

# 《电器学》

## 课程思政典型教学案例（一）

1. 案例名称 “高速铁路牵引供电系统”的结构与特点
2. 结合知识点 电接触分类中滚动和滑动电接触的结构特点。
3. 案例意义

以高速铁路牵引供电系统中馈电和受电部分结构上的创新设计，说明新型电力系统要求下，创新研究精神在电器设备设计中的重要性及必要性，从而培养学生在学习理论基础的时候勇于探索科学真理、创新研究思维，以严谨求实的工作态度，追求卓越的创造精神、精益求精的品质精神、用户至上的服务精神服务社会需求。

### 4. 案例设计与实施

#### （1）教学设计

采用研讨学习结合翻转课堂讲授教学法。教师提前布置高速铁路牵引供电系统结构研究学习任务，搜索受电系统特点及其优越性，掌握电器产品中电接触的设计要求。

课堂上教师以高铁总体规划分析引入思政案例，提出我国自主研发的高速铁路八横八纵布局及高铁里程稳居世界第一，讲解高铁供电系统馈电、受电系统需解决的关键问题；随机抽取学生讲解课前学习的相关课件、视频等；师生共同讨论分析事件本质、原有分析方法存在的问题、解决问题的方法和坚守职业道德的意义。

#### （2）教学实施

**知识点精讲：**电接触的定义、分类、材料选择及接触电阻的计算。

①定义：将电流（或电信号）从一个导体通过导体与导体接触传向另一个导体。这种导体与导体的接触称为电接触。

②分类：固定电接触、滑动和滚动电接触、可分合电接触。

③对电接触材料的要求：良好的导电性和导热性，电阻率小、热导性好；力学性能好，化学性能好；抗电弧生成特性好等。

④接触电阻的计算公式：

$$R_j = K(0.102F)^{-m} \mu\Omega$$

**知识点延伸：**当接触形式不同、接触材料不同、使用环境要求不同时对接触电阻的影响。

**提出问题：** 高铁供电系统哪些电接触形式，它与传统电气化铁路的供电系统相比有何特殊要求？我国高铁的时速往往能达到300km/h，运行速度这么快，是怎么供电的呢？还有高铁头顶上密密麻麻的电线，在常年累月的高速摩擦下，会不会发生断裂呢？

导电弓与馈电线路接触时采用的是何种形式、何种电接触材料，与传统结构相比有何先进之处？这种结构还可能用于何种电力需求中？

**思政案例导入：** 在讲授滚动和滑动电接触时，学生不容易理解。先通过观看北京冬奥会武大靖等四人获短道速滑男女2000米混合接力金牌的视频，了解何谓滑动。理解滑动为何采用“之”字形结构，

但滑动电接触与普通的滑动不同，还需满足让电流或电信号得以通过的要求，请同学们分析高铁供电系统电能是怎样给高速运行中的高铁供电的。

大量视频资源、新闻报道、文献资料和专利表明，高铁馈电线路与导电弓之间采用的就是滑动电接触形式。即便是绿皮火车，也有很多是用电了。高铁自然也是使用电力驱动的但所用的电并不是高铁自身携带的，所以人们才看到每隔一段车厢，高铁上就会举起一个受电弓，和上面负责供电的输电线接触以后，就能连通电路了。首先，这

种电线的材质确实很耐磨的。第二，摩擦的方向问题。受电弓摩擦电线，是平行于电线延伸方向的。这样的磨损会让电线越来越细，但不会让电线突然断掉，所以配合耐磨材料，一条电线能用很长时间。第三，高铁在深夜和凌晨都在检修，检测高铁自己和铁路线路上的故障，保证安全。最后，受电弓时刻在摩擦，它其实有两大措施，保护受电弓。第一，高铁的受电弓材料是一种既顺滑又耐磨的特制石墨板，这是考虑到石墨就有良好的导电性，还有较好的润滑性能。并且每一个石墨板都有一定厚度，从而保证受电弓使用的时间更长。即便是磨损到一定程度，仅仅只需要更换与高压导线接触的石墨就可以了，而受电弓的磨损非常小。并且这样设计，还可以防止在 300km/h 的高速下，摩擦出电火花。其次，如果有的朋友细心观察就会发现，电线并不是直直的和铁轨平行，而是会左右不停地摆动，一会在左边，一会又跑到右边去了。这样可以一碗水端平，让石墨板均匀磨损。防止出现一个地方已经快磨完了，别的地方还没磨损的情况。

国家供电系统的 110kV 三相电网经过变压器转变为 27.5kV 交流电施加在电线上，最后因为电线的电阻损耗，实际给到受电弓的电压不低于 25kV。然后经过逆变器转变为直流电。而后根据需求，转变为不同电压的交流或者直流电，来驱动列车或者给车厢供电。我们在长时间的发展过程中，逐步总结出了中国自己的标准。而现在这一套关于高铁的标准正在走向世界。

