

网络收集，请勿用于商业目的  
更多考试咨询：www.qjpx620.cn

## 前 言



本部分是对 GB/T 7409.3—1997 的修订。

本部分与 1997 版比较，在以下几方面有更新：

- 1) 根据国内励磁的实践，采用了统一的励磁术语；
- 2) 根据励磁设备及元件的技术发展，更新了技术参数；
- 3) 根据励磁设备在电网稳定性的重要性，增加了新的技术要求；
- 4) 删除了过时的技术条款。

本部分用于指导发电机励磁设备的设计、生产和试验。

本部分与相关旋转电机等标准协调一致。

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委会发电机分技术委员会归口。

本部分由哈尔滨大电机研究所负责起草，哈尔滨电机厂有限责任公司、中国电力科学研究院、东方电机股份有限公司、上海汽轮发电机有限公司、浙江省电力试验研究院、华北电力科学研究院、国电自动化研究院/南瑞集团公司、广州电器科学研究院、水电水利规划设计总院、山东济南发电设备厂、北京北重汽轮电机有限责任公司等单位参加起草。

本部分主要起草人：徐福安、赵红光、胡瑜、李国良、汪大卫、马国农、刘明行、竺士章、苏为民、朱晓东、吕宏水、熊巍、刘国阳、叶钟黎、丛海江、张玉华。

本部分于 1987 年第一次制定，1997 年第一次修订，本次为第二次修订。



# 同步电机励磁系统

## 大、中型同步发电机励磁系统技术要求

### 1 范围

1.1 本部分规定了同步发电机及调相机励磁系统的技术要求、试验项目、标志与包装等,本标准适用于与电力系统连接的 10 MW 及以上的水轮发电机、50 MW 及以上透平型同步发电机和调相机的励磁系统。发电电动机励磁系统可参照使用。

1.2 本部分仅适用于下列几种型式的励磁系统。

#### 1.2.1 交流励磁机励磁系统

- a) 交流励磁机带静止整流器;
- b) 交流励磁机带旋转整流器(无刷励磁系统)。

#### 1.2.2 静止励磁系统

- a) 电势源静止励磁系统;
- b) 复合源静止励磁系统。

### 2 规范性引用文件

下列文件中包含的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 755 旋转电机 定额和性能(GB 755—2000, idt IEC 60034-1:1996)

GB 1094(所有部分) 电力变压器(GB 1094.1—1996, eqv IEC 60076-1:1993; GB 1094.2—1996, eqv IEC 60072-2:1993; GB 1094.3—2003, IEC 60076-3:2000, MOD; GB 1094.5—2003, IEC 60076-5:2000, MOD)

GB 3797 电控设备 第二部分:装有电子器件的电控设备

GB 6450 干式电力变压器(GB 6450—1986, eqv IEC 60726:1982)

GB/T 7064 透平型同步电机技术条件(GB/T 7064—2002, IEC 60034-3:1988, NEQ)

GB/T 7409.1 同步电机励磁系统 定义(GB/T 7409.1—1997, idt IEC 60034-16-1:1991)

GB/T 7409.2 同步电机励磁系统 电力系统稳定性研究用模型(GB/T 7409.2—1997, idt IEC 60034-16-2:1991)

GB/T 7894 水轮发电机基本技术条件(GB/T 7894—2001, neq IEC 60034-1:1996)

GB/T 14598 量度继电器和保护装置的电气干扰试验(GB/T 14598.1—2002, IEC 60255-23:1994, IDT; GB/T 14598.2—1993, eqv IEC 60255-1-00:1975; GB/T 14598.3—1993, eqv IEC 60255-5:1997; GB/T 14598.4—1993, idt IEC 60255-14:1981; GB/T 14598.5—1993, idt IEC 60255-15:1981; GB/T 14598.6—1993, idt IEC 60255-18:1982; GB/T 14598.7—1995, idt IEC 60255-3:1989; GB/T 14598.8—1995, idt IEC 60255-20:1984; GB/T 14598.9—2002, idt IEC 60255-22-3:2000, IDT; GB/T 14598.10—1996, idt IEC 60255-22-4:1992; GB/T 14598.11—1997, idt IEC 60255-19:1983; GB/T 14598.12—1998, idt IEC 60255-19-1:1983; GB/T 14598.13—1998, eqv IEC 60255-22-1:1988; GB/T 14598.14—1998, idt IEC 60255-22-2:1996; GB/T 14598.15—1998, idt IEC 60255-8:1990; GB/T 14598.16—2002, IEC 60255-25:2000, IDT)

