

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.10.015

基于 UG 的挤出模具干涉检查研究与应用

吕翔亘,郭顺生,黄浪

(武汉理工大学机电工程学院,湖北省数字制造重点实验室,武汉 430070)

摘要:针对挤出模具设计过程中的干涉检查问题,分析了挤出模具设计及其干涉检查的特点,基于模型的装配关系和特征属性信息,提出了基于实例名和属性名的特征获取方法,并在获取特征的基础上,提出了基于最小包容体交叉性的干涉检查方法,即首先基于包容体判断特征是否存在交叉,再对存在交叉的特征,根据不同特征的安全间隙进行最小间距干涉检查,从而得到整个模具的干涉情况。并基于 UG NX 机械制图软件,采用 UG 二次开发技术和微软基础类库(MFC),开发了挤出模具干涉检查插件,对检查对象进行批量检查。实例证明,该方法能够快速有效进行挤出模具干涉检查,提高了挤出模具干涉检查效率,提升了挤出模具设计水平。

关键词:挤出模具;干涉检查;UG NX 软件

中图分类号: TQ320.66 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)10-0076-05

Research and Application of Interference Checking for Extrusion Dies Based on UG

Lyu Xianggen, Guo Shunsheng, Huang Lang

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan University of Technology, Hubei Digital Manufacturing Key Laboratory, Wuhan Hubei 430070, China)

Abstract : Aiming at interference checking in extrusion die design, the characteristics of extrusion die design and its interference checking were analyzed. Based on assembly relationship and feature attribute information of models, the method of feature acquisition based on instance name and attribute name was put forward. An interference detection method based on the minimum inclusion intersection was proposed, namely the situation of feature intersecting was judged first, minimum spacing was check based on safety gap with different features for existence of intersecting then, thus the interference situation of the whole mold was obtained. An interference checking tool for extrusion die was developed based on UG NX to check in a lot size with UG secondary development and microsoft foundation classes (MFC). The example shows that the method contribute to interference checking quickly and effectively, improving the efficiency of the interference checking and the design level of the extrusion die.

Keywords : extrusion die ; interference checking ; UG NX software

挤出模具结构精密,内腔结构复杂,在设计过程中,容易出现特征间相互干涉的情况,造成设计不合格。因此,在模具设计结束后,对于模具计算机辅助设计(CAD)模型的干涉问题常常要进行严格的审核。随着模具设计三维化的趋势,越来越多的模具开始采用三维 CAD 软件进行设计,如 UG NX^[1-2], Pro/E^[3] 等。然而挤出模具特征多样,人工干涉检查不仅仅工作量大,而且也可能造成人为失

误,如何对挤出模具进行快速有效的干涉检查成为挤出模具设计中亟待解决的问题。

当前模具设计方法主要分为静态检查与动态检查两大类。其中,静态检查主要是基于几何特征进行,如文献[4]根据坐标极值进行冲压模的干涉检查,文献[5]根据几何特征对注塑模冷却系统进行干涉检查,这些干涉检查都提高了干涉检查的工作效率和准确率。而动态检查则基于运动仿真技术

基金项目: 湖北省科技支撑计划项目(2015BAA063,2014BAA032),文化部重点实验室资助项目(舞台剧目数字化管理系统规划),武汉理工大学优秀硕士学位论文培育项目(2016-YS-036),武汉理工大学自主创新研究基金项目(2018-JD-B1-12)

通讯作者: 郭顺生,教授,博士生导师,主要从事 CAD/CAM/PDM/ERP、智能设计与智能制造基础理论及应用研究 E-mail: guoshunsheng@263.net

收稿日期: 2018-08-03

引用格式: 吕翔亘,郭顺生,黄浪. 基于 UG 的挤出模具干涉检查研究与应用[J]. 工程塑料应用,2018,46(10):76-80.

Lyu Xianggen, Guo Shunsheng, Huang Lang. Research and application of interference checking for extrusion dies based on UG[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(10):76-80.

