

73.1
SDD

0158397

庫本

F-D系列自动调整励磁屏 调整试验方法

水利电力部电力科学研究院 编



中国工业出版社

F-D系列自动調整励磁屏 調整試驗方法

水利电力部电力科学研究院 編

中国工业出版社

本书詳細地介紹了F-D系列自动調整励磁屏的調整与試驗方法；对它的结构与作用原理、复式励磁与电压校正器运行情况的計算、运行与维护中应注意的問題，也作了介紹。

本书可供电力系统中电气試驗、运行、检修人員和工业企业的电气工作人員参考。

F-D系列自动調整励磁屏調整試驗方法

水利电力部电力科学研究院 編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南街）

中国工业出版社出版（北京阜成門外10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $2^{15/16}$ ·插頁1·字數53,000

1966年5月北京第一版·1966年5月北京第一次印刷

印數0001—6,100·定价(科四)0.32元

*

統一書号：15165·4508(水电-612)

說 明

本书系在无产阶级文化大革命前印刷。当前，遵照我們伟大領袖毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”的教导，全国呈現一派大好形势，为了适应“抓革命，促生产”的需要，現將該书已印好的部分裝訂发行，供参考使用。

一九七〇年一月

前 言

在現有的发电厂中，装有大量的F-D系列自动調整励磁装置。为了适应各地对该型装置調整試驗工作的需要，我們組織編写了这个調整試驗方法。

这个調整試驗方法是由原水利水电建設总局与我院共同負責編写的。原水利水电建設总局提供了用于水輪发电机F-D装置的計算与調整試驗方法的初稿，然后由我院汇总編写成书，正式出版。

本試驗方法定稿前，原水利电力部技术委员会曾組織原电力建設总局、原水利水电建設总局、北京电业管理局等有关单位对初稿进行了討論，討論中所提出的意見都已在定稿时作了考虑。

水利电力部电力科学研究院

1965年12月

目 录

前 言	
概 述	1
第一章 结构与作用原理	3
第一节 复式励磁	3
第二节 电磁式电压校正器	4
第二章 复式励磁与电磁式电压校正器	
运行情况的计算	11
第一节 计算所需的原始参数	11
第二节 复式励磁单独投入运行情况的计算	13
第三节 复式励磁与电压校正器同时投入	
运行情况的计算	16
第三章 F-D自动调整励磁屏的调整与试验	27
第一节 复式励磁部分	28
第二节 单系统电压校正器	32
第三节 双系统电压校正器	42
第四节 继电强行励磁与强行减磁装置	44
第五节 其它附属设备及全部接线回路的	
检查试验	47
第六节 在发电机运行情况下对自动调整励磁屏的检查试验	47
第四章 运行与维护	54
第一节 一般事项	54
第二节 发电机在正常运行情况下, 复式励磁	
与电压校正器的投入与切出	55
第三节 复式励磁与电压校正器的正常运行	56

VI

第四节	复式励磁与电压校正器运行中的故障与处理	57
第五节	继电强行励磁与强行减磁装置	58
第六节	维护与检验	59
附录 I	复式励磁各元件的参数及接线组的变换	60
附录 II	电压校正器各元件的参数及接线组的变换	68
附录 III	改变校正器各可调元件的参数对其输出特性曲线的影响	79
附录 IV	用于复式励磁的电流互感器的允许负载	86

概 述

带有电磁式电压校正器的复式励磁装置，已作为我国电力系统大型发电机的主要自动调整励磁设备。F-D 系列自动调整励磁屏则为我国自己生产的用于汽轮发电机及水轮发电机的自动调整励磁设备。

F-D 系列自动调整励磁屏，由复式励磁、电磁式电压校正器及继电强行励磁装置（用于水轮发电机的还包括继电强行减磁装置）三部分组成。它们共同装在一个或数个屏内。

根据不同的要求，F-D 系列自动调整励磁屏有各种不同型号的产品。

F-D 系列自动调整励磁屏的型号由三组符号组成。第一组符号，代表该型自动调整励磁屏的使用范围；第二组符号，代表复式励磁的套数；第三组符号，代表电磁式电压校正器的套数。

例如：“Q-F₁-D₁”即代表用于汽轮发电机的，屏内包括一套复式励磁及一套电磁式电压校正器。

又如：“S-F₄-D₂”即代表用于水轮发电机的，屏内包括四套复式励磁及两套电磁式电压校正器。

用于汽轮发电机的自动调整励磁屏，其继电强行励磁装置，采用两个低电压继电器，分别由发电机不同的电压互感器供电，只有当两个低电压继电器同时动作时，才动作于强行励磁；如果只有一个低电压继电器动作，则仅动作于信号。

