

# The Design of the Second-Generation Hanging Components for Fire Helmets

Genbao Wen<sup>1</sup>, Li Wen<sup>1</sup>, Wen Shi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Route Company of Aviation Industry Corporation of China, Xiangfan

<sup>2</sup>University of Sydney, Sydney

Email: 1024647478@qq.com

Received: Jul. 5<sup>th</sup>, 2013; revised: Jul. 18<sup>th</sup>, 2013; accepted: Jul. 26<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Li Wen et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** The structure of the second-generation hanging components in fire helmet is improved greatly based on the first-generation fire helmet. Thus, the performance can be improved, since the actions are reduced in order to free up a hand for other things. It also operates conveniently with the structure simplified and no longer folds face. It can be said that the hanging component of the fire helmet becomes a completely new product. This is the example of case introduction, assimilation, absorption and transformation. The so-called improvements and innovations are technological innovations and technological improvements, which mainly mean to search for the defects and inconveniences in the products, and then to find the solution to solve the problem. The specific method is to identify the problems in practice.

**Keywords:** Hanging Component; Self-Locking and Adjusting Mechanism; Adjustment of the Buffering-Bearing Zone and Locking-Support Component; Head Fastening Component

## 第二代消防盔悬挂组件的设计

文根保<sup>1</sup>, 文莉<sup>1</sup>, 史文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中国航空工业集团公司航宇公司, 襄阳

<sup>2</sup>悉尼大学, 悉尼

Email: 1024647478@qq.com

收稿日期: 2013年7月5日; 修回日期: 2013年7月18日; 录用日期: 2013年7月26日

**摘要:** 第二代消防盔悬挂组件的结构, 是在第一代的基础上进行了重大的改进而实现的。这样便提高了它的性能: 减化了动作, 还可腾出一只手作其它的事; 方便了操作; 减化了结构; 也不再夹脸。可以说消防盔悬挂组件由此就完全变成了另一种全新的产品。这就是引进、消化、吸收和改造成果的事例。所谓改进创新, 就是技术革新和技术改进, 主要就是去寻找产品的缺陷、不足和使用不便。然后, 再去找解决问题的办法, 具体方法就是在使用中去发现问题。

**关键词:** 悬挂组件; 帽箍自锁调节机构; 缓冲支承带调整和锁紧机构; 面额扣紧机构

### 1. 引言

初始的消防盔功能极差, 仅能够简单地预防坠物的撞击和遮阳挡雨而已。其结构简单, 只有一个外壳和一条系带。外壳是由钢板或铝板制成。第一代消防

盔基本上是仿制美、英、德、法、日和韩国的产品。其功能是多些, 结构也是复杂些, 用材也多样化。而第二代消防盔无论是功能, 还是结构和用材都较之第一代消防盔更为完善和复杂。

## 2. 第二代消防盔的结构和功能性简介

第二代消防盔由头盔和信息两部分组成，头盔部分是对头颅起到保护作用，信息部分起到通讯和传递影像的作用。

### 2.1. 消防盔的结构

第二代消防盔，如图 1 所示。第二代消防盔由头盔和信息两部分组成。头盔部分由外壳组件 1、防护镜组件 2、硬衬垫组件 3、其它（联接件及照明）4、护帘组件 5、悬挂组件 6 和后悬挂固定片 10 组成。信息部分则由摄像头 7、音频与视频系统 8 以及耳机 9 组成。

### 2.2. 二代消防盔的功能

1) 头盔部分的功能: 除了能遮阳挡雨及防止坠物的刚性直接撞击外。悬挂组件还能将刚性的直接撞击转换成弹性的间接撞击，保护大脑免受伤害。外壳和硬衬垫组件还能防穿刺，防护镜组件可保护面部。护帘组件、防护镜组件和外壳组件均具有阻燃性质，可以防止火焰烧伤头部，照明系统可以照亮现场的景

象。

2) 信息部分的功能: 可以通讯，可将摄像头所拍摄的现场传回指挥部，而指挥部又可将其它处场景发回给受体。

## 3. 二代消防盔悬挂组件的结构和功能性

### 3.1. 悬挂组件的结构

第二代消防盔悬挂组件的结构，如图 2 所示。由帽箍组件 1、缓冲支承带(网)组件 2 和面额扣紧组件 3 所组成。

### 3.2. 悬挂组件的功能

1) 帽箍组件的功能: 如图 1 所示，能将悬挂组件 6 与外壳组件 1 及硬衬垫组件 3 连接成整体，也是使头盔与消防员的头颅进行连接的装置，并可使帽箍组件对消防员头颅的松紧度进行调节和锁紧的装置。如图 2 所示，前帽箍 5 上的软垫 6 和裹皮 4 是垫在头颅与前帽箍 5 之间，可起到减轻头颅的压痛感的作用。

