

- ⑥ISA 总线的 I/O 周期结束;
- ⑦nWait 变为低电位,等待下一次数据传输。

图 1 EPP 写数据周期

Fig.1 Period of writing data in EPP

2)读地址周期 如图 2 所示,各信号变化如下:

- ①程序执行一个 I/O 读周期;
- ②nWrite 信号线一直为高,由于 nWait 为低电位,驱动 nAddSTB 信号;
- ③通信口等待周边设备响应,反驱动 nWait 为高电平,将数据送到并行口;
- ④nAddSTB 同时被反驱动,EPP 周期结束;
- ⑤ISA 总线的 I/O 周期结束;
- ⑥nWait 变为低电位,等待下一次数据传输。

图 2 EPP 读地址周期

Fig.2 Period of reading address in EPP

3 接口电路设计

接口电路原理框图见图 3。该接口电路主要由读写逻辑生成电路、地址锁存器、译码器及逻辑延时电路构成。该接口的工作原理如下。

并行口输出的 nWrite,nAddSTB 和 nDataSTB 3 个信号经过读写逻辑生成电路生成 A Write(地址写)、D Write(数据写)A Read(地址读)和 D Read(数据读)信号。A Write,D Write 信号经延时电路分别控制地址锁存器和地址译码器,地址译码器控制生成 16 根地址线;A Read,D Read 信号控制 16 根数据线。另外 nAddSTB 和 nDataSTB 信号经逻辑延时后再与逻辑电路共同生成符合 EPP 标准的 nWait 信号。

图3 EPP接口原理方框图

Fig. 3 Functional block diagram of interface in EPP

4 结束语

EPP接口能够实现稳定的双向高速数据传输,通过硬件自动握手,能达到500 kB/s~2 MB/s的通信速率。可以预见,EPP接口在智能测量、自动控制和数据传输等领域必将得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] 伍丁红. 增强并行口EPP协议及高速并行口A/D转换器的设计[J]. 电子技术应用, 1998, (2): 47-48.
- [2] 岳云峰. 并行口在EPP模式下的应用[J]. 应用科技, 2002, 29(6): 19-21.
- [3] 王群, 李馥娟. 局域网一点通[M]. 北京: 海洋出版社, 2001. 18-24.
- [4] 李虎侯. 热释光断代[M]. 香港: Scientist Press International Inc, 1999.

向本期载文的有关审稿专家致谢

本期《河北科技大学学报》共发表论文21篇。这些论文的发表,是与有关专家的认真审读、细查资料、推敲分析、中肯评价分不开的。他们的评价(有的给予了充分肯定,有的给出了修改意见,有的指出了存在的问题,有的阐述了否定的原因),使作者和编者都受益匪浅。对此,本刊编辑部特向这些专家表示敬意,对他们的辛勤劳动表示感谢。

本期载文的审稿专家名单如下:

涂振汉	张传义	周振动	班士良	王光信	吴绍全
马辰	朱秀良	李瑞洲	于旭光	史耀武	刘树英
王森	孟志强	李虎侯	何柏年	李荣平	胡蓓
韩彦军					

辅助混合动力电动汽车的技术研究

刘旭东¹,段建民¹,张博彦²,冯能莲²

(1. 北京工业大学电子信息与控制工程学院,北京 100022;2. 北京工业大学环境与能源工程学院,北京 100022)

摘要:为延长纯电动汽车的续驶里程,提出了辅助混合动力电动汽车的概念。对辅助混合动力电动汽车的系统方案设计、动力部件选择及参数匹配进行了研究,重点分析了驱动控制单元和辅助控制单元的工作原理。排放实验和续驶里程仿真结果表明,辅助混合动力电动汽车具有良好的排放性能,并且比原纯电动汽车有效地延长了续驶里程。

关键词: 辅助混合动力;电动汽车;APU;续驶里程

中图分类号: U469.72 **文献标识码:** A

Study on the auxiliary hybrid electric vehicle

LIU Xu-dong¹,DUAN Jian-min¹,ZHANG Bo-yan²,FENG Neng-lian²

(1. College of Electronic Information and Control Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China; 2. College of Environmental and Energy Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: In order to prolong the endurance mileage of pure battery vehicle, a kind of auxiliary hybrid electric vehicle is introduced. A study on the system design, dynamic component selecting and parameter matching of auxiliary hybrid electric vehicle is carried out. Then the working methods of traction control unit and auxiliary power unit are introduced in detail. The results of experiment of emissions and simulation of endurance mileage show that auxiliary hybrid electric vehicle has low emissions, and compared with the original pure battery vehicle it can extend endurance mileage considerably.

