

综述·探讨·建议

青藏铁路采用液力传动内燃机车方案的建议

龚涵智, 张建中

(北京二七机车厂, 北京 丰台 100072)

摘要: 青藏铁路高海拔和多雷电对电器、电子、电机产品的工作可靠性有不可忽视的影响。液力传动机车基本上可避开这方面的问题, 为适应青藏铁路特殊区段牵引的需要, 提出了采用 B1-1B 轴式的中间一节不设司机室的液力传动三机重联成一个单元的牵引模式, 并对其结构和特点作了初步探讨。

关键词: 青藏铁路; 机车选型; 液力传动机车; 机车参数

中图分类号: 262.9

文献标识码: B

1 前言

国家重点工程青藏铁路格-拉段已经中央批准修建, 研制适用该路段机车的任务也紧迫地提上了工作日程。该区段铁路线的特殊自然条件, 给机车的研制带来了许多难题, 青藏铁路的特殊地理位置, 使其成为举世瞩目的热点。该区段运用的机车在满足合理运用要求的前提下, 要把可靠性、安全性放在首要地位。其技术先进性首先要体现在运用的可靠性和安全性上。

2 影响青藏铁路机车运用可靠性、安全性的几个主要因素

2.1 高海拔

青藏铁路格-拉段是世界上海拔最高的铁路。格尔木至拉萨全长 1118km, 海拔高度最低点: 格尔木为 2832m, 最高点唐古拉山口为 5072m, 拉萨为 3628m, 全程海拔超过 4000m 的有 965km 之多。由

于高海拔造成气压低、空气稀薄(缺氧), 它首先对柴油机、增压器的工作产生很大的负面影响; 其次, 由于气压低空气密度小, 水的沸点明显降低, 影响机车冷却装置和冷却系统的工作; 第三, 它使直流牵引电机换向条件恶化, 也使电机电器所用的材料绝缘性能下降, 还对继电器、接触器等器件的关断、灭弧等有一定影响; 第四, 机车在长大坡道上运行时经常处于大电流牵引或长时间电阻制动工况下运行, 因为空气密度小, 同样的通风机风量会明显下降, 会引起牵引电机内部各绕阻和制动电阻温度偏高, 绝缘材料热老化快。

2.2 雷电多

青藏铁路年平均雷暴日 68~82 天, 还有滚地雷。滚地雷是青藏线“三害之一”。据有关资料介绍, 雷电危害可分为直击雷、感应雷和雷电波侵入。雷电的能量可以达到 10^9J , 而弱电设备的耐受能力像网络接口、通讯设备等, 只有 10^{-7}J , 两者悬殊太大。直击雷带来的二次雷击产生巨大的脉冲电流, 可使周围几百米范围内的弱电设备造成巨大损害。曾经有报导: 1999 年 4 月 18 日, 北京市石化干部管理学院办公楼遭雷击, 与此同时, 500m 之外的消防自动监控系统的控制主板都被破坏。北京市 1980~1996 年发生的雷击事故中微电子设备损坏占

收稿日期: 2001-07-19

作者简介: 龚涵智 (1942-), 男, 上海人, 教授级高工;
张建中 (1948-), 男, 山西榆次人, 高级工程师。

54.8%。由此提示我们,如果在机车上采用微电子设备,一定要采取可靠的防护措施,以防不测。雷电对微电子设备的干扰也不容忽视,要采取有效措施抗干扰。所以,从另外一个角度说,如果可以采用传统的控制方式可靠地实现其功能的,就不一定采用微电子技术。或采用两套方式控制,当发生雷电破坏时,可实现安全切换,确保机车运用。

2.3 风沙大

青藏铁路线上年平均的大风日数约 100 多天,沙尘对机车的各运动部件损害很大,不仅对柴油机有影响,而且对主发电机、牵引电机的正常使用也有重大影响。其中冷却通风必须加装滤清装置,这个要求与高海拔、低气压要求加大通风量,恰恰是一对矛盾。风沙对空气制动系统、电气件触点等也带来负面影响。

2.4 高寒低温

青藏铁路格-拉段最高气温 25℃、最低气温 -45℃,年平均气温 -2 ~ -6℃。低温对机车的油水、电气、制动等系统均有诸多不利的影响,为使机车正常工作应当从车体到各系统采取各种措施,包括采用防冻机油、润滑脂等。