进行,如基于装配仿真技术对运动干涉问题进行检查^[6],这些研究围绕UG NX^[7-8],Pro/E^[9],三维CAD系统(Solid Works)^[10-11],计算机图形辅助三维交互式应用软件(CATIA)^[12-13]等三维制图软件,采用二次开发技术展开^[14-15]。

以上研究对挤出模具的设计有一定的借鉴意义。然而,挤出模三维设计过程中,存在装配、建模等不同环境,内腔结构复杂,同类型特征多等特点,笔者针对这一实际问题,基于UG NX参数化模型,采用UG二次开发技术,对挤出模具进行干涉检查方法研究。

1 挤出模具及其干涉检查的特点

挤出模具主要包括模头和定型模,在设计过程中存在装配组件间的干涉,同一部件不同特征间的干涉,同类特征间进行干涉检查,对挤出模具进行干涉检查,对于提高挤出模具设计的准确性及设计水平有着重要意义。图1为模头和定型模的三维图。

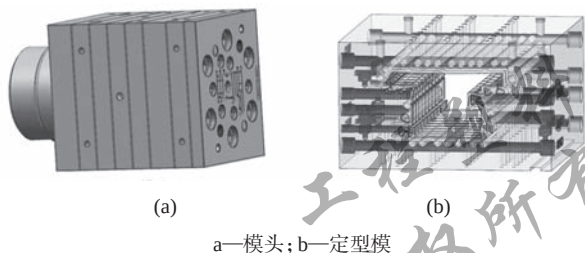


图1 模头和定型模三维图

由上述分析可得,挤出模具的干涉主要存在以下特点:

(1) 部件间干涉较多。

在挤出模具中,各板块均采用独立子装配设计,很多干涉出现在不同部件之中,常见的干涉主要出现在流道与紧固件,镶块与紧固件,镶块与流道,紧固件与紧固件,以及冷却水路与紧固件之间。因此,这些可能存在的干涉组件必须加以检查,以确保挤出模具不存在干涉问题。

(2) 同一部件特征间的干涉多。

在挤出模具中,水路与气路纵横排布,极易发生干涉,水孔气孔众多,呈现纵横分布。因此,部件间的干涉情况也偶有发生。同时,同一特征,如水孔与水孔,气孔与气孔之间,也存在着干涉检查的可能性,都需要在设计过程中加以考虑,并在设计后进行干涉检查,或者在设计过程中根据干涉检查情况进行调整或再设计。

(3) 不同特征干涉安全间距要求不一样。

传统来讲,只要部件间不相交,即不存在干涉,

然而,在模具设计制造过程中,过小的壁厚容易引起加工事故,以及板块强度、模具水路间换热系数等各方面的变化,造成模具设计精度降低。因此,干涉检查不仅仅是检查设计出现的干涉问题,仍需要针对不同特征根据不同安全间隙进行检查。当实际间隙 H 小于安全间隙 H_s ,则存在干涉,当实际间隙 H 大于等于 H_s 时,则不干涉。特征间间隙如图2所示。

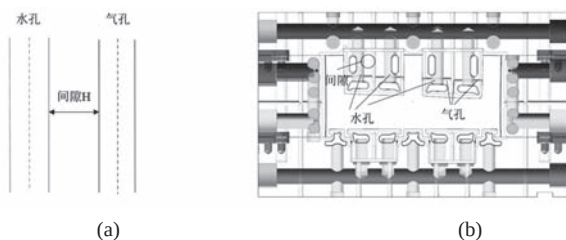


图2 水孔气孔间隙和水孔气孔三维模型图

在进行干涉检查过程中,主要包括获取干涉检查对象,干涉检查,干涉对象显示等过程。

综上所述,挤出模具的干涉检查较为复杂,必须考虑上述特点进行设计,必须采用合适的方法进行快速高效干涉检查。

2 基于UG的挤出模具干涉检查方法

前文已经对挤出模具及其干涉检查的特点作了简要介绍。然而在实操过程中,面对众多的干涉检查对象,应主要解决下列两个问题:

- (1) 如何快速准确获得干涉检查的对象。
- (2) 如何快速准确进行干涉检查。

准确快速获取干涉检查的对象是进行干涉检查的前提。在挤出模中,包含板块、流道、紧固件、水路、气路等各类不同特征元素,同时在同一类型特征中,又存在特征差异。在各特征结构上,如板块中存在不同类型板块,机颈板、压缩板、成型板等等,紧固件中有螺钉、销钉等,气路有气孔、气槽等。在整体结构上,螺钉、销钉分布较为分散,水路、气路纵横排布,流道曲面复杂,这些都给获取特征对象带来了一定的难度,并对快速准确进行干涉检查有一定的影响。因此,挤出模具干涉检查的前提是有效获取干涉检查对象。

