

编号: (81) 003

出国参观考察报告

马耳他、南斯拉夫广播发射技术

科学技术文献出版社

目 录

前 言	(1)
第一章 广播、电视发射台及其发送设备	(2)
一、西德“德国之声”马耳他转播台	(2)
二、南斯拉夫发射机工厂	(12)
三、斯科普里中波发射台	(13)
四、贝尔格莱德中波发射台	(16)
五、贝尔格莱德电视发射台	(18)
六、苏博提察电视发射台	(20)
七、科尼沃电视发射台	(20)
八、斯利马电视发射台	(21)
第二章 大功率短波天线	(22)
一、宽波段带反射幕水平振子天线(西德)	(23)
二、宽波段带反射幕水平振子天线(美国)	(31)
三、三角形天线	(35)
四、天线交换闸	(36)
第三章 大功率中波天线	(39)
一、2,000千瓦大功率中波天线(底部馈电)	(39)
二、1,000千瓦大功率中波天线(并联馈电)	(42)
三、大功率中波定向天线	(45)
四、中波共用天线	(49)
五、中波流动天线	(50)
第四章 电视、调频天线	(52)
一、概述	(52)
二、分米波(UHF)电视发射天线	(56)
三、米波(VHF)电视发射天线	(62)
四、调频广播天线	(65)

马耳他、南斯拉夫广播发射技术

齐勇毅 冯世立 张宝荣 周国材

前 言

中央广播事业局技术考察组，一行五人，于1978年至1979年先后对马耳他和南斯拉夫进行了技术考察。在国外期间，共考察了13个广播电视发射台，其中有8个中短波发射台和5个电视调频发射台，并参观访问了两个电视中心和一家无线电设备生产公司。考察组的主要任务是了解广播电视发射台的新技术，其重点是天线和自动化方面。在南斯拉夫期间，并与美国TCL天线公司的工程师进行了专门技术讨论，对美国的中短波天线技术发展水平有所了解。考察期间获得了不少对发展我国广播电视事业很有参考价值的技术、资料和数据。

在马耳他考察的主要技术问题概括起来有以下各点。

第一，短波天线方面：详细地了解到四波段天线的主要构造、电气性能及几何尺寸，摸清其偏向 $\pm 30^\circ$ 工作的原理和构造，为国内自行设计这类天线提供了必要的技术数据。这种天线的使用，将会使新建的发射台少占土地，节省投资和设备，便于维护，可为我国自行设计转动天线展宽频带做为参考；了解到短波大功率角形天线的详细资料和数据，为改进我国同类天线的设计提供了依据；也进一步了解了大功率对数周期转动天线的工作情况。

第二，中波天线方面：比较详细地了解到大功率三塔定向中波天线，初步掌握了其电路设计的系统和改变发射图形的一般原理、该天线的结构特点以及采用同轴电缆馈电的使用情况。

第三，天线的新材料部分。大功率天线采用绝缘绳代替惯用的钢丝绳的办法，是天线材料的重要改革之一。它在保证电气指标方面和简化结构等方面，效果十分显著。这次基本摸清了这种新材料的特性、使用方法和使用的一般情况。

第四，天线附属设备方面：较详细地了解了天线主要附属设备的工作原理、构造和几何尺寸，如大功率短波四线式馈线， 1×5 偏向开关、60/300欧姆的阻抗变换器以及60欧姆平衡转换器等。

第五，发射机及其附属设备：详细地考察了德律风根公司生产的中、短波发射机，了解了其特性和末级结构特点；深入了解了发射机的引燃管保护设备，其体积小，不需加热，系法国产品；考察了发射机苏打水假负载设备的工作原理、结构特点和一般特性。

第六，遙控、遙测和控制电路方面：进一步了解了瑞典生产的250千瓦对数周期转动天线的控制系统以及其使用情况。还了解了 1×5 偏向开关的遙控系统、利用工业电视遙测中波天线调配状态、采用无调幅监视器监测机器输入输出调幅情况以及采用紫外线光电元件监察天线打火等系统和设备。

在南斯拉夫考察的主要技术问题概括起来有以下各点：

第一，考察了南采用的欧美广播电视发射设备，初步了解到各国的发展概况、水平和趋

向，基本摸清了美国和瑞士BBC公司1000千瓦大功率中波机的特点和使用的一般情况。南RIZ公司生产的大功率中波机也有一些新技术值得借鉴，如无调幅阻流卷的屏调线路。美国大功率中波机运用杜黑特线路的经验，也值得我国参考。特别是西方国家运用引燃管保护大功率电子管借以延长其使用寿命的作法，值得我国发射机技术参考。

此外，对发射台的布局，工艺设计思想，以及各种先进的发射设备的元器件等，也均进行了考察。

第二，大功率中波天线和馈线的新技术。南这类天线大体有两种，一种是中间馈电，底部接地；另一种是底部馈电。前一种，我国还基本上未采用过。它的优点是，避开底部高压的麻烦问题，可不必采用大型底座绝缘子，因此也减少底部放电的可能性，保证电台正常工作。如斯科普里电台1000千瓦中波天线，在八年工作中基本没有出现事故，当然也有高空调试的缺点。后一种天线虽然是我国惯用的，但是对于拉绳绝缘子问题，底座绝缘子问题，长期没有得到妥善解决，南贝尔格莱德市的2000千瓦中波天线则给我们提供了改进的参考资料。

此外，中波馈线，调匹方式和假天线也都有许多新技术，也为我们提供了改进的资料。

第三，电视调频天线的新技术。南的电视调频天线多由西欧各国引进，这次有机会考察了VHF和UHF的多种电视天线。这些天线共同特点是：工厂化，频带宽，现场调试简单；馈电系统的器具有通用性，可以根据实际需要进行多种组合，而且传输效率高，匹配好，易调试和便于维修；天线的双功器结构简单，指标好，可靠；假天线体积小，冷却方式简便，还可以利用余热等。

第四，钢筋混凝土塔的新技术。南大量采用这种电视塔，便于使用，造型美观，易维护。通过考察对电视塔的主要技术要求和总体布置方案有了新的认识，提供了有参考价值的资料。南电视工作者普遍认为，在一般情况下，发射机不宜放在塔上。这种观点对我国今后电视台的建设提供了一种值得认真研究的意见。

考察的概况如上所述，现就一些主要技术问题分章叙述如下。

第一章 广播、电视发射台及其发送设备

一、西德“德国之声”马耳他转播台

1. 尼格瑞特 (Nigret) 收音台

该台位于马耳他岛东南，在塞克路浦 (Cyclops) 发射台的西南，距发射台约10公里，场地较狭小。

该台有菱形天线2副（6—12，12—30兆赫），接收科隆传送的短波节目信号。此外，还有对数周期转动天线1副、无方向性天线（10—30兆赫）1副，后两副天线主要作监测用，每日还用转动天线定时接收电传信号，以保证与“德国之声”总部的业务联系。

由于发射台的中波发射对接收有影响，因此在机房内的线路终端架上装有一排中波滤波器。该滤波器系LC并连谐振回路，体积很小，装于 $\phi 15 \times 80$ 毫米的镀铬铜管中，通过高频电缆插头座串接于接收天线的馈线电缆中。

