

TR100 自卸车自燃原因分析及其防治措施

李 福 明， 徐 润 邦， 丰 佳 兵， 刘 明 铭

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:缅甸莱比塘铜矿项目在工程前期使用 TR100 自卸车过程中发生过多起自燃事故,造成了较大的经济损失和严重的安全威胁。经过反复研究分析和实践,从切断车辆可能引起自燃的火源、消除引起自燃的易燃物、隔离易燃物与高温部件等方面进行了技改,同时加强了点检人员对相关部位的日常重点检查,培训和提高了驾驶员的安全驾驶技能,有效地避免了自燃事故的再次发生。

关键词:自燃;火源;短路接地;高温;点检;缅甸莱比塘铜矿项目;防治措施

中图分类号:U472.9;U471.3

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)04-0098-03

Reason Analysis and Prevention Measures of Spontaneous Ignition of TR100 Dump Truck

LI Fuming, XU Runbang, FENG Jiabing, LIU Mingming

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: The Letpadaung Copper Mine project in Myanmar has suffered many spontaneous ignition accidents during the use of TR100 dump truck in the early stage of the project, which has caused great economic losses and serious security threats. Through repeated research, analysis and practice, technical reforms have been made by cutting off the fire source and eliminating the flammable materials that may causes spontaneous ignition, as well as isolating the flammable materials and high temperature components; meanwhile, the daily key inspection of the relevant parts has been strengthened by the inspectors, and the driver's safe driving skills have been trained and improved, which have effectively avoided the recurrence of spontaneous ignition accident.

Key words: spontaneous ignition; ignition source; short circuit grounding; high temperature; spot inspection; The Letpadaung Copper Mine project; prevention measures

1 概 述

缅甸莱比塘铜矿项目地处热带季风气候地区,常年气温较高,特别是每年的 4、5 月气温高达 40℃以上。项目先后引进了 79 台北方重工生产的 TR100 矿用自卸车,该车型为适合于寒冷地区使用的车型,均设置有烟道分流器。TR100 自卸车在莱比塘项目使用过程中出现了多次自燃事故,由于 TR100 设备大,盲区多,自燃初期往往不易察觉,待发现时基本上已到浓烟较大、火势较猛的地步了,给自卸车安全运行和驾驶员生命安全造成了严重威胁,不仅造成车辆损伤的直接经济损失,同时增加了维修时间,耽误了生产,增加了成本,降低了经济效益。

2 TR100 自卸车自燃原因分析及采取的防治措施

收稿日期:2019-06-19

设备自燃必须具备两个条件:一是要有火源,如电气短路打出的火花、电器内部老化产生失效性接地短路使供电线束过热而产生自燃,易燃物接触高温物体产生燃烧、烟道分流器密封不好时燃烧的燃油外泄形成火焰等;二是要有可燃物,如维修过程中没有清理干净的油棉纱、油破布、机件表面的油污、橡胶管路、各种塑料配件及自卸车自身携带的各种油料等^[1]。笔者详述如下:

2.1 电气短路造成的自燃

从 TR100 自卸车整体结构看,其在人性化操作方面较完善,操作较舒适,故其电控部分用得比较多,从而使车辆大量使用了导线及电器元件,但电路接触点较多,长期运行后松弛移位、接触不良等造成打火、短路等产生火花。

缅甸莱比塘铜矿项目 TR100 自卸车的主电源供电导线系统和充电导线系统没有保险片,而

是直接从蓄电池到主电源继电器、再到启动马达,充电线路则是从发电机到启动马达。因发动机功率大、缸径大,导致起动阻力也大,所以,启动马达的功率也大,为 2 个 9.5 kW 的启动马达,主电源正极导线采用 2 根 70 mm^2 的多股铜芯导线连接。由于最早进场的 35 台 TR100 自卸车的主电源导线束被设计为经过发动机排气管正上方,且距发动机排气管很近,最近处仅约 30 cm,主电源导线束除自身绝缘层外,没有隔热导管保护。在受到排气管高温长期炙烤下,该线束绝缘层加速老化变的脆硬,且该线束的固定卡只有一个,线卡亦受到排气管高温的长期炙烤,容易疲劳折断。线卡一旦断裂,则线束就会直接掉到排气管上,由于排气管的温度高(当发动机正常运转时达到 $230\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 410\text{ }^{\circ}\text{C}$),线束的绝缘层将被轻易烫化而导致接地短路。

