

143712



水力发电厂的 自动化

苏联B.Φ.巴拉基列夫著

电力工业出版社

水力发电厂的自动化

苏联 B.Φ. 巴拉基列夫著

北京水力发电设计院自动化组译

电力工业出版社

內 容 提 要

本書對水力發電廠的自動化問題作了全面的敘述，並且着重分析了生產過程的自動化，闡述了水力機組和電廠全部設備所構成的自動操作系統的原理，最後簡要地說明了自動裝置器具的構造和自動裝置的調整、試驗及運行。

本書供從事水力發電廠設計、建築和運行的工程技術人員之用，也可供大學水力發電專業的学生參考。

В.Ф. БАЛКИРЕВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1949

水力發電廠的自動化

根據蘇聯國立動力出版社 1949 年莫斯科版翻譯

北京水力發電設計院自動化組譯

749 \$ 104

電力工業出版社出版(北京復興門外西便道)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

電力工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 6 $\frac{1}{2}$ 印張 * 132千字 * 定價(第10類)0.95元

1953年2月北京第1版

1958年2月北京第1次印刷(0001—1,400冊)

序 言

生产过程的自动操作是最新的技术方法，这种方法反映了现代技术发展最先进的思想和成就。

自动装置的应用促进了劳动生产率的增長，提高了设备运行的可靠性，使生产过程的操作达到高度的正确和迅速。在自动装备上，人类的劳动減輕了或者完全由自动器具的工作所代替。

在苏联动力经济系统的先进技术装备中，特别是在水力设备中，自动装置具有特殊的意义。它的应用根本改变了水电厂工作的运转指标，提高了供电的质量及可靠性，降低了发电的成本，减少了建设的投资。在自动的水电厂里大大减少了而且在很多情况下完全取消了运转人员，更有效地利用了水力资源。

在水电厂广泛地采用自动装置的想法是在1935年当建设莫斯科—伏尔加运河时开始的。那时候在苏联只有一个在1932年投入生产的小型自动水电厂。

在开始设计运河自动水电厂时，在苏联工程师和苏联工业面前产生一种复杂任务——是完全使用本国的规划和器具来创制水力机组的自动操作系统。

到1940年运河上各种容量的水电厂和水泵站的自动化工作已告结束。在1941年初把电力系统中一切水泵站的机组由中央调度制改为遙远操作制(遙控)。

在战前的年代里，水力设备自动化的工作大都是实验性的，这就限制了自动装置在苏联其他水电厂中广泛地发展。

然而，在自动水电厂运行的最初几年，自动和遙远操作的水电厂在技术—经济上已经显示出显著的优点，并且证明了自动化对于苏联的国民经济具有头等的重要意义。

由于运河上运用自动装置有着良好成果，以及那时在苏联工厂[列

宁格勒斯大林金属工厂(ЛМЗ)，哈尔科夫斯大林电机工厂(ХЭМЗ)，和基洛夫“电力”工厂中已准备了生产基础，因此就可能使自动水电厂的数量进一步地增长。

水电厂自动化的工作在卫国战争时期暂时中止了，直到1945年又在更广泛的范围内和更高的技术水平上重新开始。

水电厂自动化的工作在列宁格勒金属工厂，电工部“电气传动装置”公司，水电设计院，电站部水电专门安装局以及直接在电站部地区管理局和水电厂中开展了，并且还继续在莫斯科运河上开展着。

自动化这个先进的技术领域的工作对于苏联国民经济有着显著的影响，并且明文规定在关于恢复和发展苏联国民经济的五年计划的指示中，在这指示中党和政府指出：

“广泛地开展电站及电网生产过程自动化的工作；首先是进行水电厂运行的完全自动化”(第二章第十节)。

至1948年末，在苏联装有各种容量和型式的水力机组的自动水电厂已达到几十个。

由于广泛地运用和发展了遥控装置以及在全自动操作的水电厂中应用了自动操作器，自动化为进一步提高电厂技术装备的水平创造了全部必要的条件。

苏联水电厂中自动装置的稳步发展，以及自动水电厂无可争辩的技术-经济的优越性，在苏联动力工作者的面前提出了一项艰巨而重大的任务，这项任务是將苏联全部现有的水电厂转变到自动操作，并且要停止非自动水电厂的设计、建设和投入工业运行。

