

四、发展战略和学科布局的建议

根据我国材料科学的现状和今后的发展,本世纪末,材料科学领域总的战略目标是:建立一支结构合理的、精干和稳定的材料科学队伍,能够解决国内材料发展中的重要科学问题,推进材料工业的进步,能够跟上国际材料科学的研究水平。并在若干有相对优势的领域里有所突破,进入国际先进水平或居于国际领先地位。为实现这一目标,对学科布局提出如下建议:

1. 重视传统材料的基础性研究。传统材料(主要是金属材料)的使用量在我国仍占很大部分,由于基础性研究工作不够,至今存在大量的质量问题。今后应当继续重视传统材料,特别是金属材料的基础性研究。

2. 加强新型材料科学问题的研究,现代材料家族有强大的活力,许多新领域是活跃的研究中心,20年后大有希望的领域可能是复合材料、超导材料、光电子材料、工程塑料和结构陶瓷等。必须对其中有重大意义的材料科学问题的研究做出合理的安排。

3. 集中人力、物力和财力,提高研究水平,从整个材料科学的全局出发,就若干基本学科方面,建立国家重点实验室或研究中心,实行联合和开放的体制。

4. 建立和健全若干国家材料研究数据库、测试网站和情报网以及国家材料评价机构。

能 源 科 学

能源科学调研组*

一、引 言

能源是当代社会面临的四大问题之一,它关系到人类社会的经济发展,又是人类赖以生存的条件。

18世纪,当人类社会从柴草时期过渡到煤炭时期,由于蒸汽机的发明和热力学第一、第二定律及卡诺循环理论的产生,出现了第一次产业革命,使生产力得到了快速的发展。19世纪,随着法拉第电磁感应和麦克斯韦方程的建立,电力进入社会各领域,从而引起了第二次产业革命,生产力又一次出现了大飞跃。从20世纪50年代中期开始,石油和天然气成为世界能源供应的主力,这种划时代的能源结构演变,推动了燃烧学、传热传质学、热流体力学及其它能源分支学科的进一步发展。

但是,70年代初期,能源危机的出现,却使发达国家如美、英、德、法、意、日本的国民经济发展速度分别减慢5.9—1.3%。固然,能源危机是国际政治斗争的产物,但从科学上看,也是对能源战略、能源科学研究不力的结果。

当前,人类面临的问题是,首先将被迫从石油转向第二次以煤炭为主能源。1~2个世纪

* 调研组成员: 张仁元 蒋洪德 毛兆明 宋之平

以后,人们又将被迫依靠可再生能源和核聚变来维持生存和发展。但是,按现有的科学技术水平,这还是难于设想的。在严峻的现实面前,能源科学应有什么对策和作为?

二、我国的能源问题及能源科学基础研究的主攻方向

我国能源面临的现实问题是:

(1) 到2000年,我国的工农业生产总产值计划要翻两番,如按现在的产业结构和技术水平推算,所需能源总量为24—25亿吨标准煤,但实际能源生产所能提供的总量仅为14.4—16.3亿吨标准煤,9—10亿吨标准煤差额的解决,必须依靠节能和产业结构调整,依靠能源科学技术的进步。

(2) 我国的能源资源虽然预测丰富,但探明及可采储量与理论储量有较大距离,由于资源分布不合理,能源利用受地理交通因素制约。这些资源中,煤炭 $2/3$ 集中于华北,水力资源70%在西南,沿海15个省市能源资源只占10%。

我国的太阳能资源丰富,有三分之二以上的地区辐射量是140万大卡/米²·年,我国的青海、西藏和新疆等地,甚至高达140—160—200万大卡/米²·年。地热和风力及海洋能资源也很丰富。但这些可再生能源资源的利用均受技术和经济因素的限制,近期难于发挥作用。

