

DIANLI GONGCHENGSHI PEIXUN JIAOCAI



电力工程师培训教材

电力调度及运行 分册

河南省电机工程学会 编著
河南省电力公司焦作供电公司



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLI GONGCHENGSI

电力工程师培训



电力调度及运行 分册

河南省电机工程学会 编著
河南省电力公司焦作供电公司



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《电力工程师培训教材 电力调度及运行分册》，分为电力规划、电力运行、电力市场3篇。

本书不但介绍了通常的电网规划方法，而且把电网运行新技术也放入了规划的内容中；调度运行部分详细、全面阐述了调度运行技术的基本内容，并特别对大电网出现的低频振荡作了较详细的论述；还从电力市场的基本理论开始，阐述了电力市场的模式分析，努力使读者较全面地了解电力市场。

本书可供从事电力调度及运行的工程师使用，也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力工程师培训教材. 电力调度及运行分册 / 河南省电机工程学会, 河南省电力公司焦作供电公司编著.
北京: 中国电力出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2047 - 5

I. ①电… II. ①河…②河… III. ①电力系统调度 - 技术培训 - 教材②电力系统运行 - 技术培训 - 教材
IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 172051 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 9 月第一版 2011 年 9 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 12.25 印张 211 千字

印数 0001—5000 册 定价 33.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

电力工程师培训教材

编 委 会

主 编 杨成兴 赵建宾

副主编 赵建保 周凤珍

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁文彦	丁恒春	弋苗钦	王 圈	王 琦
王 璟	王忠强	石 光	卢 明	付海金
白明久	冯业忠	华盘勇	刘 忠	刘建军
刘遵义	闫 东	孙永亮	孙永阁	孙守信
孙新良	李 岩	李光伟	李国钧	李耿河
李德志	吴多华	何南强	宋晓凯	张 林
张 静	张可恩	张伟剑	张欲晓	陈 强
陈玉斌	陈守聚	陈劲游	林 烽	尚金成
周志平	赵载祥	姚德贵	郭子仁	郭耀珠
黄兴泉	韩金华	智海燕	熊世泽	熊浩清

前言

随着我国经济的飞速发展，电力需求也在迅猛增长，电网的发展日新月异，特高压输电、数字化变电站等新设备和新装置应运而生。电网的规划需要适应新形势的变化，电网的调度运行也必须加速自动化水平，相应的电网二次设备、通信及自动化系统都要与电网的发展相适应。

为了适应电网发展的需要和提高电力系统企业管理人员、专业技术人员的业务水平，我们编写了这套“电力工程师培训教材”，包括“发变电设备运行分册”、“电力调度及运行分册”、“电气二次设备分册”三个分册。本套教材内容通俗易懂，且有一定的理论深度，适合从事电网运行、检测、检修的工程师培训使用，同时可供电网企业管理人员和工程技术人员参考学习。

“发变电设备运行分册”从变电站设备开始介绍，内容包括输电设备，配网设备，过电压技术与检测技术，220、500kV 输变电设备，特高压的输变电设备，常规变电站设备，数字变电站设备，高压电网设备。其内容丰富、全面，尽可能包含最新技术的介绍。

“电力调度及运行分册”不但介绍了通常的电网规划方法，而且把电网运行新技术也放入了规划的内容中，如在规划时考虑无功电压优化系统的建设等；调度运行部分详细、全面阐述了调度运行技术的基本内容，并特别对大电网出现的低频振荡作了较详细的论述；还从电力市场的基本理论开始，阐述了电力市场的模式分析，努力使读者较全面地了解电力市场。

“电气二次设备分册”主要介绍电网的继电保护与安全自动装置，书中也介绍了特高压电网的继电保护与安全自动装置；电力系统通信主要介绍了电网中的光纤与微波通信装置；电力系统自动化设备从远动设备、变电站综合自动化系统、调度自动化系统直到传输通道和数据网络等内容都作了全面详细的介绍。该

