第7章 中国の低炭素・グリーン技術

7.1　低炭素技術の見通し

中国科学院エネルギー領域戦略研究グループが2009年にまとめた中国の低炭素技術応用ロードマップは、エネルギー供給、交通、建築、工業の4分野に関して、2010年から2050年までを4つの段階に分けて各種低炭素技術の見通しを明らかにしている。

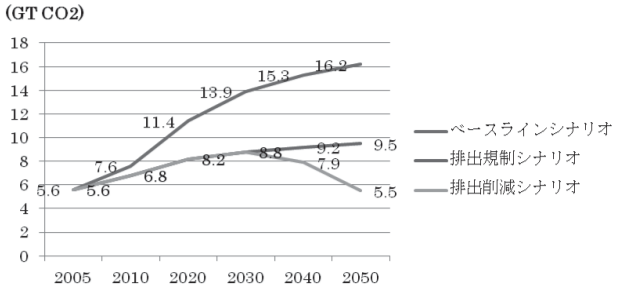
それによると、発電所での炭素の回収・貯留（CCS）については2021年から35年にかけて、また水素エネルギーの大規模利用や高い効率のエネルギー貯蔵技術、新しいコンセプトに基づいた太陽電池を2036年から50年にかけて本格導入するという目標を掲げた。核融合や天然ガスハイドレートの利用は2050年以降の利用を見込んでいる。

交通分野では、2021年以降に電気自動車やバイオマス液体燃料の本格導入を見据えているほか、2036年から50年にかけて燃料電池自動車の普及を視野に入れている。一方、建築分野では、現在利用できる技術をすべて2020年までに利用することを織り込むとともに、2021年以降については新しいコンセプトに基づいた低炭素建築の導入を構想している。

国連開発計画（UNDP）の委託を受けて中国人民大学がまとめた「中国人類発展報告2009/10」（UNDP、2010年4月）は、低炭素を実現するための重要な分野として、発電分野、交通分野、鉄鋼分野、セメント分野、化学工業分野、石油化学分野をあげている。

同報告では、2050年までの二酸化炭素排出に関する「ベースラインシナリオ」、「排出規制シナリオ」、「排出削減シナリオ」を示し、最も二酸化炭素排出削減効果の大きい「排出削減シナリオ」では「ベースラインシナリオ」に比べて、2050年時点で107億ﾄﾝの二酸化炭素の排出削減が期待できると推定している。

◎第7-1-1図　中国の二酸化炭素排出シナリオ



出典：「中国人類発展報告2009/10」（UNDP、2010年4月）

◎第7-1-1表　中国の低炭素技術応用ロードマップ

時期	第1段階	第2段階	第3段階	長期
	2010-2020年	2021-2035年	2036－2050年	2050年以降
エネルギー供給	• 水力発電 • 第1世代バイオマス利用技術 • 超超臨界発電 • IGCC • 単/多/非結晶シリコン太陽電池 • 第2世代・第3世代原子力発電	• 風力発電 • 薄膜太陽電池 • 太陽熱発電 • 発電所での炭素回収・貯留（CCS） • 分散式グリッド結合技術 • 第4世代原子力発電	• 水素エネルギーの大規模利用 • 高効率エネルギー貯蔵技術 • 超伝導電力技術 • 新コンセプト太陽電池 • 深層地熱のプロジェクト化	• 核融合 • 海洋エネルギー発電 • 天然ガスハイドレート
交通	• 石油燃料自動車省エネ技術 • ハイブリッドカー • 新型軌道交通	• 高エネルギー密度バッテリー • 電気自動車 • バイオマス液体燃料	• 燃料電池自動車 • 第2世代バイオ燃料	• 第3世代バイオ燃料
建築	• ヒートポンプ技術 • 建物外面保温 • 太陽熱利用 • 地域コジェネレーション • LED照明技術 • 採暖空調、採光通風システムの省エネ	• 新しいコンセプトの低炭素建築		
工業	• 工業コジェネレーション • 重点生産プロセスの省エネ技術 • 工業余熱、余圧、余剰エネルギー利用	• 工業CCS • 先進材料		

出典：「2010　中国可持続発展戦略報告　緑色発展与創新」（中国科学院可持続発展戦略研究組、2010年3月、科学出版社）

「排出削減シナリオ」では、2050年時点での排出削減効果107億ﾄﾝの内、エネルギー効率の改善で41％、CCS利用で32％、再生可能エネルギーの利用で12％、原子力の利用で10％、化石燃料の代替で3％、バイオマス・エネルギーの利用で2％の削減を見込んでいる。

7.1.1　交通分野

(1) 軌道交通

中国は、輸送効率の高い軌道交通へのシフトを低炭素社会構築に向けての柱と位置付けている。このうち、高速鉄道は日本やフランス、ドイツ等から技術を導入し、国産化を進めている。

◎第7-1-2表　高速鉄道向け863計画公募案件

課題1：高速列車永久磁石電動機トラクションドライブシステム		
	研究目標	新型の永久磁石モータートラクションドライブシステム技術と設備を完成させ、永久磁石モーター高速列車のプロトタイプを開発し、運行を通じて審査する
	主要研究内容	永久磁石モータートラクションドライブシステムの統合技術及び永久磁石モーター高速列車の研究開発
		永久磁石モーターの機械や熱工学、電磁的性能及び信頼性最適化設計の研究、試験と製造などの技術統合、エンジニアリングプロトタイプの研究開発
		永久磁石モータートラクションコンバータの主回路、トラクションと整流制御、保護及び故障診断、信頼性設計及び製造技術などの研究、エンジニアリングプロトタイプの研究開発
	主な審査指標	永久磁石モーター高速列車は、中国高速鉄道トラクション電源システムと複雑な気候条件に適応し、運行速度350km/h条件下でのトレッド出力が9600kW以上であること。
		永久磁石モータートラクションコンバータは水冷方式と軸制御モードを採用し、出力密度は250kW/m3以上であること。
		永久磁石モーターの出力密度は1kW/kg以上で、モーター出力、効率、出力パラメータ、起動トルクなどの指標が国際的先進レベルに達する。
	課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
	補助金額	1億元、自己調達資金は2億2000万元以上
課題2：高速鉄道インフラサービス状態検査測定技術		
	研究目標	高速鉄道インフラサービス状態の検査測定、運営、メンテナンスを決定する技術と設備体系の確立、高速鉄道の現場工事の検証の完成。
	主要研究内容	高速鉄道線路サービス状態のリアルタイム・オンラインモニタリング技術、装置、システムの研究。
		トラクション変電重要設備、光通信システムのオンラインモニタリング技術とシステムの研究。
		インフラサービス状態のモニタリングセンサーネットワーク、安全体制予測警報技術、センサーネットワークへのアクセス及び出力設備、運営・モニタリングを決定するシステムの研究開発。
		インフラサービス状態のモニタリングシステムの設計、技術統合、応用モデルラインの確立。
	主な審査指標	線路とトラクション電源設備サービスのオンラインモニタリング装置の研究開発を行い、レールの熱応力モニタリング精度、構造モニタリング精度、光通信システムのモニタリング精度が国際的先進レベルに達し、レールの切断と異物の検出ミス率が5％以下であること。
		状態検査測定センサーネットワークの信頼性の高い配信プラットフォームへのアクセスについて研究開発を行い、伝送距離50m、帯域幅250kbpsでのアクセス条件下で、シンクノードの平均伝播遅延が10ms以下であること。
		アプリケーションの認証モデルライン距離が300km以上であること。
	課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
	補助金額	4000万元、自己調達資金は8000万元以上
課題3：高速鉄道の振動・騒音低減重要技術		
	研究目標	高速鉄道の騒音源の識別、高速列車の重要部品の低騒音設計、新型サウンドシールドなど重要技術と設備を研究開発し、実際に応用して検証する。
	主要研究内容	高速鉄道の騒音源の特定、識別、空間分布、スペクトル分析技術などの分析、騒音源識別技術設備と騒音源のデータベースの研究開発。
		高速列車のNVH特性分析と重要部品の低騒音設計など技術の研究。
		高速鉄道の大型構造物の振動・騒音低減装置の設計とトンネル内外での騒音低減技術の研究、高架線構造における振動・騒音低減装置、トンネルでの騒音吸収素材と構造の研究開発。
		高速鉄道の騒音特性分析を踏まえた高速鉄道の騒音バリア、負荷低減式防音壁設計技術の研究、負荷低減式防音壁の研究開発。
	主な審査指標	騒音源の識別設備の音源識別最低周波数と識別率が国際的先進レベルであること。
		高速列車の主要騒音源パーツからの騒音と騒音低減装置を備えた高架線構造の騒音について、現在より3dB(A)以上低くすること。
		トンネル内外の騒音減少素材及び構造によりトンネルの騒音を現在より5dB(A)以上下げること。
		負荷低減式防音壁の負荷低減率が国際的先進レベルに達し、放射ノイズを3dB(A)以上下げること。
	課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
	補助金額	6000万元、自己調達資金は1億8000万元以上

