# 专业介绍文章2.0-电气工程

# 学科设置

在2012年版的教育部《普通高等学校本科专业目录》中，电气类专业（0806）划分在学科门类“工学（08）”下，其中包含一个基本专业，电气工程及其自动化（080601），和五个特设专业，080602T智能电网信息工程080603T光源与照明080604T电气工程与智能控制080605T电机电器智能化080606T电缆工程。

在2021年新版的教育部《普通高等学校本科专业目录》中，电气工程专业增加了一个特设专业，080607T能源互联网工程。

# 选择物理专业前需要知道的几件事情

## 我报考的专业名称是电机系、能源与环境、电气工程、电子信息等，有可能其实是电气工程及其自动化专业吗？

关于一级学科电气工程，不同学校对其理解也不一样，所以可以看到很多高校的相关院系命名比较混乱：电机系、能源研究院、电气工程、电子，还有一些学校将其归在电子信息、自动化、系统工程等院系下面。

最终还是仔细看院系学和做的东西是不是针对电力系统和设施的，比如清华大学电机工程与应用电子技术系（简称电机系）在2017年，牵头成立本科“能源与电气大类”，同年成立“能源互联网国际班”，进行本科招生。能源大类一定程度上是为了方便招生设立，其实是原来的电气工程及其自动化专业及其相关交叉学科的集合。

## 毕业以后只能去电网公司上班吗？

不是。以清华电机系毕业之后为例，只有不到一半的同学去到国网、南网等电网体制内工作，不少同学选择去外企、互联网企业、或者是出去创业，很多人并不是直接做电力行业相关的工作。

同时电网公司，特别是总部要求还是非常高的，调度等岗位甚至经常不面向应届生招生，对于211学校的电气工程专业的同学想要进入电网体制内也是比较有挑战的。

学电气工程好转行吗？

电气工程设计的知识非常多，包括电路、物理学、系统控制等，较好的学校会把每一部分都讲的非常清楚深入，所以转电子、自动化、计算机等专业相对比较容易。在清华电机系每届都有不少同学转系，但转系后肯定是压力更大的，不少新知识需要从头学起，需要有比较好的学习能力。

## 相近或易混淆的专业：

电气工程及其自动化专业和电子信息工程以及自动化专业区别还是很大的：

很多电气工程专业简称电机系（如清华的电气工程及其自动化专业在电机工程与应用电子技术系下），电机系和电子系经常被混淆，简单来说，电机系做的是强电，直观理解是220V-1000kV这种电压等级或者10A+大电流，电子系则是弱电，典型是3.3V-5V-12V这种电压等级。

自动化关注的更多是自动控制系统等方面，电机系其实本科有些课程和自动化的课程重合，但应用是在强电领域，控制理论学的没自动化那么深入。

## 适合/不适合人群：

和很多工科专业一样，没学过很难判断自己是不是适合。

这里提一点我的看法，高中数学、物理学成绩不错，数学物理竞赛拿奖，动手能力比较强的同学可能会比较适合。

## 专业毕业后的典型待遇：

很难一概而论，进入体制内如电网公司的同学比较安稳，应届工资普通公务员水平。有些同学在互联网或新能源领域得心应手，也有拿到百万年薪的，当然不少是博士毕业，建立了自己的技术壁垒和高门槛。还是取决于个人能力。

# 择校参考

## 怎样读懂学科评估结果

首先看下学科评估结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **学校代码** | **学校名称** | **评选结果** |
| **1** | 10003 | 清华大学 | A+ |
| **2** | 10698 | 西安交通大学 | A+ |
| **3** | 10079 | 华北电力大学 | A |
| **4** | 10487 | 华中科技大学 | A |
| **5** | 10213 | 哈尔滨工业大学 | A- |
| **6** | 10335 | 浙江大学 | A- |
| **7** | 10611 | 重庆大学 | A- |
| **8** | 90038 | 海军工程大学 | A- |

学科评估算法中主要关注科研水平。电气工程专业下属科研方向繁多，若只做简单介绍，可以对学科评估结果做如下理解

* A+，A：覆盖方向齐全，几乎没有短板。以清华、华北电力、西安交大、华中科技为首的这些学校里，基本上可以找到关注所有前沿方向与课题的老师，并且这些老师都在国内外学术界有一定地位，基本上每个大方向都有院士、杰青。
* A-，B+：与上一档院校相比，在不同科研方向间存在相对明显的偏重，但在其所关注的方向上仍有无可置疑的一流水平，与前一类高校没什么差距（甚至可能更强）。以浙江大学为例，该校电气工程学院在电力电子领域比较强。
* B及以下：只要能在学科评估中上榜，就说明该校具有一定的科研能力，只是通常规模有限，研究方向难称齐全，并且很难存在一流水准的研究方向。很多学科评估为B、B-的院校是没有院士的，有些甚至连杰青、优青都没有。

