

研究简讯

一种工程型氢原子钟

氢钟组

(中国科学院上海天文台)

上海天文台1970年开始研制氢原子钟, 1972年获得成功。此后, 改进设计又研制了多台, 现正在上海、北京等几个实验室正常运转。图1表示上海天文台早期研制的实验室型氢标准。

与此同时, 从1985年起, 为装备中国VLBI网络, 上海天文台又着手研制新一代氢原子钟, 现已研制成功。如图2所示。这种新型标准是一种坚固的、可靠的和可搬运的工程型标准。在这里, 我们将描述它的主要特征及其性能指标。

一、新型氢原子钟的特点

上海天文台的新型氢原子钟是一种极高稳定度的时、频标准, 在1秒到 10^5 秒的取样时间它提供极高的频率稳定度。适合于VLBI和守时工作的这种新型标准是一个坚固的、容易运输的标准, 对于用户初始安装并不要求特别的设备, 使用颇为方便。

上海天文台的这种新型标准具有如下特点:

- 体积小(57厘米宽, 83厘米深, 130厘米高), 如图2所示;

- 重量轻, 约250公斤(上海天文台实验室型氢钟重约一吨);

- 易搬运, 适合于各种运输工具整体运输;
- 物理部份和电气部份一体化, 装进同一机箱;
- 物理部份主体设计特殊考虑到空间条件下的应用;

- 机箱内具有独立的自身恒温空气循环系统, 因而既适用于实验室环境, 也可用于工程车、野外流动站等;

- 交直流两用: 交流220伏, 直流28伏, 功耗150瓦;

- 寿命长, 可连续工作2—3年, 到时更换易耗元件后(一星期内)可继续连续工作。

二、仪器描述

图2表示这种新型标准的正面图。靠近顶部是监测工作条件用的电表和开关, 下面是控制面板, 靠近底部是电源开关和信号输出连接器。图3表示这种标准拿掉侧门的内部情况。

图4是监测和控制系统, 它们彼此是分开的, 以便工作人员取读数时不至于干扰标准的工作预置条件。控制功能包括内部磁场电流, 变容调谐二极管电压, 氢离子器压力和电压以及综合仪频率控制等。

为了调谐腔频率到氢原子超精细频率上, 应用了一个四级手轮式拨盘开关分压器来控制变容二极管的电压, 在前面板上还设定了两个流量放置以及电离源的激励电压放置, 以供调谐时改换之用, 操作十分方便。

综合仪的频率调节可精确到0.001Hz, 这相应于标准输出频率的分辨率为 7×10^{-15} , 以便使标准的频率与其他标准或时间尺度相匹配。

图5表示该标准的系统方块图, 可见该标准的设计考虑是非常精细和考究的。

三、新型氢标准的性能特征

上海天文台新标准的性能特征摘要如下:

频率	1420405751.770 ± 0.003Hz
稳定度	见图6
脉泽输出功率	约-110dBm
电源要求	28VDC ± 2VDC
波纹	±5% 最大
电流	4安培 最大
工作温度范围	15℃~28℃
环境磁场	0~0.5高斯
加热时间和调谐	从室温开始36小时内达到温度平衡设定值, 并开始可以

