

# 双能源工程车的布线电磁兼容设计

刘梦汝 马晓宁 付强 王秀玲 李发福

(中车株洲电力机车有限公司技术中心, 湖南 株洲 412001)

**摘要:** 文章分析了一种电力蓄电池双能源工程车的整车结构特点、布线特点。此款工程车不但满足了绿色环保的市场需求, 也增加市场上机车、工程车等产品的多样性。按照机车布线的规范要求提出了本车型的一种布线设计方案, 并介绍了这种电力蓄电池双能源工程车布线设计中的电磁兼容处理方法, 以及这种电力蓄电池双能源工程车布线的接地原则, 为该类型的其他类似的电力蓄电池双能源工程车布线设计提供了参考, 并对其他类型的机车车辆提供了一种布线方案的可行性参考。

**关键词:** 电力蓄电池双能源工程车; 布线设计; 电磁兼容

**中图分类号:** TN405

**文献标识码:** A

## 0 引言

电力蓄电池双能源工程车主要用于地铁工程建设、维护和车辆的牵引、事故救援等。2011年前国内以内燃机车为主。为响应绿色环保要求, 并为了满足市场需求, 特别设计了一种电力蓄电池双能源工程车, 该车采用牵引蓄电池供电或第三轨受流, 无受流轨区段由牵引蓄电池提供动力, 绿色、无噪声污染, 零排放、无污染。

由于电力蓄电池双能源工程车采用了大量的的电力蓄电池, 与以往车辆有很大的不同之处, 例如, 该类型电力蓄电池双能源工程车在性能、车体结构、设备布置、重量分配等方面与传统的直流机车、交流机车和地铁车辆存在较大差异, 电力蓄电池双能源工程车的布线设计和工艺也需要根据新的性能、车体结构、设备布置、重量分配来做出相应调整, 以满足电力蓄电池双能源工程车电气功能、布线电磁兼容、整车美观等要求。

### 1 电力蓄电池双能源工程车结构及设备布置特点

电力蓄电池双能源工程车为单司机室, 两侧走廊, 中央设备布置, 轴式为B0-B0, 第三轨受流时额定功率400KW, 标称电压DC750V; 蓄电池牵引时额定功率302KW, 标称电压DC686V, 蓄电池可以由一台车载柴油发电机充电。

车上机械间仅用于安装设备(除柴油机外), 这些设备主要包括: 空气管路柜、低压柜、牵引蓄电池箱、辅助逆变器柜、牵引蓄电池充电机及高压柜2。吊挂在电力蓄电池双能源工程车底架下的设备主要包括压缩

机、高压柜1、控制蓄电池充电机、制动电阻柜、控制蓄电池箱及牵引逆变器等, 整车设备布置十分紧凑, 布线空间有限, 因此, 布线空间主要集中在车上车下, 车下采用中央悬挂主线槽布线方式, 车上采用一侧控制线槽布置方案。电力蓄电池双能源工程车的车上设备布置如图1所示(图中线槽位于设备下方), 电力蓄电池双能源工程车的车下设备布置如图2所示(图中线槽位于底架梁下方)。



图1 电力蓄电池双能源工程车的车上设备布置示意图



图2 电力蓄电池双能源工程车的车下设备布置示意图

## 2 整车布线方案

电力蓄电池双能源工程车由于设备布置十分紧凑, 导致此电力蓄电池双能源工程车的电磁环境较为复杂, 各种电气设备、通讯设备、信号设备之间的电磁干扰明显。要阻断电磁干扰能量的传播, 仅在干扰源设备和敏感设备上采取相应的电磁兼容措施是远远不够的。因为电磁干扰能量可以通过与设备相连接的电缆以传导耦合、感性耦合、容性耦合、信号共地阻抗等方式向敏感设备或外界传播, 连接设备电缆的电磁干扰能量通过辐射外泄, 进而影响到敏感设备, 并对电力蓄电池双能源工程车运行产生影响。因此, 布线设计和工艺在电力蓄电池双能源工程车的整个系统中的应用尤

其重要<sup>[1]</sup>。

该型电力蓄电池双能源工程车的电路主要分为主电路、辅助电路、控制电路和信号电路等。电力蓄电池双能源工程车布线设计按照EN50343的规定，整车布线应当符合安全性原则和电磁兼容的技术要求，不同种类的电缆尽可能单独敷设。电缆与电缆束之间所要求的距离理论上取决于功率、频率、并行敷设的长度以及辐射抗扰度。实际设计时，电缆应按照不同功能区分，各分区之间有足够的空间间隔，以及按照表1设置隔离的最小间距。

