

广东省大规模碳捕集、利用与封存 (CCUS)项目立法和监管体系建设研究

2014 年 6 月 版本 供专家评论



中英（广东）CCUS 中心
UK-China (Guangdong) CCUS Centre



中英（广东）CCUS 中心

UK-China (Guangdong) CCUS Centre

2009年, 中国国务院提出2020年温室气体排放行动目标, 并在2010年把广东省列为低碳试点省份。英国能源与气候变化部与广东省发展改革委员会在广东省省长朱小丹的见证下于2013年9月在伦敦签订了推动低碳合作的联合声明, 以深化双方合作, 其中强调了开展碳捕集与封存 (CCS) 合作的重要性。2013年12月18日中英 (广东) 碳捕集, 利用与封存产业促进与学术交流中心, 即中英 (广东) CCUS中心正式成立。中心致力于推动大型CCUS项目的示范, 应对人类面临的温室气体排放的挑战, 为中国面对的雾霾、水污染的问题提供国际合作平台, 催化清洁化石能源技术产业化, 以及培养相关专业人才。

支持单位:



中心发起机构:



特别致谢

本报告由中英（广东）CCUS中心第三工作组（政策和融资）成员起草和修订，由英国驻广州领事馆和广东省发展和改革委员会共同支持。其中，政策分析和国际法分析由中科院广州能源所黄莹女士，廖翠萍教授，和何旋先生起草；中国法律和监管条例的回顾由爱丁堡大学梁希博士，Francisco Ascui博士，和江梦菲女士起草；深圳领先财纳公司Philip Curry先生进行了英语编辑，为报告结构进行了优化；非常感谢CCS咨询公司的Bill Senior先生，苏格兰CCS中心的Stuart Haszeldine教授，剑桥大学的David Reiner博士，国际能源署清洁煤中心Andrew Minchener博士和中科院南海海洋研究所的周蒂教授给予大量宝贵的修订建议。特别感谢叶碧涵女士协调报告排版和美工工作。

权利和免责声明

本报告提供独立的学术建议。在任何情况下，有关作者，中英（广东）CCUS中心，和资助机构不会为报告带来的任何损失或义务负责。任何个人或机构，在未取得中英（广东）CCUS中心同意的情况下，不能够复制，二次发表报告的全部或部分内容。

目录

摘 要	01
章节1 引言	03
1.1 报告简介	03
1.2 CCUS技术对CO ₂ 减排的贡献	03
1.3 CCUS技术	04
1.4 CCUS技术项目周期	05
1.5 欧盟的CCS监管体系	05
章节2 欧盟和英国的CCS监管制度和相关财政刺激政策回顾	07
2.1 欧盟的CCS监管体系	07
2.2 英国的CCS政策和监管体系	08
2.3 欧盟和英国的CCS财政激励政策	08
2.3.1 NER300计划	08
2.3.2 水平线 2020项目 (Horizon 2020)	09
2.3.3 英国的财政激励政策	09
2.4 与CCUS相关的国际公约	10
章节3 中国的法律制度背景以及与CCUS技术相关的法律法规	12
3.1 中国的法律制度框架	12
3.2 回顾与CCUS技术相关的法律法规和政策	13
章节4 中国与CCUS有关的法律法规	14
4.1 CO ₂ 的定义以及获得地表权和地下权	14
4.1.1 CO ₂ 的定义	14
4.1.2 获得地表权和地下权	15
4.1.3 离岸设备的退役	15
4.2 健康、安全 and 环境 (HSE) 法规	15
4.2.1 捕集环节的HSE法规	16
4.2.2 运输环节的HSE法规	16

4.2.3	封存环节的HSE法规	17
4.2.4	利用环节的HSE法规	17
4.3	CO ₂ 封存责任	18
4.4	监测	18
4.5	知识产权的转移和保护	18
4.6	激励政策	19
4.7	项目审批流程	20
章节5 讨论和政策建议		22
参考文献		27

摘要

中国的温室气体排放量占到（甚至超过）全球温室气体总排放量的四分之一。其中，化石燃料占到中国一次能源消费量的80%，且煤炭占了其中的三分之二。作为一种能有效降低化石燃料CO₂排放的技术，碳捕集、利用和封存技术（CCUS）将在中国向低碳经济的转型过程中发挥重要的作用。

CCUS技术在中国的发展起步较晚，虽然在过去的十年中，中国已经针对CCUS技术开展了大量的基础研究和示范，但是在政策法规建设方面至今仍远落后于其他的主要经济大国（如欧盟、美国、加拿大以及澳大利亚等）。作为中国经济最为发达省份和五大国家低碳发展试点省份之一，广东省也非常希望积极推动CCUS技术的大规模示范和应用。然而，在缺乏国家和地方立法和监管制度的情况下，广东省政府很难为本省CCUS技术的成功商业化发展提供明确和有效的法律监管环境。鉴于此，在英国外交部战略项目基金、广东省发展和改革委员会、苏格兰工商委员会、豪顿集团、阿尔斯通集团、壳牌康索夫、挪威船级社、华润电力、中海油和领先财纳公司的联合支持下，本研究对中国大规模CCUS项目发展的立法和监管制度建立的需求进行了分析，并为广东省CCUS的发展提出以下政策建议。

- 为CCUS项目建立一个正式和完备的许可证申请、审批和发放流程，并建立明确的项目验收制度和程序。政府部门应积极参与流程的建立，并借鉴全球碳捕捉与封存研究院（GCCSI）和苏格兰政府共同开发的监管环境测试工具（2011:4）制定出适用于中国的CCUS监管表单。
- 为全流程的CCUS项目设计和制定专门的监管制度。为了达到这个目的，可以先利用现有的相关政策法规，并在省级层面利用大规模的CCUS示范项目对这些政策法规进行试点示范。
- 明确识别和定义CCUS项目各环节中不同监管部门的责任，包括CCUS项目从CO₂捕集的许可到封存地后关闭的整个生命周期过程。
- 为了保证能够安全可靠地封存CO₂，并且确保监管措施实施到位，必须建立CO₂封存许可管理体系，包括明确CO₂封存许可的申请、发行、修改以及撤销的正式程序。

- 在CO₂封存方面, 必须明确规定和管理运营商在项目实施过程中、项目封存地关闭以及关闭后各阶段的责任。明确项目关闭后运营商将责任转移给相关政府部门的时间和条件。对CO₂封存责任的定义、管理以及责任转移的规定对于确保CO₂封存项目顺利融资和运行至关重要。
- 明确CO₂封存运营商需要采取何种担保方式(比如说抵押物或第三方担保)以保证项目实施过程中的安全责任。虽然中国现行的环境责任体系还未明确规定需要对CO₂封存项目实行财政担保, 但明确要求运营封存的商业公司对CO₂的封存作出部分财政担保将刺激运营商采取最佳措施以降低封存场地的安全风险。尽管如此, 由于在正常情况下商业公司在承担这些风险方面总是心有余而力不足, 为了鼓励CO₂封存项目的发展以及对其的投资, 国家和/或广东省仍然应该承担项目的责任和额外的风险。
- 必须建立CCUS项目综合沟通机制, 以确保公众和关键利益相关方之间顺畅的沟通交流, 并且增加公众对该项目接受度。
- 与CO₂相关的健康和安全措施以及最佳实践方案的制定应该借鉴其他行业或者国外的成功经验, 如有必要, 还需专门建立新的有针对性的措施和方案。CCUS项目的监管负责人必须落实相关安全措施以保证公众的健康和安全, 并且在项目正式通过审批之前评估并审查相关的应急方案。
- 广东省应随时跟进华润电力海丰电厂的“碳捕集预留”示范项目, 并且出台政策规定所有的大型新建CO₂排放点源都必须配备碳捕集预留设计。
- CO₂运输和封存系统需要允许第三方接入, 允许其他工业二氧化碳和未来已经预留的碳捕集电厂使用。
- 国家和/或广东省政府必须为早期的大型CCUS示范项目制定专门的融资支撑措施(比如政府补贴、税收优惠、贷款优惠和公众基金等), 以便在碳排放交易或者其他碳定价系统发展成熟之前鼓励私有资金对CCUS技术示范项目的投资。
- 与香港建立合作关系是“珠江三角洲的中长期发展规划”(GDPPG, 2009)的重要内容, 这也将是CCUS项目筹措资金的一个潜在机会。

1.1 报告简介

自2010年以来, 广东省和英国的研究机构就针对CCUS技术在广东省发展的可行性开展了合作研究, 并制定了广东省CCUS发展路线图 (GDCCSR, 2013)。2013年, 这些研究机构和企业联合成立了英国—中国 (广东) CCUS产业促进与学术交流中心 (GEDI, 2013), 旨在推动华南地区大规模CCUS示范项目的开展。

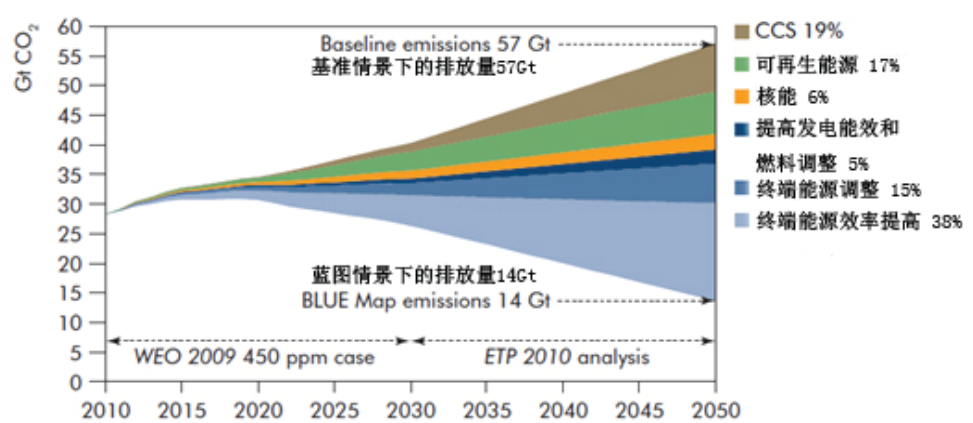
就中国而言, 虽然目前已有大量的CCUS示范项目开始运行 (Zhang, 2013), 但很少有专门针对CCUS大型示范项目的政策法规研究 (Hart and Liu, 2010; WRI, 2010), 迫切需要对国内外CCUS政策和法规系统进行回顾, 并进一步明确中国在未来发展过程中存在的差距。鉴于此, 本报告对中英两国CCUS政策和法规体系进行了回顾, 以期为中国CCUS项目开发商、政府官员以及广大的利益相关方客观阐述当前发展CCUS项目的立法和监管环境。

本报告的第一部分将简要回顾CCUS技术在CO₂减排中的作用和CCUS技术以及CCUS项目的生命周期; 第二部分将回顾欧盟以及英国针对CCUS技术建立的政策法规体系; 第三部分将简单介绍中国现行的法律体系以及与CCUS技术相关的现有法律法规; 第四部分将分析当前中国CCUS项目的政策法规环境; 第五部分将为CCUS关键利益相关方提出一些政策建议。

1.2 CCUS技术对CO₂减排的贡献

联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 和国际能源署 (IEA) 一致认为CCS技术是一项能够有效控制大气中温室气体含量并将其保持在固定水平以保证到2050年全球温度增长不超过2°C的低碳技术。根据IEA (2010: 47-48) 的预测, 到2050年CCS技术为低成本减排的贡献率将达到19% (如图1.1所示), 如果没有CCS技术, 全球的减排成本将增加40%。中国是典型的以化石燃料为主要能源的国家, 因此CCS技术对于中国的碳减排至关重要。并且根据已有研究, 中国超过五分之四的大型CO₂排放点源都分布在距离潜在封存地50英里范围内 (Dahowski et al, 2009: 5.2), 这为CCS的实施提供了良好的源汇匹配条件。

图 1.1：国际能源署蓝图情景中的CO₂减排关键技术 (IEA, 2010)



