

· 结构与工艺 ·

抗恶劣环境厢式车的结构设计分析

赵学群, 张 睿

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:概述了厢式车的发展情况,从汽车底盘的选择、底盘与车厢的连接形式、车厢形式、车厢及整车尺寸、电磁屏蔽、防冲击抗穿透能力、在放射性尘埃及有害气体环境中的生存能力等几个方面详细论述了抗恶劣环境厢式车的结构设计分析,提出了在恶劣环境下使用的厢式车结构设计中应当注意的问题,为类似设计提供参考。

关键词:恶劣环境;厢式车;结构设计;壁板制作

中图分类号:S219.03

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2009)03-0080-05

Construction Design and Analysis of Anti-harsh Environment Van Carriage

ZHAO Xue-qun, ZHANG Rui

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract:The development of van carriage was summarized, and the construction design and analysis of anti-harsh environment van carriage were discussed in the following aspects: the choice of automobile chassis, the connection form of the chassis and van carriage, the carriage type, the size of carriage and whole automobile, the electromagnetic shield, the anti-impact and anti-penetration capability and the survivability in the environment of radioactivity dust and harmful gas. Some attentive problems were provided when the construction design of the van carriage was applied in the harsh environment, and the references were provided for the similar designs.

Key words:harsh environment; van carriage; construction design; wainscot manufacture

厢式车由于其车厢与装载底盘的一体性,在执行任务时不需要其他设备支援即可出动,在一些应用领域,要求具有很强的机动性、随行保障能力和自我防护能力.把需要移动的设备事先安装在车厢内并调试好,达到最佳状态,运抵目的地后可快速展开作业,使厢式车成为可靠的任务平台.为了确保人员和仪器设备在各种气候条件下能够正常工作,并在车厢内安装了空气调节装置,从而提高了厢式车的环境适应性^[1-3]

厢式车有 2 种分类方法:按结构形式分类及按性能分类,如图 1 所示.

随着厢式车的发展,世界各国均提出厢式车辆在各种环境条件下要有一定的生存能力,为此各国

重点发展了抗恶劣环境厢式车辆.所谓的抗恶劣环境是指电磁屏蔽、防冲击抗穿透能力及防放射性尘埃及有害气体能力等几个方面.

目前,抗恶劣环境厢式车在指挥、通信、医疗、维修等方面均得到广泛应用.下面主要从机动性能、电磁屏蔽、防冲击抗穿透能力、防放射性尘埃及有害气体能力等几个方面论述了抗恶劣环境厢式车的结构设计.

1 结构设计与分析

厢式车作为一种地面移动任务平台.完成其结构设计的主要任务是采取有效措施,保证设备在实

收稿日期:2009-03-08

作者简介:赵学群(1972-),男,辽宁锦州人,学士,主要研究方向为电子设备结构设计.

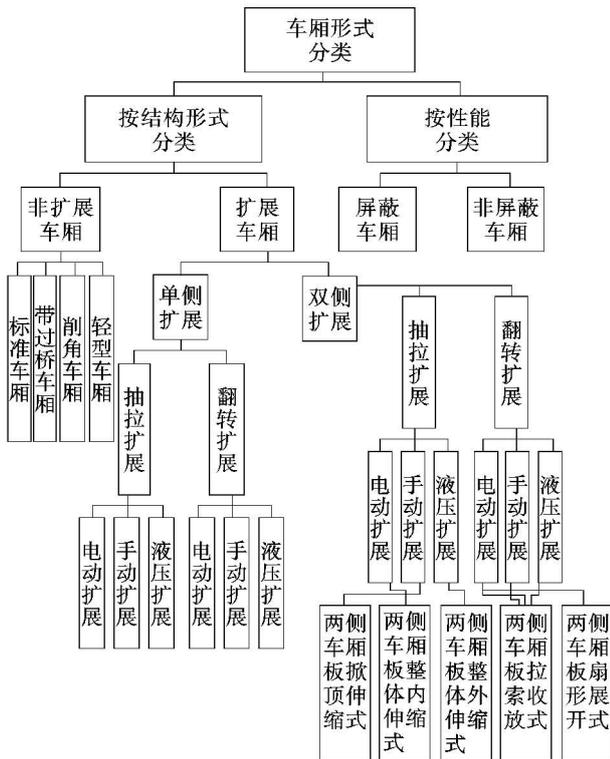


图 1 厢式车分类图

际的使用环境条件下正常地工作,满足系统的先进性、可靠性、维修性、安全性、机动性、经济性及美观、实用等要求。

1.1 机动性能设计

当前,应用最为广泛的厢式车大多是由汽车二类底盘改装而成,作为厢式车的承载及运输工具,厢式车的整体性能很大程度上依赖于底盘的性能,为确保厢式车在各种恶劣环境中整体的机动性能、厢内精密设备的正常工作性能的特殊要求,选用优良的底盘是提高厢式车整体机动性能的重要因素,也是非常关键和必要的。