用于水輪发电机的自动調整励磁屏，其继电强行励磁装置用低电压继电器，由发电机电压互感器經正相序滤过器供电；强行减磁装置用过电压继电器，直接由电压互感器的二次供电。

另外，制造厂随每套設備成套供应的，还有复式励磁整定变阻器及电压校正器整定自耦变压器，整定自耦变压器可以直接用手动操作，亦可由电力驅動，采用远方操作。

不同发电机所需的复式励磁及电压校正器台数，亦即所需自动調整励磁屏的型号，可由試驗或計算确定。复式励磁，可以根据需要接成串联或并联使用。电磁式电压校正器，在采用一台的情况下，一般采用正接結线；在采用两台的情况下，一般一台采用正接結线，另一台采用反接結线。

第一章 結構与作用原理

第一节 复式励磁

F-D 系列自动調整励磁屏复式励磁部分的原理結线，如图1-1及图1-2所示。

复式励磁部分包括下列元件：

- (1) 复励整定变阻器 “ R_y ” ；
- (2) 复励变压器 “ TE ” ；
- (3) 复励輸出整流器 “ BR ” 。

复式励磁由接于发电机靜子回路的电流互感器供电，电流互感器的二次額定电流可以是 5 安培或 10 安培。

来自电流互感器的二次电流，通过复励变压器，并經复励輸出整流器整流后，接入励磁机的主励磁线卷。

复励变压器的作用，一方面在于选择适当的复式励磁参数；另一方面在于将励磁机的励磁回路与接地的交流回路分开。

为了使复式励磁能够供給励磁机励磁线卷适当的励磁电流，結线中接入了复励整定变阻器，借以分流掉一部分电流互感器的二次电流，得到所需要的复励程度。另外，复励整定变阻器的采用，可以提高可能由复式励磁供給的强行励磁，亦可用在发电机运行的情况下，将复式励磁平稳的投入与退出运行。

串接于电流互感器二次回路的改变校正器調差用区分变

压器“TP”，其二次线卷与电磁式电压校正器测量变压器的一次线卷串联。这样就可使电压校正器的输出，不仅与发电机的运行电压有关，而且与发电机的负载电流和负载功率因数有关（详见第二节）。

复式励磁各元件的参数及接线见附录 I、一至三，并按附录 I、三至五各表中所列接线组改变复式励磁各元件端子上连接片的连接方式，若采用不同的配合关系，则可得到附录 I、六表中所列的50组不同的复式励磁参数。根据计算或试验的结果，按照发电机运行情况对复式励磁的要求，可选用其中一组。

一台复式励磁长时允许的最大输出为420瓦，随着接线方式的不同，某些情况下，将小于420瓦。

第二节 电磁式电压校正器

F-D系列自动调整励磁屏的电磁式电压校正器，有两种类型：用于汽轮发电机的，一般都只用一台正接电磁式电压校正器（以下简称电压校正器或校正器）；用于水轮发电机的，一般包括一台正接校正器与一台反接校正器。正接校正器供给励磁机附加的励磁电流，反接校正器供给励磁机附加的去磁电流。只包括一台正接校正器的装置通常叫作单系统电压校正器。包括正接与反接校正器的装置通常叫作双系统电压校正器。

F-D系列自动调整励磁屏采用单系统电压校正器的原理接线见图1-1，采用双系统的原理接线见图1-2。

电磁式电压校正器由下列元件组成：

- (1) 测量变压器“TH”；
- (2) 中间磁放大器“YH”；

- (3) 主磁放大器 “YC”；
- (4) 輸出变压器 “TB”；
- (5) 穩定变压器 “TC”；
- (6) 比較电阻 “P”；
- (7) 整定自耦变压器 “YAT”；
- (8) 整流器組，它又包括：
 - 1) 线性元件整流器 “BJD”；
 - 2) 非线性元件整流器 “BH9”；
 - 3) 中間整流器 “BH”；
 - 4) 反饋整流器 “BOC”；
 - 5) 輸出整流器 “BC”。
- (9) 改变調差用区分变压器 “TP”。

校正器的全部元件除整定自耦变压器外，均与复励装置共同装在一个盘內。整定自耦变压器可以采用手动操作，亦可用其附加的小电动机进行远方操作。如采用手动操作，必須将其操作手輪裝于发电机的控制台上；如采用远方操作，必須将其远方操作按钮裝于发电机的控制台上。电压校正器各元件的結構与参数見附录Ⅱ、一至八。

