塑料模零件热处理应用

□ 重庆川仪工程塑料有限公司



陶永亮　高级工程师

塑料注射模具是塑料加工工业中和塑料成形机配套，赋予塑料制品以完整构型和精确尺寸的工具，是塑料加工中必不可少的工具。要不断提高注射模的使用性能仅靠模具材料的应用仍然很难满足，必须将各种表面处理（含热处理）技术应用到注射模零件处理当中，才能达到对注射模高效率、高精度和高寿命的要求。目前，随着计算机技术的发展，带动了注射模具制造水平新提高。现在注射模具成形部位的零件多数采用热处理方法，以提高模具的寿命和减少成形中的损耗和损伤。本文将对注射模具零件热处理做个大致介绍。

1. 通用零件

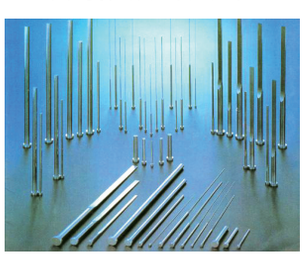
注射模具中通用零件是导柱、导套、顶出杆、复位杆、拉杆、浇口套等零件（见图1），这些零件已经形成了标准化生产，业内也称标准件。这些零件一般有专业生产厂家，像导柱和顶出杆这类产品，只要提供直径和长度要求，都可购买到，模具厂家按标准选用，价格便宜。这样的零件属于批量生产，一般采用20钢，通过渗碳、淬火、磨削加工等工序完成。20钢一般渗碳层厚度为0.5mm，经过淬火获得马氏体组织，经回火后表面硬度能达到450~550HV（相当于43~48HRC），而心部为中碳钢，韧性高，能满足模具的使用要求。其渗碳温度900～950℃（相



（a）复位杆、导柱、导套



（b）顶出管、型芯



（c）扁顶出杆、顶出杆



（d）浇口套

图1　通用零件

当于做一次正火处理），淬火温度860℃（Ac_3+30~50℃），淬火时间t=1.2D（min），（D为工件厚度（mm），淬火冷却介质为盐水。回火温度200℃，时间2h。

2. 成形部位零件

注射模具中成形部位零件，是定模、动模、抽芯滑块和成形型芯等，这些零件直接与塑件表面有着重要的关系，对整个模具使用寿命和质量有着紧密的联系。它们构成塑料模的型腔，以成形塑料件的各种表面。它们直接与塑料接触，经受压力、速度、温度、摩擦力和腐蚀作用。塑料模在工作条件下受热200~300℃，塑料模腔承受的压力一般为40~140MPa，闭模压力为80~300MPa或更高，其具体参数与塑料种类有关，型腔表面承受摩擦和腐蚀的剧烈程度更是取决于塑料的种类及其填充物的性质，不同塑料之间差别很大，因此失效形式也是有所不同。注射模的主要失效形式是磨损、腐蚀、塑性变形、断裂、疲劳或热疲劳以及材料缺陷等。

目前成形部位零件的选材及热处理方式有不同。对一些中小型精密注射模将定模型腔、动模型芯、镶块等做在定模镶块和动模镶块（见图2），然后再装在模架里可以节约成本；同时动定模镶块可以进行热处理后加工，对一些大型注射模，也采用动定模镶块方式，只是动定模镶块采用淬火还是调质处理的区别。常用有注射模成形零部件采用H13（4Cr5MoSiV1）或718（3Cr3NiMnMo）钢等材料。

