

# 同濟大學

## 工程硕士学位论文选题报告 及论文工作计划

课题名称 总装线平衡优化研究  
—基于插电式混动车型共线生产的视角

学 号 \_\_\_\_\_

姓 名 \_\_\_\_\_

专业领域 车辆工程

所在院、系 汽车学院

校内导师 \_\_\_\_\_

校外导师 \_\_\_\_\_

选题时间 2015 年 11 月 22 日

同济大学研究生院

2015年11月22日

## 一、立论依据

### 课题来源、选题依据和背景情况、课题研究目的、工程应用价值

进入 21 世纪，人类面临空前的全球能源与资源危机、全球生态与环境危机、全球气候变化危机的多重挑战。目前正蓬勃发展的传统汽车产业，同样也带来了能源、环境等诸多的负面影响。

汽车保有量的不断攀升，同时也加剧了对于石油的消耗。中国超过 50% 的石油依赖于进口。过分依赖进口石油，不但使得我国原油价格受到国际市场的影响，而且导致我国能源供应受制于人，影响我国的国家战略地位。

同时，汽车尾气排放物对于环境的污染也日趋严重。温室效应愈演愈烈，沙尘暴、雾霾比比皆是，PM2.5 一天比一天高。从人类生存环境的可持续发展上考虑，减少尾气排放物也是势在必行的。而要做到这点，新能源汽车的开发和应用，是尤为重要一个解决方案。

世界各国都已经充分意识到了发展新能源汽车的必要性及紧迫性。整个汽车工业的发展，正逐步从传统汽车向新能源汽车转型。目前我国正处于新能源汽车发展的初级阶段。各大车企虽均已陆续推出了各自品牌的新能源车型，不过仍然处于试探性阶段，并没有大幅提升新能源车型的生产能力，主要还是以小规模，低节拍的手工制造方式为主。但是随着政府对于车企节能减排要求日趋严格，对于新能源汽车制造而言，提升其生产能力及制造水平，势在必行！

因此，对于新能源汽车的生产制造而言，与常规车型混线生产，实现高节拍、高自动化率，将是今后发展的趋势。如何有效率提高新能源车型的生产能力及制造水平？这也是摆在目前各大主机厂面前的一个重大课题。

基于我国新能源车型的销售现状而言，正处于小批量生产产能不足，大批量生产产能过剩的中间时期。考虑在现有常规车型生产线上，导入新能源车型共线生产，是现阶段较为精益的解决方案。

本课题的研究对象即为基于插电式混合动力车型混线生产的总装线平衡优化。将围绕影响插电式混合动力车型混线后线平衡的多个因素，逐一进行分析研究。最终达到改善线平衡的目的。

## 二、文献综述（参考文献 30 篇以上，其中外文参考文献不少于 10 篇）

### 国内外研究现状、发展动态（不少于 1000 字）

国外尤其是日本及欧美等发达，对于生产线平衡的研究起步较早。1913 年美国福特公司开始创立流水线的生产方式，有效的提升了生产效率，揭开了现代化生产的序幕。20 世纪后期，市场需求进入多样化的发展阶段，由此汽车制造随之也向着多品种，小批量的方向发展，由此日本丰田公司的“丰田生产方式”也在 20 世纪 60 年代这样的工业背景下应运而生。丰田的生产方式是有别于福特批量生产方式的较为精益的一种生产模式——精益化生产。精益化生产提出了混线生产的概念，这一概念的推出，使得制造业的主要生产方式，从单品种大批量的模式转化为多品种单元化的生产模式。

对于国内而言，随着汽车产业的不断发展以及市场需求的多元化，国内绝大多数的整车企业都实行了多车型混线生产的模式。例如上海大众的昊锐、明锐、途观等车型实现共线生产；上海通用凯越、英朗等车型为共线生产；上汽乘用车荣威 550、荣威 950、MG 3、MG6、MG GS 等车型亦为共线生产。随着混线车型的日益增多，产品差异对于混线生产效率的影响也日趋明显，所以提升生产线平衡率从而提升生产效率，也成为摆在各大主机厂面前的重要课题。