电压校正器的全部电源由接于发电机出口的电压互感器供給。主磁放大器經過控制开关直接接于电压互感器上，而中間磁放大器及測量变压器則經過整定自耦变压器 “YAT” 再接至电压互感器。整定自耦变压器在运行中用以改变电压校正器的电压整定值，降低 “YAT” 的二次电压（即加在測量变压器上的电压），对应于提高发电机的运行电压；反之，則对应于降低发电机的运行电压。測量变压器实际上为一个具有单独磁路的三相饱和变压器，变压器的鉄心为“山”型，其一次线卷接为星形，供給与发电机电压成正比变化

的线性控制信号的二次线卷，分別繞在每相的鉄心上，亦接为星形。由于这种接线方式其回路中不反映三次諧波电压，因而可以得到实际上与一次电压成直线关系变化的二次电流，此电流經過线性元件整流器“ $БЛЗ$ ”整流后，接入比較电阻“ P ”。

作为取得电流与“ TH ”一次电压成非线性关系变化的非线性线卷，共同包围着三个鉄心。在此线卷中，仅反映三与三的整数倍电源频率的諧波电流，因此只有当鉄心飽和后才有电流出現，并与一次电压呈显著的非线性关系，此电流經中間整流器“ $БП$ ”整流后，接入中間磁放大器的控制线卷。

为了調整的便利，測量变压器“ TH ”的一次线卷除基本线卷外，每相还有一个附加线卷，附加线卷可以与基本线卷順接或反接，在接入附加线卷的情况下，相当于把校正器的整定电压提高或降低約5%。

測量变压器的非线性线卷亦具有抽头，調整时可以在端子上进行換接。

中間磁放大器重复来自非线性线卷电流的非线性关系，并进行功率放大。

中間磁放大器的輸出电流經非线性整流器“ $БЛЗ$ ”整流后，接向线性元件所接入的比較电阻“ P ”的另一端，二者在此电阻上所产生的电压降进行比较，将其差接入主磁放大器的控制线卷。

中間磁放大器由三个单相磁放大器組成，每相有两个鉄心。

中間磁放大器除了具有交流线卷、控制线卷及反饋线卷外，还具有接至稳定变压器“ TC ”輸出的稳定线卷。其每

相的交流线卷由繞在两个不同鉄心上的线卷接为并联，其他线卷共同包围着三相的鉄心。交流线卷正确的連接应该是这样，使之在此线卷中通过电流时，在直流线卷中不感应电压。反饋线卷与磁放大器的直流輸出串联，其极性应该与控制线卷中的极性相同。稳定线卷只有当励磁电压发生变化时才有电流通过。为了調整的便利，中間磁放大器的控制线卷与反饋线卷均有可調的抽头。

稳定变压器是一个具有空气間隙的单相变压器，其一次线卷接于励磁电压或励磁机励磁线卷的电压，二次线卷接于中間磁放大器的稳定线卷。稳定变压器的一次线卷共有四段，每段相当于直流电压40伏，可根据所接电压的不同，在端子板上改变其接线方式，以适应于40伏、80伏或160伏的額定施加电压。另外盘中还装有稳定变压器的附加电阻，以备将稳定变压器接于額定电压高于160伏的励磁机电压或励磁机励磁线卷电压之用。

主磁放大器的結構与中間磁放大器相同，所不同的仅在于其功率与几何尺寸較大。

主磁放大器除了有交流线卷、控制线卷与主反饋线卷外，还有一个可調的附加反饋线卷，用以改变校正器的工作特性。控制线卷可借变更端子板上連接片的位置，来改变其与反饋线卷間的相对极性，以造成校正器的正接或反接特性。

校正器的輸出变压器是一个三相三线卷变压器，其一次线卷接于主磁放大器的輸出；二次线卷由相同的两段組成，在端子板上改变其接线可以得到不同的校正器輸出参数，使之与励磁机参数恰当地配合；輸出变压器的补偿线卷串接于中間磁放大器的交流回路，其相序与主磁放大器交流电源相

同，而其极性相反，这样变压器的输出实际上与这两个电流的向量和有关，因而降低了正接校正器的最小输出电流。在采用反接校正器的情况下，由于补偿线卷的接入，可以改善校正器非工作区域电压较低部分的输出特性。另外，由于中间磁放大器的输出电流与发电机电压间的关系是非线性的，在正接校正器非工作范围的电压升高部分，由于中间磁放大器输出电流的急剧增长，可使校正器输出变压器的总励磁安匝大大降低，正确的选择补偿线卷的匝数，可以得到良好的正接校正器电压升高部分的输出特性。

输出变压器的输出线卷经整流器“BC”整流后，接入励磁机的励磁线卷。当励磁机具有专为接入校正器而设的附加励磁线卷的情况下，校正器的输出应接于励磁机的附加励磁线卷；如励磁机没有附加励磁线卷，则可将其输出与复式励磁的输出一起接在励磁机的主励磁线卷上。

