

BK6120EV 型

电动公交客车技术手册

林 程 王砚生 王文伟 编著
孙逢春 林 逸 顾问

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

前 言

世界上第一辆电动汽车诞生于1881年,比燃油汽车还要早5年,但是当时电动汽车的续驶里程太短,充电时间太长,同时内燃机技术趋于完善,一次加油能持续行驶400~500 km,且燃油价格便宜,因此电动汽车逐渐被燃油汽车淘汰了。汽车的发展极大地改变了人们的生活方式,提高了人们的生活质量,同时汽车工业的发展给人们造就了大量的就业机会,带来了财富,促进了经济的发展,汽车技术的进步也极大地促进了机械、电子、化工等相关科学技术的进步。可以说,汽车的出现改变了整个世界的面貌。

然而汽车的发展在给人类带来巨大利益的同时也造成了严重的能源和环境问题。汽车技术在促进科技进步的同时,科技的进步也在极大地促进汽车技术的进步,现有的汽车技术已经使内燃机汽车在节能与排放方面取得了重大的进展,但是世界汽车保有量在急剧地增加,目前世界上各种燃油汽车的保有量已达到6亿辆,而且每年还在以约3500万辆的速度递增,因此燃油汽车每年消耗的能源和排放的废气的数量也在逐年递增。面对日益严峻的能源和环境问题,世界各国的政府、学术界和工业界都将目光投向了环保与节能的电动汽车,并且都在加大对电动汽车开发的投入力度,加速电动汽车的商品化步伐。

能源与环境问题在我国表现的尤为突出。2000年我国进口原油7000万吨,成品油3000万吨,支付外汇近250亿美元,大量石油进口不仅给我国外汇平衡造成沉重负担,而且还危及我国的能源安全。国际权威机构的报告显示,世界上空气污染最严重的十个城市中有七个在中国,根据国家环保中心预测2010年汽车尾气排放量将占空气污染源64%。从我国汽车工业的现状来看,虽然通过自主研发、技术引进及合资等方式,在产品的产量、品种和质量等方面比过去有了大幅度的提高,但是相对于世界发达国家的汽车工业来说还是有很大的差距,我国汽车工业必须进行技术创新和产业结构的调整才能获得突破,而我国电动汽车技术与国际的差距较小,并且我国没有发达国家燃油汽车的沉重负担。因此,为了维护我国的能源安全,改善大气环境,提高我国汽车工业的国际竞争力,科技部在“十五”国家高技术研究发展计划(863计划)中,特别设电动汽车重大专项,组织高等院校、科研机构和企业,以官、产、学、研四位一体的方式联合攻关,争取在电动汽车研发方面取得进步,使我国汽车工业在世界汽车工业的新一轮竞争中抢得更多的制高点,实现我国汽车工业的振兴。

北京理工大学非常荣幸地作为总体设计单位之一参与了国家“十五”863电动汽车重大专项的研究开发工作,并且承担了纯电动大客车的研制和产业化任务。作为863重大专项和北京市2008科技奥运、绿色奥运项目的任务,我们研制了BK6120EV型纯电动公交客车。BK6120EV是一种低地板公交客车,由于入口高度非常低,不仅乘客上下车非常方便,而且大大提高了乘客的流动速度。无障碍通道和残疾人专区的设计特别关注残疾人、老人和儿童等特殊群体,这些无不反映了本车的人性化设计。该车已经在北京交通部车辆试验场完成了电动公交车各项性能测试和5000 km可靠性试验,检测结果表明BK6120EV电动公交客车具有优良的动力性、经济性、舒适性和良好的可靠性,并且具有操作简单、



维护方便、振动噪声小等优点。

为了推动电动汽车的发展，我们编写了本书。本书系统地介绍了 BK6120EV 型电动公交客车的技术条件，并且对各部件及总成的使用作了说明。我们衷心希望本书的出版能够促进电动汽车的研究、开发和产业化。

在本书的编写过程中，得到了北京理工大学电动车辆工程技术中心孙逢春教授、林逸教授、张承宁教授、丁立学高工、李保成高工、何洪文老师、南金瑞老师、王志福老师及李军求博士的大力帮助，同时中科院电工所、株洲时代电机技术有限公司及北京 ZF 技术发展有限公司等提供了技术资料，在此我们对他们的帮助表示衷心的感谢。

