

摘要

纯电动公交客车作为一种理想的清洁能源城市公共交通工具，在我国的发展具有独特的优势。随着纯电动汽车的快速发展，动力电池作为整车的唯一能量来源，其在电动车上的应用就显得格外重要。而电池框作为保护电池正常、安全工作的关键部件，其结构和性能就显得格外重要。

本文通过在已有柴油轻客平台的基础上，进行新能源电池布置，并根据电池及电池框的布置结果进行相应的电池框结构设计和强度分析。

本文研究了纯电动客车电池框的布置位置对汽车动力性能的影响，分析了电池框在车身总布置上的设计，考虑电池框在电动车总布置中所要满足的条件，如离地间隙等条件进行电池框在总布置方面的设计。

本文首先根据电池框结构设计所需满足的相关要求运用 CATIA 软件建立了结构的三维实体模型，进而建立电池框有限元模型，利用 Hypermesh 软件，对电池框模型网格划分、赋予零件材料属性、模型装配连接、以及创建低速碰撞、侧向、上跳三种工况下的约束和载荷，进而分析三种工况下的强度，通过分析得出电池框应力集中区域，并对应力集中区域进行优化使其满足强度要求。最后通过动力学仿真软件 Adams 中，计算螺栓受力大小以便进行螺栓选型。

关键词：电池框；结构设计；强度分析

Abstract

Pure electric bus as a kind of ideal clean energy city public transportation, has unique advantages in the development of our country. With the rapid development of pure electric vehicles, power battery as the sole source of energy for vehicle, its application in the electric vehicle is especially important. And the battery box as a normal battery protection, work safety of the key components, its structure and properties is especially important.

In this article, through the existing light diesel passenger platform, on the basis of new energy battery to decorate, according to the result of batteries and battery box layout and corresponding battery box structure design and strength analysis.

This paper studies the position of the pure electric passenger car battery box layout of automobile dynamic performance, the influence of battery box are analyzed on the body layout design, considering the battery box in electric vehicles should satisfy the conditions set out in the general arrangement, such as ground clearance battery box for conditions in terms of the layout design.

This paper based on the battery box structure design required to meet the relevant requirements using CATIA software established the structure of the three-dimensional entity model, finite element model and the battery box, by using Hypermesh software, meshing battery box model, give the parts material properties, model assembly connection, as well as create a low-speed collision, lateral, jump on three working conditions of constraint and load, strength of three working conditions is analyzed, through analysis the battery casing stress concentration area, and optimize the stress concentration area to make it meet the strength requirement. Finally, the dynamics simulation software Adams, calculate bolt stress size for selection.

Keywords: battery box; Structure design; Strength analysis

目录

第一章 概论.....	1
1.1 论文研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 国内外相关研究概述.....	3
1.2.1 国内研究现状.....	3
1.2.2 国外研究现状.....	4
第二章 电池框总布置设计.....	6
2.1 总布置的要求.....	6
2.2 电池框的布置.....	7
2.3 安装点的布置.....	10
第三章 电池框的结构设计.....	11
3.1 电池框的结构设计要求.....	11
3.1.1 散热要求.....	11
3.1.2 密封防水要求.....	11
3.1.3 电池更换便利性.....	12
3.1.4 压紧限位要求.....	12
3.1.5 美观性.....	12
3.1.6 锁结构的布置.....	13
3.2 电池框的结构设计.....	13
3.2.1 外形设计.....	13
3.2.2 散热设计.....	14
3.2.3 密封防水设计.....	14
3.2.4 滚动导向机构.....	14
3.2.5 压紧限位机构.....	15
3.2.6 锁机构.....	16
3.2.7 美观性.....	17

第四章 电池框的强度分析	18
4.1 电池框的有限元模型建立	18
4.1.1 前处理的选择	18
4.1.2 材料的选择	18
4.1.3 几何清理	19
4.1.4 网格划分	20
4.1.5 单元及材料属性设置	20
4.1.6 不同工况下载荷和约束的施加	21
4.2 电池框的强度求解及结果分析	23
4.2.1 低速碰撞	23
4.2.2 侧向	25
4.2.3 上跳	27
4.3 电池框的强度结果汇总	29
第五章 电池框的螺栓受力分析	31
5.1 电池框螺栓的受力分析	31
5.1.1 测量电池框的安装坐标	31
5.1.2 电池框安装螺栓的模拟	32
5.1.2 电池框安装螺栓的分析结果	32
5.3 电池框安装螺栓的结果	34
第六章 结论	36
致谢	38
参考文献	39

第一章 概论

1.1 论文研究背景及意义

1.1.1 研究背景

众所周知，世界汽车如今的保有量保持高速度增长。大多数发达国家轿车已经普及到了千家万户，这使人们生活发生了巨大的变化。其中汽车的普及率最高的国家是美国，平均每个家庭都拥有汽车 2~3 辆。虽然中国汽车工业在起步上较晚，但是自从改革开放以来，国际汽车龙头产业纷纷在中国建立了合资企业，客观上推动了中国汽车工业的发展进程。2009 年中国汽车迎头赶上，年产销量超过 1000 万辆，替代了美国排名世界第一的位置。但是，汽车工业的快速发展的同时也带来环境污染和能源短缺等严重的问题。

目前能源短缺问题已成为全球性亟待解决的问题。现在全球汽车的保有量不断增加，但是由于传统汽车所需要的能量几乎完全依赖于石油，这使能源问题成为了制约汽车工业发展的重要原因。根据当前已表明的世界范围内的石油总储量，全球剩余的石油资源仅供人类可再使用 40 年左右。而目前全球汽车每年所消耗的石油量就已经超过了 100 亿桶，占据了石油资源总消耗 40%左右。在我国，石油资源匮乏的形势更加严峻，自 1993 年以来，我国成为石油净进口国，且进口石油的数量在逐年递增，对国外市场的原油依赖性也日益增大。过分的依赖原油进口将严重影响我国的能源安全。据统计，国内 2010 年机动车所消耗的总石油量为 1.38 亿吨，大约占全国石油消费的 43%左右。预计到 2020 年，我国机动车的石油需求量将达到 2.56 亿吨左右，大约为当年全国的石油总需求量的 57%。日渐匮乏的石油资源将成为制约我国汽车工业发展的重要原因，甚至将进一步影响我国国民经济的整体健康发展。