2.5 线路条件差、坡道长

格-拉段最大坡道坡度 20‰,主要集中在两端。长大坡道坡度 12.5‰,这就要求机车在上坡时应具有足够大的功率,在下坡区段应具有安全可靠的制动能力,多年的冻土地段连续长度 550km,为了减少对冻土地段的路基影响,机车总重和轴重宜适当轻一些。

2.6 特长交路

格-拉段地处千里荒原,965km 处于海拔 4000m 以上高原,中间不拟设折返段,应实行特长交路随乘制。司机的工作和生活环境,对行车安全将产生重要的影响。列车在这样的特殊区段运行,应确保全程无机破。走行部的安全运行更为重要,在这样的高原高寒区段,走行部的安全检查应力求简单可靠。另外,机车应带有足够的燃油,确保全程不加油,以利于列车快速通过高海拔地段。

3 应该采取的对策和措施

3.1 适当加大功率储备

针对高海拔给柴油机带来大的负面影响,应该

研制高原柴油机,使功率修正系数不致过低。在这个基础上,同时应适当加大标定功率与装车功率(即最大运用功率)之间的功率储备,以确保柴油机安全可靠运行。在一般线路上,功率储备约为标定功率的 10%。但对于格-拉段应该加大这个储备。装车功率应该是允许长时间、满负荷、无限制又能可靠运用的。以这个功率牵引客货列车,在各种不同坡道上得出来的平衡速度,是实实在在可以用作编运行图时参考的。建议功率储备值为标定功率的 20% ~ 30%。

3.2 采用多机牵引

多机牵引是保证高可靠性运行,实现全程无机破的一个重要手段。针对近远期客运和近期货运牵引定数为 2000t 的要求,综合多方面的因素考虑,以三机重联为好。这种方式引起后部车钩的强度问题可采取适当措施来解决。三机牵引可以使单节机车功率不高,但总功率不低,能够较好满足客货运输的要求。远期要提高牵引定数到 3000t,一种措施是可在 20‰困难区段上在列车尾部加挂补机。第二种措施是可在通过一段时间的运用考核和进一步研究试验后,适当提高装车功率。另外,还可采用适当增加行车密度的方式来提高运力。根据格-拉段远期运量的预测,这方面仍有很大空间。牵引吨位的增加,应在确保机车可靠运用的前提下调整。

3.3 采用液力传动

高海拔和多雷电对电器、电子、电机产品的工作可靠性有不可忽视的负面影响。采用电传动技术在这方面存在许多未知因素,需要做大量的试验研究工作。为了防止直击雷、感应雷和雷电波的侵入,要采取多种附加措施来保护各种电子、电器部件。若采用液力传动技术则可基本避开这些问题的影响。尽管液力传动比电传动的传动效率要低一些,但对于这样的特殊区段从可靠性的角度出发,应该把液力传动机车作为一个备选方案。

3.4 采取多种防寒措施

为了适应在长期低温条件下的运用要求,司机室、车体、油水管路等均要采取各种防寒措施,现在用在东北极寒地带机车上的一些有效手段要尽量采用。冷却水系统尽可能考虑用干式冷却。

3.5 高温水系统采用加压冷却

为适应海拔高水的沸点降低的情况,应在高温冷却水系统采用加压封闭循环的方式。高温水箱的调压阀压力应达到一个适当值(例如 0.5bar),以确保在高原环境下高温冷却水不汽化。

3.6 加强滤清

针对大风、沙尘天气多的情况,首先要采用滤清精度高,纳污能力强又比较耐用的新型柴油机空气滤清器,确保柴油机进气的清洁度。同时车体加强密封,有些部件也要适当增设滤清装置。

3.7 采取措施适应特长交路运行的特点

针对特长交路随乘制的特点,应该给司机创造一个条件较好的工作环境,实现司机室加压加氧。同时为适应特长交路要求,应该适当增加一些包括卫生间在内的生活设施。在机车上要为随乘人员设置一个条件较好的休息室,这样交班时间和地点不受停站和外界条件的限制,使交班安排更方便、更合理,也有利于应付突发事件。此外,还应积极创造条件增设厨房和储藏室。机车要带有足够的油量,做到全程中途不加油。

