

因为我从事的行业不是机械行业，而Inventor一直被定位为一款专业的“机械设计”软件，在刚接触Inventor的阶段，心里一直有个疑惑，就是关于Inventor在非机械设计领域之外的表现。只是因为Inventor跟ACAD是哥俩好的关系，只是因为Inventor易学，只是因为适合的时候、适当的位置看到了适合我的属于陈伯雄老师的R11的视频教程，凭着对前辈的尊敬而追随，选择了Inventor，经过大量的设计练习和实践，逐渐掌握熟悉。

— 毕梦飞

研发部主管

嘉兴小虎子车业有限公司

Inventor在童车产品全过程中设计中的研究

嘉兴小虎子车业有限公司 毕梦飞

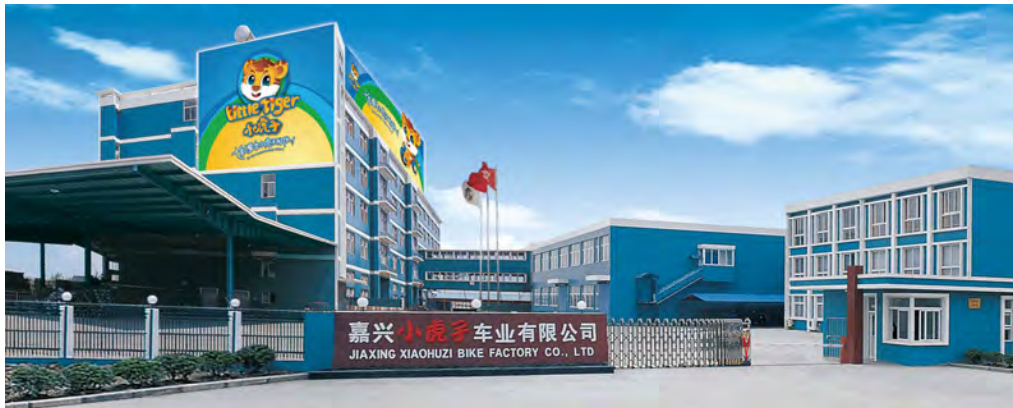


图 企业外景

嘉兴小虎子（华天翔）车业有限公司成立于2000年10月，是一家原与台商合资，专门从事儿童三轮车生产的中小型企业。先后分二期共建有厂房35000平方米，现有职工400多人，拥有多名专业技术人员及资深技术人员。新生产基地位于余新镇，占地100亩，总投资1500万美金，两年内竣工完成，年生产能力300万台，将成为华东地区最大的童车生产基地。自成立以来，公司发展势头良好，2007年产值首次突破1亿。为寻求多元化市场，小虎子于2010年正式进军国内童车市场。小虎子童车产品打破了沉闷的传统设计理念，将各种时尚元素巧妙的融入其中，大胆采用时下最为流行的卡通形象，让原来风格单调的用品变得别具风采。在迎合现代人对时尚追求的同时，小虎子童车在制作上还极为注重材质的环保、工艺的精良、细节的完美和整体的舒适性。从家喻户晓广泛流行的经典103，到在童车市场引起色彩革命的108DF双座，再到与时俱进开拓创新的卡通PORORO款，小虎子车业让我们不断收获惊喜，也让我们看到了它的不断成长。今后，公司还将借功夫熊猫等卡通形象代言，进一步研发新产品、开拓新市场。相信，小虎子定将会为更多的儿童带去一个关于色彩，关于梦想的欢乐童年。

设计背景

在现如今竞争越来越激烈的市场化需求下，伴随当代制造工艺日趋成熟稳定和产品的升级，消费类产品的造型、设计、低成本的制造变得相当重要。对于儿童三轮车类的产品设计自然而然地会有了这些要求：设计周期尽量得短、造型独特的同时要兼顾结构的正确性和制造的经济性、还必须保证设计的可重用性和易更改性。在计算机技术飞速发展的今天，计算机辅助设计软件也越来越普及，合理的选择和运用这些软件不仅可以解决以上问题，同时还可以将设计师从繁重的“被设计”的制图（Computer Aided Drawing）工作中解放出来，而享受到一种真正操控软件、属于“设计”（Computer Aided Design）的快乐。

在早些阶段，三轮车架叉类的产品图纸，采用的都是二维设计工具。随着现如今产品线的扩展，在一些新产品的开发上，二维设计表现得越来越吃力，仅能担当一个完完全全的执行者。事实上在这个儿童三轮车（ICAR）上根本没有“二维”零件，就算是那些经常被称为“平面设计”的贴花，最后的结果大部分时候也还是被装配（贴）在一个不“平”的面上。而较为复杂的外观设计、基于装配的设计、分层级的全程关联的参数化驱动设计、零件或装配体的分析和检查、机构运动的正确性的验证、专业的可继承的跟制造加工的相关设计是二维设计较难甚至无法解决的问题。下面以一款新款儿童三轮车（ICAR）为例，介绍如何使用Inventor来完成三轮车产品和制造的全过程设计。