自动水电厂设计、建设和运转的经验应广泛地推广，以促进这一重要的任务有成效地解决。为此，供给广大工程界以相当的技术著述是非常重要的。直到现在有关水电厂自动化问题的著作仍是不够多的。1940年出版的С. П. 克拉西弗斯基、А. X. 沙拉德也夫和H. A. 史皮金等所著“水电厂的自动化”一书中自动化问题叙述得最完整。但是到现在这本书在很大程度上已经不合乎要求了。同时在这本书里作者没有阐明水电厂自动化一系列的问题：没有综述自动水电厂运行的经验，没有引述有关自动器具的资料，对于与自动化相联系的生产过程

也沒有注意分析。

在本書中，作者給自己提出來的任務是詳細地說明水電廠自動化的問題，特別注意分析與自動化有關的生產過程，同時也注意水力機組和全廠共用設備自動操作系統的構成原理，因為這是任何自動水電廠的基礎。

作 者

目 录

序 言

第一章 水电厂自动化的一般問題	5
1. 自动化的任务	5
2. 水电厂自动化在技术-經濟上的优越性	5
3. 自动化的方法	8
4. 自动化水电厂的分类	10
5. 水电厂的遙控和自动化的等級及范围	11
6. 自动操作系统構成的基本原则	15
第二章 自动裝置的器具	29
7. 繼电器	30
8. 接触器	46
9. 司令器具	48
10. 輔助执行机構	52
第三章 水工建筑物的自动化	54
11. 从自动化方面对水工建筑物閘門的討論	54
12. 閘門的操作方式	59
13. 水工建筑物的自动監視	68
第四章 水輪机組的自动化	73
14. 机組的潤滑	74
15. 机組的冷却	84
16. 水輪机的操作	86
17. 机組的掣动	103
18. 机組的起动的与停車	106
19. 机組运行的監視	119
第五章 全厂共用設備的自动化	122
20. 油压裝置	122
21. 空气系統	130
22. 技术供水	134
第六章 自动同期	137
第七章 自动裝置的調整、試驗和运行	152
23. 器具的檢查和調整	152
24. 自动裝置器具和系統的試驗	155
25. 自动裝置的运行	157

第一章 水电厂自动化的一般問題

1. 自动化的任务

在現代的技术水平上，不可能設想水电厂不裝設任何一种自动裝置，例如繼电保护、自动調速器、自动电压調整器等等。但是严格地說来，像这样的水电厂是不能列入自动化装备范疇之內的。

自动化的任务，正如現在大家所認為的，是將生产过程中所有用手进行的局部操作过程，当自动化时，利用不同的裝置連系成一个不間断进行的自动过程。自动过程的开始仅仅决定于發出的一个起始脈冲，这个脈冲或者可由距机組很远的操作地点用手發出，或者不需要運轉人員操作而由自动裝置(自动操作器)来發出。

因此，保証生产过程的成套技术工具，不需運轉人員直接参加中間操作是自动裝置或自动机組的主要特征。

在着手进行生产过程自动化的工程师和設計师的面前，自然地會發生如何在技术上經濟上最有效地采用自动裝置的問題。

当研究自动化問題时，特別是研究那些沒有自动化准备而正在运行的水电厂自动化时所引起的困难，經過詳細研究設備的構造和操作过程后，在頗大程度上是可以消除的，同时，由于电气工作人員与研究水力操作程序的机械結構人員的共同协商，合理地設計了結綫及選擇了自动器具，就可以更順利地解决这些困难。