出典：「現代交通技術領域高速鉄路重大技術及び設備研究開発重大項目申請指南」

科学技術部863計画現代交通技術領域弁公室は2010年10月、「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）の一環として、「現代交通技術領域高速鉄路重大技術及び設備研究開発重大項目申請指南」を公表し、第7-1-2表に示す3件の高速鉄道研究課題を公募した。

中国の軌道交通産業において、核心技術は主に外国企業に依存している。軌道交通産業分野のソフトウェアハイテク製品市場はシーメンスやアルストムなどの多国籍企業によって占められており、国内企業は比較的技術レベルの低い製品分野に集中している。[99]

上海市経済情報化委員会は2010年3月19日、工業化と情報化を融合させて国家戦略を発展させることを目的として、「上海ハイテク技術産業化促進に関する実施意見」（「関于加快推進上海高新技術産業化的実施意見」）と「上海ソフトウェアと情報サービス業ハイテク技術産業化促進の活動方案（2009-2012年）」（「上海推進軟件和信息服務業高新技術産業化行動方案（2009-2012年）」）を受けて、「上海市振興工業ソフトウェア項目行動方案（2010-2012年）」（「上海市振興工業軟件専項行動方案（2010-2012年）」）を制定した。

同方案では、推進する重点分野の一つとして軌道交通が挙げられており、信号システム、総合コントロールシステム、国産都市軌道交通運行管理システムの研究開発と産業化、交通電子製品の軌道列車への設置などが研究対象となっている。

とくに2010年には、通信ベース列車制御（CBTC）システム技術の消化吸収、知的財産権を持った都市軌道交通デジタル化信号システムの研究開発、自動列車制御装置（ATC）の核心技術の取得などが重点課題としてあげられた。

(2) 電気自動車

中国の自動車産業は大きな転換点にたっており、省エネ技術も変革期を迎えつつある。自動車省エネ技術としては、燃料の多様化、自動車システムの電子化、動力の電化、材料の軽量化などがあげられる。

現在の自動車の主流である内燃機関動力技術については、ディーゼルエンジンに関してはコンピュータ制御のコモンレール方式高圧ディーゼル噴射技術、ガソリンエンジンに関しては筒内直噴技術などに関心が集まっている。また、燃費だけでなく、走行安全性や排ガスの削減に寄与するとの考えから、無段変速機やデュアルクラッチ変速機などの開発にも力が注がれている。

2004年6月に公表された「自動車産業発展政策」では、エネルギー消費と汚染が少なく、新エネルギー・新動力の自動車を消費者が購入するよう誘導し、環境保護を強化することが明確に打ち出された。

一方、「省エネ技術政策大綱」では、省エネ型乗用車とディーゼル車の発展を奨励し、燃料税制を早急に実施することが提示されている。具体的には、アルコール燃料

◎第7-1-3表　電気自動車関連の863計画公募内容

No.	研究課題	補助総額
第一類：ハイブリッド動力産業化技術開発		
1	中度ハイブリッド自動車産業化技術開発	9000万元
2	高度ハイブリッド自動車産業化技術開発	7500万元
第二類：純電気駆動技術開発		
3	純電気自動車（セダンタイプ）研究開発と産業化技術研究開発	5000万元
4	レンジエクステンダー式電気自動車研究開発と産業化技術開発	2000万元
5	斬新構造小型純電気自動車設計と技術開発	4400万元
6	純電気商用車動力システムのプラットフォーム技術開発	2000万元
7	プラグインハイブリッド車産業化技術開発	5000万元
8	バッテリー産業化技術開発	3000万元
9	スーパーコンデンサ産業化技術開発	1000万元
10	バッテリー及びコア材料に関する汎用技術及び評価体系の研究	2000万元
11	高費用対効果モーター及びその制御システムの産業化技術開発	1200万元
12	モーターシステム重要汎用技術と評価体系の研究	600万元
13	電気自動車用レンジエクステンダー研究開発	400万元
14	電気自動車車両コントローラ産業化技術開発	300万元
15	電気自動車リモートコントロールと情報端末システム研究開発	300万元
16	エネルギー回生式電気自動車アンチロックブレーキシステム研究開発	300万元
17	電気自動車電動パワーステアリングシステム研究開発	300万元
18	電気自動車電気エアコンシステム研究開発	300万元
19	電気自動車充電器産業化技術開発	1200万元
20	バッテリークイック充電システムインテグレート技術研究と設備開発	1170万元
21	典型的な電気自動車試験評価と研究	1500万元

No.	研究課題	補助総額
第三類：次世代純電気駆動技術開発		
22	次世代高性能純電気自動車動力システム技術プラットフォーム研究開発	6600万元
23	次世代バッテリー技術研究開発	2000万元
24	次世代電気駆動システム研究開発	720万元
25	次世代純電気駆動自動車車両電子コントロールシステム研究開発	510万元
26	燃料電池自動車動力システム技術プラットフォームと車両研究開発	4400万元
27	燃料電池バス動力システム技術プラットフォームと車両研究開発	2500万元
28	製品のデモンストレーションと認証に向けての燃料電池システム研究開発	4000万元
29	次世代燃料電池システム研究開発	4000万元
30	車載水素タンクと高圧充填重要技術と設備研究開発	300万元
31	高効率低コスト水素製造技術水素貯蔵装置研究開発	300万元
	合　　計	7億3800万元

出典：「現代交通技術領域電動汽車関鍵技術与系統集成（一期）重大項目申請指南）」

やバイオディーゼルなどの代替燃料の使用を奨励するとともに、状況に応じて天然ガス自動車を拡大し、電気自動車と水素ガス自動車の研究開発を進めるなどとしている。

国務院の承認を得て、工業・情報化部が2009年3月に公表した「自動車産業調整振興規画」（「汽車産業調整和振興規劃」）では、2011年までを視野に入れた目標や自動車技術の進歩・改造の具体的方向が示された。

同規画では、エンジンや変速機、ブレーキ系、駆動系、制御系などの重要部品・技術の自主化を実現し、新エネルギー自動車専用の部品・技術が世界的な先進水準に到達するよう求めた。

こうしたなかで科学技術部863計画現代交通技術領域弁公室は2010年10月、「現代交通技術領域電気自動車重要技術とシステム統合（一期）重大項目申請指南」（「現代交通技術領域電動汽車関鍵技術与系統集成（一期）重大項目申請指南）」）を公表した。

同指南では、ハイブリッド動力産業化技術開発、純電気駆動技術開発、次世代純電気駆動技術開発について、第7-1-3表に示す合計で31件の研究課題が提示され研究主体が募集された。

中国第一汽車集団公司は「電気自動車研究開発部」を立ち上げており、自動車関連の最新の863計画である「現代交通技術領域電気自動車重要技術とシステム統合（一期）重大項目」の内、約7億2000万元分の研究項目を受託した。同社技術センター共産党委員会王延信書記によると、同開発部の目的は純電気自動車、特に純電気乗用車を自社開発することであり、同重大項目のうちエンジン以外についてはほぼ全て受託したという。

同社技術センター関係者によると、2011年の同社製品研究開発予算は24億元に達し、2010年の19億元から約25パーセント増加した。同社は、特に乗用車と電気自動車の研究開発に注力する。[100]

7.1.2　建築分野

中国では、各建築物に関してそれぞれ設計基準・規格があるが、公共建築物の省エネの拠り所となっているのが「公共建築省エネ設計基準」である。同基準は、公共建築の新築、増築、改築などの省エネ設計に適用される。

それによると、壁への普通ガラスの使用が禁止されているほか、省エネガラスまたは熱源の制限などが規定されている。建設部の規定に基づき、新築については省エネ設計基準に違反した場合、50万元の罰金が科される。

中国の建築省エネ技術は、①建築物本体（省エネ・エコ建材）、②建築システムと設備（熱供給システム・空調システム・給湯システム）－－に分けることができる。このうち、建築物本体については、新型壁体材料や保温・断熱材料、リサイクル関連材料、屋上・壁面緑化に分類することができる。

新型壁体材料に関しては、現在、多くの都市で粘土非中空煉瓦の使用が禁止されており、新型壁体材料の普及率はかなり高い水準に達している。国家発展改革委員会によると、2006年までに全国規模で新型壁体材料が利用されたことに加えて、約11億㌧の固体廃棄物がリサイクルされたことから、標準炭換算で9600万㌧に相当する省エネが達成された。