由于作者水平及本书的篇幅有限，难免有错误或不当之处，希望读者不吝指正。

编者

2004 年 3 月



目 录

1 概 述

1.1 整车技术参数	(1)
1.2 整车基本结构	(2)
1.3 车辆运行说明	(3)

2 驱动控制系统

2.1 交流驱动控制系统 1	(13)
2.2 交流驱动控制系统 2	(25)

3 电池系统

3.1 技术参数	(35)
3.2 电池布置方式	(35)
3.3 充放电方式	(36)
3.4 电池箱特点	(37)
3.5 电池的维护	(39)

4 整车控制与能量管理系统

4.1 系统功能	(40)
4.2 系统构成	(40)
4.3 整车布线图	(41)
4.4 信息显示终端操作说明	(44)
4.5 整车控制与能量管理系统原理图	(45)
4.6 系统操作注意事项	(47)
4.7 系统维护	(47)

5 变速操纵

5.1 变速器简介	(48)
5.2 技术参数	(49)



5.3 变速器的润滑	(49)
5.4 变速器的其他保养	(50)

6 传动轴

6.1 结构简述	(51)
6.2 使用与维护	(51)

7 前桥及其悬架系统

7.1 前桥	(52)
7.2 前悬架系统	(55)

8 后桥及其悬架系统

8.1 后桥	(60)
8.2 后悬架系统	(63)

9 转向系统

9.1 转向系统结构简介	(64)
9.2 转向系统技术参数	(66)
9.3 转向系统的加油、换油和排气	(67)
9.4 转向系统的维护保养	(68)
9.5 转向系统的定期检测	(69)
9.6 转向系统常见故障及排除方法	(70)

10 气路系统及制动系统

10.1 气路系统	(73)
10.2 制动系统	(73)

11 车身与车架

11.1 技术参数	(80)
11.2 车身结构型式	(80)
11.3 车身装备	(80)



12 乘客门

12.1 技术参数	(83)
12.2 工作原理	(83)
12.3 车门的使用	(83)

13 车轮与轮胎

13.1 技术参数	(85)
13.2 使用及维护	(85)

14 电气系统

14.1 电气系统装置	(87)
14.2 电气原理图	(92)
14.3 电气系统维护保养规范	(96)

15 电动客车的维护保养

15.1 日常维护项目	(98)
15.2 定期保养	(99)
15.3 长期停用时的保养	(99)
15.4 车辆的润滑	(100)
参考文献	(102)

1 概 述

传统的燃油汽车用液态的汽油或柴油作燃料，内燃机驱动，而纯电动汽车用电动机驱动，用蓄电池作相应的能源。电动汽车由于采用电能作为动力源，所以能量的利用率要比燃油汽车高。同时由于采用电机驱动，所以电动汽车不会产生污染，并且振动噪声都要比燃油汽车低许多，而且电动汽车的操作要比燃油汽车方便。

我们在 BK6120EV 电动公交客车的设计过程中，以国内外公交客车的先进技术为基础，根据电动汽车的特点进行系统总体设计，并不要求每个子系统最优，只求得各个子系统的最佳匹配，最终得到整车最优。我们择优选用先进的、成熟的和适合电动客车特点的总成、部件及元器件，以保证整车性能先进、质量可靠、造型美观、成本适中。

BK6120EV 电动公交客车已经在北京交通部车辆试验场完成了电动公交车各项性能测试和 5 000 km 可靠性试验，检测结果表明 BK6120EV 电动公交客车具有优良的动力性、经济性和良好的可靠性，其各项性能都达到了科技部的设计要求。

1.1 整车技术参数

1.1.1 尺寸参数

长×宽×高/(mm×mm×mm)	11 580×2 490×3 200
轴距/mm	5 800
前悬/mm	2 340
后悬/mm	3 440
轮距(前/后)/mm	2 096/1 836
接近角/离去角	7°/7°
乘客门一级踏步/mm	380

1.1.2 质量参数

乘客数/名(载荷质量/kg)	60(5 200)
坐席(包括驾驶员)/名	24
立席/名	36
整车整备质量/kg	11 847

前轴/kg	3 963 (36.6%)
后轴/kg	7 884 (63.4%)
厂定最大总质量/kg	17 067
前轴/kg	6 123 (36.7%)
后轴/kg	10 944 (63.3%)

