**大连理工大学本科毕业设计（论文）**

**电池梯次利用的多源DC/DC变换器设计**

**Multi-Iuput Converter design with echelon battery**

学 院（系）： 运载学部

专 业： 车辆工程

学 生 姓 名： 李育明

学 号： 201573006

指 导 教 师： 周雅夫

评 阅 教 师：

完 成 日 期：

大连理工大学

Dalian University of Technology

**原创性声明**

本人郑重声明：本人所呈交的毕业设计（论文），是在指导老师的指导下独立进行研究所取得的成果。毕业设计（论文）中凡引用他人已经发表或未发表的成果、数据、观点等，均已明确注明出处。除文中已经注明引用的内容外，不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究成果做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

注：字体：宋体，字号：小三，行距：多倍行距1.25，间距：段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。阅后删除此文本框。

本声明的法律责任由本人承担。

作者签名： 日 期：

**关于使用授权的声明**

本人在指导老师指导下所完成的毕业设计（论文）及相关的资料（包括图纸、试验记录、原始数据、实物照片、图片、录音带、设计手稿等），知识产权归属大连理工大学。本人完全了解大连理工大学有关保存、使用毕业设计（论文）的规定，本人授权大连理工大学可以将本毕业设计（论文）的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用任何复制手段保存和汇编本毕业设计（论文）。如果发表相关成果，一定征得指导教师同意，且第一署名单位为大连理工大学。本人离校后使用毕业毕业设计（论文）或与该论文直接相关的学术论文或成果时，第一署名单位仍然为大连理工大学。

论文作者签名： 日 期：

指导老师签名： 日 期：

# 摘 要

随着新能源汽车的发展，以及顺应国家新能源汽车部署规划的各项工作开展，近些年来，新能源汽车得以以较快的速度发展，而其中最主要的部署当属电动汽车加电站的网络建设。

加电站中最重要的部件之一便是DC/DC转换器。而面对日益紧张的能源需求和国家开展新能源建设的规划，对DC/DC转换器的设计要求也变得更高。具体地说，目前国内新能源建设(如风电、光伏发电等形式)强度，密度在地域上有较大区别，而随着建设的发展，新能源也应会呈现和现在较不同的情况，以前水电为主的地方，也会出现一大批光伏发电，风力发电站。而这就对现如今就开始铺设的加电站也即其核心部件DC/DC有了新的要求，要能接受时代的变化。

所以本论文着重的提出一种可以接受多个直流输入源的DC/DC，可以在综合现有的常用能源种类下，接受宽幅的直流电压输入，并给出稳定的直流电压输出。

常见的工业用电如市电、风电，即使经过A/C转换后所得出的直流输出的稳定值一般不一样，但一般都在300V-400V的区间内。但此DC/DC除了兼容这些输入源外，还兼容来自汽车废电池的输入源。

这是考虑到即使电车的电池即使即使已经损耗到汽车规定的退役程度，从环保和经济角度来讲，其仍是一个很好的电力来源与储能设备。

综上，本论文旨在构建出一个可以接受多输入源且可以与汽车旧电池产生联动的加电站，并着重给出核心部件DC/DC的实现。

**关键词：多源输入；DC/DC；直流变换器**

**The Subject of Undergraduate Graduation Project (Thesis) of DUT**

注：论文英文题目。

阅后删除此文本框。

# Abstract

外文摘要要求用英文书写，内容应与“中文摘要”对应。使用第三人称，最好采用现在时态编写。

“Abstract”不可省略。标题“Abstract”选用模板中的样式所定义的“标题1”，再居中；或者手动设置成字体：Times New Roman，居中，字号：小三，多倍行距1.5倍行距，段后11磅，段前为0行。

标题“Abstract”上方是论文的英文题目，字体：Times New Roman，居中，字号：小三，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。

Abstract正文选用设置成每段落首行缩进2字，字体：Times New Roman，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。

Key words与摘要正文之间空一行。Key words与中文“关键词”一致。词间用分号间隔，末尾不加标点，3-5个；Times New Roman，小四，加粗。

**Key Words：Write Criterion；Typeset Format；Graduation Project (Thesis)**

目 录

注：在该页面中点击鼠标右键，选择“更新域…”，在弹出窗口中选择“更新整个目录”，确定即可自动生成目录。标题“目录”，字体：黑体，字号：小三。章、节标题和页码，字体：宋体，字号：小四。阅后删除此文本框。

[摘 要 I](#_Toc7464577)

[Abstract II](#_Toc7464578)

[引 言 1](#_Toc7464579)

[1 正文格式说明 1](#_Toc7464580)

[1.1 论文格式基本要求 3](#_Toc7464581)

[1.2 论文页眉页脚的编排 3](#_Toc7464582)

[1.3 论文正文格式 3](#_Toc7464583)

[1.4 章节标题格式 3](#_Toc7464584)

[1.5 各章之间的分隔符设置 4](#_Toc7464585)

[1.6 正文中的编号 4](#_Toc7464586)

[2 图表及公式的格式说明 5](#_Toc7464587)

[2.1 图的格式说明 5](#_Toc7464588)

[2.1.1 图的格式示例 5](#_Toc7464589)

[2.1.2 图的格式描述 5](#_Toc7464590)

[2.2 表的格式说明 6](#_Toc7464591)

[2.2.1 表的格式示例 6](#_Toc7464592)

[2.2.2 表的格式描述 7](#_Toc7464593)

[2.3 公式的格式说明 8](#_Toc7464594)

[2.3.1 公式的格式示例 8](#_Toc7464595)

[2.3.2 公式的格式描述 8](#_Toc7464596)

[2.4 参考文献的格式说明 8](#_Toc7464597)

[2.4.1 参考文献在正文中引用的示例 8](#_Toc7464598)

[2.4.2 参考文献在正文中引用的书写格式 8](#_Toc7464599)

[2.4.3 参考文献的书写格式 8](#_Toc7464600)

[2.4.4 参考文献的书写格式示例 9](#_Toc7464601)

[2.5 量和单位的使用 9](#_Toc7464602)

[2.5.1 使用方法 9](#_Toc7464603)

[2.5.2 中华人民共和国法定计量单位 9](#_Toc7464604)

[2.6 规范表达注意事项 13](#_Toc7464605)

[2.6.1 名词术语 13](#_Toc7464606)

[2.6.2 数字 13](#_Toc7464607)

[2.6.3 外文字母 13](#_Toc7464608)

[2.6.4 量和单位 14](#_Toc7464609)

[2.6.5 标点符号 14](#_Toc7464610)

[3 打印说明 15](#_Toc7464611)

[3.1 封面 15](#_Toc7464612)

[3.2 原创性声明 15](#_Toc7464613)

[3.3 关于使用授权的声明 15](#_Toc7464614)

[3.4 中英文摘要 15](#_Toc7464615)

[3.5 目录 15](#_Toc7464616)

[3.6 正文 15](#_Toc7464617)

[4 论文装订注意事项 16](#_Toc7464618)

[4.1 设计说明书（论文） 16](#_Toc7464619)

[4.2 外文翻译 16](#_Toc7464620)

[4.3 装订规范要求 16](#_Toc7464621)

[1 绪论 18](#_Toc7464622)

[1.1 多源DC/DC的简介和发展现状 18](#_Toc7464623)

[1.1.1 多源DC/DC的简介 18](#_Toc7464624)

[1.1.2 多源DC/DC的发展现状 18](#_Toc7464625)

[1.2 电源梯度利用的介绍 20](#_Toc7464626)

[1.3 课题意义 21](#_Toc7464627)

[2 MIC架构设计 22](#_Toc7464628)

[2.1 整体设计 22](#_Toc7464629)

[2.2 输入源 22](#_Toc7464630)

[2.3 MIC拓扑 23](#_Toc7464631)

[2.3.1 XXXX 23](#_Toc7464632)

[2.3.2 输入单元 23](#_Toc7464633)

[2.3.3 输出单元 25](#_Toc7464634)

[2.3.4 缓冲单元 25](#_Toc7464635)

[2.3.5 单元级联 26](#_Toc7464636)

[2.3.6 MIC拓扑生成 27](#_Toc7464637)

[3 参数选择 29](#_Toc7464638)

[3.1 29](#_Toc7464639)

[参 考 文 献 30](#_Toc7464640)

[附录A 附录内容名称 33](#_Toc7464641)

[修改记录 34](#_Toc7464642)

[致 谢 35](#_Toc7464643)

# 引 言

多源DC/DC变换器，英文名为Multi-Iuput Converter(下称MIC)。旨在解决多个输入源的电压转换过程中需要用到多个DC/DC的问题。MIC通过把多个DC/DC的功能电路组合在一起并加以简化，用一个器件实现了多个单源型器件实现的功能。

