

前 言

本规定是 DL 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》热工自动化部分的补充和具体化，在热工控制系统设计时应执行《火力发电厂设计技术规程》以及现行的有关国家标准和行业标准，并满足本规定的要求。

本规定修订 NDGJ 16—1989 的相关部分。

本规定实施之日起替代 NGGJ 16—1989 的相关部分。

本规定附录 A 为规范性附录。

本规定由电力行业电力规划设计标准化技术委员会提出并归口。

本规定负责起草单位：国家电力公司东北电力设计院。

本规定起草人：魏守鑫、王树昌、施用昉。

本规定委托国家电力公司东北电力设计院负责解释。

1 范 围

本规定给出了火力发电厂热工控制系统在模拟量控制、开关量控制及设备选择等方面应遵循的设计方法和设计原则。

本规定适用于机组容量为 125MW~600MW 新建或扩建的凝汽式发电厂机组、高温高压及以上参数供热机组的热电厂的热工控制系统设计。安装上述机组的发电厂改建工程的设计可参照使用。涉外工程应考虑供货方或订货方所在国的情况，也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的使用文件，其最新版本适用于本标准。

DL 5000—火力发电厂设计技术规程

DL/T 701—火力发电厂热工自动化术语

3 总 则

3.0.1 为了在火力发电厂（以下简称发电厂）热工自动化设计中体现国家的经济政策和技术政策，统一和明确建设标准，保证发电厂热工自动化系统技术先进、经济合理，使 DL 5000 正确实施，特制订本规定。

3.0.2 热工控制系统的设计是发电厂热工自动化设计的一个重要组成部分，必须针对机组特点进行设计，应选用技术先进、质量可靠的设备和元件。新产品、新技术应经过试验获得成功后方可在设计中采用。从国外进口的产品也应是技术先进并有成功应用经验的产品。

3.0.3 发电厂热工控制系统设计应积极采用经过审定的标准设计、典型设计、通用设计和参考设计。

3.0.4 本规定是 DL 5000 热工自动化部分的补充和具体化，在热工控制系统设计时应执行 DL 5000 以及现行的有关国家标准和行业标准，并满足本规定的要求。

4 一般规定

4.0.1 热工控制系统的设计应根据工程特点、机组容量、工艺系统、主辅机可控性及自动化水平确定。

4.0.2 热工控制系统应遵循在确保设备及人身安全的前提下保证机组得到较好的可用性、经济性的原则设计。

4.0.3 集中控制的机组应有较高的热工自动化水平，应按照在少量就地操作和巡回检查配合下在单元控制室内实现机组的启动、运行工况监视和调整、停机和事故处理的自动化水平进行设计。

控制室应以操作员站为监视控制中心，对于单元机组应实现炉、机、电统一的单元集中控制。

4.0.4 控制回路应按照保护、连锁控制优先的原则设计，以保证机组设备和人身的安全。设计控制回路时，应遵循下列规定：

1 控制系统应满足安全可靠、运行操作灵活和便于维护的要求。

2 模拟量控制、顺序控制、保护连锁控制及单独操作在共同作用同一个对象时，控制指令优先级应为保护连锁控制最高、单独操作次之、模拟量控制和顺序控制最低的顺序。

3 模拟量控制、顺序控制、保护连锁控制操作在共用同一个开关量信号时，开关量信号首先送入优先级最高的保护回路，即几个回路共用的开关量信号接入具体回路的优先级或分配次序，也应是保护连锁控制最高、模拟量控制和顺序控制最低。

4 控制回路在共用同一个模拟量信号时，模拟量信号应首先送入模拟量控制回路。

4.0.5 模拟量控制宜采用能直接反映过程质量要求的参数作为被调量。当这种参数在测量上有困难或测量迟延过大时，可选择与上述参数有单值对应关系的间接参数作为被调量。

4.0.6 模拟量控制项目及策略应根据机组特点、工艺过程对控制质量的要求和对象的动态特性确定，应立足于简单、可靠、适用，并能适应启、停及中间负荷情况下机组安全、经济运行的需要。

4.0.7 采用分散控制系统控制的单元机组，可按照控制系统分层分散的设计原则设计。

模拟量控制可分为下列三级：

- 1 协调控制级；
- 2 子回路控制级；
- 3 执行级。

开关量控制也可分为下列三级：

- 1 功能组级；
- 2 子功能组级；
- 3 驱动级。

4.0.8 控制站的配置可以按功能划分，也可按工艺系统功能区划分。策划配置时应考虑项目的工程管理和电厂的运行组织方式，并兼顾分散控制系统的结构特点。控制站的划分应满足现场运行的要求。

4.0.9 分配控制任务应以一个部件（控制器、输入/输出模件）故障时对系统功能影响最小为原则。按工艺系统功能区配置控制器时，一局部工艺系统控制项目的全部控制任务宜集中在同一个控制器内完成。按功能配置控制站时，如一个模拟量控制回路的前馈信息来自另一个控制器时，不应在系统传输过程中造成延迟。