能源危机是一大问题，但是汽车尾气带来的排放污染也不容忽视。随着我国汽车保有量的逐年增加，汽车尾气污染物排放总量日趋上升。据我国环境监测机构数据表明，汽车尾气是国内主要城市大气污染的主要来源之一，占大气污染物总排放量的 60%以上，被公认为是大气污染的“头号杀手”。尤其是近几年，二氧化碳气体所形成的温室效应越来越显著，全球性的气候变暖对人类构成了严峻考验。国内的形势更为严峻，

目前，在全球大气环境污染最严重的 20 个城市之中，我国已经有 16 个城市入列。在北京市，汽车尾气的排放量对大气污染物中 HC、NO、CO 的分担率百分比分别为 73.5%、46% 和 63.4%。上海地区则更为严重，分别为 96%、56% 和 86%。研究已表明，机动车尾气可排出上百种不同的有害物质，主要污染物有碳氢化合物、固体悬浮微粒、氮氧化合物、一氧化碳、二氧化碳、铅、硫化合物。其中，碳氢化合物主要构成为多环芳香烃等剧毒物质，而多环芳香烃中的苯为致癌物质；氮氧化合物对我们的呼吸系统有着较大危害，同时氮氧化合物也是光化学烟雾的主要组成成分。汽车尾气在损害人体健康的同时，还影响着人类的居住环境；硫化合物有着强烈的刺激性气味，达到一定浓度时则会产生“酸雨”，造成水源和土壤的酸化，影响森林和农作物的生长；二氧化碳是导致全球变暖的罪魁祸首。在全球性的各种气候会议中，人们不断地提出低碳经济、清洁发展等全新概念，控诉着汽车业给全球环境所带来的巨大危害。

1.1.2 研究意义

电动汽车以电代油，能够实现“零排放”，噪声低，是解决能源问题与环境问题的重要手段。相对于传统汽车，新能源汽车在很大的优势。

(1) 无污染，噪声低

电动汽车本身不排放污染大气的有害气体，废气的排出量也比燃油汽车减少了 92%—98%。即使把所耗电量等值换算为发电厂的排放，除硫和微粒以外，其他污染物均显著减少。由于电厂大多建在城市的郊区甚至更远，对人类伤害也较少。而且发电厂是固定不动的，集中的排放也使得清除各种有害排放物较为容易，相关技术也较为成熟。普通的燃油汽车由于发动机工作原理的制约，必须经历“充气”、“排气”等工况过程而产生噪音。汽车噪声为城市中主要的噪音污染源之一，噪声对人体的神经、心血管、内分泌、听觉、消化、免疫系统都存在不同程度的危害。而电动车与普通燃油汽车不同，运行时基本听不到噪音。

(2) 能源效率高，多样化市内行车，为等候红绿灯等情况，必须不断地停车、制动。这些工况却正是汽车“无用”但耗能的时段，能源利用率较低。结果不仅造成了大量的能源浪费，还使得空气污染更加严重。而电动汽车则可利用其“再生制动”能力将汽车减速时的动能转化成电能，并储存在动力电池中，大大地提高了能源的使用效率。另外，经研究表明，同等的原油经过粗炼，送至发电厂发电，再充入电池，然后由电池驱动汽车，这种方法要比经过精炼变为汽油，再经发动机驱动车的能量利用效率高。

因此其有利于减少二氧化碳排放量和能源的节约。

此外，电力可以通过多种方式获得，如水力、煤、核能等，可以很大程度上缓解人类对石油资源的依赖。另外电动汽车还可以充分地利用夜间用电低谷期富余的电力进行充电，使发电设备日夜都能得到充分利用，大大提高了其经济效益。

(3) 结构简单，经久耐用

相比于传统的燃油汽车，电动汽车大多为电连接而非机械连接，因而结构相对简单，传动部件也较少。除了定期需要更换电池外，电动车基本上无需日常的维护，整车寿命也比燃油车长。

纯电动汽车同其两种新能源汽车相比，在技术实现上不但没有重大制约而且成本可以大幅降低，而限制纯电动汽车发展的主要问题是续航能力不理想，所以主要适用于城市内使用。

综上所述：本论文以某燃油客车改型为纯电动汽车为依托，根据该电动汽车总布置的要求布置电池框的位置，对电池框进行结构设计和强度分析。

本文首先确定电池的相关参数，根据电池模块的形状尺寸来布置电池框在整车上的空间位置，根据电池框性能及强度要求进行结构设计。该电池框不同于一般电池框的地方有以下几点：

- (1) 空间紧凑，可容纳 6 块标准电池模块。
- (2) 可满足电池快速换装的需要。

1.2 国内外相关研究概述

1.2.1 国内研究现状

目前对电动车安全性能的研究大多集中在动力系统方面,而对动力电池的载体,即电池包的结构的安全性及可靠性的研究较少。

通过查阅相关资料,对电池框在汽车总布置方面的资料主要如下:

2012 年江 X 大学的 X 楠,何仁^{【1】}等研究了动力电池的布置对纯电动公交客车制动效能的影响。对纯电动公交客车的动力电池布置提出了两种方案,在空载、半载和满载的情况下,分析两种方案对制动力分配系数的要求,同时分析了整车质心位置对客车制动效能的影响,获得质心位置的允许范围。

2013 年东风有限公司 X 仲奎^{【2】}等人对动力电池在电动轿车上的布置做了研究,

探讨了动力电池在纯电动轿车车身上的布置，并通过实际样车的开发验证了分析结构的正确性，还对车身布置空间不足的情况下，做了改善。

2013 年西南交通大学母洋文【3】等人针对某企业开发的纯电动城市客车，设计了三种不同动力传动系统的方案。

通过查阅相关资料，对电池框结构设计方面的资料主要如下：

2010 年武汉理工大学车杜兰【4】等人对电池包散热系统做了研究，分析了温度对电池组性能和寿命的影响，分析了电池热管理系统存在的一些问题和相关的解决方案，怎样合适的设计电池包散热系统。