1.1.1 底盘的选择

选择车辆底盘,应充分考虑其机动性、越野性、装载可靠性及各种环境的适应性等要求。

- (1)车体运输最大外形尺寸符合铁路、公路要求,装载质量在载车允许的范围;
- (2)车辆行使速度、通过能力等均满足要求;
- (3)厢式车尺寸及总质量符合运输要求。

1.1.2 车厢与底盘车连接形式

厢式车车厢为一种刚性很强的整体,与有变形能力的底盘相连,常常会在连接处造成很高的应力

集中,所以车厢与底盘连接形式的好坏对整车的机动性能及可靠性起着至关重要的作用。

(1)隔振连接

加装合适的隔振措施,使车厢在各种情况下的受力情况达到最理想状态.连接处所承受的情况最为恶劣,但能够获得较低的车厢高度和较低的车厢整备质量,因而,可以有效地降低整车质心高度和整车质量.采用原底盘车预留的连接位置,将车厢底板通过多个连接点固定在底盘上,同时需要对该处的车厢底板进行加固,如采用多布钢梁或者局部加强、加厚等措施,如图 2 所示.在车厢底部前端采用横梁与底部连接,需要对横向变形加以约束,以避免当整车转弯或越野行驶和加速或制动时,连接处产生较大的横向和纵向剪切力.这种连接方式适合吨位较小的厢式车辆,目前在轻型厢式车上应用较多。

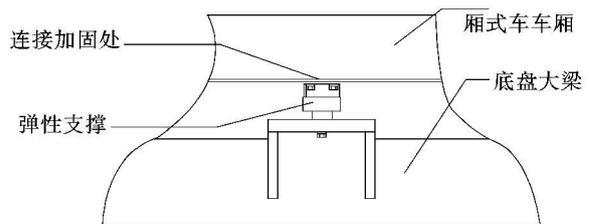


图 2 弹性连接形式

(2)副车架形式连接

这种车厢连接结构比较简单,并且也能获得较低的车厢高度.但在车辆行驶时,由于车厢同样要承受扭转力矩,使其工作条件变差.副车架连接方式是在车厢与底盘之间增加了副车架,车厢底板与副车架的横梁通过螺栓固连在一起,而副车架的纵梁通常通过 U 形螺栓与车架弹性连接.由于副车架的整体刚性及强度较好,实际上是用副车架对车厢底板加强,使副车架分担了部分扭矩.车厢结构仍需采用加强措施,在副车架和车架之间增加复合限位装置,采用多处弹性限位装置来对其进行加固,如图 3 所示.副车架连接方式在一些外形尺寸较大的硬壁车厢上应用较为广泛。

1.1.3 常规车厢尺寸设计

由于厢式车的外形尺寸可以根据用户需求进行设计,车厢在二类越野汽车底盘上一体运输的情况下,要适应各种状态下的运输环境要求,尤其铁路运输对箱体宽度和高度限制较严,考虑外置设备装车之后,在宽 900~2 700 mm 界限内,满载后高度不

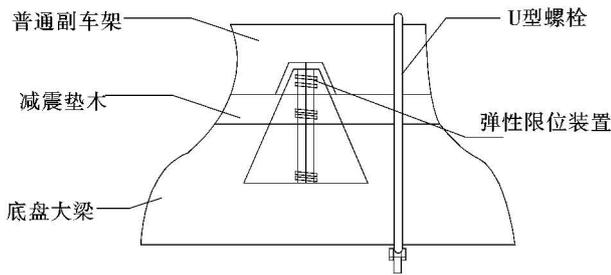


图3 普通副车架连接形式

超过 3 100 mm。

厢体尺寸为两侧外包角之间的尺寸。在设计中一般采取以下数据作为参考尺寸：

①标准厢体：5 m 以下，外包角壁厚 2 mm，外包边壁厚 4 mm，厢体壁厚 52 mm；

外形尺寸 = 厢内尺寸 + 116；

②标准厢体：5 m 以上，外包角壁厚 2 mm，外包边壁厚 6 mm，厢体壁厚 52 mm；

外形尺寸 = 厢内尺寸 + 120；

③轻型厢体：外包角壁厚 1.5 mm，外包边壁厚 4 mm，厢体壁厚 43 mm；

外形尺寸 = 厢内尺寸 + 97。

2 抗恶劣环境设计

采用方舱结构制作大板厢式车，车厢一般由壁板、包边、包角等通过螺栓、铆钉、密封胶等固连在一起而形成封闭的六面体结构，具有强度高、刚度好、承载能力强、质量较轻、保温性能及电磁屏蔽效能好等优点。