另外,由于该主电源线束的线卡固定只有一个,车辆在行驶中线束会产生相对晃动,容易造成老化的绝缘层脱落,进而造成线束绝缘层破坏而导致接地短路。因该电源主线束要求导电电流大,故其线径大,一旦该线束接地短路时就不易被熔断,而接地短路时产生的火花也易引燃周围橡胶油管及机件上残留的油污或空气滤清器的塑料件,进而引发自燃。

由于设备大,自燃初期较难发现,如果初期没有发现自燃,待火势加大时很难将火势控制住,从而给设备造成损失。由于设备高度太高,对驾驶员逃生不利,进而给驾驶员的生命安全造成严重危胁。

对于电器线路短路产生火花引发自燃的情况。短路会造成电路中电流瞬时增大,将电路中的保险片熔断,从而及时切断电路、抑制火灾。因此,在修理时必须严格采用相同规格的保险片更换被熔断的保险片,禁止使用铜丝直接将线路接通^[2],从而有效地阻止了一般电器短路造成的自燃危害。

对于固定线束的线卡晃动或断裂使线束绝缘层破坏产生短路自燃的情况^[3],可以在主电源线束外面用同等直径且耐高温的绝缘导管套在线束外面以增加耐高温的等级,保护线束绝缘层不至于快速老化、脱落。同时,将固定主电源线束的线卡增加 3 个,两线卡之间的距离保持在 40 cm 之内。先用电焊在车架上点焊螺栓并做防锈处理,再在螺栓上将线卡安装牢固。改造后使线卡不松

动、主电源线束不晃动,即便在意外断裂一个线卡的情况下,还有其他线卡可以将主电源线束牢牢地固定住,从而避免了主电源线束掉到排气管上的情况发生。平时,点检人员还应认真负责地进行这些线束的检查工作,每天都应该看一下线卡是否有松动的迹像,绝缘层有没有破损,从而避免因主线束绝缘破坏、接地短路产生的火源引发自燃事故。

2.2 电器件长期使用导致其内部产生老化、失效、短路造成的自燃

TR100 自卸车上的预润滑马达及启动马达长期使用后出现电枢轴承损坏造成电枢扫膛接地或磁场线圈短路接地时,将造成巨大的短路电流从主电源线束中流过,进而引起主电源线束短时间内过热而自燃^[4];或是预润滑压力开关不能断开,预润滑继电器开关触点烧结而发生熔焊、导致预润滑马达长时间转动无法停止等造成预润滑马达供电线路过热引发自燃。这些部件的内部故障往往带有隐蔽性,故障发生前,一般凭眼睛直接检查外观是不容易发现的,但在启动时随时都可能发生短路情况而造成自燃。如何避免此类自燃事件的发生呢?这就要求驾驶员应严格遵守操作规程,当起动钥匙旋转到起动位置后,如果只听见预润滑继电器吸合的声音,而没有听到预润滑马达转动的声音,这时应立即关闭起动钥匙,马上去查看一下线束是否有冒烟的地方,是否闻到焦糊味,用手感受一下马达的供电线束及马达壳体局部是否有发热等异常现象,因为短路电流能够使马达壳体内部的短路接地点和马达的供电线束短时间过热。如果发现异常现象,应马上报修。另外,使用起动马达时,每次的时间应不超过 30 s,如果第一次没有起动成功,必须关闭钥匙开关等待 2 min 后才能再次起动。如果两次起动不成功,就应该关闭钥匙开关,马上报修,待查明故障原因后才能再次起动。维修人员也要定期对起动马达进行拆检,做到预见性维修。如此实施,即能避免电器内部因长期使用老化原因产生失效短路而引发的自燃事故。

2.3 高温高压液压油泄漏造成的自燃

由于 TR100 的发动机均为带双涡轮增压器的发动机。在重载上坡时,由于载重量大,坡度陡,要求发动机必须大功率输出,从而导致涡轮增压器排气侧容易产生高温,加之工程区气候

炎热,热量不易散失,经测量,涡轮增压器排气侧表面的温度最高可达 536°C 。由于设备的制动系统和转向系统均使用液压油,且制动系统的工作压力达到 $1\,200\text{ psi}$,转向系统的工作压力达到 $2\,300\text{ psi}$,车辆正常行驶一段时间后液压油的温度一般都在 $60^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 左右。对于有的发生液压系统故障的矿运车,其液压油温度可以达到 100°C 。因此,如果在炎热季节发生涡轮增压器排气侧附近的液压油管破裂,那么,在高温高压下液压油将会成柱状或雾状喷出,一旦喷到涡轮增压器的排气侧表面,在 536°C 高温的作用下,液压油马上就会汽化、甚至燃烧(根据标号不同,液压油的燃点为 $250^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$),进而引燃发动机室周围的橡胶件油管及空滤外壳等塑料件,这些燃烧的橡胶件与塑料件还可能会将柴油管及柴油、变速箱油冷器软管及变速箱油点燃,导致火情加重。