海马轿车有限公司的 X 东峰【5】等人对点对汽车电池包的密封机构做了研究。对电池包的密封做了合理的世纪，并进行了浸水试验和气密性实验，对密封性做了很好地验证。

郑州日产汽车有限公司 X 瑶【6】等人对电动汽车动力电池快换系统做了结构设计的分析，利用锁止，滚动导向，压紧机构，实现动力电池的快速拆卸和安装。

郑州日产汽车公司的 X 博【7】等人基于 MPV 对动力电池的安装结构设计做了研究。以车体的纵梁和电池托架为承载部件，利用有限元对车架的刚度和强度进行了仿真分析。

2012 年梁金华【8】等人对纯电动车电池组的散热必要性进行了初步的分析，通过测量国内某纯电动车电池组在某些工况下的性能参数随温度变化的情况，通过建立电池组的热模型，分析纯电动车的电池组如果不加冷却装置时这一方案的可行性。

2013 年南京汽车有限公司蒲金鹏【9】等人对电池箱体锁紧装置进行了分析，针对存在的问题，对换电纯电动客车电池箱体的锁紧机构进行了全新的设计。

通过查阅相关资料，对电池框在汽车电池框的强度分析方面的资料主要如下：

海马轿车有限公司电动事业部的陶银鹏【10】等人从 CAE 的模态分析，静态分析，动态分析，疲劳分析，轻量化分析对电池包的强度和刚度做了分析。

1.2.2 国外研究现状

在结构分析方面，国外对电动车的发展现状及趋势的资料较多，而针对电池框的设计可查的资料很少。

美国再生能源实验室做了许多有关电动车能源储备的研发，并针对电动车适用的电池包做了相当多的研究和实验。并且运用相关计算机辅助工具和实验来分析研究电

池包的各种性能。同时也特别针对电池包热管理方面做了很多的研究。除了考虑到散热设计，还考虑到电气设计/分析与控制。

第二章 电池框总布置设计

电池作为纯电动车唯一的能量来源，对纯电动车的正常工作有决定性的作用。就目前的技术来说电动汽车主要有以下三种充电模式：缓慢充电、快速充电、快速更换。缓慢充电主要是需要利用充电桩来充电的，不仅在充电的时候会浪费很多时间，而且充电桩的建造和维护成本较高；快速充电虽说节约时间，但是由于快速充电的技术还不成熟，会对电池造成损伤，严重影响电池的使用寿命。而快速更换电池对于其它两种充电方式就有很多优势：

(1)会节约大量时间，和平时汽车的加油时间差不多，可以大幅度提高车辆以及电池的重复使用率；

(2)具备专业的电池养护设备，提高电池使用寿命；

(3)电池的价格比较高，换电站的建立可以租用电池而不用购买，节约成本。

本章节主要研究某传统的燃油轻型客车改装为轻型电动客车后电池框的安装位置。由于电池数量多，尺寸大，质量大，对电池框自身及车体强度有很高的要求。为减少对原有车体强度的破坏，尽量减少专用件模、夹、检具投资成本，要求在车身不发生太大变化的条件下，对电池框进行安装布置。而电池框作为容纳和装载电池的重要部件，对电池能否正常安全的工作起到了至关重要的作用。同时电池在电动车上的位置非常重要，电池位置的合理与否会直接影响车辆的载荷分布及动力性能。所以本课题对电池框在此电动车上的布置做了分析。

2.1 总布置的要求

为满足车辆的各项性能要求，需要布置六块电池，每块电池容量为 10 度，重量为 92kg/块，尺寸为 825mm×500mm×130mm，通过快换充电方式实现，车内同时布置小型充电机，电动车的续航里程为 200km。

车身电池的模块如图所示：

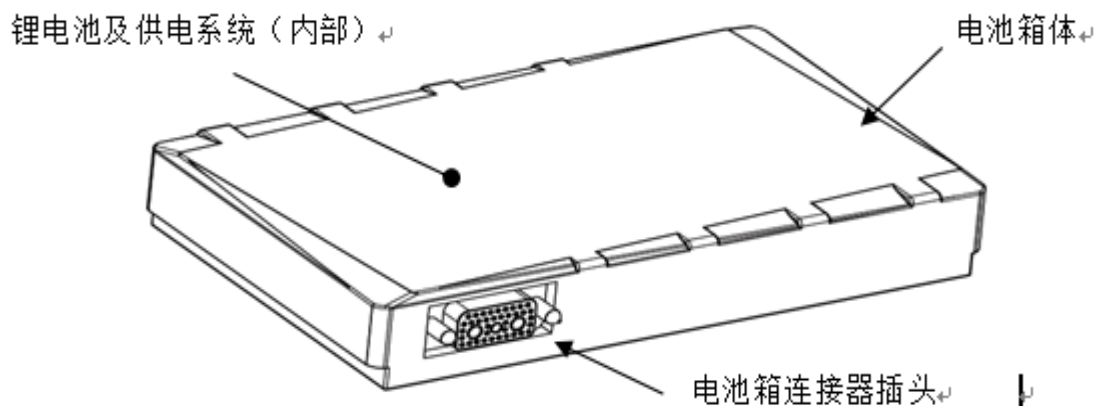


图 3.1 电池模块的结构

本课题在布置电池框的位置时要考虑满载离地间隙 $\geq 180\text{mm}$ 的要求这样的离地间隙保证了客车在路面上的通过性，防止在不平或砂石路面上钩挂，保证较大的纵向通过角，防止顶起失效。由于是快换方式，要便于拆卸安装，所以在总布置的设计中要保证电池外侧距离车体外侧下边缘的距离 $\leq 100\text{mm}$ 。受已有电池模块结构所限，该电池最佳布置方式为拉出方向沿着宽度为 500mm 的方向。在总布置的过程中，考虑车身体底部的空间大小，进行电池框的布置。而且由于是将原来的轻型客车改装为电动车，为了生产的需要，在总布置时，尽量减少对现有白车身的改动量。在总布置之后，要进行轴荷的校核，而且在设计时要考虑快换电池的方便性，及在工厂装配时的方便性，以免在拆装时出现问题。

