

轮胎花纹工程图自动标注及布局研究

鲍齐友¹, 宋忠辉¹, 陈进富¹, 董玉德¹, 张方亮², 刘彦超²

[1. 合肥工业大学 机械与汽车工程学院, 安徽 合肥 230009; 2. 佳通轮胎(中国)研发中心, 安徽 合肥 230601]

摘要:针对以人机交互为主导的轮胎花纹工程图尺寸标注繁多、工作量大及易出错的问题,提出了基于控制点对轮胎花纹工程图实现自动标注及利用排样思想、网格化方法实现对尺寸线自动布局的方法。该方法在对轮胎花纹的分析及轮胎花纹图元一系列处理基础上,自动识别出控制点的剔除及添加,从而实现自动标注。在此基础上,视图外采用排样思想及视图内采用网格化自动布局。最后,以CATIA/CAA为开发平台,开发出轮胎花纹工程图自动标注系统。实践分析表明,该系统有效减少设计人员的重复性工作,明显缩短了研发周期。

关键词:控制点;自动标注;排样;网格化;自动布局

中图分类号:TQ336.1;TP391.7 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2016)11-0654-04

轮胎花纹作为车辆与地面直接接触的部位^[1],直接影响轮胎的牵引力^[2]、耐磨性和噪声^[3]等,关系着汽车的燃油效率、操纵稳定性和安全性能^[4]。目前,在轮胎花纹设计领域中二维工程图是设计人员表达设计思想的主要手段和信息载体,也是制造轮胎花纹模具的重要依据。一幅合格的轮胎花纹工程图应该包括轮胎花纹的图形化表示及尺寸标注等详细表达设计意图与技术要求等信息,而且布局合理、美观。轮胎花纹工程图主要由计算机绘图软件人机交互完成,但标注繁多、工作量大且易出错,因此,对轮胎花纹工程图自动标注问题的研究具有重要的工程意义。

1 自动标注研究现状

自动标注问题的研究一直是机械制造行业领域研究的热点。孙东光等^[5]通过对三维参数化特征造型系统中尺寸标注子系统的需求模型、框架模型、对象模型的分析 and 比较,提出了智能化尺寸标注系统的整体框架模型和关键算法;K. Z. Chen等^[6]研究以CSG树结构与B-Rep数据结构表示的实体模型的自动标注,自动布局方面采用了专家系统和禁忌区域相结合的方法;袁波等^[7]研究水平尺寸和竖直尺寸,提出了基于尺寸子集划分的自

动布局算法,且在最佳尺寸布局方面采用模拟退火算法;陆国栋等^[8]从三维特征模型出发完成二维标注,提出了基于分治思想的尺寸自动标注方法;黄学良等^[9]研究标注自动布局问题,提出了基于网格化方法,将标注布局问题简化为在状态矩阵中寻找符合某种条件的小块矩阵问题;C. L. Li等^[10]研究模具零件工程图坐标型尺寸标注问题,提出了基于特征识别和优化方法的自动标注;卢远志等^[11]研究模具零件工程图的标注,提出了基于级域接触搜索思想的坐标尺寸自动标注方法;张闻雷等^[12]采用面向对象的方法建立零件尺寸信息模型,提出基于形体分析的零件尺寸自动标注。上述方法通常与各自领域的知识和规则紧密相关,但均未涉及轮胎花纹的自动标注。

本工作提出了在图元处理基础上基于控制点对轮胎花纹工程图自动标注,视图外采用排样思想及视图内采用网格化方法自动布局,实现提高工程图易读性的目的及满足工程上的实际应用需求。

2 自动标注

2.1 工程图特点及标注样式

在实际轮胎花纹设计中,常见的花纹工程图一般只由一个主视图组成,标注尺寸只附属该主视图。整周轮胎由一个或多个节通过一定的规律组成,整周轮胎花纹只需标注不同的节,且节之间有一定的相似性。参考企业生产实际中花纹工程

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51275145)

作者简介:鲍齐友(1990—),男,安徽安庆人,合肥工业大学在读硕士研究生,主要从事数字化设计与制造的研究。

图经验、机械制图手册规范或国家标准,结合轮胎花纹结构和功能的相关知识,确定标注样式应遵循以下基本原则:

- (1) 符合轮胎的模具制造需求;
- (2) 简洁,符合阅读习惯;
- (3) 快速确定图元位置。

2.2 工程图控制点的添加与删除

在轮胎花纹工程图尺寸标注过程中,控制点的添加与剔除是一个重要环节,直接关系着模具制造及标注的表示。手工标注时,一般需要人为添加需要的控制点,但自动标注没有人机交互过程,而需要程序去实现该过程。

