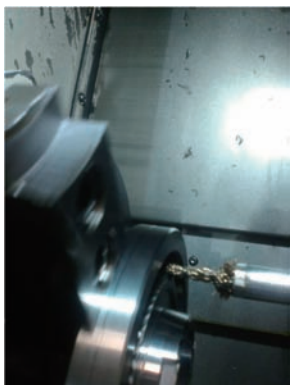


Triz理论在接合齿去毛刺工艺中的应用

■ 江苏太平洋精锻科技股份有限公司（泰州 225500） 徐树存 徐 骥 夏汉春 王耀祖 杨 华

摘要：本文应用Triz理论对凹陷型接合齿去毛刺工艺中存在的问题进行分析和求解，设计出的一套适合于批量凹陷型接合齿断续切削的去毛刺工艺。



变速器是汽车动力总成的主要组成部分，接合齿齿轮属于汽车自动变速器关键零部件，接合齿齿轮的齿部带有防脱挡倒锥角，其作用是通过与接合套的联接来实现汽车在行驶中的平稳换挡，其产品质量直接影响到变速箱整体性能。按照齿部位置分布结构，接合齿齿轮一般分为普通型和凹陷型（见图1），普通型的齿部露在外面；凹陷型的齿部凹陷在环槽内，顺应了汽车轻量化的趋势，这样能使变速箱结构紧凑，节省空间减小箱体质量，进而达到节油的效果。其齿部通常采用温锻（热锻）+冷锻成形（精整、挤倒锥）复合精密锻造成形工艺生产。而在研制生产阶段，为满足各种改型设计，齿尖

处需设计成齿台阶（见图2），由于齿部台阶处尺寸精度要求高，且面积小，考虑到模具寿命和齿尖充填等综合因素，齿台阶需要用传统的机械切削加工工艺，即在精加工中车削而成。由于齿数很多，齿部材料较软（热处理前），又属于断续切削，因而齿部台阶处产生“毛刺”的现象不可避免。普通型的齿部毛刺露在外面，尚有些办法去除；凹陷型的齿部凹陷在狭小的环槽内，毛刺极难去除，需手工逐个齿去毛刺，效率极低，且工人眼睛极易疲劳。毛刺问题成了我公司此类产品的生产瓶颈，从而影响了产品的交付。

为解决接合齿去毛刺的生产效率、成本等问题，本文首先介

绍了接合齿热处理前常用的加工工艺和通常的机械去毛刺方法；接着简要介绍了Triz理论，通过分析去毛刺成本和齿面外观的影响因素，结合Triz理论解决问题的流程，建立接合齿去毛刺工艺的技术冲突表达，并结合实际生产，总结出一套适合于批量生产接合齿的毛刺去除方法。

1. 通常的机械去毛刺方法

（1）接合齿的热处理前制造工艺。在接合齿的研制中，接合齿常用的制造流程主要包括：锻造模具的设计制造、下料、制坯、温（热）锻、正火、表面清理、精整、挤倒锥、精加工及去毛刺，共10道工序。

（2）通常的接合齿机械去毛刺方案。具体工艺步骤如下：

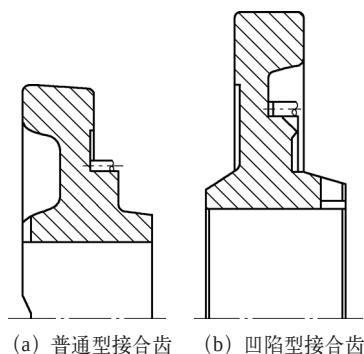


图1 接合齿齿轮分类示意

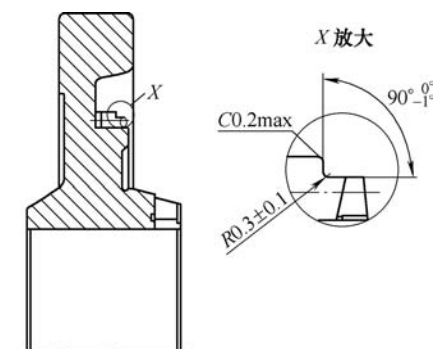


图2 凹陷型接合齿齿台阶局部放大示意

①根据接合齿齿环槽的大小,选取圆柱形刷子。②选取一台式钻床或专用设备,用钻夹头装夹圆柱形刷子。③在台钻的工作台上,制造一简易装置以定位工件。④刷子机械旋转,工件人工手动旋转,开始去毛刺。

(3) 此机械去毛刺方案存在的问题。从实践验证看,此机械去毛刺效果达100%,生产效率比手工去毛刺高了许多。但此方法也存在着一些问题,主要有:首先需要增加一台专用设备和一名操作工人,无疑增加了企业的设备成本和用工成本;其次多了一次装夹、拆卸工件的辅助时间,降低了生产效率,也加大了零件磕碰伤的风险;同时,零件中有的齿面或齿尖也有轻微划伤的现象,影响零件的美观度。