1988年5月23日收到。

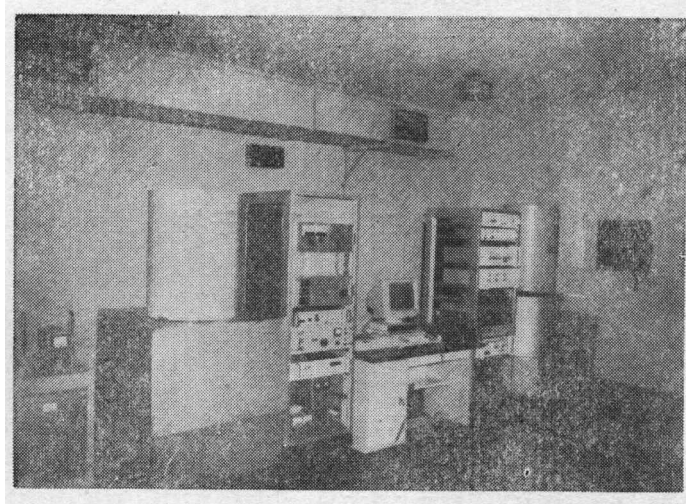


图1. 上海台早期实验室型氢钟。

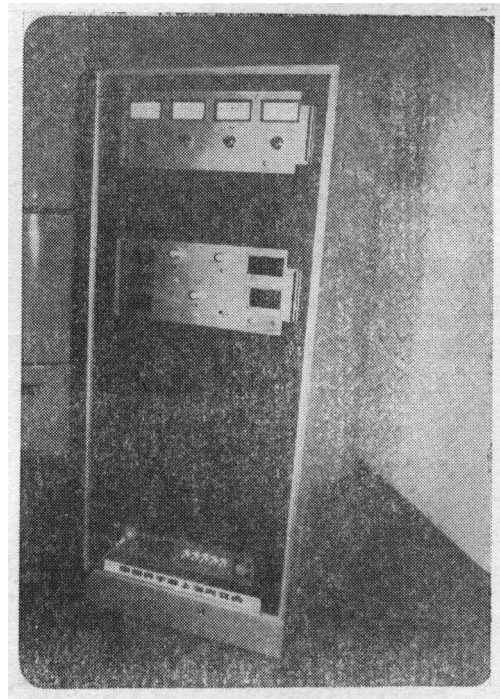


图2. 上海台工程型氢钟。

调谐腔

磁场灵敏度	$1.8 \times 10^{-15} / \text{mG}$
温度灵敏度	$5 \times 10^{-14} / ^\circ\text{C}$
压力灵敏度	$2 \times 10^{-15} / \text{mmHg}$

图6表示以Allan方差表示的该标准的频率稳定度。这些数据表明，上海天文台的新型标准是一个

稳定度极高的标准。

标准的工作寿命主要由钛离子泵的抽气能力以及原子储存泡的性能决定，一般可正常运行2—3年。更换离子泵元件或更换储存泡涂层后，一星期内即可继续工作，但做这两件工作需上海天文台专业人员或由用户经过专门培训的人员进行。