在轮胎花纹工程图中,一般的图元只有直线段和圆弧段,经过遍历和二维图元的识别后,把每个直线段和圆弧段的指针分别记录下来,存储到列表中,后续程序通过指针就能直接访问直线段及圆弧段。

在圆弧段列表中,由于倒圆角的存在,模具不易制造,需将该圆角的两端控制点连接的图元相交,得到新的控制点,根据节的相似性,决定该控制点的去留。倒圆角的两端控制点无需进行标注及处理,应加以剔除,倒直角的处理方法与此相同。在图元的关联约束中,如圆弧相切、水平线、竖直线等,这些一端点的控制点都需要加以剔除。为了使标注样式简洁且符合阅读习惯,如平行、同心圆弧,这类控制点要加以剔除。

2.3 尺寸标注自动生成

轮胎花纹工程图自动标注包括圆弧标注、纵向标注、横向标注及节的标注。在纵向标注中,从生产实际出发,以 x 轴为纵向定位点和工程图的对称轴,以最长且等长的竖线为轮胎花纹节。总体算法流程如图1所示。

经此算法的处理,解决了轮胎花纹工程图自动标注的问题,同时有利于快速编写程序,实现快速自动标注。

3 自动布局原理

组成尺寸的要素包括尺寸线、尺寸界线、尺寸数字及相关符号^[13]。容易出现四种尺寸线的干涉,即尺寸数字与尺寸数字、尺寸数字与尺寸线、尺寸数字与尺寸界线和尺寸数字与图元。这四种

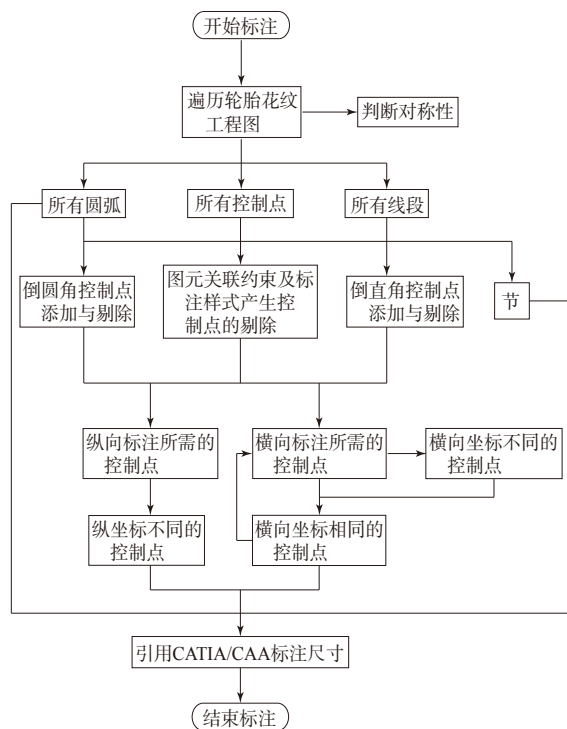


图1 轮胎花纹工程图自动标注算法流程

干涉对布局质量的影响较大是自动布局应当避免的。尺寸线和尺寸界线的干涉在轮胎设计工程中有时候是不可避免的,在实际中也是允许存在的。尺寸线要尽可能地布局在标注对象周围,以便读图工作者方便且快速地读懂花纹工程图。轮胎花纹工程图尺寸线的布局见图2。

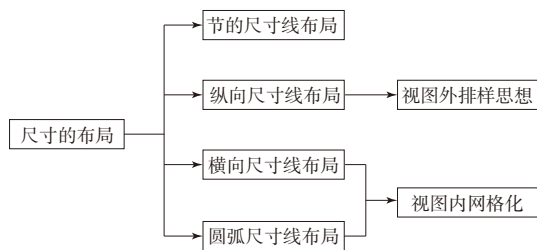


图2 轮胎花纹工程图尺寸布局

3.1 视图外排样自动布局

排样问题是经典的工程优化问题,型材和棒料下料、冲裁件排样、玻璃切割、报刊排版、家具下料、服装裁剪、皮革裁剪、造船、车辆和发电设备生产中都存在大量的排样问题^[14]。