**价值观引领：**创新开拓的科学探索精神和国家战略发展在全球经济发展中的新担当，在面对新机遇时，电气工程师应该怎么做，作为建团百年之际的青年一代，应具备哪些社会责任和工程职业素养。

**学生讨论：**引导学生从不同角度分析、讨论新旧电气化铁路的需求有何不同，根据高速铁路运行过程中的特点分析供电系统中电器设

备应满足性能需求，提出结构改进设计思路；分析高铁维护要求，根据电接触材料特点，合理选用。

**课后拓展：**“之”字形结构和滑动电接触还可以应用于哪些工业生产中？请同学们结合课前提供的参考资料以及课堂学习进行讨论，提出应用可能性。

## 5. 教学反思

教师通过检查学生查阅资料、线上讨论、课堂互动、作业练习、课后小测情况等形式对思政教学效果进行多元评价。

通过该案例让学生在学习知识点时充分锻炼了学生自主学习、独立思考、查阅文献资料的能力，开展批判性思维，学习专家开拓创新、敢为人先的卓越品质，激发学生的爱国热情和作为青年一代的使命担当。实现了价值塑造、知识传授和能力培养三者融为一体的教学目标。

## 课程思政典型教学案例（二）

1. 案例名称 “2008年南方特大冰灾造成的大停电”启示

2. 结合知识点 交流短路情况下电动力计算及保护电器的选用

3. 案例意义

以电力系统供电可靠性在国民经济和人民生活的重要作用，说明电力系统设计及电器设备选用对其可靠运行起到的关键作用。以史观今，培养学生用辩证唯物主义思想，大局观看问题，实事求是解决问题，强调电气工程师的社会责任和使命担当。

4. 案例设计与实施

### （1）教学设计

采用自主学习加任务驱动法，要求学生根据正常工作情况下电动力计算方法自主学习短路情况下交流单相、三相电动力计算方法，给出实际设计任务，学会计算方法及电器选用的基本原则与方法。

课堂上教师举例说明历史上国内外典型大停电事件作为思政案例，提出我国在遇到极端自然灾害时的应急表现及大国风范，讲解短路情况下，电器设备保护的重要性；随机提问，了解学生课前自主学习情况等；解决任务完成时的难点，其中蕴含的电路基础知识及国民经济发展中需重视的深层次问题，强调专业学习的重要性。

### （2）教学实施

**知识点精讲：**短路时电流随时间变化规律，短路情况下单相及三相电动力的大小计算及方向。

①电力系统发生短路故障时，短路电流由暂态电流和稳态电流组成其大小和方法随时间的变化规律。

$$i = i' + i'' \approx 1.8I_m''$$

②单相稳态和暂态下电动力的计算。

$$F_{max} = CI_m^2$$

$$F_{max} = Ci_{cj}^2 = 3.24CI_m^2$$

③三相稳态和暂态下电动力的计算。

$$F_{B.max} = 0.866CI_m^2$$

$$F_{B.max} = 2.8CI_m^2$$

**知识点延伸：**当三相线路摆放位置发生变化时，电动力的计算公式有何不同。

**提出问题：**分析 2008 年南方特大冰灾停电的原因。以世界电力工业史上较为严重的停电事故“美加大停电”“印度大停电”及为案例，分析技术原因和人为因素；讨论国家能源动力供应在国民生产中的重要性，为何多地入冬后又现“拉闸限电”，很多人不理解，我们应该怎么看。

**思政案例导入：**在讲授短路故障对电力系统的影响时，分析 2008 年元月中国南方遭遇历史罕见的大范围冰冻雨雪灾害，农业大面积绝收歉收，部分省市电网瘫痪，京广大动脉一度中断，这种“极端性气候事件”电力系统应采取的应对措施；针对其他典型案例，如结合世界电力工业史上较为严重的停电事故“美加大停电”“印度大停电”，等案例产生停电现象的技术和人为因素进行分析，培养学生用辩证唯物主义思想、发展的眼光解决工程问题。作为未来电力工程师必须具备社会责任感和诚信意识，引导学生得出用电安全、合理用电、节约用电的重要性。通过当前我国电力工业产品技术分析、来源，如我国电网中 80%以上的继电保护产品来自于国产，世界上第一台微机距离保护装置由我国发明等实例，建立一种文化自信，培养自主研发的强烈信念。课程引入电力行业现状及前沿技术展望，主要以我国将“构建国际领先、自主创新、中国特色的坚强智能电网”为自标，强调未来电力研究人员必须要具备严谨的科研精神、多学科交叉融合的思维，

还需要国际化的视野。

**价值观引领：**培养学生面对突发大事处乱不惊，运用扎实专业知识解决实际问题的实事求是精神，客观认识自然，树立“人定胜天”的革命信心；在选用电器设备时，加强对国产电器品牌的认识和了解，并合理选用。通过分析科技产业发展背后的大国博弈，感受我国新技术发展和建设上所取得的成就。

