7409.1—1997 的定义。

本部分的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本部分由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)负责归口和解释。

本部分负责起草单位：哈尔滨电机厂有限责任公司。

本部分参加起草单位：浙江省电力试验研究院、中国电力科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司、上海汽轮发电机有限公司、东方电机股份有限公司、国网南京自动化研究院、广州电器科学研究院、山东济南发电设备厂、北京北重汽轮电机有限责任公司、水电水利规划设计总院。

本部分主要起草人：李国良、竺士章、刘增煌、苏为民、刘明行、汪大卫、胡瑜、赵红光、吕宏水、熊巍、尹国吉、张玉华、刘国阳、李宇俊。

本部分所代替标准历次版本发布情况为：

- GB/T 7409—1987；
- GB/T 7409.1—1997。

同步电机励磁系统 定义

1 范围

GB/T 7409 的本部分适用于同步电机的励磁系统。

2 总则

2.1 励磁控制系统 excitation control system

包括同步电机及其励磁系统的反馈控制系统。

2.2 励磁系统 excitation system

提供同步电机磁场电流的装置,包括所有调节与控制元件、励磁功率单元、磁场过电压抑制和灭磁装置以及其他保护装置。

2.3 励磁功率单元 exciter

提供同步电机磁场电流的功率电源

注:电源的举例,如:

——一台旋转电机,它既可以是直流电机或是交流电机以及与之联接的整流器。

——一台或几台变压器以及与之联接的整流器。

2.4 励磁控制 excitation control

根据包括同步电机、励磁功率单元以及与之联接的电网在内的系统状态的信号特性,改变励磁功率的控制。

注:同步电机端电压是优先考虑的被控制量。

2.5 磁场绕组端部 field winding terminal

同步电机磁场绕组的输入部位。

注1:假如有电刷与滑环,它们都是磁场绕组的一部分。

注2:对于无刷电机,旋转整流器与电机磁场绕组的引线之间的连接点是磁场绕组的端部。

2.6 励磁系统的输出端 excitation system output terminals

励磁系统装置的输出的部位,这些端部可以与磁场绕组端部部位不同。

2.7 额定磁场电流 rated field current

$$I_{fN}$$

同步电机运行在额定电压、电流、功率因数与转速下,其磁场绕组中的直流电流。

2.8 额定磁场电压 rated field voltage

$$U_{fN}$$

在磁场绕组上产生额定磁场电流所需要的电机磁场绕组端部的直流电压。这时磁场绕组的温度应是在额定负载、额定工况以及初级冷却介质在最高温度条件下的温度。

注:假如同步电机有一个周期负载,使磁场绕组温度不能达到稳定,那么 U_{fN} 应是在周期负载中磁场绕组达到的最高温度条件下的电压。

2.9 空载磁场电流 no-load field current

$$I_{f0}$$

同步电机在空载、额定转速下产生额定电压所需的电机磁场绕组的直流电流(见图1)。

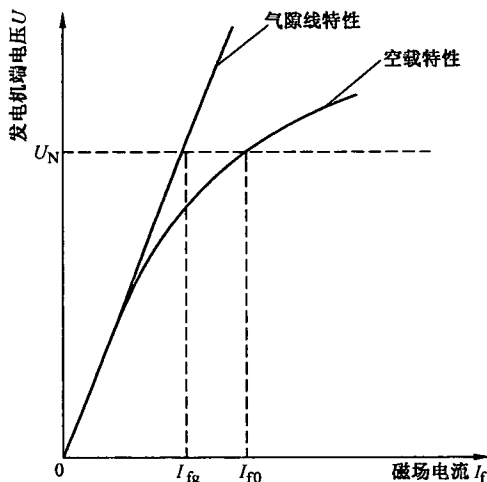


图 1 空载磁场电流 I_{f0} 和气隙磁场电流 I_{fg} 的确定

2.10 空载磁场电压 no-load field voltage

$$U_{f0}$$

在磁场绕组温度为 25℃ 时,产生空载磁场电流所需的电机磁场绕组端部的直流电压。

2.11 气隙磁场电流 air gap field current

$$I_{fg}$$

在空载气隙线上产生同步电机额定电压理论上所需的磁场绕组中的直流电流。

注: 当用计算机表述励磁系统模型时,气隙磁场电流是一个基准量。

2.12 气隙磁场电压 air gap field voltage

$$U_{fg}$$

当磁场绕组电阻等于 U_{fN}/I_{fN} 时,产生气隙磁场电流所需的同步电机磁场绕组端部的直流电压。

注: 当用计算机表述励磁系统模型时,气隙磁场电压是一个基准量。

2.13 励磁系统额定电流 excitation system rated current

$$I_{EN}$$

在规定的运行条件下,并考虑通常由于电机电压和频率变化引起电机对励磁的最大要求时,励磁系统能够长期连续输出的最大直流电流。

2.14 励磁系统额定电压 excitation system rated voltage

$$U_{EN}$$

在规定的运行条件下,励磁系统输出额定电流,并考虑大多数通常由于电机电压和频率变化引起电机对励磁的最大要求时,励磁系统能够提供的在其输出端的直流电压。

2.15 励磁系统顶值电流 excitation system ceiling current

$$I_P$$

在规定的时间内,励磁系统从它的输出端能够连续提供的最大直流电流。

2.16 励磁系统顶值电压 excitation system ceiling voltage

$$U_P$$

在规定的条件下,励磁系统从它的输出端能够提供的最大直流电压。

注 1: 对于从同步电机的电压和电流(假如有)取得电源的励磁系统,电力系统扰动的性质与励磁系统和同步电机的特定设计参数将影响励磁系统的输出。对这样的系统,顶值电压的确定要考虑电压降及电流(假如有)的增长。

注 2: 对于使用旋转励磁机的系统,顶值电压在额定转速下确定。

2.17 励磁系统顶值电流倍数 excitation system ceiling current ratio

 K_{IP}

励磁系统顶值电流与额定磁场电流的比值。

2.18 励磁系统顶值电压倍数 excitation system ceiling voltage ratio

 K_{UP}

励磁系统顶值电压与额定磁场电压的比值。

2.19 励磁系统的标称响应 excitation system nominal response

 V_E

由励磁系统的电压响应曲线确定的励磁系统输出电压的增量与额定磁场电压的比值(见图2)。这个比率,假定保持恒定,所扩展的电压—时间面积,与在第一个半秒钟时间间隔内得到的实际面积相等。

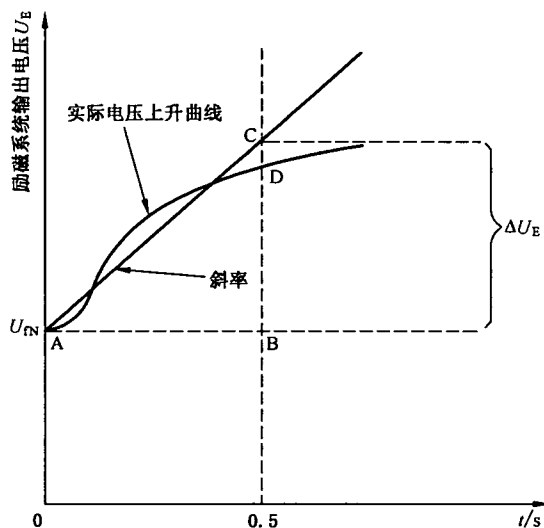
$$V_E = \frac{\Delta U_E}{0.5 U_{IN}} (\text{s}^{-1})$$

注1: 在励磁系统带有电阻等于 U_{IN}/I_{IN} 及足够的电感负载下,确定励磁系统标称响应,要考虑电压变化的影响及电流与电压的波形。

注2: 励磁系统标称响应是这样确定的,开始的励磁系统电压等于同步电机的额定磁场电压。然后,输入一个特定的电压偏差阶跃,使得很快获得励磁系统顶值电压。

注3: 对于从同步电机电压和电流(假如有)取得电源的励磁系统,电力系统扰动性质与同步电机及励磁系统的特定设计参数影响励磁系统输出。对这种系统,确定励磁系统标称响应要考虑电压降落与电流(假如有)的增长。

注4: 对于使用旋转励磁机的励磁系统,在额定转速下确定励磁系统的标称响应。

图2 励磁系统标称响应 V_E 的确定

2.20 电压静差率 static-voltage error ratio

 ϵ

负载电流补偿单元切除、原动机转速及功率因数在规定范围内变化,发电机负载从额定变化到零时端电压变化率,即:

$$\epsilon = \frac{U_0 - U_N}{U_N} \times 100\%$$

式中:

 ϵ ——电压静差率,用百分比表示; U_N ——额定负载下的发电机端电压,单位为伏特(V); U_0 ——空载时发电机端电压,单位为伏特(V)。

2.21 电压调差率 voltage compensative ratio

D

发电机在功率因数等于零的情况下,无功电流从零变化到额定定子电流值时,发电机端电压的变化率。负载电流补偿器退出后的电压调差率称自然电压调差率 D_0 。

$$D = \frac{U_0 - U}{U_N} \times 100\%$$

式中:

D ——电压调差率,用百分比表示;

U_0 ——空载时发电机端电压,单位为伏特(V);

U ——功率因数等于零、无功电流等于额定定子电流值时的发电机端电压,单位为伏特(V)。

2.22 无功电流补偿率 reactive current compensative ratio

K_{RCC}

(按照效果描述)因无功电流补偿器投入而产生的电压调差率的增量。

$$K_{RCC} = D - D_0$$

式中:

K_{RCC} ——无功电流补偿率,用百分比表示(%);

D ——电压调差率,用百分比表示(%);

D_0 ——自然电压调差率,用百分比表示(%).

注:在工程应用中,当电压静差率小于1%时可视 D_0 为零,即 $K_{RCC} = D$ 。

2.23 发电机空载阶跃响应的超调量、调节时间和振荡次数 overshoot, settling time and oscillation times on no load step test

M_p 、 T_s 和 n

发电机在空载额定工况下,突然改变电压给定值,使同步发电机端电压由初始值 U_{01} 变为稳态值 U_{02} ,获得发电机空载阶跃响应曲线(见图3)。发电机端电压的最大值 U_m 与稳态值 U_{02} 之差与端电压稳态变化量(稳态值 U_{02} 与初始值 U_{01} 之差)之百分数为超调量 M_p ,从电压给定跃变开始到发电机端电压与新的稳态值的差值 Δ 对端电压稳态变化量之比不超过5%,所需时间为调节时间 t_s 。在调节时间内,由第一次越过稳态值 U_{02} 起的波动次数为振荡次数 n 。

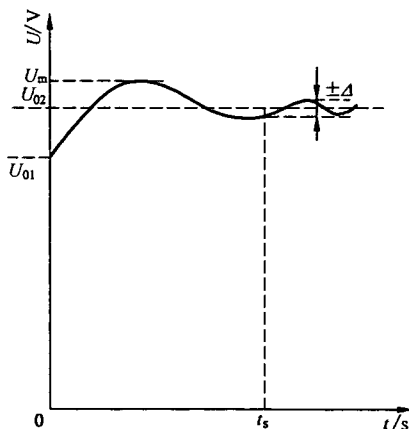


图3 发电机空载阶跃响应曲线

$$M_p = \frac{U_m - U_{02}}{U_{02} - U_{01}} \times 100\%$$

式中：

M_p ——超调量,用百分比表示；

U_m ——发电机端电压最大值,单位为伏特(V)；

U_{01} 、 U_{02} ——发电机端电压前稳态值和后稳态值,单位为伏特(V)；

t_s ——调节时间,单位为秒(s)。

2.24 100%电压起励时的超调量、调节时间和振荡次数 overshoot, settling time and oscillation times of 100% generator terminal voltage field flashing

发电机在额定转速下,突然投入励磁系统,使同步发电机端电压从零上升到额定值时,发电机端电压的最大值与最终稳态值之差对最终稳态值之比的百分数为零起升压的超调量,从起励开始到发电机端电压与最终稳态值之差不超过最终稳态值的2%所需时间为调节时间。在调节时间内,由第一次越过最终稳态值起的波动次数为振荡次数。

