
中国农村水电站自动化的现状与发展趋势

游大海 武汉华工电气自动化有限责任公司总经理

水电站自动化是电力系统自动化的组成部分，目的是提高发供电的可靠性，保证电能质量及电力系统经济安全运行，同时也有效地改善运行人员的工作条件，最终提高水电企业的市场竞争力。

1. 水电厂自动化的发展回顾

我国大中型水电厂自动化以计算机监控技术为平台,经过二十多年的发展已经日趋成熟,而我国农村中小水电厂的自动化正处于一个推广应用快速发展的阶段。大中型水电厂的监控技术的成熟在于：

1.1 起步早，在 1979-1985 年就以葛洲坝、富春江等四个电厂为试点制定了水电厂自动化的七年发展规划，在试点成功以后，于 1987 年在南京召开了“全国水电厂自动化技术总结和规划落实工作会议”，又于 1993 年在成都召开了“全国水电厂计算机监控系统工作会议”，启动和落实了推广工作，规定“八五”期间应有 40 个大型水电厂（群）实现计算机自动经济运行及安全监测。

1.2 重视程度大，由于大中型电厂多归口原国家电力部主管，且电厂在系统中的作用又比较重要，因而不论从安全运行，还是从经济效益的角度来说都把推广以计算机监控为基础的自动化工作放在了非常重要的位置，来加以推广应用。

1.3 人员素质较高，电力行业技术比较专业，均受过良好的专业教育与技术培训。

1.4 资金比较充裕。

1.5 管理比较规范，不论在设计方面，还是在技术实施方面，大中型水电厂在上述条件下，水电厂自动化工作基本做到了以下内容：

- 保证合理的资金预算与支付；
- 根据水电厂的装机容量，在系统中的地位进行规范化设计；
- 安排比较周密的工期计划；
- 选择具有实力的供货厂家；
- 按以下原则实现了水电厂的综合自动化：统筹考虑、电厂运行、电力调度、水利调度、航运调度、水情测报、灌溉、防洪等彼此之间的关系。

中国农村水电或中小水电起源于 20 世纪 90 年代，指总装机在 5 万 kW 以下水电站及其配套电网。

中小水电站的自动化技术的发展大致分三个阶段：

第一阶段为 20 世纪 70 年代以前，基本为传统的机电电磁技术；

第二阶段大约为 90 年代期间，为计算机监控技术在中小水电站移植试点阶段，此阶段的状况是：

- 模仿大中型水电厂的监控模式，将大中型水电厂的模式直接搬到中小水电站上来；
- 将用于变电站中的综合自动化模式略加修改搬到水电站上来；
- 少数厂家结合中小水电站的特点，研制开发出适合于中小水电站的计算机监控模式，并致力于推广应用。

第三阶段为 2001 年以来，尤其是 2002 年 5 月国家水利部在湖南郴州召开的“全国农村水电现代化建设工作现场会”，并在当年由于水利部颁发了水电（2003）170 号文以来，在全国农村水电领域展开了全面推广现代化技术的工作，经过十多年的试点，中小水电站自动化水平已到一個关键的攻坚阶段。目前农村水电作为农村基础设施的重要组成部分，中小型水电站得到了快速的发展，但由于在农村水电建设的历史上是重建设、轻管理，建设资金缺乏，技术力量不强。在设计、设备选型、设备管理、资金投入、人才水平等方面与大电网有较大

的差距，因此迫切需要加强全面行业管理。

2. 农村水电自动化现状调查及分析

根据《农村水电技术现代化指导意见》的精神，总结公司近 20 年来从事中小型水电厂计算机监控系统的设计、生产、安装、服务经验，从农村水电厂现场调查、总体设计、系统结构、设备选型、施工方案等方面进行全面统计和分析，制定了专门针对新建农村水电厂和改造农村水电厂自动化建设的详细设计、生产、工程服务技术文件和管理流程。为更客观的了解农村水电厂的现状，公司成立了专门现场调查小组，选择了湖南进行实地调查，共 22 座水电站，这些电站基本上是在 90 年代末建成投运，总装机从 400kW 到 4000kW，重要分布在山区，没有专门的道路，大部分为田间小路，坑坑洼洼，水电站周围没有住家，方圆几里都见不到人。这些水电站由于总投资少，对于水电站的自动化元件投入成本有限，因此在建站初期基本不考虑自动化。基本现状如下：

2.1 采用一机两屏的模式，一台励磁屏，一台低压控制同期屏；

2.2 全手动机械调速器；

2.3 手动旋转多圈电位器实现励磁调节；

2.4 电动机传动控制进水阀；

2.5 没有气系统、油系统，只有简单的水通道；

2.6 没有测速装置，靠经验判断；

2.7 没有自动刹车系统，通过以下三种方式刹车：

- 没有任何刹车手段，机组自行停机；
- 对于冲击式水轮机，水轮发电机均置于厂房地面，其刹车采用木棒直接顶平衡轮刹车；
- 对于轴流式水轮机，一般情况不刹车，在紧急条件下，采用人工补气刹车和木棒刹车；

