薄壁锥形件加工工艺改进

福建兵工装备有限公司　（永安　366032）　朱君力

轴对称空心锥形件广泛应用于军工产品，在民用产品中也时有见到，如弹药中的整流罩及内锥罩、风机中的喷管等。军品中的锥形件通常具有壁厚薄、锥孔深、尺寸精度高、力学性能好等特点或性能要求。如图 1 中的内锥罩，要求采用高强度铝合金 2A12 材料制成，其壁厚均为 $0.85^{\ 0}_{-0.14}$mm，要求零件不得有裂纹、气泡、变形等缺陷。

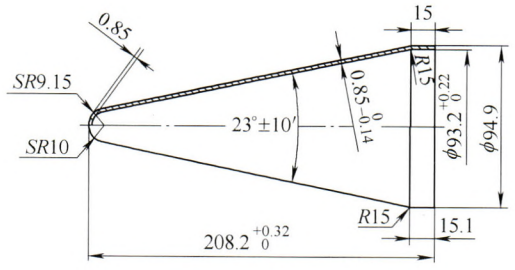

图　1

为了在满足内锥罩的性能及尺寸要求的前提下，能有效节约材料成本，降低劳动强度，提高生产效率，满足批量生产要求，我们对该零件的加工工艺方法进行了不断改进及探索。本文对锥形件加工传统工艺方法进行了介绍，对内锥罩的挤压及旋压工艺方法进行分析，确定了内锥罩改进工艺方案，完成了工艺设计，并提出了旋压过程中的注意事项。

1. 传统工艺方法及问题

（1）车削加工　用直径 100mm、长度为 215mm 的原材料逐步车削成形。该加工工艺容易控制，能获得较高的合格率，但材料消耗大、工序繁多、生产率低、劳动强度大、生产成本高。

（2）铸造成形　2A12 是一种高强度硬铝，抗拉强度 $\sigma_b \geqslant 420$MPa，屈服强度 $\sigma_s \geqslant 265$MPa，伸长率

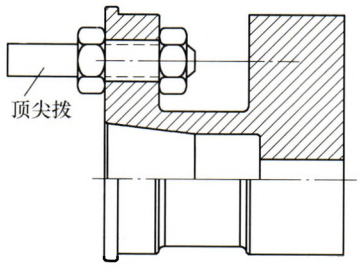

图　9

角 R4mm、R2mm（见图 10）。

（7）钳工钻孔　扩孔 ϕ50mm、4mm × ϕ25mm，钻攻 4 个 M8 螺纹。

（8）铣　上心轴铣六角。

（9）检查　按成品图检查包装入库。

4. 结语

以上介绍的是扫雪机车胀紧轮机构中的偏心轴

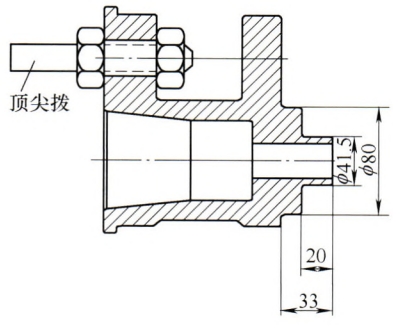

图　10

加工，主要特点是偏心距大，一是要考虑怎么样装夹牢固，二是要考虑离心力对加工后产品的尺寸精度影响，三是要考虑对此工艺的合理性和基准的要求。该工艺方案通过加工出来的产品验收后得到了认可。**MW**

（收稿日期：20131014）

$\delta \geqslant 10\%$，可进行热处理强化，有很好的铸造性。该工艺方法材料消耗小、生产效率高，但压铸成型的零件极易产生以下缺陷：沿开模方向铸件表面呈线性条状的拉伤痕迹；金属液与模具表面粘合，导致铸件表面缺料；铸件表面易出现气孔或由于零件壁薄引起的变形、裂纹等缺陷。因此，内锥罩采用压铸成型方法难以满足产品的尺寸及性能要求。

2. 改进加工工艺方法探讨

针对内锥罩采用机加及铸造成型方法存在的不足，我们对内锥罩的冲压方案进行了不断探索及试验，提出了如下工艺路线：下料→一次冲压→退火→二次冲压→退火→三次冲压→退火→四次冲压→淬火→时效→机加。由于受到冲压次数、冲压精度及生产成本等多因素的制约，经四次冲压后毛坯壁厚仍达到 8 ~ 10mm，需对毛坯的内、外形进行机加才能满足零件尺寸要求。采用该方案制造的内锥罩，材料成本有明显降低，但综合成本较机加工方案并无优势。