## 一些高性价比的学校

首先清华和华电是属于电气工程第一梯队的院校，他们地处北京，经常承办一些电气类会议，同时和国家电网南方电网合作紧密。特别是清华，清华大学是电气行业的老大哥，在整个行业中都是特别的存在，电网很多高管都是清华校友，而电机系的分数线和计算机电子自动化相比，在整个清华工科中并不算高。

其次是东南大学和四川大学，电气工程的本科课程和电子、自动化高度重合，可以优先选择这样工科综合实力强的学校，川大又地处四川，本地就业机会不错，新能源发电设施较多。

最后推荐三所双非大学，哈尔滨理工大学（B）、东北电力大学（B）、沈阳工业大学（B+），他们招生分数线较低，但专业评级较高

# 要考虑地理位置吗？

想做科研的话就不用，因为此后必定读研，本科院校的地理位置不重要。但如果希望保留转专业就业的退路，那么地理因素还是相当重要的，因为转行需要更丰富的经历，而在北上广拓宽自身经历会容易很多。

当然，从留够转行退路的角度出发，相比选择在北上广的学校，更为重要的是选择综合性院校。

如果希望进研究所工作，可以考虑有电力研究所的地区，比如清华就有深研院、四川能研院、北京能研院等，本科期间方便实习。

# 专业详细介绍

## 培养方案

各学校的培养方案大同小异，越是顶尖的学校，本科的知识面越广，课内学的东西也越深入，通俗来说就是会越累，学到的东西也更多，我们在清华电机系的基础上来讨论，各学校的培养方案主要包括基础课程/通识类课程和专业课两方面：

* 基础课程：基础课程很多是工科院系或者全校通选课，主要放在大一，用于打好数理基础
  + 数学课程：高等数学、线性代数、复变函数、概率论与数理统计
  + 物理课程：大学物理（力学、电磁学、光学、热力学、近代物理），物理实验
* 专业课程：专业课课程分布在大二、大三两年，若学有余力或希望在本科接触科研也可以提前选课或自学，总体来说课程很丰富，必修课程基本上都挺硬的，需要好好学才能理解或者考高高分。由于近年来GPA和保研资格和名额几乎强绑定，所以大家的GPA也水涨船高，俗称卷成绩。：
  + 工科通用专业课如：机械设计基础、计算机程序设计基础（学C语言）、嵌入式系统实践
  + 电路方向专业课：电路原理、模拟电子技术基础、数字电子技术基础、电子电路实验、电力电子技术基础等
  + 电机学系列课：电机学、电磁场、电机学实验
  + 系统论方向的课程：信号与系统、自动控制原理、电力系统分析
* 学科细分方向：内部的细分方向相当之多，其中最主干的方向约五个方向，它们分别是：
  + 电力系统
  + 柔性交流输配电系统
  + 高电压及绝缘技术
  + 电力电子与电机系统
  + 电力市场等交叉学科

这些课程基本上是为了研究生进一步研究所设置的提前选修课，供同学挑选心仪的导师和方向。

## 细分方向

电机系内部的细分方向相当之多，其中最主干的方向包括

* 电力系统解决的是人类历史上最复杂的单一系统——电网，所以会用到不少数学和算法的知识，系统所很多是基础理论研究，研究我国电力系统运行和发展中的重要理论课题，在解决大型复杂互联电力系统安全经济运行的基础理论问题方面进行了大量探索性的前沿工作。
* 柔输主要做的是柔性输电和电力系统稳定性相关的研究，具体来说是进行现代通信技术的电力系统稳定控制新理论和新应用的研究，电力系统实时仿真之类的研究。会用到信号与系统知识的同时综合了电网中存在的各种不稳定因素的研究和控制。另外国家近年来也在积极推进新能源和储能，电网输配电在其中扮演重要角色。
* 高电压顾名思义，主要研究高电压应用和绝缘防护，兼顾电力和电工两大领域的发展，形成了高电压绝缘技术、高压输电与电磁环境技术、脉冲功率及等离子体技术、电器设备及智能化、高压测试及诊断技术、高电压技术在环保及生物领域中应用等六个核心研究方向。可能会在高压所做高压试验，对动手能力和数学物理理论基础兼有要求。
* 电力电子分为交流电机系统分析、特种电机系统及其控制、电力电子与电机系统集成、电力电子功率变换系统、交流电力传动与控制和新型大容量功率电器装置等6个主要学科发展方向，主要研究交流电机系统的动态过程及其控制，特种电机及其系统的分析、设计与控制方法，高性能、大容量、全数字化交流电机控制系统的理论和应用研究，电力电子变流装置的拓扑结构、控制方法、驱动保护技术、电磁兼容、热损耗与效率，现代电力电子技术与电机及其控制的一体化技术等问题。电力电子很多课题对于动手能力要求很高，经常需要亲自画大功率电路板、做实验和测试。
* 电力市场等交叉学科需要跨专业的知识，以电力市场为例，需要学习经济和金融的一些知识，目前人才市场上，这种交叉学科人才还是非常抢手的。