2.8 400V 机端电压，一条 10KV 出线；

2.9 无电压互感器，机端电压 400V 直接由于测量、同期；

2.10 无变压器保护，变压器两侧无断路器；

2.11 无线路保护，10KV 线路出线为跌落式熔断器；

2.12 发电机只配置了三相电磁式继电器实现过电流保护；

2.13 每台发电机出口配置了 380V 三相电度表，置于“低压控制同期屏”中；

2.14 一条 10KV 出线配置了高压计量表；

2.15 发电机出口断路器和刀闸置于“低压控制同期屏”中；

2.16 每台发电机均配置了“自动并列控制器”，在人工手动调节过程中捕捉同期点，无同期闭锁功能。个别电站还在采用 6 个灯泡的“暗灯法”作为同期判断；

2.17 每台机组均配置了 4 块常规测量仪表，分别为：频率表、电压表、电流表、功率因数表和一块相位比较表。置于“低压控制同期屏”中。

根据调查结果反映出电站基本没有自动化功能，全部采用手动常规控制设备，且设备老化，可靠程度低，在部分电站由于设备原因而导致影响正常供电。针对农村水电厂的现状，从项目总体改造着手，制定了农村水电厂自动化改造的总体方案和实施计划，并成功的在几十个电站中得到运用。在实际改造和投运过程中按以下主要步骤执行：

1. 充分与现场技术人员沟通交流，了解电站的运行现状、运行规程、维护情况和主要特点，结合电站的原始图纸，编制自动化改造的总体思路和初步实施方案。

2. 收集电站的相关资料：电气一次主接线图；电气一次开关柜布置图、端子图；中控室平面布置图；励磁原理图、端子图；调速器原理图、端子图；机组自动化元件布置图；机组自动化控制回路图；机组测温系统图；保护系统配置图；测量、计量系统配置图；电源系统配置图；同期系统图等；

3. 全面了解一次设备的输入输出接口，判断是否满足自动化接口要求；

4. 全面了解电站所有设备的测量、控制过程和相关的保护配置，编制实现自动化控制后相关过程的逻辑；

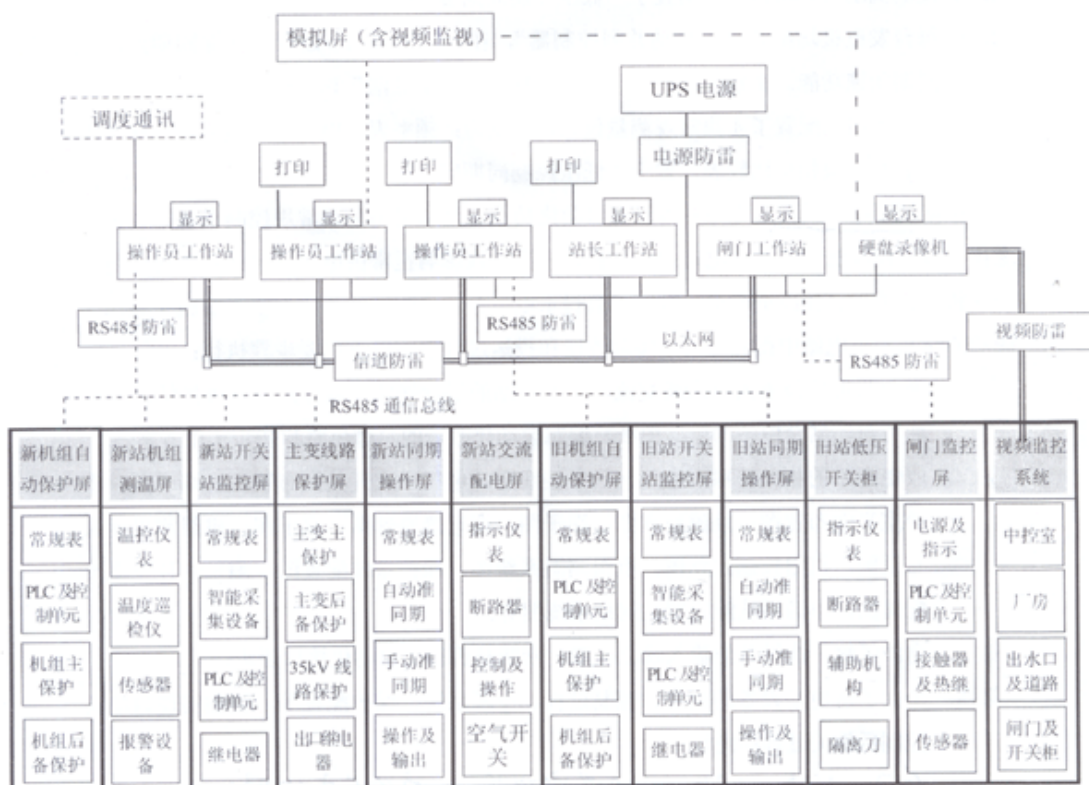
5. 全面了解机组的开机、停机、事故停机、紧急事故停机的控制逻辑和相关子过程的逻辑关系，主要从测量输入和执行控制输出两方面了解相关控制过程，编制上述过程的可编程控制逻辑流程图；

