

电动机发展史

奥斯特发现电生磁 (1820) — 法拉第电磁回转实验 (发明电动机模型) — 涅拉第发现电磁感应 (发明发电机模型) — 法拉第兼任企业顾问研制永磁电 — 西门子发明激磁电机 — 格拉姆发明直流发电机和电动机 — 斯拉发明交流电机和电动机 — 19 世纪末美国电动机床出现 — 伏特汽车公司装配流水线。

直流电机的产生与形成

皮克西 : 第一台永磁式直流发电机 ; 西门子 : 自激式直流发电机 ; 格拉姆 : 环形电枢直流发电机。

1820 年丹麦物理学家奥斯特 (Hans Christian Oersted, 1777-1851) 发现了电流磁效应 : 将导线的一端和伽伐尼电池正极连接, 导线沿南北方向平行地放在小磁针上方, 当导线另一端连接到负极时, 磁针立即指向东西方向。把玻璃板、木片、石块等非磁性物体插在导线和磁极之间, 甚至把小磁针浸在盛水的铜盒子里, 磁针照样偏转随后安培通过总结电流在磁场中所受机械力的情况建立了安培定律。

1821 年 9 月法拉第发现通电的导线能绕永久磁铁旋转以及磁体绕载流导体的运动, 第一次实现了电磁运动向机械运动的转换, 从而建立了电动机的实验室模型, 被认为是世界上第一台电机。在一个盘子内注入水银, 盘子中央固定一个永磁体, 盘子上方悬挂一根导线, 导线的一端可在水银中移动, 另一端跟电池的一端连接在一起, 电池的另一端跟盘子连在一起, 构成导电回路, 载流导线在磁场中受力运动。

1822 年, 法国的阿拉戈盖吕萨克发明电磁铁, 即用电流通过绕线的方法使其中铁块磁化。

1825 年, 斯特企 (W.sturgeon) 用 16 圈导线制成了第一块电磁铁。

1829 年, 美因电学家亨利对斯特金电磁铁装置进行了一些革新, 绝缘导线代替裸铜导线, 因此不必担心被铜导线过分靠近而短路。由于导线有了绝缘层, 就可以将它们一圈圈地紧紧地绕在一起, 由于线圈越密集, 产生的磁场就越强, 这样就大大提高了把电能转化为磁能的能力。到了 1831 年, 亨利试制出了一块更新的电磁铁, 虽然它的体积并不大, 但它能吸起 1 吨重的铁块。1826 年德因 G.S 欧姐提出电路实验定律——欧姐定律。

1831 年, 法拉第发现了电磁感应现象之后不久, 他又利用电磁感应发明了世界上第一台真正意义上的电机——法拉第圆盘发电机。这台发电机构造跟现代的发电机不同, 在磁场中所转动的不是线圈, 而是一个紫铜做的圆盘。圆心处固定一个摇柄, 圆盘的边缘和圆心处各与一个电刷紧贴, 用导线把电刷与电流表连接起来 : 铜圆盘放置在蹄形永磁体的磁场中, 当转动摇柄使铜圆盘旋转起来时, 电流表的指针偏向一边, 电路中产生了持续的电流同年夏天, 亨利对法拉第的电动机模型进行了改进, 制作了一个简单的装置 (振荡电动机), 该装置的运动部件是在垂直方向上运动的电磁铁, 当它们端部的导线与两个电池交替连接时, 电磁铁的极性自动改变, 电磁铁与水磁体相互吸引或排斥, 使电磁铁以每分钟 75 各周期的速度上下运动。亨利的电动机的重要意义在于这是第一次展示了由磁极排斥和吸引产生的连续运动, 是电磁铁在电动机中的真正应用 1832 年, 斯特金发明了换向器, 据此对亨利的振荡电动机进行了改进, 并制作了世界上第一台能产生连续运动的旋转电动机。后来他还制作了一个并励直流电动机。

1832 年, 法国 A.H. 皮克西在巴黎公开了一台永久磁铁型旋转式交流发电机。一年后, 他在发电机上安装整流子, 将交流电变为直流电。同年, 俄籍德国人 HF 卫. 楞次提出电动机—发电机原理——楞次定律, 证明发电机和电动机是可逆的。但 1870 年以前, 直流发电机与电动机一直在独立发展着。

1834 年, 德国的雅可比成了一种简单的装置 : 在两个 U 型电磁铁中间, 装一六臂轮, 每

臂带两根棒型磁铁，通电后，棒型磁铁与 U 型磁铁之间产生相互吸引和排斥作用，带动轮 411 转动。后来，雅可比做了一具大型的装置，安在小艇上，用 320 个丹尼尔电池供电，1838 年小艇在易北河上首次航行，时速只有 2.2 公里，与此同时，美国的达文波特也成功地制出了驱动印刷机的电动机，印刷过美国电学期刊《电磁和机械情报》。但这两种电动机都没有多大商业价值，用电池作电源，成本太大、不实用。

