

导弹弹体电连接器 螺钉防松脱设计

Loose-Proof Design for Missile Electrical Connector Screw

中国空空导弹研究院 白书静 朱彦军



白书静

工程师,从事红外导弹总体装调技术工作。先后获得研究院科技成果一等奖1次,二等奖2次,工艺成果一等奖2次,二等奖8次,三等奖3次。

导弹上的电连接器工作环境可简单分为弹体内部和导弹壳体上两类。弹内电连接器工作环境相对简单,只要可靠连接即可保证整个生产和使用过程电气的正常传输。弹外电连接器工作环境相对复杂,既要满足导弹气密、水密的要求,也要满足导弹在使用过程弹体振动和温度变化等环境的要求。

针对导弹电连接器螺钉松脱问题,提出了5种防松设计方法。经多个型号导弹批产使用验证,这些方法有效地解决了电连接器螺钉松动问题,提高了导弹的可靠性。

电连接器连接失效原因及后果

电连接器连接失效主要是指电连接器的固定螺钉失效,如螺钉松动或脱落,造成电连接器连接不可靠。电连接器失效的原因有螺钉强度不足、材料存在缺陷、结构设计不合理等造成螺钉连接不可靠,或缺少防脱工艺方法、拧紧力矩不合适、螺钉没有防振脱落设计。

电连接器螺钉松动时,可能造成电路断路。若连接螺母脱落掉入弹体内部,会接触器件造成短路,使导引或制导功能失效,导弹轻则不具备发射条件,重则导弹失控,直接影响作战效果。

电连接器螺钉防松脱几种方法

防止螺钉连接在工作期间松动主要有3个途径:(1)防止摩擦力减小到临界值以下;(2)防止过强的阻尼作用于螺钉连接;(3)防止螺母相

对螺钉转动。

根据生产实际中广泛采用的有效防松措施,可以归结为如下几种基本的电连接器防止螺钉连接松动的方法:(1)保持螺旋副和被连接件接触表面间的摩擦力,防止摩擦力降至造成松脱的临界值以下;(2)用机械的方法,借助于各种金属止动元件,防止螺母与螺钉、螺母与连接件相对转动;(3)用机械的方法防止被连接件间的相对滑移(阻尼振动);(4)提供一个有效力矩来抵消拆卸力矩(螺母松退力矩)的作用;(5)把螺旋副变为非运动副,排除螺母相对转动的可能性^[1]。

电连接器螺钉防松设计

以一种弹外电连接器为例,从螺钉脱落的原因出发,根据螺钉防松方法,提出几种弹外电连接器螺钉防松脱解决方案。

图1为弹内、外电缆的一种连接

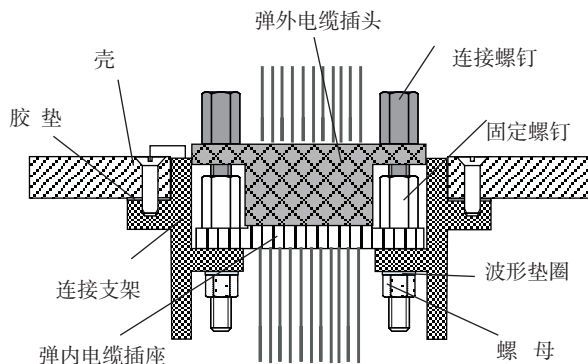


图1 弹内、外电缆的连接方式

方式。弹内电缆通过自带的2个外六方头固定螺钉、波形垫圈、螺母固定在连接支架上组成连接支架组合，在连接部位及螺母端涂满GD414，以起到气密和螺母锁定的作用；连接支架组合再通过4个螺钉固定在导弹壳体上。而弹外电缆插头与弹内电缆插座对接后，通过2个对接螺钉和固定螺钉保证连接的可靠性，从而实现弹内、弹外电缆的连接。

弹外电缆装配时，当装配过程中螺钉调整或拆卸时，连接螺钉与固定螺钉之间的螺纹摩擦力与固定螺钉、螺母之间的拧紧力反向，致使螺钉、螺母相对运动，螺钉松动。

从该连接形式可见，弹内电缆自带的六方头固定螺钉与螺母连接部位较少、固定螺钉无限位、弹性垫圈及GD414防松效果不佳是造成该螺钉易松动的几个原因。

下面以该结构为例，从螺钉脱落的原因出发，根据螺钉防松方法，提出几种弹外电连接器螺钉防松脱解决方案。

1 防止相对滑移

拆卸连接螺钉时，固定螺钉受到的力与其轴向垂直，此时可在结构上采取措施，利用止动附件，靠机械作用固定螺钉，由于阻止了螺钉的旋转，因而能起到防松作用，这种防松方法十分可靠。

