

发 电 厂 热力过程自动化

苏联 И.И. 馬努依洛夫著

水利电力出版社

72.124

467

发 电 厂 热 力 过 程 自 动 化

苏联 И. Н. 馬努依洛夫著

葛 霽 光譯

苏联电站部学校管理局审定作为
提高工人干部业务水平的訓練班教材

水 利 电 力 出 版 社

內 容 提 要

本书供給未受过专门技术訓練，但在发电厂中从事热工控制和自动装置（包括热工測量實驗室）工作的人员学习之用。

有关鍋炉机组和大型区域发电厂輔助设备的一些主要問題，在本书中也都分別作了簡要的敘述。

在編写本书时，利用了苏联电站部各企业中热力过程自动調节器的調整和使用經驗。关于調节对象性质和自动調节器的基本概念不用数学方法解說，而利用調节过程的图形来闡明。

对于現代調节器主要型式的作用系統及其构造在本书中也作了适当的敘述。为了便于了解自动化的复杂問題，具体采用了鍋炉給水自动調节器作为例子。在炉膛中燃烧过程的自动調节，以及汽輪機車間輔助设备运行过程的一些問題闡述得比較簡單。

П. Н. МАНУЙЛОВ
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1956

发电厂热力过程自动化

根据苏联国立动力出版社1956年莫斯科版翻譯

葛 露 光譯

*

2248R492

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里内）

北京市书刊出版业营业许可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 6 $\frac{1}{2}$ 印張 * 164千字 * 定价(第9类)0.81元

1957年12月北京第1版

1959年12月北京第1次印刷(0001—4,620册)

目 录

第一章	緒論	3
第二章	調節的基本概念	8
第三章	調節对象的性質	15
3-1	穩定状态	15
3-2	不穩定状态和自平衡过程	16
3-3	飞升特性	19
3-4	过程的迟延	21
第四章	基本調節系統	24
4-1	定值調節	24
4-2	有差值調節	28
4-3	彈性反饋調節	35
第五章	主要类型的热力过程調節器的构造和作用系統	39
5-1	“热力控制”联合公司的液力調節器	39
5-2	ЦКТИ电气机械式調節器	47
5-3	ВТИ式电子調節器	58
第六章	鍋炉給水的調節	86
6-1	一般概念	86
6-2	作为給水調節对象的鍋炉的特性	87
6-3	鍋炉水位的飞升特性	91
6-4	給水調節的原則性系統	94
6-5	单冲量溫变伸縮管調節器	101
6-6	特魯布庚式調節器	105
6-7	ВТИ式电子給水調節器	112
6-8	“热力控制”联合公司的射流式液力給水調節器	113
6-9	調節閥	118
6-10	調節的静态特性計算	123
第七章	燃燒过程、煤粉制备和过热蒸汽温度的自动調節	135
7-1	一般概念	135

7-2	燃燒过程自动調节系統的任务	133
7-3	燃燒过程的簡要調节系統圖	139
7-4	煤粉制備設備的調节系統	149
7-5	汽鼓式鍋炉过热蒸汽溫度的調节系統	155
7-6	直流鍋炉的調节系統	159
7-7	燃燒过程自动調节裝置	165
第八章	汽輪機車間輔助設備的自动化	181
8-1	一般概念	181
8-2	除氧設備的調节	182
8-3	減溫減压裝置(POY)的調节	185
8-4	供暖設備的調节	193
8-5	在汽輪机尾部軸封(迷宫式)汽室中的蒸汽压力和 在汽輪机凝汽器中凝結水位的調节	199

第一章 緒 論

在很久以前，就已經出現了个别工艺过程的自动調節器。早在1761年，天才的俄国机械师И.И.波尔宋諾夫就制成了第一台用在鍋炉汽鼓上的水位調節器。后来不久，英国詹姆士·瓦特发明了离心式轉速調節器。但是，只是在近几年由于設備的大大改善，自动調節器才获得广泛的采用。