6. 全面了解电站各种测量信号和控制/调节输出现场自动化元件的配置情况，根据自动化改造需要，列出需配置的自动化元件清单；

7. 根据上述内容总结现场资料和调查情况,详细设计需改造的各子系统(调速器系统、励磁系统、计算机监控系统、高低压开关控制系统、电源及配电系统、防雷系统、模拟屏等)的结构、主要设备型号、系统功能及性能、信号传送及通信方式等;

8. 根据改造工期要求,制定详细的设计、生产、安装、调试实施计划,确定项目改造项目管理负责人、技术负责人和相关技术人员,在各阶段定期、及时与电站负责人和管理人员保持联系,并进行阶段性的评审。

以上主要以低压机组为考察对象,针对老电站改造项目,公司在管理和实施方面的一些体会。以广东北峰山电站为例,其电站分为新站和旧站两站,旧站为500kW×3台,320kW×1台低压机组。新站为容量为2500kW×2台高压机组,该电站采用集中控制模式,系统结构图如下:



3、农村水电站计算机监控系统结构和主要设备选型分析

上节针对的电站类型主要为低压力机组,根据公司主要的工作内容和经验的积累,以新建电站高压机组居多,因此在对新建高压机组电站项目中有关计算机监控系统的设计、生产、服务过程,公司总结了多年的工作经验,重点是突出了两个方面的工作内容,并形成标准化的设计、生产模式,主要体现为:一对于计算机监控系统结构的选择;二对于监控系统在功能和性能上起主要作用的设备选择。根据电站的总装机容量、电站的建设规模及招标文件的要求,总结多年的工作积累,形成了不同系列的监控系统产品,将监控系统项目工程作为一个标准化的产品来进行管理,利用技术和管理上的积累,对于用户的不同要求和有关技术文件的不同需求,我们需要做的工作就是对不同系列的产品进行不同的组合,对

与新技术和新要求，采用对产品的部分升级完成。以湖北魏家洲电站、湖南鱼市电站为例，在系统结构和设备选型方面的工作内容分析如下：

3.1 系统结构的选择

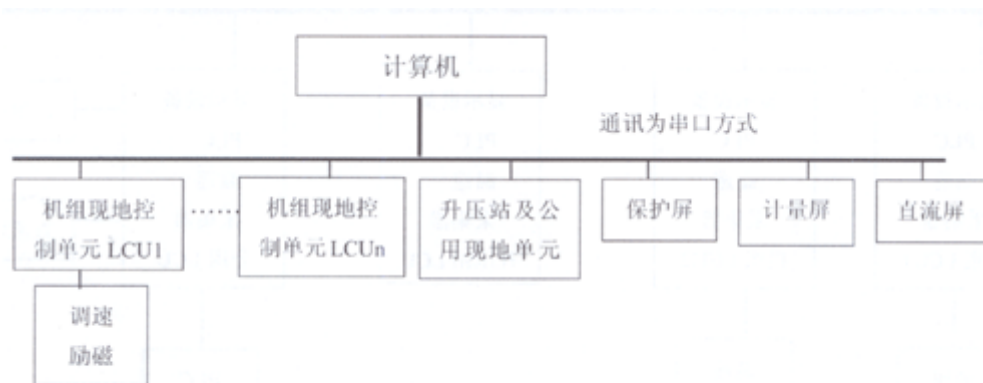
水电站计算机监控系统典型结构，目前主要有单计算机集中监控式、多计算机分层分布式。电站计算机监控系统无论网络结构采用何种方式，整个系统的设备可分为厂站控制级及现地控制级两层。

厂站层系统设备包括：监控系统主机、操作员站、工程师站、培训工作站、通讯工作站及相关网络设备等。

现地控制级设备包括：机组现地控制单元、升压站现地控制单元、全厂公用现地控制单元、泄水闸集中控制单元等。

3.1.1 集中式计算机监控系统

单计算机集中式计算机监控系统就是由一套计算机来完成整个电站所有设备的监控，包括对机组、升压站及公用、闸门等设备的监控。



单计算机集中式水电站计算机监控系统图

早期的水电站计算机监控系统以集中式为主，主要是由于技术和价格因素。微型计算机技术是从 70 年代开始发展起来的，在 70 年代和 80 年代初期，计算机技术远没有现在这么普及，进入个人家庭，达到了家喻户晓的程度，一般的工程技术人员对计算机的概念也是很新奇很陌生的，在我国国内只有一些科研院校才有计算机，且主要用于研究、科学计算等。集中式计算机监控系统模式主要特点是成本低、结构简单、操作及维护方便。