除此之外还有等离子体应用等细分或交叉方向，在此不再赘述。

总的来说不同方向主要分为软件算法、设备装置和系统市场三个大方向。

## 相近专业、交叉学科

**电类专业基本上在大一大二学习的基础课是一致的，这也意味着他们具有相似的属性，只不过在后续的研究就业的具体出口是不同细分领域的。**

0807 电子信息类、0808 自动化类、0809 计算机类、0803 仪器类在不少学校都划分为电类专业。

至于交叉学科，由于近年来新能源发展迅速，电气工程和汽车在新能源汽车领域有不少交集，包括汽车本身的动力系统、电池系统和配套设施中的充电桩、电网调整等。

另外由于电力现货市场的实用以及期货市场的研究，电气工程和经济、金融也出现了很多交叉学科的研究方向。

碳达峰碳中和的背景下，电气工程和能源环境也是一个热门领域，如何通过对电气设施的改造监测实现整体碳排放的进一步控制是不少交叉学科课题组在做的事情。

# 专业前景Part1：职业发展路线

## 电气工程就业数据分析（以清华为例）

不同档次的学校毕业生出路千差万别，有的会偏向去一线工作，做电网的调度、输配电网络的维护等。好一些的学校偏向于研究岗或管理岗，我们以清华2020年就业的情况来做具体分析：

清华大学电机系2020届毕业生共计228人，其中本科生104人，80%选择国内深造（读硕or直博）。

受疫情和国际局势影响，最近清华本科出国留学的人数锐减，电机系也不例外。

本科毕业生共84人选择国内深造，其中选择清华大学继续深造的为74人；其余10名毕业生分别去往北京大学、西安交通大学等高校。本科毕业生有7人选择海外深造，高校分别为苏黎世联邦理工学院、新加坡国立大学、密歇根大学安娜堡分校、哥伦比亚大学、波士顿大学、纽约大学、东北大学。

总结来说，本科毕业出路大约分为就业和升学，其中升学又细分为本系保研、外系保研、外校保研和出国留学。

由于本科生大多数没有直接工作，所以我们来看看研究生：

从工作单位行业分类上来看，电力、热力、燃气及水生产和供应业仍是电机系毕业生的主要选择，占比达44.3%，电机系2020届毕业生中共有64人去往电力/电工行业，占就业总人数的53.8%。其中以电网公司就业为主，在电力行业/电工行业的就业人数中占比达69%。此外，选择发电企业、电工制造企业的同学分别占比12%和8%。

除了电力/电工行业就业以外，有23人去往信息行业，7人去往高校从事研究教学工作，6人去往政府部门，4人去往金融证券行业，3人去往中学任教，3人去往非电力研究所，1人去往部队。

去往信息软件行业的23名毕业生中，有4人入职美团，3人入职阿里巴巴，3人入职华为，2人入职腾讯，2人入职欢太。其余9名毕业生进入百度、大疆、字节跳动等企业。

所以其实电机系的毕业生并不一定全是去国网或者电力研究院，相当一部分同学去了互联网企业、金融行业、政府、高校、中学。

## 电气工程专业的就业规划建议

对于大部分同学来说，毕业之后是去电网企业/互联网上班，还是留在科研岗位在高校任教或者去研究院当研究员，是一个很重要的选择。

电网企业特别是国网，管理层有相当一部分是清华校友，虽然初始工资不高，但是一段时间之后顺利的话可以升任管理层，会比较安稳；互联网相对来说工资较高，但可能会加班，找到一个能用到自己专业知识的岗位也不是特别容易；

其实只有一小部分人适合科研，特别是在决定读博之前，最好在本科有一个比较清晰的自我认知，否则博士会读的比较痛苦（论文写不出来、出不了成果、甚至毕不了业）。

## 具体就业逻辑

如上一部分所说，物理专业的就业路径可以分为如下四类

* **一直读到博士，然后做科研（当高校老师或研究员）**

门槛很高。举例而言，只有最优秀的那部分清华本科生才有可能在博士毕业后达到在清华任教的标准，而一般的清华本科生在博士毕业后能去一所地方211就算不错了。科研院所的门槛会低一些，基本上清华博士卷一卷都有希望，但相应地待遇也会差一些。