4 机车方案

4.1 牵引模式

综合上述多种因素,我们推荐采用液力传动的三机重联牵引方式。其中中间一节机车不设司机室,与一个端部有司机室的机车组成基本固定的编组。这两节机车实际上等同于单节双柴油机组机车的概念,加上另外一节机车,每三节机车组成一个牵引单元。

4.2 牵引特性

每节机车柴油机装车功率为 2400kW,液力传动箱的吸收功率约为 2200kW,每个牵引单元柴油机总装车功率为 7200kW。对于客货牵引单元不同牵引特性的要求,仅通过改变车轴齿轮箱的速比就可以实现。有关部门已经对青藏铁路近期和远期的客货运输目标提出了要求。根据这个要求对 7200kW 的客货运牵引单元的牵引特性进行了初步的计算。其牵引特性曲线分别示于图 1、图 2、图 3、图 4。牵引客货列车在不同牵引吨位和不同坡道的平衡速度 v 列于表 1。

表 1 三机牵引列车的平衡速度 V (km/h)

牵引类别	客 运		货 运	
	660t (12 辆客车)	880t (16 辆客车)	2000t	3000t (远期)
总装车功率 (kW)	7200	7200	7200	7200
坡道 i (%)				
0	> 140	> 140	> 100	> 100
6	> 140	130	93	71
12.5	108	92	57	41
20	78	66	38	24

由上可知,7200kW 的液力传动机车能够较好地满足青藏铁路客货运输的要求。在牵引客车和 2000t 货物列车时,即使中途有一节机车发生故障,双节机车也可牵引客货列车安全走完全程。

4.3 总体布置

牵引单元的总体方案如图 5 所示。

端部机车的总体布置大体如下:从前到后为司机室、辅助室、冷却室和动力室。司机室内设有操纵台、座椅和为保证牵引单元正常工作所必需的各种仪器仪表、信号显示、监控装置以及采暖、饮食加

热炉设施。辅助室内设有电器柜、衣服柜和卫生间。冷却室内上部设有冷却装置(冷却风扇、冷却风扇驱动装置、冷却单节等),下部为液力传动箱、传动油热交换器、起动电机、空气压缩机和阀类安装等。动力室内装有一台 12V280Z 型(或 16V240ZE 型)柴油机,在输出端通过弹性联轴节、万向轴和液力传动箱相联;在自由端通过万向轴和弹性联轴节与辅助发电机相连。辅助发电机后面安装有供机车预热用的辅助柴油机发电机组以及总风缸、空气净化装置和工具柜等。在动力室两侧

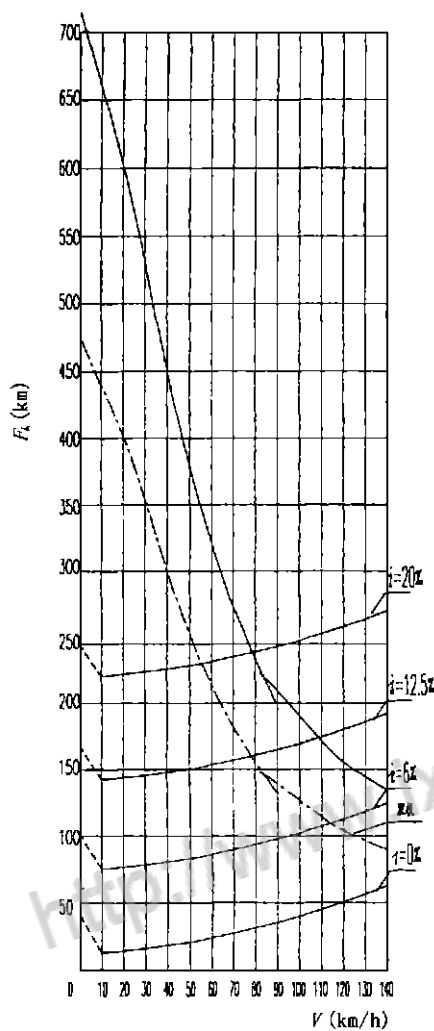


图 1 客车牵引单元预期牵引曲线
(牵引 12 辆客车 660t)