(3) 我国的能源消费,在2000年以前及以后相当长的时期,仍以煤炭为主。而煤是低品位能源,使用不便,污染严重。

(4) 我国占80%人口的农村能耗仅占全国能耗的 $1/3$,而在农村能源中,生物质能又占68.3%,农村能源短缺22%,农民生活用能普遍短缺三个月左右。能源的短缺,造成林木过度采伐、生态平衡严重破坏。我国农村能源的解决,不仅要靠常规,而且也必须依靠可再生能源的开发。

(5) 我国能源利用率极低,目前大约是28—30%,而发达国家大约是50%,日本高达57%。单项能源利用效率也只是发达国家的一半,如表1。

表1 发达国家与中国的单项能源利用效率

	发达国家(%)	中 国(%)
火力发电	35—40	28
工业锅炉	70—80	55—60
合成氨生产热效率	50—60	25
钢铁工业热效率	50—60	28
铁路运输热效率	20—25	6—8
炊事热效率	60—70	15—18(城镇煤炉) 10(农村柴灶)

面对我国能源的现状,我国的能源科学的基础研究应有什么对策,它的主攻方向又是什么?我们认为:我国能源科学基础研究的主攻方向应该是集中力量提高能源利用率,包括提高能源开发和利用的一切设备和工艺过程的效率;于此同时,加强核能和可再生能源开发以及煤炭转换技术的基础性工作。

三、国内外现状与发展趋势

国内现状概说

建国 30 多年来,我国能源产量比 1949 年增长了 35 倍;在火力发电设备方面已能自行设计和制造 60 万千瓦级的大型蒸汽动力设备;万元工业产值煤耗也已从 1965 年的 9.64 下降到 1985 年的 5.69 标准吨。这些数字从宏观上说明,我国能源科学技术的基础和应用研究已获得了巨大的进步。而且,一些领域和项目已达到或接近于国际水平,例如,在我国特殊地质条件下的成油理论,已为我国大庆油田的建立立下了功勋;叶轮机械的三元流动理论处于国际领先,并在工程实际应用中取得了明显的效益;航天器的热控制和热防护研究(包括从极高温到深低温范围的辐射——导热、辐射——对流传热、相变传热、热防护涂层及隔热材料)已为我国人造卫星和返回卫星发射成功作出了贡献;还有焓分析方法的理论研究;气液两相流传热的某些方面;金属储氢机理。传热和电工交叉的大型电机蒸发冷却等等。但是,我们也应看到,在基础理论,尤其在基础实验技术上与发达国家的差距是落后了 10—15 年。

我国能源科学研究,存在应用先行、忽视基础的倾向,结果往往导致能源利用率低、经济效益差。在能源科学基础研究中也往往忽视交叉和边沿学科的平行发展。在能源领域,能源材料往往是决定设备效率和寿命的关键因素,如对太阳能透过、吸收和反射材料研究不力已成为太阳能光热转换技术发展的障碍,高温结构陶瓷材料是大幅度提高燃气透平和内燃机效率的重要因素,但在这些方面,我们几乎没有专门的研究队伍。

在能源科学中,我们对软科学的研究不够,手段也较落后。因而对能源研究的发展和主攻方向缺乏及时的指导,对于重点和非重点领域的布局和投资,计划性较差,

最近这几年,在强调科研为国民经济服务方针的同时,又出现基础研究在经费、人员上不恰当的削弱。据不完全统计表明,国家和省级有关能源的研究所,除少数单位外,基础和应用基础研究课题一般仅占全部课题的 1~5%。

分支学科现状

能源科学范围极广,学科繁多,从基础的角度出发,大多数领域,如太阳能光热转换、地热能、海洋能、风能等都可归为流体力学、传热传质与热力学的问题。还有化学物理、核物理、生物工程及能源系统工程和材料的问题。现着重讨论其主要分支学科的现状和发展趋势。