待遇与门槛相比很一般，大部分做科研的人一旦跑路到工业界，工资都至少翻倍。

压力非常大，很多单位已经引入非升即走制度。青年科研工作者保持读博期间的作息是常态：经常加班到凌晨，且没什么休息日概念。

* **转金融**

门槛也比较高。虽说金融行业对工科专业的学生有特殊的青睐，但这种特殊的青睐需要建立在最顶级的学历背景（清北复交，甚至仅清北，而且必须是本科，金融行业对本科的歧视很严重）+当前融资等金融环境正好对你所学的专业有很大需求（比如目前的新能源汽车、风电光伏、储能等）。

因此，虽然金融行业上限极高，但其过高的入行门槛使得它距离大部分的电气工程专业学生十分遥远。

* **本科毕业/硕/博毕业后进入电网公司或相关行业工作**

是电气工程专业最为主要的出路，但并非没有门槛。

电网公司由于稳定可能有编制，每年竞争十分激烈，名额也不多，最终能进入电网特别是总部上班的都是同龄人中的佼佼者。

相关行业逻辑和目前大厂工作相似，有头部企业也有小公司，包括电力设备制造、巡检、咨询、电力设施施工等等非常繁多复杂的行业，需求还是比较大的，但具体待遇就需要竞争获得了。

同时在新能源汽车的发展和国家碳中和政策的推动下，很多新兴领域涌现出了大量的机遇，也催生了很多创业公司，提供了不少优质的工作岗位。

* **中学老师、选调等本质与专业无关的工作**

共同点在于无专业门槛，实际是在凭院校牌子就业。985、211学校或地方师范院校无论什么专业都可以把当老师作为退路；选调同理，根本不看专业。

## 分层次就业前景总结表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **电气工程就业路径梳理** | | **清华西交华电第一梯队** | **985/211大学** | **其它院校** |
| **对口就业** | **电网公司** | 有可能能进入总部（名额有限需要竞争） | 更可能是在省级地方电网 | 更可能市级及以下等级电力公司 |
| **电力相关企业** | 利益驱动的私企或创业公司，主要看个人能力和能为公司创造多少价值 | | |
| **科研** | 顶尖高校序列很卷，一般是名校博士/博后+海外经历，适合科研的人很少 | | 一般需要名校博士 |
| **转行就业** | **本科转专业** | 学校越好，转专业越容易。综合性学校转专业更方便 | | |
| **转金融** | 顶级职位看本科学校，目前工科背景+金融知识复合人才在金融界有优势 | | |
| **创业** | 清北复交等大学Title对拿融资有帮助 | | 项目本身和个人能力 |
| **零专业门槛就业** | 靠学校名头吃饭，专业加成基本为零 | | |

# 专业前景Part2：升学情况

## 保研情况

各校保研政策各自区别不小，只能做最基础的定性总结。

保研率最高的学校是清、北、中科大、国科大四所，其偏重科研的专业保研率都会过半。举例而言，清华电机系2020年及之前保研还是比较轻松的，GPA前80%的同学都有保研资格，大约60%的能本系保研，剩下的20%也能到比较好的学校。

在2021年及之后毕业的同学，据目前信息来看，保研资格线大约在50%-60%左右，本校保研困难了一些，在本科生开始注重比拼成绩的同时，也有更多的同学选择提前准备考研。不过目前全校工科院系差不多都是这一情况，不同程度的提高了保研资格线。

清北的牌子决定了与其相关的一切都是特殊的，而后两所学校背靠中科院这棵大树，学生的出路自然不成问题。

而在这四所算是特殊情况的学校之外，很少有学校能把保研资格给到前50%。常见的保研资格要求在专业强势的985院校中大约是20~40%，相对一般的985、211院校中则通常在20%上下，双非院校的保研资格则有10%，12%就算是不错了。

## 出国情况

疫情以来的政治与健康风险使得出国人数骤降，但由于国内相当多方向上的科研水平与世界一流水准尚有差距，出国留学仍是电气工程专业优秀毕业生的主要选择之一。

依各校公开发布的就业质量报告数据，本科毕业生整体的出国率在清北华五一级集中在15%~20%，南开等较强势的985院校有10%~15%，而后迅速跌至个位数。

电机系由于其和民生及国家安全息息相关的性质，相较于基础科学或计算机出国留学率较低，且大部分出国留学的学生最后会回国工作。同时电机系同学申请签证被check或被拒的可能性相对较大。

# 总结：专业的核心优势与劣势

电机系由于是老系，整体的学风还是非常务实的。本科生以学到知识和能力为目的，课程体系几乎涵盖了强电弱电编程一整套东西，出来也可以做很多项目，比如创业。

各个学校一般在高年级如大三暑假会有一次一个月的系里面安排的暑期实习，算学分，可以选择去外企、私企或者国企，去体验一下朝九晚五的上班生活。

由于国家对于碳中和和能源的重视，无论是对于科研道路还是工作创业，都会有广阔的前景，当然前提是需要打好基础，对于相对复杂的知识体系有较好的掌握。