2. 水电厂自动化在技术-經濟上的优越性

水电厂自动化的广泛發展一方面是决定于水电厂設備構造上的特点：生产过程比較簡單，操作数量較少，自动裝置有可能与設備結構有机地配合。而另一方面是有显著的技术-經濟上的优越性，这些优越性根据苏联自动化水电厂長期运行經驗已显示出来。

a) 提高設備在工作上的可靠性。具有很大精确性及动作可靠性的自动裝置实际上能毫無迟疑地反应設備在工作上运行参数的变化，以

手动操作所不能达到的速度来引导设备到一个给定的和新的情况。当机组电气或水力机械部分发生不正常情况时，这种装置能进行投入备用设备，而当事故性质的故障发生时，自动保护装置能使机组立刻自动停車。

自动装置能免除运转人员在设备的操作、调整、监视工作过程中的直接参預，因此，由于运转人员直接过错而发生的事故、毛病的次数会急剧地降低。根据經驗数据，在自动水电厂内由于运转人员的过错而发生的事故可减少 $4/5$ — $5/6$ 。必需指出：自动操作系统及自动装置本身具有十分高的可靠程度。自动装置工作不正常情况即所謂自动装置“誤动”的次数大約是这种装置工作次数总数的 0.1 — 0.15% 。同时自动装置不正常的工作没有任何一次引起机组的事故切断。

6)增加操作的速度。自动操作完全可以取消各个操作中間所佔的“空”时间，同样也可以取消檢查机组工作状态所佔的时间，这是手动操作所不可免的时间，这个时间的長短，取决于运转人员的主观願望。自动操作过程在預先規定的順序下不间断地进行着，自动装置自动操作过程在預先規定的順序下不间断地进行着，自动装置和器具自动建立从一个程序到另一个程序的直接关系，自动的把机组構件的工作位置作必要的切换和改变，且能不断监视过程中完成的情况，水輪机组起动过程的加速可使电力系统备用容量减少，这对于系統电能平衡的計劃及調动具有十分重要的意义。

某一电力系統中自动水电厂运行經驗数据所表示的自动化对于縮短水輪机组起动和停車时间的影响列于表1。

减少起动时间就减少了机组起动中水量的损失。从苏联一个水电厂所得的經驗，仅仅靠縮短起动时的空运转时间，每年节省的水量就增加了电量約300万瓩小时。

8)减少工作人員。在自动水电厂中，参加操作、调整及监视运转过程的人员縮減到最少，维护人员的数目首先是值班人员的数目急剧地縮減，这就大大地节省了运转費用。平均在現地操作式的自动水电厂中縮減值班人员达 60 — 70% ，在遙远操作的水电厂及自动操作器操作的水电厂中縮減达 80 — 90% 。

表 1

設 备 及 操 作 过 程	操作过程的持續時間	
	自动操作时	手动操作时
1500瓩的水輪机組——起動至空運轉的轉速	0.5分	5—6分
15 000瓩水輪机組——起動至用自动同期投入電網	2—2.5分	10—12分
15 000瓩水輪机組——帶關閉水輪机导水翼的事故跳閘(不包括掣動)	0.1分	0.5—0.6分
由出力 3500 瓩同期电动机帶動的 豎式 螺旋 泵泵——帶滿負荷起動	2—2.5分	4—5分

对于不大的，中等容量的水电厂，在計算生产电能的成本时工作人員的运行費用是最主要的基本項目，因而工作人員的数量有着决定性的意义，这样的水电厂自动化是特別合算的。

г)提高河道利用的經濟性。在用自动操作器控制机組的自动水电厂中，水电厂的运行及水力資源的利用达到了高度的經濟性。在一条河道上布置的梯級电厂按照流量来操作和調整出力則更有价值。在这样的情况下，个别电厂机組的起動和停車所产生的过程就同为了最大利用流量的目的而調整流量一样，虽然，本質上这仅是机組的自动操作，即通常所理解的比自动調整更簡單些的操作过程，实际运行中，如果梯級中某一水电厂的水量增加因而上游水位升高，則在此电厂中或者自动地变更机組的負荷，或者自动地起動下一台备用机組。对于梯級水电厂，經過某些時間以后，由于上游水电厂的工作增加了下游水电厂的流入量，于是引起下游水电厂备用机組的自动起動或变更已運轉的机組負荷等等。这就达到了在每个电厂的上游用自动調整水位而最大地利用流量的效果。水电厂按照流量完全自动地运行平均可提高流量利用的經濟性达 3—5 %。