快速准确进行干涉检查一方面需要准确进行干涉检查,另一方面需要快速高效将结果检测出来。前面提到过,挤出模具结构复杂,检查对象成百上千,甚至更多,因此,靠人工操作的方式并不现实,采用UG二次开发,借助数字化手段进行批量干涉检查是快速进行干涉检查的必要手段。同时,在

UG 中存在着干涉检查的函数 (如 UF_MODL_ask_minimum_dist, 求取最小特征间距离), 其主要功能是求出两个检查对象的最小距离, 由于底层算法的原因, 尽管此函数通用性强, 但是速度较慢, 如果所有的检查对象都采用此函数, 显然效率会很低。对于干涉检查对象进行预检查, 缩小干涉检查范围成为提高干涉检查效率的重要手段。

基于上述分析, 基于 UG NX 软件, 采用二次开发技术, 在获取干涉检查对象方面, 借助参数化模型, 在装配模型中, 获取模型的事例名称, 将不同的模型采用不同的事例名称进行分类并识别, 而在建模过程中, 将同一类型的特征采用 UG 属性进行分类, 这种方法的便利之处在于, 能够快速、准确地批量获取各特征, 从而快速获取干涉检查对象。

由于特征间的干涉检查关系, 为了快速识别出干涉检查对象间是否都存在干涉, 首先要明确特征干涉的情形, 如图 3 所示。

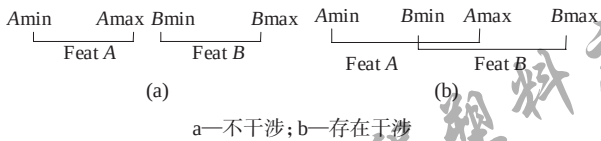


图 3 不干涉和存在干涉的情形

因此, 在特征识别中获取模型的最小包容体 (boundingbox), 最小包容体主要是该特征实体在三维坐标系下的 X, Y, Z 最大最小极值, $X_{\min}, Y_{\min}, Z_{\min}, X_{\max}, Y_{\max}, Z_{\max}$ 。对于两个特征 feat A, feat B, 从 X, Y, Z 三个维度, 其包容体均有公式 (1):

$$(A_{\min} - B_{\max} - H_s^{AB})(A_{\max} - B_{\min}) \leq 0 \quad (1)$$

即表示二者之间可能存在交叉。其中 H_s^{AB} 表示检查对象 A, B 中的安全间隙 $H_s^{AB} \geq 0$ 。

而当从 X, Y, Z 三个维度, 任意存在公式 (2):

$$(A_{\min} - B_{\max} - H_s^{AB})(A_{\max} - B_{\min}) > 0 \quad (2)$$

则表示特征间不存在交叉。

然而, 当最小包容体存在交叉时, 并不意味着二者之间一定干涉, 需要通过最小距离求取从而进一步求取, 从而确定是否有干涉。如图 4, 尽管包容体中存在公式 (1) 中, 假设 $H_s^{AB} = 0$, 在 X, Z 方向上, 有公式 (3), (4):

$$(X_{\min}^A - X_{\max}^B - H_s^{AB})(X_{\max}^A - X_{\min}^B) \leq 0 \quad (3)$$

$$(Z_{\min}^A - Z_{\max}^B - H_s^{AB})(Z_{\max}^A - Z_{\min}^B) \leq 0 \quad (4)$$

但是在 Y 方向上, 有公式 (5):

$$(Y_{\min}^A - Y_{\max}^B - H_s^{AB})(Y_{\max}^A - Y_{\min}^B) > 0 \quad (5)$$

即尽管在 X, Z 方向上不满足公式 (1), 但在 Y 方向上满足公式 (1), 因此并不干涉。

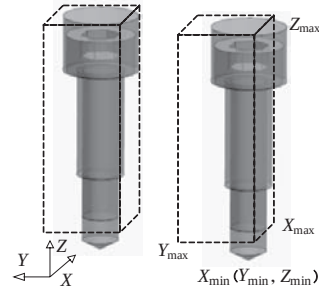


图 4 螺钉两不干涉

而对于图 5, 在任意方向上均有公式 (1), 但是由于最小包容体并不能完全代表特征, 因此需要进一步求取最小距离, 实际证明并不干涉。而在图 5b 中, 则两个螺钉孔实体存在干涉。

