

中国工程院咨询研究报告

“不同发电能源温室气体排放关键问题研究”项目组

中国不同发电能源的 温室气体排放

中国原子能出版社

中国工程院咨询研究报告

中国不同发电能源的 温室气体排放

不同发电能源温室气体排放关键问题研究项目组 编著

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国不同发电能源的温室气体排放/不同发电能源
温室气体排放关键问题研究项目组编著. —北京:中国
原子能出版社,2015. 4

ISBN 978-7-5022-6593-9

I. ①中… II. ①不… III. ①发电-能源-有害气体-
大气扩散-污染防治-中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 076490 号

内 容 简 介

本书是中国工程院《不同发电能源温室气体排放关键问题研究》成果总结。通过充分调研和论证,获取了我国煤电、水电、核电、风电和太阳能光伏发电等不同发电能源的第一手科学数据,系统分析不同发电能源温室气体排放现状和存在的关键问题,在生命周期视角下客观评价了我国各种发电能源的温室气体归一化排放量,提出未来我国发电能源工程技术发展与减排温室气体的对策建议。

本书适合政府、能源企业和研究机构中管理人员、研究人员、大专院校相关专业师生,以及其他对我国能源和气候变化问题感兴趣的社会公众阅读。

中国不同发电能源的温室气体排放

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)
责任编辑 胡晓彤
责任校对 冯莲凤
责任印制 潘玉玲
印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司
经 销 全国新华书店
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 16.25
字 数 406 千字
版 次 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5022-6593-9 定 价 60.00 元

网址:<http://www.aep.com.cn> E-mail:atomep123@126.com
发行电话:010-68452845 版权所有 侵权必究

项目组名单

项目综合组成员

- 顾问:杜祥琬 中国工程院院士、中国工程院
组长:潘自强 中国工程院院士、中国核工业集团公司
副组长:倪维斗 中国工程院院士、清华大学热能系
陆佑楣 中国工程院院士、中国长江三峡集团公司
贺德馨 研究员、中国可再生能源学会风能专业委员会
赵颖 研究员、南开大学光电研究所
成员:周大地 研究员、国家发改委能源研究所
姜子英 副研究员、中国原子能科学研究院
李海英 高级工程师、中国水利水电科学研究院
刘广建 讲师、华北电力大学
侯国付 副研究员、南开大学光电研究所
马照东 工程师、北京鉴衡认证中心有限公司
麻林巍 副教授、清华大学热能系
马智杰 教授级高工、中国水利水电科学研究院
白建华 高级工程师、国网能源研究院

总报告执笔人:

姜子英、李海英、刘广建、麻林巍、侯国付、马照东、
贺德馨、潘自强

煤电课题组成员

- 组长:倪维斗 中国工程院院士、清华大学热能系
成员:刘广建 讲师、华北电力大学
薛亚丽 助理研究员、清华大学热能系
欧训民 助理研究员、清华大学核能与新能源技术研究院