4.0.10 控制器模件和输入/输出模件（I/O 模件）的冗余应根据不同厂商的分散控制系统结构特点和被控对象的重要性来确定。

1 对于控制器模件通过内部总线带多个 I/O 模件的情况，完成数据采集、模拟量控制、开关量控制和锅炉炉膛安全监控任务的控制器模件均应冗余配置（对于取消硬后备“手动/自动”操作手段的模拟量控制系统、锅炉炉膛安全监控系统的重要信号应由不同输入模件输入）。

2 对于控制器模件本身带有控制输出和相应的信号输入接口又通过总线与其他输入模件通讯的情况，完成模拟量控制、锅炉炉膛安全监控任务的控制器模件以及完成重要信号输入任务的模件应冗余配置。

4.0.11 机柜内的模件应允许带电插拔而不影响其他模件正常工作。模件的种类和规格应尽可能标准化。

4.0.12 在配置冗余控制器的情况下，当工作控制器故障时，系统应能自动切换到冗余控制器工作，并在操作员站上报警。处于后备的控制器应能根据工作控制器的状态不断更新自身的信息。

4.0.13 冗余控制器的切换时间和数据更新周期，应保证系统不因控制器切换而发生控制扰动或延迟。

5 模拟量控制

5.1 模拟量控制功能

5.1.1 模拟量控制系统应满足机组正常运行的控制要求，并应考虑在机组事故及异常工况下与相关的连锁保护协同控制的措施。在主辅设备可控性较好的情况下，可考虑部分模拟量控制回路实现全程控制。

125MW 及以上机组宜考虑给水全程控制。采用全程控制时，应选用控制性能满足相应要求的锅炉给水控制阀门。

5.1.2 300MW 及以上机组的模拟量控制系统应满足机组启动、停止及正常运行的控制要求，并应考虑在机组事故及异常工况下与相关的连锁保护协同控制的措施。

5.1.3 125MW 及以上机组应配置汽轮机电调系统。汽轮机电调系统应至少具有调节汽轮机功率和频率、自动升速、停机等功能。当电网要求机组热工控制系统接收电网调度指令时，在汽轮机控制系统与协调控制系统有可靠接口的条件下，300MW 及以上单元机组还宜配置汽轮机热应力监视功能。

5.1.4 机、炉协调控制系统应能协调控制锅炉和汽轮机，满足机组快速响应负荷命令、平稳控制汽轮机及锅炉的要求，并具有下列几种可选的控制方式：

- 机、炉协调控制；
- 汽轮机跟踪控制；
- 锅炉跟踪控制；
- 手动控制。

5.1.5 单元机组模拟量控制系统应能满足滑压运行的要求，在不投油最低燃煤负荷到 100% MCR 负荷变动范围内应保证被控参数

满足机组有关验收标准的要求。

5.1.6 机、炉协调控制系统中的各控制方式之间的切换，应设切换逻辑及具备双向无扰切换功能。

受控对象或控制项目应设置手动/自动操作手段及相应的状态显示，并具备双向无扰切换功能。

5.1.7 当采用分散控制系统时，应在操作员站上实现软手动/自动操作功能。

5.1.8 协调控制系统应与汽轮机电调系统相协调。根据机组负荷指令协调控制系统向汽轮机电调系统发出汽轮机功率或汽轮机调门开度指令。汽轮机电调系统内应具有直接响应系统频率变化的特性。当某种原因限制了汽轮机控制阀的调节时，协调控制系统应能自动转换至合适的运行方式，以保证工艺参数不偏离正常范围。

5.1.9 锅炉控制系统应由若干子系统组成，在锅炉运行的全负荷范围内使这些子系统协调运行。子系统的控制策略宜具有前馈特征，使锅炉能灵敏、安全、快速、稳定的运行。

5.1.10 炉膛负压控制通过控制引风机叶片（或入口挡板）的开度维持炉膛压力为设定值。300MW 及以上机组宜采用风量指令作为超前变化的前馈信号，使炉膛负压波动最小。炉膛负压控制宜设方向闭锁，在炉膛压力低时，应闭锁引风机叶片（或入口挡板）开度进一步增大；在炉膛压力高时，应闭锁引风机叶片（或入口挡板）开度进一步减小。在发生总燃料跳闸（MFT）且风量大于 30% 时，应能根据负压超弛信号使引风机叶片开度（或入口挡板）快速减小，直至恢复正常的负压控制。

5.1.11 送风控制通过控制送风机叶片（或入口挡板）的开度控制风量达到最佳燃烧工况。300MW 及以上机组送风控制宜设置方向闭锁，当炉膛压力高时，应闭锁送风机叶片（或入口挡板）开度进一步增大；炉膛压力低时，应闭锁送风机叶片（或入口挡板）开度进一步减小。当总风量低于吹扫额定值时，应发出报警信号。

5.1.12 采用氧量校正的送风控制系统的氧量定值应能跟随负荷变化进行校正。

5.1.13 300MW 及以上的机组，过热蒸汽温度控制宜采用串级调节，并将经过校正的锅炉总风量信号或能够表征锅炉烟气的变化及负荷变化的信号作为温度控制的前馈，在规定的锅炉运行参数范围内，控制第一级和第二级过热器的出口温度。

