

注塑模型腔壁厚计算公式讨论

张惠敏 焦冬梅

(青岛科技大学, 青岛 266042)

摘要 凹模安装在定模上、凸模安装在动模上的注塑模结构, 其凹凸模的受力情况与凹模安装在动模上、凸模安装在定模上不同, 因此注塑模型腔壁厚的计算公式也不同。针对凹模安装在定模上、凸模安装在动模上的注塑模结构, 对矩形型腔模具进行了受力分析和型腔壁厚计算。

关键词 注塑模 型腔壁厚 计算公式

在注射过程中, 注塑模要承受熔体施加的压力, 尤其是当模腔全部充满的瞬间, 熔体对模具施加的压力达到了极大值。所以模具设计必须考虑模具型腔壁厚, 如果型腔壁厚达不到要求, 模具就可能会因强度不够而发生塑性变形, 甚至破裂, 或是因为刚度不够导致模具产生过大的弹性变形, 从而影响制品的尺寸精度。

一般常见的型腔壁厚计算公式^[1]用于凹模安装在动模上的情况。实际应用中, 注塑模的凹模不一定安装在动模上, 相反, 为便于脱模, 一般常将凹模安装在定模上、凸模安装在动模上。凹模安装在定模上、凸模安装在动模上, 与凹模安装在动模上、凸模安装在定模上, 其凹、凸模的受力情况有所不同, 因而型腔壁厚的计算公式也不完全相同。

笔者针对凹模安装在定模上、凸模安装在动模上的注塑模结构, 对矩形型腔模具进行受力分析和型腔壁厚计算。

1 凹模受力分析和型腔壁厚计算

1.1 组合式矩形型腔壁厚计算

(1) 底板厚度

组合式凹模安装在定模上的结构与受力情况如图 1 所示。整个凹模底板与定模板完全接触, 定模板又与注射机前固定板完全接触。由于前固定板厚度很大, 凹模底板可以看作受压件, 因此计算其厚度时, 从压缩强度的角度考虑即可。由材料力学^[2]得知, 受力件的压应力与受力面积成正比关系, 即底板强度与底板受力面积有关, 与底板厚度无关。只要保证凹模底板单位面积上的压力小于模具材料的许用压应力即可满足强度要求, 而底板厚度主要从结构上考虑。

(2) 侧壁厚度

由于在熔体压力的作用下侧壁将发生弯曲变形, 从而使侧壁与底板之间产生纵向间隙。间隙过

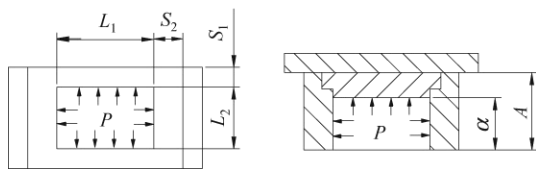


图 1 组合式凹模结构与受力情况

大时, 将会发生溢料, 或影响制品尺寸精度, 所以侧壁厚度需要分别按强度条件和刚度条件进行计算, 最后按计算所得的较大数值作为侧壁厚度设计依据。

将侧壁的每一边都简化成固定梁。取最长的一边计算。最大挠曲变形发生在梁的中点, 最大弯曲应力也在该点, 以此点为根据计算侧壁厚度。

按刚度条件计算:

$$S_1 = \left(\frac{\alpha P L_1^4}{32 E A [\delta]} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

按强度条件计算^[3]:

$$S_1 = \frac{\alpha P L_2 + (\alpha^2 P^2 L_2^2 + 8 A [\sigma] \alpha P L_1^2)^{\frac{1}{2}}}{4 A [\sigma]} \quad (2)$$

式中: S_1 ——长边侧壁厚度, mm;

p ——熔体压力, MPa;

E ——模具材料弹性模量, MPa;

$[\delta]$ ——允许变形量, mm;

$[\sigma]$ ——模具材料的许用应力, MPa。

1.2 整体式矩形型腔壁厚计算

(1) 底板厚度

整体式凹模安装在定模上的结构与受力情况如图 2 所示。与组合式凹模类似, 整体式凹模的整个底平面与定模板完全接触, 因此将底板看作受压件, 从压缩强度的角度考虑, 保证凹模底板单位面积上的压力小于模具材料的许用压应力即可, 而底板厚度只需从结构上考虑。

