自制嵌螺母“压齿”冷挤压工艺及模具设计

陕西华达工模具制造有限责任公司 （西安 710065） 江正军 赵振英

嵌螺母是薄板上紧固零件的得力“助手”，以其装配时不需要攻内螺纹，焊接螺母，牢固、美观、方便、快捷的特点，广泛应用于汽车、航空、铁路、造船、制冷、仪器、家具等机电产品。近几年我公司承接的某科研院所机电产品的箱体结构件，其中有对嵌螺母紧固件的装配制造，但由于其零件材料、尺寸规格的特殊性，且用量少，正常供应比较困难，需要从专业生产厂家定做。为了满足公司生产任务的需要，对嵌螺母的自制生产进行了有意义的尝试。

1. 冷挤压工艺性分析

（1）结构特性分析 图1是我公司嵌螺母零件制作中的一种，其余外形类似，只是在尺寸规格上略有区别，在这里举例说明。零件外形整体归属轴类零件，中心有螺纹孔及翻铆用台阶孔，台阶圆端面均匀分布着呈轴中心对称的较浅锯齿形压齿。从加工特性上分析，此类零件除“压齿”外，其余形状尺寸通过车削加工均可完成，“压齿”的尺寸形状和分布特点考虑冷挤压制作比较适宜。

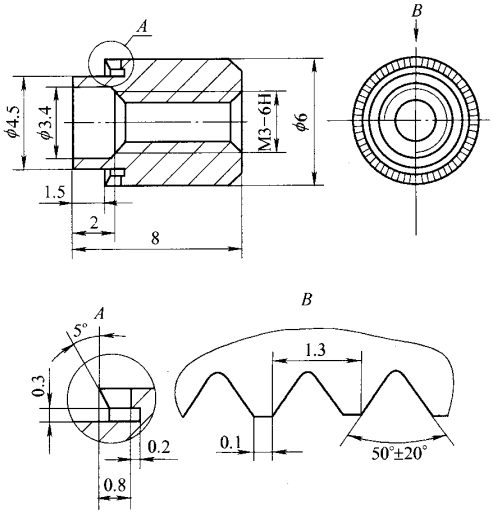

图1 零件图

（2）尺寸精度要求 零件标注制造公差GB/T1804—2000，利用冷挤压工装压制齿形，模具制造精度要求不高，挤压工艺上完全可以保证。从使用功能上来讲，只要满足齿尖尖锐，压入薄板中时牢固、可靠，达到防转功能即可。

（3）材料特性分析 制作材料为20冷拉圆钢，出厂硬度不大于229HBW，抗拉强度 $\sigma_b \geq 510MPa$，伸长率 $\delta_5 \geq 7.5\%$，冷变形塑性高，可供弯曲、压延、弯边等加工，不仅适于此类嵌螺母的翻边铆接，而且有利于齿形冷挤压成形。

弹压卸料板有整体式、拼块式和嵌块式。这三种弹压卸料板基本相同，后两种与整体式不同之处是卸料板的凸模导向部位选择硬度更高、耐磨性更好的材料制造。

特殊情况下，可采用弹压卸料与固定卸料相结合的方式。当导正销接近条料边缘时，采用二者相结合的方式，如图5。

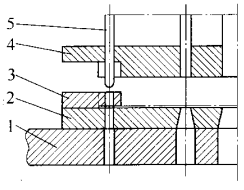

图 5
1. 下模座 2. 凹模
3. 固定卸料板
4. 弹压卸料板 5. 导正销

3. 结语

在不同情况下，采用不同的卸料装置是保证模具顺利工作的重要条件。一副精度高、操作安全可靠、灵活稳定的模具必须综合考虑各部分的具体结构，按照一定的使用要求，有的放矢地采取相应的技术措施才能设计出较完善的模具。

（收稿日期：20070528）

2. 冷挤压工艺

①车毛坯，如图2，为确保后序模具压制齿形的精确定位，各公差外圆按名义尺寸放研0.02mm，其余按图加工。②软化处理，如图3，硬度110～120HBW。③酸洗。④冷挤压成形，如图4。