5.1.14 300MW 及以上机组的燃烧控制系统宜设燃料/空气交叉限制功能，并具有根据燃料种类及低位发热量的变化，对单位负荷所需空气量及燃料量进行校正的功能。

5.1.15 模拟量控制系统平行控制两个及以上被控对象时，该控制系统应有被控对象的负荷分配和负荷自动转移匹配功能。

5.1.16 在出现保护信号时，控制系统应及时响应，中断自动和手动控制，按保护系统的指令实施控制，保证工艺系统处于安全状态。

5.1.17 模拟量控制系统中，宜设下列报警：

- 1 控制系统设备的故障；
- 2 主要参数变送器的故障；
- 3 测量值与设定值的偏差大；
- 4 系统输出与执行器位置的偏差大；
- 5 手动/自动操作在连锁保护信号作用时的自动切换；
- 6 控制系统电源和气源故障。

5.1.18 模拟量控制系统的下列一次测量信号应有补偿：

- 1 汽包水位应有汽包压力补偿；
- 2 给水流量应有给水温度补偿；
- 3 送风量应有空气温度补偿；
- 4 主蒸汽流量应有主蒸汽压力、温度补偿。

5.1.19 电动备用调速给水泵的给水调节机构（在制造厂允许时）应跟踪运行泵的给水调节机构。

5.1.20 模拟量控制系统设计时，应通过技术经济分析，积极采

用经成功应用考验的各种优化控制算法和系统。

5.2 模拟量控制项目

5.2.1 确定机组的自动控制项目，应根据自动化水平的要求、机组的可控性以及主、辅设备的控制特点等统一考虑。

5.2.2 125MW 及以上机组应设给水、燃料、送风、炉膛负压、过热蒸汽温度、再热蒸汽温度及汽轮机控制。300MW 及以上机组还应设置辅助风挡板控制。采用汽轮机驱动的给水泵，应设给水泵汽机转速控制。

5.2.3 在汽轮机采用电调装置的单元机组上，应设机、炉协调控制系统，协调控制系统的型式选择要考虑到汽机控制系统是否具有可靠的接口。协调控制系统的功能应根据机组容量确定。

各类机组的协调控制功能见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 协调控制功能

功 能	125MW	200MW	300MW	600MW
手动/自动方式切换	√	√	√	√
协调控制方式	√	√	√	√
炉跟机控制方式	√	√	√	√
机跟炉控制方式	√	√	√	√
辅机故障减负荷 (RB)		√	√	√
禁止增负荷 (BI)			√	√
禁止减负荷 (BD)			√	√
追升功能 (RU)			√	√
迫降功能 (RD)			√	√

5.2.4 采用一次风机送粉的制粉系统及中储式热风送粉系统宜设一次风总风压控制。

5.2.5 钢球磨煤机仓储式制粉系统宜设磨煤机负荷控制、磨煤机出口温度、磨煤机入口负压控制。

中速磨煤机直吹式制粉系统宜设磨煤机出口温度控制、磨煤机风量控制。

风扇磨煤机直吹式制粉系统宜设磨煤机出口温度控制、磨煤机风量控制。

5.2.6 采用回转式空气预热器的锅炉机组，可设置空气预热器冷端温度控制；若一次风机、送风机入口已装设了暖风器，也可不设空气预热器冷端温度控制。

5.2.7 汽轮发电机应设下列模拟量控制：

- 1 凝汽器水位（不采用低水位运行时）；
- 2 加热器水位；
- 3 轴封供汽压力；
- 4 氢/油密封压差（发电机氢冷系统）；
- 5 高、低压旁路的蒸汽压力及温度；
- 6 200MW 及以上机组汽轮机润滑油温度；
- 7 汽轮机的 EH 油温度（采用 EH 油控制时）。

5.2.8 除氧器应设水位和压力控制。滑压运行除氧器应控制备用汽源保证除氧器最低压力和压力下降速度在规定范围内；定压运行除氧器应设恒定除氧器压力控制系统。

5.2.9 蒸发器应设一、二次侧水位控制。

5.2.10 减压减温器宜设压力和温度控制。

5.2.11 热网水系统应设补给水压力控制，也可设出口水温度控制。

5.2.12 对生水加热的预处理系统，可设生水温度控制。

5.2.13 闭式工业水系统，可设高位水箱水位、差压管水位、冷却水温度、供水母管与回水母管压差的控制。

5.2.14 需要保持一定液位运行的容器，宜设液位控制。

5.2.15 模拟量控制中主要参数的变送器应冗余配置。主要模拟量控制回路中变送器的配置见表 5.2.15。

表 5.2.15 主要模拟控制变送器的配置

序号	测量项目名称	三冗余	二冗余	单独设置	备 注
1	给水流量		√		
2	汽包水位	√			
3	蒸汽流量		√		
4	过热蒸汽温度		√		
5	减温器后温度		√		
6	总送风量		√		
7	烟气含氧量		√		
8	汽包压力		√		
9	炉膛压力	√			
10	磨煤机出口温度	√			不与保护合用时为 2 支
11	磨煤机入口负压		√		
12	汽机前蒸汽压力	√			
13	再热蒸汽温度		√		
14	一次风压力		√		
15	进油量			√	
16	除氧器压力		√		
17	除氧器水位		√		
18	旁路压力		√		
19	旁路温度		√		
20	汽轮机第一级压力	√			不用于计算主汽流量时为 1 支

