

# 循环式客运架空索道关键技术研究

史宗亮

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司, 重庆 400000

[摘要] 平稳制动是循环式客运架空索道的关键技术。因此, 如何有效的制动是索道设计的焦点。基于此, 本文中从改变压力, 流量调节, 改变落闸次序与模块化调节制动四个方面探讨了优化制动的方法。

[关键词] 客运架空索道; 制动; 优化

DOI: 10.33142/aem.v2i11.3210

中图分类号: U18

文献标识码: A

## Research on Key Technology of Circular Passenger Ropeway

SHI Zongliang

CCTEG Chongqing Research Institute (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

**Abstract:** Smooth braking is the key technology of circular passenger ropeway. Therefore, how to effectively brake is the focus of cableway design. Based on this, this paper discusses the method of optimizing braking from four aspects: changing the pressure, flow regulation, changing the brake sequence and modular regulation of braking.

**Keywords:** passenger ropeway; braking; optimization

重庆市城口县亢谷景区客运索道建设项目 EPC 总承包, 项目包含两条(东线和西线)客运索道, 西线索道为单线循环脱挂抱索器吊厢索道, 线路高差约 500m, 直线距离约为 1010m, 索道运输能力 1000 人/小时, 索道下站房建筑面积 1512.28 m<sup>2</sup>, 上站房建筑面积约 583.92 m<sup>2</sup>。东线索道为单线脉动循环式固定抱索器车厢式索道, 高差约为 212m, 索道直线距离约为 507.42m, 运输能力 800 人/小时, 索道下站房建筑面积约 642.16 m<sup>2</sup>; 上站房建筑面积约 613.4 m<sup>2</sup>。本研究对于架空索道关键技术之制动方法的应用技术进行探讨。

### 1 客运索道的制动方式

结合重庆市架空客运索道的具体情况, 分析索道的制动方式。通常情况下, 客运索道的制动方式有三种。但是在实际运用当中, 有一种制动法被经常使用, 那就是常用制动方法。这种制动方法在应用过程中, 通常会表现出良好的效果。再加上他加速度较小, 这一方法在实际应用中可以实现正常停车以及停停车的效果, 可以满足客运索道正常运行的要求。因此, 这种制动方式被广泛应用于客运索道的制动。

客运索道的制动方式以及制动效果可以分为两种<sup>[1]</sup>。一种制动方式是通过机械原理来达到制动的效果, 被称之为机械制动。他的主要制动方式是通过摩擦产生阻力, 进而达到制动的效果。另一制动方式是电制动, 这种制动方式主要工作原理是通过对制动电机产生阻力, 迫使电停止进而达到制动的效果。这两种制动方法虽然都能够达到很好的制动效果。但是, 相比之下电制动这种方式具有一定的优势。在实际应用中, 电制动这种方式可以精确地进行定位。并且不会对索道设备产生一定的损害和影响。但电制动这种方式具有一个致命的缺点, 就是在停电的情况下, 电制动无法工作。而机械制动这种方式不能达到电制动的精准性, 而且这种制动方式会在一定程度上对索道的配套的设备带来一定程度的损害。相比之下, 机械制动这种方式在运行过程中不会受到电力的限制, 可以随时发挥它的作用。基于以上原因中, 通常在实际运用过程中会把这两种方式结合运用, 达到完美的统一。

### 2 优化制动落闸的方法

惯性力: 车辆部件通过转动惯性力、惯性力、载体惯性力矢量、乘客惯性力、电惯性。在实际运用过程中, 由于惯性不是一成不变的, 通常会结合实际情况发生改变。在极端操作条件: 向上至空载、向下至满载和向上至满载、向下至空载, 制动力不能恒定, 以确保制动加速度在规范的要求。因此, 对有线制动做有效的提升和设计优化: 例如, 节流阀控制, 制动液压等制动优化。