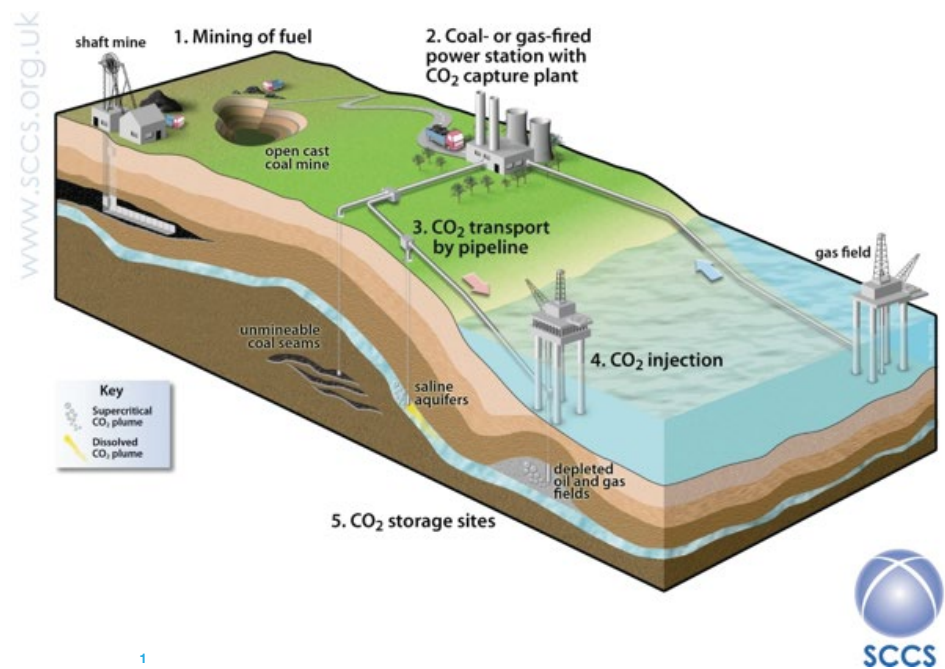
1.3 CCUS技术

CCUS是一种控制温室气体排放的技术, 主要包括三个流程: CO₂的捕集、运输、利用和/或封存, 如图1.2所示:

- i) 从固定的排放点源 (如发电厂, 水泥厂, 天然气加工厂, 钢铁厂等) 捕集CO₂;
- ii) 将捕集的CO₂运输至潜在的封存场地 (通过管道或轮船)
- iii) 将CO₂注入地下深处的地质结构中 (如地表以下800米至3千米的废弃油气田或咸水层) 以确保对CO₂进行安全封存或者地质利用¹。

图 1.2 CCUS技术示意图 (SCCS, 2014)

¹ CO₂地质利用主要指通过对油气田注入CO₂来提高石油或天然气的采收率, 简称CO₂-EOR。二氧化碳虽可用于食品和化学工业, 但是与其总排放量相比, 减排的效果甚微, 而且减排成本很高。



1.4 CCUS技术项目周期

CCUS项目的发展周期可以分为五大阶段 (GCCSI, 2014: 7): 立项、评估、定义、建设和运行。如图1.3所示, 其中CO₂封存项目的周期也可分为六个阶段: 评估、特征界定、开发、运营、后关闭/转移前、以及转移后期 (EC, 2009: 8)。通常, 在定义阶段过后将进行最终的投资决策 (FID)。在中国, 最终投资决策有时会在获得相关政府部门的审批后做出, 之后再进入项目的详细定义阶段。目前, 在全球范围内已经有21个处于建设和运行阶段 (GCCSI, 2014: 7) 的大型CCUS项目 (LSIPs), 但中国尚未有已经进行最终投资决策的大型CCUS项目。尽管如此, 中国已有至少6个大型项目在设计阶段, 因此有必要在这些项目进入执行阶段之前制定适用的法律监管系统以促进CCUS项目在中国的发展。

关于CCUS的监管问题, 讨论的重点在于CO₂封存相关的法律法规, 比如CO₂封存体系、注入流程以及封存地关闭前后的长期责任等 (Wilson et al, 2009; Morgan and McCoy, 2012)。根据CO₂地质封存点的特征 (如图1.3), 也可对CCUS技术项目的生命周期进行评估, 包括准备阶段、注入阶段、关闭和后关闭阶段。在欧盟法律和监管体系中, 为了申请CO₂封存项目的许可证, 封存运营商都必须遵守《欧盟CCS指令》的所有要求 (EU, 2009)。

项目的准备过程应包括四大阶段:

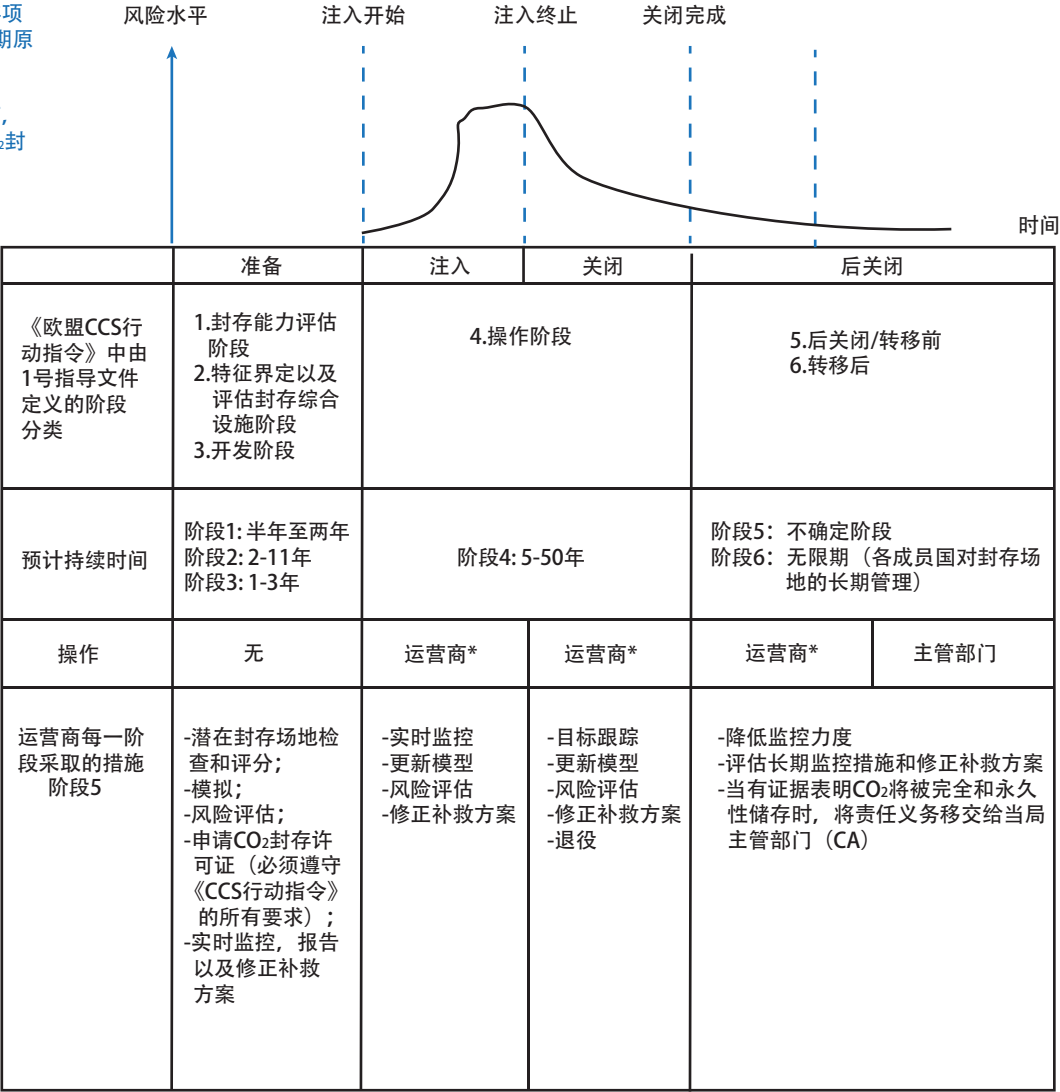
- (a) 挑选封存场地;
- (b) 评估封存能力;
- (c) 界定封存场地特征;
- (d) 开发封存场地。

挑选储存场地所需要的时间无法确定, 具体应依据与排放源的距离、CO₂运输的最佳路径以及潜在封存场地地质数据的可用性而定。通常情况下, 封存能力的评估可能需要花费半年到两年的时间; 界定封存场地特征所需要的时间依具体情况而不同, 大致需要2-11年; 而对封存项目的开发又需要1-3年的时间。因此, 在欧盟要获得CO₂封存许可证至少需要4年的时间。如果一个封存地已经通过现有石油和天然气开采数据和开发活动被很好地认识, 这个过程可以变得短些。二氧化碳封存运营商也需要管理和平衡好开采化石燃料与管理不同二氧化碳潜在地质构造的利益。

在往地下注入CO₂到注入井关闭的过程中, CO₂封存项目运营商需要进行风险评估, 负责实时监测, 并且承担保证CO₂安全封存的责任。如果出现CO₂泄漏或者其他安全事故, 项目运营商也必须采取相应的补救措施。根据欧盟现行的CCS技术监管制度的相关规定, 当有证据表明CO₂将被完全和永久性地储存时, 其封存责任才能转移给国家相关主管部门。而完全确定CO₂将被完全和永久性地储存的时间因场地的不同而有差异, 但至少需要20年的时间。CO₂泄露风险随着封存地的压力上升而上升, 但项目总体风险可能在注入开始前的一刻达到最高值, 此时整个系统, 包括捕集, 运输, 和二氧化碳封存的运作能力会被测试和验证。

图 1.3 欧洲典型CO₂封存项目的泄露风险和生命周期原理图

*在运营商违约的情况下，各成员国需负责承担CO₂封存义务。



欧盟和英国的CCS监管制度和 相关财政刺激政策回顾

2.1 欧盟的CCS监管体系

目前, 欧盟最主要的CCS监管法规是《欧盟CCS地质封存指令》(Directive 2009/31/EC)。该指令自2009年6月25日开始生效, 每个欧盟成员国都必须将该行动指令的具体条款并入本国的相关法规中(如, 英国把指令的条款转化为《2008年能源法》的一部分), 但各成员国可以针对本国情况对封存义务的解释有所差异 (Seitz and Schon, 2010)。

² 《欧盟CCS指令》第4条

该指令为CO₂的安全地质封存、注入操作的财政担保、封存场所的挑选以及项目操作、关闭和后关闭阶段(如图1.3中所示) 需要承担的责任提供了一个完整的法制框架。欧盟成员国的CCS项目开发都必须遵守该指令中的相关规定。

CCS技术的主要效益在于它能够大大减少化石燃料带来的CO₂排放。欧盟碳排放交易机制是用来激励减少温室气体排放投资的主要措施。

《欧盟碳排放交易指令》(Directive 2003/87/EC) 于2003年10月25日正式生效, 并在2009年对其进行了修订, 正式将CCS涵盖在碳排放交易体系中。修订后的《欧盟排放交易指令》(Directive 2009/29/EC) 明确将捕集、运输并且封存的CO₂排除在传统的向大气层中排放的CO₂的定义中。

根据以上指令的要求, 如果CO₂泄漏或离开封存地, 须要购买和弥补欧盟碳排放配额 (EUA)。CO₂封存运营商也被要求必须在获得CO₂注入许可之前保证其财务安全。由于CO₂封存项目的周期(从开始注入到后关闭阶段)可达30年, 所以未来EUA价格的不确定性以及如何满足财务安全的法律要求为项目带来了显著的风险。尽管欧洲很多CCS项目开发商认为CCS指令将增加其法律负担, 甚至还将给他们带来“新的挑战”, 但是该指令仍然是联合多种管控手段以形成统一的CCS法律体制的一种比较有效的途径 (Qin, 2013)。在项目申请过程中, CO₂封存运营商被要求必须向成员国政府提交CO₂封存申请, 然后成员国政府将会提交给欧盟征求意见。这种模式已经得到实践, 欧盟在2012年对将在荷兰开展的CO₂封存项目给予了正面的反馈 (EC, 2012)。