收音室的左侧装有天线交换盘及单边带接收机等设备，参见图1-1。

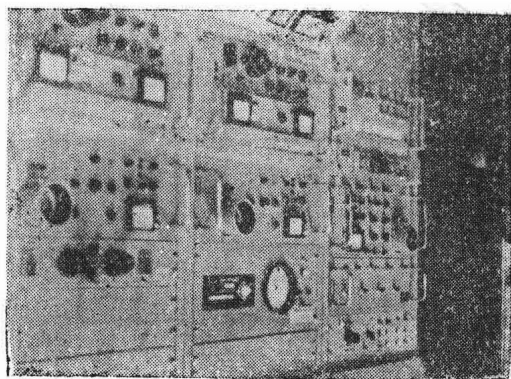


图 1-1

天线交换盘上装有天线放大器，每副天线经由各自专用的放大器，再通过继电器选接至接收机。

该台共有4部单边带接收机，用2备2。单边带解调器上设有专用示波管，用李沙育图形作为调谐指示。接收机灵敏度为3微伏，最大中频带宽为±6千赫。

在接收机的上方装有西德专门研制的陷波滤波器，型号为NF01-B，外形为小盒式，面板上有调谐旋钮，可以改变陷波频率，即使与接收信号载波频率相隔100赫的干扰啸叫信号也可以消除掉。

收音室的中央有两台控制桌，桌上装有按键式选择开关，开关选择的位置号由数码管指示出来。音量控制器为推拉式。

桌上叠放着两部数字式自动启动器，外形尺寸约为100×600×600毫米。其面板上装有数字钟，左右两端装有拨盘开关，可以预置启动时间，至时自动启动录音机开始播音。

收音室的前后两侧装有12台落地式录音机。

收音室的隔壁除线路终端架外，还装有微波中继设备及监察录音机。

微波中继设备将节目讯号传送至发射台，该设备可传送4路节目信号、2路电话、1路电传。

监察录音机用以记录重要的文件性节目信号，它同时记录了接收机收下来的信号和发射台的输出信号，保存三个月，以便检查和比较。

收音室地面为塑料地板。

收音台还设有备急播音室一间，以备紧急时使用。

2. 塞克路浦 (Cyclops) 发射台

(1) 概况

发射台位于马耳他岛的东南角一个狭长的半岛上，濒临地中海，距瓦莱塔市中心约为8.5公里，与飞机场相距约10公里，与飞机跑道方向的垂直距离约为7公里。场地地势起伏较大，自西北向东南方向倾斜。

该台于1974年11月3日开始工作，职工总数为40余人，其中有5个西德人，设有台长、台长助理及秘书。

该台拥有5部发射机和11副天线，计有600千瓦中波发射机1部，250千瓦短波发射机3部，5千瓦电传发射机1部，三塔中波定向天线1副，四波段同相水平天线6副，对数周期转动天线1副，角形天线4副。

