

# 国家高技术研究发展计划（863 计划） 课题申请书

领域名称：资源环境技术

主题（重大专项）名称：环境污染防治技术

所属专题名称：固体废物处理处置及资源化技术与设备

课题名称：城市生活垃圾焚烧成套技术及设备

申请人：林其钊

申请人单位：中国科学技术大学

通讯地址：安徽省合肥市金寨路 96 号中国科学技术大学 13 系

邮 编：230026

联系电话：0551-3607299 传真：0551-3601684

电子邮箱：qlin@ustc.edu.cn

中华人民共和国科学技术部

二〇〇一年十月八日

## 填写要求

- 一、请严格按表中要求填写各项；
- 二、对于第一部分中的多选栏目，采用在所选项编号上划勾的方式确定；
- 三、申请书文本中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再出现同一词时可以使用缩写；
- 四、申请书文本采用 A4 幅面纸，可以自行以同样幅面纸复制，填写内容需打印填入，对于篇幅不够的栏目可自行加页；
- 五、专利查新结论及其他附件需与本申请书装订成一册，一并报送；
- 六、表中单位性质、所在地区和所属部门代码请查阅 863 计划网站 (<http://www.863.org.cn>):《863 计划课题信息有关代码对照表》。

## 一、 基本信息

课题 申请人 情况	姓名	林其钊		性别	01/ 男 02. 女	出生年月	58年4月		
	文化程度	01/ 研究生 02. 大本 03. 大专 04. 大专以下		职称	01/ 高级职称 02. 中级职称 03. 初级职称 04. 无职称				
	联系电话	0551-3607299		E-mail	qlin@ustc.edu.cn				
课题 申请 单位	名称	中国科学技术大学							
	通讯地址	安徽省合肥市金寨路96号, 中国科学技术大学13系					邮编	230026	
	单位性质	大专院校		代码	AB		参加单位总数	2	
	所在地区(省、自治区、直辖市、计划单列市)	安徽省			代码	340000			
	所属部门(国务院各部、委、局及其机构)	中国科学院			代码	173			
其它 主要联 合申请 单位	单位名称		参加形式		单位性质				
	科大创新股份有限公司		1. 合作 2. 协作 合作		(同上) 股份有限公司 BF				
课题活 动类型	01. 应用基础研究 02/ 应用技术开发 03. 试验发展 04. 软科学								
成果提 供形式	01/ 发明专利 02. 新产品(或农业新品种) 03. 新装置 04. 新材料 05. 新工艺(或新方法、新模式) 06. 计算机软件 07. 技术标准 08. 论文论著 09. 其它								
总经费概算		1600.00 万元							
拟申请 863 计划资助(万元)				1200.00					
其他经费来源 (万元) (请将提供经费方 出据的同意提供经 费的证明, 作为其 他附件附后。)	科技部其他科技计划资助								
	国家其他资助(包括部门匹配)								
	地方政府匹配								
	银行贷款								
	自有资金			400.00					
	其它资金								
	合 计			400.00					
预计完成年限	2005			申报日期	2001年10月8日				

## 二、课题组主要研究人员

序号	姓名	性别	出生年月	职务/ 职称	专业	为本课题工作 时间(人年)	在课题中职务(组长、副组长或 成员)及分担的任务	所在单位
1	林其钊	男	58.05	教授	工程热物理	3	组长, 技术方案实施	中国科学技术大学
2	程晓舫	男	57.05	教授	工程热物理	2	副组长, 污染控制	中国科学技术大学
3	陈义良	男	41.01	教授	工程热物理	2	成员, 实验研究	中国科学技术大学
4	吕益明	男	45.12	教授	工程热物理	2	成员, 实验设计	中国科学技术大学
5	过明道	男	39.04	教授	燃烧学	2	成员, 污染控制	中国科学技术大学
6	周建军	男	53.08	副教授	电子工程	2	成员, 微波加热装置	中国科学技术大学
7	朱祚金	男	62.12	副教授	能源工程	2	成员, 模拟实验	中国科学技术大学
8	朱霁平	男	73.05	讲师	电子工程	2	成员, 实验研究	中国科学技术大学
9	路长	男	75.04	助教	燃烧学	3	成员, 实验研究	中国科学技术大学
10	刘明候	男	66.07	副教授	能源工程	2	成员, 示范工程	中国科学技术大学
11	李斌	男	68.03	高工	能源工程	2	成员, 示范工程	科大创新股份有限公司
12	林海涛	男	69.05	高工	能源工程	2	成员, 示范工程	科大创新股份有限公司
合计:								26 人年