在机械制造技术发展初期，小功率的机組是用人工来看管的，单位产品需要耗費大量技术水平低的劳动力，主要是廉价的劳动力。当时还不具备生产操作机械化的条件，或者說，生产机械化的条件还处在开始萌芽的阶段。

生产过程机械化的发展，促进了設備的改善，机組单位功率的增大，以及工作参数的增高。这样，就用机械代替了人工向鍋炉炉膛中供应燃料。具有轉动鏈条炉篋和机械添煤机的炉子开始采用了；以后又采用了燃用煤粉燃料的炉子。强力通风代替了自然通风，送风設備也开始得到了采用。生产过程进行的速度增快了。因此使維護人員劳动的特点根本改变了。操作和監視設備工作的体力劳动将愈来愈多地为自动控制設備所代替。这样，維護人員的劳动生产率也就增长了許多倍，同时劳动也就要求較高的技术水平。这样发展的結果将逐步消灭脑力劳动和体力劳动之間的差別。

生产机械化为过渡到更高的生产技术水平——工艺过程自动化打下了基础。

生产的自动化将使得劳动生产率进一步提高，同时节省出一大批从事于生产的工人。

大型机組，流水作业綫和整个企业改成自动化工作后，就将出現沒有維護人員参与的生产过程。維護这些設備只須少数技术

水平較高的劳动者，他們主要是进行設備的調整和檢修工作。

在社会主义条件下，由于劳动生产率增长而节省的劳动力，可以用来滿足其它国民經济部門的需要。生产的計划性保證了所有国民經济部門之間按比例地发展。因此，保證滿足劳动人民日益增长的需求的物质財富的生产就得到了增长。同时，为过渡到社会主义的最高阶段——共产主义社会准备了經济基础。

在苏联，党和政府对于生产自动化問題的重視可用下面的事实來說明。

在苏联发展国民經济的第六个五年計划的指示中，規定了国民經济要向更高的生产技术水平过渡。而生产过程全盘机械化和自动化是达到这一目的的方法之一。同时，在第六个五年計划期間开始建設的所有火力发电厂都規定采用全盘的自动化控制。

在苏联的发电厂里，机械化和自动化的采用是和整个国家工业增长情况相适应的，其发展过程大致可以分成下述几个阶段。

在执行第一个五年計划期間，在一系列新建的大型发电厂里，出現了第一批广泛采用的自动調节器，这些調节器主要是国外制造的。而首先得到实际应用的是鍋炉給水自动調节器。

当时，发电厂主要車間的机械化程度已經是相当高了。

当时，投入工作的自动調节器，主要是作为工作地点維護人員的輔助工具。而这样运用自动化方法其效果是极差的。

在第二个五年計划期間，出現了国产的大型鍋炉，于是开始采用苏联自制的自动調节器。对成批生产鍋炉給水調节器的工作进行了安排。对于除氧器和減温減压裝置的温度調节器，在卫国战争以前就已得到了应用，并且第一批国产的鍋炉燃燒过程調节器也在那个时候就出現了。在战前，“热力自动裝置”工厂就掌握了射流式液力調节器的生产。以波尔宋諾夫命名的中央鍋炉汽輪机研究所(ЦКТИ)設計了两种型式的燃燒过程調节器：气动的和电气机械式的。电气式調节器是以捷尔任斯基命名的全苏热工研究所(ВТИ)和以列宁命名的全苏电工研究所(ВЭИ)設計的。这些調节器的試驗模型被調整好并且投入了运行。开始試驗这些調节

器，目的是为了找出最合适的结构型式，以便与锅炉配套供应。

1941年全国开始了伟大的卫国战争，因而发电厂自动化的工作也就中断了。战前生产的燃烧过程自动调节器，极大部分在德寇侵略期间被毁坏了。

因此在战前，苏联没有来得及制造出适合于广泛使用的调节器。这一工作直到粉碎了法西斯德寇侵略以后的工业恢复时期才得以进行。

这个时期，应用自动调节器的范围大大扩大了。除了锅炉用的各种调节器以外，汽轮机车间的辅助设备和供热设备也开始采用自动调节器。同时对调节器的工作也提出了更高的要求。

在制造适用于实际使用的调节器时，除了依靠专门的科学研究机关以外，还广泛地发动群众提合理化建议。在许多发电厂里出现了利用当地力量设计和制造的调节器。例如，1945年在古比雪夫国营地区发电厂中，由工长 M. B. 特鲁布庚所设计的双冲量给水调节器，就被用来当作成批生产的调节器的模型。