分册对配网自动化、信息技术也有一定篇幅的介绍。

本套丛书由一批长期从事电网工作、有丰富实践经验的高级工程技术人员编著，内容切合实际，贴近实际工作，希望读者能在自己的工作中得到帮助，这就是我们编著本书的最大愿望。

编 者

2011. 8. 18

目 录

前言

概述	1
----------	---

第1篇 电 力 规 划

第1章 电力负荷分析及预测	27
第1节 电力负荷预测的内容	27
第2节 电力负荷预测方法	27
第2章 电力规划的主要技术原则	31
第1节 电力规划的基本原则	31
第2节 电力规划的安全稳定标准	32
第3节 电力规划的无功电压优化与校核	35
第4节 电力规划应遵循的主要技术原则	47
第3章 常规的电力网络规划方法	52
第1节 概述	52
第2节 电力网的电压等级选择	53
第3节 变电站布点及配置	55
第4节 网络结构规划的常规方法	56
第5节 规划网络方案的检验	60

第2篇 电 力 运 行

第1章 电力运行与电能质量	65
第1节 保证良好的电能质量	65
第2节 保证电网的安全稳定运行	108

第3节	提高对用户的供电可靠性	128
第4节	提高电力运行的经济性	128
第2章	电力调度	133
第1节	调度管理的原则	133
第2节	电力运行的计划管理	138
第3节	电力运行方式管理	139
第4节	电力调度操作	139

第3篇 电 力 市 场

第1章	电力市场的基本理论	165
第1节	电力市场基本问题	165
第2节	电力市场目标与基本原则	167
第2章	电力市场模式分析	171
第1节	电力市场类型	171
第2节	电力市场的目标模式	171
第3节	电力市场的交易模型	174
第4节	电力市场运营结构及交易类型	175
第5节	电力市场设计的依据	179
第6节	电力市场竞价模式和规则设计的基本原则	181
第7节	中国电力市场层次结构	182
第8节	区域电力市场竞价模式	185

概 述

电网是由变电站与电力线路组成的，电厂、电网与电力负荷组成了电力系统。在研究电网的规划和运行时，电厂和电网中的控制组件对电力系统的动态行为有决定性的影响。在这里，首先介绍几种对电网安全稳定运行至关重要的控制组件。

0.1 发电机励磁调节系统

励磁系统是同步发电机的重要组成部分，直接影响发电机的运行特性、电网的电压控制和稳定控制。

励磁系统一般由两部分构成：第一部分是励磁功率单元，它向同步发电机的励磁绕组提供直流励磁电流；第二部分是励磁调节器，它根据发电机的运行状态，自动调节励磁功率单元输出的励磁电流的大小，以满足发电机运行的要求。励磁系统及其调节对象（同步发电机）共同组成的控制系统，称为励磁控制系统。通常用它来分析励磁系统的性能。

无论在稳态运行或暂态过程中，同步发电机的运行状态在很大程度上均与励磁有关。优良的励磁系统不仅可以保证发电机运行的可靠性和稳定性，而且可以有效地提高发电机及其相连的电力系统的技术经济特性。

0.1.1 同步发电机励磁系统的作用

同步发电机励磁系统的作用主要体现在以下几个方面：

1. 电压控制及无功分配

在发电机正常运行工况下，励磁系统应维持发电机端电压在给定水平。当发电机负荷改变而端电压随之变化时，由于励磁调节器的调节作用，励磁系统将自动增加或减少供出的励磁电流，使发电机端电压回复到给定水平，保证有一定的调压精度。当机组甩负荷时，通过励磁调节器的调节作用，限制机端电压使之不致过分升高。另外，当几台机组并列运行时，通过励磁系统能稳定地分配机组的无功功率。

维持电压水平和机组间稳定分担无功功率，这是励磁调节的基本任务。

2. 提高同步发电机并列运行的稳定性

电力系统可靠供电的首要要求,是使并入系统的所有同步发电机保持同步运行。系统在运行中随时会遭受各种扰动,伴随着励磁调节,系统可能恢复到它原来的运行状态,或者由一种平衡状态过渡到另一种新的平衡状态。分析和试验表明,励磁系统对提高同步发电机和电力系统的稳定性具有重要作用,详细内容在后面的有关章节讲述。