2.2 英国的CCS政策和监管体系

³ 《2008年能源法案》第三章内容—二氧化碳的储存, 第17条至第35条内容

如上文所述, CCS指令在英国的实施已通过修订《2008年能源法》的第三章内容³ 得到实现。2009年, 英国还对其《1989年电力法》第三十六章的内容进行了修订, 以便执行CCS行动指令的相关规定——在设计和建设30万千瓦以上规模的发电厂时, 必须进行捕集预留设计。另外, 英国政府还出台了政策要求所有在英格兰和威尔士新建的30万千瓦以上规模的火力发电厂需要进行全流程的碳捕集与封存 (CCSA, 2014)。

⁴ 《管道安全法规》(1996年)

由于英国海床及以下地质构造均归皇家财产局所有, 所有的海洋石油、天然气以及管道开发活动都必须事先征得皇家财产局的批准, CO₂的运输和封存也不例外。目前, 英国还没有专门的CO₂管道监管法规。根据伦敦大学学院UCLLP (2014) 的相关研究, 陆上和海上的CO₂运输管道的监管可以在现行的《管道安全法规》⁴ 的监管内。但是, 英国需要修改第三方接入权的规定来确保对管道资本投入能够灵活地产生最大化收益, 且不会被浪费 (DECC, 2012)。2010年, 英国已经完成了对CO₂封存审批程序的监管方案。

此外, 英国所有项目 (包括CCS项目) 都需要受到1974年颁布的《职业安全与卫生法》的监管。

2.3 欧盟和英国的CCS财政激励政策

欧盟对低碳项目 (包括CCS项目) 的资金支持主要是通过NER300 计划提供的, 该计划实际上是对欧洲排放交易体系 (EU-ETS) 的一个补充。此外, CCS项目还可以引进其他的欧盟研究和创新项目。

2.3.1 NER300计划

为了向低碳技术提供资金支持, 欧盟在2008年12月同意建立由欧盟委员会、欧洲投资银行以及欧盟各成员国共同管理的“NER300”融资计划。该计划因为是从欧洲排放交易体系第三阶段预留配额 (NER) 中销售3亿吨碳排放配额以获得资金支持 (EC2014) 而得名。NER300计划将为通过两轮提案建议选拔出来的各大项目提供资金支持, 最初的构想是支持8个CCS项目和34个可再生能源项目。

2012年12月, 第一阶段的申请已通过审批, 但最终只有23个可再生能源项目得到了共12亿欧元的资金支持, CCS项目均未获得资助资格。2013年4月3日, 该计划第二阶段的申请也已开始, 尽管总共有33个项目在截止日期之前提交了申请, 但是目前只有白玫瑰CCS项目 (富氧燃烧) 仍在该机制中, 并在2014年7月取得最多3亿欧元的资金支持。同时, 白玫瑰项目在英国CCS商业化竞赛 (如下所述) 中也获得了政府的资金奖励。此外, 为了为CCS项目筹措可用资金, 欧洲投资银行在2014年4月对1025万吨碳排放配额进行了拍卖 (GCCl 2014)。

2.3.2 水平线 2020项目 (Horizon 2020)

Horizon 2020是欧盟现行的一个研究和创新资助计划, 将取代早前一系列的研究和创新资助计划。Horizon 2020计划在7年的时间内(从2014年至2020年) 提供800亿欧元的资金支持, 且第一阶段已于2014年4月份结束。由于Horizon 2020旨在囊括所有的欧洲研究和创新项目, 当然也包括CCS技术的研究项目 (Horizon 2014)。

2.3.3 英国的财政激励政策

英国对CCS技术的资金投入在过去的十年中不断发生着变化。2010年, 英国政府宣布对未来的能源消费征收2%的税收用来为CCS示范项目提供资金支持。然而, 在经济萧条的环境下, 该税收政策在2011年被迫取消, 政府表示将从普通税收中划拨资金以支持未来的CCS项目。目前, 英国对CCS项目的资金支持来源主要依赖于如下两大举措, 而且英国最近的电力市场改革措施也将促进CCS在英国的推广和发展, 包括差价合同机制。

CCS商业化竞赛

英国CCS商业化竞赛带来了10亿欧元的资金用于支持英国第一批大规模CCS项目的设计、建设和运营。最近的一次竞赛开始于2012年4月, 并于2012年7月份结束。2012年10月, 四个全流程CCS项目(包括CO₂的捕集、运输和封存) 进入了决选名单。2013年3月20日, 政府公布已有两个竞标项目将分别于2013年12月和2014年2月获得数百万英镑的资金支持以开展前端工程设计研究 (Gov UK 2014)。

获得资金支持的两个项目分别是Peterhead CCS项目和白玫瑰CCS项目。其中, Peterhead CCS项目位于苏格兰的阿伯丁郡, 该项目需要从位于Peterhead的CCGT电力发电站每年捕集100万吨的CO₂, 通过海上管道对其进行运输, 并最终将其封存在距离北海海底2.5千米的Goldeneye废弃天然气田中。该项目是世界上第一个为燃气发电厂设计的CCS项目。

白玫瑰CCS项目位于英格兰的约克郡。该项目需要从位于北约克郡的Drax站点的富氧火力发电站每年捕集200万吨CO₂, 通过海上管道对其进行运输, 并最终将其封存在北海海底的咸水层中。该项目还包括开发CO₂运输和封存网络, 即约克郡亨伯河CCS干线, 以保证为该地区其他CCS项目提供运输和封存能力。

完成前端工程设计研究工作之后, 预计在2015年底, 运营商将在政府决定开始建设项目之后立即作出最终的投资决策, 预计在2020年开始运行。

CCS的研究和开发计划

英国已经制定了一个政府间的CCS研究、开发和创新计划, 该计划为期四年(从2011年至2015年), 资金余额为12.5亿英镑, 分别将用于以下各项:

- 6200万英镑将用于CCS基础研究
- 2800万英镑将用于支持CCS各单项技术和下一代技术的发展和示范(比如用于捕集CO₂的涡轮机或者新型溶剂研究)

- 3500万英镑用于资助试点规模项目，以缩小研究和商业规模布局之间的差距。

目前，该计划正在为100多个项目提供资金支持（Gov UK 2014）。

英国的电力市场改革

和其他的低碳技术一样，在不对电力市场进行改革的情况下，CCS技术根本无法在整个英国范围内推广。因此，英国政府在2012年开始着手进行电力市场改革。2013年12月通过的《能源法2013》涵盖了电力市场改革（EMR）的主要内容。对于CCS技术，政府将为其提供“差价合同”（CFDs），通过长期电价差价合同来稳定投资者的价格预期，不断刺激低碳技术的发展。2014年4月23日，政府审批通过了第一批的8个差价合同（均为海上风电场）。预计政府对这些合约的补贴金额将高达10亿英镑，相当于在2020年，普通家庭电费增加2%（BBC2014）。英国对CCS的激励政策情况如表2.1所示：

表2.1 英国CCS相关激励机制一览（CCSA, 2014）

途径	简要说明
资本金支持	为CCS大型示范项目提供10亿英镑的资金支持
研发和创新计划	提供为期4年的研发和创新合作计划以建立新的英国CCS研究中心
运行支持	开发专门的CCS差价合同机制以及通过开征碳排放差价税来保证碳底价
政策干预	政府采取干预措施，帮助清除应用CCS技术的主要障碍
排放绩效标准	建立一个450g CO ₂ /kWh的排放最高值标准 要求所有新建燃煤电厂必须配备CCS以达到该标准
国际合作	促进国际合作，鼓励知识共享

2.4 与CCUS相关的国际公约

如表2.2所示，与CCUS技术相关的国际公约可分为两方面：

(a) 促进温室气体减排的公约，如《联合国气候变化框架公约》以及《京都议定书》等；

(b) 与CO₂离岸封存有关的公约，如《伦敦公约》以及1982年的《联合国海洋法公约》（UNCLOS）。自2005年开始，人们便开始讨论将CCS技术并入清洁发展机制（Dixon, 2009）。虽然在坎昆COP-16会议上通过了《将地质形式的CCS作为CDM项目活动》的协议，但CCS最终纳入到清洁发展机制中还需要解决诸多问题，包括封存的持久性、环境影响、长期责任分配等。

表 2.2 与CCUS技术相关的国际公约(IEA, 2012: 24; IMO, 2009; IMO, 2012; OSPAR, 2007a; OSPAR, 2007b)

⁵ 《联合国海洋法公约》第一条第4点

公约名称	生效日期	概要	中国签署该合约的时间
《京都议定书》	2005年2月16日	加快二氧化碳封存技术的研发进程；鼓励国际合作，进一步发展、促进以及推广CCS技术	2002年
《联合国海洋法公约》	1994年11月16日	规范管理所有的海洋以及海洋活动，包括海洋环境的潜在污染。 ⁵ 《联合国海洋公约》虽没有明令禁止CCS，但是如果CO ₂ 被认为是“污染物”的话，其中的某些条款仍会对其产生影响。进一步规范CO ₂ 的定义和解释可以解决这个问题，但是目前仍无任何签约方将这个问题提上日程。	1996年
《伦敦公约》(LC) / 《伦敦议定书》(LP)	1975年8月30日 (LP)	修改后的公约允许将CO ₂ 被封存于离岸的地质结构中。多国签署的《伦敦议定书》修改了《伦敦公约》，并且在2007年被再次修改，允许将CO ₂ 注入海床以下的地质构造中。	2006年
《保护东北大西洋海洋环境公约》	1998年3月25日 (2007年的修正案允许对CO ₂ 进行地质封存)	为CO ₂ 的离岸封存提供实施细则，包括关于CO ₂ 流内容的界定禁止将CO ₂ 注入海水中。在该公约的基础上，修正案于2011年7月份生效，正式批准可将CO ₂ 注入海床以下的地质结构中。	无

中国的法律制度背景以及与CCUS技术相关的法律法规

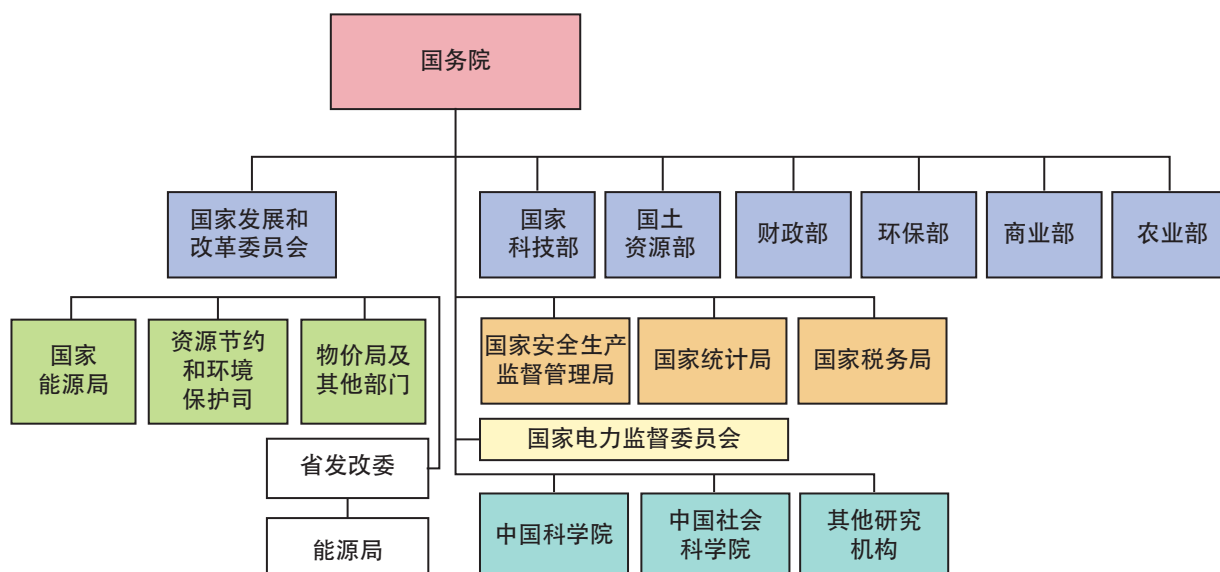
3.1 中国的法律制度框架

1949年, 当新中国成立时中国便建立了其管理构架。自二十世纪八、九十年代实行改革开放政策以来, 中国的法律和法律制度得到了长足的发展。全国人民代表大会 (NPC) 被授权制定在全国范围内具有约束力的法律。因为召开全国人民代表大会的次数较少, 所以由全国人大常委会 (SCNPC) 行使解释《中华人民共和国宪法》, 制定和修订法律以及任命政府官员和司法官员的权利。国务院代表全国人大常委会负责管理政府的日常运作。全国人大共设九个专业委员会, 其中的环境与自然资源委员会在制定、修订和解释环境法律法规方面发挥着重要的作用。