创造发电厂热力过程新型自动调节器的主要工作，是在中央锅炉汽轮机研究所和全苏热工研究所中进行的。在德寇占领期间被破坏的“热力自动装置”工厂，长时间不能进行全面生产。因此在战后，发电厂中尚不能重新装备液力调节器。直到最近时期，已经恢复生产的“热力自动装置”工厂才开始生产液力调节器，这种调节器是由“热力控制”联合公司专业局设计的，其结构有了很大改进。但是在发电厂中，这些调节器还很少看到的。

在若干年内，重型机器制造部所属威纽科夫附件工厂和“依尔马林”工厂制造的 ЦКТИ 式调节器都是用来与重建的发电厂的锅炉配套的。同样，电站部的“动力机件”工厂也生产这种调节器，这些调节器是供应正在运行着的机组使用的。

ЦКТИ 式调节器的基本构造，是以电气机械式作用原理为基础的。实践证明：电气机械式调节器的优点是结构简单，但是也存在着不能充分利用自动化优越性的严重缺点。根据设备的工作条件，用这种调节器经常很难构成复杂的自动化系统。此外，

ЦКТИ 式調節器還有一系列很難消除的構造上的缺點。

电气机械式調節器在苏联所有的大型发电厂中都得到了广泛应用。在他們掌握了电气机械式調節器的經驗基础上，成长了一批精通业务的干部，因而推动了发电厂自动化事业的順利前进。

战后，全苏热工研究所就开始恢复生产以前設計的电气式調節器，后来又設計了主要采用电子管的新型調節器。这些調節器由“动力机件”工厂生产。开始設計的具有五个电子管的調節器可靠性較差，但在1952年就出品了一种新型的調節器——二电子管的。在1955年，自动裝置的生产移交給了苏联电站部的“动力仪表”工厂。

全苏热工研究所設計的电子式調節器，由于系統灵活，能够解决最复杂的自动化問題，因此在发电厂里很快就得到了采用。同时，电子式調節器的調整比其它型式的調節器簡單，而且在运行中也很可靠。

現在，大型发电厂設備的自动化，主要是用电子裝置。因此，重型机器制造部就把由电气机械式自动裝置与大型鍋炉配套供应改成用电子式調節器与大型鍋炉配套供应。这种調節器是由“柯米卡”工厂生产的。

但是，电子式調節器也存在着某些缺点，这些缺点主要和調節机构傳动不良有关。此外，电子式調節器的系統相当复杂，由于这个原因，在实现工作系統簡單的小型調節对象的自动化时，就不宜采用电子式調節器。因此，为了实现小型发电厂、供热設備和其它动力調節对象的自动化，創制和掌握足够可靠的液力和气动式調節器的任务仍然不能取消。現在有專門的机构負責解决这个問題。除此以外，动力工业的現場工作人員也提供了很多有价值的建議。

因此在战后，在第五个五年計劃执行时期創造了各种結構的自动調節器。在这一基础上，就有可能实现个别車間和整个发电厂的全盘自动化。現代火力发电厂各主要車間生产过程的高度机械化也有助于这一問題的解决。

在維護鍋爐機組時，司爐站在表盤旁邊監視着熱工控制儀表的指示，並借助於操作開關用調節機構的電氣傳動裝置進行各種操作。司爐由表盤上能夠停止或者起動送風機、引風機和所維護的鍋爐機組的其它機構。

需要用輕微的體力勞動進行操作的部分已經很少，其中例如鍋爐受熱面的吹灰和一部分的除渣工作。然而，這些工作也將逐漸地實行自動化。在維護汽輪機及其輔助設備時，體力勞動那就更少了。

