

头盔 PUR 泡沫硬衬垫发泡模主要零件 机械加工工艺

文根保, 方新, 文莉

(中国航空工业航宇救生装备有限公司, 湖北 襄阳 441002)

摘要:通过对发泡模主要零件大凹模、小凹模和凸模加工工艺的分析,大凹模和凸模定位基准存在着高度差,需要采用垫板支撑定位。成型面加工要找正 2 端定位孔,才能确保成型面不错位。小凹模型面的加工则需要采用二类夹具加工凸型面,再将小凹模装进大凹模组合加工内型腔面,才能做到整体内型腔面的一致,以确保泡沫硬衬垫成型后无飞边和毛刺。

关键词:发泡模;大凹模;小凹模;凸模;二类夹具

引用论文:文根保,方新,文莉.头盔 PUR 泡沫硬衬垫发泡模主要零件机械加工工艺[J].橡塑技术与装备,2026,52(5):23-26.

中图分类号:TQ330.46

文章编号:1009-797X(2026)05-0023-04

文献标识码:B

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.05.006

0 引言

头盔 PUR 泡沫塑料衬垫发泡过程是:泡沫塑料在液态或熔态塑料中引入蒸气体,产生微孔;使得微孔增长到一定体积;通过物理或化学方法固定微孔结构^[1]。头盔泡沫塑料衬垫发泡模的大凹模、小凹模和凸模,需要将热量和蒸气传递到模具型腔中的泡沫塑料颗粒,才能使泡沫塑料颗粒发泡膨胀和黏接在一起^[2]。铜和铝的导热性好,但铜相对于铝资源较少,价格较高,加之截面积过大,故大凹模、小凹模和凸模的材料应采用铸铝^[3]。

1 头盔 PUR 泡沫硬衬垫发泡模结构

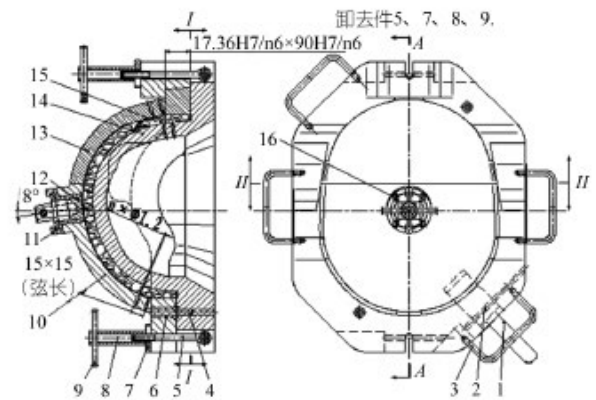
如图 1(a) 所示,通过扩口手柄 9 松开圆柱形螺母 8,抽出开口垫圈 7 放下活结螺钉 5。双手抓住大凹模 10 上的两处 U 形手柄 3 就可卸下大凹模,头盔泡沫硬衬垫 15 滞留在凸模 14 上和小凹模 13 型腔中。按下翘板 1 使之绕着圆柱销 2 转动,可使头盔泡沫硬衬垫 15 脱离凸模,最后手工将头盔泡沫硬衬垫从小凹模型腔中脱模。

2 发泡模主要零件的机械加工工艺

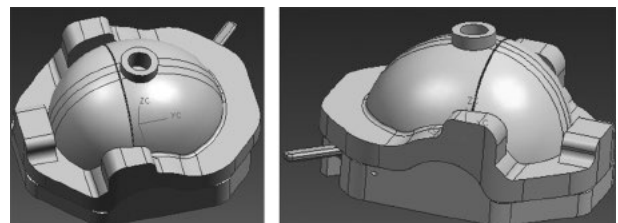
发泡模主要零件,无非是成型泡沫塑料衬垫的成型件:大凹模、小凹模和凸模。

2.1 大凹模的机械加工工艺

大凹模二维图,如图 2(a) 所示,三维图如图



(a) 发泡模二维图



(b) 发泡模大小凹模与凸模三维图

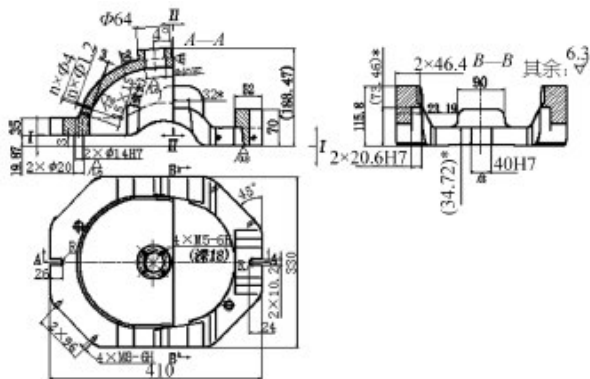
1—翘板;2—圆柱销;3—U形手柄;4—导柱;5—活结螺钉;
6—导套;7—开口垫圈;8—圆柱形螺母;9—扩口手柄;
10—大凹模;11—衬套;12—端盖;13—小凹模;14—凸模;
15—头盔泡沫硬衬垫;16—沉头螺钉

