



# 对我院电工电能新技术发展的几点想法

严陆光\*

(电工研究所 北京 100080)

关键词 电工,电能,新技术

我院的电工研究队伍在全国电工事业的发展中起着重要作用,做出过重大贡献。现在想就今后20年或在更长的时期内如何发挥更大的作用(特别是我身处的电工研究所)谈几点想法。

我院电工学科建设仍应坚定不移地以电工电能新技术为主要方向,另根据最近国家中长期科学与技术发展规划战略研究与讨论的情况和我院已有的基础,近期内应重点考虑超导电工、电气化交通、新能源发电等几个方面。

## (1) 超导电工

上世纪60年代初实用超导体出现后,我院于60年代后期开始了超导电工研究,70年代末超导电工定为我院电工研究领域的三个重点发展方向之一,以超导磁体技术与应用为主积极开展工作,成为我国主要的研制单位和我国在国际应用超导界的主要代表。90年代初以来,随着实用的高临界温度超导体与超导导线的发展,掀起了新的世界范围的超导电力热潮,包括输电、限流器、变压器、飞轮储能等多方面的应用,认为超导电力可能是21世纪最主要的电力新技术储备。我院及时将工作重点转向了超导电力应用,组织了队伍,落实了任务。在高临界温度超导输电电缆、限流器与变压器方面做出了可喜的成绩,成为全国超导电力主要研制单位之一。最近,美、日等国正积极支持技术经济性能

较目前的铋系高温超导导线有显著提高的YBCO涂层的第二代超导导线的研究、发展与产业化,如能取得成功,超导电力的实用化与产业化进程将大大加速。另一方面,经过20年的持续努力,超导磁体技术已成熟到可按要求提供15万高斯以下、不同形态的大体积实用强磁场系统,已开始形成了低温超导导线与磁体系统产业,目前全世界正在积极探索开拓强磁场的新应用。90年代中期以来,我院在继续努力完善实用磁体系统技术的同时,也积极促进了强磁场的应用研究,包括材料、生物、医疗、工业、农业等多个方面,致力于建立强磁场应用开放实验室,取得了初步成效。这样,超导电工已由最初的超导磁体技术扩展到了包括超导电力应用与强磁场应用,并由以研究发展为主,向着实用化与产业化方向前进。

展望未来,超导电工应继续成为我院电工研究发展的重点领域,充分利用已有基础与优势,作为我国的主要研制单位和在国际上的主要代表,应努力在技术上不断提高,争取国际先进地位,力争逐步实现实用化与产业化。近期内,主要工作应集中于超导电力及完善磁体系统,大力开拓强磁场应用两个方面。电力应用在经济性与可靠性方面有严格要求,实用化后将会较快实现大规模产业化,整个工作要与实用导线的发展很好协调,和电力应用部门紧密联系,要善于选准目标,有计划、分阶段地进行持续的努力。积极开拓强磁场的各方面新应用,

\* 中国科学院院士

收稿日期:2004年8月26日



从有优势的应用中抓住一些有较好市场前景的产品进行开发与产业化。与之相应,完善超导磁体系统的技术经济性能是继续发展超导磁体技术、实现产业化的关键。要努力建成强磁场应用开放实验室,使之成为有效开拓、促进全国强磁场应用的中心。希望国家相关计划能给予强磁场应用研究以稳定有力的支持。

## (2) 电气化交通

作为电工新技术发展的重要方面,从上世纪 90 年代前期起,我院开始了高速磁悬浮列车,电动汽车和磁流体船舶推进的研究工作,经过努力,取得了可喜的进展。在我院及相关部门的推动下,我国在发展高速磁悬浮列车方面取得了一定的共识,国家决定并建成了上海浦东机场进城的高速磁悬浮示范运营线。高速磁悬浮列车技术已作为重大专项列入了“十五”期间国家“863”计划。在“863”计划支持下我院电工研究所有效地组成了有关驱动、电源和控制以及发展战略的研究队伍,成为我国发展磁悬浮交通的重要组成部分。从 90 年代初开始,我院就积极参加了发展电动汽车的第“八、九、十”三个五年计划,参与研制了纯电动概念车与燃料电池轻型客车,成为了电动汽车电机驱动系统与控制系统的主要研制单位,成为国内有关工作的骨干。90 年代后期我院在国际上首次研制成功了小型超导螺旋式磁流体推进实验船。这些工作对我国开拓新型电气化交通技术发挥了重要作用,也为进一步发展奠定了基础。

近年来,我国的交通事业发展迅速,民用机动车数量由 1980 年的约 180 万辆增至 2 050 万辆,预计 2020 年将达 7 000—8 000 万辆,民航旅客周转量已列世界第四位,占总周转的 9%。据预测,2020 年的旅客周转量将达到 2000 年的 4.1 倍,构建现代化的、可持续发展的综合交通体系已经提上了日程。大力发展电气化交通是整个交通体系发展中的最重要措施,这是因为,非电气化的交通工具汽车、飞机、轮船与内燃机车都以油为燃料,我国石油资源紧缺,从 1993 年起已成为石油净进口国,2000 年净进口量已达 7 000 万吨,石油供应已成为与国家