除机房建筑外，还设有天线交换闸室，35千伏/11千伏变电室，中波天线调配室等建筑物。台内无职工宿舍，全台共占地0.2平方公里。

发射台的总平面布置见图1-2。

(2) 机房

机房为一层建筑，其外观见图1-3。

发射机布置采用对排方式。发射机主机箱的后方为各机的电源及整流器。每部发射机的后方有相应的风机室、调幅变压器室及阳极变压器室。变压器室外设有平台。调幅变压器室

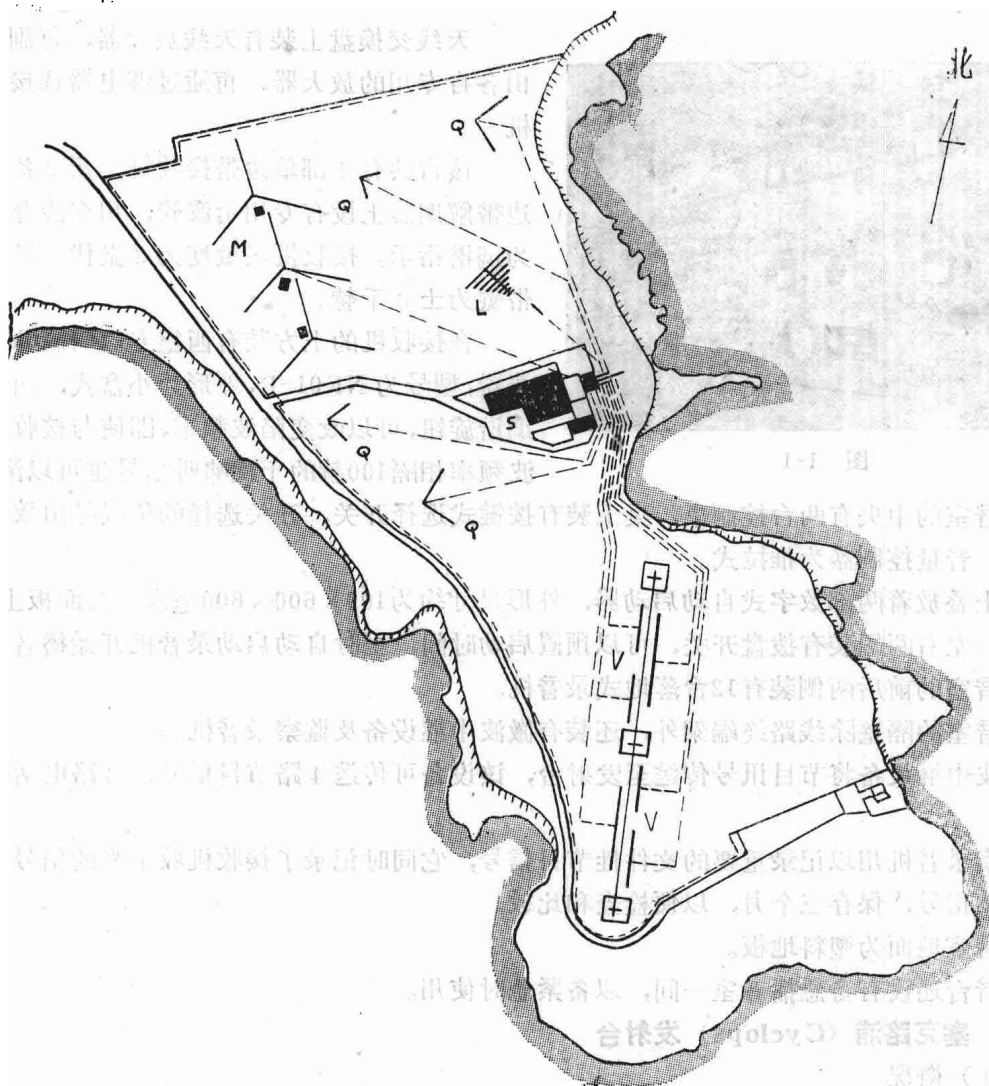


图1-2 塞克路浦发射台总平面图

Q——无方向性天线，L——对数周期天线，V——同相水平天线，M——中波天线，S——发射机房。



图 1-3

与发射机室有门相通。控制室与配电室位于机房大厅的一端，控制室与大厅间采用玻璃隔断，观察联络方便。大厅另一端直接通至室外，通过露天通道与天线交换闸室相连。

机房左侧设有微波机室、金工室、仪器室、电子管库、元件库、储藏室及办公室等辅助用房。机房平面布置见图1-4。

(2) 发射机

中波发射机及短波发射机均为西德德律风根公司产品。两者的设备大部相同，这里仅对短波机作些说明，中波机从略。

短波发射机的型号为S2540。额定输出功率为250千瓦，调制方式为屏极调幅。发射机机箱尺寸为7500×1650毫米，电控及整流器尺寸为4200×1600毫米。

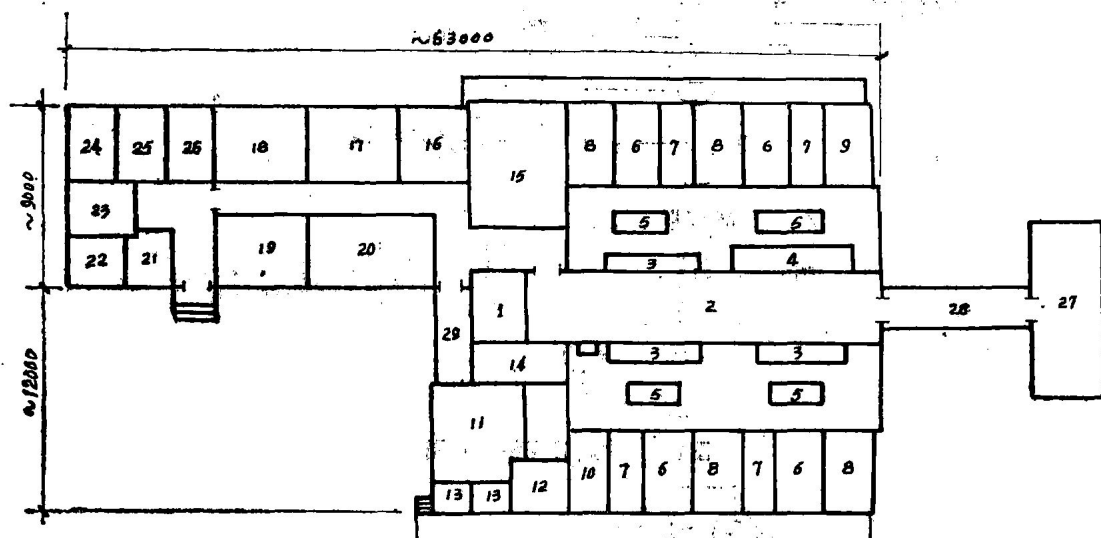


图1-4 塞克路浦转播台机房平面简图

1. 控制室, 2. 发射机大厅, 3. 250千瓦短波机, 4. 600千瓦中波机, 5. 整流器, 6. 调幅变压器, 7. 阳极变压器, 8. 风机室, 9. 蒸馏器室, 10. 更衣室, 11. 配电室, 12. 发电机室, 13. 电力变压器室, 14. 值班班长室, 15. 电子管库, 16. 微波机室, 17. 元件库, 18. 仪器室, 19. 金工室, 20. 发射机库房, 21. 办公室, 22. 副台长室, 23. 秘书室, 24. 台长室, 25. 食堂, 26. 厕所, 27. 天线交换间室, 28. 露天通道, 29. 起重平台。

激励器采用频率综合器, 共用7个选择开关, 手动选择频率, 输出频率用数字显示。

射频放大共有5级。高一级为晶体管共发射极放大。高二级为 YL1260 阴地宽带放大。高三级为 2 个 YL1260 并连工作, 屏槽线圈安装在转盘上, 电动机驱动切换。高四级即末前级采用 YL1500 风冷管, 6 个屏槽线圈安装在转盘上, 电动机驱动切换。

高五级即高末级, 采用 YL1490 金属陶瓷四极管, 作阴地放大。该管为蒸冷管, 寿命约 3,000 小时, 换管时间约为 10~15 分钟。屏极电源采用并馈电, 栅极线圈系盘香式结构, 并采用可旋转的短路棒来改变电感量, 屏极槽路线圈为莱赫线, 均用手动调谐, 栅极线圈为带状, 屏槽线圈水冷, 屏槽电容为陶瓷真空可变电容器, 交连回路采用 T 型网络, 串连臂两组电感连动调整, 并连电容为玻璃真空可变电容器, 输出串有带通滤波器及 UHF 滤波器, 网络之间的连接采用同轴馈筒 Z_0 为 60 欧。

发射机的系统简图见图 1-5。

发射机的蒸汽管道采用金属外罩, 管道与外罩之间填充隔热材料, 施工简便。风冷冷凝器装于风机室的屋顶。

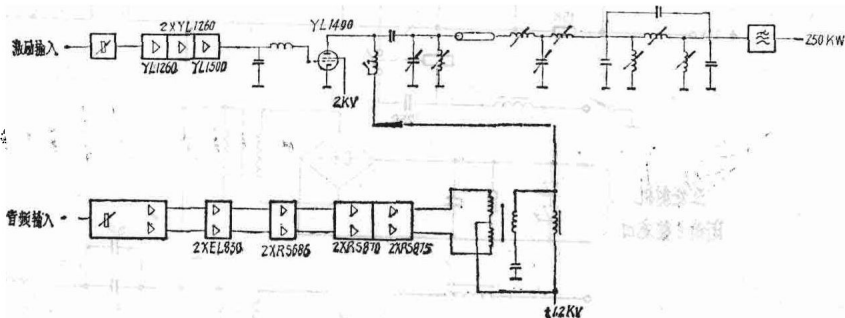


图1-5 S2540型250千瓦短波发射机系统简图

该机设有引燃管保护装置, 引燃管为法国产品, 型号为 AJ5105, 体积小巧, 无需加热装置。引燃管共计三个, 其连接线路见图 1-6, 网路信号的拾取见图 1-7, 脉冲信号的整形及引燃管线路见图 1-8。