1.1.3 性能参数

最小转弯直径/m	22.8
最小离地间隙/mm	152
重心高度(计算值)(空载/满载)/mm	820/570
最高车速/(km · h ⁻¹)	80
最大爬坡度(满载)	≥20%
加速时间(0~50 km/h)/s	20.7
制动距离(初速 30 km/h 紧急制动)/m	8.2
一次充电续驶里程(40 km/h 匀速行驶)/km	200
一次充电城市公交工况续驶里程/km	120

1.2 整车基本结构

BK6120EV 主要由驱动控制系统、电池系统、底盘、车身及电气系统组成。整车采用动力装置后置后轮驱动,具有合理的轴荷分配和良好的操纵稳定性。

驱动控制系统是电动汽车的心脏,其任务是在驾驶员控制下,高效地将蓄电池的能量转化为车轮的动能,驱动汽车前进。驱动控制系统主要由电机和电机控制器组成,电机与电池之间的能量流动通过控制器调节,电机与车轮通过机械传动装置连在一起。BK6120EV 采用交流电机作为驱动电机。

电池系统作为整车的动力源,主要功能是为驱动控制系统提供电能,并用周期性的充电来补充电能。动力电池组作为电动汽车的关键装备,它的质量和体积以及储存的能量对电动汽车的性能起决定性的作用。BK6120EV 采用锂离子电池作为整车的动力源。

底盘包括传动行驶系、转向系、制动系、悬架和前桥等,其中行驶系又主要由变速器、传动轴、后桥和车轮等组成。底盘的主要功能是支撑整车的质量,将电机发出的动力传给驱动车轮,同时还要传递和承受路面作用于车轮的各种力和力矩,并缓和冲击、吸收振动以保证汽车的舒适性,能够比较轻便和灵活地完成整车的转向和制动等操作。其行驶系示意图如图 1-1 所示。

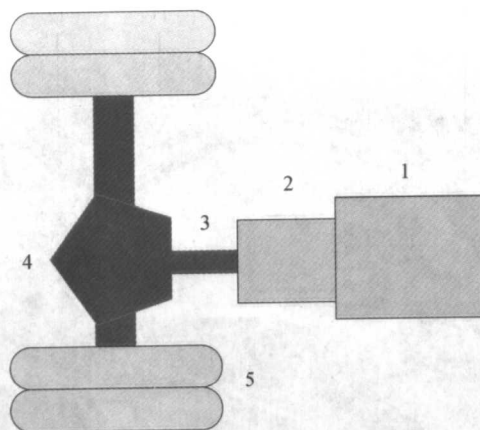


图 1-1 行驶系示意图

1—电机；2—变速箱；3—传动轴；4—后桥；5—驱动轮

车身骨架总成由前围、后围、左侧围、右侧围及顶盖等部件组成。车身骨架采用异型钢材（矩形钢管）及薄板冲压件组焊而成，所构成的三维框架结构，经有限元计算有足够的刚度和强度，并进行了轻量化改进，结构较为合理。

电气系统包括低压电气系统和高压电气系统两部分。动力电池组输出的高压直流电通过电机控制器驱动电机运转，同时还向空调系统的压缩机、转向系统的驱动电机、制动系统的驱动电机提供电能，这构成了整车的高压电气系统；动力电池组通过 DC/DC 变换器将高压直流电转换为 24 V 低压直流电，为仪表、照明、控制系统和车身附件提供电能，并给辅助蓄电池充电，这构成了整车的低压电气系统。

