

水利水电工程施工技术全书

第六册 水电站电气设备安装

主编单位 葛洲坝集团 水电八局 武警水电二总队

主编人 姚卫星 周光荣 徐礼达

12.8 计算机监控流程的检验及系统调试

第四篇 计算机监控系统调试

计算机监控系统的功能、组成

计算机监控技术是一门综合性的技术。它是计算机技术（包括软件技术、接口技术、通信技术、网络技术、显示技术）、自动控制技术、自动检测和传感技术的综合应用。除此之外，计算机监控系统的开发者还必须熟悉被监控对象的有关知识。

所谓计算机监控，就是利用传感装置将被监控对象中的物理参量（如温度、压力、流量、液位、速度）转换为电量（如电压、电流），再将这些代表实际物理参量的电量送入输入装置中转换为计算机可识别的数字量，并且在计算机的显示装置中以数字、图形或曲线的方式显示出来，从而使得操作人员能够直观而迅速地了解被监控对象的变化过程。除此之外，计算机还可以将采集到的数据存储起来，随时进行分析、统计和显示并制作各种报表。如果还需要对被监控的对象进行控制，则由计算机中的应用软件根据采集到的物理参量的大小和变化情况以及按照工艺所要求该物理量的设定值进行判断；然后在输出装置中输出相应的电信号，并且推动执行装置（如调节阀、电动机）动作从而完成相应的控制任务。

第一节 计算机监控系统的功能

一、数据采集与处理

这部分功能包括对实时数据的采集、进行必要的变换和预处理，并以一定的格式存入数据库。通常按照被测值性质的不同把它们分为模拟量、开关量、脉冲量、数据相关量、计算量等，其采集及处理方法各有特点。

1、模拟量输入

这里模拟量是指电气模拟量、非电气模拟量和温度量等实测量，电气模拟量（简称为电气量）系指电压、电流、功率等实测值。非电气模拟量（简称为非电量）主要指转速、位移、压力、流量、水位、油位以及摆度、振动等。温度量也属于非电量的一种，其采集的对象是

测温电阻，虽然其变化速度一般较缓慢，但仍然是很主要的被测量，因此将其单列出来，称之为温度量。这些模拟量的处理主要包括断线检测、信号抗干扰、数字滤波、误差补偿、数据有效性合理性判断、标度变换、梯度计算、越复限判断及越限报警等，最后经格式化处理形成实时数据并存入实时数据库。

2、开关量输入

开关量包括中断型开关量和非中断型开关量两种。中断型开关量输入信号常指事故信号、断路器分合及重要继电保护的動作信号等。计算机监控系统以中断方式迅速响应这些信号，并自动进入中断处理程序来进行处理并报警。

非中断型开关量输入信号是指除中断型开关信号以外的那些开关量输入信号，包括各类故障信号、断路器及隔离开关的位置信号、机组设备运行状态信号、手自动方式选择信号等。这些信号采集通常采用扫查的方式。这类开关量信号处理的主要内容包括光电隔离接点防抖动处理、硬件及软件滤波、数据有效性合理性判断等，最后格式化处理后存入数据库。

3、脉冲量和数码量

脉冲量主要是指有功及无功电能量，由于它是采用脉冲量累加的方式进行测量，因此称之为脉冲量。脉冲量的输入为无源接点或有源电脉冲，采用即时采集即时累加的方式。对脉冲量采集处理包括接点防抖动处理、脉冲累计值的保持和清零、数据有效性判断、检错纠错等，经格式化处理后存入实时数据库。

4、交流量

交流量是指直接引入 TV、TA 的信号，通过采集电压、电流值及电压、电流之间的相位，经过计算求出所需要的各种电气量，如电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率及电能等，并通过通信接口实现其数据传送。交流量的特征是省去了常规的变送器，简化了系统设计，减少了现场接线，降低了系统成本，并提高了测量精度，已获得了越来越广泛的应用。

5、相关量

相关量是用来进行数据合理性、合法性检验的工具，一般是通过计算而产生，它可以是开关量输入信号（包括中断型和非中断型）的“非”信号，并与原始信号始终保持这种关系，如果这种相反的“非”关系一旦被破坏，则说明数据有错。

6、计算量

计算量是指非实测量，这些量是根据工程的需要而通过计算产生的，因此称之为计算量，如各种累加值，全厂总功率，每班、每日累计发电量，发电机、输电线的日、月、年、输电量累加值，主变压器和厂用电量累加以及效率计算，特征值计算。

7、开关量输出

开关量输出主要用来进行控制调节，通常是用接点的方式进行控制，用脉宽的方式进行调节。计算机在输出这些信号前进行效验，同时在输出继电器采取防误措施，使控制调节命令能正确执行。

8、模拟量输出

模拟量输出主要用于模拟量表计。

9、人工设定定值

由于初期，无法采集到的测量值，或某些必须由人工进行设定、并作分析处理的信号量，计算机监控系统允许对其进行人工设定，并可以区分或根据需要给出相应标志。

二、运行安全监视

电站运行安全方面的监视涉及正常工况、异常工况、紧急状况的监视，监视的内容包括越、复限，故障及事故，异常趋势等。计算机监控系统为运行人员对全场各主、辅助设备的运行状态进行实时监视提供手段和工具。

1、越、复限监视

越、复限监视主要是对异常情况进行监视，如过压、过流、温度异常升高等。监视的参数通常包括电气模拟量、非电气模拟量、温度量等。对这些参数设置允许运行的范围，如高限（H）、高高限（HH）、低限（L）、低低限（LL）等，一般情况下当 H 或 L 型越限时，发报警信号，而当出现 HH 或 LL 型越限时，则动作跳开关或停机。在出现参数越、复限后要进行的处理包括越限报警，越、复限的自动显示、记录和打印，对于重要参数及数据还将进行越限后至复限前的数据储存及召唤显示，启动相关量分析功能进行故障原因提示。

2、事故顺序判别

当断路器异常跳闸、重合闸动作等情况出现时，监控系统将立即以中断方式响应并及时记录事故名称和发生时间，记录相关设备的动作情况，自动推出相关画面必要时进行打印；并进行事故原因分析和提示处理方法。计算机监控系统能将发生的事故及相应设备的动作情况按其发生的先后顺序记录下来，记录的分辨率根据电厂要求一般为 1~5ms。

3、故障状态显示

计算机监控系统定时扫查各故障状态信号，一旦发生状变将随之记录故障名称及其发生时间，随之在 CRT上即时显示并发生音响报警。计算机监控系统对故障状变信号的查询周期一般不超过 2s。

4、趋势分析

对发电机定子温度、轴承温度、主变压器油温等进行趋势记录和分析，正常情况下，这些量变化的速率应在一个给定的范围内。当趋势变化速率超过限值时发生报警信号。这些实际上是一种预警信号，以便及时采取措施预防烧瓦等事故的发生。

三、设备操作监视

1、开、停机过程监视

一旦发生开、停机指令后，计算机监控系统自动显示相应的机组开、停机画面。一般开、停机画面显示的内容有：机组接线图、开、停机顺控流程、机组主要参数、异常事件列表等。开、停机过程的流程框图实时显示开、停机过程的流程框图实时显示开、停机过程中的每一步骤的执行情况，提示在开、停机过程受阻时的受阻部位及其原因，进行分步执行或闭环控制等。

2、设备操作监视

当要进行倒闸操作时，计算机监控系统将根据全厂当前的运行状态及隔离开关闭锁条件，判断该设备在当前是否允许操作，并自动执行该项操作。

3、厂用电操作监视

当要进行厂用电系统操作时，监控系统根据当前厂用电的运行状态及设定的厂用电运行方式，以及倒闸操作限制条件等，判断某个厂用电断路器或隔离开关在当前是否允许操作，并自动进行，或给出相应的提示由人工操作。

4、辅助设备控制及操作统计

电站的辅助设备一般采用两种方式控制：“直接控制”或“干预控制”。“直接控制”是电站的辅助设备直接由计算机监控系统进行控制，主要适用于大型设备或重要设备。而一般情况下则是采用“干预控制”的方式，即在正常情况下，有辅助设备的控制系统自成闭环进行控制，计算机监控系统不加干预，仅在特殊情况下，才由计算机监控系统或人为进行干预，并由计算机监控系统进行操作统计。

四、控制权限

1、远方当地方式设定

设备的操作权一般分为远方、中控室及现地三级。远方操作命令来自上级网调、省调或梯调，根据电厂的实际情况而定，中控室操作属于电厂一级的控制，而现地控制是在机旁完

成。控制权可以切换，一般在中控室设置。但现地控制具有优先权，以便于设备的检修和调试，当处于远方控制时，一旦发生事故或由于其他原因需人为干预时，控制权自动地切换到电厂端，以便事故的及时处理。

2、控制权设定

控制权的设定包括两方面的内容，其一是操作员控制台允许操作的设定，通常计算机监控系统设置 2 到 3 台控制台，但某一段时间对于某台设备只允许一个控制台操作，以免操作出错或冲突。