## 1. 课题组长、副组长资历情况(从事过的主要研究任务及所负责任和作用,研究成果和获发明专利情况,在国内外主要刊物上发表论文情况。)

### 课题组长:

林其钊,男,1958年5月生,中国科学技术大学热科学和能源工程系教授,博士生导师。1978年3月—1988年12月在大连理工大学动力系学习,1982年1月获学士学位,1984年12月获硕士学位,1988年12月获博士学位。

负责了国家自然科学基金项目,“森林火灾中地下火的阴燃特性研究”,制定具体研究内容和实施方案。进行了固体可燃物阴燃特性的研究,研究了可燃物腐沤程度对阴燃过程的影响、阴燃传播界限等、提出把阴燃燃烧方式装到“炉子中”用于生活垃圾焚烧的思想,得到中国科学技术大学创新公司以及安徽省计划委员会的支持。同时负责了国家“95”攻关项目,“生物防火林带阻火机理研究”;负责了原国家林业部项目,“森林防火投资效益分析”、“在中国使用两栖飞机扑救森林火灾的投资分析”等研究项目。主讲的研究生与本科生课程包括:《燃烧学》、《燃烧技术与污染控制》、《灾害燃烧》、《森林防火学》等。获1999年度,《上海贝尔教学奖》,二等奖。2000年度,安徽省第三届自然科学优秀论文奖,二等奖。

近年来完成专著两部,在《内燃机学报》、《燃烧科学与技术》、《林业科学》、《光电工程》、《计算力学学报》、《自然灾害学报》、《应用激光》、《自然科学进展》、《火灾科学》、《Fuel》等国内外学术期刊上发表学术论文40余篇。

### 主要论著目录如下:

- [1] 《林火概论》, 编著, 中国科学技术大学出版社, 2000年12月
- [2] “柴油机喷雾过程的相似模拟”, 燃烧科学与技术, 1999, 5(2): 141-145
- [3] “林火蔓延初期的增长模型与室内模拟实验研究”, 燃烧科学与技术, 2000, 6(3): 218-221
- [4] “上山火加速过程的模拟计算与实验研究”, 燃烧科学与技术, 2000, 6(4): 359-362
- [5] “关于林火管理经济学的研究与探讨”, 林业科学, 1998, 34(5): 89-95
- [6] “飞火过程的模拟计算”, 计算力学学报, 1999, 16(3): 302-306
- [7] “灾害燃烧及特点”, 火灾科学, 2000, 9(4): 19-24
- [8] “阴燃向有焰火转化的临界条件”, 火灾科学, 2000, 9(1): 13-20
- [9] “雷击引起的森林火灾的研究”, 火灾科学, 1999, 8(1): 15-21
- [10] “柴油机黑烟的形成机理与控制技术”, 安徽省首届科技论坛, 合肥, 2000年11月
- [11] “Kinetic Modeling of Thermal Degradation of Wood and Leaf in Air Atmosphere from Non-Isothermal TG Data”, Energy and Fuel, in press.
- [12] “Investigation and Discussion on Smoldering in the Fire”, China-Japan Joint Symposium on Study of Urban Fire Development in Great Earthquakes, Mitaka, Japan, 2000.3
- [13] “Thermogravimetric Analysis on Global Mass Loss Kinetics of Leaf, Bark, and Wood Pyrolysis in Air Atmosphere”, Fuel, in press.
- [14] “Thermogravimetric Analysis on Global Mass Loss Kinetics in Air of Masson Pine (Pinus Assoniana)”, Proceeding of 2000 China-Japan Joint Symposium on Green Science and Technology, pp295-304, China, 2000.

