

拣选车起升系统的安全与舒适性设计及应用

丁亮
(杭叉集团股份有限公司 浙江 杭州 311305)

摘要: 在高层立体仓库中, 高位拣选车的驾驶员为了拣取不同高度层的货物, 需要频繁升降驾驶平台。驾驶平台依靠链条刚性拉动, 起降瞬间产生较大冲击, 链条断裂也将危及驾驶员的安全。为了解决拣选车辆在升降过程中安全性和舒适性, 在链条中增加故障报警和缓冲装置。

关键词: 拣选车; 链条; 故障报警; 缓冲; 设计

0 引言

近年来物流行业的快速发展, 物流仓库需要占用大量土地, 行业发展与土地资源越来越紧缺制约物流行业的发展, 迫切需要集约型的物流仓库, 发展立体仓库是解决这一矛盾的非常有效的手段。仓库的储存方式由自平面储存向立体化, 即节约土地又提高了货物周转效率, 其中人上行拣选车是立体仓库重要的设备之一。早期人上行拣选车主要在外资公司引进使用, 目前, 随着国内立体仓库的发展, 拣选车使用开始普及。

1 设计思路

起升系统是由外门架、内门架、链轮和链条组成的动滑轮机构, 外门架安装在车架作为动滑轮的固定点, 液压油缸顶升内门架, 链条带动驾驶平台上升。由于拣选车与普通叉车不同, 驾驶员是同货物一起升降, 高位拣选车最高达到 10m 以上, 所以运行安全性至关重要, 同时也必须兼顾升降的舒适性。

链轮和链条属于刚性连接没有缓冲, 每次起降对驾驶员都有一个明显的冲击, 上升加速度带来的额外自重, 下降时存在失重的感觉。驾驶员一直处于这种工作状态, 增加了驾驶员的工作强度。

在链条上增加一个缓冲机构, 减轻对驾驶室的冲击, 提高驾驶舒适性。设计计算上, 链条安全系数必须大于 10 倍额定负载, 当一支链条出现断裂等情况时, 另外一支链条也能承受驾驶室的负载, 确保驾驶室不会掉落, 但必须马上检修。安装链条故障报警装置后, 能及时得到报警和维修, 提高车辆运行的安全性。

如图 1 报警装置和缓冲机构分别安装在链条的两端, 报警装置需要电路控制, 所以安装在外门架端, 避免在门架上布置电缆线, 缓冲机构为纯机械装置, 安装在驾驶室端。

