

引力波天线减振装置及其特性*

陈 嘉 言

(物理学系)

天体引力波源所产生的引力辐射,使地球上共振型圆柱天线产生 $10^{-17}\text{cm} \sim 10^{-22}\text{cm}$ 的纵向振动⁽¹⁾。在正常情况下要求天线系统有小于或接近 10^{-11} 的可透性^(2,3)。

用弹性体支承时可透性 T 是:

$$T = \frac{A}{Z_0} = \left[\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^2 + 4 \frac{\beta^2}{\omega_0} \cdot \frac{\omega^2}{\omega_0} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Z_0 是外振源的振幅, A 是经过减振系统之后的振幅, ω_0 是减振系统的自振圆频率, ω 是外振源的圆频率, β 是衰减系数。若 $\omega \gg \omega_0$ 则 $T \cong (\omega_0/\omega)^2$ 。

一、减振装置

我室引力波天线的工作频率是1400Hz,若可透性 $T \leq 10^{-11}$ 则要求 $\omega_0 \sim 0.028\text{rad/s}$,使用一般的减振方法是难以达到这样的要求的^(4,5)。因此我们采取增大总质量、两级减振串联、半沉箱式地洞、橡胶—帘线式空气弹簧弹性体⁽⁶⁾、加大阻尼和热屏蔽等措施来提高减振性能。图1是减振装置的结构简图。我们采用大小为 $5 \times 3 \times 0.6\text{m}^3$ 的钢筋混凝土平台,整个系统约41吨。两级减振串联的第一级是空气弹簧,要求自振频率小于1Hz,第二级是多层铸铁与减振橡皮交迭组成的声学滤波器系统,要求其自振频率不能大于5Hz。这样对 $\omega \sim 10^4$ 的振动可透性就能达到 10^{-11} 。半沉箱式构造的洞底与四边均垫有细砂隔振。

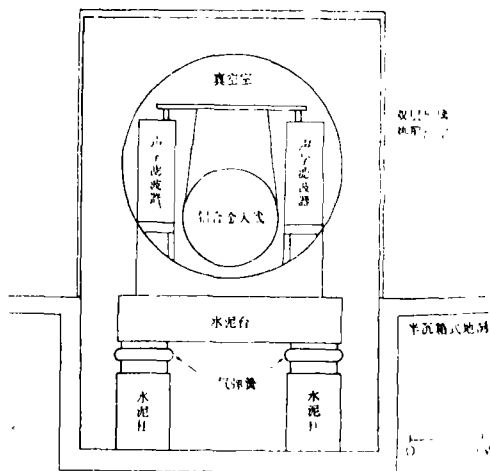


图1 减振装置示意图

整个系统用四个长春机车车辆制造厂出产的橡胶—帘线式空气弹簧支承,使用约5大气压。混凝土平台四周安装四个阻尼器,内装铜屑与变压器油,总重量约1吨。整个系统还采用双层玻璃密封并加以恒温控制。

● 本文1981年6月收到。天线减振工作从1974年初开始,陶福臻、胡恩科、陈耀和、甘百青、穆克强、黄庆翔、管同仁、于珀、杨小坚等先后参加了部分工作。

