

大多数的人从未对于生活中大量使用、把许多现代化器械固定在一起的扣件有什么想法。大家都把这些零件设计提供的功能视为理所当然。事实上,我相信很少有人会重视这个在他们使用的产品中成本可能是最低但却经过最精心设计的零部件。在许多时候它们都是真正的关键,我们的生活有赖它们完美发挥功能。

虽然这个概念可以应用在任何用途中,但在栓接技术上更是如此。这些装置就是扣件,我们每天依赖它们稳固我们的桥梁、建筑物还有其他重要结构。关于这些扣件组件的生产、安装以及正确使用的一致标准上有大量资讯可以参考。本文试图探究这个相当重要的扣件分类相关的基础原理。

结构用螺栓有何不同?

从历史角度来看,结构用螺栓主要根据ASTM A325与ASTM A490标准或是替代的螺栓设计ASTM F1852或ASTM F2280的规格制造。然而,拿这些产品跟等级5或等级8的六角螺栓比较时,有人可能会问,有何不同?在外行人眼里,它们似乎相当类似。然而,它们并不相同,并有两个显著差异:

1. 结构用螺栓是以重型六角头结构制造。这被拿去跟标准六角或是六角帽螺丝结构比较,重型六角可提供更广泛的承载面,这是在较大面积上分散夹紧压力的关键。在重要接头处尤其重要,因为希望在接头处有最大的扣件预紧力。为了相同的理由,螺栓的头较大,结构螺栓设计要与符合ASTM A563或是ASTM A194规格的重型六角螺帽一同使用。
2. 结构用螺栓有较长、没有螺纹的螺栓杆长度,并因此,与相等长度的传统螺栓相比,螺纹长度较短。这很重要,因为这会增加拉伸强度上提供了有利的增加,但更重要的是提供了较大

文/ Laurence Claus

结构栓接基础知识



的剪切强度。因为仅有一个较大、没有螺纹的螺栓杆可跨越所有结合零件的总计厚度可以完成此项工作。透过将有螺纹区维持在此面积以外,扣件就能提供更大的剪切强度。

两种接头类型

基本上有两种结构性接头,承压型与摩擦型接头。在承压型接头中,负荷透过螺栓上的承载而于零部件之间转移。在摩擦型接头中,透过栓接零件之间产生的摩擦力转移负荷。

关于ASTM A325与 ASTM A490螺栓

ASTM A325螺栓是美标扣件,范围从直径 $1/2$ "到直径 $1\ 1/2$ "。早期的时候,此标准界定拉伸强度在直径1"时改变,但最近2015年的ASTM结构栓接标准修订中,标准将此改变承所有尺寸范围固定的120,000 psi强度。ASTM A325结构用螺栓可使用中级碳钢制作,又称为1型或是耐候钢中被成为3型的分类。ASTM A325 I型结构用螺栓经许可得以镀锌。ASTM A325螺栓的几何形状由ASME B18.2.6定义。

ASTM A490结构用螺栓也有直径 $1/2$ "到直径 $1\ 1/2$ "的范围分布,但最低拉伸强度为150,000 psi,比ASTM A325螺栓更强坚固。与ASTM A325螺栓类似的是有两种类型,1型使用合金钢制承,而3型使用耐候钢制成。ASTM A490螺栓不可电镀或镀锌。两种程序在清洁程序期间都可能让零件暴露在氢脆的情形中,而热浸镀锌可能让扣件暴露在最低的回火温度以上。这会对零件强度造成不良影响。螺栓的几何形状由ASME B18.2.6定义。

除了ASTM A325与A490定义的美标等级,还有由ASTM A325M与A490M规定的类似公制版本。虽然强度类似,但不应假设强度完全相等,因此,每个等级都是不一样的。

结构连接研究理事会(RCSC) – 接头组件

应用结构用螺栓的指导原则可于RCSC的“使用高强度螺栓的结构性接头规格”中找到。RCSC定义了三种不同的栓接情境, 1. 贴合转紧, 2. 预张紧, 以及 3. 摩擦型。预张紧与摩擦型接头皆为高应力,因为它们都在至少为最低拉伸强度70%的状态下转紧。

RCSC緊認可4種安裝結構用螺栓的方法:

1. 螺帽转角法
2. 替代螺栓设计 (张力控制螺栓)
3. 直接张力指示法
4. 扭矩法

虽然这些安装方法在RCSC标准与其他资源中都有详细的说明,重要的是要记住不是所有方法都受到使用者实际认同与核可。事实上,有些使用者可能只接受这些方法中的1到2种。

螺帽轉角法

事实上,螺帽转紧安装法是粗糙但有效的转矩角转紧策略。在此安装方法中,安装人员将转紧接头以“贴合转紧”,标示螺帽与螺栓的开始位置,然后以一次几分之几转的方式转动螺帽(依RCSC标准定义)。此额外转动等于透过指定的转动角度以及有效的张力转动接头到想要的拉伸水准。