2) 缓冲支承带(网)组件的功能: 能将坠物的刚性直接的撞击转换成弹性间接的撞击，从而极大地吸收

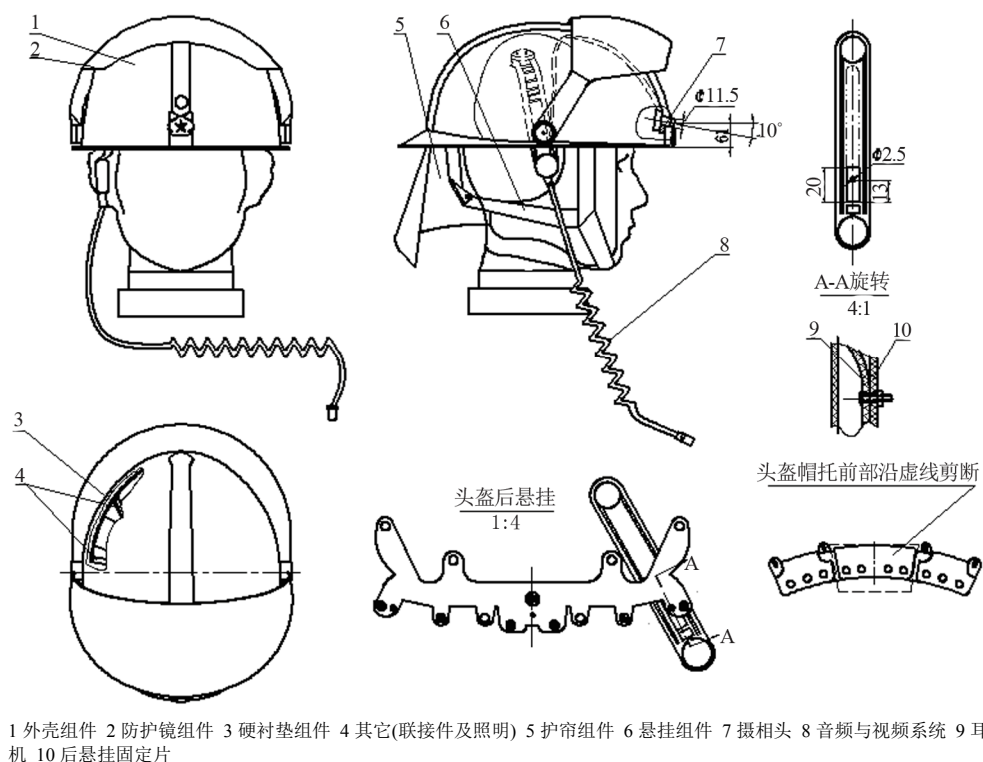
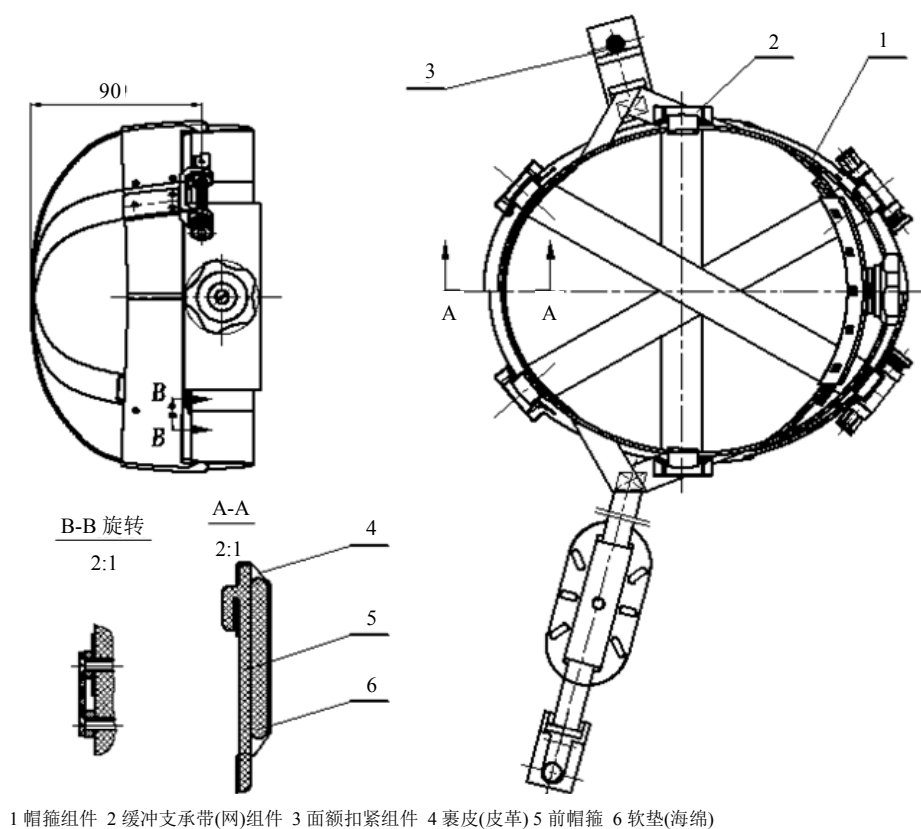


