一种FACTS冷却设备自动检验装置和方法，

柔性交流输电系统FACTS冷却设备的应用范围广泛，是保障电力系统稳定运行关键设备。冷却设备的稳定可靠是FACTS设备的关键部分。冷却设备在设计生产中，如何判定为合格、可靠的设备，采用哪些卓有成效的检验施措，一直都是设备设计、生产、运行中需要重点把控，反复论证，优化，改进的方向。

FACTS水冷产品为智能化装置，整体比较复杂、自成系统。该类产品的造价在数十万到数百万之间，公司每年出厂台数为数百台，平均每台出厂数台，考虑到订单的时间不平衡性，高峰期每天出厂可能有十数台。目前FACTS类产品的检验试验包括：水路压力测试（1小时），气路压力测试（12小时），绝缘耐压测试，接地电阻测试，整机逻辑控制保护运行功能测试，通信、信号接口测试，连续运行测试（6小时），电导率控制（45min~3h）、水力性能测试，外观综合测试。这其中水路压力测试（1小时），气路压力测试（12小时），连续运行测试（6小时），电导率控制（45min~3h）测试时间较长。整机逻辑控制保护运行功能测试工作量大。各个试验时间总和超过20小时。电柜接线主要是由生产查线，柜内电气元件有效性验证与整机功能测试时合在一起实现。整个过程极其复杂，需要系统、机械、电气、检验员等不同专业知识对接。

因此，当前FACTS类水冷装置产品检测试验复杂、时间长，明显影响产能、质量，随着该类产品的销售规模不断增加，其出厂检测矛盾不断增加。需要梳理其检测试验内容，减少测试工作量和提高测试效率，以高标准，严格检测满足产品需求。

综上所述，研发出符合使用的自动检测装置，减少对人员、工时，专业需求，劳动强度等方面的设备，是解决设备检验合格出厂的重要因素。自动化检测装置解决了电气系统应用中难题，降低产出要求又能提高设备检验质量，不仅有现实的使用意义，更有利于保持和提高我司在冷却产品的竞争优势，在行业内营造产品美誉度。

自动试验平台能够为FACTS类水冷产品提供完整的产品研发生产测试方案及平台，目的是提高产品检测试验的自动化程度及效率，减少产品检测试验人工工时，减少电气工程师检测现场陪检，降低专业要求。

,

1. 一种FACTS冷却设备自动检验装置，用于在不同运行工况下，控制被检验设备按照国家标准进行性能检测，其特征在于，能把检测步验，检测过程、结果完全展现，并把数据记录存储，同时输出合格的检验报告，完成整个检验流程。

自动检验装置包括：上位机平台，自检平台；上位机平台与自检平台，通过以太网连接；



上位机平台，用于基于组态软件生成冷却设备自动检验全流程的控制程序，并将控制程序发送给自检平台；

自检平台，用于模拟的各种运行工况，在各种运行工况下，由满足出厂检验条件的被检验设备，对自检平台发出的指令进行接收和响应；自检平台与被检验设备之间设有通讯回路，控制回路，验证回路和报警回路；其中，自检平台包括自检控制器；

自动检验装置进行整机检测时，自检控制器通过以太网从上位机平台获取控制程序后，通过通讯回路接收被检验设备的运行状态，通过控制回路按照控制程序对被检验设备进行检验流程的控制，通过验证回路接收被检验设备的检验数据，还通过报警回路接收被检验设备的报警信息。

通讯回路，用于与被检验设备之间进行数据通讯、检验控制、检验验证和数据反馈。

1. 根据权利要求1所述的FACTS冷却设备自动检验装置，其特征在于，

通讯回路采用Modbus网络上的远程终端模式；

控制回路采用基于S7协议的PUT/GET通讯模式；

验证回路采用基于Modbus网络上的传输控制协议；

反馈回路采用硬接线干接点。



1. 根据权利要求1或2所述的FACTS冷却设备自动检验装置，其特征在于，

冷却设备自动检验包括：顺动控制检测，水质检测，水力性能检测，连续运行检测，通讯试验。



1. 适用于权利要求1至3中任一项所述的FACTS冷却设备自动检验装置的一种FACTS冷却设备自动检验方法，其特征在于，

所述方法包括：

步骤1，将被检验设备与自检平台进行检验回路连接和电气回路连接；

步骤2，通过Modbus TCP连接，从自检平台读取被检设备的运行状态，包括温度、压力、流量、液位、电导率，以及故障、运行信号等各类信息，自检平台通过S7-PUT/GET回路启动主循环泵，通过预设主循环泵工作点，按偏系统设计的偏差，以不超合格范围设计值为准，且运行状态保持温度、压力、流量等稳定持继时间后，，判定为合格。其中补水泵，风机、三通阀等，分别根据器件的运行状态、系统工作情况做出识别，不仅要从器件自身特性，还要从整个设备的工作效果考虑，充分满足设计、选型、运行效果上达到合格。

步骤3，在水质检验过程中，把电导率、温度、压力等数据实时上传至自检平台，由上位机绘制实时曲线，并每10分钟记录一次数据，相比人工检测每小时记当次数大幅提高精准度，运行过程中不能用任何故障报警；

步骤4，通过对每台水泵，分别测量5个工作点，根据水泵特性偏差判定水泵性能，并从整个设备考量水力性能工况，只有全部满足要求才能合格，相比以前通过人工检测评估，不仅精准全面，过程数据及时输出，减少大量中间环节，减少人力、物力；

