

Parameterized Modeling of Spur Gears Based on Pro/E

Hongbo Zhao¹, Rui Teng², Renjin Feng²

¹Sheng Da Dalian Construction Engineering Co., Ltd., Dalian Liaoning

²Liaoning Technical University Mechanical Engineering Institute, Fuxin Liaoning

Email: 1577320851@qq.com

Received: Nov. 15th, 2016; accepted: Dec. 16th, 2016; published: Dec. 19th, 2016

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In order to solve the problems that traditional design method of spur gears are complicated, long period, and low working efficiency, we can apply Pro/E soft to initialize parameters of spur gears, create four fundamental circles, generate involute, contour gear and chamfer, create image of involute, cut gear groove, copy character of gear groove, create tooth profile, create shaft hole and keyway etc. 3D parametric design of spur gears can realize through a series of those steps. We do parametric drive test, and also draw the 3D models of spur gears according to the different parameters.

Keywords

3D, Involute Curve, Parametric, Modeling

基于Pro/E的直齿轮的参数化建模

赵洪波¹, 腾睿², 冯认金²

¹大连晟达建筑工程有限公司, 辽宁 大连

²辽宁工程技术大学机械工程学院, 辽宁 阜新

Email: 1577320851@qq.com

收稿日期: 2016年11月15日; 录用日期: 2016年12月16日; 发布日期: 2016年12月19日

摘 要

为解决传统齿轮设计方法复杂、周期长、工作效率低等问题,应用Pro/E软件按照齿轮参数的初始化,创建四个基本圆、渐开线生成、齿轮轮廓和倒角、镜像渐开线、切齿槽、复制齿槽特征、阵列齿形、创建轴孔和键槽等一系列步骤实现直齿圆柱齿轮的三维参数化设计,并进行了参数化驱动测试,绘制了不同参数的直齿轮三维模型。

关键词

三维, 渐开线曲线, 参数化, 建模

1. 引言

齿轮传动系统是各种机械设备中应用最为广泛的一种传动系统。齿轮设计方法复杂,设计周期长,工作效率低。通过 Pro/E 工程软件这一平台实现直齿圆柱齿轮的三维参数化设计,实现产品设计的高效性,并可在虚拟状态下优化加工程序,提高企业经济效益[1] [2] [3] [4] [5]。

2. 直齿轮参数设置

在 Pro/E 造型中,先按照齿数 $z > 41$ 的参数创建齿廓曲线。选择渐开线以及齿根圆曲线,并创建齿根圆角,通过修剪生成齿廓曲线。当输入的设计变量齿数 $z < 41$ 时,再生时 Pro/E 系统自动插补生成基圆内的那部分曲线,保证齿廓曲线的正确形状。齿数 $z < 41$ 的齿轮,其中齿轮参数化建模的主要参数如下表 1 [6]。

3. 齿轮模型的创建

3.1. 齿轮参数的初始化

打开 Pro/E 软件,新建一个零件文件,名称为 chilun,系统进入草绘界面,并在绘图区自动创建 3 个

Table 1. Setup of parameter of spur gears

表 1. 齿轮参数设置

参数名称	参数符号	参数类型	参数初值
模数	m	Real Number	2
齿数	z	Real Number	32
压力角	$angle$	Real Number	20
齿顶高系数	h_{ax}	Real Number	1
齿顶隙系数	c_x	Real Number	0.25
变位系数	x	Real Number	0
齿轮宽度	b	Real Number	30
轴孔直径	d_z	Real Number	24
键槽高度	h	Real Number	4
键槽宽度	t	Real Number	10

基准平面(RIGHT, TOP, FRONT)和一个坐标系。打开【工具】下的【程序】“program”进入“编辑设计”，弹出一个记事本，在“INPUT”和“END INPUT”之间输入以下内容，如图 1。

3.2. 创建 4 个基本圆

选择【草绘】命令，并以 TOP 为基准平面进行草绘，在绘图区绘制四个同心圆，并打开【工具】中的【关系】，输入如下关系式： $sd0 = df$; $sd1 = db$; $sd2 = d$; $sd3 = da$ 点击【确定】，生成图 2。