其二是操作员权限的设定，即根据系统管理员、维护人员、运行人员的责任，对监控系统的掌握及熟练程度给与一定的权限，确保计算机监控系统的安全。

五、AGC

AGC是在电力系统 AGC运用之后，随着电站计算机监控系统的出现而产生的一项新的控制方式，它全面实现了电站发电的自动控制，完全取代了原来曾经使用过的有功功率成组控制，按流量（或水位）调节装置等设备，并且在功能和性能上有明显的提高，它与电力系统 AGC有密切关系，并在给定的方式和参数下自主运行。

六、AVC

AVC及自动电压控制，其实现的主要功能是按照调度要求，随时维持母线电压在一给定的范围之内，通常这是调整发电机励磁，并调节机组的无功功率来实现的，同时 AVC也实现机组之间的无功功率分配，AVC的应用在电网电压的枢纽控制点特别重要，其实现也可采用开环指导和闭环控制两种方式。

七、运行日志及报表

1、运行日志

电站的运行日志是用来记录每台机组当日的运行参数的，如发电机出口电压、定子电流、有功功率、无功功率、发电量、耗水量及效率等，此外还有线路的相关参数等。当前运行日志通常存在于计算机硬盘或光盘中，不需要每天打印，只在需要查阅时在屏幕上调用或打印。

2、操作记录

对于电站中主辅设备的操作和自动操作进行记录，包括开停机操作记录，断路器和隔离开关的分、合记录，油水气系统电动机或泵的启停记录，各种闸门的启、闭记录的等。

3、其他记录

除操作记录外还有事故记录、故障记录、报警记录、保护动作记录、自诊断记录等，并由此总汇而成事件一览表，以便对此分析。

4、设定值或参数修改记录

对于电站中的各种参数，除主辅设备的参数外，还包括监控的参数、保护设定的参数等，如有修改变更，都记录下修改时间和内容，并存入数据库以备随时查询。

八、事件统计

从运行情况评价及“无人值班”验收的要求来看，电站各种事件的统计记录是非常重要的一个评价依据，如开停机成功率的统计，无事故安全运行天数的统计，一年中发电或检修天数的统计等。

1、开停机成功率的统计

电站在统计成功率时，将由主辅设备原因而造成开机不成功的事件排除，因而开机成功率实际变为监控系统的开机成功率，但这并未反映电站实际开机水平。

2、事故或故障统计

事故或故障统计也是评价电站运行水平的一个重要依据，记录统计的内容包括事故或故障的对象和性质、事故发生的时间、恢复的时间、一年（或月）中发生事故的次数等。

3、参数越复限统计

参数越复限统计的内容主要包括参数的名称、越限的时刻和数值、复限的时刻及越限持续的时间长短以及在一段时间内越限出现的次数等。

4、设备投退统计

这里包括设备与功能的投退统计，如发电机的投、退时刻及运行或退出的累计时间统计，AGC的投、退时刻及运行或退出的累计时间统计等，由此可计算设备的投入率及累计运行时间。

九、数据通信

计算机监控系统内部各设备之间都存在数据通信的问题，其通信的方式和速率与监控系统的结构模式有关，合理选择通信方式是监控系统选型或设计的重要内容之一。外部通信主要对象是上级调度所，常是网调、省调或梯调。主要功能是上送各种数据和下达调度的命令，而取代以往的电话联系或远动装置。此外还有与电站其他设备，如调速、励磁以及振动、摆度测量装置的通信等。

十、人机界面

人机界面通常用 CRT显示器或 LED显示器来实现，主要用于人机会话，操作员、程序员发令，CRT屏幕对各种命令进行应答。实现“无人值班、少人值守”。

十一、多媒体功能

多媒体技术在电站监控系统中的应用是多媒体应用技术的一个突破，它在应用方式、应用风格、涉及的技术上均有突破，且与多媒体在出版、音像等领域的应用有很大的差别，

可以说开辟了个崭新的应用领域，将多媒体技术与工业电视结合，实现视频监视；将多媒体技术与报警结合，实现语音报警及远方电话查询；将多媒体技术与动画技术结合，实现屏幕显示的动画功能；将多媒体技术与常规的人机界面结合，实现屏幕显示的实景化等主要的应用功能。

十二、自诊断与远方诊断

监控系统诊断功能主要包括自诊断和远方诊断两部分。自诊断是用来对各子系统运行状态进行监视，实现主辅或主备切换，以及对损坏的部件进行定位，使维修人员容易查找和迅速处理故障，并恢复正常运行。

远方诊断是诊断技术的发展，它可以在百里之外的地方进行诊断。

第二节 计算机监控系统的组成

计算机监控系统的组成可以有多种划分方法。最简单地可以分为硬件和软件两个部分：一般地，一个计算机监控系统可以由以下几个部分组成：计算机（含可视化的人机界面）、输入输出装置（模块）、检测、变送机构、执行机构。图 1 给出了一个计算机监控系统的组成原理简图。