设计思路及实现过程

一个完整的产品设计需要从产品前期规划开始，再到概念开发、细节设计、测试与改进等，直到模型制作完成包含多个环节，本文仅从狭义的产品设计来对部分流程进行描述。具体的流程如图。

其中产品CAD阶段具体运用及实现过程如下。

1.绘制草图

使用AutoCAD勾画出草图，利用CDR上色，图样修改确认。

借助AutoCAD无与伦比的可操控性完成产品草图，同时可以比较容易控制尺寸和比例，使得最初的产品二维概念草图不至于与后面Inventor的概念草图走样太多。需要特别说明的是虽然透视图在产品效果的表现上，会更直观、更具有说服力；但是在产品设计的概略草图阶段，平行投影视图更能够简单准确清晰的表达产品的外观和结构，在绘制的难易程度上也更好掌握。

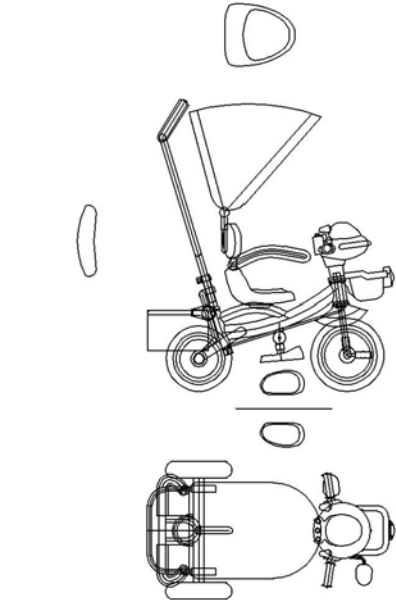


图 草图



图 二维效果图

2.转入Inventor中利用多层次的概念草图分流绘制下游模型草图

Inventor是一款参数化驱动软件，在草图的绘制更改上十分方便。需要注意的是：为了更好地查找、修改和管理设计，应该在设计数据表达完整的情况下，尽量避免在一个草图中完成多个零部件的草图绘制，同时给草图命名以方便查找。

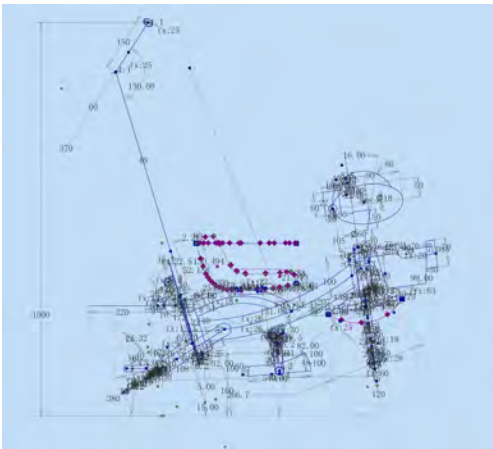


图 概念草图

3.创建模型

利用草图和模型的衍生配合多实体功能完成下游结构模型的创建，同时兼顾其间突发奇想式的设计增减。（事实证明：这确实是一个关联修改的可靠的方法之一）

对于复杂模型的创建，经常会有人抱怨Inventor的“曲面功能”太差，因为Inventor的相关帮助内容中并没有很明确说明某类造型如何实现（实际上这个也很难归总），所以我们只好自己想办法。在这套模型当中，有几套模型我分别使用了放样构建的曲面（脚踏）、交叉的布尔运算（前车篮）和扫描构建的曲面（坐垫）。虽然模型还是有一些粗糙，从中也可以发现Inventor的一些不足，但是从结果上看，Inventor是能够实现这类形状较为复杂的零件设计。



图 工程结构设计

4.分析检查

创建模型时，在Inventor中利用“干涉检查”、“斑马纹分析”、“拔模分析”等一系列分析功能对模型进行检验，以确认结构的正确性、观赏性和（经济的）可制造性；完成模型的创建后，利用约束驱动配合干涉检查验证结构的正确性；利用Inventor方便的测量功能对与标准相关的技术尺寸进行检查验证（比如挤夹点的检查、腿部伸距的测量、脚踏鞍座高度的测量及前后稳定性的验证等）。力求在设计的最初阶段就能予以避免和解决这些错误。

