一、开发原子能的意义

　　原子能利用是解决能源问题必由之路，它在能源中的比例将逐步加大，从而改善能源结构，并有希望在将来彻底解决人类对能源的需求。这是因为（1）原子能是地球上储量最丰富的能源，又是高度浓集的能源，地球上存在约40万亿t氘，聚变反应堆成功以后，能源真可谓取之不尽，用之不竭。（2）核电是清洁的能源，有利于保护环境。目前世界上大量燃烧有机燃料后排出的二氧化硫、二氧化碳、氧化亚氮等气体，不仅直接危害人体健康和农作物生长，还导致酸雨和大气层的“温室效应”，破坏生态平衡，而核电就没有这些危害。（3）核电的发电成本能与火电相竞争。电厂每kw·h的成本是由建造折旧费、燃料费和运行费这3部分组成的，主要是造折旧费和燃料费，核电厂由于考究安全和质量，建造费高于火电厂，但燃料费低于火电厂，火电厂的燃料费约占发电成本的40%～60%，而核电厂的燃料费则只占20%左右，总的算起来，核电厂的发电成本是能与火电相竞争的。（4）发展核电有利于减轻交通系统对燃料运输的负担。1座100万kW 的燃煤火电机组每天需烧煤约1万t，1年约需300万t，而1座100kW 的核电机组每年仅需核燃料30 t，可见核燃料运输量仅是煤运输量的十万分之一，能大大减轻交通运输负担；（5）以核燃料代替煤和石油，有利于资源合理利用。煤和石油都是化学工业和纺织工业的宝贵原料，能用它们创造出多种产品。它们在地球上的储藏量是很有限的；作为原料，它们要比仅作为燃料的价值高得多。所以，从合理利用资源的角度来说，也应逐步以核燃料代替有机燃料。

　　总之，核电是一种清洁、安全、技术成熟、供应能力强、能大规模应用的发电方式；加快核电建设，提高核电在电力供给中的比重，有助于缓解电力增长与交通运输、环境保护的矛盾；发展核电对带动高科技产业和装备制造业的发展，促进经济增长，调整能源结构，保障能源安全，实施可持续发展战略，都有重要意义。

二、原子能应用的历史与现状

　　原子能的开发利用是人类历史上的一项伟大发明，1942年12月1日美国芝加哥大学成功启动了世界上第一座核反应堆，从此人类开始了利用原子能的新纪元[1]。原子能在第二次大战中首先被运用在军事上，1945年8月6日和9日，美国将两颗原子弹先后投放到日本的广岛和长崎，其能量相当于2000吨炸药，24万多人遇难。

　　1954年苏联建成了世界上第一座核电站——奥布灵斯克核电站，从此解开了人类和平利用原子能的序幕。到1960年，有5个国家建成20座核电站，装机容量1279兆瓦（电）。由于核浓缩技术的发展，到1966年，原子能发电的成本已低于火力发电的成本。原子能发电真正迈入实用阶段。1978年全世界22个国家和地区正在运行的30兆瓦（电）以上的核电站反应堆已达200多座，总装机容量已达107776兆瓦（电）。80年代因化石能源短缺日益突出，原子能发电的进展更快。到1991年，全世界近30个国家和地区建成的核电机组为423套，总容量为3.275亿千瓦。截至目前世界上已有33个国家和地区有核电厂发电，发电量占世界总发电量的17%，其中有十几个国家超过了25%，在法国超过79%。我国目前有4个核电站11台机组在运行，正在建的有7个，还有4个正在筹建中。预计2020年我国核电运行机组数量将仅次于美国、法国、日本，世界排名第四。2035年我国运行机组数量将超过美国，更远远超过法国和日本[2]。

三、和平安全利用原子能：罗素——爱因斯坦宣言

　　有人把爱因斯坦叫做“原子弹之父”，因为他的公式E=MC2，奠定了原子弹的理论基础；因为他写信给罗斯福总统，开启了原子弹研究和制造的进程。

　　1955年2月中，爱因斯坦收到了英国著名哲学家罗素的信，告诉他由于制造核武器的竞赛，人类的前途实在令人担心，希望以爱因斯坦为首团结几个著名的科学家发表宣言避免毁灭人类的战争发生。广岛和长崎的悲剧已经使爱因斯坦深感痛心，禁止核武器，反对战争，成为爱因斯坦晚年思想活动、社会政治生活的中心，于是他积极主张和平利子能，并促成了“罗素——爱因斯坦宣言”的诞生[3]。