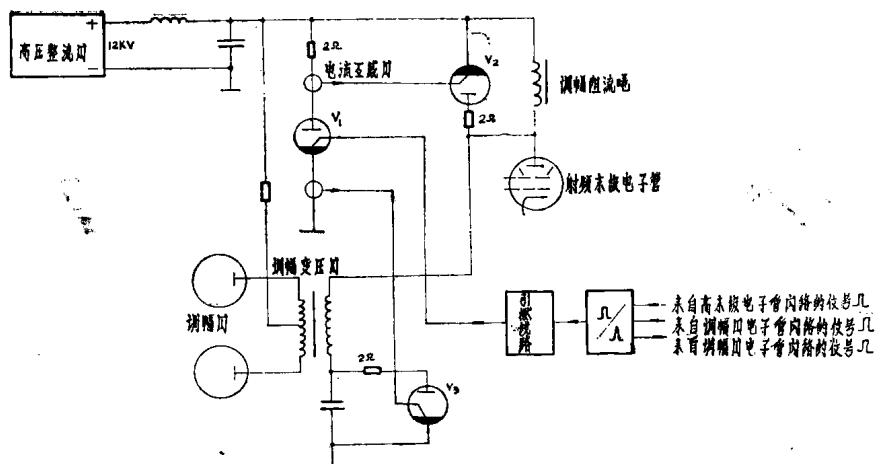


图1-6 引燃管保护示意图

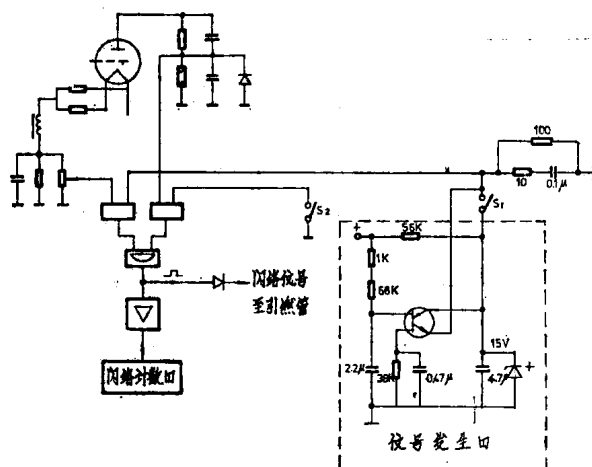


图1-7 闪光信号拾取线路图

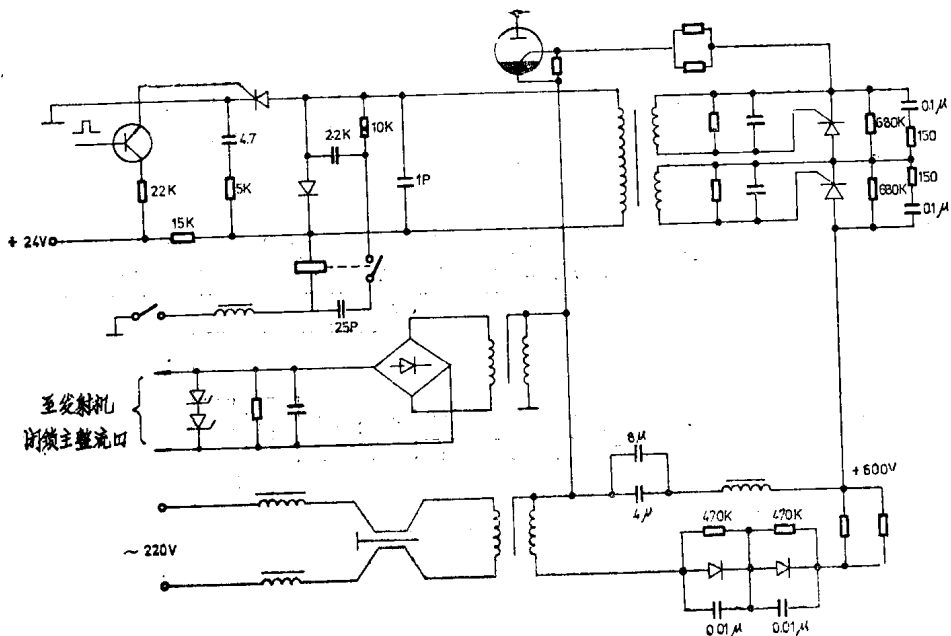


图1-8 脉冲整形及引燃线路图

油冷变压器均装有油压及温度监测告警装置。电控系统还装有三相电源缺相监察告警装置。

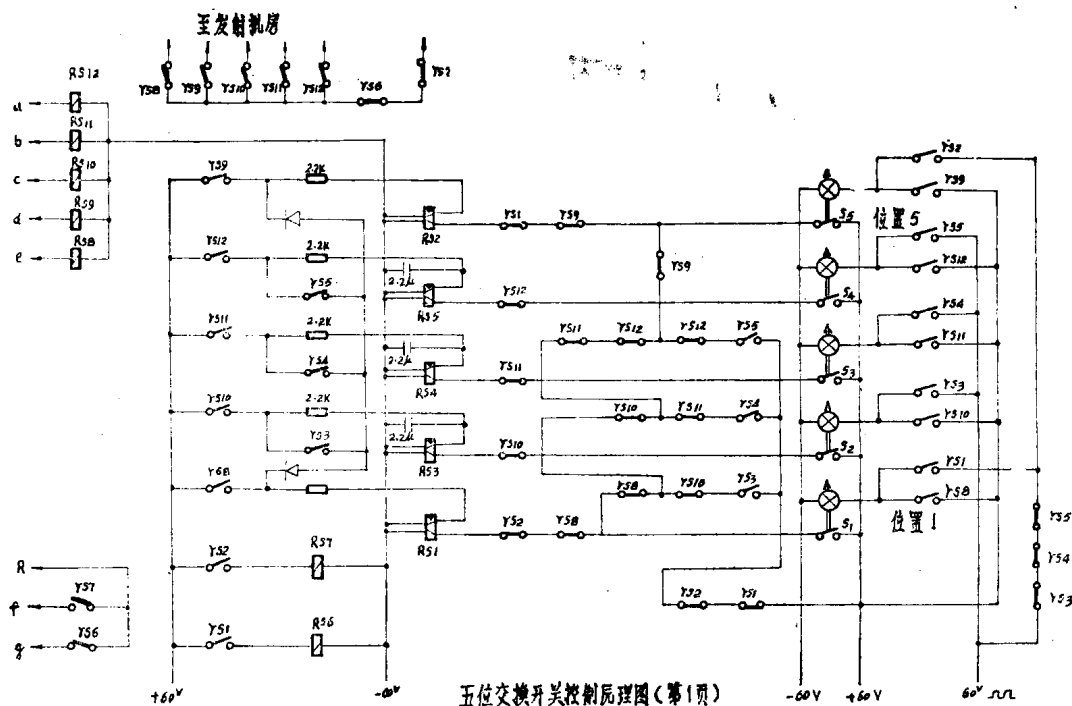
发射机的主要技术指标如下：

输出功率	250千瓦
工作频率	5.9~26.2兆赫
频率变换	2~3分钟
工作种类	A ₃
输出阻抗	60欧, 驻波比 ≤ 2
失真	$\leq 4\%$
杂音电平	-67分贝
频率响应	40~10千赫 ± 2 分贝
全机效率	m=0 57.5% m=0.3 50.6% m=0.5 47.7% m=1 48%

(3) 偏向开关的控制系统

该台四波段同相水平天线具有偏向功能, 其发射方向可以左右偏向 15° 或 30° , 在天线的下方装有一个偏向开关, 有5个位置, 在5个位置之间接有移相的短馈线, 改变偏向开关的位置, 即可改变天线振子的电流相位差, 因而改变发射方位角。

在机房控制室内可以遥控偏向开关, 为了检修调整上的方便, 也可以在本地进行控制。偏向开关的控制原理见图1-9, 1-10。



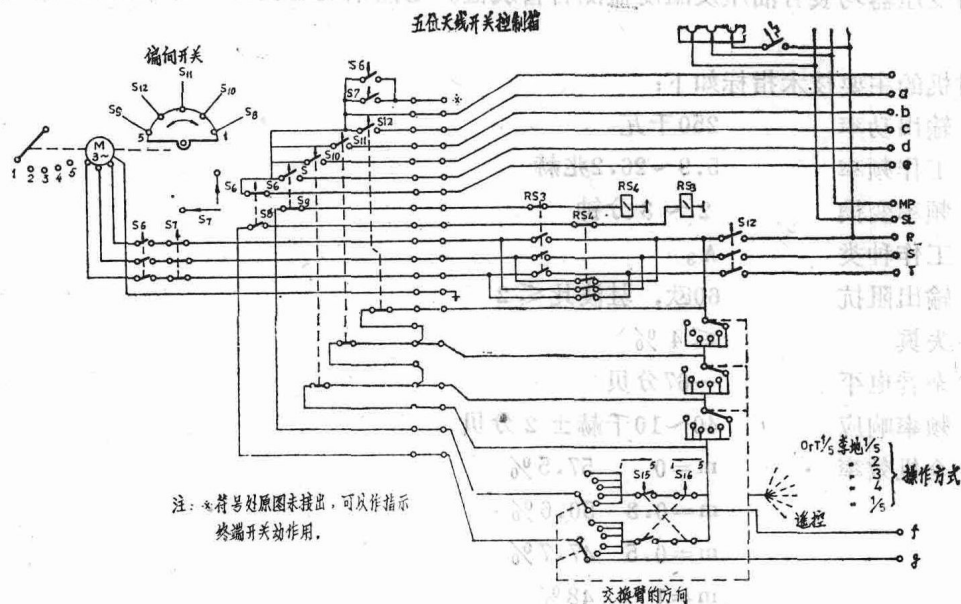


图1-10 五位交换开关控制原理图

(4) 对数周期转动天线的控制系统

该天线在水平方位可以任意转动, 在垂直方位 (即仰角) 可在 $+30^{\circ}$ 至 -40° 范围内调整。该天线系瑞典阿尔贡公司产品。控制系统的主要器件为开关、继电器、接触器及自整角机等。

在室内可遥控接通水平电动机电源, 使天线转动, 与水平方位连动的同步发送器, 将方位角的信号传送至机房, 机房内的同步接收机与发送器同步, 因而在刻度盘上指示水平方位角。仰角的控制与指示和上述相似。当天线即将转至预定角度时, 需提前切断电动机电源, 利用天线的惯性冲至预定角度。电台人员介绍该天线的定位精度为 $\pm 10^{\circ}$, 而设计精度为 $\pm 1^{\circ}$ 。

