

内 容 提 要

学校编码: 10384

分类号: _____ 密级: _____

学 号: 9915129

UDC: _____

学 位 论 文

21 世纪初期广东核电的发展

——财务和战略角度比较分析

**Development of Guangdong Nuclear Power in the
Earlier 21st Century: Economy and Stratagem
Comparative Analysis**

李 川 宝

指导教师姓名: 翁 君 奕 教 授

申请学位级别: 硕 士

专 业 名 称 : 工 商 管 理 (MBA)

论文提交日期: 2002 年 2 月

论文答辩日期: 2002 年 3 月

学位授予单位: 厦 门 大 学

学位授予日期: 2002 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2002 年 月

21
世
纪
初
期
广
东
核
电
的
发
展

李
川
宝

指
导
教
师
：
翁
君
奕
教
授

内 容 提 要

广东从全省经济可持续发展,利用有利时机实施能源结构特别是电源结构调整,确保能源有效供应及从环境保护要求出发,迫切需要加快发展核电,使之成为 21 世纪稳定、可靠、洁净的能源。核电作为一种新型能源,不但能解决广东省一次能源资源贫乏的问题,同时也为优化广东省能源结构及解决环境污染问题提供了有效途径。

本文首先从核电的发展历史和广东电力发展过程中存在的问题论述了发展核电的必要性。然后以已投入商业运行的广东大亚湾核电站和在建的岭澳核电站为参考,分别从财务和战略两个角度对核电、煤电、气电等电力资源进行比较。最后提出了广东核电的发展战略以及实现核电可持续发展的对策和措施。

在经济性分析过程中,将从电价、发电成本、对环境保护的影响等三方面论述广东核电的经济性。首先对煤电、气电、核电的电价和成本影响因素进行了分析,并得出当负荷因子大于 80%时核电具有市场竞争力;然后对上述各种发电方式对环境保护的影响进行了分析;最后通过盈亏平衡分析对未来核电发展的可能性进行了验证。在战略分析过程中,将采用 SWOT 分析工具对煤电、气电、核电分别从优势、劣势、机会和威胁对各自的发展前景进行阐述,并提出了相应的政策性建议。文章的最后在对国内外环境变化以及我国电力体制改革分析的基础之上,根据对广东未来电力供应市场的分析与预测,提出了核电发展战略以及实现核电可持续发展的措施和对策。

发展核电必须以市场为导向,核电是否比其他燃料的电源在经济上更有竞争力,以及核电在电力结构中的作用,决定了核电的未来发展方向。核电的容量标准化、规模化、国产化、自主化以及提高电站的运行水平是核电提高市场竞争能力的必要手段。

关键词: 广东; 核电; 发展战略。

Keywords: Guangdong; Nuclear Power; Development Stratagem.

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 选题背景及意义	1
第二节 研究方法和思路	3
第二章 核电发展历史和趋势	5
第一节 核电发展历史回顾	5
第二节 广东核电现状分析	8
第三节 未来核电发展的基本趋势	11
第三章 核电综合经济性比较	11
第一节 国内常用的技术经济分析方法	12
第二节 从电价的角度比较核电、煤电、气电的经济性	14
第三节 从发电成本的角度比较核电、煤电、气电的经济性	25
第四节 不同电源对环境的影响分析	27
第五节 水电及“西电东送”综合分析	30
第六节 核电盈亏平衡分析	32
第四章 核电、煤电、气电的发展战略分析	35
第一节 广东核电发展 SWOT 分析	35
第二节 煤电优势、劣势、机会和威胁分析	39
第三节 气电优势、劣势、机会和威胁分析	42
第四节 发展煤电、气电、核电所需要的政策	46
第五章 广东核电的发展战略	49
第一节 外部环境的变化	49
第二节 广东经济发展概况及电力需求预测	51

目 录

第三节 广东核电的发展战略.....	53
第六章 实现广东核电可持续发展的对策和措施.....	59
第一节 提高核电竞争性的对策和措施.....	59
第二节 发展核电的战略性建议.....	65
主要参考文献.....	68
致 谢.....	69