1. 热能转换与传输

(1) 工程热力学与能源利用

工程热力学是研究热机和热力设备中能量转化规律并寻求最佳转化效果的科学,它的基础研究,对能源的高效综合利用与新能源的开发有原则性指导意义。50 年代中期,国际上提出了“焓”的概念。70 年代能源危机后,焓分析法在能源技术、能源经济与能源管理方面得到了广泛应用。并正在形成一个新的交叉学科——热经济学。我国从 70 年代中期开始,也重视了焓分析法的研究,并在理论研究上接近国际水平。按照工程热力学、系统工程与热经济学的基本原理与分析,提出了“总能系统”概念,用于规划与安排能源的综合利用,以提高能源利用率。在这方面,国外对常规联合循环的研究已较成熟,功率等级已达 100 万千瓦。重点是在煤气化或直接燃煤的燃气-蒸汽联合循环。美国已建 10 万千瓦级的煤气化联合循环试验电站,直

接燃煤联合循环的研究则处于工业示范阶段。在余热利用中,国外重点是高温余热(650°C 以上)的利用,包括各种固体高温显热及低温余热。此外是研究新的热力循环:注蒸汽燃气-蒸汽联合循环、卡林纳循环及三重朗肯循环。

我国目前仅在研究常规联合循环,并正在开展注蒸汽燃气-蒸汽联合循环的研究,燃煤联合循环尚处于方案性研究,余热利用仅限于中温排气($300-650^{\circ}\text{C}$)。

(2) 气动热力学(热流体力学)

它是研究流体在热机或热力系统流动过程中基本规律的科学。

我国在这方面具有当代国际水平的主要研究成果是,叶轮机三元流动理论及其计算方法的研究。且已形成了由中国科学院(工程热物理所)与高等学校(哈尔滨工大,上海机械学院等)组成的实力雄厚的理论与实验研究队伍。其他具有较高水平的成果,包括上海机械学院运用泛函变分原理和有限元方法求解三元流动的研究,北京航空航天大学关于流体诱发振动的研究,工程热物理所与清华大学关于粘性流动的研究,哈工大关于斜置叶栅的研究以及西安交大关于多相流方面的研究。

国外研究的重点是跨声速三元流及粘性三元流、非定常流的更准确的物理模型和求解方法以及进一步扩大它的应用范围。我们在这些方面已开始了工作,但差距较大,尤其在实验设备、测试手段和大型电子计算机方面。

(3) 传热与传质学

传热传质学是研究热能转换和使用过程中热能和质量传递规律及其应用的科学。当前,国际上核动力的发展使两相流传热研究十分活跃;以提高热设备的热效率和余热回收为背景的传热强化与控制亦是当前的重点;小温差换热强化的研究对余热回收、地热、太阳池和海水温差发电有重要意义;石油开采、地热利用、太阳能储存和热管技术推动了多孔介质中的传热传质研究。

我国传热传质学的研究始于 50 年代末,起步晚了近 30 年,但发展却很迅速。目前,虽然传热传质研究在全国只有数百人的队伍,远不能跟发达国家如苏联相比(如著名的雷柯夫传热研究所就有研究人员 1200 多人),同时基础还比较薄弱,实验设备和测试手段比较落后。但 20 多年来,紧跟国际动向,也在若干前沿领域取得了一些有重要意义的成果。已有一批有水平的论文在国际上发表。但是,我们研究的面仍较窄,同时在现代测试手段如激光、全息摄影等方面的差距就更明显。

计算传热学是目前国际上十分活跃的课题。在这方面,我国已经起步,但受计算机条件的限制,许多重要领域有待开展。

(4) 燃烧学

燃烧学研究的对象是燃烧的现象及机理、装置及过程。目前国际上的研究方向已从航空和宇航燃烧问题转向民用工业燃烧设备、节能及降低污染问题。作为提高燃烧效率、抑制污染生成和扩大装置稳定运行范围的基础理论的燃烧反应化学动力学,一直是发达国家重视的课题。这方面我国还比较薄弱,很多还停留在现象的描述,特征参数的测定,以及某些外部参数影响下特征参数的变化。燃烧空气动力学专题的研究对燃烧过程的完善有重要意义。我国学者在航空发动机燃烧室与锅炉煤粉预燃室的燃烧稳定性研究与应用方面已做了许多工作,并取得了可喜的进展。目前,主要困难是缺乏对燃烧产物的成分、浓度、压力、温度的先进测量手

