本文通过对涂装车间下坡链轨道磨损问题的分析，对相关经验教训进行总结，为设备维修人员提供相似设备的问题解决、改善预防的方式及思路，再次遇到类似问题时，有更加开阔的思路和更好的解决方案。

□ 上汽通用五菱汽车股份有限公司重庆分公司 黄恒

涂装车间下坡链故障分析处理

涂装下坡链现状

链传动由于效率高，传递功率大，过载能力强，并具有能在高温、潮湿、多尘、有污染等恶劣环境中工作等优点，被广泛用于汽车制造中的机运系统。同时链传动也存在传动平稳性差，运转时会产生附加动载荷、振动、冲击和噪声等问题。

因为上述工作特点，传动链与轨道接触面之间常产生较为严重的磨损，例如涂装车间下坡链的传动链轨道易产生变形及严重磨损问题，本文就此展开研究分析，解决涂装车间下坡链的磨损及其导致的轨道维护难等问题。

下坡链用于将高处的 C 形吊具向低处运输，其结构组成为：吊具小车行走轨道、下坡段传动链轨道、传动链和传动链推爪等。吊具轨道为工字钢，下坡链轨道由槽钢组成，传动链推爪挡住吊具停止臂匀速下坡（图 1、图 2）。

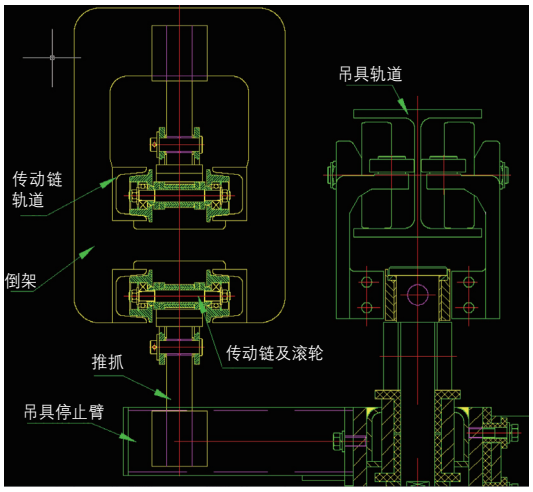

图 1 下坡链截面

下坡链主要问题

1）轨道磨损割裂：轨道边缘磨损严重，直至被割裂翘边。

2）错位：吊具停止臂相对挡块向上继续移动将导致错位，下坡结束时吊具由于停止臂挂在挡块上无法回到水平位置，就会在脱离推爪时出现轨道截面上的摆动，导致轨道的变形及磨损（图 3）。

总结：涂装下坡链轨道的磨损问题存在已久，弯曲轨道不可避免地会存在磨损速度快、使用寿命短、维修更换繁琐等问题。因此，需要对出现的这些问题进行详细的分析，找出更加有效的处理措施。最重要的是，改善方式必须以延长设备的使用寿命、提高设备更换及维修便捷性为目的，才能减少设备资金和人力资源的投入并有效降低设备的故障率。

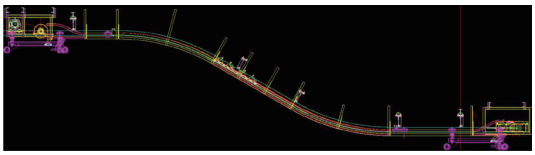

图 2 下坡链整体结构

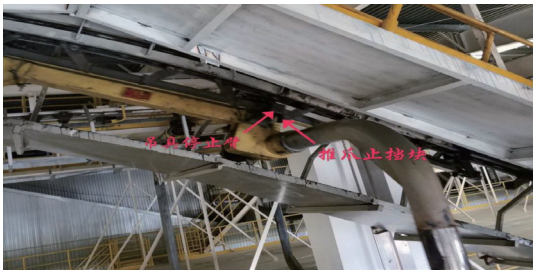

图 3 停止臂与挡块相对位置

问题分析

1. 轨道磨损原因分析

原因 1：下坡驱动链轨道由上下两对的 6.3# 槽钢组成，并由间隔一段距离的括架连接为一个整体。槽钢材料为 16 Mn，由于厚度不足且存在冲击振动，轨道被磨损至一定厚度会出现弯曲变形及割裂现象。

原因 2：弯曲段轨道，传动链张力会不可避免地产生指向其曲率中心方向的压力，张力越大压力越大。F 为传动链张力（图 4），则传动链对两段弧形轨道产生的压力如图中 F_1、F_2 所示，进而导致该侧出现磨损。

原因 3：内外侧轨道高度不一致会使两侧轨道受力不同。以圆弧段 1 轨道为例，如图 5 和图 6 对比，当两侧轨道的高度不同时，轨道受力不均且运行过程中波动增大，滚轮与轨道接触面积减小，导致轨道磨损加剧。