5.3 模拟量远方操作

5.3.1 控制对象可控性差、相关参数在测量上有困难或测量延迟过大，对控制质量要求不严格时，可不设模拟量自动控制回路而

仅采用模拟量远方操作。

5.3.2 当机组采用分散控制系统（DCS）时，对于凝汽器水位、加热器水位、轴封供汽压力和温度及润滑油温等控制宜纳入 DCS 系统。当采用基地式调节器时，可不设模拟量远方操作手段。

6 开关量控制

6.1 开关量控制功能

6.1.1 开关量控制的功能应满足机组的启动、停止及正常运行工况的控制要求，并能实现机组在事故和异常工况下的控制操作，保证机组安全。

6.1.2 开关量控制应完成以下功能：

- 1 实现主/辅机、阀门、挡板的顺序控制、单个操作及试验操作；
- 2 大型辅机与其相关的冷却系统、润滑系统、密封系统的连锁控制；
- 3 在发生局部设备故障跳闸时，连锁启动备用设备；
- 4 实现状态报警、联动及单台辅机的保护。

6.1.3 采用分散控制系统控制的机组，在顺序控制系统处于手动方式时，应能在 CRT 上以图形方式或文本方式为运行人员提供操作指导。操作指导应按照设定的顺序显示下一步应执行的操作步骤。

6.2 顺序控制

6.2.1 需要经常进行有规律性操作的工艺系统宜采用顺序控制。

6.2.2 控制顺序及方式由工艺特点及运行方式决定。控制顺序的编排应力求简单、实用、在满足工艺过程控制要求的情况下，应尽量考虑其通用性。

6.2.3 顺序控制系统宜以子功能组为主。对于采用分散控制系统实现顺序控制时，每一个子功能组项目及其相关设备的状态、启动许可条件、操作顺序和运行报警，均应在 CRT 上显示。

6.2.4 300MW 及以上机组的主要辅机、工艺子系统（送风机、

引风机、一次风机、锅炉给水泵等)均应采用顺序控制。

6.2.5 下列辅助系统宜采用顺序控制:

- 1 化学水除盐系统(按化学专业设计规定的具体要求设置);
- 2 容量为 300MW 及以上机组的凝汽器胶球清洗或反冲洗系统;
- 3 凝结水精处理系统;
- 4 气力除灰及除渣系统;
- 5 空调系统。

6.2.6 采用顺序控制时,可根据被控对象的重要性考虑设置单个对象操作手段。当顺序控制系统设置上位机时,运行人员应以 CRT 和键盘监控每一个被控对象。应考虑相应的措施,以防运行人员误操作。

6.2.7 顺序控制设计应遵守保护、连锁操作优先的原则。在顺序控制过程中出现保护、连锁指令时,应将控制进程中断,并使工艺系统按照保护、连锁指令执行。

6.2.8 顺序控制系统应设有工作状态显示及故障报警信号。复杂的顺序控制系统还应设步序显示。

6.2.9 顺序控制在自动进行期间,发生任何故障或运行人员中断时,应使正在进行的程序中断,并使工艺系统处于安全状态。

6.2.10 单台辅机/子系统的顺序控制功能及其相应的连锁、保护功能应在同一控制器内实现。互为备用的辅机/子系统的顺序控制用 I/O 信号应接入不同的 I/O 模件,以保证工艺子系统/辅机设备安全及工艺子系统/辅机设备冗余有效。

6.3 连 锁

6.3.1 工艺系统及工艺设备的连锁条件应根据工艺要求确定。采用分散控制系统时,连锁应由分散控制系统实现;当采用常规系统时,连锁应由编程序控制器实现。

6.3.2 连锁控制逻辑应尽量简捷,不应采用时序逻辑控制。连锁

回路设计应遵守保护闭锁优先的原则，不应设置解除保护的手段。

6.3.3 锅炉燃烧系统应设下列连锁：

1 吸风机、回转式空气预热器和送风机之间在启停及跳闸时的顺序连锁；

2 吸风机、回转式空气预热器、送风机与相关的烟风道挡板之间的启、闭连锁；

3 两台并列运行的吸风机（送风机）中的一台跳闸时，应自动隔离已跳闸的风机；在两台运行的吸风机均跳闸时，必须连锁跳闸所有运行的送风机和一次风机，并保证炉膛自然通风；

4 一次风机送粉时，全部一次风机跳闸应连锁停止全部给粉机。排粉机送粉时，任一台排粉机跳闸应连锁停止相应的给粉机；

5 烟气再循环风机跳闸时，应自动关闭该风机的入、出口挡板；

6 燃油（燃气）锅炉的燃油（燃气）压力低于规定值时，应连锁切断燃油（燃气）供应。

6.3.4 钢球磨煤机仓储式制粉系统应设以下连锁：

1 排粉机跳闸时，应停止相应的磨煤机；

2 磨煤机跳闸时，应停止相应的给煤机、连锁关闭磨煤机入口热风挡板、打开磨煤机入口冷风挡板（以炉烟为干燥介质，磨制有爆炸危险的煤种例外）；

3 磨煤机出口温度高至规定值时，应连锁打开磨煤机入口冷风挡板（以炉烟为干燥介质，磨制有爆炸危险的煤种例外）。

6.3.5 中速磨煤机直吹式制粉系统应设以下连锁：

1 一次风机跳闸时，应停止相应的磨煤机，并关闭其入口风挡板及出口挡板；

2 磨煤机跳闸时，应停止相应的给煤机；

3 磨煤机出口温度高至第一规定值时，应打开相应的入口冷风挡板（以炉烟为干燥介质，磨制有爆炸危险的煤种例外）；在磨煤机出口温度高至第二规定值时，应立即跳闸磨煤机，并按制造厂规定的磨煤机着火保护程序处理。