Figure 1. The structure diagram of the second-generation fire helmet  
图 1. 第二代消防盔的结构示意图



1 帽箍组件 2 缓冲支撑带(网)组件 3 面额扣紧组件 4 裹皮(皮革) 5 前帽箍 6 软垫(海绵)

Figure 2. Suspension components of the second-generation fire helmet  
图 2. 第二代消防盔的悬挂组件

撞击的能量，可极大地减轻坠物对头颅撞击的强度而保护大脑。

3) 面额扣紧组件的功能：是在头盔与消防员的头颅之间起主导连接作用的装置。并可使面额扣紧组件对消防员面额的松紧度进行调节和锁紧的装置。

#### 4. 悬挂组件的三大机构和一个部件的改进设计

第一代消防盔是引进的仿制产品，它们都存在着许多不足之处，需要进行改进以提高它们的性能。若还停留在仿制的水平上，将会产生两个问题。一是侵犯他人知识产权；二是重复低级技术产品。故我们都需要在引进消化的基础上进行改进和提高。

##### 4.1. 头盔帽箍可自锁调节机构

该机构是能将帽箍组件 1 的左、右帽箍进行调节和锁紧的机构。因为配带头盔人的头颅径围大小是不同的，因此，左、右帽箍的松紧度是需要进行调节的，调节到位后除了要锁紧外，还要自锁。否则，在张力

作用下左、右帽箍会自行松开。

1) 头盔帽箍调节锁紧机构的结构：仿制产品的头盔帽箍调节锁紧机构都是由圆柱直齿轮和左、右帽箍的上、下的直齿条所组成的调节机构及棘轮、棘爪锁紧机构组成。当转动圆柱直齿轮时会使左、右帽箍的上、下直齿条产生相对的移动，从而实现帽箍张开和收缩的调节运动。而锁紧机构则是由棘轮、棘爪机构完成锁紧功能。棘轮、棘爪锁紧机构是可逆的，即圆柱直齿轮的转动可以带动两直齿条的移动，反过来直齿条的移动也可以带动圆柱直齿轮的转动。这样，该机构锁紧作用是不可靠的，会造成帽箍不能牢固地固定在佩戴者的头上。

2) 原理：如图 3 所示，是在头盔的左、右两帽箍 7、8 上制作成具有变位螺旋齿的圆弧形齿条，与变位螺旋圆柱齿轮 4 相啮合。在变位螺旋齿轮 4 轴上又装有与 3° 锥孔相配合的锥体 3。转动星形手柄 1 时会带动锥体 3 和变位螺旋齿轮 4 转动，而变位螺旋齿轮 4 的转动则带动两左、右帽箍 7、8 的变位螺旋齿的圆弧形齿条进行自由、轻松地张开和收缩的调节运动，