本课题的目的是设计出一款MIC，包括给出电路图实现，原理讲解，选定元器件以及给出选择理由，以及仿真验证等。设计重点在于接受多输入源，而作为比较特殊的输入源之一是梯次利用的电池。电池梯次利用，用通俗的话说，就是损耗后的电池，无法再满足电车的使用要求，而这款MIC却恰好利用它剩余的电力价值，拿来作为储能或充能装置使用。故而对梯度利用的电池，个人会用一节进行介绍，因为本文重点是MIC的设计，所以会把其封装成一个可以接受某个充电电压、给出某个输出电压的黑盒。而除了梯度电池这个比较特殊的输入源以外，其他的从设计上可以说是一般性输入源：只给MIC提供输入，不接受MIC输出，且理想情况下幅值稳定在300-400V的某个数值下。

本课题的理论基础来源于文献XXX，在此基础上推导出本课题要使用的MIC拓扑，并适当加以简化后选定元器件参数。并通过仿真验证其正确性。

综合上述，这次的解决方案

针对做毕业设计：说明毕业设计的方案理解，阐述设计方法和设计依据，讨论对设计重点的理解和解决思路。

针对做毕业论文：说明论文的主题和选题的范围；对本论文研究主要范围内已有文献的评述；说明本论文所要解决的问题。建议与相关历史回顾、前人工作的文献评论、理论分析等相结合。

注意：是否如实引用前人结果反映的是学术道德问题，应明确写出同行相近的和已取得的成果，避免抄袭之嫌。注意不要与摘要内容雷同。

书写格式说明：

标题“引言”选用模板中的样式所定义的“引言”；或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

引言的字数在3000字左右（毕业设计类引言可适当调整为800字左右）。引言正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；或者手动设置成每段落首行缩进2字，宋体，小四，多倍行距 1.25，段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。

# 1 正文格式说明

注：页码，居中，底部，宋体，小五，正文起始页页码为1。

阅后删除此文本框。

注：章、节序号的后面，空一个字——即汉字输入状态下敲两下空格键。这样，序号与标题文字之间界限清楚。

本文的第一章至第四章为规则说明，可以直接删除，从第五章开始作为论文书写模板。

阅后删除此文本框。

正文是毕业设计（论文）的主体，**是毕业论文或工程设计说明书的核心部分**。**要求学生运用所学的数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂问题的能力，能够针对问题设计解决方案，在设计环节中体现创新意识，并考虑社会、健康、安全、法律、文化、环境以及社会可持续发展等因素；**要着重反映毕业设计或论文的工作，要突出毕业设计的设计过程、设计依据及解决问题的方法；毕业论文重点要突出研究的新见解，例如新思想、新观点、新规律、新研究方法以及新结果等。

**正文 (含引言或文献综述部分)内容应包括以下方面：**

**本研究内容的总体方案设计与选择论证;**

**本研究内容硬件与软件的设计计算，实验装置与测试方法等;**

**本研究内容试验方案设计的可行性、有效性、技术经济分析等，试验数据结果的处理与分析论证以及理论计算结果的分析与展望等;**

**本研究内容的理论分析。对本研究内容及成果应进行较全面、客观的理论阐述，应着重指出本研究内容中的创新、改进与实际应用。理论分析中，应将他人研究成果单独书写并注明出处，不得将其与本人提出的理论分析混淆在一起。对于将其他领域的理论、结果引用到本研究领域者，应说明该理论的出处，并论述引用的可行性与有效性。**

**自然科学的论文应推理正确，结论清晰，无科学性错误。**

**管理和人文学科的论文应包括对研究问题的论述和系统分析，比较研究，模型或方案设计，案例论证或实证分析，模型运行的结果或建议，改进措施等。**

正文要求论点正确，推理严谨，数据可靠，文字精练，条理分明，文字图表规范、清晰和整齐，在论文的行文上，要注意语句通顺，达到科技论文所必须具备的“正确、准确、明确”的要求。计算单位采用国务院颁布的《统一公制计量单位中文名称方案》中规定和名称。各类单位、符号必须在论文中统一使用，外文字母必须注意大小写，正斜体。简化字采用正式公布过的，不能自造和误写。利用别人研究成果必须附加说明。引用前人材料必须引证原著文字。在论文的行文上，要注意语句通顺，达到科技论文所必须具备的“正确、准确、明确”的要求。

## 1.1 论文格式基本要求

论文格式基本要求：

（1） 纸 型：A4纸。

（2） 打印要求：**双面打印（除封面、原创性声明、关于使用授权的声明、中英文摘要等单面打印外，其余部分要求双面打印）**。

（3） 页边距：上3.5cm，下2.5cm，左2.5cm、右2.5cm。

（4） 页 眉：2.5cm，页脚：2cm，左侧装订。

（5） 字 体：正文全部宋体、小四。

（6） 行 距：多倍行距：1.25，段前、段后均为0，取消网格对齐选项。

## 1.2 论文页眉页脚的编排

一律用阿拉伯数字连续编页码。页码应由正文首页开始，作为第1页。封面不编入页码。将摘要、Abstract、目录等前置部分单独编排页码。页码必须标注在每页页脚底部居中位置，宋体，小五。

页眉，宋体，五号，居中。填写内容是“毕业设计（论文）中文题目”。

模板中已经将字体和字号要求自动设置为缺省值，只需双击页面中页眉位置，按要求将填写内容替换即可。

## 1.3 论文正文格式

正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；或者手动设置成每段落首行缩进2字，字体：宋体，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。

模板中已经自动设置为缺省值。

模板中的正文内容不具备自动调整格式的能力，如果要粘贴，请先粘贴在记事本编辑器中，再从记事本中拷贝，然后粘贴到正文中即可。或者使用手动设置，将粘贴内容的格式设置成要求的格式。

## 1.4 章节标题格式

（1） 每章的章标题选用模板中的样式所定义的“标题1”，居左；或者手动设置成字体：黑体，居左，字号：小三，1.5倍行距，段后11磅，段前为0。每章另起一页。章序号为阿拉伯数字。在输入章标题之后，按回车键，即可直接输入每章正文。

（2） 每节的节标题选用模板中的样式所定义的“标题2”，居左；或者手动设置成字体：黑体，居左，字号：四号，1.5倍行距，段后为0，段前0.5行。

（3） 节中的一级标题选用模板中的样式所定义的“标题3”，居左；或者手动设置成字体：黑体，居左，字号：小四，1.5倍行距，段后为0，段前0.5行。

正文各级标题编号的示例如图1.1所示。



图1.1 标题编号的示例

## 1.5 各章之间的分隔符设置

各章之间应重新分页，使用“分页符”进行分隔。

设置方法：在“插入”菜单中选择“分隔符(B)…”，在弹出的窗口中选择分隔符类型为“分页符”，确定即可另起一页。

## 1.6 正文中的编号

正文中的图、表、附注、公式一律采用阿拉伯数字分章编号。

如图1.2，表2.3，附注4.5，式6.7等。如“图1.2”就是指本论文第1章的第2个图。文中参考文献采用阿拉伯数字根据全文统一编号，如文献[3]，文献[3,4]，文献[6-10]等，在正文中引用时用右上角标标出。附录中的图、表、附注、参考文献、公式另行编号，如图A1，表B2，附注B3，或文献[A3]。

# 2 图表及公式的格式说明

## 2.1 图的格式说明

### 2.1.1 图的格式示例

图在正文中的格式示例如图2.1所示。



图2.1 样式

表、图序号后面，同样适当留空（汉字状态敲两次空格键）。

图2.1显示了论文模板中所定义的样式选择方法。使用鼠标选择相应的样式，对应的文字格式就发生相应改变。

### 2.1.2 图的格式描述

（1） 图的绘制方法

① 插图、照片应尽量通过扫描粘贴进本文。

② 简单文字图可用WORD直接绘制，复杂的图考虑使用相应的图形绘制软件完成，提高图形表达质量。

（2） 图的位置

① 图居中排列。

② 图与上文之间应留一空行。

③ 图中若有附注，一律用阿拉伯数字和右半圆括号按顺序编排，如注1），附注写在图的下方。

（3） 图的版式

① “设置图片格式”的“版式”为“上下型”或“嵌入型”，不得“浮于文字之上”。

② 图的大小尽量以一页的页面为限，不要超限，一旦超限要加续图。

（4） 图名的写法

① 图名居中并位于图下，编号应分章编号，如图2.1。

② 图名与下文留一空行。

③ 图及其名称要放在同一页中，不能跨接两页。

④ 图内文字清晰、美观。

⑤ 图名设置为宋体，五号，居中。

## 2.2 表的格式说明

### 2.2.1 表的格式示例

表在正文中的常用格式如表2.1至表2.3所示，请参考使用。

物流的概念和范围如表2.1表述。

表、图序号与后面文字同样应当适当留空（两次空格键）。

表2.1 物流的概念和范围

|  |  |
| --- | --- |
| 本质 | 过程 |
| 途径或方法 | 规划、实施、控制 |
| 目标 | 效率、成本效益 |
| 活动或作业 | 流动与储存 |
| 处理对象 | 原材料、在制品、产成品、相关信息 |
| 范围 | 从原点（供应商）到终点（最终顾客） |
| 目的或目标 | 适应顾客的需求（产品、功能、数量、质量、时间、价格） |

