

警用防弹头盔外壳RTM成型钻模 工作件的制造

■ 中航工业航宇救生装备有限公司（湖北襄阳 441002） 文根保 文莉

■ 澳大利亚悉尼大学 史文

摘要：由多个模具构件所组成的凹凸模，特别是组成凸模的构件分开加工，会造成所组成的成型面不能同处防弹头盔外壳的橄榄球型面上，出现凹凸不平 and 壁厚不一致的现象。通过将这些构件组装在一起进行整体加工，可以确保模具工作表面的无缝连接与圆滑过渡，成功地解决产品质量问题。

由于警用防弹头盔外壳要求内外型面必须光滑如镜，不能存在凸凹不平的现象，并且要保持头盔外壳的等壁厚。凯夫拉警用防弹头盔外壳RTM成型技术虽然能解决在成型过程中的缺陷和皱折等问题，并且具有环保、不损害加工人员健康的优点，但是，模具的工作件如果采用的加工方法不当，成型的头盔外壳内外型面仍然会出现不在同一橄榄球型面的多个曲面，并呈现高低不平 and 壁厚不均匀的现象，这样的头盔外壳还是不符合图样和使用要求。所以说并不是头盔外壳成型工艺和模具结构设计都是正确的，就能保证所加工的产品合格。因此，正确选择成型钻模的工作件加工方法，也是决定头盔外壳能否加工合格的关键问题。

1. 组合模具型腔与型面分析

警用防弹头盔外壳RTM成型钻模如图1所示。成型钻模的工作

件有两部分，一是成型头盔外形面的模具凹模，是由上模板1和下模板2组成的型腔；二是成型头盔外壳内形的模具凸模，是由上模块3、下模块4、中模块5和滑块17组成的型面。组合后的模具内外型面，是不能存在凹凸不平的

现象的，否则会造成头盔外壳型腔凸凹不平 and 头盔外壳壁厚不均匀，这是不符合警用防弹头盔外壳的技术和使用要求的。因此，必须使上模板1和下模板2组成的型腔在同一曲面之内，上模块3、下模块4、中模块5和滑块17组合

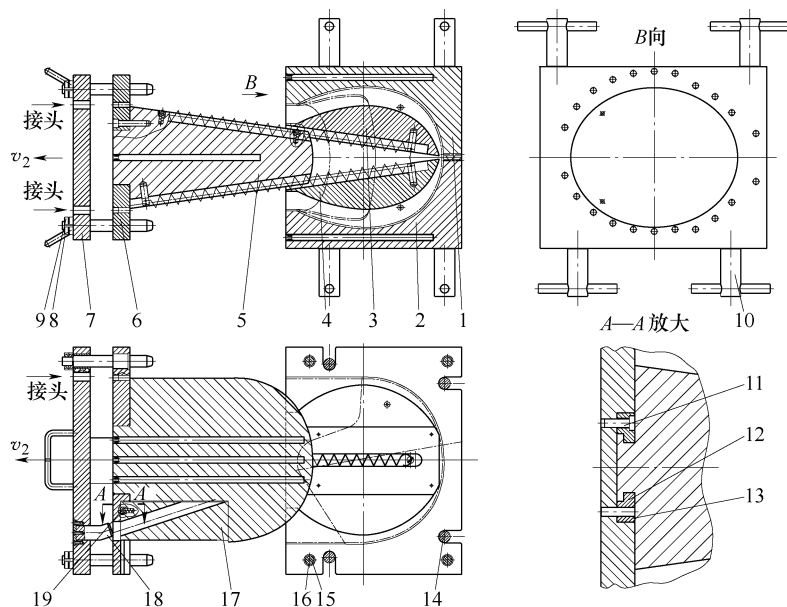


图1 警用防弹头盔外壳RTM成型钻模

- 1.上模板 2.下模板 3.上模块 4.下模块 5.中模块 6.右模板 7.左模板 8.焊接手柄
9.圆螺母 10.圆柱螺母 11.内六角圆柱头螺钉 12.压板 13.圆柱销 14.T型螺钉 15.导柱
16.导套 17.滑块 18.弯销 19.限位销

后的型面保持顺滑,不存在凹凸不平的现象。

成型钻模工作件有两种加工方法。①模具工作件分开加工方法:将上模板1和下模板2,以及上模块3、下模块4、中模块5和滑块17分别分开进行加工之后再组合。这种加工方法即使是采用特别精密的加工设备,也不能保证加工组合后的型面一致性,必会出现凹凸不平的现象。②模具工作件组合加工方法:先将各个工作件的加工基准面和联接形体加工好后,再通过定位基准和紧固件将这些工作件联接在一起,然后进行组合件的整体加工,只有如此才能确保模具工作件的型面一致性。

