

一种新型钢丝绳减震组件的加工方法

王文铃

贵州航天林泉电机有限公司 贵州 贵阳 550008

【摘要】：本文叙述了一种为了满足某型电动机机构能够承受严酷恶劣的外部力学环境考验而采用的一种新型的钢丝绳减震结构的加工工艺方法。该新型的钢丝绳减震结构无相关的加工检验，通过不断的摸索验证、优化工装设计及工艺过程，最终完成了该新型减震结构的加工；并通过设计的振动实验，验证了该加工工艺方法加工出来的减震组件具有良好的减震和缓冲效果，满足设计要求。

【关键词】：钢丝绳减震结构；工装设计；工艺方法

DOI:10.12417/2705-0998.26.08.095

1 引言

该钢丝绳减震组件为某型电动机机构中一个减震组件，该电动机机构为某型发动机流量调节阀的关键驱动部件，其需要承受振动量级很大的振动冲击，为了保证该型电动机机构的可靠稳定工作，在电动机机构上特地增加了减震组件，通过减震组件的缓冲和吸振作用，减小系统对电动机机构的振动冲击。该减震组件主要通过两法兰分别连接电动机机构及系统，而法兰之间则用钢丝绳绕制的减震环进行连接；对于该法兰组件的加工，主要在于钢丝绳减震环的绕制及如何将钢丝绳绕制好的减震环与两法兰进行装配固定。

由于该结构为一种新型结构，公司内无相关工艺经验，生产经验薄弱。加工过程中技术人员需深入现场进行跟产，了解加工过程中的困难点，不断摸索加工过程，根据生产情况不断对工装及工艺流程进行优化，从而降低加工难度及加工强度；完成整个减震组件的加工，固化该类型减震组件的工艺流程及工装设计，最终装配出满足设计要求的减震组件。

2 钢丝绳减震组件结构及工艺过程

2.1 钢丝绳减震组件结构

该钢丝绳减震组件结构见图1所示，主要由上法兰、上法兰盖、下法兰、下法兰盖、钢缆、钢缆压环、铆钉、接口螺柱及圆柱销组成。结构的主要作用是通过该钢丝绳减震组件的缓冲和吸振作用，减小系统对电机本体的振动冲击，从而保证该型电机组件的可靠稳定工作。

减震组件作为连接电动组件和系统对接的中间件，其中下法兰通过螺栓与电机组件相连，上法兰通过接口螺柱与系统连接，两法兰通过中间钢丝绳绕制的减震环连接；减震环将上下法兰进行轴向连接和限位，当机构受到振动与冲击时，可通过减震环基体的变形达到缓冲和吸振的目的。而钢丝绳绕制的减震环分别通过上法兰盖与下法兰盖固定在上法兰与下法兰上，从而连接上下法兰，法兰盖与法兰之间则采用铆钉及与电机组件和系统之间的连接螺纹进行紧固。圆柱销的作用则是通过压入圆柱销，挤压钢丝绳在法兰与法兰盖之间槽内的空间，进一

步固定法兰与钢丝绳之间的位置；

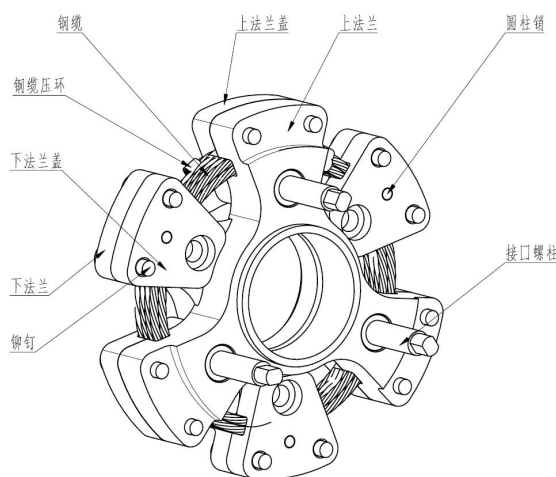


图1 减震组件结构

2.2 工艺过程

减震组件的结构可以看出，该组件的加工过程主要由两个大工序构成，一个是钢丝绳减震环的绕制，二是钢丝绳减震环与上下法兰之间的装配连接；

2.2.1 钢丝绳减震环的绕制

钢丝绳减震环如图2所示，该减震环由两股不锈钢丝3.0NAT6×7+1WS 径向并列轴向绕制四圈而成；该结构与电枢线圈结构类似，都是通过线缆绕制而成，因此在加工过程中采用工装绕线模进行绕制，加工初期拟设计绕线模在绕线机上采用双股并绕的方式，绕制4圈后采用钢丝绑扎后取下线圈，从而完成钢丝绳线圈的绕制。

在实际加工过程中由于钢丝绳无法像漆包线一样柔韧易变形，加工过程中需对钢丝绳进行拉紧，因此无法像漆包线一样采用绕线机进行；所以将该绕制过程调整到车床上进行，工装设计如图3所示；