步骤5，采用MODBUS-RTU 通讯形式传输上位机数据，含有设备运行中的流量、压力、温度、电导率，运行状态，故障信息等，，通过硬接线接收报警信息由被检设备发出预警、跳闸、请求停水冷信号，不同的故障等级具有不同信号逻辑，，使用S7-PUT/GET控制设备工作，保障在运行整个过程中，从状态，数据、通讯都处于正常工况下，一旦出现任何异常都被识别为不合格；

步骤6，在被检设备上触发检测控制逻辑（什么逻辑？），通过RS485传输标准MODBUS-RTU上位机数据（标准上位机数据包括哪些？），在自检平台接收数据，与另外经由PUT/GET读取被检设备信息对比，，根据被检产品遥信、遥测信号的不同（遥信、遥测信号来自于何处？具体是哪些物理量的信号？）严格比较所有数据，连续进行3次数据过程校验结果都数据完全相同，才符合通讯检验。

1. 根据权利要求4所述的FACTS冷却设备自动检验方法，其特征在于，

步骤1中，检验回路连接包括：被检验设备控制器与自检控制器之间的通讯回路连接，控制回路连接，验证回路连接和报警回路连接；

电气回路连接，是将被检验设备的电气端子与自检平台的电气端子进行对应连接。

一种FACTS冷却设备自动检验装置和方法

**技术领域**

本发明涉及电力装置的冷却设备技术领域，更具体地，涉及一种FACTS冷却设备自动检验装置和方法。

**背景技术**

随着柔性交流输电系统在智能电网中的发展，FACTS设备的应用场合越来越多，而可靠的冷却系统是保障FACTS稳定运行的关键设备之一。冷却设备在设计生产中，如何判定为合格、可靠的设备，采用哪些卓有成效的检验施措，一直都是设备设计、生产、运行中需要重点把控。

现有技术中，FACTS冷却设备为智能化装置，整体结构复杂、自成系统。该类设备的造价在数十万到数百万之间，生产制造企业每年出厂台数约为数百台，平均每天出厂数台，考虑到制造订单的时间不平衡性，高峰期时每天出厂可能达到十数台。设备出厂前，进行的FACTS类产品的检验试验包括：水路压力测试（1小时），气路压力测试（12小时），绝缘耐压测试，接地电阻测试，整机逻辑控制保护运行功能测试，通信、信号接口测试，连续运行测试（6小时），电导率控制（45min~3h）、水力性能测试，外观综合测试。在这些试验项目中，水路压力测试（1小时），气路压力测试（12小时），连续运行测试（6小时），电导率控制（45min~3h）单项测试时间较长，各项试验时间总和超过20小时。此外，整机逻辑控制保护运行功能测试工作量大。，涉及的电柜接线主要是由生产查线，而柜内电气元件有效性验证与整机功能测试时合在一起实现。可见，FACTS冷却设备的出厂试验全部过程极其复杂，需要系统、机械、电气、检验员等不同专业知识对接，导致当前的FACTS类水冷装置的产能受到显著影响，随着该类产品的销售规模不断增加，越来越急需梳理相关检测试验内容，减少测试工作量和提高测试效率，以提高产品检测试验的产能。

**发明内容**

为解决现有技术中存在的不足，本发明的目的在于，提供一种FACTS冷却设备自动检验装置和方法，该装置能够FACTS类水冷产品提供完整的产品研发生产测试方案及平台，提高产品检测试验的自动化程度及效率，减少产品检测试验人工工时，减少电气工程师检测现场陪检，降低专业要求；不仅满足了制造企业对出厂设备自动检测要求，降低对人员专业、检测工时的要求，还显著降低劳动强度，提高了设备检验合格出厂率，为企业获得更高的经济效益。

本发明采用如下的技术方案。

综上所述，研发出符合使用的自动检测装置，劳动强度等方面的设备，是解决设备检验合格出厂的重要因素。自动化检测装置解决了电气系统应用中难题，降低产出要求又能提高设备检验质量，不仅有现实的使用意义，更有利于保持和提高我司在冷却产品的竞争优势，在行业内营造产品美誉度。

本项目研制的自动试验平台能够为FACTS类水冷产品提供完整的产品研发生产测试方案及平台，目的是。



本发明的有益效果在于，与现有技术相比：本发明提出的一种FACTS冷却设备自动检验装置和方法，降低了对制造企业的劳动产出的要求，同时提升了设备检测试验的质量，有利于提高企业的核心竞争力，为企业成为行业龙头提供支撑。

本发明有益效果还包括：

1、使用上位机平台，采用组态软件控制，对检测全流程、检测各步骤、以及检测结果进行完全展示，自动记录存储过程数据和结果数据；利用结果数据输出合格的检验报告，以闭环的方式完成整个检验流程；

2、

上位机软件采用亚控组态王编程，调试好的程序通过打包工具，生成.exe执行文件，可以方便地在任何电脑中安装使用，无需特殊应用环境及软件要求，有效解决工控类软件的安装应用困难。

自检平台控制器，对被检验设备做整个过程控制，同时读取相应数据，并判定检验的合格性，是自动检测平台控制中心，完成对设备的自动化检验，并存储数据和结果。

自检平台接收Modbus\_RTU通讯信号，采用S7-PUT/GET通讯读取控制被检设备，通过Modbus\_TCP方式检验证信息，同时还有硬接点干信号反馈，构成多重闭环回路策略

**附图说明**

**具体实施方式**

下面结合附图对本申请作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本申请的保护范围。

本发明申请人结合说明书附图对本发明的实施示例做了详细的说明与描述，但是本领域技术人员应该理解，以上实施示例仅为本发明的优选实施方案，详尽的说明只是为了帮助读者更好地理解本发明精神，而并非对本发明保护范围的限制，相反，任何基于本发明的发明精神所作的任何改进或修饰都应当落在本发明的保护范围之内。



**图 1**