а)提高調度管理的效应。水輪机組操作的自动化使水电厂調度管理可能广泛地利用遙控机械的方法。

綜合地利用自动裝置和遙控机械就能够在最大程度上將水电厂的操作与电力系统調度管理任务連系起来。將水輪机組的直接操作傳送到中央調度所，并在中央調度所里設置为視察所操作的机組运行条件及情况所必需的測量和信号，这样就給电力系统調度員有可能迅速而正确地調度有功及無功功率潮流的分配，以及有效地利用已有的备用容量以滿足系統負荷曲綫。

集中操作在事故情况下具有特別的意义：可能直接改变系統运行方式及个别机組的負荷，大大地減輕調度員的工作，并在事故时能够迅速恢复电力系統的正常状态。

自动化和遙控对于提高調度管理作用的影响可用莫斯科运河的經驗作为例子來說明：在五个电厂中用手来进行机組起動和停車时，調度員的命令由五个人来执行，而且命令傳達四次。在中央調度所里綜合地采用了自动裝置及遙控机械，就完全取消了执行操作电厂中的現地工作人員，因而也消除了傳話上的時間損失。五个电厂梯級被集中操作之后仅由于縮短起動和停車所必需的時間就提高了电厂的生产量百分之几。

б)减少新建电厂的建設費用。在建設水电厂时，一开始就設計了自动化，由于減少了生产厂房的容积，縮減了甚至完全取消了主控制盤及繼电保护盤的房間及其他办公室，縮減了生活建筑等等，可以大大地降低投資。根本地改变了生产过程的操作方式，縮減了厂房的容积，改善了电厂設備及建筑物的配置，在新建电厂中采用自动化本質上会改变水电厂的整个面貌，会提高組織和技术水平。这就是自动化最重要的优点之一。

現有水电厂的自动化費用約为主要設備費用的5%，自动化的費用根据水力裝備的型式和容量平均在5—8年期間就可以抵償。

3. 自动化的方法

解决新电厂或改造已运行的手动水电厂自动化的价值和範圍的問題首先决定于机組起動機構有無电气或水力傳動裝置，以及在構造上是否可能添裝这类傳動裝置。对于裝有現代化設備的电厂，這問題是

很容易解决的，相反的在已运行的手动操作电厂里，添装传动装置常需更换或改进机组的个别机构，因而带来很大的困难。

目前使水电厂自动化可能有两种方法：

第一种方法是自动化初期最有代表性的方法，大都应用在已运行的水电厂里，通常在这些水电厂里如不根本改变各部分的结构及机组操作的生产过程，设备就不可能自动化。因此在这种情况下自动化实质上是对正常运行的设备加以补充，包括：a)用各种不同的电气及水力传动装置来代替手动传动装置；b)确定操作机构极限位置的接点装置；B)控制监视和调正机组参数用的继电器和仪表。所有这些装置在大部分情况下对水轮机或发电机都没有结构上的关系，成为机组自动操作的复杂的系统；此时自动装置是加于主要设备上的“上层建筑”或“附加物”。当所有的自动装置组合在一个总的系统中就构成了大而复杂的系统。操作接线系统的复杂常常在自动操作系统本身成为可能破坏自动过程的原因，这就增加设备运行的困难。借加添自动器具到主要设备上去的自动化不可能认为是在技术上正确地反映了现代先进技术发展的趋势。这种方法仅在现已运行的，且不允许现代化或改造的设备自动化时才采用。