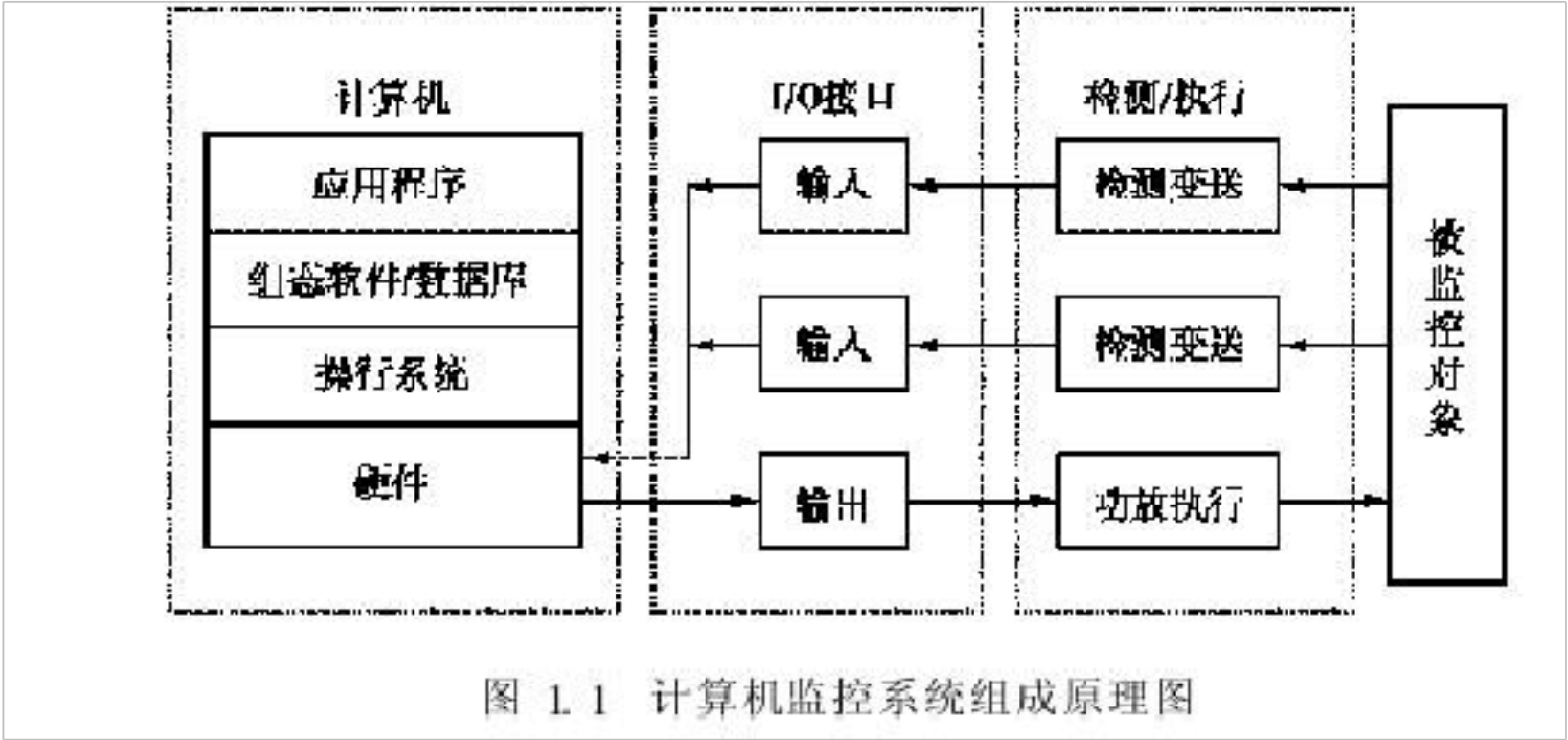
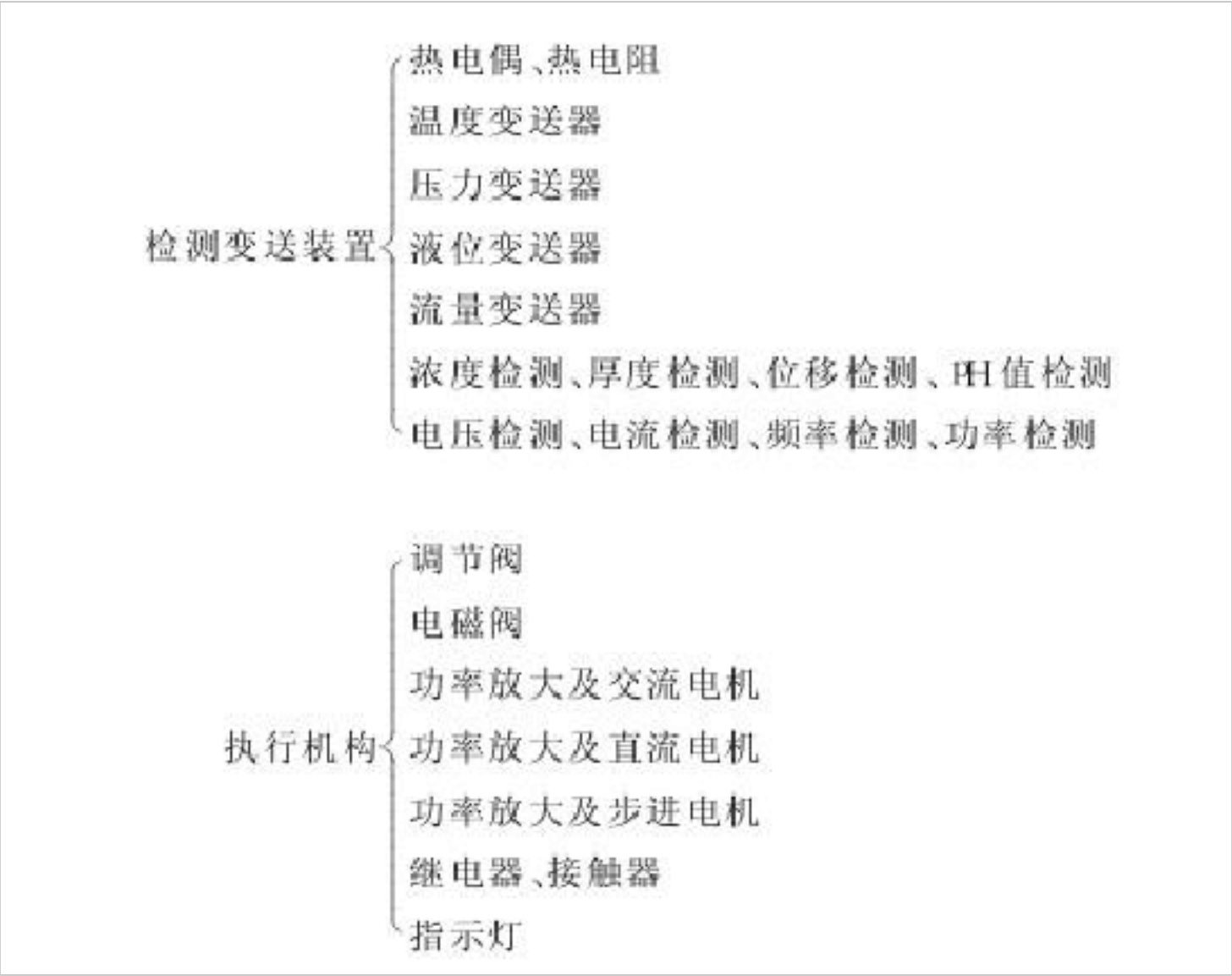
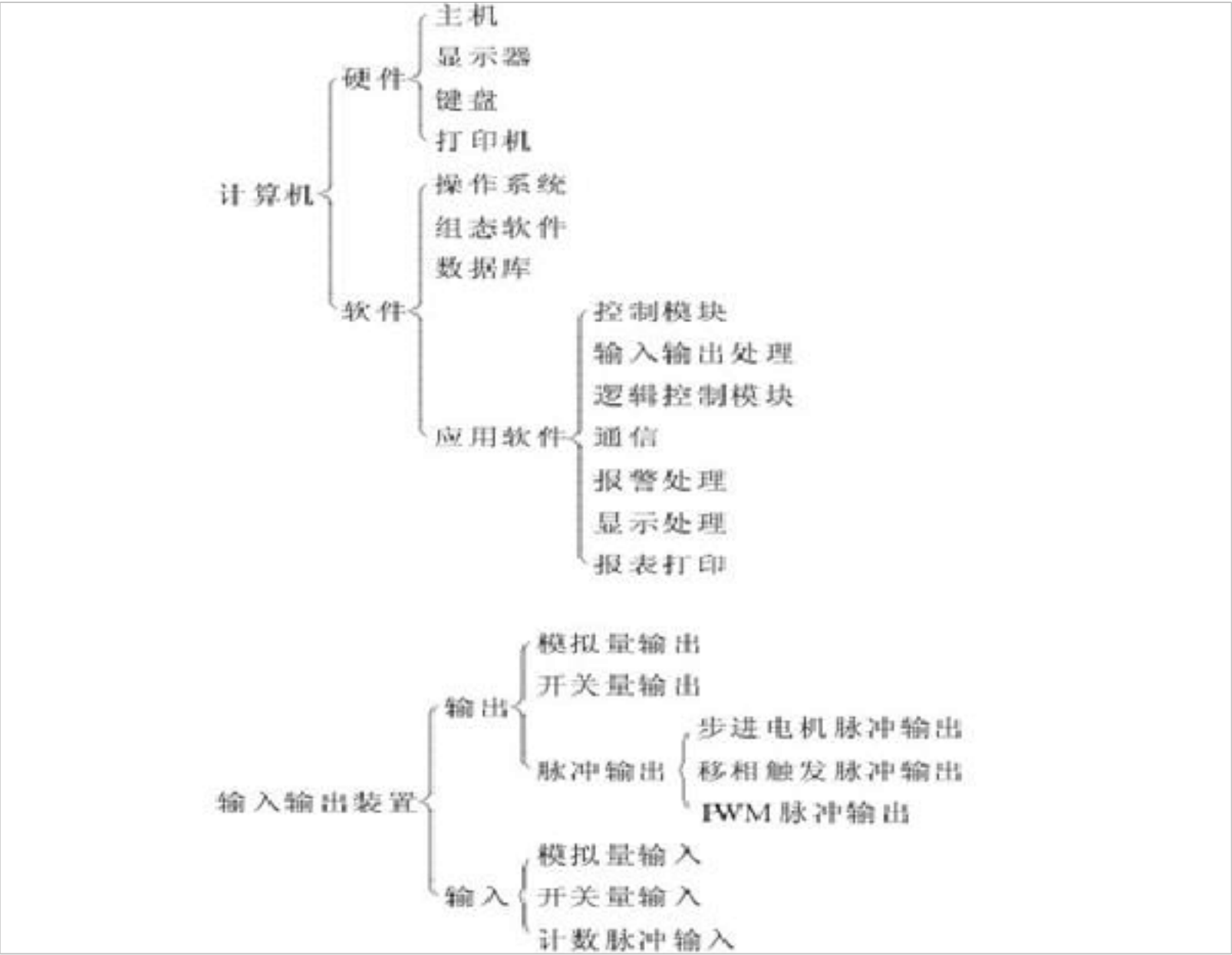