但是，發電廠各部分機械化和自動化的程度是不一樣的。例如，由火車上卸下燃料，向化學水處理設備中添加反應劑，燃料試樣的選取和縮分，打掃房間以及某些其他操作等，到現在還是用手來進行的，因此完善機械化的任務繼續存在。今后的任務就是將目前還用手操作的個別部分實現自動化。

在完成這些任務時，發電廠中直接從事調整和使用自動調節器的熱工控制和自動裝置車間的工作人員將起着很大作用。過渡到自動維護將提高熱工控制車間的作用，使熱工控制車間從作為輔助車間的熱工測量實驗室的地位提高到發電廠主要車間的地位。直接維護調節器的工作人員所積累的經驗，是科學研究機關工作的主要基礎。

調節器的維護需要高度的技術水平，因為調節設備的作用系統十分複雜。同時，為了維護和調整調節器，需要知道在自動控制的機組中進行的工藝過程的所有特點。因此，對於熱工控制和自動裝置車間的工作人員來說，學習和提高技術水平就具有特別重要的意義。本書主要是供給他們學習的教材。

第二章 調節的基本概念

在各种設備中进行的生產过程，就是加工某些原始的物质或能量。因此，物質进入运行着的設備后，就改变自己的形态或物理性質。在出口就得到了不同于原料的产品。

例如，把給水送入蒸汽鍋爐的省煤器，把燃料和空气送入炉膛，把电能供給引风机的电动机等。在鍋爐出口就得到了高压的过热蒸汽和燃燒产物(即生产的廢弃物)。这种燃燒产物以烟气、灰和渣的形式从鍋爐排出。

将高压过热蒸汽送入发电厂的汽輪发电機組，在它的出口就得到具有一定电压的电流、低压蒸汽和凝結水。抽汽用于发电厂本身和所供应区域生产单位的工艺需要；凝結水用作蒸汽鍋爐的給水。汽輪发电機組中生产电能时的廢弃物是低位的热能，这些热被流經汽輪机凝汽器的冷却水带走。

汽輪机和鍋爐生产过程的特点是連續性。它們的生產过程能无限长時間地持續进行，只有在必須檢修时才停下来。也有些設備与此不同，它們的生產过程具有一定的時間，是周期性进行的。例如，馬丁炉在周期开始时要裝足生鉄和廢鋼，送入适量的熔剂、燃料和空气，在周期結束时就得到炼好的鋼。清理炉子以后，又开始以同样的程序进行新的周期。

生产电能的全部主要过程是連續进行的。这些过程的特点在于产品(电能和供热所需的水和蒸汽中的热能)不能够儲存在仓库里，而應該随时获得随时用完。

如果蒸汽或电能的消耗增加了，同时就应该增加它們的产量。生产每瓩小时的电能或每百万卡热能必須消耗一定数量的原料(燃料，水和空气)。因此，供給汽輪机的蒸汽，供給鍋爐的燃料、水和空气都应该严格地与热能和电能的消耗相适应，并应隨着消耗的改变而变化。与此同时，必需保証表征機組工作情况的

一系列質量指標不變。例如，在爐膛里的火焰溫度不應過高，以免引起結渣，然而也不應該低於保證穩定燃燒的範圍以下。

為了不降低鍋爐運行的經濟性，在煙氣中二氧化碳的含量需要保持在最佳值。

在汽輪機前的蒸汽壓力和溫度應該保持不變，這些數值只允許與其指定值有很小的偏差。

發電機發出的電流應該具有固定的周波和電壓。

在鍋爐汽鼓中和汽輪機凝汽器中的水位等，也都應該保持在指定的範圍內。

發電廠的負荷決定於電能和熱能的消耗量，也就是取決於用戶。

為了保持用戶所給定的負荷，處於工藝過程中的設備，它的調節的第一個任務是改變送入的原料量，第二個任務是保持設備工作的質量指標。

在其中進行着工藝過程調節的裝置或設備，稱謂調節對象。

調節是用通過調節機構改變送入的原料量的方法來進行的。進入調節對象的原料是被調物質。例如，在調節鍋爐給水時，用裝在入口處的閘門改變給水量。在這種情況下，鍋爐的汽鼓是調節對象，而被調節物質就是給水。