3.1.2 多计算机分层分布式水电站计算机监控系统

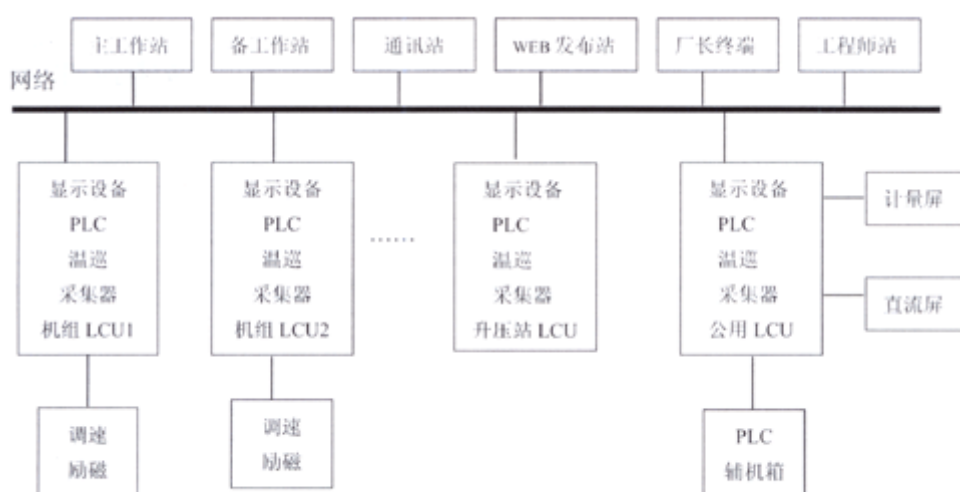
在 80 年代后期，随着计算机技术的发展，各种不同档次的计算机不断出现，计算机价格不断降低，计算机技术飞速普及，普通工程技术人员也掌握了计算机的应用，使得在一个监控系统中使用多台计算机，按监控系统的功能用不同的计算机来完成不同的功能成为可能，这就产生了多计算机分层分布式水电站计算机监控系统。

多计算机分层分布式水电站计算机监控系统按监控系统的结构和功能进行划分，一般分为二个层次；

上层也称为上位机，上位机一般是由高性能工控机来担当；

下层也称现地控制单元，现地控制单元核心监控设备一般是由 PLC 和工控机来担当，现地控制单元的数量根据电站装机台数、升压站及出线数量确定，一般是一台机组至少有一个现地控制单元，升压站有一个现地控制单元，电站油气水等公用辅助设备用一个现地控制单元。

分层分布式水电站计算机监控系统根据网络结构分为：星型网、环型网；根据网络冗余方式分为：单网、双网；这样就有以下四种结构模式：单星型网、双星型网、单环型网、双环型网。



多计算机分层分布式水电站计算机监控系统

对上述两个电站在系统结构选择上，公司技术人员根据对现场设备自动化程

度、装机容量、电站采集信号点数、控制对象数量及电站设计对自动化程度的平台要求等方面进行充分了解，最后确定湖北魏家洲电站采用集中控制模式、湖南鱼市电站采用分层分布控制模式。

总结公司 10 多年设计、生产计算机监控系统产品的情况 电站总装机在 3000kW 以下向高压机组，一般选用集中控制模式；电站总装机在 3000kW---10MW 之间的高压机组，主要根据电站的现场设备、处理数据量、投资规模等方面，两种模式都有成功的应用；电站总装机在 10MW 以上的高压机组，一般选用分层分布控制模式。

3.2 主要设备的选择

根据水电站监控系统的功能和性能指标要求，确定该监控系统是否先进、可靠主要依据下列设备的选择和配套的监控组态软件的配置。

- 1．可编程控制器：OMRON，Mitsubishi，SIEMENS，GE，AB，Schneider；
- 2．工作站及服务器：SUN、HP、DELL、研华；
- 3．网络设备：工业级以太网交换机(整体型和模块化)；
- 4．同期设备：行业知名品牌和各监控厂家自身产品；
- 5．微机保护装置：行业知名品牌和各监控厂家自身产品；
- 6．转速信号装置：行业知名品牌和各监控厂家自身产品；
- 7．温度巡检仪：行业知名品牌和各监控厂家自身产品；
- 8．数据采集设备：行业知名品牌和各监控厂家自身产品；

4. 水电站自动化改造案例一：湖北魏家洲水电站

魏家洲电站建于 1978 年,1980 年投产,设计水头 52M,单机 2.3 个流量;共 3 台机组,容量为 800kW×3 台,一条 6.3kV 母线;一台油浸式变压器,容量为 3150kVA×1 台,一条 35kV 母线,一条 35kV 出线;一台近区变 35kV/0.4kV,容量为 800kVA。

整个电站设备老化,自动化程度低,不能满足需要,在湖北省水利厅发电处的直接支持下,使用电气化资金对该站进行了全面改造,情况介绍如下:

4.1 主设备改造

4.1.1 水轮机的改造

- 更新设计制造转轮,采用新型转轮替换原转轮,提高水轮机效率,增加过流能力,达到增加机组出力的改造目的,并显著改善机组运行工况,加宽机组稳定运行范围。新改造后的转轮有较宽的稳定运行范围、有较强的抗空蚀能力、有较高的水力效率。改造前实际最大出力 2300KW,改造后最大出力可达 2500KW。可以更好地适应电站水头和出力变化要求,在更大的负荷区间高效工作而不产生有害的水力振动和严重空蚀,改造费用为 66 万。