为避免由此产生自燃事故,项目部采用石棉隔热垫将涡轮增压器的排气侧及排气管全部包裹住的措施予以防治,既使排气管达到 410°C 的高温,加了石棉隔热垫以后,实测石棉垫的表面温度最多为 130°C ,既使有液压油喷到上面也不会被点燃,从而避免了高温高压液压油喷溅到涡轮增压器排气侧及排气管高温表面带来的自燃事故。比如超大型挖掘机的发动机室和液压泵室是分开成为独立的两个部分,其两者中间用铁板隔开就是为了避免正常工作中液压油管爆裂、高温高压液压油喷射到高温增压涡轮排气侧及高温排气管上而产生火情。

2.4 燃烧不完全的燃油从烟道分流器泄漏造成的自燃

TR100 自卸车由于长时间工作后或喷油器自身质量问题,其喷油器及其相关部件会有不同程度的磨损,而造成发动机喷油器燃油喷射时雾化不好或不雾化或喷油量过多而引起燃油燃烧不完全等情况。这些燃烧不完全的燃油会随着发动机的废气进入高温的排气管道后再次燃烧,在烟道分流器密封很好的情况下,燃烧的燃油会在消声器出口处形成火焰、消失在空气里,这就是为什么有的车辆排气管出口处会冒出火苗的原因。这时的自卸车不会发生自燃,因为火焰不能引燃其它可燃物,形不成自燃。但是,当烟道分流器密封不严或是排气管有破损时,这些燃烧着的燃油

就会从烟道分流器或排气管破裂处泄漏出来,从而引燃周围的电源主线束或橡胶油管,还会造成电源主线束的绝缘层熔化而产生接地短路,进而引发更大面积的燃烧,使火势扩大,引发更严重的自燃事故。

为避免此类事故的发生,必须提高驾驶员在驾驶过程中对 TR100 自卸车在动力方面的认知度;如果喷油器雾化不好或喷油量过多、燃烧不完全时,则表现为发动机动力不足并伴随排气管口冒黑色浓烟,或发现发动机低速运行时抖动严重即应及时报修。另外,点检人员日常点检时应密切关注自卸车的烟道分流器及排气管周围有没有烟熏后变黑的痕迹,如果有烟熏变黑的痕迹,那么烟道分流器或排气管就可以确定有泄漏或破裂,这时必须及时检修烟道分流器及排气管,找到破损处并予以修复;并重点检查在烟熏变黑的范围内是否有电源主线束或其它电气线路的绝缘层因高温受损,若有,必须及时做绝缘维修处理或更换线缆。

3 结 语

莱比塘工程区气候炎热,而 TR100 自卸车是寒冷地区使用的车型,散热效果不佳,车上的橡胶件及塑料件被大量使用,导致平时维修工作结束后必须全部清理滞留的棉纱、破布及机件表面的残留油污;点检人员必须注重日常的点检工作,在发现线束松动或破损、烟道分流器周围空间有烟熏变黑的痕迹时,一定要及时报修。维修人员要及时做出相应、有效的维修,对于油管漏油、渗漏等决不能忽视,必须尽早维修,以免留下自燃隐患。驾驶员也要在发现有报警灯点亮或蜂鸣器鸣响或嗅到有焦糊味、感觉到灼热^[5]、看见本车或其他车辆冒浓烟等异常情况时要及时停车报修,或给其他车辆发出报警信号示意其停车检查,进而避免发生自燃事故。只有将平时驾驶、日常点检、隐患排查及维修工作做好、做细,TR100 自卸车的自燃事故方可彻底避免。

参考文献:

- [1] 潘泽为.汽车电气火灾的原因分析[J].企业技术开发,2016,35(11):85-86.
- [2] 许建强,秦海蛟,刘友祝.汽车熔断器的正确选用与规范检测[J].时代汽车,2015,12(11):50-51.
- [3] 赵福利.汽车电气线束布置要点分析[J].科技创新导报,2016,13(13):45-46.