また、省エネ効果に優れたLow-Eガラスの生産量は、2004年に350万重量箱（ガラス生産量計量単位）、2005年に590万重量箱、2006年に920万重量箱に達した。国家建材管理局は、Low-Eガラスの生産量は今後、毎年40％以上伸び、2010年には約5000万重量箱に達すると予測している。一方で、需要は約9700万重量箱に達すると見込んでいる。

断熱材料は、主に鉱物繊維類、有機類、硬質類に分類されるが、建築への保温・断熱材料の使用が増えているため、発砲プラスチック断熱材料の割合が増加している。建築分野において省エネ基準を満たすためには、1m^{2}あたり約0.06m^{3}の断熱材料が必要であるため、断熱材料の平均密度を40kg/m^{3}として計算すると、1m^{2}あたりの断

◎第7-1-4表　半導体照明材料の公募テーマ

No.	研究課題	補助総額
1	大型シリコン基板上GaN LEDエピタキシャル成長、チップ製造及びチップパック技術	6000万元
2	LEDエピタキシャル成長用SiC基板製造技術研究	1500万元
3	GaN同質基板及びエピタキシャル成長技術研究	2000万元
4	半導体照明エピタキシャル成長用重要材料研究	1500万元
5	150 1m/W GaN LED量子効率向上技術研究	3000万元
6	パターン基板における高効率白光LEDシリコンエピタキシャル産業化製造技術研究	1500万元
7	垂直構造高効率白光LEDエピタキシャルシリコン産業化製造技術研究	1500万元
8	SiC基板における高効率白光LEDエピタキシャルシリコン産業化製造技術研究	1500万元
9	アレイ状高圧交/直流（AC/HV）LEDチップ産業化技術研究	2000万元
10	高効率白光LEDパック技術及びパック材料研究	2000万元
11	大型高効率長寿命白光OLEDデバイス及び照明器具研究	3000万元
12	深紫外線LEDエピタキシャル成長及び応用技術研究	1000万元
13	無蛍光粉LEDエピタキシャル成長技術研究	1500万元
14	LED光度、色度と健康照明研究	1000万元
15	LED非視覚照明技術研究	1000万元
	合　　計	3億元

出典：「新材料技術領域“高効半導体照明関鍵材料技術研発”重大項目申請指南」

熱材料の量は2.4kgとなる。

このため、都市部の新築建築物のうち60％を省エネ建築にすると仮定しても、187万2000㌧の断熱材が必要となる。また、既存建築（約400億m^2）の省エネ改造の期間を15年間と仮定すると、断熱材の年間需要は124万8000㌧に達する。

建築システムと設備の省エネに関しては、熱・電併給やボイラの自動制御技術の普及拡大、配管網での熱損失の低下、熱供給網のインテリジェント制御技術、太陽エネルギーなど新エネルギーの総合利用など、多様な技術の導入が図られている。

建設部（当時）は2007年8月3日、各省・自治区の建設庁ならびに直轄市の建築委員会及び関連部門等に対して、再生可能エネルギーの建築利用の拡大をねらいとした「建設部『第11次5ヵ年』再生可能エネルギー建築応用技術目録」を通知した。同目録には、全部で25の技術がリストアップされており、内訳は、ヒートポンプ技術12、太陽エネルギー技術11、バイオマス・エネルギー2となっている。

また、財政部と建設部（当時）は2007年10月26日、再生可能エネルギーの建築応用実証プロジェクトを公表した。同プロジェクトを見ると、ヒートポンプ・プロジェクトが圧倒的に多くなっている。中国の地熱ヒートポンプの利用面積は2005年時点では3000万m^2であったが、2007年には8000万m^2に拡大した。また2008年の新設分は3000万m^2に達したとみられている。

中国政府は、「国家重点省エネ技術普及目録」の中で、建築分野に関しては以下の省エネ技術の普及をはかる方針を示している。

－壁断熱に用いるスプレーポリウレタンフォーム一体化技術
－ヒートポンプ省エネ技術
－セントラルエアコン・スマートコントロール技術
－サンドイッチ式コンポジット構造の軽量建築構造システムの省エネ技術

中国政府は、照明分野でもかなりの省エネ・ポテンシャルがあるとの考えから、省エネに優れたLEDの普及を推奨している。国家発展改革委員会、科学技術部、工業情報化部、財政部、住宅・都市農村建設部、国家品質監督検査検疫総局は2009年9月22日、LEDを含む半導体照明産業に関して、「半導体照明省エネ産業発展への意見公布に関する通知」（「関于印発半導体照明節能産業発展意見的通知」）を共同で公表した。

同通知では、半導体照明産業が中国の省エネ・排出削減政策において重要な役割を担うとする一方で、LED照明に関する特許取得数や基幹技術が不足しているという課題を指摘した。具体的には、半導体照明の製造にあたって不可欠な技術であるMOCVD（有機金属気相成長法）設備などは基本的には外国から輸入されている。そうした背景には、研究開発への投資不足や基礎理論研究への支援体制の欠如などがある。

こうした現状を踏まえ、同通知では、半導体照明産業の発展目標として、企業の自主開発能力を大幅に強化することに加えて、大型MOCVD設備や主要材料、7割以上のチップを国産化することなどをあげている。また同通知では、863計画などによって技術開発能力の向上を支持する方針が示された。

科学技術部863計画新材料技術領域弁公室は2010年10月26日、「新材料技術領域『高効率半導体照明重点材料技術開発』重大項目申請指南」（「新材料技術領域“高効半導体照明関鍵材料技術研発”重大項目申請指南」）を

公表し、第7-1-4表に示す15件の研究課題の実施主体を公募した。

なお、「第11次5ヵ年」期における863計画である半導体照明関連研究の重大研究課題「太陽エネルギーLED街頭照明」に関して、研究主体である北京高科能光電技術有限公司はLED照明の熱放散、定電流制御等、7項目の特許技術を取得している。

7.1.3　産業分野

(1) 鉄鋼

2004年に公表された「省エネ中長期専門規画」では、鉄鋼業が省エネの重点領域ならびに重点プロジェクトとして指定された。そして、国内水準から判断してもかなり劣った、立ち遅れた技術や設備の閉鎖を加速するとともに、新規ならびに拡張（増設）工事によってエネルギー消費効率を高める方針が示された。

具体的には、①技術装置の大型化等により高効率化を実現する、②各種のエネルギー資源を最大限、総合的に利用する、③大規模鉄鋼企業のコークス炉に乾式消火設備（CDQ）を設置するとともに、高炉のヘッド部分に炉頂圧タービン設備（TRT）を設置するなど、製鋼過程の効率向上による省エネだけでなく、製鋼過程で発生する余熱・余圧も利用する――とした。

製鉄プロセスでは、コークス炉で約1050℃に乾留した赤熱コークスを冷却して輸送し、鉄鉱石とともに原料として高炉に装入して銑鉄を製造する。コークスの冷却では従来、散水して消火する湿式消火方式が使われていたが、この方法では大量の水を使用する、エネルギーの回収ができない、消火塔から放出される白煙中にダスト等が含まれるため、環境面で問題があった。CDQは、水ではなく不活性ガスで消化し、赤熱コークスの顕熱を回収して発電することにより、廃熱の有効利用だけでなく環境保護にも貢献する。

一方TRTは、高炉の副生ガスでタービンを駆動することによって発電するというものである。TRTは、①発電のための燃料がまったく要らない、②従来、セプタム弁による減圧で高炉ガスを捨てていた場合と比べて騒音が少ない、③運転や保守に高度の技術が不要、④運転に必要な水や窒素などは少量で済む――といった利点がある。TRTを採用することによって、一般に高炉送風機に必要なエネルギーの25～30％を回収することができると推定されている。

このほか工業・情報化部は2009年12月29日、鉄鋼企業の省エネ技術改造をさらに拡大しエネルギー利用効率を高めることを目的として、「鉄鋼企業の焼結余熱発電技術の推進実施方案」を関係機関に対して通知した。

鉄鉱石や石炭、石灰石などの鉄の原料は高炉に入れる前に前処理を行う。このうち、鉄鉱石の大部分は石灰石、コークス粉とともに焼結炉で焼き固められる。こうした焼結プロセスで消費されるエネルギーは製鉄プロセスに次いで2番目に大きく、一般的に総エネルギー消費量の9～12％を占める。工業・情報化部によると、中国の焼結プロセスのエネルギー消費量は先進国と比べて大きく、平均でトンあたり20kg（標準炭換算）程度多いため、かなりの省エネ余地がある。