段。

对能燃烧多种煤,包括劣质煤的流态化燃烧技术是国际上也是我国十分活跃的课题。目前,国际上第二代循环流化床燃烧锅炉,其效率可达 95—99%,排烟中氮氧化物浓度只有 100—200 ppm,脱硫率可提高到 85~90%。西德 270 吨/时循环流化床锅炉已投入运行,美国 420 吨/时炉已进入调试阶段。但我国“七五”攻关的目标只是 35 吨/时锅炉。我国在劣质煤的燃烧研究方面,从 50 年代已开始,目前在应用方面处于世界前列,但由于对基础研究重视不够,燃烧效率、安全运行周期和污染排放方面的性能仍然不好。为此,必须加强流化床燃烧过程的气、固两相流和脱硫反应动力学的基础研究。由于计算条件差,数学模型没有新的概念,所以差距仍是显著的。在燃烧测试与诊断技术方面,目前,我国只有较初级的激光测速系统,这方面的落后是突出的。

(5) 煤炭转换技术

煤的气化和液化是以煤为主的我国的一个重要领域。我国煤气化技术“六五”期间已取得较大进展,德士古法已建成中试装置,灰熔聚气化和两级加压气化已完成微型中试,“七五”期间将完成中试。在煤基 CO 合成高辛烷值汽油和燃料醇研究方面,也取得较大进展,掌握了一些高选择性催化剂的制备规律,“七五”期间将进入中试,预计以上两项可接近国际水平。但在国外,部分已可用数学模型来表示反应及内部各过程的规律,我国在催化理论方面,仍需深入和系统化。

(6) 地热能与海洋热能

我国的地热能利用研究从 70 年代初开始,目前总装机容量为 1.46 万千瓦,但八座地热电站中,长期而连续运行的只有西藏羊八井 1.3 万千瓦电站和广东丰顺的 300 千瓦扩容法地热电站。地热能利用研究的基础性问题是地热资源评价、防腐防垢,以及地热发电和综合利用中的热工基本理论问题,这些方面,我们所做的工作很少。近几年,由于经费少以及资源不清,地热的研究工作难以大力开展。

海洋热能的基础研究工作在我国只有少数单位进行,如中科院广州能源研究所开展的“雾滴提升循环”和“海洋热能转换循环”的研究。

2. 太阳能光热、光电与光化学转换

(1) 光热转换

国际太阳能光热转换的蓬勃发展是在 70 年代。由美国 Hottel 等人于 40 年代提出的平板集热器传热分析模式,现在已成为平板集热器的理论基础。对封闭空间的自然对流换热和真空管型、聚光型集热器的一系列传热研究。使太阳能集热器的基础理论到了 70 年代末期已较成熟。从 70 年代开始到 80 年代初,对太阳能热系统、被动太阳房的计算机模拟研究,导致对系统的优化设计理论具有较全面的认识。太阳能热发电站在美国(1 万千瓦)及一系列国家的运行、标志太阳能集热、储热和热动力循环的理论和技术水平已达到一定的高度。目前,国际上已转向于对被动太阳房运行特性的数值分析、储能机理、太阳池边界稳定性、系统优化设计、太阳能工业应用基础及太阳能透过、吸收、反射及储能材料的研究。

我国光热转换研究的蓬勃开展也是在 70 年代。总的特点是应用先行,以仿制和跟踪国外动态为主。目前,全国已装设平板热水器 50 万米²,太阳灶 10 万多台,太阳房 200 多座,太阳能干燥器 6000 米²。这已为缓和农村能源的短缺作出了贡献。同时,太阳能基础性工业热应

用研究也取得了进展,但在基础研究及应用技术方面,我国则落后于国际约 10 年。除了对平板集热器和被动太阳房的传热分析进行了较多的工作外,对系统分析、储能机理、太阳池和材料等研究工作,还只处于起步状态。