可以用手或用自動調節器對調節對象進行調節。自動調節器的動作沒有人參與，或者只有在調節對象的工况破壞時，為了校正才須用手操作。

圖 2-1 是用手操縱的調節對象的系統圖。在被調物的進口有調節機構，在成品出口處有隨着用戶需要而改變對象負荷的機構。調節對象裝有工藝監督儀表，運行人員根據這些儀表能夠監視這些過程的進行。

在用手操作時，值班人員根據儀表的指示值減少或增加所供給的被調物質，使和負荷變化相適應，同時力求表征運行過程品質的一個或幾個量不發生偏差。

機組運行時所必需保持的不變的量，稱謂被調量或被調參

数。例如，在调节锅炉负荷时，被调量是汽鼓中的蒸汽压力；在调节给水时是汽鼓中的水位等等。

自动控制的调节对象的系统如图 2-2 所示。

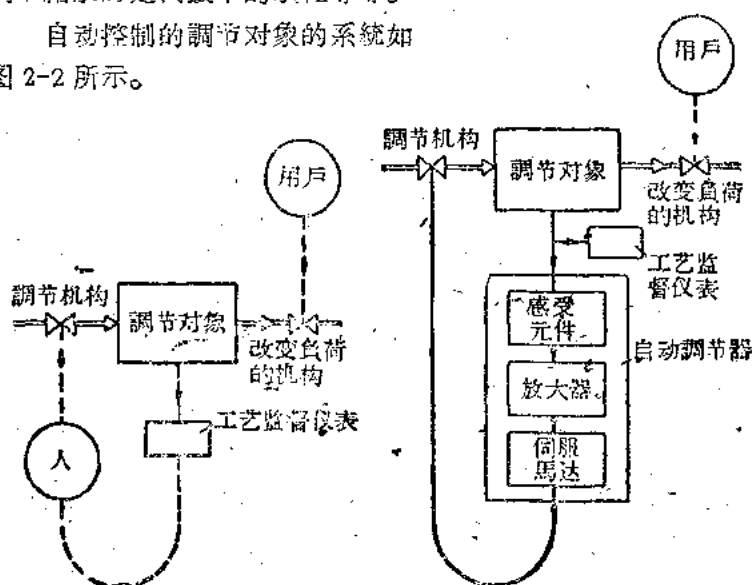


图 2-1 调节对象用手操作的系统图 图 2-2 调节对象自动控制的系统图

在自动调节时，感受元件接受被调量的变化，并根据这一变化按比例地使水、油或空气的压力，电流或电压，机械力等量的发生作用。感受元件输出的信号一般不能直接使调节机构动作，所以应该用自动调节器的第二个元件（即放大器）使之放大。调节复杂对象时，放大器能够从各种感受元件得到几个冲量。放大器接受的冲量是根据每个冲量的大小和符号而迭加起来。总冲量放大后传给执行机构（伺服马达），执行机构按所得到的指挥冲量移动调节机构。

很多在构造上配合有指示或记录被调量装置的自动调节器是有的。在某些情况下，自动调节器装有发音讯号或灯光讯号设备，在被调量达到极限允许值时就会接通。

调节对象和自动调节器及调节机构一起组成了调节系统。负荷改变时，给调节系统带来了“扰动”，自动调节器就发生动作，

改变被調物质的送入量，使和新的負荷相适应。

扰动可以是突然的(例如在事故时切断电能用戶)或按照事先拟定的曲綫进行。負荷的变化可能很小也不經常，也可能很大且頻繁发生。但在所有情况下，自动調节器都应该保持被調量为給定值，并且使調节对象中进行的工艺过程最經濟。

对于正在运行的发电厂，要事先拟定在一昼夜中負荷变化的調度曲綫，这条曲綫可以是基本負荷曲綫，或者是尖峯負荷曲綫。当为基本負荷曲綫时，負荷在全部工作時間內基本上不变。在尖峯負荷曲綫时，負荷变化頻繁并且变化很大。負荷調度曲綫的形式如图 2-3 所示。担任基本負荷的发电厂根据曲綫 α 工作，担任尖峯負荷的发电厂根据曲綫 β 工作。