麻林巍 副教授、清华大学热能系

李 政 教授、清华大学热能系

姜立雪 硕士研究生、清华大学热能系

执笔人:刘广建、麻林巍、李政

核电课题组成员

组 长:潘自强 中国工程院院士、中国核工业集团公司

成 员:姜子英 副研究员、中国原子能科学研究院

邢 江 审核员、通用标准技术服务有限公司

於 凡 助理研究员、中国原子能科学研究院

杨利荣 研究员、中国核电工程有限公司

刘森林 研究员、中国原子能科学研究院

焦志娟 助理研究员、中国原子能科学研究院

执笔人:姜子英、潘自强

水电课题组成员

组 长:陆佑楣 中国工程院院士、中国长江三峡集团公司

成 员:陈永柏 教授级高工、中国长江三峡集团公司

廖文根 教授级高工、水利部水利水电规划设计总院

李 翀 教授级高工、中国长江三峡集团公司

李海英 高级工程师、中国水利水电科学研究院

卢 佳 工程师、中国水利水电科学研究院

马智杰 教授级高工、中国水利水电科学研究院

靳甜甜 高级工程师、中国水利水电科学研究院

张永生 高级工程师、中国水利水电科学研究院

尚存良 工程师、中国长江三峡集团公司

陈文重 硕士研究生、中国水利水电科学研究院

任家盈 博士研究生、中国水利水电科学研究院
执笔人：李海英、卢佳、张永生、马智杰

风电课题组成员

组长：贺德馨 研究员、中国可再生能源学会风能专业委员会
成员：马照东 工程师、北京鉴衡认证中心有限公司
石 扬 工程师、中国船级社质量认证公司
邱桂杰 经理、中材科技风电叶片股份有限公司
王海珍 工程师、中材科技风电叶片股份有限公司
姚小芹 教授级高工、北京鉴衡认证中心有限公司
庞卓卉 总工程师、西安盾安电气有限公司
张燕红 主任、中国船级社质量认证公司
周伟忠 主任、华电福新能源股份有限公司
白建华 高级工程师、国网能源研究院
金艳鸣 高级工程师、国网能源研究院

执笔人：马照东、贺德馨

太阳能光伏课题组成员

组长：赵 颖 研究员、南开大学光电研究所
成员：孙鸿航 副处长、科技部高新技术发展及产业化司
侯国付 副研究员、南开大学光电研究所
张晓丹 副研究员、南开大学光电研究所
执笔人：侯国付

目 录

第一部分 不同发电能源的温室气体排放总报告

总摘要	3
第 1 章 概述	6
1.1 背景和意义	6
1.2 目标和内容	6
第 2 章 研究现状	8
2.1 国外研究现状	8
2.2 我国研究现状	10
第 3 章 研究方法	12
3.1 方法学确定	12
3.2 依据标准	12
3.3 计算方法	13
第 4 章 不同发电能源的温室气体排放	14
4.1 煤电	14
4.2 核电	17
4.3 水电	19
4.4 风电	22
4.5 太阳能光伏发电	23
4.6 不同发电能源的比较	26
4.7 未来电源结构及温室气体排放变化趋势	27
第 5 章 需要进一步研究的问题	29
5.1 风电、太阳能光伏发电并网对电网碳减排的影响	29
5.2 需要进一步研究的问题	31
第 6 章 结论和建议	34
6.1 加快发展非化石能源电力,努力降低煤电的比重,向低碳发电能源系统转变	34
6.2 加快产业链的技术升级,持续节能降耗	34
6.3 鼓励材料的再循环再利用,提高资源利用效率	36
6.4 注意能源开发过程中的植被碳汇保护	36
6.5 优化能源布局,引导低碳消费模式	36

