(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111720420 B
(45)授权公告日 2022.01.28

(21)申请号 202010641400.6
(22)申请日 2020.07.06
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111720420 A
(43)申请公布日 2020.09.29
(73)专利权人 航天精工股份有限公司
地址 300300 天津市东丽区引航道1号
(72)发明人 齐跃 贾晓娇 郗建豪 余传魁 林磊 贾金成 周颖 孙虹烨 高鹿鹿 刘彤
(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理有限公司 12211
代理人 李莎
(51)Int.Cl.
F16B 39/284(2006.01)
F16B 35/04(2006.01)
(56)对比文件
CN 208565202 U,2019.03.01
CN 208565202 U,2019.03.01
CN 1653277 A,2005.08.10
US 2010068003 A1,2010.03.18
US 2015322991 A1,2015.11.12
MX 2008007241 A,2008.10.31
DE 20121563 U1,2003.01.02
CN 108105248 A,2018.06.01
审查员 郑成洲

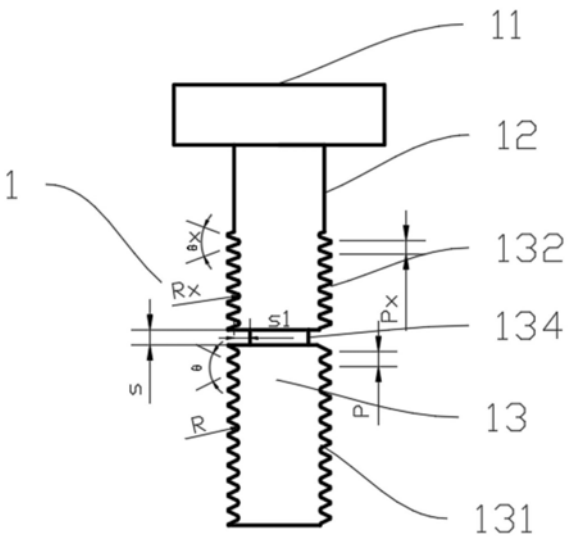
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种防松结构螺栓及其安装方法

(57)摘要

本发明提供了一种防松结构螺栓及其安装方法，所述螺栓包括依次固定连接的螺栓头、光杆、螺纹杆，所述螺纹杆上设有旋向相同的基本螺纹、锁紧螺纹，所述基本螺纹位于螺纹杆远离螺栓头的一侧，所述锁紧螺纹位于螺纹杆靠近螺栓头的一侧，所述基本螺纹与螺母上的内螺纹相匹配，所述锁紧螺纹的螺距Px小于基本螺纹的螺距P，所述锁紧螺纹的大径超出于所述基本螺纹的大径，所述锁紧螺纹可被拉伸至与螺母相旋合。本发明具有结构简单、防松效果好、可控拉断力(或具有可拆卸性)、安装方法简单而独特、适用范围广泛等优点。



CN 111720420 B

1.一种防松结构螺栓，其特征在于：所述螺栓包括依次固定连接的螺栓头、光杆、螺纹杆，所述螺纹杆上设有旋向相同的基本螺纹、锁紧螺纹，所述基本螺纹位于螺纹杆远离螺栓头的一侧，所述锁紧螺纹位于螺纹杆靠近螺栓头的一侧，所述基本螺纹与螺母上的内螺纹相匹配，所述锁紧螺纹的螺距Px小于基本螺纹的螺距P，所述锁紧螺纹的大径超出于所述基本螺纹的大径，所述锁紧螺纹可被拉伸至与螺母相旋合；

所述锁紧螺纹的螺距Px、基本螺纹的螺距P、螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε满足如下关系：$Px=P/(1+\varepsilon)$。

2.根据权利要求1所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述锁紧螺纹的螺牙横截面积等于所述基本螺纹的螺牙横截面积。

3.根据权利要求2所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε小于所述螺栓所使用材料的屈服点所对应的形变量。

4.根据权利要求2所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε位于0.1-所述螺栓所使用材料的屈服点所对应的形变量之间。

5.根据权利要求2所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述锁紧螺纹的牙底张开角度θx略小于基本螺纹的牙底张开角度θ。

6.根据权利要求2所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述锁紧螺纹的牙底张开角度θx与基本螺纹的牙底张开角度θ满足如下关系：$\tan(\theta x/2)=(Px/P)^2\cdot\tan(\theta/2)$。

7.根据权利要求1所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述基本螺纹和锁紧螺纹之间设有辅助安装段，所述辅助安装段的外周开设有一沿周向延伸的断颈槽，所述断颈槽的槽高度s为基本螺纹的螺距P的1～3倍。

8.根据权利要求1所述的防松结构螺栓，其特征在于：所述基本螺纹和锁紧螺纹之间设有过渡螺纹，所述过渡螺纹的牙底圆弧半径Rg与基本螺纹的牙底圆弧半径R、锁紧螺纹的牙底圆弧半径Rx满足如下关系：$R>Rg>Rx$；所述过渡螺纹的牙顶尺寸lg与基本螺纹的牙顶尺寸l、锁紧螺纹的牙顶尺寸lx满足如下关系：$l>lg>lx$。

9.权利要求7所述的防松结构螺栓的安装方法，其特征在于：包括如下步骤：

步骤一：将螺栓头放入使用环境或者上工装中，光杆的厚度等于适用的夹层厚度；

步骤二：将配合安装的螺母旋入螺栓下端的基本螺纹部位；

步骤三：使用下工装，旋入螺栓下端的基本螺纹部位，施加预定的拉力F，拉力值设定应根据材料的应力应变曲线确定，拉力值设定为螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε时对应的拉力值，使锁紧螺纹部分慢慢张开，施加的拉力可以适当小幅调整，达到可以继续旋入螺母为止；