而对于新能源汽车的混线生产，对于国内外各大汽车企业而言，都是一个全新的课题。

国外对于新能源车型的产品设计日趋成熟，不过量产化尚处起步阶段。2012 年特斯拉首款电动车“Model S”诞生，在美国加州的特斯拉工厂生产。目前生产线仅生产 Model S 一种车型，在 2014 年提能之后，其年产量也仅为 3.5 万余量（5.8JPH）。宝马于 2013 年推出首款量产的纯电动汽车—I3。宝马对于 I 系列新能源车型的开发，基于一种全新的制造理念，即“LifeDrive”模块化架构。“Life”表示车身座舱部分，由碳纤维复合材料制成；而“Drive”则是承载车身及安置电池、电机等驱动部件的底盘结构。由于产品需求量以及产品平台差异的原因，I3 的总装生产线，是不同于其他常规车型的独立生产线，目前年产量仅为约 3 万辆（5JPH）。

国内的新能源车型，无论在产品设计还是量产化上，都才刚刚起步。国内新能源自主品牌起步较早的比亚迪，在其西安工厂生产的其新能源车型“秦”，区别于 F3、L3、速锐等常规动力车型，秦在独立的小线上生产，其年产量也仅为 3 万余量。上汽乘用车同样也在其新能源车领域不断拓展，量产化的新能源车型中，前有纯电动 E50，后有插电式混合动力车型 550 PlugIn。E50 的生产模式是独立的小线生产，550 Plug-In 以实现混线生产。总年产量不足 3 万辆。

纵观国内外车企对于新能源车型量产化的状况，虽然生产规模都还不小，但是从产品结构的设计理念、从制造技术的先进性上来看，却已然拉开了不小的差距。虽说国外新能源车型目前的产量不高，但是其采用的制造工艺扩展性较强，可以在短时间内快速提升产能。而国内小线式的生产模式，扩展性相对较差，对于瞬息万变的市场，应对性略显不足。虽然在产品设计及制造技术上，中国不可能在短时间内达到国外的水平，不过其设计及制造的理念，是极具借鉴价值和意义的。

参考文献:

- [1]张金柱.新能源汽车技术[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [2]付铁军.新能源汽车[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [3]张舟云,贡俊.新能源汽车电机技术与应用[M].上海:上海科学技术出版社,2013.
- [4]赵立军,佟钦智.电动汽车结构与原理[M].北京:北京大学出版社,2012.
- [5]王文伟,毕荣华.电动汽车技术基础[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [6]《增程式电动汽车动力系统设计与仿真研究》[J].汽车工程,2011(11).
- [7]《电动汽车动力装置的设计方案》[J].机械工程与自动化,2010(6).
- [8]《插电式混合动力汽车相关技术与前景展望》[J].机电工程技术,2011(12).
- [9]《插电式混合动力车前景光明》[J].汽车与配件,2012(33).
- [10]《插电式混合动力汽车现状》[J].城市车辆,2009(7).
- [11]周凤,安鲁陵.基于人机工程的产品可装配性评价技术研究[J].机械制造与自动化.2012(6):14-17.
- [12]周艳萍.浅谈人机工程分析软件在虚拟制造中的应用[J].网络安全技术与应用.2013(11):21-21.
- [13]姚理[1],刘慧琴[2].基于 CATIA 中 DELMIA 的虚拟装配技术的应用.机械,2014,41(2);46-50
- [14]张姗姗,许元鸣.基于 DELMIA 的变速箱虚拟装配仿真研究.合肥工业大学学报:自然科学版,2014,37(11);1285-1289
- [15]《基于 DELMIA 的电动工具虚拟装配技术研究》[J].机电工程,2008(6).
- [16]《基于 DELMIA 的发动机装配过程可视化仿真》[J].计算机辅助工程,2010(4).
- [17]《面向装配的特征层次建模方法研究》[J].计算机集成制造系统,2005(7).
- [18]《虚拟装配关键技术及其发展》[J].系统仿真学报,2006(3).
- [19]《虚拟制造中生产线可视化设计》[J].北京理工大学学报,2002(1).
- [20]《基于 DELMIA\_QUEST 制造系统仿真模型的研究》[J].机械设计与制造,2010(4).
- [21]"Fate E D, Harpster M O, Savagian P J. The electrification of the automobile: from conventional hybrid,to plug-in hybrids, to extended-range electric vehicles. SAE 2008-01-0458.
- [22]Doude M,Molen G M.Design methodology for a range-extended PHEV.IEE E, 2009,978-1-4244-2601.
- [23]Zhou Leon, Wise Jeremy, et al. Design, modeling and hardware implementation of a next generation extended range electric vehicle. SAE International, 2010-01-0830.