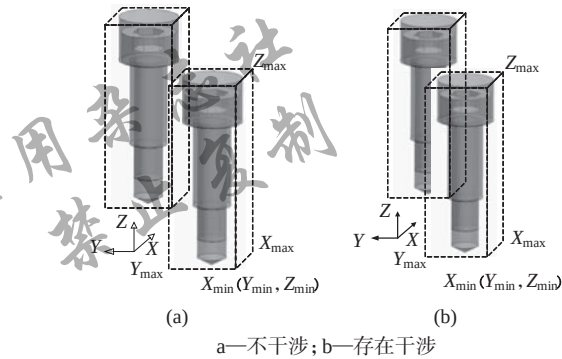


图 5 两个螺钉不干涉和存在干涉的情况

当存在干涉时, 再将干涉特征加以高亮显示。上述过程即为基于最小包容体交叉性的干涉检查方法。其整个步骤如图 6 所示。该方法的核心是基于实例名和属性名的获取特征, 基于最小包容体进行

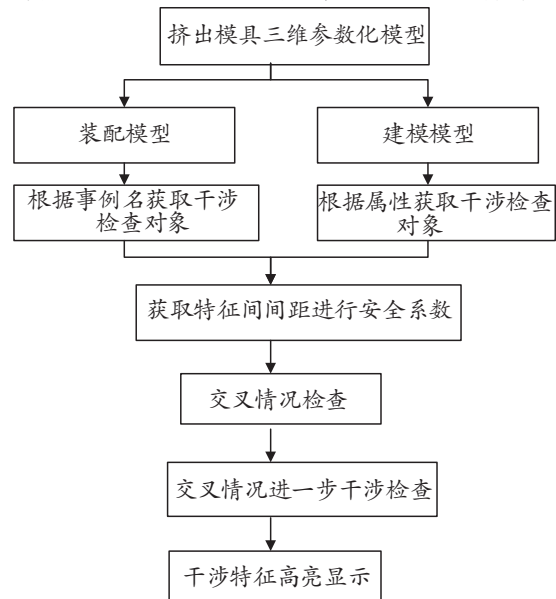


图 6 干涉检查步骤

交叉性检查,再对交叉特征进一步干涉检查,从而提高干涉检查的效率。

3 干涉检查实例应用

基于前文所提方法,开发了干涉检查插件。UG二次开发主要有UG菜单脚本文件、UG二次开发语言,以及UIStyler操作界面构成,本研究界面主要采用微软基础类库(MFC),如图7所示,为菜单栏和操作界面。UG二次开发语言主要采用UGOpen API, NXOpen API(Application Programming Interface)。

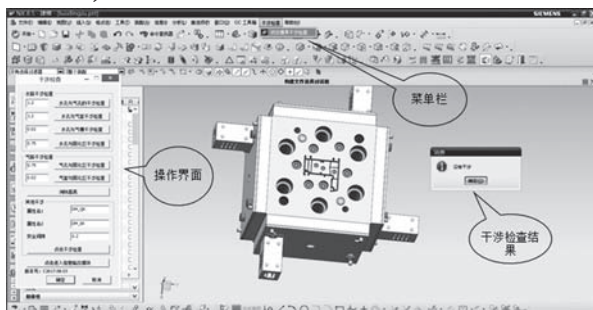


图7 菜单栏和操作界面

本研究中干涉检查相关UGOpen API函数见表1。

表1 干涉检查常用UGOpen API函数

函数	功能
UF_OBJ_ask_name	获取事例名称
UF_ATTR_cycle	根据属性遍历特征
UF_MODL_ask_feat_faces	获取特征面
UF_MODL_ask_bounding_box	获取包容体
UF_MODL_ask_minimum_dist	求取最小距离

当进行干涉检查时,首先区分装配模型与建模模型,然后分别根据事例名、属性名获取干涉检查对象,并根据不同的事例名、属性名对特征进行分类,获取不同的安全间隙。对不同特征或者同一特征进行两两特征检查,进行交叉检测,对于任意 X, Y, Z 存在不重合,即不存在交叉。当 X, Y, Z 均存在重合之处时,即最小包容体存在交叉,进一步求取最小距离判断是否干涉。当求取的间隙小于安全间隙时,即存在干涉,当求取的间隙大于安全间隙时,则不存在干涉。当存在干涉时,则将干涉对象高亮显示。直到将所有对象检查完毕。图7、图8为干涉检查结果界面,其中干涉部分已经高亮显示。

4 结论

分析了挤出模具的干涉检查特点,提出了一种基于属性名或事例名的干涉对象获取方法,准确快速地获取干涉检查对象并进行检测。并在此基础上,提出了一种基于最小包容体交叉性的干涉检查方法,在检测交叉性的基础上进一步求取最小间距,根