模具型腔工作件是由上、下模板所组成的凹模成型头盔外壳外形,而成型头盔外壳内形的模具工作件是由上、中、下模块和滑块组成的凸模,它们的加工方法各自有所不同。

2. 模具凹模上下模板加工

上、下模板的加工,材料为P20,预硬度为28~35HRC,如图2所示。先要加工出上、下模板的外形、基准面和基准孔,再在加工中心以基准面和基准孔为加工基准进行校正加工型腔。由于是平面和2个 $\phi 30H7$ 圆柱孔作为加工基准,加工又是根据三维造型进行的。在型腔加工时,只要控制好 H 和 h 尺寸,左右模板的型腔是完全可以达到一致的。即使没有控制好,也可以通过修理 A 或 B 面,使左右模板的 H 和 h 尺寸一致就可以了。型腔加工好之后,可以加工2个 $\phi 8H7$ 和2个

$\phi 60\text{mm}$ 溢胶孔。

3. 模具凸模工作件的加工

模具的凸模包括上模块、下模块、中模块和滑块,它们的外形只是橄榄球形的一部分,这些工作件在外形上很难找到像平面和圆柱面之类的简单几何体为加工基准,这样就很难保证这些工作件组合后能同在橄榄球形曲面之内,因此,需要采用组合后整体加工的方式才能达到同处橄榄球型面的目的。

(1)中模块的加工:材料为P20,预硬度为28~35HRC,如图3所示,其中点划线为中模板毛坯投影,粗实线为中模板加工好的投影。

先加工好基准面、 $120f6 \times 96f6$ 面和台阶端面上的4

个M10-6H螺孔及3个 $\phi 21\text{mm}$ 孔,并铣出 $73.0\text{mm} \times 127.0\text{mm}$ 槽。再加工 $16^\circ \pm 30'$ 两斜面,并保证尺寸 $(197.6 \pm 0.10)\text{mm}$ 。然后加工斜面上的 $100\text{mm} \times 11\text{mm} \times 60^\circ$ 燕尾槽、 26.2mm 开口槽、4个M10-6H螺孔、2个M10-6H螺孔以及2个M12-6H螺孔。加工好4个 $\phi 8\text{mm}$ 孔、4个 $\phi 12H7$ 孔后,4个M4-6H螺孔需要与图1中限位销19处的限位套装配后再加工。

(2)滑块的加工:材料为P20,预硬度为28~35HRC,如图4所示,其中点划线为中模板毛坯投影,粗实线为中模板加工好的投影。带*符号的尺寸应在中模块上安装了上、下模块后,能确保滑块在槽中的滑动,间隙不能超过 0.05mm ,以防树脂的泄漏。

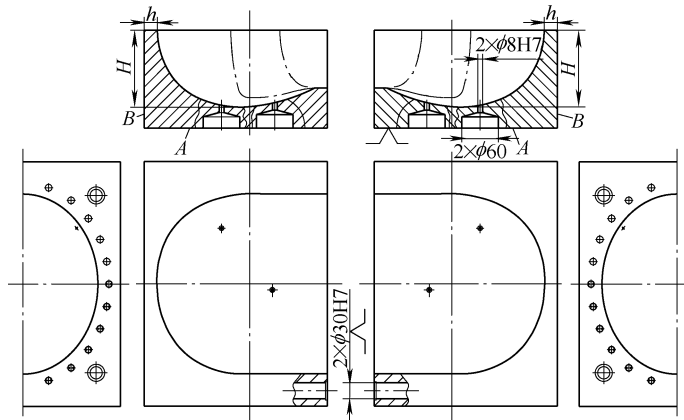


图2 左右模板的加工

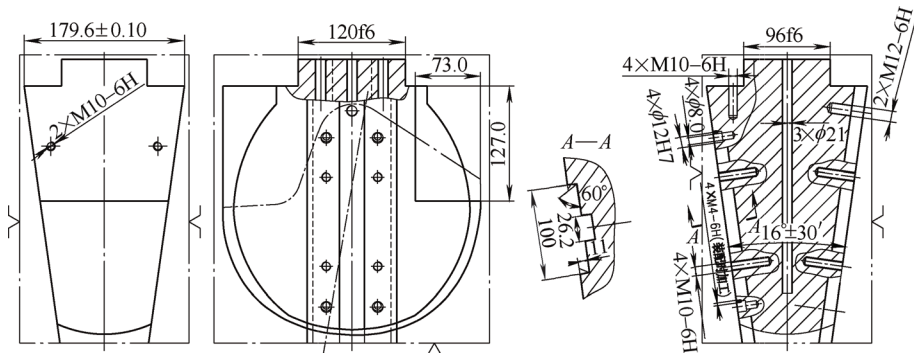


图3 中模块的加工

先将基准面加工好，再加工25mm×16H7×18°的斜槽，然后加工59mm×44f6×16mm×6f6工字形槽和2个φ8mm、2个φ12H7孔，2个φ11mm、2个φ16mm（深15mm）孔。4个M4-6H螺孔需要与图1中限位销19处的限位套装配后加工。最后加工179.6°mm×16°斜面。