图 1.1 计算机监控系统组成原理图

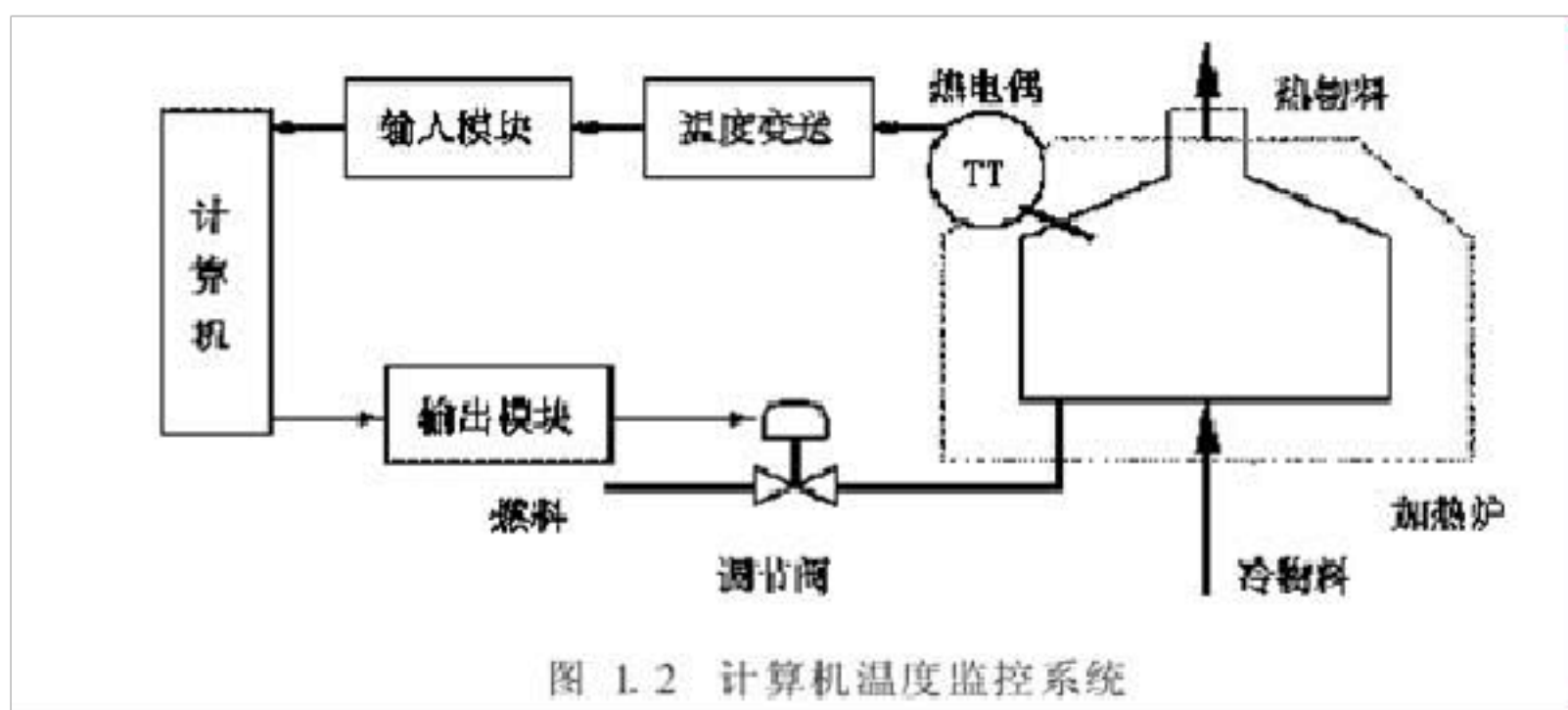
大家在这里可能已经注意到，在计算机部分特别强调了可视化的人机界面，这也是计算机监控系统区别于一般计算机控制系统之所在。在计算机控制技术应用早期，并非没有人机界面，但计算机的主要作用是实现控制算法。由于技术和其他因素所限，那时候的人机界面只不过是几个按键、指示灯和数码管。随着计算机显示技术和软件技术的发展，特别是个人计算机的广泛应用，人机界面变得越来越丰富，其作用显得越来越重要。

下面从软件和硬件的角度来介绍计算机监控系统的组成。硬件主要由计算机、输入输出装置、检测变送装置和执行机构 4 大部分组成。更进一步的划分如下所示：



软件主要分为系统软件、开发软件和应用软件 3 大部分。系统软件一般为一个操作系统，对于比较简单的计算机监控系统，则为一个监控程序。开发软件包括高级语言、组态软件和数据库等。应用软件往往可以有输入输出处理模块、控制算法模块、逻辑控制模块、通信模块、报警处理模块、数据处理模块或数据库、显示模块、打印模块等。

下面以一个计算机温度监控系统来简要地说明计算机监控系统的组成原理和工作原理图：图 1.2 为系统组成示意图。



根据工艺要求，该系统要求加热炉的炉温控制在给定的范围内或者按照一定的时间曲线变化。由于存在着各种干扰，使用计算机进行控制，并在显示器上用数字或图形实时地显示温度值。假设加热炉使用的燃料为重油，并使用调节阀（调节阀为一种能在一定的范围内连续地调节燃料流量的装置）作为执行机构。使用热电偶来测量加热炉炉内的温度。热电偶实际上是一种热敏电阻，其电阻值的大小与其感受的温度成比例。把热电偶的检测信号（电势信号送入温度变送器将其转换为电流信号（4 — 20mA）再将该电流信号送入输入装置。输入装置可以是一个模块也可以是一块板卡，它将检测得到的信号转换为计算机可以识别的数字信号。计算机中的软件根据该数字信号按照一定的控制算法（例如 PID 算法）进行计算。计算出来的结果通过输出模块转换为可以推动调节阀动作的电流信号（4 — 20 mA）。通过改变调节阀的阀门开度即可以改变燃料流量的大小，从而达到控制加热炉炉温的目的。

与此同时，计算机中的软件还可以将与炉温相对应的数字信号以数值或图形的形式在计算机的显示器屏幕上显示出来。操作人员可以利用计算机的键盘和鼠标输入炉温的设定值，由此实现计算机监控的目的。

第三节 计算机监控系统的分类

一、计算机监控系统的分类

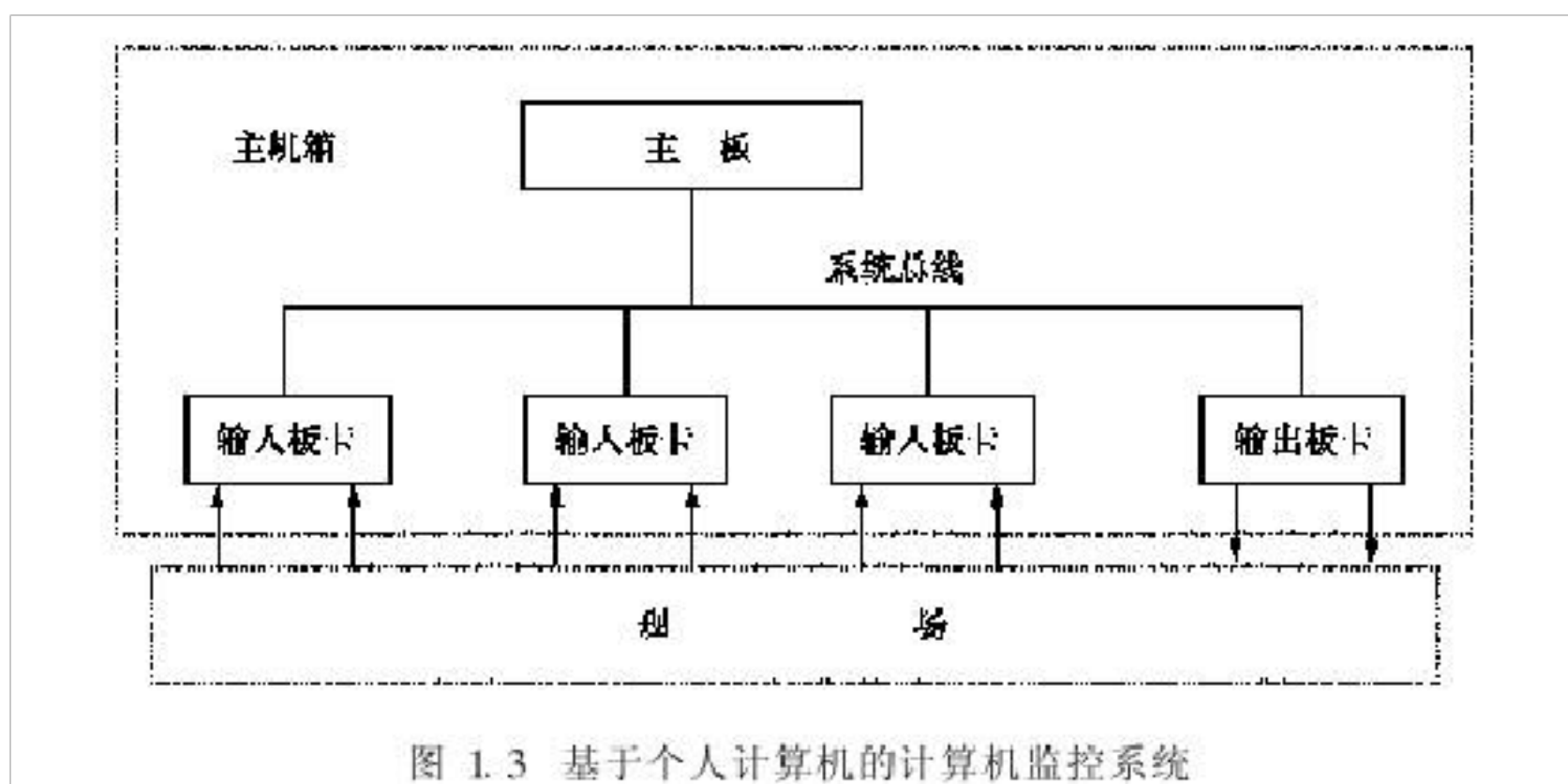
由于计算机监控系统应用上和构成上的差异。其种类繁多。在此，按照计算机监控系统构成的不同分别介绍不同类型的计算机监控系统。