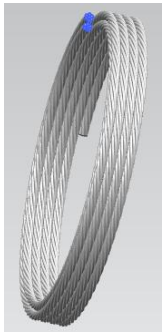


图2 钢丝绳减震环

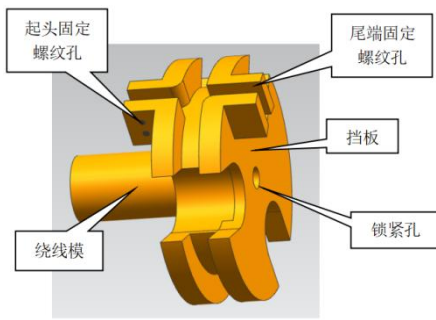


图3 绕制工装

线圈绕制工装由绕线模、挡板两部分组成，通过锁紧孔用螺钉紧固在一起组成；绕制结束后通过三个缺口进行绑扎，然后拆开挡板取下线圈；在实际绕制过程中由于钢丝绳韧性及绕制过程中钢丝绳受力拉紧，双股同时绕制时由于绕制工装的宽度，在绕制第二圈时第一圈上层的钢丝绳受力下榻，无法完整的绕制，因此更改工装，如图3在绕线模及挡板的绕制线圈的起头与收尾位置增加两组螺纹孔用来固定钢丝绳位置，一股一股的绕制，绕制过程中起头处用螺钉将其固定在绕线模上，绕制完成后再用螺钉锁紧在挡板上；分两次进行，如图4。

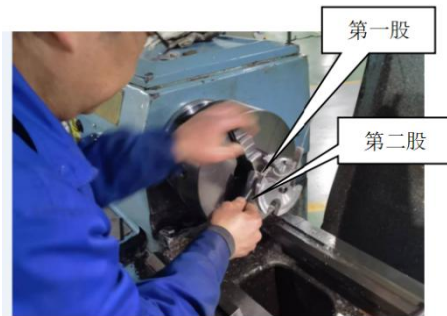


图4 绕制过程

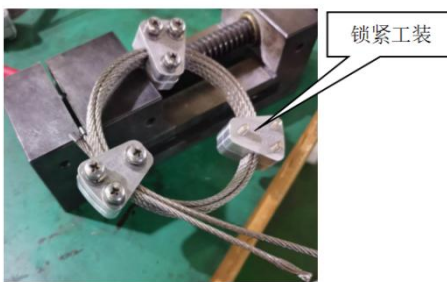


图5 钢丝绳成型示意图

线圈绕制完成后，无法直接从工装上取下，应先对其绕制的形状进行固定后再从工装上取下，防止取下后绕制好的钢丝绳减震环散掉报废。加工过程中采用钢丝进行绑扎后取下，但是由于绕制的钢丝绳减震环内外尺寸被钢丝很好的束缚，导致变形，很难进行后续的装配工作。因此采用上下法兰盖的结构设计如图5所示的锁紧工装，工装采用两块盖板，两盖板之间按上下盖板上下法兰上钢丝绳减震环装配槽加工锁紧槽，并用

螺钉锁紧。采用锁紧工装锁紧后从绕制工装上取下，这样能够得到形状固定的钢丝绳减震环。剪切掉多余长度的钢丝绳后在切口处套钢缆压环并用平口钳压紧，防止切口处不规则的形状划伤加工者，同时因为钢丝绳为多股细小钢丝绞制而成，钢制整个钢丝绳线缆从切口处抽头散落。

2.2.2 减震组件的装配

钢丝绳减震环连接着上下法兰，为便于后续的装配过程，将其装配过程分为两大步骤，先将其装配到下法兰上，铆接紧固后拆掉锁紧工装再装配上法兰；这样能够避免装配上下法兰过程中由于位置关系的要求需拆下锁紧工装导致钢丝绳减震环散线问题。

将减震环放置在下法兰对应的安装槽内，盖上下法兰盖；由于钢丝绳受力会变形，因此法兰与法兰盖之间的槽深在设计时要小于钢丝绳圈的宽度，这样能够保证铆接后的减震环能够被压紧。因此铆接前先用螺钉通过法兰与电动机构之间安装孔将法兰与法兰盖锁紧，再在铣床上用压板将法兰与法兰盖之间压紧无缝隙后在进行铆接，再压入锁紧销在法兰径向方向上压紧钢丝绳，保证减震环被下法兰与下法兰盖完全压紧。避免后续松开锁紧工装法兰后由于法兰与盖未将钢丝绳压紧导致的减震环变形松散的问题。如图6所示；



