

基于铝合金车体的自攻钢螺套 安装工艺

■ 中车株洲电力机车有限公司 (湖南株洲 412001) 梁 涛 刘文科

摘要: 针对城轨车辆铝合金车体上的自攻钢螺套松动和脱落问题进行原因分析和工艺试验, 通过钻孔改进措施和预紧力验证装置, 保障了产品质量, 改善方法推广后取得了很好的经济效益。

关键词: 铝合金车体; 自攻钢螺套; 脱落; 原因; 措施

自攻钢螺套是一种加强螺纹强度的紧固件, 其嵌入铝合金材料内, 可形成高强度的内螺孔, 属于异种金属联接。它通过专用旋进起子旋入已经钻好并比其外径小的底孔内, 通过自身外径上的切削螺纹在孔内壁上形成内螺孔, 使母材与钢螺套联接在一起。

自攻钢螺套在铝合金车体上得到广泛应用, 材质为303或304不锈钢。每台车都有几百个, 小到底架上线缆支架安装, 大到车体之间的贯通道安装, 都通过它用螺栓联接。钢螺套的安装如图1所示, 其安装属于“八防”工序



图1 钢螺套的安装

中的“防离”, 主要是防止钢螺套安装后出现松动或脱落。自攻钢螺套安装后应与母材表面平齐(或微低于母材表面), 在规定的扭力值内无松动和脱落。

1. 生产中面临的问题

在实际生产中发现钢螺套安装存在以下现象: ①钢螺套未全部攻入。②与母材不垂直, 出现歪斜。③钢螺套打磨过多。④在总成进行设备安装时出现松脱。如图2所示。

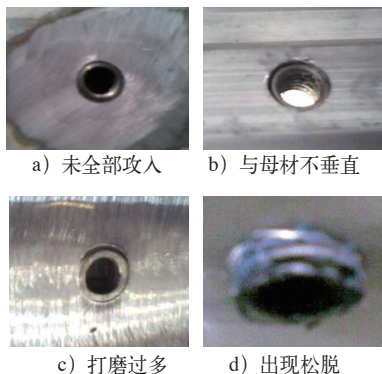


图2 钢螺套安装质量缺陷

自攻钢螺套脱落后, 因为铝合金比钢螺套强度低, 母材底

孔上的螺孔往往全部破损, 返工时, 只能采用补焊后重新安装或扩孔后攻入异形钢螺套两种方法解决, 耗费的时间至少是正常操作的几百倍, 其中第二种方法不利于将来的维护保养。同时, 在车辆运行中出现钢螺套松脱, 将会使零部件脱落, 造成行车安全事故。

2. 问题分析

如图3所示, 通过对安装过程中经常出现的问题及造成的原因进行分析, 得出其相互关系。

由图3可以看出, 底孔质量是问题产生的关键因素, 其中底孔直径过小和过大是主因, 底孔或攻入时不垂直是次因。而生产中钻底孔时使用的手风钻和钻头直径, 对底孔直径造成的影响需要进行验证。

3. 工艺试验

选用常用的M12×12mm自攻钢螺套进行工艺试验, 试验步骤

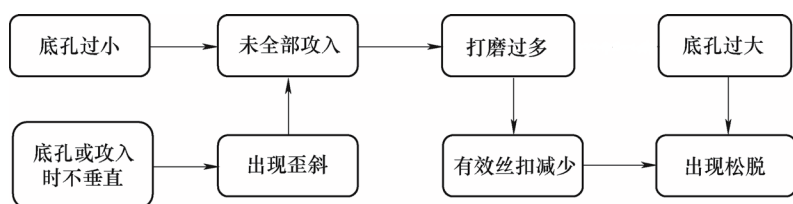


图3 安装过程中出现的问题和原因之间的相互关系

如下。

1) 如图4所示，钻底孔时，第一行使用 $\phi 14.9\text{mm}$ 钻头，第二行使用 $\phi 15.0\text{mm}$ 钻头，第三行使用 $\phi 15.1\text{mm}$ 钻头。