2. 吊具停止臂滑入推爪原因分析

原因 1：经跟踪观察发现，小垫块磨损严重的推爪会导致该推爪绕销轴产生一定角度的旋转（图 7 中小垫块被链片磨损后受到自身重力及吊具载荷作用出现逆时针旋转，链片卡入小橡胶垫块被磨损出的槽内），使挡块下移（图中高度 h），进一步增大吊具停止臂和挡块的高度差，最终导致错位。

原因 2：吊具停止臂在承载小车的正下方，而传动链止挡推爪的挡块与销轴（止挡推爪的旋转中心、与传动链的连接件）沿运行方向有 120 mm 的距离，导致止挡推爪的运动状态领先于吊具。

图 8 相同的轨道上，止挡推爪垫块运行在吊具前方、旋转角度大、竖直方向位移大。

3. 小结

涂装下坡链轨道磨损的直接原因是传动链张力对弧形轨道产生指向其圆心的压力，进而导致相应的轨道磨损情况，这是不可避免的。同时，内外侧轨道的高度不一致、两边轨道受力不均以及传动链滚轮与轨道接触面积减小，进而加剧该轨道的磨损。其次，轨道材质、吊具出现的摆动也会导致轨道严重变形和磨损。同时，传动链运行平稳性差加快轨道磨损。损坏的轨道需要停线进行切割、焊接及加固等作业，维修不便，以上问题亟待解决和改进。

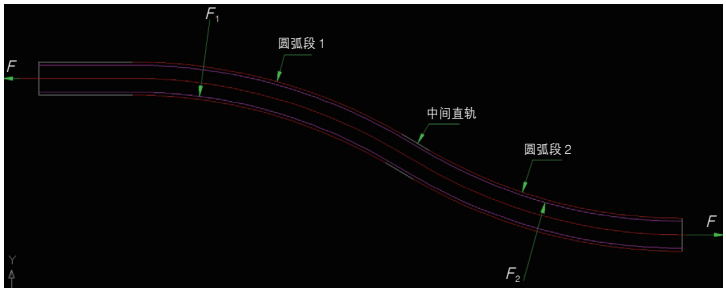

图 4 下坡段轨道受力

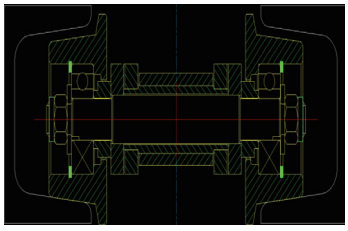

图 5 轨道高度相同

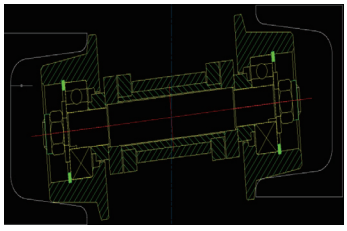

图 6 轨道高度不同

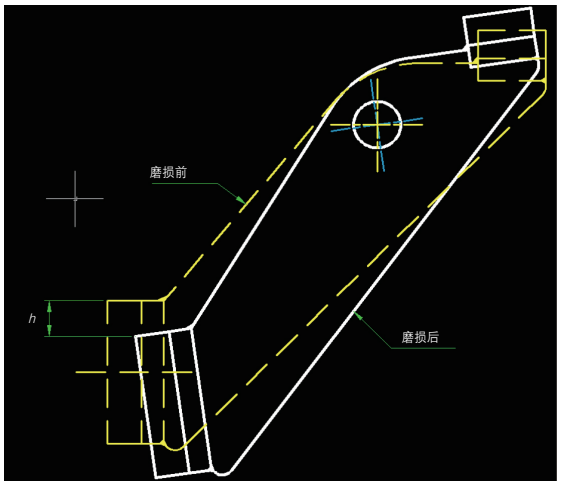

图 7 磨损前后对比

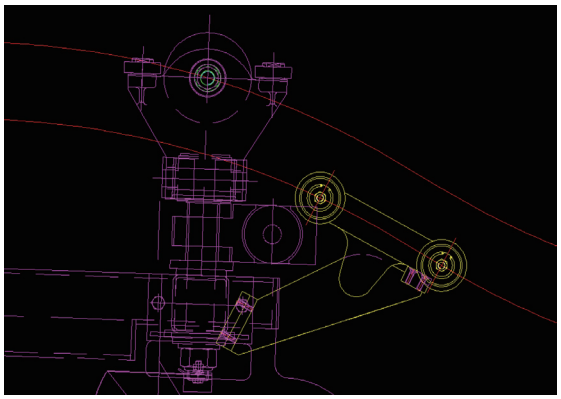

图 8 相对运动

解决措施

1. 传动链轨道磨损应对措施

1）针对传动链轨道磨损严重的问题，通过对轨道焊接钢板进行加固不失为一种简单且行之有效的解决方式。更换轨道时找出损坏轨道的磨损面，按需进行加固，分段焊接加固钢板（图 9）。同时采购轨道时要求进行表面处理，增加其耐磨性。