　　“罗素——爱因斯坦宣言”由罗素起草，1955年4月5日，罗素把他拟的宣言草稿寄给爱因斯坦，4月11日爱因斯坦在宣言上签了名。这篇宣言直到1955年7月9日才由罗素在伦敦公开发表。当时在宣言上签名的除了罗素和爱因斯坦外，还有美国的布立奇曼和缪勒、英国的泡威耳和罗特布拉特、法国的约里奥·居里、波兰的英费尔德、日本的汤川秀树、前联邦德国的麦克斯·玻恩、美国的泡林等12个人，其中除了英费尔德和罗特布拉特外，其余都是诺贝尔奖金获得者。其中宣言中指出：“有鉴于在未来的世界大战中核子武器肯定会被运用，而这类武器肯定会对人类的生存产生威胁，我们号召世界各政府公开宣布它们的目的……我们号召，解决它们之间的任何争执都应该用和平手段”。

　　自原子能被人类利用以来，在全球出现了一些安全事故。1978 年美国三里岛核电站反应堆出现了人为的失水事故。1986 年 4 月 26 日，前苏联切尔诺贝利核电站，发生了反应堆问世以来人类核电史上最严重的事故。2011 年 3 月 11 日 ，北纬 38.1 度，东经142.6 的日本海域，发生了人类有观测记录以来最大规模的地震，此次地震造成了福岛第一、二、三、四核电机组发生爆炸，核泄漏严重，这就为原子能的安全运用提出了更高的要求。日本福岛核泄漏发生后，欧盟负责能源事务的委员京特·奥廷格在布鲁塞尔召集各成员国能源部长及相关业界代表举行紧急会议评估日本核泄漏造成的危害程度，如有必要欧盟将采取预防性措施，对未来的能源政策进行调整。美国总统奥巴马和能源部长朱棣文发表讲话表示：美国将从日本发生的核泄漏事故中汲取教训，进一步完善本国的核工业。俄罗斯总统普京指示：对俄罗斯境内的核设施进行全面检查。 　　目前，全世界对核电安全提出了更高的要求，专家认为：核电厂主要应采取以下安全措施：第一、精心设计，精心施工，确保核电站的设备精良。有严格的质量保证系统，建立周密的程序，严格的制度和必要的监督，加强对核电站工作人员的教育和培训，使人人关心安全，人人注意安全，防止发生故障。第二、加强运行管理和监督，及时正确处理不正常情况，排除故障。第三、设计多层次的安全系统和保护系统，防止设备故障和人为差错酿成事故。第四、启用核电站安全系统，加强事故中的电站管理，防止事故扩大。第五、厂内外统筹计划，努力减轻事故对居民的影响。同时核电站废物处理也要严格遵照国家标准，核电厂的三废治理设施与主体工程同时设计，同时施工，同时投产，其原则是尽量回收，把排量减至最小。核电厂的固体废物完全不向环境排放，放射性液体转化为固体也不排放，像工作人员淋浴水、洗涤水之类的低放射性废水经过处理、检测合格后排放；气体废物经过滞留衰变和吸附过滤后向空中排放。实际排放的放射性物质的量远低于标准规定的允许值。

四、原子能利用的前景

　　原子能是人类最具希望的未来能源。目前人们开发原子能的途径有两条：一是重元素的裂变，如铀的裂变；二是轻元素的聚变，如氘、氚、锂等。重元素的裂变技术，己得到实际性的应用；而轻元素聚变技术，也正在积极研制之中。可不论是重元素铀，还是轻元素氘、氚，在海水中都有相当巨大的储藏量。铀是高能量的核燃料，1千克铀可供利用的能量相当于燃烧2250吨优质煤。然而陆地上铀的储藏量并不丰富，且分布极不均匀。只有少数国家拥有有限的铀矿，全世界较适于开采的只有100万吨，加上低品位铀矿及其副产铀化物，总量也不超过500万吨，按目前的消耗量，只够开采几十年。而在巨大的海水水体中，却含有丰富的铀矿资源。据估计，海水中溶解的铀的数量可达45亿吨，相当于陆地总储量的几千倍。如果能将海水中的铀全部提取出来，所含的裂变能可保证人类几万年的能源需要。现在海水提铀已从基础研究转向开发应用研究的阶段。日本已建成年产10千克铀的中试工厂，一些沿海国家也计划建造百吨级甚至千吨级工业规模的海水提铀厂。 原子能有裂变能和聚变能，核聚变发电的前景更广阔，核聚变所用的燃料氘每升海水中含有 0.03克。这0.03克氘聚变时释放出采的能量相当于300升汽油燃烧的能量。海水的总体积为13.7亿立方公里，共含有几亿亿公斤的氘。这些氘的聚变所释放出的能量，足以保证人类上百亿年的能源消耗。而且氘的提取方法简便，成本较低，核聚变堆的运行也是十分安全的。因此核燃料从海水中提取，取之不尽，用之不竭，到核聚变反应堆在全世界普及时，人类就相当于掌握了一个新太阳，但旷日持久，人类大概仍需努力半个世纪，到那时，人类的能源问题将得到根本解决！