在纵向尺寸线自动布局中,为使尺寸布局美观,竖直尺寸布局在花纹工程图的外部且布局在左侧。将纵向尺寸线自动布局视为虚拟矩形毛坯

进行一维排样,定位为 x 轴,排样规则见公式(1)。

$$\begin{cases} x_{i+1}^{(k+1)} = x_i^{(k)} - h \\ y_{i+1}^{(k+1)} = y/2 \end{cases} \quad (1)$$

式中, x_i, y_i 为纵向尺寸线文本的标注位置; k 为尺寸线的个数; y 为需要标注控制点的 y 值; h 为尺寸线文本的高度。

纵向尺寸线自动布局采用排样思想,不仅程序简单易于实现,且尺寸之间几乎不产生干涉,很好地解决了在视图外部的尺寸线布局。

3.2 视图内网格化自动布局

横向尺寸线和圆弧尺寸线在轮胎花纹工程图内部实现自动标注,由于轮胎花纹的错综复杂,在视图内部并没有固定的空白区域,基于此,对横向尺寸线和圆弧尺寸线采用对花纹工程图区域进行网格划分的算法搜索空白区域。

在花纹工程图中,利用CATIA/CAA提供的API搜索出工程图的总长与宽,即轮胎花纹工程图是一个矩形区域。在矩形区域中,按间距 Δ 对矩形布局区域进行网格划分,得到 m 行 n 列离散的小正方形网格,并记录布局区域所有小正方形网格的占用状态。

在对矩形区域进行网格划分时, Δ 主要由三要素决定:工程图绘图比例、标注文本高度和程序的

执行效率。综合考虑, Δ 选取0.5 mm。

圆弧尺寸线自动布局主要步骤如下:

(1) 对花纹工程图进行预处理,获取工程图在网格中的占用状态,并记录网格的占用状态;

(2) 确定标注区域,获取圆弧起始角度与终止角度,从起始角度到终止角度按步进角度 h_a 搜索;

(3) 确定尺寸数字区域,离圆弧距离为 d_1 ,到圆弧距离为 d_2 搜索,以指定步进长度 l 进行搜索;

(4) 若搜索到尺寸数字的包围盒在网格中没被占用,且尺寸线不与其他尺寸数字包围盒干涉,将尺寸线和尺寸数字移到该位置,且记录尺寸数字和尺寸线在网格中被占用状态;

(5) 出现无可布局位置,布局在尺寸数字包围盒干涉最少的位置;

(6) 圆弧尺寸线自动布局结束。

横向尺寸线布局与圆弧尺寸线布局类似,只是就近布局区域稍有差异,不再赘述。

4 应用实例

结合轮胎企业的需求,采用基于CATIA/CAA和Microsoft Visual Studio 2005开发了轮胎花纹工程图自动标注及布局,实例见图3。

利用该系统对公路轮胎、SUV轮胎、泥地轮胎

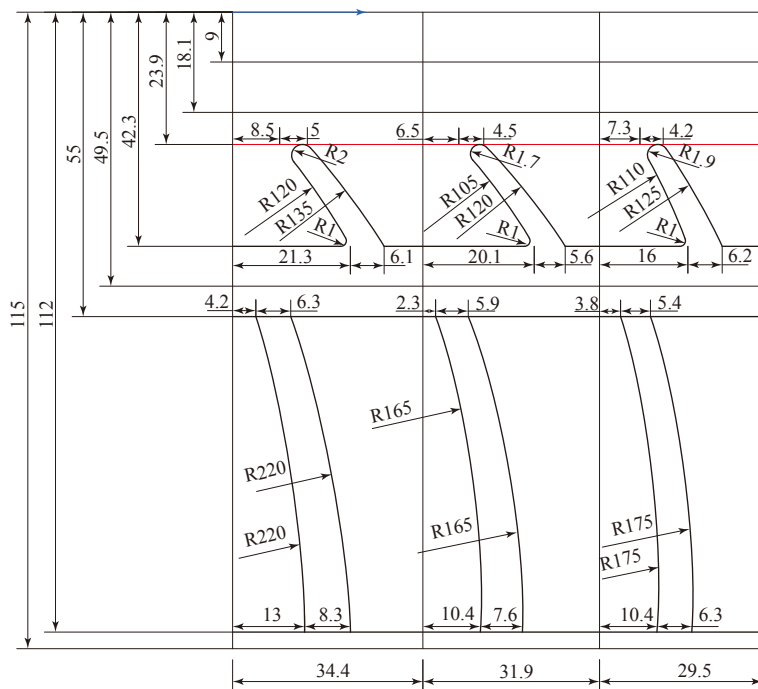


图3 轮胎花纹工程图自动标注与布局实例

进行轮胎花纹的自动标注,并与通用CAD软件绘图所需的时间进行比较测试(以3个节为例),测试结果如表1所示。运行结果表明,该轮胎花纹工程图自动标注算法使花纹标注效率得到了很大的提升,并在企业推广中得到使用。