替代螺栓設計

最常见的“替代设计”指的是张力控制螺栓。此说明技术上来说是有点误导,因为这些螺栓采用了当特定安装工具达到预定扭力值时会折断的齿条。因为有人可能会借此推论,多批货甚至是每批货间的一致性是相当重要的。为此,这些零件经指定交货时要预组装好一个符合ASTM F436规定的垫片符合ASTM A563或是A194规定的重型六角螺帽。

ASTM F1852是设计为机械上与ASTM A325结构用螺栓相同的张力控制螺栓。ASTM F2280是设计为机械上与ASTM A325与A490结构用螺栓相同的张力控制螺栓。与ASTM A325及A490结构用螺栓类似,ASTM F1852张力控制螺栓可提供普通或机械镀锌,而较高强度的ASTM F2280可能只提供有普通的表面处理。

直接張力指示法

此法中最常见的是使用直接张力指示(DTI)垫片。这些专用且精心设计的垫片有提高的凸起,此凸起在达到想要的张力时将会“瓦解”。正确安装方法包含使用测隙规(通常由扣件组件或是DTI供应商提供)以确保凸起正确且完整的压扁。在一些情形中,垫片下方的凸起凹陷会使用

矽填满。当凸起瓦解时,此矽料就会以放射状被推出,表示凸起压平。这些被称为“喷射装置”。虽然这个正面指示提升了安装的容易度,但没有解除安装人员使用测隙规的责任。

除了DTI垫片,有许多概念上类似方法执行的螺栓设计。许多人称这些为“智慧螺栓”。它们有某种指示器可以向安装人员显示已经达到想要的张力。

扭矩法

在此法中,一个现场测试仪,像是Skidmore装置,就用于每天测试最少3个样本设定一个安装装置。(事实上,许多其他方法也需要每天使用使用Skidmore测试以监控任何批量中或批量间的改变。)

“贴合转紧”是什么意思?

这些安装方法中较具争议的主题或许就是如何构成“贴合转紧”。RCSC文件定义其为“普通人使用一般管钳尽全力。贴合转紧状态下螺栓将载有不低于其预紧力的10%。贴合转紧状态也可使用套筒扳手敲打数次以达成”。(若对套筒扳手此用与不熟悉,这是一个长柄的扳手,有一个套筒或扳手端。这是钢铁工人转紧螺栓与螺帽时常用的工具)。虽然可能还是有点模糊,明显地是,遵守这些“贴合转紧”方针通常可一致的达成。

储存

效能一致相当重要并且高度依赖润滑与零件表面均匀性。因此,极度重要的是零件必须正确储存,这样零件的表面特性才不会出现不良的变化。为此缘故,扣件应存放于供应链中的所有点中,特别是一抵达现场时,放在密封容器中并在防护掩体下,这样扣件就受保护而不会有灰尘与腐蚀情形。类似情形中,仅从存放处取出足够的必须零件,而任何未使用的零件都应立即且小心地还回受保护的储藏处。

ASTM 标准的结合

2015 ASTM A325、A325M、A490、A490M、F1852以及F2280规定出现之前,有许多分立的标准。在尽全力简化并将所有资讯结合在一起的情况下,美国ASTM紧固件委员会F16的第二小组委员会,一起致力于结合所有6个标准成为一个。2015年时这项工作终于提出了ASTM F3125的出版。此文件代表了大量的辛苦工作以及委员会做出了努力,并且真正达到简化的目的。事实上,除了大幅提高效率,新版本内容大部分没有跟旧版本有太大差异。零件依旧以相同方式识别(例如:A325, A490等..),虽然并不是独立,但它们现在被视为是一个等级编号。(例如,之前称为ASTM F3125级 A325 1型。)

结论

大部分重要的栓连接都属此结构栓接类别。对于仅对扣件设计与技术或是此扣件领域中工作有兴趣的人而言,了解基础知识以及让结构用扣件独特与有所差异的事情相当重要。上述资讯相当基础,但本文中提及的文件是相当好的进阶材料,也是更为详细的指南与知识来源。

参考文献:

- ASME B18.2.6, 2010, “Fasteners for Use in Structural Applications”, ASME, New York, NY, www.asme.org
- ASTM F3125/F3125M-15a, 2015, “Standard Specification for High Strength Structural Bolts, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, 120 ksi [830MPa] and 150 ksi [1040 MPa] Minimum Tensile Strength, Inch and Metric Dimensions”, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- RCSC, August 2014, “Specification for Structural Joints Using High Strength Bolts”, AISC, Chicago, IL, www.bolttcouncil.org