步骤四：保持拉力F，螺母旋合至夹层下端，与夹层接触；

步骤五：继续增大施加的拉力，直至达到设计的拉断力值，断颈槽被拉断，拉开的锁紧螺纹重新因为弹力变形而恢复起始状态，使螺栓和螺母的螺纹部分夹紧密连接，形成防松结构。

10.权利要求8所述的防松结构螺栓的安装方法，其特征在于：包括如下步骤：

步骤一：将螺栓头放入使用环境或者上工装中，光杆的厚度等于适用的夹层厚度；

步骤二：将配合安装的螺母旋入螺栓下端的基本螺纹部位；

步骤三：使用下工装，旋入螺栓下端基本螺纹部位，施加预定的拉力F，拉力值设定应根

据材料的应力应变曲线确定，拉力值设定为螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε时对应的拉力值，使锁紧螺纹部分慢慢张开，施加的拉力可以适当小幅调整，达到可以继续旋入螺母为止；

步骤四：螺母旋合至夹层下端，与夹层接触；

步骤五：卸载拉力，旋出下工装，完成安装。

一种防松结构螺栓及其安装方法

技术领域

[0001] 本发明属于紧固件设计与制造领域，尤其是涉及一种防松结构螺栓及其安装方法。

背景技术

[0002] 紧固件被称为“工业之米”，广泛使用在各个领域。紧固件最常见的使用方式是螺栓与螺母配合，实现紧固和连接作用。但一般的紧固件防松性能不强，需要在安装时增加一些防松措施，如配合防松垫圈或者防松螺母等。目前的防松方法，有以下不足之处：

[0003] 1、防松紧固件结构复杂，通过组件或添加配合零件来实现防松；

[0004] 2、依赖垫圈、螺母来实现的防松，往往效果不佳。如螺母相对同规格的螺栓而言，其可承受的最大载荷以及振动均处于较低水平，如果想要获得更好的防松性能，则只能通过使用更大规格的紧固件组件来实现。

[0005] 3、组件多也同样伴随安装复杂的问题；

[0006] 4、适用范围有限，无法大范围使用；

[0007] 5、防松结构无法拆卸及维修。

[0008] 本发明与现有技术相比，具有结构简单、防松效果好、可控拉断力、安装方法简单而独特、适用范围广泛以及具有可拆卸性等优点。

发明内容

[0009] 有鉴于此，本发明旨在提出一种防松结构螺栓及其安装方法，以解决现有的螺栓防松结构和安装复杂、防松效果不佳、适用范围有限的问题。

[0010] 为达到上述目的，本发明的技术方案是这样实现的：

[0011] 一种防松结构螺栓，所述螺栓包括依次固定连接的螺栓头、光杆、螺纹杆，所述螺纹杆上设有旋向相同的基本螺纹、锁紧螺纹，所述基本螺纹位于螺纹杆远离螺栓头的一侧，所述锁紧螺纹位于螺纹杆靠近螺栓头的一侧，所述基本螺纹与螺母上的内螺纹相匹配，所述锁紧螺纹的螺距Px小于基本螺纹的螺距P，所述锁紧螺纹的大径超出于所述基本螺纹的大径，所述锁紧螺纹可被拉伸至与螺母相旋合。

[0012] 进一步地，所述锁紧螺纹的螺牙横截面积等于所述基本螺纹的螺牙横截面积。

[0013] 进一步地，所述螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε小于所述螺栓所使用材料的屈服点所对应的形变量，优选地，所述螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε位于0.1-所述螺栓所使用材料的屈服点所对应的形变量之间。

[0014] 进一步地，所述锁紧螺纹的螺距Px、基本螺纹的螺距P、螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε满足如下关系：$Px=P/(1+\varepsilon)$，所述锁紧螺纹的牙底张开角度θx略小于基本螺纹的牙底张开角度θ，优选地，所述锁紧螺纹的牙底张开角度θx与基本螺纹的牙底张开角度θ满足如下关系：$\tan(\theta x/2)=(Px/P)^2\cdot\tan(\theta/2)$。采用上述技术方案，在对锁紧螺纹施加拉力之后，使变形后的锁紧螺纹的螺距等于基本螺纹螺距，变形后的锁紧螺纹的牙底张

开角度等于基本螺纹的牙底张开角度，以满足锁紧螺牙横截面积与基本螺牙横截面积相等的要求，使螺母能顺利旋至锁紧螺纹部位，达到旋合目的。

[0015] 进一步地，所述基本螺纹和锁紧螺纹之间设有辅助安装段，所述辅助安装段的外周开设有一沿周向延伸的断颈槽，所述断颈槽的槽高度s为基本螺纹的螺距P的1～3倍。

[0016] 进一步地，所述基本螺纹和锁紧螺纹之间设有过渡螺纹，所述过渡螺纹的牙底圆弧半径Rg与基本螺纹的牙底圆弧半径R、锁紧螺纹的牙底圆弧半径Rx满足如下关系：R＞Rg＞Rx；所述过渡螺纹的牙顶尺寸lg与基本螺纹的牙顶尺寸l、锁紧螺纹的牙顶尺寸lx满足如下关系：l＞lg＞lx。

[0017] 本发明还公开了上述的一种防松结构螺栓的安装方法，包括如下步骤：

[0018] 步骤一：将螺栓头放入使用环境或者上工装中，光杆的厚度等于适用的夹层厚度；

[0019] 步骤二：将配合安装的螺母旋入螺栓下端的基本螺纹部位；

[0020] 步骤三：使用下工装，旋入螺栓下端的基本螺纹部位，施加预定的拉力 F，拉力值设定应根据材料的应力应变曲线确定，拉力值设定为螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε时对应的拉力值，使锁紧螺纹部分慢慢张开，施加的拉力可以适当小幅调整，达到可以继续旋入螺母为止；

[0021] 步骤四：保持拉力F，螺母旋合至夹层下端，与夹层接触；

[0022] 步骤五：继续增大施加的拉力，直至达到设计的拉断力值，断颈槽被拉断，拉开的锁紧螺纹重新因为弹力变形而恢复起始状态，使螺栓和螺母的螺纹部分夹紧密连接，形成防松结构。