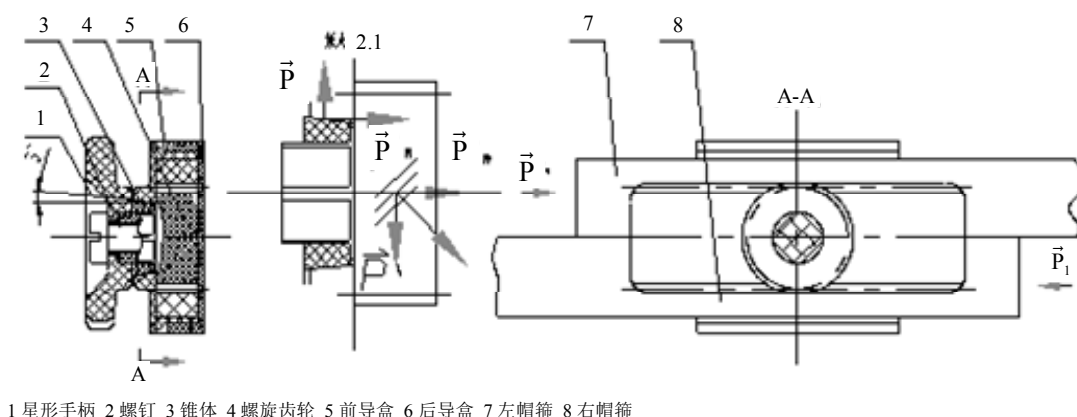


Figure 3. Self-locking and adjusting mechanism on helmet hat band  
图 3. 头盔帽箍可自锁调节机构

从而可调整帽箍对佩戴者头部松紧度的大小。两帽箍对佩戴者头部的锁紧力，反过来又可能有使两帽箍产生松开的倾向。此时，两螺旋齿的圆弧形齿条对螺旋齿轮的齿会产生的一个力偶，该力偶可使螺旋齿轮的齿又会产生一个轴向力。这个轴向力便使具有的 $3^\circ$ 锥体与锥孔的配合产生自锁。两螺旋齿的圆弧形齿条对螺旋齿轮的齿作用力越大，所产生的锁紧力也就越大。

#### 4.2. 头盔前帽箍钩齿的改进

采用改进后的直倒齿结构，如图 4 改进后的 B-B 剖面图所示<sup>[1]</sup>。为了使前帽箍在左、右帽箍扣紧头颅时不至于挤压前额，需要在前帽箍上垫以软垫后再包上裹皮。改进前的斜倒钩外露齿短，如图四的 B-B 改进前所示，很难挂装裹皮。有的头盔将裹皮的两端缝成套，装卸困难，使用时会使软垫转到背面。有的头盔采用尼龙搭扣，工艺加工复杂。改进后为直倒钩，钩齿外露钩齿长，装插裹皮变得更为容易了。

头盔前帽箍材料的选择：考虑到改进后的前帽箍有四个直倒钩齿，若按弧形注射成形就需要抽芯，为了减化模具的结构可展开注射成形。这样前帽箍的材料需要具有韧性，材料选择超韧性尼龙(ZYTEL ST 811 HS)。

#### 4.3. 缓冲支承带(网)调整和锁紧机构

目前，国内、外头盔的缓冲支承带(网)调节锁紧机构，如图 5 所示。多采用皮筋的结构、搭扣调节锁紧机构或固定不可调的结构。皮筋结构的调整范围极有限；多孔与搭扣调节锁紧机构的可靠性差；固定不

可调的结构无调整功能，通用性差。由于缓冲支承带对消防员头部的保护是通过吸收大量的撞击能量，将刚性的撞击转换成弹性的撞击来实现的。因此，在一种头盔要适用于大小不同头型的消防员配戴的情况下，缓冲支承带(网)调节锁紧的功能就是必须要具备的。

为了克服上述头盔缓冲支承带(网)调整范围小的缺陷，采用了一种能使头盔缓冲支承带(网)调整范围极大，且锁紧可靠的自锁机构。具体是采用一端为固定的形式，另一端为具有 $3^\circ$ 自锁角锥圆与锥孔的可调节锁紧的机构。缓冲支承带串插在可调锁紧机构的圆柱中心槽中，可实现调整范围为：0~292 mm。

在图 5(b)中，缓冲支承带 9 的一端以环形圈套在固定支座 1 的轴上，而另一端则是串插在调节支座 3 中调节锁紧销 4 的腰字槽中。在图 4(a)中，需要调节缓冲支承带 9 的松紧时，放下手柄 2，手柄 2 距调节支座 3 的端面为 5 mm。调节锁紧销 4 在弹簧 5 的弹力作用下松开锁紧状态，旋转调节手柄 7 可使缓冲支承带 9 缠绕在调节锁紧销 4 上，从而实现缓冲支承带 9 松紧的调节。手柄 2、调节手柄 7 和调节锁紧销 4 的联接是靠两个圆柱销 5 而实现的。

当合上手柄 2，手柄 2 距调节支座 3 的端面为 6 mm，便可压缩弹簧 5 使调节锁紧销 4 与调节支座 3 的锥孔产生轴向移动 1 mm，从而迫使调节锁紧销 4 上具有的 $3^\circ$ 锥圆与锥孔产生自锁。调节锁紧销 4 上的方孔为浮动联接。

