

“波音”飞机天线罩薄壁铝合金铸件的研制

成都飞机工业集团公司 陈超英*

摘要 以“波音”飞机天线罩薄壁铝合金铸件为对象,总结了实用有效的经验。例如,采用蛇形三弯曲式直浇道,有利于减少氧化、吸气、卷渣;采用逐层充填方式,可形成良好的凝固温度梯度;在合箱前对型芯进行 $(150 \pm 10)^\circ\text{C}$ 、1~2 h的补烘,以消除气孔等。

关键词: 薄壁 铝合金 铸件

中图分类号: TG146.2+1;TG244+.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2449(2002)01-0052-02

“波音”飞机天线罩铸件(见图1)具有尺寸大(最大外形尺寸:323 mm × 70 mm × 455 mm)、壁薄(最小壁厚:3 mm)、尺寸精度及表面粗糙度要求高(尺寸精度 CT7,表面粗糙度 $R_a:6.3\text{ cm}$)等特点,是典型的薄壁铝合金铸件。

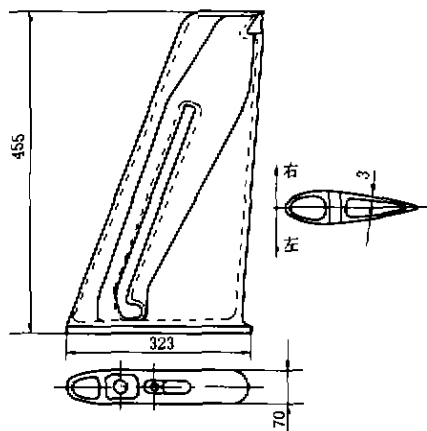


图1 铸件示意图

好的型芯放入铸型并进行定位检查、粘接固定,最后合型并采用夹紧装置固定,使铸型处于图2所示的浇注位置待浇注。金属液的浇注温度为 $740 \sim 760^\circ\text{C}$,并尽量靠上限,浇注过程中注意及时引气、排气。

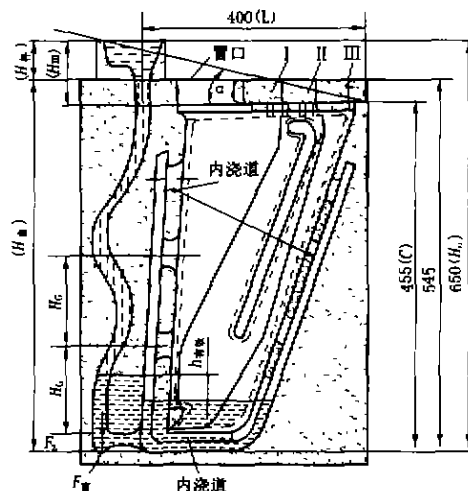


图2 铸件浇注方案

1 工艺试验

1.1 工艺试验方案

首先确定了如下的工艺试验方案(见图2),并进行了工艺试验。

(1) 为了确保金属液的充型能力,避免由于水平浇注方式引起上表面气孔、欠铸、夹渣和芯子上漂浮等缺陷,将整个铸件的两侧主要表面处于侧立的位置,即立式浇注。

(2) 由图2可知,铸件底部壁厚较厚大,存在热节,因此,将其底部朝上,这样有利于设置冒口、解决疏松、气孔、夹渣上浮的问题。

(3) 对上述浇注方案存在的水平造型、垂直浇注及吊芯的问题,采用无箱造型工艺解决。

(4) 铸型及芯子采用自硬冷芯盒树脂砂。

(5) 型芯组合及下芯固定采用砂型粘接剂(FFD-J)。将型芯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ首先粘接组合并检查,然后将组合

1.2 工艺试验结果及分析

对试验所得的铸件的观察发现,在铸件两侧表面靠近冒口处存在大气孔和欠铸缺陷。另外,经浇注实测,充型时间为7 s,浇注质量为7 kg。分析认为产生缺陷的原因如下。

(1) 如图2所示,采用了阶梯式浇注系统,由于内浇道的分配设置不合理,不利于气体上升和排出,形成了气孔。

(2) 虽然使用了开放式浇道(即: $F_{内} > F_{横} > F_{直}$),但由于浇道尺寸设计不合理而造成金属液的流量分配不合理,这也是存在气孔和欠铸的原因。

(3) 冷硬树脂砂混制不均匀,砂料间有树脂+固化剂团块存在,增大了铸型的发气量也是气孔产生的原因之一。

综上所述,应在工艺试验的基础上,以理论计算为手段,进行合理的计算和调整,另外还对铸型和型芯采用补烘等措施以消除上述缺陷。

* 陈超英,男,1960年出生,高级工程师,成都市黄田镇(610092),电话:028-7407383 收稿日期:2001-11-17

2 浇注系统的理论计算和调整

2.1 最小直浇道截面积的计算

如图 2 所示,根据理论推导得出直浇道截面积最小值的计算公式^[1]。

$$F_{\text{直}} = G / (\rho \mu t \sqrt{2gH_p}) \quad (1)$$

式中 $F_{\text{直}}$ ——直浇道截面积, cm^2

G ——合金质量, g , $G = 7\,000\text{ g}$

ρ ——合金密度, g/cm^3 , $\rho = 2.66\text{ g}/\text{cm}^3$

t ——浇注时间, s , $t = 7\text{ s}$

μ ——流量系数, $\mu = 0.66$

H_p ——平均静压头, cm , $H_p = H_0 - \frac{1}{2}C$ (H_0 为合金的静压头, C 为铸件的高度)

