曳引式电梯钢丝绳打滑原因解析

刘宇新，吴　刚，薛志强

（石河子特种设备检验检测所，新疆　石河子　832000）

摘　要：文章以曳引式电梯钢丝绳打滑原因作为研究论点，先分析曳引式电梯的工作原理和结构，然后提出曳引式电梯钢丝绳安装操作工艺，基于曳引式电梯钢丝绳打滑原因，如系统曳引能力因素、平衡系数因素、轿厢质量因素等，提出了几点切实可行的解决对策，主要包括做好定期检查、定期清理维护、合理控制电梯平衡系数、加大综合管控力度，最后论述曳引式电梯钢丝绳的检测技术应用，主要包括目测与手摸法、钢丝绳评估技术，旨在顺利解决和处理曳引式电梯钢丝绳打滑问题，充分彰显曳引式电梯钢丝绳的应用价值，确保电梯运行效率和安全性能稳步提高。

关键词：曳引式；电梯钢丝绳；打滑原因；对策

中图分类号：TU8；U49　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1674-1064（2022）01-150-03

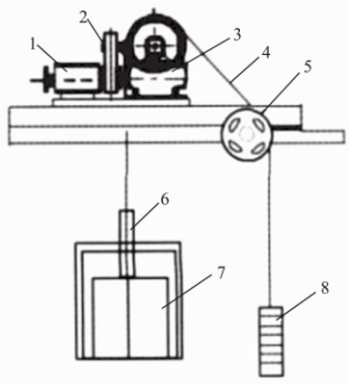
DOI：10.12310/j.issn.1674-1064.2022.01.051

目前，社会大众高度重视电梯的安全性，我国电梯技术的环保节能性特点也更为明显，同时在电梯系统的运行方面体现安全性和稳定性。

通常，电梯钢丝绳自身的质量、曳引能力、平衡系数、轿厢质量等是保障电梯安全运行的重要因素，钢丝绳在曳引轮上打滑，会引起安全故障及性能不稳定。对此，必须结合其原因制定切实可行的解决对策，解决与应对曳引式电梯钢丝绳的打滑现象，为曳引式电梯的安全运行提供安全技术保障。

1　曳引式电梯的工作原理和结构

电梯运行过程中，轿厢和配重是电梯的重要设备，在电梯不断上升时，钢丝绳在曳引机曳引的情况下会顺着下方滚动，其重复下降运行现象比较严重。基于轿厢和配重的作用，会产生相应的牵引力，其牵引力大小差距并不大，但是方向具有相反的特点，这时电梯的匀速运行状态显著。



1.电动机；2.制动器；3.减速器；4.曳引绳；5.导向轮；6.绳头组合；7.轿厢；8.配重

图1　电梯工作时曳引传动示意图

如果电梯承载人数和电梯停留地方存在明显差异性，轿厢和配重产生的牵引力差距悬殊，暴露电梯的非平衡状态。这与钢丝绳打滑之间的紧密关联，在钢丝绳和曳引绳槽静摩擦力处于峰值时[1]，极易引发钢丝绳打滑情况，不利于电梯安全性、稳定性能的提升。

电梯工作时曳引传动示意图如图1所示。

2　曳引式电梯钢丝绳安装操作工艺

第一，确定钢丝绳长度。在顶层位置，应设置好轿厢，加强无弹性收缩的铅丝的应用，由轿厢上梁穿至机房内，绕过曳引轮和导向轮，严格测量钢丝绳锥套组合处，在测量过程中，应深入分析钢丝绳在锥套内的长度等。

第二，放、断钢丝绳。将钢丝绳束盘放置在宽敞的场地，全面检查钢丝绳是否出现锈蚀、打结等现象。对于测量完成的钢丝绳长度，在距离断绳两端5 mm处，借助铅丝绑扎，绑扎长度应在20 mm以上。然后借助相关工具，对钢丝绳予以截断，如钢锯、切割机等，切忌使用电、气焊，避免钢丝绳机械强度受到破坏。