第二种自动化的方法是主要设备结构上的特点，这种特点使操作过程有可能自动化，可使机组具有可靠的和现代技术水平的系统，在这个系统中具有简单的辅助装置。因此，使用水力的或机械的传动装置来代替需要有很多电气联系的电气器具(继电器、接触器)，这是有很大意义的，此时自动化变成简单明了，不需要复杂的电气接线，而且很容易维护。

现在苏联工厂在运转中已经研究了和试验了许多改善了了的机组的结构，不添装设备就能达到自动化，例如发电机推动轴承和导轴承采用不循环的润滑系统，用塑性的木质或胶皮的轴瓦来代替水轮机轴承上的巴氏合金轴瓦，水轮机调速机离心锤的皮带传动换为电气传动，发电机采用连续犁动等。

上述自动化的方法也包括综合解决的可能性。现有水电厂自动化的经验证明，大部分电厂有可能经过改造部分设备而很容易地作出比

較簡單而可靠的操作系統。如果設備不可能改造或解決問題困難時，完成自動化就要用比較複雜的方法也就是要用添裝設備的方法。

4. 自动化水电厂的分类

目前根据苏联水电厂自动化多年的实际經驗，广泛采用按水电厂發出主机操作最初命令脉冲的方式来进行自动水电厂的分类。这一最正确和客觀的标准反映了水电厂自动化的基本內容：它的質和量的方面，它的程度和範圍。實質上自动裝置本身就表明了用自动代替手动操作，以及設備運轉的自动監視發展为無人参与。同时例如具有發電机电氣保护裝置，水輪机自动調速机，电压調正器以及具有手动操作的成套設備的水电厂，不能算它是自动水电厂，因为机組操作过程包括起动和正常停車仍然是依靠運轉人員。甚至于机組的保护在不正常情况下，为了使机組停止而需運轉人員干預的水电厂，也不能算它是自动水电厂。按照水輪机組在最初操作时所發出的脉冲方法水电厂可分为下列四类：

a) 手动操作的水电厂。用手进行操作的水电厂属于这一类。这种电厂的每种操作完全是用手来完成，例如用手輪，把手。但也可以作有間距的电气操作，例如發電机遮断器的合閘和跳閘，用操作按鈕及起动器具使电动机起动和停止。在这里決定問題時差不多把所有的操作完全由值班人員来进行，而它的完成則是根据測量仪表及信号灯来决定。

6) 現地操作的自动水电厂。这类装备的特征是机組的起动或停車是由电厂的工作人員从电厂中央控制室發出最初命令脉冲来进行的。操作过程的完成在自动化过程結束前的中間阶段沒有工作人員参加。在現地操作的自动水电厂中各种不同的自动調整和監視裝置包括在总的自动化过程的結綫系統中。在这类电厂中照例使全厂共用設備自动化是必須的：如油压裝置，空气壓縮系統，技术供水等等。在現地操作的自动水电厂中，需要有經常值班人員。

8) 遙远操作的自动水电厂。这类水电厂的特征是机組起动或停止的最初命令脉冲从位于电厂範圍外的操作地点(中央調度所，鄰近的

电厂或变电所)發出。操作地点的距离,主要是取决于所采用的遙控裝置,如控制机組的遙控裝置保證控制站信号的遙控裝置和測量机組在运轉中的参变数——出力,电压水位等的遙控裝置。在遙远操作的水电厂里,留有經常的值班人員主要是根据自动化的范围(照例比現地操作的电厂要大一些),以及設備的复杂性,电厂的容量和机組的数量与其他因素确定。在大容量遙控的电厂里,电厂值班人員的責任范围縮減的并不多,因此經常值班人員仍旧是必需的;对于遙远操作的中小容量的电厂則很容易过渡为家庭值班。

r)具有自动操作器的自动水电厂。在这种水电厂中,机組的操作靠自动裝置(自动操作器)的动作来进行,無需工作人員参加。这些裝置能監視上游水位,計时机构和电压繼电器的变化。在具有自动操作器的自动电厂里,在起動过程中还应该自动投入一些各种不同的調整裝置,以便使机組的工作事先有所規定。在这种自动电厂里,所有与机組正常运行有关的全厂共用設備应完全自动化,并且尽量地采用电厂电气設備的自动化。