(3) 上、下模块的加工：材料为P20，预硬度为28~35HRC，如图5所示，其中点划线为中模板毛坯投影，粗实线为中模板加工好的投影。带*符号的尺寸应在中模块上安装了上、下模块后，能确保滑块在槽中的滑动，间隙不能超过0.05mm，以防树脂的泄漏。

先将基准面加工好，再加工4个φ11mm×φ16mm的台阶孔，然后加工16°斜面及其上的26mm×22mm凸槽台、100°mm×11mm×60°燕尾凸台与4个球R2.0mm半球形窝。

4. 凸模的组合加工

组合凸模的加工如图6所示。以内六角圆柱头螺钉5和导套15、导柱16将下模板13、上模板14和中模块2联接在一起，再用内六角圆柱头螺钉5将左模块1、右模块3、滑块4与中模块2联接在一起。此时，左模块1、中模块2、右模块3与滑块4的外形为点划线的形状。这时可将组装好的整个凸模放进四轴或五轴加工中心，并以四个导柱16为基准进行校正，铣削成实线所示的形状。卸下四个内六角圆柱头螺钉5，需要将四个内六角圆柱头螺钉大端φ16mm的孔用钢材堵住，并将型面端修至与凸模橄榄球型面一致。由于

组装的左模块1、中模块2、右模块3与滑块4是按模具凸模三维造型整体进行加工的。因此，可以确保组装后的凸模整体型面都同在一个橄榄球型面中，不会出现

凹凸不平的现象。

5. 结语

通过对组成警用防弹头盔外壳RTM成型钻模凸模的左模块、中模块、右模块与滑块的整体加

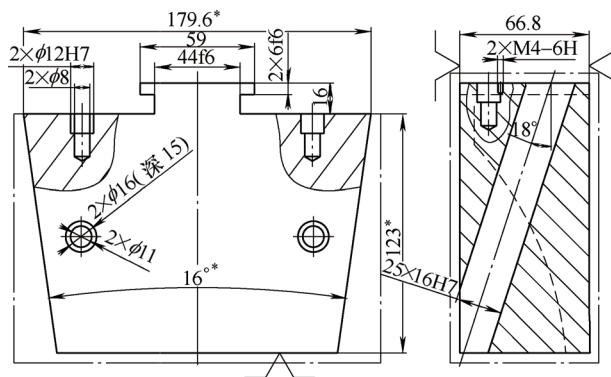


图4 滑块的加工

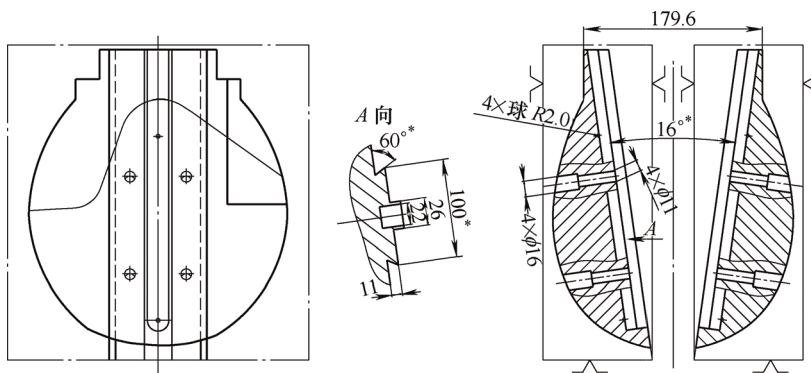


图5 上、下模块的加工

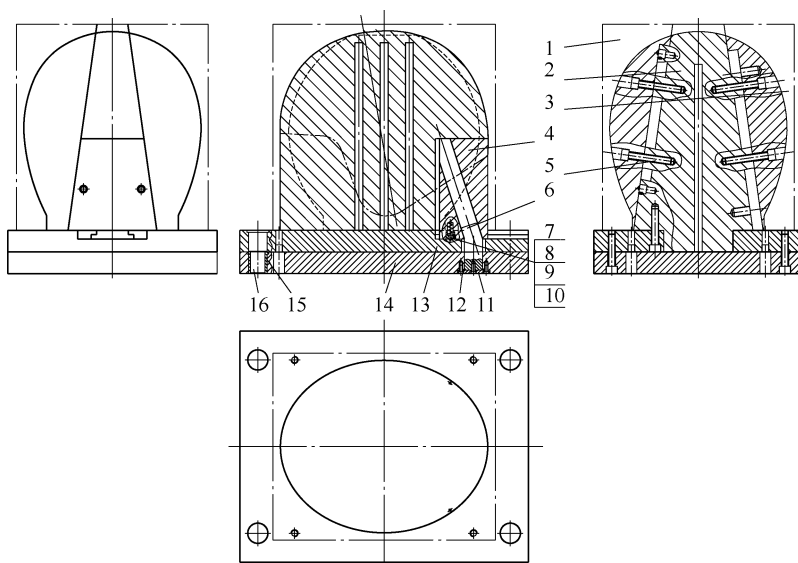


图6 组合凸模的加工

1.左模块 2.中模块 3.右模块 4.滑块 5.内六角圆柱头螺钉 6.弯销 7.限位套 8.限位销 9.弹簧 10.紧定螺钉 11.垫板 12.沉头螺钉 13.下模板 14.上模板 15.导套 16.导柱

工,成功地使成型的头盔外壳不产生凹凸不平 and 壁厚不均匀的缺陷。产品加工合格与否,不仅与产品制造工艺有关,与模具结构的正确与否相关,还与模具构件的制造加工方法相关。只有正确地分析模具构件的制造加工方法对产品质量的影响,从而采用正确的加工方法,才能确保模具制造的成功。

参考文献:

- [1] 黄发荣,焦扬声,郑安呐,等.塑料工业手册:不饱和聚酯树脂[M].北京:化工出版社,2001.