0.1.2 励磁系统的构成

励磁系统的励磁方式一般有下列几种:

直流励磁机励磁系统:又可分为他励直流励磁机励磁系统(也称小自并励)和并励直流励磁机励磁系统。

交流励磁机励磁系统:又可分为交流励磁机—静止整流器励磁系统、交流励磁机—静止可控整流器励磁系统及交流励磁机—旋转整流器励磁系统(又称无刷励磁)。

静止励磁系统:又可分为电压源—可控整流器励磁系统(即通常所称的自并励)及复励—可控整流器励磁系统(取发电机定子电流作为励磁电源的一部分)。

下面分别介绍一下典型励磁方式的结构。

1. 他励交流励磁机系统

他励交流励磁机系统组成见图1,其励磁功率电源可靠,不受电力系统或发电机机端短路故障的影响,即励磁功率电源取自发电机以外的独立的并与其同轴旋转的交流励磁机,故称之为他励。根据交流励磁机的数量以及整流器是旋转的还是静止的,他励交流励磁机系统分为以下几种。

(1) 他励静止硅整流励磁系统。他励静止硅整流励磁系统是一种有刷励磁,适用于励磁电流小于8000~10 000A的同步发电机。

1) 他励静止硅整流励磁系统,如图1(a)所示。交流副励磁机输出电压经可控硅整流桥整流后给主励磁机提供励磁,而交流主励磁机输出电压经静止的硅整流桥整流后,通过碳刷给发电机励磁。

2) 他励静止可控硅整流励磁系统,如图1(b)所示。交流主励磁机输出电压经可控硅整流后,通过碳刷给发电机励磁。而交流副励磁机则采用自励恒压系统维持其端电压。

(2) 他励旋转硅整流励磁系统。在上述整流设备静止的励磁系统中,同步发电机的励磁电流必须通过转子滑环与碳刷引入转子励磁绕组。目前由于碳刷材料和压力的影响,当励磁(滑环)电流超过8000~10 000A时,就要取消滑环与

碳刷，即采用无刷励磁系统。为此，交流励磁机的交流绕组和整流设备随同主轴旋转，而其直流绕组则是静止的，这就构成了他励旋转硅整流励磁系统，其优点是省去了碳刷维护工作。此系统适用于不同容量的发电机，并在现代大型同步发电机励磁系统中获得广泛的应用。