控制系统由 5 个部分组成, 即控制盘、继电器箱、配电箱、水平转动部分及垂直转动部分。系统的方框图见图1-11。

控制盘除控制按钮开关及同步接收机外, 还有 2 个延时继电器 (24秒), 提供发射机闭锁用。5 个中间继电器提供过荷指示及电源指示。控制按钮带有指示灯, 用以指示正转, 反转, 仰角增及仰角减。告警信号灯计有油位异常, 油质不良, 仰角增上限, 仰角减下限, 过限指示。

继电器箱及配电箱装于天线支承塔下。

继电器箱内装有正反转、仰角增减等中间继电器, 共计 9 个。

配电箱内除了进线总电源开关及分路保险外, 尚装有电动机的接触器及本地控制开关。该开关可切断控制盘的 24 伏电源, 并使本地的控制按钮得电。本地控制按钮共有 6 个, 它们是正转, 反转, 仰角增, 仰角减, 手动制动及紧急停止。另有两个延时继电器, 用以控制电动机换向时延时动作。

水平转动部分及垂直转动部分的设备如系统方框图1-11所示。

塔灯变压器有 2 个 65 伏绕组, 分别供给两组 2×100 瓦的航空警示灯。

配电箱与继电器箱之间有 24 条控制线, 配电箱与天线部分之间有 5 条三相电缆, 通过转

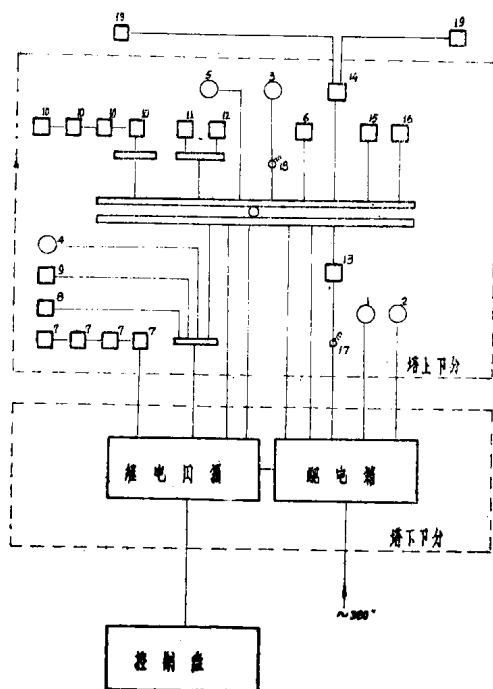


图1-11 转动天线控制系统方框图

1. 水平电动机, 2. 制动电动机, 3. 仰角电动机, 4. 方位角发送器, 5. 仰角发送器, 6. 继电器, 7. 制动器附属接点, 8. 油位接点, 9. 油流动接点, 10. 终端开关, 11. 油位接点, 12. 油流动接点, 13. 隔离变压器, 14. 塔灯变压器, 15. 检修插座, 16. 检修插座, 17. 开关, 18. 开关, 19. 航空警示灯。

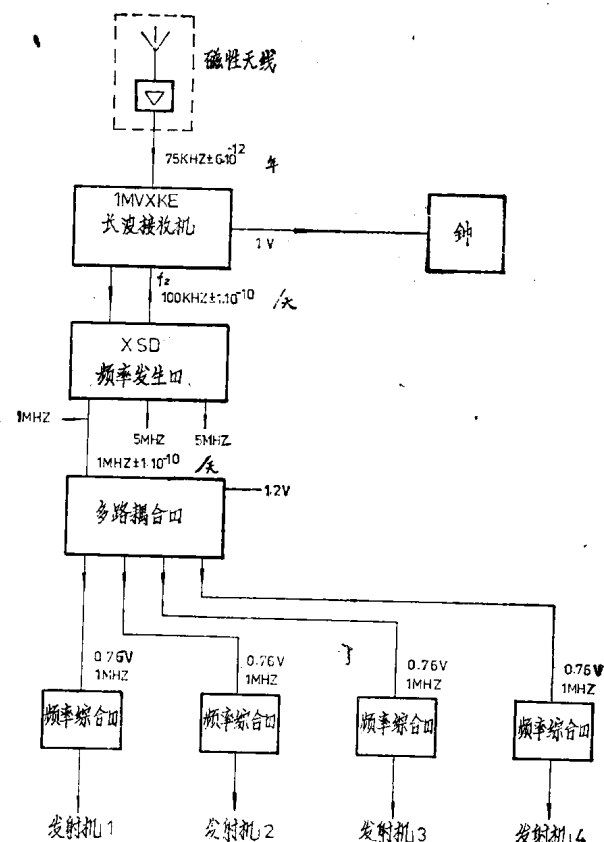


图1-12 塞克路浦发射台频率稳定方框图

动滑环的接线为33条。

(5) 辅助设备

控制室的中央设有值班桌，上面装有业务联络用的对讲装置。控制室的左侧有5个立柜，其上装有简易专用音频信号发生器；监听喇叭；音量指示器；音频输入交换插孔盘；可变相位功能发生器；音频放大器；限制放大器；无调幅告警器；中波发射机的线性检波器；数字式频率分析仪（又名电子计数器）；中波机数字式激励器；短波机数字式激励器；风向风速测量仪；长波接收机；对数周期转动天线控制盘；天线交换控制盘；四波段天线偏向控制盘；中波天线监测盘等。右侧装有交流配电系统模拟线路控制箱。

可变相位功能发生器是一个特殊的音频讯号发生器，可以同时输出2个同频的音频信号，波形是正弦波或者方波，两个音频信号的相位差，可由 0° 至 360° 任意调整，相位差可在面板上直接读出，可以用它来检查音频放大器的负回授线路的相位关系。

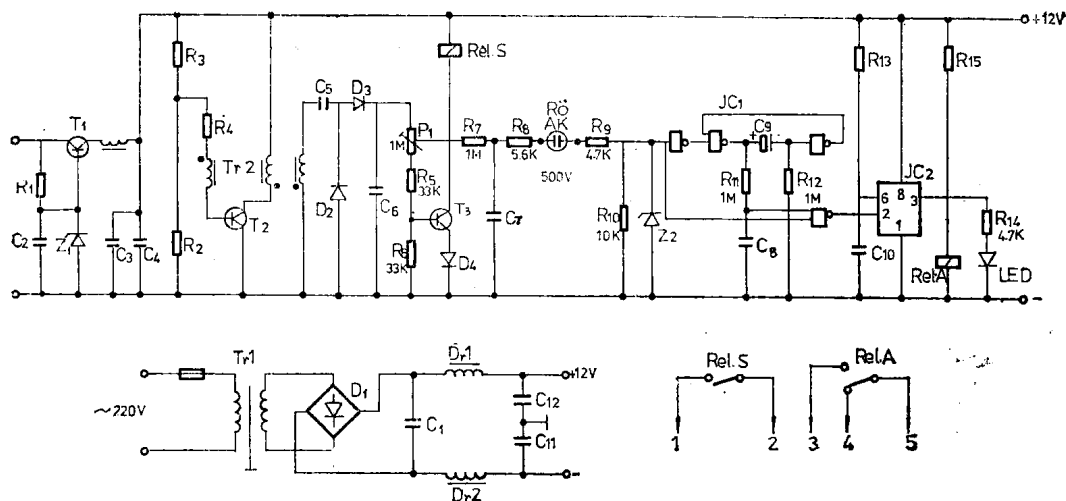
无调幅告警器是一个晶体管化的告警线路，用它来监示发射机的音频输入信号和发射机输出检波后的音频信号，当播音的时候，无论发射机的输入或输出无调幅信号时间超过18秒时，即给出告警指示和音响信号。