美国广义物流后（勤）协会给出的定义如下：“为了符合顾客的要求，从原点到消费点对原材料、在制品、产成品与相关信息的流动和储存的效率成本效益进行规划、实施和控制的过程”。由此可见，物流不是作为一种具体技术和方法来研究的，而是一个过程或管理。

表2.2 统计表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品 | 产量 | 销量 | 产值 | 比重 |
| 手机 | 11000 | 10000 | 500 | 50% |
| 电视机 | 5500 | 5000 | 220 | 22% |
| 计算机 | 1100 | 1000 | 280 | 28% |
| 合计 | 17600 | 16000 | 1000 | 100% |

表2.3 分栏表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 年度 | 产品 | 产量 | 销量 | 产值 |
| 2004 | 手机 | 11000 | 10000 | 500 |
| 计算机 | 1100 | 1000 | 280 |
| 2005 | 手机 | 16000 | 13000 | 550 |
| 计算机 | 2100 | 1500 | 320 |

从表2.2和表2.3可以看出，公司销售情况……。

### 2.2.2 表的格式描述

（1） 表的绘制方法

表要用WORD绘制，不要粘贴。

（2） 表的位置

① 表格居中排列。

② 表格与下文应留一行空格。

③ 表中若有附注，一律用阿拉伯数字和右半圆括号按顺序编排，如注1），附注写在表的下方。

（3） 表的版式

① 表的大小尽量以一页的页面为限，不要超限，一旦超限要加续表。

（4） 表名的写法

① 表名应当在表的上方并且居中。编号应分章编号，如表2.1、表2.2。

② 表名与上文留一空行。

③ 表及其名称要放在同一页中，不能跨接两页。

④ 表内文字全文统一，设置为宋体，五号。

⑤ 表名设置为宋体，五号，且居中。

## 2.3 公式的格式说明

### 2.3.1 公式的格式示例

由于一般的文献资料中所给出的载荷和抗力的统计参数主要为变异系数，为便于讨论，定义公式形式如下：

 (2.1)

其中，*μ*R和*μ*S分别为抗力和载荷效应的均值，……。

### 2.3.2 公式的格式描述

（1） 公式整行右对齐，并调整公式与公式序号之间的距离，使公式部分居中显示。

（2） 公式序号应按章编号，公式编号在行末列出，如（2.1）、（2.2）。

（3） 公式位置：公式之间及上下文间设置半行间距或者6磅，作者可根据情况适当调整，以保证格式协调和美观。

## 2.4 参考文献的格式说明

### 2.4.1 参考文献在正文中引用的示例

关于主题法的起源众说不一。国内有人认为“主题法检索体系的形式和发展开始于1856年英国克雷斯塔多罗(Crestadoro)的《图书馆编制目录技术》一书”，“国外最早采用主题法来组织目录索引的是杜威十进分类法的相关主题索引……”[1]。也有人认出为“美国的贝加逊·富兰克林出借图书馆第一个使用了主题法”[2-4]。

### 2.4.2 参考文献在正文中引用的书写格式

引用的文献在正文中用方括号和阿拉伯数字按顺序以右上角标形式标注在引用处。

### 2.4.3 参考文献的书写格式

（1） 参考文献按照在正文中引用的顺序进行编码。

（2） 作者一律姓前名后（外文作者名应缩写），作者间用“,”间隔。作者少于3人应全部写出，3人以上只列出前3人，后加“等”或“et al”。

（3） 标题“参考文献”选用模板中的样式所定义的“参考文献”，再居中；或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

（4） 参考文献正文设置成字体：宋体，居左，字号：五号，多倍行距1.25行，段后、段前均为0行。

（5） 按照引用的文献类型不同使用不同的表示方法。

① 专著（注意应标明出版地及所参阅内容在原文献中的位置），表示方法为：

[序号] 作者.专著名[文献类型标志].出版地:出版者,出版年.

② 期刊中析出的文献（注明应标明年、卷、期，尤其注意区分卷和期号），表示方法为：

[序号] 作者.题（篇）名[文献类型标志].刊名.出版年,卷号（期号）:起止页.

③ 会议论文，表示方法为：

[序号] 作者.篇名[文献类型标志].会议名,会址,开会年: 起止页.

④ 专著（文集）中析出的文献，表示方法为：

[序号] 作者.篇名[文献类型标志].见（In）:文集的编（著）者.文集名.出版地:出版者,出版年:起止页.

⑤ 学位论文，表示方法为：

[序号] 作者.题（篇）名[文献类型标志]:（博（硕）士学位论文）.授学位地:授学位单位,授学位年.

⑥ 专利文献，表示方法为：

[序号] 专利申请者.专利题名[文献类型标志].专利国别,专利文献种类,专利号.出版日期.

### 2.4.4 参考文献的书写格式示例

文献类型标志及参考文献书写示例请见“参考文献”部分。

## 2.5 量和单位的使用

### 2.5.1 使用方法

（1） 必须符合国家标准规定，不得使用已废弃的单位，如高斯（G和Gg）﹑亩﹑克分子浓度（M）﹑当量能度（N）等。

（2） 量和单位不用中文名称，而用法定符号表示。

### 2.5.2 中华人民共和国法定计量单位

中华人民共和国法定计量单位如表2.4至表2.8所示。

表2.4 国际单位制的辅助单位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 |
| 平面角 | 弧度 | rad |
| 立体角 | 球面度 | sr |

表2.5 国际单位制中具有专门名称的导出单位

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 其他表示式例 |
| 频率 | 赫［兹］ | Hz | s-1 |
| 力；重力 | 牛［顿］ | N | kg·m/s2 |
| 压力，压强；应力 | 帕［斯卡］ | Pa | N/m2 |
| 能量；功；热 | 焦［耳］ | J | N·m |
| 功率；辐射通量 | 瓦［特］ | W | J/s |
| 电荷量 | 库［仑］ | C | A·s |
| 电位；电压；电动势 | 伏［特］ | V | W/A |
| 电容 | 法［拉］ | F | C/V |
| 电阻 | 欧［姆］ | Ω | V/A |
| 电导 | 西［门子］ | S | A/V |
| 磁通量 | 韦［伯］ | Wb | V·s |
| 磁通量密度，磁感应强度 | 特［斯拉］ | T | Wb/m2 |
| 电感 | 亨［利］ | H | Wb/A |
| 摄氏温度 | 摄氏度 | ℃ |  |
| 光通量 | 流明 | lm | cd·sr |
| 光照度 | 勒［克斯］ | lx | lm/m2 |
| 放射性活度 | 贝可［勒尔］ | Bq | s-1 |
| 吸收剂量 | 戈［瑞］ | Gy | J/kg |
| 剂量当量 | 希［沃特］ | Sv | J/kg |
| 剂量当量 | 希［沃特］ | Sv | J/kg |

表2.6 国际单位制的基本单位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 |
| 长度 | 米 | m |
| 质量 | 千克（公斤） | kg |
| 时间 | 秒 | s |
| 电流 | 安［培］ | A |
| 热力学温度 | 开［尔文］ | K |
| 物质的量 | 摩［尔］ | mol |
| 发光强度 | 坎［德拉］ | cd |

表2.7 国家选定的非国际单位制单位

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 换算关系和说明 |
| 时间 | 分  ［小］时  天（日） | min  h  d | 1min=60s  1h=60min=3600s  1d=24h=86400s |
| 平面角 | ［角］秒  ［角］分  度 | （"）  （'）  （°） | 1"=（π/648000）rad  1'=60"=（π/10800）rad  1°=60'=（π/180）rad |
| 旋转速度 | 转每分 | r/min | 1r/min=（1/60）s-1 |
| 长度 | 海里 | n mile | 1n mile=1852m  （只用于航行） |
| 速度 | 节 | kn | 1kn=1 n mile/h  =（1852/3600）m/s  （只用于航行） |
| 质量 | 吨  原子质量单位 | t  u | 1t=103kg  1u≈1.6605655×10-27kg |
| 体积 | 升 | L，（1） | 1L=1dm3=10-3 m3 |
| 能 | 电子伏 | eV | 1eV≈1.6021892×10-19J |
| 级差 | 分贝 | dB |  |
| 级密度 | 特［克斯］ | tex | 1 tex=1g/km |

