

螺纹联接防松综述

王莉霞,马玉钦,李亚青

(贵州大学 机械工程学院,贵州 贵阳 550003)

摘 要:分析了螺纹联接防松的原因,总结了目前螺纹防松的常用的一般方法和先进方法,对实际应用中机械设备的联接和运转进行了探讨。

关键词:螺纹联接;防松;先进方法

中图分类号:TH13113 **文献标识码:**A

0 引 言

螺纹联接是现代结构和机械设备常用的联接方式之一。松动失效是承受交变载荷螺纹联接的主要失效形式之一。在实际应用中,因联接件松动、脱落而造成设备和人身事故事例屡见不鲜,如何实现螺纹联接防松是个值得研究的重要问题。

1 螺纹联接防松原因及一般方法

1.1 螺纹联接松动原因

在静载荷和工作温度变化不大时,螺纹连接一般不会自动松脱。但在冲击、振动、变载荷作用或高温、温度变化较大下,联接中预紧力和摩擦力逐渐减小,都会导致联接失效^[1]。

对具体的螺纹联接而言,引起螺纹联接件松动的原因很多,但归纳起来主要有以下三个方面原因:(1)螺纹联接件的初始变形;(2)轴向载荷的作用;(3)受横向载荷作用^[2]。

螺纹联接松脱,轻者会影响机器运转,重者会造成事故,设计时须采取有效防松措施。

1.2 螺纹联接防松一般方法

防松的根本问题在于防止螺旋副在受载时发生相对转动。防松的方法,按其工作原理可分为摩擦防松、机械防松和破坏螺旋副运动关系防松等。

1.2.1 摩擦防松

螺纹副中存在着不随联接载荷而变的压力,因而始终有摩擦力矩防止相对转动。压力可由螺纹副纵向或横向压紧而产生。常用方法有采用对顶螺母,弹簧垫圈,一般自锁螺母等。

1.2.2 机械防松

(1)开口销与六角开槽螺母 六角开槽螺母拧紧后,将开口销穿入螺栓尾部小孔和螺母的槽内,并将开口销尾部掰开与螺母侧面贴紧。

(2)止动垫圈 螺母拧紧后,将单耳或双耳止动垫圈分别向螺母和被联接件侧面折弯贴紧,即可将螺母锁住。若两螺栓需要双联锁紧,可采用双联止动垫圈,使两螺母相互制动。

(3)串联钢丝 用低碳钢丝穿入各螺钉头部孔内,将各螺钉串联起来,使其相互制动。

1.2.3 破坏螺旋副运动关系防松

铆冲防松 螺母拧紧后把螺栓末端伸出部分铆死,或利用冲头在螺栓末端与螺母的缝合处打冲,利用冲点防松动,这种方法很可靠,但是拆卸后不能重复使用^[1]。

2 先进螺纹联接防松方法

2.1 滚压收口的自锁螺母防松

自锁螺母在使用中防止自松脱是通过对自锁螺母圆柱体端部收口,使螺母收口部位螺纹孔变形,当螺栓每拧入到螺母收口部位时产生干涉配合起到防松作用。传统压扁法是造成锁紧力矩不稳定重要原因,事实上采用压扁收口法不易得到曲率变化均匀对称的椭圆形。

基于这些,沈阳飞机设计研究所的张占元提出采用滚压收口的方法来加工自锁螺母,这样可使螺母收口部位的螺纹孔由圆形变成曲率变化均匀的对称的椭圆形,螺距沿螺纹孔轴向增大,造成与螺栓干涉配合,可获得比较稳定的锁紧力矩。他对滚压加工螺母的原理和结构进行了较详尽的分析,虽然这项技术还没有推广,但是不失为螺纹防松的一种方法^[3]。

2.2 美国底特公司的自锁螺母技术

20世纪70年代,美国底特螺纹工具公司,经过长期研究,重新设计螺纹的几何形状设计,称为 SPIRALOCK,译名“施必牢”,简称为自锁螺母,从根本上解决了紧固件自行松脱问题。

自锁螺母的防松原理在于它的独特结构。在阴螺纹的牙底有一个 30° 的楔形斜面,当螺栓、螺母相互拧紧时,螺栓的牙尖就紧紧地顶在自锁螺纹的楔形面上,从而产生很大的锁紧力。

自锁螺母的优点表现在:(1)可靠的防振、防松性能;(2)可提高螺母及螺栓的使用寿命,可重复使用;(3)不受温度剧烈变化的影响,应用范围广;(4)自由旋转型,直到拧紧时才施加力矩,方便装卸;(5)尺寸规格不受限制,能与标准螺栓匹配等。