(2) 光电转换

太阳能电池的研究被认为是太阳能开发最有前途的技术,光电池的新技术近年已有重大突破,美国已建成一座 100 千瓦的薄膜太阳能电池发电系统及转换效率高达 27.5% 的点聚光太阳电池;日本研制成功光电性能很高的非晶碳化硅薄膜和一种转换效率为 12.9% 的新型非晶太阳电池。我国从 1958 年开始这项工作,到 1971 年,应用国产太阳电池的人造卫星上了天,现在,国产光电池已成功地应用在我国的高、中、低轨道卫星上,并且有些应用指标已接近国际水平。我国目前主要在研究硅太阳电池、GaAs 电池、CdS/Cu₂S 薄膜电池、聚光电池以及近期研究大面积的高效电池、卫星用高效电池、低成本的 a-Si 电池。现在全国有 10 个研究所、22 个大专院校和 13 个工厂约 1000 人的技术队伍在从事太阳电池的研究生产和应用。年产量已达 80—90 千瓦,已应用 200 千瓦,成本降至 45 元/瓦。光电转换的基础问题是材料,也就是材料的性能、器件物理、材料及电池稳定性、光化学反应机理和动力学等。我国由于基础较差,工艺比较落后,使太阳电池的效率较低。如表 2。

表 2 发达国家与中国太阳能电池效率比较

	国外,效率(%)		国内,效率(%)	
	实验室	商品型	实验室	商品型
单晶硅	22	12—16	11—13	8—12
多晶硅	17	10—15	13	8—10
非晶硅	13.29	6—8	9.2	

(3) 光化学转换

光化学反应包括光合作用、光电化学作用、光敏化学作用及光分解反应。光合作用与人类关系甚为密切,如利用废水以光照生产藻类供人类使用;或将光合作用之植物转化成热能;或以细菌消化生产甲烷作为燃料。而光化学转换的重要课题是太阳能制氢。

(4) 氢能

由于氢重量轻、热值高、无污染、资源丰富,故氢可能成为代替天然气及石油的主能源。国外研究太阳能制氢的课题是:光电或光热系统,电解水制氢、太阳热分解水制氢、直接光触媒分解产生氢气。其它制氢的方法是:从含烃的化石燃料中,从电解水、热化学、生物质和高温电解中制氢。

我国自 70 年代中期开始,至 80 年代初,在太阳能光解水制氢、贮氢材料及氢氧燃料电池的研究上已形成了有一定水平的科技队伍。1986 年正式成立了氢能专业委员会。目前都处于实验室进行基础或应用基础研究的阶段。所研究的项目是:太阳能光化学与光电化学分解水制氢,即利用太阳能直接分解水制氢或利用太阳光来进行催化制氢;水电解制氢;研究金属有机氢化物和金属无机氢化物储氢技术。我国学者在 1987 年 10 月召开的 11 届能源国际讨论会上发表的论文表明,合金贮氢的实验室研究处于世界较高水平。

(5) 风能

我国风能从 80 年代开始获得应用,已有风力机 1.4 万台,总容量 2000 千瓦。从事风能研制的有 80 个单位 300 多人。由于我国风力透平的可靠性差和寿命短,故研究风力透平叶片防止颤振问题,以及研究高强度耐疲劳材料是风能转换的主要基础研究工作。

(6) 海洋能

我国海洋能研究的重点是潮汐能,现潮汐发电总装机容量为 9370 千瓦,居世界第三。主要的基础性应用研究是大型潮汐发电机组。波浪能方面已研制成功冲动四阀式和采用无阀对称翼透平的 BD 101 型航标灯波力发电装置,其指标已达到了国际水平。