其中, $H_0 = 65.0\text{ cm}$, $C = 45.5\text{ cm}$

计算得 $F_{\text{直}} = 7\,000 / (544 \times \sqrt{65.0 - 45.5/2}) \approx 2\text{ (cm}^2\text{)}$

2.2 浇口杯高度的计算

为了保证金属液能充满离直浇道最远的铸件最高部位,并克服在充填薄壁型腔时由金属液表面所产生的附加压头,铸件最高点离浇口杯内液面的高度必须有一最小值 H_m (称剩余压头)^[1]。

$$H_m = Lt\alpha \quad (2)$$

式中 H_m ——剩余压头, cm

L ——铸件最远最高点至直浇道中心线的水平距离, cm , $L = 40\text{ cm}$

α ——压力角, $\alpha = 14^\circ$

计算得 $H_m = 10\text{ cm}$

浇口杯的最小高度应为: $H_{\text{杯}} = H_m - (54.5 - 45.5) = 1\text{ cm}$ 。

实际设计为 $H'_{\text{杯}} = H_0 - H_{\text{直}} = 65.0 - 54.5 = 10.5\text{ (mm)}$

$H'_{\text{杯}} > H_{\text{杯}}$

浇口杯高度的设计满足对剩余压头的要求。

2.3 阶梯内浇道的分布计算

如图 2 可见,只有当 $h_{\text{有效}} < H_G$ 时,才能保证实现逐层引注,顺序充填,并能形成良好的排气条件和合理的凝固温度梯度。

$$h_{\text{有效}} = (\mu_1/\mu_2 \times F_{\text{直}}/F_{\text{内}})^2 \times H_{\text{直}}^{[1]} \quad (3)$$

式中 $H_{\text{直}}$ ——直浇道的压头, cm

$h_{\text{有效}}$ ——直浇道中的自由液面超过型腔自由液

面的高度, mm

μ_1 ——浇口杯液面到直浇口液面的流量系数,一般 $\mu_1 = 0.69^{[1]}$

μ_2 ——直浇道中自由液面到型腔中自由液面间的流量系数,一般 $\mu_2 = 0.66^{[2]}$

$F_{\text{直}}$ ——底层内浇道的截面积, cm^2

$F_{\text{内}}$ ——直浇道的截面积, cm^2

为了保证金属液平稳上升,减少氧化和吸气,铝合金铸件的浇注系统通常采用开放式,即 $F_{\text{直}} < F_{\text{横}} < F_{\text{内}}$, $F_{\text{直}}:F_{\text{横}}:F_{\text{内}} = 1:1.5:2 \sim 3^{[2]}$,因此,确定 $F_{\text{直}}:F_{\text{横}}:F_{\text{内}} = 1:1.5:2.8 = 2:3:5.6$,这样由式(3)可得:

$$h_{\text{有效}} = (0.69/0.66 \times 2/5.6)^2 \times 65.0 = 9.1\text{ cm}$$

将 H_G 定为 $H_G = 10\text{ cm} > h_{\text{有效}}$

根据计算结果,我们沿铸件两侧以 $H_G = 10\text{ cm}$ 为间距,均匀分布三层内浇道,见图 2。直浇道与各分层内浇道的截面积之比为 $F_{\text{直}}:F_{\text{分}} = 1:1.5 = 2:3$;这样,当充填后期时,采用较小的内浇道以提高金属液的充型速度,有利于避免由于金属液温度下降而导致的欠铸缺陷。

采用以上措施,严格操作,终于生产出了合格的铸件。先后生产了数十件,合格率为 70%,铸件的尺寸精度和冶金质量满足了技术要求。

3 结 语

(1) 采用“蛇形”三弯曲式直浇道,经计算确定的合理的开放式浇注系统: $F_{\text{直}}:F_{\text{横}}:F_{\text{内}} = 2:3:5.6$,可使天线罩薄壁铝铸件在浇注过程中克服由于高度落差给金属液带来的紊流倾向,减少氧化、吸气、卷渣的可能性。

(2) 以理论计算为依据,采用逐层充型方式,并以 $H_G = 10\text{ cm} > h_{\text{有效}}$ 来分布各层内浇道可以确保金属液逐层充型,在平稳充填的前提下形成了良好的凝固温度梯度,使天线罩薄壁铝铸件获得了优良的冶金质量。 $F_{\text{内}}(5.6\text{ cm}^2) > F_{\text{分}}(3\text{ cm}^2)$ 的选用有利于合金快速的充填,避免产生欠铸缺陷。

(3) 在合箱前,对型芯进行 $(150 \pm 10)^\circ\text{C}$, $1 \sim 2\text{ h}$ 的补烘,有利于消除气孔缺陷。

参 考 文 献

- 1 李魁盛.铸造工艺设计基础.北京:机械工业出版社,1981.
- 2 林再学.轻合金砂型铸造工艺.西安:西北工业大学,1981.

(编辑:陈渭臣)