注:图 1b 的大小凹模和凸模均省略了 n 个蒸气孔造型以及大凹模 U 形手柄和夹紧机构造型。

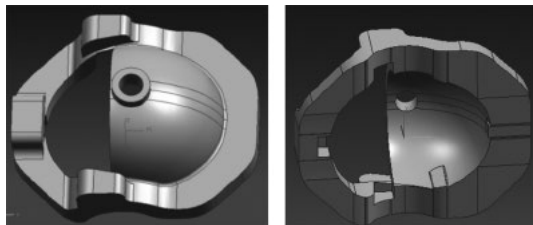
图 1 头盔泡沫塑料衬垫发泡模

作者简介:文根保(1946—),男,高级工程师,主要从事模具设计与制造的研究工作。

2(b)所示。大凹模机械加工工艺路线：铸造→钳→数铣→线切割→钳→数铣→钳→镗→立铣→钳。大凹模机械加工工艺，如表1所示。



(a) 大凹模二维图



(b) 大凹模三维图

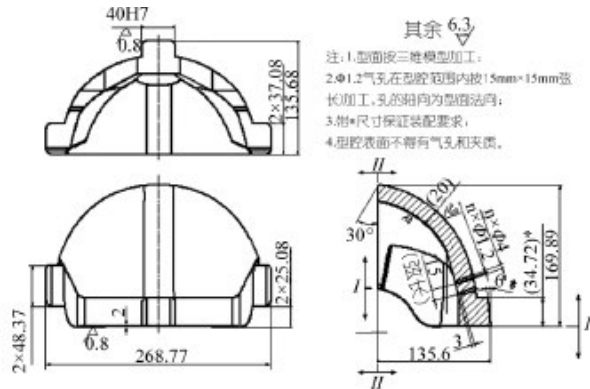
注：大凹模省约了 n 个蒸气孔的造型。

图2 大凹模

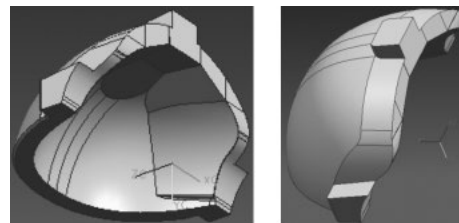
2.2 小凹模的机械加工工艺

小凹模二维图，如图3(a)所示，三维图如图3(b)所示。小凹模机械加工工艺路线：铸造→钳→数铣→钳→数铣→钳。小凹模机械加工工艺，如表2所示。由于小凹模形状独特，具有的平整面较少，加工凸型

面时需要二类夹具进行装夹。加工内型腔面时又需要另一副二类夹具进行装夹。由于可利用大凹模作为二类夹具，小凹模要放置在大凹模中，需要利用3处凸台与凹槽的间隙配合。小凹模只有与大凹模组装后同时加工内型腔面，才可以避免大小凹模内型腔面不一致的现象。因为大小凹模内型腔面分开加工，就不可避免出现内型腔面凸凹的情况。