表 2.1 为此电动车的基本参数：

表 2.1 车辆基本参数

外形尺寸（长×宽×高）（mm）	6350c2036X2590	前/后悬（mm）	915/1225
轴距（mm）	4210	前/后轮距（mm）	1734/1728
接近角/离去角（°）（空载）	$\geq 20^\circ / 16^\circ$	最小转弯直径	$\leq$ 小转弯直
前轮中心到地板上平面距离（mm）（空载/满载）	210/185	车轮滚动半径	0.353
后轮中心到地板上平面距离（mm）（空载/满载）	263/216	最小离地间隙	≥ 180
乘员数（含驾驶员）	10~14	内高（mm）	1925

2.2 电池框的布置

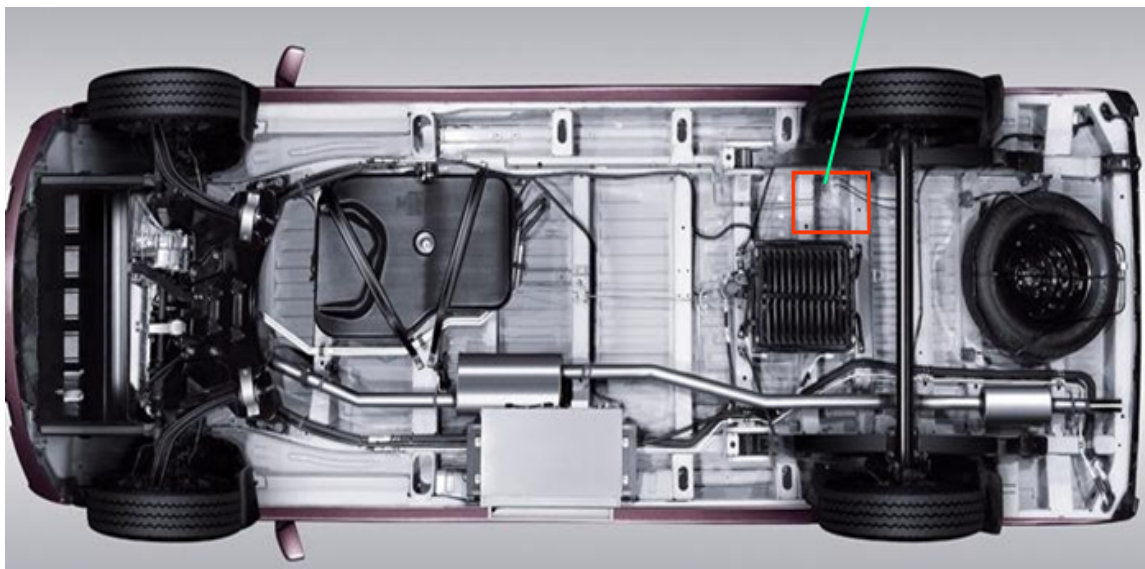


图 2.2 原燃油客车的地板

图 2.1 是原燃油客车的地板图，本课题研究的内容就是将此燃油客车改装为电动客车，本论文就是要对此燃油客车改装为电动客车时的电池框进行结构设计和强度分析。

目前市场上的电动车上电池的布置位置大致有三种：驾驶舱下，乘客过道下方，后备箱内。电池框如果布置在驾驶舱下或乘客座椅下会对车辆的动力性能有很大的帮助，还会有利于传动轴的载荷分布。但是因为驾驶舱下的空间有限，还需要放置空调、动力装置等，而且车辆的碰撞一般都发生在车辆的前部。若布置在这一位置，电池很容易被挤压变形，导致电池壳体破裂，电池液泄露，有可能造成爆炸等现象，这样就会导致电池在电动车的布置中对乘客的危险系数增大。如果将电池框布置在后备箱内，由于电池框在此处没有遮挡，有利于电池框的拆卸。但是会占用后备箱的空间，同时造成轻客的尾部质量增大，影响电动车的操纵稳定性。而且布置在后备箱中离后舱的乘客很近，一旦发生爆炸或火灾则会对乘客的伤害较大。

根据原燃油客车的地板布置可以看出，当将燃油客车改成电动车车型时，会去掉油箱，排气管路等部件。而且由于这个车型中间不存在传动轴，我们有足够的空间布置电池框。如果将电池框布置在车身地板的下方，会有以下几点优点：

- (1) 可有效利用地板下方的空间，使此轻型客车空间利用率增大。
- (2) 安全性较好，车辆发生前后撞击时电池不会受到直接影响。
- (3) 将电池组布置在中间位置，电池的操纵稳定性和通过性都会较好。
- (4) 维修便利性好，更换电池方便易操作。