1.3 车辆运行说明

1.3.1 驾驶区示意说明

1. 驾驶台

驾驶台如图 1-2 所示。

2. 翘板开关 I

翘板开关 I 如图 1-3 所示。

3. 翘板开关 II

翘板开关 II 如图 1-4 所示。

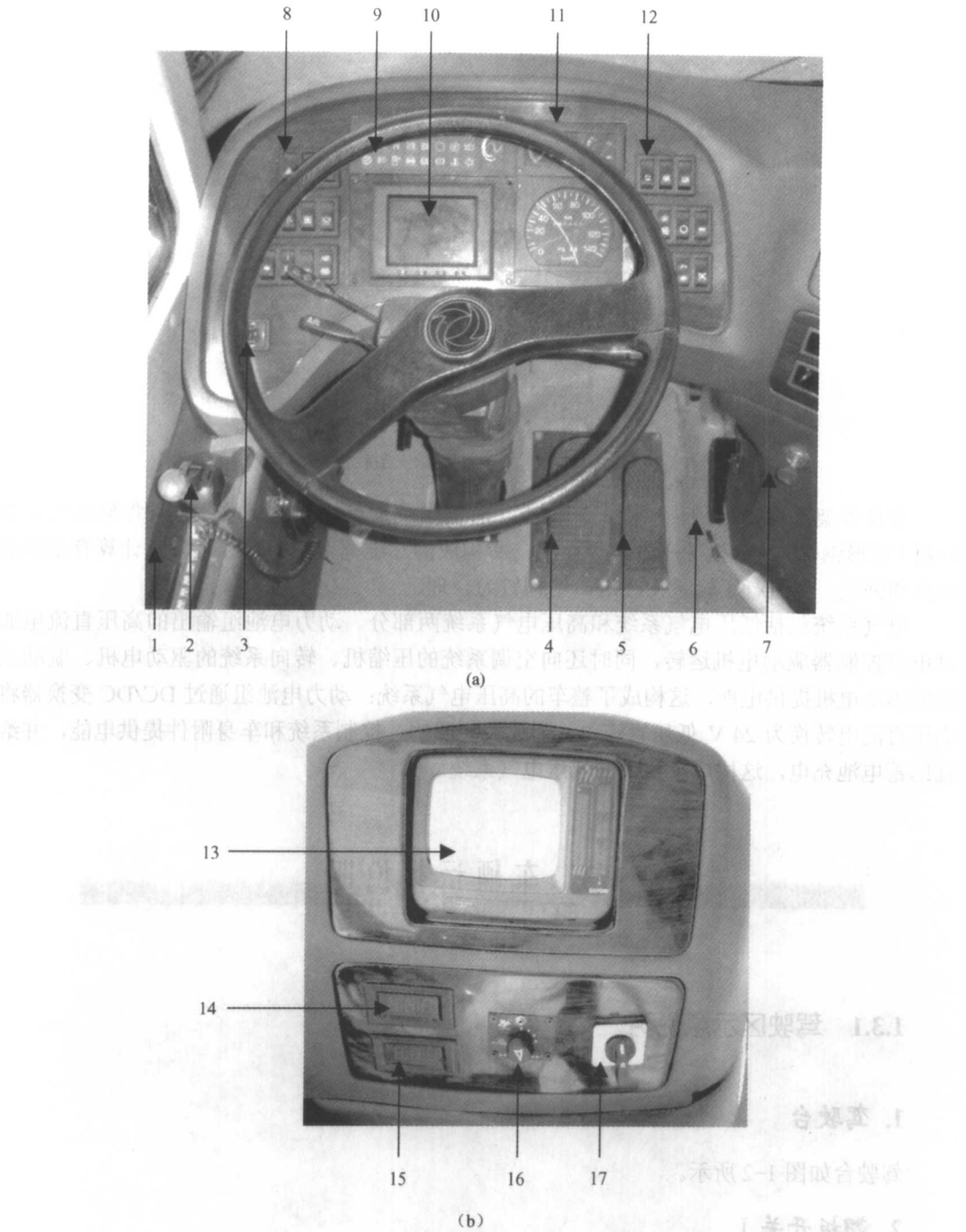


图 1-2 驾驶台

(a) 驾驶台前方；(b) 驾驶台右侧

- 1—电脑报站器；2—驻车制动；3—后视镜电动调节器；4—制动踏板；5—加速踏板；6—大闸（直流空气断路器）；
 7—车门紧急气路断开开关；8—翘板开关 I；9—信号显示屏；10—整车监控显示屏；11—仪表；12—翘板开关 II；
 13—倒车监视器；14—电压表；15—电流表；16—除霜控制开关；17—换向开关