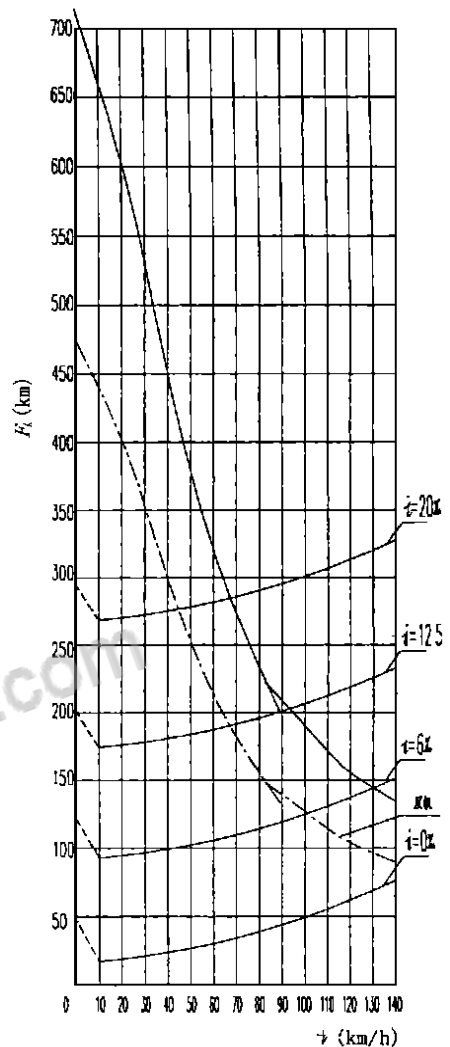


图 2 客车牵引单元预期牵引曲线
(牵引 16 辆客车 880t)

墙壁上装有柴油机空气进气滤清器。在靠近冷却室处装有液力制动油热交换器。

机车走行部为两台三轴转向架,轴箱拉杆定位、牵引拉杆传递牵引力、两系悬挂。客运机车采用两点旁承,高柔度圆弹簧结构。货运机车采用四点旁承,橡胶弹簧结构。客货运机车均采用 B1 - 1B 轴式,但车轴齿轮箱的速比不同。基础制动装置尽量采用双侧制动。机车从动轴还可依需要加装盘形制动装置。

在两转向架之间车架下部挂有容积约 11000L 的燃油箱,确保全程不加油。在燃油箱两侧为蓄电池箱,其中安装酸性阀控式蓄电池。

中间一节机车取消司机室与辅助室,改为随乘人员休息室,暂时考虑两个包间,并在另一端设厨

房和储藏室,尽量提供较好的生活设施以适应长距离随乘的需要。该节机车不装蓄电池、空气压缩机、总风缸、阀类安装等,其它部件与端部机车基本相同。

5 牵引单元总体技术参数

	客运	货运
标称功率(kW)	1870 ×3 = 5610	
轴式	(B1 - 1B) ×3	
最大运用速度(km/h)	140	100
轮径(mm)	1050	
轴重(t)	21 ±3 %	
计算整备重量(t)	(126 ±3 %) ×3	

