

新能源汽车动力蓄电池接地线设计

范春光 王育清 何伟伟 张 京

山东五征环保科技股份有限公司 山东 日照 276800

摘要:地是可导电的,其电位通常取为零。接地线,即为与大地连接的导线。电气设备的外露导体部分及装置外导电部分通过导体与大地相连接,称作接地。接地的目的是使可能触及到电的部分与地相导通,当设备产生电气故障时,即使其导电部分带电,因其电位与大地电位相接近,也可降低人员触电危险,保证人生及设备的安全。本文对新能源汽车动力蓄电池接地线设计进行探讨。

关键词:接地线;长度;硬度;防转动;防锈

引言

动力蓄电池系统总成作为整车的动力部件,在设计时需要将电池包漏电流和静电导出至车身,再通过车身将电流传导至地面。文章从整车集成者角度出发,论述了接地线长度、硬度、防转动功能设计的重要性的方法,对接地线的设计提出了建议,使得整车装配接地线的过程变得更加容易。此外,文章还提出了电池端安装面工艺的处理建议,可有效防止车辆在长期使用后因接地线安装面生锈而导致的接地功能损伤。

1 接地线的组成

1.1 接地线设计国标要求

《电动汽车安全要求第三部分:人员触电防护》(GB/T—18384.3—2015)第6.9条对电位均衡有如下要求:所有组成电位均衡电流通路的组件(导体、连接部分)应能承受单点失效情况下的最大电流,电位均衡通路中任意两个可以被人员同时触碰到的外露可导电部分之间的电阻应不超过 0.1Ω 。

1.2 接地线结构介绍

目前行业内普遍采用铜线作为接地线主材质,以满足电位均衡要求。接地线由端子和导线组成,端子用于固定接地线至车身及电池上,导线用于连接电池和车身。端子多为铁片组成,设计时需要考虑拧紧转动功能,导线部分则由铜丝、绝缘层、外包裹层组成。铜的电阻小、导电性能好,可满足接地线电位均衡要求。绝缘层的作用是防止人员接触带电导体部分。外包裹层的作用为保护线缆,需具备耐磨性及防水性,避免车辆行驶过程接地线损坏。外包裹层常用材料为PP波纹管或者织物缠绕。PP波纹管防水、防腐性、耐磨性较织物缠绕好,其使用寿命更长^[1]。

2 接地线设计要点

2.1 接地线长度

接地线长度影响装配难度及装配后效果。如接地线过长,需卷绕弯折长度过大(见图1),打紧后易造成松动。多余长度的接地线需要弯折,也会导致接地线不易装配,且过长的接地线可能与周围零件产生干涉。如接地线过短,则无法安装至指定位置。接地线长度设计值与其两端所处位置相关,还通常需要在样车阶段进行不同长度接地线装配效果

验证。动力电池接地线长度公差为 $\pm 5\text{mm}$ 较适宜。



图1 过长接地线装配效果

2.2 接地线防转功能

接地线通常使用螺栓等与电气底盘进行电路连接,在设计时需要考虑防转动功能。如无防转功能,螺栓打紧时端子受扭力转动带动接地线转动,难于打紧且扭力易衰减,导致接地线装配固定后形态各异。防转功能有利于提升安装效率及一致性。图2为某款新能源汽车带防转端子和防转卡口的接地线的装配效果图,其在电池包上焊接了一个带凸台的小方块,接地线设计凹槽卡入凸台,防止打紧螺栓过程中接地线转动。接地线另外一端设计防转卡扣,车身上配合设计安装孔,防转卡扣卡入安装孔内,防止打紧螺栓过程中接地线转动^[2]。

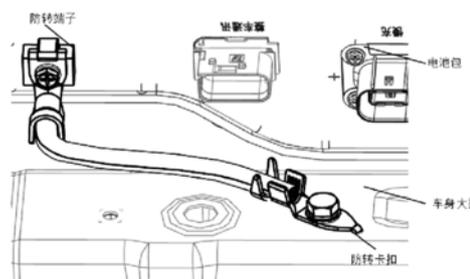


图2 接地线装配效果

2.3 接地线硬度

接地线硬度影响装配难易程度。如接地线过硬,难以弯折,当其两端安装点不在同一平面时,则会很难安装到位。接地线过硬,拧紧接地线安装螺栓时,还可能会出现接地线与拧紧套筒干涉的现象(见图3),导致螺栓无法拧紧。如接地线过软,则较难定型,安装时易变形窜动。接地线硬度与铜线关系较大,表1归纳了不同铜线材质、粗细、截面积的接地线设计方案的及其硬度、成本、使用效果及抗腐蚀性能的关系^[3]。