[0023] 本发明还公开了上述的另一种防松结构螺栓的安装方法，包括如下步骤：

[0024] 步骤一：将螺栓头放入使用环境或者上工装中，光杆的厚度等于适用的夹层厚度；

[0025] 步骤二：将配合安装的螺母旋入螺栓下端的基本螺纹部位；

[0026] 步骤三：使用下工装，旋入螺栓下端基本螺纹部位，施加预定的拉力F，拉力值设定应根据材料的应力应变曲线确定，拉力值设定为螺栓被拉伸至与螺母相旋合时的形变量ε时对应的拉力值，使锁紧螺纹部分慢慢张开，施加的拉力可以适当小幅调整，达到可以继续旋入螺母为止；

[0027] 步骤四：螺母旋合至夹层下端，与夹层接触；

[0028] 步骤五：卸载拉力，旋出下工装，完成安装。

[0029] 相对于现有技术，本发明所述的防松结构螺栓及其安装方法具有以下优势：

[0030] (1)本发明不同于传统防松结构的防松原理，本发明利用材料的弹性变形区，通过弹性变形收缩，达到防松目的，安装时，锁紧螺纹部分通过外加拉力发生弹性变形，螺距增大至与基本螺纹部分一致，进行安装；在安装后，卸去外加拉力，通过弹性变形，锁紧螺纹部分回复原形状，夹紧与之配合的螺母，最终实现防松目的，如要破坏防松结构，那么必须施加破坏材料极限强度的外力，防松能力相对传统防松结构显著提升；

[0031] (2)本发明在螺栓尾部设计一段辅助安装区，并在辅助安装区前增加断颈槽，利用断颈槽将基本螺纹(辅助安装部分)和锁紧螺纹(工作部分) 分开，以达到可控拉断力的目的；

[0032] (3)本发明结构灵活多样，只要涉及不等距螺纹结构，原理上都属于本发明的范围之内，可拆卸，便于紧固结构的维修，且拆卸不会对防松结构造成任何不利影响。

附图说明

[0033] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0034] 图1为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的结构图；

[0035] 图2为本发明实施例2所述的防松结构螺栓的结构图；

[0036] 图3为本发明实施例1和2所述的防松结构螺栓的基本螺纹的结构图；

[0037] 图4为本发明实施例1和2所述的防松结构螺栓的锁紧螺纹的结构图；

[0038] 图5为本发明实施例1和2所述的防松结构螺栓的锁紧螺纹与螺母配合的结构图；

[0039] 图6为本发明实施例1和2所述的防松结构螺栓锁紧螺纹与螺母配合的受力示意图；

[0040] 图7为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的安装步骤1示意图；

[0041] 图8为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的安装步骤2示意图；

[0042] 图9为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的安装步骤3示意图；

[0043] 图10为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的安装步骤4示意图；

[0044] 图11为本发明实施例1所述的防松结构螺栓的安装步骤5示意图；

[0045] 图12为传统防松结构示意图；

[0046] 图13为本发明对比例1及对比例2所述的螺栓紧固结构示意图；

[0047] 图14为本发明对比例2及对比例2所述的螺栓紧固结构示意图。

[0048] 图15为本发明实施例1及实施例2所述的基本螺纹横截面(图中黑色部分)示意图；

[0049] 图16为本发明实施例1及实施例2所述的锁紧螺纹横截面(图中黑色部分)示意图。

[0050] 附图标记说明：

[0051] 1、螺栓；11、螺栓头；12、光杆；13、螺纹杆；131、基本螺纹；132、锁紧螺纹；133、过渡螺纹；134、断颈槽；2、螺母；3、夹层。

具体实施方式

[0052] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0053] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0054] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0056] 实施例1：可控拉断力防松螺栓

[0057] 一种防松结构螺栓，如图1、图3-图6所示，所述螺栓1包括依次固定连接的螺栓头11、光杆12、螺纹杆13。所述螺纹杆13上设有旋向相同的基本螺纹131、锁紧螺纹132，所述基本螺纹131位于螺纹杆13远离螺栓头11 的一侧，所述锁紧螺纹132位于螺纹杆13靠近螺栓头11的一侧。所述基本螺纹131与螺母2上的内螺纹相匹配，所述锁紧螺纹132的螺距Px小于基本螺纹131的螺距P，所述锁紧螺纹132的大径超出于所述基本螺纹131的大径，所述锁紧螺纹132可被拉伸至与螺母2相旋合。

[0058] 如图15-16所示，所述锁紧螺纹132的螺牙横截面积应等于所述基本螺纹131的螺牙的横截面积(可有小范围浮动)。这种设计可以使锁紧螺纹132 在拉力作用下张开的尺寸与基本螺纹131基本吻合，可使配合紧固结构的螺母2更具普遍性，对螺母2无任何特殊要求，适用范围广泛。

[0059] 所述螺栓1被拉伸至与螺母2相旋合时的形变量ε(也即设计的基础变形量)小于所述螺栓1所使用材料的屈服点所对应的形变量，优选地，所述螺栓1被拉伸至与螺母2相旋合时的形变量ε位于0.1-所述螺栓1所使用材料的屈服点所对应的形变量之间。

[0060] 所述螺栓1的工作区间是在其使用的材料的弹性变形区，通过弹性变形，实现防松功能。举例说明，所述螺栓1由钛合金TC4、钛合金TC16、高温合金A286、合金钢16CrSiNi制成，其屈服发生在形变量ε为0.2附近，那么其在设计时发生的变形量不能超过0.2，优选ε＝0.1～0.2(不包含0.2，当变形量在0.1以下时，不能提供足够的预紧力)。

[0061] 为达到旋合目的，在对锁紧螺纹132施加拉力之后，应使变形后的锁紧螺纹132的螺距等于基本螺纹131螺距，因此所述锁紧螺纹132的螺距Px、基本螺纹131的螺距P、ε为螺栓1被拉伸至与螺母2相旋合时的形变量之间满足如下关系：$Px=P/(1+\varepsilon)$。

