

电力试验技术丛书

丛书主编 文伯瑜 姜龙华

发电机励磁系统试验

竺士章 主编

84546521.576232123223152

002455026

5-33



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电力试验技术丛书

丛书主编 文伯瑜 姜龙华

发电机励磁系统试验

竺士章 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了总结多年来我国电力试验的经验,促进我国电力试验水平的提高,中国电力企业联合会电力试验研究分会和中国电力出版社组织编写了《电力试验技术丛书》。本丛书是根据国家电力公司电安生[1996]430号文《关于电力工业技术监督工作规定》的要求而编写的,具有科学性、实用性、先进性、权威性。

《发电厂励磁系统试验》是本丛书之一,本书从发电机励磁系统试验项目入手,介绍了试验的目的、方法、参照标准、判别和注意事项,提供了相关的试验接线图、试验波形和数据。除了励磁系统试验以外,还介绍了励磁系统的元件和部件试验。全书共分16章,包括概述,环境试验,励磁调节器电磁兼容试验,励磁变压器、变流器试验,励磁机试验,功率整流柜试验,单元特性试验,总体试验,电力系统稳定器整定试验,励磁系统顶值电压、标称响应及电压响应时间测定,励磁系统模型参数确定试验,励磁系统相频幅频特性测定,交流励磁机在额定工况下带整定负载测定重叠角,励磁调节装置仿真试验等。

另外,本书附录给出了自并励电磁调节器参数分析、电力系统稳定器整定分析、数字仿真系统介绍一些励磁系统试验摘要,并摘录了有关励磁标准的内容,以供读者参考。

本书可供发电厂励磁系统设计、试验、运行、检修等专业技术人员使用,并可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

发电机励磁系统试验/竺士章主编. —北京:中国电力出版社, 2005

(电力试验技术丛书/文伯瑜, 姜龙华主编)

ISBN 7-5083-2626-1

I. 发... II. 竺... III. 发电机-励磁系统-试验
IV. TM303-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 105733 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 2 月第一版 2005 年 2 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.625 印张 488 千字
印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

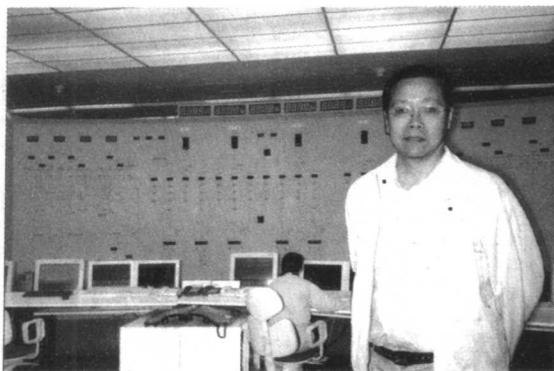
版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

谨以此书献给

为我国电力事业发展而
战斗在电力试验一线的同仁





作者简介

竺士章，教授级高级工程师，1968年毕业于清华大学自动控制系。曾在嘉兴电气控制设备厂从事发电机和电动机励磁系统装置设计工作。自1985年以来，在浙江省电力试验研究所系统室工作，主要从事发电机励磁专业技术工作。现任浙江省电力试验研究所技术委员会委员、中国电机工程学会大电机专业委员会励磁分专业委员会委员、中国水力发电学会水电控制设备专业委员会委员、浙江省电力学会电力系统专委会委员、励磁学组组长。2004年被聘为浙江省电力公司一级技术专家，2004年被国家电网公司评为科技先进工作者。

作为第一课题人完成的《浙江电网发电机励磁系统参数辨识》课题获得国家电网公司2003年度科技进步三等奖。主持完成的《电力系统稳定器整定研究》课题获得2003年度浙江省电力公司科技成果一等奖，继而完成了Q/ZDJ20-2004《电力系统稳定器整定试验导则》。作为第一起草人完成了DL/T 650-1998《大型汽轮发电机自并励静止励磁系统技术条件》的编制，作为起草人之一参与了DL/T 843-2003《大型汽轮发电机交流励磁机励磁系统技术条件》的编制。作为电力系统稳定器整定试验组组长之一参与了东北—华北联网和华中—川渝联网工程中电力系统稳定器的整定试验工作。