GB/T 18494.1 交流变压器 第1部分:工业用变流器变压器(GB/T 18494.1—2001, idt IEC 61378-1:1997)

GB 50150 电气安装工程 电气设备交接试验标准

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

本标准使用 GB/T 7409.1 中规定的术语和定义。

### 4 使用条件

#### 4.1 环境温度

最高环境温度应不超过+40℃,并且在24 h内的平均温度不超过+35℃,不低于-5℃。工作环境的温度变化率,应不大于5℃/h。(整流器采用水冷冷却方式,最低温度+5℃)。

#### 4.2 环境空气相对湿度

运行地点的最湿月月平均最高相对湿度应不超过90%,同时该月月平均最低温度不高于25℃。

#### 4.3 气体污染

运行地点应无导电或爆炸尘埃,无腐蚀金属或破坏绝缘的气体或蒸汽。

#### 4.4 振动

运行地点所允许的振动条件:振动频率范围为10 Hz~150 Hz时,振动加速度应不大于5 m/s<sup>2</sup>。

#### 4.5 海拔

运行使用地点的海拔高度不超过1 000 m。

当运行使用地点海拔超过1 000 m时,应考虑海拔升高对励磁系统的影响。

#### 4.6 厂用电条件

发电厂厂用直流与交流电源电压偏差不超过额定值的+10%~-15%,交流电源频率偏差不超过额定值的+4%~-6%。

#### 4.7 安装倾斜度

对于垂直安装的装置,安装倾斜度不得超过5%。

### 5 基本性能

5.1 励磁系统应满足 GB 755 的有关要求。

5.2 当同步发电机的励磁电压和电流不超过其额定值的1.1倍时,励磁系统应能保证能长期连续运行。

5.3 励磁顶值电压倍数应根据电网情况及发电机在电网中的地位确定:

- a) 100 MW 及以上汽轮发电机一般为1.8倍;
- b) 50 MW 及以上水轮发电机一般为2倍;
- c) 其他一般为1.6倍。

对于励磁电源取自发电机端的电势源静止励磁系统,其励磁顶值电压倍数应按80%的发电机额定电压计算。

5.4 励磁系统的顶值电流应不超过2倍额定励磁电流,允许持续时间应不小于10 s。

5.5 励磁系统标称响应规定如下:

- a) 50 MW 及以上水轮发电机和100 MW 及以上的汽轮发电机励磁系统的标称响应不低于每秒2倍额定励磁电压;