(a) 小凹模二维图



(b) 小凹模三维图

注：小凹模省略了 n 个蒸气孔的造型。

图3 小凹模

表1 大凹模机械加工工艺

工序简图	序号	名称	工序内容
	5	铸造	以铸铝铸造，大凹模凸凹面尺寸均须单边放 10 mm 加工余量。型腔表面不得有气孔和夹质，大凹模质量应符合铸造标准。检验；
	10	钳	清理大凹模表面杂质，下底面须平整；
	15	数铣	如表 1 左图所示，以厚度为 19.87 mm 垫板支撑左端的下底面，以压板夹紧 35 mm 和 (34.72) mm 上端面，根据大凹模三维造型铣外形面和 70 mm 凸台。如图 2(b) 所示，铣 2×Φ10.2H7 mm 孔，铣 2×Φ14H7 mm 孔，达图。右端夹 70 mm 台阶面，左端移动压板的夹位，找正 2×Φ10.2H7 mm 孔，铣之前夹位部位，尺寸和粗糙度达图。检验；
	20	线切割	如图 2(a) 所示，割 II-II 分型面空型腔部分，达图。检验；
	25	钳	将小凹模与大凹模组装在一起；
	30	数铣	如表 1(b) 图所示，以厚度为 155±0.02 mm 和 120±0.02 mm 的垫块分别支持大凹模左右 2 端，找正 2×Φ10.2H7 mm 孔，根据大小凹模三维造型铣上底面与型腔，如图 2 的 B-B 剖视图所示，铣 2×Φ20 mm×3 mm 孔、铣 2×20.6H7 mm×73.46 mm×32 mm 和 40H7 mm×34.72 mm×52 mm 槽，铣大小凹模型腔，尺寸和粗糙度达图。检验；
	35	钳	卸小凹模；
	40	镗	如图 2(a) 所示，找正 2×Φ10.2H7 mm 孔，镗 Φ40H7 mm×4° 孔，达图。检验；
	45	立铣	如图 2(a) 所示，铣 2×10.2 腰字槽。检验；
	50	钳	如图 2(a) 所示，制 4×M5-6H 和 4×M8-6H 螺孔，达图。用手电钻先制 n ×Φ1.2 mm 通孔，再在外形凸面上根据 n ×Φ1.2 mm 孔的位置制 n ×Φ4 mm 孔，须保证 n ×Φ1.2 mm×3 mm 和孔间距弦长为 15 mm×15 mm，去毛刺。检验。

注：↓表示夹紧；表示定位基准。

表 2 小凹模机械加工工艺

工序简图	序号	名称	工序内容
<p>(a) 二类夹具图</p> <p>1—小凹模；2—安装板；3—内六角螺钉； 4—垫板；5—夹持板</p> <p>安装板 2 通过内六角螺钉 3 与小凹模 1 连接在一起，夹持板 5 通过垫板 4 和内六角螺钉与安装板连接在一起。应用压板便可将夹持板固定为数铣的工作台上。</p>	5	铸造	以铸铝铸造，小凹模凸凹面尺寸均须单边放 10 mm 加工余量。型腔表面不得有气孔和夹质，大凹模质量应符合铸造标准。检验；
	10	钳	清理小凹模表面杂质，安装二类夹具面须平整，毛坯上需要制若干个 M6-6H×8 mm 螺孔；
	15	数铣	如表 2(a) 图所示，以二类夹具与小凹模连接在一起。如图 3(a) 所示，铣凸型面和 3 凸台，尺寸和粗糙度达图。检验；
	20	钳	如表 2(b) 图所示，将小凹模与大凹模组装在一起；
	25	数铣	如表 1(b) 图所示，以厚度为 155±0.02 mm 和 120±0.02 mm 的垫块分别支撑大凹模左右 2 端，找正 2×Φ10.2H7 mm 孔，根据大小凹模三维造型铣上底面与型腔，尺寸和粗糙度达图。检验；
<p>(b) 大小凹模组装图</p> <p>注：(1) ↓—表示夹紧；//—表示定位基准； (2) 带 * 尺寸为加工余量。</p>	30	钳	卸下小凹模；用手电钻先制 $n \times \Phi 1.2$ mm 通孔，再在外形凸面上根据 $n \times \Phi 1.2$ mm 孔的位置制 $n \times \Phi 4$ mm 孔，须保证 $n \times \Phi 1.2$ mm×3 mm 和孔间距弦长为 15 mm×15 mm，去毛刺。检验。

2.3 凸模的机械加工工艺

凸模二维图，如图 4(a) 所示，三维图如图 4(b) 所示。凸模机械加工工艺路线：铸造 → 钳 → 数铣 → 数铣 → 精雕 → 立铣 → 镗 → 钳。凸模机械加工工艺，如表 3 所示。由于加工凸模内型腔面时是以分型面 $I-I$ 为定位基准，而 $I-I$ 左右端高度不同，需要应用垫块使下底面保持水平位置。

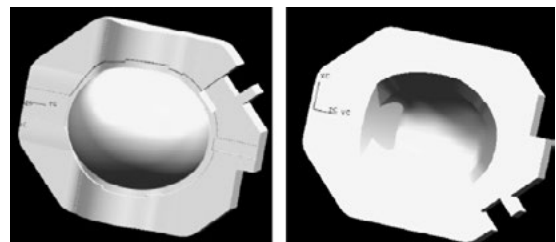
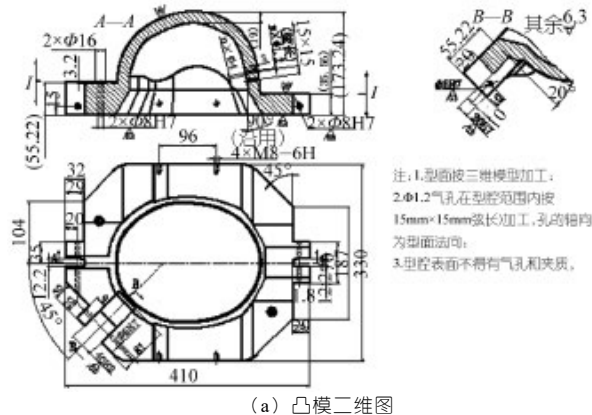


