

三峡双线五级船闸

——人类历史上的又一个奇迹

长江横贯我国东、中、西部，是世界第三大河流，其干流有 3000 多公里可以通航，占全国内河通航里程的 70%，货运量占全国河运量的 80%，向有“黄金水道”之誉。三峡工程全称为长江三峡水利枢纽工程，工程分三期，总工期 17 年。一期工程 5 年（1993—1997 年），除准备工程外，主要进行一期围堰填筑，导流明渠开挖等；二期工程 6 年（1997—2003 年），主要任务是修筑二期围堰，左岸大坝的电站设施建设及机组安装等；三期工程 6 年（2003—2009 年），进行右岸大坝和电站的施工，并继续完成全部机组安装。届时，三峡水库将是一座长达 600 公里，最宽处达 2000 米，面积达 10000 平方公里，水面平静的峡谷型水库。

三峡工程是中国，也是世界上最大的水利枢纽工程，是治理和开发长江的关键性骨干工程，是座具有防洪、发电、航运、养殖、旅游、保护生态、净化环境、开发性移民、南水北调、供水灌溉等巨大综合效益的宏伟工程。枢纽主要建筑物由大坝、水电站、通航建筑物三大部分组成，三峡工程完成后，每年约有 4 台机组投产。三峡每台机组年平均发电 32 亿度，一台机组就可以满足一座百万人口城市全部供电需求。未来 6 年，共有 24 台机组投产运行发电。其中通航建筑物包括永久船闸和升船机，船闸系统是三峡项目中难度最大的系统。



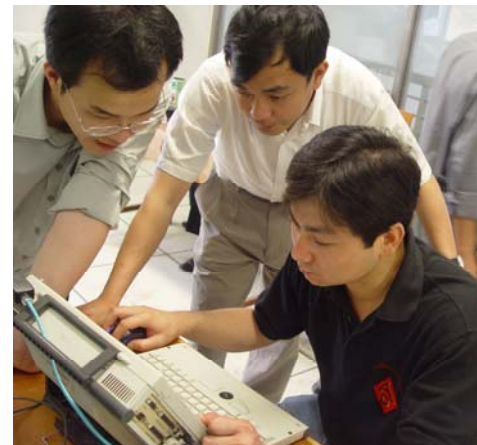
西门子公司为三峡永久船闸系统提供安全、可靠和先进的自动化技术，确保了船闸于 2003 年 6 月顺利通航。

建设三峡工程双线五级连续梯级船闸有一系列的重大技术难题，诸如泥沙淤积碍航问题、高水头船闸水力学、高陡边坡稳定问题、超大型人字闸门和高水头输水阀门及其启闭机械的制造及安装问题、极为复杂的运行工艺与极高的安全可靠运行要求等等，尤其是人字门的安全可靠控制系统及无扰动故障切换问题。

基于上述众多难题和高控制要求，三峡双线五级连续船闸，在每线船闸两侧各布置 1 条输水廊道，各闸首阀门竖井内设置反向弧形工作阀门；在每线船闸的每个闸首两侧各设 1 个液压启闭机房，每个液压启闭机房设 1 个液压站，用于相应的人字形闸门和输水廊道工作阀门的启闭操作。每线船闸各 6 个闸首，每个闸首两侧各设一个套现地电气控制站（简称现地站），共 12 套现地站。两线共设 24 套现地站，主要功能是控制操作本闸首的液压泵站、人字形闸门、输水工作阀门、防撞装置和通航信号指挥等设备。

船闸控制系统是一个非常复杂的控制系统，在系统的安全性，稳定性和可靠性方面有特别高的要求，任何故障都会导致整个航运系统的中断。尤其是现地控制站，因为现地控制系统在永久船闸系统中的重要地位主要体现在：

- 1、在通讯网络中断的情况下，船闸的运行必须靠现地来操作完成；
- 2、在现地与集控的控制权上，现地具有控制优先权，这就保证了在紧急情况下现地处理故障的强制性；
- 3、从现地系统自身而言，其工作性能的好坏，将直接影响到船闸整个控制系统能否安全、可靠运行，所以在整个永久船闸控制系统