第二部分 煤电的温室气体排放

摘要 41

第 1 章 国内外研究现状 43

 1.1 生命周期分析方法 43

 1.2 生命周期评价方法在煤电温室气体排放中的应用 45

 1.3 本文的背景及目的 48

第 2 章 煤电温室气体排放生命周期分析的目标、范围和关键数据 50

 2.1 研究目标 50

 2.2 系统边界 50

 2.3 温室气体种类 51

 2.4 关键数据选取 51

第 3 章 煤电链各环节数据收集 56

 3.1 煤炭开采和洗选 56

 3.2 煤炭运输 61

 3.3 燃煤电厂 63

 3.4 电力输配 64

第 4 章 LCA 排放清单及敏感性分析 66

 4.1 排放清单 66

 4.2 敏感性分析 68

第 5 章 总结和建议 73

 5.1 主要结论 73

 5.2 减排建议 74

 5.3 本研究的不足及下一步研究方向 75

第三部分 核电的温室气体排放

摘要 79

第 1 章 概述 81

 1.1 中国核电开发现状 81

 1.2 研究目标和内容 81

第 2 章 国内外研究现状 82

 2.1 国际研究现状 82

 2.2 我国研究现状 82

第 3 章 研究方法和边界条件 85

 3.1 研究方法 85

 3.2 依据标准 86

 3.3 计算方法 86

3.4 边界条件设定 86

第 4 章 核电链的温室气体排放估算 88

4.1 铀矿采冶 88

4.2 铀转化和铀浓缩 90

4.3 燃料元件制造 91

4.4 核电站 92

4.5 乏燃料后处理 94

4.6 废物处置 95

4.7 相关运输过程 96

4.8 核电链的总的温室气体排放量 96

4.9 影响因素分析 97

第 5 章 结果分析和讨论 99

5.1 核电是低碳的能源 99

5.2 核电链的温室气体排放仍有降低的空间 99

5.3 需要进一步研究的问题 100

第 6 章 结论和建议 101

6.1 主要结论 101

6.2 建议 101

第四部分 水电的温室气体排放

摘要 105

第 1 章 概述 108

1.1 背景和意义 108

1.2 目标和内容 109

第 2 章 研究现状 110

2.1 基于生命周期的碳排放评价方法 110

2.2 水电生命周期温室气体排放研究进展 111

2.3 水库温室气体释放与温室效应研究进展 114

第 3 章 研究方法 117

3.1 水电链生命周期温室气体排放计算 117

3.2 典型水电站水库的选取 117

3.3 水库水体 GHG 排放研究方法 120

3.4 监测时间 121

3.5 水库面积的计算 122

第 4 章 水电链生命周期与系统边界确定 126

4.1 水电的生命周期与系统边界 126

4.2 数据来源 127

4.3 排放因子 128

第 5 章 基于生命周期的典型水电工程碳排放研究 129

5.1 生命周期不同阶段的碳排放 129

5.2 全生命周期的碳排放 138

5.3 水电生命周期不同阶段温室气体排放的影响因素 139

5.4 水库水体温室气体排放特征及影响因素 141

第 6 章 结论与建议 148

6.1 主要研究结论 148

6.2 基于生命周期实现水电碳减排的相关建议 148

6.3 需要进一步研究的问题 149

第五部分 风电的温室气体排放

摘要 155

第 1 章 概述 157

第 2 章 国内外研究现状 158

2.1 国内外风电开发利用现状 158

2.2 国内外风电温室气体排放研究现状 162

第 3 章 风电温室气体排放量估算方法 164

3.1 估算标准 164

3.2 估算方法 164

3.3 功能单位 164

3.4 系统边界 165

第 4 章 风电温室气体排放量估算结果 167

4.1 叶片温室气体排放估算 167

4.2 轮毂和头锥温室气体排放估算 169

4.3 齿轮箱温室气体排放估算 170

4.4 发电机温室气体排放估算 172

4.5 塔架温室气体排放估算 173

4.6 基础温室气体排放估算 175

4.7 风电场温室气体排放估算 176

4.8 风电系统温室气体排放估算 179

第 5 章 数据可靠性分析 180

5.1 数据来源 180

5.2 不确定性分析 180

5.3 敏感性分析 183

第 6 章 结论和建议 185

6.1 主要结论 185

6.2 几点建议 185

第六部分 太阳能光伏发电的温室气体排放

摘要	189
第 1 章 概述	191
1.1 研究背景和意义	191
1.2 研究目标和内容	193
第 2 章 研究现状分析	195
2.1 国际研究现状	195
2.2 我国研究现状	197
第 3 章 研究方法	198
3.1 生命周期评价的涵义	198
3.2 生命周期评价方法框架体系	199
第 4 章 光伏发电生命周期内温室气体排放的计算分析	200
4.1 光伏发电全产业链的分析	200
4.2 光伏发电生命周期评价的边界	201
4.3 光伏发电生命周期内的能耗分析	203
4.4 光伏发电生命周期的发电量分析	205
4.5 光伏发电生命周期的温室气体排放当量分析	206
4.6 单晶硅太阳能电池并网光伏发电系统生产阶段的温室气体排放	210
4.7 计算结果及分析	212
第 5 章 研究中存在的不足及需要进一步研究的问题	214
5.1 调峰电站对温室气体排放的影响	214
5.2 其他污染物排放对环境的影响	214
第 6 章 结论和建议	215
6.1 主要研究结论	215
6.2 光伏发电减排温室气体关键问题、减排途径建议	215

附录 1 温室气体全球增暖潜势(GWP)

附录 2 温室气体排放因子

第 1 章 选取排放因子的原则	223
第 2 章 排放因子清单	224
第 3 章 排放因子取值的说明	225
3.1 燃料	225
3.2 钢铁	232
3.3 水泥	233
3.4 不锈钢/合金钢	234
3.5 其他材料	237
参考文献	238