图 4 凸模

3 结束语

由于对发泡模主要零件采用了不同垫板进行大凹模和凸模的定位，并左右 2 端定位孔来找正加工的基准，使得大凹模和凸模的型面位置不会产生错位。而小凹模凸型面是采用二类夹具加工，内型腔面则是装进大凹模中组合加工。使得成型加工的头盔 PUR 泡沫硬衬垫光滑而美观、尺寸和质量均符合图纸和使用要求。

表 3 凸模机械加工工艺

工序简图	序号	名称	工序内容
	5	铸造	以铸铝铸造, 凸模凸凹面尺寸均须单边放 10 mm 加工余量。型腔表面不得有气孔和夹质, 凸模质量应符合铸造标准。检验;
	10	钳	清理凸模表面杂质, 下底面须平整;
	15	数铣	如表 1(a) 图所示, 以厚度为 (55.22~35.56 mm) = 19.66±0.01 mm 垫板支撑右端下底面, 以压板夹紧上端面, 根据凸模三维造型, 铣上端面 and 型腔, 铣 2×Φ12.2H7 mm 孔。调整夹位, 铣之前夹位部位, 尺寸和粗糙度达图。检验;
	20	数铣	如表 1(b) 图所示, 以下底面为基准, 找正 2×Φ12.2H7 mm 孔, 根据凸模三维造型, 铣上底面与凸型面。如图 3(a) 图所示, 铣 2×Φ16 mm×3.2 mm 和 2×Φ8H7 mm 孔。检验;
	35	精雕	如图 3(a) 的 B-B 剖视图所示, 铣 40H7 mm×20 mm 通槽和 40H7 mm×20H7 mm×81 mm 槽, 尺寸和粗糙度达图。检验;
	40	立铣	如图 3(a) 所示, 铣 29 mm×(104~35 mm) 和 9 mm×30 mm 缺口、铣 70 mm×29 mm 凸台、12.2 mm×32 和 12.2 mm×29 mm 腰字槽, 尺寸和粗糙度达图。检验;
	45	镗	如图 3(a) 图所示, 镗 2 侧 2×Φ8H7 mm 和 Φ6H7 mm×45° 孔, 达图。检验;
	50	钳	如图 2(a) 所示, 制 4×M8-6H 螺孔, 达图。先用手电钻先制 n×Φ1.2 通孔, 再在外形凸面上根据 n×Φ1.2 mm 孔的位置制 n×Φ4 mm 孔, 须保证 n×Φ1.2 mm×3 mm 和孔间距弦长为 15 mm×15 mm, 去毛刺。检验。

参考资料:

[1] 李婷, 张广成, 陈营, 等. 头盔衬垫用聚氨酯泡沫塑料的制备与性能研究 [J], 工程塑料应用, 2008, 36(12), 5-8.
 [2] 文根保, 文莉, 史文. 头盔外壳成型 (裱糊) 模的分析与设计

[C]. 2010: 289-293.

[3] 文根保, 文莉, 史文. 供氧面罩外壳切割夹具的设计与制造 [J], 模具制造, 2015, 7(168), 66-70.

Machining process for key components of helmet PUR foam hard liner foaming mould

Wen Genbao, Fang Xin, Wen Li

(China Aviation Industry Aerospace Lifesaving Equipment Co. LTD., Xiangyang 441002, Hubei, China)

Abstract: Through the analysis of the processing techniques for the main components of the foaming mold, namely the large concave mold, small concave mold, and convex mold, it was found that there is a height difference in the positioning reference between the large concave mold and the convex mold, necessitating the use of a backing plate for support and positioning. When processing the molding surface, the positioning holes on both ends must be aligned to ensure that the molding surface does not displace. For the processing of the small concave mold surface, it is necessary to first use a Type II fixture to process the convex surface, and then install the small concave mold into the large concave mold for combined processing of the inner cavity surface. Only in this way can the overall inner cavity surface be ensured to be consistent, thereby ensuring that the foam hard lining is formed without fins and burrs.

Key words: foaming mold; large cavity mold; small cavity mold; punch; Type II fixture

(R-03)