第三，挂钢丝绳和做绳头。

首先，在绳头的形式中，灌注巴氏合金的锥套、绳夹环套等比较常见。

其次，在制作绳头前，应重点擦拭钢丝绳，并在井道内进行悬挂，达到内应力消除的作用，对高速电梯钢丝绳，无须消除内应力，防止钢丝绳标线的完整性受到威胁。准确计算钢丝绳在锥套内的回弯长度，借助铅丝进行绑扎，实现钢丝绳在锥套内的顺利穿入，除掉绳头截断处的绑扎铅丝，借助汽油清理绳股，根据要求尺寸弯成麻花状回弯。在灌注巴氏合金前期，应借助牛皮纸条测量温度，在出现焦黑时即可停止。在将巴氏合金浇注到锥套内

时，应确保一次性完成。

最后，在轿厢和对重全部负载加上以后，紧绳固定卡应落实下去，数量应在3个以上，间隔应高于钢丝绳直径。

第四，安装和调整钢丝绳。在钢丝绳从轿厢顶部到对重上端时，机房楼板绕过曳引轮是必然经历的。在挂绳过程中，多根钢丝绳切忌缠绕错位，绳头组合处，应穿二次保护绳。

调整绳头弹簧高度，确保其高度的统一性。在井道一半处，人站在轿厢顶用拉力计，确保对重侧钢丝绳逐根拉出，其相互的张力差应在5%以下。在钢丝绳张力调整后，应用双螺母拧紧绳头。

3 曳引式电梯钢丝绳打滑原因分析

3.1 系统曳引能力因素

在电梯运行方面，不可或缺的参数数据就是系统的曳引能力，其影响着系统的安全性与稳定性。在配重和轿厢两侧的压力数值差距较大的情况下，曳引轮打滑问题经常发生，容易加剧钢丝绳、曳引轮的磨损程度，很难保障电梯的有效应用，甚至导致人身安全问题。

基于此，应加大日常检查力度，防止电梯曳引能力不足，导致不安全性因素的发生。

3.2 平衡系数因素

在电梯运行的稳定性方面，平衡系数是影响电梯稳定运行的重要因素之一，平衡系数降低会明显降低拉力数值，基于不同工况，分析曳引力状况，借助平衡系数调整的方式，有助于提高电梯平衡的科学性。

例如，在轿厢空载加速上行中出现打滑问题，原因包括轿厢自重较低或配重过重等，应合理化调整其配重[2]，只有在平衡系统达到国家规定的范围之内（即电梯平衡系数为0.4～0.5），且曳引能力符合既定标准要求的情况下，才可以预防打滑问题的产生。

3.3 轿厢质量因素

如果打滑问题发生于轿厢在空载加速上行时，代表曳引轮两侧的拉力较大造成的。在其平衡系统稳定的同时，可以采取增加轿厢自重，降低拉力数值的方式也比较适用（要考虑轿厢的额定载重量），使其符合曳引能力要求。这时，由于曳引绳两端的静荷载重相近，使电梯处于良好的工作状态，从而提高电梯的稳定性。

3.4 增强电梯高度以及补偿链质量因素

如果电梯配置的补偿绳索的合理性缺失，产生的负面影响较大，主要是由于在电梯运行中，轿厢和配重的位置的变化显著，使得曳引轮两侧的钢丝绳整体长度不一，对于两侧拉力的数值造成严重影响，在增加其高度时，对不同工况下的曳引力的影响有明显区别。如果增加补偿绳索，会降低曳引钢丝绳给两侧拉力的影响，满足曳引力的实际需求。因此，在预防电梯打滑问题方面，补偿绳索这一方式非常适用。

3.5 润滑影响

在钢丝绳过度润滑的影响下，极容易改变原有的摩擦因素，使其摩擦因素得到迅速降低，从而为电梯打滑的出现概率埋下隐患。

在日常维护过程中，在清理钢丝绳上的油脂时，一些工作人员会加强柴油溶剂的应用，但是钢丝绳吸附的油脂会与绳芯油脂混合在一起，在电梯运行方面，这些油脂的反渗现象比较严重，导致再次打滑，并且还会使钢丝绳内部的油脂出现破坏现象，这对于钢丝绳的使用年限影响较大。