- 水轮发电机组的主轴通过强度校核计算，强度符合改造后增加出力的要求。

- 更换、修复磨损的过流部件：由于机组已运行 20 多年，过流部件不同程度的发生严重空蚀及磨损，容积损失大大超出标准范围，直接影响着水轮机工作的效率。采用更换前后盖板、更换密封环及主轴密封副；修复导叶翼型、重新调整导叶立面和端面间隙使其符合新机组出厂国家标准；更换导叶轴套，重新钻铰导叶定位销孔等。

- 改造水轮机流道，配套适用新转轮，使其符合相关技术标准要求。

4.1.2 发电机的改造

- 发电机定子：重新设计制作定子线圈，增大定子线圈线径截面，使用新型高科技绝缘材料，提高线圈绝缘等级，使其达到 F 级绝缘等级；各接头及过桥线、引出线均改锡焊为银焊。

- 发电机转子：转子抽芯拆卸解体，重新称重配挂磁极，转子重新进行整体绝缘处理。

- 发电机引出线部件：更换刷握及碳刷等部件；更换发电机引出线，提高

引出线载流能力，以符合改造后机组运行要求。

4.2 其他设备的改造

4.2.1 改造前的基本情况：

- 调速器系统：原调速器控制可实现自动开停机功能，由于导叶行程的对应状态不准确和其他因素，此功能一直未使用；
- 调速油压单元：具有油压指示表和配套电动机，但不能实现油泵的自动控制；
- 励磁系统：常规多圈旋转电阻式手动励磁调节系统，通过手动旋转多圈电阻实现无功的调节；
- 高压开关柜单元：共 9 面屏，分别为：1，2，3 号发电机的 PT 柜和断路器控制柜，厂用变屏柜，6KV 出线柜；在各断路器的控制柜上配置有功、无功电能表，但有功、无功电能表数据不能实现通信，导致数据不能上传计算机监控系统；
- 动力屏单元：经厂用变输出至动力屏后，分别独立为各设备和控制回路提供工作、操作控制等电源；

- 保护系统：共 4 面常规保护屏，分别为：1，2，3 号发电机常规保护屏、主变线路常规保护屏；

- 蝶阀控制单元：具有蝶阀的位置信号和蝶阀的电动控制、行程位置，但行程位置不能准确指示实际蝶阀的全关和全开位置；

- 集水井控制单元：具有集水井的水位高低的接点信号和电动回路，无实际水位显示和自动控制功能；

- 中控室屏柜设置：中控室设置为“机组控制屏 4 面，常规保护屏 4 面”共 8 面屏柜；

- 水位监测：前池水位、尾水水位无实时监测水位功能；

- 技术供水单元：手动控制进水阀门，无自动供水控制机构和管道的水流监测；

- 测温单元：原配置的机组轴瓦温度测量表已不能进行温度测量；

- 同期单元：手动同期，机械表头指示；

4.2.2 改造后的基本情况：

- 调速器系统：对导叶电动控制回路、导叶开度限制行程、导叶实际位置行程进行改造，使其能提供准确的导叶位置的反馈信号。完成导叶的电动控制，实现自动开停机功能，行程反馈信号准确，在中控室即能完成远方调节和机组控制功能。

- 调速油压单元：对油压的电动回路和信号回路进行改造，使其具有对油压装置的启动和停止远方控制接口，并能以空节点形式提供启动油泵和停止油泵的信号。从而实现调速油压油泵的自动控制，在机组自动控制回路中增加与此有关的控制逻辑，实现了在机组自动控制中相关辅助设备的自动控制。

- 励磁系统：采用微机励磁系统，实现了具有自动控制方式，最小、最大励磁限制及自励和他励运行方式，可就地调节和远方调节功能，具备自动起励、灭磁条件。

- 高压开关柜单元：原高压断路器控制柜能满足自动化的控制要求，改进配置的原机械电能表，在原装配位置上更换为电子式电能表（具有通信功能），实现了数据上传。

- 动力屏单元：在原动力屏的基础上，增加 4 组独立的电源供计算机监控系统和其他自动化回路使用。

-
- 保护系统：全部更换为微机保护系统。

- 碟阀控制单元：对碟阀的电动回路和反馈行程进行改造，使其具有对启动和停止电动控制回路远方接口，并能以空节点形式提供启动电机和停止电机的信号。增设对碟坑的实际水位进行监测的变送器，并根据现场条件，专门就地设计了碟阀控制箱，解决了原碟阀操作回路外置现象。在美观性、整体性、维修方面都提高了设备管理水平。

- 集水井控制单元：对集水井的电动回路和信号回路进行改造，实现对集水井的自动控制功能及增设对集水井的实际水位监测变送器，完成实际水位的实时测量。并具有对控制电机的启动和停止远方接口，以空节点形式提供远方启动电机和停止电机的信号。

- 中控室屏柜设置：替换原所有 8 面屏柜，更换为“机组自动控制保护屏 3 面，微机线路主变保护屏 1 面，同期监控屏 1 面”共 5 面屏柜。并对中控室的布局进行的重新设计和装修。