中国的很多机构都有责任参与大规模CCUS能源项目的政策制定和审批 (如图3.1所示)。其中, 国务院、国家发改委以及各省、市的发改委在审批CCS项目方面都起着举足轻重的作用 (Reiner and Liang: 26)。而国家发改委气候司和省发改委的气候处会对CCUS项目发展有重大影响。但是, 根据《环境保护法》⁶ 的要求, 地方的环境标准或法规必须比国家的环境标准和法规更加严格。另外, 地方政府也有权制定符合当地情况的环境条例 (虽然国家法律法规中并没有这些环境条款)。在最近的国家机构改革中, 地方政府对在大型火电项目的筛选和核准方面承担了更大的作用。

⁶ 《环境保护法》第10条 (NPC, 1989)。

图3.1 中国有权参与能源政策制定和项目决策过程的各种组织机构(Reiner and Liang, 2009: 25)



因此, 一个大型全流程CCUS项目的开发必须首先遵守国家的相关政策, 并得到地方政府的核准, 这也是最重要的第一步。此后, 项目还需要进一步得到国家政府的批准, 且必须服从国家和本省的低碳政策, 环境标准和法律, 包括本省所有特定的低碳和能源发展规划, 环境条例。

3.2 回顾与CCUS技术相关的法律法规和政策

近年来, 虽然国家发展和改革委员会已经制定了一系列政策以支持CCUS示范项目的发展, 但是到目前为止, 中国仍然没有专门的立法来确保在大规模CCUS项目在中国发展的法律地位和商业确定性。

尽管如此, 世界资源研究所 (2010: 6) 的调查研究表明, 中国有能力在其一系列基本法的基础上建立一个有效的CCS法律监管体系。鉴于此, 本报告梳理了一些未来可能被CCUS项目采用的相关法律法规⁷, 涵盖了所有与CCUS项目相关的国家和省级法规。此外, 本报告还将回顾可能会对中国CCUS项目发展造成影响的一系列现行政策。

⁷ 本研究结果借鉴了Doninck 等人在2009年对欧盟和国际CCS法规所做的研究。

中国与CCUS有关的法律法规

要为大规模的CCUS项目建立一个综合而有效的管理制度,就必须清晰地对一些关键问题进行解释和定义,包括整体的制度结构、所有权以及法律责任。虽然,目前中国还没有为CCUS建立专门的法律监管制度,但是可以通过采用或者修改一系列现有法律来满足发展大规模CCUS项目的要求。

本研究报告针对法律监管制度所做的分析包括以下各相关项:

- 定义CO₂以及获得地表权和地下权
- 设备退役
- 与CO₂捕集、运输、封存和利用有关的健康、安全 and 环境法规
- CO₂封存责任 (泄露、补救、设备退役以及监测)
- 封存场地监测
- 知识产权
- 激励政策
- 项目审批流程

4.1 CO₂的定义以及获得地表权和地下权

4.1.1 CO₂的定义

和其他东南亚国家一样,中国的《大气污染防治法》⁸并没有将CO₂定义为一种污染物。这主要是因为对CO₂的定义是在实施大规模CO₂运输和封存项目之后才开始进行的 (比如美国的CO₂提高石油采收率项目) (Parfomak and Folger, 2013)。CO₂的统一定义和分类对成功推广CCUS技术至关重要,否则不同国家将会在是否将CO₂视为污染物方面产生分歧,进而阻碍CCUS技术的全球推广和CO₂的跨境运输。此外,中国尚未有对CO₂在不CCUS环节,所有权的定义和认识。

⁸ 《中华人民共和国大气污染防治法》第18,22,30,31,41,43和45条明确定义了一些主要的污染物 (包括硫氧化物,氮氧化物和粉尘) 和放射性废物 (NPC, 2000a)

4.1.2 获得地表权和地下权

中国目前还没有专门的法律用来规范地表权和地下权的授予, 也没有相关的租赁法用来管理封存CO₂的土地。在中国, 所有城市管辖范围内的土地皆归国家所有。除了农村地区一些特定的土地归集体所有外, 其他土地皆归国家所有。中国CCUS项目的开发商将只能拥有土地的地表使用权。

由于CO₂的地质封存项目将长期占有土地的地表和地下空间, 土地的地表权和地下权对CCUS项目的实施有着重要的影响。2007年实施的《中华人民共和国物权法》规定土地的地下权益归国家所有, 同时也指出土地的使用权可以在土地的地表、地上和地下分别设立。¹⁰《中华人民共和国水法》规定所有的地下水资源皆归国家所有。¹¹海底的地下部分也是中国领海的一部分, 归国家所有 (NPC, 2001)。国务院 (2011) 明确提出所有地下资源同样也归国家所有。在中国, 工业用地的使用权期限是50年, 但是没有特别规定地下水资源的使用权期限。然而, 通过合法途径获得的石油和天然气、矿物开采以及水资源的使用权是受《中华人民共和国物权法》¹²保护的 (NPC, 2007a)。

4.1.3 离岸设备的退役

CO₂离岸地质封存项目的退役流程 (包括到达封存地点的CO₂海洋运输管道) 必须符合预防离岸工程活动对海洋环境造成污染的相关法规的要求 (国务院, 2006)。

4.2 健康、安全和环境 (HSE) 法规

为了避免在工厂建设期间对环境造成过多的影响以及在工厂运营阶段控制对大气和水的污染, 中国已经制定了一系列与保护环境相关的法律法规。除健康、安全和环境问题外, 传统的发电厂配备的CO₂捕集装置也可能产生新的污染物质, 比如在分解胺溶液过程中产生的降解胺副产品 (Nurrohkma et al, 2013)。因此, 所有的CCS项目都被要求必须通过环境影响评估 (EIA)¹³。此外, 职业安全和工厂的安全管理也已成为当地政府最优先考虑的问题, 政府官员也正在仔细地对这些问题进行评估。¹⁴

中国环保部 (MEP, 2013) 已经下达了相关通知, 旨在为CCUS试点和示范项目加强环境保护的力度。该通知简要概括了在CCUS过程中可能产生的环境污染问题 (如表4.1所示)。本报告第4.2节将详细阐述现行的法律和监管制度是如何监管中国CCS项目可能产生的健康、安全和环境问题的。但是, 该通知并没有明确列举出CO₂离岸地质封存过程中将可能产生的环境污染问题。

过程	可能造成的环境影响
捕集	对传统的空气污染物的影响; 由废弃溶剂造成的污染
运输	突发的泄漏事故威胁生态环境以及人类的健康和安全
封存	错误的封存地特征界定引发渗漏或重大的泄露事故, 从而造成地下水污染、土壤酸化、损害生物多样性以及破坏生态平衡等

⁹ 《中华人民共和国土地管理法》第2和第4条(NPC, 2004a)

¹⁰ 《中华人民共和国物权法》第136条 (NPC, 2007a)

¹¹ 《中华人民共和国水法》第2和第3条(NPC, 2002a)

¹² 《中华人民共和国物权法》第123条 (NPC, 2007a)

¹³ 《中华人民共和国环境影响评价法》第16条(NPC, 2002c)

¹⁴ 例如, 《进一步加强安全生产工作的意见》中着重强调的第8条规定 (GDCPSC, 2011)

表 4.1 由中国环境保护部列举的在CCS过程中可能产生的环境污染影响 (MEP, 2013)

4.2.1 捕集环节的HSE法规

在CO₂捕集电厂 (CCP) 的建设过程中可能需要由中国环保部在《环境影响评估法》的指导下建立另外的环境影响评估制度。中国国家安全生产监督管理总局 (SAWS) 应该在《中华人民共和国安全生产法》(NPC, 2002b)、《危险化工产品安全管理措施》(SAWS, 2005)、《危险化学品安全管理条例》(国务院, 2011b)、以及《车间空气中二氧化碳的卫生标准》(SAC, 1996) 的指导下, 规范管理捕集电厂产生的CO₂和其他有害物质。同时, 工作环境中的CO₂含量应符合国家质量监督检验检疫总局 (AQSIQ) 制定的标准要求。¹⁵

¹⁵ 国家标准 GB16201-1996 : 《车间空气中二氧化碳的卫生标准》。

¹⁶ 《大气污染防治法》第36条(NPC, 2000a)。

¹⁷ 《大气污染防治法》第42条(NPC, 2000a)。

环保部将在现行的《大气污染防治法》和《环境保护法》的指导下, 对废胺采取合理的处理措施。虽然目前还没有针对CO₂捕集过程中所用的化学溶剂设立专门法规对其进行规范管理, 但是根据《大气污染防治法》中的定义, 捕集电厂排放的烟道气应将其有毒化学物(如单乙醇胺的残余物)降到最低值¹⁶; 在对单乙醇胺进行封存和运输的过程中, 也必须采取严格的安全措施¹⁷。当CCP职工将含胺溶剂吸入体内时, 可能会对其人身健康造成伤害 (Gentry et al, 2013), 尽管目前还没有相关法律来规范CCP化学溶剂的处理过程, 但是现行的《职业健康和安全法规》可用来规范CO₂捕集溶剂的处理过程。如果CCP采用固体吸附剂来分离CO₂, 那么处理和运输固体废物需在《固体废物污染环境防治法》的指导下进行 (NPC, 2004)。

此外, CO₂捕集过程所需的额外流程和对冷却水的要求需要遵守《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国水污染防治法》¹⁸ (NPC, 2002a; NPC, 2008a)。CO₂捕集和压缩所需要的额外的土地资源要求需要遵守国土资源部的《土地管理法》¹⁹、《城乡规划法》²⁰以及《国务院土地管理规定》²¹的指导下进行规范管理。同时, 新建的碳捕集电厂也需要严格遵守相关的环境法规, 比如广东省的行动计划就为本省设定了一个目标—在能源需求不断增长的情况下, 计划在2014年至2017年之间将废气中的一般污染物(包括二氧化硫, 二氧化氮, PM2.5以及PM10)减少10%至20% (GDPG, 2014)。

¹⁸ 《中华人民共和国水污染防治法》第17条(NPC, 2008a)

¹⁹ 《中华人民共和国土地管理法》第43至65条 (NPC, 2005)

²⁰ 《中华人民共和国城乡规划法》第36条(NPC, 2007b)

²¹ 《土地管理法实施条例》第23条(State Council, 1998)

4.2.2 运输环节的HSE法规

对于CO₂的运输环节, 尽管目前中国还没有制定专门的CO₂运输管道法, 但是对CO₂管道的管理可借鉴《中华人民共和国石油和天然气管道保护法》(NPC, 2010) 和《中华人民共和国石油和天然气管道保护管理规范》(State Council, 2001) 的相关规定。上述保护法对管道设置、路线调查和管道设计提出了具体的要求, 同时也提供了处理和调查安全事故的具体步骤²²和管道的维修措施, 规定管道运营商必须制定相关应急预案以处理管道泄漏(特别是在CO₂运输过程中发生的泄漏)引起的人员伤亡事故, 并采取适当的补救措施。同时, 上述保护法也规定管道项目的开发必须遵守《中华人民共和国环境影响评估法》的相关规定 (NPC, 2002c)。

在世界范围内, 虽然还没有通用的CO₂运输管道标准, 但是一些国际组织已经制定了一些推荐的设计标准, 比如挪威船级社DNV GL (2010) 推荐的二氧化碳管道设计标准。在中国, CO₂管道的设计也可以借鉴现行的《石油和天然气管道设计标准》²³。至于CO₂管道在健康与安全方面的标准,

²² 《中华人民共和国石油和天然气管道法》第10至21条(NPC, 2010)

²³ 《石油和天然气管道工程施工设计标准》GB/T 50644-2011

²⁴ 只有当依据第2条规定,将二氧化碳定义为有毒气体时才适用(MOCI, 1995)

可能需要遵守《化工企业压力管道安全管理与监察规定》(MOCI, 1995)²⁴的要求。CO₂离岸封存管道的建设需要遵守由国家海洋管理局提出的相关监管和实施要求(SOA, 1989 and 1992)。

