

# 《轨道交通牵引供电》课程教学大纲

执笔人：吴命利

编写日期：2017年5月

## 一、课程基本信息

1. 课程编号：90L160Q
2. 课程体系/类别：专业类/专业选修课
3. 课程性质：任选
4. 学时/学分：32/2
5. 先修课程：电路、电机学、电力系统分析
6. 适用专业：电气工程及其自动化，电气工程及其自动化（轨道牵引电气化）

## 二、课程教学目标

本课程主要讲授干线电气化铁路和城市轨道交通牵引供电系统的基本原理与技术，为轨道交通牵引供电系统的规划、设计、施工和运营等提供必备的基本知识和基础理论。学生在学习该课程后，应达到如下要求：

1. 掌握轨道交通、直流牵引供电系统的构成和基本原理；
2. 掌握各类牵引变压器、整流机组的工作原理；
3. 掌握交、直流牵引网的牵引负荷、电压损失等计算方法；
4. 理解牵引供电系统无功功率、谐波、负序相关概念及相关补偿治理技术基本原理；
5. 理解高速铁路自耦变压器（AT）供电系统设备构成和工作原理；
6. 理解轨道交通钢轨电位、综合接地相关理论与技术；
7. 具备完成轨道交通供电系统设计计算能力，能够看懂并参与编制相关工程设计文件；
8. 能够清晰地解释或回答有关交直流牵引供电系统的各种问题。

## 三、课程目标和毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
1. 工程知识	1.4 掌握电气工程专业基础知识，能将其用于解决电气工程领域涉及的复杂工程问题中。 1.5 掌握电气工程专业知识，能将其用于解决干线铁路和城市轨道交通领域电力牵引和牵引供电方面涉及的复杂工程问题中。	1、2、3、 4、5、6
2. 问题分析	2.2 能够运用工程科学的基本原理，对电气工程领域的典型系统进行原理分析及系统建模。 2.3 能够通过知识综合、文献研究分析、探究电力牵引和牵引供电方面的复杂工程问题的根源及解决的关键，形成基本意见，获得有效结论。	3、4、5、 6、7、8
3. 设计开发	3.3 能够设计针对电力牵引和牵引供电方面的复杂工程问题的解决方案。	7
4. 研究能力	4.2 能够综合各类知识、信息对电力牵引和牵引供电方面相关复杂工程问题进行分析、研究。	7
6. 工程与社会	6.1 了解电气工程专业领域相关的技术标准、产业政策及行业法律法规。	3、4、6、 7

#### 四、课程教学内容和要求

序号	知识单元（章节）	知识点	要求	推荐课内学时	支撑毕业要求指标点
1	绪论	电气化铁道发展	了解	1	1.4; 2.2
		电力牵引的优越性	理解		
		牵引供电制式	了解		
2	牵引供电系统	交流牵引供电系统构成	了解	3	1.4; 1.5; 2.2; 2.3
		电力系统向电气化铁道的供电	理解		
		牵引变电所向牵引网的供电	理解		
		交流牵引网	了解		
		城轨供电系统	了解		
		直流牵引网	了解		
3	牵引变压器	牵引变压器基本知识	理解	4	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 4.2
		单相接线变压器	掌握		
		星形三角形接线变压器	掌握		
		Scott 接线变压器	掌握		
4	整流机组	6 脉波整流机组	掌握	4	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 4.2
		12 脉波整流机组	理解		
		等效 24 脉波整流机组	理解		
5	牵引负荷计算	电力机车与电动车组负荷特性	理解	4 (实验 2)	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 3.3
		列车牵引计算	了解		
		馈线电流计算	掌握		
		变电所容量选择	掌握		
6	牵引网及电压水平	电压损失	理解	6 (实验 2)	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 3.3; 6.1
		直流牵引网电阻	掌握		
		直流牵引网电压损失计算	掌握		
		交流牵引网阻抗	掌握		
		牵引变压器引起的电压损失计算	掌握		
		交流直接供电方式牵引网电压损失计算	掌握		
7	BT 与 AT 供电系统	交流牵引网通信干扰	理解	4	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 3.3; 4.2; 6.1
		BT 供电方式牵引网	了解		
		AT 供电方式牵引网	掌握		
		我国高速铁路 AT 牵引网	掌握		
8	无功功率补偿与电能质量	无功功率补偿技术	掌握	4	1.4; 1.5; 2.2; 2.3; 3.3; 4.2; 6.1
		负序及其治理技术	掌握		
		谐波及其治理技术	理解		
9	钢轨电位与地中	直流牵引网钢轨电位	掌握	2	1.4; 1.5;