总而言之，在钢丝绳油脂润滑黏度较高的情况下，既会使钢丝绳的使用寿命造成威胁，也会造成钢丝绳摩擦力的降低。

3.6 曳引轮槽型以及切口角因素

曳引轮槽及切口角的磨损会造成曳引能力的下降，影响电梯正常运行。分析原因，主要是曳引机轮的切口角下降等因素引发电梯打滑现象。

在电梯应用过程中，其曳引轮磨损，会明显增加轮槽直径，降低切口角，难以维护电梯的曳引能力。在实际下切口角度较大的情况下，钢丝绳的使用时限会受到严重影响。

4 曳引式电梯钢丝绳打滑原因的解决对策

深入分析电梯曳引能力、平衡系数、轿厢质量以及曳引轮槽型、切口角、电梯速度等，在实际运行方面，必须采取优化方式，控制曳引式电梯钢丝绳打滑问题。

4.1 做好定期检查

为顺利解决曳引式电梯钢丝绳打滑问题，应深入分析其原因，采取切实可行的处理措施，根据以往工作经验，定期检查非常必要。

首先，应从电梯自身的性能和运行功能等出发，加强定期检查分析，了解电梯整体参数变化和日常使用情况，对于磨损严重的方面高度明确化，制定零部件的提前处理方案，以免对电梯的安全性造成影响。

其次，应分析曳引式电梯的运行效率等情况[3]，加强综合性判断分析，不断提高打滑的控制水平。

最后，在定期检查过程中，应加强新型技术和设备的开发、引进，加强新理念的应用，构建安全稳定的曳引式电梯运行环境，从而顺利解决与处理打滑问题。

4.2 定期清理

在清洁钢丝绳方面，应加强毛刷等工具的应用，切忌过度使用各种清洁剂，引发钢丝绳损坏现象的发生。同时应定期清理曳引轮，但是要控制好清理力度，避免造成摩擦因数降低现象。

4.3 合理控制电梯平衡系数

在电梯平衡系数控制方面，提高电梯轿厢质量，按照

TSG T7001—2009《电梯监督检验和定期检验规则——曳引与强制驱动电梯》要求，电梯平衡系数最低控制在0.4左右，最高不得超过0.5。面对载客专用电梯，控制在0.47左右最适宜。通过分析钢丝绳的使用年限，确保设置的科学性，提高其应用水平。

一般来说，8 mm钢丝绳的切口角度应在90°以下，10 mm钢丝绳的切口角度应在95°以下，12 mm～16 mm钢丝绳的切口角度应控制在100°以下为最佳。

同时，相比半圆形槽，即使是切口角、槽角相同，V形槽的当量摩擦系数更大。

4.4 加大综合管控力度

曳引式电梯使用效果显著，且具有广阔的发展空间，为控制和预防钢丝绳打滑现象，应加大综合管控力度，加强专用电梯维护油脂的应用，润滑钢丝绳[4]，但要控制好润滑程度。对于轿厢实际质量，应开展相应的复核工作，补偿链或补偿绳在高层电梯中具有较高的应用价值，加上充分的曳引条件，可以预防打滑现象。

4.5 注重钢丝绳防滑结构研发

研发技术可以借助以下技术方案实现：防钢丝绳打滑，电梯钢丝绳相挤压的压轮应设置在曳引轮的正上方，在竖向滑杆上应安装好压轮。通过设置再挤压装置，可以为乘客的人身安全提供强有力的保证。在该再挤压装置中，质量平衡机构与滑动压块之间的平衡状态可以得到保证，对于触发机构较大的力并没有提出明确要求，凭借较小的力，促进驱动机构驱动质量平衡机构向上运动，即使钢丝绳压紧力比较大，也可以预防钢丝绳打滑现象。