由于我们对CO₂的释放和扩散模式知之甚少(Koornneef et al, 2012),为了逐步建立CO₂管道运输的监管体系(Wilday et al, 2009),很有必要在CO₂管道与天然气管道之间做一个隐患和风险的对比研究。随着可用的数据越来越充分,研究的结果应被并入CO₂运输相关的HSE法规中。

4.2.3封存环节的HSE法规

目前,中国还不存在专门针对CO₂封存的法律和法规。但是,所有的大规模CO₂封存项目都必须通过环境影响评估。世界资源研究所(2010:7)建议,用于规范管理放射性废物地下储存的现行法规可被借鉴作为规范管理长期CO₂封存的参考。尽管我们也许可以直接套用《放射性废物地下储存管理办法》的某些规定,但是由于CO₂的物理特性与放射性物质截然不同,因此针对CO₂封存的监管制度也应与放射性废物的储存有显著的区别。

对于CO₂封存对水资源的影响,《水污染防治法》和《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》²⁵将被用于监管陆上CO₂封存对地下水资源可能产生的影响。具体的监管细则还必须依据由国务院和中国环保部制定的某些辅助性法规以及省级监管制度而定,比如《地下水资源管理规划》(GDW, 2011)。在制定相关的辅助性法规过程中,中国还可以借鉴由美国环境保护局定义的“Class VI级”概念。²⁶

CO₂的陆上封存活动必须遵守《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关要求(AEP et al, 1989)。任何大规模的CO₂封存项目都必须在《环境影响评价法》的指导下进行。水利部(MWR)和国土资源部(MLR)以及各省市的办事处在管理和监控CO₂封存项目对地表、地下水以及地下结构的影响方面发挥着重要作用。CO₂离岸地质封存项目必须遵守《海洋环境保护法》的相关规定和要求(NPC, 2000b)。海上工程项目的可行性研究²⁷必须包括对其的海洋环境影响评估。目前,对于CO₂离岸地质封存的勘探还没有形成系统的审批流程来进行管理,但是国际合作开发海上油田项目被要求必须通过中国商务部的审批,而且由中国海洋石油总公司(CNOOC)负责制定相关的商业合同。²⁸

4.2.4 利用环节的HSE法规

对于CO₂的利用,虽然目前也没有专门的法律或措施进行规范,但是中国已经设立了相关的安全规范来管理液态CO₂的化工利用过程。对于食品级的CO₂,也已经有专门的标准来规范用于食品加工过程中的液态CO₂。根据该标准的要求,CO₂的体积浓度应至少达到99.9%,且其中所含的二氧化硫、二氧化氮和一氧化氮分别不得超过1ppm、2.5ppm和2.5ppm,同时对于其它杂质也制定了相应的限制值。根据《工业液态CO₂标准》²⁹的相关要求,工业级CO₂的最低浓度应达到99%(SAC, 1993)。

此外,利用CO₂制备碳氢化合物的活动需要遵守《矿产资源法》(NPC, 1996)和国务院制定的《矿产资源法实施细则》(1994)³⁰。其中,《矿产资源法》建议制定相关的激励方案以更好地运用先进的采矿技术,并且

²⁵ 《国务院关于实行最严格的水资源管理制度的意见》第8条(2012)

²⁶ 为了对二氧化碳进行地质封存,美国环境保护局(2010)完成了联邦对二氧化碳地下注入的最低要求。

²⁷ 《海洋环境保护法》第47条(NPC, 2000b)

²⁸ 《国际合作开发海上石油资源管理规范》第6,7和8条(国务院, 2011c)

²⁹ 国际标准GB10621-2006

³⁰ 《矿产资源法》第8和第9条(NPC, 1996)

还强调了提高整体采收率的重要性。³¹

4.3 CO₂封存责任

对于大规模的商业化CO₂封存项目而言, CO₂封存责任的监管体系是整个CCS监管计划的核心 (Davies et al, 2013)。CO₂封存相关的条款应包括对于未来责任 (比如封井、监控等) 和偶发性责任 (比如环境影响、CO₂排放限额的成本以及发生CO₂泄漏事故的补救成本) 的内容。目前, 中国还没有针对CO₂封存责任制定明确的法律法规。

除非中国决定采用有别于欧洲国家的方法, 并且国家会更多地承担项目责任, 否则CCUS项目的开发商必须有能力和在CO₂封存项目的整个周期内提供充分的财政保障。同时, 财政保障也需要将未来财政需求的净现值包括在内 (比如测量、监测、核证、关闭、以及后关闭可能需要的校正措施和CO₂泄漏事故发生后的环境修复等)。但正如本报告第2.1节所述, 欧洲的CCS项目开发商抱怨CCS指令中对财政保障的要求使其在早期的大规模CCUS项目中负担过重, 并致使一些项目进程一再拖延, 甚至被迫停止。世界资源研究院 (2008: 58) 的建议指南指出, 财政保障管理体系应该在决策 (使开发商能够负担得起CCUS示范项目) 和满足财政保障需求之间取得平衡。

世界资源研究院 (2010: 7) 对中国CCS HSE监管制度的研究表明, 与有害废物、放射性污染³²以及有毒化学物地下储存有关的现行法律法规可以对CO₂封存法规的制定起到很好的参考作用。国务院 (2011a) 概括了管理放射性废物的运营商在获得相关项目许可证之前所必须遵守的要求和承担的责任, 同时也强调了封存项目的运营商和政府部门在“安全监控阶段”必须对放射性废物进行后关闭的监测。此外, 上述法规还规定必须在后关闭阶段在向国家相关部门转移相关责任之前提供财务担保或签订某种契约的形式保证其财务安全。然而, 由于CO₂的性质与放射性废物截然不同, 其管理程序也有着显著的区别, 因此国务院也不可能作为主要的管理者对全国范围内所有的CO₂封存项目负责。实际上, 国务院下属的各部委以及各省政府更可能会成为管理CO₂封存责任的协调者。

³² 2012年, 国务院发布的《放射性废物管理规范》正式生效, 该规范明确设定了储存场所的挑选标准和应承担的环境责任。请参考GB14500-2002 (SAC, 2002)获取《放射性废物国家管理标准》信息。

4.4 监测

监测计划的制定需要根据封存场地的具体情况而定 (Clyne et al, 2011), 同时其监管体系还应该为每个示范项目制定专门的长期监测计划。对于监测的法律监管体系, 需要明确划分项目运营商和监管部门的不同责任。

4.5 知识产权的转移和保护

如图1.2所示, CCS技术是由多种不同技术组合而成的, 它不是一个单一的系统。由于大多数CCS技术专利的所有者都在发达国家, 所以建立技术转移机制对于中国而言是成功地对该技术进行商业化应用和迅速降低成本的一个主要驱动因素 (Liu and Liang, 2011)。国家科技部 (MOST) 在“CCS技术五年计划”中强调了知识产权转移对CCUS发展的重要性

(MOST, 2011)。国家发改委(2013)关于推动碳捕集、利用和封存试验示范的通知同样也强调了知识转移的重要性。要成功进行技术转移,就必须建立实用的融资机制以及为知识产权所有者创建一个可靠地监管环境。

早在20世纪80年代,中国就通过制定《1982年商标法》和《1984年专利法》建立相关的法律监管体制以实现知识产权保护(如表4.2所示)。2008年,全国人民代表大会对《专利法》进行了最后一次修订(2008b),之后国务院(2010)又在2010年进一步修订了专利法实施细则。尽管中国已经建立了相关的法律体制来实现知识产权的转移和对其的保护,但是知识产权保护的执行力度仍需进一步加强,以便为先进的CCS技术的转移提供一个可靠的环境。除了能力建设项目之外,许多中国的机构间也实行了知识共享计划(如联合开发CCS技术以及注册专利等),但是目前国际间的CCS技术知识产权转移项目仍然少之又少。

表4.2 中国知识产权立法和监管制度的改革 (在原有Wang, 2013版本基础上略有修改)

年度	行动
1980	成立国家专利局(现为“国家知识产权局”)加入世界知识产权组织(WIPO)
1982	全国人民代表大会通过《商标法》
1984	全国人民代表大会通过《专利法》 全国人民代表大会对《商标法》进行修订
1985	国务院决定改革科技管理体制 签署《保护工业产权的巴黎公约》
1987	全国人民代表大会通过《技术合同法》
1989	签署《商标国际注册马德里协定》
1990	全国人民代表大会通过《著作权法》
1991	国务院发布《专利代理条例》
1992	全国人民代表大会修订《专利法》 签署《国际版权公约》 国务院发布《专利代理条例》
1993	全国人民代表大会通过《科学技术进步法》 全国人民代表大会通过《反不正当竞争法》 全国人民代表大会修订《商标法》
1994	国务院发布关于进一步加强打击侵权的决定 《全国人大常委会关于惩治侵犯著作权的犯罪的决定》
1995	国务院发布《知识产权海关保护条例》
1996	全国人民代表大会通过《中华人民共和国促进科技成果转化法》
2000	全国人民代表大会修订《专利法》
2001	加入世界贸易组织(WTO) 全国人民代表大会修订《版权法》和《商标法》
2005	国务院发布《中国知识产权保护进程白皮书》
2006	国务院开始发布《年度知识产权保护行动计划》
2008	全国人民代表大会修订《专利法》 国务院发布《国家知识产权战略纲要》
2010	全国人民代表大会修订《专利法实施细则》
2011	发布《“十二·五”知识产权业务发展规划》
2014	建立知识产权法庭

4.6 激励政策

目前,中国还没有制定专门针对大规模CCUS示范项目的财政激励计划。2013年,国家发改委发布了相关政策以支持CCUS试点和示范项目(

NDRC, 2013)。国家科技部也拨款支持中国的CCUS试点项目。2011年10月底, 国家发改委下发了《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》, 根据通知的要求, 包括广东省在内的七个省市成为排放交易试点, 探索适合中国的碳排放交易体系。但是从目前的试点情况来看, 现在的碳排放配额价格还远不能为CCS项目或者其他任何一个低碳项目的发展提供充足的资金支持。在现有的碳排放交易试点中, 广东省的碳市场在试点阶段首先对碳排放配额执行了拍卖, 其拍卖所得部分收入有可能用于发展CCUS项目。

根据欧洲的经验, 如果完全依靠碳市场, 全流程的CCUS示范项目是无法被大范围地推广的。目前, 欧盟碳排放体系中碳排放配额的价格较低, 根本无法激励CCUS示范项目的建设。在国家层面, 英国最近已经在全国范围内冻结了从2016年至2020年碳排放限额的最低价 (Gov.UK 2014), 那些目前仍能持续进行的CCUS项目均从公共部门获得了相应的资金资助。在中国, CCUS示范项目的大规模部署也需要从多方面获得财政支持, 包括政府的巨额拨款、碳定价体系和/或上网电价补贴政策等 (Reiner and Liang, 2012)。

4.7 项目审批流程

目前, 中国还没有正式的CCUS项目审批流程, 但火力发电、石油和天然气管道以及石油和天然气田开发项目的审批流程为其提供了有力的参考。在中国, 取得政府审批是整个发电项目开发过程中很重要的一步。一般来说, 申请人必须提前很长一段时间对项目提出审批申请, 并且还须和中央以及地方的政府进行沟通做好交涉。依照中国审批或核准的惯例, 发电厂必须经过近50次的审批或核准才能正式进入施工阶段。

本报告这部分内容只列举了一些主要的审批文件, 同时也考虑了CCS项目必须满足的其他要求。对于CCS项目的阶段分类, 采用GCCSI给出的定义 (如图1.3), 包括