第一章 绪 论

本章在对广东省电力建设中存在的问题进行初步分析的基础上,介绍论文的选题背景和研究方法。

第一节 选题背景及意义

广东省是我国率先进行改革开放的省份之一。改革开放十几年来,全省社会经济取得了持续高速发展,经济实力显著增强。经济的高速发展,同时促使支持经济发展的能源消耗也高速增长。例如广东省“八五”期间能源消费年平均增长 12.6%,社会用电量年均增长为 17%,但广东省却是一个能源资源贫乏的省份,省内煤炭、油页岩、石油(含天然气)以及水能等一次常规能源资源储量约为 50 亿吨标准煤,人均资源占有量仅 48 吨,只及全国平均值的 5%^[11]。能源的分布及结构的不合理,使广东在 20 世纪 80 年代以前,电力供应一直处于紧张状况,生产企业每周开三停四,严重制约了经济发展。进入 20 世纪 90 年代,由于打破了传统的独家办电的局面,按照以“省为实体”的发展方针,建立起了新的办电机制,同时核电的引入打破了原有水电、煤电简单电力结构格局形式,广东电力工业进入了快速发展阶段,为广东经济的发展暂时解决了困难。

尽管广东电力建设已取得了令人瞩目的成就,但同时我们也要清楚地认识到在此高速发展中存在的问题。

一、电源结构不合理突出

在一个大的电力系统中,电源的多元化有利于保证长期、稳定的电力供应,同时也有利于提高电力系统的经济性。而当前广东电力系统存在很明显的电源结构不合理问题。这主要表现在:一是小型机组比重过大,至 1999

年底,全省装机容量为 3031 万千瓦,其中单机容量在 30 万千瓦以上的大中型机组为 1168 万千瓦,只占广东整个电力系统总装机的 38.5%,5 万千瓦以下的机组为 1165 万千瓦,占总装机的 38.4%;二是火电机组比重过高,占总装机的 77% (世界能源组合中煤电比例为 38%),水电占总装机的 13%,其它电能只占总装机的 10%^[14]。小机组比重大,电源结构的不合理,造成了发电成本高 (目前广东省电价为全国之首,平均 0.8-1.0 元/千瓦时,为内地电价两倍以上)、供电保证率低 (小机组供电缺乏稳定性)、污染环境 (火电比重过大)、以及缺乏电网调峰能力 (单一电力结构的危险)。

而近几年国家为了避免重复建设,对大电厂的审批严格控制,造成地方和企业违规建设的小火电厂大量增加 (小电厂建设由各省计划部门审批),从而引起大型电源项目建设跟不上经济发展的电力需求,电源结构更加不合理。

二、能源自给率低

在广东经济飞速发展的同时,一次能源的消费也快速增长,年均增幅 21%,主要为煤炭、原油等显著增加。但由于广东一次能源匮乏,一次能源生产自 90 年代起进入微增长或负长阶段,1995、1996 和 1997 年广东省原煤生产仅占到当年煤炭消费量的 21.6%、18.9%和 16.8%,从而导致广东一次能源的 80%以上基本依靠外省和进口,并且外购能源比例逐步增大。1990 年自给率为 25%、1995 年为 19%、1996 年为 17%,2000 年则进一步下降到 10%^[11]。

三、电力体制改革滞后

广东电力体制的主要问题是政企不分、厂网不分、权力与利益一体,缺乏竞争性、公开性与公正性。其中“省为实体”的发展方针,在 20 世纪 80 年代为解决全国范围内严重缺电起到过重大作用,但在电力供需平衡后,却导致各省以邻为壑,成为阻碍市场竞争和跨省资源优化配置的主要原因。

四、电力污染（环境）治理滞后

环保法严重滞后，国家至今仍没有形成对火电厂污染物排放的有效控制方式。而电力结构的不合理造成了珠江三角洲地区大气环境污染非常严重，如大气污染、酸雨和固体废物污染等。据有关资料，1997 年广东省酸雨频率高达 51.7%，由此造成的经济损失近 40 亿元，严重威胁着广东社会经济的可持续发展^[13]。

核电作为清洁能源的一大生力军，将会在广东电力的发展过程中起到非常重要的作用。1994 年首先在广东省建成投产目前中国最大装机容量的商用核电站（大亚湾核电站），使广东省的电源结构实现了历史性的突破。另外，核电作为一种新型能源，不但能解决广东省一次能源匮乏的问题，同时也为优化广东省的能源结构及解决环境污染问题提供了有效途径。但随着国际核电发展的趋势逐渐变缓，以及核电自身的一些特点，如核电的建造成本过高、建造期过长、核电站事故在世界上的不良影响等，许多学者对核电发展，即核电的经济性问题提出了质疑。