6.3.6 风扇磨煤机跳闸时，应停止相应的给煤机，并关闭磨煤机入口热风挡板。

6.3.7 风机或磨煤机的润滑油系统应设以下连锁：

1 工作润滑油泵跳闸或润滑油压（高位油箱油位）低至第一规定值时，应连锁投入备用润滑油泵；

2 润滑油压（高位油箱油位）低至第二规定值时，应停止相应的风机或磨煤机。

6.3.8 汽轮机润滑油系统应设以下连锁：

1 润滑油压低至第一规定值时，应投入交流油泵；

2 润滑油压低至第二规定值时，应投入直流油泵；

3 交、直流电动机驱动同一润滑油泵时，在直流电动机启动后，应切断交流电动机的电源；

4 润滑油压低至第三规定值时，应停止汽轮机盘车。

6.3.9 配有出口电动门的离心式水泵，应设以下连锁：

1 水泵跳闸时，关闭相应的出口电动门；

2 水泵关门启动，延时打开相应的出口电动门。

6.3.10 锅炉给水泵应设以下连锁：

1 定压运行的机组，当工作给水泵事故跳闸或给水母管压力低至规定值时，应自动投入备用给水泵；

2 在润滑油压达到规定值时，方可启动给水泵；

3 在润滑油压低至第一规定值时，应投入备用润滑油泵；

4 在润滑油压低至第二规定值时，应停止给水泵。

6.3.11 经常运行并设有备用的水泵、油泵、风机或工艺要求根据参数控制的水泵、油泵、风机、电动门、电磁阀门，应有以下连锁：

1 工作泵（风机）事故跳闸时，应自动投入备用泵（风机）；

2 相关工艺参数达到规定值时自动投入（切除）相应的泵（风机）；

3 相关工艺参数达到规定值时自动打开（关闭）相应的电动

门、电磁阀门。

6.4 远 方 控 制

6.4.1 采用分散控制系统或带上位机的可编程序控制器系统时，远方控制应由控制系统的软手操实现，即运行人员能在 CRT 和键盘上操作每一个被控对象；对于单元机组重要的保护操作可在操作台上设置由硬接线实现的后备操作。

6.4.2 对于 200MW 及以下机组和可控性较差、不具备顺序控制条件的机组，需要远方控制的对象主要有：

- 1 运行中经常操作的辅机、阀门及挡板；
- 2 启动过程和事故处理需要及时操作的辅机、阀门及挡板；
- 3 改变运行方式时需要及时操作的辅机、阀门及挡板。

6.4.3 对于 300MW 及以上机组和可控性较好、具备顺序控制条件的机组，远方控制操作均应在分散控制系统中实现。用于紧急安全停机的操作，应在控制台上设后备操作手段。

对于不经常操作且人力操作较为困难的阀门和挡板，可在就地设电动操作。

6.4.4 同时动作的同类对象宜采用成组控制。

6.4.5 主要辅机与其有固定动作顺序的被控对象（如给水泵与出口门等），宜采用（顺序控制或）联动控制。

6.4.6 联动或成组控制的对象，应设单独控制手段并具有操作地点的切换逻辑和相应的显示功能。操作控制设备宜布置在就地，也可布置在控制室内。

6.4.7 不需要紧急操作及运行中较少操作的被控对象，可按类别采用选线控制。

6.4.8 除交流润滑油泵、直流润滑油泵、汽包事故放水门、凝汽器真空等重要被控对象在控制室应设置硬接线的后备操作手段外，其余被控对象均可仅设 CRT 软操作手段。

7 设备选择

7.1 一般规定

7.1.1 机组的主要控制设备宜采用分散控制系统。

7.1.2 控制阀的最小、最大控制流量及漏流量必须满足运行（包括启、停和事故工况）控制要求。

7.1.3 对工艺专业选用的控制阀的配置情况应按下列要求进行校核：

1 阀门开度：开度为 85%~90%时应满足运行的最大需要量；

2 阀门差压：对泄漏量有严格要求时，宜取流量为零时的最大差压；对泄漏量无特殊要求时，宜取最小流量下的最大差压，其值应不大于该阀门的最大允许差压；

3 阀门特性：控制阀门的工作流量特性应满足工艺系统的控制要求；

4 阀门配套的附件应能满足控制系统的接口要求。

7.2 常规设备选择

7.2.1 容量为 125MW 及以上机组变送器的选择，应根据技术的发展，经技术经济论证，选择高性能的模拟式变送器、模拟式智能变送器或现场总线智能变送器。

7.2.2 125MW 及以上机组辅助系统的单冲量控制，可考虑进入分散控制系统，也可采用基地式控制仪表。

7.2.3 执行机构宜采用电动或气动执行机构。环境温度较高或力矩较大的被控对象，宜选用气动执行器。要求动作速度较快的被控对象，也可采用液动执行机构。执行机构力矩的选择要留有适