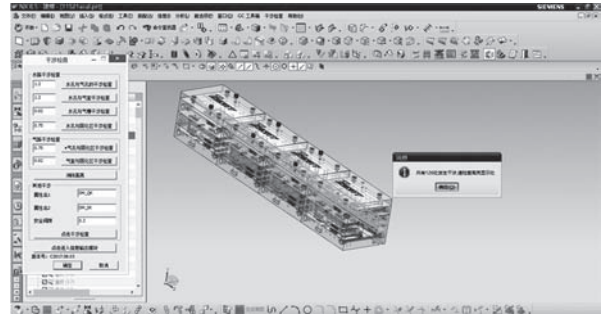


图8 干涉检查实例

据不同特征的安全间隙,进一步判断干涉情况,从而准确快速进行干涉检查。该干涉检查方法已经得到应用,极大地减轻了设计人员的工作量,并提高了设计的准确性,提高了挤出模具三维设计水平。

参考文献

- [1] Huang L, Guo S, Tang H, et al. Design of automatic parting in calibrator CAD for plastic profile extrusion dies via feature recognitions[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, 88(5-8):1319-1331.
- [2] Li L, Tang H, Guo S, et al. Design and implementation of an integral design CAD system for plastic profile extrusion die[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, 89(1-4):543-559.
- [3] 刘玲,田龙,蒋修宏.基于Pro/E的塑料水龙头弧形抽芯模具设计[J].塑料科技,2014,42(2):90-92.
Liu Ling, Tian Long, Jiang Xiuhong. Design on arc core-pulling mould for plastic tap based on Pro/E[J]. Plastics Science and Technology, 2014, 42(2):90-92.
- [4] 衡思迎,常青,邓磊,等.基于UG二次开发的冲压模具静态干涉检查研究[J].模具制造,2017,17(10):24-26.
Heng Siying, Chang Qing, Deng Lei, et al. Study on static interference checking of stamping die based on the secondary development of UG[J]. Die & Mould Manufacture, 2017, 17(10):24-26.
- [5] 于盛睿,严锋.基于几何特征的注塑模冷却系统干涉检查算法[J].中国塑料,2017,31(1):80-86.
Yu Shengrui, Yan Feng. A method for interference checking of injectionMold cooling system based on geometry features[J]. China Plastics, 2017, 31(1):80-86.
- [6] 王秋阳,李敏.装配仿真技术在某型航空发动机中的应用[J].机电信息,2018(18):113-115.
Wang Qiuyang, Li Min. Application of assembly simulation technology in a certain aeroengine[J]. Mechanical and Electrical Information, 2018(18):113-115.
- [7] 杨晓巍,尤志军,王红亮.运动仿真干涉检查在车灯注射模设计中的应用[J].模具工业,2017,43(9):55-58.
Yang Xiaowei, You Zhijun, Wang Hongliang. Application of motion simulation interference check in injection mould design of headlamp[J]. Die & Mould Industry, 2017, 43(9):55-58.
- [8] 韦文龙,仲梁维,陈彩凤.基于二次开发的动态干涉检查系统设计

- 计与应用[J]. 软件导刊,2018,17(4):144-147.
- Wei Wenlong, Zhong Liangwei, Chen Caifeng. Design and application of dynamic interference checking system based on secondary development[J]. Software Guide,2018,17(4):144-147.
- [9] 钟培荣. PROE 二次开发技术在装配干涉检查中的应用[J]. 广西轻工业,2009,25(6):83-85.
- Zhong Peirong. Application of PROE Secondary development technology in assembly interference checking[J]. Guangxi Journal of Light Industry,2009,25(6):83-85.
- [10] 刘庆华. 基于 SOLIDWORKS 的自动线冲压模具运动干涉检查[J]. 模具技术,2013(2):19-22.
- Liu Qinghua. Motion interference inspection in auto stamping line die based on SOLIDWORKS[J]. Die and Mould Technology,2013(2):19-22.
- [11] 唐黎明. 自动弯管动态干涉检查的软件实现方法[J]. 时代农机,2017,44(5):61-62.
- Tang Liming. Software implementation method of dynamic interference check for automatic elbow[J]. Times Agricultural Machinery,2017,44(5):61-62.
- [12] 卢琦,赵山杉,蔡昱,等. 基于 CATIA 的舵机伺服系统运动干涉检查方法[J]. 机械工程师,2017(8):129-130.
- Lu Qi, Zhao Shanshan, Cai Yu, et al. Interference check method of aircraft actuator servo system based on CATIA[J]. Mechanical Engineer,2017(8):129-130.
- [13] 张军,朱磊. 基于 CATIA 的转向轮运动仿真干涉分析[J]. 产业与科技论坛,2017,16(10):59-60.
- Zhang Jun, Zhu Lei. Interference analysis of steering wheel motion simulation based on CATIA[J]. Industrial & Science Tribune,2017,16(10):59-60.
- [14] 欧阳文凯. 基于 UG 二次开发的注塑模辅助设计插件的设计[J]. 科教导刊(中旬刊),2014(2):47-49.
- OuYang Wenkai. Injection mold plug-aided design based on UG secondary development[J]. The Guide of Science & Education,2014(2):47-49.
- [15] 邢秀琴,邢秀娟,叶志忠,等. 基于 UG 二次开发的模型软件设计[J]. 机械工程与自动化,2013(6):16-17.
- Xing Xiuqin, Xing Xiujuan, Ye Zhizhong, et al. Design of model software based on secondary development of UG software[J]. Mechanical Engineering & Automation,2013(6):16-17.