H13一般用于热作模具材料，由于其具有较高的热强度和硬度、热疲劳性和耐磨性，广泛用于塑料模上。其热处理工艺采用两次淬火的方式：第一次淬火真空炉1080~1180℃油淬，第二次淬火盐浴炉900~980℃油淬；220~320℃×2h，二次回火，空冷，能达到硬度55~50HRC，冲击吸收能量35~32J，这样硬度能满足成形零件要求。对于精密模具可以采用淬火后进行加工，在热处理前应预留加工余量和需要电加工的预孔、螺钉孔、冷却水道等，对成形较复杂的部位可以用数控铣进行粗加工。这样加工后模具成形部位使用寿命较长，分型面上不易产生飞边等。对于大型的模具根据后加工设备而定，加工设备齐全可以同中小型模具镶块一样的硬度，如果加工设备较少可不淬火后进行加工，采用调质处理（回火温度650~750℃），硬度在35~30HRC，还是可以的。

精炼718是镜面塑料模具钢，具有高淬透性，良好的抛光性、电加工和皮纹加工性能等，广泛用于镜面注射模具型腔和型芯上。其热处理工艺采用淬火加热1060~1090℃，保温，油冷，硬度为47~49HRC， 加热时Cr、Si、Mn、Mo元素及少量的V、Nb元素溶入奥氏体中，提高了淬透性，改善了回火稳定性。未溶V、Nb元素的碳化物细化晶粒，改善强韧性与耐磨性，回火时加热570～600℃，保温2h，空冷，硬度为47~49HRC，较高温度回火时，合金渗碳体及V、Nb、Mo元素的碳化物析出并聚集，出现二次硬化效应， 加热600~630℃，保温2h，空冷，硬度为42~47HRC。镜面塑料模具钢主要是以抛光为主，其他加工方案同H13基本一样。也有选择进口注射模具材料的，有瑞典的8407、S136，美国的420，欧洲的2316、2344、2083，或日本的

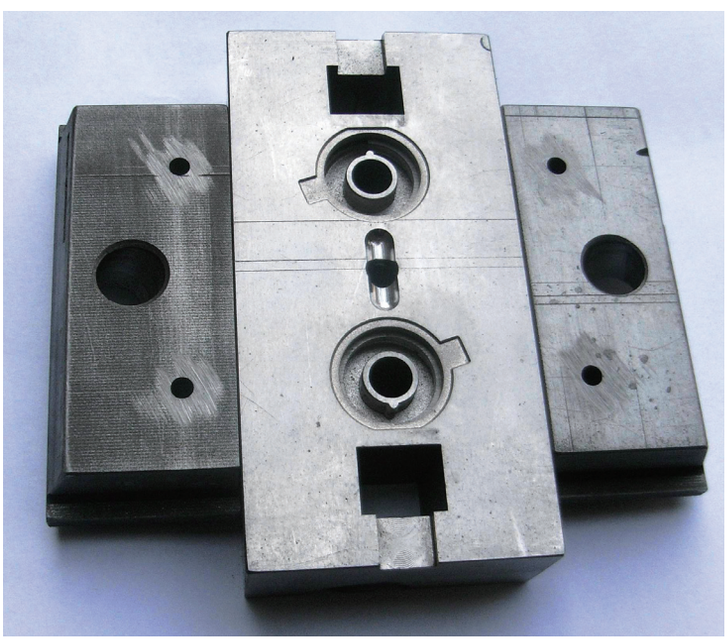


图2 动模镶块与滑块

SKD61、DC53等钢材。在这里就不介绍了。镜面注射模抛光的机会很多，抛光后在镜面发现一点点影子，像气孔一样，造成在透明件上折光，可以看出微小的点子，人们会说材料组织松散了，实际上好材料需要精锻和专业热处理后得到好的组织结构，但不能忽视材料中杂质的含量（磷和硫），这些杂质往往是导致在模具表面形成一点点影子的主要原因。现在好的材料w_p、w_s控制在<0.03%，有个别进口模具材料含磷和硫控制在<0.003%，但价格昂贵。因此，材料的选择也是很重要的。