Key words: auxiliary hybrid power; electric vehicle; APU; endurance mileage

汽车工业在推动世界经济发展、给人民生活带来便利的同时,也引发了世界范围的能源危机和环境问题。内燃机汽车在大量消耗着地球上的有限石油资源,据预测,地球上的石油资源如果按目前的消耗水平计算,仅仅可以维持 60~100 年^[1]。同时,内燃机汽车排放的尾气也在严重污染着自然环境。据国家环保中心预测,到 2010 年,汽车尾气排放量将占空气污染源的 64%^[2]。因此,开发新型节能环保汽车的工作已刻不容缓。

当前,纯电动汽车所面临的最大难题就是车载能量有限,使其续驶里程较短,不能满足要求。笔者研究的辅助混合动力电动汽车(AHEV, Auxiliary Hybrid Electric Vehicle)是在纯电动汽车的基础上增加一套小功率的供能装置构成的。常规情况下,AHEV 运行于纯电动方式,尾气排放为零,当车载蓄电池荷电状态(SOC)过低时,运行于混合驱动方式,用于延长续驶里程。因此,AHEV 具有低油耗、低排放、续驶里程长的特点。

1 系统方案设计

原纯电动汽车(以下简称 BJUT-EV)的性能指标见表 1。

由表1可以看出, BJUT-EV的动力性能基本可以满足城市内行驶的要求, 但是续驶里程短的缺点限制了该车的实用性。又由于 BJUT-EV 没有对动力电池组进行管理, 车载系统直接从动力电池组取电, 因此该纯电动汽车存在着动力电池工作效率低、车载附件耗电量大的缺点。为解决这一问题, 在 BJUT-EV 的基础上, 通过增加一套小功率的发动机/发电机组, 构成辅助混合动力电动汽车(以下简称 BJUT-AHEV), 其主要目的是延长续驶里程及蓄电池的使用寿命。

混合动力电动汽车(HEV, Hybrid Electric Vehicle)从结构上主要分为3种: 串联式、并联式和混联式。串联式(SHEV)的发动机/发电机部分和驱动车轮之间没有机械连接, 发动机运行状态可以完全脱离行驶工况的束缚而稳定地运行在最佳效率区, 排放很低, 适合城市中频繁的起步加速工况和低速运行工况; 并联式结构(PHEV)的特点是发动机和电动机分别可以单独驱动汽车运行, 动力性能较好, 但结构相对复杂, 适合运行在路况简单的城市间工况和高速公路行驶; 混联式(PSHEV)综合了 SHEV 和 PHEV 的优点, 适用工况广泛, 但结构复杂, 成本较高, 研究难度较大。综上所述, 由于 BJUT-AHEV 的设计目标是为奥运场馆提供用车, 主要运行区域为场馆及校园内部, 需要较高的排放性能, 因此选择了结构相对简单的串联式结构; 并且其设计目标是比原纯电动汽车 BJUT-EV 提供更长的续驶里程, 因此选择的混合比较高。采用续驶里程延长型功能模式见图1。

BJUT-AHEV 是一种高混合比的串联式结构, 特点是装备一个较大容量的动力电池组, 而发动机/发电机部分的功率相对电动机而言要小的多, 其动力输出以电池组为主, 辅助动力单元(APU)部分只起到辅助动力输出并提供车载设备能源的作用, 因此又称之为“辅助混合动力电动汽车”。BJUT-AHEV 在功能上接近于纯电动汽车, 即在常规情况下, 以纯电动方式运行, 实现零排放行驶。但由于其安装有小排量的发动机/发电机组, 因此在不增加车辆很大质量的前提下, 混合驱动时可以平衡一部分电池组电量的损失, 从而可以延长续驶里程。驻车充电时可以实现对动力电池组的均衡充电, 保证电池组的一致性, 延长电池使用寿命。