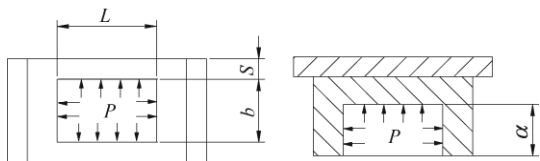


图2 整体式凹模结构与受力情况

(2) 侧壁厚度

任一侧壁均可简化为三边固定、一边自由的矩形板,当熔体注入时,其最大变形发生在自由边的中点。

按刚度条件计算:

$$S = \left(\frac{C \alpha^4 p}{E l^3} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

$$C = \frac{3(L/\alpha)^4}{2(L/\alpha)^4 + 96}$$

按强度条件计算^[3]:

$$\alpha/L \geq 0.41 \text{ 时, } S = L \left[\frac{p(1+W)}{2l[\sigma]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\alpha/L < 0.41 \text{ 时, } S = \alpha \left[\frac{3p(1+W)}{l[\sigma]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

式中: ——短边与长边之比(b/L);

W ——系数。

2 凸模受力和垫板厚度计算

2.1 组合式凸模的垫板厚度计算

组合式凸模安装在动模上的结构与受力情况如图3所示。由图3可以看出,凸模可将受到的熔体压力直接传递给垫板。垫板受到熔体压力作用后会发生弯曲变形,从而影响到制品尺寸精度,所以垫板厚度计算也需从刚度和强度两方面考虑。

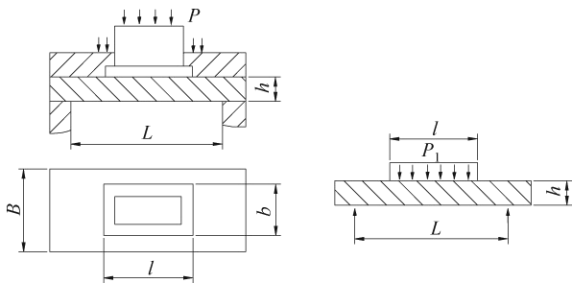


图3 组合式凸模结构与受力情况

将垫板简化成一受均布载荷的简支梁。由于受力面积不同,均布载荷 p_1 不等于熔体压力 p 。 p_1 由下式换算得出:

$$p_1 = p \frac{f}{f_1} \quad (6)$$

式中: p_1 ——垫板承受的压力, MPa;

f ——塑料件在分型面上的投影面积, mm^2 ;

f_1 ——凸模底面积, $f_1 = bl$, mm^2 。

按刚度条件计算:

$$h = \frac{p_1 bl}{32EB l^3} (8L^3 - 4Ll^2 + l^3)^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

按强度条件计算:

$$h = \frac{3p_1 bl}{4B l^2} (2L - l)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

2.2 整体式凸模的垫板厚度计算

整体式凸模安装在动模上的安装方式有两种。一种是将整体式凸模安装在垫板上,另一种方式是将整体式凸模直接安装在模脚上。图4所示为整体式凸模安装在垫板上的结构。这种结构与组合式凸模类似,也是通过凸模将熔体压力作用在垫板上。垫板同样简化成一受均布载荷的简支梁,不同的是均布载荷作用面积不同。除 p_1 计算公式不同外,因均布载荷作用在2个模脚之间的整个跨度范围上,因而垫板厚度计算公式也不同。

$$p_1 = p \frac{f}{LB} \quad (9)$$

按刚度条件计算:

$$h = \left[\frac{5p_1 L^4}{32EB l^3} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

按强度条件计算:

$$h = \left[\frac{3p_1 L^2}{4l[\sigma]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

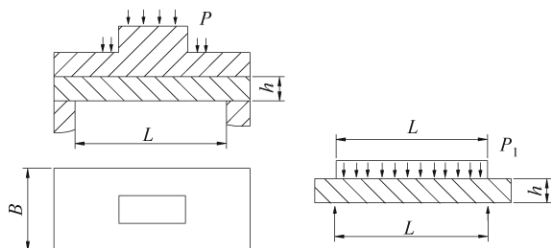


图4 安装在垫板上的整体式凸模结构与受力情况

2.3 整体式凸模的模板厚度计算

整体式凸模直接安装在模脚上的结构如图5所示。这种结构无垫板支承,熔体压力作用在凸模模板上,使凸模模板发生弯曲变形,这时凸模模板相当于一受均布载荷的简支梁。这种结构计算方法有两种:

(1) 直接计算法

当成型部分的凸起高度较小时,凸起部分忽略不计,即把凸模模板看成一矩形板,直接用(7)、(8)式(将 p 代入 p_1 ,塑料件在分型面上的投影面积代入 bl)计算模板厚度即可。