因此，如何使核电在电力供应中具有竞争性？核电在电力供应体系中存在哪些优势和劣势？如何确立核电在广东省能源供应结构中的地位？就成为我们必须探讨的问题。本文主要就核电在广东的社会综合经济效应进行分析，探讨核电在广东经济、能源发展过程中的重要作用，并同时通过本文的分析为广东核电的持续发展提供参考。

第二节 研究方法和思路

本文采取理论和实践、定性和定量相结合的分析方法，分别从财务和战略的角度对广东核电的发展进行综合分析。

首先，对世界核电和我国核电的发展历史进行了回顾，并提出了未来核电的发展趋势。然后在第三章采用定量的方式，从电价的影响因素、

发电成本、对环境的影响等三方面与煤电、气电进行了比较，综合分析了核电的经济性和竞争性；在第四章采用定性的方式，分析了广东核电的发展所面临的实际情况；最后采用定性的方式，提出了广东核电的发展战略和实现广东核电可持续发展的措施和方法。

其中在对电价和发电成本的分析过程中，运用有关公式定量地分析了煤电、油电、气电三种电力能源在不同条件下的电价水平，并对其中部分因素进行了敏感性分析；环境保护方面，则采用定性与定量相结合的方式，对以上三种能源在燃料链中的贡献分别进行了说明；对水电和“西电东送”的综合分析采用了定性的方式，并对其发展情况、供电可靠性和对广东电力供应的影响进行了阐述。

在对不同电源发展战略的分析过程中，运用目前战略分析通用的SWOT工具定性地分析了核电、煤电、气电三种电力能源的优势与劣势、发展机会和存在的威胁，并对其各自的发展方向和所需要的支持性政策提出了建议。

在提出广东核电的发展战略和实现核电可持续发展的措施和方法的过程中，主要采用理论联系实际的方法，根据大亚湾核电站的运营经验，岭澳核电站工程建设以及国际上各种成功的发展经验，提出了切实可行的发展战略和具体的建议措施。

第二章 核电发展历史和趋势

本章主要介绍世界和我国核电的发展历程，同时对广东核电的生产形式、建设情况和发展规划进行了阐述，在本章最后提出了未来核电的发展趋势。

第一节 核电发展历史回顾

一、世界核电发展状况

20 世纪科学技术最伟大的成就之一，就是人类开始了对核能的和平利用。目前和平利用核能已经成为各国矢志不渝的追求，核电的发展不仅是一个国家电力战略发展的要求，同时它还有效地解决了能源供求问题。核电自发展以来，经过了从起步、快速发展、发展萎缩到“核电复兴”四个阶段。

自 1954 年建成世界上第一座核电站后，世界进入核电发展初期。这一时期发展核电站的主要目的是为了做核能发电工业试验，但由于堆型设计不够完善、单堆功率低、安全设施复杂，使核电站的发电成本普遍高于煤电站数倍。进入六十年代，由于采用了寻找最佳堆型、大幅度提高单堆功率、改进保守设计、取消不必要的安全设施等技术措施，使核电成本下降很快。例如美国 1961 年建成的第一座商用核电站，虽然规模较大，但基建费用却不多，发电成本与当时的煤电持平，初步显示了核电的优越性。

1973 年和 1978 年世界两次石油危机促使西方工业化国家开始注重节约能源和寻找石油的替代能源，加快了核电的发展速度，出现了从七十年代到八十年代初核电建设的高潮。1983 年已有 317 台核电机组投入运行，总装机容量达 191GW，核电发电量占世界发电总量的 12%。由于核电技术日趋成熟，使该时期各国核电站的发电成本低于燃煤电站。