#### 4.4. 消防头盔面额扣紧机构

该机构与帽箍锁紧机构为头盔双重的锁紧机构，

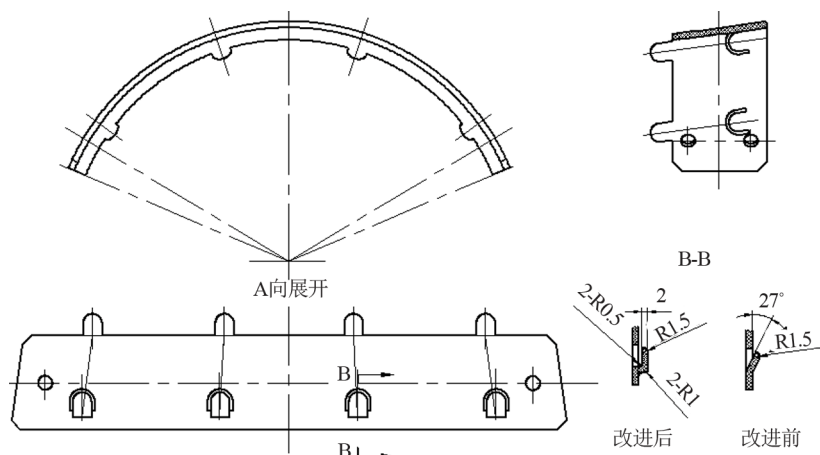
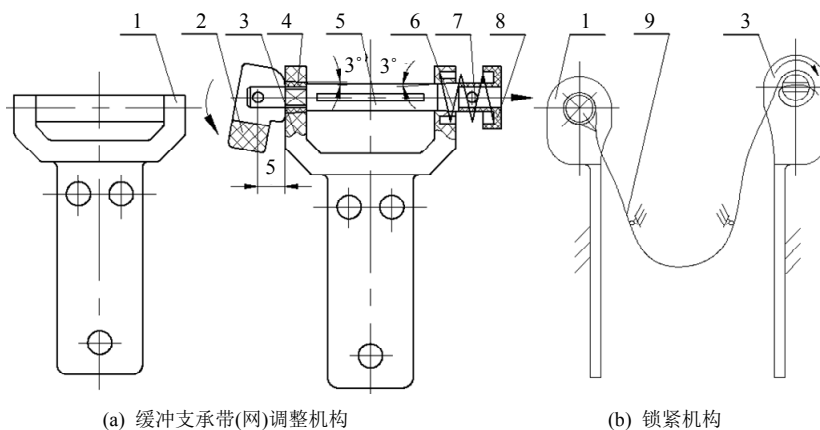


Figure 4. Shape of hook tooth on top hat band before and after improvement  
图 4. 前帽箍钩齿的改进前后的形状



1 固定支座 2 手柄 3 调节支座 4 调节锁紧销 5 弹簧 6 圆柱销 7 调节手柄 8 限位手柄 9 缓冲支承带

Figure 5. Adjusting and locking mechanism on buffering-supporting belt (net)  
图 5. 缓冲支承带(网)调整和锁紧机构

如图 6 所示。目前，国内、外头盔的面额扣紧机构都是采用弹性插扣或挂钩机构的形式，其操作时均需要双手。弹性插扣机构在背包和行李箱上的使用都已很成功，也十分普遍。但运用在头盔上，扣紧时常会发生夹面额肌肉的现象。挂钩又不太可靠，易产生脱钩的现象。头盔的面额扣紧机构是头盔主要的扣紧机构，而帽箍锁紧机构只是起到一种保险装置。在帽箍锁紧机构未锁紧的状态下，头盔的面额扣紧机构就是确保处在危险环境中工作的消防员安全的主要环节。消防员在执行任务时，要求配带头盔的时间是极短的。故要求配带头盔的动作要越少越好，且能用一只手操作更好。

为了克服上述头盔弹性插扣机构在扣紧时，常发生夹面额肌肉的现象。而挂钩又不太可靠，易产生脱

钩的现象。现采用的扣公是带有圆弧形凸台的弹性头，与能产生弹性变形又可作为连接按钮和滑柱扣母的面额扣紧机构，如图 6 所示。采用了这种头盔的面额扣紧机构，扣紧动作简单，仅用一只手就能操作，且扣紧十分可靠，结构也简单。