馬鋼集団は2004年、川崎重工業から技術を導入し、2台の300m^{2}焼結機に国内1号の余熱発電設備（17.5MW）を設置した。同発電設備は2005年9月に発電を開始し送電網に接続された。その後、中国国内の鉄鋼企業は、焼結余熱発電技術導入の検討に着手した。これまでに、合計で19台の焼結機（合計面積4849m^2）で10組の焼結余熱発電設備（137MW）が運転されている。これ以外にも、安陽鋼鉄を含めた一部の企業が焼結余熱発電設備を建設しているが、普及率は4％に達していない。[101]

普及率が低い背景には、焼結余熱発電設備の建設資金が比較的高く、焼結機の投資額の10～20％を占め、資金回収期間が長いことなどがある。

工業・情報化部の実施方案では、これまでの実績や技術的信頼性、経済合理性から判断して、冷却廃気混合温度が300℃より低くなく、1台あたりの余熱発電設備容量

◎第7-1-5表　鉄鋼業において国が重点的に普及を進める技術

国家重点省エネ技術普及リスト（第1回）（2008年5月）	国家重点省エネ技術普及リスト（第2回）（2009年12月）	国家重点省エネ技術普及リスト（第3回）（2010年11月29日）
乾式TRT技術	ボイラのインテリジェント・スーツブロー最適化・オンラインコークス化事前警戒システム技術	高圧VVVF技術
高圧CDQ技術	高炉送風除湿省エネ技術	電炉ガス余熱回収利用システム技術
焼結余熱発電技術	動的高調波抑制及び反応性補償総合省エネ技術	サブマージドアーク炉ガス余熱回収利用技術
転炉石炭ガス高効率回収利用技術		
蓄熱式燃焼技術		
低カロリー高炉ガス焚きコンバインドサイクル発電		
エネルギー管理センター技術		
大型高効率充気機械撹拌型浮選機		
製錬煙道ガス余熱回収－余圧発電技術		

出典：「国家重点節能技術推広目録」（第1回、第2回、第3回）をもとに作成

◎第7-1-6表　鉄鋼クリーン生産技術

No.	技術名称	技術内容	発展段階
応用実証技術			
1	酸化バナジウムクリーン生産技術	従来のバナジウム酸ナトリウム生産技術の弱点及び現行の廃水処理技術の欠点を分析し、ロシア・トゥーラの石灰法技術に基づいて、独自にバナジウムを用いた酸化バナジウムの生産技術を開発する。	研究開発段階
2	焼結乾式脱硫灰総合利用技術	焼結機の乾式脱硫灰成分及びオートクレーブ焼結技術、オートクレーブ焼結技術の環境保護建築ブロック配置研究、乾式脱硫灰の特性と生産ラインの設計・開発に基づく。	研究開発段階
3	焼結ガス循環濃縮技術	焼結過程で排出されるガスの内、一部を焼結過程で再利用する技術。大幅な廃ガス量の削減、廃熱の再利用を実現し、二酸化炭素の排出量を減らす。	応用段階
4	コークス炉廃プラスチック・ゴム利用技術	廃プラスチック・ゴムの無害化処理後、コークス炉において高温、還元雰囲気下で、コークス、タール、COGの原料として再利用する。	応用段階
5	高炉吹き込み廃プラスチック技術	廃プラスチックを粒子状に処理後、類似高炉に吹き込む。比較的硬い素材のプラスチックは直接粉砕し、比較的軟らかいものに関しては溶融後粒状に加工する。	応用段階
6	チタン塩化物生産技術	四塩化チタンの精製技術、四塩化チタン酸化技術、塩化残渣無害化処理技術など。	応用段階
7	尾鉱高濃度濃縮尾鉱ダンプ技術	濃縮尾鉱技術、高濃度輸送など。	応用段階
普及技術			
8	尾鉱充填コンクリート総合利用技術	尾鉱充填コンクリートなど建材製品の生産技術。	普及段階
9	クリーン鉄鋼生産システム最適化技術	最適化製鋼企業の生産システム。	普及段階
10	転炉製鋼自動コントロール技術	コントロールソフトウェアを完全にし、コンピュータ通信自動回復プログラムを開発する。	普及段階
11	転炉床炉鉄含有ダスト処理技術	鉄を含むダストに結合材を加えてペレットを作る。	普及段階
12	廃水膜処理回収利用技術	鉄鋼企業からの廃水を膜処理後、回収利用する。	普及段階
13	鉄鋼スラグパウダー生産技術	鉄鋼スラグパウダー生産はセメントの選鉱技術を掛け合わせた先端技術で、その核心技術はスラグと鋼を分離研削技術と磁気分類技術である。	普及段階

出典：「鋼鉄行業清潔生産技術推行方案」

が3000kWより小さくない180m^{2}以上の焼結機には余熱発電設備を採用しなければならないとしている。実施期間は2010年から12年の3年間で、余熱発電設備を設置する焼結機は82台、総投資額は約52億元に達すると見込んでいる。計画が順調に進めば、普及率は20％に達し、標準炭換算で157万5000㌧の省エネ能力が構築される。

国家発展改革委員会が2008年5月、2009年12月、2010年11月にそれぞれ公表した「国家重点節能技術推広目録」（第1回、第2回、第3回）では、鉄鋼業において国が重点的に普及を進める技術を明らかにしている。

また、工業・情報化部が2010年2月に公表した「鉄鋼業クリーン生産技術推進方案」（「鋼鉄行業清潔生産技術推行方案」）では、2012年までに鉄鋼業において粉塵300万㌧、二酸化硫黄7.5万㌧、COD10万㌧、鉄鋼スラグ800万㌧、尾鉱3000万㌧、廃プラスチック・ゴム120万㌧の排出削減及び1.8億m^{3}の節水を目的として、今後開発・普及すべき技術を紹介している。同方案に盛り込まれた鉄鋼クリーン生産技術を第7-1-6表に示す。

(2) 石油・化学工業

石油・化学工業における省エネ技術は、設備の省エネ、技術の省エネ、材料の省エネに大きく分けることができる。一例をあげると、合成アンモニアのプロセスと設備については、大型化・集積化・自動化に焦点があてられる。具体的には、年産能力30～45万㌧の設備と製造システムのエネルギー最適化技術と自動化制御技術の導入がある。

石油・化学工業において中国政府が重点的に普及を進めている技術としては、以下のようなものがある。

- 油田機械用放出天然ガス回収液化工程
- 分解炉空気予熱省エネ技術
- シフトコンバータガスからアルカリを製造する技術
- アンモニア合成ループゼオライト省エネ技術
- 大・中型硫酸生産装置低温部熱エネルギー回収技術
- 密閉式環境保護型省エネ・カーバイド生産装置
- 合成アンモニア省エネ改造総合技術
- 触媒式石炭燃焼省エネ技術
- ボイラのインテリジェント・スーツブロー最適化・オンラインコークス化事前警戒システム技術
- 先進ガス化省エネ技術
- 新型高効率省エネ膜距離イオン交換膜電解技術
- 大型高パラメータ薄板熱交換技術
- カーボンブラック生産プロセスにおける余熱利用と排気ガス発電技術
- グルタミン酸生産プロセスにおける蒸気余熱段階利用技術

(3) 建材工業

中国の建材工業のエネルギー消費量を品目別に見ると、セメントが最も多く全体の半分以上を占めている。次にエネルギー消費量が多いのは壁材で、以下、石灰、建築・衛生陶器、板ガラスと続いており、この5品目で90％以上を占めている。

建材工業分野では、技術の導入と消化、独自の技術革新によって各種の省エネ技術が導入されてきている。セメント業界では、低温余熱発電技術のほか、ロータリーキルン・システムの省エネ技術、中国が独自に開発したロータリーキルンの無煙炭燃焼技術などが普及している。

セメント分野では今後、新型乾式窯外分解炉という新型乾式製造プロセスを普及させるとともに、新型乾式セメント・クリンカーの比率を高めるほか、省エネ粉砕設備とセメント・キルンの余熱発電技術を普及させるなどの方向性が示されている。

板ガラス分野では、世界的に見ても最も先進的な製造方法と位置付けられているフロート法を用いた生産ラインが大量に導入されており、立ち遅れたプロセスが徐々に閉鎖されつつある。フロート法は、直接熔解したガラスを通して製板する従来のロールアウト法等に比べて生産規模が大きく、製品の品質も安定しているだけでなく、エネルギー消費効率も高い。

板ガラス分野では、熔融技術や成形技術に加えて、品質の高いガラスを生産するためのソフトウェア技術など、フロート法によるガラス製造技術を完全なものにすることが目標として掲げられている。また、ガラス窯の保温技術を高め、断熱性の高い耐火材料を使ってガラス窯の完全保温を行い、燃料消費量を削減することも今後の課題になっている。

セラミックス分野では、ローラーハースキルン技術の改善のほか、高速バーナーノズルを使った窯体の耐火保温と軽量化による窯炉の大型化が目指されている。バッチ式焼成炉であるシャトルキルンの余熱利用技術の開発も課題としてあげられている。