在某些特殊应用环境下，如太阳辐射、温度冲击、湿热、盐雾、霉菌、沙尘及核生化环境等。为保证设备的正常工作，厢式车使用的中夹芯层不能出现脱层、翘曲、变形、不密封、开裂、锈蚀等现象。此外还要求厢式车防雨、防火、防风、防腐、防蛀。在设计和生产中，必须重点考虑其密闭性、保温性等。目前厢式车保温隔热板通常采用壁板，壁板由蒙皮、芯材和骨架等组成。蒙皮主要是铝合金薄板，芯材是硬质聚氨酯泡沫，骨架采用铝型材，特殊要求的地方，采用钢型材。厢式车壁板的制作质量直接影响着厢式车的各项性能指标。

为满足特殊环境下的使用，厢体设计和生产中应考虑以下几个问题。

2.1 电磁屏蔽设计^[4,5,7]

目前，外界的电磁干扰能力越来越强，厢式车内大量装备精密电子设备，极易被干扰，所以越来越重视车厢的电磁屏蔽设计。

厢式车内的电子设备通常都由晶体管或集成电路等制成，在其所含设备中，既存在电磁干扰源，同时也存在电磁敏感源，系统中强弱电共存，电磁环境较为恶劣，它们易受电磁干扰，易遭电磁脉冲损坏，所以厢式车的车厢必须为车厢内部的电子设备提供足够的电磁屏蔽防护能力。

为较好地解决此问题，原则上各设备、各分机要控制其主动干扰，同时也要屏蔽外来的干扰。遵循这个原则，设计人员要在各分机设计中，采取适当的滤波措施。在选择电子元器件时尽量选择具有屏蔽措施的元器件。结构设计人员在结构设计中，根据电磁兼容理论，在分机设计中处理好通风散热开孔与屏蔽的问题。合理选择屏蔽方案、接地形式、接地材料，使干扰源在各设备、各分机内得到有效的控制。

厢式车车厢通常由内外金属蒙皮（一般用铝合金）的夹芯复合板组成，因此车厢本身就具有一定的电磁屏蔽能力。电磁干扰和电磁脉冲主要通过车厢大板蒙皮接缝、门、窗、孔、口进入车厢内部，也会通过电源线、信号线的传导进入车厢内部。为了提高车厢的电磁屏蔽能力，采用的主要办法有：临接的蒙皮间采用焊接连接；改进门、窗设计，采用导电密封垫等防止电磁泄漏；孔、口采用蜂窝导电材料；电源线、信号线上装滤波器，并保证系统能良好接地。对于蒙皮不采用导电金属的车厢大板，可在蒙皮下敷设一层铝箔或金属丝网，达到电磁屏蔽目的。

目前在硬壁车厢上的电磁屏蔽设计已经很成熟，但在扩展式厢式车上仍存在一定难度。由于扩展厢式车接合面多，达到高屏蔽衰减比非扩展车厢难度大。以前通常采用铝板桥接扩展后的壁板接合面，用这种方法尽管能使扩展车厢具有一定的屏蔽效能，但紧固桥接用铝板的时间太长，增加了车厢的伸缩作业时间，因而降低了扩展厢式车的作业效能。现在国际上通常采用柔性金属网栅技术，在一块壁板上永久性连接金属网栅，在另一块壁板上装上金属网夹装置，使用时把网栅按要求铺展夹紧即可。在拐角处有三维金属网和一个用于夹紧的可卸角件。采用这种方法既减少作业时间，也提高了车厢的电磁屏蔽性能。

2.2 防冲击抗穿透能力^[6]

为保证厢式车的防冲击抗穿透能力,厢式车壁板的结构设计非常重要.板的厚度、加强筋的截面形状、加强筋的位置和间隔都要进行统筹分析计算,优化设计.目前厢式车壁板厚度都在52 mm左右,厢式车壁的最佳厚度应根据所选用的内外包板材料、芯层材料及壁板复合方式,选用能满足厢式车壁抗冲击防穿透能力的最佳厚度.加强筋的主要作用是防止厢式车遭受冲击压力变形损坏.因此,在选用加强筋截面形状、连接方式、布置位置和间隔时,要考虑厢式车装载负荷、起吊、风荷等情况.