2. Triz理论的实际应用

(1) Triz理论简述。Triz的含义是“发明问题解决理论”,是由前苏联科学家里奇·阿奇舒勒通过分析研究250万件专利所创立的高效解决复杂技术问题的创新方法和解决方案技术。在Triz创新理论体系中,提出用于描述冲突的39个通用工程参数和用于解决冲突的40个发明原理,从而建立冲突解决矩阵。应用冲突矩阵解决问题的一般过程:具体问题通过抽象化→标准问题→标准解→具体解。

(2) 接合齿去毛刺工艺的技术冲突表达。在应用Triz理论解决通常机械去毛刺的问题中,将实际复杂的技术问题抽象为系统的问题,通过因果分析和资源分析,将其转化为Triz理论中的标准问题,并找出问题的技术矛盾

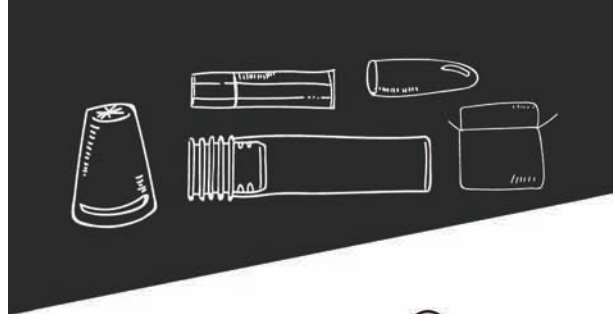
冲突,建立冲突解决矩阵,在冲突矩阵中找到发明原理解,通过将标准解后处理从而转化为具体解。具体应用Triz理论的过程如下。

通常机械去毛刺的方法是在专用机器上安装刷子和工件,旋转刷子和工件,使两者之间产生相对运动,从而去除毛刺,但同时刷丝也会不可避免地对齿面和齿尖产生轻微划伤。这就产生了主要技术矛盾冲突1:如果提升改善齿面美观度,使齿面和齿尖无划伤,则需减小刷丝对齿面的冲击力;可以抽象转化为Triz理论中冲突的标准工程参数:对物体产生的有害因素(齿面的划伤)和力(刷丝对齿面的冲击力)。

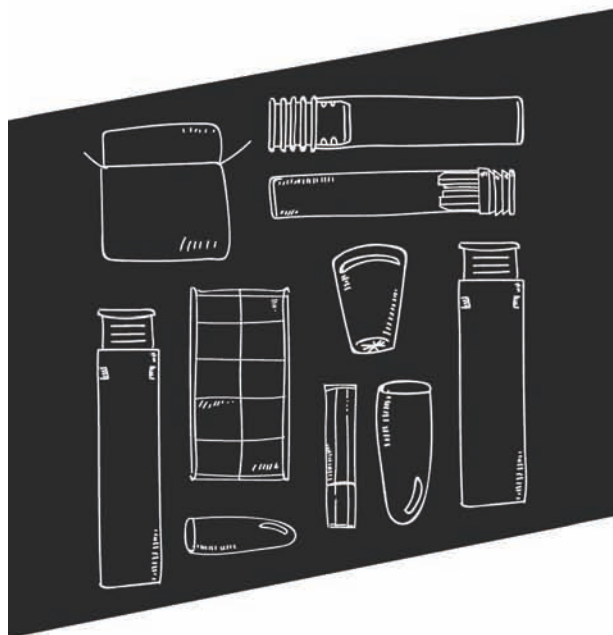
在企业成本、效率上也产生了主要技术矛盾冲突2:如果要降低接合齿去毛刺的生产成本,即提高刷毛刺方式的适应性和通用性,则需恶化接合齿的生产效率;可以抽象转化为Triz理论中冲突的标准工程参数:适应性、通用性和生产效率。

将上述涉及参数按标准工程参数进行描述,即可建立改善和恶化的标准工程参数,并将其代入Triz理论的矛盾矩阵中,从而得到表1所示的标准原理解(表1中的标准工程参数、发明原理标准解均来源于Triz理论的矛盾矩阵)。

通过分析凹陷型接合齿的形状结构,结合表1给出的标准解,可得出可能改进方案如表2所示。从表2可知,提高齿面外表美观度、降低生产成本和提高生产效率主要可从更改去毛刺的方式、刷丝材料优化、切削用量和一机



兆华塑品 刀具包装



常州市兆华塑料制品厂
CHANGZHOU ZHAOHUA PLASTICS FACTORY

地址/Add:

江苏省常州市新北区西夏墅工业园区岳山路三号
No.3 Yueshan Road, Xixiashu Industrial Zone,
Xinbei, Changzhou, Jiangsu Province, China