表2.8 用于构成十进倍数和分数单位的词头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 所表示的因数 | 词头名称 | 词头符号 |
| 1018 | 艾［克萨］ | E |
| 1015 | 拍［它］ | P |
| 1012 | 太［拉］ | T |
| 109 | 吉［咖］ | G |
| 106 | 兆 | M |
| 103 | 千 | K |
| 102 | 百 | h |
| 101 | 十 | da |
| 10-1 | 分 | d |
| 10-2 | 厘 | c |
| 10-3 | 毫 | m |
| 10-6 | 微 | μ |
| 10-9 | 纳［诺］ | n |
| 10-12 | 皮［可］ | p |
| 10-15 | 飞［母托］ | f |
| 10-18 | 阿［托］ | a |

## 2.6 规范表达注意事项

### 2.6.1 名词术语

应使用全国自然科学名词审定委员会审定的自然科学名词术语；应按有关的标准或规定使用工程技术名词术语；应使用公认共知的尚无标准或规定的名词术语。作者自拟的名词术语，在文中第一次出现时，须加注说明。表示同一概念或概念组合的名词术语，全文中要前后一致。外国人名可使用原文，不必译出。一般的机关、团体、学校、研究机构和企业等的名称，在论文中第一次出现时必须写全称。

### 2.6.2 数字

数字的使用必须符合新的国家标准GB/T15835-1995《出版物上数字用法的规定》。

### 2.6.3 外文字母

文中出现的易混淆的字母、符号以及上下标等，必须打印清楚或缮写工整。要严格区分外文字母的文种、大小写、正斜体和黑白体等，必要时用铅笔注明，尤其注意上下标字母的大小写、正斜体。

（1） 斜体

斜体外文字母用于表示量的符号，主要用于下列场合：

① 变量符号、变动附标及函数。

② 用字母表示的数及代表点、线、面、体和图形的字母。

③ 特征数符号，如Re（雷诺数）、Fo（傅里叶数）、Al（阿尔芬数）等。

④ 在特定场合中视为常数的参数。

⑤ 矢量、矩阵用黑体斜体。

（2） 正体

正体外文字母用于表示名称及与其有关的代号，主要用于下列场合：

① 有定义的已知函数（例如sin, exp, ln等）。

② 其值不变的数学常数（例如e=2.718 281 8…）及已定义的算子。

③ 法定计量单位、词头和量纲符号。

④ 数学符号。

⑤ 化学元素符号。

⑥ 机具、仪器、设备和产品等的型号、代号及材料牌号。

⑦ 硬度符号。

⑧ 不表示量的外文缩写字。

⑨ 表示序号的拉丁字母。

⑩ 量符号中为区别其它量而加的具有特定含义的非量符号下角标。

### 2.6.4 量和单位

文中涉及的量和单位一律采用新的国家标准GB3100~3102-93《量和单位》。

### 2.6.5 标点符号

标点符号的使用必须符合新的国家标准GB/T15834-1995《标点符号用法》

# 3 打印说明

## 3.1 封面

按照首页格式制作封面。

## 3.2 原创性声明

单面打印。

## 3.3 关于使用授权的声明

单面打印。

## 3.4 中英文摘要

单面打印。

## 3.5 目录

双面打印。

## 3.6 正文

正文从引言开始到致谢结束，双面打印。

# 4 论文装订注意事项

## 4.1 设计说明书（论文）

毕业设计说明书（论文）应独立装订成册，内容包括：

封面（题目、学生姓名、指导教师、评阅人等）；

原创性声明；

关于使用授权的声明；

中、英文内容摘要；

正文目录（含页码）；

引言；

正文（计算说明书、研究内容、技术经济分析、结论等）；

参考文献；

附录（图纸及调研报告等）；

修改记录；

致谢。

## 4.2 外文翻译

每名学生在毕业设计（论文）期间，应完成不少于2万印刷符的外文翻译，译文不少于5千汉字。

译文内容必须与毕业设计（论文）内容有关，原则上是近五年出版的期刊（不可翻译有中文译文的书籍或期刊），由指导教师在下达任务书时指定。

译文应用标准A4纸双面打字成文（封面单页打印），格式与正文相同。表名和图名等均应译成中文。

装订时原文在前，译文在后。

译文必须于毕业设计（论文）中期检查前完成，并交指导教师批改。

## 4.3 装订规范要求

毕业设计（论文）按如下顺序装订：

用学校统一提供的封皮做封面；

毕业设计（论文）任务书（含任务要求、过程检查记录、指导教师评语、评阅人评语、答辩委员会意见及成绩等）；

学生毕业设计（论文）全部内容（独立成册）；

外文翻译原文在前、译文在后装订在一起。

基本要求：须完整准确填写封面上各个项目，并检查三项评价表，指导教师、评阅人、答辩委员会评价表及评语，每份评语字数不可少于100字；任务书上所有内容要填写完整、正确；毕业设计（论文）装订顺序规范。

1 绪论

## 1.1 多源DC/DC的简介和发展现状

### 1.1.1 多源DC/DC的简介

开关电源一直是电力电子行业绕不过去的话题，20年前，Lucent公司开发出第一款半砖DC/DC的输出功率只有30W，效率78%，而且只能应用在十分有限的场合。到了今天，DC/DC不管是功率还是效率又或者各种性能上都已经上到了一个令人满意的台阶。而随着软开关，同步整流等等的技术的应用，DC/DC的效率突破95%也已经不是难事。

多源DC/DC的出现是伴随着多种形式共存且都需加以利用的前提下，为了简化电路的结构，降低成本，代替多个单输入单输出的分立型DC/DC的解决方案。多源DC/DC，(下称MIC: Multiple-Input Conveter)的发展总的来说还比较短，国内外的研究也都集中出现在近十年。尽管历史短，但是MIC的发展却是迅速的。

从电路拓扑上分类，单输入直流变换器拓扑结构多种多样，但最基础的两种电路拓扑是Boost和Buck拓扑。而MIC的基本拓扑也和单输入的一致，分为上述两种。其他的拓扑，比如Buck-Boost可由上诉两个拓扑简单变化得出。

从供电方式上分，MIC可以分为同时供电型，即若干个输入源可以同时给负载供能。还有分时供电型，即同一时刻只有一个输入源给负载供能。

此外MIC还可以从电气隔离上分成电气隔离型，电气非隔离型；从能量输送方式上分为正激，反激；等等。

### 1.1.2 多源DC/DC的发展现状

近十年来，国内外对于DC/DC的研究和设计发展迅猛，结合本人所获取资料大概以时间线的形式概括一下较有意义的研究和论文：

2007年，台湾的Yuan-Chuan Liu和Yaow-Ming Chen联合发表了文献[1]，提供了系统生成多源直流变换器拓扑的理论方法。

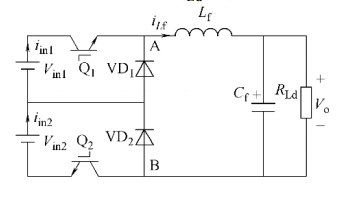


图 1-1 双输入Buck变换器

2010年，南京航天航空大学的阮新波教授及李艳等人在上诉理论基础上提出了一种新的双输入Buck型直流变换器，分析了工作原理，工作策略。并给出了稳态关系式，提出其能量控制策略，并通过样机验证其可行性。其原理如图1-1。

2012年，美国的Zhihao Li, Omer Onar, Alireza Khaligh 和丹麦的 Erik

Schaltz提出了一种双向工作的多输入直流变换器以用于汽车驱动马达，该电路依然可以在文献[1]的理论下推演出来，只不过多了更加多的附加功能。

总的来说，国内外在近几年对MIC的研究上保持着理论和实践并线发展的趋势。本课题设计的MIC的拓扑的理论基础也是出自文献[1]。

下面结合主流的社会发展趋势说一下MIC的优点与缺点：

1. MIC的成本相比分立式DC/DC更低，体积更小。原因在于其电路结构相比之下共用了很多元器件，体积也理所当然更小。
2. 对输入源的管理更加的灵活，可以在经济效益最大化的情况下选择不同的输入源方案，不同的输入源供能策略。
3. MIC提高了系统的稳定性，即使某一输入源出现问题，很大程度上提高了系统的稳定性。
4. MIC的多源输入也意味着电路里面的元器件会承受更高的压力，容易损耗。而把分立式DC/DC演变成MIC的过程中，毫无疑问也会用上密度更高的开关管，从而增加了各种损耗。

## 1.2 电源梯度利用的介绍

作为新能源汽车的心脏，动力电池理论上从开始使用到报废寿命约为20年。当动力电池只能充满原有电量的80%时，就不适合继续在电动汽车上服役。即便如此，这些电池的可利用价值依然很高。随着新能源汽车的市场占有率的提高，可回收的动力电池会越来越多。电池剩余性能的再次利用一来是解决了一部分能源需求，二来是降低了新能源汽车的电池使用成本。

