

上海天文台氢脉泽研制工作的进展

自一九七二年我台对氢脉泽研究成功以来,已有四台氢脉泽用于原子时系统和 VLBI 实验。一九八一和一九八二年,中德合作的两次 VLBI 实验由我台的氢脉泽提供标准信号并取得良好的效果。

近几年来我们在使用和研制过程中,逐步研究、分析了影响氢脉泽性能和指标的因素,并作了某些改进。但由于机械结构的影响,性能的提高在一定程度上受到了限制。为了进一步提高脉泽的性能指标和可靠性,一九八〇年我们设计了一台改进型的氢脉泽,该脉泽的腔泡结构、腔体调谐系统、磁屏蔽、氢原子束光学系统、腔体温度控制、电离泡等主要部件都作了较大的改进。例如在腔法兰和腔底板之间采用了十二只玻璃球,使腔泡结构成为一种独立系统,不但提高了隔热效果,而且由大气压力及系统引起的径向应力也由十二只滚球的纯滚动消除了。腔体上盖板及调谐活塞采用了专门结构,这样就增加了腔体的稳定性。为了提高磁屏蔽因子,由原来的三层屏蔽改为四层屏蔽。上下盖子用冲压成型的大圆角结构。腔体温度控制采用对钟罩直接加热,恒温施行分区控制。恒温线路及物理结构都加上特殊的措施。因此腔域部分温度变化控制在 0.5% 以内。物理组件和真空系统结构比较紧凑,它的体积和总重量比原来几台脉泽缩小了三分之一(全貌见图 1)。实验结果表明,新设计的脉泽性能有了显著的提高。如氢流量为 1.5mA (以泵的离子流表示),工作磁场在 100 微高斯以下,脉泽也能良好地工作,脉泽的短期稳定度有了显著的提高(2.5×10^{-15} /秒),并接近国际水平。

我们知道,要测量一台脉泽,必须有一台同数量级甚至比它更好的脉泽作为参考,否则它的指标无法显示出来。为此我们在原来脉泽中的 H4 (1983 年初已提供中国计量科学院使用) 上进行改进。同时将比对设备增加一级低通滤波器,从而提高测量精度。两台脉泽输出信号尽量做到匹配,并互相隔离,

减少脉泽之间的牵引。在这次测量中,我们曾采用新的集成电路锁相回路,在锁相前后脉泽的短期稳定度也没发现多大的差异。脉泽的长期工作以及长期稳定度的测量正在进行。在全组的努力下,可望近期能获得较好的结果。



图 1 新设计的改进型氢脉泽全貌

上海天文台氢脉泽频率稳定度近期的测量结果

取样时间	1 秒 (10^{-15})	10 秒 (10^{-15})	备 注
频率 稳定度	5	1.83	一九八一年测量结果
	3.05	0.8	一九八三年一月测量, 中国计量院验收 H4, 以 H6 为参考
	2.5	0.66	一九八三年二月测量设 备采取低通滤波措施

黄亨祥 (中国科学院上海天文台)

The Development of Shanghai
Observatory Hydrogen Maser

Huang Heng-xiang

(Shanghai Observatory)