第一部分

不同发电能源的 温室气体排放总报告

总 摘 要

我国温室气体排放总量已位居世界第一,能源需求还在继续增长,温室气体排放总量在一定时期内还将进一步增加。2014 年 11 月 12 日,中美两国共同发布“中美气候变化联合声明”,我国明确了到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日实现,并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20%左右。为了实现这一目标,研究分析现有能源系统排放现状是必要的。在整个能源中,发电能源排放温室气体总量超过 40%。不同发电能源排放温室气体的归一化排放量差异是很大的,研究分析温室气体的来源,比较不同能源链归一化排放量,对于制定能源发展政策和有效减小温室气体排放量是十分重要的。

我国发电能源温室气体排放的研究开始于 20 世纪 90 年代,但这些研究都是分散进行的,研究的方法不完全相同,所用的参数也不统一,难以客观、准确地比较不同发电能源排放的温室气体量。因此,有必要研究在统一的方法和参数下,不同发电能源温室气体的排放量。在生命周期视角下,发电能源的温室气体排放包括直接排放和间接排放两部分。直接排放指发电能源在能源开采、加工、运输和转化的全过程链中,因燃烧化石能源(或其他原因)所直接造成的温室气体排放,即运行过程的排放,是通常被计算到的部分,甚至一些研究只计算发电厂能源转换过程的直接排放。若只考虑发电厂能源转换过程的直接排放,核电、风电、太阳能光伏发电等均不产生温室气体排放,是所谓的“零排放”电站。而实际上,核燃料的开采、加工阶段也会消耗化石能源并产生温室气体排放,风机、光伏电池的制造过程也由于消耗化石能源产生温室气体排放。因此,生命周期视角下,首先应该考虑发电能源的全能源链过程,即包括从燃料开采、原材料加工、制造、运输、能源转换(发电),到废物处理和处置的全过程进行温室气体排放分析。其次也要考虑间接排放,间接排放是指全能源链过程中各种技术、设备,如风机、光伏电池、水坝、火电和核电站设备的制造、运输和退役所带来的温室气体排放,主要是原材料,如钢铁、水泥等的开采、运输、加工和回收消耗化石能源所造成的温室气体排放。也就是说,开展全生命周期分析,需要计算每一过程的物质流和能量流,即包括采矿、电厂、加工和处理设施、运输系统等运行中的直接排放,也需要计算包括能源链系统及相关基础设施所消耗的能源和原材料在其开采、加工制造和运输期间产生的间接排放。在此思想下,本研究对煤电、核电、水电、风电和太阳能光伏发电的能源链系统开展了大量的文献和现场调研,力争获取第一手、可靠的基础数据,计算不同发电能源的温室气体归一化生命周期排放因子。在计算排放因子时,统一采用经过调查研究后确定的我国 18 种燃料、材料的排放因子。

煤电链考虑了煤炭生产、煤炭运输、燃煤电站建造、运行和退役环节以及电力输配 4 个生命阶段中温室气体的排放。燃煤电站机组寿命取 30 年。计算得到基于 2009 年全国火电平均供电煤耗(344 gce/kWh)的煤电链全生命周期的总的温室气体排放为 1 072.4 g-CO_{2,eq}/kWh,其中前三个环节的排放值为 1 000.6 g-CO_{2,eq}/kWh。其中:煤炭开采和洗选环节的排放占总

排放量的 10.8% (其中, 煤层甲烷排放为 $69.8 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$, 占到 60.5%); 电厂运行阶段的排放占总排放量的 87%; 而材料消耗和运输距离对总温室气体排放量影响相对很小。煤电链的温室气体排放主要来自于煤炭燃烧, 因此与电站热效率有很强的相关性, 当采用超临界 (供电煤耗 300 gce/kWh) 和超超临界 (供电煤耗 280 gce/kWh) 发电技术时, 煤电链温室气体排放分别为 $941.4 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 和 $879 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 。