- [2] 文根保,文莉,史文.头盔外壳成型(裱糊)模的分析与设计[A].中国工程塑料工业协会.2010年中国工程塑料复合材料技术研讨会(工程塑料应用)

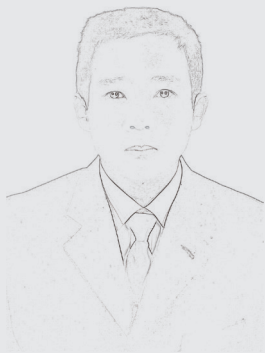
[C].北京:中国工程塑料工业协会,2010:289-293.

- [3] 文根保,文莉,史文.两侧带凸头头盔外壳成型钻模的设计与制造[J].模具技术,2015(4):61-63.

- [4] 文根保,文莉,史文.头盔内壳成型钻模凹凸模加工[J].模具制造,2015(11):70-73.

MW (收稿日期:20160530)

专家点评



由多个构件加工后组合的凹凸模具,即使采用精密的加工设备,也很难保证组合面的拼接一致性,必然造成头盔外壳的橄榄球面上出现凹凸不平的缺陷。作者通过技术改进,采用组合后加工的方法,将模具构件组装在一起后再进行整体型面的精密加工,确保模具工作表面的无缝连接与圆滑过渡,成功解决了产品质量问题。

模具成型产品的表面质量与模具构件的加工方法密切相关,文章的逻辑思路很好,分析透彻,主题鲜明,代表着组合模具型面加工技术的最新方向,具有很好的指导作用。

中国最长 $\pm 800\text{kV}$ 高压直流输电线路首次穿越秦巴山脉

2016年7月15日14时,当杨仕伟在铁塔上接住由无人机抛下的电力牵引绳时,由国网重庆送变电公司负责承建的酒泉—湖南特高压重庆段开始放线穿越秦巴山脉。

据悉,酒泉—湖南特高压工程途经甘肃、陕西、重庆、湖北、湖南5省(市),新建酒泉、湘潭2座换流站,线路全长2383km,工程投资262亿元,于2015年5月获得国家发改委核准,计划于2017年2月建成投运。该工

程是目前世界上送电距离最长的 $\pm 800\text{kV}$ 高压线路。

由国网重庆送变电公司负责施工的18个施工标段中的渝1标段线路长50.872km,共110基塔,沿途地形54.6%为峻岭、31.4%为高山,全线110塔基70%位于山脊,93.6%需架设索道,运输和施工难度大,索道单跨最长达1600m,正常情况下单个铁塔与另一铁塔之间距离不超过500m,但因特有的山地地形,该段线路最长塔距达到1142m。

酒泉—湖南电力线路是为落实国家大气污染防治行动计划、促进西部经济地区经济社会发展、服务“一带一路”战略深入推进而新建的一条西电东送特高压线路。该工程对实现甘肃风电、光电、煤电大规模开发、打捆外送和大范围优化配置,缓解华中地区用电紧张状况,有效减少雾霾、改善大气环境质量,拉动内需和经济增长,带动装备制造业转型升级均具有十分重要的意义。