通过多方面比较后，本次设计决定将电池框布置在车身地板下。

布置结果如下，见图 2.3，2.4 所示：

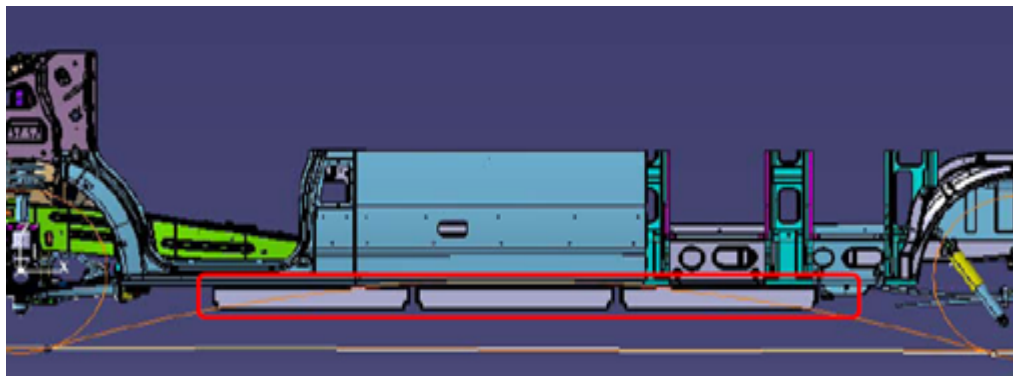


图 2.3 电池框总布置侧视图

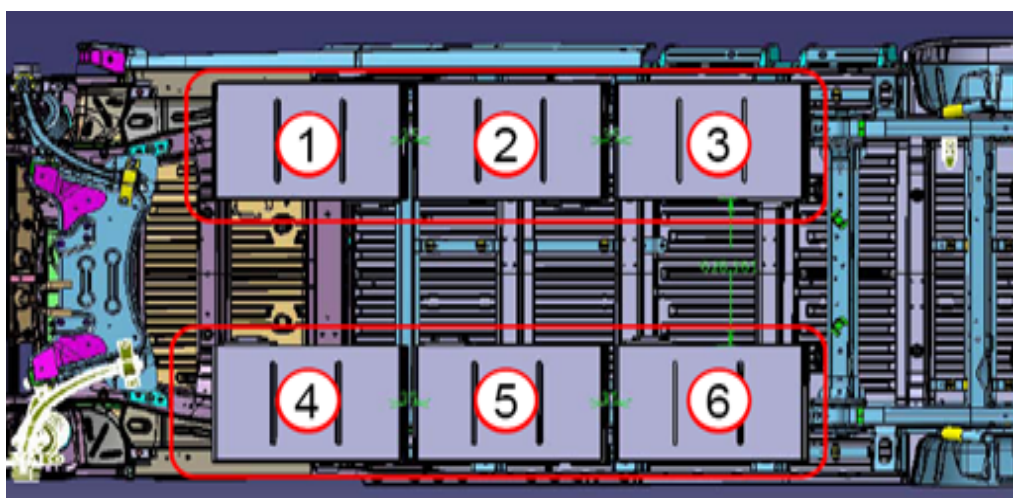


图 2.4 电池框总布置仰视图

- (1) 考虑电池框的离地间隙。考虑电池舱底板厚度后，则不满足离地间隙要求。动力电池距离满载地面线为 180.44mm，增加电池框后，电池框底部距离满载为 166.473mm。之后可通过调整悬架硬度解决，将前悬抬高 20mm，此时电池舱底部离地间隙为 186.473mm，符合通过性要求。同时需对白车身局部进行更改，避让电池舱。
- (2) 布置 6 块电池距离侧围下边缘 Y 向距离 $65\text{mm} < 100\text{mm}$ ，符合快换要求。
- (3) 轴荷分配校核，下表为轴荷校核所需的整备质量和 GVW。

表 2.2 电动客车整备质量及 GVW

重量	前左轮	前右轮	后左轮	后右轮	总质量
整备	865	832	793	801	3291
GVW	1016	946	1192	1154	4308

上表记录了改装后的电动客车的整备质量及全车重的数据。

由于此电动车为前轮驱动，所以要求前轴轴荷分配大于 40%。

下面为此电动客车的轴荷分配计算：

对于整备质量：

前轴轴荷分配为： $(865+832) / 3291 \times 100\% = 51.6\%$

对于 GVW:

前轴轴荷分配为： $(1016+946) / 4308 \times 100\% = 45.5\%$

由于前轴的轴荷分配比均大于 40%，所以电池框在电动车上的整体布置满足车辆的轴荷分配要求。

2.3 安装点的布置

为保证电池框的安装强度，安装点应尽量布置在车身上的横梁及纵梁上，如果不能安装在横梁及纵梁上，应布置的横梁及纵梁附近，避免车身的大规模改动。具体见图 2.5 及 2.6：

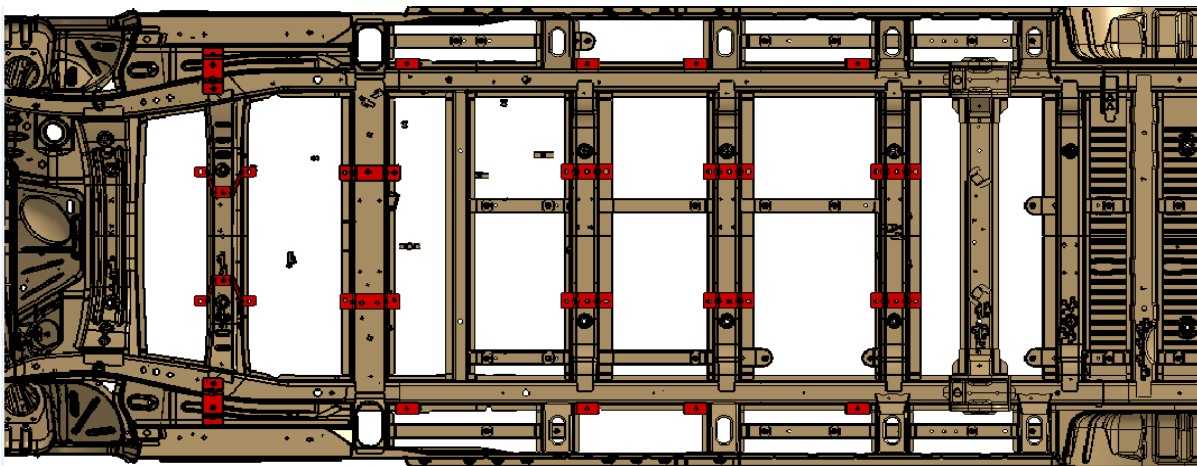


图 2.5 电池框的安装位置



图 2.6 电池框上安装点的位置

上图为电池框在车身上的安装位置及电池框上的安装位置，红色代表电池框的安装位置，电池框的安装点尽量分布在车身的横梁与纵梁上，减小了原有车身的改动量

保证了电池框的安装强度。

第三章 电池框的结构设计

3.1 电池框的结构设计要求

3.1.1 散热要求

对于电动汽车，电池是动力的唯一能量来源，所以电池的性能严重影响电动车的整体性能。而电池的温度与电池的性能密切相关，40—50℃的温度会明显加速电池的衰老，更高的温度还会引起电池的热失控。纯电动客车电池承受的负载和热负荷较传统的燃油汽车增大很多。在车辆行驶的过程中，电池会产生大量的热，如果不能将电池工作过程中产生的大量的热释放出去，不仅会影响电池的工作性能和使用寿命，甚至可能带来热失控，带来巨大的安全隐患。