- (a) 立项;
- (b) 评估;
- (c) 定义;
- (d) 建设;
- (e) 运行;
- (f) 退役。

³³ 在和中国广东省发电厂开发商的交流中得到的信息。

进程	许可证名称 (类型)	授予机构	项目阶段
碳捕集热电厂	省级项目可行性研究许可	省级发展和改革委员会	立项阶段
	国家级的项目可行性研究许可	国家发展和改革委员会、国家能源局	评估阶段
	环境影响评估	国家环保部、省市环保局	评估阶段
	安全评估	中国安全生产科学研究院	定义阶段
	省级项目授权	中国安全生产科学研究院	定义阶段
	国家级项目授权	国家发展和改革委员会、国家能源局	定义阶段
二氧化碳管道	管道开发的地质勘查登记	省级国土资源部、中国国土资源部	立项阶段
	环境影响评估	国家环保部、省市环保局	评估阶段
	土地使用权认证	省级国土资源部	评估阶段
	省级认证的项目可行性研究	省级发展和改革委员会	评估阶段
	国家授权的建设项目	国家发展和改革委员会、国家能源局	定义阶段
离岸封存场所	地质勘查资格证书 (包括石油和天然气勘探)	国务院	立项阶段
	二氧化碳封存勘探许可证	中国国土资源部	立项阶段
	环境影响评估	国家海洋管理局	评估阶段
	项目授权	国家发展和改革委员会	定义阶段
	退役授权	国家海洋管理局	退役阶段
财政支持	省政府的拨款资助 (财政激励)	省发展和改革委员会 省级财政厅	定义阶段
	额外的碳减排配额	省发展和改革委员会	定义阶段
	中央政府的拨款资助	国家发展和改革委员会 国家能源局 财政部	定义阶段
	长期的上网电价补贴支持	省发展和改革委员会	建设阶段
	电力优先调度 (即更长的利用时间)	省发展和改革委员会 南方电网	建设阶段

表 4.3 备选CCS项目审批制度
(改编自广东省对发电厂、
管道建设以及石油和天然气田
的审批要求)

在中国, 任何一个能源基础设施建设项目的审批过程中, 环境影响评估都是重要的组成部分。不同的地区有着不同的环境影响评估方法。由于中国目前正在采取新的空气污染控制措施 (State Council, 2013), 广东珠江三角洲地区的新建燃煤电厂如果未达到燃气电厂的排放标准, 将可能无法通过政府的审批。

开发一个CO₂封存场地需要很长的前期工作时间, 而且对合格的封存场地的明确界定对于封存场地的开发至关重要 (Zakkour and Haines, 2007; Kjarstad et al, 2011)。在中国, 相关调查机构必须持有由国务院颁发的地质调查资格证书才能开始对潜在的CO₂封存场地进行勘察 (2008a)。和所有的石油和天然气勘探活动一样, CO₂地质封存项目在进入注入阶段之前, 也需要向国土资源部申请项目许可证。

讨论和政策建议

与欧盟和美国不同, 中国目前还没有专门针对CCS或CO₂封存的法律监管或政策体制。但是, 自2013年以来, 中国也开始加快CCS的政策建设进程。CCUS的政策制定将对立法和监管环境建设起到推动作用 (Barker& Mackenzie, 2012: 11)。尽管如此, 要为CCS项目的发展制定一个新的国家立法和监管环境可能需要花费好几年的时间。另外, 在中国新技术往往会在专门的政策法规制订之前就开始进行试验和示范, 因此对于CCUS的法律监管制度和审批流程的建设也可以与大型CCUS示范项目的开发同时进行。

政策建议1: 为CCUS项目建立一个正式和完备的许可证申请、审批和发放流程, 并为全流程CCUS项目建立明确的申请和审批程序。

政府部门可以借鉴由GCCSI和苏格兰政府共同开发的管理测试工具 (GCCSI, 2011:14)来制定适用于中国CCUS离岸地质封存项目的监管日程表, 并且进一步识别中国在CCUS项目申请流程方面存在的差距。该监管日程表应该把所有相关的立法和审批程序申请列举出来, 从允许为建设CO₂捕集电厂进行调查开始到工厂和平台基础设施的退役结束。

测试工具包括以下信息:

- 许可证类型/许可证名称
- CCS各环节/项目周期
- 许可证所涵盖的地区 (本报告未包含该部分内容)
- 授予机构
- 从许可证申请到获得批准可能需要的时间
- 提交申请的详细要求 (本报告未包含该部分内容)

³⁴ 美国和加拿大使用的是这种方法

从现行的电力法和石油以及天然气行业法规来看, 都没有将CCUS包括在内。专门的CCUS监管体系可以帮助解决在CCUS项目各环节中遇到的特殊挑战。由于制订新的法律可能需要花费很长的时间(比如中国在2012年4月拟定的气候变化草案, 直到2014年4月20日还处于向公众征求意见的阶段), 因此对现行法律法规进行修订以纳入CCUS很可能是一种更为有效的方法。这样既可以有效发挥各部门现有的法律监管能力, 同时也有助于降低公众对于CCUS项目的担忧(Bachu, 2008)。

与欧盟和美国相比, 中国的环保法律法规还存在很大的差距, 必须对现行法律法规进行进一步的细化和详细界定。在这种情况下, 由Wilson等人(2008)推荐的适应性法规可在灵活性和可预测性之间取得平衡, 比仅仅制定和执行CCS专门法规更加实用和有效。

在中国, 地方的环境法规通常比国家环境法规更加严格, 比如《广东省环境法规》(GDPC, 2004)制定了更高的标准。鉴于此, 国家针对CO₂封存所制定的法规应相对较为灵活, 以便为地方制定更有效的法规留出更大的空间³⁴。尽管如此, 适当了解CO₂地质封存场地的安全和风险管理指导原则也是大有裨益的(Carpenter et al, 2010)。基于以上原因, 我们得出了如下政策建议:

政策建议2: 应该为全流程的CCUS项目设计和制定专门的监管制度。为了提高效率, 可以首先利用和修订现有的相关政策法规。由于从严格程度上来讲, 地方层面的政策法规往往较国家层面的政策法规更为严格, 建议首先在省级层面(比如广东省)为前期的大型CCUS示范项目建立先行的适用性监管体系进行试点示范, 从而为最终建立国家层面的监管体系提供经验。

对CCUS这一全新的领域, 中国目前尚未形成相关的标准以及最佳的实践方法来指导管理者和监督者对项目的整个生命周期进行监测。由于监测计划因封存场地的不同而各有差异(Clyne et al, 2011), 因此对于特定封存场地监管体系的制定需要考虑不同示范阶段特定的长期监测方案。如本报告第4.4节所述, 在整个法律监管体系内还必须明确划分项目运营商和监管当局各自的监控责任。因此:

政策建议3: 需要建立相关的标准以及最佳的实践方法来指导管理者和监督者对CCUS项目的整个生命周期进行监控, 同时需要明确识别和定义CCUS项目各环节和阶段中不同监管部门的责任。

对于CO₂封存项目, 中国必须制定一个适当的审批流程, 同时对由项目运营商承担的责任以及在现实情况下只能由国家承担的责任进行进一步的明确和规范。在中国目前的监管环境下, 处理环境污染事件的成本

往往会被低估（如法规中规定的罚金远远不够），因此在为CCUS项目制定环境破坏监管制度时需要将这一因素纳入考虑的范围之内。

目前，中国在划分由CO₂泄漏等事故引起的环境损害责任时，尚未将封存项目运营商的财政实力作为其中的一个考核指标。对于运营商的较为可行的安全要求一方面需要要求运营商有能力承担清理和补救环境损害的费用，另一方面也不能对运营商产生过重的负担以至于不愿意开发任何示范项目。基于以上原因，我们得出了如下政策建议：

政策建议4：为了保证能够安全可靠地储存CO₂，并且确保监管措施实施到位，必须建立CO₂封存许可管理体系，包括明确CO₂封存许可的申请、发行、修改以及撤销的正式程序。

政策建议5：在CO₂的封存方面，必须明确规定和管理运营商在项目实施过程中、项目封存地关闭以及后关闭阶段的责任。在对这些责任进行统计时，需要将现行环境立法通常会低估处理环境污染事故的成本这一因素考虑在内。此外，还需要明确项目关闭后运营商将责任转移给相关政府部门的时间和条件。

政策建议6：政府部门应该核实第三方的财政可靠性（比如保险、抵押物或者第三方担保等），且运营商必须有能力承担上述责任。

在中国，公众的意见在重大基础设施的建设过程中发挥着越来越重要的作用。因此，对于CCUS项目而言，迫切需要就CCUS项目的健康和安全问题建立一个与公众和主要的利益相关方的沟通机制（Chrysostomidis et al, 2009）。目前，公众对于CO₂运输和封存过程中可能产生的安全问题的担心很可能成为CCS技术在中国推广的一个主要障碍（Senior et al, 2011）。尽管与路上地质封存相比，离岸地质封存可能会部分缓解公众的压力，但是仍然需要就CO₂的海床底下封存的安全问题与公众进行沟通（Mabon et al, 2014）。此外，即使是采用离岸地质封存，公共仍然有可能通过管道接触到CO₂，因此：

政策建议7：必须建立CCUS项目综合沟通机制，以确保公众和关键利益相关方之间顺畅的沟通交流，并且增加公众对该项目的接受度。

对于健康和安全问题, 由于中国在运输和注入危险气体方面有着丰富的经验, 在为CO₂运输和注入操作制定最佳实践方法和相关监管制度时可以借鉴已有的经验做法。尽管如此, 正如本报告第4.2节所述, 由于我们对CO₂的释放和扩散模式仍旧知之甚少, 为了最终建立CO₂管道运输的监管体系, 有必要就CO₂管道与天然气管道之间做一个隐患和风险的对比研究。另外, 中国还可以借鉴英国安全与健康执行局 (HSE) 的经验, 促进新兴能源和低碳技术项目 (Shuter et al, 2011)。

政策建议8: 与CO₂相关的健康和安全措施以及最佳的实践方案的制定应该借鉴其他相关行业或者国外的成功经验。CCUS项目运营商和项目监管负责人必须落实相关安全措施以保证公众的健康和安全, 并且在项目正式通过审批之前评估并审查相关的应急方案。

STRACO₂项目(2009: pp94)建议: 自2015年开始, 所有的新建燃煤电厂都应该进行CO₂捕集预留。在英国-中国 (广东) CCUS产业促进与学术交流中心的努力下, 广东省在这方面已经开了一个好头。目前, 在该中心的支持下华润电力海丰电厂的3号和4号两台百万机组机组捕集预留项目正处于紧张的筹备阶段。在此基础上, 广东省应该:

政策建议9: 广东省应随时跟进华润电力海丰电厂的“碳捕集预留”示范项目, 并且出台政策规定所有大型和高浓度排放源都必须配备CO₂捕集预留设计。

虽然, 一个清晰而统一的监管制度是鼓励管道网络投资的一个重要因素 (Zarraby, 2012), 但是统一的监管体系本身并不足以促进CCUS示范项目的发展, 鉴于此:

政策建议10: 有必要针对广东省大规模示范项目的激励措施问题进行讨论, 主要的激励措施包括: 将CCUS纳入中国的碳排放交易体系、为CCUS发电厂申请长期的上网电价补贴、以及政府的财政拨款、税收补贴和其他财政补贴等。

如果CCUS能够纳入到中国排放交易体系中, 这也将有利于在排放交易体系内部建立针对潜在的负排放 (如生物质能+CCUS) 的管理条例 (Brockett, 2009)。此外, 由于广东省和香港拥有共同的潜在封存地, 两者在CO₂运输管网基础设施的建设方面存在着巨大的合作潜力。根据《珠江三角洲地区改革发展规划纲要 (2008-2020年)》(GDPG, 2009), 加强广东省与香港的合作是珠江三角洲地区发展的重点。因此, 广东省应该加快形成CO₂运输管网监管体系的建立, 以鼓励管道基础设施的投资和共享, 同时积极寻求与香港在CCUS发展方面的合作机会。鉴于

此，本研究建议：

政策建议11：广东省应在其CCUS发展规划中考虑与香港共享CO₂运输和封存的基础设施。同时，广东省还可以为香港提供由CCUS电厂提供的低碳电力供应。

参考文献

ADB (Asian Development Bank), 2012. Prospect for Carbon Capture and Storage in South East Asia.

Administration of Environmental Protection (AEP), Ministry of Health, Ministry of Construction, Ministry of Water Resources, & Ministry of Land and Resources, 1989. Regulations on the Administration of the Prevention and Control of Pollution in Protected Areas for Drinking Water Sources and Groundwater. (饮用水水源保护区污染防治管理规定) Accessed 11/Apr/2014
http://www.mep.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_171862.htm

Bachu, S., 2008. Legal and regulatory challenges in the implementation of CO₂ geological storage: An Alberta and Canadian perspective. International Journal of Greenhouse Gas Control 2, 259-273.