[0062] 所述基本螺纹131的牙底圆弧半径R与基本螺纹131的螺距P满足如下关系：R＝0.15011～0.18042P，如此规定并严格检查，对减小收尾部分应力集中、改善螺栓受力情况有重要作用(参考文献：李英亮等编著，紧固件概论[M]，北京：国防工业出版社，2014.1)。所述锁紧螺纹132的牙底圆弧半径Rx小于基本螺纹131的牙底圆弧半径R。

[0063] 所述锁紧螺纹132的牙底张开角度θx与基本螺纹131的牙底张开角度θ满足如下关系：$\tan(\theta x/2)=(Px/P)^2\cdot\tan(\theta/2)$，以满足锁紧螺牙横截面积与基本螺牙横截面积相等的要求。

[0064] 所述基本螺纹131和锁紧螺纹132之间设有辅助安装段，所述辅助安装段的外周开设有一沿周向延伸的断颈槽134，利用断颈槽134将基本螺纹131 (辅助安装部分)和锁紧螺纹132(工作部分)分开，所述断颈槽134的槽高度s为基本螺纹131的螺距P的1～3倍。根据设计的锁紧螺纹132螺距的不同，安装时所需拉力的不同，选择不同的槽高度s的断颈槽134，以达到可控拉断力的目的。

[0065] 对于安装空间有限、且无拆卸要求的紧固连接结构，可使用本实施例所述的可控拉断力防松螺栓，螺栓选择原材料为钛合金(TC16)、高温合金 (A286)、合金钢(16CrSiNi)，选择弹性变形量为0.1时作为设计的基础变形量，本实施例的性能参数见表1。

[0066] 表1 实施例1的性能数据表

[0067]

材料	锁紧螺纹	基本螺纹	螺母安装施加力矩	松脱力矩	材料抗拉力/屈服	螺栓安装时施加的拉力	断颈槽深度/mm	可控拉断力
TC16	MJ6x0.9x6.3	MJ6x1x14	13 N·m	≥3.0 N·m	24KN/20KN	9.5~10.5KN	0.551	16KN
A286	MJ6x0.9x6.3	MJ6x1x14	13 N·m	≥3.0 N·m	21KN/17KN	8~9KN	0.551	14KN
16CrSiNi	MJ6x0.9x6.3	MJ6x1x14	13 N·m	≥4.0 N·m	24KN/18KN	8.5~9.5KN	0.709	14KN

[0068] 如图7-11所示,本发明 的安装具体包括如下步骤:

[0069] 步骤一:将螺栓头11放入使用环境或者上工装中,光杆12的厚度等于适用的夹层3厚度;

[0070] 步骤二:将配合安装的螺母2旋入防松螺栓下端的基本螺纹131部位,配合螺母2的螺纹为MJ6x1x7;

[0071] 步骤三:使用下工装,旋入防松螺栓下端基本螺纹131,施加预定的拉力F,拉力值设定应根据材料的应力应变曲线确定,设定值为发生0.1形变量时对应的拉力值,使锁紧螺纹132部分慢慢张开。施加的拉力可以适当小幅调整,达到可以继续旋入螺母2为止;

[0072] 步骤四:保持拉力F,螺母2旋合至夹层3下端,与夹层3接触,安装力矩根据不同规格选取,如本实施例中选取的型号符合的技术条件规定的安装力矩为13N·m。

[0073] 步骤五:继续施加拉力,直至达到设计的拉断力值,断颈槽134被拉断,拉开的锁紧螺纹132重新因为弹力变形而恢复,使螺栓1和螺母2的螺纹部分夹紧密连接,形成防松结构。

[0074] 安装时,锁紧螺纹132通过外加拉力发生弹性变形,螺距增大至与基本螺纹131一致,进行安装;在安装后,卸去外加拉力,通过弹性变形,锁紧螺纹132回复原形状,夹紧与之配合的螺母2,最终实现防松目的。

[0075] 对于一般的防松结构,仅仅是通过对螺母2的塑性变形,达到过盈配合的目的,如图12所示。防松结构的破坏,只需施加克服螺母2塑性变形造成的过盈配合的外力即可。本发明改变防松结构的主要工作部件,直接在螺栓1上进行改进,通过螺纹部分的夹紧,实现防松目的,如要破坏放松结构,那么必须施加破坏材料极限强度的外力。如果与防松功能的螺母2配合(如自锁螺母2、高锁螺母2等),则破坏防松结构除了破坏材料所需的外力之外,还需要额外增加克服螺母2塑性变形的外力,松脱力矩可达传统防松结构的3倍以上,防松能力相对传统防松结构显著提升。

[0076] 实施例2:可拆卸型防松螺栓

[0077] 如图2所示,与实施例1不同之处在于,本实施例的所述基本螺纹131 和锁紧螺纹132之间没有设有辅助安装段,而是设有过渡螺纹132,所述过渡螺纹132的牙底圆弧半径Rg与基本螺纹131的牙底圆弧半径R、锁紧螺纹132的牙底圆弧半径Rx满足如下关系:R>Rg>Rx;所述过渡螺纹132 的牙顶尺寸lg与基本螺纹131的牙顶尺寸l、锁紧螺纹132的牙顶尺寸lx满足如下关系:l>lg>lx。

[0078] 通过结构的微调,本发明可调整为不同于实施例1的可拆卸结构。螺栓 1安装后,尾端辅助安装部分仍与工作部分连接,当需要拆卸时,可使用工装拉动辅助安装段,使夹紧的锁紧螺纹132再次张开,螺母2可自由旋出。弹性变形不会对材料形状及性能产生不利影响。

[0079] 对于有拆卸维修要求的紧固连接结构,可使用本实施例所述的可拆卸型防松螺

栓，螺栓选择原材料为TC4的钛合金，选择弹性变形量为0.1时作为设计的基础变形量，本实施例的性能参数见表2。

[0080] 表2 实施例2的性能数据表

[0081]

材料	锁紧螺纹	基本螺纹	螺母安装施加力矩	松脱力矩	材料抗拉力	螺栓安装时施加的拉力	拆卸时施加拉力
TC4	MJ5x0.72x4.95	MJ5x0.8x5.5	9 N·m	≥1.5 N·m	17.5KN	6~8KN	6~8KN