#### 2.1 液压系统二次制动

在这种系统的控制过程中, 制动期间从液压缸排出的油(G1 和 G2)通过 11.A 返回油箱。当液压缸的压力油

通过换向阀 11A, b 充当背压阀。延迟后, 2CT 打开, 压力油返回储液罐, 制动力完全作用。整个制动过程分两部分作用, 完成紧急制动, 如图 1 所示。

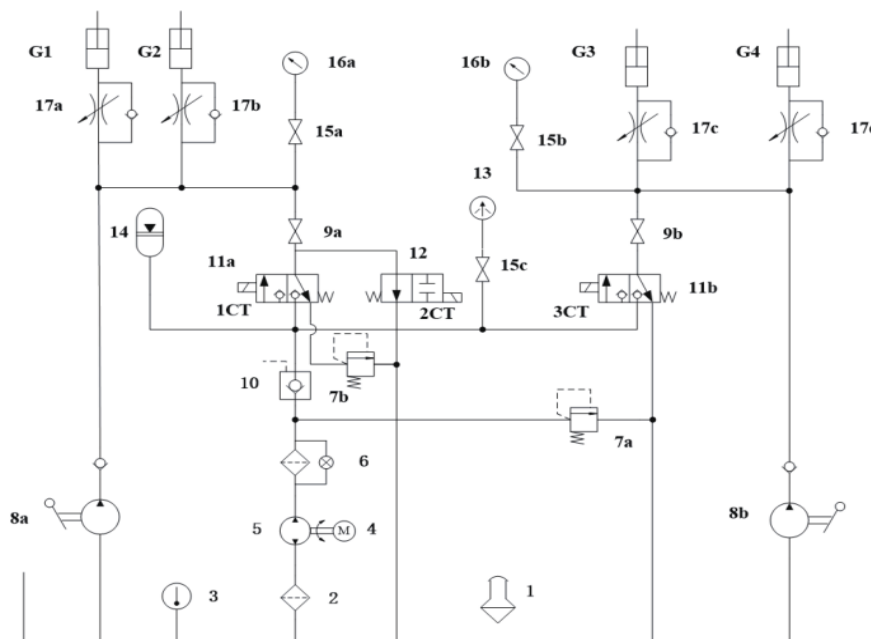


图 1 制动液压系统图

在整个制动流程中, 7b 充当了整个流程的关键环节。通过这一环节, 可以将通过背压阀的压力迅的进行调节并达到安全制动的合理范围。这一制动流程可以对制动力产生有的调节作用, 而索道在工作过程中, 能够达到安全标准, 并可以及时的进行制动操作, 并促使索道的安全运行。

拆卸锁紧接线时, 系统的额定工作压力为 10MPa, 流量安全阀 7a 的压力保持为 13 MPa, 液压制动系统的最大工作压力为 13MPa<sup>[2]</sup>, 以满足规范要求。

在运行速度为 4.97 m/s 的情况下, 解耦接线负载试验的记录如表 1 所示。因此, 这种紧急制动模式很好地满足了不同工况下的制动加速要求。

表 1 脱挂索道监督检验负荷试验记录表

工况	空载试验		满载上行, 空载下行试验		满载下行, 空载上行试验		满载上行, 满载下行试验	
工作制动时间/s	17.84	17.79	17.65	17.52	17.84	17.69	17.97	17.00
安全制动时间/s	10.70	10.84	11.63	11.54	11.21	11.30	11.13	11.44
紧急制动时间/s	6.46	7.06	6.00	6.94	7.44	7.59	7.34	7.12
启动电流/A	500	520	550	550	500	450	600	600
工作电流/A	360	400	400	390	380	350	400	400
紧急制动加速度	0.77	0.70	0.83	0.72	0.67	0.65	0.68	0.70

高速液压闭锁紧急制动原理在实际应用中, 高速液压紧急制动可采用低速辅助制动以获得更好的电缆往复制动效果。

## 2.2 节流阀控制流量节流制动

制动推力的大小也可以通过图 1 中的单方向气阀控制 17. a-17d 的液压油流量来控制, 从而完成对索道的制动。如果对窒息阀进行有效的改进, 就可以制动的控制功能进行优化。

## 2.3 可控硅调节分步落闸方式

如果索道运行过程中, 所产生的惯性较大, 就可以选用 2 或 3 个制动器。对于两辆客运索道, 制动器 CAN KEKONGGUI 工作控制模块可以对索道的运行状况进行有效的调节, 并可以进行不同形式的防滞控制, 并允许通过改变行车制动器

的制动时间来优化制动。

对于解耦夹具类型的电缆架空线路，解耦的三种主要形式如下：

- (1) 工作制动器 1, 2 当惯性负载最大时，该制动水平的同时和立即动作通常出现在满载向下和空载向上的运行状态。最大制动力是必要的，以确保制动加速度在规定的范围内。在这一点上，电牵引系统将势能转换为电能并将其返回到电网。
- (2) 行车制动器 1 以 0.3 m/s 的线速度工作，而行车制动器 2 在这种情况下会立刻进入工作状态。此时，只有一个工作制动器工作，另一个工作制动器下降。
- (3) 行车制动器 1 和行车制动器 2 都以 0.3 m/s 的速度作用于拉线上。这种制动水平通常发生在满载上升和空载下降的情况下。此时，电拖动系统克服力矩电阻，使电机开始工作，并进行正向运转，才是产生的电流最大。因此工作制动器 1 和 2 都将以降低到 0.3 m/s 的速度工作，系统此时就会减速和停止。

表 2 给出了在 6.07 m/s 运行速度下对该电缆进行全面检查的相关载荷试验数据

工况	满载下行，空载上行试验		空载试验		满载上行，空载下行试验	
工作制动时/s	10.22	9.84	8.65	8.88	12.91	12.71
启动电流/A	35	33	52	53	93	93
工作电流/A	20	15	30	32	65	63
制动加速度	0.60	0.62	0.70	0.68	0.47	0.48

最大的制动力是必要的，在全负荷下行和空载上行运行条件下。按下行车制动器按钮后，行车制动器 1 和行车制动器 2 立即同时制动。两次负载试验的制动在规范要求的范围内<sup>[3]</sup>；在两个负载试验，导线本身的惯性电阻足以满足上、下两种工况下的制动要求，最终使两个行车制动器脱落。两个负载试验的制动时间分别为 12.91s 和 12.71s，对应于规范要求的制动加速度，这种阶梯式制动方式能够有效的制动要求。