长波接收机用来接收瑞士标频台的标频，为此在机房屋顶上装设了长波天线，接收机收转后给出 $100\text{千赫}\pm 1\times 10^{-10}$ （每天）的稳定频率信号，然后经频率发生器差频，产生1兆赫 $\pm 1\times 10^{-10}$ （每天）的信号，再经多路耦合器分别送至各发射机的频率综合器，因而发射机

风向风速测量仪可以自动记录当地的风向与风速。风速测量分为两档，0—30米/秒，0—60米/秒，当风速等于或接近20米/秒时，要求值班人员将转动天线转至与当时风向一致的位置，当风速大于20米/秒时，禁止使用转动天线，以防风力过大而损坏天线。

中波天线为三塔排成一行的定向天线，各塔的功率分配不一样，电流相位也不同，因此在调配室设有监测三塔的功率与电流相位的专用立柜。立柜上设有功率计，相位差计，数字式电压表，幅度和相位测量控制盒，视频和射频相位计，接地开关电动机控制盒，小配电箱。该台采用了工业电视方式，立柜的前方装有摄像机，可将立柜上的读数传送至机房，由设在控制室的图象监视器显示出来。

在室外中波天线附近，设置了几个紫外光传感器，用以监察中波天线是否打火，并记录打火次数，在控制室内设有打火计数器及打火告警器。打火监察器的线路原理见图1-13。



图中的全部元件装在一个半圆形的球体内，Rö为紫外光感知器，外形为灯泡式，由晶体管T₂产生振荡波，经整流后给出500伏的高压，当打火时Rö导通，触发器JC₂翻转，继电器A动作，因而使机房的打火计数器动作并给出告警信号。

天线交换闸室装有 3×12 天线交换矩阵, 也是西德德律风根公司产品, 交换闸为不平衡式, 特性阻抗为 60 欧, 交换矩阵的驻波比小于 1.1, 其额定功率为 500 千瓦, 每个开关单元由一个 200 瓦电动机驱动。天线交换闸的详细介绍见天线部分。

天线交换闸室的左端有一个苏打水假天线与交换闸连接，可供短波机调机使用。该天线系瑞士布朗·保弗利公司产品，额定功率为载波250千瓦，百分之百调幅，工作频段为3—30兆赫，最高吸收频率为200兆赫。它的优点首先是很方便地改变阻值，在30欧到120欧范围内可任意变化，只要改变苏打水的浓度就可得到所需阻值，对发射机的调试提供了方便。其次是费用较低，无烧毁电阻的危险。

苏打水假天线的构造原理与甚高频常用的终端测试电阻相似，见图1-14。

由流动的苏打水构成一个60欧电阻，外壳做成指数形式以保证由输入阻抗60欧均匀地变至终端的零欧。外壳做成圆锥体比较费事，所以做成方锥体，其外形见图1-15。

苏打水假天线所吸收的热量由水冷式热交换器带走，苏打水要求保持在70℃的恒温，为

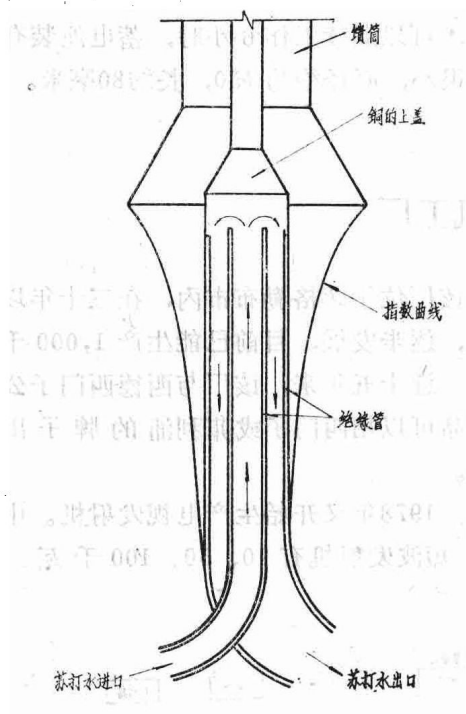


图1-14 苏打水假天线构造原理图

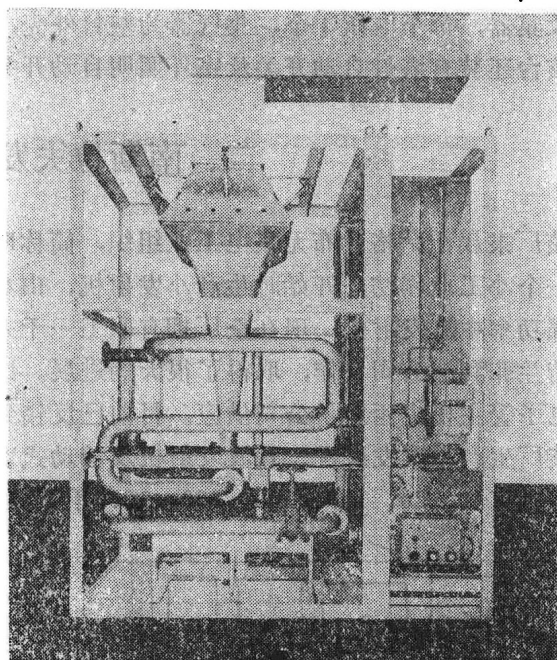


图 1-15

此设有自动调温装置。整个系统情况见图1-16。

微波机室装有两部微波发射机及两部微波接收机。发射功率为 2.4 瓦，工作频率为 2 千

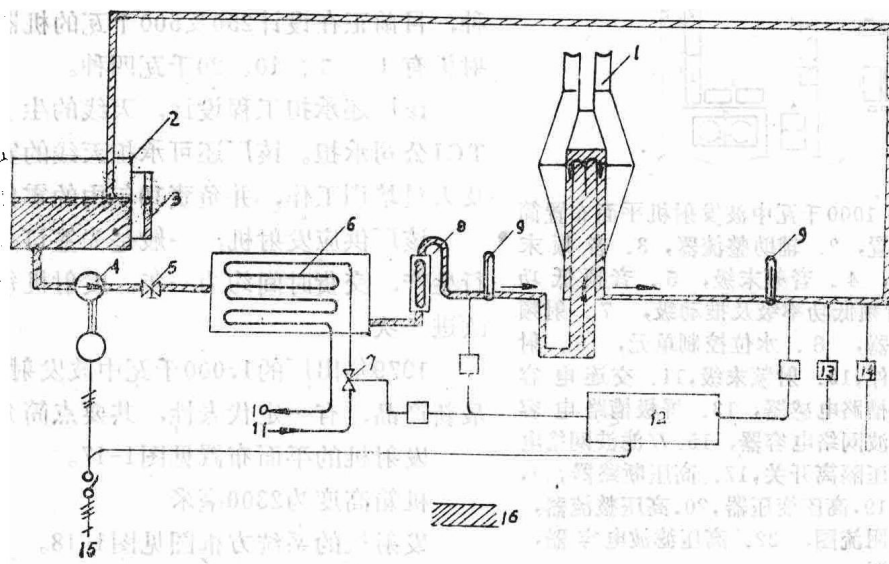


图1-16 苏打水假天线系统简图

1. 高频馈筒, 2. 苏打水贮水箱, 3. 水位指示器, 4. 水泵, 5. 阀门,
6. 热交换器, 7. 遥控阀门, 8. 流量计, 9. 温度计, 10. 冷却水出口,
11. 冷却水入口, 12. 苏打水温度自动调节器, 13. 水流检测, 14. 温度检测,
15. $3 \times 380/220$ 伏, 50 赫电源, 16. 苏打水水路。