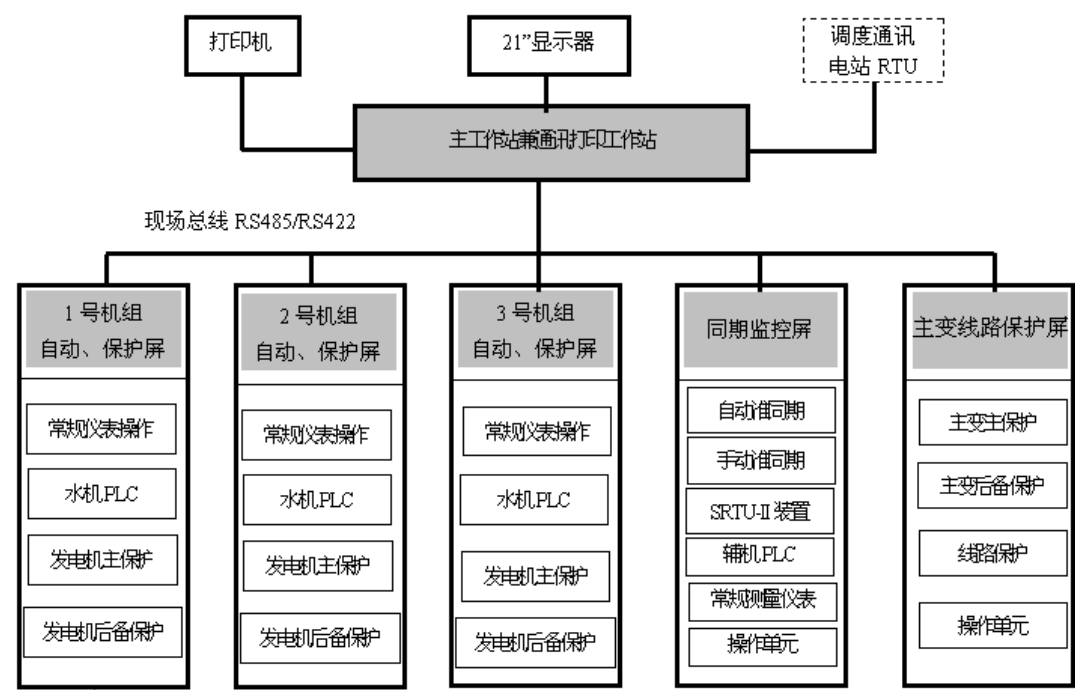
- 水位监测：增设前池水位、尾水水位变送器，并输出 4~20mA 的电流信号提供计算机监控系统完成实时测量功能。

- 技术供水单元：加装进水控制电磁阀，提供电磁阀的远方控制接口，并

配置管道示流信号，传送至计算机监控系统，实现了技术供水回路的自动控制。

- 同期单元：增设同期控制屏，以自动同期为主，手动同期为辅的同期方式。

- 经过近一个月的现场改造，该电站成功投运了计算机监控系统，实现了监控系统与调速器、励磁系统、油、气、水系统、直流电源系统等设备的自动化接口功能，达到了在监视、测量、控制、调节、保护方面的全自动化技术改造目的，结构图如下：



5、水电站自动化改造案例二：湖南鱼市水电站

鱼市水电站：共 4 台机组，容量为 1250kW×4 台，两条 6.3kV 母线，四条

6.3kV 出线；

两台油浸式变压器：3150kVA×2，两条 35kV 母线，两条 35kV 出线。

整个电站设备老化，特别是部分设备由于对应接点的不可靠而导致控制不灵敏，装置功能单一，不能实现数据传送，油气水管道回路的测量常规表计工作不稳定，对应的接点信号状态不能及时反馈。

为提高电站监控和运行管理的自动化水平，确保电站安全可靠的运行：改善运行人员的工作条件，实现电站少人值班并逐渐过渡到“无人值班，少人值守”；提高电站的经济效益，特对该电站进行改造。