2 报警装置的设计

2.1 报警装置

报警装置由 1 微动开关、2 链条接头、3 撞块、4 弹簧、5 套筒、6 挡圈和 7 螺母组成 (如图 2)。

2.2 工作原理

当链条出现故障, 如链条被拉长、拉断以及接头两端的固定螺母松动, 弹簧向下弹出带动链条接头, 接头上的锥形撞块压缩微动开关, 开关向控制系统发出故障信号。

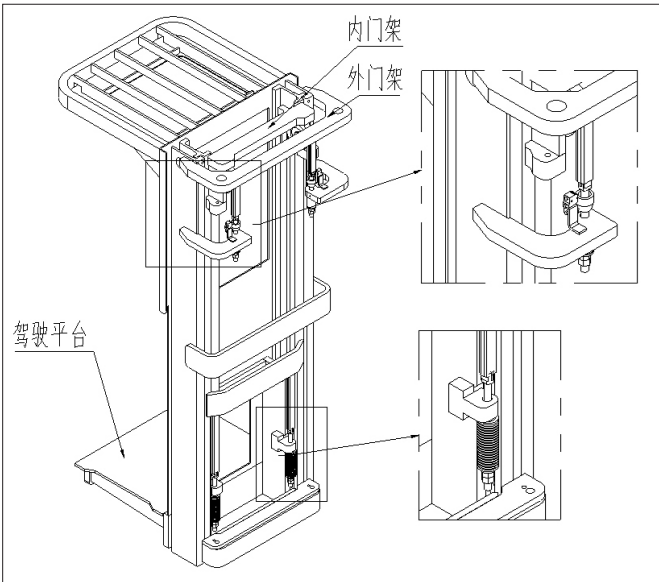


图 1 链条总称的安装位置

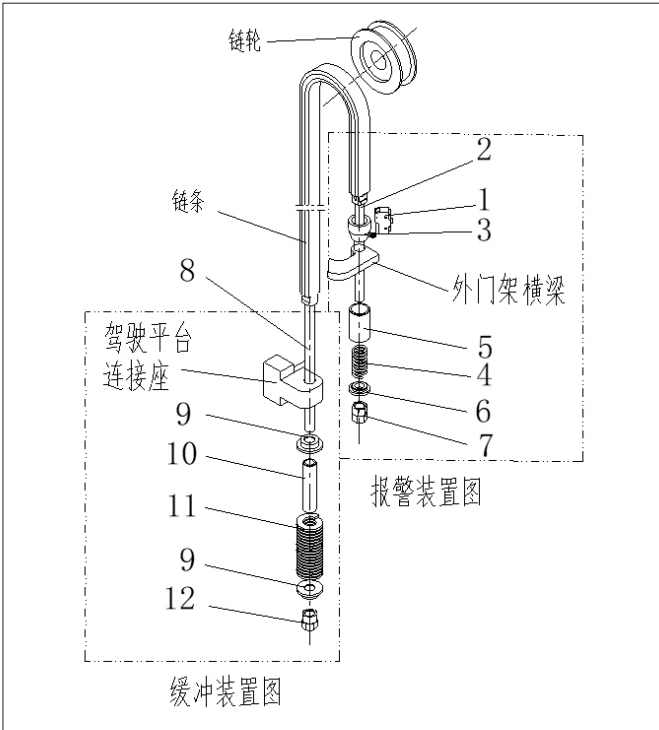


图 2 链条总称的零件拆解图

微动开关采用常闭状态功能，即使报警装置本身发生故障，控制系统就能接受装置自身的故障信号，及时检修维护，保障报警功能不会失效。链条拉力非常大，小型的圆柱弹簧无法到此刚性要求，避免弹簧长时间承受驾驶室的拉力而出现屈服，使整个报警装置失效。正常状态，链条的拉力由套筒承受，这种设计的好处是，弹簧的设计弹力仅需能带动链条的自重即可。

2.3 设计计算

在链条故障时，弹簧必须有足够的弹力带动撞块，初始状态的开关触头接触在撞块锥面上，使撞块与微动开关反应更加灵敏和精确。

为了报警装置的快速响应和稳定性，设计上，弹簧压缩在套筒内弹力大于链条自重的 4 倍，且在链故障弹出后，还能保持 2 倍以上链条自重的弹力，保持开关处于稳定的状态。

以 1.0t 拣选车为例，根据套筒和链条接头的尺寸，计算选择弹簧规格 $\phi 3.5 \times 25$ （中） $\times 100 \times 7N$ 。链条和接头自重 13.5kg，故障报警前弹簧保持 54kg 的弹力，故障弹出后弹簧仍有 27kg 的弹力，保持微动开关能处于报警位置。

3 缓冲机构设计

3.1 缓冲机构

缓冲机构由 8 链条接头、11 弹簧、10 隔套、9 挡圈、12 螺母组成。

3.2 工作原理

链条带动驾驶室在起升下降时，由于链条刚性连接，启动瞬间给驾驶室带来一个冲击。缓冲原理就是在链条上安装一个弹簧，为防止弹簧受力过载出现屈服，以及频繁压缩后使用寿命到期，在弹簧内安装一个衬套，当弹簧到达一定的压缩量后，依靠衬套支撑链条的拉力，避免弹簧压缩量过大改变整车的起升高度，同时保证了弹簧的使用寿命。

3.3 设计计算

重载时由于负荷大，系统压力高，门架起升相对比较平稳，但是空载或者轻载工况，驾驶室瞬间冲击较大。设计

上，轻载依靠弹簧支撑链条拉力，重载工况依靠衬套支撑链条的拉力。

同样以 1.0t 的拣选车为例，驾驶平台自重 0.7 吨，通过试验确定货物重量小于 300kg 时存在明显冲击。驾驶室和货物重量合计超过 1.7 吨，由于结构限制无法安装大直径的圆柱弹簧，需要大刚性系数的弹簧，故选择矩形截面的模具专用弹簧，该种弹簧具有截面小、弹性系数大的特性。

根据链条接头选择弹簧尺寸 $\phi 50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 125 \text{ mm}$ （外径 $\times$ 内径 $\times$ 长度），刚性系数达到 630N/mm，最大压缩量达到 25mm。防止弹簧发生屈服失效，设计弹簧内衬套长度 105mm，弹簧最大压缩量 20mm。空载 0.7 吨弹簧压缩 11mm，货物载荷 0.3 吨压缩 15.5mm，当弹簧压缩 20mm 时，货物重量 600kg。压缩量与弹力图如下：

4 结语

作为人上行的拣选车辆，安全是第一要求，在满足使用性能的同时，操作舒适性质是必不可少的。用通过起升链条上安装故障报警和缓冲装置，设计中，详细计算链条对弹簧的最大压力，采用特定长度的衬套支撑弹簧，即能保持弹簧的弹力，又能防止超过压缩极限，致使弹簧永久变形失效，确保装置能长期处于有效工作状态。

参考文献：

[1] 林永忠. 柴油叉车起升系统的设计 [J]. 科技创新导报, 2019, 16(27): 122-124+126.
[2] 孔凌嘉. 简明机械设计手册 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2008.
[3] 陈启松. 液压传动与控制手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
[4] 杜来材. 液压与气动技术 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.
[5] 许福玲, 陈尧明. 液压与气压传动 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
[6] 李桐. 汽车起重机起升机构液压系统的仿真研究 [D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2018.