在具有自动操作器的自动水电厂中,設備状态的監視通常是由檢查員按照已規定的圖表来进行。

因此在这种水电厂中設有家庭值班員,当設備事故跳閘或設備运行参数显著的与正常值有偏差时,从电厂發出自动信号到值班人員家里。

5. 水电厂的遙控和自动化的等級及范围

当确定水电厂的类别及其自动化范围时也应考虑其他因素:如机組的容量及数量,設備的型式,水头的集中方式和建筑物的組成等。

按照机組的容量水电厂分为大、中、小三类。

容量超过 30 000 瓩以上的电厂属于第一类;从 3 000 到 30 000 瓩的属于第二类,3000 瓩以下的属于第三类。

在大容量的水电厂中,自动化应以提高操作速度及运行的可靠性为前提,在这种电厂里通常具有完善的电能分配系統,因而回路的切换大半要用手动操作,因此工作人員数量的減少仅有次要的意义。在

大容量电厂里，使机组自动起动及停止，和自动监视电气和机械设备的状态是必需的。在这样的电厂里，所有与机组正常运行有关的全厂共用设备的自动化無疑地是必需的，同时厂用备用电源——輔助發電机，厂用变压器的自动化也是必需的。

大容量机组的操作照例應該从現地的中央控制盤上进行，仅仅在特殊情况下当具有足够的技术条件时才可以用遙控进行，采用自动化的最后結果能够减少工作人員的数量，但是如上所述这不是大容量水电厂自动化的主要目的。

在中小容量电厂中，由于减少了工作人員，对提高經濟性及降低电能生产的成本具有很大的现实意义。在这样的电厂里工作人員的减少成为經濟运转的决定性的因素之一。因此，这类电厂的自动化應該由多方面进行。由于这种电厂沒有复杂的配电裝置并且通常均运行在巨大的系統中，因而容易使某些过程簡化，例如采用自同期，采用簡單的发电机励磁調正，用簡單的水轮机調速机或者使用簡單的起动停車裝置来代替貴而复杂的水轮机調速机。

中小容量的电厂应改变为完全自动操作，在电厂內不需要固定的工作人員，或者改变为从中央調度所或隣近較大的电厂来遙控。虽然机组操作的速度从电力系統的观点来看不具有很大的意义，但有了自动裝置操作速度会显著的提高。

現代水轮机及水力发电机的構造差不多允許所有起动或停車的整个过程都采用自动操作。自动操作系統的繁簡取决于所裝的部件，在自动化时应采用最少数量的輔助器具。考虑自动起动与停車操作的水輪發电机，具有很多复杂的部件；如不經過相当的改造，它的自动化將使操作結綫复杂，其最后結果影响了設備运转的可靠性。因而不否認使这样设备自动化在原則上的可能性，但是應該从每个实际生产过程的情况和电厂的設備来分析它能够簡化的最大程度。

水工建筑物設備(閘門、受水閘門、进水門和压力前池的閘門)的自动化应考虑这些設備在水电厂总的运行系統中的作用来解决。若閘門具有操作意义并且它的控制直接与机组操作过程有关，就应使他自动化，若無操作意义，那末考虑远方操作及其位置信号就足够了。

确定水电厂遥控程度是一个很复杂的问题。它的解决是与电力系统调度操作集中化的问题密切联系的。如果在电力系统中电厂所佔的地位很大或者它的容量发生变化非常影响系统的参数，则这类水电厂在技术上特别要求遥控。这样电厂从调度所直接操作能够大大地改变系统的运行方式，但是位于大电厂附近的小电厂或配电厂，在技术上也要求遥控。