3.3. 渐开线的生成

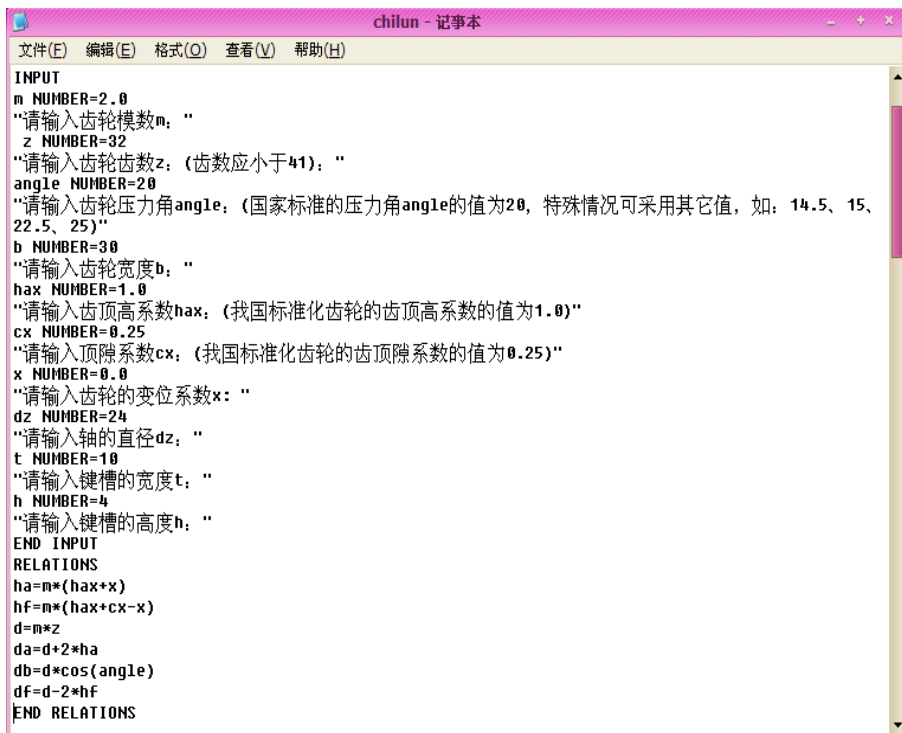
选择绘制【基准曲线】命令，打开“菜单管理器”的“曲线选项”菜单条，选择“从方程”，以原始坐标系为基准坐标系，并设置为“笛卡尔”坐标系，在弹出的记事本中输入渐开线方程，保存并确定得到渐开线曲线，如图 3。

3.4. 绘制齿轮轮廓和倒角

选择实体【拉伸】命令，再底部系统打开拉伸操控板，单击“放置”中的“定义”，以 TOP 为基准平面进入草绘区域，以齿顶圆为草绘轨迹，进行拉伸操作，拉伸长度为 b ，创建成齿轮的毛坯。在“关系”中，记录：“ $d5 = da$, $d4 = b$ ”，再按【再生】按钮，并对圆柱体两边倒角，倒角参数为： $45^\circ \times 1$ ，最终效果如图 4。

3.5. 镜像渐开线

在镜像渐开线之前首先建立镜像平面。先创建以渐开线曲线和直径为“64”的分度圆的交点为基准的基准点特征：PNT0。再创建穿过基准点 PNT0 和圆柱的外表面基准平面特征：DTM1。最后建立镜像



```

chilun - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
INPUT
m NUMBER=2.0
"请输入齿轮模数m: "
z NUMBER=32
"请输入齿轮齿数z: (齿数应小于41): "
angle NUMBER=20
"请输入齿轮压力角angle: (国家标准的压力角angle的值为20, 特殊情况可采用其它值, 如: 14.5、15、22.5、25)"
b NUMBER=30
"请输入齿轮宽度b: "
hax NUMBER=1.0
"请输入齿顶高系数hax: (我国标准化齿轮的齿顶高系数的值为1.0)"
cx NUMBER=0.25
"请输入顶隙系数cx: (我国标准化齿轮的齿顶隙系数的值为0.25)"
x NUMBER=0.0
"请输入齿轮的变位系数x: "
dz NUMBER=24
"请输入轴的直径dz: "
t NUMBER=10
"请输入键槽的宽度t: "
h NUMBER=4
"请输入键槽的高度h: "
END INPUT
RELATIONS
ha=m*(hax+x)
hf=m*(hax+cx-x)
d=m*z
da=d+2*ha
db=d*cos(angle)
df=d-2*hf
END RELATIONS