2.25 励磁系统电压响应时间 voltage response time of excitation system

发电机带额定负荷运行于额定转速下,突然改变电压测量值,励磁系统的输出端电压达到顶值电压与额定磁场电压之差的95%所需要的时间。

2.26 高起始响应励磁系统 high initial response excitation system

电压响应时间小于或等于0.1s的交流励磁机励磁系统。

2.27 励磁系统强迫切除 excitation system forced cut-off

是指由于励磁系统故障导致同步电机跳闸。

2.28 励磁系统年强迫切除率 F. O. R excitation system forced off ratio for a year F. O. R

在一年内,用百分数来表示的励磁系统强迫切除小时数对投运小时数与强迫切除小时数之和的比值。

2.29 励磁系统误强励 excitation system abnormal forcing

因励磁系统失控导致励磁系统输出异常升高。

2.30 励磁系统(数学)模型 excitation system Models

在电力系统稳定性研究中为了模拟励磁系统行为而建立的励磁系统的数学表达。

3 励磁功率单元种类

3.1 励磁机励磁功率单元 rotating exciter

使用由本同步电机或其他电机轴上取得机械功率的旋转电机的励磁功率单元。

3.1.1 直流励磁机励磁功率单元 DC exciter

使用换向器与电刷提供直流的励磁机励磁功率单元。

3.1.2 交流励磁机励磁功率单元 AC exciter

使用整流器提供成直流的励磁机励磁功率单元。整流器可以是可控的或不可控的。

3.1.2.1 静止整流器交流励磁机励磁功率单元 AC exciter with stationary rectifiers

使用静止整流器的交流励磁机励磁功率单元,其输出与同步电机励磁绕组滑环的电刷相联接。

3.1.2.2 旋转整流器交流励磁机励磁功率单元 AC exciter with rotating rectifiers (brushless exciter)

使用与同步电机同轴的旋转整流器的交流励磁机功率单元,其输出不经过滑环或电刷,而直接与同步电机的磁场绕组相联接。

3.2 静止励磁功率单元 static exciter

从一个或多个静止电源取得功率,使用静止整流器提供磁场电流的励磁功率单元。

3.2.1 电势源静止励磁功率单元 potential source static exciter

仅从电势源取得功率并使用可控整流器的励磁功率单元。

3.2.2 复合源静止励磁功率单元 compound source static exciter

从与同步电机机端量相关的电流源和电压源取得功率的静止励磁功率单元。两个电源可以在整流器交流侧或者直流侧迭加,可以以串联或者并联方式迭加。整流器可以设计成可控的或不可控的。

4 励磁系统种类

4.1 励磁机励磁系统 exciter excitation system

使用励磁机励磁功率单元的励磁系统。

4.1.1 直流励磁机励磁系统 DC exciter excitation system

使用直流励磁机励磁功率单元的励磁系统。

4.1.2 交流励磁机励磁系统 AC exciter excitation system

使用交流励磁机励磁功率单元的励磁系统。

4.1.3 无刷励磁系统 brushless excitation system

使用旋转整流器交流励磁机励磁功率单元的励磁系统。

4.2 静止励磁系统 static excitation system

使用静止励磁功率单元的励磁系统。

5 控制功能

5.1 自动电压调节器 automatic voltage regulator

将同步发电机的实际电压与给定值进行比较,并按其偏差以适当的控制规律调节励磁输出的装置。

5.2 手动励磁调节器 manual controller(field current regulator or field voltage regulator)

将同步发电机的实际磁场电流(或电压)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装置。

5.3 负载电流补偿器 load current compensator

一种装置或功能,能影响电压调节器使其控制某点的电压,而不是测得的同步发电机电压。可应用于部分补偿由外部阻抗引起的电压降,也可用于机组间的无阻抗并联运行,以实现对各机组的无功功率的分配。

5.4 过励限制器 over excitation limiter

一种电压调节器的附加单元或功能,目的是将励磁系统输出电流限制在允许值之内,限制作用可能是瞬时的或延时的。

5.5 过励保护器 over excitation protector

一种电压调节器附加单元或功能,目的是在过励限制器无法将励磁系统输出电流限制在允许值之内时发出保护信号。

5.6 定子电流限制器 stator current limiter

一种电压调节器的附加单元或功能,目的是将同步电机定子电流限制在允许值之内,限制作用是延时的。

5.7 欠励限制器 under excitation limiter

一种电压调节器的附加单元或功能,目的是在减少励磁时限制同步电机不超越静态稳定极限,或不超越由定子端部铁芯发热而要求的圆柱转子型电机的热容量。通常的输入量是:同步电机的有功功率、无功电流和端电压,或者是功角,或者是磁场电流(也许还综合其他变量)。

5.8 V/Hz 限制器 volts per hertz limiter

一种电压调节器的附加单元或功能,目的是防止同步电机或与其相连变压器过磁通。

5.9 电力系统稳定器 power system stabilizer

一种附加励磁控制装置或功能,它借助于电压调节器控制励磁功率单元的输出,来阻尼同步电机的功率振荡。输入量可以是转速、频率、或功率(或多个变量的综合)。

附 录 A
(资料性附录)

