



铱器皿的精密铸造*

上海光学精密机械研究所晶体组
(中国科学院)

铱是一种熔点高(2454℃)的铂族金属,适用于制作合成高熔点氧化物的器皿。致密块状的铱,不易进行机械冷加工,在空气中加热到700℃以上,则生成 IrO_2 ,于1000℃以上即分解并且挥发严重。因而采用的制造方法除应满足形状复杂精度较高外,还要求在空气中进行高温加热的时间短促。

已有的浇铸法制造铱坩埚,系将铱粉压成小块,投入用烧结氧化镁砂捣打成形的坩埚内,在空气中用感应加热迅速熔融后,浇注入模子内凝固而成,模子是用硅碳棒炉预热的电熔氧化锆砂捣制而成的,浇注时阴阳相套。此法对于形态简单的厚壁坩埚,尚能应用。但形态不够精确,且常出现砂眼、气孔、“浇纹”(类似于冷隔)等疵病。我们据此经验,在实践中作了一些改进,达到了精密铸造各种形状器皿的结果。

一、主要装置和设备

采用感应加热熔炼铸造铱器皿所使用的主要设备,一为三十瓩高频加热设备,二为硅碳棒烧结炉(功率6—10瓩、温度可达1300—1400℃)。浇铸装置如图1所示:R为“翻斗”熔炉,氧化镁砂熔坩能固定在熔炼线圈 L_1 (图2所示)内;J为“铸模”预热炉,其中放置石墨筒,筒内放以“铸模”。先在同一高频加热设备引出的予热线圈 L_2 (图2所示)内加热,遂用“浇铸小车”挂上铸模预热炉,推入浇铸位置,在浇铸时浇注小车可随“翻斗”熔炉浇嘴变动而移动,于是做到了操作灵活、安全。图2为感应熔炼电路,其中 L_1 为熔炼

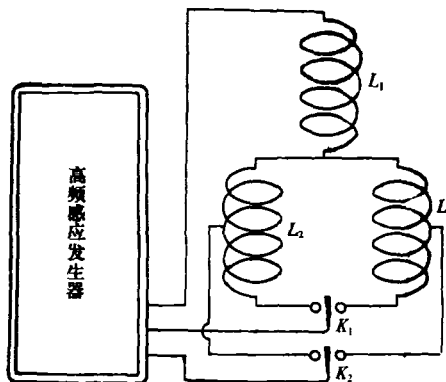


图2 感应熔炼电路简图

线圈, L_2 为预热铸模线圈, L_1 是为了与高频感应发生器槽路匹配而同 L_2 串接的附线圈, K_1 、 K_2 是用来切换线圈和反馈线的接触片。

二、熔炼坩埚和铸模的制备

熔坩和铸模均用氧化镁砂制作。氧化镁砂,可在预热铸模的线圈 L_1 内放入刚玉管和石墨筒,然后在其内烧结化学纯氧化镁粉,即可制得:具体的做法是先以感应加热石墨筒至高温烧结氧化镁粉成块,可得到小部分(5—10%)呈熔融半透明状,大部分为多晶的氧化镁块(尚有5—10%的粉末粘附于结块上),再用瓷钵将其粉碎即成氧化镁砂。

坩埚是用氧化镁砂80—120目者50—30%和120目以上者50—70%混合,以麦芽糖溶液作粘合剂,如图3所示,逐步捣打于放有木模芯(R-4)的素瓷或氧化钼坩埚内,成型后取出木模芯,再做浇嘴,即可置于