5.1 改造前的主要情况

- 4 台机组调速采用手动控制和调节，采用微机油乐调速，处于半自动化模式；励磁

采用常规多圈旋转电阻式手动励磁调节系统，通过手动旋转多圈电阻实现调节无功；

- 采用自动准同期和手动同期两种同期方式，其中自动同期为手动调节，由自

动准同

期装置捕捉同期点合闸，同期点为发电机出口断路器；

· 保护配置：机组配过流、欠压保护，均为常规保护。采用常规机械表头测量机端频

率、三相电流、电压、有功、无功、功率因数，人工抄表。

· 机组控制采用单部手动开机，每部操作需有人工现地完成油、气、水回路的手动阀

门开关，无自动化测量元件，均在需监测的位置安装了机械常规测量表头，依据值

班人员的巡检对回路进行监测。

5.2 改造后的主要情况

5.2.1 励磁系统

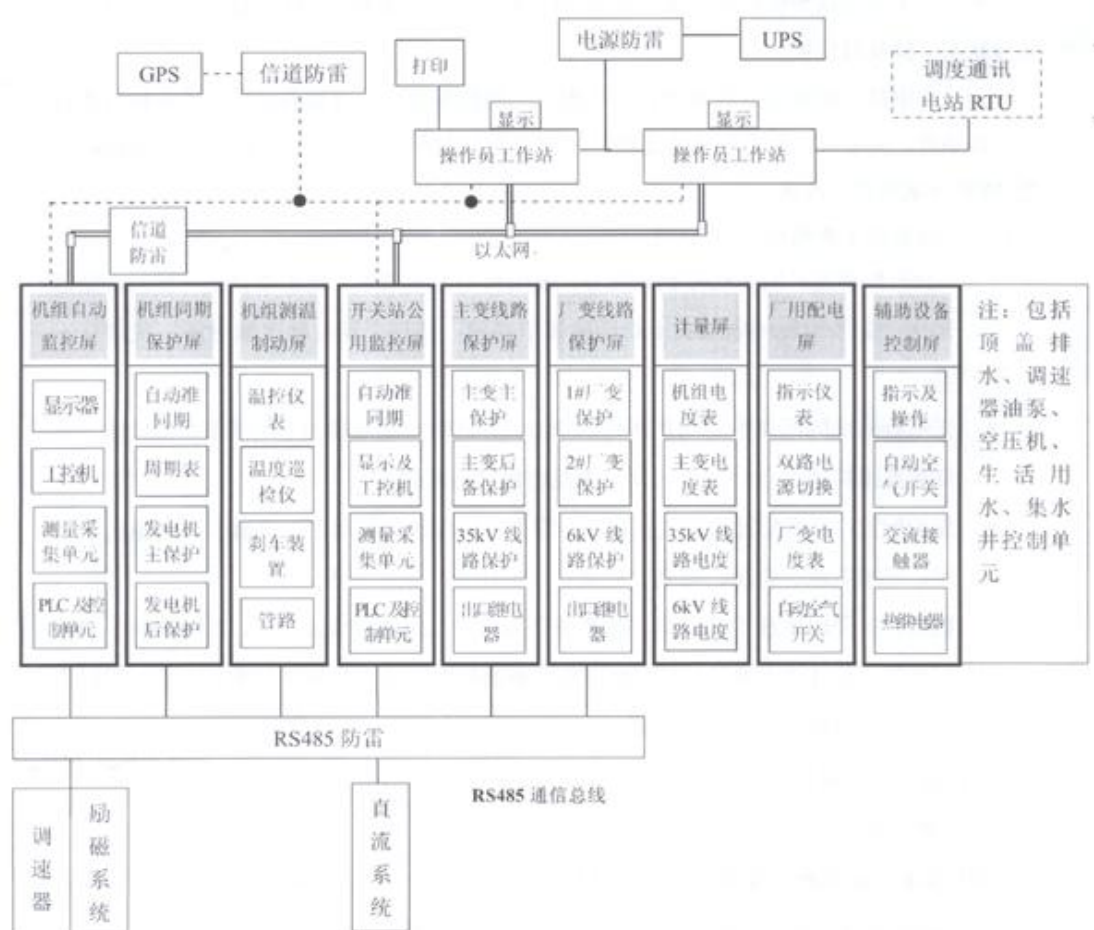
采用微机励磁系统，实现了具有自动控制方式，最小、最大励磁限制及自励和它励运行方式，可就地调节和远方调节功能，具备自动起励、灭磁条件。

5.2.2 计算机监控保护系统

在改造前，所有的测量数据和控制都需人工抄表或手动控制完成，增设计算机监控系统后，系统采用全开放分层分布式网络系统结构。在测量、监视、控制、

调节、保护等功能上达到了自动化要求，包括与其他系统的通信功能：调速器系统、励磁系统等。系统具有高可靠性、实时性、开放性和可扩充性等技术性能，满足经济实用的要求，达到少人职守要求，具备减少了运行维护人员的条件，在改造前，电站需几十人进行运行和维护，在投运监控系统后，人员大大减少了，每个班组只需要 2-3 人即可完成四台机组的运行维护，达到了减员增效，提高了电站管理水平的要求。

电站的综合自动化系统均分为二层：主控制级和现地控制级。两层之间采用以太网高可靠通信网络系统。系统结构图如下：



5.2.3 配电控制系统

更换了原系统，为保证厂用电的可靠性，采用了双路电源切换装置，增设了相应的控制回路和屏体，提高了厂用电的可靠性。

5.2.4 辅机控制系统

原系统在顶盖排水、调速器油泵、空压机、生活用水、集水井的控制环节上，设备老化，运行很不可靠，因此对上述系统进行了全面改造，重新设计和制造了相应的辅机控制屏柜，完成对上述设备的自动化控制功能，保证在机组自动化控制过程中实现全自动的开停机功能。

5.2.5 防雷系统

由于地处山区，属多雷区，在电站改造之前经常出现设备因雷击而导致抢修现象。因此设计了防雷系统，主要从以下几个环节进行可防雷布置：电源一级防雷、电源二级防雷、通信线路防雷、控制线路防雷、4-20mA 信号防雷器；