该螺母已广泛应用于航天、航空、军工、汽车、港口机械、柴油机、铁道机车、磁悬浮轨道、工程机械、医疗器械等行业,在纺织工业、纺机、纺器行业也有广泛的使用前景^[4]。

2.3 铁基 SMA 螺母防松

铁基形状记忆合金防松螺母的防松是通过增大自锁摩擦力矩防松和阻尼防松两种方式来实现的。该螺母利用铁基形状记忆合金的形状记忆效应,可将螺母内螺纹加工成略小于螺栓外螺纹的尺寸,然后扩孔变形至标准螺母内螺纹的尺寸,因为在此过程产生应力诱发马氏体相变,所以按规定力矩拧紧后,对螺母加热,应力诱发马氏体发生逆相变,但因受到螺栓的约束作用,螺母会产生巨大径向回复力,该回复力转化为自锁摩擦力矩,能有效增大螺旋副之间的锁紧力矩,从而防止螺旋副出现相对转动,达到防松目的。此外,因为螺母的径向形状回复,减小了螺纹牙之间的间隙,有效防止螺母与螺栓在受到动载荷作用时产生不同频率的振动,避免螺旋副间自锁摩擦力矩急剧下降^[5]。

2.4 ST2 型防松螺母

上海铁道大学研制的 ST2 型防松螺母在 3 批装车试验后,于 1997 年通过部级鉴定,认为“属国内首创,其技术水平与国际同类产品相当,建议在车辆上进一步推广使用”^[6]。

ST2 型自锁防松螺母的防松是通过增大自锁摩擦力矩防松和阻尼防松两种方式。该螺母改进螺纹的结构形状,螺母的底径上有一 30° 锥面,而螺栓螺纹的形状仍保持标准的三角形。当螺母和螺栓配合在一起使用时,因为预紧力作用,螺栓的牙顶和螺母的牙底有直线接触或微量变形,在横向动载荷作用下由于螺母和螺栓之间横向间隙减小,且两者之间存在较大的摩擦力,从而提供较大的摩擦力矩作用,所以能有效地防止螺旋副产生较少的相对运动,从而达到防松目的^[2]。

ST2 型防松螺母是目前国内结构简单、工艺性好、防松性能稳定、使用效果显著、重复使用性好、装机考验较充分、应用领域亦较广泛、实用性好的一种新型防松螺母,除已在铁路电务、工务、电气化接触网上推广应用外,在铁道车辆上的应用前景也是十分广泛^[6]。

2.5 唐氏螺纹

唐氏螺纹是由左旋和右旋两种螺旋线复合在同一段螺纹段上,既有左旋螺纹的特点又有右旋螺纹的特点,既可以和左旋螺纹配合又可以和右旋螺纹配合。唐氏螺纹可以利用螺纹自身特点解决防松问题。在联接时,需使用两只不同旋向的螺母:工件支承面上的螺母称为紧固螺母,非支承面上的螺母称为锁紧螺母。紧固螺母和锁紧螺母是两种不同旋向的螺母,使用时先将紧固螺母预紧,然后再将锁紧螺母预紧^[7]。

在振动、冲击的情况下,紧固螺母会发生松动的趋势,但是,由于紧固螺母松退方向是锁紧螺母拧紧方向,锁紧螺母拧紧恰恰阻止了紧固螺母松退,导致紧固螺母无法松脱^[7]。

2.6 液压防松螺母

液压防松螺母联接是利用增加螺栓联接预紧力,使高强度螺栓在轴向发生弹性变形并保持拉伸状态,依靠螺栓弹性变形产生内应力将螺母压紧,达到防松目的的一种新型螺纹联接。

该技术的出现,成功的解决了煤矿机械中的一些螺栓松动的难题。但是,到目前为止,液压防松螺母除了在采煤机上有较好的使用,受到了井下采煤机使用维护人员的欢迎外,液压防松螺母并没有得到普遍的推广,分析原因大致有以下几点:

(1) 液压防松螺母与普通螺母比较,结构复杂,尺寸较大,而且强度较高,价格比较高。

(2) 使用液压防松螺母,须配套使用手动便携式高压油泵,其输出压力须达到 250 MPa 以上。而目前国内市场上额定压力能达到 250 MPa 的液压配件(油管、压力表、密封件等)基本没有,这就阻碍了液压螺母的推广^[8]。