建材工業において中国政府が重点的に普及を進めている技術としては、以下のようなものがある。

－製錬煙道ガス余熱回収－余熱発電技術（セメント）
－セメント・キルン低温余熱発電技術
－ガラス溶解炉余熱発電技術
－純粋酸素燃焼技術
－ローラープレス研磨システム
－縦型研磨設備及び技術
－酸素過剰燃焼技術
－新型セメント・クリンカー冷却技術
－4チャンネル石炭燃焼省エネ技術
－高効率省エネ・セパレータ技術
－動的高調波抑制及び反応性補償総合省エネ技術

7.1.4　従来型エネルギーの効率化

(1) 石炭ガス化複合発電（IGCC）

中国では、石炭ガス化複合発電（IGCC）のコア技術研究が日本や欧米先進国から遅れている状況を踏まえ、「第9次5ヵ年」期（1996～2000年）において、IGCCプロセスや石炭のガス化、浄化、蒸気タービン、余熱システム

◎第7-1-7表　IGCC向け863計画公募案件

IGCCに基づいた先進エネルギー技術領域の二酸化炭素（CO_2）の回収・利用・貯留技術研究と実証プロジェクト	
研究目標	IGCC発電システムにおけるCO_2の回収・利用・貯留（CCUS）システムの研究開発、CO_2の回収、富水素燃焼、CO_2/H_2分離、CO_2を利用した石油増産、CO_2の地層貯留などのコア技術の開発及び掌握、CCUSシステムのパイロットプロジェクトを実施する。
主要研究内容	IGCCに適合した合成ガスの富水素ガスへの転化燃焼技術
	先進的CO_2/H_2分離技術
	IGCCに基づくCO_2回収システム
	CO_2油層注入重要技術とシステム
	CO_2地層貯留重要技術とシステム
	IGCCに基づくCO_2の回収・利用・貯留の全システム設計
主な審査指標	50kW≦変換実験システム熱効率、$CO/H_2/CO_2$は調整可能
	富水素ガスの燃焼実験装置の熱効率は100-200kW、H_2の混合率は20-80％、圧力範囲は0.1-1.6MPa、燃焼は安定的、98％≦燃焼効率、NOx排出≦80mg/Nm^3（O_2：15％）
	6Nm^3/h≦H2/CO_2分離試験システム処理量、CO_2回収システムのエネルギー消費量は同規模の従来的な湿式脱炭素システムのエネルギー消費量より10-15％低い
	CO_2回収能力は6-10万ﾄﾝ/年、回収システムの単位エネルギー消費量は＜2.5GJ/ﾄﾝ$CO_2$2
	4万ﾄﾝ/年≦CO_2の油層注入量、10％≦石油採掘率
	2万ﾄﾝ/年≦CO_2の地層貯留量、10MPa＜CO_2地層貯留漏出実験システムでの最大漏出規制圧力、20MPa＜最大規制封圧、50℃＜最高規制温度
	400MW級大型IGCCのCCUS全過程システムの設計及び技術を含む
課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
補助金額	5000万元、自己調達資金は5000万元以上

出典：「先進能源技術領域基於IGCC的CO_2捕集、利用与封存技術研究与示範主題項目申請指南」

などの核心技術の研究がスタートした。

石炭ガス化については、中国華能集団公司傘下の西安熱工研究院が「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術研究」と「大規模高効率気流床石炭ガス化技術研究」を「国家ハイテク研究開発発展計画」(「863計画」) と「国家重点基礎研究発展計画」(「973計画」) のテーマとして研究してきた。

2006年9月には、研究成果の1つとして、「乾燥石炭加圧密封状態輸送装置」が国の特許を取得した。同装置は、主に乾燥微粉炭加圧ガス化システムに応用され、石炭を輸送する際に詰まってしまうという問題を解決した。

また、2007年1月まで、同研究院の「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術」の中間試験装置によって168時間の連続運転試験が行われ、累計運転時間が2300時間に達した。1000ﾄﾝ/日の能力を持つ二段式乾燥石炭加圧ガス化炉とガス化プロセスの技術設計は、30万ﾄﾝ/年のメチルアルコール・プラント、25万kWのIGCC発電所の設計要件をクリアした。こうした成果を踏まえ、同1月、「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術」は科学技術部による検収を通過した。

この技術は中国初のIGCCプロジェクトである華能天津IGCC発電ステーション実証プロジェクトとして建設され、2010年9月に正式に運転を開始し、2011年3月には地域のグリッドに送電された。また、2015年から2020年にかけて同プロジェクトの第2期プロジェクトとして40万kW×2基の発電プロジェクトに併せて水素製造プロジェクトを実施する予定になっており、すでに実行可能性調査が完了している。

なお科学技術部863計画先進エネルギー技術領域弁公室は2010年10月20日、「IGCCに基づいた先進エネルギー技術領域の二酸化炭素の回収、再利用と貯留技術研究と実証プロジェクト申請指南」(「先進能源技術領域基於IGCC的CO_2捕集、利用与封存技術研究与示範主題項目申請指南」) を公表した。補助総額は5000万元となっている。詳細を第7-1-7表に示す。

中国の科学技術政策の根幹となっている「国家中長期科学技術発展規画綱要 (2006～2020年)」では、IGCC関連技術を重要研究課題としてあげている。同綱要に従い、中国華能集団公司傘下の中国緑色煤電有限公司を中心とした企業や研究機関は、863計画や973計画を通じて、積極的に研究開発を進めている。

中国華能集団公司が2005年12月に中国大唐集団公司など7社と共同で設立した、中国緑色煤電有限公司 (Greengen Corporation Limited) は、「第12次5ヵ年」期間中 (2011～2015年) に30億元を投入し、3000ﾄﾝ/日あるいは2000ﾄﾝ/日×2台の気化炉の運転方式を技術的、経済的に検証するとともに、自主知的財産権を持つ40万kWのIGCC実証発電所を建設することを計画している。さらに、石炭を用いた水素の製造、水素エネルギー発電所、二酸化炭素の分離と処分、燃料電池発電技術の研究開発を実施する。

同社はさらに「第13次5ヵ年」期 (2016～2020年) には、20億元を投じて石炭を用いた大規模な水素製造のほか水素エネルギー発電、水素ガスタービン・コンバインドサイクル発電、二酸化炭素の回収・貯留技術を研究開発するとともに、40万kWの水素ガスタービン、燃料電池発電実証プロジェクトを実施するとしている。

(2) 石炭ガス化燃料電池複合発電

中国政府は燃料電池の重要性を認識しているが、研究開発水準は国際的な先進水準と比べると相当の開きがあり、実用化・商業化までにはかなりの時間がかかるとみられている。こうしたことから中国政府は、外国からの技術の導入、消化、吸収、革新という技術路線に従い、短時間で燃料電池発電技術を把握する方針を打ち出している。

なお、華東理工大学の于立軍教授らが開発した「石炭ガス化両極高温燃料電池発電システム」が2003年に国家特許を取得している。

また西安熱工研究院は2005年、863計画に盛り込まれ

◎第7-1-8表　燃料電池を対象とした863計画公募案件

燃料電池と分散式発電システム重要技術	
研究目標	技術革新能力の向上、戦略的製品のプロトタイプ及び技術システムの構築を目標として、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) のスタック効率、PEMFCのCO耐性の向上、さらに新型燃料電池のシステム統合技術を模索し、小規模独立型発電システムの応用モデルを実施する。
主要研究内容	5kW中低温平型SOFC独立発電システム統合技術：単電池の量産技術、スタック設計、シミュレーションと製造、単電池とスタックのテスト技術、独立発電システムの統合技術
	25kW平型SOFCスタック技術：スタックモジュール成型と拡大技術、平型SOFCスタック電流集中技術など
	25kW円筒型SOFCスタック技術：円筒型スタック重要部品の量産化技術、高効率円筒型スタックの分級構造及びその改良、円筒式スタック電流集中技術など
	キロワット級の塩基性陰イオン交換膜燃料電池技術：塩基性高分子樹脂、塩基性高分子陰イオン交換膜、電解触媒及び膜電極一体化設備など重要核心技術、塩基性高分子燃料電池の統合システム
	統合式天然ガス改質水素製造システムと燃料電池の結合技術：ユニットシリーズ化、標準化設計と低コスト製造技術、知能化天然ガス改質統合技術など
	陽子交換膜燃料電池分散式発電システム技術：分散式発電システムモデル運用、燃料電池の湿度、始動温度、及び安定運転技術、高効率・長寿命の耐CO電解触媒と一体化膜電極コンポーネント設備技術