在采用双系统电压校正器的 F-D 系列自动调整励磁屏中，电压校正器的测量部分与单系统的相同，其区别仅在于采用了二台主磁放大器、二台输出变压器及二组输出整流器组（图1-2）。

按附录Ⅱ、九所列的表改变校正器各元件端子上连接片的位置，可以得到附录Ⅱ、十的表中所列五组不同的输出参数。

在校正器测量变压器一次线卷的中性点侧，接有改变校正器调差用区分变压器。区分变压器是一个磁路中具有可调空气间隙的三相变压器，其一次线卷，串接于复式励磁用电流互感器的二次回路；二次线卷的输出电压，接至测量变压器一次线卷的中性点侧。这样，当发电机运行情况下，反映在校正器测量元件上的电压 U_{pe} ，就不仅与电压校正器用

电压互感器的二次电压 U_0 有关，而且与发电机的负荷电流与功率因数有关。

区分变压器的二次电压 ΔU_0 与校正器用电压互感器的二次电压 U_0 间的相位差，决定于校正器改变调差装置的接线组别。当发电机运行功率因数为 1 时， ΔU_0 与 U_0 同相，为Ⅻ组接线；当 ΔU_0 滞后 U_0 30° 时，为第Ⅰ组接线；滞后 60° 时，为第Ⅱ组接线（图1-3），

余此类推。

在校正器用电压互感器及复式励磁用电流互感器接线一定的情况下，改变区分变压器的接线方式，可以得到12组不同的校正器改变调差装置的接线配合。

采用不同的校正器改变调差装置接线配合，可以得到不同的效果。当采用第Ⅻ组接线时，如发电机负荷功率因数为

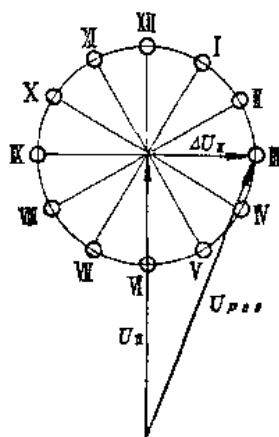


图 1-3

“1”，反映到测量变压器上的合成电压为： $\dot{U}_{pes} = (\dot{U}_0 + \Delta\dot{U}_0) \approx \dot{U}_0$ ；如功率因数为“0”，反映到测量变压器上的合成电压为： $\dot{U}_{pes} = (\dot{U}_0 + \Delta\dot{U}_0) < \dot{U}_0$ 。当采用第Ⅰ组接线时，如发电机功率因数为“1”，反映到测量变压器上的合成电压与第Ⅻ组相似；如发电机功率因数为“0”，则与第Ⅻ组接线相反，即： $\dot{U}_{pes} = (\dot{U}_0 + \Delta\dot{U}_0) > \dot{U}_0$ 。因而，当校正器改变调差装置采用第Ⅻ组与第Ⅰ组接线时，电压校正器的调整电压，几乎与发电机的有功负荷无关，而对无功负荷则能得到最灵敏的反映。当采用第Ⅱ组接线时，发电机的端电

压将随无功負荷的增大而升高，造成負的附加調差系数，可以起到补偿作用；而当采用第Ⅲ組結线时，則发电机端电压将随无功負荷的增大而降低，造成正的附加調差系数，可以起到无功負荷分配的穩定作用。

同理，由图 1-3 可見，当采用第Ⅳ組結线时，发电机的电压将随有功負荷的增大而升高，能起到有功負荷的补偿作用，而与无功負荷几乎无关。当采用第Ⅴ組結线时，发电机电压将随有功負荷的增大而降低，而与无功負荷几乎无关。

当采用第Ⅰ組与第Ⅱ組結线时，发电机的运行电压将随无功負荷的增大而升高，并随有功負荷的增大而降低。

当采用第Ⅵ組与第Ⅶ組結线时，发电机的运行电压将随有功負荷的增大而升高，并随无功負荷的增大而降低。

当采用第Ⅳ組与第Ⅴ組結线时，发电机的运行电压随有功負荷与无功負荷的增大都将有所升高。

当采用第Ⅲ組及第Ⅱ組結线时，发电机的运行电压随有功負荷与无功負荷的增大都将有所降低。

另外，校正器改变調差裝置的各組結线，除第Ⅲ組、第Ⅱ組仅反映发电机的无功負荷，第Ⅳ組、第Ⅴ組仅反映发电机的有功負荷外，其它各組結线对无功及有功負荷都同时有反映。如为了达到某种补偿效果而采用其它結线組别时，只有在一定負荷及一定功率因数下，才能得到預期效果。