动力电池梯度利用的基本前提有以下两点：

(1)动力电池在被汽车使用完后依然剩余有一定性能。汽车用完后电池若无剩余价值，电池梯度也就不存在了。

(2)动力电池梯度使用的生命周期不能太低。一般在10年左右。若是只有2-3年，电池梯度使用的经济意义就不太大了。

目前国内外对于电池梯度利用的研究也在迅猛的发展。但是目前电池梯次利用的技术很多很杂。有直接把动力电池从车上拆解，直接电池入网，然后利用车载电池上的BMS系统直接被顶层控制。也有把电池包打开取出电池模块，进行筛选后再重组的。由于电池梯度的一些关键技术手段，比如电池梯度性能探测，老化模式的建模等等很多仍在实验室阶段，而且本课题只涉及DC/DC的设计，故而在后文中会给出能用于本课题的电池梯度一些调查数据。

本课题中，作为输入源之一的动力电池的存在意义是与其他输入源一起，组成多源输入端口。对于DC/DC来说，重要的是从汽车上退役后的动力电池的输出电压及功率等参数。至于从汽车上提取梯度电池等一系列原理以及步骤本文不赘述。

下面列举动力电池在汽车上完成使命后，对其再次利用的一般手段：

1. 作为家庭储能，目前新能源动力电池大采用镍和锂系列，这些系列也是电池梯度利用的重点对象。
2. 作为电容性器件，如本课题中的动力电池就是作为供能和储能设备，较于其他输入源，动力电池在特定时刻还是用电设备，储能设备。

此外，动力电池的梯度利用的核心技术是复杂的检测和分析，本课题并不涉及。本课题中，对于退役后的动力电池的二次利用梯度有一个范围，本课题的DC/DC是利用在此范围内的动力电池的电压和功率来作为输入，而非去研究怎么对动力电池的梯度进行分析和研究。

国内对电源梯度利用的研究和发展规划在近三年伴随着新能源汽车的兴起而引起了重视。在新能源汽车领域要想获得可持续发展的平衡，电池退役后的利用便是一定要解决的问题，而电池的梯度利用不单单可以将其用于MIC的输入源之一，伴随未来技术的发展，电芯的回收重置、老化复原说不定都可以登上舞台。但作为MIC的输入源，无疑是目前的最直接和经济效益最大化手段。

## 1.3 课题意义

看你空间可能那你就就能看

# 2 多源DC/DC设计

## 2.1 整体设计

本课题中的多源DC/DC有四个输入源，经过处理后，最终都提供直流的输入。其整体设计的框图和解读如图2。

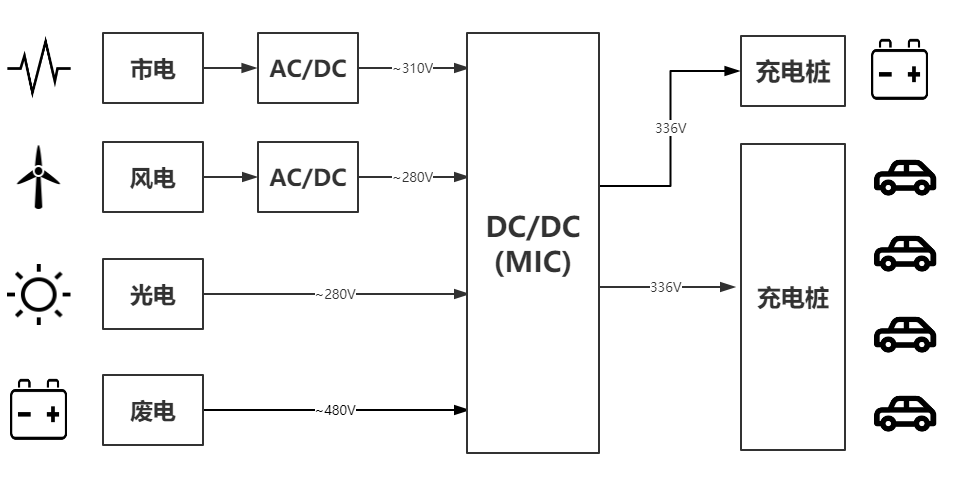


图2 MIC架构

## 2.2 输入源

本课题中有四个输入源，分别为普通的交流市电，风电，光伏发电，以及电动车上退役下来的动力电池。四个输入源分别为：

市电：交流电，额定为220V，50HZ。经整流后转换成310V直流电。作为主要输入源。

风电：交流电，经整流后转换成280V中。作为辅助输入源。

光电：直流电，280V，无需整流。作为辅助输入源。

废电：直流电，480V，无需整流。作为辅助输入源提供输入的同时，在特定刻也作为储能设备。

## 2.3 多源DC/DC变换器

### 2.3.1 课题需求

本课题中的输入电压均和输出电压相差不大，故而采用单级Boost和单级Buck电路级联生成的多源DC/DC会存在单级输入源单独工作时占空比过低或者过高的情况，故而本课题中采用多输入Buck-Boost的设计，一来解决了占空比问题，二来具备一定的扩展性，即使不久的将来加入更加多的输入源，也可以利用此设计。故而本小节简单介绍传统的单输入源的Buck-Boost电路。如图3所示，其基本原理是通过控制开关的通断，给电感L充放电最终实现升降压。

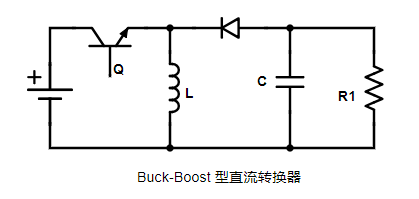


图3 Buck-Boost直流转换器

### 2.3.2 多源DC/DC变换器主电路

上一节所述的Buck-Boost直流转换器由于存在输入输出极性相反，扩展至多路输入时电路复杂且需要用到很多元器件。一来损失了多源DC/DC能节省元器件的优点，二来不方便扩展以满足以后的需求。在文献中X中提到了一种新型的Buck-Boost双输入电路。本课题在其基础上将其扩展成四输入的设计，并加以仿真验证。多源DC/DC变换器的主电路如图4所示：

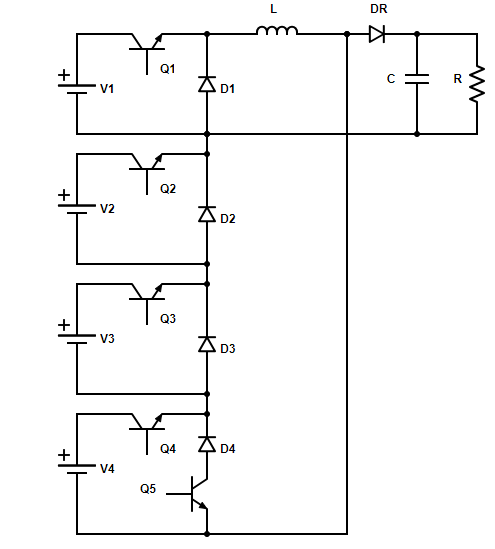


图4多源DC/DC主电路

文献X提到了该双输入的Buck-Boost电路，但没有理论化的得出该类型电路是如何合成或者推导的。当然，这也不是本文的主要工作，这里给出合成多源DC/DC的某些方法，以此电路为例子。本课题中采用的多源DC/DC主电路是由单输入源的Buck-Boost型组合而成。不过这里的Buck-Boost电路并非上一节所提到的基本型Buck-Boost电路，由于上一节中所述缺陷，在本课题中并不适应基本型的Buck-Boost型电路。而采用的是双管型Buck-Boost电路组合而成，而双管型Buck-Boost电路又由基本的Buck型单元和Boost型单元简单级联所得，如图5所示。

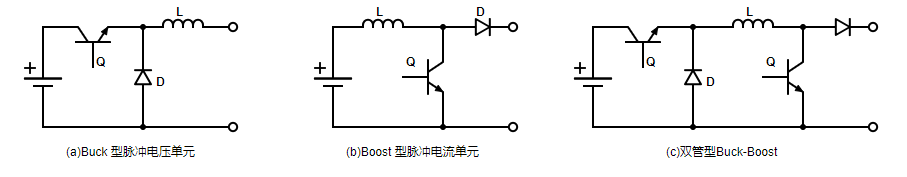


图5 文献X中的基本单元以及双管型Buck-Boost

上诉的推导过程以及所用到的基本单元符合文献X中多源DC/DC的所诉的MIC拓扑生成理论，故而此处可以先验证本课题采用的主电路符合基本理论，可以被生成使用。

### 2.3.3 主电路工作原理

本课题中一共选取了四个输入源，理论上会存在许多工作模式。故而分析其工作原理之前先弄清楚本课题设计的多源DC/DC转换器的工作模式：

* 供能顺序：1号输入源为主输入源，性质是市电经整流后得到的310V直流电；2号和3号输入源为辅助输入源，在需要时与主输入源一起为负载供能。4号输入源为新能源汽车上拆解下来的梯度电池，在白天时不参与供能只作为负载，晚上时方可作为辅助输入源在必要时参与一起供能。
* 供能模式：由供能顺序的情景描述可以知道，一般情况下由主输入源负责供能。此外白天还存在主输入源与2号或者3号的其中一个组成双输入源的供能模式，夜晚存在主输入源与4号输入源优先组成双输入源的供能模式。