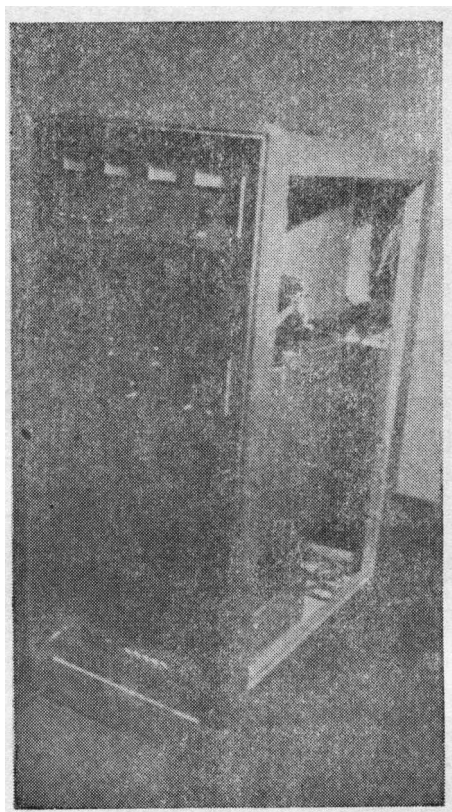


图3. 工程型氢钟拿掉侧边门。

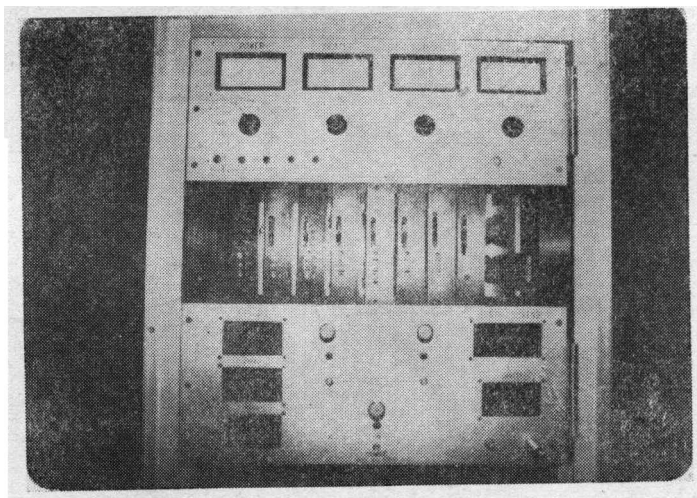


图4. 监测—指示—控制操作系统。

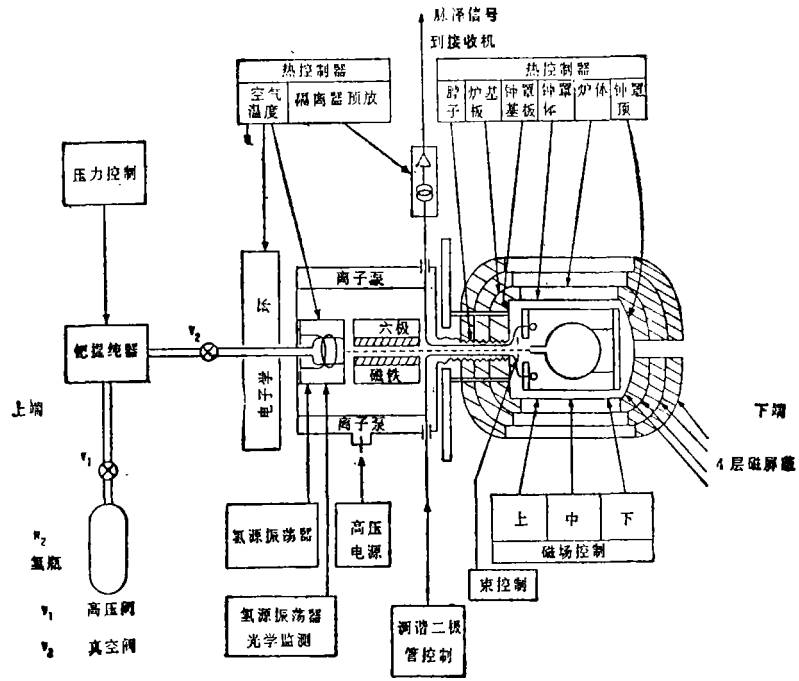


图 5. 钟系统方块图。

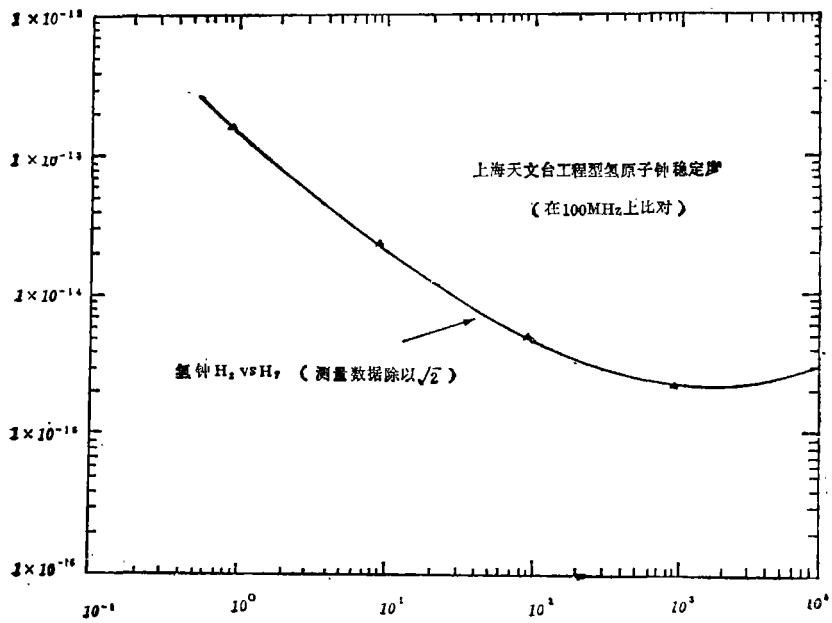


图 6. 工程型氢钟性能指标。

四、标准输出

该标准的接收机和综合仪等电子学系统的工作,是以一个 100MHz的压控晶体振荡器为基础的,通常的缓冲输出频率是1MHz、5MHz和100MHz。还有一个高电平的1200MHz的输出也是可用的,这对VLBI毫米波长信号的倍频是很适用的。

标准的射频输出信号是在0~+3db50 欧姆上提

供。标准本身的输出电缆连接器是与地隔离的,以防用户的仪器与其连接后影响标准本身的性能。

A Kind of Transportable Hydrogen Maser

Hydrogen Maser Group

(Shanghai Observatory, Academia Sinica)