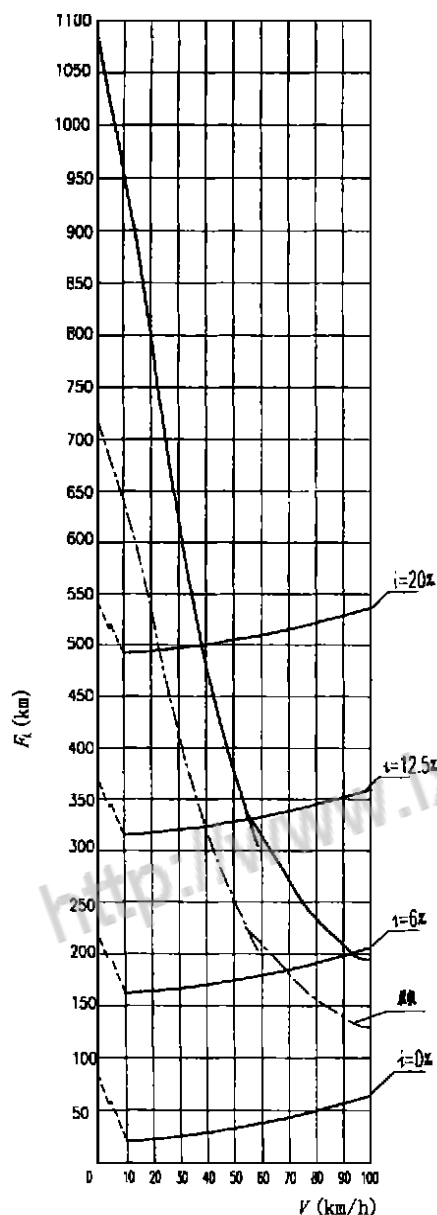


图 3 货车牵引单元预期牵引曲线
(牵引定数 2000t)

燃油箱容量(L)	11000 ×3
机油装载量(kg)	1300 ×3
传动油装载量(kg)	800 ×3
水装载量(kg)	1400 ×3
砂装载量(kg)	600 ×3
通过最小曲线半径(m)	145
车钩中心线距离轨面高度(mm)	880 ±10
车钩衔接线中心间距离(mm)	<20000 ×3
转向架固定轴距(mm)	2000 + 1800

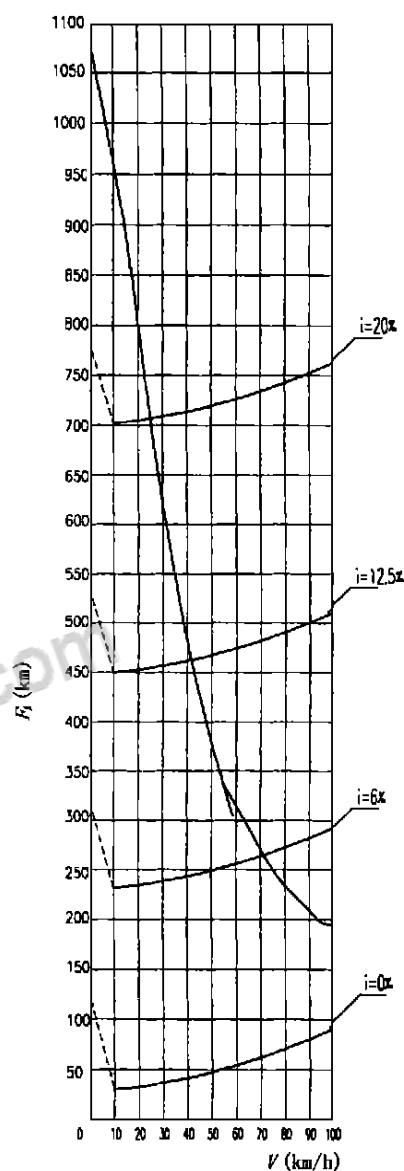


图 4 货车牵引单元预期牵引曲线
(牵引定数 3000t)

持续速度(km/h)	27.5	18
起动牵引力(kN)	238 ×3 = 714	362 ×3 = 1086
持续牵引力(kN)	184 ×3 = 552	280 ×3 = 840

6 机车方案的特点

- (1) 有较好的牵引性能和制动性能,能满足青藏铁路客货运输的需要。
- (2) 由于动力适当分散,每个牵引单元装备有 3 台功率储备较大的柴油机,与双机满功率装车相