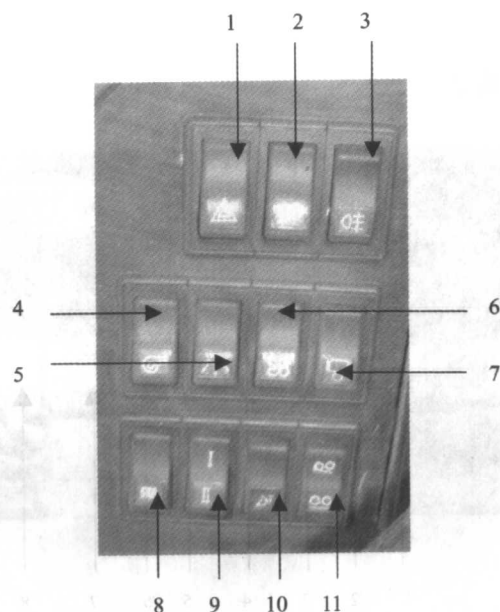


图 1-3 翘板开关 I

- 1—双闪开关；2—前雾灯开关；3—后雾灯开关；4—干燥器开关；5—厢灯开关；6—换气扇开关；
7—整车监控复位开关；8—紧急关断开关；9—空气弹簧自动调节正常高度/第二高度开关；
10—空气弹簧手动调节提升/下降开关；11—空气弹簧自动调节侧倾/复位开关

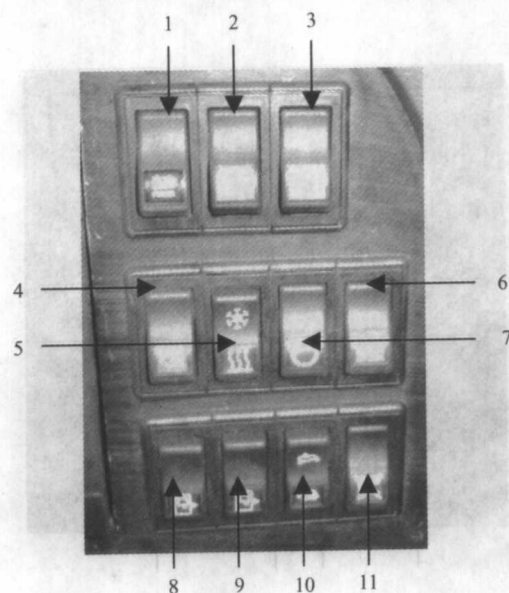


图 1-4 翘板开关 II

- 1—电源总开关；2—ABS 诊断开关；3—ECAS 诊断开关；4—整车控制复位开关；5—空调暖风转换开关；6—滚动屏开关；
7—转向油泵开关；8—前门开关；9—后门开关；10—变速箱换挡开关；11—止鸣开关