表1 不同电磁兼容电缆间的最小间距

电磁兼容电缆种类	隔离间距 (m)
A 与 B	0.1
A 与 C	0.2
B 与 C	0.1

如空间有限，在不同种类电缆的最小间距无法达到的情况下（尤其是A与C类电缆之间的间距），电缆用金属线槽屏蔽或选用屏蔽电缆，以确保事故状态下可以实现不同电压等级回路间的安全隔离，避免不同类型导线间的耦合，抑制电磁干扰，提高整车线路安全性和信号系统可靠性，取得良好的电磁兼容效果。

电力蓄电池双能源工程车的主电路为DC750V电压等级，所涉及的大部分电气设备布置在车下，且电缆数量较多，故适宜在车下集中布置。依据设备布置方向，要求沿车体纵向中心线方向预留出走线通道，大部分电气设备间的主回路电缆通过该通道，这些电缆可以采用线槽内预布线方式，也可以采用线夹等方式固定。车上与车下设备之间的主电缆尽量集中排布、穿过车体底架地板；车上司机室两侧的牵引蓄电池连接线需要穿过司机室，按照EN50343的规定，大功率电缆必须在司机室内做好防护，确保司机室内良好的电磁环境以及电缆故障情况下的人员安全；当然也可以先将电缆穿出至车下主线缆通道内，绕过司机室后再引至车上。牵引电机由牵引逆变器供电，电流中含有较多的谐波分量，属于典型的电磁干扰源，为降低其对车下电磁环境的不利影响，在牵引逆变器和4台牵引电机之间使用了屏蔽电缆以屏蔽干扰源。功率电缆集中在车下布置，一是降低了对车上尤其是司机室内敏感设备的干扰，二是有利于电缆通风散热，三是避免了大面积地穿越司机室，并且采用车下线槽布置，可以更好地散热<sup>[2]</sup>。

电力蓄电池双能源工程车辅助电路电源为3AC400V/AC220V，属于容易产生干扰的电源，其主要负载为压缩机、空调及各类冷却风机。由于这些负载设备较为

分散，故不能够集中布线。通常将同一回路的两根或三根单芯电缆敷设在同一个保护管内，也可以选用两芯或三芯电缆，满足标准EN50343中规定的“回流导体”排布方式，降低电缆的发射干扰。所有辅助电缆与控制/信号电缆交叉排布或保持足够距离，以降低线间分布电容，阻断耦合路径。进司机室的空调、插座等电源线，采用穿金属屏蔽软管的屏蔽措施，以抑制干扰源。

电力蓄电池双能源工程车控制电路电缆遍布整车设备，数量众多。在电力蓄电池双能源工程车布线中，相对于主辅电路，它们通常作为敏感源来处理，要求能够集中布置，并采取防护和屏蔽措施；但各类控制和信号电缆由于并行敷设距离较长，间距小，相互间也存在耦合现象。屏蔽电缆不仅能有效屏蔽外界对导线中传输信号的干扰，而且阻止内部信号对外界的辐射。电力蓄电池双能源工程车信号系统信号、局域网信号和一些模拟量信号等都选用普通屏蔽电缆或屏蔽双绞电缆（STP）作为传输介质。DC110V及DC24V控制信号电缆一般不必选择屏蔽电缆，但需做好干扰防护。这些电缆在车上部分都集中布置在两段控制线槽内，形成一个贯通司机室及其两端设备的通道，而车下设备的控制线路或信号线路都可以就近垂直穿过车体后引入该线槽，从而将整车设备控制、信号线路相互沟通。这样，车上控制及信号线路依靠车体这一良好的屏蔽体与车下动力电缆和功率元件空间隔离，与车上动力及辅助电缆保持足够距离；而车下设备控制及信号线走线方向与动力电缆走向交叉“垂直”，整车布线格局形成了良好的电磁兼容效果。车上的控制线槽采用双线槽结构（见图3），在大的U型线槽内安装屏蔽线槽，将具有较高防干扰要求的信号电缆固定在屏蔽线槽内。该线槽的屏蔽结构与屏蔽电缆结合，采用双重屏蔽方式，可以很好阻断两类电缆由于近距离并行集中敷设，可能产生的电磁场耦合<sup>[3]</sup>。电力蓄电池双能源工程车的ATP信号从车下信号设备经过转接盒之后再引至司机室内，在转接盒进出线位置选用了具有360°接地、屏蔽功能的连接器，可以实现电缆屏蔽层与连接器金属表面完全接触并环绕接地，电磁屏蔽效果良好，满足高质量信号传输的要求<sup>[4]</sup>。