(1) 他励旋转硅整流励磁系统，如图 1 (c) 所示。

(2) 他励旋转可控硅整流励磁系统，如图 1 (d) 所示。

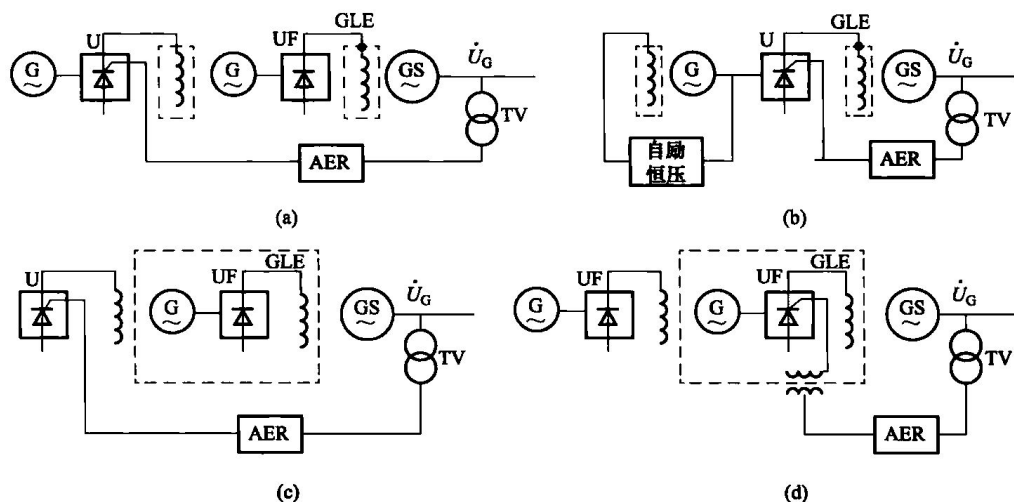


图 1 他励交流励磁机系统

(a) 他励静止硅整流励磁系统；(b) 他励静止可控硅整流励磁系统；

(c) 他励旋转硅整流励磁系统；(d) 他励旋转可控硅整流励磁系统

GS—同步发电机；G—交流励磁机；GLE—同步发电机励磁绕组；AER—调节器；

U—可控硅整流桥；UF—硅整流桥；[]—旋转部分

2. 自励和自复励静止励磁系统

自励和自复励静止励磁系统组成见图 2 示，其励磁功率电源，采用发电机系统静止的变压器作为电压源，采用发电机系统静止的变流器作为电流源。由电压源或由电流源构成的励磁系统统称为自励静止励磁系统，由电压源和电流源复合构成的励磁系统称为自复励静止励磁系统。自复励静止励磁系统的优点是：具有相复励作用，减轻了调节器的负担，增加了快速性，取消了励磁机，加快了调节速度，对提高电力系统稳定性有利，整个系统没有旋转设备，维护简单。根据电压源、电流源的不同连接方式，自励和自复励静止励磁系统分为：

(1) 自励可控硅励磁系统，如图 2 (a) 所示。

(2) 相补偿自复励励磁系统，如图 2 (b) 所示。

(3) 交流侧串联自复励励磁系统, 如图 2 (c) 所示。

(4) 直流侧并联自复励励磁系统, 如图 2 (d) 所示。

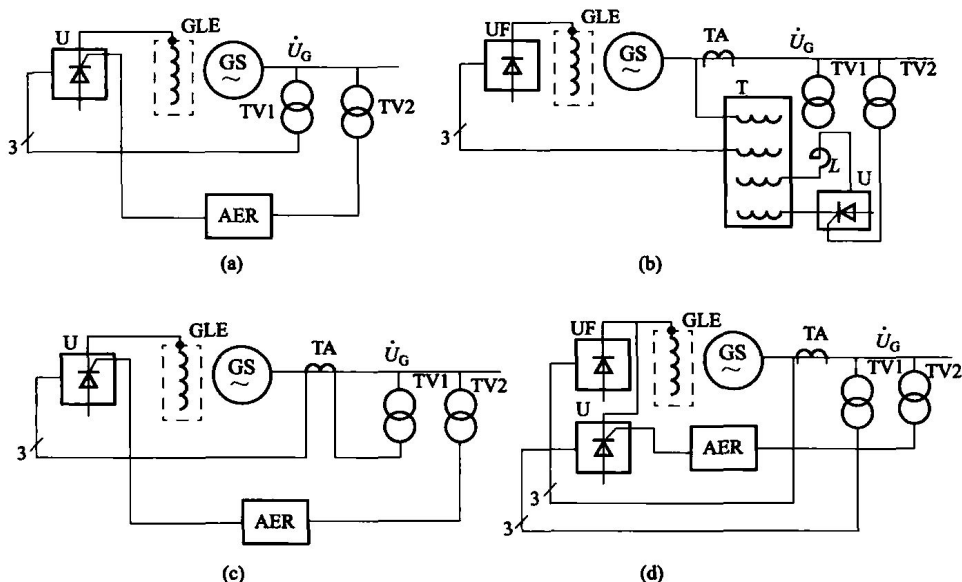


图 2 自励和自复励静止励磁系统

(a) 自励可控硅励磁系统; (b) 相补偿自复励励磁系统;