4. 电脑报站器

电脑报站器如图 1-5 所示。

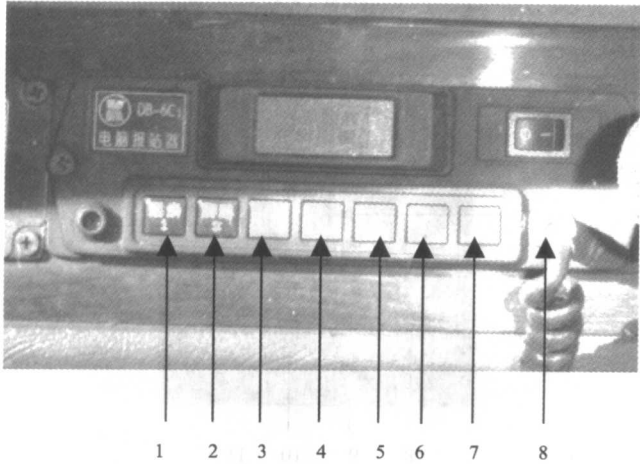


图 1-5 电脑报站器

1—起步；2—到站；3—重放；4—离站；5—音量；6—上下行；7—路别；8—司机话筒接线

5. 仪表

仪表如图 1-6 所示。

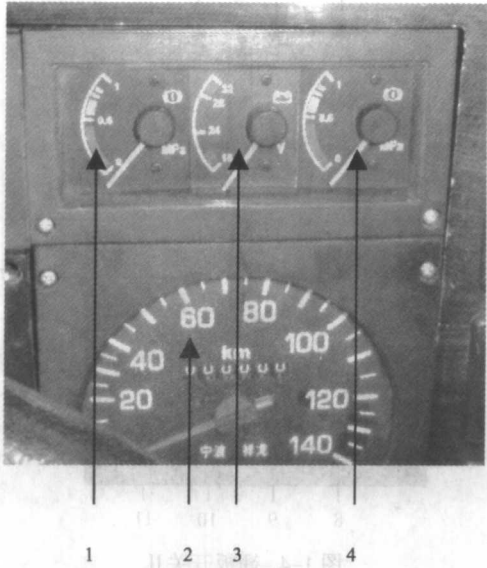


图 1-6 仪表

1—前制动气压表；2—车速里程表；3—辅助蓄电池电压表；4—后制动气压表

6. 信号显示屏及其符号

信号显示屏及其符号如图 1-7 所示。



图 1-7 监视屏

- 1—助力泵工作指示；2—干燥器；3—后背门开启指示；4—后门指示；5—空挡指示；6—kneeling 指示；7—门铃呼叫指示；
8—空气悬挂失效；9—低挡指示；10—小灯指示；11—驻车；12—右转向；13—空滤报警；14—后雾灯；15—前雾灯；
16—前门指示；17—ABS 故障指示；18—正常高度 II 指示；19—空气悬挂报警；20—低气压报警；
21—控制器电源；22—水温报警；23—左转向；24—远光灯

7. 驾驶员操纵踏板及手柄

在驾驶椅的前下方有：加速踏板和制动踏板（见图 1-2）。手制动阀手柄位于驾驶椅左边窗架的前方（见图 1-2），大闸（直流空气断路器）位于驾驶台右下方（见图 1-2）。上述各操纵装置的说明如下：

（1）加速踏板。在加速踏板上装有位移传感器，踩下加速踏板，获得位移信号，通过踏板位移信号变换电路，向电机控制器发出驱动信号，调节驱动 PWM 脉宽，同时判断电枢电流值，是否超过踏板位移信号对应的电流值，以此判据来控制电机电压。

（2）制动踏板。本车可以实现制动能量的部分回收，整个制动过程可以分为电制动和常规气压制动两个过程，因此踩下制动踏板时制动踏板有两段行程。

第一段行程：在制动踏板上装有位移传感器，刚踩下制动踏板时，位移传感器获得位移信号，通过踏板位移信号变换电路，向电机控制器发出制动信号，调节制动 PWM 脉宽，同时判断电枢电流值，是否超过踏板位移信号对应的电流值，以此判据来控制电机电压，从而实现电机的电制动过程。

第二段行程：继续踩下制动踏板，当制动踏板行程超过一定值时，制动过程进入常规气压制动。

(3) 手制动手柄。实现驻车制动和紧急制动。

(4) 大闸（直流空气断路器）。高压电路总开关，同时是电动汽车高压动力主回路的自动过流保护装置。

1.3.2 驾驶前的准备

车辆行驶前，必须按以下要求进行检查：

(1) 闭合高压和低压开关，观察低压电压表应为 24 ± 0.5 V，动力电池电压不低于 388 V。

(2) 气路系统储备压力。

启动空压机，10 min 应达到最低工作压力 0.55 MPa。

当气压达到 0.81 MPa 时，车辆高压系统自动切断空压机电源，经 10 min 后储备气压的压降不得超过 0.01 MPa。

(3) 转向器液压油的液位检查：测油棒与加油口盖是连在一起的。检查时，拧开加油口盖拔出油棒，油位必须超过测油棒刻线的 1~2 cm。转向器液压油罐位于驾驶员座椅后方，如图 1-8 所示。