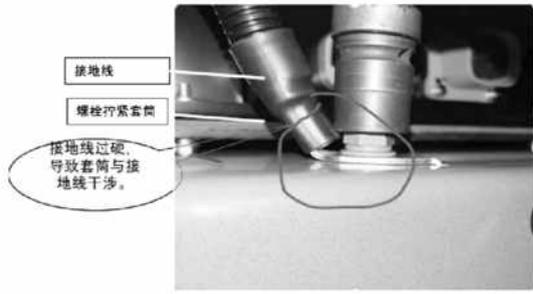


图3 接地线过硬与拧紧套筒干涉

表1 不同接地线方案优缺点对比

	方案一	方案二	方案三	方案四
图片				
材质	纯铜	镀锡铜	镀锡铜	镀锡铜
截面积/mm ²	35	35	35	25
铜丝直径/mm	0.2	0.2	0.1	0.1
抗腐蚀性	差	好	好	好
成本	低	高	较高	低
使用效果	一般	较好	好	好
硬度	硬	硬	软	软

2.3.1 接地线铜丝镀锡对硬度影响

方案一和方案二的接地线的截面积、铜丝粗细均相同，只是镀锡和不镀锡的区别。试验发现接地线都比较硬，均难装配，说明接地线柔软度与铜丝是否镀锡无关。车底工况恶劣，接地线设计需要考虑良好抗腐蚀性，镀锡铜丝比裸铜丝有更好的抗腐蚀性、导电性及散热效果，建议采用镀锡铜导线。

2.3.2 接地线铜丝粗细对硬度影响

对比方案二与方案三的不同截面积的镀锡铜接地线，方案三比方案二的铜丝细。铜丝越细，接地线越柔软，工人能轻松弯折接地线，便于工人装配。方案三的缺点是同样平方数的电缆成本会升高30%，综合考虑成本及性能要求，建议选用细铜丝的接地线。另外，铜丝越细，越需要良好的散热，否则温度升高会导致接地线阻值增大，影响接地线的导电性能。接地线装配位置应为通风处。

2.3.3 接地线线径大小对硬度影响

对比方案三35mm²与方案四25mm²的镀锡铜接地线，铜丝线径均为0.1mm，两者柔软度相当，说明柔软度与导线截面积关系不大。由于等电位电缆并不过大电流，所以35mm²的与25mm²的电缆均可满足阻值小于0.1Ω要求。然而，接地线截面积越大，用到的铜越多，成本越高，建议选用25mm²镀锡铜接地线^[4]。

综上所述，接地线硬度与铜丝表面是否镀锡无关，与铜丝线径大小有关，与接地线截面积大小无关，建议选用方案四的接地线。

3 接地线安装面防锈工艺

接地线一般装配在动力蓄电池箱体上，而动力蓄电池钣金箱体表面会进行电泳以防止箱体生锈，接地线固定面需保证过流能力，不能有电泳漆。不建议采用电泳后打磨掉接触

表面电泳漆及在表面涂导电漆的工艺，一则导电漆防锈效果不理想，二则此处金属材料经过长时间暴露在空气会遇水氧化，导致此处表面锈蚀（见图4）。建议动力蓄电池钣金箱体用螺栓堵住接地线在箱体上的安装孔后，再过电泳工艺，这样增加了接地线安装面的电泳漆面积，可以有效地防止安装面裸露生锈^[5]。

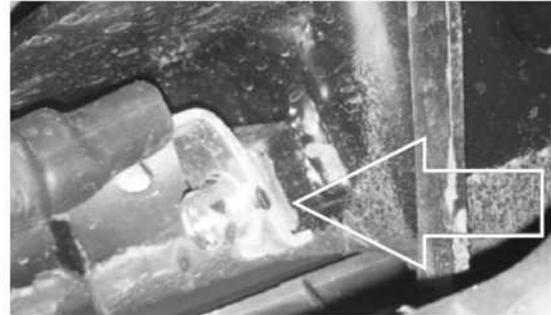


图4 接地线安装面锈蚀图

4 结束语

电池设计者在设计电池接地线时，需充分考虑接地线长度、硬度、防转对装配过程的影响，同时需要对接地线安装面加工工艺进行合理优化，避免车辆长期使用造成安装面生锈。

参考文献：

- [1]何彦霖,黄祖朋,谢佳宏,阳勇,邵杰.动力蓄电池钣金箱体表面处理工艺方案[J].时代汽车,2020,(18).
- [2]余志坤,王天生,熊钊.退役动力蓄电池用于运输载具电源的可行性分析[J].装备制造技术,2019,(06).
- [3]李毅.如何在动力蓄电池试验领域实现降本增效[J].汽车制造业,2020,(07).
- [4]王攀,徐树杰,艾崇,吴蒙.新能源汽车用废旧动力蓄电池综合利用分析及对策研究[J].时代汽车,2015,(11).
- [5]周笔,秦训鹏,赵璐.新能源汽车动力蓄电池梯次利用研究进展[J].表面工程与再制造,2018,(03).

作者简介：范春光，男，1978年10月，汉族，山东省成武县，本科，工程师，研究方向：新能源汽车及环卫车辆产品等机械工程技术。

王育清，男，1990年09月，汉，山东省五莲县，本科，工程师，研究方向：新能源汽车及环卫车辆产品等机械工程技术。

何伟伟，男，1984年3月，汉，山东省日照市，本科，工程师；研究方向：机械设计与制造、产品可靠性。

张京，男，1985年11月，汉，山东省潍坊市，本科，工程师，研究方向：机械设计与制造、汽车轻量化。