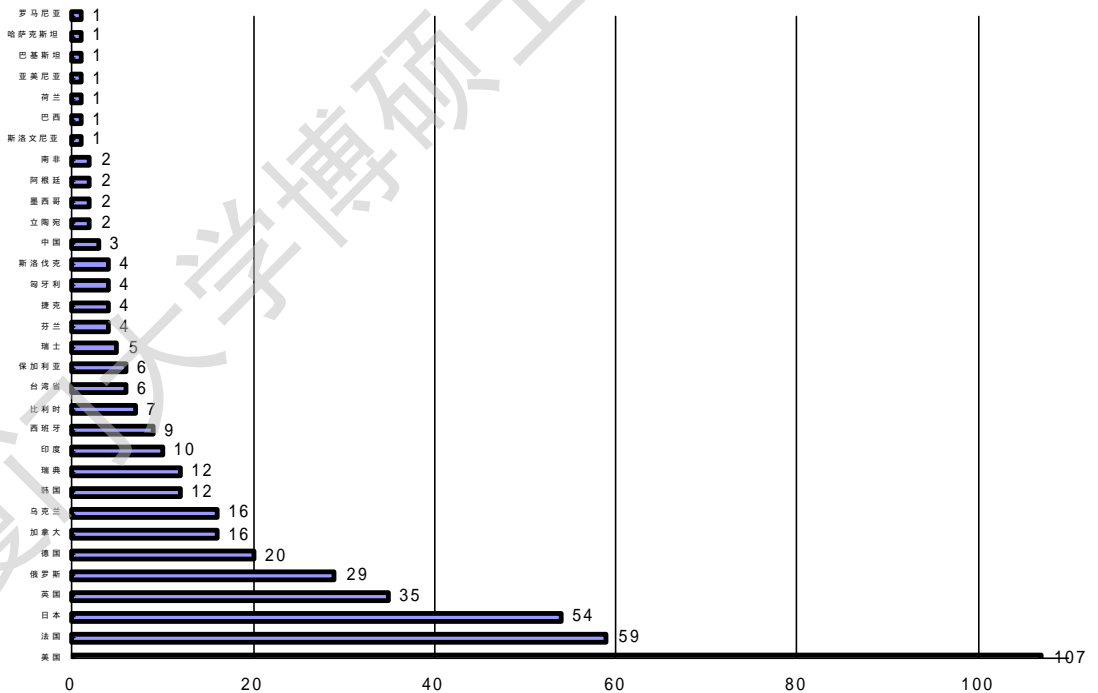
但核电的发展并非一帆风顺，八十年代以来世界核电的发展速度减慢，各工业发达国家纷纷削减其核电发展计划，1983 年底在建机组数为 209 台，1997 年已下降到 36 台。1990 年到 1997 年核电装机容量的年均增长率仅为 0.56%^[19]。其主要原因有三：一是：这一时期西方工业发达国家的经济增长缓慢，节能、节电取得成效，使电力需求下降；二是：自从美国三哩岛核电

站事故和前苏联切尔诺贝利核电站事故发生后，政府在审批核电站时，对其安全性能要求不断提高，日益严格的规程，使得项目的设计更复杂，审批时间加长，建造周期加长，相应的投资增大，发电成本上升，削弱了核电在电源建设中的竞争能力；三是：公众对核安全和核废料处理问题持不信任态度，反核势力的存在阻碍了核电的发展。

进入二十一世纪，由于技术改造、电站延寿和新一代投资低、出力大的机组出现，大大降低了成本，提高了核电的经济性，再加上环保的原因，2001年由美国推动，在国际核电界出现了“核电复兴”的热潮。

核电在发展过程中尽管受到一定的挫折，但截止 1997 年底，世界 32 个国家及地区有 437 座（堆）核电站在运行，装机容量为 351795MWe。同年核发电量占世界发电总量的 17%。已有 18 个国家和地区核发电量占发电总量的比例超过 20%。核电与水电、火电一起成为世界电源的三大支柱^[19]。

图 2 - 1 1997 年世界已运行核电机组数



资料来源： Peter Mounfield: "world nuclear power" ,1998

二. 我国核电发展状况

1966 年，我国第一座军用核反应堆建成，后经过 25 年艰苦卓绝的努力，

在被封闭的状态下，按照“自主设计、自主制造、自主建设、自主营运”的方针，我国于1994年独立设计并建设完成了第一座30万千瓦的秦山核电站。它是我国自行设计和建造的第一座原型堆电站，结束了中国大陆无核电的历史。同时按照“以我为主、中外合作、引进技术、推进国产化”的改革开放方针，通过引进外资和设备，同年在广东省深圳市建成了我国第一座百万千瓦级大型压水堆商用核电站——大亚湾核电站。目前在建的核电站有秦山二期（2x600MW）、秦山三期（2x700MW）、岭澳核电站（2x1000MW）、江苏田湾核电站（2x1000MW）。