1、基于个人计算机的计算机监控系统

个人计算机是目前世界上数量最多、应用最广泛的机型，因而将个人计算机应用于计算机监控也是很自然的事情。特别是个人计算机结构简单，操作简便，技术开放，并且拥有极为丰富的应用软件资源。从而深得人们的青睐。因此，基于个人计算机的计算机监控系统（简

PCs) 在中小型应用中占有比较大的比例。

基于个人计算机的计算机监控系统的基本特点是，输入输出装置制作为板卡的形式，并将板卡直接与个人计算机的系统总线相连。即直接插在计算机主机的扩展槽上，如图 1.3 所示。这些输入输出板卡往往按照某种标准由第三方批量生产，开发者或用户可以直接在市场上购买。早期使用比较多的是 STD 总线。近年来占主导地位的是 ISA 总线和 PCI 总线。且 PCI 总线有取代 ISA 总线的趋势：



构成基于个人计算机的计算机监控系统，其计算机可以用普通的商用机。也可以用 DIY 的计算机，还可以使用专门用于工业控制的计算机（简称工控机）。由第三方开发的输入输出板卡可以在市场上购买，也可以由开发者自行制作。一块板卡的点数（指测控信号的数量）少的有几点，多的可达 16 点、24 点甚至更多。

PCs 的操作系统早期都采用 DOS 操作系统，但早期的 PCs 的最大问题就是其性能不够可靠。随着计算机软硬件技术的发展，PCs 的可靠性已越来越高，特别是工控机，其机箱、电源、主板等都进行了强化，可靠性直逼 PLC。

总之，由于 PCs 价格低廉、组成灵活、标准化程度高、结构开放、配件供应来源广泛、应用软件丰富等特点，使其在中小型特别是小型计算机监控系统中占有相当大的比例。PCs 是一种很有应用前景的计算机监控系统。

2. 基于可编程序逻辑控制器的计算机监控系统

可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller，简称 PLO 最初是专门为工业控制而设计的计算机。PLC 的主要优点如下：

- 1) 可靠性特别高、抗干扰能力强，能适应各种恶劣的工业环境

采用了光电耦合隔离及各种滤波方法，有效地防止了干扰信号的进入。内部采用电磁屏蔽，防止辐射干扰。电源使用开关电源，防止了从电源引入干扰。具有良好的自诊断功能。对使用的元器件进行了严格的筛选和老化且设计时就留有充分的余地，充分地保证了元器件的可靠性。正因为如此，目前市场上主流的 **PLC** 其平均无故障时间都达到数万小时以上。

2) 采用模块化结构，系统组成灵活方便

PLC 一般由主模块（包含 **CPU** 的模块）、电源、各种输入输出模块构成，并可根据需要配备通信模块或远程 **I/O** 模块。模块间的连接可通过机架底座或电缆来连接，因而十分方便。

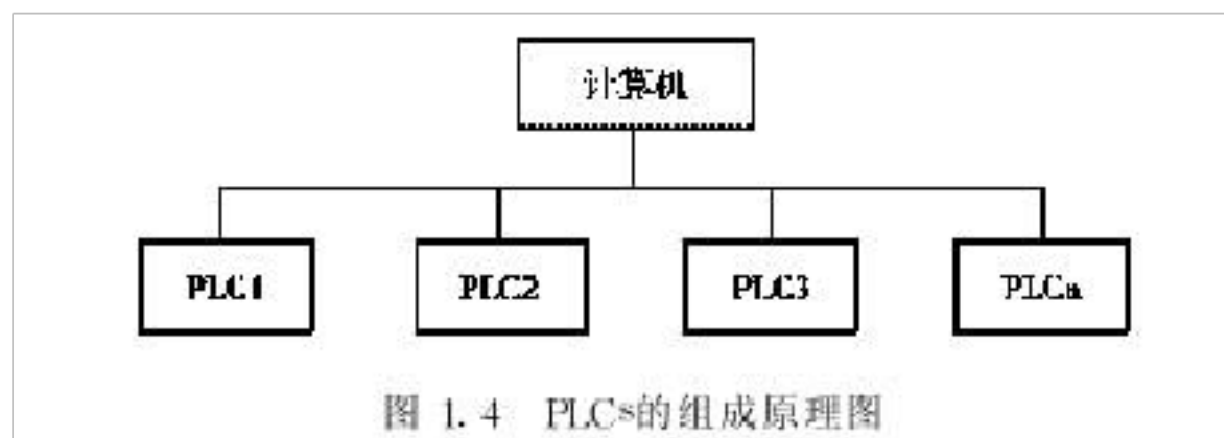
3) 主要采用梯形逻辑图，编程简单，易学、易懂

目前市场上的 **PLC** 都以梯形逻辑图作为主要编程语言，而梯形逻辑图与继电器控制原理图十分相似，因此，工程人员很容易接受和掌握。

4) 安装简便、调试方便、维护工作量小

PLC 一般不需要专用的机房就可以在各种工业环境下运行，使用时只需将现场的各种设备与 **PLC** 的输入输出装置的接线端相连即可。如果是在现场，可以使用手持编程器直接对 **PLC** 进行编程调试。如果是在实验室也可以使用个人计算机与 **PLC** 相连接后进行编程调试。而且，**PLC** 的输入输出的接线端均有发光二极管指示，调试起来十分方便。

尽管 **PLC** 具有上述的一些优点。但 **PLC** 主要是为现场控制而设计的，其人机界面主要是：开关、按钮、指示灯等。为此，许多的 **PLC** 都配备有计算机通信接口，通过总线将一台或多台 **PLC** 相连接，将 **PLC** 的高控制性能与个人计算机的友好人机界面相结合，这种类型的计算机监控系统称为 **PLCs**。 **PLCs** 的组成示意图如图 1 . 4 所示。



计算机作为上位机可以提供良好的人机界面。进行全系统的监控和管理；而 **PLC** 作为下位机，执行可靠有效的分散控制。计算机与 **PLC**, **PLC** 与 **PLC** 之间通过通信网络实现信息的传送和交换所有的现场控制都是由 **PLC** 完成的，上位机只是作为程序编制、参数设定和修改、数据采集所用。因此，即使是上位机出了故障，也不会影响生产过程的正常进行，这就大大地提高了系统的可靠性

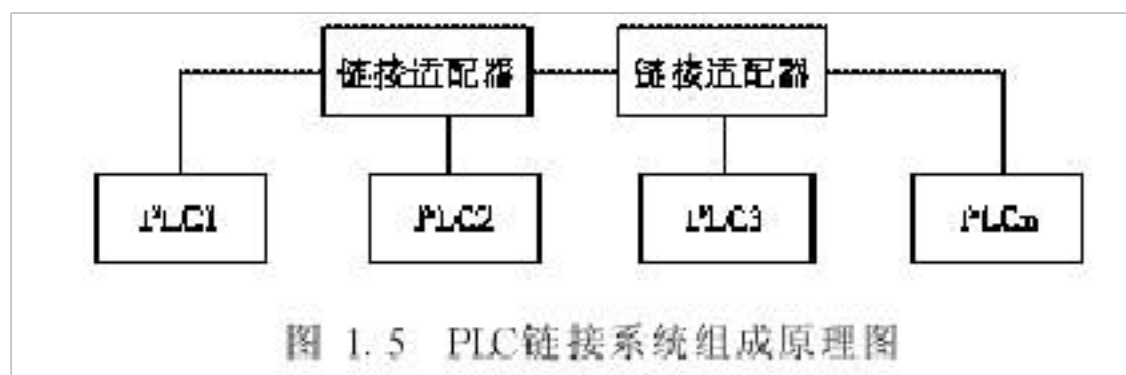


图 1.5 PLC链接系统组成原理图

如果仅仅是作为控制所用，可以将多台 PLC进行同位连接构成一个 PLC 链接系统，如图 1. 5 所示。PLC也可以与远程 I/O 单元、远程终端或链接单元等进行下位连接构成 PLC链接系统。