2) 测量并记录底孔直径。

3) 安装钢螺套，其中A、B和C列使用乐泰胶243，D、E和F列使用乐泰胶277，各位置钢螺套需检验并记录外径。

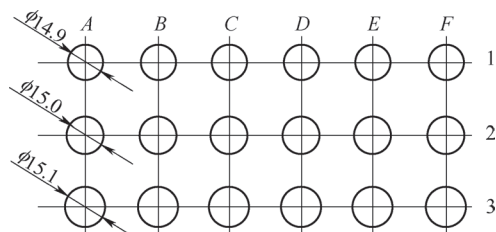


图4 试验样板示意

4) 常温下干燥24h以上后，对所有钢螺套进行扭力试验，扭力值为 $53\text{N}\cdot\text{m}$ ，记录扭力试验情况。

5) 对钢螺套做防松标记。

6) 使用普通扳手和8.8级螺栓对A、B、E和F列钢螺套做拆卸试验，并记录拆卸次数。

7) 考虑到车辆总组装和使用期维护保养的需要，使用风动棘轮扳手和8.8级螺栓对C、D列钢螺套做拆卸试验，记录拆卸次数。

试验数据见表1。试验结果分析如下。

1) 使用一般的钻孔方法，当分别用 $\phi 14.9\text{mm}$ 、 $\phi 15.0\text{mm}$ 和 $\phi 15.1\text{mm}$ 钻头所钻的底孔直径 $< 15.27\text{mm}$ 时，此种条件下安装的

表1 试验数据

底孔编号	钻头规格 ϕ / mm	底孔 X向半径/ mm	底孔 Y向半径/ mm	X、Y向 半径差/ mm	钢螺套 外径/ mm	使用乐泰 胶种类	扭力 试验 是否 合格	反复 拆卸 次数	拆卸所用工具	有 无 松 动
A-1	14.9	15.06	15.00	0.06	15.950	243	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
B-1	14.9	15.04	15.00	0.04	15.942	243	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
C-1	14.9	14.94	15.10	0.16	15.950	243	✓	10	风动棘轮扳手	无
D-1	14.9	15.02	14.94	0.08	15.952	277	✓	10	风动棘轮扳手	无
E-1	14.9	15.02	15.00	0.02	15.945	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
F-1	14.9	15.00	15.08	0.08	15.940	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
A-2	15.0	15.20	15.20	0	15.945	243	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
B-2	15.0	15.20	15.10	0.10	15.953	243	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
C-2	15.0	15.10	15.12	0.02	15.930	243	✓	10	风动棘轮扳手	无
D-2	15.0	15.10	15.18	0.08	15.946	277	✓	10	风动棘轮扳手	无
E-2	15.0	15.10	15.12	0.02	15.929	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
F-2	15.0	15.14	15.18	0.04	15.947	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
A-3	15.1	15.20	15.30	0.10	15.950	243	×	3	0~100N·m扭力扳手	有
B-3	15.1	15.16	15.18	0.02	15.940	243	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
C-3	15.1	15.27	15.20	0.07	15.946	243	×	5	风动棘轮扳手	有
D-3	15.1	15.30	15.31	0.01	15.943	277	×	5	风动棘轮扳手	有
E-3	15.1	15.18	15.20	0.02	15.938	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无
F-3	15.1	15.16	15.16	0	15.942	277	✓	10	0~100N·m扭力扳手	无

钢螺套均可耐受10次之内的反复拆装。

2) 分别涂抹乐泰胶243和277安装的钢螺套,在有限的拆装次数(10次)内,未出现区别,均未脱落,可以满足使用要求。

3) 使用手动棘轮扳手和失速型风动棘轮扳手安装和拆卸钢螺套,未出现明显区别,钢螺套均未脱落。

4) A-3、C-3、D-3三颗钢螺套使用 $\phi 15.1\text{mm}$ 钻头所钻的底孔直径 $\geq 15.27\text{mm}$,无论是使用手动棘轮扳手,还是使用失速型风动棘轮扳手安装和拆卸,均出现了松动和脱落,能反复拆装的次数显著减少。