当的裕量。

7.2.4 电动执行机构和阀门电动装置应具有可靠的制动性能和双向力矩保护装置；当执行机构失去电源或失去信号时，应能保持在失信号前或失电源前的位置不变，并具有供报警用的输出接点。

7.2.5 气动执行机构应根据被操作对象的特点和工艺系统的安全要求选择保护功能，即当失去控制信号、失去仪用气源或电源故障时，保持位置不变或使被操作对象按预定的方式动作。

7.2.6 自动控制系统中的执行机构与拉杆之间及被控制机构与拉杆之间的连接宜采用球型铰链。当连接杠杆与转臂不在同一平面时，应采用球型铰链。

7.2.7 辅助系统（车间）的顺序控制设备宜采用可编程序控制装置。简单的顺序控制及连锁控制回路也可采用继电器组成的装置实现。

附录 A
(规范性附录)
本标准用词说明

A.1 在执行本规定时,对一些表示要求严格程度的用词,说明如下,以便执行中区别对待。

A.1.1 表示很严格,非这样做不可的用词

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”。

A.1.2 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”。

A.1.3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

A.1.4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词

采用“可”。

A.1.5 表示一般情况下均应这样做,但硬性规定这样做有困难时,采用“应尽量”。

火力发电厂热工控制 系统设计技术规定

条 文 说 明

1 范 围

系对 NDGJ16—89 中 1.0.2 的修改。重点阐明本规定的适用范围。为适应近年来国外进口机组及出口机组逐年增多的情况，根据 DL 5000 中对热工自动化建设标准的规定，在本规定中增加了适应当前新设备技术潮流的部分，以利于把握进口机组热工控制系统的设计原则和在国外建设电厂的情况。

3 总 则

文字修改说明：根据 DL/T 701—1999《火力发电厂热工自动化术语》的要求，“自动调节”一词改用“模拟量控制”或“模拟量自动控制”，凡本规定中引用 NDGJ16—1989 原条文均进行了相应文字修改，并在条文说明中注明“文字上的修改”。

3.0.1 新增条文

本条重点阐明编制《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》的目的。

3.0.2 系 DL 5000—2000 中的 12.1.1 和 12.1.2 的补充和综合。

3.0.3 系 NDGJ16—1989 中 1.0.5 的修改。

3.0.4 系 NDGJ16—1989 中 1.0.1 的修改。

本条执行本规定的前提和执行方法。本规定属于火力发电厂热工自动化设计技术规定的一个部分，是重点阐述火力发电厂热工自动化中的控制系统的设计技术规定，是 DL 5000 热工自动化部分的补充和具体化。控制系统设计是决定发电厂热工自动化水平的主要因素之一，为了正确地实施 DL 5000，贯彻国家的经济政策和技术政策，设计出技术先进、能保证机组安全、经济、稳定发电的控制系统，在执行本规定时，应结合火力发电厂热工自动化设计技术规定的其他部分统一进行。

4 一般规定

4.0.1 热工控制系统属于机组热工自动化的一个组成部分，因而其设计的原则应根据机组热工自动化水平确定。

条文中的“自动化水平”指机组的热工自动化水平，在《火力发电厂热工控制方式和控制室设计技术规定》中具体阐述。

4.0.2 热工控制系统与机组的安全、经济运行有密切的关系，在控制系统设计中应将保证安全的原则放在首位，同时兼顾机组可用性和运行经济性。

4.0.3 条文中的（在少量就地操作和巡回检查配合下）与 DL 5000—2000 的 12.2.3 对应。

4.0.4 控制系统设计中保证设备安全的措施之一是保护、连锁操作优先。控制设备及控制功能的在线试验，是保证控制系统可用率的重要措施。根据控制操作的类别对机组运行安全影响的大小，确定共享信号分配的优先级，是保证安全的措施之一。

4.0.5 主要指直流锅炉“燃料/给水比率”控制中的锅炉蒸发段中间点温度测量及焓值计算回路。

4.0.6 系对 DL 5000—2000 的 12.8.1 的补充。

4.0.7 条文中“三级控制”，是指控制系统结构按功能组控制组织的一种方式，不仅适用于开关量控制，也适用于模拟量控制。按照功能组控制的概念，对象（机组/局部工艺系统/辅机及相应的支持设备）运行全过程（包括启、停、运行、事故等状态）的控制操作由对应功能组实现。功能组全部控制操作中的一部分称为“模拟量控制”。

4.0.8 明确对分散控制系统结构及组态原则。分散控制站的划分应满足现场运行的要求。

控制站的配置按功能划分即按照数据采集（DAS）、模拟量

控制(MCS)、开关量控制(SCS)和锅炉炉膛安全监控系统(FSSS)功能分别设置控制站。

4.0.11 系对分散控制系统设备可维护性的最低要求,目前引进的分散控制系统均可满足此项要求。

4.0.12 系对分散控制系统设备中的冗余配置处理器单元在故障切换过程的性能要求。

4.0.13 系对分散控制系统在发生冗余处理器故障切换时,保证外部控制质量的最低要求。

5 模拟量控制

5.1 模拟量控制功能

5.1.1 目前国内 200MW 及以下机组多为国产机组，主辅设备可控性较差；因而只能根据工程具体情况有选择地考虑个别模拟量控制项目全程调节。

5.1.2 系对 DL 5000—2000 的 12.8.1 的补充。

5.1.3 条文中对“汽轮机电调系统”的功能已有概括，可对应西屋公司的 DEH（数字电液控制装置）。其他公司的“汽轮机电调系统”则有不同名称，而且各公司的“汽轮机电调系统”的控制功能、覆盖范围亦不同；为了名词及含义上统一，故统称之为“汽轮机电调系统”。