核电链考虑了铀矿采冶、铀转化、铀浓缩、元件制造、核能发电、乏燃料后处理和废物处置等 7 个阶段的温室气体排放。铀矿冶设施按 30 年设计为基准, 核电站的寿期按 60 年设定。温室气体归一化排放量为 $11.9 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 。其中, 核电站占 20%、核燃料循环前段 (铀矿采冶、铀转化、铀浓缩和元件制造) 占 32%、核燃料循环后段 (乏燃料后处理和废物处置) 占 48%。从温室气体排放的来源来看, 由材料引起的排放占 16%, 由能源消耗引起的排放占 84%。也就是说, 核电链的温室气体排放主要仍然取决于我国以煤为主的能源结构。材料引起的温室气体排放中, 水泥占 36%、碳钢占 31%、(工艺用) 煤占 24%、铜占 6%、不锈钢占 1.5%、铝占 1.1%。

水电链考虑了筑坝的建筑材料与机电设备生产、建筑材料与机电设备运输、电站土建工程建设与设备安装、电站运行与维护 4 个阶段的温室气体排放。水电工程机械设备使用寿命设定为 60 年, 各类型建筑物、坝体、渠道等技术使用寿命暂设定为 100 年 (从发电开始计算); 由于目前研究认为温带水库蓄水后 10 年内温室气体排放状况能回到自然河流水平, 因此, 运行阶段水库水体的温室气体排放仅考虑前 10 年排放。得到我国主要水电站的生命周期温室气体排放系数在 $0.90 \sim 10.12 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 之间。其中, 水电在土建工程建设阶段的碳排放所占的比例最大, 约为 70.2%; 运行与维护阶段的碳排放所占比例次之, 约为 23.4%; 建筑材料与机电设备生产阶段的碳排放所占的比例约为 4.3%; 而建筑材料和机电设备的运输阶段的排放所占比例约为 2.1%。

风电链考虑了风电机组组件制造、组件装配、机组总装、机组调试、机组运输、机组运行维护和机组报废回收等环节, 重点对风电机组制造和风电场建设 2 个生命周期阶段中的温室气体排放量进行评价。风电生命周期的时间边界取 20 年。得到风电链生命周期的温室气体归一化排放量为 $15.9 \sim 18.6 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 。其中, 风电机组制造阶段占 75% (主要来自塔架制造时的钢材消耗, 占 70% 左右), 风电场建设阶段占 25%。风电的温室气体排放与风能容量系数 (评估风电场年发电量优劣的指标) 相关, 风能容量系数高的风电场, 其单位排放量低。

以晶体硅太阳能电池光伏并网发电为例, 太阳能光伏发电链考虑了光伏电站的生产建设阶段、发电运行阶段、退役阶段和电力输配环节等阶段的温室气体排放。光伏发电的全生命周期按 25 年计算。根据光伏电站安装位置和安装方式的不同, 得到我国多晶硅太阳能电池光伏发电全生命周期温室气体排放量在 $56.3 \sim 79.1 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 之间, 单晶硅太阳能电池光伏发电全生命周期温室气体排放量在 $64.0 \sim 89.9 \text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$ 之间。其中, 从冶金硅到高纯颗粒多晶硅的提纯过程温室气体排放量占的比重最大, 超过 45%。而硅矿石的开采过程温室气体排放量比例不超过 0.2%, 运输过程的温室气体排放量比例不超过 1.0%。

通过对不同发电能源的温室气体排放的比较, 并同有关利益相关者的研讨交流, 总结提出我国发电能源减排温室气体的关键问题和对策建议: (1) 不断优化发电能源结构, 加快发展非化石能源电力, 努力降低煤电比重, 向低碳发电能源系统转变。对不同发电能源的温室

