



很多时候我们会把眼前的产品视为理所当然。我们都知道某种样式的扣件应该有多大强度，但是工程师又是如何得知哪些特质可以为所需要的特定应用提供适当的性能？本文将提供相关指引协助使用者辨别钢铁化学编码的意涵。

碳钢之所以被称作碳钢乃因为本身具有特定的碳含量。碳含量决定了钢本身的可热处理性。特定合金的添加提供成品所欲达到的性能特性。

基底的钢料或合金组成的样貌是由美国钢铁学会 (AISI) 和汽车工程师学会 (SAE) 共同制定的一系列钢料编码所组成。举例来说，以四码或五码钢料编码组成的第一码用以标示钢料种类，像是①碳钢、②镍钢、③镍—铬钢…等。第二码指的是合金成分的大略比例，最后两码或三码指的是0.0几的碳含量。

典型的AISI/SAE钢铁 (不限使用于扣件产品) 如下：

- 10xx—一般碳钢
- 15xx—锰钢
- 40xx—钼钢 (0.25%)
- 41xx—铬-钼钢 (1.0%铬,0.20%钼)
- 43xx—铬-锰-钼钢
- 50xx—镍钢 (50B46)
- 51xx—铬钢 (51B60) (0.80%铬)
- 86xx—铬-镍-钼钢
- 87xx—铬-镍-钼钢 (0.55%镍,0.50%铬,0.25%钼)
- 94xx—镍-铬-钼钢 (94B40)

若考量的是合金钢，钢料就必须被加入一种以上的合金。美国钢铁学会 (AISI) 将本身合金成分含量最大范围超过以下限制一种以上的钢铁称作合金，这些限制包括，锰 (1.65%)；矽 (0.60%)；铜 (0.60%)；或是下列任一必备元素的最小量介于建构合金钢范围限制内：铝、铬含量达3.99%，钴、钶、钼0.30%，镍0.30%，钛、钨、钒0.10%，锆或其他添入为取得所欲合金效果的合金元素。当材料是由两至三种元素所组成且其合金含量低于上述，施加于钢铁分类判定的限制值为相关元素个别值总量的70%。



# 解构扣件的材质

文 / Guy Avellon

**SAE等级8.2：**典型法兰头帽螺丝，使用于特定汽车和货卡应用，因为法兰头较易成型，通常使用低碳硼钢制成。

## 内六角头帽螺丝：

公制内六角头产品有很多不同等级或称性能分类，从8.8、10.9至12.9都有，因此这些产品将根据其机械性能使用上述不同性能分类的钢料。

英吋标准内六角头产品根据线径大小有相同的强度等级；尺寸1/2"以下 (含) 为180ksi，尺寸1/2"以上为170ksi。典型上，六角头帽螺丝使用4140-4145合金钢。高拉力强度的例外为钮扣头和扁平头产品，这类产品产生的拉力强度介于145至135ksi。ASTM的产品标准为A574和A574M。

## 钢铁的化学特性：

所以，这些化学和金属元素在钢铁扣件的开发中扮演甚么部分？最常见的合金元素根据其能达到的效果罗列如下。要注意的是当有些元素被混合使用，可能会产生能进一步强化钢铁品质和性能的协同效应。

**铝：**并非总是被有意添加，但它通常存在于钢铁中。它的作用像是还原剂，或是用以产出细致的晶粒尺寸、增加中碳钢的沟槽韧性，但可能也会降低潜变强度。

**硼钢：**某些钢铁的强度可以透过添加少量硼元素 (0.0005 to 0.003%) 进行强化。正常来说会与拥有复杂平面几何的低碳钢 (10B20) 一起使用以延长模具寿命；像是法兰头帽螺丝和钻头螺丝。不过，一些具有较大截面、较大线径或复杂头部几何的合金钢也会因为添加了硼 (像是41B37或51B60) 而受益。

当与低碳钢 (像是1030或是更低) 一起使用时，新的硼合金钢现在可以被热处理来产生等同8级螺栓的硬度和拉力强度。若是在剪力或固定负载下使用且被买家适当地使用是被允许的。不过，此合金组合在1980年代中期曾出现严重问题，当时低碳硼钢被使用在标记着SAE8级的六角头帽螺丝上。

## 扣件等级：

不论是标准品或是特定规格，所有扣件头部除制造商的特有注册商标外都有独特的标记。下表是常用英制和公制扣件的基本清单。观察SAEJ429和SAEJ1199。

**SAE等级2 (公制性能等级5.8)：**六角头帽螺丝以低碳钢生产，样式从AISI/SAE1010至1022都有，且未经过热处理。

**SAE等级5 (公制性能等级8.8)：**六角头帽螺丝由不同钢料生产，范围不限于1032至1038，且被分类于中碳钢或高锰钢 (像是1541或1335)。ASTM中同等级的的是A449。

**SAE等级5.2：**组合螺栓、法兰头帽螺丝和螺柱，应用于特定汽车领域，由低碳硼钢制成。

**SAE等级8 (公制性能等级10.9)：**六角头帽螺丝根据其最终使用目的使用许多不同钢料制成。SAEJ429允许一些制造商使用非合金钢料在特定应用中。类似的ASTM产品要求所有A354等级BD的帽螺丝以合金钢生产并且拥有在产品进行验证荷载测试的文件证明。所有等级8和A354帽螺丝经过热处理和油淬火和回火。