广东核电的发展就是大亚湾核电站的发展及延续。大亚湾核电站为装机容量 $2 \times 984 \text{ Mw}$ 的两台压水堆核电机组，年发电能力为150亿kWh左右，隶属广东核电合营有限公司，成立于1985年，由广东核电投资有限公司与香港核电投资有限公司共同投资组成，并负责大亚湾核电站的建设和运营。整个电站的设备分别由法国和英国进口，电厂的设计、建造、安装和调试等均由外方主承包。电站总投资40.72亿美元，除去4亿美元资本金外，其余均通过中国银行从国外筹措，按照售电协议，所发电力分送广东和香港地区。广东大亚湾核电站于1987年正式开工，1994年投入商业运行。

岭澳核电站是继大亚湾核电站投产后，本着国家“以核养核、滚动发展”的方针，在广东兴建的第二座大型商用核电站，岭澳核电站规划建设4台百万千瓦级的压水堆发电机组，首期建设两台，采用大亚湾核电站技术翻版加改进方案。主设备与大亚湾核电站一样采用法国FRA公司及ALSTOME公司的产品，项目管理模式由大亚湾核电站以外方为主的模式转为以我方为主，建设、调试、生产、部分设计、设备制造实现了自主化。

中国核电工业目前属于幼稚产业，还需国家扶持。11台在建和建成的核电机组中，绝大多数是成套的技术引进，核电设备制造还未实现国产化，

整体正处于引进技术和对技术的消化吸收阶段。

第二节 广东核电现状分析

本节从广东核电的安全生产、工程建设和发展规划介绍它的现状。

一、生产形式

目前运营的大亚湾核电站两台机组自 1994 年投入商业运行以来，不断地提高生产运行管理水平，减少机组非计划停堆、停机次数，机组可用率稳步提高。在广东和香港两大电网的大力支持下，电站负荷因子不断提高，上网电量逐步增加，电价不断下降。综合竞争力与美国同行比较，名列第七名，运行管理已经步入世界核电先进行列。2001 年全年上网电量达 143.7 亿度，机组能力因子和负荷因子分别为 87.04% 和 85.05%，累计一次安全运行超过 1000 天。对照 WANO 公布的世界各核电站运行指标，大亚湾核电站的安全运行水平保持国际先进水平。

从 1994 年到 2001 年底，8 年的时间内，共累计上网电量 983.7 亿千瓦时，发电总收入 60.37 亿美元，已归还贷款付息 40.7 亿美元（总投资 40.72 亿美元，其中资本金 4 亿美元，总贷款 36.72 亿美元），原计划在 15 内还完贷款，还贷期间不赢利，现还贷不仅比原计划大为提前，已累积还贷 81%，还在还贷期间创造了可观的利润（广东核电集团 2000 年总收入 70.63 亿元人民币，利润 25.75 亿元人民币）。

表 2-1 大亚湾核电站运行业绩

	上网电量	负荷因	上网电价	发电总收	出口创汇	已还贷付
--	------	-----	------	------	------	------

	(亿度)	子(%)	(美分/度)	入(亿美元)	(亿美元)	息(亿美元)
1994	107.6	73	5.60	6.03	4.03	3.1
1995	100.6	62	6.55	6.59	4.59	6.5
1996	115.3	70	6.40	7.38	4.73	6.6
1997	118.1	72	6.20	7.33	4.62	6.3
1998	123.1	75	5.92	7.29	4.49	5.8
1999	134.6	82	5.95	8.01	5.61	5.1
2000	140.6	85	5.99	8.42	5.90	4.3
2001	143.7	85	6.48	9.32	6.17	3.0
合计/平均	983.6	75.5	6.14	60.37	40.14	40.7

资料来源：《大亚湾核电站生产运行年鉴》，原子能出版社，2000年11月

大亚湾核电站用优良的运行业绩证明了“借贷建设、售电还钱”方案的可行性，利用外国人的资金、技术发展我们的核电事业，我们不仅将比预期（15年）短的多时间内还完贷款，实现合营双方逐年分红，而且还引进了先进的技术、管理经验，造就了一大批具有国际水平的核电建设人才，为后续广东核电的建设提供了良好的基石，这个意义更无法估量。

二、工程建设

岭澳核电站1995年9月国家批准可行性报告，同年10月签定国外主设备供应合同和贷款协议，1996年6月工程建设全面展开，1997年5月15日正式开工，一、二号机计划分别于2002年7月15日和2003年3月15日商业运行。