电力试验技术丛书

编委会

主 任 赵 鹏

主 编 文伯瑜

副主编 姜龙华

委 员 (按姓氏笔画为序)

王启全 王海林 冯亚民 史更林 白云庆 白立江

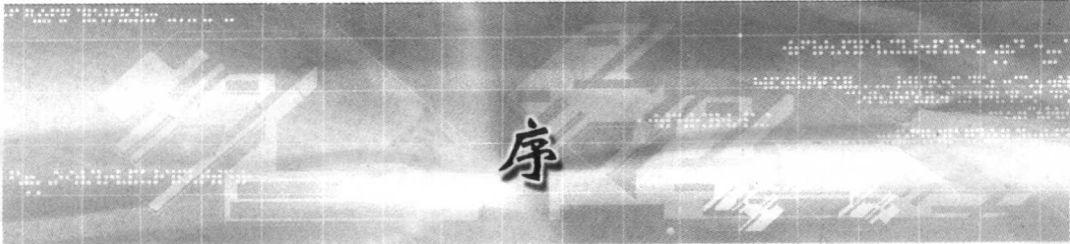
刘韶林 吕 政 巩学海 朱国俊 杨伟光 余维平

张大国 张 方 张怡荣 张俊生 张勇刚 李建勋

李 晨 杨 华 陈 坚 卓伟光 林 韩 苑立国

郑 松 施 冲 赵 伟 赵庆波 赵炳松 徐润生

贾玉堂 康 健 黄迪威 傅 伟 蔡庆宏 潘言敏



序

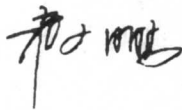
电力试验研究是经济建设尤其是电力工业发展中一项不可或缺的事业。中外电力事业的发展，均离不开电力试验研究人员的智慧和辛勤工作。新中国成立后，尤其是改革开放以来，随着电力工业的发展，我国电力试验研究事业取得了长足的进步，电力试验研究队伍不断扩大，试验研究成果层出不穷，极大地推动了电力工业的快速发展。

目前我国各地区均拥有自己的电力试验研究机构，从事电力试验研究的工程技术人员超过 10000 人。这支队伍的文化层次也从解放初期的以中专、大专毕业生为主，提高到今天的以大学毕业生、硕士生和博士生为主。更重要的是，这是一群热爱自己的事业、勤于钻研、勇于实践的勤奋劳动者。前后几辈人相互学习，长期工作实践，积累了大量试验研究工作经验。这是他们用汗水、心血以至生命换来的、值得用文字记录并传之于后世的宝贵经验。

随着电力体制改革的不断深化，使电力试验研究事业进入了竞争激烈同时又是历史上最好的发展时期。电力试验研究同行们愿意把自己的经验无私地奉献给广大读者，就是为了促进我国电力试验研究事业的进步与飞跃，促进我国电力工业的发展与兴旺，进而促进我国国民经济的增长与繁荣。

本着各取所长、共同提高的初衷，我们经过长时间的准备，编辑出版《电力试验技术丛书》，相信它一定会给读者带来启发、思考和收益。

华北电力科学研究院有限责任公司总经理
中国电力企业联合会电力试验研究分会会长



2003 年 12 月

前言

我国目前装机总容量为 3.5 亿 kW，居世界第二。随着三峡电站机组的分批投入运行和西电东送工程的推进，到 2010 年全国性的大电网将初步形成。全国性电力系统运行的动态品质、安全稳定和经济性的改善与提高成为电力科技工作者肩负的重要责任。