投稿须知

1 稿件内容

稿件应注重科学性、实用性及时效性,要求技术新颖,论点明确,论据可靠,数据准确,文字通顺、简练。稿件内容必须真实,避免抄袭,请作者文责自负。引用他人成果时,请按《著作权法》有关规定说明出处。内容应未曾发表过或被其他出版物刊载过,且无一稿多投。

2 稿件要求

凡属于重大科技获奖的论文和重点项目资助的论文,请在来稿第一页注明名称及批准号,本刊将优先刊登。

(1) 题目、作者署名及单位。题目力求简明、醒目,反映出文章的主题,一般不超过 20 个汉字。作者姓名在题目下按序排列,不同工作单位的作者,应在姓名右上角加注阿拉伯数字序号。作者单位须写全称并注明省份、城市和邮政编码。联系人信息(包括姓名,学历或职称,主要研究方向)注在第一页下方。

(2) 摘要及关键词。论文需要同时提供中文和英文摘要,摘要以提供论文的内容梗概为目的,不加评论和补充解释,应简明、确切地论述研究目的、原理和结论,具有相对独立性。中文和英文摘要均要求采用报道性摘要类型。具体要求:中英文摘要均为一段式,内容比较具体,一般需要列举关键数据。中英文摘要内容基本一致,中文摘要以 200~300 字为宜,英文摘要可略详。关键词要求 3~8 个。

(3) 正文。正文各部分都应简洁明了。层次标题一律用阿拉伯数字连续编号,尽量减少层次;不同层次的数字之间用小圆点相隔,末位数字不加标点符号。如“1”,“1.1”等。文中量、单位及符号的使用应符合国际标准和国家标准。

(4) 图表。图表要设计合理,简单自明。每一幅图都应有图序和简短确切的图名,横纵坐标均要注明物理量及其单位,线条图要用矢量格式的图,或将 *.opg, *.dwg, *.eps 等格式的图打包压缩随投稿一起上传。表格请使用三线表,每一表格都应有表序和简短确切的表题。图表标题一律用中文表达。

(5) 参考文献。以作者亲自阅读过的主要原始文献为限,不可引用非公开出版或发表的文献,不能引用其他文章中引用的但未经核对原文的文献,要注意引用最新的文献。参考文献要有一定的数量,研究性论文至少 15 篇。参考文献的著录按文章中引用的顺序依次排列,中文参考文献要有对照英文部分(英文部分不编号)。无论中外文的作者,一律采用姓前名后的形式著录;作者不超过 3 人时可全部著录,超过 3 人时,只著录前 3 位,其后加“等”或“et al”。综述类论文的参考文献著录项目适当简化,可参见本刊相关栏目文章样式。作者对所引文献的准确性和完整性负责。

3 投稿方式

请作者登陆“工程塑料网”(http://www.epa1973.com),进入杂志社之页,点击“网上投稿”后投稿。来稿请注明详细地址、电话、邮箱等信息,便于通知联系。一般一个月左右可以查询稿件审理意见,超过 3 个月未收到修改意见或回复的可自行处理。

4 注意事项

为适应我国信息化建设需要,扩大学术交流渠道,本刊已编入国内外著名数据库。稿件一经录用,将同时被数据库收录,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意收录,请在投稿时声明,否则将视为同意。