岭澳核电站以大亚湾核电站为参考电站，充分吸取了大亚湾核电站在工程建设、运行和检修中所积累的经验，在工程设计、项目管理、施工、生产准备的自主化和设备制造的国产化方面都大大地前进了一步。设计方面，除核岛、常规岛工艺设计和常规岛土建设计仍由外方负责外，我方承担了核岛土建及工程总体、前期工程和BOP（电站辅助设施）的工艺和土建设计；

项目管理方面，由大亚湾以外方为主，发展到岭澳核电站全部土建和绝大部分安装以中方为主，外国专家只聘请为顾问；调试和生产准备、运行人员培训也由大亚湾的以外方为主，发展到岭澳核电站全部由我方承担；设备制造方面，实现了核岛 11%，常规岛 23%，BOP50%的国产化，国产化设备占设备总价的 15%。国产化主要集中在技术含量高的一些设备，在转让技术的情况下由国内分包完成。从目前的情况看，在进度、质量及投资控制方面都好于大亚湾核电站同期水平。岭澳核电站建设的成功意味着“以核养核、滚动发展”方针的正确性，我们不仅实现了资金的滚动，还积累了大量的人才、全面的技术基础、完善的核电设施、丰富的建设经验。同时还为把广东核电真正发展成一个宏伟的事业铺下了坚实的基础。

三、项目规划

广东核电经过近 20 年的创业和发展，现在无论在资金筹措、物资资源和人力资源方面都已经具备了迎接新的挑战的条件。在广东省政府的支持下，中国广东核电集团从 1996 年起，积极开展了广三核的前期准备工作，并于 1998 年，以省政府的名义向国务院上报了立项申请。初步设想，在广东阳江一次规划 6 台百万千瓦级机组，通过吸取大亚湾核电站工程建设、生产运行和岭澳核电站建设的经验，加快设计、制造、工程建设的全面技术转让工作，组织国内相应部门的技术力量进行消化吸收。力争从第 3、4 台机组开始，实现设计、设备制造、材料供应、项目管理、建设施工和生产准备方面全面自主化。这样，通过 6 台机组按标准化、系统化和批量化原则作出全面安排，从而产生规模效应，再加上可利用大亚湾、岭澳核电站现有资源，在生产培训、运行、检修、备品备件采购、技术支持和人力统筹安排等方面充分发挥群堆管理效益，可望大大降低工程造价和生产成本，从而降低电价，提高核电的市场竞争能力。

第三节 未来核电发展的基本趋势

从中长期分析，影响电力系统发展战略的因素主要包括：经济状况、供电安全及对健康与环境的影响。近几年，传统类型的核电站由于在经济性上不具备优势，在对其它燃料电站的市场竞争中逐渐丧失优势。面对市场的巨大压力，核技术必须朝着更安全、更经济、更有效地利用核资源的方向发展。目前工业化发达国家及少数发展中国家，一方面不断进行新堆型的开发。另一方面通过对现有水冷堆进行改进研究，简化设计，实现更优秀的运行性能，更多地依靠非能动安全特性，使其经济性、供电安全性明显提高，最终形成新一代的核电站。新一代的核电站的研制和投入运行将使核电站在经济上更具备竞争能力。

展望世界核电前景，挑战与机遇并存。一方面，随着世界能源需求的增长，矿石燃料逐渐耗尽，世界气候变暖以及再生能源技术尚未成熟，核能的发展充满着机遇；另一方面电力工业改组，天然气联合循环发电的迅速发展以及政治因素（恐核心理、核扩散等）而面临着重大的挑战。但是目前世界最大的问题是环境和经济的持续发展问题。由于核能是一种安全、清洁、经济的能源，因此，其发展前景是良好的，预计 2020 年世界将迎来一个核电发展的新高潮。据国际原子能机构（IAEA）的专家预测，到 2000 年核电的装机容量将达到 370-379GW。下世纪初，新增核电的速度，每年略高于 10GW，2010 年核电的装机容量将达到 456-577GW，年均递增 2.1~4.3%^[22]。

第三章 核电综合经济性比较

进入八十年代，核电的发展由于其苛刻的建造、运行许可要求使其建造成本急剧上升，这样，高的电价成为制约核电发展的主要因素。于是各国开始致力研究不同电源的经济性。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库