本部分章条编号与 IEC 60034-16-1:1991-02 章条编号对照

表 A.1 给出了本部分章条编号与 IEC 60034-16-1:1991-02 章条编号对照一览表。

表 A.1 本部分章条编号与 IEC 60034-16-1:1991-02 章条编号对照

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1
2	2
2.1	—
2.2	2.1
2.3	2.2
2.4	2.3
2.5	2.4
2.6	2.5
2.7	2.6
2.8	2.7
2.9	2.8
2.10	2.9
2.11	2.10
2.12	2.11
2.13	2.12
2.14	2.13
2.15	2.14
2.16	2.15
2.17	—
2.18	—
2.19	2.18
2.20~2.30	—
3	3
3.1	3.1
3.1.1	3.1.1
3.1.2	3.1.2
3.1.2.1	3.1.2.1
3.1.2.2	3.1.2.2
3.2	3.2
3.2.1	3.2.1
3.2.2	3.2.2

表 A. 1(续)

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
4	—
5	4
5.1	4.1
5.2	—
5.3	4.2
5.4	4.3
5.5	—
5.6	—
5.7	4.4
5.8	4.5
5.9	4.6
附录 A	—
附录 B	—

附录 B
(资料性附录)

本部分与 IEC 60034-16-1:1991-02 技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本部分与 IEC 60034-16-1:1991-02 的技术性差异及其原因。

表 B.1 本部分与 IEC 60034-16-1 1991-02 技术性差异及其原因

本部分章条编号	技术性差异	原因
2.1	新增“励磁控制系统 excitation control system”	GB/T 7409.2 和 GB/T 7409.3 有应用
2.2,2.3,2.4	代替“励磁机”为“励磁功率单元”	使“励磁机”概念更明确
	删除原 2.16“励磁系统空载顶值电压”	GB/T 7409.2 和 GB/T 7409.3 没有应用
	删除原 2.17“励磁系统负载顶值电压”	GB/T 7409.2 和 GB/T 7409.3 没有应用
2.17	增加代号“ K_P ”	GB/T 7409.2 有应用
2.18	增加代号“ K_{UP} ”	GB/T 7409.2 有应用
2.22	增加代号“ K_{RCC} ”	GB/T 7409.2 有应用
2.23	增加代号“ M_P, T_s , and n ”	GB/T 7409.2 有应用
2.25	增加“励磁系统电压响应时间”	GB/T 7409.3 有应用
2.26	增加“高起始响应励磁系统”	GB/T 7409.3 有应用
2.27	增加“励磁系统强迫切除”	GB/T 7409.3 有应用
2.28	增加“励磁系统年强迫切除率”	GB/T 7409.3 有应用
2.29	增加“励磁系统误强励”	GB/T 7409.3 有应用
2.30	增加“励磁系统(数学)模型”	GB/T 7409.3 有应用
3	代替“励磁机”为“励磁功率单元”	使“励磁机”概念更明确
4	增加“励磁系统种类”	国内广泛应用
5.2	增加“手动励磁调节器”	GB/T 7409.3 有应用
5.4	不包括定子电流限制	5.6 新增“定子电流限制”
5.5	增加“过励保护器”	GB/T 7409.3 有应用
5.6	增加“定子电流限制器”	GB/T 7409.3 有应用
5.8	删除原文“仅在频率下降段起作用”	在发电机定子电压升高的情况下限制器也动作
附录 A	增加“本部分章条编号与 IEC 60034-16-1:1991-02 章条编号对照”	GB/T 20000.2—2001 要求
附录 B	增加“本部分与 IEC 60034-16-1:1991-02 技术性差异及其原因”	GB/T 20000.2—2001 要求

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
同 步 电 机 励 磁 系 统 定 义
GB/T 7409.1—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

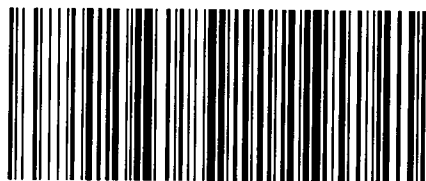
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 17 千字
2008年10月第一版 2008年10月第一次印刷

*

书号: 155066·1-33401 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 7409.1-2008