鱼市水电站经过近半年的自动化改造，计算机监控系统采用全开放分层分布式模式，通过对电站各设备信息数据采集、处理，实现了自动监测、控制、保护，保证了电站设备充分利用水能安全稳定运行，减少了运行与维护成本，改善了运行条件。并在系统抗雷击和电磁干扰方面得到了加强，防雷系统的成功投运解决了电站以前遇到雷电部分设备遭损坏现象，提高了系统安全性。改造后的电站改

变了原来的常规手动控制、人工抄表模式，实现了电站自动化，提高了系统安全性、稳定性，在改造后期的运行过程中电减少了运行和维护人员，提高了电站经济效益。

6、中国农村水电站自动化的发展趋势和建议

水电厂(站)自动化技术经过二十多年的发展，在中大户型电站已完全达到了实用化程度，其自动化技术已全部采用基于计算机的监控系统。而我国农村水电自动化在积累十多年经验的基础上，尤其在《农村水电技术现代化指导意见》下发之后，也有了长足的进展，但仍然有许多工作期待加强和改进；

6.1 结合农村水电站的特点，推出适合了农村水电的自动化设备。编写行业技术规程，规范制造厂家设备生产，由于目前生产厂家众多，生产的产品五花八门，从用户的角度没有一个比较客观的选择标准，导致一系列不良后果：设计部门尽量选用高档设备，用户拼命压价，制造厂家想方设法降低配置，降低服务质量，最终各方都不满意。因此，今后水电站自动化设备的标准化，实用化是一个发展方向。

6.2 加强行业管理，规范市场；参考电力部门的做法从技术的角度制定市场准入制度，结合农村水电站自动的规程规范制定比较严格的入围条件，确保用户能选购性能价格比较高的自动化的设备，享受到较好的服务。

6.3 加大宣传力度，结合社会主义市场经济的特点，从增加农村水电企业竞争力的角度加以宣传；

6.4 加强农村水电企业领导和技术人员的培训，是企业领导充分意识到采用

先进技术的必要性和迫切性，使技术人员充分掌握适用农村水电的现代化技术。电力过剩苗头已经显现，2005 年初，中国电力企业联合会电力专家曾对今年电力供应情况作出过预测。指出，今年秋季以后，我国电力供应全面紧张的形势将在很大程度上逐步得到缓解，电力发展不会有大的起落，保障充足可靠。如果按照预测，电力过剩就具备了产生的条件。截至 2004 年底，我国总装机容量已经达到 4.4 亿千瓦。而据发改委方面统计的数据，截至目前，在建发电项目有 2.8 亿千瓦。随着这些项目的投入运行，在未来 2~3 年，我国的发电总装机容量将会相当庞大。现在美国的总装机容量为 8.6 亿千瓦，但美国的国民经济总量却是我们的好多倍。根据数据显示，未来几年，我国 GDP 增速将逐步放缓，增长幅度一年比一年低，届时肯定会出现电站建设大于社会经济发展需求的现象，电力过剩在所难免。所以为了提高水力发电企业的竞争力，水电站应该尽快采用基于计算机监控的自动化技术，实现无人值班，降低成本，提高经济效益。

6.5 对水电企业进行改革，组建水电集团，实行专业分工，运行的只管运行，检修的只管检修，以提高人员的工作效率，进而降低生产成本。

6.6 目前电站数据传送除上位机及机组自动屏之间的信号传输采用光纤之外，数据采集，继电保护输入等级为模拟输入的监控系统，许多信号的传输亦为模拟信号，这样从本质上说计算机监控系统仍然会不时受到电磁干扰，影响电厂的安全运行，这在国内许多大中型电厂所证实。随着光纤互感器的发展和产品的推出，国际 IEC61850 协议的实施，从技术层面将导致今数字化的水电厂的监控系统问世，监控保护系统之间的信号传输，数据的采集均基于光纤，这将从根本上解决电站抗干扰问题，同时带来成本的降低，各种智能设备接口之间的标准化，也便于电厂自动化设备的继承。在我国第一座全数字化变电站已于今年初在山西

投运。

根据《农村水电技术现代化指导意见》的精神，以及对计算机监控系统建设的基本原则和总体目标，我们在实践中将《农村水电技术现代化指导意见》中的任务和要求作为工作的标准之一，在新建电站和改造站中贯穿此种思想，对于 5MW 及以上的水电厂，采用全开放、分层分布式计算机监控系统，实现了与调速器、励磁、油气水系统、闸门等设备的 I/O 接口监控和通信功能，采用了微机自动准同期、微机继电保护、数字式电能表、数据采集等智能型微机产品，增强了系统的自动化功能，替代原有的常规产品，实现了上述设备与监控系统的数据传送和通信，为能体现硬件的强大功能，软件也尤为重要，结合我们多年的农村水电监控系统的建设和改造经验，以及“指导意见”对软件的要求，专门开发了 HG2002 系列电力监控系统组态软件，具备操作简单、运行稳定、维护方便、灵活开放的数据库结构等特点，上述电站自动化改造只是我们公司完成的几百座电站中的三个改造电站，并从中总结出对农村水电站自动化有参考作用的经验供分享，以便更好地为农村水电事业持续快速健康发展提供全方位的服务。