随着科技的发展和国防建设的需要，旋压技术已得到广泛的应用。变薄旋压工艺的成形过程是通过尾顶将毛坯夹紧，芯模带动坯料旋转，旋轮碾压坯料作进给运动，使毛坯连续逐点地变薄并贴靠芯模而成为所需要的工件。该工艺方法适用于薄壁筒形件和锥形件的制造，且加工精度好，生产效率高。内锥罩属锥形件，采用的 2A12 材料塑性较好，金相组织均匀，有利于冷旋压塑性变形。但该零件口部有一直台，头部为球头过渡，仅通过旋压加工难以实现。

综合分析了冲压及旋压工艺的特点，结合其在锥形件加工中的应用情况，根据内锥罩的形状、尺寸及性能要求，提出了采用旋压、车削、冲压拉伸相结合的工艺方案制造该零件，充分发挥旋压及冲压拉伸的优势。

3. 改进加工工艺设计

（1）下料　选 4mm 厚 2A12 铝合金板，冲压成 ϕ163mm 的圆片。

（2）预形件压制　将圆片冲压成如图 2 所示预形件。

（3）一次旋压　保证芯模径向跳动不大于 0.06mm，主轴转速 450r/min，旋轮进给量 0.08mm/r，控制壁厚尺寸 $2.25^{+0.05}_{0}$ mm、锥体母线长度 90^{+2}_{0}mm，圆角 *SR*9.15mm 及角度尺寸 66° 由芯模保证，如图 3 所示。

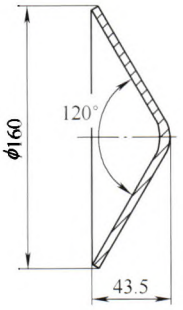

图 2

（4）二次旋压　保证芯模径向跳动不大于 0.05mm，主轴转速 450r/min，旋轮进给量 0.07mm/r，控制壁厚尺寸（1.30 ± 0.05）mm、锥体母线长度 138^{+2}_{0}mm，圆角 *SR*9.15mm 及角度尺寸 38° 由芯模保证，如图 4 所示。

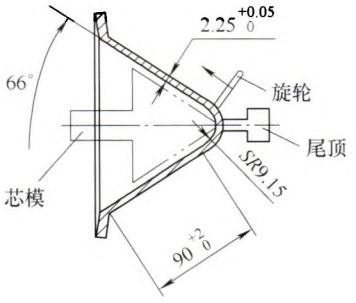

图 3

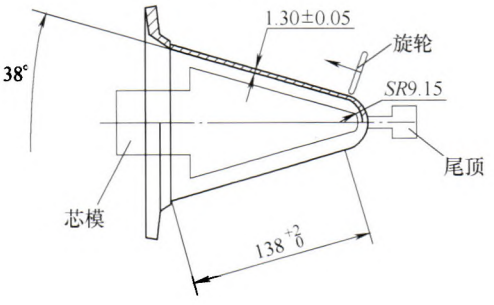

图 4

（5）三次旋压　保证芯模径向跳动不大于 0.03mm，主轴转速 450r/min，旋轮进给量 0.06mm/r，控制壁厚尺寸 $0.85^{0}_{-0.14}$ mm、锥体母线长度 215^{+2}_{0}mm，圆角 *SR*9.15mm 及角度尺寸 23° ± 10′ 由芯模保证，如图 5 所示。

