



在容易产生震动的应用领域中,时常发生螺纹扣件松脱的问题。目前有数百种螺栓与螺丝样式(如防松垫片和黏著剂)可以用来解决松脱扣件的问题。多年的工程经验中,我发现有时候为避免震动松脱,唯一需要增加是螺栓或螺丝的长度。

妥善紧固螺栓和螺丝时,它们的长度实际上会稍微延展。螺栓或螺丝伸展的样子像是非常硬的弹簧线圈,持续将耦合的表面往彼此的方向拉。当应用受到震动影响时,若类似弹簧线圈的拉力达到标准,螺栓就不会松脱。

西元1600年科学家虎克为开发出让时钟能更耐久的弹簧,演算出虎克定律。虎克定律指出材料的拉力(拉伸)在超过材料弹性限制之前,会与施加在材料上的应力(施力)成正比。

长螺栓防松效果优于短螺栓

文/Larry Borowski

虎克定律是栓合技术的基础原则。施加扭力时,螺栓应力会增加。螺栓的拉力或拉伸会随应力的增加而成正比增加。螺栓的拉伸发生在螺栓头部下方的承载面、螺帽的承载面或含螺栓专用导孔的组件之间的区域。

对于钢制螺栓与螺丝,其承载面之间的每一英寸长度在每一平方英寸施加30,000磅应力时,约会有.001英寸的拉伸。若承载面之间的距离为1英寸,螺栓上每一平方英寸会被施加30,000磅的力量,拉伸.001英寸。若螺栓在承载面之间有5英寸的距离,部件上若每平方英寸被施加30,000的应力,其会拉伸.005英寸。

若扣件的两边皆可触及,判定最佳的螺栓或螺丝紧度最精确的方式是在安装之前仔细量测长度,并在部件被紧固时再复验一次。若已知承载面之间的距离,以及所需应力,便能计算出欲达到的拉伸量。

案例:

螺栓描述:	12-13 X 5 第五级六角头盖螺丝
承载面之间的距离:	4.000 英吋
每英吋所欲达到应力:	降伏强度75%
第五级降伏强度	92,000 磅/每平方英吋
第五级降伏强度的75%	69,000 磅/每平方英吋
此螺栓的目标拉伸长度:	$(69,000 \text{ 磅/每平方英吋} / 30,000 \text{ 磅/每平方英吋}) * 4.000 \text{ 英吋} = \text{目标}$ $2.3 * 4.000 \text{ 英吋} = \text{目标}$ $.009 \text{ 英吋} = \text{目标}$

不管在给定的长度级数内螺栓的线径是多少,目标的拉伸长度为一致。因为应力率与螺栓级数的每平方英寸长度有关,且与施加在螺栓上的应力磅数绝对值没有关联。需要应用在 $\frac{3}{4}$ -10第五级螺栓上达到目标拉伸长度之力的磅数,比施加在 $\frac{3}{8}$ -16第五级螺栓之力的磅数还要大上许多,但用以达到目标拉伸的螺纹小径中每平方英寸的磅数,跟两个螺栓线径都相同。

当短螺栓或螺丝在易受震动影响的应用领域中用于接合组装零部件时,有时候会很难以遏止松脱问题。频繁加入各种垫片或黏著剂是无法阻止松脱的。较常用以解决类似问题的是在应用中加长螺栓或螺丝长度,因此它可以拉伸更多,保持更大的紧固度。请观察下面显示在螺栓和螺帽承载面之间不同距离的第五级螺栓目标拉伸量:

若第五级螺栓承载面之间的距离只有1.000英寸,在螺栓完全失去拉伸并变松之前,接合处只需紧压或移动.0023英寸。若承载面之间的距离增加至4.000英寸,在螺栓拉伸长度完全丧失并发生松脱之前,接合处将需紧压或移动.0092英寸。

承载面之间距离	目标拉伸长度
1.000 英吋	.0023 英吋
2.000 英吋	.0046 英吋
3.000 英吋	.0069 英吋
4.000 英吋	.0092 英吋

假使针对长度外,其他特性皆完全相同的两支螺栓施加相同扭力,较长的螺栓因为能拉伸得更多会比短螺栓更不易松脱。这即是虎克定律的精随。

当较短螺栓或螺丝持续发生松脱,可以藉由两种方式改善,使其加长来运用虎克定律:

锁进孔洞之前在螺栓上放置硬化垫片

有导孔的应用零组件可以在攻孔上进行反啮,提供螺栓拉伸更多距离。

加长螺栓或螺丝是解决因震动导致松脱的最简易办法。不幸的是,多数扣件使用者不了解虎克定律在栓合技术中扮演的角色,因此很少有人应用此种方法。