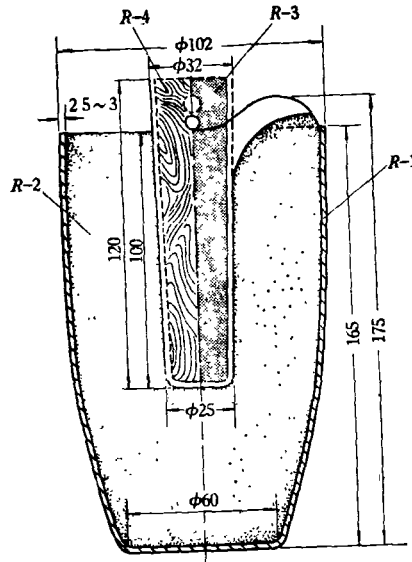


图3 熔炼坩埚

R-1,900CC素瓷坩埚; R-2,氧化镁砂料;
R-3,熔料前预热的石墨棒; R-4,捣打成型时用木模芯

* 1974年3月8日收到。

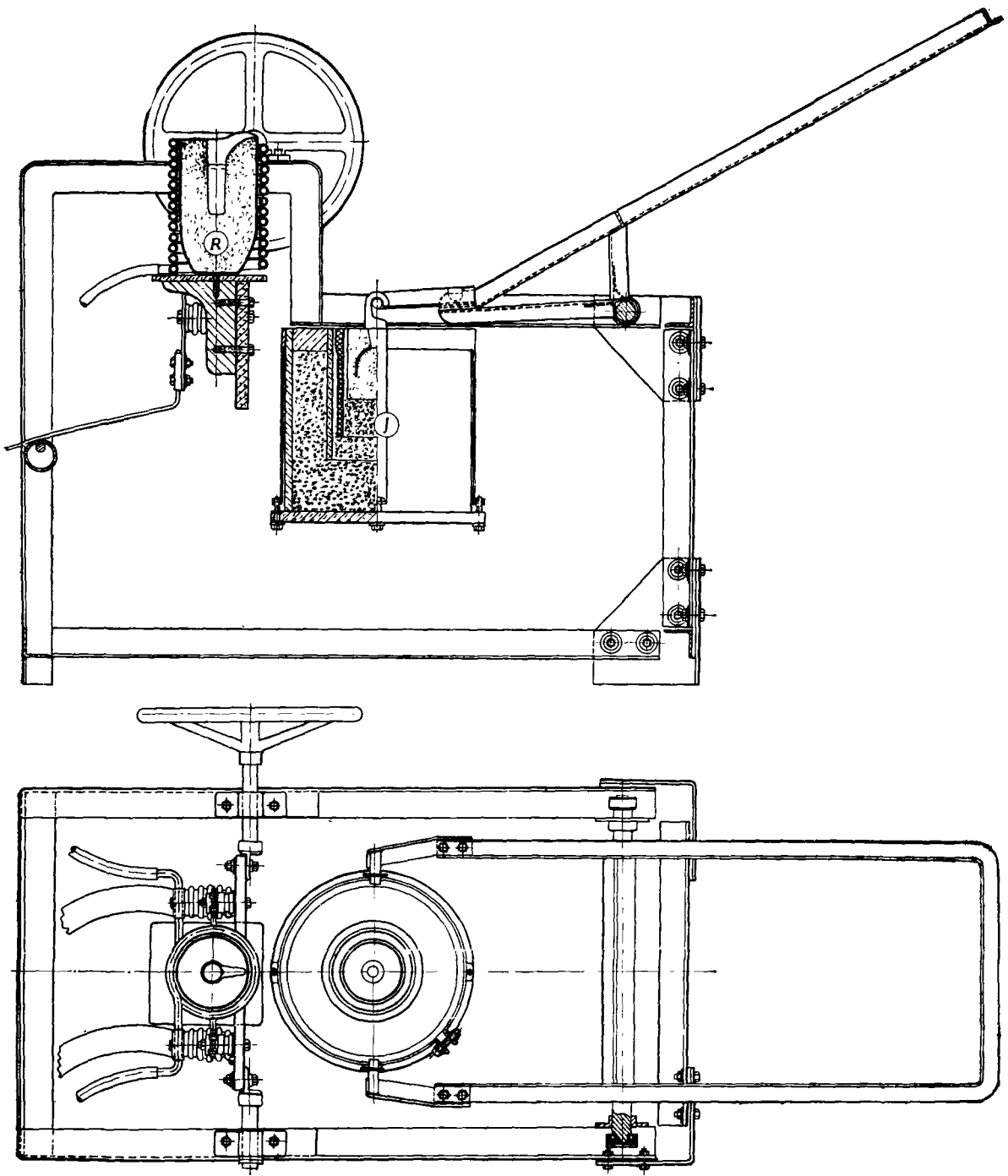


图 1 浇铸装置图

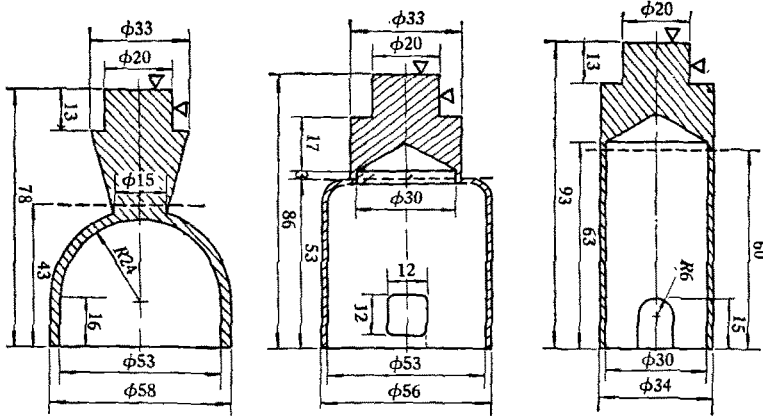


图4 几种模芯

烘箱或电炉中,在 200—300℃ 下缓慢烘干,备用。

铸模的“模芯”是用高纯度石墨作成,即利用机械加工,将石墨制成精度较高的所需要器皿形状的“模芯”,如图4所示。把模芯置于图5所示的模套内,以

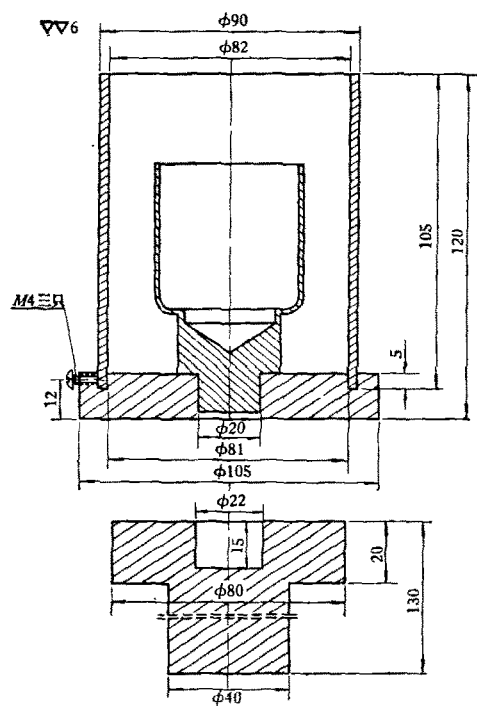


图5 捣打模套

和作熔坩相同的氧化镁砂料捣打成铸模胚,放入硅碳棒烧结炉内,逐渐升温至 1300—1400℃,灼烧约 50 小时(如图4所示的几种模芯)。当石墨在空气中氧化燃烧尽后(即失墨),就得到如图6所示内部光洁而外部又是完好一体的空腔铸型,于是保证了制品精度和形态复杂的要求。在设计加工石墨模芯时,应考虑到氧化镁砂的收缩量,并注意浇口的设计。图4中虚线的上