### 课题组副组长:

程晓舫,教授,博士生导师,1988年获大连理工大学博士学位。现任中国科学技术大学工程科学学院副院长,热科学和能源工程系系主任。在热辐射测量,在NO<sub>x</sub>与碳粒形成机理与污染控制等研究领域具有一定的造诣。主讲本科生与研究生课程包括:《对流传热与传质》、《火焰辐射》、《热物理量测量》等课程。主持和参加了多项国家或省部级研究项目。获国家教育部教学成果奖二等奖,中国科学院教学成果一等奖。获得省部级科技进步二等奖1项。发表学术论文30余篇,授权发明专利2项。

### 主要论文如下:

- 1.程晓舫等·三色三基色温度测量原理的研究·中国科学E辑·1997·27(4)·342-345
- 2.程晓舫等·CCD影像中高温目标的甄别·自然科学进展·2001·11(3)·293-299
- 3.程晓舫等·Principles for a video fire detection system·Fire Safety Journal·1999·33·57-69
- 4.程晓舫等·Discovering the high-temperature object through wideo monitor·Progress in natural science·1999·5(5)·347-352
- 5.程晓舫等·自由火焰影像发展的测量和分析·应用基础与工程科学学报·1998·6(4)·426-432
- 6.程晓舫等·火灾探测的原理和方法·中国安全科学·9(1)1998·24-29

### 三、课题情况

#### 1. 主要研究内容、拟解决的技术难点，以及预期达到的目标、主要技术指标和水平

##### 主要研究内容：

- 1) **生活垃圾热解过程与火焰传播界限。**通过测定热值、化学成分和元素分析，以及热重分析实验，研究在不同受热条件下生活垃圾的热解过程，生活垃圾的着火条件，火焰传播界限。建立城市垃圾焚烧过程中热解与燃烧过程的动力学模型。
- 2) **生活垃圾炉内加热技术研究。**主要研究炉内空间加热装置的加热机理与工程化实施。首先研究微波频率与加热效率的关系，把炉内微波加热的模拟装置的热效率提高到 60% 以上，对加热装置放大，在中试样机中应用，最终在示范过程中实现。
- 3) **生活垃圾焚烧炉的研究。**研究生活垃圾在焚烧炉内阴燃过程的受热、热解过程以及能量与质量传递过程。研究恶臭、SO<sub>x</sub> 等污染物的炉内净化机理与技术、炉内阴燃燃烧产物形成机理及组成，分析炉内温度、烟气停留时间、微波加热强度等运行参数与它们的关系。
- 4) **焚烧热解气体的能量利用技术研究。**城市垃圾焚烧炉的基本思想，是制造贫氧的逆向阴燃条件，使炉内生活垃圾中的有机成分部分燃烧，而大部分有机物则被热解、气化，形成具有一定热值的可燃气体，研究垃圾焚烧炉出口的可燃气体和现有可燃气体发电系统的匹配，有效利用这部分能量。
- 5) **尾气处理技术研究。**炉内净化，可以消除部分污染物（例如二恶英、SO<sub>x</sub>、恶臭等），但仍有一部分会进入可燃气体，焚烧炉产生的可燃气体的燃烧过程中也会产生一些污染成分，研究尾气后处理技术，使 NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、等污染物的最终排放达到国家标准。

##### 拟解决的技术难点：

- 1) 为解决生活垃圾热值低、不易燃烧，以及燃烧后传播困难的难题。通过提高微波加热强度解决垃圾阴燃传播困难、传播速度低的问题。
- 2) 研制炉内微波加热技术是本项目形成具有自主知识产权的城市垃圾焚烧系统的关键，也是本项目的难点之一。通过研究微波频率与生活垃圾加热效率之间的对应关系，提高加热效率。
- 3) 由于城市垃圾成分的复杂性，最终污染成分处理比较困难。采取炉内净化结合尾气处理技术，使污染排放达到国家标准。

##### 预期达到的目标：

研究开发城市生活垃圾焚烧成套技术及设备，并进行工程化示范。

##### 主要技术指标和水平：

生活垃圾焚烧后的排放烟气满足我国《生活垃圾焚烧污染控制标准 GWKB3—2000》；示范工程系统、完整，示范工程日焚烧垃圾量大于 150 吨；设备国产化率大于 95%，在技术性能方面达到国际同类水平；研究开发的生活垃圾焚烧系统中部分技术装备具有自主知识产权；至少取得 3 项受理国家发明专利。