电梯停在楼层且乘客进入轿厢时，在电梯超重的影响下，钢丝绳与曳引轮之间出现最大静摩擦力，极易引起钢丝绳的打滑现象。换言之，在打滑的瞬间，钢丝绳借助滑动摩擦力[5]，会促进触发件向下运动并对触发受力面形成撞击作用，为水平运动推杆滑出创造条件，滑动压块下滑后，通过竖向滑杆将压力在钢丝绳上形成作用，有助于实现再挤压。

钢丝绳受到的挤压力与摩擦力之间成正相关，包括钢丝绳的运动阻力，挤压力较大，会明显增加其摩擦力与运动阻力，避免乘客的人身安全受到威胁。

5 曳引式电梯钢丝绳的检测技术应用

5.1 目测与手摸法

在曳引式电梯中，电梯钢丝绳部件发挥着重要的作用，在电梯工作前，如果钢丝绳检测力度不足，极容易导致安全隐患的出现，从而威胁到人们的生命安全。在电梯直升的工具中，钢丝绳具有较高的应用价值，其负载较大特点显著，对于承受的力，动应力和静应力等得到了充分体现，如果钢丝绳承受这些负荷的时间较长，极容易磨损钢丝绳，而且如果暴露时间较长，也会引发腐蚀现象[6]。

基于此，定期检测曳引式电梯钢丝绳。在实际检测过程中，目测和手摸法具有较高的应用价值，从钢丝绳的腐蚀、磨损程度出发，为最初的检测提供一定的依据。

在检测钢丝绳直径变化方面，如果钢丝绳磨损次数较多，会明显减小钢丝绳的直径，减小钢丝绳的有效金属面积，从而降低电梯起重钢丝绳的实际承载程度[7]。

5.2 钢丝绳评估技术

在钢丝绳运用过程中，应仔细评估钢丝绳的使用情况。如果应用单一的检测方法，很难全面评估钢丝绳，在综合评估钢丝绳的过程中，应加强目测技术的应用。

首先，通过目测技术的应用，密切观察钢丝绳的表面结构，然后予以客观化的评估，再记录好观察的外观情况。

其次，通过相关检测设备和仪器的应用，严格检测钢丝绳的内部情况，将检测结果记录下来。

再次，如果各个钢丝绳正在使用，应准确判断钢丝绳的运行状态，借助两种方法的综合运用，以此评估钢丝绳的运行状况，然后基于故障周期对钢丝绳的维护和检测频率进行明确化，旨在提高曳引式电梯钢丝绳的质量，并满足企业维护成本的节约化需求，具有重要的现实意义。

6 结语

在电梯曳引轮上，面对钢丝绳打滑问题，其复杂性特点显著，应展开系统化分析，明确实际状况与工况信息，及时给予完善，制定行之有效的解决方案，积极开展现场维护和保养工作，降低电梯钢丝绳打滑现象的发生概率，保障电梯运行的稳定性与安全性。

参考文献

[1] 荆华俊,范江峰,沈凯,等.电梯钢丝绳打滑原因及措施分析[J].中小企业管理与科技,2020(7):189-191.

[2] 王平,陆向军,张岳明.基于振动频率测量的曳引驱动电梯钢丝绳张力偏差检测方法[J].中国电梯,2020,31(9):10-13,19.

[3] 郑良田,殷彦斌.巴氏合金式电梯绳头组合不规范浇铸的安全风险分析[J].中国电梯,2019,30(6):35-37.

[4] 高正凯,魏志远,姚正宇.电梯钢丝绳与曳引轮匹配合理性探讨[J].金属制品,2019,45(4):52-55.

[5] 安俊,单麟,杨宏俊,等.电梯曳引钢丝绳试验系统绳索抓捕装置液压系统的研究[J].中国电梯,2020,31(3):22-25.

[6] 王爱敏,沈华,张振华.曳引式电梯轮槽磨损与检验检测分析[J].中国金属通报,2020(3):223-224.

[7] 刘士兴,周启航,马登科,等.基于单目视觉的电梯曳引轮磨损检测系统研制[J].电子测量与仪器学报,2020,34(9):55-61.