由上述可以知道，虽然4种输入源存在极其多的供能模式，但是在本课题中根据实际情况出发则只需要分析单输入源供能模式以及双输入源供能模式即可。

为了分析主电路的工作原理，此处进行一些假设：

* 假设电路中均为理想器件，包括电感电容以及二极管开关管等。
* 电感足够大以使得电感工作在连续电流模式。

下面进行主电路的原理分析：

主输入源单独供能：Q1和Q5导通，其余开关管均处于截止状态。此时电流沿着V1->Q1->L->Q5->D4->D3->D2->V1的回路流通，过程中V1给电感L充能，电感电流线性上升。此时负责为负载供电的是电容C。此时的电路可以等效为一个单输入源的Buck-Boost电路，原理也和其大致相同。

双输入源联合供能：这里以图6为例说明主电路在双输入源供能模式下的工作原理。

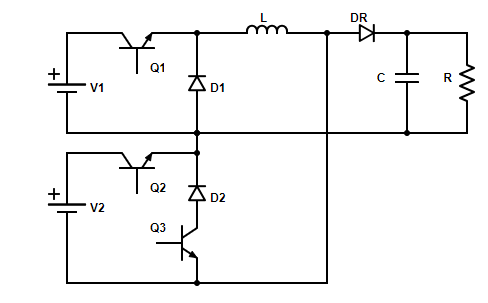


图6 双输入源供能模式时的等效电路

此时的主电路一个开关周期内存在三个工作阶段：

* 阶段1：此时Q1和Q2，Q3全部导通，即为双输入源同时为电感充能，电感电流上升斜率由V1和V2所叠加的电压所决定。此时电流回路为：V2->Q2->V1->Q1->L->V2，即可视为V1和V2串联。此阶段由电容C为负载R供能。
* 阶段2：此时Q1和Q3导通，Q2截止，V2无法串入电路中。此阶段的电流回路和主输入源单独供能模式下一样，故而此过程中V1单独给电感L充能，电感电流上升斜率由V1决定。此时亦是由电容C为负载R供能。
* 阶段3：所有开关管均截止，此时由电感L和电容C联合为负载供能，电感电流下降，至此完成一个开关周期。

由此大致解释了本课题采用的多源DC/DC转换器主电路的工作原理，也可以从原理上看出之所以采用这样的电路而非传统的多Buck-Boost并联是因为本课题中所采用电路原理既简单，共用元器件数量多，易于控制。而且相对的元器件所承受压力较小能很好延长使用寿命，此外还解决了传统Buck-Boost中极性反转的问题。

### 2.3.4 输入和输出分析

在多源DC/DC转换器主电路中，主要存在两种工作模式。下面就这两种工作模式分析其输入和输出之间的关系。分析时仍遵照上一节原理分析时所作假设：

单输入源供能时：此时主电路中除了主输入源外均不串入电路中，故而只有一个占空比D，由原理分析以及伏秒平衡原理可以得出下列关系式：

伏秒平衡：

式中分别为开关管饱和压降，二极管压降。由于在理想情况下所作假设，这两个值均为0。故而：

双输入源供能时：此时参与供能的有主输入源以及一个辅输入源，存在两个占空比和，本课题中先设定>，各元器件均处于理想状态，同理，由上节所述的三个阶段以及伏秒平衡原理可得：

其他模式：由上一节可以知道绝大多数情况下本课题的多源DC/DC转换器工作在单输入源或者双输入源，这样设计既是出于本课题要求也是出于经济考虑。但是也会存在偶尔需要更多输入源的情况，比如带更多的负载时。故而也会出现其他工作模式。通过上述分析可以知道，在白天出于经济因素考虑，废电池并不作为输入源也就是说在白天本课题的多源DC/DC转换器最多三个输入源。在晚上废旧电池则可以加入作为输入源之一。也就是说还存在三个输入源和四个输入源一起工作的模式。这两个模式的工作原理和两个输入源供能模式并无太大区别，故而不再赘述。在这里给出更多输入源时的输出输入关系：

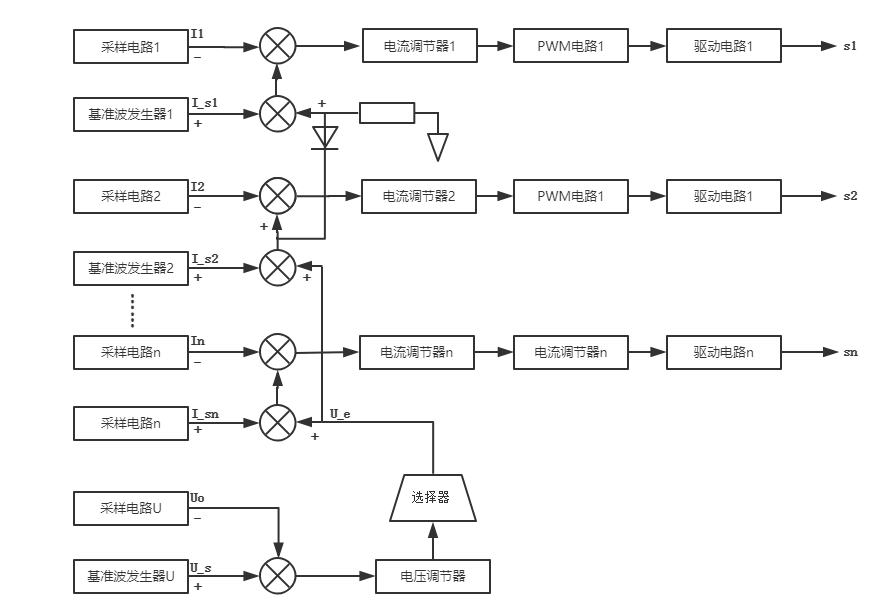
其中，为第i路输入源幅值，i N\*。在本课题中最多4路。

上述众工作模式的输出输入关系式均在连续导通模式下推导得出，各元器件均为理想状态，故而输入输出关系式也为理想状态下的关系式。由理想状态下关系式也可以得出在双输入源或者多输入源模式下工作时，输出电压幅值和各输入源的电压幅值以及各自占空比有关系。

### 2.3.5 控制策略

本节主要叙述如何得到以及如何调整各开关管的控制信号。

本课题设计的多源DC/DC直流变换器采用的控制策略大意如图7所示。



图中采样电路1采取的为主输入源，即本课题中的1号输入源。除采样电路1外均为辅助输入源的采样电路。对于课题中的输入源的处理方式，采用的是主输入源功率固定，在主输入源功率无法满足负载需求时辅助输入源方介入供能。下面解释其工作原理和工作模式之间的切换：

处于主输入源单独供能模式时，输出电压与基准电压

### 2.3.5 单元级联

有了最基本的输出单元，缓冲单元，输入单元之后，通过一定的规则把所需要的元素级联起来即可初步得到我们想要的电路拓扑。有三种单元的联系可以知道，在带缓冲的MIC设计中，多个输入单元之间应有一定级联规则，输入单元和缓冲单元之间应具有一定规则，缓冲单元之间应具有一定规则。这些规则在文献X中给出如下:

通常，脉冲电压源单元之间串联，脉冲电流源单元之间并联。

脉冲电压源单元只与电流型缓冲单元级联，脉冲电流源单元则与电压型缓冲单元级联。

电压型缓冲单元与电流型输出单元级联，电流型缓冲单元与电压型输出单元级联。

以上原则并非MIC各组分之间连接的所有准则，但对于推导出本课题的所需要的拓扑以完全足够。在满足以上原则的同时，有必要介绍以下多个输入源与缓冲单元之间的级联方式通常有三种。这里以4个输入源为例举例说明本课题MIC拓扑的的合成过程：