电话/Tel : 0519 83431121

传真/Fax : 0519 83441509

邮件/Email : czzhsl@126.com

邮编/Zip : 213135

网址/Website : www.zhaohua.cc



扫一扫了解产品

◆广告 查询编号: 3091

表1 矛盾冲突及标准原理解

主要技术矛盾冲突1	齿面、齿尖无划伤（齿面美观度）	刷子对齿面冲击力
冲突的标准工程参数	31 物体产生的有害因素	10 力
发明原理标准解	35 物理或化学参数改变原理 28 机械系统替代原理 1 分割原理 40 复合材料原理	
主要技术矛盾冲突2	生产成本	生产效率
冲突的标准工程参数	35 适应性 通用性	39 生产率
发明原理标准解	35 物理或化学参数改变原理 28 机械系统替代原理 6 多用性原理 37 热膨胀原理	

表2 标准解的可能改进方案

标准解		具体解（可能的改进方案）
序号	名称	
35	物理或化学参数改变原理	更改机加工的切削用量参数（比如工件转速、进给量等）
28	机械系统替代原理	更改去毛刺的方式（工件和刷子同时旋转可改为刷子固定、只是工件旋转）
1	分割原理	选用刷丝分布密度较散的刷子（目的是减小刷丝对齿面的冲击力，减轻齿面、齿尖划伤）
40	复合材料原理	更换刷丝的材料，选择既有刚性又有弹性的刷丝（比如碳纤维材料，既能去毛刺又能减小刷丝对齿面的冲击力）
6	多用性原理	车床不只是车削端面、外圆和内孔等，也可以去毛刺（车床刀架上不只是装车刀，也可装刷子去毛刺，节省装卸时间，提高效率）

多用等方面进行改进。

（3）基于Triz理论的接合齿去毛刺工艺设计。结合表2中可能改进方案，根据公司的现有设备，设计出一套适合凹陷型接合齿去毛刺的方案。

具体工艺步骤如下：①根据接合齿齿环槽的大小，选取圆柱形刷子，改制成专用刷子。②选取一刀杆装夹刷子，然后安装在数控车床刀架上。③在数控车床上，接合齿精加工完成后，启用刀杆上的刷子，对刀在工件毛刺处。④刷子固定不动，工件机械旋转，开始去毛刺。

通过实践验证该方案：去毛刺效果达90%以上；去毛刺工步包含在精加工工序中，在一次装夹中完成，节省了原来常规的专用设备，无需再装、卸工件，去毛刺时间大大缩短；同时减少了

装卸工件时磕碰伤的几率。另外可根据去毛刺效果，很方便地利用刀具补偿在机床数控程序中进退刷子和调节工件转速。

自从在数控车床刀架上安装了专用丝刷后，经过一个月的验证，接合齿中54个齿部去毛刺的时间只需6s，而手工去毛刺时间在1min以上，工效提高10倍以上，也比通常的机械去毛刺方法提高3倍以上；精加工和去毛刺合并成一道工序，整体精加工的生产效率提高80%左右，工人的用眼劳动强度大大减轻，恢复到正常的生产状态，能满足产品的交付要求。另外，一把专用刷子能刷1 500件左右，摊薄到每件成本只有几分钱，近似于零。

3. 结语

（1）本文应用Triz理论对

批量凹陷型接合齿去毛刺工艺中存在的问题进行分析和求解，设计出了一套适合于批量凹陷型接合齿断续切削的去毛刺工艺。与常规的机械去毛刺方法相对比，无论在成本上、生产效率上；还是在防止磕碰上都有着明显的优势，同时在其他类似产品上也有推广应用价值。

（2）本文仅对凹陷型接合齿提出了解决问题的方法，经实践验证也是切实可行的。但在推广到类似产品的具体过程中，刷子形状、大小和刷丝材料的选择以及机床切削用量的取值，还需由工艺人员根据原材料的硬度、毛刺大小等因素和实践验证效果进一步确定。

（3）实践证明，运用Triz理论可大大加快人们创造发明的进程，而且能得到高质量的创新产品。它能帮助我们系统地分析问题，快速发现问题本质或矛盾；它能够准确确定问题探索方向，不会错过各种可能；它能帮助我们突破思维障碍，打破思维定势，以新的视角分析问题，进行逻辑性和非逻辑性的系统思维；它能根据技术进化规律预测未来发展趋势，帮助我们开发富有竞争力的产品。

参考文献：

- [1] 赵萍萍. 发明问题解决理论（Triz）培训教材[M]. 北京：江苏省生产力促进中心，2009.
- [2] 王环，朱国栋. 基于Triz理论的航空用圆形垫圈成形工艺创新设计[J]. 金属加工（冷加工），2014（17）：61-63.

MW（收稿日期：20170426）