		杂散电流腐蚀与防护	了解		
		交流牵引网钢轨电位	掌握		
		综合接地系统	了解		

注：“了解”是指学生能辨认的科学事实、概念、原则、术语，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆；“理解”是指学生能用自已的语言把学过的知识加以叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其它事物的相互关系；“掌握”是指学生能根据不同情况对某些概念、定理、原理、方法等在正确理解的基础上结合实例加以运用，包括分析与综合。

## 五、课程教学方法

### （一）课程讲授

着重讲授基本概念、基本原理、基本计算分析方法，配以适量的例题，启迪学生的思维，加深学生对讲授内容的理解，同时引导学生正确思维。充分采用多媒体教学方式，注重教学内容的直观演示。

要注意本课程所用知识与其他课程的衔接，对于先修课程中没有讲授的内容应注意加以补充，提醒学生注意利用本课程所学知识加深对其他相关课程内容的理解。

讲课方式上注重几个环节：（1）问题的引入环节，尽可能以实际问题为切入点，以激发学生的学习兴趣；（2）问题的讲解环节，要注意讲解的节奏，使学生保持兴奋；（3）适当提问，了解学生对知识的掌握情况。

### （二）实验

利用《高速铁路牵引供电系统设计与运行虚拟仿真实验》完成包括设备认知、系统设计、运行仿真和短路试验在内的4个环节的上机实验。

在实验前掌握外部电源、系统阻抗、变压器容量及短路阻抗、距离保护及整定相关概念，由实验指导教师进行集中讲授。

实验过程中，注意记录相关系统设计选用的技术参数和运行仿真得到的负荷数据，上机操作完成后，需完成实验报告。

### （二）课外作业

布置课外作业的目的是让学生巩固课堂所学知识，培养学生自主学习能力。

课外作业安排4~5次，可就牵引变压器与整流机组、牵引负荷计算、牵引网电压损失计算、BT和AT牵引网等内容布置作业题。学生应按任课教师要求分次提交。教师应在课堂上点评普遍存在的或其他重要的问题。

## 六、课程考核

本课程考核成绩的记载为五级九段制（A+、A、B+、B、C+、C、D+、D、F）。D以上（含D）为合格，取得该课程学分。评定成绩为A或A+者不超过总人数的25%。具体评价可以按下表分项目给出分数，根据总分折合成五级九段制。

考核环节	建议分值	考核/评价细则	对应的课程目标
作业	20	（1）主要考核学生对知识点的复习、理解和掌握程度； （2）每次作业按10分制单独评分，取各次成绩的总和折算出此环节	1、2、3、 4、5、6

		的最终成绩； (3) 上课出勤情况可考虑计入作业成绩内，具体成绩计算办法由任课教师在课堂公布。	
实验	20	(1) 完成《高速铁路牵引供电系统设计与运行虚拟仿真实验》； (2) 实验指导教师根据上机操作记录和提交的实验报告评定成绩。	1、7、8
期末考试	60	(1) 考试形式为闭卷笔试，卷面成绩 100 分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。 (2) 主要考核对原理的理解和相关计算分析方法的掌握程度。考试题型有：选择题、论述题、计算题、作图题等。	1、2、3、 4、5、6

## 七、本课程与其它课程的联系与分工

先修课程：电路、电机学、电力系统分析

轨道交通接触网部分在《接触网原理与技术》课程讲授，牵引变电所主接线，保护、监控及综合自动化等内容在《牵引变电所及其自动化》课程讲授。

## 八、建议教材及教学参考书

### 1. 教材：

- (1) 李群湛，贺建闽.牵引供电系统分析.第3版.成都：西南交通大学出版社.2012年
- (2) 曹建猷.电气化铁道供电系统.北京：中国铁道出版社.1981年

### 2. 参考书：

- (1) 康.古.马克瓦而特.(袁则富,何其光译).电气化铁路供电.成都：西南交通大学出版社.1989年
- (2) 李群湛.牵引变电所供电分析及综合补偿技术.北京：中国铁道出版社.2006年
- (3) 铁道部电化局设计院 编.《电气化铁道设计手册 牵引供电系统》，北京：中国铁道出版社，1988
- (4) 于松伟，杨兴山，韩连祥，张巍.城市轨道交通供电系统设计原理与应用.成都：西南交通大学出版社.2008年