```

Figure 1. Initialization of parameter of spur gears

图 1. 齿轮参数初始化

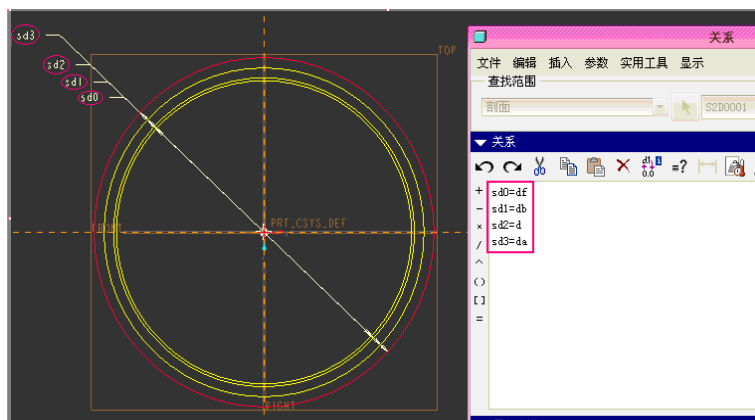


Figure 2. Fundamental circle
图 2. 基本圆的确定

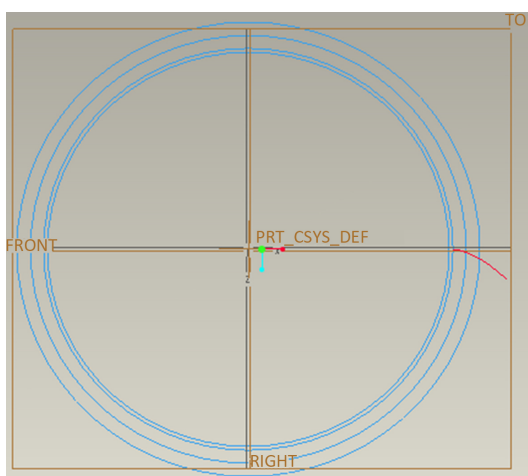


Figure 3. Generating involute
图 3. 渐开线的生成

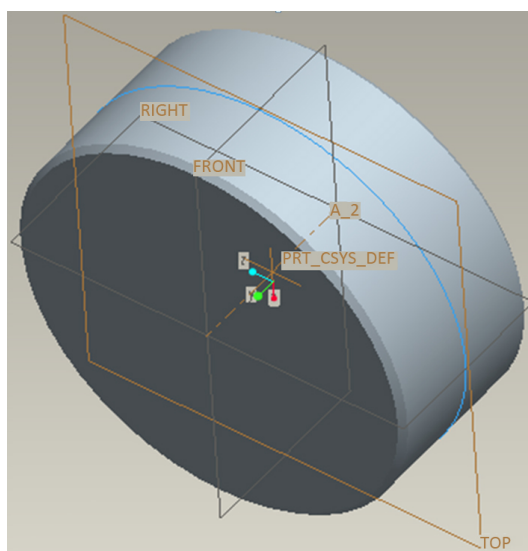


Figure 4. Stretch effect of gear
图 4. 齿廓拉伸效果

平面，设置参照如下：选择上一步创建的基准面 DTM1，按住【Ctrl】键，选择圆柱的轴线 A-2，单击【确定】按钮，最后通过“关系式”把偏移角度改 $360/(z \times 4)$ ，完成创建基准平面 DTM2。再以平面 DTM2 为对称面，做出渐开线的镜像，效果如图 5。

3.6. 切制齿槽

单击绘图工具栏中的【拉伸】按钮，系统打开“拉伸”操控板，单击【去除材料】按钮，打开“选项”上滑板面，在“第 1 侧”和“第二侧”下拉列表框中选择“穿透”选项。

设置完成后，单击绘图区右侧图形工具栏中的【草绘】按钮，系统打开“草绘”对话框，以 TOP 为基准平面，点击【确定】，开始草绘截面图。并对齿根圆角进行关系式约束，单击工具栏中的按钮结束草绘，再单击鼠标中键创建第一个齿廓特征，完成效果如图 6。