#### 2. 预期可获得的发明专利等知识产权情况

##### 预期可获得的发明专利：

- 1) 城市垃圾焚烧过程中的炉内微波加热技术（正在申请国家发明专利）；
- 2) 无助燃燃料城市垃圾阴燃焚烧炉；
- 3) 炉内有害成分的净化技术；
- 4) 生活垃圾焚烧尾气净化技术。

##### 知识产权情况：

设计研制出具有独立知识产权的用于城市垃圾焚烧的实验室模拟系统和 中试系统，并完成示范工程，焚烧装置系统的国产化率达到 95% 以上。

### 3. 课题主要研究技术内容的国内外发展现状与趋势，国内现有技术基础，以及与课题有关的技术领域的国内外专利申请和授权情况（附有关专利查新结论）

#### 国内外发展现状与趋势：

目前国内外广泛采用的城市生活垃圾处理方式主要有三种，即卫生填埋、高温堆肥和焚烧。受经济发展水平、自然条件及传统习惯等因素的影响，国外对城市垃圾的处理一般是随国情而不同，往往一个国家中各地区也采用不同的处理方式，很难有统一的模式。但最终都是以无害化、资源化、减量化为处理目标。由于能源、土地资源日益紧张，采用焚烧处理生活垃圾，是目前世界各国广泛采用的城市垃圾处理技术。配备有热能回收与利用装置的垃圾焚烧处理系统，由于顺应了回收能源的要求，正逐渐上升为焚烧处理的主流。国外工业发达国家，特别是日本和西欧，普遍致力于推进垃圾焚烧技术的应用。国外焚烧技术的广泛应用，除得益于经济发达、投资能力强外，主要在于垃圾热值高，具有回收能源的潜力。同时其焚烧工艺和设备也比较成熟。世界上许多著名公司投入力量开发焚烧技术与设备，且主要设备与附属装置定型配套。目前国外工业发达国家主要致力于改进原有的各种焚烧装置及开发新型焚烧炉，使之朝着高效、节能、低造价、低污染的方向发展，自动化程度越来越高。

我国城市垃圾处理起步较晚，近几年各地根据实际情况，从对策和规划着手，对城市垃圾处理技术进行了有益的探索。杭州、常州、天津、北京、武汉等城市，在学习国外城市垃圾处理技术经验的基础上，自行设计了具有中国特色的垃圾机械化堆肥处理生产线；深圳、乐山等城市建设垃圾焚烧厂的成功，也为各城市应用焚烧技术提供了经验；沈阳、鞍山等城市对医院垃圾实行统一管理，集中焚烧，也走出了特种垃圾处理的新路。随着我国经济的发展和人民生活水平的提高，城市垃圾中可燃物、易燃物含量明显增加，热值显著增大，我国一些城市，特别是沿海经济发达地区等已具备了发展焚烧技术的基础。目前我国城市垃圾处理，提倡有条件的城市特别是沿海经济发达地区发展焚烧技术。

#### 国内现有技术基础：

近几年国内开始进行垃圾焚烧处理的基础和应用研究。清华大学、浙江大学、中国科学院工程热物理研究所、中国科学院广州能源研究所、中国科学技术大学等单位都相继开展了垃圾焚烧的基础与应用研究，取得了一定的进展。国内还开发了包括 NF 系列逆燃式、RF 系列热解式、HL 系列旋转式小型垃圾燃烧炉及一批医院垃圾专用焚烧炉，并建设了一批中小型城市简易焚烧厂（站）。1985 年，深圳引进日本三菱公司焚烧成套技术与装备，建成了我国第一座大型（300t/d）现代化垃圾焚烧发电一体化处理厂，为我国开展城市垃圾焚烧装置国产化工作打下了基础。