为了总结多年来我国电力试验的经验，促进我国电力试验水平的提高，中国电力企业联合会电力试验研究分会和中国电力出版社决定组织编写一套《电力试验技术丛书》，以满足国内各电力试验研究院（所）、电厂、供用电企业、电力基建单位及大专院校、科研院所对专业技术书籍的迫切需要。

本系列丛书的内容主要是根据原国家电力公司电安生 [1996] 430 号文《关于电力工业技术监督工作规定》的要求而确定的。该文中规定，“电力技术监督工作应以质量为中心、以标准为依据、以计量为手段，建立质量、标准、计量三位一体的技术监督体系，依靠科学进步，采用和推广成熟、行之有效的新技术、新方法，不断提高技术监督的专业水平”。因此，本套丛书涵盖的内容应包括电能质量、金属、化学、绝缘、热工、电测、环保、继电保护、节能等，并对设备的健康水平及其安全、经济运行方面的重要参数、性能与指标进行监督、审查、调整 and 评价。本丛书共分 15 册。

丛书具有科学性、实用性、先进性、权威性。作者在写作过程中树立了精品意识和创优信念。

特别感谢中国电力企业联合会电力试验研究分会，全国三十二个试验研究院（所、技术中心）的领导，我们的分册主编主要由这些单位的技术专家担任。

特别感谢中国电机工程学会在组织编写中给予的大力支持。

丛书主编

文伯瑜

丛书副主编

姜永年

2003 年 12 月 1 日

本书序

大力开发西部水电、火电资源,实施西电东送,同时实现电力南北互供、全国联网,是21世纪中国电力系统发展的基本战略。以西电东送带动全国联网,实现各大区域电网和省域电网的相互连接,将打破由于地域能源资源分布和经济发展的不均衡,疏解资源瓶颈,提高能源运转效率。从21世纪初到2020年的时间内,中国大规模西电东送和全国联网的目标将基本实现,在中国大地上将逐步建成横贯东西南北、规模巨大的电力供应网络。

在我国当前及今后相当长的电网快速发展时期,区域电网通过交流或直流输电线路互联形成大规模的交直流互联电力系统后,系统安全稳定的运行性能将发生本质性的变化。电源结构和电源点分布、电网结构和电网电压等级的选择,对电网运行的安全性和经济性将起决定性的作用;发电机的控制调节系统对大规模互联电力安全稳定性能也有着不可忽视的影响。

发电机励磁系统承担了调节发电机电压、保障发电机稳定满发的重要责任,对电力系统的暂态稳定、动态稳定和静态稳定起着重要的作用,尤其对大规模互联电力系统的稳定性有着重要的影响。

发电机励磁系统试验是电力生产链中重要的一环。通过试验,可以检验励磁系统是否满足发电机励磁系统标准,是否满足设计要求,是否满足电厂和电网运行要求,并且进行调整,使之符合各项要求。

本书的概述部分对发电机励磁系统的作用和性能指标作了概略的介绍,突出地诠释了它们之间的关系,便于读者掌握发电机励磁系统特点和试验重点。自第二章起详细地介绍了发电机励磁系统试验项目,包括各项试验的目的、依据、方法、判别指标、安全注意事项等方面内容。本书对当前电力系统正在开展的发电机励磁系统建模工作和电力系统稳定器整定试验工作提供了很好的经验,将有助于推动电力系计算采用实际的励磁系统模型参数,有助于电力系统稳定器的推广应用。本书提供了较为丰富的附加资料,有励磁调节器和电力系统稳定器整定分析、有国内外发电机励磁系统试验资料、试验有关的标准等,为读者深入了解发电机励磁系统试验的背景和依据提供了条件。本书内容翔实、实用,是多位发电机励磁专业工作者工作经验的汇总。本书对发电机励磁系统技术标准在试验方面的要求和执行展开了阐述,对从事发电机励磁系统运行、检修、试验、设计和选型都有很好的参考价值。