- [24]Scott Varnhagen, Adam Same, et al. A numerical investigation on the efficiency of range extending systems using Advanced Vehicle Simulator.Journal of Power Sources, 2011;196:3360-3370.
- [25]Hu Jianjun, Yang Zhipeng, Zhao Jinlong. Torque control method of the motor drive system in electric vehicle.Advances in Information Sciences and Service Sciences,2013 ; 5 (5) : 1142-1148.
- [26]Vliet OPR, Kruithof T, Turkenburg WC.Techno-economic comparison of series hybrid,plug-in hybrid,fuel cell and regular cars.Journal of Power Sources,2010; (1):195:6570-6585.
- [27]FUHRMANN S.Designing visualization system for hydrological data[J].Computers & Geosciences,2000,26(1):11-19.
- [28]W.Wang,B.Wu,Y.Hu.Virtual simulation applications in manufacturing process of high-speed trains[J].Advanced Materials Research,2013,(622-623):575-580.
- [29]M.Ozden.A new optimization heuristic for continuous and integer decisions with constraints in simulation[C].Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference,2005:853-856.
- [30]Ho YingChin.A dynamic-zone strategy for vehicle-collision prevention and load balancing in an AGV system with a single-loop guide path[J].Computers in Industry,2000,42:159-176.

### 三、研究内容

#### 1. 主要研究内容及拟关键技术

对于插电式混合动力车型混线后的线平衡，受到诸多因素的影响。产品的设计要求、生产组织方式、工艺流程规划、工装设备选型、物料上线方式、人机工程影响，都会对于混线生产后的线平衡造成影响。

本论文的主要研究内容，即是围绕这六大板块，采用质量功能展开—QFD的关键因素识别方法，识别其中影响到生产及线平衡的关键因素及权重。对于这些影响因素，有针对性的进行优化改善，最终达到提升线平衡的目的。

针对产品设计要求，首先要了解插电式混合动力车型的产品设计方案。不同的插电式混合动力车型，产品设计存在差异，对于制造要求也会存在不同。识别其中的差异内容，分析评估对于制造的影响因素，并考虑从产品设计优化的角度，降低设计差异对于制造的影响。

针对生产组织方式，分析产品销量需求与生产组织方式之间的关联，并评估不同生产组织方式下，对于制造的能力要求。根据不同车型产品的预估销量预测，其规划制造能力会有一些的差异，共线生产模式下，每种车型的生产能力将通过车型配比的方式，合理分配，从而做到在满足销量需求的情况下，以最精益的投入来完成生产任务。

针对工艺流程规划，以特定的产品设计及生产组织方式为前提，制定相应的工艺流程。研究工艺流程中，对于装配效率的影响因素。混线生产模式下，由于插电混动车型存在部分专用件，其产品设计的差异，导致了安装要求与常规车型存在差异，这将导致常规车型与插电混动车型的工艺流程规划会有不同。研究并识别其中对生产效率影响较大的因素，并优化改进，提高生产效率。