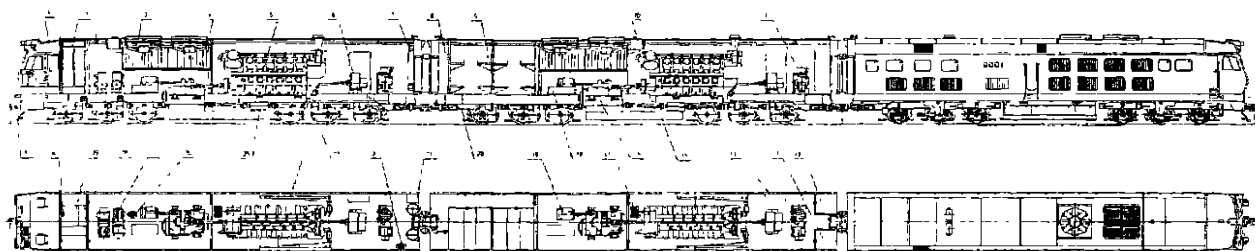


图 5 牵引单元总体布置图

1—司机室；2—电气柜；3—冷却风扇；4—散热器；5—柴油机；6—辅助发电机；7—总风缸；8—卫生间；9—卧铺间；10—膨胀水箱；11—辅助柴油发电机组；12—储藏室；13—厨房；14—辅助电气柜；15—燃油箱；16—液力传动箱；17—制动油热交换器；18—传动油热交换器；19—起动电机；20—转向架；21—工具箱；22—空气净化装置；23—车轴齿轮箱；24—进气装置；25—吊挂装置；26—阀类安装；27—空气压缩机；28—衣物柜；29—卫生间；30—手制动；31—车钩缓冲装置。

比,运用可靠性、安全性显著提高。采用液力传动技术,使每个牵引单元的电机、电器数量大为减少,使牵引单元的可靠性提高,为保证列车长距离安全可靠地运行在高海拔的千里荒原上提供了有利条件。

(3) 液力传动技术成熟可靠,免维护水平高,机车维修费用成本低。20 世纪 70~80 年代生产配用中速柴油机的北京型液力传动机车 2000kW 等级的液力传动箱运用状态良好,当时实现一个厂修期不开箱。北京型口岸机车已在满州里口岸运用了 15 年,经历了 -40 以下(2000 年冬季最低温度达 -50)低温环境的考验,证明在极寒地区采用液力传动技术是可行的。

(4) 由于客货运机车均采用 B1-1B 轴式,因而每个牵引单元的动轴总数保持在 12 根,与一般的 C-C 轴式的电力、内燃机车双机重联牵引情况相近。由于轴重小,受力情况只会比一般的电力、内燃双机重联牵引情况更好。因而不存在三机牵引可能出现的车钩强度问题(如果 18 根动轴就可能有问题)。

(5) 由于采用液力传动,全线中途不用在地沟中检查走行部状态(如采用直流牵引电机为检查碳刷状况就需要地沟)。

(6) 有足够的燃油储量可以实现全线中途不加油。

(7) 有较轻的轴重(21t 左右),较好的粘着利用(成组驱动),更适于青藏铁路特殊地质、地形条件的运用要求。轴重轻对地质条件较差的线路影响也会小一些。

(8) 在司机室后设置了卫生间,还设有条件较好的随乘人员休息室和生活设施,能适应特长线路的特殊需要(这样交班时间、地点不受停车的限制,会更方便、更合理)。

(9) 由于液力传动机车成本低,因而即使采用中等功率的三机,投资将与双机大功率的电传动机车相近。

(10) 回旋余地大,由于空间和重量均有余地,可以根据需要加装一些特殊设备,例如司机室加压系统。条件成熟,还可进一步加大牵引单元的功率。

综上所述,本机车方案具有总功率大,牵引和制动性能好,储油多,轴重轻,粘着好,为司机和随乘人员提供的工作、生活条件好,技术难度较小,可靠性高,回旋余地大,研发和制造成本低的特点。同时,无需在地面增设加油设施、换乘设施和地沟检查等设施,给线路施工和日常合理运营均可带来显见效益。虽然该方案推荐的牵引方式与我国传统的机车牵引方式有所不同,特别是中间无司机室机车的情况在我国铁路上还没有采用过,但它符合特殊区段应特殊考虑的实事求是的原则。

7 几点说明

(1) 液力制动问题。本机车方案一定要装液力制动器,北京二七机车厂在 1986 年生产的八轴客运机车上已安装了液力制动装置。由于当时工厂没有液力制动装置试验台,只能装到车上后在环行道调试,这样很难调好。青藏线机车选用本方

【下转第 13 页】

表4中的燃油消耗费用,是用同一单价计算,将使用标准法的油费与使用勾兑法的油费的差价进行比较,其节支效益一目了然。

2000年3月乌机段的此项成果被乌鲁木齐铁路分局评为科技进步一等奖,上报后被评为乌鲁木齐铁路局科技进步二等奖。

乌机段1997~1999年间使用的主型机车是东风₄型机车,共有86台,作正线使用,在乌西至鄯善304km区间运行。上行牵引3000t,下行牵引2500t,客车为1150t左右。作调车机使用的是东风₅和东风₇型,共有16台。万tkm油耗:1997年是28.9kg,1998年是29.1kg,1999年是28.3kg。