如图 1 . 6 所示。同一个 PLC链接系统中的 PLC可以相互交换数据。

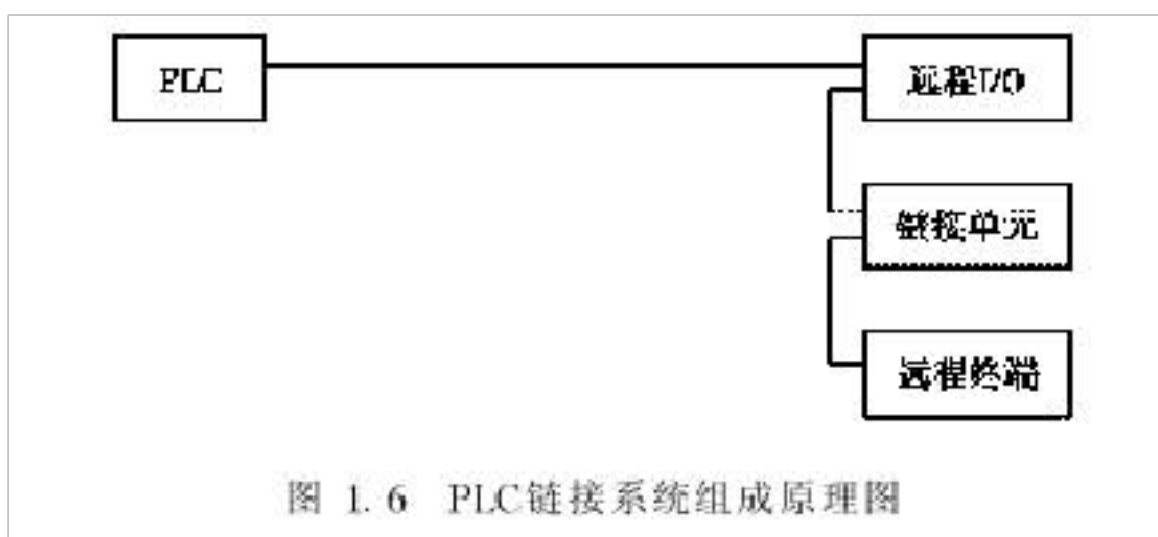


图 1. 6 PLC链接系统组成原理图

值得指出的是：由 PLC开发的时间相对较早，20 世纪 60 年代末，各 PLC的生产厂家的技术都是相互封闭的，因此很难将不同厂家的 PLC连接（集成）在一起。现在 PLC的生产厂家也注意到了 PLC的开放性问題，具有以太网接口的 PLC 以及以 Windows CE（一种由 Microsoft 开发的嵌入式操作系统）为操作系统的 PLC已经面市。

3. 集散控制系统

随着现代产业的迅速发展，生产装置或被监控系统规模的不断扩大，生产技术及工艺过程愈趋复杂，从而对实现过程自动化的监控系统提出了更高的要求。即监控系统必须满足：

①人机界面好，便于集中操作、监视现代化的大型系统。

②为了安全可靠的需要，应将系统的监控功能分散以化解系统出现故障的风险。

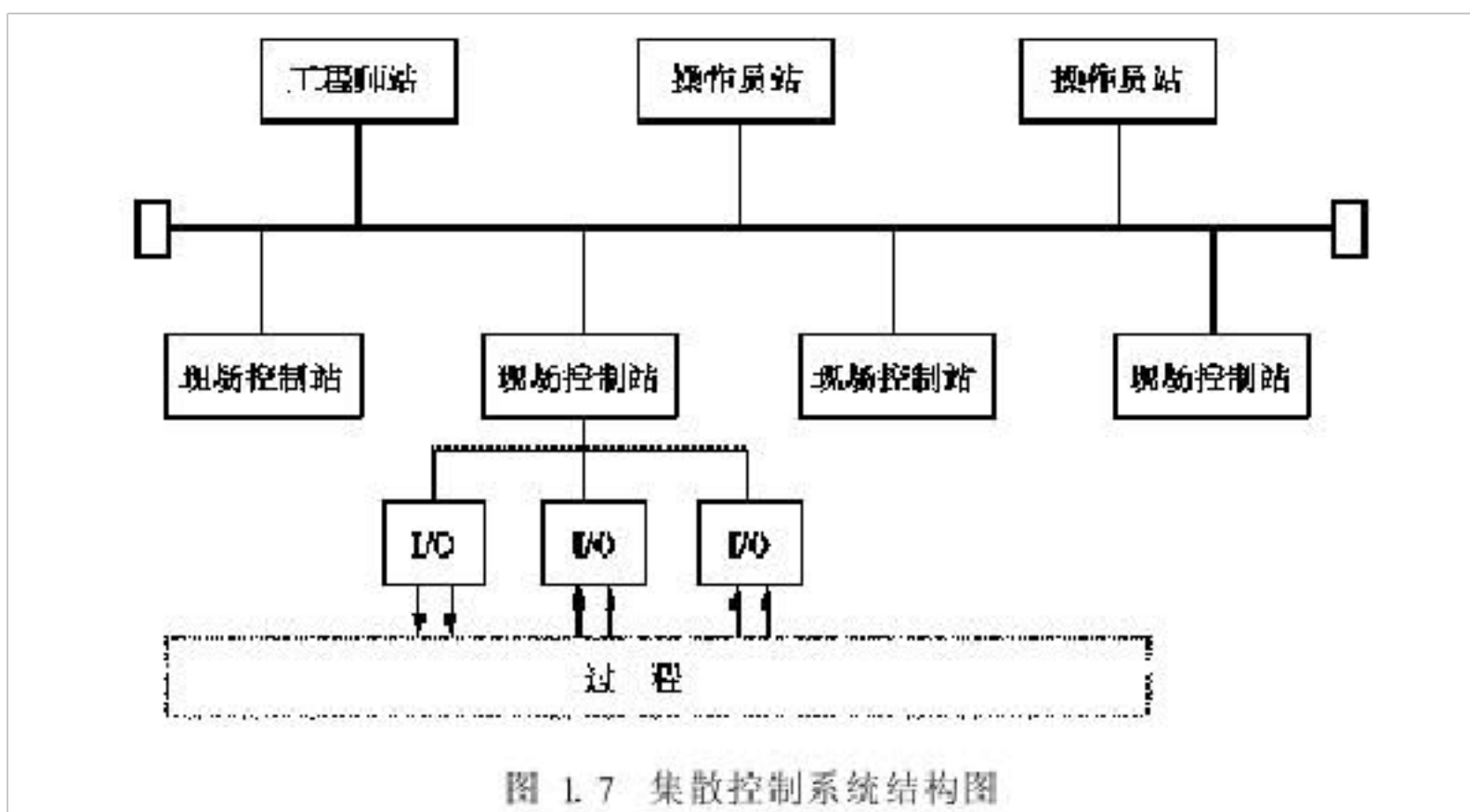
③在高度安全可靠的前提下，按预定的工艺流程指标来控制被监控对象。除了完成一般单参数、单回路的监视和控制外，还能实现对非线性、多变量、大滞后、分布参数等复杂系统的控制。

④能采集并记录各类重要的数据供操作人员监控系统时使用。还能整理和打印报表或上传报表供管理层使用

⑤系统构成方便灵活，易于扩展，维护简单。组成系统的设备不但要求模块化，而且模

⑥能与常规模拟仪表兼容

出于以上考虑，20 世纪 70 年代中期，Honeywell 公司推出了第一套集散控制系统（简称 DCS），使计算机监控技术开始了一次新的飞跃。集散控制系统本质上是一种基于计算机网络的分层的计算机监控系统，其基本结构如图 1.7 所示。



在 DCS 中工程师站主要是用于对系统进行离线和在线系统组态（即系统配置）、控制组态、显示组态和报警组态。运行过程中工程师站还有以下一些功能：

（1）系统和网络管理

系统和网络管理包括故障诊断、数据的采集、其他各种类型的站的重装、报文广播和处理、统一时间以及其他网络管理功能。

（2）文件请求管理

由于工程师站往往是一台存储容量比较大的个人计算机或工作站，因此，可以用来管理其他所有与其大容量有关的文件请求。同时，还可以支持本站中的任务存取其他站中的文件。

（3）数据库管理

作为 DCS 由于其数据比较多，往往会配备有数据库文件，用于对系统中的数据进行存储以及各种操作。

（4）控制功能

工程师站的功能往往会比现场控制站的功能要强。因此，当 DCS 存在高级控制应用时，可以将工程师站作为服务器，现场控制站作为客户机，服务器为客户机进行高级计算服务。

操作员站主要作为操作人员与系统的人机界面。因此，操作员站往往会配备大屏幕显示器。组态后的系统的各类显示画面均在操作员站中进行显示。经过工程师站授权也可以在操

PID 参数。

现场控制站主要用于对现场信号进行检测以及对相应的回路进行控制。一般现场控制站与它所挂接的各类组件本身就构成了一个小型的实时测控网络。

4. 现场总线技术

20 世纪 80 年代中期以后，随着人们对系统开放性意义认识的加深，要求计算机监控系统具有开放性的呼声也越来越强烈。同时，人们也意识到传统的计算机监控技术还存在其他的问题，例如，DCS 仍然未能摆脱常规模拟仪表一对一进行信号传输的模式。一般来说从现场到控制室都有比较长的距离，将所有现场的信号都通过电缆传送到控制室，一是要使用大量的电缆，成本高，二是信号在传送的过程中会产生电磁干扰，影响环境温度，产生粉尘、有害气体等，影响信号传送的可靠性。

按照 IEC 和现场总线基金会 FF 的定义：现场总线是连接智能现场设备和各类自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络。现场总线的本质含义表现在以下几个方面：