此合成方法是思路是先将各个输入源按照规则级联，再将级联后的输入源与同一个缓冲单元级联，而后级联输出单元。具体过程如图8所示：

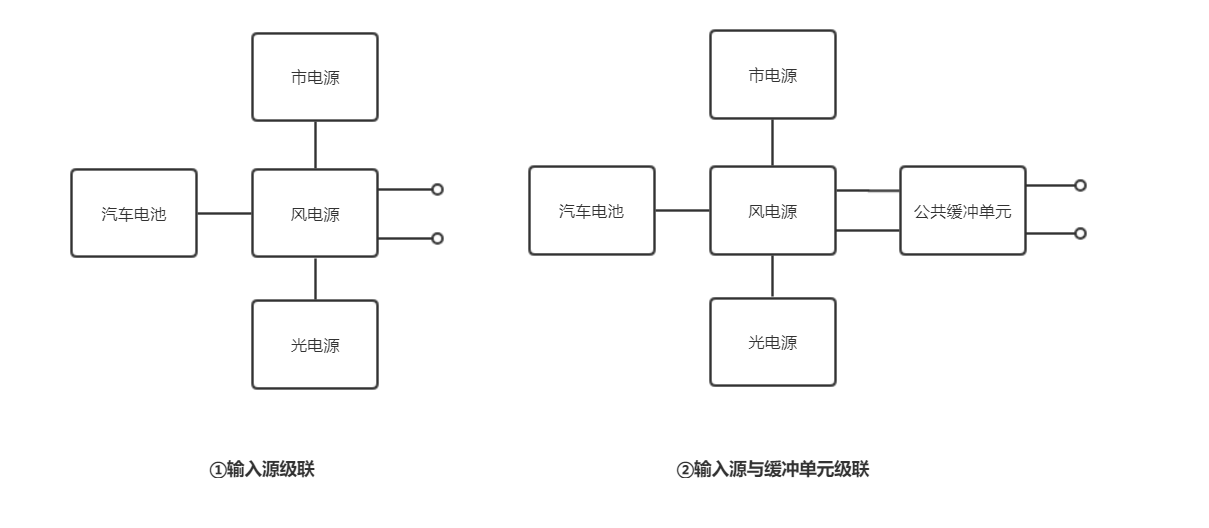


图8 级联过程

之所以采用这样的级联思路一来是因为按照这样的生成方法所得到的电路拓扑既可以分时工作也可以同时工作，还共用一套缓冲单元，节省了大量的元器件。

### 2.3.6 MIC拓扑生成

在生成最终的拓扑之前，根据课题中实际情况所需，列举一下MIC所要实现的各组分功能。

目标电压是336V，不管各输入源的电压是多少最终都要转换为在一个幅值以供给充电桩使用。充电桩再转而为汽车或者废旧电池充电。

市电和风电整流后分别为310V和280V，光电为280V。这三个输入源需要转换得到目标电压336V均为Boost型。

废旧电池为480V，实际情况会根据废电池的梯度利用随之下降。在达到使用期限前其电压一般高于目标电压336V，即总的来说，其拓扑为Buck型。

故而，本课题需要构建一个可以支持三端口为Boost型，一端口为Buck型，输出为336V的MIC。本节的任务则是给出MIC的基本拓扑。

根据前几节的级联原则，只需先构建一个一端口为Boost型，另外一端口为Boost的拓扑，再在Boost端口上扩展出另外两个Boost型的电路即可。故而本节的任务又可转化为构建出一个一端口为Boost型，另一端口 为Buck型，输出端口为336V的MIC。

由上诉所提到的，Boost型为脉冲电流单元，Buck型为脉冲电压单元。而无论是这两者串联或者并联从而推导出的MIC拓扑最终只能呈现单一的电源性质。也就带来了必须有一路电源必须持续工作的特性。为了避免这一特性，又联系到虽然废旧电池名义上为480V但是随着电池梯度的下降，其电压会大幅度的下降这一特点。对废旧电池的这一路拓扑采用Buck-Boost型更为合适。一来解决了上述的必须有一路输入源必须持续工作的特性，因为Buck-Boost型和Boost型均为脉冲电流单元，将其并联即可解决MIC必须有一路持续工作的缺点。二来随着梯度的下降，对占空比的利用不至于太失衡。

由此可以得出基本的双输入的电路拓扑，该类型拓扑的推导始终使用文献X中的理论，作者在其论文中也有提到。由于Buck-Boost型的拓扑得到的是极性相反的输出，且此类有缓冲脉冲组分与无缓冲脉冲组分直接并联是，也存在有一路电源无法休息的特性，故而需要稍加修改，最终得到如图9所示电路：

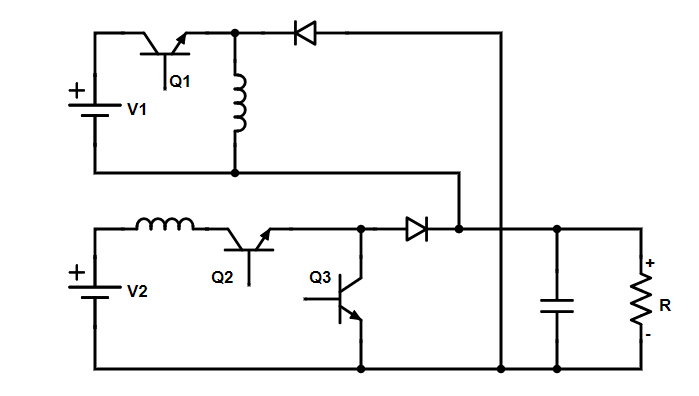


图9 Buck-Boost型和Boost型并联

在直接推导出来的拓扑上多加了Q2开关，以解决无法单源工作问题。把Buck-Boost电路的负极连到负载正极以处理极性反转问题。

从理论上推导出拓扑是一方面，下面定性的分析一下其工作状态以及工作过程是否没有矛盾。该拓扑从图上可以看出有三种工作状态：

V1和V2同时工作。此时Q2导通，输出电压由Q1和Q3的占空比决定。此时工作在混合状态，多路一起供电。

V1工作，而V2不工作。此时Q2、Q3关断，Q1导通。此时就是单纯的Buck-Boost型DC/DC。

V2工作，而V1不工作。此时Q1一直关断， Q2导通，Q3周期性导通。此时就是单纯的Boost型DC/DC。

本课题中有四个输入源，在这里先给出又上述拓扑扩展而来的MIC拓扑，如图10所示。

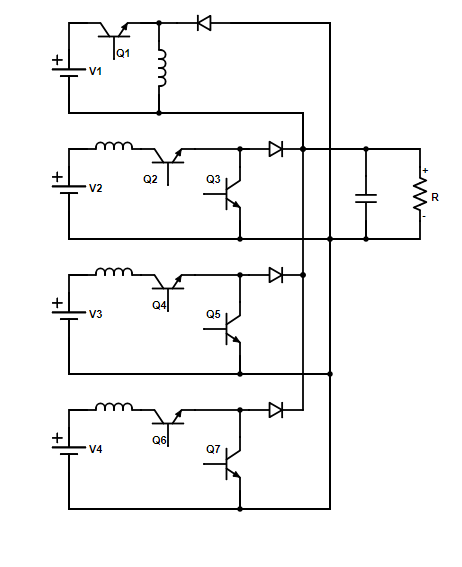


图10

# 3 参数设计和选择

## 3.1 拓扑改进

基本的拓扑由推导得出，如图10所示。显而易见，三个Boost的电路可以进一步的优化。实际上，有许多种改进思路，按照文献xx中的理论，三个Boost型构成的MIC，可以将其中两个嵌入到一个中，如图11所示。既可以实现同时供能又可以实现分时供能，而且电路的工作模态更加简洁，其工作原理和一个输入源的直流转换器并无太大区别。简化后的电路工作原理更加简单，使用元器件数量大大降低。本章节就简化后的拓扑来选择元器件。

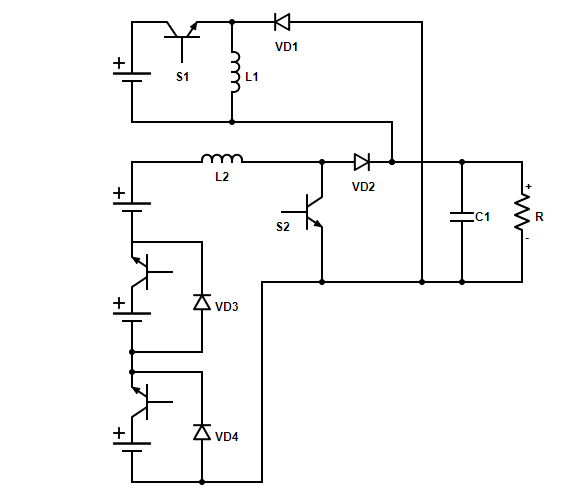


图11

结 论（设计类为设计总结）

结论是理论分析和实验结果的逻辑发展，是整篇论文的归宿。结论是在理论分析、试验结果的基础上，经过分析、推理、判断、归纳的过程而形成的总观点。结论必须完整、准确、鲜明、并突出与前人不同的新见解。

书写格式说明：

标题“结论”选用模板中的样式所定义的“结论”，或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

结论正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；或者手动设置成每段落首行缩进2字，字体：宋体，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行。

参 考 文 献

标题“参考文献”不可省略，选用模板中的样式所定义的“参考文献”；或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

参考文献内容设置成字体：宋体，字号：五号，多倍行距1.25，段前、段后均为0行，取消网格对齐选项。

参考文献的著录，按论文中引用顺序排列。

参考文献数量不少于10篇，其中期刊不少于5篇，并且包含一定数量的外文期刊。

文献类型标志参考国家标准 GB/T 7714－2005，如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| 文献类型 | 标志代码 |
| 普通图书 | M |
| 会议录 | C |
| 汇编 | G |
| 报纸 | N |
| 期刊 | J |
| 学位论文 | D |
| 报告 | R |
| 标准 | S |
| 专利 | P |
| 数据库 | DB |
| 计算机程序 | CP |
| 电子公告 | EB |

按照引用的文献类型不同使用不同的方法，示例如下：

1 普通图书

[1] 广西壮族自治区林业厅.广西自然保护区[M].北京:中国林业出版社,1993.