**学生讨论：**引导学生分析各次大事件中造成电力系统供电系统工作不正常的原因及在技术上可采取的措施，提出改进思路；从电器设备端分析设备可能造成的影响。

**课后拓展：**任何一个事物都有辩证两方面。电动力产生的危害如此之大，但有没有可能利用电动力呢？如怎样通过合理设计电器、改变导体形状等方法利用电动力来改善电器的性能？提示：请同学们查阅快速分断断路器的工作原理进行分析。

## 5.教学反思

应帮助学生回顾电路中学过的暂态分析电路模型，牢固掌握本次内容计算要点。对案例的分析需要从学生认知的角度实际出发，感同身受，引起学生共情，需要换位思考进行教学设计，加强引导学生对未知领域的探索。

课程思政涉及多方面、多层次，学生能够客观掌握国内外大事件的发生背景及影响原因，客观理性分析判断，加强电气专业人员的责任感和使命感。

## 课程思政典型教学案例（三）

1. 案例名称 “良信电器 1U 断路器助力 5G 成功覆盖珠峰” 启示

2. 结合知识点 交流电弧的特性与熄灭原理

3. 案例意义

以电器设备在通讯领域的重要性及通讯在考古等行业中的重要意义说明低压电器设备的重要性。以重要新闻事件作为引入点，引导学生了解低压电器行业发展现状，激发爱国热情，提升专业学习兴趣；通过介绍校友刻苦钻研、勇于创新的精神，践行敢为人先的校训精神，培养学生努力拼搏、创新求索的卓越工程素养。

4. 案例设计与实施

### （1）教学设计

分析新闻事件中提到的 1U 断路器应具备的特点，让学生充分发挥想象力，在现有的知识范围内考虑新闻中所用电器设备与常规设备不同之处；讲解交流电弧的三个主要特性，以及电弧的产生对电路参数的影响；通过图形分析讲解电弧燃烧时两个重要曲线，分析熄灭电弧的原理和方法；实物讲解灭弧室结构，组织课堂讨论，布置课后作业，让学生充分认识灭弧室的安全性与可靠性对电器设备质量的影响。

采用案例教学、图形分析、问题探索法讲解 1U 断路器采用的灭弧结构时介绍校友敢于创新取得专利的艰辛研发过程，断路器随华为通讯设备成功登上珠峰对国家的重要意义，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

### （2）教学实施

**知识点精讲：**交流电弧的特性，交流电弧对电路参数的影响；交流电弧的熄灭条件及典型灭弧装置。



①交流电弧电压随时间变化的波形：

$$u_h = f(t)$$

②交流电弧电流随时间变化的波形：

$$i_h = f(t)$$

③交流电弧电压随电弧电流变化的波形：

$$u_h = f(i_h)$$

④交流电弧熄灭条件：

$$u_{jf}(t) > u_{hf}(t)$$

**知识点延伸：**根据直流弧与交流电弧灭弧原理的不同，在设计直流电器和交流电器灭弧室时有何不同。

**提出问题：**1U断路器在跟随华为设备登上珠峰时，跟常规电器设备相比较要求有何不同；根据使用环境的特殊要求，如何合理设计电器灭弧装置。

**思政案例导入：**在讲授交流电弧灭弧条件时，引入新闻事件中提到的1U断路器应具备的特点并进行分析，让学生充分发挥想象力，在现有的知识范围内考虑新闻中所用电器设备与常规设备的不同之处；在讲解1U断路器采用的灭弧结构时介绍校友敢于创新取得专利的艰辛研发过程，其设计的1U断路器随华为通讯设备成功登上珠峰对国家战略的重要意义，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

在5G基站建设的关键时期，良信电器开足马力，全负荷生产。为了满足1U断路器供应，公司1U断路器作业面积从3000平米扩大到10000平米，生产人员从200人增加到1000人、自动生产线从3条增加到8条，以24小时不间断的生产模式全力保障5G基站建设需求。良信将断路器安装高度从3U缩减至1U，为基站配电节省66%的

空间。为了实现这项技术突破，良信进行持续的研发投入。2020年4月，5G信号成功覆盖珠峰，基站应用良信1U断路器，无疑是对良信制造水平的一次考验。而良信经受住了这次考验，1U断路器在珠峰超高海拔、极低温度、大风、冰雪等极端的自然环境下依然运行良好，表现出极为安全、稳定的性能。

**价值观引领：**培养学生在面对重大技术攻关时学习校友坚韧勤奋，对待工作一丝不苟，鼓励同学们刻苦学习、坚持不懈、科学报国、勇攀高峰；树立远大理想，成为实现国家和民族复兴的合格接班人，履行“强国有我”的铮铮誓言。

**学生讨论：**电器设备可能还有哪些极端环境，在设计电器设备的灭弧装备时应注意哪些问题。

**课后拓展：**交流电弧的熄灭还可能受哪些因素影响，在设计灭弧室时应如何考虑？仿真设计和实际工作中灭弧性能一样吗？如不一样，应如何调整设计参数。

## 5.教学反思

电弧相对比较抽象，学生难以理解。教学过程中采用理论与实践结合，通过观看放电过程和电弧产生过程视频有助于帮助学生理解。在讲解几个重要波形时，需鼓励学生动手画图帮助理解记忆；可以带一些小型电器设备作为教具，拆开后给学生看，帮助理解。培养学生科学思维、勤于动手实践，实事求是解决问题的科学钻研精神。