2）其次是尽可能地保证内外侧轨道高度一致。内外侧轨道

图 9　加焊钢板示例

高度不一致的来源主要是运行过程中的波动造成的轨道变形，以及轨道制作存在的形状误差。因此，内外侧的轨道要尽可能保证各部分尺寸一致，同时将内外侧轨道进行刚性连接。

3）以上措施都可以延长轨道的使用寿命，但不足以彻底解决下坡链轨道更换维护的繁琐过程，因此考虑将下坡段轨道进行改造，将其单独作为可拆卸式轨道，用螺栓与直轨道进行对接，便于更换且提高作业效率，降低安全风险。

2. 错位的应对措施

考虑到传动链运动状态提前导致止挡推爪与吊具停止臂存在轨迹不一致问题，考虑将下坡链轨道改为可拆卸式结构的同时，将前方直轨道加长 120 mm，即传动链的弯曲轨道向后移动 120 mm，以保证吊具停止臂与止挡推爪的垫块运动状态同步、大幅缩小轨迹误差，使其接触面在运动中保持对中防止错位。

止挡推爪的维修取决于小垫块的磨损周期，为延长止挡推爪的维护周期，考虑将小橡胶垫更换为铜质垫块，增加垫块材质的耐磨性，同时将该垫块适当加厚，也可延长垫块的磨损周期。

其次，为了充分利用小垫块，在其彻底被链片磨损穿透前（即链片直接与止挡推爪上的小钢板接触前）都不会出现错位情况，需要将推爪上的挡块适当地上移。

3. 小结

以上提出了几种延缓轨道磨损、延长止挡推爪使用寿命以及解决吊具停止臂与推爪挡块错位问题的措施。主要分为以下几点：

1）对传动链下坡段轨道进行加固，避免受到磨损后变薄导致变形及割裂。

2）将传动链下坡段内外侧轨道进行刚性连接，尽可能保证高度一致。

3）将传动链下坡段轨道向后移动 120 mm 并做成可拆卸结构，解决轨迹不一致和维护困难问题。

4）将止挡推爪小橡胶垫改为铜材质并加厚，同时将挡块上移，用以延缓垫块磨损周期以及避免磨损后出现错位情况。

总结

下坡链由于负载较大，极易出现各种问题，例如无法避免的各种磨损且难以更换，又由于维修平台具有坡度，空间狭小不利于维修作业，因此要充分考虑维护的便利性，将容易出现磨损情况的结构做成分体式，易于后期维修更换。

同样地，当其他结构出现各部分寿命不同的情况，也可考虑做成可拆卸式结构，利于维修更换的同时可以充分利用未损坏的部分结构的使用寿命。 AI

（上接第 39 页）

20 mm 的补偿量。纵梁分总成夹具（图 7）为满足 X 车型和 G 车型后地板纵梁共用进行局部改造，可使车型改造成本大大降低。

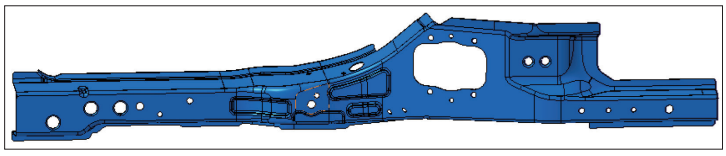

图 6　纵梁冲压单件

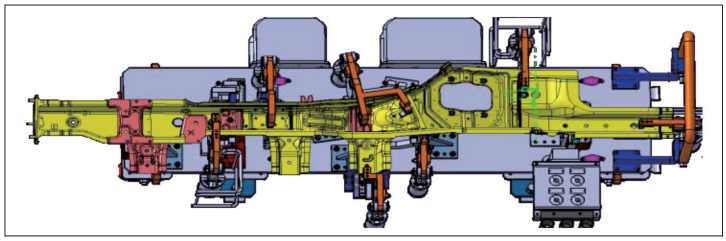

图 7　纵梁分总成夹具

结论

随着市场需求的多样化，汽车行业竞争更加激烈，一条生产线承担多车型共线生产的任务会越来越普遍，车型要根据具体的实际情况进行规划，在做到投入产出比最大化的前提下，缩短开发周期，降低制造成本，不断吸收引入新技术、新工艺和新设备，实现产线更高的生产效率和柔性化，为市场提供更有竞争力的产品。 AI