(c) 交流侧串联自复励励磁系统; (d) 直流侧并联自复励励磁系统

T—相复励变压器

0.1.3 励磁调节器基本功能单元的工作原理及作用

对采用可控硅整流的励磁调节器来说, 主要包含电压测量、无功补偿 (调差)、综合放大、移相触发、可控硅整流等主要控制单元, 以及低励限制 (保护)、V/Hz 限制、过励限制、强励顶值限制电力系统稳定器 (PSS) 等保护限制单元组成。下面分别介绍各部分的作用。

1. 电压测量比较单元及无功补偿单元

电压测量比较单元的作用是测量发电机电压值, 并与无功补偿单元的输出迭加, 然后与给定电压 (该电压根据发电机运行状况需要人为设定, 也可以接受调度侧指令。一般所说的增磁和减磁操作就是增加和减小该电压值) 进行比较, 得到两者的偏差值, 作为控制信号送至综合放大单元。

无功补偿单元的作用是使并列运行的各发电机组按其容量向系统提供无功功率, 实现无功功率在各机组间稳定合理地分配。它的基本原理是, 通过在励磁调节器的发电机电压测量回路中附加一个与发电机无功电流成正比的电压, 使电压

测量比较单元感受到的电压随发电机无功电流变化。调差有正负之分，当无功电流增加时，感受的电压增大，通过励磁调节器去减小发电机励磁，称为正调差；当无功电流增加时，感受的电压减小，通过励磁调节器去增加发电机励磁，称为负调差。调差作用的大小及正负由调差系数决定，该系数是可整定的。

为了并列机组无功的稳定分配，在机组并列点调差应为正。一般来说，对直接并列发电机组，调差系数应整定为正；而对经升压变压器后再并列的发电机组，调差系数应整定为负，以补偿变压器的压降（或称自然调差），但等效到变压器高压侧，调差必须为正。

2. 综合放大单元

综合放大单元的作用主要体现在两个方面：一是将电压测量比较单元送来的偏差信号及其他辅助单元（如低励限制、无功补偿单元、过励限制单元、PSS 单元等）的输出信号综合在一起；二是将综合后的信号经 PID 控制放大后产生一控制电压，送至移相触发单元，用于控制可控硅触发角的大小。

PID 调节就是通常所说的比例 - 积分 - 微分控制，对提高励磁系统控制质量有重要作用。其控制模式有两种形式：串接型及并接型，其数学模型如图 3 所示。

对串接型，前一部分为超前环节（即积分环节， $T_1 < T_1$ ），后一部分为滞后环节（即微分环节， $T_D > T_2$ ）。

积分控制的作用：力图消除或减小对各种输入的响应的稳态偏差，但它有可能引起系统响应的振荡性增大，因此它不能单独使用，需与比例控制一起使用。

微分控制的作用：它能反映误差信号的变化速率，并能在误差信号的值变得过大之前产生一个有效的修正，提高了系统的响应速度，提高了系统的阻尼，有助于增加系统的稳定性，但因它只在瞬态过程中才是有效的，因此它也不能单独使用，需与比例控制一起使用。

一般说来，在三机励磁系统中，多采用 PID 调节，以提高系统的响应速度；而对自并励系统，因其已有较快的响应速度，因此一般采用 PI 调节。

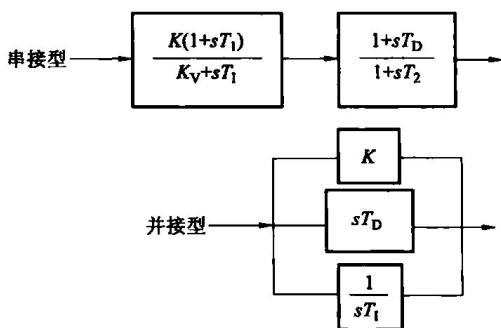


图 3 PID 调节数学模型

K 为比例放大倍数； T_1 为积分时间常数；
 T_D 为微分时间常数； K_V 为 1 时是比例积分；
 K_V 为 0 时是纯积分。

3. 移相触发单元

移相触发单元的作用是产生可以改变相位的脉冲,用来触发整流桥中的可控硅,使其控制角随综合放大单元的控制电压的大小而改变,从而达到自动调节励磁的目的。移相触发单元一般由同步信号、移相控制、脉冲形成、脉冲放大等几个基本环节组成。