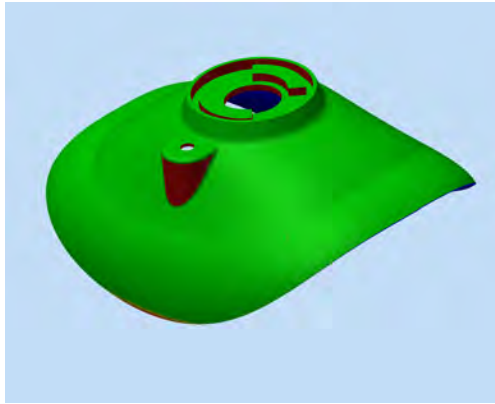


图 分析验证

5.工艺设计

利用Inventor的衍生功能和专业模块完成与零件制造相关的刀具、金属模具、工装夹具、检具及塑胶模具的设计过程。

整套设计中刀具具有：用于车架头管内孔镗孔和内外倒角的倒角刀杆、用于车把立管安全线的滚花刀、用于前叉竖管及推杆固定管内孔的螺旋铰刀以及用于各弧口成型处的拉R切R刀。本文附件绘制的是下管接U型管的扁圆切刀。模型创建的关键点在于切刀截面的选择。需要注意的是：U型管与下管的配合，由于下管是弯管成型，无论如何做都做不到等同于Inventor中完成扫描的差运算的结果，也就是说无论如何U型管与下管之间都会存在不是等同大小的焊缝，而附件的结果会是一个比较优化的选择，使得U型管上下左右的焊缝大小更趋于平均，完成这个结果得益于Inventor良好的“CAGD”功能。

金属模具具有用于鞍座底板的落料模、成型模，用于油漆前车架磷化的工艺消水孔或装配孔的冲孔模，用于各管材相接处R位成型加工的夹模，弯管成型的冲压模弯管模等。本文附件绘制的是头管消水孔的冲孔模。虽然Inventor没有直接支持金属模具设计的专业模块，但是好在这类模具的模型构建还不算太复杂，利用好Inventor的衍生功能最起码还是能够比较顺畅地完成在此模型上的关联设计。至于其中的结构设计、间隙配合、极限尺寸和设计校核计算，更多的还是需要我们自行把握。

夹具主要用于车把、前叉、车架、脚踏、推把的各处焊接夹具工装。本文引用绘制的是车架组立的焊接工装，用来完成车架各小件的最后组合焊接。从总体设计布局，到模型构建，经验仍然能起到作用，而且能够通过更直观的结果让我们把心思花在设计的优化上。

检具有各种冲压件、焊接件的检具工装。本文附件绘制的是车架后轴管的检具工装，用来检验头管、下管与后轴管中心面的一致性，同样利用良好的衍生功能，Inventor能够很轻松准确地完成任务。

注塑模具这个产品涵盖大量的注塑件，如警灯、前后车蓝、鞍座、脚踏、车轮、篷布附件等。本文中我尝试了其中两个零件的注塑模具设计，警灯的上盖（分模面比较复杂但在同一平面）和鞍座（分型面较简单但不在同一平面），根据设计结果，结论是：Inventor 2011注塑模具模块能够完成一般消费品产品注塑模设计的要求，需要注意的是Inventor注塑模设计中分型面的创建中会有一些规则存在，需要我们多多摸索，可能它会要求模型必须做的很精准；且对于分型面的创建方法必须要求我们时刻保持清醒的头脑，Inventor最顺畅最直接的模型创建结果不一定是经济、最合适的选择。

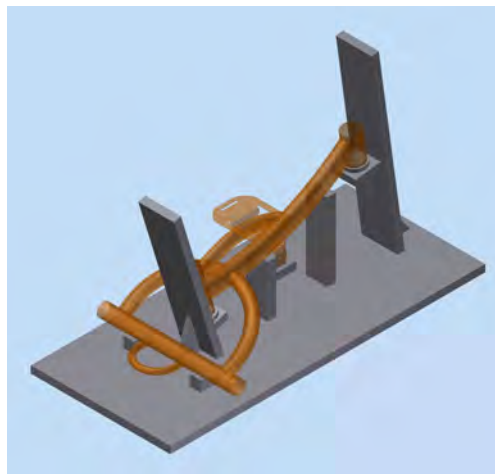


图 制造相关

6.工程文件及成果展示

利用Inventor的相关功能完成BOM表、SPEC表和费用预算相关的工程文件，使用Inventor的表达视图完成产品说明书，使用Inventor的studio工具完成产品的动画效果图。

而对于工程文件的建立，在数据的关联处理上Inventor大多数情况下能够胜任，不过对于各行业各企业产品设计中大同小异的细微差别，可能需要我们自己多操点心，去做一些关于工程文件的定制。

需要说明一下的是，产品价格可能不存在于狭义的设计范畴中，但是对于消费品行业来说，产品的初步估价对于整个设计项目会存在一票否决的权利。我个人习惯把价格的预算当做是产品设计的一部分。