中国科学院院士

周孝信

2004年12月8日

编者的话

随着电网的扩大,电网的安全性日益突出。对世界一些重大的电力系统事故分析表明,对电力系统的控制需要更加严密、及时和精确。发电机是电力系统的细胞,良好的励磁系统可激发该细胞更大的活力。回顾发电机励磁系统的发展可以看到,励磁系统的控制速度快了,稳定性好了,可靠性提高了。正在进行的研究将发电机励磁系统与汽轮机控制和锅炉控制联系到一起,实现发电机组的协调控制已经见到曙光。发电机励磁已经不单单用于建立发电机电压维持发电机电压稳定,而是站在电网的角度发挥着它的作用。从提高大区联网机电振荡阻尼、提高高压电网电压稳定性的研究表明,发电机励磁系统是控制电网简单而有效的手段之一。从这个意义上说,发电机励磁系统必将成为电力系统的励磁系统,它的品质因素对电网有着重大的影响。

励磁系统的试验连接着设计和使用的。这个环节要检验产品性能,按照实际系统整定各个参数,使得发电机励磁系统达到规定的技术要求,发挥其应有的作用。连接设计和使用的规范是技术标准。励磁技术标准对励磁系统试验指点方向,列出了重要的试验项目,提示了试验方法。尤其1995年以来,相继制定或修订了发电机励磁系统国家标准和行业标准,在标准中引入了先进的技术和经验,部分标准等同采用国际标准。对于励磁系统试验也有不少新鲜的内容,比如电力系统稳定器试验、励磁系统模型参数确认试验、励磁系统仿真试验等等,一些常规的试验项目在当前也有了新的内涵和技术。因此需要有一本书来汇总各家丰富的经验、介绍一些新型的试验技术、解释并且落实技术标准条款,为励磁试验人员提供一份详实可行的试验指导,为励磁专业的设计、制造、监造监理、运行管理从试验的角度提供一份专业技术参考。目的就是一个——建立设计和应用之间、标准和应用之间的桥梁。

本书从发电机励磁系统标准规定的试验项目入手,介绍了试验的项目、目的、方法、参照标准、判别和注意事项。结合实际和试验阶段,提出不同的方法和判据供读者使用。尽可能地介绍试验背景和不同标准的差异,使读者对试验项目的全貌有所了解。提供了相关的试验接线图、试验波形和数据,以及试验数据处理的方法和计算公式。除了励磁系统试验外,对励磁系统的元件和部件试验也尽可能作了介绍,有的较为详细,有的仅对相应标准和试验项目作了介绍。另外,书中还介绍了有助于提高制造和试验质量的发电机励磁系统仿真试验仪。

本书较少陈述原理,但是对一些新的试验技术也提供了原理说明、技术基础和外围知识。总之,本书试图使得初步涉及励磁试验的技术人员了解励磁试验的内容和基本方法,

对有经验的技术人员提供新的思考实践平台，以便创造新的技术和经验。

本书按照试验项目分章编写。一个试验项目在不同的试验阶段有不同的要求，均在一章内反映。扩展的知识在附录中陈述。读者可以先看第一章第四节的第二部分，以对发电机励磁系统试验概貌有一个了解，再从第一章第四节的表 1-2 找到所需项目，然后到目录中由项目找到内容所在的页码。有一些内容合并在一章内，如灭磁和转子过电压保护部件试验合在一起，功率整流柜的噪声试验及温升试验合在一起等。

本书编写得到有关的制造厂、电力试验研究院（所）、电力建设公司等各方大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书由竺士章主编，第一、二、四、八、九、十章由刘为群、许敬涛、王方晶、王波、周亚宁、崔建华、胡嘉纯、罗祥栋等提供初稿，第七章由许成金、陈福山编写，附录 C 由许敬涛编写，附录 D 由崔建华编写，第三、五、六、十一~十六章和附录 A、B 由竺士章编写。附录 E~附录 P 摘录了相关标准和试验内容，以供读者参考。部分章节由陈宝喜、苏为民和陈中原审阅。全书由方思立教授审阅。