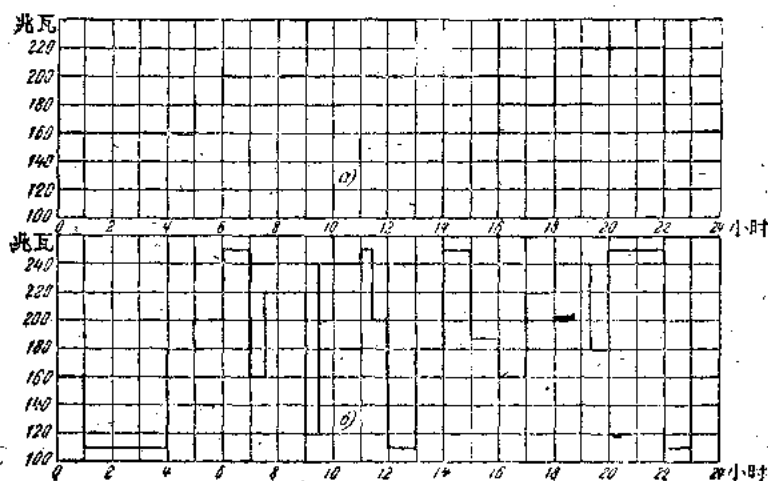


图 2-3 发电厂負荷調度曲綫实例

α —当为基本負荷时； β —当为尖峯負荷时。

在总电网里有若干发电厂工作时，其中分出几个发电厂担任基本負荷，其它的发电厂就用来滿足負荷的短期变化(尖峯負荷)。供应耗电量或工艺用蒸汽消耗量經常变动的用戶(例如具有軋鋼机的冶金工厂)的发电厂，按尖峯負荷曲綫工作。

在拟定連在同一个系統中各电厂的調度曲綫时，是以整个系

統能够最經濟的运行为原則的。經濟性最高的发电厂一般分出来担任基本負荷，并且在效率最高的負荷下运行。尖峯負荷則由运行經濟性較差的发电厂来負担。

在电厂个别机組之間分配負荷时也根据同样原則，即把改变蒸发量对效率影响最小的鍋炉分出来担任尖峯蒸汽負荷。一般經濟性最高的鍋炉保持固定的負荷，在这一負荷下效率具有最大值。

在火力发电厂和水电站平行工作的情况下，春天由于水流量很大，以致要通过溢水閘放掉一部分水，这时水电站要在滿負荷下运行，而尖峯負荷則由火力发电厂来負担。

随着国民經济的发展，在同一电网中工作的电厂数目必将增加，因而調度工作就更为复杂了。現在苏联欧洲部分的所有动力系统已联成了統一調度的整个动力网。南方和烏拉爾的所有发电厂也是在統一調度下工作。中西伯利亚正在进行統一动力系統的建設。

無論是发电厂的个别車間或者在总电力网中的整个发电厂，目前的趋势都是控制集中化。集中化是和把許多机組或整个电厂改成自动控制有关的，在这方面所达到的成就，导致了沒有固定值班人員的水电站的出現。在具有比較复杂工艺过程的火力发电厂中，自动化还没有达到这样的效果，但是过渡到在一个地点控制两、三台鍋炉机組，而沒有司水和磨煤机值班人員則在很多鍋炉車間中早已实现。

在許多发电厂里，在一个地方看管两台汽輪发电机，而且汽輪机司机还可以同时監視在自动控制下工作的除氧器和减温减压装置。

工艺过程的自动化是控制集中化任务的主要部分。此外，还有其它一些措施，沒有这些措施，自动化就不可能显示出应有的效果。这些措施中包括有：热工控制，远方操作，自动連鎖，备用設備的自动投入，工艺訊号。