燃料電池と分散式発電システム重要技術	
主な審査指標	5kW中低温平型SOFC独立発電システム統合技術：運転時温度700-750℃、0.3W/cm2≦スタック効率密度、崩壊率≦2%/1000h、5回≦熱循環能力、試験運転時間3000h、50%≦スタック発電効率（LHV）、45%≦システム発電効率（LHV）、75%≦エネルギー利用効率（LHV）
	25kW SOFCスタック：運転時温度700-850℃、3000h≦安定運転時間、75%≦スタックの燃料利用率、50%≦発電効率（LHV）、崩壊率≦2%/1000h、0.3W/cm^2≦25kW平型SOFCスタックモジュール効率密度、0.2W/cm^2≦25kW円筒型SOFCスタック効率密度
	1kW≦塩基性高分子膜燃料電池プロトタイプ定格出力効率、500h≦運転時間、0.03S cm^{-1}≦固体高分子膜陰イオン伝導率
	3-5組の5-30Nm^3/h規模のシリーズ型統合式水素製造用天然ガス改質システム、72%≦統合式天然ガス改質水素製造システム効率（LHV）、3000h＜安定運転時間
	分散式発電システム容量10-20kW、70%≦エネルギー効率（LHV）、3000≦システム安定運転時間、72%≦燃料電池発電システム燃料利用率、50%≦燃料電池発電効率（LHV）（水素ガス換算）、スタック崩壊率＜3%/1000h
課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
補助金額	8000万元

出典：「先進能源技術領域燃料電池与分散式発電系統関鍵技術主題項目申請指南」

た「高温燃料電池発電システムの設計と最適化」研究プロジェクトを完成し、2006年には燃料電池実験室を建設し、2007年に2kWの固体高分子系燃料電池（PEMFC）のデータの収集・制御システムを開発した。さらに2008年には、熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）単一電池の発電試験に成功し、560×400㎜溶解炭酸塩燃料電池双極板、5kW溶解炭酸塩燃料電池発電システムを設計した。今後の計画として、2010年に50～100kWの高温燃料電池の発電実証プロジェクトを立ち上げる予定である。

なお科学技術部は2010年10月20日、「先進エネルギー技術領域燃料電池と分散式発電システム重要技術重大項目申請指南」（「先進能源技術領域燃料電池与分散式発電系統関鍵技術主題項目申請指南」）を公表し、燃料電池を対象とした863計画を公募した（第7-1-8表）。

(3) 新型石炭燃焼・発電

中国では、新型石炭燃焼・発電に関する研究は、西安熱工研究院傘下の発電所クリーン燃焼国家工程研究セン

◎第7-1-9表　石炭利用クリーン技術関連の863計画公募案件標

課題1：石炭由来の天然ガス製造重要技術研究	
研究目標	石炭を利用した低温触媒ガス化/水素化ガス化の2種類の天然ガス製造方法の開発、技術開発設備及びパイロットプラントを建設し、連続試験運転を実施して、規模化設備の技術パッケージを形成する。
主要研究内容	石炭を利用した低温触媒ガス化技術、触媒、重要設備構造、材料及び関連技術、パイロットプラントの研究開発、建設、連続試験運転、拡大技術研究、工業試験設備、技術パッケージの編成
	石炭を利用した水素化・ガス化、ガス化炉構造及び関連技術、技術開発設備の研究開発、実行条件と連続運転のテスト、パイロットプラントの研究開発及び運転、拡大技術と工業設備の技術パッケージ及び技術経済性の事前評価
	異なる技術条件下での石炭のガス化反応特性を少なくとも3種類以上
主な審査指標	触媒ガス化試験規模は2400kg/日（石炭投入量）、温度は700℃前後、圧力は20MPa以上、合成ガス中のメタン含有量は30%以上、工業試験設備の技術パッケージ規模は、石炭投入量で日量100㌧クラス
	水素化ガス化技術開発設備規模は1㌧/日（石炭投入量）、パイロットプラント規模は50㌧/日（石炭投入量）、温度は800-1000℃、圧力は4-7MPa、60%＜製品ガス中のメタン含有量、工業設備技術パッケージ規模は石炭投入量で500-1000㌧/日
課題支持期間	5年間
補助金額	6200万元、自己調達資金は6200万元
課題2：石炭分級クリーンエネルギー製造重要技術研究	
研究目標	石炭を利用した分級クリーンエネルギー製造技術（触媒熱分解核心技術及び設備、気体/液体/固体生産物の総合利用を含む）を開発し、石炭と液化残渣の統合製造工業試験設備の建設及び運転、一定規模の工業設備の技術パッケージ開発、石炭を利用したクリーンエネルギー製造技術の一般エネルギー効率測定及び評価プラットフォームの設立、関連の測定方法を形成する。
主要研究内容	石炭の分級製造技術、コア反応器、触媒の製造及び分離、石炭及び石炭の水素化液化残渣の分級製造-ガス化技術システムの統合、石炭利用のクリーンエネルギー製造モデル工程のユニットごとのエネルギー消費量測定技術、システムプロセスでのエネルギー消費量の評価方法
主な審査指標	石炭及び石炭の水素化液化残渣の統合製造工業試験設備規模は投入量が毎年1000㌧クラス、連続運転時は残渣の混合率が10-30%
	工業設備の技術パッケージ規模は投入量が毎年100万㌧クラス
	異なる石炭利用クリーン燃料製造モデルプロジェクトごとにエネルギー評価システムソフトを使用し、モデルプロジェクトでも併せて使用、エネルギー効率測定方法は10種類以上
課題支持期間	4年間
補助金額	6000万元、自己調達資金は6000万元以上

課題3：石炭利用液化製品加工及び石炭液化残渣利用炭素素材製造技術研究		
	研究目標	石炭利用液化製品（石炭利用水素化液化油、FT合成油、石炭熱分解油、石炭水素化液化残渣熱分解油など）の加工に関する重要技術、石炭水素化液化残渣を原料とする高品質炭素素材製造重要技術の掌握
	主要研究内容	異なる石炭利用液化生産物の特性分析と評価、混合石炭を利用したナフサ蒸留触媒改質技術、石炭利用の混合中間蒸留油の水素化精製/水素分解技術、石炭利用の軽油統合加工製造技術、石炭水素化液化残渣新型抽出技術、抽出など関連技術など
	主な審査指標	石炭利用混合中間蒸留油の水素化精製反応圧力は15MPa以下、製品中の350℃の蒸留油の芳香族炭素率は40-45％範囲に抑制
		中間蒸留油の水素分解液体製品の収量は85％以上に到達
		炭素繊維の引張強度は2000MPaより大きい、引張弾性は160GPaより大きい
	課題支持期間	4年間
	補助金額	3000万元、自己調達資金は3000万元以上
課題4：石炭スラリー大型工程化重要技術研究		
	研究目標	石炭スラリーの大型工程化に関する重要技術の開発、100万㌧クラスの大規模合成油一連技術の構築、商業化に向けた実証化プロジェクトの建設と運転に対する技術的サポートを行う。
	主要研究内容	270℃の石炭スラリー反応器の工業拡大技術開発と内部構造の最適化、FT合成製品の加工統合技術、中度の水素化/分解統合加工技術、高効率蒸留技術、合成油の標準分析評価体系、石炭スラリー反応器FT合成大規模商業化単一システム及び全システム技術パッケージ
	主な審査指標	大規模石炭スラリー合成技術、反応器など工業規模拡大に伴う単一システムの拡大規模が毎年100万㌧クラス、商業化技術パッケージの全システム規模が360-540万㌧/年
		総合エネルギー効率が45-47％を達成、FT合成合成メタンの選択性＜3％、C5+の選択性＜92-94％、触媒剤の産油率1500-1800㌧/㌧触媒
	課題支持期間	4年間
	補助金額	3100万元、自己調達資金は3100万元以上
課題5：大型高温/低温FT合成ポリジェネレーション技術		
	研究目標	高効率高温FT合成触媒、高温流動床反応器、高温FT合成技術及び合成油、オレフィン、酸化物を含む化学品の分離・加工技術の開発、高温/低温FT合成ポリジェネレーション石炭液化設備過程のシミュレーション設計とシステム統合技術、大規模商業用設備技術パッケージを開発する。
	主要研究内容	高効率Fe系高温FT合成触媒剤、大型高温流動床FT合成反応器、大型高温FT合成システム技術、大型FT合成油、オレフィン、酸化物を含む化学品の分離及び加工技術、大型高温/低温FT合成ポリジェネレーション石炭液化及び電気、オレフィン、科学物質のポリジェネレーション技術
	主な審査指標	パイロットプラント規模は4500㌧/年、連続安定運行
		50％≦触媒剤C5+選択性、25％≦オレフィン選択性、酸化物を含む化学物質の選択性≦10％
		高温FT工業設備技術パッケージ規模は毎年100万㌧クラス、ポリジェネレーション技術商業化設備規模は500万㌧/年
	課題支持期間	4年間
	補助金額	3100万元、自己調達資金は3100万元以上
課題6：石炭利用オレフィン製造重要技術研究		
	研究目標	次世代メタン-オレフィン製造技術、高効率触媒と重要設備及び関連技術、万トンクラスの工業性試験検証を完成、大規模工業モデル設備技術パッケージを形成する。
	主要研究内容	高選択性のメタン-オレフィン製造ユニット技術、新型高効率メタン-オレフィン製造触媒設備と生産拡大技術、新型高効率メタン-オレフィン製造反応器、再生器など重要設備、工業性試験設備、長周期試験検証、大型工業モデル設備建設技術と設計技術パッケージ
	主な審査指標	工業性試験規模はメタン装入量で50㌧/日以上、連続安定運行、メタン転換率、オレフィン選択性、オレフィン1㌧あたりのメタン消費量など指標は国際的先進レベルを達成
		大型工業モデル設備技術パッケージ規模は毎年100万㌧クラス
	課題支持期間	3年間
	補助金額	3600万元、自己調達資金は3600万元以上