因编写时间有限，书中恐有不妥之处，敬请批评指正。

编者

2004 年 7 月

目 录

序	
前言	
本书序	
编者的话	
第一章 概述	1
第一节 发电机励磁系统在电力系统中的作用	1
第二节 发电机励磁系统功能、指标和特点	2
第三节 发电机励磁系统的种类	11
第四节 发电机励磁系统的试验内容	14
本章参考文献	19
第二章 绝缘电阻测试和介电强度试验	20
第一节 绝缘电阻测试	20
第二节 介电强度试验	21
第三章 环境试验	23
第四章 励磁调节器电磁兼容性试验	24
第一节 概述	24
第二节 静电放电试验	26
第三节 辐射电磁场抗干扰度试验	27
第四节 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验	28
第五节 浪涌抗干扰度试验	29
第六节 1MHz 和 100kHz 脉冲群干扰试验	30
第五章 励磁变压器、变流器试验	32
第一节 励磁变压器试验	32
第二节 串联变压器试验	35
第三节 电流互感器试验	35

第六章 励磁机试验	36
第一节 电机专业的交流励磁机试验	36
第二节 励磁机空载特性试验	37
第三节 励磁机负载特性试验	38
第四节 励磁机空载励磁绕组时间常数测定	38
第五节 副励磁机(永磁机)试验	40
第七章 灭磁和转子过电压保护部件试验	42
第一节 范围	42
第二节 标准对灭磁能力的要求	42
第三节 试验分类与试验项目	42
第四节 基本试验方法和要求	43
第五节 其他灭磁装置	59
第八章 功率整流柜试验	64
第一节 绝缘测定和介电强度试验	64
第二节 过电压抑制测试	64
第三节 风速测试	67
第四节 噪声测量	67
第五节 温升试验	68
第六节 均流均压试验	71
第七节 功率整流柜的其他试验	73
第八节 功率整流元件检查	73
第九节 IGBT 元件检查	74
第十节 脉冲变压器试验	78
第九章 单元特性试验	80
第一节 低励限制	80
第二节 过励限制	83
第三节 伏/赫限制	85
第四节 低频保护	87
第五节 移相特性试验	87
第六节 恒无功功率调节	88
第七节 恒功率因数调节	88
第八节 通信试验	89
第九节 测量单元检查	90
第十节 稳压电源单元	94

第十章 总体试验	96
第一节 总体静特性测定	96
第二节 控制、操作、保护、信号回路正确性检查	98
第三节 励磁调节装置的老化试验	99
第四节 核相试验	99
第五节 起励试验	101
第六节 自动和手动调节范围测定	103
第七节 自动电压给定调节速度测定	104
第八节 电压分辨率检查	105
第九节 发电机空载电压给定阶跃试验	105
第十节 调节器切换试验	109
第十一节 TV 断线保护试验	111
第十二节 发电机灭磁试验	112
第十三节 励磁控制系统电压/频率特性测定	116
第十四节 带负荷调节试验	117
第十五节 电压静差率测定	117
第十六节 调差率整定和测定	118
第十七节 发电机负载电压给定阶跃试验	120
第十八节 轴电压测量	121
第十九节 甩负荷试验	122
第十一章 电力系统稳定器 (PSS) 整定试验	124
第一节 概述	124
第二节 适用范围	125
第三节 PSS 整定试验标准	125
第四节 PSS 整定试验条件	125
第五节 PSS 整定试验内容、方法、步骤和判断	128
第十二章 励磁系统顶值电压、标称响应及电压响应时间测定	146
第十三章 励磁系统模型参数确认试验	151
第一节 概述	151
第二节 试验内容	152
第三节 相关标准内容	152
第四节 环节特性测试方法	153
第五节 励磁系统的标么值	158
第六节 励磁系统模型参数的建立	159