效果图和动画表达相比较其他CAD软件，可以说是Inventor的长项，在初学阶段，相信有不少人是跟我一样被Inventor的studio所吸引来。而Inventor的studio确实可以独挡一面。

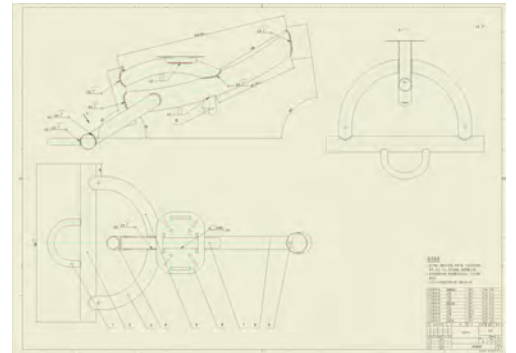


图 设计表达



图 成果展示

7. 文件归档

使用Inventor的“打包”功能对设计项目进行整理存储。

设计结束，为保证文件归档后的正确性和有效链接，必须使用Inventor的“打包”机制对设计成果进行打包管理，以方便文件的保管和再利用。需要注意的是该项目中采用其他软件绘制的诸如二维效果图之类的文件不会被打包，同时需要检查依附于该套模型的所有工程文件是否都被打包。

设计难点

所有设计（包括对于专业的后续制造加工设计）最重要的全程关联，尤其是如何分层级地处理关联要素，Inventor本身提供相当多的功能供我们使用，比如自适应、跨零件投影、多实体及衍生等，而如何选择适合的、可靠的一个套路，需要我们自己有非常清醒的头脑，必须具备相当的设计和软件使用经验。

如何使用Inventor创建一个完全符合GB标准的工程图向来是我们头痛的事情之一。无论是尺寸标注、文字样式、公差标注、焊接符号，还是标题栏和明细栏等，始终都有一些无法让人百分百

满意的问题所在，所以有时候我不得不求助于AutoCAD工具。

对于三轮车类的产品来说，外观的可观赏性、造型的流线型要素，大部分时候是必须的。对于这类产品设计的基本观念是“Form Follows Function——造形即机能”。而在Inventor的现有模块中，建模能力不足一直为人诟病，在各大论坛上，对于如何使用Inventor的“曲面”功能创建复杂模型一直是讨论的焦点，大部分人保持的观点是Inventor的“曲面”功能很差，甚至是“很烂”。确实，从Inventor界面显示出来的寥寥无几的“曲面”功能来看，甚至可以称得上“寒碜”，然而，Inventor的建模能力真的是像看起来一样“寒碜”吗？我的答案是否。在这款ICAR中，包含大量的可以称得上为“复杂”模型的零件，如鞍座、脚踏板、警灯、前泥板等。同时在本公司其他产品设计中也包含许多外形或者结构都较为复杂的零件。

通过这款儿童单轮车 (ICAR) 的全过程的设计我们可以发现：Inventor不仅是一款称职的机械设计软件，在儿童三轮车的塑件设计流程中，不仅能够在产品建模中尽量保持原始二维概念效果图的外形，还可以去做一些突破狭义的CAD概念设计，去做一些“越俎代庖”的事情（如完成可关联的产品初步估价），Inventor完全可以实现“牵一发而动全身”的全程分层级的可关联驱动的产品设计。

一毕梦飞

研发部主管

嘉兴小虎子车业有限公司

欧特克软件(中国)有限公司
100004
北京市建国门外大街1号
国贸大厦2座2911-2918室
Tel: 86-10-6505 6848
Fax: 86-10-6505 6865

欧特克软件(中国)有限公司
上海分公司
200122
上海市浦东新区浦电路399号
Tel: 86-21-3865 3333
Fax: 86-21-6876 7363

欧特克软件(中国)有限公司
广州分公司
510613
广州市天河区天河北路233号
中信广场办公楼7403室
Tel: 86-20-8393 6609
Fax: 86-20-3877 3200

欧特克软件(中国)有限公司
成都分公司
610021
成都市滨江东路9号
香格里拉中心办公楼1507-1508室
Tel: 86-28-8445 9800
Fax: 86-28-8620 3370

欧特克软件(中国)有限公司
武汉分公司
430015
武汉市汉口建设大道700号
武汉香格里拉大酒店439室
电话: 86-27-8732 2577
传真: 86-27-8732 2891

☎ 购买咨询: 400-080-9010

图片由嘉兴小虎子车业有限公司提供。

Autodesk 和 Inventor 是 Autodesk, Inc. 在美国和其他国家的注册商标。所有其他品牌名称、产品名称或商标分别属于各自所有者。Autodesk 保留在不事先通知的情况下随时变更产品和服务内容、说明和价格的权利，同时对文档中出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。

© 2012 Autodesk, Inc.。保留所有权利。

Autodesk®