出典：「先進能源技術領域大規模煤製清潔燃料関鍵技術及工芸集成研究重大項目課題申請指南」

ター、石炭（煤）燃焼国家重点実験室（華中科技大学）、石炭クリーン（煤的清潔）燃焼技術国家重点実験室（清華大学）で実施されている。

発電所クリーン燃焼国家工程研究センター（国家燃焼センター）は、先進的な循環流動床（CFB）燃焼試験装置を保有している。試験装置の熱出力は1MW、燃焼室の高さは23mで、大型CFBボイラの燃焼室の高さとほぼ同じである。

同センターは2008年5月、2つの国家特許を取得した。1つは「微粉炭ボイラ燃焼器検査測定器の検査測定距離の確定方法」で、この方法を採用することによって検査測定器の判断が適切にできる。もう1つは「壁式燃焼ボイラの3分割風配分方式」で、炉内を3分割し、燃焼空気を即時に補充し、NOxの排出低減ができる。

華中科技大学に属する石炭燃焼国家重点実験室の主要研究課題には、燃焼メカニズム、燃料汚染排出処理・防

止、燃焼過程物理数学モデル、燃焼過程の観測診断と制御、燃焼技術開発、先進発電技術が含まれている。2005年に同実験室が開発した「下排気循環流動床燃焼技術」は、新規建設分だけでなく旧式流動床の改造に応用されている。

清華大学に属する石炭クリーン燃焼国家重点実験室の主要研究課題には、流動床燃焼理論と技術、微粉炭燃焼理論と技術、石炭のガス化理論と技術、多相流動と伝熱、微粉炭燃焼における汚染制御などが含まれている。

このうち、複数の技術については自主知的財産権を持っている。具体的には、ドライ式循環流動床煙道ガス脱硫技術、2段階液体柱噴射煙道ガス脱硫技術、ラミネート膜ろ過技術、油霧煙道ガス処理技術、石炭燃焼の多種類汚染物同時除去技術、低NOx微粉炭燃焼技術などが含まれる。

大型循環流動床ボイラ技術については、中国は海外技術導入により、コア技術を吸収、消化し、現在、30万kWの循環流動床（CFB）ボイラの設計、製造技術を把握している。

科学技術部は2010年10月28日、「先進エネルギー技術領域石炭利用クリーン燃料製造重要技術及び技術統合研究重大項目申請指南」（「先進能源技術領域大規模煤製清潔燃料関鍵技術及工芸集成研究重大項目課題申請指南」）を公表し、石炭クリーン技術を対象とした863計画を公募した（第7-1-9表）。

上記6項目の研究課題はいずれも中国科学院山西煤炭化学研究所が受注した。同研究所の黄張根研究員が「炭素利用の触媒剤乾式一体化煙道ガス各種汚染物質除去に関する流動床技術」、韓怡卓研究員が「石炭スラリーDME合成触媒剤製造設備拡大技術」、趙建濤副研究員が「ポリジェネレーションシステムに対する石炭ガス脱硫技術開発」、張永奇副研究員が「流動床石炭とバイオマス複合ガス化工程基礎研究」、李文研究員が「中・低段階における石炭の最適化変換の重要技術及びその統合」、卒継誠研究員が「75t/h循環流動床ボイラ燃焼-熱分解パイロット技術開発」をそれぞれ担当する。[102]

(4) 超超臨界圧発電

中国は、「第10次5ヵ年」期の863計画の一環として超超臨界圧発電に対する研究を行った。研究のサブテーマには、下記の5件が含まれていた。

・超超臨界ユニットの技術選択の研究
・超超臨界ボイラの核心技術の研究
・超超臨界タービン技術の研究
・大型石炭発電所煙道ガス浄化技術の研究
・超超臨界ユニット発電所の設計と運転技術の研究

同研究の実証プロジェクトとなったのが、中国華能集団公司の玉環発電所Ⅰ期工事である。Ⅰ期工事は100万kWのユニットを2基建設するというもので、1号機は2004年6月に着工し、2006年11月に中国初の100万kW超超臨界ユニットとして商業運転を開始した。翌年7月には、2号機が商業運転を開始した。ユニットの主要パラメータを以下に示す。

・蒸気圧力：26.25MPa
・蒸気温度：600℃
・単機容量：100万kW
・発電効率：44.86％

上海タービンは、ドイツのシーメンス社のタービン技術を導入した。タービンは超超臨界、一次再熱、変圧、8段回熱抽気、単軸、4室4排気、復水型である。ハルビンボイラは、三菱のボイラ技術を導入した。ボイラは超超臨界、一次再熱、変圧、平衡通風、露天配置、固体状態スラグ排出、全体鋼枠構造、一体化クリーン構造、直流型である。

中国の発電所、メーカーは、このプロジェクトを通じた技術導入、吸収、革新により、超超臨界発電技術のコア技術の一部を把握し、自主知的財産権を持つ複数の技術を開発した。

タービンのコア技術については、超超臨界タービンの設計技術研究、高温部品材料の鋳造、鍛造、熱処理及び熱加工技術の研究などにおいて一定の成果を取得し、国産の100万kW級超超臨界タービンの開発設計能力を備えるに至った。

玉環発電所の建設は、発電所の関連部品国産化も促進した。上海重型機器は中圧室、高圧ロータを研究製造し、60万kWのタービンに採用した。上海ボイラが研究・開発したステンレス鋼管は、650℃の高温状態で99MPaの圧力に耐えられる。上海タービンが開発した羽根とボルトに用いられる高温強度材料は産業化を実現し、年間600㌧の生産規模に達している。

ハルビンボイラは、超超臨界ボイラの特殊材料の溶接技術を把握し、自主的に技術研究・革新も行っている。中国第二重型機械集団は2008年末、国内初の国産100万kW超超臨界タービン用のロータ鋳造部品の製造に成功した。国内の鑑定機関によると、輸入品を代替できる品質にあることが評価された。

玉環発電所の建設後、天津の国投北疆発電所（100万kW×4基）1号機が2009年9月に商業運転を開始している。また、華能井崗山発電所Ⅱ期工事（66万kW×2基）1号機が2009年11月に商業運転を開始した。

7.1.5　新エネルギー

(1) 原子力発電

中国は、2007年11月に公表した「核電（原子力発電）中長期発展規画」の中で、「熱中性子炉（PWR）－高速中性子炉－制御核融合炉」の技術路線を堅持する考えを明らかにした。一方で、高温ガス炉についても、自主的に研究開発を行い、技術研究の進展状況に基づいて、試験あるいは実証プロジェクトの建設を行う方針を示した。

現在、第2世代改良型と位置付けられているCPR1000

型、第3世代炉のAP1000とEPRを採用した原子力発電所の建設が着々と行われているほか、AP1000をベースにした、中国が知的財産権を持つ大型PWRであるCAP1400とCAP1700の設計も進められている。高速増殖炉実験炉CEFRも2011年7月に送電を開始した。

①トリウム溶融塩炉

中国科学院は、トリウム溶融塩炉（Thorium Molten Salt Reactor：:TMSR）の開発を正式にスタートした。トリウム溶融塩炉は、核燃料物質と冷却材が溶融塩の形で一体になったトリウムサイクルを用いた熱中性子炉で、増殖を行う原子炉である。

溶融塩炉は、発電所内で核分裂生成物を連続して除去する再処理方式を採用することができ、核燃料サイクル全体に投入される核燃料の総量を低下させることができるといった特徴を持つ。米国のオークリッジ国立研究所で1960年代に研究が進められたが、材料や部品、プラントの維持、廃棄物管理等で技術的に困難な問題があったため計画は中止された。