1845 年，英国的惠斯通 (G.Wheatstone) 用电磁铁代替永久磁铁，并取得了专利权。这是增强发电机输出功率的一个重要措施。

1854 年，丹麦的赫斯特发明了自激式电机。

1857 年，英国的惠斯通发明自激电磁铁型发电机。

1860 年，意大利的 L. 奇诺蒂 (A.Pacinozzi) 发明了齿状电枢。

1865 年，意大利物理学家帕其努梯发明了环状发电机电枢。这种电枢是以在铁环上绕线圈代替在铁芯棒上绕制的线圈，从而提高了发电机的效率。

1866 年西门子的创始人维尔纳·冯·西门子 (Werner Siemens) 制成直流自激、并激式发电机。制成了一架大功率直流电机。

1867 年在巴黎世界博览会上展出第一批样机。这样，西门子就首次完成了把机械能转换成电能的发明，从而开始了 19 世纪晚期的“强电”技术时代。1867 年，西门子对发电机提出了重大改进。他认为，在发电机上不用永久磁铁 (永久磁铁)，而用电磁铁，这样可使磁力增强，产生强大的电流。西门子用电磁铁代替永久磁铁发电的原理是，电磁铁的铁芯在不通电流时，也还残存有微弱的磁性。当转动线圈时，利用这一微弱的剩磁发出电流，再反馈给电磁铁，促使其磁力增强，于是电磁铁也能产生出强磁性。接着，西门子着手研究电磁铁式发电机。很快就制成了这种新型的发电机，它能产生比克发发电机所远不能相比的强大电流。同时，这种发电机比连接一大堆电池来通电要方便得多，因而它作为实用发电机被广泛应用起来。

1870 年格拉姆 (Z.T. Gram, 1826-1901) 将 T 形电枢绕组改为环形电枢绕组，发明了直流发电机，在设计上，直流发电机和电动机很相似。后来，格拉姆证明向直流发电机输入电流，其转子会象电动机一样旋转。于是，这种格拉姆型电动机大量制造出来。效率也不断提高，被人们誉为“发电机之父”。

1873 年，德国的西门子公司研究发电机的工程师阿特涅。他发明了与格拉姆发电机不同的线圈绕线方式，制成了性能良好的发电机。格拉姆发电机的电枢是将铁丝绕成环状，在环与环之间夹上纸进行绝缘，然后将环捆在一起作为铁芯，在其上面绕上导线线圈，再由线圈的不同部位引出一些导线，接向整流子。而阿特涅发电机的电枢，是用许多薄圆铁板以纸绝缘后重叠起来，制成铁芯，然后在其上面绕上导线线圈。人们把这种方法叫做“鼓卷”，意思是像鼓一样的形状。经过这种改进后，发电机无论是外观或是性能，都比原来有了很大起色。西门子公司由于阿特涅的这项发明而益发驰名。于是，德国以西门子公司为核心，大力研制各种发电机，从而使电力工业得到了迅速的发展。德国的西门子制造出更好的发电机，并着手研究由电动机驱动的车辆，于是西门子公司制成了世界电车。1879 年，在柏林工业展览会上，西门子公司不冒烟的电车赢得观众的一片喝彩。西门子电机车当时只有 3 马力，后来美国发明大王爱迪生试验的电机车已达 12-15 马力。但当时的电动机全是直流电机，只限于驱动电车。

1873 年，英国詹姆斯韦完成了经典电磁理论基础《电和磁》；电机绕组发展为鼓型绕组，直流电机具备了现代直流电机的基本型式。

1875 年比利时 Z. 丁·格拉姆将改造后的发电机安装在法国巴黎北火车站发电厂，该厂是世界第一座火电厂。

1880 年，爱迪生观察到用叠片铁芯可以减少温升和能耗。

1880 年，霍普金森 (J.Hopkinson, 1849-1898) 确立了磁路的欧姆定律。

1882 年，德国将米斯巴哈水电站发出的 2 千瓦直流电通过 57 千米 1500-2000 伏电线输送到慕尼黑，证明直流远距离输电的可能性。这一方面成为直流发电机与电动机发展中的大事，促进了它们的广泛利用，另一方面暴露出直流在传输中的缺点：原来电压越高，电能的传输损失越小，但高压直流发电机困难较大，而且单机容量越大，换向也越困难，换向器上的火花使工作不稳定。因而人们就把目光转向交流电机。美国的戈登制造出了输出功率 447KW, 高 3 米，重 22 吨的两相式巨型发电机。

1891 年，阿诺尔德 (Arnold) 建立交流电枢绕组理论。

交流电机的产生与形成

1824 年，法国人阿拉果 (D. F. J. Arago, 1786-1853) 在转动悬挂着的磁针时发现其外围环上受到机械力。次年，他重复这一实验时，发现外围环的转动又使磁针偏转，这些实验导致了后来感应电动机的出现。1831 年，出现了单相交流发电机。