3. 生物质能转换

生物质能是一种取自生物质的可再生能源。生物质通过各种具有特殊生理功能的微生物进行代谢作用,或生物质进行直接燃烧、或进行热分解、水解、催化裂解等途径转化为各种形式的能源,如甲烷、乙醇、甲醇、氢等。另外,也可直接转变为热能和电能。国际上,生物工程的迅猛发展,对生物能的基础研究起了极大的促进作用。美国是世界上具有最强的生物技术力量的国家,在厌氧消化的基础理论方面取得领先地位,其中包括菌种筛选和分离、厌氧微生物的研究,厌氧消化菌的遗传工程、厌氧消化器的动力学模型,高效的乙醇发酵新工艺等多个方面。此外,国际上还开展了微生物制氢,微生物电池等新技术的探索。在固体生物质气化中流化床、双流化床、快速热分解等技术的研究都取得了较大的进展。

我国在厌氧消化机理及新工艺、微生物学、发酵动力学及数学模型方面做了一定的工作,但差距都较大。我国沼气技术的应用在世界上是领先的,但由于忽视基础研究,实际上并没有突破性的进展。能源作物的研究有少数单位在进行。

4. 能量储存

国际上,利用水、石头床和油等作为介质的显热储能进行了大量的研究,对于储热介质的热物性,储能换热装置的传热过程,水箱热水分层的计算机模拟等方面,发表了大量的论文,并在太阳能工程中得到了实际的应用。对复合共晶盐相变储能机理的研究,也取得了极大的进展。美国、法国、意大利、西班牙等太阳能热电站的实际运行,标志着相变储能已跨入实用。目前,美国为解决复合共晶盐的腐蚀性、毒性以及储热、放热过程中,盐在管壁固化而影响传热的问题,正在研究高储能密度,无腐蚀性和毒性的金属相变储热球和复合共晶盐陶瓷球的传热传质性能。总的趋势是寻找新型储热材料、研究储热换热机理及探索储能在工业上的应用和节能方式。对于化学贮能,国际上也作了不少探索和实验。美国 Naval 实验室还提出了利用 SO_3 的分解和化合反应来储能的储能锅炉的设计方案。

储能在我国能源科学中是最薄弱的环节。目前,除少数单位开始进行的金属相变储能研究以外,我国热能储存几乎处于空白或起步状态。

我国在蓄电池的基础研究上做了大量的工作。如铅酸蓄电池的电极过程研究,新型电化学贮能材料和电极过程的研究等等。

5. 能源材料与能源领域新技术

(1) 能源材料

对于高温结构陶瓷材料、超导材料、新型保温材料、太阳能透过、吸收和反射材料研究的极其重视是发达国家能源基础科学研究的特点。我国在这些方面尚处于十分落后的局面。

(2) 燃料电池

燃料电池是利用氢和氧化合反应发电的新技术。由于它效率高(40%以上,加上余热利用,其效率可达80%)、无噪声、无污染,它将可能是下一世纪的主要能源。今年,日本将建成两个电功率各为1000千瓦的燃料电池发电装置。据预测,国外将于1990年实现燃料电池商品化。我国目前只少数单位进行初步的研究。

(3) 超导电机

高温超导材料的研制工作,最近取得了突破,这给能源领域的超导发电机、超导电缆、超导储能、超导变压器和超导直流输电的工业应用提供了有利的条件。特别是超导发电机,由于它具有体积小、效率高、成本低等优点,这就将给国家带来较高的经济效益和节能效果。但对超导发电,仍有许多基础研究的课题有待于解决,如:失超问题、超导发电机电磁场和阻尼屏蔽特性研究,超导拓扑发电机机理研究,超导电机的密封传输耦合研究及低温绝缘研究等。

6. 核能转换和利用

发展核能是解决我国能源问题的长远战略方针。我国的核电利用已处于初步发展阶段,但必须加强在增殖反应堆、核聚变、核电安全、高温气冷和综合利用等方面的基础研究。

7. 水能

开发水力资源是解决我国能源短缺的重要途径。地质勘探和工程地质问题是水能开发的重点基础性问题。

8. 电能转换

电力是二次优质能源,虽然我国的发电设备总装机容量已突破一亿千瓦,但长期供求矛盾突出,目前每年缺电500—700亿度,到2000年电力需求将达12000亿度,预计缺电2000亿度。因此电能转换将是我国能源科学十分重要的一环。