[0082] 本发明 的安装具体包括如下步骤：

[0083] 步骤一：将螺栓头11放入使用环境或者上工装中，光杆12的厚度等于适用夹层3厚度；

[0084] 步骤二：将配合安装的螺母2旋入防松螺栓下端的基本螺纹131部位，配合螺母2的螺纹为MJ5x0.8x5.5；

[0085] 步骤三：使用下工装，旋入防松螺栓下端基本螺纹131，施加预定的拉力，拉力值设定应根据材料的应力应变曲线确定，设定值为发生0.1形变量时对应的拉力值，使锁紧螺纹132部分慢慢张开，施加的拉力可以适当小幅调整，达到可以继续旋入螺母2为止；

[0086] 步骤四：螺母2旋合至夹层3下端，与夹层3接触，安装力矩根据不同规格选取，如本实施例中选取的型号符合的技术条件规定的安装力矩为9 N·m。

[0087] 步骤五：卸载拉力，旋出下工装，完成安装。

[0088] 步骤六：当维修拆卸时，拆卸时，使用下工装旋入下端基本螺纹131部分，操作步骤与安装时相反，完成拆卸和维修。

[0089] 对比例1

[0090] 采用规格MJ6x1的TC16钛合金六角厚自锁螺母2与TC16钛合金螺栓紧固结构，如图13-图14所示，本对比例的性能参数见表3。

[0091] 表3 对比例1的性能数据表

[0092]

材料	螺纹	收口处变形量	螺母安装力矩	松脱力矩(均值)
TC16	MJ6x1x7	0.056	13N·m	0.7N·m
A286	MJ6x1x7	0.056	13N·m	0.9N·m
16CrSiNi	MJ6x1x7	0.056	13N·m	1.3N·m

[0093] 对比例2

[0094] 采用规格MJ5x0.8的TC4钛合金六角厚自锁螺母2与TC4钛合金螺栓紧固结构，如图13-图14所示，本对比例的性能参数见表4。

[0095] 表4 对比例2的性能数据表

[0096]