Baker & McKenzie, 2012. Report to the Global CCS Institute on Legal and Regulatory Developments Related to Carbon Capture and Storage between November 2010 – June 2011. Accessed 11/Apr/2014
<http://cdn.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/27352/gccsi-update-report-v9-1416504-syddms.pdf>

BBC Website. Reporting the issuance of Contracts for Difference in April 2014. Accessed 26 April 2014.
<http://www.bbc.co.uk/news/business-27121801>

Brockett, S., 2009. The EU enabling legal framework for carbon capture and geological storage. Energy Procedia 1, 4433-4441.

Carpenter, M., Aarnes, J., Coleman, D., Levett, B., 2010. The CO₂QUALSTORE Guideline for safety and risk management of CO₂ geological storage sites. The 10th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2010 (PSAM

2010). Vol 2, 988-999.

Chrysostomidis, I., Geyer, T.A.W., Smith, A., Fedorowick, J., Bohm, M., Beynon, E., et al, 2009. CO₂ pipeline systems: Assessment of the risks and health and safety regulations. Institution of Chemical Engineers Symposium Series 155, 411-415.

ClimateWise, 2012. Managing Liabilities of European Carbon Capture and Storage. Accessed 25/Mar/2014

http://www.climatewise.org.uk/storage/_website-2012/collaborations/ccs/ClimateWise%20CCS%20Report%20Nov%202012%20-%20Full%20Report.pdf

Clyne, H., Philips, I., James, A., 2011. CO₂ monitoring: Taking the pulse of CO₂ storage reservoirs. Society of Petroleum Engineers – Offshore Europe Oil and Gas Conference and Exhibition 2011, vol 2, 822-831.

Dahowski, R.T., Li, X., Davidson, C.L., Wei, N., Dooley, J.J., 2009. Regional Opportunities for Carbon Dioxide Capture and Storage in China. Pacific Northwest National Laboratory. PNNL-19091. Accessed 28/Mar/2014

http://energyenvironment.pnnl.gov/pdf/roccs_china_pnnl_19091.pdf

Davies, L.L., Uchitel, K., Ruple, J., 2013. Understanding Barriers to Commercial-scale Carbon Capture and Sequestration in the United States: An empirical assessment. Energy Policy 59, 745-761.

De Coninck, H., Flach, T., Curnow, P., Richardson, P., Andreson, J., Shackeley, S., et al., 2009. The acceptability of CO₂ capture and storage (CCS) in Europe: An assessment of the key determining factors. Part 1: Scientific, technical and economic dimensions. International Journal of Greenhouse Gas Control 3, 333-343.

DECC (UK Department of Energy and Climate Change), 2012. CCS Roadmap: the regulatory framework. Accessed 24/Mar/2014

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48319/4902-ccs-roadmap--regulatory-framework.pdf

Dixon, T., 2009. International Legal and Regulatory Developments for Carbon Dioxide Capture and Storage: from the London Convention to the Clean Development Mechanisms. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy 223, 293-297.

DNV, 2010. Design and Operation of CO₂ Pipelines. Recommended Practice DNV-RP-J202.

EU (European Union), 2009. Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directive 85/337/EEC. European Parliament and Council Directives 2000/60/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC, 2008/1/EC and Regulation No. 1013/2006. Official Journal of the European Union 2009; L140:114-35.

EC (European Commission), 2012. COMMISSION OPINION of 28.2.2012: relating to the draft permit for the permanent storage of carbon dioxide in block section P18-4 of block section P18a of the Dutch continental shelf, in accordance with Article 10(1) of Directive 2009/31/EC of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide. Accessed 20/Apr/2014

http://ec.europa.eu/clima/policies/lowcarbon/ccs/implementation/docs/c_2012_1236_en.pdf

EPA (US Environmental Protection Agency), 2010. Final Rule: Federal Requirements under the Underground Injection Control (UIC) Program for Carbon Dioxide (CO₂) Geologic Sequestration (GS) Wells. Accessed 15/Apr/2014

<https://www.federalregister.gov/articles/2010/12/10/2010-29954/federal-requirements-under-the-underground-injection-control-uic-program-for-carbon-dioxide-co2>

EC (European Commission), 2009. Implementation of Directive 2009/31/EC on the Geological Storage of Carbon Dioxide. Guidance Document 1. Assessed 20/Apr/2014

http://ec.europa.eu/clima/policies/lowcarbon/ccs/implementation/docs/gd1_en.pdf

GCCSI (Global Carbon Capture and Storage Institute) and Scottish Government, 2011. Carbon Capture and Storage Regulatory Test Toolkit. Accessed 22/Mar/2014

<http://carbcap.geos.ed.ac.uk/website/publications/CCS-regulatory-toolkit/CCS-Toolkit-Full.pdf>

GCCSI, 2014. The Global Status of CCS: Feb 2014. Accessed 20/Mar/2014

<http://cdn.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/121016/global-status-ccs-february-2014.pdf>

GDCCSR (Guangdong CCS Readiness Project), 2013. CCUS Development Roadmap Study for Guangdong Province, China. Accessed 20/Apr/2014

<http://cdn.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/118506/ccus-development-roadmap-study-guangdong-province-china.pdf>

GDCPSC (Guangdong Provincial Communist Party Standing Committee), 2011. Opinion on further strengthen safety production work. (关于进一步加强安全生产工作的意见) GD (2011) No. 13.

http://www.gdemo.gov.cn/zwx/zcfg/gdzcwj/lhfw/201106/t20110610_144423.htm

GDPG (Guangdong Provincial People's Congress), 2004. (广东省环境保护条例) (Enter into Forced on 1/Jan/2005, proposed revision in 2011) Accessed 10/Apr/2014

<http://www.fzb.gd.gov.cn/business/htmlfiles/gdsfzb/lfyjzj/201106/6285.html>

GDPG (Guangdong Provincial People's Government), 2009. Decisions to Implement the Pearl River Delta Reform and Development Plan (2008-2020). (关于贯彻实施〈珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008-2020年)〉的决定) Accessed 12/Apr/2014

http://www.gd.gov.cn/gdgk/gdyw/200904/t20090413_89406.htm

GDPG (Guangdong Provincial Peoples' Government), 2014. Guangdong Provincial Action Plan for Atmospheric Pollution Control and Prevention (广东省大气污染防治行动方案) Accessed 10/Apr/2014

http://www.gdemo.gov.cn/zwx/zcfg/gdzcwj/szfwj/201403/t20140305_194668.htm

GDW (Water Resources Department of Guangdong Province), 2011. Guangdong Provincial Plan for Underground Water Protection and Utilisation (广东省地下水保护与利用规划). Accessed 15/Apr/2014.

http://zwgk.gd.gov.cn/006941135/201104/t20110429_49656.html

GEDI (Guangdong Electric Power Design Institute), 2013. The Launch of UK-China (Guangdong) CCUS Centre (中英(广东)CCUS中心成立). Accessed 22/Apr/2014.

http://www.gedi.com.cn/cn/html/2013-12-23/9_3525.html

Gentry, P.R., House-Knight, T., Harris, A., Greene, T., Campleman, S., 2013. Potential occupational risk of amines in carbon capture for power generation. International Archives of Occupational and Environmental Health.

Gerard, D., Wilson, E.J., 2009. Environmental bonds and the challenge of long-term carbon sequestration. *Journal of Environmental Management* 90, 1097-1105.

Gov UK, 2014. The UK Government's web portal discussing the awarding of funds for the 2 FEED contracts, and other CCS incentives. Accessed 26 April 2014.

<https://www.gov.uk/government/news/drax>

Hart, C. and Liu, H., 2010. Advancing Carbon Capture and Sequestration in China. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Accessed 12/Mar/2014

<http://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/CES%2011%20pp.%2099-130.pdf>

Horizon, 2014. The website of the European Commission describing the Horizon 2020 funding opportunities. Accessed 26th April 2014.

<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>

IEA, 2010. Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050. Accessed 17/Mar/2014

http://www.iea.org/Textbase/nppdf/free/2010/etp2010_part1.pdf

IEA, 2012. Carbon Capture and Storage: Legal and Regulatory Review. Edition 3.

ILO (International Labour Organisation), 2012. National Profile Report on Occupational Safety and Health in China. Accessed 10/Apr/2014

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/policy/wcms_186991.pdf

IMO (International Marine Organisation), 2009. Resolution on the amendment to article 6 of London protocol. LP. 3(4). Accessed 17/Mar/2014

[www.imo.org/OurWork/Environment/.../Resolution%20LP-3\(4\).doc](http://www.imo.org/OurWork/Environment/.../Resolution%20LP-3(4).doc)

IMO (International Marine Organisation), 2012. Sequestration of CO₂. Accessed 10/Mar/2014

http://www.imo.org/blast/mainframemenu.asp?topic_id=1615

Kjarstad, J., Langlet, D., Johansson, D., Sjoblom, J., Johnsson, F., Berntsson, T., 2011. CCS in the Skagerrak/Kattegat-region – Assessment of an intraregional CCS infrastructure and legal

framework. *Energy Procedia* 4, 2793-2800.

Koornneef, J., Ramirez, A., Turkenburg, W., Faaij, A., 2012. The environmental impact and risk assessment of CO₂ capture transport and storage – An evaluation of the knowledge base. *Progress in Energy and Combustion Science* 38 (1), 62-86.

Liu, H., Liang, X., 2011. Strategy for promoting low-carbon technology transfer to developing countries: The case of CCS. *Energy Policy* 39 (6), 3106-3116.

Liu, J., 2013. Overview of the Chinese Legal System. *Environmental Law Institute*, 1(1). Accessed 10/Apr/2014

<http://elr.info/sites/default/files/chinaupdate1.1.pdf>

Mabon, L., Shackley, S., Bower-Bir, N., 2014. Perceptions of sub-seabed carbon dioxide storage in Scotland and Implications for policy: A qualitative study. *Marine Policy* 45, 9-15.

Ministry of Environmental Protection (MEP), 2011. Emissions Standards of Air Pollutants for Thermal Power Plants. (国标 13223-2011 火电厂大气污染物排放标准)

Accessed 12/ Apr/2014

<http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201109/W020110923323714233980.pdf>

MEP, 2013. Notice to Enhance Environment Protection for CCUS Pilot and Demonstration Project (关于加强碳捕集、利用和封存试验示范项目环境保护工作的通知) Accessed 15/Apr/2014

http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201311/t20131104_262804.htm

MOCI (Ministry of Chemical Industry), 1995. Regulations for Managing Pressurized Pipelines in Chemical Companies. (化工企业压力管道管理规定) Accessed 15/Apr/2014

<http://www.chinabaike.com/law/zy/bw/atgb/1416606.html>

MOST (Ministry of Sciences and Technology), 2011. 12th Five Year Plan CCS Science and Technology Development Programme. (“十二五”国家碳捕集利用与封存科技展专项规划)

Accessed 20/Apr/2014

Morgan, M.G., McCoy, S.T., 2012. Carbon capture and sequestration: Removing the legal and regulatory barriers. Routledge, 276p.