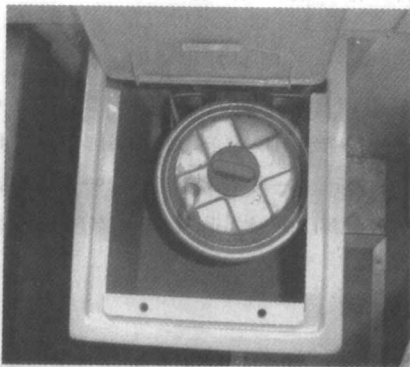


图 1-8 转向器液压油罐

(4) 操作换挡开关，检查两挡变速是否正常，低速挡位仪表指示灯亮。

(5) 检查雨刮器工作是否正常。

(6) 排除储气筒中积水：拉动储气筒上放水阀的小铁环，即可排除积水（选用自动放水阀此项工作可免）。

(7) 检查轮胎气压：前轮充气压力 0.81 MPa

后轮充气压力 0.74 MPa

(8) 检查空气压缩机的皮带松紧度，需要时进行调整和紧固，检查空气压缩机组的工作情况。

(9) 转动方向盘，检查方向盘的自由行程，自由转动量不大于 15° ，检查转向机构工作时有无松开或卡阻等现象。检查转向油泵及电机工作是否正常。

(10) 检查电制动、气制动和驻车制动的工作是否正常,管路有无漏气现象,应按技术要求进行检查,即气压为 0.7 MPa,各气动件不工作情况下,经过 30 min 后,气压不应低于 0.6 MPa;气制动系统的气压由 0 升至 0.4 MPa 的时间,不应超过 4 min。

(11) 检查各开关、仪表、显示符功能。

对开关仪表和监视屏显示符的有关内容进行检查。在检查中如果发现某一开关、仪表或监视屏中某一显示符不能按照要求进行工作时,则说明其本身或其代表的系统出现了故障,开车前应及时排除,尤其是监视屏中的显示符,每次开车前都应仔细检查。

(12) 对各种应急装置的检查,如灭火器等。

1.3.3 汽车起步与停驶

电动汽车起步步骤如下:

- (1) 接通低压总开关;
- (2) 将换向器开关置于空挡位置上;
- (3) 关闭车门;
- (4) 合高压大闸;
- (5) 开钥匙开关;
- (6) 把换向开关置于前进或后退位置上;
- (7) 按下空气弹簧复位开关(图 1-3, 11),使空气弹簧升至正常行驶高度;
- (8) 接通转向助力油泵;
- (9) 松开驻车制动;
- (10) 慢慢地踩下加速踏板,使车辆前行或后退。

起步注意事项:

(1) 在平坦路面时,驻车制动未解除,严禁启动电动汽车。在上坡道启动时,手制动应在踩下部分加速踏板之后释放(或同步或稍后)。

(2) 观察双针压力表,看储备压力是否低于 0.55 MPa,若低于 0.55 MPa,则严禁车辆起步。应使空压机系统继续给气路系统充气,当压力超过 0.55 MPa 时,方可起步车辆。

(3) 空气弹簧未充气时,严禁启动电动汽车。

(4) 车辆起步时,不允许先踩加速踏板,后合大闸(直流空气断路器)。

(5) 该车采用较先进的客车用电子控制悬挂系统,起步时有两个高度选择,分别为高度 I 和高度 II,高度 I 为正常行驶高度,高度 II 为特殊路面行驶高度,它只有在路面较差或短时内使用,到达平坦路面后,建议使用高度 I。

车辆需要长时间停车时,先断开钥匙开关,再切断大闸(直流空气断路器),关闭低压总开关,最后打开后备箱,切断低压电源负极开关。

1.3.4 开车行驶说明

开车行驶主要说明如下:

- (1) 行驶方向选择开关只有停车后才能操作,车辆行驶中切勿触动。误操作会引



发事故。

(2) 平坦路面行驶用高速挡直接启动, 陡坡路面可换成低速挡行驶。倒车时建议选择低速挡行驶。

(3) 行驶中注意观察仪表: 电流表显示 120 A 时, 电压不能低于 306 V, 否则必须返回充电。行驶中控制器如果发生保护, 可以按住复位开关 3 s 后松开, 如仍不能恢复, 只能将车停住, 断开大闸(直流空气断路器)和钥匙开关, 重新闭合大闸(直流空气断路器)和钥匙开关即可恢复。

(4) 在开动之后, 要立即在干燥不滑的路面上检查一下制动情况, 分别对脚制动和手制动进行检查, 使车轮能均匀制动并有足够的制动减速, 则认为制动器正常, 能满足实际使用的要求。