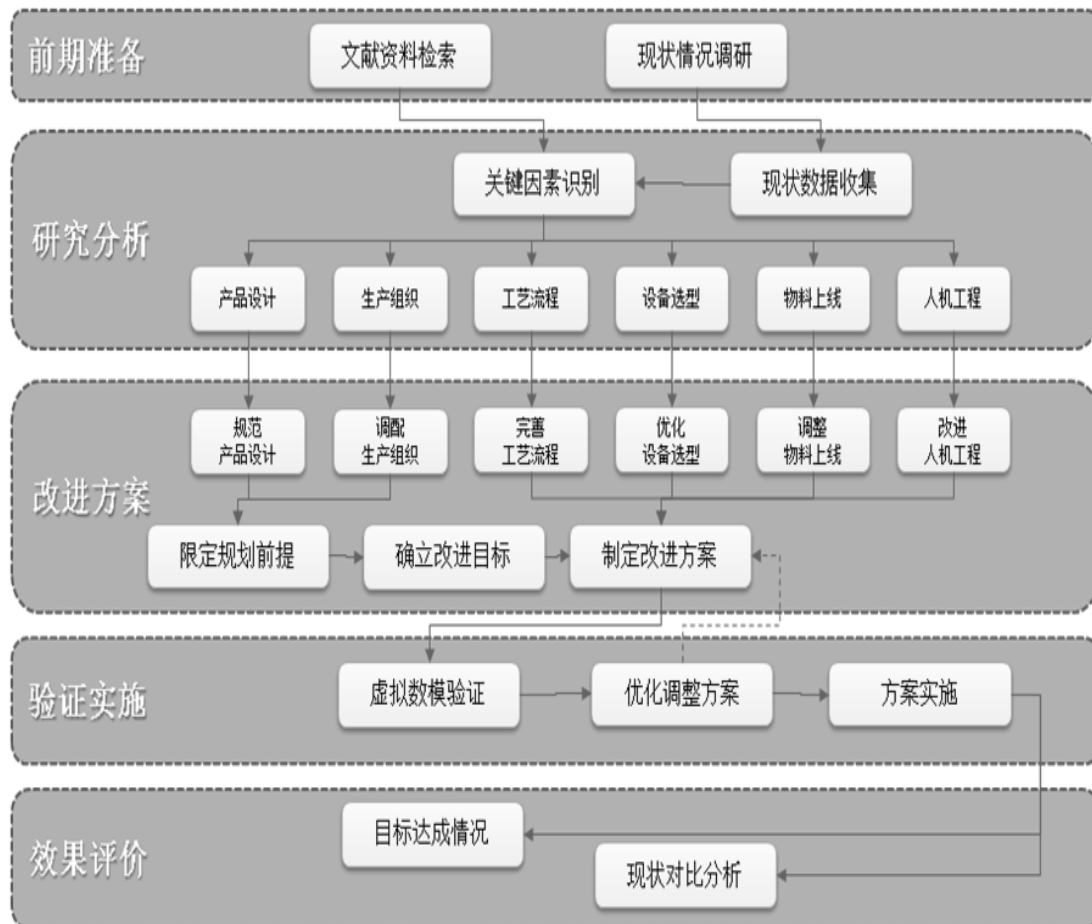
针对工装设备选型，根据工艺的不同，常规车型与插电混动车型在设备选型上面会存在一定的差异。识别判断其中对于工装设备的技术参数要求并进行设备选型，并研究不同的工装设备选型对于装配效率的影响因素。在混线模式下，避免使用专用设备，做到常规车型与插电混动车型设备公用，将有效提升装配效率及混线平衡率。

针对物料上线方式，结合工艺流程规划及布置方案，不同的物料上线方式，对于装配效率存在不同程度的影响，识别其中的关键因素并选择最优的物料上线方式，从而提升装配效率及线平衡。

针对人机工程影响，人机工程不佳，不但会影响到操作人员的装配效率，同时也会造成操作人员的职业损伤，增加同一工位的操作人员的换班频次，从侧面也是加大了制造成本。识别插电混动车型在混线生产过程中，人机工程不佳的装配并进行改善，将有效提升生产效率及线平衡。