条文中对“汽轮机电调系统”综合功能的阐述，包含了汽轮机的开关量控制及其他功能；因该装置的模拟控制功能在汽轮机运行中使用频度最高，故将其归入模拟量控制一章。

5.1.4 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.2 的补充；明确机、炉调控制系统的任务。

5.1.5 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.3 的修改；为适应机组滑压运行，除机、炉协调控制系统外，其他模拟量控制系统设计与定压运行机组也有不同。

5.1.6 系 NDGJ16—1989 的 4.2.5 及对 NDGJ16—1989 的 4.2.4 补充的综合。

5.1.7 系对 DL 5000—2000 的 12.9.4 第 2 款：“单元机组顺序控制系统以及锅炉及汽轮机的模拟量控制系统可不配置后备操作器”的补充。手动/自动操作功能应由 CRT 和键盘来实现。

5.1.8 新增加条文，本文重点阐述了协调控制系统对汽机主控的

要求，并强调了汽轮机主控与 DEH 系统的配合关系。

5.1.9 新增加条文，本文阐述了锅炉控制系统的组成。协调控制系统对锅炉控制的要求，及各个系统之间的配合关系。

5.1.10 新增加条文，为了保证炉膛安全对于 300MW 及以上机组的炉膛负压调节应设方向闭锁，以防炉膛的内爆和外爆。

5.1.11 新增加条文，为了保证炉膛安全对于 300MW 及以上机组的送风调节应设方向闭锁，以防炉膛的内爆和外爆。

5.1.12 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.6 文字上的修改。

5.1.13 新增加条文，采用经过修正的锅炉总风量信号作为汽温控制前馈信号，设计汽温控制回路时应考虑下列条件：

- 1 表征喷水流量与锅炉负荷特性的关系。
- 2 用负荷变化作为控制的前馈信号。
- 3 在滑压运行时，应考虑负荷改变与喷水减温的关系。
- 4 考虑过热器控制和再热器控制的相互影响。
- 5 负荷暂时不稳，引起风量变化时，应以进汽压力偏差的函数来修正负荷系数。

6 在末级过热汽温度达到设定值之前，用于闭锁增减负荷的指令应退出运行。

5.1.14 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.7 文字上的修改：增补了燃料/燃料空气交叉限制内容。

5.1.15 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.8 文字上的修改。

5.1.16 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.11 文字上的修改：明确保护操作优先。

5.1.17 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.12 文字上的修改；并补充了控制系统设备故障的内容，以适应当前控制设计中普遍采用自诊断技术的情况。

5.1.18 系对 NDGJ16—1989 的 3.1.9 的补充。

5.1.19 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.10 的修改，采用液力偶合器的大容量电动调速水泵，在大负荷连锁启动时易造成工作油超温，

导致连锁启动失败；因而，在设计上考虑电动备用泵调速机构跟踪时，应根据制造厂提出的具体条件。

5.2 模拟量控制项目

5.2 条文中仅概括性地规定了模拟量控制项目，具体设计中应根据具体情况确定。例如，燃料自动控制包含燃料量控制，也包含燃油温度、燃油压力等控制；又如，给水泵密封水压力控制、磨煤机磨辊压力控制等保证设备性能附带的一些控制项目，因采用的设备而异，故未在条文中规定。

5.2.1 新增条文，确定自动控制项目一般原则。

5.2.2 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.1 的修改，适应目前 300MW 及以上机组的模拟量控制项目设置水平。

5.2.3 系对 NDGJ16—1989 的 4.2.2 的修改；目前容量为 50MW~200MW 中可控性较好的机组，已经采用了机、炉协调控制，并取得好的效果。

5.2.4 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.3 文字上的修改。

5.2.5 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.5 的修改，增补了直吹式制粉系统的有关内容。

5.2.6 新增条文，针对目前 200MW 及以上机组采用回转式空气预热器较多的情况。

5.2.7 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.6 的补充。

5.2.8 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.7 文字上的修改和补充。

5.2.9 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.8 文字上的修改。

5.2.10 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.9 文字上的修改。

5.2.11 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.10 文字上的修改；补充了温度控制的内容。

5.2.12 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.11 文字上的修改。

5.2.13 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.12 文字上的修改。

5.2.14 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.13 文字上的修改。

5.2.15 系对 NDGJ16—1989 的 4.1.14 文字上的修改。

5.2.16 系对 DL 5000—2000 的 12.8.4 中“重要热工模拟量控制项目的变送器宜双重（或三重）化设置”的细化。

5.3 模拟量远方操作

5.3.1 新增条文，说明模拟量远方操作的内容。

5.3.2 新增条文，说明设置模拟量远方操作的一般原则。

5.3.3 系对 NDGJ16—1989 的 4.3.6—2 的修改。对该项为自动控制时，其远方操作为自动控制的后备手段，对该项为远方控制时，其操作为唯一的操作手段。