能源安全密切相关的重要方面,而交通运输节油是整个节油工作的重点。除此之外,燃油交通还是我国城市大气和噪声的主要污染源。发展电气化交通主要包括:(1)大力发展市内公共轨道交通,减缓个人小轿车数量的迅速增长。(2)努力提高铁路的电气化率与运营速度,保持铁路在城际交通中的骨干地位。(3)积极研究开发电气化交通新技术,包括电动汽车与自行车及磁悬浮列车,以期能尽早在未来交通体系中发挥重大作用。

以发展电工新技术为主要方向的电工研究所应在电气化交通新技术方面发挥重要作用,包括电动汽车、磁悬浮交通、市内轨道交通与电气化铁路的新技术,在前两方面已有了良好的基础,还需要积极探索与开拓后两方面的新技术。在磁悬浮交通方面,近年来该研究所的主要工作集中于促进高速磁悬浮列车技术的发展与长大干线上的应用,这是磁悬浮交通最有优势的领域,今后还应充分发挥磁悬浮列车低噪音、高加速度的优越性,努力开拓在城际间快速交通和市内轨道交通中的应用,使这种新兴的人类第六种交通运输工具得到更加迅速与全面的发展。鉴于交通工具的应用与产业化不可能在研究所内完成,应努力与相关企业及部门建立稳定的合作关系,共同推进技术的研发、实用化与产业化工作。与此同时,要注意及时将已发展的各种新技术,如磁悬浮、直线驱动、电机、电源,控制技术推广应用到其它适合的领域。

## (3) 新能源发电

核聚变能是人类取之不尽,用之不竭的未来能源。20 世纪 70 年代初,电工研究所积极参与了我国第一个托卡马克 CT-6 装置的研制与建造,后来还进行了托卡马克超导磁体系统的预先研究,对我国托卡马克聚变电工的发展发挥了作用。70 年代人们已认识到化石能源将枯竭,并大力开展了可再生能源的开发利用,电工研究所也于 70 年代末在国内率先开始了风力发电、光伏发电与太阳能利用的研究开发工作,经 20 多年的持续努力,取得了多项实用成果,已成为我国可再生能源发电的重要研发基地,并与国际同行有着紧密的联系。



根据电力发展规划预测,我国发电总装机容量将由目前的 3.5 亿千瓦增加至 2020 年的约 9 亿千瓦,将火电与水电建设到可以设想的最大限度,还缺近 1 亿千瓦。大家已同意应大力发展核电,但估计实际可能的总容量不会超过 4 千万千瓦。从而,可再生能源发电做为一个组成部分进入我国电力发展已提上日程,从长远看,对于改变能源结构,实现电力可持续发展,意义更加重大。当前,除水电外,已进入大电力系统的可再生能源发电还有风力、生物质能、光伏、太阳热、地热与潮汐发电,而近年来发展最快的是风力发电,全世界总装机容量已达 3 200 万千瓦,近 5 年平均增长率达 33%。风力发电的单位容量投资约为核电的一半,其年利用小时也约为核电的一半,则年发电量的单位投资两者相近,两者的发电成本也相近,风电的优势在于建设时间短,仅需一、二年且没有放射性废物的处理问题,缺点在于单机容量小和不连续性。风电应和核电一样大力发展,目前全国的风电总装机容量为 47 万千瓦,预期 2020 年可达 2 000 万千瓦。光伏发电近年来也在迅速发展,由于投资尚高,近期内还不可能达到较大规模,应给予积极扶持。生物质能与垃圾发电由于涉及电工新技术不多,不属电工研

究所的工作方向。

显然,做为电工研究的发展重点方向应继续努力发展可再生能源发电,主要是风能,光伏与太阳热发电,在已有基础上,抓住机遇,在我国面临的大发展中发挥重要作用,大力加强研究、开发、示范与国际合作工作,大力促进相关产业的发展,注意抓住一些新型大规模发电的新方案如空间光伏电站、海洋风电等,及早进行有关开拓工作。

以托卡马克为主的磁约束核聚变研究近年来取得了可喜进展,世界上正在积极筹备联合建造国际热核聚变实验反应堆(ITER),预期将于 2015 年建成,标志着磁约束聚变能进入研究开发阶段,对电工新技术的发展提出了多方面的要求。我国一直坚持进行着托卡马克磁约束聚变的研究,有着良好的基础,国家正在考虑给予强有力的支持,进行聚变能工作的部署,电工研究所也应积极参加。

除此之外,对那些已有骨干队伍和良好基础的工作,还应进一步积极争取、创造条件,使之能持续发展,如大型蒸发冷却电机,微纳加工与微机械,医疗设备等;对新的生长点要及时抓住,部署,从而在总体上保持我院在电工电能新技术上的优势。