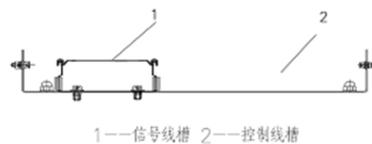


图3 控制及信号线槽结构示意图（断面图）

（下转第129页）

工程出现垂直或水平位移的情况,测量人员便可依托测绘工程技术来加以掌握,此种情况下水利工程建设的质量与安全施工均可得到保证。

#### 4.2 在城市排水工程项目中的应用

在城市化建设过程中,市政设施建设的推进离不开工程测绘技术的支持。通过全站仪的合理化应用,可就市政排水系统建设实际加以动态化监控,在管网设施布设安装方面,通过自动引导系统的应用来提高控制的精准度,保证市政工程建设质量与效率,进而为城市的稳定健康发展奠定坚实基础。

#### 4.3 在地籍测量项目中的应用

地籍测量工作的开展,需要全面采集、储存并管理专题数据、基础信息以及空间信息等,在这一方面GIS技术发挥着重要的作用,比如土地基础数据、规划使用情况、地形地质信息等,在收集整理地理空间数据的基础上进行处理分析,能够保证地籍测量工作的高效化。通过GIS技术的应用,可更新并完善测绘信息,使得测绘数据准确可靠且更具时效性,后续信息查

询和利用提供便利。

### 5 结语

随着科技的进步,工程测绘技术水平得到了显著提升,为地籍测量工作的开展提供了强有力的支持,在保证地籍数据精准度的同时提高了工作效率,测量成本也得到合理化控制。未来应加大研究力度,提升工程测绘技术整体水平,并强化工作人员的综合素质,以确保地籍管理工作地顺利推进,为我国经济社会发展提供助力。

#### 参考文献

- [1] 张磊.测绘工程技术在地籍测量中的实践应用研究[J].工程建设与设计,2020(08):16-17.
- [2] 钟华君.测绘工程技术在地籍测量中的应用[J].四川水泥,2020(04):148.
- [3] 张瑞.测绘工程技术在地籍测量中的实践应用分析[J].科技风,2020(10):111.
- [4] 卢铭,杨兆祥.无人机遥感技术在测绘工程测量中的实践及应用[J].林业科技情报,2020,52(01):123-125.
- [5] 徐小芳,田剑,徐勇.测绘工程技术在不动产测量中的实践应用分析[J].工程技术研究,2020,5(03):39-40.

(上接第126页)

### 3 布线接地

布线系统的接地是设计中的一个关键环节。在电力蓄电池双能源工程车上,“接地”就是接车体,因为“车体地”是一个大的金属等电位体,并经导线低阻抗连接至轮对接地碳刷及钢轨,其电位数值与大地电位相同。电力蓄电池双能源工程车上电气设备的保护接地、工作接地、屏蔽接地等均连接在车体上,即所有接地系统共用一个共同的“地”。通过接地,才能实现电力蓄电池双能源工程车主电路的正常工作、电磁兼容的良好效果。

该电力蓄电池双能源工程车布线设计的接地主要通过以下部分进行实现:

**电力蓄电池双能源工程车主电路回流接地:**DC750V回流路径一般是,变电所正极-第三轨-电力蓄电池双能源工程车受流器-电力蓄电池双能源工程车负载-负极母排-轮对接地碳刷-钢轨-变电所负极,构成了电力蓄电池双能源工程车主电路的工作接地回路。

**电力蓄电池双能源工程车线槽金属外壳接地:**电力蓄电池双能源工程车上的线槽多采用金属材质,它的接地可以降低金属导体电位,泄放电荷,降低电磁干扰,并起到屏蔽体的作用。

**电力蓄电池双能源工程车电缆屏蔽层接地:**在接地方式上,牵引电机的供电电缆屏蔽层必须采用单点接地,若屏蔽层两端接地,则可能造成电缆发热严重。对于控制信号,频率在1MHZ以下,常采用单点接地方式,如牵引电机的速度、温度信号电缆;频率在1MHZ以上,常采用两点或多点接地,如MVB电缆的屏蔽层采用两端接地。

### 4 结语

上述布线格局功能区划分明显,主电路线缆集中在车下布置,控制信号线缆集中在车上布置,车下控制信号线缆就近引入车上,经过控制线槽接入相应设备。电力蓄电池双能源工程车布线的电磁兼容设计贯穿电力蓄电池双能源工程车设计的整个过程,应给予高度重视,并进行优化完善。

#### 参考文献

- [1] 崔健,黄思淇,贾港澳.通信电子线路中EDA技术的实践运用浅析[J].电子元器件与信息技术,2020,4(8):2.
- [2] 李华祥.电磁兼容在电力机车布线中的设计[J].铁道机车车辆,2008(1):3.
- [3] 张友林,魏长江.电磁兼容中的接地技术[J].煤炭技术,2005,24(8):3.
- [4] 汤永胜.地线干扰与地线设计[J].民航科技,2006(2):88-89.