6 开关量控制

6.1 开关量控制功能

6.1.1 新增条文。开关量控制（ON/OFF 控制）的定义包含了机组控制的全部逻辑控制和位式操作行为；但在本规定中，仅包含“NDGJ16—1989”中除保护控制以外的逻辑控制和位式操作行为。

6.1.2 新增条文，定义本规定中开关量控制的内容和范围。

6.1.3 新增条文，采用分散控制系统的机组，分散控制系统应给出操作指导，是对分散控制系统基本功能的要求。

6.2 顺序控制

6.2.1 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.1 增补。

6.2.2 新增条文，规定顺序控制设计的一般原则。

6.2.3 新增条文，大机组应以功能组、子功能组为主采用顺序控制，并应能在 CRT 上显示设备运行状态。

6.2.4 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.2 的增补。

6.2.5 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.2 的增补；近年来大量采用辅机顺序控制，对于提高机组可用率、减轻运行人员劳动强度、减少因人工操作错误引发的故障和事故，作用显著。

6.2.6 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.3 的修改，顺序控制中重要对象的操作手段一般应设置在便于操作人员接近的地点。

6.2.7 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.4 的修改，顺序控制设计应完全体现保护控制优先的原则，在出现保护、连锁指令时应立即执行。

6.2.8 系对 NDGJ16—1989 的 4.4.5 的修改，以适应采用运行员

操作站的情况。

6.2.9 新增条文，程序中断应能回到安全状态，这是对顺序控制的基本要求，应在 CRT 上显示导致程序中断原因。

6.2.10 新增条文，主要指采用可编程序控制器或分散控制系统设计顺序控制系统时应遵循的方法。这种设计使控制和对象的对应关系更加明确，能显著地提高顺序控制与对应工艺系统的自主能力。

6.3 连 锁

6.3.1 系根据 DL 5000—2000 的 12.7.5，对 NDGJ16—1989 的 7.1.3 的修改。

6.3.2 系对 NDGJ16—1989 的 7.1.2 的修改，考虑解除保护措施的目的是便于系统的分项调试。

6.3.3 系对 NDGJ16—1989 的 7.1.1 的修改及补充。

6.3.4 系对 NDGJ16—1989 的 7.2.2 的修改，为适应目前使用的磨煤机型式较多的情况，将各类制粉系统的连锁控制规定分别阐述；本条阐述钢球磨煤机仓储式制粉系统的连锁控制。

6.3.5 新增条文，本条阐述中速磨煤机直吹式制粉系统的连锁控制。

6.3.6 新增条文，本条阐述风扇磨煤机直吹式制粉系统的连锁控制。

6.3.7 新增条文，本条阐述风机、磨煤机辅助系统及设备连锁的一般要求。

6.3.8 系对 NDGJ16—1989 的 7.3.1 的补充。

6.3.9 系对 NDGJ16—1989 的 7.3.2 的修改。

6.3.10 新增条文，对目前较多采用给水泵连锁及锅炉调速给水泵的辅助系统连锁设计的一般规定。

6.3.11 系对 NDGJ16—1989 的 7.4.2 的修改及补充。

6.4 远 方 控 制

6.4 条文中“远方控制”的对象是开关量控制对象；是描述运行人员在远离被控对象时，通过特定的运行员操作站/开关操作装置对被控对象进行位式操作的行为。远方控制可以是被控唯一的操作手段；也可以作为顺序控制系统的手动操作后备手段。

6.4.1 新增条文，由于大机组操作设备布置位置较紧张，一般不应重复设置。

6.4.2 系对 NDGJ16—1989 的 4.3.1 的修改及补充。

6.4.3 新增条文，系对 NDGJ16—1989 的 4.3.1 的补充。

6.4.4 系 NDGJ16—1989 的 4.3.2。

6.4.5 系 NDGJ16—1989 的 4.3.3。

6.4.6 系 NDGJ16—1989 的 4.3.4。

6.4.7 系 NDGJ16—1989 的 4.3.5。

6.4.8 系对 NDGJ16—1989 的 4.3.6 及表 4.3.6-1 和 4.3.6-2 的修改。在采用分散控制系统实现顺序控制时，则全部显示操作集中于运行员操作站，仅保留机组安全停止所必需操作的被控对象的常规操作装置。

7 设备选择

7.1 一般规定

- 7.1.1 系对 DL 5000—2000 中 12.1.的补充。
- 7.1.2 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.1 的修改。根据 DL 5000—2000 中 12.1.2 及 12.2 的原则要求，提高了设备选择的要求。
- 7.1.3 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.5。
- 7.1.4 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.6。

7.2 常规设备选择

- 7.2.1 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.2 的补充，以适应新技术的发展。
 - 7.2.2 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.3 的修改，适应目前应用电动基地式调节的情况。
 - 7.2.3 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.4 的补充。
 - 7.2.4 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.4 的修改。
 - 7.2.5 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.4 的修改。
 - 7.2.6 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.4 的修改。
 - 7.2.7 系对 NDGJ16—1989 的 4.5.4 的修改，适当提高设备水平。
-