移相触发单元必须接受与可控硅桥交流侧电源电压有一定相位关系的电压信号,才能触发脉冲按要求发出,使可控硅桥被正确触发,该电压信号就称为同步信号。

移相触发多采用余弦触发,由于采用余弦波作同步信号,而全控桥功率柜的输出电压与控制角也是余弦关系,所以可控硅桥输出电压就与控制电压的大小呈线性关系。这种线性关系有利于励磁装置的分析与调试。控制电压与余弦波同步信号采用迭加方式来产生脉冲,即两者相交的时刻发出脉冲。

移相触发回路产生的脉冲能量一般不足以触发可控硅,往往需进一步放大,这一步由脉冲变压器来实现。

从理论上说,移相触发角可在 $0 \sim 180^\circ$ 范围内移动,但为保证可控桥能正常工作,防止逆变颠覆及保证触发角的可靠产生,对触发角的移动范围应进行限制,一般限定在 $10^\circ \sim 160^\circ$ 内。

4. 全控整流桥

图 4 (a) 所示为三相桥式全控整流电路。

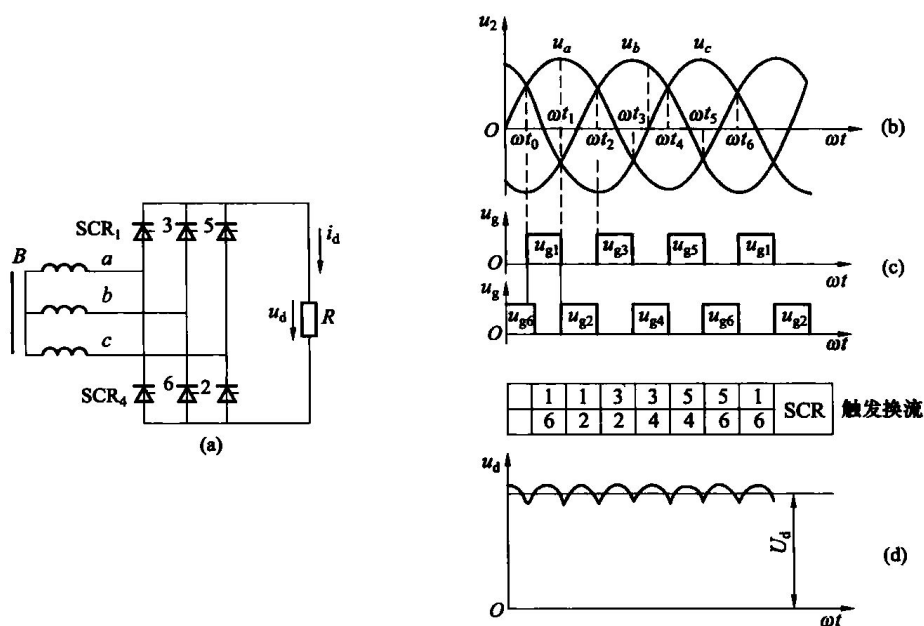
图 4 (c) 是表示宽脉冲触发方式的各臂触发脉冲。由于工作于整流状态时,通常共阴极组是在相电压的正半周时触发,共阳极组是在负半周时触发,故接在同一相上的两可控硅的触发脉冲,例如 a 相的 U_{g1} 与 U_{g4} , b 相的 U_{g3} 与 U_{g6} , c 相的 U_{g5} 与 U_{g2} , 相位应该差 180° 。

目前,励磁调节器的功率单元大部分采用全控整流桥,其最大优点在于它除了可以完成将交流整流为直流的正常任务外,事故时还可以将储存在发电机转子磁场中的能量,经全控桥迅速回馈给交流电源,进行将直流变换为交流的逆变灭磁。