气体排放的比较可见,核电、水电和风电温室气体排放水平较低,比煤电低约 2 个数量级,太阳能光伏发电处于中间水平,即比煤电低 1 个数量级。与煤电相比,核电和可再生能源发电可减少排放约 $1\,000\text{ g-CO}_{2,\text{eq}}/\text{kWh}$,减少温室气体排放的潜力较大。因此,持续改善发电能源的结构,增加核电和可再生能源,对我国是十分必要的。(2)加快发电能源产业链的技术创新和技术升级,大力加强节能降耗。就煤电链而言,在煤炭开采过程中,加强煤层气的开发和利用,减少煤炭甲烷向大气的泄漏;在转化阶段,要在管好用好在役机组的同时,不断发展和应用更高蒸汽参数和效率的新技术。应在保障安全的前提下发展先进核电技术,不仅是先进反应堆技术,而是整个核电产业链的技术升级;应当重视开发先进后处理和高放废物处置技术。可再生能源将是一个需要长期坚持研发、创新技术、大力发展的发展领域。应当大力发展水电、风电、太阳能光伏发电,降低光伏产品等的能耗、优化布局以及相关电网系统等问题。钢铁、水泥、冶金等相关行业进一步节能降耗也能促进发电能源部门降低温室气体排放量。(3)鼓励材料的再循环再利用,提高资源利用效率。应积极推动能源产业发展循环经济,推广资源化、再循环、再利用的低碳环保技术。例如核设施退役或常规维护期间,污染设备的零散部件经去污后在核工业中有限制再循环再利用等。(4)注意能源开发过程中的植被碳汇保护。例如:加强蓄水前水库的清库工作,尽可能减少淹没有机质的数量;加强水库水环境管理,尽可能减少外源碳的输入;风电场建设占有土地量和植被恢复量等应有一定的法规进行约束等。(5)应结合地区经济发展,优化能源、电力布局,引导低碳电力生产和消费模式。大力发展光伏发电,尽快扩大国内市场;随着各地社会经济的进一步发展,尤其中西部地区社会经济的快速发展,资源、能源及环境问题的制约将愈发突出,应大力推进各地区形成结合地方实际情况的低碳电力生产和消费模式,并积极推进内陆核电站建设。

第1章 概述

1.1 背景和意义

全球气候变化已经成为人类迄今面临的最重大的生态环境问题之一,最主要的原因应是大气中以 CO_2 为主的温室气体浓度显著升高而引起“温室效应”,而温室气体浓度升高的主要原因是自工业革命以来,人类活动——尤其是由化石燃料的大量燃烧,所引起的人为温室气体排放。

我国的温室气体排放总量已经位居世界前列,这一方面与我国能源利用总量高有关系,另一方面,也与我国以煤为主的能源结构有关系。大量燃烧煤炭是我国能源利用造成的二氧化碳排放的主要来源。

电力工业是燃用煤炭最多的单一行业,约占每年消费的煤炭总量的一半左右。2011 年全国电力生产量 4.71 万亿 kWh,其中以煤电为主的火力发电占 81%,其余为水电 14.8%,核电 1.8%,风电 1.5%。目前电力工业排放的二氧化碳约占我国能源利用 CO_2 排放总量的 40% 以上。因此,电力工业未来将是我国大规模减少二氧化碳排放的重要行业,而促进发电能源部门的技术进步和结构优化,无疑是我国能源领域温室气体减排的重要着力点。

我国未来经济发展决定电力需求尚有较大发展空间。由于资源、环境、碳排放和地区条件等诸多的限制和约束,各种发电技术总体上仍处于整体动态发展、各种技术路线相互竞争的阶段。由于对各种发电能源技术路线的温室气体排放问题,仍缺乏足够的科学研究,尤其是缺乏在全生命周期视角下开展的对各种发电能源,包括一次能源、能源转化和能源储运等环节在内的温室气体排放进行客观评价和综合比较的研究,因此,针对不同发电能源技术的温室气体排放中若干关键科学问题开展研究,是十分必要的,包括:(1)在动态发展背景下,构建可对各种发电能源温室气体排放进行客观评价和综合比较的方法学;(2)获取符合我国国情条件下各种发电能源一些关键技术环节温室气体排放的科学数据;(3)分析低碳型发电能源技术发展的关键问题 and 对策建议。相关成果能够成为我国今后发电能源工程技术的相关重大决策中融入碳排放的约束指标,设计我国实现低碳发展的技术路线和实施策略,提供科学依据。此外,在对不同发电能源技术温室气体核算过程中每个分解步骤的核算方法以及全生命周期视角下比较不同发电技术在碳排放强度上的差异,对于我国未来建立温室气体排放统计核算体系和确定不同发电企业的碳排放配额也可以提供借鉴和参考。

1.2 目标和内容

本研究目标为通过不同发电能源温室气体排放关键问题的研究,得到我国煤电、核电、水电、风电、太阳能光伏发电等几种不同发电能源温室气体排放的基础数据,提出发电能源减排温室气体的技术对策建议。主要研究内容包括:(1)从一次能源到终端载体的整体技术