如图2所示，将连接支架上装配固定螺钉的螺钉孔设计成内六方限位孔或增加限位块，在拆卸连接螺钉

时，固定螺钉因为限位块无法转动，螺母也无法转动，即可解决螺钉松动问题。与原方法相比，操作简单，连接可靠。

2 嵌塑螺钉

连接支架螺钉易松动，一个重要的因素是螺钉与螺母接触面积较小。针对这个原因，

选用合适的嵌塑防松螺钉弥补这个缺陷。如图3所示，嵌塑防松螺钉是将尼龙圆柱棒压入螺钉螺纹部分的径向小孔内制成^[2]。利用尼龙的良好弹性及耐磨性，使尼龙挤满螺纹配合间隙，紧固时尼龙挤压内螺纹产生摩擦，当由这种摩擦力产生的摩擦力矩大到能克服使用条件下的松动力矩时，即起防松作用。这种防松螺钉与用弹簧垫圈防松的螺钉不同之处在于螺钉在使用期间，即使某一瞬时，松动力矩大于摩擦力矩引起瞬时松动，但过了这瞬时，螺钉不仅仍起防松作用，而且摩擦力矩不变。这是这种嵌塑螺钉防松作用的独特之处。采用嵌塑防松螺钉操作上更简单，返修更容易。

3 对顶螺母设计

对顶螺母是靠增大摩擦力矩防

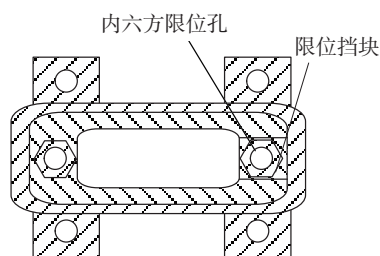


图2 防止相对滑移的防松方法

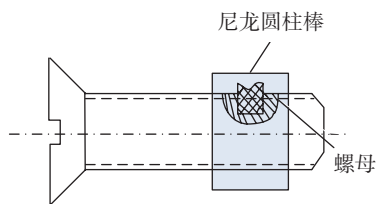


图3 嵌塑螺钉防松手段

松的一种方法，但比弹性垫圈有效得多。当拧上主螺母时，螺母螺纹牙形的上侧与螺钉螺纹牙接触，拧上副螺母后，主螺母变为螺纹牙形的下侧与螺钉螺纹牙接触，而副螺母螺纹牙形的上侧与螺钉螺纹牙接触。因此，螺钉上的轴向载荷全部或大部由副螺母的螺纹牙承受。当副螺母的拧紧力矩大于或等于主螺母的拧紧力矩时，副螺母受载，产生防松作用^[2]。

4 整体设计

除上述常用的螺钉防松脱方法外，尽量简化连接件连接结构，减少连接环节也是一个保证连接质可靠性的方法。将弹内电缆插座与连接支架设计成一个整体插座，减少一个螺钉连接环节，在插座基座内设计两个用于与弹外电缆插头对接的螺纹孔(盲孔)，可从根本上解决螺母脱落的问题；在基座外围设计4个螺纹孔(盲孔)，实现与壳体的连接；另外在插座上开槽装配密封圈，以满足气密和水密的要求。整体设计结构简单，装配方便。

5 工艺方法

在不改变结构设计的基础上，可采用工艺方法保证产品质量。可选用导弹上已经成熟应用的SY2850灌封料对螺母部位进行灌封处理。该灌封料可在205℃下工作，其强度高、导热性好、热膨胀系数低、电绝缘性优异，在导弹的工作环境下可锁死螺母。

结 论

本文针对导弹电连接器螺钉松脱问题，提出了5种防松设计方法。经多个型号导弹批产使用验证，这些方法有效地解决了电连接器螺钉松动问题，提高了导弹的可靠性。

参 考 文 献

- [1] 卜炎. 螺纹联接设计与计算. 北京: 高等教育出版社, 1995.
- [2] 邱宣怀. 机械设计. 北京: 高等教育出版社, 1989.

(责编 深蓝)