四、优选项目和学科布局的建议

国家科委关于基础研究学科提出了优选的三原则:A、已接近或达到国际先进水平;B、具有重大科学、经济、社会发展意义,当代十分活跃的科学前沿;C、能充分显示,发挥我国特色的和学科发展的特点。依据这些原则,突出近期(2000年以前),考虑长期,建议在能源科学的基础研究领域应优先发展如下项目。(由于能源科学所包括的次级学科繁多,领域广泛,为了体现各分支学科的特点,不宜进行高度的概括和归纳,而是按如下的领域分类):

1. 热能转换和传输(包括石油及煤炭转换技术)

(1) 工程热力学与能源利用

新型热力循环;

关键功能材料与工质的热力性质与迁移性质;

燃用煤基燃料的高效联合循环;

低品位小温差能源利用(地热能、海洋能、太阳池发电、低温余热利用等);

总能系统(包括余热利用)及计算机优化控制;

热经济学。

(2) 叶轮机械气动热力学(热流体力学)

高速和粘性流动的理论实验;
分离流与非定常流动的理论实验;
多相流动的理论实验;
继续发展与完善无粘定常流动理论为基础的计算体系。

(3) 传热与传质学

多相流动传热;
相变换热;
传热强化与控制;
辐射换热;
高温领域与深低温领域的传热传质;
计算传热学;
人体科学、生物医学工程中的传热传质问题。

(4) 燃烧学

流化床燃烧过程(燃烧过程气固两相流: 脱硫过程中化学反应动力学);
我国典型煤种燃烧特性及低值煤粉火炬的点火及燃烧的研究;
内燃机燃烧过程;
内燃机代用燃料燃烧过程;
水煤浆燃烧过程;
计算燃烧学;
燃烧测试原理与技术。

(5) 石油、煤炭转换技术

提高石油采收率的多种物理化学及其它方法的研究;
煤气化过程机理、煤中有机质与矿物质在气化过程中的动态;
 $\text{CO} + \text{H}_2$ 过程机理、动力学与高选择性催化剂的制备规律;
上述过程的反应工程研究;
通过催化, 提高煤的气化活性, 降低气化温度的研究;
高选择性 CO 转化形选催化剂的研究;

2. 光电、光热及光化学转换

多晶硅及非晶硅光电池材料的性能、器件物理及制造工艺;
光化学反应机理和动力学;
太阳能电池系统模式优化;
高、中温集热器传热机理, 太阳能塔式热发电在我国可行性论证;
太阳能热系统(干燥、热水、被动太阳房)计算机模拟及优化设计;
以太阳能为动力的新型制冷循环;
太阳池区边界稳定性理论及实验;
太阳能光化学与光电化学分解水制氢;
金属有机氢化物和金属无机氢化物储氢;
燃料电池及其基础研究;

光电化学/太阳能的光电化学转化和贮存。

3. 生物质能转换

能源转换微生物的分类学、生理学、生物化学、生态学研究；

甲烷发酵、乙醇发酵等生物转换过程的机理及新工艺研究；

生物工程技术在建造高效能源转换工程菌及培育能源植物新品种上的应用；

光合微生物制氢、微生物电池等能源转换新技术；

固体生物质中热值气化；

4. 储能

水及石头床储热换热过程；

金属相变及复合共晶盐相变的传热传质过程；

储能材料的热物性；

铅酸蓄电池的电极过程及工艺基础；

新型电化学储能材料和电极过程研究；

化学贮能机理。

5. 能源材料及其它

(1) 能源材料

高温结构陶瓷材料；

太阳能电池材料，太阳能透过、吸收和反射材料；

热能和化学能贮存材料；

新型保温材料；

风力透平高强度耐疲劳材料；

金属耐蚀材料。

(2) 其它

潮汐能大型发电机组；

海洋能新的能量转换系统；

超导电机；

地热发电设备的腐蚀问题。

发展这些领域和项目,使我国的能源科学建立一个扎实的理论与技术基础,继续保持我国的优势和领先领域,并在其它重要的领域赶上世界水平,以便使我国的能源利用率,在本世纪末将有明显的改善,同时,将能用比较高效的能源设备和工艺流程来更新和武装我们的能源工业,而且,可再生能源在我国能源消费结构中占有一定的地位;再过 20 年,我国的能源利用率接近于发达国家的水平,可再生能源将为解决我国农村能源短缺作出重要的贡献,我国的每人平均能耗能较大地缩短与发达国家的差距。