（1）现场通信网络

用于过程及制造自动化的现场设备或现场办公仪表互连的通信网络。

（2）现场设备互连

现场设备或现场仪表是指传感器、变送器和各种执行器等。这些设备通过一对一传输介质互连，传输介质可以使用双绞线、同轴电缆、光纤、电源线、无线等。

（3）互操作性

由于现场设备或现场仪表的种类繁多，没有任何一家制造商可以提供一个工厂所需的全部设备，所以互相连接不同制造商的产品是不可避免的。用户或开发者并不希望为选用不同制造商的产品而在硬件和软件上付出太多的代价，而是希望将属于不同制造商的同时其性能价格比最高的产品集成在一起，并实现“即接即用”。所谓“互操作性”不仅仅是指属于不同制造商的产品之间能够相互传送数据，更为重要的是这些设备能够“理解”所接收数据的含义，并做出正确的响应。当然，用户还希望能对不同的设备进行统一组态。只有这样才能真正将现场设备集成。

（4）功能分散

在现场总线技术中，应将 DCS 中的现场控制站的各种功能彻底分散到各个智能单元。这里应该指出的是，目前我国真正将 DCS 中的现场控制站放在现场的是少而又少，出于各种考虑，现场控制站往往都是放在控制室内。通过采用现场总线技术，一个流量变送器不仅具有流量信号的变换、补偿和累加等功能，而且还有 PID 控制或其他高级控制的功能。也就是说，

现场总线技术真正将信号的采集、处理、控制、驱动等功能放在了现场，真正实现了分

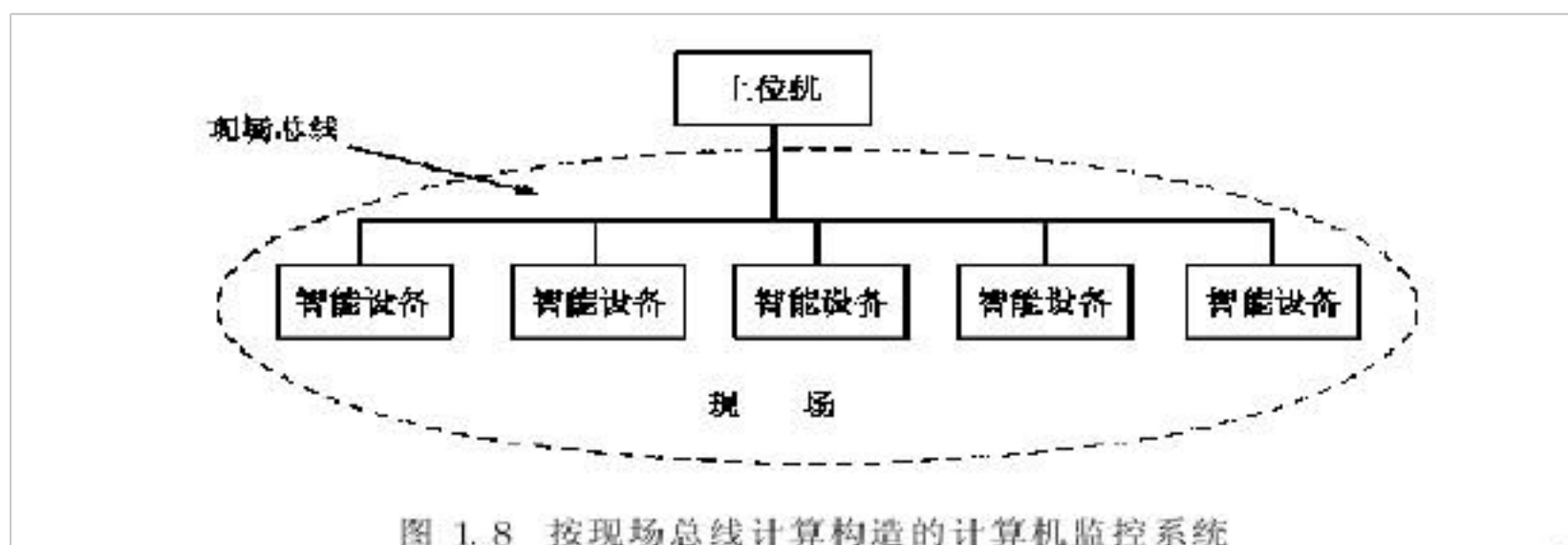
（5）通信线供电

对于现场总线，本身就要求连接线尽可能的少，因此，最好采用通信线供电方式，即允许现场仪表直接从通信线上获取能量。

（6）开放性

开放性是与互操作性有关的，但开放性的概念更为广泛。即要求现场总线为开放式互联网络，它不但可与同层的网络互联，还可以与其他层的网络互联，并且实现数据库共享。

一个按现场总线技术构造的计算机监控系统如图1.8所示。



现场总线的思想提出后得到了广大制造商的响应，世界上掀起了一股现场总线的热潮。但是，事情的发展并不是与人们所预想的一致，现场总线并未能完全走标准化的道路。由于技术和利益的原因（其中主要是利益的原因），目前世界上存在着多种现场总线标准。

第四节 计算机监控技术发展的展望

随着社会需求的增加以及其他相关技术的发展，计算机监控技术的应用将会越来越广泛。可以确信无疑的是计算机监控技术具有以下几个特点：

（1）体系结构的扁平化和监控管理一体化

由于微处理器技术的发展，现场信号的处理和控制越来越多地会在底层完成，从而使得计算机监控系统在体系结构上变得扁平。另外，计算机监控系统与生产调度层、管理层的集成不再是十分困难的事情，底层的各类数据可以向上传送，在管理层可以及时地看到现场的各类数据，了解现场的各种情况，生产调度层和管理层的指令也可以很容易地向下传送，因而提高了管理的效率。

（2）微型化

嵌入式系统也是计算机监控技术的一个发展方向。所谓嵌入式系统，是指计算机监控系统是与被监控对象一体的，即计算机监控系统是嵌入在被监控对象之中的。微处理芯片技术、液晶显示技术、大容量电子存储器件技术的发展为嵌入式系统的开发提供了可靠的保证。另外，家庭、家电中以及一些特殊场合（例如：人体）的应用也对计算机监控技术的微型化提出了

要求。

（3）大型化及网络化

与计算机监控技术微型化相反的一个方向是大型化。大型化的特点：一个是监控系统监控的参量非常的多，可以达到数万个甚至数十万个；另一个是监控的地域非常的宽广，面积可达数十平方千米，距离可达上万千米。由于大型化的需求以及计算机网络技术的日渐成熟，基于计算机网络的计算机监控系统越来越多。

（4）多媒体技术

多媒体技术正在迅速地从小家庭、办公室向计算机监控技术应用的各个领域扩散。通过应用多媒体技术，不仅使得操作人员能够获取丰富的现场信号，同时，还使得原本枯燥乏味的工作变得有趣起来。随着气味合成技术的日渐成熟，在不久的将来，操作人员就能够坐在操作室里“嗅”到现场的气味（如果有必要的话）。

（5）全球化

坐在办公室里能够轻松地遥控或监测上万千米以外的现场，已经不是什么梦想。因特网技术已经越来越多地应用在计算机监控技术上。当一个人出门在外时，通过他手中的便携式计算机，经过因特网甚至直接利用移动电话，监控家中的电冰箱、微波炉或热水器也是指日可待的事情。

第七册 水轮发电机组启动试运行

主编单位 水电建设集团 葛洲坝集团

主编 马军领 范于军

9、水轮发电机组启动试运行运行操作简述

1 目的

- 1.1 验证机组和与其有关的水工建筑物的设计、制造与安装质量，为正式运行创造条件。
- 1.2 检查各辅助设备系统调试的正确性和可靠性，整定相关参数。
- 1.3 检查各辅助设备系统间的协调性、联动性及正确性。
- 1.4 检验高低压电气设备性能和特性是否满足合同要求；检验继电保护及其整定值的正确性；
- 1.5 检查电站、系统内外通信畅通；计算机监控系统软硬件对全厂机电设备集中监视、控制的正确性。
- 1.6 对机组启动过程中出现的问题和存在的缺陷及时加以处理和消缺，使水轮发电机组交接验收后可长期、安全稳定运行。