方即为浇口,沿虚线切割,其下方即为所需器皿的形状。

三、预热铸模和熔炼浇注

在熔铸前,先把铸模预热炉按图7下段所示装置起来,并校正小车在浇铸时铸模与熔坩的可靠位置,然后将预热炉盖上保温盖(μ-4, r-4)放入 L₂ 线圈内,同时在熔坩中悬挂一高纯石墨棒(如图3中的 R-3),将 L₂ 接入槽路。当加热约三小时后,以光学

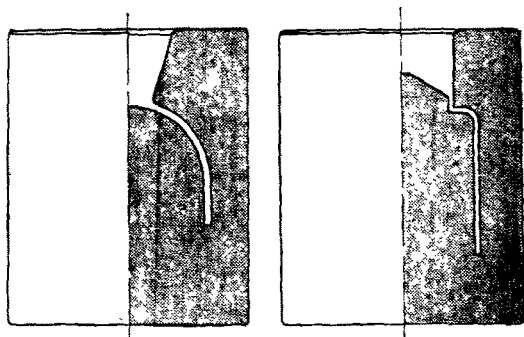


图6 镁砂铸模

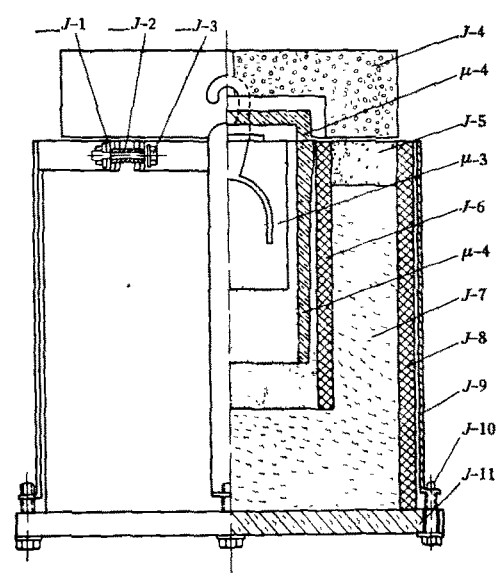


图7 铸模预热炉

J-1, 绝缘云母片; J-2, 绝缘瓷管; J-3, M6 铜螺栓; J-4, 高温坩埚泥盖; J-5, 氧化铝泡沫砖; J-6, 刚玉管; J-7, 电熔刚玉粉; J-8, 刚玉管; J-9, 紫铜带; J-10, M6 铜螺钉; J-11, 水泥石棉板; M-3, 铸模; M-4 保温盖

