

热功率	9 万千瓦
水入口温度	248℃
水出口温度	325℃

活性区内装有工艺管道,棒状释热元件集中在工艺管道内。释热元件是由陶瓷燃料(烧结的 UO_2) 构成的,外包以铝合金或不锈钢制的保护壳。在全功率运行时,反应堆的工作周期为一年,实际上可在不加燃料的条件下连续运行数年。

反应堆装有两个自动调节器,每个调节器具有三根调节棒。其中一个调节器是备用的,备用调节棒常用来作手动调节。安全棒只在事故停堆时应用。当发生故障时安全棒能在 0.5 秒内自动投入反应堆。

船上有可靠的辐射防护设备。第一迴路的各个设备都装在 300—400 毫米厚的钢防护墙内。在蒸汽发生器工段内工作的人员一律穿特制的工作服,备带个人剂量计。这个工段的某些房间内装有特殊的通风装置,室内经常保持负压;还装有剂量讯号测量装置,如室内的剂量率超过容许水平,能发出警告讯号。

原子破冰船还拥有最新的通讯和导航设备。短

程雷达用于导航;长程雷达用来观察四周的情况和直升飞机等。无线电室能用超短波、短波、中波、长波等各种波段跟海岸基地、港口、船队、飞机等取得联系。近代航海仪器:如迴旋测向器、测程器、测音器、自动封漏器、无线电测向器、无线电定位器等都齐备无缺,而且是根据破冰船的特殊要求设计的。

船员的生活福利也极完善。船员的住舱内装有空气调节器、暖气设备、热冷水管以及在极地长夜中显得特别柔和的日光灯照明。船上有餐厅和浴室,还有陈设精雅的娱乐室、俱乐部、图书馆、阅览室、音乐厅、吸烟室等。为了保证船员的健康,船上还设有完备的医疗机构。这一切都说明社会主义国家对海员生活的关怀。

苏联是高纬度国家,沿北冰洋有极长的海岸线。北方地区国民经济的发展要求建立强大的破冰船队,以便加速北海航队的建设、开辟高纬度的航线和开展极区的科学研究工作。列宁号原子破冰船的建设说明苏联已经顺利地解决了建造功率强大、性能良好的航海原子发动机的课题。苏联“列宁号”原子破冰船的启航,又一次证明了苏联科学技术在世界上的领先地位。更证明了东风压倒西风的优势。

日本科学家作反应堆的地震试验

英国为日本建造一座原子能动力站,提出了安装一座气冷石墨减速反应堆的方案。在方案确定前,日本科学家们对在地震的情况下石墨活性区稳定性的测定进行了多次试验。这些试验是在一个特殊构造的震动台上进行的,所用的石墨块相当于英国卡德霍尔反应堆所用的三分之一。

在一个石墨减速剂反应堆的活性区中,铺有许多枕型石墨块,它为板型石墨花砖所分隔。它们是依靠本身的外形和彼此连结的状况来稳定的。如果用一些方法从外部将石墨束扎,还可以达到进一步的加固。

试验装置是一个 4.9 米长,4.5 米宽,重量超过 11 吨的地震试验台。

使用这个实验台能够测出在模型堆中石墨的移动和堆中每点的压力,发现紧束力转移的状况和验证理论计算的结果。

使用这个台子可以进行动力和静力试验。

水平振动:静力试验是将石墨放在台子上,当台子倾斜时,能使物体遭受一种侧压力,这个旁向力相应于地面上的物体在地震时的水平振动。台子是用二个 50 吨水力撞锤使它倾斜的。最大的倾斜角度

是 45° ,台子能够负担的最大载重量为 50 吨。当台倾斜成为 45° 时,就产生 0.7 克的加速度。这加速度远超过在实际地震中所产生的加速度。例如在 1923 年日本的一次大地震中,东京小山旁的地面中所产生的水平加速度为 0.1 克。

动力试验是使台子遭到多次震动。这些振动的产生是用水力撞锤的方法来移动安装在台前后的 20 个弹簧圈,然后突然地拽动一下弹簧解扣的触发器。

改变弹簧的圈数和刚性就能改变台的振动周期(自 0.96 秒到 0.14 秒),振幅到达 18 厘米,水平的加速度最大可到达 2 克。

垂直振动:振动台是用四个悬挂的弹簧支持,使这些弹簧倾斜到 14° 到 26.5° 的角度,则可能产生垂直震动。这些垂直震动相应于水平加速度的 25% 和 50%。

动力试验可用重达 28 吨的物体来实现。

用在试验中的模型反应堆是石墨砖和花砖砌成的一个 24 面的结构。其中包括 4500 块砖块,每块砖的尺寸是 6.1 厘米 \times 6.1 厘米 \times 25 厘米,和 10000 块花砖,每块尺寸是 6.9 厘米 \times 6.1 厘米 \times 1.2 厘米。模型总的尺寸是直径 3.73 米,深 57.2 厘米。