材料	螺纹	收口处变形量	螺母安装力矩	松脱力矩(均值)
TC4	MJ5x0.8x5.5	0.052	9N·m	0.5N·m

[0097] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

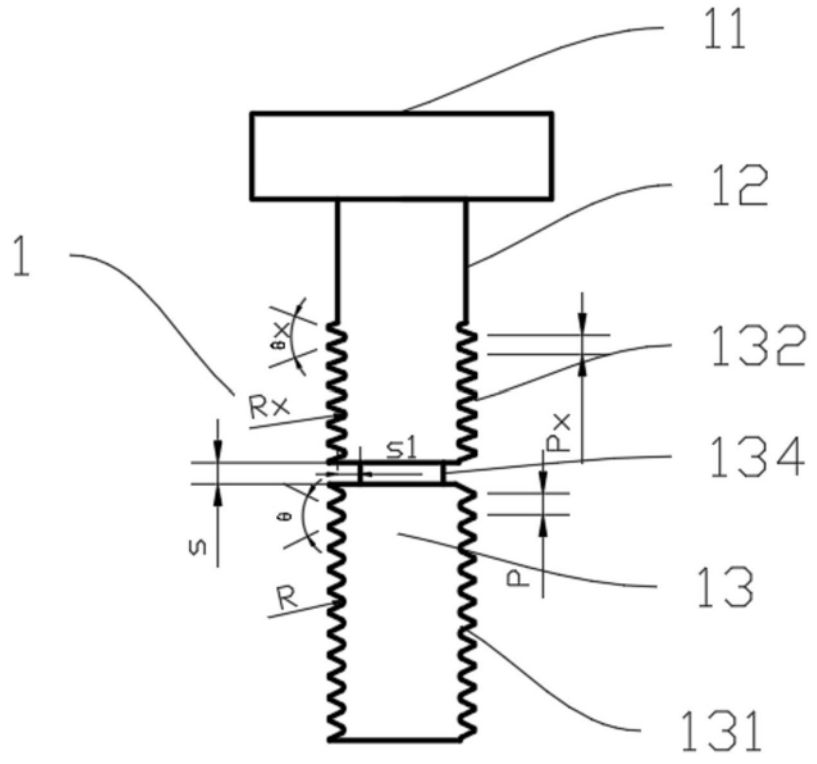

11
12
1
θx
Rx
132
Px
S1
134
θ
S
P
R
13
131

图1

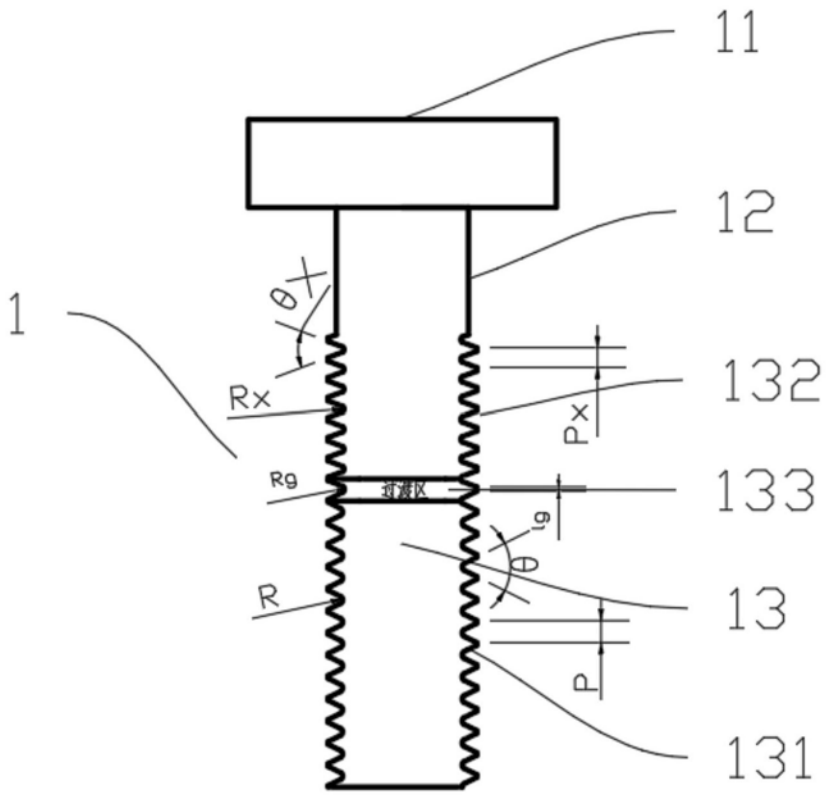

11
12
1
θx
Rx
132
Px
Rg
133
θg
R
13
P
131

图2