(5) 电动汽车行驶时, 一般情况下不要猛加速或猛减速, 尽可能保持匀速行驶或间断滑行。车辆行驶中换挡时应松开加速踏板, 车速 $> 20 \text{ km/h}$ 。当高速行驶需要减速时, 应轻踩制动踏板用电制动进行减速。如需车辆停止时, 则继续踩下踏板进行电制动和气压制动或用驻车制动器使车辆停住。

(6) 电动汽车行驶中, 如发现有失控现象, 应立即用关闭低压电气总开关的方法来关断控制器, 然后用气制动停车。

(7) 应注意控制器、接触器及所有接线端子的清洁和保护, 严禁掉入金属杂物及水滴等物体。

(8) 电动汽车在雨天行驶时, 涉水深度不能超过 150 mm。

(9) 大闸(直流空气断路器)跳闸后, 未查出原因时, 不允许再合闸强行启动。

(10) 电动汽车转向时, 方向盘转到极限位置后不能再继续用力转动方向盘, 也不允许长时间使方向盘处于转动的极限位置。

(11) 在行驶中除油路损坏外, 不允许停用转向助力油泵, 以便急转弯时保证有足够的转向力。

(12) 运行时要控制乘客人数, 不宜超载, 以防止增加车身整体结构负荷, 缩短车辆使用寿命。在不良的道路(碎石公路)上行驶时必须减速, 一般不得超过 20 km/h , 通过坑洼路面及短坡道时应通过操纵空气弹簧短时间提高车辆底架高度。

(13) 在行驶中要特别注意车辆各部件工作状态, 具体观察与注意事项有:

① 经常注意使驱动轮与地面附着, 不能有滑转现象, 否则会使差速齿轮超负荷, 情况严重时可使差速器损坏。

② 经常注意仪表、监视屏, 当出现下述情况之一时应及时停车检查或排除故障:

- 任何一个气压表的储备指示压力下降到 0.55 MPa 。
- 电池工作电压低于 306 V。
- 控制器突然停机两次。
- 报警蜂鸣器鸣叫。
- 监视屏中的手制动符、电池不充电符中任一个出现报警显示。
- 电机出现异常, 如抖动等不正常情况。

(14) 制动装置的使用。行车中用脚制动, 停车时用手制动。要特别指出的是, 在较长坡道的路面下行驶, 一定要用电动机制动, 并且选用低挡位。



1.3.5 新车的走合

接到新车以后,应特别注重新车的走合,这对新车的寿命、操作的安全、车辆的故障率和经济性都是非常重要的。我们将最初的 2 500 km 定为走合期,走合期间请按下述要求运行:

(1) 走合期负载重量:

行驶里程/km	<500	500~1 500	1 500~2 500
载重量	空载	半载	可载满

(2) 走合期间各挡里程分配:

前进挡 97% I挡 27% II挡 70%
倒车挡 3% I挡 2% II挡 1%

(3) 走合期间内换油规定:新车行驶 1 000 km 后应更换变速箱润滑油。

首次使用 5 000~10 000 km 时要换一次后桥润滑油。

(4) 密切注意汽车各部分工作状态,及时发现并排除故障,避免突然加速和急剧制动。

(5) 注意变速箱、前轴、后桥和制动器的温度,防止过热。

(6) 最初 500 km 后,对车轮螺母必须重新拧紧,以后要定期检查,在每次更换新车轮之后,也要按照新汽车那样进行处理。拧紧次序按规定的方式,即成“十字”型的方式进行。

(7) 新车行驶里程在 1 000~1 500 km 间时还需进行下列工作:

- 检查方向盘自由行程。
- 检查前束。
- 检查转向器进口油管路密封情况。
- 检查制动系统密封情况。
- 检查转向油罐内油面高度。

1.3.6 汽车停放的注意事项

汽车在平路和稍微倾斜的路面上停车或停放时,一般用手制动即可。

如果在斜坡或较长时间停放时,除手制动外,还应用三角楔形块,将车轮固定,防止意外发生。

汽车夜间停放在居民区或公共的街道上时,必须用停车灯示警保护。

1.3.7 汽车的牵引

车辆在牵引或被拖行时,首先将换向开关打到空挡上,并可靠地锁止牵引连接装置,牵引口(见图 1-9)的位置在前保险杠后部(打开前牌照小门即可看见)。