#### 国内外专利申请和授权情况（附有关专利查新结论）：

**检索工具：**“中国专利文摘数据库（1985 - 2001.3）”，“IBM Patent Server（1979 - 2001）”  
“Derwent Innovation Index（1975-2001）”。

#### 检索结果：

**国内：**未检索到任何相关专利。

**国外：**检索到相关专利共计 7 条，专利号分别为：W09910682-A1；WO9510735-A1；DE3807249-C；DE3606144-C；DE3151477-A；DE3023421-B；DE3505829-A。在垃圾焚烧和阴燃方面，检索到 6 项专利，主要是：采用阴燃区过滤和消除再循环废气中的碳氢，特别应用于轮胎的热解焚烧；利用阴燃过程产生可燃气体，加入空气，使其在燃烧器中燃烧；在经过粉碎的废物中加入碱土金属，然后使其进行阴燃，用来处理工业废料中的有害金属化合物；轴向燃气发生炉，阴燃区的作用主要是净化燃气；固体废料焚烧炉一阴燃气体再通过双层管加入空气进行二次燃烧。在垃圾焚烧、阴燃和污染控制方面，检索到 1 项专利，主要是利用阴燃技术控制污染排放。我们检索了利用微波技术预热，采用阴燃燃烧方式焚烧垃圾的方法，没有发现与本项目相关的专利技术。另外，我们还对微波加热技术进行检索，发现了微波加热技术作为密闭容器中的生物质热解的加热热源方面的国外专利技术。

**查新结论为：**国内外专利中未见与本课题相同的报道。

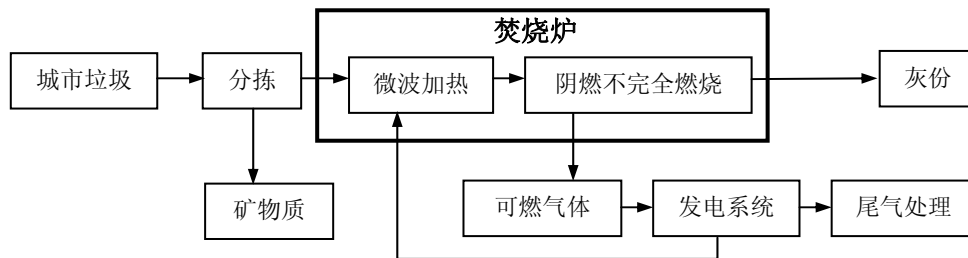
#### 4. 课题拟采取的研究方法（或技术路线、实施方案）及其可行性和风险分析

##### 技术路线:

首先对城市垃圾进行分拣（主要采用机械分拣法），剔除 90% 以上的不可燃矿物质。经过传送设备送入垃圾焚烧炉。垃圾焚烧炉采用上部进料、底部排灰、底部抽吸的方式。垃圾在焚烧炉中被微波加热（该技术正在申请国家专利），根据不同的含水率和垃圾成分确定加热强度与时间。在加热区底部是燃烧区，在燃烧区采用阴燃燃烧方式。采用贫氧燃烧，使阴燃产物成为可燃气体，贫氧条件可以由底部抽气速度决定。燃烧区温度可以由加热强度调整，通过调整阴燃区温度以及加入脱硫剂等，达到消除恶臭、二恶英以及  $\text{SO}_2$  排放的目的。

垃圾在焚烧炉中贫氧燃烧所产生的可燃气体，经过旋风除尘、净化后，采用目前成熟的燃气发电系统，进一步利用其能量进行发电，这部分电力可以作为焚烧炉内预热垃圾的能源，如果垃圾可燃成分多，含水率低，热值高，剩余的部分电力也可以并入电网。

经过二次燃烧的废气，其中包括的  $\text{NO}_x$ 、粉尘等污染物，经过尾气后处理技术被进一步净化，最后排入大气。整个城市垃圾焚烧系统如图所示。



##### 实施方案:

###### 垃圾焚烧炉以及微波加热系统:

采用顶部送料、底部排灰的下吸式焚烧炉。采用微波加热方式，作为城市垃圾脱水、干燥的辅助热源以替代目前垃圾焚烧普遍采用的助燃燃料。产生微波电能的 60% 可以转化为使生活垃圾升温的热能，不会产生因为助燃燃料引起新的污染物生成。微波加热的原理和普通家用微波炉类似，最高加热温度可以超过生物质的着火温度。在焚烧炉内完成恶臭、 $\text{SO}_x$ 、二恶英的净化。