兆赫，微波天线直径为2米，装于短波天线的铁塔上，微波机电源为直流48伏，平常由整流器供电，当交流电源断电时，由备用的蓄电池自动供电，可以继续工作6小时，蓄电池装有气体收集器，每个电瓶1个，集气器为塑料外壳，体积很小，直径约为 $\phi 50$ ，长约80毫米。

该台还装有塔灯自动开关及室外照明自动开关。

二、南斯拉夫发射机工厂

该厂隶属于萨格勒布无线电工业组织，简称RIZ。该厂位于萨格勒布市内，在三十年以前是一个小工业作坊，开始时生产小发射机，由小到大，逐步发展，目前已能生产1,000千瓦的强功率中波发射机。现在全厂拥有职工一千人左右。近十五年来，该厂与西德西门子公司及荷兰飞利浦公司合作，取得了很大的进展。该厂产品可以用西门子或飞利浦的牌子出售，电子管主要由西门子公司供应。目前已反销到西德。

该厂生产中波发射机、短波发射机及移动式发射机，1978年又开始生产电视发射机。中波发射机有10、20、100、300、600、1000千瓦等品种。短波发射机有10、50、100千瓦三

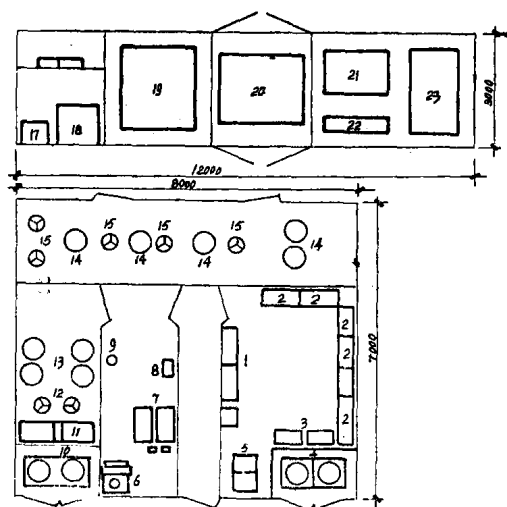


图1-17 RIZ 1000千瓦中波发射机平面布置简图
1. 自动装置，2. 辅助整流器，3. 音频末级灯丝变压器，4. 音频末级，5. 音频低功率级，6. 射频低功率级及推动级，7. 射频末级灯丝变压器，8. 水位控制单元，9. 射频末级交连元件，10. 射频末级，11. 交连电容器，12. 屏极槽路电感器，13. 屏极槽路电容器，14. π 滤波网络电容器，15. π 滤波网络电感器，16. 高压隔离开关，17. 高压断路器，18. 电压调整器，19. 高压变压器，20. 高压整流器，21. 高压滤波阻流圈，22. 高压滤波电容器，23. 调幅变压器。

的激励器直接驱动。高末前级由一只风冷四极管组成，型号为RS 2012CL。高末级由两只超蒸冷 (hyper-vapour cooling) 大功率四极管组成，型号为RS 2074SK，末级输出串有两节 π 型滤波器，输出阻抗为60欧。

音频放大器由晶体管的音频放大前级及调幅器组成。调幅器采用的电子管与高末级相

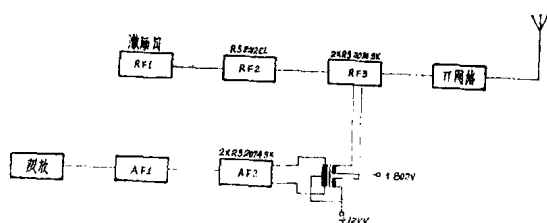


图1-18 RIZ 1000千瓦中波发射机方框简图

种，目前正在设计250及500千瓦的机器。电视发射机有1、5、10、20千瓦四种。

该厂还承担工程设计，天线的生产由美国TCI公司承担。该厂还可承担天线的安装、架设及人员培训工作，并负责10年内的零件供应。

该厂供应发射机，一般是先签订合同，再进行生产，交货时间约为一年。发射机每做一次就改进一次。

1979年出厂的1,000千瓦中波发射机为该厂最新产品，有一定代表性，其要点简介于后。

发射机的平面布置见图1-17。

机箱高度为2300毫米。

发射机的系统方框图见图1-18。

发射机射频放大器只有两级，可由晶体管化的

同，工作于乙类推挽放大。

发射机的器件选自世界各国，以保证产品的先进性，例如电子管是西德西门子的，高压充气电容器与冷凝器是美国产品，引燃管为法国产品。

发射机为一般的屏调机，但采用了特殊的调幅变压器，省去了调幅阻流圈及隔直流电容。

该机采用超蒸冷系统，整个冷却系统是密闭的，在电子管水套进水回路中设有水泵。该水泵无特殊要求，电子管出水温度约为 $80^{\circ}\text{--}90^{\circ}\text{C}$ ，进水温度与室外温度有关，较高时约在 $45^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{C}$ ，较低时约在 $25^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{C}$ ，冷却器随机供应，内部用铜管，外壳为铝制。

为了防止由于电子管内部闪络引起的损坏，设有新式引燃管保护装置。这样就能显著地延长电子管的寿命。由于该机没有调幅阻流圈及隔直流电容器，所以只用了一只引燃管。该引燃管跨接于高压整流器滤波器的输出端，引燃管的型号为 AJ 5105 或 BK476，前者系法国产品。

大型电子管灯丝回路串有电流互感器，可以经常监测灯丝电流，值班人员从灯丝电流的变化，可以判断电子管的寿命。

大型电子管灯丝预热时间很短，只有30秒，高压可以快速加上。

外电中断时间小于1秒时，发射机照常工作，大于1秒时需6秒时间恢复工作。

高末级采用了石墨栅极新管，而且是用激光刻制的，管子特性良好，极间电容也小，又是工作于丁类放大，高末屏极效率达到90%，由于没有调幅阻流圈，也减少了损耗，因此全机效率很高， $m=0$ 时为72%， $m=0.5$ 时为61%， $m=1$ 时为65%。

其非线性失真在 $60\sim 2250$ 赫范围内 $\leq 3\%$ ，信号杂音比 ≥ 65 分贝。频率响应在 $50\sim 10,000$ 赫范围内 $< \pm 2$ 分贝。

末级电子管换管时使用吊车，换管时间为2分钟。

该机可以本地控制，也可外地遥控。

发射机还可以并机工作，并机网络为桥T型，直通系数为40分贝。网络的输入输出开关集中安装，同轴连动，可自动切换，切换时间为6秒。

限制放大器为西德西门子产品，型号为U273b，其外形尺寸为 $40\times 144\times 134$ 毫米。

三、斯科普里中波发射台

该台位于斯科普里的东南奥夫切波利 (ОВЧЕ ПОЛЕ)，距斯市约40公里。全台工作人员共12人，其中计有台长1人，技术人员9人，清洁工及维修工各1人。

该台于1970年11月29日开始工作，机房为一层建筑，其中装有一部1,000千瓦中波发射机，系瑞士布朗保弗利公司产品。中波天线采用自立式铁塔一座，塔的底部接地，塔高185米。

机房的左侧为技术部分，其平面布置见图1-19。

发射机的主机箱长为8米，深为4米，高为3.5米，其结构布局特点是向高处发展，电子管布置在主机箱的后侧，末级槽路布置在机器面板与各级放大器机箱之间。末级槽路及输出回路的电容采用美制充氮可变电容器，其额定电压有53千伏及35千伏两种，电容器外径约为60毫米，高约1米，屏槽线圈动接点为刷片式。

