

剪式机构偏载的探讨与研究

□ 中国重型汽车集团有限公司/宋献进 王文建 黄晶晶 于伟

本文通过对剪式机构应力分析和机械结构受力分析，深入研究了驾驶室转运机构的主体剪式机构的偏载和可靠性，并通过对机构中变频器输出控制与PLC程序控制等关键控制因素的调整实现了剪式机构的优化和运转质量的提升。

剪式机构使用现状

当前各大主机厂驾驶室转运机构的主体是剪式机构，剪式机构工作可靠性将直接影响驾驶室转运的质量，而剪式机构的起吊高度、PLC程序控制的葫芦运行快慢或者是由变频器输出控制的快慢等参数，都是影响剪式机构工作可靠性的关键因素。剪式机构在实际使用过程中，经常出现断轴或者断梁现象，机械性能差，导致驾驶室转运质量差，安全系数不高。

为了提升剪式机构横梁与轴套的机械强度，更换了较为厚重的剪式机械机构，同时综合考虑了葫芦载重范围。为了分析新换剪式机构机械性能并进一步确认剪式机构工作不稳定的原因，现对驾驶室起重过程葫芦链条受力情况进行统计分析，链条所受力随着起吊高度变化规律见附表，折线图如

图1所示。

驾驶室受力统计表

时间	起吊高度 /m	质量 (新剪式机构空勾) /kg	质量 (新剪式机构FLH) /kg	质量 (旧剪式机构FLH) /kg
1	0	878	1 208	681
2	0.025	881	1 319	683
3	0.05	891	1 333	685
4	0.075	901	1 330	691
5	0.1	904	1 340	714
6	0.2	904	1 342	843
7	0.3	904	1 343	1 042
8	0.4	904	1 341	1 132
9	0.5	904	1 341	1 169
10	0.6	905	1 345	1 184
...	...	...	...	...
66	6.2	941	1 399	1 374
71	6.7	1 009	1 473	1 411
...	...	...	...	...
72	6.8	1 021	1 489	1 411
73	6.9	1 045	1 505	1 411
...	...	...	...	...
78	7.4	1 127	1 591	1 442
79	7.5	1 163	1 630	1 442
80	7.6	1 172	1 639	1 457
81	7.7	1 207	1 645	1 502

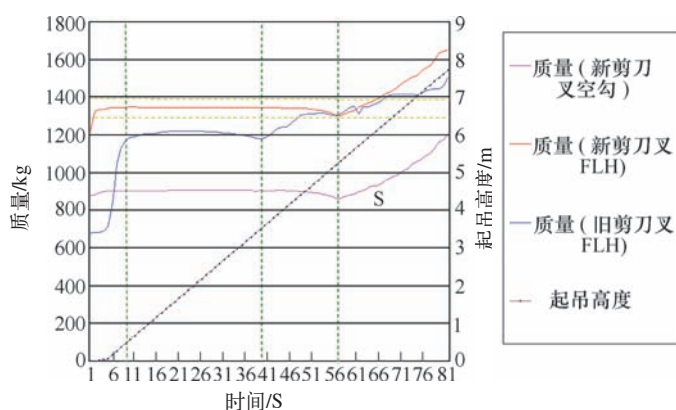


图1 驾驶室称重曲线分析

剪式机构应力统计分析

根据附表中数据，对其做折线图分析，得出以下结论：

(1) 新旧剪式机构都在起吊高度0.8m范围内，葫芦链条承受的应力变化率最大。这与人员操作有关，不易避免，但是可以降低在刚起吊位置时的速度，尽可能地减缓应力变化率。

(2) 新旧剪式机构在运行过程中都要承受剪式机构因本身结构存在的应力，新旧剪式机构运行过程中应力最小位置分别在起吊3.8m处和5.7m处。基于以上结果，需要进一步确认新旧剪式机构应力最低点位置变化的原因。

(3) 新剪式机构空载与载重情况比较，应力变化比较稳定；旧剪式机构与新剪式机构载重比较，旧剪式机构整体运行的性能不稳定，应力变化无规律，易造成疲劳磨损，导致剪式机构轴或者横梁断裂，分析原因为剪式机构机械件接触磨损导致剪式机构应力分配不均匀。

(4) 根据运行过程分析，在小车稳定运行的区间内剪式机构虽然存在应力，但是应力较小可以忽略，在应力最小位置到吊具上升到顶的过程中应力在逐渐增加，这不仅影响剪式机构的稳定性，还降低了起吊葫芦的正常使用寿命。初步分析，造成应力逐渐增加的原因为：葫芦链条的重心位置与剪式机构位置重心位置不重合，同时驾驶前后左右的不对称造成剪式机构偏载，需要进一步分析。

剪式机构机械结构及受力分析

图2为剪式机构的部分机械模型原理示意，可以将

整个剪式机构的机械机构简化为一段剪式机构进行深度分析。从原理图来看，剪式机构本身机械机构的原因造成了小车上升过程持续偏载，现在问题的关键就是如何利用好葫芦运行的偏载过程。