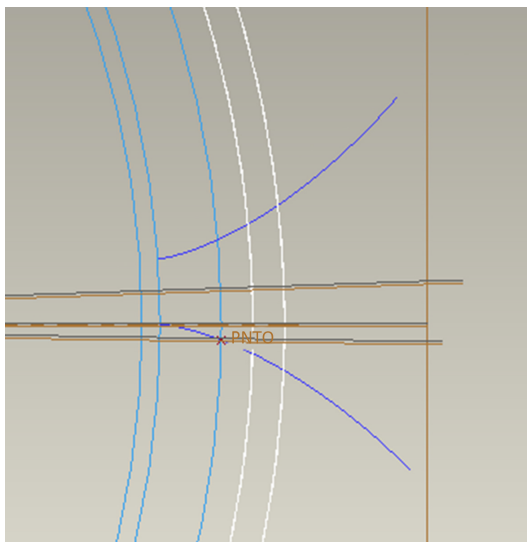


Figure 5. Creating image of involute

图 5. 渐开线的镜像

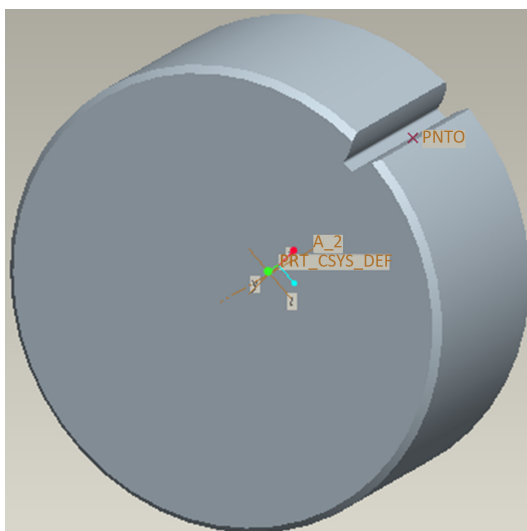


Figure 6. Effect of gear groove

图 6. 齿槽效果

3.7. 创建齿槽复制特征

选择【编辑】【特征操作】命令，系统打开“特征”菜单条，从“特征”菜单条中单击“复制”命令，然后在“复制特征”菜单条中选择“移动”“选取”“从属”命令，单击“完成”命令，系统打开“选取特征”菜单条，单击“选取”命令，按系统提示选择上一步创建的齿廓拉伸特征作为复制的原始特征，完成选取后单击“完成”命令。接下来系统打开“移动特征”菜单条，单击“旋转”命令，以旋转的方式定义复制特征的位置，接下来系统打开“选取方向”的菜单条，单击“曲线/边/轴”命令，择曲线 A-2 作为旋转的参考轴，系统打开“方向”菜单条，单击“正向”命令。绘图区下侧文本框中输入旋转的任意旋转角度“15”，单击确定。在“移动特征”菜单条中单击“完成移动”命令。系统打开“组可变尺寸”菜单条，直接单击“完成”命令，表示复制特征与原始特征的尺寸相同。系统打开“组元素”对话框，单击【确定】，按钮。最后单击“特征”菜单条中的“完成”命令。完成复制特征的创建。为保证复制的角度正确并参数化，在关系式中建立关系式 $d_{13} = 360/z$ 以保证齿形(d_{13} 为复制特征与原始特征夹角的尺寸符号)单击【再生】模型，完成齿槽的复制，如图 7。

3.8. 阵列齿形

再选取复制的齿廓特征，单击右键快捷按钮，选取【阵列】命令，系统打开阵列“操控板”，选取阵列方式为“方向”阵列，并以复制齿廓特征与原始特征之间的夹角尺寸作为阵列方向参照，输入尺寸增量 30，阵列数量 3 来阵列齿廓特征。单击【再生】模型，最后生成的效果如图 8。

3.9. 创建轴孔和键槽

打开【拉伸】特征，系统弹出拉伸“操控板”，单击上面的【去除材料】按钮，打开“选项”上滑面板，设置“第一侧”和“第二侧”为穿透，再单击右上方的【草绘】按钮，选择以 TOP 平面为基准平面进行草绘，由所绘制的图形和对尺寸关系的约束，生成绘图，再单击【确定】按钮，结束草绘，然后按鼠标中键完成轴孔和键槽拉伸特征。效果如图 9。