发射机面板中央部分见图1-20。

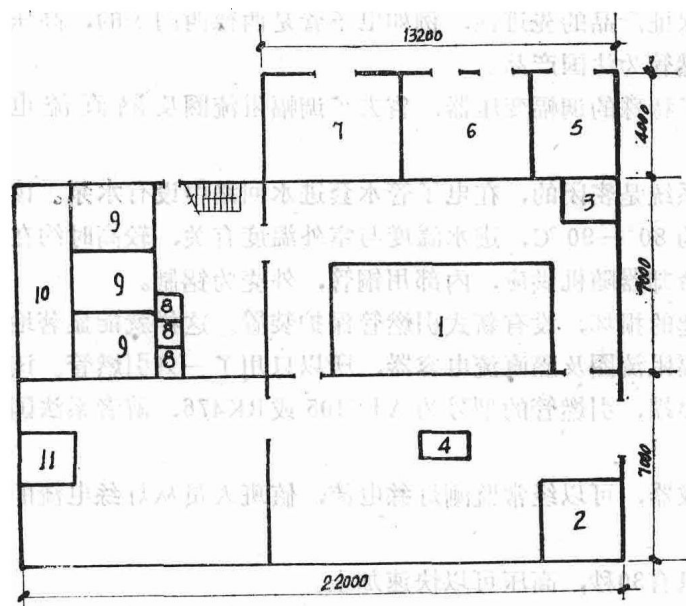


图1-19 机房技术部分布置简图

1. 发射机箱, 2. 微波机室, 3. 主整流器, 4. 值班桌, 5. 阳极变压器室, 6. 调幅变压器室, 7. 备急电机室, 8. 低压配电盘, 9. 风冷冷凝器, 10. 风道, 11. 假天线。

该光敏元件在电表外边可以随意调整其位置。该表系美国产品, 原来表面刻度为0-100, 现瑞士已自己生产, 并且有所改进, 刻度直接为电流值或电压值。该表有三种型式, 一种只有上限, 一种只有下限, 一种兼有上限及下限。瑞士布朗保弗利公司在新的500千瓦短波机上已将该表与面板上的模拟线路结合在一起。

高压整流器采用闸流管, 管子用6备1, 高整的一角装有高压滤波电容器, 见图1-23。



图 1-20

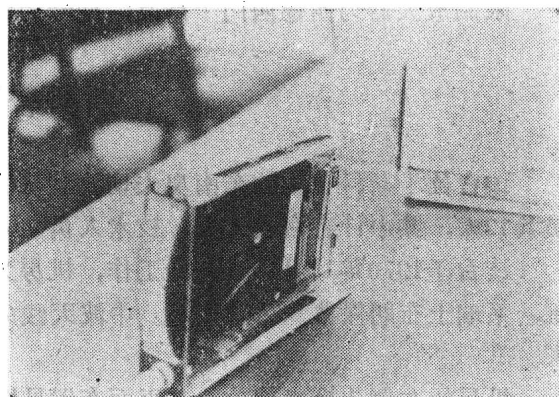


图1-21 控制仪表继电器

该机高放部分由两个机箱组成, 末前机箱内装有前置放大器及末前级放大器。末前级由2个三极管 (FQS15-1) 组成。末级机箱装有三个大功率蒸发冷却三极管 (BTS150-1), 电子管的安装方式见图1-24。

低周机箱内装有低放一二级, 低三级及低四级, 调幅器也装在此箱内, 它由两只 BTS

150-1大功率三极管组成。

据称，瑞士布朗保弗利公司新的1,000千瓦中波机，只用了4只电子管，即高末级1个，高末前级1个，调幅器2个，其余部分均为晶体管。

发射机的机箱通风机及蒸冷系统的余热利用热交换器等设备安装于发射机的左侧上方的二层阁楼内。

发射机采用三个风冷冷凝器，用2备1，自动切换。风机为轴流式，垂直安装。下部进风，上部排风。

在冷凝器进气管道串有热交换器，提供余热利用，其外循环水路串有水泵，将交换后的热水打至机房暖气系统，加以利用。这种余热利用系统可使暖气片的温度达到70℃左右。当发射机停机时，需要启用烧油锅炉。在夏季停开水泵即可。无需关闭节门或变换管道连接方式。

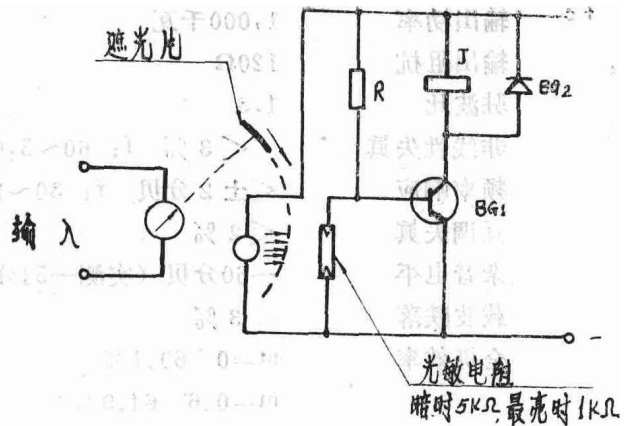


图1-22 控制仪表继电器原理图

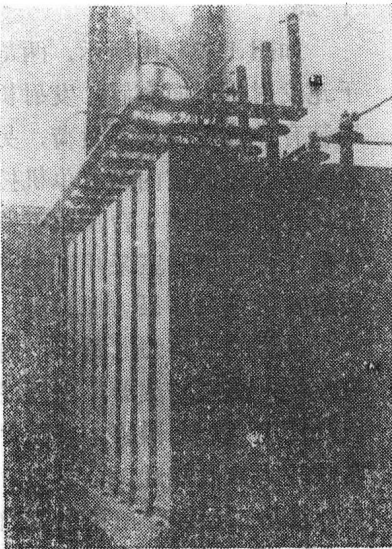


图1-23 高整电容

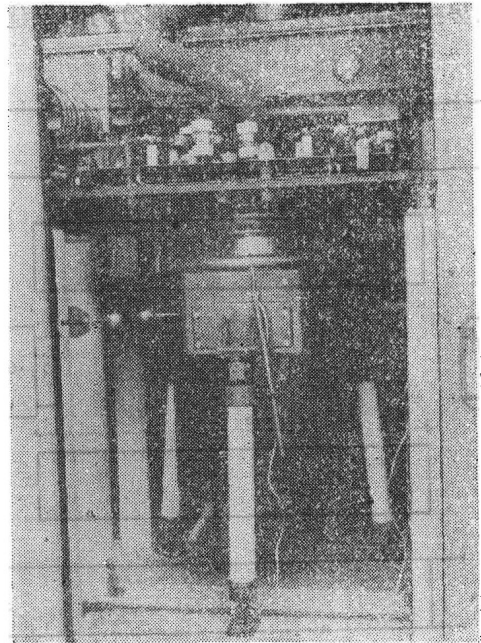


图 1-24

微波机室是金属材料制作的屏蔽室，内装微波及调频收转设备，用以提供本台节目信号。

机房大厅的左侧留有安装备机的地方，大厅的最左端装有风冷式中波假负荷，其容量为2,000千瓦。该假负荷装于金属的竖道内，其截面为正方形，边长约2米，高约8米，风机装于下方，风机马达为22千瓦。

机房接地系统干线采用50×1铜带，在发射机主机箱下边，铜带组成方格网状，间隔为500毫米，铜带埋在水泥地面内，距表面约为20毫米，在主机箱下面再敷设一层铜皮。机房四角设有四组接地极，接地极由三根2英寸铁管组成，铁管长为4~6米。