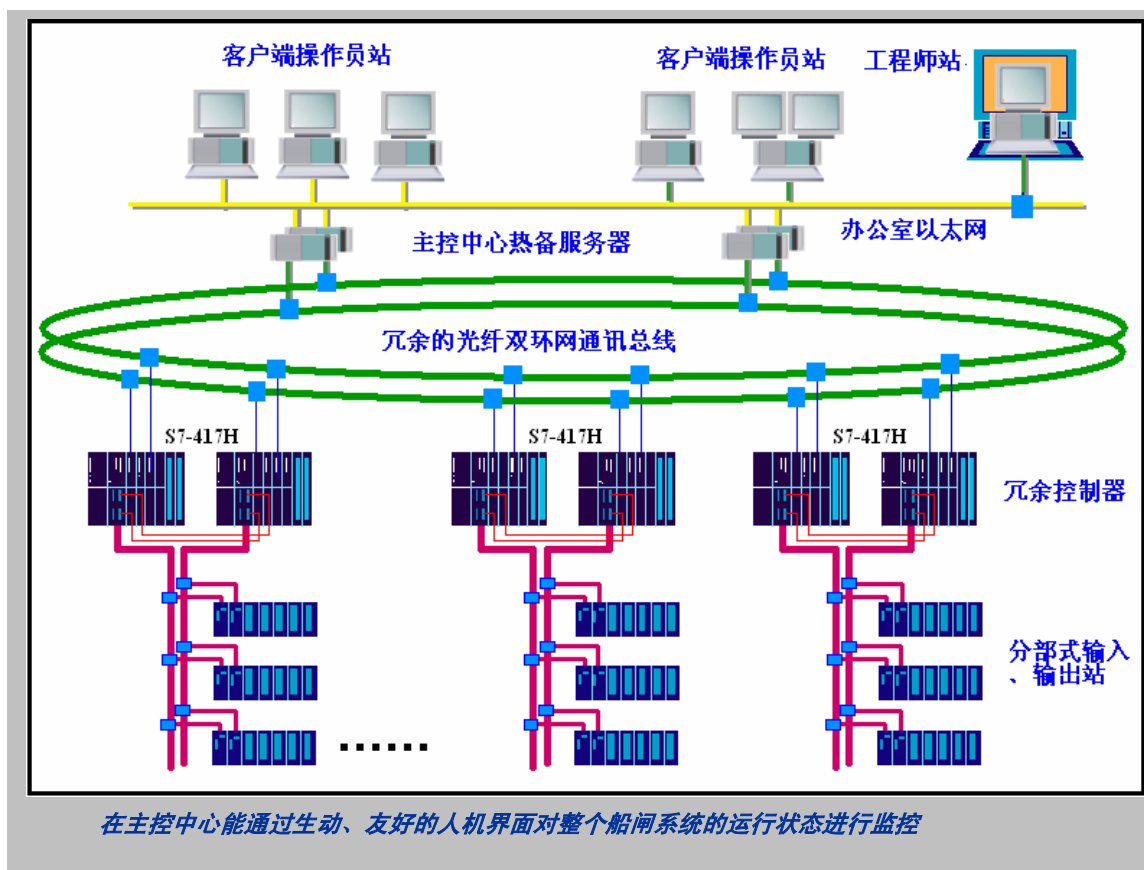


中它的地位意义是决定性的。同时，通过永船无水和有水调试运行，PLC 的实用性在三峡永船中也得到了很好的验证。

针对这些特点，西门子全集成自动化解决方案极好地满足了此控制系统的要求，西门子 PLC 作为三峡永船闸现地系统的控制核心，它的最大的特点是：结构简单，编程方便，控制器冗余，网络冗余，I/O 冗余，可靠性高等。具体体现在如下几个方面：