很明显地，这个以8级名义贩售的产品十分节省成本也创造庞大获利。这引发了仿冒扣件失效的问题，因为硼钢的存在实际上无法用标准测试法来侦测出来。因此，1990年代初期，扣件产业和美国政府制定了扣件品质法案。

除了无法抵抗动态或循环负荷外，低碳硼钢有最大运作温度限制。相较于回火温度为800°F (425°C) 的8级产品，低碳硼钢被淬火和回火至650°F (340°C)。若使用者不知道硼钢的较低运作温度并把扣件置于全合金8级产品可以抵抗的条件下，那么将会存在非常危险的情况。这些钢铁非常容易发生应力腐蚀破裂。

**碳含量：**在扣件部分，钢料编码最后两码指的是碳含量以小数点后两码标示的比例。举例来说，一单位的1541钢料分析出来有0.41%的碳含量。钢料中的碳含量和微量元素将决定其可硬化性和回热处理的能力；若太硬，钢料会变得易脆，太软则会强度不足。合金元素被添入钢料以强化其透实硬化，而碳含量则决定了钢料可达到的最大硬度。

**渗碳：**机械螺丝和板金螺丝典型上是由低碳钢（像是1010或1022）制成。不过其本身并没有足够碳含量来让钢料透过热处理变得更硬。因此，这些产品虽然没有很高的强度，但却具备相对高的延展性。它们被视为2级扣件。也是由低碳钢制成的螺纹切削或自钻螺丝经过渗碳过程进行表面硬化，也就是在部件表面将碳渗入。碳经由炉内充满碳的混和气体被人工添加入表面以产生更硬的表面。硬化深度又称表面硬化深度或表面硬度，典型上深度是1吋的千分之一，但核心部位仍维持相对软质。

**铬：**铬基本上是种硬化媒介。它会增加腐蚀和氧化的抵抗能力。当与镍进行合金，组合成的产物可产生优异的机械韧性和硬度。它也用于形成奥斯田铁不锈钢。

**锰：**其也可在淬火过程中协助产生强度和增强硬度。这些特性会随着碳中锰含量的增加成比例增加。表面品质也能透过锰钢进行改善。

**钼：**另一种提升可硬化程度，但对冷成型特色影响达到最小和提供更好可硬化度控制的元素。回火温度较高以获得延展性，但具备0.15至0.30%钼含量的合金钢呈现出最不易发生回火脆裂的特性。

**镍：**一种肥粒铁强化剂，镍不会在钢铁形成任何碳化物，因此会在肥粒铁的金相中创造出韧性。镍降低了关键的冷却率，因此非常易于热处理。若与铬进行合金作用，产生的合金会有更大的疲乏抵抗力，较高的冲击强度，以及与搭配一般碳钢更高的可硬化性。

**磷：**高磷含量对改善低碳钢的可加工性是有帮助的，但对经济火和回火过的钢料是有害的，因为它会降低其抵抗疲乏的能力和延展性。因此，在这些钢铁中磷的最大含量被控制在0.025%。

**矽：**含量高达0.30%时是炼钢中主要的还原剂之一。矽帮助提升沟槽韧性并提供更一致的肥粒铁晶粒。

**硫：**可改善某些钢料的可加工性，与锰钢一起使用的话，硫也会对表面品质产生有害影响。其含量增加也会降低其横向韧性和延展性。基于这些理由，在多数钢料中，硫有最大含量限制。

**钒：**用于抑制奥斯田铁晶粒的形成以促进更细致的晶粒结构。细致的晶粒结构可以强化钢料的拉力强度和韧性。钒也会与硼一起被使用于钢料中，像是41BV37等。

许多钢料的规格会明确地载明没有刻意添加铋、硒、碲或铅。所有这些元素被使用来强化可加工性，而这个特性在经济火和回火的合金钢扣件中是不需要的。事实上，硒可以与锰一起成型来使其含有硒化锰。

# 征稿!



「螺丝世界中国国际版」为惠达杂志旗下四本杂志之一，主要发行对象为螺丝扣件相关业者，目前采「季刊」方式发行于中、港、台及全球市场。惠达杂志专栏的最高宗旨就是希望藉由深入的报导解说，提供业界优质专业的第一手研究及市场资讯，惠达在此竭诚欢迎业界先进踊跃发表研究心得与成果，将您新颖、精辟的见解投稿至惠达杂志社。

## 征稿范围：

举凡与紧固相关的技术(制程、检测、品管、研发、专利)、企业管理、市场趋势分析、统计图表、法令规章、海内外经济局势、台商资讯、海内外厂商最新动态等，均欢迎投稿，中英文不拘。

## 注意事项：

1. 本社在不违反文章原意下，对稿件内容保有录用修改权，文章一经刊登，将依本社稿酬办法核定。惠达不负责审查文章有无侵害他人著作权之责任，投稿者请勿违反著作规定，若有违反，法律责任将由投稿者自负。
2. 投稿请注明作者姓名、通讯地址、联络电话、E-mail信箱。若不方便以真名方式刊登文章，亦可使用笔名或由本刊代名刊出。



## 投稿方式：(请注明编辑部收)

e-mail: design@fastener-world.com.tw

传真: 886-6-295 3939 电话: 886-6-295 4000(代表号)

70843 台湾地区台南市育平路469号

竭诚欢迎 业界、学术界人士踊跃投稿，稿费从优!