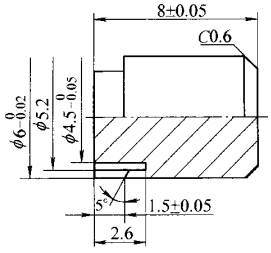

图2 毛坯图

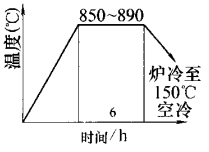

图3 热处理工艺

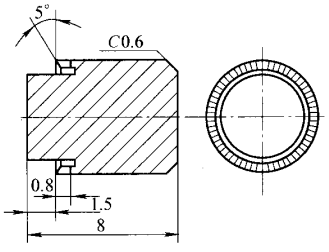

图4 齿形成形件

3. 模具设计

（1）简易冷挤压模的设计 由于公司承接的箱体结构件处于试制阶段，研制任务紧，嵌螺母的需求量不大，但品种较多，尺寸规格各异。根据公司现有设备状况，暂且设计简易冷挤压模具，通过J11-15/1型手扳油压机实现齿形的压制。降低制造成本，缩短制造周期，满足目前生产需要。

①模具结构及工作过程 如图5，采用反挤压成形工艺，整个简易工装只需6个模具组件装配而成，其中底座5可通用。其余组件随压制零件的尺寸规格的差异，可对应灵活更换定置，无需对模具组件的紧固和拆卸，操作快捷、方便。工作时首先将凹模3置入底座5图示位置模座内，接着依次放置零件毛坯4、凸模1、限位套2；其次将模具放入手扳油压机工作区域内，通过手动操作杆调试加压，上缸体推动凸模1下行至限位套2上端面与缸体下端面接触，停止运动，齿形压制成形。取出整体凹模组件置入底座背面的型台内，打杆6塞入凸模，利用刚性工具敲击打杆使零件毛坯脱离凹模，实现卸件。

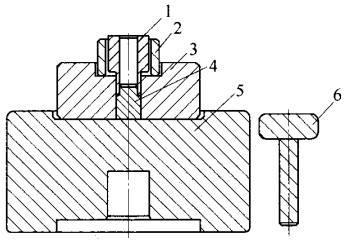

图5 模具装配简图

1. 凸模 2. 限位套 3. 凹模 4. 毛坯 5. 底座 6. 打杆

②模具制造要点 配合间隙：为保证良好的导向和装配自如，凸模、限位套与凹模轴孔相互间隙配合H7/h6，零件毛坯应与凹模配合间隙双面不大于0.04mm；装配精度：所有装入凹模内的模具零件，装配后保证同轴度不大于0.02mm，受力端面与零件轴向的垂直度不大于0.02mm。

③压制效果 上述简易工装经试模，可以完成齿形的挤压成形。受模具装配精度及挤压设备精度的影响，凸模的导向挤压力每次不稳定，与操作经验关系较大，导致凸模不同程度受损。凸模寿命约400～500次/件。虽然装配工作繁琐，效率较低，可压制约400件/日，但作为试制阶段或需求量不大时，斟酌利弊，此挤压方式还是有其应用价值的。

（2）精密“冲齿”模的设计 公司承接的箱体结构件已研制定形，进入批量生产阶段，对嵌螺母的需求量也随之增加，原有的工艺手段已不能满足生产需要。必须考虑利用更精良的设备和工装提高加工效率和加工质量。

①设计思路 要实现高效、快捷的加工，首先考虑到设计适于冲床加工的精密模具。该模具要求必须工作可靠，使用寿命高，维修方便，模具零件更换容易，整体结构通用性强。通过冲压模具和冲床实现毛坯零件的精确定位，快速成形、自动卸件。

②模具结构 如图6，采用了正挤压成形工艺，整个模具采用了柔性化设计，通过此模具可完成嵌螺母零件系列化的生产制造。关键模具零件凸模19、限位套17、凹模镶件8、顶件器6、定位镶件4及主要模板固定板20、弹压板15、凹模板14的安装定位均符合标准件设计要求，使模具核心部件具有良好的可互换性，提高模具整体使用寿命，节约了此类嵌螺母零件的制造成本。

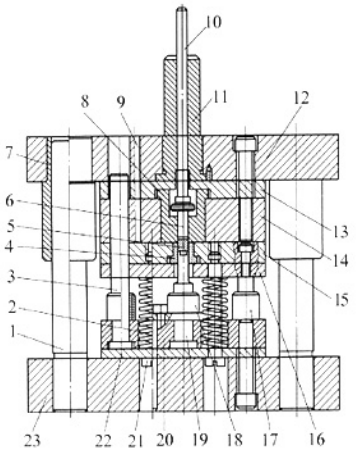

图6 模具结构图

1. 导柱 2. 弹簧 3. 小导柱 4. 定位镶件 5. 毛坯
6. 顶件器 7. 导套 8. 凹模镶件 9. 销钉 10. 打杆
11. 模柄 12. 上座板 13. 上模垫板 14. 凹模板 15. 弹压板
16. 垫板 17. 限位套 18. 护套 19. 凸模 20. 固定板
21. 弹压螺钉 22. 下模垫板 23. 下座板