(下转第 136 页)

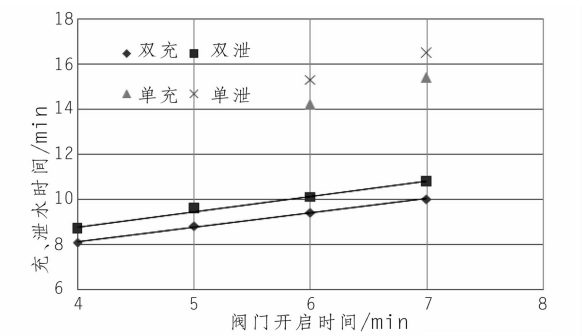


图 3 闸室充、泄水时间与阀门开启时间关系曲线图

和 2.4 cm/s。

当泄水阀门双边开启时间分别为 4 min、5 min、6 min 和 7 min 时,闸室泄水时间分别为 8.7 min、9.6 min、10.1 min 和 10.8 min,闸室最大泄水流量分别为 139 m³/s、131 m³/s、123 m³/s 和 113 m³/s,相应的输水主廊道最大断面平均流速分别为 6.18 m/s、5.76 m/s、5.14 m/s 和 4.76 m/s,阀门段廊道的最大断面平均流速分别为 5.79 m/s、5.46 m/s、5.13 m/s 和 4.71 m/s,闸室水位最大下降速度分别为 2.8 cm/s、2.7 cm/s、2.5 cm/s 和 2.3 cm/s。

在充水阀门单边开启时间为 6 min、7 min 时,闸室的充水时间分别为 14.2 min 和 15.4 min。此时,闸室的最大充水流量分别为 82 m³/s 和 78 m³/s,输水主廊道、工作阀门廊道的最大断面平均流速相应为 6.83 m/s、6.5 m/s 和 7.81 m/s、7.43 m/s,上游进水口断面的最大平均流速分别为 1.71 m/s 和 1.63 m/s。在阀门单边开启时间为 6 min、7 min 泄水时,闸室的泄水时间分别为 15.3 min 和 16.5 min。此时,闸室充水的最大流量分别为 76 m³/s 和 71 m³/s,输水主廊道、工作阀门廊道的最大断面平均流速相应为 6.33 m/s、5.91 m/s 和 7.24 m/s、6.76 m/s。

4 结 语

笔者通过对船闸闸墙长廊道侧支孔输水系统

特点进行分析,运用水力计算和已有相似船闸对比分析的研究方法,对嘉陵江利泽航运枢纽船闸输水系统的选型、布置、尺寸等方面的确定提出了较为全面的研究成果,主要有以下结论:

(1)根据利泽航运枢纽船闸特点,采用闸墙长廊道侧支孔分散输水系统的布置型式较为合适。该型式的输水系统具有较高的性价比且适用于利泽航运枢纽船闸的水力指标范围。

(2)所提出的输水系统布置满足《船闸输水系统设计规范》,且同时适合于利泽航运枢纽船闸的具体条件。

(3)采用 6 min 匀速开启船闸充、泄水阀门时,闸室的平均输水(充、泄)时间为 9.75 min;采用 7 min 匀速开启船闸充、泄水阀门时,则闸室对应的平均输水时间(充、泄)为 10.4 min。输水时间若考虑模型缩尺效应均满足设计要求的 10 min 以内,各项水力学指标满足规范要求,说明输水系统各部分尺寸的设计基本合理。

(4)可以通过不设镇静段缩短闸室长度以此弥补因廊道而使闸墙工程量增大的缺陷,其性价比在船闸水头达到需求(10 m)时将明显优于集中输水系统。

参考文献:

[1] JTJ305—2001,船闸总体设计规范[S].
[2] 吴四飞,李福海.富金坝枢纽船闸总体布置及试验研究[R].中国航海学会,2008.
[3] JTJ306—2001,船闸输水系统设计规范[S].
[4] 张星星,陈明栋,陈 明,等.船闸闸底长廊道侧支孔输水系统研究进展[J].水运工程,216,516(6):135—141.
[5] 宣国祥,李 君,黄 岳,等.中水头巨型船闸闸墙长廊道侧支孔输水系统水动力学研究[J].水运工程,2016,523(12):37—41.

作者简介:

廖劲松(1968-),男,重庆市人,党委副书记、总经理,正高级工程师,工程硕士,主要研究方向:公路与城市道路,内河航运工程建设、运营与管理。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 100 页)

[4] 王春华.汽车电气维修的常用方法[J].汽车工程师,2015,42(12):62—63.
[5] 刘丹丹,郭 超.汽车电气系统典型故障诊断与维修[J].汽车工程师,2016,43(9):59.

作者简介:

李福明(1966-),男,四川都江堰人,工程师,从事汽车和重机维

修、运行技术及管理工

徐润邦(1974-),男,四川都江堰人,高级技师,从事工程设备电气维修工

丰加兵(1989-),男,湖北宜昌人,助理工程师,从事水电、矿山工程设备技术与管理工

刘明铭(1988-),男,湖北孝感人,助理工程师,从事水电、矿山工程设备技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)