(2) 间接计算法

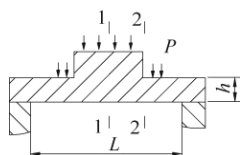


图 5 直接安装在模脚上的整体式凸模结构与受力情况

当成型部分的凸起高度较大时, 如用 (7)、(8) 式直接计算模板厚度, 刚度和强度是足够了, 但是浪费的钢材较多, 从模具成本上考虑不合理, 应按凸模模板的实际形状进行计算。

但是由于凸模模板的截面形状较复杂, 除 h 外还有其它未知数, 所以很难直接导出模板厚度计算公式。在设计中可先设定一个 h 值, 然后再进行刚度、强度校核, 如不合适再进行调节。强度校核需考

虑 2 个截面, 即 1—1 和 2—2 截面, 刚度校核只考虑中心处 1—1 截面即可。

3 结语

由于注塑模的结构形式多种多样, 因此进行刚度、强度计算时, 应用的公式不一定相同。在进行尺寸设计时, 还需根据具体结构进行分析和计算。这样才可能做到既保证模具的使用性能, 又不会造成材料的浪费。

参考文献

- 1 成都科技大学. 塑料成型模具. 北京: 轻工业出版社, 1982.
- 2 刘鸿文. 材料力学. 北京: 人民教育出版社, 1979.
- 3 塑料模具技术手册编委会. 塑料模具技术手册. 北京: 机械工业出版社, 2002.

DISCUSSION ON THE CALCULATION FORMULAS OF INJECTION MOLD CAVITY WALL THICKNESS

Zhang Huimin, Jiao Dongmei

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

ABSTRACT With the injection mold structures of female mold on stationary mold and on moving molds, the force on the female mold and male mold are different, the calculation formula of mold cavity wall thickness are also different. Aiming at the injection mold structures of female mold on stationary mold, the force on the female mold and male mold are analysed, and the cavity wall thickness are calculated.

KEYWORDS injection mold, cavity wall thickness, calculation formula

欢迎订阅全国中文核心期刊《机械工程材料》杂志

《机械工程材料》杂志创刊于 1977 年, 由上海材料研究所主办, 为中国机械工程学会材料分会会刊, 是公开发行的有关工程材料的应用类技术期刊, 为《中国科学技术论文统计与分析数据库》、《中国科学引文数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊, 2000 年再次入选《中文核心期刊要目总览》, 并被国际 EI、CA、SA 和 PK 所收录。本刊内容包括了工程材料的三大板块——金属材料、无机非金属材料 and 有机高分子材料及其复合材料、功能材料和智能材料的综合评述, 试验研究, 新材料新技术, 材料性能及其应用, 材料生产加工工艺及其设备, 材料检测仪器设备、方法, 材料数据、评价和标准化, 材料失效分析及预测, 材料科技信息以及相关商品广告等。为了适应纳米材料发展的需要, 我们从 2004 年开辟了“纳米材料”专栏。可供与材料生产、研究相关的企业、大专院校和研究单位的科研与技术人员、管理人员、师生阅读参考。本刊为大 16 开, 2005 年页码增至 64 页, 月刊, 各地邮局均可订阅, 订阅代号: 4-221, 也可向本刊编辑部订阅; 定价: 7 元/期, 84 元/年, 可以破季破年订阅。

地址: 上海市邯郸路 99 号 邮编: 200437

电话: 021-65556775-368 或 65541496

传真: 021-65544911

E-mail: mem@mat-test.com。

欢迎订阅《广东塑料》杂志

《广东塑料》(月刊)创刊于 1976 年, 由广东省塑料工业协会主办, 每月 1 日出版, 面向全国发行。

《广东塑料》以“汇行业信息, 推高新科技, 办精品刊物, 促产业兴盛”为办刊宗旨, 及时准确地报道国内外塑料工业的发展趋势。介绍塑料行业科学研究、加工生产、实际应用的新技术、新产品; 关注塑料工业的最新动态, 发布国内外最新行业信息, 是塑料行业从业人员的良师益友, 深受广大读者的欢迎。

主要栏目: 加工应用、新技术新产品、综述、机械与模具、试验研究、粤港快递、产业资讯、面对面、现场聚焦等。

读者对象: 从事塑料加工企业的管理、营销、生产、科研人员及高等院校的师生等。

本刊为大 16 开, 定价 10 元/本, 全年共 12 期, 共计 120 元。国际标准刊号: ISSN1727-2890, 原国内统一刊号: CN44-1256/TQ。需订阅者可直接与本刊发行部联系。

地址: 广东省深圳市福田区梅华路东方富苑南座 1204 室《广东塑料》发行部

联系人: 谢芳 电话: 0755-83127811 83127911

传真: 0755-83106852 邮编: 518049

Http: www.commonad.com E-mail: pf@commonad.com