2.7 充填软性材料防松

当拧紧螺母时,附着在螺牙表面的微观薄屑、微粒或疏或密地夹杂在内外牙隙之间,被挤得更扁、压得更薄了,并且与其它尘垢搀合在一起,就像夹缝中“细沙层”一样被裹夹其间。要想完全清除干净上述的薄屑微粒显然是困难的,最简单而有效的办法是把内外螺纹之间的径向间隙和侧向间隙抵紧并“挤死”,令“细沙层”失去受振松动错位的机会。

其防松机理是:借助橡胶垫受压所产生的弹性变形和弹性预紧力“挤死”螺母与螺杆及螺母与紧定螺钉之间径向及侧向的间隙。换言之,凭借橡胶垫变形后对螺牙隙间的充填和塞紧来抵制和预防螺母松动。橡胶的摩擦系数远大于金属的摩擦系数,因此这种弹性胀紧比单纯的刚性夹紧更能吸振消振解振,从而增强了自锁的可靠性。即用最简单实用且可靠的方法巧妙地解决了单螺母防松问题^[9]。

3 总 结

除了这些之外,还有其它一些。比如:FSLM 型防松螺母,自攻自锁防松,树脂锚杆高强度防松螺母,楔紧自锁螺母,改变齿形防松等。

4 结束语

文章从螺纹联接防松的原因出发,分析了常见的螺纹放松的措施,后面又结合生产实际和文献总结,得出了比较新近的一些螺纹防松的方法或技术,对于机械工作者更好地从事专业工作有指导意义。螺纹防松技术的发展不会停止,还要在实践和研究中进一步完善和发展。

参考文献:

- [1] 濮良贵,纪名刚. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 沈英明,杜彦良,李惠军. 螺纹联接防松方法研究综述[J]. 石家庄铁道学院学报,2002,15(4):84-87.
- [3] 张占元. 自锁螺母的防松及滚压收口的应用[J]. 飞行器设计,2002,49-52.
- [4] 刘荣清,秋黎凤. 自锁螺母的原理及应用[J]. 纺织器材,2007(35):256-258.
- [5] 李俊良,杜彦良,孙宝臣. 铁基 SMA 螺母防松摩擦力矩的试验研究[J]. 中国机械工程,2007,19(10).
- [6] 曹亦清. ST2 型防松螺母的防松效果调查及安装注意事项[J]. 铁道车辆,2000,38(7):20-23.
- [7] 孙 峰,唐宗才. 唐氏螺纹的防松原理及效果[J]. 机械工程师,2002,5.
- [8] 赵 勤. 液压防松螺母[J]. 煤炭技术,2002,21(6).
- [9] 高 伟,冯艳华,夏仁丰. 单螺母防松的新方法[J]. 现场经验,2002.

A Survey of Preventing Loosing of Threaded Connection

WANG Li-xia, MA Yu-qin, LI Ya-qing

(School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract: This paper analyzes the causes of threaded connection's looseness, and general methods and advanced methods of preventing loosening of threaded connection are also given. Finally, it will come to a conclusion and give some proposals of development.

Key words: threaded connection; prevent loosening of threaded connection; advanced methods

(上接 20 页) $h_{\max}$ 增加; 整体拉深比 β_m 增加, 但增长较缓; r_c/B 越大, 对矩形盒短边的影响较大, 长轴端部的皱曲比短轴显著。

②凹模圆角过小过大都会严重影响拉深成形性, 降低成形极限。适当增大凹模圆角半径有利于板坯的成形, 防止起皱和破裂发生。

参考文献:

- [1] 颢大辛. 成形工艺与模具设计[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007.
- [2] [美] Vukota Boljanovic. sheet metal forming processes and die design[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [3] 龚红英, 李少平, 张质良. 工艺参数对热镀锌钢板拉深成形性能的影响[J]. 锻压技术, 2003, (6): 33-35.
- [4] 李书涛, 李 赞, 董湘怀. 工艺参数对板料成形性能的影响[J]. 锻压技术, 2002, (3): 22-23.
- [5] 蒋定举, 等. 启动齿星轮冷挤压工艺的模拟分析与研究[J]. 锻压技术, 2008, (2): 80-83.

Numerical Simulation and Analysis of Rectangular Case's Forming Limit

YUAN Yu-hong¹, WU Qi-shan², ZHENG Wei-gang²

(1. College of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China; 2. Guizhou Science and Technology Engineering Vocational College, Guiyang 550008, China)

Abstract: Fracturing and flange wrinkling in deep drawing may occur for rectangular case. There are many process parameters leading to the formation of limit. The forging simulation software - Qform 2D/3D was adopted to carry out numerical simulation about deep drawing with the important process parameters (r_c/B , r_d), analyzing their impact on the rectangular case's forming limit.

Key words: rectangular case; the analysis of forming process; numerical simulation; forming limit