

我国铁路领域防松紧固件的创新和发展

罗雁云

(同济大学铁道与城市轨道交通研究院原副院长,教授)



最近网上流传一篇文章,介绍日本 hard lock 防松螺栓技术在高铁中应用。笔者作为该技术领域的亲历者与“防松螺母”等国家专利的持有者,读此文后百感交集。螺纹紧固件作为机械结构中运用最广的零部件,虽然结构简单,价格便宜,但是在动荷载强烈作用下的松动问题给人们带来的困扰至今依然是科技攻关的选题。

其实,如何防止螺母和螺栓之间的松动,从它诞生之日起人们就做出努力了。长期以来,人们研究各种各样的螺母防松措施,如采用双螺母、销钉和使用胶水等,可以说是花样繁多。然而这些方法和技术应用都局限在一定的使用条件下,它们在方便性、经济性、通用性、高效和可重复性等方面总是存在这样那样的不足,其中一个核心问题就是在可重复使用条件下如何长期保持防松性能。

我国铁路系统很早就开始探索推广应用具有防松性能的螺母/螺栓了。早在 20 世纪 80 年代初,上海铁路局就针对轨道结构弹条 I 型扣件研制了一种防松螺母,其原理就是针对扣件弹条的结构特征,在螺母底面设计与弹条相吻合的槽,能实现螺母止退,起到了很好的防松效果,在当时得到了一定的推广运用。但是,由于该技术是针对特定弹条扣件结构的防松螺母,并不适合在其他结构上应用。进一步的研究发现,弹条扣件在使用中产生松弛并不完全是由于紧固件的松动所致,它还受到了弹条自身弹性松弛导致的扣件扣压力损失影响。而且该防松螺母在安装时要比原有螺母复杂,因此该轨道扣件的防松螺母后来渐渐淡出了人们的视野。

铁路部门大规模推广运用防松螺母是在 20 世纪 90 年代,这起源于一种变牙型防松螺母在铁路编组站驼峰缓行器上的运用。缓行器是车辆在编组时的减速装置。缓行器中的制动轨在工作时夹住行进中的车轮,因此在工作时承受了巨大的振动冲击,导致缓行器制动轨上螺栓几乎每天都要复紧,工作量极大;另一方面,制动轨螺母为了满足检修需要,必须经常拆卸,所以螺母必须能够重复使用。此外,为方便,安装方法还必须简单。

针对以上特点,有关人员经过反复试验,研究出了一种变牙型结构的防松螺母。这种防松螺母的基本原理是改变了螺母内螺纹底部的螺纹牙角度,使得螺纹连接副在工作时外螺纹的大径与内螺纹的底部相接触受力,并对外螺纹大径形成一个契形作用,改变了传统螺纹紧固件螺纹斜面受力的特点,尤其是该防松螺母的安装操作与普通螺母基本相同。该技术经过现场使用,取得了良好效果。当时铁道部有关部门为此专门发文,要求在全国铁路驼峰缓行器上推广运用这种变牙型防松螺母。

变牙型防松螺母在技术上的特点是能够重复使用、安装简单、不需要其它附加装置,因此它的通用性强。后来变牙型防松螺母逐步在铁路的工务和车辆部门得到了全面推广运用,并在 2000 年制订了相应的铁路行业标准,成为我国当时铁路行业中应用最为广泛的防松螺母。随着变牙型防松螺母使用的不断深入,通过大量实践人们逐渐发现该技术还存在某些不足,如不同材料对它的防松性能有较大影响,尤其是不锈钢材料;又如,在重复多次使用以后,防松性能呈下降趋势。

进入 21 世纪以来,随着我国对外开放和技术交流的日益广泛,新技术不断进入我国并得到了应用发展,其中 hard lock 防松螺栓是比较有代表性的技术之一。由于它的重复使用性好、防松性能好,得到了一定认同,但是要作为一种广谱性的防松紧固件,该技术还存在着一定不足,尤其是它的制造和使用复杂以及成本过高,在我国铁路行业并没有得到广泛应用。

近几年来,随着制造技术和材料技术的不断进步,各行业运用防松紧固件技术的交流更加广泛,更多类型的防松紧固件不断地运用到了铁路行业。尤其是我国广大科技人员的创新意识不断增强,一些自主研发的防松紧固件新技术的如雨后春笋般涌现出来,并在铁路行业中得到了推广。但是我们对这些技术成果似乎还并不满足,我们理想中的方便、经济、通用、高效和可重复的、永不松动的防松螺母这一技术目标还没有完全达到,我们还需继续努力。

创新永远在路上。

(下转第 218 页)