5. PSS 单元

PSS 单元也称为电力系统稳定器,它为一附加控制,采用 ΔP 、 $\Delta \omega$ 、 Δf 作为其输入信号,经一定的调节规律产生一附加控制信号,迭加在综合放大输入端或移相触发单元输入端,其目的在于增大系统阻尼,提高电力系统稳定性。一般采用三机励磁系统的大容量发电机及采用自并励系统的发电机,要求 PSS 都要投入。

PSS 的工作原理在后面将详细论述。

图4 三相桥式全控整流 ($\alpha=0^\circ$ 时)

(a) 电路图; (b) 相电压波形; (c) 触发脉冲; (d) 直流侧电压波形

6. 低励限制单元

低励限制主要用于防止励磁过低使发电机失去稳定，动作于增磁。其工作原理多采用 $P-Q$ 曲线，也有采用其他方式（如阻抗圆等）。低励限制动作后的增磁主要有两种方式，一种是增加电压给定值，另一种是直接输出一控制电压至移相触发单元改变触发角。

其动作整定值需根据发电机实际进相试验来确定，综合考虑发电机端部发热、厂用工作电压的要求、发电机静稳定极限等限制因素。对未做过进相试验的机组，一般按下列原则整定：有功功率 $P = S_N$ 时允许无功功率 $Q = 0$ 及 $P = 0$ 时 $Q = -(0.2 - 0.3)Q_N$ 两点来确定低励限制动作曲线，其中 S_N 、 Q_N 分别为额定视在功率和额定无功功率。

7. 过励限制

该功能主要是防止发电机转子过热，动作于减磁，一般为反时限特性，在不同的过励倍数下有不同的动作延时，所取信号为发电机转子电压或电流。其动作特性应满足下列要求：转子电流为额定的 1.05 倍时，应能长期运行；转子电流为额定的 2.0 倍时，延时不小于 10s。

8. V/Hz 限制

V/Hz 限制也称过励磁限制, 以防止发电机及其出口变压器出现磁饱和, 当发电机频率低到一定数值时动作于减磁, 若频率进一步降低, 将动作于跳闸。

9. 强励顶值限制

强励顶值限制指的是允许调节器的最大输出值, 亦指发电机的强励倍数。强励倍数大小的调整可通过整定可控硅的最小触发角限制值, 或限制输出电压 (电流) 的顶值倍数来实现。

0.1.4 对励磁系统调节特性的基本要求

调节器的主要任务是检测和综合系统运行状态的信息, 以产生相应的控制信号。控制信号经放大后控制励磁功率系统的输出, 以得到所需的励磁电流。对调节器的要求是:

(1) 系统正常运行时, 调节器应有足够的调压范围 $[(0.8 \sim 1.2) U_{G,N}]$, 并能合理地分配机组间的无功功率。

(2) 系统故障时, 调节器应能迅速地强行励磁, 以提高系统的瞬时稳定性和改善系统的运行条件。

(3) 调节器应无失灵区, 保证机组在人工稳定区内运行, 即 $\delta_{ss} > 90^\circ$ 。

(4) 具有较小的时间常数, 即反应速度快。

(5) 结构简单、可靠、操作维护方便, 并逐步做到系列化、标准化。

0.1.5 对励磁功率系统的要求

(1) 励磁功率系统应有足够的调节容量, 以适应各种运行工况的要求。

(2) 具有足够的励磁顶值电压和电压响应比 (电压上升速度)。从改善电力系统运行条件和提高电力系统瞬时稳定性出发, 希望励磁功率系统具有较大的强励能力和快速的响应能力。因此, 励磁顶值电压和电压上升速度是励磁系统的两

项重要技术指标。

励磁顶值电压 $U_{e,max}$ 是励磁功率系统在强行励磁时, 可能提供的最大输出电压值, 该值与额定工况下励磁电压 $U_{e,N}$ 之比称为强励倍数 K_{ef} , K_{ef} 值一般为 $1.5 \sim 2$ 。