###### 尾气处理:

利用现有技术进一步净化尾气，主要是脱硝、脱硫、除尘。

##### 可行性和风险分析:

###### 可行性分析:

我们在森林火灾地下火的阴燃特性研究中发现，逆向阴燃可以净化燃烧产物，阴燃传播过程需要的能量较少。目前普遍采用的垃圾焚烧方式，因为助燃燃料的加入，使本来相当复杂的垃圾焚烧的燃烧产物更加复杂。由于反向阴燃焚烧炉是使生活垃圾在炉内部分燃烧，加入助燃燃料也仅能利用其部分能量。因此寻找一种加热方式，仅仅获得热量，而不产生额外的污染物排放，微波加热技术为我们提供了这种可能。在炉内焚烧过程中，由于阴燃燃烧方式结合微波加热技术可以满足炉内烟气停留时间长和提高焚烧炉内最高温度的条件，容易实现对污染物的炉内净化。炉内阴燃燃烧产物的热值可以达到  $3800\text{kJ}/\text{Nm}^3$  以上，是一种比较理想的高品位能源。炉内阴燃过程产生的可燃气体，不但可以用来发电，经过进一步净化后，也可以作为其它燃烧设备的气体燃料。实验室研究结果表明，该垃圾焚烧系统是可行的。

###### 技术风险:

该项目的核心技术是炉内微波加热代替助燃燃料，燃烧过程采用阴燃方式。在炉内对主要污染物进行处理，方法简单可靠，具有目前各种垃圾焚烧炉所不具备的先进性。从试验结果看，各项指标均较为稳定。该技术将在国内外申请专利，短时间内被其它技术替代的可能性不大。



## 5. 预期研究成果应用转化的前景预测及分析(包括国内外应用或市场现状、潜在用户、市场前景及风险预测,经济效益和社会作用、影响分析等)

### 国内外应用或市场现状、潜在用户、市场前景:

目前,中国城市生活垃圾所造成的环境污染问题已十分严重,许多城市已不同程度地被垃圾问题所困扰,各级政府对此高度重视,并积极采取措施力争做到无害化处理城市生活垃圾。传统的垃圾填埋处理方式,不但会造成对大气、地下水、周边环境的严重污染,而且要占用大量土地。按国际上公认的城市垃圾处理三原则:“无害化、减量化、资源化”处理城市生活垃圾势在必行。由于环保对填埋的要求越来越严格,一次性投资越来越昂贵,所以填埋的比例将逐年减少。同时由于城市生活垃圾焚烧处理能较彻底消纳垃圾,余热可利用,并且不会产生二次污染。因此,垃圾焚烧将是今后城市生活垃圾处理的必然发展趋势。

中国城市生活垃圾处理的研究、开发工作着手较晚,产业化尚在起步阶段,因此一些发达国家的厂商在其政府支持下开始涉足中国市场。近年来,我国许多单位纷纷引进、生产各种各样的垃圾焚烧系统。由于中国城市垃圾与发达国家的城市生活垃圾有很大的区别,虽然发达国家技术比较成熟,但其设备和技术很难适应中国城市的低热值垃圾,通常要对设备进行改造或对垃圾进行预处理,且投资巨大,运行成本高,国内目前的经济能力难以承受。

目前我国许多城市在调研、规划,有的城市已开始招标,推广焚烧法处理城市生活垃圾。国家环保部门有关资料介绍日处理在50吨—300吨的城市生活垃圾处理成套设备的需求量近20年内将突破3000—3500台(套)。由于本项目是依据我国低热值垃圾进行设计的,适合中国国情,该项目中试后即可向社会推广。我国每年产生的1亿多吨生活垃圾,都可能是本项目的潜在用户。

### 风险预测:

实现城市生活垃圾焚烧处理“无害化、减量化、资源化”,是我国环保政策的方向,其产业化运作更是近期政府扶持的对象,因此该项目不存在宏观政策风险。但地方政府对垃圾处理产业的政策倾斜程度、生活垃圾处理费征收情况、财政有无补贴等可能存在一定程度的不确定性。