## 2. 拟采取的研究方法、技术路线、实施方案及可行性分析

本论文的研究方法，将分成五个阶段逐一开展研究。第一阶段是前期准备阶段，在检索相关的文献资料的同时，将对目前插电混动车型混线生产的现状情况进行数据收集。第二阶段是研究分析阶段，将针对现状情况的数据进行分析，结合上述谈到的六大板块，识别其中影响线平衡的关键因素。第三阶段是改进方案阶段，针对识别出来的关键因素，确立改进目标及制定相应的改进方案。第四阶段是验证实施阶段，根据拟定的改进方案，首先采用虚拟数模装配进行验证，并优化调整方案，最终将优化后的改进方案付诸实施。第五阶段是效果评价，改进实施后的生产线平衡情况，分别于确立的改进目标及原有现状进行对比，并作出改进效果的评价。详见如下本论文的技术路线图。



## 3. 预期目标

3.1 提升现有插电式混合动力车型混线后的线平衡

3.2 降低后续插电式混合动力车型导入后对线平衡的影响



#### 四、研究基础

##### 1. 所需工程技术、研究条件

- 1.1 目前已有在产插电式混合动力车型产品，可用于现状数据收集分析；
- 1.2 后续将有多个开发中的插电式混合动力车型产品项目，是改进方案实施验证的有效平台。

##### 2. 所需经费，包含经费来源、开支预算

不涉及额外的经费需求。

## 五、工作计划

序号	阶段及内容	工作量估计 (时数)		起讫日期	阶段成果形式
1	现状调研及数据收集	500		2015/12 ~2016/2	调研及数据报告
2	影响因素识别与分析	500		2016/3~ 2016/5	分析评估报告
3	优化改进方案制定	700		2016/6~ 2016/8	改进方案报告
4	方案落实及验证	1000		2016/9~ 2016/12	验证评估报告
5	论文撰写及答辩	500		2017/1~ 2017/3	论文
		合计	3200		

### 同济大学工程硕士学位论文选题报告评分表

评审项目	权重	评分标准		得分 (百分制)
一、选题依据 (A)	30%	80-100分	直接来源于生产实际或具有明确具体的工程背景，研究内容有较强的实际应用价值	
		60-80分	一定程度上来源于生产实际或具有一定的工程背景，研究内容有一定的实际应用价值	
		60分以下	脱离生产实际，无实际应用价值	
二、理论基础和专门知识 (B)	20%	80-100分	较好的掌握本专业的基础理论和系统的专门知识	
		60-80分	基本掌握基础理论和专门知识	
		60分以下	未能掌握基础理论和专门知识	
三、选题难度及先进性 (C)	30%	80-100分	研究课题具有较高的技术难度、先进性和工作量，充分体现出综合运用科学理论、技术、方法和手段解决工程实际问题的能力	
		60-80分	研究课题具有一定的技术难度、先进性和工作量	
		60分以下	研究课题不符合本领域的发展方向，先进性不明显，难度不大	
四、文字表达 (D)	10%	80-100分	条理清晰，分析严谨，文笔流畅	
		60-80分	条理较好，层次分明，文笔较流畅	
		60分以下	写作能力较差	
五、口头报告 (E)	10%	80-100分	思路清晰、逻辑性强、表述清楚	
		60-80分	基本概念清晰、层次分明、表述较清楚	
		60分以下	表述较差	
总分	总分=0.3A+0.2B+0.3C+0.1D+0.1E			

备注：评审专家只对五项指标每一项的最后一栏内打分（百分制），不必计算总分。

#### 评审小组组成：

组成	姓名	职称	单位	签字
导师				
成员				

注：此评分表作为工程硕士研究生课程成绩单必备的材料之一

年 月 日

六、评审意见

导师（或导师组）对本课题的评价

导师签名\_\_\_\_\_

年 月 日

评审小组的审查结论

组长\_\_\_\_\_组员\_\_\_\_\_

年 月 日

工程领域领导小组意见

负责人签名\_\_\_\_\_

年 月 日