励磁电压上升速度是衡量励磁功率系统动态行为的一项指针。具有直流励磁机的励磁系统, 在继电强励装置动作后, 励磁电压上升曲线一般如图 5 所示。一般地

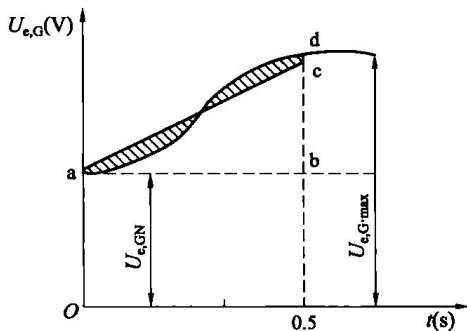


图 5 励磁电压上升速度的确定

说,在瞬时稳定过程中,发电机功率角占摇摆到第一个周期最大值的时间约为 $0.4 \sim 0.7s$ 。所以,通常将励磁电压在最初 $0.5s$ 内上升的平均速率定义为励磁电压响应比,即

$$\text{励磁电压响应比} = \left(\frac{U_c - U_b}{U_a} \right) / 0.5 = 2\Delta U_{*bc} (1/2)$$

式中 ΔU_{*bc} ——图 5 中 bc 段电压标准值。

0.1.6 PSS 的工作原理及试验方法

在前面的发电机输出电磁功率的表达式中,只计及发电机在同步转速时发出的同步有功功率 P_{sy} 。实际上,当发电机与无穷大系统之间 $\Delta\delta$ 和 $\Delta\omega$ 发生振荡(即转子转速时快时慢)时,在发电机的转子回路中,特别是在阻尼绕组中将有感应电流,此电流在定子绕组中形成的阻尼功率 P_r 为

$$P_r = D\Delta\omega$$

式中 D ——功率阻尼系数。

图 6 示出阻尼功率对振荡的影响。当发电机受到微小扰动后,若 $D=0$, $\Delta\delta$ 随时间的变化规律(功率角变化的幅度)为不衰减的等幅振荡,即运行点在功角 $P-\delta$ 平面上沿功角特性曲线以原始运行点 a 为中心作往返等距离的运动。如图 6 (a) 所示。当 D 不等于零时,由于增加了一项与角速度偏差 $\Delta\omega$ 成正比的阻尼功率,情况将有所不同:① 若 $D>0$ 时, $\Delta\delta$ 随时间的变化规律为减幅振荡,如图 6 (b) 所示,其特征是运行点在 $P-\delta$ 平面上顺时针移动,最后回到原始运行点, D 值正得越大,系统(或发电机)的静态稳定性越好。② 若 $D<0$ 时, $\Delta\delta$ 的变化规律为增幅振荡,如图 6 (c) 所示,其特征是运行点在 $P-\delta$ 平面上逆时针移动,逐渐远离原始运行点 a ,形成了所谓的自发振荡,则功率角变化的幅度越来越大,最后必将导致电源之间失步, D 值负得越多,系统的静态稳定性越差。一般情况,在不计励磁调节器时,功率阻尼系数 D 是正值。

在 $D>0$ 情况下,若 $\Delta\omega>0$ 转子加速(转速高于同步转速)时,阻尼功率 P_r 为正值,发电机多发有功功率,阻止转速升高;反之, $\Delta\omega<0$ 转子减速时, P_r 为负值,阻止转速进一步降低。

按电压负反馈原理构成的励磁调节器,从本质上削弱了机组平息振荡的能力,即具有降低功率阻尼系数 D 的弱点;而且当励磁控制系统开环放大倍数 K_z 高达一定值后,功率阻尼系数 D 变为负值,此时发电机受到微小扰动,就可能激发低频振荡,这种现象不论对哪种励磁控制系统,都是存在的。但对于快速(指可控硅直接作用于发电机励磁绕组中的系统,即自并励系统)励磁控制系统,只