[2] 蒋有绪,郭泉水,马娟,等.中国森林群落分类及其群落学特征[M].北京:科学出版社,1998.

[3] International Federation of library Association and Institutions. Names of persons: national usages for entry in catalogues [M].3rd ed. London: IFLA International office for UBC, 1977.

2 期刊中析出的文献

[1] 李炳穆.理想的图书馆员和信息专家的素质与形象[J].图书情报工作,2000,(2):5-8.

[2] 陶仁骥.密码学与数学[J].自然杂志,1984,7(7):527.

[3] 亚洲地质图编目组. 亚洲地层与地质历史概述[J].地质学报,1978,3:104-208.

[4] DES MARAIS D J, STRAUSS H , SUMMONS R E, et al. Carbon isotope evidence for the stepwise oxidation of the Proterozoic environment [J].Nature ,1992,359:605-609.

3 论文集、会议录

[1] 中国力学学会.第3届全国实验流体力学学术会议论文集[C].天津:[出版者不祥],1990.

[2] ROSENTHALL E M. Proceedings of the Fifth Canadian Mathematical Congress, University of Montreal, 1961[C]. Toronto: University of Toronto Press,1963.

4 专著中析出的文献

[1] 国家标准局信息分类编码研究所.GB/T 2659-1986 世界各国和地区名称代码[S]//全国文献工作标准化技术委员会.文献工作国家标准汇编:3.北京:中国标准出版社,1988:59-92.

[2] 韩吉人.论职工教育的特点[G]//中国职工教育研究会.职工教育研究论文集.北京:人民教育出版社,1985:90-99.

[3] FOURNEY M E. Advances in holographic photoelasticity [C]//American Society of Mechanical Engineers．Applied Mechanics Division．Symposium on Applications of Holography in Mechanics, August 23-25,1971,University of Southern California, Los Angeles, California. New York：ASME,c1971:17-38.

[4] MARTIN G. Control of electronic resources in Australia[M]//PATTLE L W , COX B J. Electronic resources: selection and bibliographic control. New York : The Haworth Press,1966:85-96.

5 学位论文

[1] 张志祥. 间断动力系统的随机扰动及其在守恒律方程中的应用[D].北京:北京大学数学学院,1998.

[2] CALMS R B. Infrared spectroscopic studies on solid oxygen [D]. Berkeley: Univ．of California ,1965.

6 专利文献

[1] 刘加林. 多功能一次性压舌板:中国,92214985.2[P].1993,04,14.

[2] 河北绿洲生态环境科技有限公司.一种荒漠化地区生态植被综合培育种植方法:中国,01129210.5[P/OL].2001-10-24[2002-05-28].http://211.152.9.47/sipoasp/zlijs/hyjs-yx-new.asp?recid=01129210.5& leixin.

[3] KOSEKI A ,MOMOSE H, KAWAHITO M, et al .Compiler :US,828402[P/OL]. 2002-05-25[2002-02-28]. http://FF&p＝1 & u =netahtml/PTO/search-bool.html & r = 5 & f=G& l = 50& col = AND & d =PG01 & sl =IBM .AS. & 0S =AN/IBM & RS =AN/IBM.

7 科技报告

[1] U．S．Department of Transportation Federal Highway Administration. Guidelines for handling excavated acid-producing materials, PB 91-194001[R]. Springfield: U.S. Department of Commerce National Information Service,1990.

[2] World Health Organization. Factors regulating the immune response: report of WHO Scientific Group[R]. Geneva: WHO, 1970.

8 报纸中析出文献

[1] 丁文祥. 数字革命与竞争国际化[N].中国青年报,2000 ,11,20(15).

[2] 张田勤. 罪犯DNA库与生命伦理学计划[N].大众科技报,2000,11,12(7).

9 电子文献（包括专著或连续出版物中析出的电子文献）

[1] 江向东.互联网环境下的信息处理与图书管理系统解决方案[J/OL].情报学报, 1999, 18(2):4[2000-01-18]. http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/qbxb/qbxb99/qbxb990203.

[2] 萧钰.出版业信息化迈入快车道 [EB/OL]. (2001,12,19)[2002,04,15]. http://www.creader.com/news/20011219/200112190019.html.

[3] METCALF S W. The Tort Hall air emission study[C/OL] //The International Congress on Hazardous Waste, Atlanta Marriott Marquis Hotel, Atlanta, Georgia, June 5-8, 1995: impact on human and ecological health [1998,09,22]. http://atsdrl.atsdr.cdc.gov:8080/cong95.html.

[4] TURCOTTE D L. Fractals and chaos in geology and geophysics[M/OL]. Mew York: Cambridge University Press, 1992[1998,09,23]. http://www.seg.org/reviews/mccorm30.html.

# 附录A 附录内容名称

以下内容可放在附录之内：

（1） 正文内过于冗长的公式推导；

（2） 方便他人阅读所需的辅助性数学工具或表格；

（3） 重复性数据和图表；

（4） 论文使用的主要符号的意义和单位；

（5） 程序说明和程序全文；

（6） 调研报告；

（7） 翻译部分有关说明。

这部分内容可省略。如果省略，删掉此页。

书写格式说明：

标题“附录A 附录内容名称”选用模板中的样式所定义的“附录”；或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

附录正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；或者手动设置成每段落首行缩进2字，字体：宋体，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行。

# 修改记录

修改是论文写作过程中不可或缺的重要步骤,是提高论文质量的有效环节。修改的过程其实就是“去伪存真”、去糟粕取精华使论文不断“升华”的过程。

以下内容要求放到毕业设计（论文）修改记录中：

（1） 毕业设计（论文）题目修改

**第一次修改记录：**（没有可删除，后面记录依次递进）

原题目：

修稿后题目：

根据实际情况记录论文写作过程中的重要修改，特别是指导教师、评阅教师、答辩委员会建议修改记录。修改记录应记录修改前后情况，篇幅较大的修改描述应准确。

阅后删除此文本框。

（2） 指导教师变更

**第二次修改记录：**（没有可删除，后面记录依次递进）

原指导教师：\*\*\*\*\*\*更改后指导教师：\*\*\*\*\*\*

（3） 校外毕业设计（论文）时间节点记录

**第三次修改记录：**（没有可删除，后面记录依次递进）

本人于2019年1月申请到\*\*\*\*\*\*大学做毕业设计（论文），指导教师为：\*\*\*\*\*\*

校内指导教师为：\*\*\*\*\*\*。2019年\*月\*日回到学校。

（4） 毕业设计（论文）内容重要修改记录

包括：指导教师要求的重大修改，评阅教师要求的修改，答辩委员会提出的修改意见以及检测后的修改记录等。

**第四次修改记录：**（如实记录重要修改，不可省略）

第5页2.1，**修改前**：

**修改后**：

**第五次修改记录：**

第8页表2.4表名，**修改前**：

**修改后**：

**第六次修改记录：**

（5） 毕业设计（论文）外文翻译修改记录

（6） 毕业设计（论文）正式检测重复比

修改记录正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；字体：宋体，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行。

记录人（签字）：

指导教师（签字）：

# 致 谢

毕业设计（论文）致谢中不得书写与毕业设计（论文）工作无关的人和事，对指导老师的致谢要实事求是。

对其他在本研究工作中提出建议和给予帮助的老师和同学，应在论文中做明确的说明并表示谢意。

这部分内容不可省略。

书写格式说明：

标题“致谢”选用模板中的样式所定义的“致谢”；或者手动设置成字体：黑体，居中，字号：小三，1.5倍行距，段后1行，段前为0行。

致谢正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进2字；或者手动设置成每段落首行缩进2字，字体：宋体，字号：小四，行距：多倍行距 1.25，间距：段前、段后均为0行。