4 推广应用前景和启示

乌机段在燃油使用上打破常规,大胆创新,取

得了显著经济效益,说明国企在挖潜提效方面大有文章可做。此法不需要大的投资,技术性也不复杂,只要在管理上动脑筋、想办法,就可见效。如果乌鲁木齐铁路局所属8个内燃机务段均采用此法,一年可节约成本几百万元。如果我国黄河以北的省区铁路内燃机务段皆采用此法,将会创造巨大的经济效益。

此法对其它使用内燃机需用燃油量较大的行业(单位)来说,在条件许可的情况下,无不作为一种节支的好方法。

通过此例还给我们一个启示,在开展“科技兴路二次创业”的一系列科技攻关活动中,不应局限在对技术改造、设备更新或上新项目等硬件投入上,还应在打破传统方式,更新观念,拓宽思路等软科学上挖掘潜力,创新增效,从而使我们的企业创造更好的经济效益。

【上接第6页】

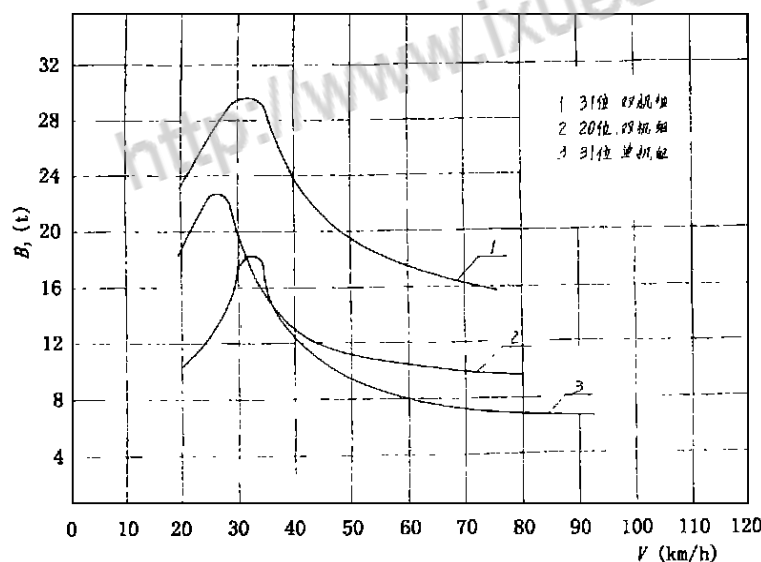


图6 NY₆-0001号机车液力制动与速度的关系曲线

案,工厂将投资安装试验台,充分进行地面试验(必要时可以引起国外先进技术加以改进),液力制动的问題是完全可以解决的。60~70年代从西德进口的NY₅、NY₆、NY₇型机车均装有液力制动装置,NY₆-0001号机车于1973年由铁科院专门做了全面的性能试验,其中包括液力制动试验,其试验结果如图6所示,可供我们设计时参考。

(2) 随乘人员休息室问题。从法国进口的ND₄型机车司机室的隔音减振效果很好,这给我们以启示:随乘人员休息室有可能放在机车上。可将该部分单独做成一个单元,然后通过减振装置安装在机车上,隔振、隔音效果可能达到客车的要求。但这个方案还没有先例,因而如有可能,可先做成实物考核其效果,如果采用该方案,可以取消宿营车,显然会节省投资和运营费用,方便机车运用。

(3) 青藏铁路线机车的研制是个复杂的系统工程,涉及方方面面的问题。本机车方案只是个基本模式的设想,因而许多青藏铁路线机车涉及的共性问题,例如:司机室加压、加氧、机车防雷、避雷、防滑、防空转及适合于当地条件的空气滤清系统,冷却装置的优化及布置方式,采用干式冷却的可能性,辅助发电机的选用,机车的控制方式,以及扫雪、防尘、滤清等等,有待深入研究。

(4) 由于已经有大量的机车在高寒低温地区运用,因而本文对这方面未做深入讨论,但不是不需要进一步研究。

(5) 本文中所有结构和数据均为说明问题提供参考用的,如作为正式方案肯定会有一些调整 and 变化。

ABSTRACTS

A suggestion of application of hydraulic diesel locomotives on the Qing-Zang line