能源科学是一个多学科的综合领域,它不仅包括自然科学,也涉及社会科学,所以,能源科学的发展必须依靠各分支学科的协调发展。同时应该看到,能源工业建设周期较长,能源科学研究,尤其是基础研究,就必须大大走在前面。另外,既然能源是世界性的问题,那末对于某些投资较大,周期较长的项目,例如核聚变、煤的液化等,就可以加强国际间的合作,共同完成。

目前,适合我国国情的能源科学研究的指导思想不甚明确,或者有了认识而又难于很好的

贯彻,表现形式是左右摇摆。我国总的来说是以常规能源为主,但从长远出发,应因地制宜,在不同地区,发展多样化的能源结构。开发新能源又是完全必要的。可是,在许多情况下,又忽视了新能源的研究,由于过分强调直接的经济效益,有些新能源的研究课题,因为没有经费,几乎难于生存。

这样,我国就必须制定发展能源科学基础和应用研究的规划,明确指导思想,分别轻重缓急,并注意各学科的平行发展。

另外,仿照和应用先行、一哄而上,在低技术水平上重复,以至浪费人力物力,往往是我国能源科学研究的一个弱点。为了克服这一弱点,建议在重要的分支学科中建立国家研究中心,比如煤炭石油科学、工程热物理科学,新能源,能源材料等研究中心,通过这些中心来加强对该分支学科的研究、开发、以至经费分配的指导,并作出统一部署。

工 程 科 学

工程科学调研组*

一、引 言

工程科学在很大程度上是从工程实践中提炼并发展起来的,但它的许多原理来自数学、力学、物理学、化学、生物学、地球科学,且同信息科学、材料科学、光电科学、能源科学、医学及农学等学科息息相关。工程科学为这些学科的发展所推动,同时反过来也推动着这些学科的发展,并在其自身发展的过程中不断吸取这些学科的最新成果。

工程是人类文明的一个象征,是工程技术的理性概括和先导,并对保障工程质量和功能及生产和社会的发展具有重要意义。

1. 机械工程学是机械工业的科学基础。过去,机械工业在人类文明的发展史上,曾经起过重大的推动作用,蒸汽机的出现引起了第一次产业革命。今天,机械工业仍然是工业发达国家的支柱产业。机械工程学对于突破机械工业的重大技术关键,促进机械产品向高性能、高参数发展,提高产品质量和可靠性;对于机电产品设计方法和制造技术的革新,促进生产自动化,提高生产效率,已经并将继续起着越来越重要的作用。

2. 建筑和水利工程学是发展建筑业、城乡建设和水利事业的技术支柱。建筑业是国民经济的支柱产业,它同城乡建设事业以及人民的衣食住行和社会生产密切相关。水利则关系水资源的有效合理利用和减轻自然灾害。建筑和水利工程的特点是位置固定、单位生产、体积庞大,因而生产流动、周期性长、工艺不定型、耗资大。例如,建国以来,在城市和工矿区已建成的各类建筑达31亿多平方米,高度在15米以上的水坝共有8万多座。这些工程在长期自然环境和使用环境的作用下,逐渐损坏,但我们对其损坏机理和耐久性却所知不多,而这个问题直接关系到能否节约比建造费用大3~5倍的维修投资。由此可见各类工程损坏机理和耐久性研究之重要。

* 调研组成员: 叶耀先 房贵如 朱培林 刘淑娟 刘承烈