第七节 励磁系统模型参数的校核	170
第八节 应用实例	174
第十四章 励磁系统相频幅频特性测定	178
第十五章 交流励磁机在额定工况下带整流负载测定重叠角	180
第十六章 励磁调节装置仿真试验	183
附录 A 自并励静止励磁系统发电机空载电压阶跃响应品质对电力系统扰动 品质的影响	186
附录 B 电力系统稳定器的整定研究	193
第一节 励磁系统滞后特性的研究	193
第二节 电力系统稳定器放大倍数的研究	206
第三节 电力系统稳定器的反调和克服反调的方法	217
附录 C 柔性电制动试验	224
附录 D 数字式励磁装置动态仿真测试系统	229
第一节 概述	229
第二节 动态仿真装置的设计	230
附录 E ANSI/IEEE Std421.4 关于励磁系统试验内容的摘要	247
附录 F WKKL 励磁调节器现场静态调试和动态投运大纲摘要	252
附录 G LTW6200 励磁设备出厂试验内容摘要	255
附录 H ABB UNITROL 5000 励磁系统制造厂试验和现场验证试验内容摘要	262
附录 I 三峡 SIEMENS 水轮发电机励磁系统试验项目	265
附录 J 发电机励磁系统试验涉及标准的清单	268
附录 K GB/T7409.1—1997 同步电机励磁系统 定义 摘要	271
附录 L GB/T7409.3—1997 同步电机励磁系统 大、中型同步发电机励磁 系统技术要求摘要	275
附录 M DL/T843—2003 大型汽轮发电机交流励磁机励磁系统技术条件摘要	283
附录 N DL/T650—1998 大型汽轮发电机自并励静止励磁系统技术条件摘要	297
附录 O DL/T 583—1995 大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置技术 条件摘要	313
附录 P DL 489—1992 大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置试验 规程摘要	321

第一章

概述

第一节 发电机励磁系统在电力系统中的作用

一、提高电力系统暂态稳定作用

暂态稳定是电力系统遭受严重暂态扰动下保持同步的能力。电力系统在发生短路故障时发电机电压下降,发出的有功功率减少,机械功率和有功功率之差——加速功率增加,引起发电机功角增加。如果发电机的功角加速面积大于减速面积则发生失步,称失去暂态稳定。励磁系统及时提供强励,可以增加有功功率的输出,减少加速功率,从而减少发电机功角的增加量。按照等面积原则,如强励后的减速面积大于加速面积,则功角在达到某最大值后减少,不至于发生第一摆失去稳定。强励倍数越大、强励上升的速度越快,发电机功角增加越小,越容易达到新的稳定工作点。

二、提高小信号稳定作用

小信号(或称小干扰)稳定是电力系统在小扰动下保持同步的能力。发电机小扰动下保持同步的能力由发电机的同步力矩和阻尼力矩决定,受电力系统结构和发电机工况影响,与励磁系统有关。采用快速和高放大倍数的励磁调节可以提高同步力矩,近似达到机端电压维持不变,输送功率极限比恒定励磁增加 60% 左右^[1],另一方面却导致发电机阻尼削弱,产生小信号稳定性中的振荡稳定问题。在系统联系电抗大、输送功率大时,电力系统产生等幅或增幅的低频功率振荡。

快速励磁系统容易产生负阻尼,削弱机组原有的阻尼。交流励磁机励磁系统也可能在系统振荡模式下产生负阻尼。

低频振荡是一种机电振荡。发电机转子角的变化引起电气量的变化,经过励磁控制的作用对发电机转子运动产生影响,该影响如果削弱了原有的阻尼,则加重了发电机转子的振荡。电力系统稳定器(Power System Stabilizer, 简称 PSS)可以为电力系统提供抑制低频振荡的阻尼,提高小信号稳定水平。