开始锁紧状态，如图 6(a)所示，当扣母 1 在  $\vec{P}$  力的作用下，扣母 1 向扣公 2 的 S 方向移动。由于扣母 1 左边的锥孔作用，迫使扣公 2 的弹性头受  $\vec{P}_1$  的作用产生扩张后，扣母 1 进入扣公 2。锁紧状态，如图 6(b)所示。扣母 1 完全进入扣公 2 后，弹性头收缩复位，扣母 1 在圆弧形凸台的阻挡下，扣母 1 和扣公 2 始终是处于扣紧的状态。退出锁紧状态，如图 6(c)所示。当按动扣母 1 的按钮时，按钮的作用力 P 使扣母 1 的产生 S 方向移动。扣母 1 右边的锥孔作用，迫使扣公

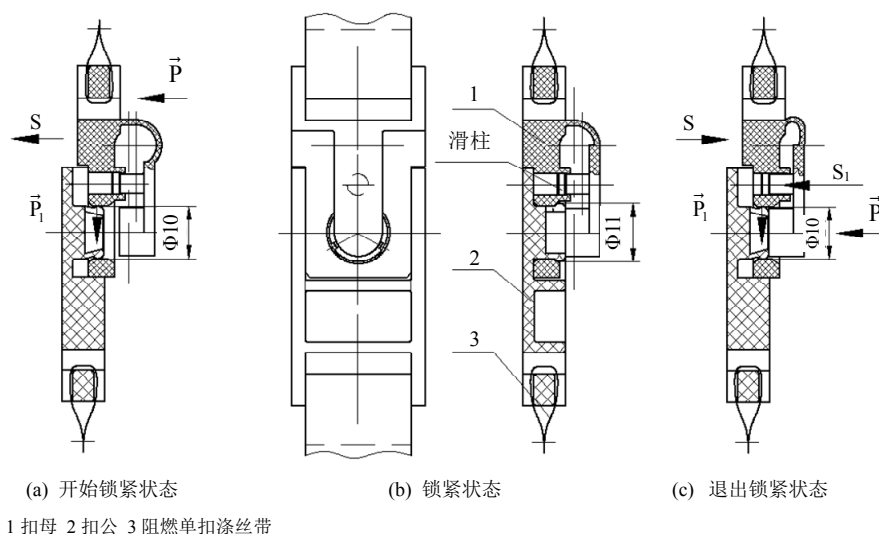


Figure 6. Head fastening mechanism on Helmets  
图 6. 头盔的面额扣紧机构

2 的弹性头受  $\vec{P}_1$  的作用再次产生扩张后，直止扣母 1 完全脱离扣公 2 而呈退出锁紧状态。安钮的变形是依靠联接纽带根部的薄壁所产生的，联接纽带同时是将安钮、滑柱和扣母 1 联成整体。安钮上的滑柱可在扣母 1 上相对应的孔中滑动，该孔右端的台阶孔卡在滑柱的细颈处，其作用即是限制安钮的外翘而又不能影响安钮的移动。

## 5. 结语

技术革新和技术发明看起来是很难，其实是即难也不难。难的是在对现有的产品不能发现其问题。若能寻找到产品的缺陷、不足和使用不便，再去找解决问题的办法就不难了，其方法是在使用中去发现问题。如帽箍调节锁紧机构是在发现其不能自锁后而进行改进的。又如面额扣紧机构开始想对弹性插扣进行改进，谁知其已经过千锤百炼后是很难进行改进的。在发现其夹面额肌肉后才进行改进的，顺便又解决了

弹性插扣需要两只手操作的问题。原始创新主要是要有丰富的想象力，甚至是幻想。改进创新主要是技术革新和技术改进。在对消防盔悬挂组件的改进创新的过程中，由于对消防盔悬挂组件的三大机构和一大部件均进行了改进。只剩下缓冲支承带、下巴垫、软垫和裹皮没进行改进外，可以说几乎全部进行了改进。这样提高了消防盔的性能；减化了扣紧的动作并可腾出一只手作其它的事；方便了操作；减化了结构；不再夹脸。这样一来，可以说消防盔悬挂组件就是一种全新的产品。这就是引进、消化、吸收和改造创新的成果。这种设计方案，还可以应用于其他的头盔上，改进后头盔其性能和安全性都优于欧美的头盔。

## 参考文献 (References)

- [1] 文根保, 文莉, 史文. 注塑件成型加工时的“运动干涉”与注射模结构分析[J]. 模具制造, 2010, (4): 23-28.