③工作机理 如图6，模具处于自然状态。工作时，上模下行，同时压迫弹压板15下压，则凸模19将毛坯5顶入凹模镶件8，与顶件器6同步上移，至顶件器与上模垫板13接触，随后顶件器下压毛坯，直至垫板16与限位套17接触，齿在凹模镶件内压制成形。开模时，毛坯与凸模分离，滞留于凹模镶件内，随同上模上行，直至打杆10与冲床上横杠刚性撞击，作用力传递于顶件器，将毛坯顶出凹模镶件，工作结束。准备下一个循环。

④可靠性保障

a. 精确定位 本模具中模座上安装有精确定位导向的导柱、导套，可保证凹模镶件与凸模的同轴度不大于0.02mm；弹压板与凸模固定板之间虽然设计有小导柱，但由于弹压板为活动件而装在其上的定位镶件4也随之上下运动，按常规方法设计除了对弹压板上的定位型孔与其配合实体的定位精度，以及对互换部件（定位镶件）装配时也有较高要求外，还必须保证弹压板上下运动时具有极强的平稳度。为降低制作精度和装配难度，设计上考虑：如图7，凸模伸入定位镶件6～7mm，并与定位镶件配合间隙双面0.01mm，定位镶件与弹压板对应安装孔配合间隙双面0.1mm，则定位镶件通过凸模精确导向，避免定位镶件通过弹压板精确定位并与凸模精密配合不能同时满足时，发生干涉，不能保证毛坯、凹模镶件与凸模位置的同轴度。对于相对静态模具核心零件凸模19、凹模镶件8固定部位对应安装轴孔间隙配合H7/js6，可实现备件的精确互换，不影响模具装配精度。

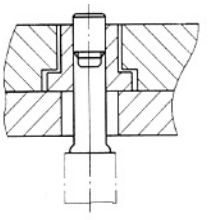

图7 凸模、定位镶件、毛坯、弹压板装配简图

b. 凸模寿命 经粗略估算图6正挤压方式，凸模所承受的变形抗力小于图5反挤压方式凸模所承受的变形抗力。如图8，凸模为实芯体；原材料Cr12MoV采用二次硬化法淬火，50～55 HRC（防脱碳保护）；使凸模的抗弯强度加大、冲击韧性提高。受压缩空间的影响，凸模的悬臂较长，设计上考虑在凸模上安装护套，保证凸模在受到强大冲击时平稳、牢固。装配有导柱、导套及小导柱提高凸模的定位精度，精密的冲压设备保证冲压力的均衡、稳定；有利于降低凸模的损耗，延长凸模的寿命。

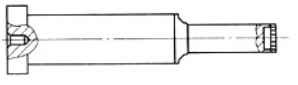

图8 凸模

c. 自动卸件 毛坯挤压成形后，开模时确保毛坯滞留在凹模镶件内，是零件实现自动卸件的关键。依据简易冷挤压模具挤压的实践经验，毛坯与凹模镶件的配合间隙双边0.02～0.04mm，凸模与凹模镶件的配合间隙双边0.02 mm为宜，毛坯压齿部位受压后，母料径向流动，从而使毛坯在凹模镶件内胀紧；冲压前凸模齿形部位涂抹气缸油，减小毛坯成形齿与凸模压齿之间的啮合力；一系列措施保证了开模时毛坯滞留在凹模镶件内。

⑤冲压效果 此模具安装在J23-16型冲床，试模一次性成功。零件齿形分布均匀，高度、外观一致性较好。目前通过对几种类型嵌螺母毛坯冲压实践，已经大大提高了生产效率、凸模寿命；4000～5000件/日，将需量最多的一种每日近万件，冲压完凸模仍完好。

4. 结语

上述冷挤压工艺及冷挤压工装可以满足自制嵌螺母紧固件小批量生产的需要；为自行设计或加工其他规格类型的嵌螺母提供参考。根据嵌螺母零件特点和要求还可以在进一步提高模具使用寿命方面作些努力，为最终实现中小批量和大批量生产，不断探索研究出更好的方法。

（收稿日期：20070428）