表1 花纹工程图尺寸标注所耗时间对比 min		
项 目	标注方式	
	AT	GE
公路轮胎	1.2	15.2
SUV轮胎	1.5	16.4
泥地轮胎	1.5	17.2

注:AT—采用开发CAD系统和少量人机交互;GE—通用CAD软件系统。

5 结论

针对目前轮胎花纹工程图标注存在的问题,开发了花纹工程图自动标注及布局系统,使标注效率得到了大幅提升,缩短了轮胎研发周期,大大降低了轮胎设计人员的劳动强度。

参考文献:

[1] 梁守智,钟延壖,张丹秋. 橡胶工业手册[M]. 北京:化学工业出版社,1993.
[2] Cho J H, Cho J R, Woo J S, et al. Numerical Investigation of Snow Traction Characteristics of 3D Patterned Tire[J]. Journal of

Terramechanics,2012,49:81-93.
[3] 陈理君,杨唐胜,杨立,等. 低噪声轮胎花纹结构参数优化方法[J]. 轮胎工业,2002,22(12):720-727.
[4] 朱茂桃,崔成龙,王国林,等. 轮胎胎面花纹的参数化设计[J]. 轮胎工业,2009,19(7):400-403.
[5] 孙东光,邓家提. CAD系统智能化尺寸标注沉浸环境的研究与实现[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2001,13(9):805-811.
[6] Chen K Z, Feng X A, Lu Q S. Intelligent Dimensioning of Mechanical Parts Based on Feature Extraction[J]. Computer Aided Design,2002,34(3):185-194.
[7] 袁波,黄钢,孙家广,等. 一种尺寸自动布局算法[J]. 清华大学学报:自然科学版. 2000,40(1):61-64.
[8] 陆国栋,黄长林,彭群生. 基于分治思想的尺寸自动标注方法的研究与实现[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2001,13(6):521-526.
[9] 黄学良,陈钢,陈立平,等. 标注自动布局的网格化方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2008,20(8):1070-1077.
[10] Li C L, Yu K M, Lee Y H. Automatic Datum Dimensioning for Plastic Injection Mould Design and Manufacturing[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technollgy,2006,28(2):370-378.
[11] 卢远志,钟志华,文桂林,等. 基于级域搜索思想模具零件尺寸自动标注方法[J]. 湖南大学学报:自然科学版,2009(9):27-30.
[12] 张闻雷,杨鹏,严智远,等. 基于形体分析的零件尺寸自动标注[J]. 东北大学学报:自然科学版,2012(2):262-266.
[13] 大连理工大学工程图学教研室. 机械制图(第六版)[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
[14] 贾志欣. 排样问题的研究现状与趋势[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2004,16(7):890-897.

收稿日期:2016-05-13

阿波罗2016—2017财年第1季度
收入下降但仍保持高利润

中图分类号:TQ336.1;F27 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年8月9日报道:

阿波罗轮胎有限公司(以下简称阿波罗)公布了2016—2017财年第1季度(截至2016年6月30日)财报:净销售额为328亿卢比,净收入超过31亿卢比。相比2015—2016财年第1季度实现增长,上一财年第1季度净销售额为283亿卢比,净收入为28亿卢比。

根据2016年6月30日的汇率,阿波罗2016—2017财年第1季度销售额为4.87亿美元,净收入为4670万美元,利润率为9.6%。同时营业收入相比

上一财年增长了8%,从一年前的52亿卢比(7740万美元)增长到56亿卢比(8390万美元)。

据阿波罗称,公司在印度市场业务销售额增长了6%。阿波罗在印度市场推出的部分新产品(包括两轮轮胎)销售良好,尤其在替换轮胎市场。另外,欧洲市场的业务销售增长了10%,这主要得益于轿车轮胎的销售增长。

“尽管进口轮胎给我们带来很大的挑战,但是我们已经看到了市场需求正在不断增加,在印度,我们的产品覆盖原配胎和替换胎市场各个类别,我们推出的两轮轮胎也非常受客户的欢迎。”阿波罗集团主席坎瓦尔说,“随着未来2—3个月载重汽车和公共汽车子午线轮胎产量的增加,阿波罗在新的财年将实现财政高速增长。”

(孙斯文摘译 吴秀兰校)