反应堆模型在花砖层用横楔和扁带(称为吊带或扎棒)来束扎。在扎棒的中部用梢子来连接在外面的鋼圓柱(直径是 4.03 米)上。

用模型来进行的第一次試驗是研究在石墨上紧束力的分布情况。电阻計量綫連接在石墨的 300 个不同地方。紧束力达到 3.2 克。測量所受的力,可以算出压力分布状况和力的传递。

靜力試驗是用台子使模型傾斜成 45° (所得旁向加速度相应于 0.71 克)和 15° (所得旁向加速度相应于 0.26 克)的角度。用这个方法能够測量出施于支座結構上的力、石墨的变形、反应堆上的应力和束扎石墨块的扁带上抗张力的变更等。

动力試驗能測量出石墨的加速度和台的动作,并且能測量出在支座結構上具有的力和花砖上所施的应力。

在这些試驗中發現假使石墨砖块和花砖排列的方法和英国卡德霍尔反应堆所排列的方法一样的話,則不管对外部束扎扁带施加任何样的力,反应堆中心不受影响。这是因为位于反应堆周围的石墨砖块有拱作用的緣故。为了使約束扁带对中心有所效

应,在石墨砖块之間应留有間隙。

将石墨砖块进行适当的分隔和束扎以使結構受到多种靜力、动力試驗。台子被傾斜至 45° ,使产生一等价于 0.7 克的旁向加速度,而振动产生一个 0.7 克的水平力和 0.38 克的垂直力。振动摹拟的累积振幅約为 6 厘米。

在反应堆中沒有发生什么异常,例如花砖的脫扣或者石墨的毀損等,亦沒有使石墨在靜力試驗时遭受到任何大的变形。反应堆运动得象一整块一样。

在实验中所获得石墨反应堆的运动量,在徑向鍵上具有的力和在石墨花砖上应力的分布証实是与計算所获得的值相等的。这就是說石墨的运动量在 0.7 克的旁向力作用下确实是 2 毫米,并且应力的值是远少于极限强度的值。

試驗确定,石墨反应堆的活性区只要装一套特別的支柱結構就能承受地震,而不致害怕石墨的崩潰和变形(这些损坏会妨碍反应堆控制棒的插入)。

这就是說反应堆防震的安全性是可靠的。

(摘譯自 Nuclear Energy Engineer, 1959 年 7 月, 349 頁)

美国計劃建造有机动力反应堆

美国原子能委员会对电功率为 30 万瓩小时带有机載热剂反应堆的发电站进行了研究,指出象这样的发电站所生产的电能每瓩小时的成本为 0.7—0.8 分(美金)。这一研究証明了在生产較經濟的核动力方面,带有机載热剂反应堆的潛力。研究的結果,建議实现設計带有机載热剂反应堆的 6 年計劃,包括建造具有有机載热剂的材料試驗堆和原型堆。这一計劃的实现将在 1965 年前建成功率为 30 万瓩的发电站。該发电站将生产每瓩小时的成本为 0.81 分(美金)的电能。电功率为 45 万瓩的工业发电站将于 1962 年开始建設,并于 1966 年前完工。該发电站将于 1969 年生产每瓩小时的成本为 0.61 分(美金)的电能。

以前的一些研究証明,带有机載热剂和減速剂的动力反应堆具有下列的特点:

1. 温度在华氏 600 度到 800 度的条件下在一次回路中的压力低。
2. 活性区紧凑。
3. 沒有載热剂、鈾、燃料或水的有危险性的化学反应。
4. 腐蝕度小。
5. 可用标准的結構材料(燃料元件外壳用的鋁

和标准的管道、閘門以及泵用的低碳鋼)。

6. 載热体中所引起的放射性不高。

7. 放射性的負温度系数很大。

带有机減速剂和載热剂的反应堆結構簡單,建造成本比較便宜,工作安全。

但是,这种反应堆也有某些缺点,在反应堆的工作温度条件下和在放射性輻射的作用下,有机化合物逐漸分解,所以需要淨化系統和有机物質的补充系統。传热性比水和液体金属小,所以需要帶表面与体积之比很大的燃料元件。

在研究带有机載热剂的过程中曾設計了一个带有机減速剂和載热剂的反应堆,其电功率为 30 万瓩。設計該反应堆的結構时考虑到要在 1960 年开始建造,并在 3 年期間內建成。該反应堆的热功率为 1013000 瓩。該反应堆的載热剂含“Сантовакс-Р”,其在反应堆出口处的温度为华氏 675 度。每小时內通过反应堆的載热剂为 5445 万磅,反应堆入口温度为华氏 550 度。系統在每平方吋为 36 磅的压力下进行工作。

活性区的直径約为 11 呎,高 12 呎,有 352 个燃料元件。鈾燃料的濃縮度为 2.5% 以下,而在活性区共装有 52000 公斤鈾。反应堆的工作利用 61 根