NDRC, 2010. Notice to pilot low-carbon provinces and cities. NDRC Climate (2010) 1587. (国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知) Accessed 12/Apr/2014

<http://baike.baidu.com/view/4096389.htm>

NDRC, 2011. Notice to Pilot Emission Trading Schemes. NDRC Climate (2011) 2601. (国家发展改革委办公厅关于开展碳排放权交易工作试点的通知) Accessed 10/Apr/2014

<http://cdm.ccchina.gov.cn/Detail.aspx?newsId=3547&TId=3>

NDRC, 2013. Notice of National Development and Reform Commission (NDRC) on Promoting Carbon Capture, Utilisation and Storage Pilot and Demonstration. NDRC Climate [2013] 849. (国家发展改革委关于推动碳捕集、利用和封存试验示范的通知) Accessed 10/Apr/2014

<http://www.captureready.com/EN/Channels/News/showDetail.asp?objID=3162>

NPC, 1989. Environmental Protection Law of the People's Republic of China. (中华人民共和国环境保护法) Accessed 5/Apr/2014

http://www.law-lib.com/law/law_view1.asp?id=6229

NPC, 1996. Mineral Resources Law. (中华人民共和国矿产资源法) Accessed 6/Apr/2014

http://www.mlr.gov.cn/zwgk/flfg/kczyflfg/200406/t20040625_292.htm

NPC, 2000a. Law on Prevention and Control of Air Pollution (中华人民共和国大气污染防治法) Accessed 10/Apr/2014

http://law.lawtime.cn/d455928461022_2_p1.html

NPC, 2000b. Marine Environmental Protection Law of the People's Republic of China. (中华人民共和国海洋环境保护法) Accessed 15/Apr/2014

<http://biodiv.coi.gov.cn/fg/hy/hyhb.htm>

NPC, 2001. Law of the People's Republic of China on the Administration of the Use of Sea Areas. (中华人民共和国海域使用管理法) Accessed 28/Apr/2014.

http://www.soa.gov.cn/zwgk/fwjgwywj/shfl/201211/t20121105_5210.html

NPC, 2002a. Water Law of the People's Republic of China. (中华人民共和国水法) Accessed 15/Apr/2014

http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-08/30/content_543914.htm

NPC, 2002b. Production Safety Law of the People's Republic of

China. (中华人民共和国安全生产法) Accessed 2/Apr/2014
<http://www.people.com.cn/GB/jinji/31/179/20020629/764322.html>

NPC, 2002c. Environmental Impact Assessment Law. (中华人民共和国环境影响评价法) Accessed 2/Apr/2014
<http://www.people.com.cn/GB/shehui/212/3572/3574/20021029/853043.html>

NPC, 2003. Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control of Radioactive Pollution. (中华人民共和国放射性污染防治法) Accessed 2/Apr/2014
http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2003-06/30/content_944698.htm

NPC, 2004a. Land Administration Law. (中华人民共和国土地管理法) Accessed 10/Apr/2014
<http://www.china.com.cn/chinese/law/647616.htm>

NPC, 2004b. Law of the People's Republic of China on Solid Waste Pollution. (中华人民共和国固体废物污染环境防治法) Accessed 10/Apr/2014
http://www.gov.cn/flfg/2005-06/21/content_8289.htm

NPC, 2007a. Property Rights Law. (中华人民共和国物权法) Accessed 3/Apr/2014
http://www.gov.cn/flfg/2007-03/19/content_554452.htm

NPC, 2007b. Urban and Rural Planning Law of the People's Republic of China. (中华人民共和国城乡规划法) Accessed 3/Apr/2014
http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content_788494.htm

NPC, 2008a. Law on Prevention and Mitigation of Water Pollution. (中华人民共和国水污染防治法) Accessed 10/Apr/2014
http://www.gov.cn/flfg/2008-02/28/content_905050.htm

NPC, 2008b. Patent Law. (中华人民共和国专利法 2008年修正) Accessed 10/Apr/2014
http://www.sipo.gov.cn/zcfg/flfg/zl/fljxzfg/201310/t20131025_862132.html

NPC, 2010. Oil and Gas Pipeline Protection Law. (中华人民共和国石油天然气管道保护法) Accessed 2/Apr/2014
http://www.china.com.cn/policy/txt/2010-06/26/content_20354146.htm

Nurrokhmah, L., Mezher, T., Abzahra, M.R.M., 2013. Evaluation of

OSPAR (OSPAR Commission), 2007a. OSPAR Guidelines for Risk Assessment and Management of Storage of Carbon Dioxide Streams in Geological Formation. London. (2007-02).

OSAPAR, 2007b. OSPAR Guidelines for risk assessment and management of storage of CO₂ streams in geological formation. London (2007-12).

Paformak, P.W., Folger, P., 2013. Carbon dioxide (CO₂) pipelines for carbon sequestration: Emerging Policy Issues. Carbon Capture and Greenhouse Gases 2013, 95-114.

Qin, T., 2013. Regulation of Carbon Capture and Storage in China: Lessons from the EU CCS Directive. Clean Energy Systems in the Subsurface, pp1-19. Accessed 20/Mar/2014

http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-37849-2_1#page-1

Reiner, D., Liang, X., 2009. Stakeholder Perceptions of Demonstrating CCS in China. A Study for UK-EU-China Near Zero Emission Coal Initiative (NZEI). Accessed 17/Apr/2014

<http://www.ccs.cam.ac.uk/files/stakeholder-perceptions-of-demonstrating-ccs-in-china>

Reiner, D., Liang, X., 2012. Stakeholders views on financing carbon capture and storage demonstration projects in China. Environmental Sciences and Technology 46, 643-651.

Standardization Administration of China (SAC), 1993. National Standard 6052-1993 – Commercial Liquid Carbon Dioxide. (国标 6052-1993 工业液体二氧化碳)

(Accessed 25/Mar/2014) SAC, 1996. National Standard 16201-1996: Health standard for carbon dioxide in the air of workplace. (国标16201-1996 车间空气中二氧化碳卫生标准)

<http://www.doc88.com/p-698272983133.html>

SAC, 2002. National Standard 14500-2002: Regulations for Radioactive Waste Management. (放射性废物管理规定) Accessed 30/Mar/2014

<http://www.doc88.com/p-99550874492.html>

SCCS (Scottish Carbon Capture and Storage Centre), 2014. Resource & Download for Teachers. Accessed 15/Mar/2014

<http://www.sccs.org.uk/education/downloads/ccs-fullchain.jpg>

Senior, B., Chen, W., Gibbins, J., Haydock, H., Li, M., Pearce, J., Su, W., Ulanowsky, D., 2011. Carbon Capture and Storage in China: Main Findings from China-UK Near Zero Emission Coal (NZEC) Initiative. *Energy Procedia* 4, 5956-5965.

Shell, 2014. Peterhead CCS Project. Accessed 30/Mar/2014
<http://www.shell.co.uk/gbr/environment-society/environment-tp-kg/peterhead-ccs-project.html>

State Administration of Work Safety (SAWS), 2005. Measures for the Safety Review of Dangerous Chemicals Production and Storage Construction Projects. (危险化工产品安全管理条例)\ Accessed 30/Mar/2014
http://www.gov.cn/zwgk/2011-03/11/content_1822783.htm

Seitz, J.B., Schon, M.B., 2010. The Regulation of Carbon Capture and Sequestration in the European Union. *Environmental Claims Journal* 22(1), 69-75.

Shuter, D., Bilio, M., Wilday, J., Murray, L., Whitbread, R., 2011. Safety issues and research priorities for CCS systems and infrastructure. *Energy Procedia* 4, 2261-2268.

SOA (State Oceanic Administration), 1989. Regulations for Governing the Laying of Submarine Cables and Pipelines. (铺设海底电缆管道管理规定) Accessed 30/Mar/2014
http://www.soa.gov.cn/zwgk/fwjgwywj/shxzfg/201211/t20121105_5225.html

SOA, 1992. Implementation Rules for Regulations for Governing the Laying of Submarine Cables and Pipelines. (铺设海底电缆管道管理规定实施办法) Accessed 30/Mar/2014
http://www.soa.gov.cn/zwgk/fwjgwywj/bmgz/201211/t20121105_5242.html

SOA, 2002. Environment Impact Assessment for Offshore Oil Field Development Project. (海洋石油开发工程环境影响评价管理程序) Accessed 30/Mar/2014
<http://baike.baidu.com/view/437482.htm>

State Council, 1994. Implementation Rules for Mineral Resources Law. (中华人民共和国矿产资源法实施细则) Accessed 30/Mar/2014
http://www.mlr.gov.cn/zwgk/flfg/kczyflfg/200406/t20040625_293.htm

State Council, 1998. Regulations for Implementing the Land Administration Law. (中华人民共和国土地管理法实施条例)

Accessed 30/Mar/2014

http://www.mlr.gov.cn/zwgk/flfg/tdglflfg/200406/t20040625_369.htm

State Council, 2001. Regulations for Protection of Oil and Natural Gas Pipelines. (石油天然气管道保护条例) Accessed 15/Apr/2014

http://www.chinasafety.gov.cn/zhengcefagui/2006-07/26/content_182126.htm

State Council, 2003. Geological Exploration Registration Rules. (地质勘探登记注册办法) Accessed 15/Apr/2014

http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2003-07/04/content_953513.htm

State Council, 2006. Administrative Regulation on the Prevention and Treatment of the Pollution and Damage to the Marine Environment by Marine Engineering Construction Projects (防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例) Accessed 15/Apr/2014

http://www.gov.cn/zwgk/2006-10/06/content_405871.htm

State Council, 2008a. Geological Exploration Management Ordinance. (地质勘探资源条例)

http://www.gov.cn/zwgk/2008-03/10/content_915913.htm

State Council, 2010. Regulations for implementing the patent law.(专利法实施细则) Accessed 30/Mar/2014

http://www.sipo.gov.cn/zcfg/flfg/zl/fljxzfg/201310/t20131025_862131.html

State Council, 2011a. Safety Management Rule of Radioactive Waste. State Council 612. (放射性废物安全管理条例)

Accessed 30/Mar/2014

http://www.gov.cn/flfg/2011-12/29/content_2034518.htm

State Council, 2011b. Safety Management Regulation for Dangerous Chemical.

(危险化学品安全管理条例) Accessed 30/Mar/2014

http://www.gov.cn/zwgk/2011-03/11/content_1822783.htm

State Council, 2011c. Regulation for International Cooperating in Exploring Offshore Oil Resources. (中华人民共和国对外合作开采海洋石油资源条例) Accessed

30/Mar/2014<http://baike.baidu.com/view/433335.htm>

State Council, 2012. Opinion on implementing the most strict water resources management rule. State Council (2012) No.3.

(国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见)

Accessed 30/Mar/2014

http://www.gdemo.gov.cn/zwx/zcfg/gjzcwj/gwywj/201202/t20120216_156719.htm

State Council, 2013. Notice on Air Pollution Action Plan.

(国务院大气污染防治行动计划的通知) Accessed 30/Mar/2014

http://www.gov.cn/zwgk/2013-09/12/content_2486773.htm

STRACO₂, 2009. Support to Regulatory Activities for Carbon Capture and Storage: Synthesis Report. Accessed 30/Mar/2014

http://ec.europa.eu/clima/events/0028/straco_en.pdf

UCLLP (UCL Carbon Capture Legal Programme), 2014. National Legislation: United Kingdom.

<http://wwws-uat.ucl.ac.uk/cclp/ccstransport-nat-UK.php>

Wang, H., 2013. Analysis of Intellectual Property Policy in China's Innovation Strategy. Presentation to IP Workshop, California, US, 26 Feb 2013.

<http://www.huayilawyer.com/huayilawyer/site/index/show.asp?id=23&id2=23&id3=352&rs2=%C8%C8%B5%E3%CD%C6%BC%F6>

White Rose (White Rose Carbon Capture & Storage Project), 2013. Carbon Capture welcomes FEED contract award.

Accessed 20/Feb/2014

<http://www.whiteroseccs.co.uk/news>

Wilday, J., McGillivray, Harper, P., Wardman, M., 2009. A comparison of hazard and risks for carbon dioxide and natural pipelines. Institutional of Chemical Engineers Symposium Series 155, 392-398.

Wilson, E.J., Morgan, M.G., Apt, J., Bonner, M., Bunting, C., Gode, J., et al., 2008. Regulating the Geological Sequestration of CO₂. Environmental Science and Technology 2718-2722.

Wilson, E.J., Klass, A.B., Bergan, S., 2009. Assessing a Liability Regime for Carbon Capture and Storage. Energy Procedia 1, 4575-4582.

WRI (World Resources Institute), Guidelines for Carbon Dioxide Capture, Transport and Storage. Washington DC: WRI.

WRI, 2010. CCS in China: Toward Environmental, Health, and Safety Regulatory Framework. World Resources Institute (formulated by Seligsohn, D., Liu, Y., Forbes, S., Zhang, D., West, L.), August 2010.

Yu, X., 2010. An overview of legislative and institutional approaches to China's energy development. *Energy Policy* 38, 2161-2167.

Zakkour, P., Haines, M., 2007. Permitting issues for CO₂ capture, transport and geological storage: A review of Europe, USA, Canada and Australia. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 1, 94-100.

Zarraby, C., 2012. Regulating carbon capture and sequestration: A federal regulatory regime to promote the construction of a national carbon dioxide pipeline network. *George Washington Law Review*, 80 (3), 950-990.