- b) 其他不低于每秒 1 倍额定励磁电压。
- 5.6 励磁系统的自动电压调节功能应能保证在发电机空载额定电压的 70%~110% 范围内稳定、平滑地调节。
- 5.7 励磁系统的手动励磁调节功能应能保证同步发电机励磁电流在空载励磁电流的 20% 到额定励磁电流 110% 范围内稳定地平滑调节。
- 5.8 同步发电机在空载运行状态下,自动电压调节器和手动励磁调节器的给定值变化引起发电机电压变化的速度在每秒 0.3%~1% 的发电机额定电压之间。
- 5.9 励磁系统应保证同步发电机无功电流补偿率(无功电流调差率)的整定范围不小于  $\pm 15\%$ 。
- 5.10 励磁系统应保证同步发电机端电压的静差率不大于  $\pm 1\%$ 。
- 5.11 励磁系统应保证在发电机空载运行状态下,频率变化为额定值的 1% 时,端电压变化率不大于额定值的  $\pm 0.25\%$ 。
- 5.12 在空载额定电压情况下,当发电机电压给定阶跃量为  $\pm 10\%$  时,发电机电压超调量应不大于阶跃量的 50%,振荡次数不超过 3 次,调节时间不超过 10 s。
- 5.13 当同步发电机 100% 电压起励时,自动电压调节器应保证其端电压超调量不得超过额定值的 15%,电压振荡次数不超过 3 次,调节时间应不超过 10 s。
- 5.14 在额定功率因数下,当发电机突然甩额定负荷后,发电机电压超调量不大于 15% 额定值,振荡次数不超过 3 次,调节时间不大于 10 s。
- 5.15 自动电压调节器按用户要求可以全部或部分装设以下附加功能:
- a) 电压互感器断线保护;
  - b) 无功电流补偿;
  - c) 过励限制;
  - d) 欠励限制;
  - e) V/Hz 限制;
  - f) 电力系统稳定器(PSS);
  - g) 过励保护;
  - h) 定子电流限制;
  - i) 其他附加功能。
- 5.16 当励磁电流小于 1.1 倍额定值时,励磁绕组两端所加的整流电压最大瞬时值不应大于规定的励磁绕组出厂试验电压幅值的 30%。
- 5.17 同步发电机励磁回路应装设转子过电压保护,保护发电机转子和励磁装置本身。
- 5.18 励磁系统应有灭磁功能,能在正常和下述非正常工况下可靠的灭磁:
- a) 发电机运行在系统中,其励磁电流不超过额定值,定子回路外部短路或内部短路;
  - b) 发电机空载误强励(继电保护动作)。
- 5.19 励磁系统中的功率整流器,其冗余度可按全部功率整流器的并联支路中有一个支路退出运行后,剩余支路仍能满足发电机的所有运行工况要求,功率整流装置的均流系数应不小于 0.85。
- 5.20 选用励磁变压器时应有以下考虑:
- a) 变压器的容量应按照 GB/T 18494.1 考虑整流器产生的特征及非特征谐波损耗使变压器产生附加发热的影响;
  - b) 励磁变压器的原、副边绕组间应设有屏蔽层,并可靠接地;
  - c) 选用干式变压器时,变压器柜体防护等级不宜高于 IP21。
- 5.21 静止励磁系统应能可靠起励,起励电源可采用直流或交流整流电源。

5.22 励磁系统应设有必要的信号及保护,以监视励磁系统运行状态和防止故障。

5.23 对励磁系统及其部件绝缘耐电压试验能力的要求:

- a) 与发电机磁场绕组直接联结或经整流器相联结的电气组件(交流励磁机见 JB/T 7784),当额定励磁电压等于或小于 500 V 时,其出厂试验电压值为 10 倍额定励磁电压,最低不小于 1 500 V。而当额定励磁电压大于 500 V 时,其出厂试验电压为 2 倍额定励磁电压加 4 000 V。
- b) 现场交接试验电压为出厂试验电压参照 GB 50150;
- c) 试验电压以波形畸变系数不大于 5% 的工频交流正弦电压有效值计,耐电压时间为 1 min;
- d) 对其余不与励磁绕组直接连接的电气与电子组件的要求按照 GB 3797 的规定执行。

5.24 同步发电机在额定工况下运行时,励磁系统各部位的温升不得超过表 1 所列数据。其余按照 GB 6450、GB 3797、GB 1094 和 GB/T 18494.1 四项标准规定。

表 1 励磁系统各部位温升限值

各部位名称		温升限值/K			测试方法
		干 式		油 浸	
		F 级绝缘	H 级绝缘		
变压器	线圈	100	125	65	埋置式检温计法 温度计法 红外线测温法 热像仪法
	母线	35			
铜母线及 连接处	连接处	无保护层	45		
		有锡和铜保护层	55		
		有银保护层	70		
铝母线及 连接处	母线	25			
	连接处	30			
电阻元件	距外表面 30 mm 处的空气	25			
	电路板上的电阻表面	30			
绝缘导线		20			
硅整流元件(与散热器接合处)		45			
晶闸管(与散热器接合处)		40			
熔断器连接处		45			

5.25 励磁系统屏柜的噪声应不大于 80 dB(A)。

5.26 励磁系统年强迫切除率应不大于 0.2%。

5.27 电力系统稳定器应满足下述要求:

- a) 有快速调节机械功率要求的机组应选择具有防止反调功能的电力系统稳定器模型;
- b) 应提供试验用信号接口;
- c) 具有输出限幅功能;
- d) 具有手动和自动投、切功能;
- e) 当采用转速信号时应具有衰减轴承扭振信号的滤波措施。

5.28 励磁系统模型符合 GB/T 7409.2。

## 6 试验

6.1 试验分为型式试验、出厂试验与现场试验。

6.2 试验项目见表 2,在制造厂与用户协商后可增加或略去某些出厂试验和现场试验项目。

表 2 试验项目

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验
1	励磁系统各部件的绝缘耐压试验	√	√	√
2	自动电压调节器各单元及附加单元静态特性试验以及总体静态特性试验	√	√	√
3	操作控制回路动作试验	√	√	√
4	励磁系统各部件温升试验	√		
5	功率整流器均流试验	√	√	√
6	噪声的测定	√		
7	用模拟方法检验保护及监视装置	√	√	√
8	自动电压调节电压整定范围的测定	√	√	√
9	手动励磁调节整定范围的测定	√	√	√
10	静差率的测定	√*		√*
11	无功电流补偿率的测定	√*		√*
12	自动电压调节/手动励磁调节切换试验	√*	√	√*
13	转子过电压保护装置试验	√	√	
14	灭磁试验	√*		√*
15	甩负荷试验	√*		√*
16	发电机空载状态下,电压阶跃响应试验	√*		√*
17	励磁变压器试验	√	√	√
18	交流励磁机和永磁副励磁机试验	√		√
19	带自动电压调节器的同步发电机频率变化1%时,端电压变化率的测定	√*		√*
20	检测各附加功能整定与动作正确性	√*	√*	√*
21	起励试验	√*		√*
22	励磁系统顶值电压、标称响应与电压响应时间的测定			√**
23	电力系统稳定器试验	√		√**
24	励磁系统模型参数确认试验	√		√**
25	励磁系统环境和电磁兼容试验	√		
* 为交接试验。				
** 为特殊试验,有需要时协商进行。				

## 7 标志、包装、运输及贮存

### 7.1 标志

#### 7.1.1 产品标志

产品铭牌内容应包括:

- a) 产品名称;

- b) 产品型号;
- c) 技术条件编号;
- d) 出厂编号;
- e) 制造年月;
- f) 制造厂名。

#### 7.1.2 包装标志

包装箱外部应注明下列标志:

- a) 收货单位名称;
- b) 收货单位地址;
- c) 产品名称;
- d) 出厂编号;
- e) 制造厂名称;
- f) 制造厂地址;
- g) 标注防雨、防震、防撞击位置等标记;
- h) 产品净质量、毛质量(kg);
- i) 吊索位置。

#### 7.2 包装 发输电群895564918, 供配电群204462370, 基础群530171756

7.2.1 产品包装必须保证产品在贮存、运输过程中不受机械损伤, 并有防雨、防尘、防潮能力。产品包装期从出厂发运之日起为1年。

7.2.2 随机技术文件包括:

- a) 随机文件清单;
- b) 产品合格证;
- c) 产品说明书(包括励磁系统主要设备参数表, 励磁系统模型和推荐参数, 励磁系统使用、原理、维护等项);
- d) 产品装配图(包括安装图);
- e) 产品接线图;
- f) 电气原理图;
- g) 交货明细表;
- h) 产品出厂试验记录。

#### 7.3 运输与贮存

7.3.1 产品运输过程中, 不应有激烈振动、撞击和倒置。某些部件对运输温度有特殊要求时应注明, 以便运输时采取措施。

7.3.2 产品运到工地后, 应按制造厂规定贮存。无制造厂规定的, 应贮存在有掩蔽的干燥库房内, 库房条件应符合4.1、4.2、4.3、4.4的规定。长期存放时应按产品技术条件进行维护。

### 8 产品质量保证期

参照 GB/T 7894 和 GB/T 7064 执行。

### 9 用户的特殊要求

若用户对励磁系统有特殊要求时, 应由制造厂与用户协商确定。