（6）切口　将工件装入定位转轴，用内锥面定位，芯模顶紧，切除工件口部，控制锥体母线长度 213^{+2}_{0}mm，如图 6 所示。

（7）车球头　工件以内锥面定位，套在芯模上，拧紧锁紧螺母，车球头 *SR*10mm，保证球头壁厚 0.85mm，与锥体母线圆弧过渡，如图 7 所示。

（8）冲压拉伸直台　内锥罩拉伸模工作主体部

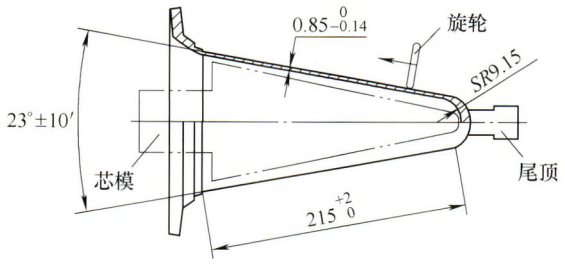

图 5

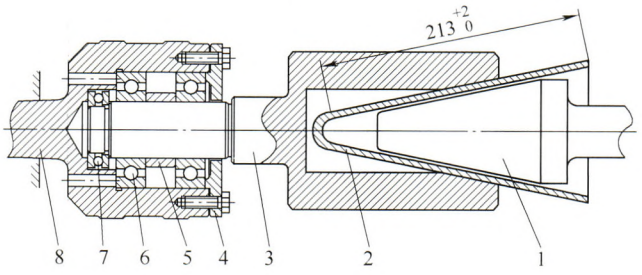

图 6

1. 芯模（接机床尾座） 2. 工件 3. 定位转轴 4. 压盖
5. 挡圈 6. 深沟球轴承 7. 推力球轴承
8. 轴承套（接机床主轴）

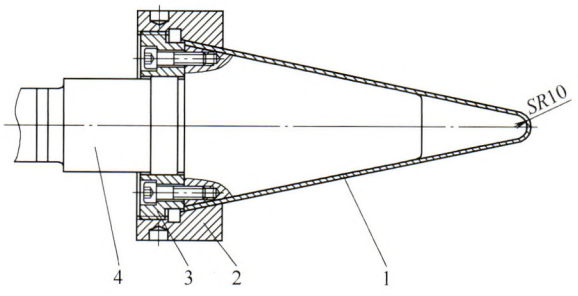

图 7

1. 芯模 2. 螺块 3. 锁紧螺 4. 工件

分如图 8 所示，在工件口部外表面涂抹适量拉伸油，放入凹模内，在内锥面套上压料圈（用于防止内表面出现波浪形的皱纹），开启液压拉伸油压机，工件内部材料受挤压沿凸模形成内直台 $\phi 93.2^{+0.22}_{0}$mm 及圆角 R15mm，外部材料受纵向压力沿凹模拉伸成外直台 ϕ94.9mm。

（9）车总长　借用图 6 所示夹具，去除工件直台多余部分，控制总长 $208.2^{+0.32}_{0}$mm，保证内、外直台长度 15mm、15.1mm。

4. 旋压过程中的注意事项

（1）工件旋压前须涂少量润滑油；旋压过程摩擦剧烈，必须采用柴油冷却及润滑工件，以免影响产品的直线度。

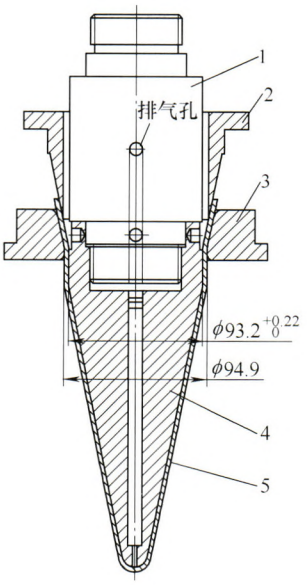

图 8

1. 联接柄 2. 压料圈 3. 凹模 4. 凸模 5. 工件

（2）注意观察工件表面粗糙度，及时抛光旋轮表面，防止工件表面出现起皮、波纹等缺陷。

（3）如遇工件尺寸超差，须及时调整旋轮与芯模的间隙。

（4）靠模板必须与芯模轴线平行。

5. 结语

采用旋压、车削、冲压拉伸等相结合的方法制造内锥罩，是一种复杂的技术方案，实践证明采用该方案能显著节省材料，提高生产效率及零件质量，降低生产成本，具有很强的先进性、实用性和经济性，对类似薄壁锥形件的生产也具有一定的指导作用。**MW**

（收稿日期：20131030）

“模具”征稿启事

（1）典型模具结构优化设计。

（2）复杂、大型、精密模具制造技术：主要包括模具型腔五轴加工；高速铣削加工；特种工艺加工；快速成形与快速制模。

（3）新型模具材料与应用。

（4）模具测量。

（5）模具数字化制造。

（6）模具再制造。

（7）现代模具技术及应用：主要包括汽车、3C、航空航天、医疗器械等应用领域。

本刊编辑部