热工控制 調节对象愈复杂，需要用热工控制仪表来連續監

視的量也就愈多。監視現代化機組工作的主要儀表都集中在主控制盤上，控制盤放在便於監視和管理的地方。這時，儀表和測量地點之間的距離常有幾十米。當過渡到用一個總控制盤控制幾台鍋爐時，這距離可能增加到幾百米。在這樣長的距離下，直接測量是很困難的，這就必須採用按電氣原理做成的儀表。

現代煤粉爐的熱工控制表盤一般由三、四塊垂直屏組成，在這些屏上裝有幾十只各種用途的儀表。

把幾只表盤一起連接在中央控制地點時，熱工控制總表盤的尺寸就會大得不可能監視好幾個機組的工作。在這種情況下，必須盡可能縮小表盤尺寸和最合理地選擇和布置儀表，以保證一個人可能監視幾台機組的工作。

測量儀表除了在操作方面用來監視機組的工作外，還應該有可能用來事後計算發電廠的工作品質和經濟指標。為此，常採用自動記錄儀表以及積數裝置（計數器）。

遠方操作 現代化的自動調節器一般均裝有在發生故障時從自動控制轉換成遠方操作的裝置，以及在運行控制地點或在設備所在地點手動操作調節機構的裝置。此外，為了在運行控制地點進行不同的切換，還為某些非自動控制的機構裝設遠距離操作裝置。

最簡單的情況是用虎克接頭連接長鐵杆和拉杆進行遠距離操作。機械傳動操作需要較大的力量，不能進行很長距離的操作，所以它的应用是很有限的。

大型機組的遠方操作多半採用電氣或液力傳動。在中央控制盤上操作時主要採用電氣設備，因為當機組距離操作地點較遠時，採用氣力或液力傳動是有困難的。

自動連鎖 在自動化發電廠的工作條件下，使機構順序接入的電動機的自動連鎖有著特殊的意義。在設備的個別部分發生故障時，連鎖就能夠防止事故的擴大。例如，運煤皮帶中有一條停止時，裝在它前面的全部機械都應該立刻切斷，沒有這種自動連鎖裝置，輸送到發生故障的機構去的煤將會堆積起來，以致阻塞

了車間，這就會長時間破壞全部運煤設備的正常工作。

在鍋爐的引風機停止時，應該立刻切斷送風機和給粉機。在排粉機發生故障時，必須停止向磨煤機中供給原煤等等。

切斷個別機械就要採用自動連鎖裝置。

備用設備的自動投入 在運行着的發電廠里，經常有隨時都可以投入的備用機組。運行機組發生事故時備用設備就投入運行。

依靠使起動機構動作的特殊裝置，就可使備用機組自動投入。對於運行人員極少的電廠，備用設備自動投入具有特殊的意義。

用於發電廠主要機組的備用電動水泵：給水泵，循環水泵，凝結水泵等的自動投入，用得最為普遍。液力自動調節器的備用油泵也是自動投入的。

備用泵自動投入的沖量，一般取為在壓力管中的壓力降，並用具有備用設備起動繼電器的觸點式壓力表接受此沖量。

工藝訊號 在擴大看管範圍時，值班人員監視的儀表數目愈來愈多。要監視所有的運行設備就發生了困難，所以在這種情況下，個別量偏离所允許範圍必需用訊號來報告。例如，當沒有司水時，自動化鍋爐的司爐能夠不必注意水位的偏差，而在司爐工作地點裝有極限水位訊號。最重要的轉動機組軸承溫度的升高、汽輪機轉子軸向位移的增大等，都會有訊號發出。有時候發出訊號的設備調整在以下兩個極限位置：當被監視的量偏离到第一極限位置時，訊號接通；進而偏离到第二極限位置時，就切斷損壞了的機組。同時可送出自動投入備用設備的訊號。

在大多數情況下，工藝訊號是用繼電器來接通訊號燈或警報器。

思考問題

1. 調節對象的負荷決定於什麼？
2. 調節的任務是什麼？
3. 自動調節和手動調節有哪些相類似的特点？
4. 說明“被調物質”和“被調量”的概念。
5. 發電廠電能生產工藝过程的特点是什麼？