2 编制依据

2.1 水轮发电机组安装技术规范 GB/T8564-2003 。

2.2 水轮发电机组启动试验规程 DL/T 507-2002

2.3 其他应遵循的国家和行业规程规范。

2.4 设计和厂家有关的图纸、技术文件。

2.5 合同文件。

3 首台机组发电时必须投入的设备和系统

3.1 水工、金结部分

3.1.1 大坝

3.1.2 大坝 6#坝段底孔及其闸门、启闭设备

3.1.3 主、副厂房和其他相关土建设施

3.1.4 进水口拦污栅、事故检修门及配套设备

3.1.5 引水洞及压力钢管

3.1.6 尾水门及配套设备

3.2 机电部分

3.2.1 水轮发电机组及附属设备（包括励磁系统和调速系统）

3.2.2 蝴蝶阀及压油装置

3.2.3 发电电压设备

3.2.4 发电机组中性点设备

3.2.5 主变压器

3.2.6 高压及出线设备

3.2.7 高压厂用变及 10kV 厂用电系统

3.2.8 公用、照明及自用 400v 厂用电系统

3.2.9 直流系统

3.2.10 运行区域工作照明和事故照明系统

3.2.11 机组单元控制系统和中控室系统

3.2.12 机组及有关的公用设备控制保护系统

3.2.13 检修、渗漏排水系统

3.2.14 中低压空气压缩系统

3.2.15 机组及公用水力量测系统

3.2.16 机组技术供排水系统

3.2.17 全厂通信系统

3.2.18 机组、主变和公用设备消防系统

3.2.19 机组测温系统

3.2.20 电站防雷及接地系统

4 机组启动试运行前的检查

4.1 启动前应具备的条件

4.1.1 投入试运行的水工、金结、机电等设备已按要求施工完毕，现场清理干净，并经检查验收合格。施工区与运行区已作隔离，高压区挂警示牌并做安全围栏。

4.1.2 运行部位道路畅通，照明充足，楼梯栏杆齐全，孔洞已加装盖板或装设栏杆。

4.1.3 试运行各部位及指挥机构的通信、联络畅通、可靠。

4.1.4 试运行部位设备的永久标识配备齐全，编号准确，开关操作方向和位置已标明。

4.1.5 所有试运行所需的安全用具、工器具、仪器、仪表已备齐，并经验收合格。

4.1.6 与试运行有关的图纸、资料配备完整，操作票、工作票、相关记录表格已经准备齐全。

4.2 启动前的检查

4.2.1 引水系统的检查

- 1) 进水口拦污栅已安装完工并清理干净验收合格。
- 2) 进水口检修闸门门槽已清扫干净验收合格。在无水情况下手动操作均已调试合格，启闭情况良好。检修闸门在关闭状态，密封良好。
- 3) 压力钢管、蜗壳、尾水管等过水通流系统均已验收合格清理干净。灌浆孔已封堵。测压、测流装置均已安装完毕。所有进入孔(门)的盖板均已封闭严密。
- 4) 3台机蝴蝶阀及旁通阀已安装完工调试合格，启闭情况良好。2#机油压装置及操作系统已安装完工验收合格，油泵电动机运转正常，并投入自动运行。
- 5) 压力钢管、蜗壳及尾水管排水阀启闭情况良好并处于关闭位置。
- 6) 尾水闸门已安装完工，验收合格，尾水闸门门槽及其周围已清理干净，闸门处于关闭状态，密封良好。
- 7) 城市供水口蝶阀已关闭。

4.2.2 水轮机部分的检查

- 1) 水轮机转轮及所有部件已安装完工验收合格。
- 2) 上下止漏环间隙、导水叶各部间隙值符合要求，已检查无遗留杂物。
- 3) 顶盖排水泵已安装完工，验收合格，可以投入运行。增加一台临时应急排水泵。
- 4) 主轴密封安装完工，验收合格。检修密封经检验无渗漏并已投入。(工作密封水压的调整待充水后进行)。
- 5) 水导轴承润滑、冷却系统已检查合格，油位、温度传感器已调试，各整定值符合设计要求。(冷却水压力及流量调整在充水后进行)。

- 6) 导水机构已安装完工验收合格并处于关闭状态，导叶锁锭投入。导叶最大开度和关闭后的严密性及压紧行程已检验符合设计要求。剪断销信号正确。
- 7) 各测压表计、示流计、流量计、摆度、振动传感器及各种变送器均已安装完工，管路线路连接良好。

4.2.3 调速系统及其设备的检查

- 1) 调速系统及其设备已安装完工，接线和性能检查已完成并符合要求。油压装置压力、油位正常，透平油化验合格。各部表计、阀门均已整定符合要求。
- 2) 油压装置油泵在工作压力下手/自动运行正常，集油槽油位继电器动作正常。补气装置手动/自动动作正确。漏油装置手动/自动调试合格。
- 3) 调速系统各油压管路、阀门，接头及部件等均无渗油现象。各常闭阀门已关闭。
- 4) 调速器电调柜已安装完工并调试合格。
- 5) 事故配压阀等均已调试合格。锁锭装置调试合格，信号指示正确，充水前应处于锁锭状态。
- 6) 进行调速系统联动调试的手动操作，并检查调速器、接力器及导水机构联动动作的灵活可靠和全行程内动作平稳性。检查导叶开度、桨叶开度、接力器行程和调速器柜的相应开度指示器三者的一致性。
- 7) 导叶、桨叶全开到全关时间及导叶分段关闭时间已符合设计要求，并录制了导叶开度与接力器行程的关系曲线。
- 8) 对调速器自动操作系统进行模拟操作试验，检查自动开机、停机和事故停机各部件动作准确性和可靠性。
- 9) 转速信号装置已调试及初步整定好。

4.2.4 发电机部分的检查

- 1) 发电机整体已全部安装完工，试验和验收合格，记录完整。发电机内部已进行彻底清扫，定、转子气隙内，机坑内，上、下盖板等无任何杂物。
- 2) 导轴承及推力轴承油位已调试，整定值符合设计要求。（冷却水压力和流量调整待充水后进行）。
- 3) 发电机风罩以内所有阀门、管路、接头、电磁阀等均已验收合格，处于正常工作状态。
- 4) 发电机内灭火管路、火灾探测器、水喷雾灭火喷嘴已安装调试合格。具备投入条件。
- 5) 发电机转子集电环、碳刷、碳刷架已检验并调试合格。碳刷已拔出。
- 6) 发电机风罩内所有电缆、导线、辅助线、端子板均已检查正确无误，固定牢固。
- 7) 发电机制动系统的手动、自动操作已检验调试合格，动作正常，充水前风闸处于制动状态。
- 8) 发电机的空气冷却器已验收合格，水路畅通无阻。阀门无渗漏水现象。

4.2.5 油、水、气系统的检查

- 1) 机组技术供水系统已安装调试完成，压力整定待充水后进行。
- 2) 机组冷却水供水过滤器及供水环管，进入机组冷却器的冷却水进出水管路、阀门、接头均已验收合格。

- 3) 厂内渗漏排水和检修排水系统经全面检查合格，并经过试运行。
- 4) 中、低压空气压缩机均已调试合格，贮气罐及管路无漏气，管路畅通。各压力表计、温度计、流量计、安全阀工作正常。整定值符合设计要求。
- 5) 所有中、低压空气系统管路已分别分段通入压缩空气进行漏气检查合格，无漏气现象。
- 6) 各管路、附属设备已刷漆，标明流向，各阀门已标明开关方向，挂牌编号。
- 7) 厂房运行各部位的消防系统管路或消防设施已安装完工验收合格。

4.2.6 电气一次设备的检查

- 1) 从发电机引出端直至主变压器低压侧的电缆及其他附属设备已全部安装完工，试验合格，机端引出口处的电压、电流互感器已验收合格。中性点装置均已安装并调试合格。发电电压设备具备带电试验条件。
- 2) 主变压器已安装完工调试合格，分接开关置于系统要求的给定位置，绝缘油化验合格，冷却系统调试合格，事故排油系统、灭火消防系统以及周围安全保护措施符合设计要求，具备带电试验条件。
- 3) 厂用电设备已全部安装完工并试验合格。厂房内各运行设备、栏杆安全接地等已检验，屋顶避雷带已安装完成。厂外水下接地网完成。总接地网接地电阻值符合要求。
- 4) 厂房照明已安装，主要工作场所、通道和楼梯间照明已检查合格并投入运行。事故照明已检查合格。蓄电池室等防爆灯已检查合格。安全疏散指示牌已检查合格。
- 5) 各备用电源自动投入装置经模拟试验，符合闭锁或联动要求，能正确动作并已投入。

4.2.7 励磁系统设备与回路的检查

- 1) 励磁电源变压器已安装完工验收合格，电缆已验收合格，耐压试验已合格。
- 2) 励磁盘柜已安装完工检查合格，回路已做耐压试验合格。
- 3) 励磁系统已完成装置/单元检查试验、操作回路及信号回路检查、开环试验。

4.2.8 电气二次设备的检查

- 1) 机组电气控制和保护设备及盘柜、中央控制室设备等均已安装完工验收合格。
- 2) 蓄电池及直流设备已安装完工验收合格。
- 3) 下列电气操作回路已检查并作模拟试验，已验证其动作的准确性。
 - a. 蝴蝶阀自动操作回路；
 - b. 机组自动操作及水力机械保护回路；
 - c. 水轮机调速系统自动操作回路；
 - d. 发电机励磁操作回路；
 - e. 发电机断路器操作回路；
 - f. 交直流电源回路；
 - g. 机组辅助设备和全厂公用设备操作回路；
 - h. 同期操作回路；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/055012114323011330>