## 2.4 液压单元模块化调节制动方式

本实用新型适用于长距离、大惯性负载的电缆运输。在电缆运输中经常使用它来拆卸约束装置。

液压单元在两种不同的工作条件下控制大轮制动器的驱动。液压单元控制大车轮 1 的制动操作，并独立于控制紧急制动的第二液压单元和控制大车轮紧急制动操作的液压单元工作，输入轴上的电磁制动器由 PLC 控制。此时，液压单元控制制动器，控制系统根据编程的减速曲线调节制动功能。

### 2.4.1 液压单元的介绍

具体如图 2 所示，执行制动输送系统（9 至 16）、单元包括液压泵（34）、手动液压泵单元 36、电液泵（35）、维护制动输送包括带液压泵的减压阀、电控单元。

### 2.4.2 液压单元运行情况

#### (1) 制动器松闸控制

制动器正常释放时，控制系统产生相应信号，并开启控制阀，使液压流体转向隔离阀。同时，控制阀不再通电，如图 3 所示，单向阀关闭。

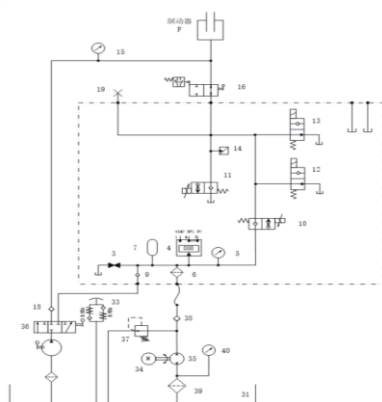


图 2 液压单元结构示意图

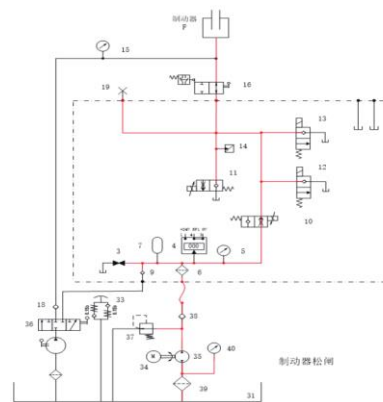


图 3 制动器松闸示意图

### (2) 模块化制动自动控制

在正常运行中,如图4所示,控制系统会发出制动请求,服务刹车和应急刹车(彼此独立)会收到制动压力的指令,开启隔热阀(16),压力会降低到传感器(14)所指的连接压力值。服务刹车会继续按照预先设定的设定操作,如果不需要启动,应急刹车就不会启动。

工作负载控制命令(10和11)的阀控制制动器的工作负载,只要控制系统中设置的减速时间允许,从而交替打开和关闭流量,并在液压系统中调节压力。同时,提供转向控制阀(12和13),根据设定的减速时间表调整制动器,同时制动油通过转向控制阀11返回储液罐。

### (3) 紧急制动请求

在出现紧急制动需求时,如图5所示,开关控制系统控制开关指令(10)和开关指令(11)的指令控制设计。指令(12)和(13)的指令控制阀已分离出来。此时,液压油直接流入油箱,刹车缸不再供应油,刹车直接落闸。

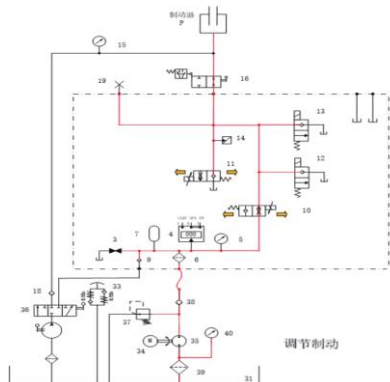


图4 调节制动示意图

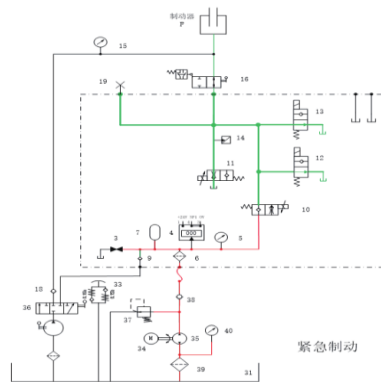


图5 紧急制动示意图

## 3 总结

平稳制动是循环式客运架空索道关键技术。在本文中对优化制动的实现做了探讨,以更灵活制动保障客运索道稳定运行,保证乘客的人身安全。

### [参考文献]

- [1] 陈若蒙,梁少霞,钱剑雄.基于失效模式分析的客运架空索道风险控制方法研究[J].中国特种设备安全,2019,35(12):27-30.
- [2] 谢翊.浅析客运架空索道绞车液压系统的故障及其判断方法[J].现代企业教育,2014(18):369.
- [3] 张高峰.极端条件下客运架空索道安全的思考[J].交通企业管理,2014,29(1):69-71.

作者简介:史宗亮(1986-)男,中煤科工集团重庆设计研究院有限公司工作,从事工程项目管理工作。