1876 年，雅布洛奇科夫 (П. Н. Яблочков, 1847--1894) 用交流发电机和开磁路式串联变压器为其“电烛”供电，这是交流电用于照明的开始。不久出现了原始型式的同步发电机和变压器。

1879 年英国人拜依莱 (Bailey) 用依次变动四个磁极上的励磁电流而得到旋转磁场。1883 年，德普勒 (M. Deprez, 1843-1918) 在巴黎科学院提出 $\alpha = 1/4$ 周期的交流磁场公式。

1882 — 1885 年，匈牙利工程师代里等 3 人首创变压器。

1884 年，闭合磁路的变压器制成，开始推广使用。

1885 年，费拉里斯提出两相交流感应电动机的模型。1886 年特斯拉 (N. Tesla, 1856-1943) 也制成曲相绕线式交流异步电动机模型，1888 他又在意大利科学院提出《利用交流电产生旋转磁场》的论文。他在爱迪生公司工作，但由于爱迪生坚持只搞直流方式，因此 he 就把两相交流发电机和电动机的专利权卖给了西屋公司。1888 年南斯拉夫出生的美国发明家特斯拉发明了交流电动机。它是根据电磁感应原理制成，又称感应电动机，这种电动机结构简单，使用交流电，无需整流，无火花，因此被广泛应用于工业的家庭电器中，交流电动机通常用三相交流供电。美国的特斯拉在爱迪生公司的时候就决心开发交流电机，但由于爱迪生坚持只搞直流方式，因此 he 就把两相交流发电机和电动机的专利权卖给了西屋公司。

1889 年，多利沃-多布罗沃利斯基提出了二相制 71 制成鼠笼式交流异步电动机。

1889 年，西屋公司在俄勒冈州建设了发电厂，1892 年成功地将 15000 伏电压送到了皮茨菲尔德。

1890 年，德国人米夏埃尔冯·多里沃-多勃鲁沃利斯基制成一架三相电流变压器。

1891 年，慕尼黑奥斯科夫·米勒在法兰克福世界电气博览会上宣布：他与多里沃合作架设的从劳芬到法兰克福的三相交流输电电路，可把劳芬的一架 300 x 735.5W (300 马力) 55 伏三相交流发电机的电流经三相变压器提高到了万伏，输运 175 千米，顺利通电，从此三相交流电机很快代替了工业上的直流电机，因为三相制的优点十分明显：材料可靠，结构简单性能好，效率高，用铜省，在电力驱动方面又有重大效益。从此，各种各样的电机迅速发展起来。

1896 年，特斯拉的两相交流发电机在尼亚拉发电厂开始劳动营运，3750KW, 5000V 的交流电一直送到 40 公里外的布法罗市。

1902 年瑞典工程师尼尔斯森首先提出同步电动机构想。

电机发展历史

蒸汽机启动了 18 世纪第一次产业革命以后，19 世纪末到 20 世纪上半叶电机又引发了第二次产业革命，使人类进入了电气化时代。20 世纪下半叶的信息技术引发了第三次产业革命，使生产和消费从工业化向自动化、智能化时代转变；推动了新一代高性能电机驱动系

统与伺服系统的研究与发展。 21 世纪伊始，世界汽车工业又站在了革命的门槛上。扭然，汽车工业是推动社会现代化进程的重要动力然而， 汽车工业的发展也带来了环境污染愈烈和能源消耗过多两大问题。 而对于我国日益扩大的汽车市场， 这种危机就更明显。 据了解，2000 年我国进口汽油 7000 万吨， 预计 2010 年后将超过 1 亿吨， 相当于科威特一年的总产量。 目前世界上空气污染最严重的 10 个城市中有 7 个在中国，而国家环保中心预测， 2010 年汽车尾气排放量将占空气污染源 64%,虽然， 加剧使用传统内燃机技术发展汽车工业， 将会给我国的能源安全和环境保护造成巨大的影响。 为此， 国家科技部启动了十五 “ 863”电动汽车重大专项。

高密度、 高效率、 宽调速的车辆牵引电机及其控制系统既是电动汽车的心脏又是电动汽车研制的关键技术之一， 已被列为 863 电动汽车重大专项的共性关键技术课题。 20 世纪 80 年代前， 几乎所有的车辆牵引电机均为直流电机， 这是因为直流牵引电机具有起步加速牵引力大，控制系统较简单等优点。 直流电机的缺点是有机机械换向器， 当在高速大负载下运行时， 换向器表面会产生火花， 所以电机的运转不能太高。 由于直流电机的换向器需保养， 又不适合高速运转，除小型车外，目前一般已不采用。

近十年来， 主要发展交流异步电机和无刷永磁电机系统。 与原有的直流牵引电机系统相比，具有明显优势，其突出优点是体积小，质量轻（其比质量为。 5-1.0kg/Kw）、效率高、基本免维护、调速范围广。