Figure 7. Copying character of gear groove

图 7. 齿槽特征的复制

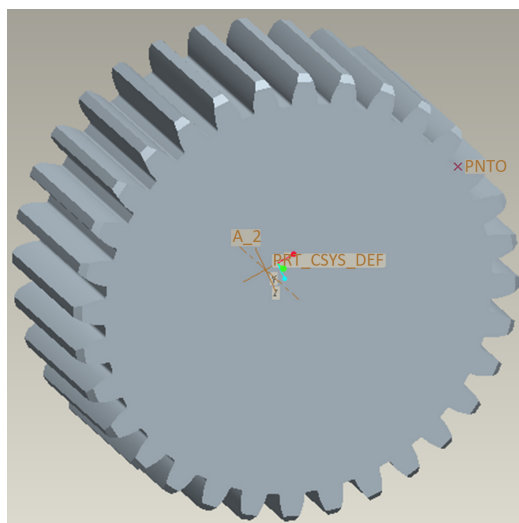


Figure 8. Effect of arraying gear groove

图 8. 齿槽阵列的效果

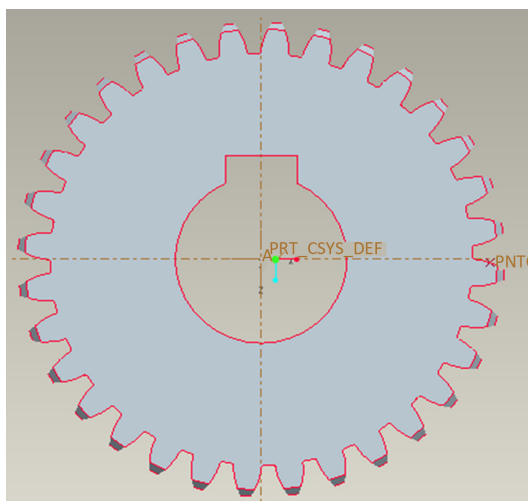


Figure 9. Effect of shaft hole and keyway

图 9. 轴径和键槽的效果

3.10. 参数化驱动测试

此步骤是修改齿轮一些基本参数，利用再生工具，重新生成所需的齿轮，以达到参数化设计的目的，实现齿轮建模和生产的效率。

单击“编辑”中的“再生”选项，系统弹出“菜单管理器”，选择“输入”选项，在“菜单管理器”中选择要输入的参数符号，输入不同的齿轮参数， $m, 2.5; z, 24; \text{angle}, 22.5; b, 55; h_{ax}, 1; c_x, 0.25; x, 0; d_z, 30; h, 7; t, 8$ 得到齿轮(a)；重新输入参数符号及齿轮参数： $m, 3; z, 22; \text{angle}, 20; b, 50; h_{ax}, 1; c_x, 0.25; x, 0.1; d_z, 25; h, 6; t, 14$ 得到齿轮(b)；继续输入齿轮参数，依次得到齿轮(c)和(d)，从而输入不同的齿轮参数得到不同的齿轮模型，对建模进行参数化的验证，结果详见图 10。