图6 下法兰装配后示意图

下法兰铆接完成后取下锁紧工装，然后进行上法兰的装配；将减震环放置在下法兰对应的安装槽内，盖上下法兰盖，拧上接口螺柱；由于上下法兰之间的内孔具有同轴度要求，且上下法兰的安装孔之间有角度要求，因此在铆接前需对上下法兰之间的角度进行定位，采用定位工装将其角度定位好后，锁紧上法兰与上法兰盖之间的接口螺柱；如图7所示，定位工装设计了一块定位角保证上下法兰之间的位置关系，同时设计一个定位内芯保证上下法兰之间的同轴关系。

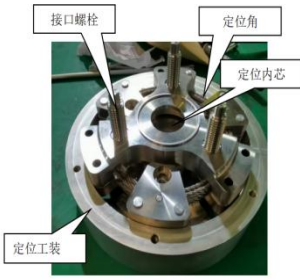


图7 定位示意图

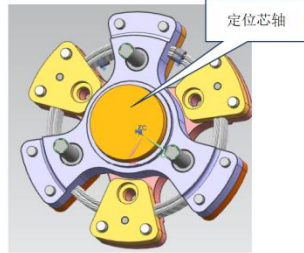


图8 铆接前定位示意图

接口螺柱锁紧后从定位工装中取出，在铣床上用压板将法兰与法兰盖之间压紧无缝隙后在进行铆接；由于铆接过程中法兰会受到较大的力，为防止该过程中法兰受力偏移，导致上下法兰之间同轴度超差，因此铆接过程中在上下法兰之间插入定位芯轴进行定位（如图8所示），防止法兰因受力偏移。铆接完成后用定位工装复测上下法兰之间的位置关系，合格后再压入锁紧销在法兰径向方向上压紧钢丝绳，保证减震环被上法兰与上法兰盖完全压紧。

加工完成后的钢丝绳减震组件如图9所示；



图9 钢丝绳减震组件示意图

3 试验验证

为了验证加工完成的钢丝绳减震组件在电动机上的能否达到设计要求的减震效果，对电动机进行了随机振动试验。电动机在试验前后各项主要性能指标均满足要求。在随机振动试验中，电动机的轴向要承受振动量级为45g的长达30min的振动作用，通过在电机组件尾部设置一个振动监测点，如图10所示。监测点及控制点的振动量级监测数据见图11，通过数据可知，当振动台给产品施加振动量级为45g的振动作用

参考文献：

- [1] 周础. 桥梁钢丝绳阻尼减震伸缩装置理论及试验研究[D]. 华中科技大学, 2023.
- [2] 李浩, 徐钰蕾, 谭淞年, 等. 光学载荷钢丝绳减震器的结构设计与分析[J]. 红外技术, 2023, 45(3): 298-302.

用时，经过减震组件的缓冲和减震后，在电动机尾部的振动量级减小到9.15g。

通过试验结果分析，说明钢丝绳减震组件能够很好的吸收较大的振动冲击能量，从而起到缓冲和减震作用，使电动机本体受到较小的振动冲击，能够很好地适应恶劣的外部力学环境作用，保证电动机构的稳定可靠工作，满足设计要求。

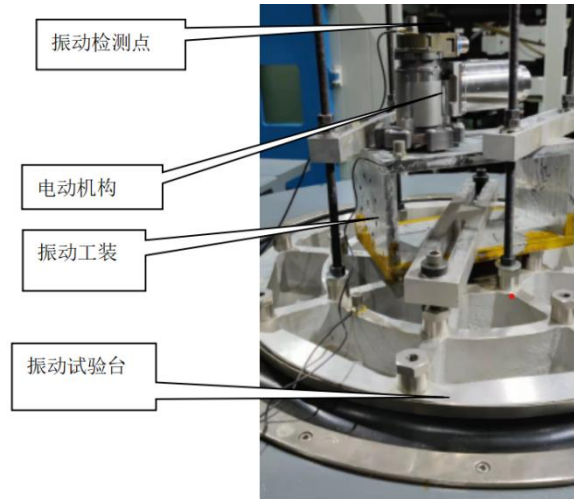


图10 电动机振动试验

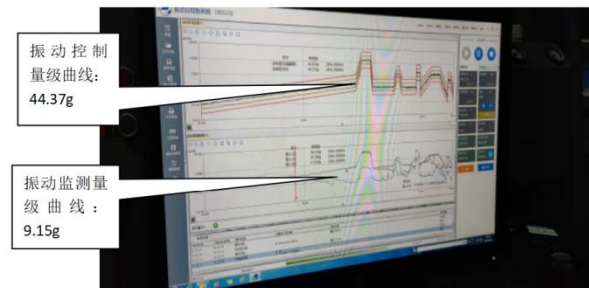


图11 振动试验曲线

4 结语

通过最终试验结果可知，该加工方法过程中使用的工装能够加工出满足设计要求的产物。但是整个加工过程中手工率很高，能够满足小批量的生产，如果需要大批量生产，仍需对其中的手工化过程及流程进行研究优化。

该加工方法及工装设计能够为后续同类型结构产品的加工提供了一个可参考方案。