2 动力部件选择

确定 BJUT-AHEV 的系统结构后, 根据整车性能指标, 确定电动机、APU、动力电池等动力部件的类型和特性参数, 这些工作将直接影响车辆的动力性能和经济性能。

2.1 电动机功率参数的确定

电动机是串联式结构的唯一驱动源, 因此电动机功率的选择将直接影响着整车的动力性能。确定电动机功率参数的依据主要有2个, 一是驱动系统必须满足车辆以最高车速行驶时的连续功率需求; 二是同时必须满足车辆以最大峰值转矩来加速或爬坡的要求^[3]。前者是指电机稳定运行时输出的功率, 后者实际上是过载功率的要求。HEV 对驱动电机一般要求3~5倍的过载能力。虽然过载会由于电流过大而引起电机发热, 使电机使用时间受到严格限制, 但这个特点能使车辆在短时间内得到较大的加速度或克服较大的坡道阻力^[4]。

原纯电动汽车的直流驱动系统可以满足城市交通的要求, 考虑到改造的复杂性和成本的可接受性, 在 BJUT-AHEV 的设计中, 保留了 BJUT-EV 的直流驱动系统, 额定电压为 216 V, 额定功率为 45 kW, 最大功率 >

表1 BJUT-EV 主要性能参数表

Tab. 1 Main quantities of BJUT-EV

性能参数	指标
最高车速/(km·h ⁻¹) (100%SOC)	86
最大爬坡度(低档满载)/%	>18
加速时间/s (0~48 km/h)	12.2
56 km/h 等速行驶续驶里程/km	130.6
SAE J227aC 循环续驶里程/km	84.5
市区行驶路线续驶里程/km	54.3

图1 SHEV 功能形式

Fig. 1 Function type of SHEV

续表

X	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
X_{24}	0.017	0.170	-0.017	0.372	0.094	0.086	-0.018	0.080	0.440	0.365	0.364	0.239
	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}
X_1	0.055	0.238	0.214	0.180	0.187	-0.120	-0.211	-0.217	-0.089	0.120	0.190	0.017
X_2	0.230	0.069	-0.091	0.083	-0.012	0.371	0.416	0.398	0.315	0.226	0.192	0.170
X_3	0.180	0.040	-0.319	-0.060	-0.211	0.392	0.517	0.560	0.380	-0.097	-0.031	-0.017
X_4	-0.044	0.431	0.386	0.485	0.435	-0.033	0.105	-0.008	-0.144	0.312	0.567	0.372
X_5	0.219	0.109	-0.044	0.056	-0.040	0.343	0.576	0.727	0.406	0.121	0.040	0.094
X_6	0.052	0.088	-0.062	-0.036	0.009	0.526	0.528	0.597	0.421	0.083	0.130	0.086
X_7	0.127	-0.130	0.059	0.001	-0.176	0.362	0.544	0.626	0.364	0.027	-0.008	-0.018
X_8	0.124	-0.059	-0.174	-0.051	-0.144	0.364	0.470	0.390	0.495	0.007	0.035	0.080
X_9	0.048	0.630	0.566	0.691	0.517	-0.222	-0.073	-0.002	-0.233	0.582	0.661	0.440
X_{10}	0.106	0.265	0.466	0.344	0.136	-0.035	-0.090	-0.034	-0.143	0.281	0.184	0.365
X_{11}	0.249	0.532	0.502	0.728	0.484	-0.149	-0.094	-0.049	-0.206	0.523	0.417	0.364
X_{12}	0.245	0.432	0.350	0.619	0.343	-0.180	-0.051	-0.022	-0.249	0.472	0.272	0.239
X_{13}	1.000	-0.031	0.033	0.065	0.017	0.065	0.146	0.213	0.330	0.195	0.035	0.105
X_{14}	-0.031	1.000	0.422	0.651	0.398	-0.142	-0.019	0.002	-0.181	0.369	0.477	0.338
X_{15}	0.033	0.422	1.000	0.535	0.446	-0.277	-0.144	-0.029	-0.237	0.365	0.386	0.324
X_{16}	0.065	0.651	0.535	1.000	0.387	-0.201	0.012	0.050	-0.251	0.472	0.391	0.400
X_{17}	0.017	0.398	0.446	0.387	1.000	-0.359	-0.229	-0.219	-0.146	0.442	0.563	0.402
X_{18}	0.065	-0.142	-0.277	-0.201	-0.359	1.000	0.544	0.523	0.443	0.033	-0.110	0.060
X_{19}	0.146	-0.019	-0.144	0.012	-0.229	0.544	1.000	0.744	0.455	-0.052	-0.120	-0.146
X_{20}	0.213	0.002	-0.029	0.050	-0.219	0.523	0.744	1.000	0.517	0.012	-0.070	-0.008
X_{21}	0.330	-0.181	-0.237	-0.251	-0.146	0.443	0.455	0.517	1.000	0.011	-0.193	-0.092
X_{22}	0.195	0.369	0.365	0.472	0.442	0.033	-0.052	0.012	0.011	1.000	0.413	0.372
X_{23}	0.035	0.477	0.386	0.391	0.563	-0.110	-0.120	-0.070	-0.193	0.413	1.000	0.605
X_{24}	0.105	0.338	0.324	0.400	0.402	0.060	-0.146	-0.008	-0.092	0.372	0.605	1.000