4. 结语

通过研究渐开线的生成原理，输入渐开线方程生成精确的渐开线曲线，采用 Pro/E 中的二次开发工

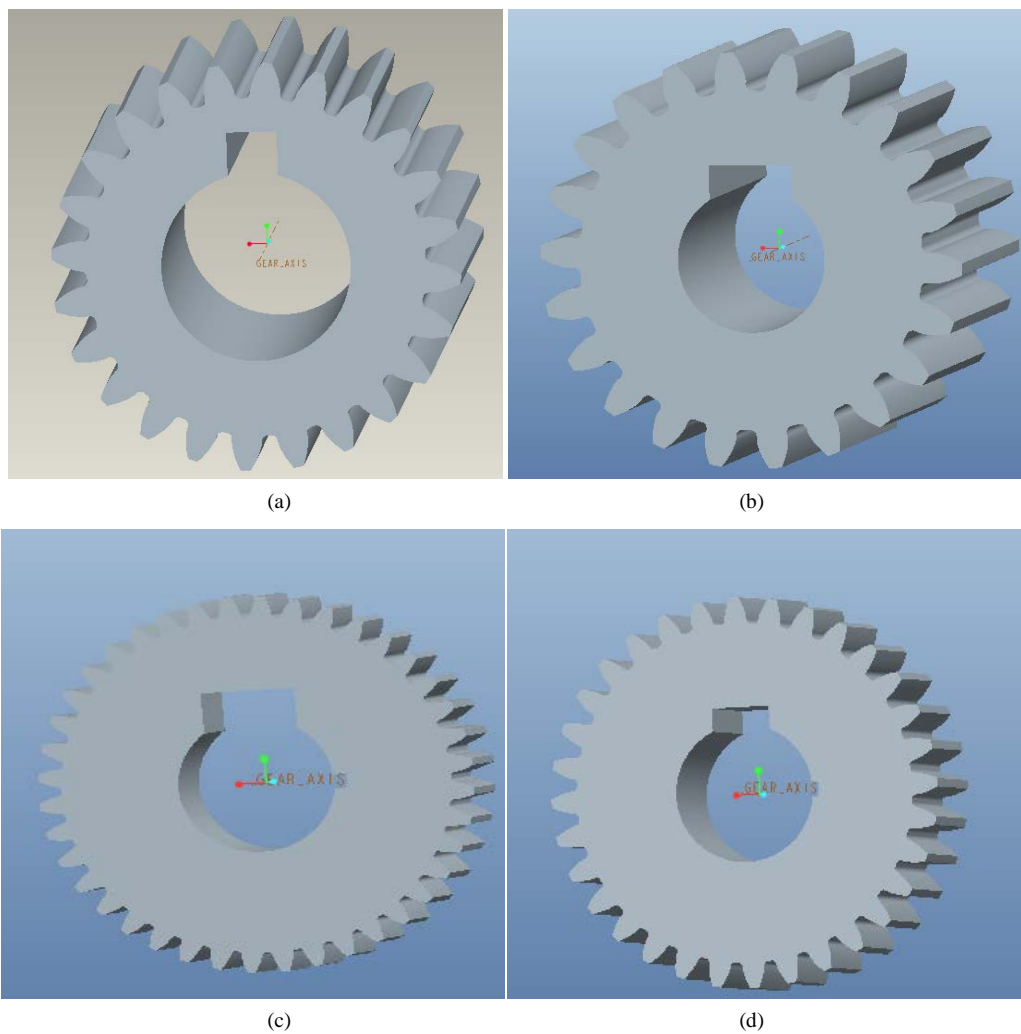


图 10 齿轮参数

名称	(a)	(b)	(c)	(d)
模数 m	2.5	3	4	2
齿数 z /个	24	22	40	32
压力角 $angle^\circ$	22.5	20	20	20
齿轮宽度 b /mm	55	50	30	30
齿顶高系数 h_{ax}	1	1	1	1
齿顶隙系数 c_x	0.25	0.25	0.25	0.25
变位系数 x	0	0.1	0	0
轴孔直径 d_2 /mm	30	25	60	24
键槽高度 h /mm	7	6	18	4
键槽宽度 t /mm	8	14	36	10

Figure 10. Test result of parametric spur gear

图 10. 齿轮参数化测试结果

具——Program 和 Relations 等手段，可是实现齿轮的参数化设计，通过变更齿数、模数，压力角、变位系数、齿宽、轴孔直径等参数可以实现所需齿轮的重生，避免了齿轮的重新设计，节约时间提高效率。尺寸可以驱动，减少齿轮设计周期。对设计进行更改后模型会自动更新；能够轻松捕获设计意图，使用后更容易定义模型在进行某些更改后应有的行为方式，轻松定义和自动创建同一系列的直齿轮；与制造工艺完美结合，缩短了生产时间。

参考文献 (References)

- [1] 谭雪松. Pro/ENGINEER 基础教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [2] 杨建武. 国内外数控技术的发展现状与趋势[J]. 制造技术与机床, 2008(12): 57-62.
- [3] 刘志刚, 曹文成. 基于 Pro/E 的渐开线直齿轮参数化设计[J]. 业装备与车辆工程, 2007(3): 43-45.
- [4] 林清安. 完全精通 Pro/ENGINEER 野火 4.0 中文版综合教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [5] 庞爱民, 生鸿飞, 王震国. 基于参数化建模的 Pro/E 齿轮设计[J]. 湖北民族学院学报, 2007, 25(3): 297-300.
- [6] 孙志礼, 冷兴聚, 魏延刚, 等. 机械设计[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2000.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: dsc@hanspub.org