高温计测量顶部石墨盖温度，当温度为 1350℃ 时，将预热炉取出放于浇铸装置小车下，同时将熔锅中石墨取出投入铌料。当料全部熔融后，用小车挂上预热炉送到准备浇铸的位置上，待熔体再被加热一分钟左右，迅速取开预热炉盖，即停高压，在旋转熔锅的同时将预热炉逐渐升起，使铸模浇口对准熔锅嘴，立即倾倒熔体于铸模中，便得成型的铸件。为了减少铌的氧化损耗，待熔体凝固后，取出铸模，把它打碎，立即将其中的铸件投入水中骤冷。此后再除净镁砂，用钻石锯片切割机，沿图 4 所示的虚线方向切除浇口（切削末可以回收），便得所需器皿。

四、结果和讨论

1. 图 8 是几种铌器皿，其壁厚公差均小于 0.1 毫米，而椭圆度均小于 0.2 毫米，内、外表面均平整无疵，且不见“浇纹”，完全满足了使用要求。以比较成功的三次浇铸而言，铌的耗损率约为千分之五。五。

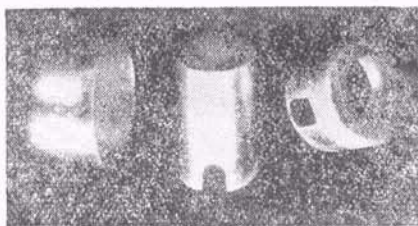


图 8 铌器皿

(从左至右：铌罩——径 47，高 35，厚 1.4 毫米；铌筒——径 32，高 59，厚 2.0 毫米；铌锅——径 60，高 30，厚 2.5 毫米)

2. 图 9 示出铂-铈籽晶接头，一为外螺纹 (M10 × 1.5 毫米)；一为内螺纹 (M14 × 1.5 毫米)，二者均系首次铸成，不需经机械加工即可使用。

上述二项结果达到了精密铸造铌器皿的目的。

3. 为了提高熔体的流动性，延长凝固时间，以得到复杂而壁薄的器皿，需要增高熔锅和铸模的温度，但这

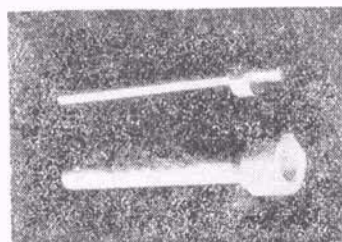


图 9 铂-铈籽晶接头

些受到材料熔点及其特性的限制。氧化镁砂熔锅因系捣打而成，并有骤热、骤冷过程，容易出现裂缝而漏料，一般熔锅经 4—5 次使用后，需捣毁重做。铸模温度，浇口处为 1300—1400℃，下部估计可达 1800℃ 左右，再经高温熔体加热，如铸模用氧化锆制备，即被烧结坚硬，并且由于其化学性质稳定，难溶于酸碱中，故铌铸件难以脱模，因此选用氧化镁砂做铸模，既不烧结成坚硬块，又能溶于酸中，而便于除净。

4. 利用高纯石墨作模芯的铸模，成功地解决了形状复杂而壁薄的较高质量铌器皿的制造问题，但必须注意将石墨烧干净，否则在高温下石墨与铌激烈反应，不但耗损严重，并且得不到完整器皿。

5. 熔炼铌料时，因时间短促，对铌块而言，损耗较少，但对铌粉，因其总表面积过大，则损耗较多，需将铌粉置于真空充氩的炉中烧结，从而减少损耗。在熔炼过程中要避免发生“架桥”现象，应适量地逐步加入铌料。

6. 所用设备很少，用同一感应加热设备既能熔炼铌，又能以一般电炉不能达到的高温预热铸模，还能烧结氧化镁。其装置简单，制造容易，且能熔铸其他铂族金属。

本文所述的工艺方法，虽是大部分属于人工操作，但其效率较高，对于稀贵的铂族金属，我们认为只要有感应加热设备的单位，以少量人力，采用本方法，即能满足国家需要。

(上接 252 页)

实质上却继承了爱因斯坦思想中的唯心论、形而上学观点，并且突出地宣扬着唯心论的先验论。

该书中还有许许多多的物理和哲学错误，例如：把洛仑兹的尺缩概念与相对论的洛仑兹收缩概念混为一谈(书中第 7 页)；尺缩钟慢概念的混乱(书中第 8 页)；校钟的问题(整本书都有)；“相对性原理”概念的混乱(书中第 20, 48 页)；尺缩钟慢推导中的绝对论错误(书中第 37, 38 页)；对动量守恒定律的错误理解及错误应用(书中第 41 页)；对质能关系的唯能论解释……

等等，举不胜举，这里仅就我们认为是一部分问题谈了一些粗浅的看法，提出来与作者商榷。不当之处，望大家批评指正。

参 考 文 献

- [1] 秦元勋,《空间与时间》,科学出版社,(1973).
- [2] 爱因斯坦, A.,《自传》(1946),
- [3] 爱因斯坦, A.,《狭义与广义相对论浅说》中文版,19.
- [4] 爱因斯坦, A.,和英费尔德, L.,《物理学的进化》中文版, 128.