3. 模架零件

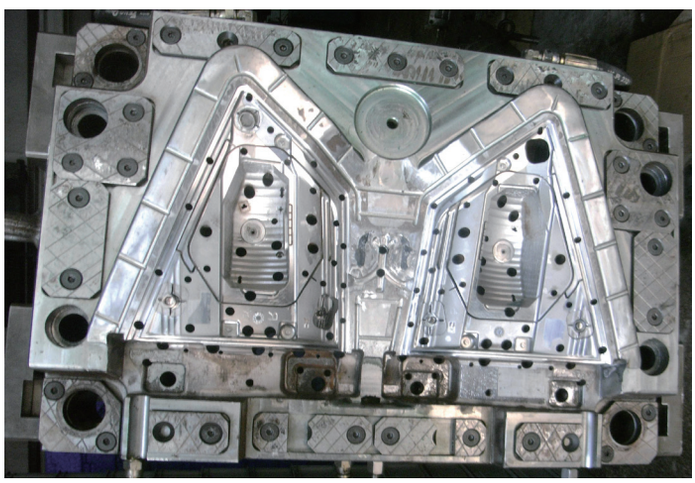
注射模具中成形模架零件，是模板、模框、垫板、顶出板等，属于不接触成形件部分。这些模架零件一般是用45钢制作，为了提高板材的力学性能，一般都采用调质处理。

45钢调质工艺为：将板件加热到所需淬火温度A_3+（30~50）℃，即820～840℃后保温（通常按1.1~1.5mm/min计算），淬火后高温（580～610℃）回火， 回火保温4h，达到硬度24～32HRC，其目的是使模架零件工件具有良好的综合力学性能。对于一些大型塑料模具的动、定模模架不宜进行调质处理，专门在分型面上固定一块已经调质（或淬火）好的垫块，在模具的周围有较多的垫块相互做支撑，相当于模板面的调质处理了。这种做法给模具的制造带来一定的困难，垫块之间的高低要调整的一样。垫块如图3所示。

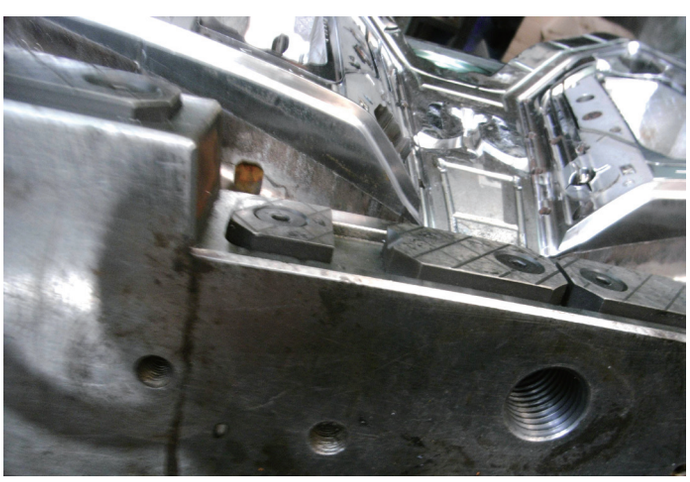
4. 结语

注塑模具中零件采用热处理还要根据塑件的成形难度、模具结构、塑件批量、塑料材质等综合考虑。一般需求数量较少，塑料材质较软，成形要求比较简单，模具零件可以不热处理加工，模具制造成本较低，制造周期较短，特别适合试制产品的模具。对于塑件需要批量生产，塑料材质较硬，以及分型和抽芯结构的模具，则采用热处理淬火后进行加工和配作，这样的模具可以减少很多飞边产生的概率，模具使用寿命长。对于使用透明材料的注射模具除了淬火后进行加工和配作外，还要考虑有害杂质的控制。

通过模具零件选择适当热处理，可为延长模具寿命奠定较好的基础。MW



（a）垫块布局（用螺钉固定）



（b）垫块凸出示意

图3 模板垫块示意

作者简介：陶永亮，重庆川仪工程塑料有限公司技术质量部副部长、高级工程师。

MW 20160312