在梯级中运行的水电厂遥控的问题更是应该解决的。这种电站改变为全部自动化(具有自动操作器的)或遥控操作只有在全部综合考虑水能问题时才能解决。梯级水电厂往往适合于采用遥控操作以便当水流或电能情况改变时系统调度员可以估计机组直接受到的影响而使系统恢复正常状态。由于梯级水电厂运行方式仅仅决定于流量，因而它们采用完全自动化问题不一定得到满意的解决。

当解决水电厂自动化问题时必需确定在水电厂中采用遥控范围，所谓遥控就是在电厂范围外实行远距操作，信号及测量等技术方法的综合。

a) 遥控。水电厂遥控的适宜性如上所述首先是决定于该电厂在系统中所起的作用。从这个观点出发大容量电厂，特别是担负尖峰状态运行的机组遥控可提高电力系统调度效应，因此，当具有足够的技术条件时应被推荐。但是中小容量电厂的遥控也有重要意义。虽然这些电厂在系统中作用不显著，但从调度所或邻近的大容量电厂来实行操作，由于较全的自动化及附带地缩减了工作人员就能够提高电厂运行的经济性。

6) 遙远命令。这个操作方法是遥控的过渡阶段。遙远命令就是调度员利用遥控机械发出命令，电厂工作人员接受命令并执行操作随后通知调度员。显然，这个方法不可能使机组受到遥控，利用它仅是被遥控的电厂在进行不同回路操作切换时的辅助方法。

b) 遙远信号。在中央调度所具有自动信号时，调度员可能迅速地确定在系统中发生变化的区域及系统的状态并适时地进行处理。因此对于复杂并且配电麻烦的系统，当利用遥控方法时应尽力推荐，首先采用遙远信号。在枢纽中它同遙测主要参数——出力、周率、电压一

起，甚至不用遙控，就能正確地控制系統。

r) 遙測。管理巨大系統的調度員面前應該有有效及無效功率潮流的分配圖表，應該知道系統主要點的電壓和周率，而當在系統中有水電廠時也應該知道水位。不間斷地或按傳呼方式執行遙傳這種參數到調度所是電力系統管理的主要技術方法之一。與系統中其它電廠的自動化範圍和程度無關，遙測應該是調度管理不可分割的一部分，並且當系統進行遙控時應該首先裝它。

考慮到上述關於水電廠的自動化和遙控的意見，可以確定在水電廠內自動裝置和遙控裝置的大致範圍。

在現地操作的自動水電廠里，自動化應該包括：

- a) 主機操作，包括起動——停車及運行的監視；
- 6) 在調整系統周率的電廠中必需的周率調整；
- b) 全廠共用設備的操作——油壓裝置，空氣壓縮系統，工業用水，排水泵以及廠用備用電源的自動投入（特別是大容量的電廠）；
- r) 水工建築物工作閘門的操作；
- a) 上游、下游水位及水工建築物閘門位置的測定。

在被遙控的水電廠中除了現地操作電廠應有的自動化之外應該包括：

- a) 機組起動和停車以及改變機組負荷的遙控；
- 6) 電廠主要高壓遮斷器的遙控；
- b) 電廠設備狀態的遙遠信號；
- r) 功率、電壓、水位的遙遠測量。

在由自動操作器操作的自動水電廠里，自動化範圍根據主要的而特殊的條件——在電廠中沒有經常的值班人員來確定。除了現地操作電廠應有的自動化之外，在具有自動操作器的電廠中，應該保證：

a) 根據自動操作器事先給機組所確定的運行條件來起動、停車和調節負荷。

- 6) 具有自動復歸的全廠信號並將信號送到值班人員家里；
- b) 容許長期在電廠中設有值班人員的全廠設備最大的自動化；

在中央調度所里最好有指示機組和主要回路設備開閉狀態的遙遠