

10% 带宽兆瓦级速调管放大器*

钮得禄 丁耀根 刘从懋 李道坤 陆孝厚

(中国科学院电子学研究所)

长期以来,人们对雷达发射机用的兆瓦级末级发射管的效率-带宽特性和增益-带宽特性一直很感兴趣.而且雷达对发射管相位-频率线性,增益平坦性和功率幅值平坦性的要求也越来越高.但是目前微波管产品中,尚没有在这样的功率电平下带宽宽于10%的管子.由于速调管在大功率、高增益、高效率等方面与其他微波管相比,仍占有较大的优势,因此,近十几年来,国际上许多微波管公司,厂家在展宽速调管带宽方面仍进行着不少具有实际意义的研究工作.

我们研制的10%带宽兆瓦级速调管在 $V_0 = 97\text{ kV}$, $I_0 = 67\text{ A}$ 工作点下,直流通导为98%,导流系数为 $2.2\ \mu\text{p}$.工作比为0.0546时,最大输出功率可达2.3 MW,最高效率可达36%,1dB带宽为10%,增益大于40dB.该管具有功率幅值平坦性好,在整个带宽内增益较平坦,输出功率对磁场变化不灵敏,工作动态范围大等优点.当峰值输出功率降到1.5 MW左右时,其10%的带宽仍维持不变;带内效率最低为25%以上,最高为32%.图1给出了该管输出功率与频率的关系曲线.

我们研制的速调管采用六腔群聚,第三腔加载,外 Q 值为80,第一腔外 Q 值为65,其结构比较简单.管内没有放抑制振荡的材料和损耗物质,零件加工钎焊比较方便.输出段采用了双间隙重叠模式技术.我们对这种类型的输出段(又称RCCO迴路)进行了理论分析,作出了预示带宽特性的等效阻抗图.对迴路的稳定性也进行了研究,作出了不同间距

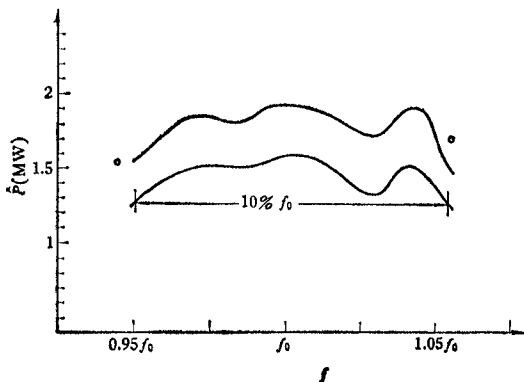


图1 输出功率-频率特性曲线

Fig. 1 The relationship between the output power and the frequency of the klystron

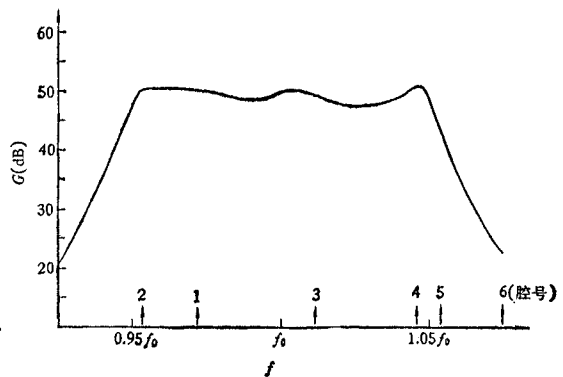


图2 小信号增益-频率特性曲线(计算值)

Fig. 2 The relationship between the small signal gain and the frequency of the klystron (calculated values)

* 1982年11月24日收到.

(即两个谐振腔间隙之间的距离)为参量的尼奎斯特图。输出段中两个谐振腔体之间的耦合是通过公共壁上开电感性的长槽来实现的,并对实现模式重叠的两种耦合方式作了对比实验,理论和实验比较一致。经过大量的冷测和整管初步热测,获得了 1 dB 带宽为 10% 的结果。图 2 给出了这个管子的小信号增益-频率特性曲线和各腔体的频率分布。

整管热测时,我们在 10% 带宽以外也进行了测试,结果表明这种迴路在展宽带宽方面还有潜力。从实验研究的结果可以预见,把兆瓦级速调管的带宽从 10% 展宽到 12%,甚至 15% 是可能的。

A TEN PERCENT BANDWIDTH HIGH-POWER PULSED KLYSTRON AMPLIFIER

Niu Delu, Ding Yaogen, Liu Congmao, Li Daokun, Lu Xiaohou

(Institute of Electronics, Academia Sinica)

This paper describes a pulsed klystron amplifier tube with 1—2 MW peak output power is described. It operates at the low end of S-band. The 1 dB bandwidth is greater than 10% f_0 with 40 dB gain. The tube has an overlapping mode extended interaction output section and a six cavity buncher section. It is very stable in operation. It has nearly constant gain across the entire band.