CONG Hai-zhi , ZHANG Jian-zhong

(Beijing ' Feb. 7th ' Locomotive Works , Beijing 100072 , China)

Abstract : The influences of high altitudes , and much thunder and lightening on the Qing-Zang line on the functionary reliability of electrical , electronic and motor products are not negligible. Hydraulic transmission locomotives can fundamentally avoid the related problems. To suit the traction needs of the special section on the Qing-Zang line , the traction mode , namely a unit composed of coupled three hydraulic locomotives with axle arrangement of B1-1B , and non cab in the middle car was proposed. Its structure and features were investigated.

Key words : Qing-Zang railway ; locomotive lectotype ; hydraulic transmission locomotive ; locomotive parameter

Lectotype of locomotives on the Geermu Lasa section of the Qing-Zang line

CHEN Guan-hua , YANG Xin

(Design Department of Qishuyan Locomotive and Rolling Stock Works , Changzhou 213011 , China)

Abstract : The general situations of the Geermu Lasa section on the Qing-Zang line were presented. The advantages and disadvantages of gas turbine and diesel locomotives were compared. The gas turbine locomotives were outlined at home and abroad. The feasibility and traction mode of application of powerful diesel locomotives on the Qing-Zang line were investigated. The preferred scheme of locomotives in the plateau was proposed.

Key words : Qing-Zang line ; gas turbine locomotive ; diesel locomotive ; feasibility ; lectotype

Economical benefits and inspiration of application of mixed fuel oil of diesel locomotives at Wulumuqi Locomotive Depot

JIN Guo-you

(Cadre Department of Wulumuqi Railway Branch Administration , Wulumuqi 830023 , China)

Abstract : The application of fuel mixed between low and high grade fuels by Wulumuqi Locomotive Depot results in reduced fuel consumption costs , and thus good economical benefits. The depot also laid down the fuel mixture standard at various natural temperatures. The mixture of fuels with different grades based on the standard can guarantee reliability of fuel used in locomotives.

Key words : diesel locomotive ; fuel ; grade ; mixture ;

cost

Pollutional control of fuel systems for diesel locomotives

ZHANG Qian¹ , TANG Song-bai² , LU Wei-hua³

(1. Equipment Department of the Transportation Bureau , the Ministry of Railways , Beijing 100844 , China ; 2. Locomotive and Rolling Stock Research Institute of China Academy of Railway Sciences , the Ministry of Railways , Beijing 100081 , China ; 3. Product Quality Supervision and Detection Center , the Ministry of Railways , Beijing 100081 , China)

Abstract : The pollution of fuel systems of diesel locomotives was comprehensively analyzed. Its sources and harm were pointed out. The current pollution situations of diesel locomotive fuel systems at home were decomposed. The necessity and importance of pollution control were emphasized. The reasonable methods and measures of pollution control were proposed.

Key words : diesel locomotive ; fuel ; pollution ; control

A study of nonlinear dynamic curve negotiation of locomotives with radial bogies

WANG Hai-liang¹ , FAN Pei-xin² , LIN Zhong-qin¹

(1. Mechanical Engineering College of Shanghai Jiaotong University , Shanghai 200331 , China ; 2. Mechanical Engineering College of Tongji University , Shanghai 200030 , China)

Abstract : Based on the model of curve negotiation of conventional locomotive bogies , the equivalent model of nonlinear dynamic curve negotiation of locomotive radial bogies was set up. Its calculation method was proposed. The related calculation program was developed. Locomotive three-axle radial bogies are taken for example. The influences of parameters of connection couples of radial guiding mechanisms on performance of locomotive curve negotiation were analyzed.

Key words : locomotive ; radial bogie ; dynamics ; nonlinear ; curve negotiation ; investigation

AC auxiliary transmission systems of NJ1 AC diesel shunting locomotives

FENG Jian-kun¹ , Zhang Su-hua²

(1. Dalian Locomotive Research Institute , Dalian 116021 , China ; 2. Dalian Marine School , Dalian 116023 , China)



知网查重限时 **7折** 最高可优惠 **120元**

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