目前的厢式车壁板全用胶接,几乎没有机械连接.胶的高低温性能是有限的.要使厢式车在高温或冲击波下保持其原有的刚强度,加强筋之间和筋与边框之间的连接应采用机械连接.条件允许的情况下,最好采用焊接.内外包板与加强筋、边框的连接应采用铆接.只有这样,才能保证厢式车受到瞬时高温和冲击时,厢式车不致变形损坏,具有较高的生存能力.

2.3 防放射性尘埃、有害气体

在特殊环境中,要求厢式车不仅能够保护车厢内人员,与穿戴防毒面具和服装相比,车厢内人员无戴面具和服装的沉重负担,而且极大提高了工作效率.英国、意大利、德国也都在发展三防车厢,三防功能已经从指挥、控制、通讯厢式车扩大到机械维修、电气/电子设备维修、医疗、炊事(其中包括可扩展式)厢式车,厢式车具有防放射性尘埃及有害气体功能也成为重要发展趋势.

具有防放射性尘埃及有害气体功能的厢式车主要由车厢、车厢控制组件、保护性出口及其控制组件、尘埃收集器、气体/粒子过滤器、主风机、气流阀、配电装置、探测和报警系统等组成.车厢对放射性尘埃或有害气体起隔离作用.

由于车厢门、窗、孔口处存在接缝,为了防止放射性尘埃、有害气体进入车厢,车厢内部要保持一定超压,通常在175 Pa以上,在污染的环境里人员通过保护性进出口来进出车厢.为使外界污染空气不进入进出口,保护性出口也要保持100 Pa左右的超压,并装有净化装置.从污染环境里进入车厢的人员在保护性进出口里清洗,然后作换气净化,之后开启车厢门使人员进入.过滤装置用来过滤送入车厢的

污染空气.主风机把过滤的净化空气送入车厢,并使车厢加压.探测和报警系统则在车厢外污染达到危害人健康的给定量值上发出警报,并启动过滤装置和各种阀门进行消毒工作.

3 车厢壁板的制作^[2]

移动式的电子设备采用厢式车装载体制已是大势所趋.厢式车因其用途的特殊性,目前厢式车保温隔热板(大板)通常采用夹芯板.夹芯板由蒙皮、芯材和骨架等组成.蒙皮主要是铝合金薄板等组成,芯材是硬质聚氨酯泡沫,骨架(筋和梁)采用挤压铝型材或钢型材.厢式车大板的制作质量直接影响着整部厢式车的使用寿命及各项性能指标,因此大板式厢式车最基本的就是车厢壁板的制作.

各壁板之间采用铆接及粘接相结合的方法,形成机械性能强、质量轻、保温性能好、耐腐蚀、密闭性能优良的厢式车.用板厚薄、强度大、质量轻的铝合金板作为内外蒙皮,用铝合金方管焊接形成骨架,蒙皮与骨架间用硬质松木条作为隔断热桥,其余中间层填充硬聚氨酯泡沫板.硬质聚氨酯泡沫板具有良好的隔热性能,质量轻强度高,同时具有良好的耐热性和低吸水性,对金属、木材等有极好的粘接性能.薄而强的内外铝合金蒙皮,用以承受轴向载荷、径向剪力;厚而轻的聚氨酯泡沫夹芯,将内外蒙皮联结成一体,承受由一块蒙皮传递到另一块蒙皮的载荷和剪力;胶粘剂能将剪力传到泡沫夹芯,再由夹芯传到另一块蒙皮.由预先制作好的上述各壁板,通过大小角铝、钢制角型件、上下翻板、门窗等联接成性能优良的厢式车.既保证了厢体的整体性能、厢体外观漂亮,又降低了厢体的制作成本.

厢式车壁板通常采用下述两大类成型方法制作:现场发泡成型;粘接成型.

3.1 现场发泡成型

现场发泡成型是将现场调制的混合液直接灌注到内外蒙皮之间进行发泡.这种成型工艺的优点是无接缝粘结,不会在低温下损坏.但这种工艺有较大的缺点:①整个发泡过程失去了机械嵌合力,同时也部分地损失了分子间相互作用的力,这就构成了脱层的最大隐患.②溶液未经充分搅拌,只部分起了化学反应,容易再次发泡造成局部凸起.③混合溶液的反应很快,在其反应过程中,往往会造成泡沫中心密

度较低,靠近面板的部分密度很高,形成一层硬皮,由于铝板的剥离强度差,在面板受到很大的温差变化时,铝板与硬皮之间产生了剪切和剥离的力,便会使其脱层.因此目前国内外大部分厢式车厂家都不用现场发泡成型而采用粘接成型工艺.