通过研究表明，假如电池框与外界绝热，即表示对外的对流换热系数为0。根据得到的仿真结果得到，电池组在放电倍率1C时，最高温升约为13℃。这是在极端条件下得到的电池的温升，即最大的放电电流，最差的散热条件下测的。但是在城市工况下运行，电池的放电倍率会较低，温升会更小。如果能保证电池的初始温度在合适的温度下，如果在环境比较好的条件下比如：慢充以及换电模式下这种温升比较容易保证。这时电池放电结束时的最高温度也不会很高。我国夏季最高环境温度一般在40℃左右，如果我们以此作为电池的初始温度的话，在环境温度为36℃的晴朗天气条件下，将电动车置于水泥路面上暴晒，测得电池温度约为39℃，该电池所能达到的最高极限温度约为53℃。而且如果车辆行驶，空气的流动将会使对流换热的效果更好，温升会低一些。所以只要电池的温度在电池的放电温度范围之内，电池就会正常的运行。但是如果持续的高温会影响电池的寿命。电池内阻会随着使用时间增长而增加，在使用年限后期时内阻甚至会增加到电池的初始内阻，对于磷酸铁锂电池，1C放电，绝热条件下电池最高温升将达到24℃左右。如果电池初始温度为夏季的40℃，电池最终的工作温度会超过厂家所规定的运行安全的上限，不利于电动车的安全。可见，随着电池的温度升高，会伴随着电池性能衰减，电池内阻的增大，电池温升的大幅上升，所以电池必须考虑散热的问题。

3.1.2 密封防水要求

纯电动车由于其恶劣的环境，需防止电池进水短路，影响电动车的正常运行乘客的安全。而且对于电动客车除了要能够防止电池受到雨水的侵蚀，而且还要能够防止水从不同角度的喷射、飞溅的水流的侵入，所以一般电动车的电池都要求有一定的防水等级。

在电动客车的行驶过程中，难以避免在雨水较多的路段行驶，在这段路中，由于电池框安装在电动车的底部，难免电池框内会有积水，所以在设计电池框时，除了要做好基本的防水工作外，还要求能将电池框内的水迅速排出。即在设计电动客车的电池框时，要注意电池的密封防水的要求，防止电池进水造成短路，影响电动车的正常运行。

3.1.3 电池更换便利性

在电池框的底部设置有滚动导向机构，减小标准化电池模块的安装与拆卸时前后移动的阻力。在电池框的下部应设置有滚动导向机构。滚动导向机构的左右两侧设置有限位壁板，实现标准化电池模块的安装定位，并通过导向机构的滑轮等机构，减小标准化电池模块的安装与拆卸时前后移动的阻力。安装电池模块的滚动导向机构，会加快电池模块的更换速度，实现电池模块的快速更换。所以在设计电池框时，为避免更换繁琐费力，滚动导向机构是必不可少的。

3.1.4 压紧限位要求

在电池框的内部应设有压紧机构，用于标准化电池模块在电池箱内部的固定。防止电池模块在电池框内的窜动，实现电池模块的固定。一些电动汽车上的压紧机构由固定基座、蝶形导向螺栓、楔形压紧块和滑动块组成，通过蝶形导向螺栓与固定基座的导轨左右滑动，从而挤压标准化电池模块相对电池箱内壁的移动，实现标准化电池模块的固定。电池在电池框内的随意窜动，会导致电池线束的脱落，电池壳体的损坏，所以在设计时要考虑压紧机构。

3.1.5 美观性

由于是改装的轻型客车，我们在结构设计时也要考虑整体的美观性，即电池框的舱门与汽车车身的配合，要保证过渡圆滑。电池框本身的车身是原来的，所以在设计

时尽量不改变原来车身的形状。所以在设计电池框时，要注意电池框的舱门与车身的连接处，不要使连接处的车身显得突兀，影响整体的美观性。

3.1.6 锁结构的布置

由于本课题研究的是快速更换的电动汽车。车载动力电池在车辆运行过程中，会随车体一起经受震动与颠簸，因此，考虑快速更换装置时，锁紧机构必不可少。

快速更换系统的电池框作为电动车上的重要部件，其夹紧和定位系统必须准确，在极端的情况下也能进行操作，能顺利的锁紧打开，方便电池的更换，可以全面限制电池各方向的自由度，能可靠的将电池锁紧。

3.2 电池框的结构设计

由于电池框的结构较为复杂，除考虑强度外，还要考虑散热、防水、滚动导向、压紧、锁止等因素，具体的结构如图 3.1 所示：

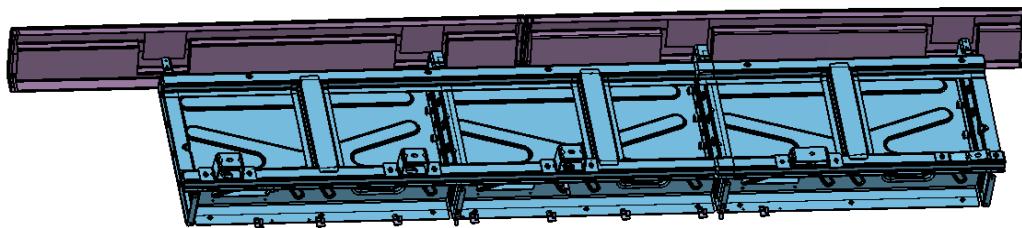


图 3.1 电池框总体结构

下文对电池框的各种结构设计做了相应的论述。

3.2.1 外形设计

电池框起到了容纳和支撑电池的作用，考虑到要节省空间，还要适应不同的工况，所以本次设计的电池框的整体外形为长方形，采用边框设计，外表面采用钣金蒙皮。因为每块电池有 92kg，所以选取的材料要有足够的刚度。本次设计最终选取厚度为 2mm 的钣金件焊接而成。由于电池重量较大，本次在电池框的设计的过程中，在电池框的底部设计了高为 5mm 的加强筋。根据电池的位置，电池模块的大小，设计电池框的长宽高，由于电池为 835 x 130 x 500，我们在设计时根据电池的形状进行外形的基本设计。电池长为 825mm，我们要进行电池的限位，而且快速更换时要有足够的活动空间，不能太紧，否则会导致电池的散热不均匀。所以在容纳一个电池模块的电池框