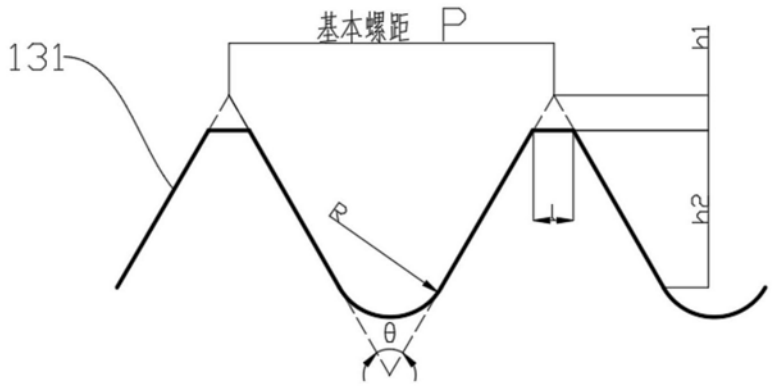


图3

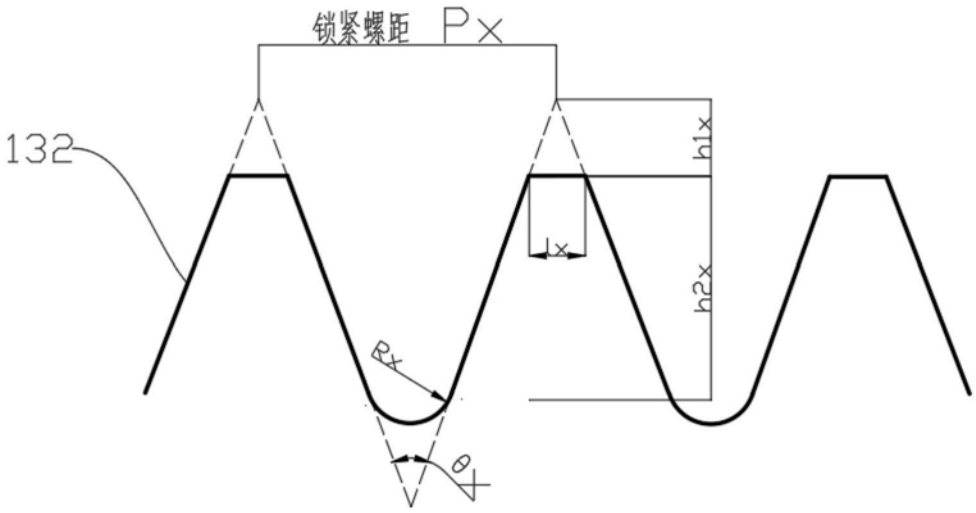


图4

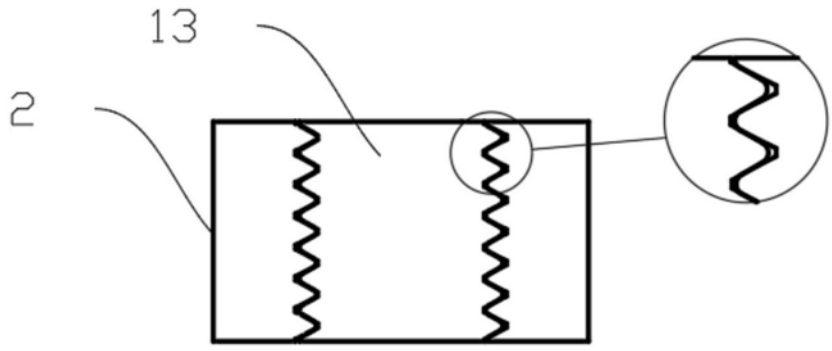


图5



图6

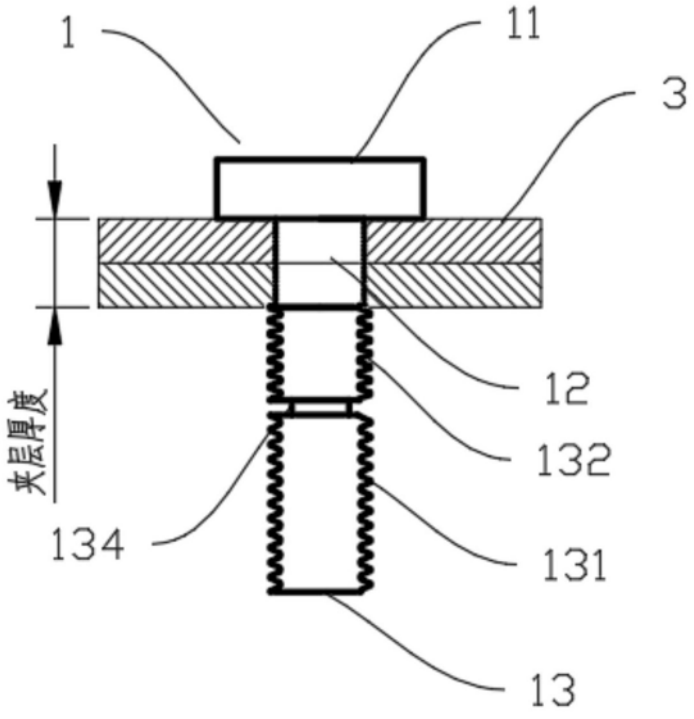


图7

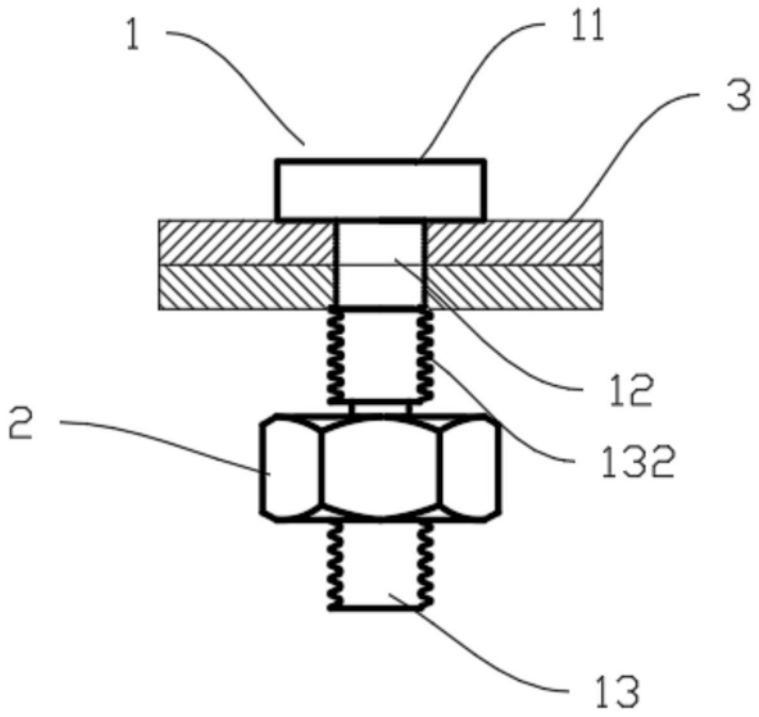


图8

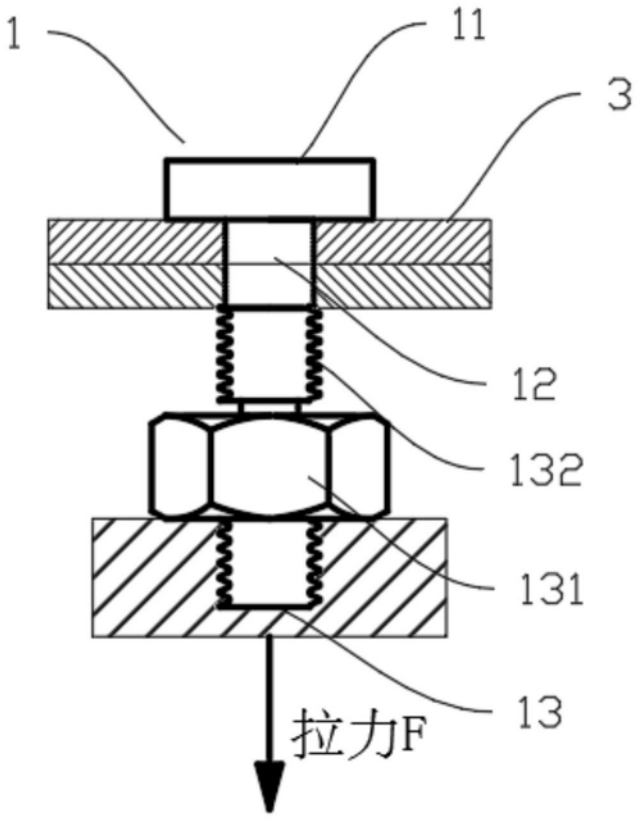


图9

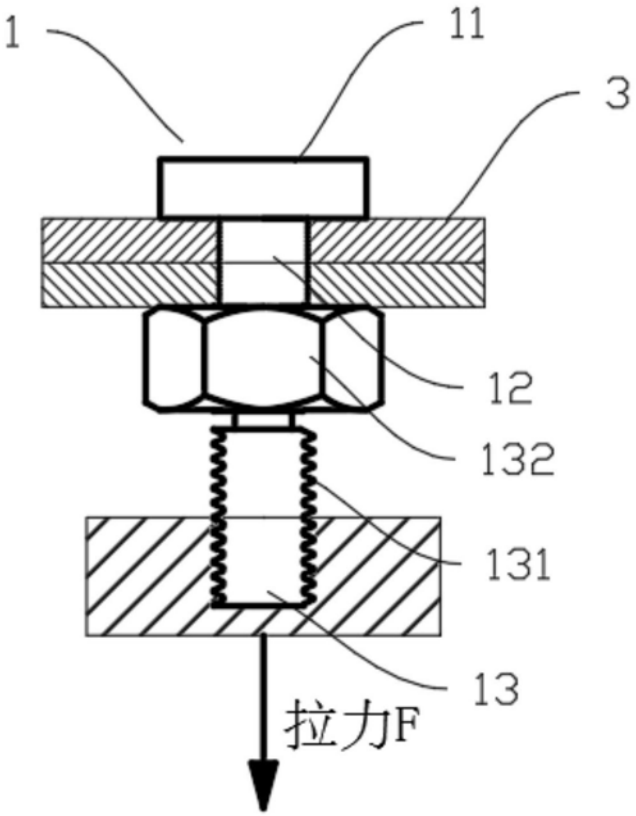