3.2 粘接成型

粘接成型法生产大板是在固定的模具内发制泡沫芯材,并经过高温进一步充分固化,然后按图纸要求将发好的泡沫板切开成型,加工至要求的精度,在加工过程中将表层硬皮及硬皮下的扁平气泡全部切除,从而彻底消除芯材硬皮及扁平气泡,确保芯材质量,然后将加工好的泡沫放入金属骨架中,涂胶后与蒙皮等部件粘接,放入专用夹具加压成形,固化后制成厢式车壁板.粘接成型法获得较稳定的大板质量,这是粘接工艺的最大优点,但粘接法工艺也有不足的地方,主要表现在:①加工工序多,对泡沫、蒙皮和骨架等加工精度有较高要求;②成型设备精度、自动化程度要求较高;③需要一种耐温性好、韧性好的胶粘剂,具体要求如下:常温固化,固化时间在 2~5 h 之内;具有较高温度的剪切强度,范围在 2.7~10.6 MPa;操作时间不少于 0.5 h;防水.

4 结 束 语

厢式车的发展快速多变,在进行厢式车设计加工时,必须采用现代优化设计手段及加工手段,做到在满足使用要求的前提下,尽可能降低成本,减轻自重,提高可靠性、机动性、抗恶劣环境性,制造出高性能的厢式车.

参考文献

- [1] 胡大宁.特殊方舱技术的发展状况及方向[J].方舱技术,2001:2-5.
- [2] 马天信.方舱大板成型工艺的探讨[J].方舱技术,1998:24-26.
- [3] Christopher F Foss, Terry J Gander. Shelters and Containers[C]//Jane's Military Vehicles and Logistics,1999-2000:87-95.
- [4] 白同云,吕晓德.电磁兼容设计[M].北京:北京邮电大学出版社,2001:25-43.
- [5] 韩炳森.特殊方舱的电磁屏蔽设计[J].电子工程师,2006(4):11-13.
- [6] 张泽江.防爆防弹特殊方舱防火保护层技术探讨[J].中国安全生产科学技术,2007(4):55-57.
- [7] 孙旭,李富栋,吴涛,等.印制板的抗干扰设计[J].光电技术应用,2007,22(4):81-83.

简讯

波音公司和雷声公司为美海军研究自由电子激光武器

2009年4月13日,美国海军研究办公室(ONR)授予波音公司一项最高金额达1.63亿美元的合同(另外再加上690万美元的初始任务订单),为美国海军开发自由电子激光(FEL)武器系统,该武器系统将具有超高精度、光速性能以及无限装弹能力,将在未来10年内成为美国海军舰船抵御新威胁(如高速巡航导弹等)的重要手段.

按照美国海军要求,用于舰船防御的自由电子激光器输出能量可达到兆瓦级.通过高能电子束穿透一系列磁场,自由电子激光器能够实现激光的集中发射.

目前,美国波音公司定向能系统分部和雷声公司集成防御系统部各收到了一份价值690万美元的合同,将对一种100 kW级自由电子激光器(Free Electron Laser, FEL)试验台进行Phase 1A阶段的初步设计,以期降低风险,并对可用于后续兆瓦级FEL激光武器系统的技术进行演示.

这些同时进行的研究为期12个月,将有效催生ONR创

新海军样机路线图的可扩展FEL武器能力;这些设计、开发、制造、集成和测试多级计划最终将在2015年左右达到顶峰,并进行样机试验.

美国海军(USN)和ONR将基于FEL的武器系统视为“改变游戏规则”的潜在武器,将在2010财年不惜投入超过1.6亿美元正式启动一项INP计划.他们希望长期以来海事领域一直阻碍高功率激光武器高效使用的科学技术难题将被克服,一种可部署在舰船上的武器系统能够在2020年进入服役.

美国海军已经关注定向能武器系统多年.而近期以来,DDG-1000驱逐舰所率先采用的集成电力系统预示着全电动船体结构将拥有光明的前景,高能传感器和武器可以充分利用舰船的装机功率,因此,美国海军对定向能的兴趣变得更加浓厚.

(徐世录提供)