城市生活垃圾处理成套设备的需求量很大,而国内生产成套设备的厂家较少,主要竞争对手来自国外,但国外设备也存在投资大、设备适应性差的弱点。本项目是针对我国城市垃圾热值低的特点所研究的垃圾焚烧系统,具有投资少、技术先进、符合国情、稳定性好、易维护等优点。市场推广的障碍主要是:一方面由于环保意识与经济基础薄弱,许多城市对焚烧法处理垃圾认识不足,近期不愿意或无能力投资建厂;另一方面由于传统观念束缚和投资收益率低,民间投资对垃圾处理产业缺乏兴趣。这可能在近期对项目的市场推广有一定影响,但从长远看市场空间很大。

### 经济效益和社会作用、影响分析:

在我国城市中,每年用于垃圾处理的财政支出十分庞大,以北京市为例(主要采用掩埋法处理生活垃圾),每年处理垃圾费用的财政支出都以亿元计。目前我国每年的城市垃圾量已高达 $1.42 \times 10^8$ 吨,并以每年9%的速度增长。因此垃圾焚烧不但具有巨大的市场需求,也将会是一个具有广阔前景的朝阳产业。

掩埋法不但占用大量的土地资源,往往还会产生二次污染。焚烧法是彻底解决垃圾二次污染的有效途径。开发有效的垃圾焚烧技术,确保垃圾处理的安定化、资源化、无害化、减容化,将有利于解决当前我国城市日益严重的垃圾污染问题,有利于我国经济的可持续发展。随着我国经济的发展,采用焚烧法处理生活垃圾,是垃圾处理的必然趋势,最终会作为一种被普遍接受的垃圾处理方式。

焚烧法处理生活垃圾具有环保意义,是政府行为,目前世界各国都是政府进行投资对垃圾进行处理。在焚烧法处理垃圾的过程中,资源化部分也可以为企业带来一定的经济效益。对焚烧前的垃圾进行预处理,燃烧残余物也可以作为一种高效肥料,具有一定的经济价值。

理论计算表明,以生物质为主的生活垃圾,采用微波加热与反向阴燃垃圾焚烧炉焚烧垃圾,当垃圾含水率在100%时,系统可以不需要外部能源运行,而当垃圾含水率小于100%时,垃圾焚烧系统可有部分剩余电力向电网输送能量。

## 6. 课题现有工作基础与申请单位承诺提供的支撑条件,其他所需增添的支撑条件和主要仪器设备(说明用途)

### 现有工作基础:

我们针对森林枯枝落叶和腐殖质的阴燃问题,进行了大量的研究与探索。在热分析仪器上,对不同树种进行了树枝、树叶和树皮的热重分析实验,研究了不同环境氛围情况下的释热失重过程以及生物质热解过程的动力学机理。所得到的一些结论,对城市生活垃圾焚烧的研究具有一定的借鉴作用。

我们进行了将微波加热方法应用于炉内加热生活垃圾的模拟实验研究,发现这种加热方式更直接有效。由于我们是在焚烧炉内采用反向阴燃燃烧方式使生活垃圾部分燃烧,使大部分有机物热解,而采用加入助燃燃料的方法改进垃圾的焚烧条件时,燃料本身也会热解、能量不能得到利用。如果采用煤作为助燃燃料,还存在排灰量增加、SO<sub>x</sub>污染、粉尘排放等问题。因此采用微波加热比加入助燃燃料更适用于本项目的垃圾焚烧系统。

我们在垃圾焚烧研究方面,研制了垃圾焚烧模拟实验装置,实验发现,该装置能够对生活垃圾进行裂解、气化,产生的可燃气体热值可达 3800kJ/Nm<sup>3</sup> 以上,可以作为燃气被进一步利用,获得电能或直接燃烧得到热能。

在中国科学技术大学的支持与创新公司的协助下,我们完成了模拟装置的研制,正在争取将本项目推广到实际工程应用中。本项目已经作为安徽省省校合作项目,得到了安徽省地方政府的支持。