的长度我们设计为 841mm，两边在设计时左右空余 1mm 的空间，有利于电池组的散热和拆装。对于电池的宽度，由于电池后面有安装电池的线束，我们要设计安装线束的孔，安装电池线束的孔要适合，本次设计电池框线束的孔长为 185mm，宽为 84mm。电池框的后面主要靠限位块限位块，前面则是靠锁紧机构进行定位。电池的框的总高度为 166mm，下面是靠导向机构定位，上面主要靠压紧机构定位。

3.2.2 散热设计

在现在的电动车上，人们设计了多种冷却的办法，如强制风冷、液冷和相变材料散热等方法。但繁重的散热装置会增加电池框整体的体积和质量，消耗电池的一部分能量。所以在实际的生产过程中，并不是所有电动车都安装了冷却装置，特别是纯电动车，比如日产的 Leaf 纯电动车。

由于本次设计的电动车是快换电池系统，所以我们可以不需要在电池框内设计繁重的散热系统。但是为了电池的基本散热，在电池框的底部设计了通风槽，采用风冷散热，因为我们即可以节省材料，同时也可以减少整体电池框的质量，防止电池框的断裂，开通风槽也不至于电池产生过多的热量排不出去，导致电池的性能降低。

3.2.3 密封防水设计

由于电池本身具有一定的防水等级，所以在设计时，为电池框的防水设计的同时，也要为电池框的散热考虑。

为了避免在雨水较多的路段导致电池框内积水，所以在电池框的结构设计时，要考虑到排水的机构，所以在设计时是在电池框的底部开了排水孔，保证在积水的路面或特殊的情况，即电池框内进水时，能迅速通过排水孔孔将积水排出，防止长久的积水对电池和电路系统造成损坏，影响电动车运行的稳定和可靠性。

3.2.4 滚动导向机构

我们本次在设计电池框时采用的是滑轮导向。图 3.2 为电池框的滑轮导向机构：

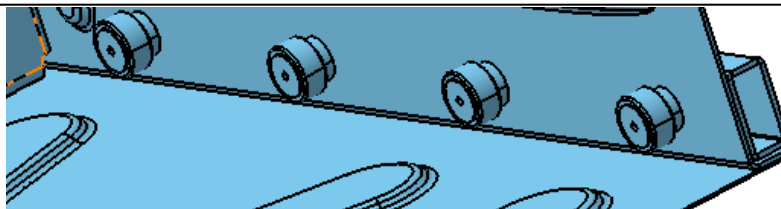


图 3.2 电池框的滑轮导向机构

本次设计的电池框的滑轮导向机构在承载一块电池模块的电池框中，共设计了左右四个滑轮，由于每个电池有 92kg 的质量，而在将电池模块推入电池框内时，电池的全部重量是承载在这几个滑轮上的。所以在设计滑轮导向机构时，保证滑轮在电动车的运行过程中不发生损坏。为了保证电池框的滑轮的可靠性，在电池框的设计中，设计了左右四个滑轮，保证滑轮受力均匀，同时能有效保证电池框的强度，防止滑轮在电动车行驶过程中损坏，保证了汽车行驶的可靠和稳定性。

电池框的导向机构的高度是根据电池模块的下部的高度设计完成的。因为电池的形状并不是完全的长方形，下面有凹进去的部分，是适用于电池导向机构的安装。这样安装导向机构后，电池模块就可以轻松从滑轮上推入。

图 3.3 为电池模块与滑轮导向机构的位置图：

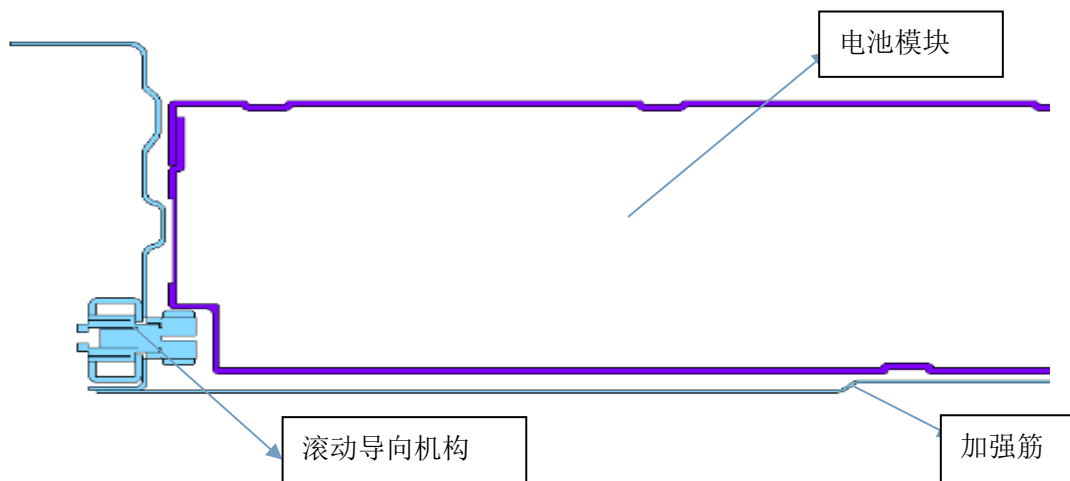


图 3.3 电池模块与滚动导向机构位置图

从上图可以看清楚电池与滚动导向机构的安装位置，考虑到电池与电池框的安装配合公差，滚轮与电池的配合公差，电池的拆卸便利，我们设置了厚为 5mm 的加强筋，电池框与电池下部留了 3mm 的距离，即有利于电池的散热，也保证了电池框的安装公差和尺寸配合，同时防止了电池的来回碰撞。