1、现地控制系统采用西门子公司高级冗余控制器 S7-417H 26 个，两个互为热备的 13 对 417H CPU 可分别安装在闸首两岸现地控制室及主控中心，现地控制站两制器之间通过 150m 长的光纤电缆连接，既实现了两个 CPU 之间的数据和信息的快速同步，同时光缆能提供很高的抗干扰能力。一旦主站 CPU 发生故障，系统将自动在 0.1 秒内无扰动地切换到从站 CPU，由从 CPU 继续负责整个系统的控制，以确保系统在出现任何故障的情况下都不影响船闸的启闭过程和正常通航。系统网络结构图如下图所示：

2、现地控制站之间以及现地控制站与主控中心之间的通讯采用西门子 100M 光纤双环网来实现网络的全冗余功能。通过在现地控制站 S7-417H 的中央机架上分别安装两块工业以太网卡 CP443-1 和在主控中心的监控服务器上也分别安装两块工业以太网卡 CP1613，实现了整个控制系统的高可靠性的冗余光纤双环网。以确保现地控制站之间及现地控制站与主控中心之间的通讯畅通，实现各站之间的连锁互动，协调管理不住和船闸的安全通航。



高可靠性的冗余光纤双环网。以确保现地控制站之间及现地控制站与主控中心之间的通讯畅通，实现各站之间的连锁互动，协调管理不住和船闸的安全通航。

3、现地控制器与现场 I/O 之间以现场总线-Profibus 来实现冗余的通讯连接，现场控制器与现场 I/O 站 ET200M 之间通过 ET200M 机架上的双 IM153 模块实现双通道切换，除网络冗余外，现场 I/O 点的采集和控制也是冗余的，一旦某个 I/O 点出现故障，系统 CPU 也会自动切换到热备的 I/O 点上读写数据，以保证相关 I/O 点和网卡及整个网络的全冗余自动切换，进而保证对闸门的安全、稳定控制。

4、高精度高速定位功能是确保船闸安全运行，准确定位的关键，西门子公司的特殊功能模块 SM338 在此项目中的完美应用体现了西门子自动化产品的博大精深。SM338 模块在此项目中用于快速精确定位，以确保闸门能安全到位，既不会因运行距离过长而出现两扇门相顶撞事

故，也不会因不到位而使闸门关闭不严的事故。

5、WinCC 以其良好的稳定性, 有好的用户界面, 开放的数据库和网络协议成为船闸控制系统的上位监控软件, 实现了对船闸真正的远程快速监控。

13套西门子S7-417H冗余控制系统分别对双线5级船闸的12个闸首进行安全可靠控制



三峡永久船闸系统主控中心

三峡大坝蓄水发电后, 显著改善了宜昌至重庆 660 公里的长江航运航道, 航道, 单向年通船能力由原来的约 1000 万吨提高到 5000 万吨, 运输成本也降低了 35-37%。永久船闸连通万里长江、打通华夏大陆水上出海通道, 使长江客货运能力提高了 5 倍, 万吨级船队可由上海经永久船闸直抵重庆, 客轮的运输能力相当于 20 条北京至广州的铁路干线。永久船闸也将成为世界上经典的水上通航建筑物。

从三峡工程建设一开始, 西门子公司就致力为世界上这一巨大的水利水电项目作贡献。至今, 西门子公司已参与三峡工程中一些重要的子项目: 如左岸发电站 6 台发电机和水轮机组励磁调速装置和 50 万伏主变压器, 其中自动化与驱动部与国内系统集成商和设备制造商合作, 参与了临时船闸, “永久船闸、大坝和电站厂房二期工程”中的液压启闭机现地控制站和部分门桥机以及左岸电站厂房、泄洪坝段和永久船闸低压配电系统等项目在三峡双线永久船闸的建设过程中, 西门子公司提供了先进、安全、可靠的技术和设备, 特别是永久船闸系统自 2003 年 6 月运行以来, 一直运行正常, 从未发生过任何系统控制上的问题, 保证了每天来往船只的正常通过, 充分体现了西门子高级控制系统的高质量、高可靠性和高稳定性, 为西门子可编程控制器今后在相关水利工程的应用中奠定了坚实的基础。同时, 西门子公司将继续为这一世界瞩目的工程提供全面的技术支持, 使工程在安全可靠无故障运行的基础上早日达到预期的社会效益。