### 申请单位承诺提供的支撑条件:

中国科学技术大学是一所以理工类为主的综合性大学,有教授、副教授 1000 多人,具有多学科综合交叉的优势,在燃烧、工程热物理、化工、机械等研究领域有各方面人才。承担该项目的热科学和能源工程系主要从事工程热物理与燃烧学领域的教学与科研工作,在燃烧学、传热、传质学、流体力学、环境污染与防治等研究领域,有一支年富力强,创新进取的年轻的科研队伍。

科大创新股份有限公司,是由中国科学技术大学、中国科学院等离子体物理研究所、中国科学院智能机械研究所等单位共同创办的规范化的股份制公司,是国家认定的高新技术企业,并于 2000 年 5 月通过了科技部和中国科学院组织的双高认证。公司全部主营产品均通过了 ISO9001 国际质量体系认证。公司注册资金 1 亿元人民币,有员工 400 余人。

中国科学技术大学分析化学实验室可以为本项目提供各种仪器设备,用来分析排放气体的各种可能的污染物成分。中国科学技术大学结构分析中心实验室,可以承担本项目的城市生活垃圾的元素与成分分析等工作。

如果本项目能够得到 863 计划的支持,中国科学技术大学将在人员、资金、设备等方面提供保障,全方位支持课题组完成本项目。

### 其他所需增添的支撑条件:

气体成分在线分析仪器,测定 CO、HC、NO<sub>x</sub>、Sox 等,对阴燃燃烧产物和二次燃烧的排气成分进行在线分析。

### 主要仪器设备:

#### 1) STA490C 热分析仪

STA490C 热分析仪是由德国耐弛公司生产,本仪器主要用于城市垃圾的热重分析,研究垃圾在高温条件下的热解过程以及热解成分的析出过程。

#### 2) 气相色谱-质谱仪

主要用于分析焚烧炉出口处的可燃气体成分以及最终排放气体的成分,检测生活垃圾焚烧系统的排放。

#### 3) 生活垃圾焚烧模拟装置

采用反向阴燃的原理,生活垃圾从焚烧炉上部进入,燃烧区下方是排灰和可燃气体的出口,在燃烧区是上方安装微波加热装置。

## 7. 合作单位任务分工

### **中国科学技术大学热科学和能源工程系：**

- 1) 焚烧炉的研制，方案实施；
- 2) 焚烧炉出口燃气的利用，研究燃气发电系统与焚烧炉出口可燃气体的燃烧匹配技术，以及燃气发电系统的选型；
- 3) 负责系统集成，中试实验装置；
- 4) 垃圾焚烧尾气污染物的后处理技术研究，保证尾气排放达到国家标准。

### **科大创新股份有限公司：**

- 1) 参与系统集成技术研究，在中试设备研制过程中投入资金；
- 2) 落实示范工程的建设单位，负责工程实施、技术标准制定和示范工程的质量监督；
- 3) 为保障本项目的顺利实施，科大创新将提供配套资金，并进行市场化运作。

#### 四、审核意见

##### 1. 申请人所在单位意见

我校热科学和能源工程系在城市生活垃圾焚烧研究方面，进行了多年的研究与探索，有一支年富力强、创新进取的科学家队伍。

我校支持该项目的申报，如果能够得到 863 项目立项，我们保证全力协助项目组完成该项目。

中国科学技术大学

签 章

二 00 一年十月八日

##### 2. 联合申请单位意见

###### 联合申请单位（一）

我们将在人力、财力等方面，全力支持和参与该项目。

科大创新股份有限公司

签 章

二 00 一年十月八日

###### 联合申请单位（二）

签 章

二 00 年 月 日

###### 联合申请单位（三）

签 章

二 00 年 月 日

附件：有关专利查新结论

**查新结论为：**

国内外专利中未见与本课题相同的报道。

（详见附件 3）

## 其他附件

### 附件 1:

科大创新股份有限公司同意提供配套经费并参与本项目的证明。

### 附件 2:

安徽省发展计划委员会文件，计高计[2000]799号，“关于进一步开展省校合作推进高新技术产业化项目前期工作的通知”，第8项。

### 附件 3:

查新报告