进一步求出相关系数矩阵的特征值和因子贡献率(见表3),以及旋转后的正交因子表(见表4),表4空缺项为因子载荷系数绝对值小于0.1,故忽略不计(这是软件自带的空缺项)。

从表3可以看出,变量 $X_i(i=1,2,\dots,24)$ 的相关系数矩阵前10个特征值比较大,它们的累积贡献率达到了73.7%,这说明用前10个因子就可以表示原来24个变量所能表达的信息。根据表4旋转后的正交因子矩阵可以看出,第1个因子 F_1 在变量 X_{20}, X_{19} 上具有较大的载荷,说明一个企业如果出现严重的工伤事故,拖欠工人工资,就会极大地影响员工的士气和企业正常的生产与发展。这个因素在所考虑的变量中是最重要的,可以将其解释为企业生产经营的安全因子;第2个因子 F_2 在变量 X_{11}, X_{16} 上具有较大的载荷,说明一个企业中员工间的合作程度、部门间的协调程度对企业的发展也是十分重要的,可以解释为企业内部的和谐因子;第3个因子 F_3 在变量 X_{23}, X_{24} 上具有较大的载荷,说明一个企业应重视群众意见,意见处理得好,无疑会调动广大职工的劳动积极性,提高生产效率,在这里可以解释为员工对企业

表3 相关系数矩阵的特征值和贡献率

Tab.3 Eigenvalues and cumulative contribution of correlation matrix

变量	特征值	因子贡献率/%	累积贡献率/%
X_1	6.48	18.2	18.2
X_2	5.27	14.7	32.9
X_3	1.53	9.0	41.8
X_4	1.20	6.5	48.3
X_5	1.16	5.4	53.8
X_6	1.09	4.9	58.7
X_7	0.89	4.0	62.6
X_8	0.85	3.9	66.5
X_9	0.73	3.6	70.1
X_{10}	0.69	3.6	73.7
X_{11}	0.62		
X_{12}	0.56		
X_{13}	0.47		
X_{14}	0.41		
X_{15}	0.32		
X_{16}	0.31		
X_{17}	0.26		
X_{18}	0.24		
X_{19}	0.19		
X_{20}	0.18		
X_{21}	0.16		
X_{22}	0.14		
X_{23}	0.09		
X_{24}	0.06		