图10

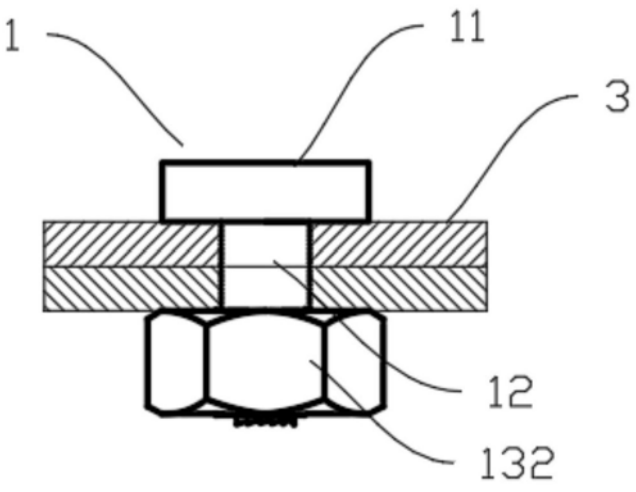


图11

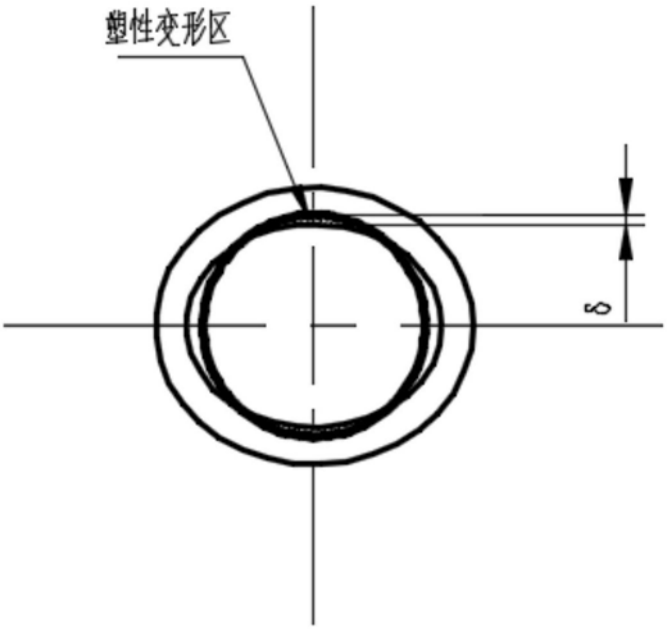


图12

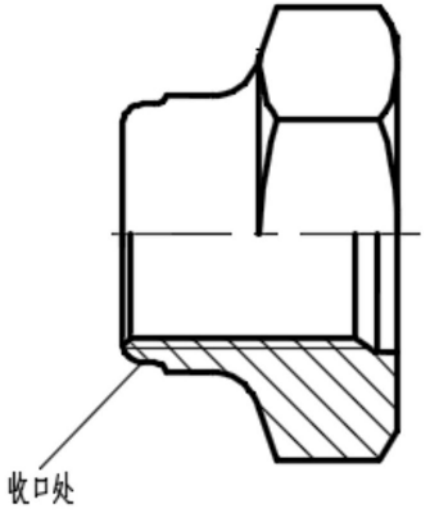


图13

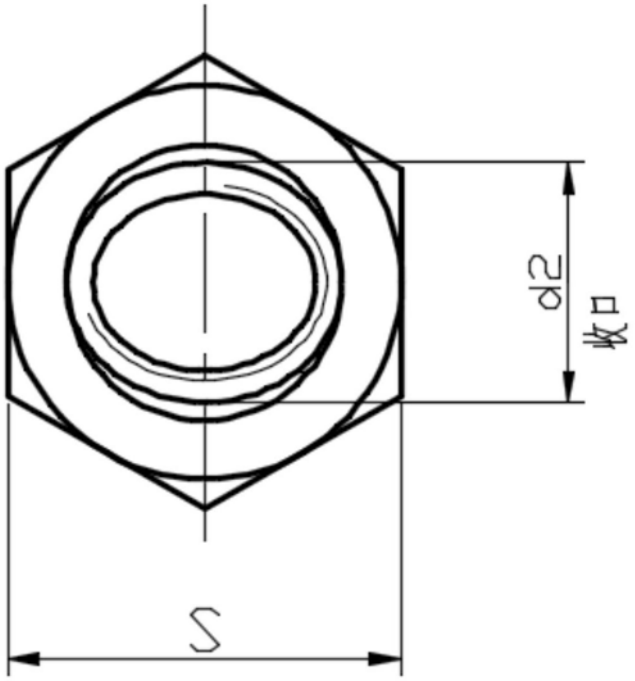


图14

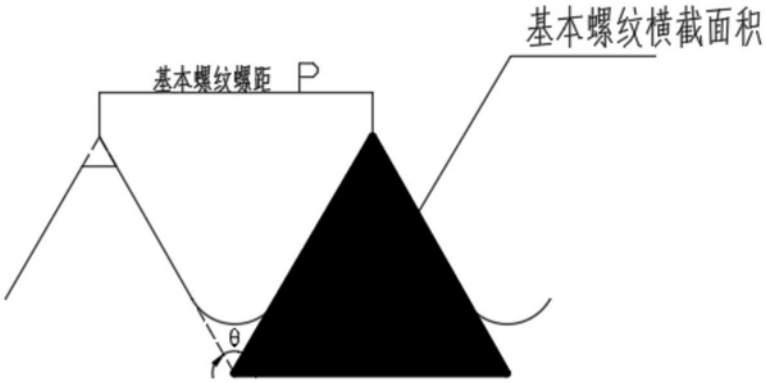


图15

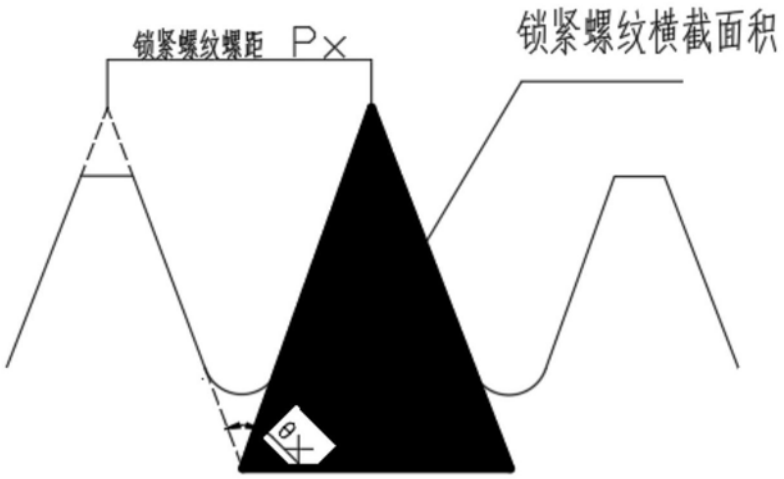


图16