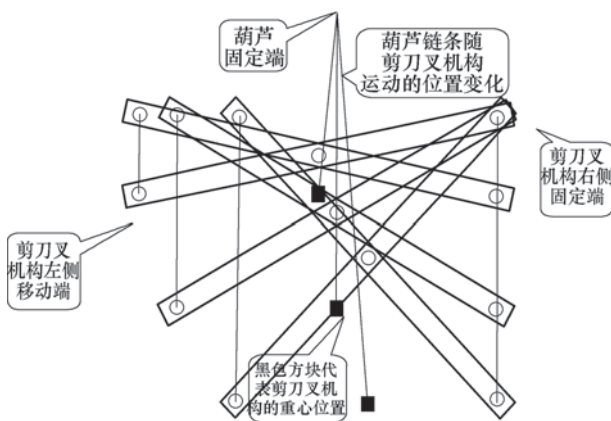


图2 剪式机构部分机械模型原理示意

对葫芦链条做受力分析，如图3所示。当葫芦刚起吊时，葫芦连体受力如图3a所示，当驾驶室及小车质量一定（即当 G 不变）时，链条上的受力 F （以新剪式机构载重为例）与重力的关系为 $F=G/\cos\phi$ ，当小车随着驾驶室起吊时，夹角 ϕ 越来越小，所有葫芦链条受力越来越小，整个过程在称重质量上的表现为图1所示的0.5~5.3m运行曲线；当葫芦链条与小车重心在一条直线上时，受力分析如图3b所示，葫芦链条上的称重质量最小；当葫芦链条与重力中心线偏角为 ϕ 时，受力分析如图3c所示，葫芦链条的力为 $F=G/\cos\phi$ ，当 ϕ 增大时， F 也将逐渐增大，表现如图1所示的5.3~8m运行曲线。

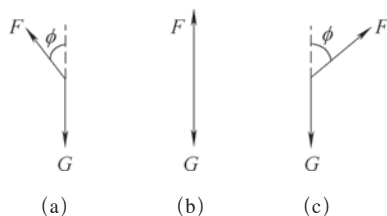


图3 葫芦链条受力分析

综上所述，小车上升过程是葫芦链条持续偏载，并且剪式机构机械应力不断变化的过程，这由剪式机构本身机械结构决定，无法避免，但是可以利用剪式机构的这一特性，调整葫芦安装位置（实际上是调整链条位置），将质量最低点的高度提高，利用图1中两

条黄色平行线区域的剪式机构机械特性，即S线之前的机械运动特性，将整个吊装过程中链条承受的最大质量控制在1400kg以内。

剪式机构偏载改善措施

(1) 根据以上分析，对图4区间1内葫芦所受应力比较集中的情况，需要减缓应力变化，在剪式机构转运驾驶室最初阶段减缓应力变化率，从技术角度讲可以考虑如下两种方案：一是改变剪式机构与驾驶室接触时的机械硬连接，改为弹簧式；二是通过改变吊具起吊时的变频器的运行频率，并延长斜坡上升时间。

(2) 对于图4中区间2与区间3的分界点位置受剪式机构上驾驶室重心与链条作用点（即葫芦挂靠的位置）影响，通过调整葫芦挂靠位置可以调整直线2的相对位置，从而改变区间2与区间3的相对分区大

小，这样就能保证剪式机构受力稳定，应力变化平稳（即直线3与直线4之间的区间4为理想可行域），保证了剪式机构可靠运行。

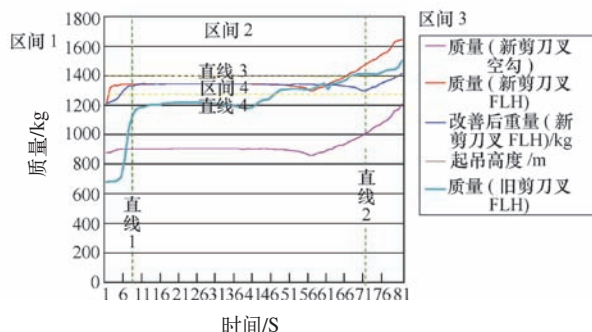


图4 驾驶室称重曲线分析

改善效果

根据对剪式机构机械结构分析，驾驶室称重分析，新旧剪式机构分析，通过改进吊钩起步时的机械机构及改变变频的运行频率、延长斜坡作用时间，改进了区间1的相对应力集中，同时增大了平稳作用区间2，保证了剪式机构作用区间基本全部在理想可行域（图4蓝色线与改造前作用线红色线）区间4内。

通过机构分析、数据统计、可行域调整，对现有剪式机构做优化改造，改善了剪式机构稳定性，提升了驾驶室转运的质量，为系统改造提供了指导作用。 **AUTO1950**

（上接第35页）

上，结合众多制造行业几十年的丰富经验，能够提供从优化生产流程的软件到降低运营成本的预测性维护。

而利用ABB Ability™数字化平台，可以对工厂车间进行数字化设计，帮助制造商在建立实体工厂之前建立和运营虚拟工厂。利用ABB在工厂运营方面的专业知识并加入ABB Ability™系统的智能（如RobotStudio®）来加快调试。RobotStudio能够在虚拟世界中精确模拟工厂，包括按时间实行的自动运行，使得所有的技术问题可以得到提前解决。

在该虚拟工厂中，客户可以做到：虚拟调试，在物理世界安装生产线之前进行全面测试；集成所有自动化资产（机器人、PLCs、电机、驱动器）；通过调整参数进行各类模拟，使得在现实世界中进行优化成为可能；减少安装过程中的实际调整需要。

而这样做的结果就是速度更快，生产率更高：减少车间调试时间达25%；更早启动生产；降低维护成本；提高生产率。

中国是全球最大的汽车生产国，近年来，汽车行业正在快速朝向电动化和智能化发展。

结语

面对正在变革的中国汽车行业，ABB作为全球技术领导企业，也在积极拓展自身技术和能力，以支持构建中国面向未来的、可持续的交通体系。除了为新能源汽车生产工艺提供解决方案，ABB还是直流快充领域的全球领导者，目前已经在全球73个国家累计安装了10500个快速充电桩，并全部实现联网化。同时，ABB还是国际汽联电动方程式锦标赛的冠名合作伙伴，通过提供领先技术，拓展电动交通技术疆界。 **AUTO1950**