三、提高电压稳定作用

维持发电机电压恒定是励磁系统的基本作用,当电力系统负荷变化、扰动或系统条件改变引起电压变化时,它可迅速改变发电机励磁以维持电压在一定的精度内。标准规定的电压静差率、发电机空载电压阶跃指标反映了维持发电机电压恒定的精度和响应速度。对

单元接线机组而言仅仅维持发电机电压恒定有时还不够,采用调差可以补偿发电机主变压器压降,提高主变压器高压侧电压的精度。两台并联发电机为了维持无功稳定分配,需要具有无功调差特性。发电机对电压的稳定作用是有限的,受到最大励磁电流和最小励磁电流的限制,以保护发电机免受磁场绕组过热,或端部高磁密过热,或电力系统静稳定破坏。在许可的范围内扩大励磁调节的范围,有利于电压稳定。

同步发电机励磁系统在电力系统中的作用概括起来就是通过励磁调节充分发挥发电机作用来提高电力系统的稳定性。当然,在发挥发电机作用时不要超出发电机和励磁系统的规定值,以确保设备的安全,这可通过调节器的限制和保护来实现。

第二节 发电机励磁系统功能、指标和特点

一、与暂态稳定作用有关的功能、指标和特点

与暂态稳定作用有关的功能反映在强励、强励限制和强励控制三个方面。

1. 强励

强励包含三方面的指标:强励倍数、强励上升速度和强励时间。

强励电压也称顶值电压,指在规定的条件下励磁系统可以输出的最大电压。“规定的条件”对自并励励磁系统是指规定的机端电压,对励磁机励磁系统是指额定转速。在 GB/T7409.3 中规定,100MW 及以上汽轮发电机的强励倍数不低于 1.8 倍,50MW 及以上水轮发电机的强励倍数不低于 2 倍,其他不低于 1.6 倍。这是以额定励磁电压为基数的强励倍数。强励倍数在自并励静止励磁系统中受发电机机端电压影响,在 GB/T7409.3 中规定自并励静止励磁系统强励倍数按照 80% 额定机端电压计算,在其后制定的 DL/T650 中规定按照 100% 额定机端电压计算。作出修改的依据是按照 100% 额定机端电压下强励 2 倍的自并励静止励磁系统与强励 2 倍的交流励磁机励磁系统有着相同的暂态稳定能力^{[3][4]}。在电力系统中有特殊要求的机组,其强励倍数可以另行规定。当强励电压倍数小于等于 2 倍时,强励电流倍数等于强励电压倍数;当强励电压倍数大于 2 倍时,强励电流倍数等于 2 倍。励磁系统空载顶值电压指励磁系统空载时从励磁系统端部可能提供的最大直流电压。励磁系统负载顶值电压指当提供励磁系统顶值电流时从励磁系统端部可能提供的最大直流电压。

强励上升速度在自并励静止励磁系统等快速励磁系统中以励磁系统电压响应时间来表达,在励磁机励磁系统——常规励磁系统中以励磁系统标称响应来表达。励磁系统标称响应又称励磁系统电压标称响应比。励磁系统电压响应时间指在规定条件下,励磁系统达到顶值电压与额定负载时磁场电压之差的 95% 所需时间的秒数。汽轮发电机自并励静止励磁系统规定为小于 0.1s,水轮发电机静止整流励磁系统规定为小于 0.08s。这个“规定条件”主要指起始励磁电压为额定励磁电压、起始时间为调节器电压输入扰动开始时间和扰动量为 -20%。励磁系统电压响应时间等于励磁电压上升到 95% 顶值的时间加上调节器电压输入点到励磁电压点的延时时间。励磁系统标称响应指励磁系统电压响应曲线在 0.5s 内的平均上升速度。在 GB/T7409.3 中规定 50MW 及以上水轮发电机和 100MW 及以上的汽