由分析可知,底孔直径偏大是造成钢螺套脱落的主要原因,如果钢螺套安装能按照工艺要求来做,则不同工况下钢螺套可以承受反复的拆装,能满足使用要求。

4. 工艺改进措施

针对工艺试验中出现的问题,在生产中采取了如下措施。

1) 钻底孔时,首先在车体表面划出底孔定位中心线,打上样冲眼后,先钻出导孔,再选择比自攻螺套外壁螺纹小径小 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 的钻头扩完底孔。台钻选择小 0.1mm ;手电(风)钻垂直水平面钻选择小 0.1mm ,平行水平面钻选择小 0.2mm 。

2) 用孔径检验装置(见图5)检测底孔。①当最小孔径检验棒能插进而最大孔径检验棒不能插进时,说明底孔直径合格。②若最小孔径检验棒和最大孔径检验棒都能插进,则说明底孔不合

格,孔径偏大,自攻螺套安装后会松脱。③若最小孔径检验棒不进,则说明底孔偏小,自攻螺套会攻不进,孔径需要再扩大。

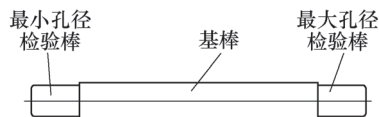


图5 孔径检验装置结构

3) 检验底孔垂直度。将最小孔径检验棒插进孔直径合格的底孔,将角尺基座与基材贴紧,另一直边靠向基棒外表面就可测量垂直度。

4) 测量抗拉抗扭力值。将抗拉抗扭力值测量装置(见图6)组装好,六角头螺栓旋入安装好的自攻螺套,扭力扳手调到测量值后进行预紧,自攻螺套不产生周向转动,则抗扭合格;将测量装置中套筒3取出,重新将六角头螺栓旋入安装好的自攻螺套,扭力扳手调到测量值后进行预紧,达到测量值后自攻螺套未拉出,说明自攻螺套在此预紧力作用下抗拉合格。

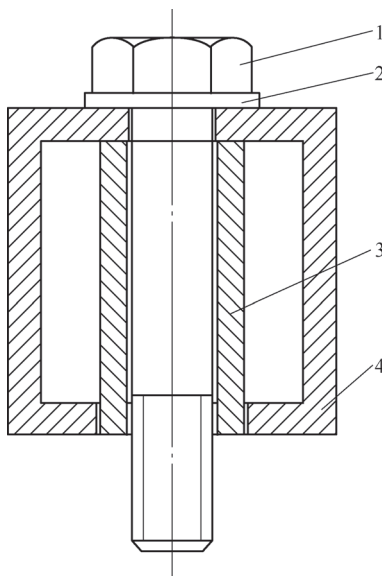


图6 抗拉抗扭力值测量装置结构

1—螺栓 2—垫片 3—套筒 4—支座

5. 应用效果

将工艺措施应用于广州三号线项目,对20台车共704颗 $M12 \times 12\text{mm}$ 自攻钢螺套安装进行效果跟踪,发现只有两颗在未达到 $53\text{N}\cdot\text{m}$ 扭力值的情况下出现了松动,经查一颗出现歪斜,另一颗底孔直径偏大。一次安装合格率达到99.9%,比以前提高了3%,与以前相比每列车可节约损耗和返修成本3000多元。

6. 结语

本次研究及总结出的工艺措施应用后达到了预定的目标,减少了返修量,提高了生产效率,改善了产品质量,为地铁车辆的安全运行打下了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 闻邦椿,等. 机械设计手册[M]. 6版. 北京:机械工业出版社, 2018.
- [2] 焦延娟. 对螺套应用及安装可靠性的研究[J]. 山东工业技术, 2016(23): 261.

MW (收稿日期: 20200325)

专家点评

文章对问题的分析比较透彻,利用工艺试验中的数据和结果进行比较,得出底孔直径偏大是造成自攻钢螺套脱落的主要原因,并采取有效的改进措施予以控制和检验。力值测量中采用的预紧力装置简单、实用,大幅提高了地铁车辆的行车安全系数。