3.2.5 压紧限位机构

在本次设计中电池框的左右前后限位机构是通过限位块来进行压紧限位的。装载一个电池的电池框的长度设计为 841mm，因为电池的长度为 825mm，总长度设计为 825mm，可以防止电池在狭小的空间里过热，无法有效散热，但是为了防止在电动车运行过程中，电池左右晃动幅度过大，造成电池性能的较低，甚至是损坏，本次设计中在电池框的左右侧壁上设计了 7mm 厚的电池限位块，防止电池的左右晃动，电池左右限位块如图 3.4 所示：

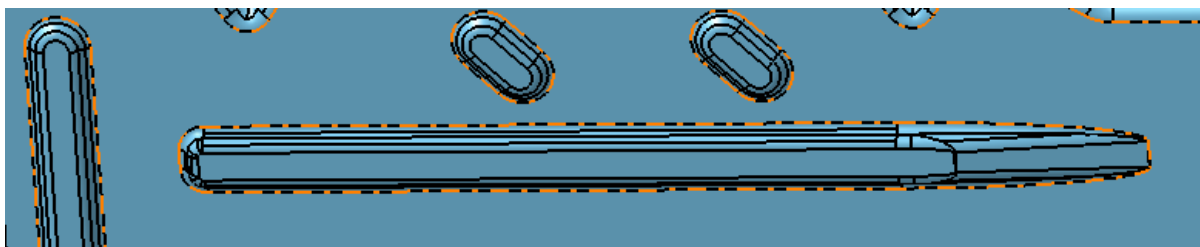


图 3.4 电池框的左右限位机构

在电池框设计中，电池框的后部也设计了电池限位块，电池的前面则通过前门的锁紧机构限位，防止电池在电池框内的前后晃动。电池框的后面设置了和左右一样的限位块，电池框的厚度为 16.5mm。防止电池的前后晃动。

对于电池的上下限位系统，主要是通过十字限位块进行限位的。简要的示意图如图 3.5 所示：

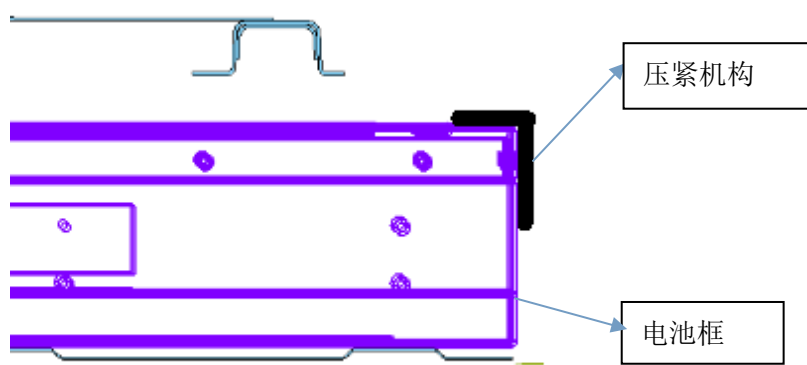


图 3.5 电池框的压紧机构

从图中可以看出，电池的上下限位是通过十字限位块进行限位的，当换入新的电池时，将电池装入电池框中，通过螺栓将十字限位连接在电池框上。十字限位块压紧电池，防止电池的上下窜动。

3.2.6 锁机构

电池框的锁紧机构是设置在电池框的前门上，当快速更换电池时，电池装入电池

框，然后关上电池舱门，通过电池的锁结构将电池锁紧，防止电池在电池框内的窜动。如图 3.6 所示：



图 3.6 电池框的锁机构

电池的锁结构是与电池框的十字限位结构连接在一起的，十字限位机构上装有类似挂钩的部件，在电池框舱门锁紧时，电池框锁止机构勾住十字限位机构，即保证电池的锁紧的，也保证电池的十字限位机构对电池压紧。此结构保证了电池的锁紧，防止电池上下左右窜动，有效保证电动车行驶的稳定和和可靠性。

3.2.7 美观性

为了保证电动车整体的美观性，本次电池框的设计中将电池框的舱门设计为弧形，保证与电动车的车身无缝连接，不破坏电动车整体的美观性。电池的舱门设计如图 3.7 所示：

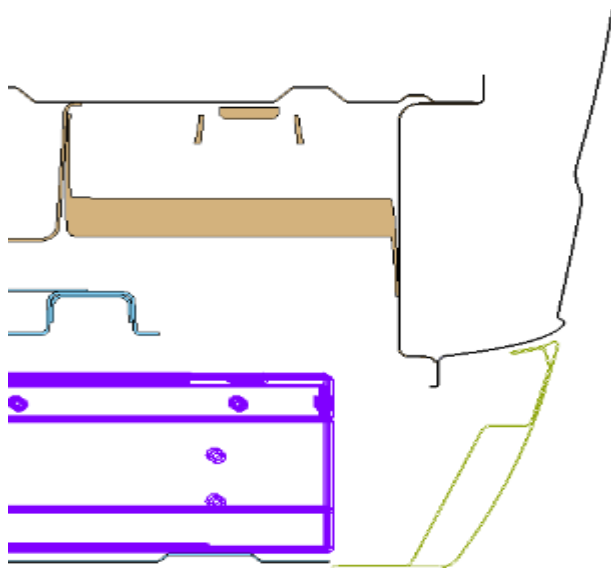


图 3.7 电池框的舱门

上图为电池框舱门，是电池框舱门关闭状态的情况，从图中可以看出，电池框的舱门是一个弧形的机构，与车身的侧围完美连接，保证了改装之后的轻型客车整体的美观性。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/976122131102010235>