中国科学院は2011年1月25日、同年の活動会議にあわせて開いた「創新2020」の記者会見で、戦略的先導科学技術特別プロジェクトの一環としてトリウム溶融塩炉原子力システムの研究を開始することを明らかにした。

戦略的先導科学技術特別プロジェクトは、中国科学院が2050年までを視野に入れてとりまとめた科学技術発展ロードマップに基づいて、長期的な視点から国として発展させる必要がある重要な科学技術問題にねらいをつけたものである。国務院常務会議で2010年3月、「創新2020」計画の審議・承認が行われた際に同プロジェクトの設立が認められている。

中国科学院は、2年間に及ぶ根回しや調査研究、討論を経て、2010年9月25日の外部の専門家による検討・評議を踏まえ、同12月に予算の審査が通ったことから2011年1月11日に実施を正式に承認した。

中国科学院はTMSRの開発を4段階で進めるとしている。まず2015年までは問題発見期間として、2MWの実験炉を建設しゼロ出力臨界を達成した後、2年後に2MWを達成する。次の5年間では、モジュール化炉の研究開発を開始するとともに、10MWの実験炉の臨界を達成する。2020年～30年は実証応用段階と位置付けられており、電気出力100MWの実証炉を建設し臨界を達成する。そして2040年までに商業利用段階に持っていくという計画である。TMSRの研究開発は、中国科学院の上海応用物理研究所が担当する。

②進行波炉

中国では、もう1つユニークな原子炉の開発がスタートしている。「国家能源報」が2010年9月17日に報じたところによると、国家能源局電力司核電処は「進行波炉弁公室」を設立し進行波炉技術の研究開発について関係者の意見をまとめたうえで、原子力企業の専門家を選任し準備作業をスタートした。

進行波炉（Traveling Wave Reactor）は、1958年に初めて提唱された増殖炉の一種で、理論的には燃料を交換しないで50～100年間の運転が可能という。また、軽水炉から取りだされた使用済み燃料や劣化ウラン、トリウム等を燃料として利用することができる。

③国家エネルギー応用技術研究・工学実証プロジェクト

国家能源局は2011年4月25日、「国家エネルギー応用技術研究及び工学実証プロジェクト」の公募案件を公表した。原子力関係は、以下に示すように、全部で4件のプロジェクト・13件の課題について公募が行われた。このうち、「原子力発電所の受動的緊急電源（大容量蓄電池によるエネルギー貯蔵システム）と高所冷却水源システムの研究開発」と「重大事故の予防と軽減措置に関する研究ならびに試験・検証」は、福島第一原子力発電所の事故を受けたものである。

1．モジュール式小型炉（PWR）の基幹技術研究及び応用実証

〔概要〕

中国では、従来の大型炉による電力供給だけでなく、モジュール方式の小型炉による都市熱供給や工業プロセス熱の供給、海水淡水化といった市場ニーズが高まってきている。国家能源局は、原子力技術の進歩を促進するとともに原子力の利用範囲を拡大することを目的として、「モジュール式小型炉の基幹技術研究及び応用実証」プロジェクトを立ち上げた。

具体的には、モジュール式の小型PWRの開発によって、基幹技術を掌握するとともに標準設計を完成し、安全性と経済性が第3世代の主要指標の要求に到達した自主知的財産権を有する10万kWのモジュール式小型PWRを作り上げ、甘粛省の実証プロジェクトの要件をクリアする。

同プロジェクトの特徴を踏まえて、「国家能源圧水反応堆技術研発（実験）中心」（中国核工業集団公司傘下の中国核動力研究設計に附属）に委託し、プロジェクトの申請書を作成した。課題と国が負担する資金は以下の通り（受託者は最低でも国と同額を負担しなければならない、以下同じ）。

〔課題〕

①原子炉モジュール設計技術研究：600万元

・原子炉蒸気発生系（NSSS）の全体プランの設計研究を行い、単一プロジェクトの設計研究と方案設計の拠り所とする。

・原子炉モジュールの全体要求に照らして、炉心方案の論証と方案の研究を行い、原子炉炉心の技術方案を確定する。

・鋼鉄製格納容器の設計研究ならびに原子炉の構造設計研究、キャンド・モーターポンプ（canned motor pump）の設計研究、燃料交換プロセス及び設備の設計研究を行う。

②原子炉基幹設備の研究・製造・試験：3000万元
・モジュール式小型PWRの全体技術要求と技術特性に対応した貫流型蒸気発生器の基幹技術の研究、ならびに主給水調節バルブの性能試験及び小排水量の安全バルブの性能試験を行う。

③受動的な緊急炉心冷却総合試験研究：2100万元
・多用途のモジュール式小型炉の全体的な目標及び技術要求に基づき、受動的非常用炉心冷却システムの試験研究を行うとともに、LOCA等の水喪失事故状況を模擬し、炉心補給設備、安全注入設備等のスタートアップ、流量、圧力、水位変化特性、受動的安全注入設備の運転特性について試験研究を行う。

④代表的な事故分析及び安全性研究：300万元
・運転及び事故状態を分類し、主な初期事象を確定し、事故分析モデルを構築する。全所電源喪失事故分析、LOCA事故分析、安全措置研究及び過酷事故予防・軽減措置等の研究を行う。

プロジェクト期間：2011年7月から2015年6月

2．原子力発電所の受動的緊急電源（大容量蓄電池によるエネルギー貯蔵システム）と高所冷却水源システムの研究開発

〔概要〕

日本の福島第一原子力発電所の事故は、国内はもとより国際的にも原子力安全のメカニズムを考え直すきっかけとなり、事故時の処置手段と想定外の自然災害に対する能力の重要性を改めて浮き彫りにした。原子力発電所の安全運転技術の進歩を促進し、原子力発電所の安全面でのニーズにこたえるため、とくに「原子力発電所の受動的緊急電源（大容量蓄電池によるエネルギー貯蔵システム）と高位冷却水源システムの研究開発」プロジェクトを設立した。

中国で運転中の原子力発電所の安全防護措置が完全であるということを改めて評価することをベースとして、考えられる極端な事故進行の分析に照らして、さらに信頼性の高い大容量の非常用電源及び原子炉冷却水源システムの研究開発を行い、将来的に発生するかもしれない重大事故の危険を低減する。

地震や台風、津波等の想定外の自然災害を含め、既存の非常用電源や水源が喪失された場合、予備の大容量非常用電源と水源が原子力発電所の安全確保にとって重要となる。自然災害による重大事故を軽減するとともに、原子力発電所における電源及び冷却水の喪失を軽減する能力を備える必要がある。また、原子炉及び使用済み燃料システムの安全面での信頼性を担保する電源と水源を確保する。

同プロジェクトの特徴を踏まえ、中国広東核電集団有限公司傘下の大亜湾核電運営管理有限責任公司に委託し、プロジェクトの申請書を作成した。課題と国が負担する資金は以下の通り。

〔課題〕

①原子力発電所の非常用大容量蓄電池エネルギー貯蔵システム研究開発：2300万元
・移動式の大容量電池エネルギー貯蔵システムの研究開発を行い、原子力発電所の非常用電源が喪失した場合に、直ちに原子炉の安全設備及び使用済み燃料システムに対して非常用電源が供給できるようにする。

②原子力発電所の受動的非常用高所冷却水源システム研究：2500万元
・原子力発電所の受動的非常用高所冷却水源システム、外部の自然災害が重なった極端な状況から防護する貯蔵池の高度選定の研究開発を行う。具体的には、原子力発電所において既存の水源が喪失した場合、受動的な高所冷却水源システムが原子力発電所の補助給水系の事前に確保したインターフェイスに直ちに接続でき、自然の重力によって冷却水を原子力発電所に連続して給水し炉心と使用済み燃料プールの冷却を確保する。

プロジェクト期間：2011年7月～2013年6月

3．重大事故の予防と軽減措置に関する研究ならびに試験・検証

〔概要〕

中国は、第12次5ヵ年期（2011～2015年）において、「安全を確保することを基礎として高い効率で原子力発電開発を行う」との方針を明らかにしている。中国の原子力発電の基礎的な能力と設備は先進国と比べて開きがあり、技術水準も立ち遅れている。

福島第一原子力発電所の事故発生後、原子力安全と事故後の対応は重点的に考慮しなければならない問題となっている。稼働中ならびに新たに建設される原子力発電所での過酷事故の発生の可能性をどのように低減するか、また原子力発電所のこうした過酷事故を予防、軽減する能力をどのように高め、事故による公衆及び環境への影響を引き下げるか、さらに原子力安全の監督・管理水準を高め、パブリック・アクセプタンスを向上するためにはどうしたら良いかといった問題に直面している。

同プロジェクトの特徴を踏まえ、中国核工業集団公司傘下の中国核電工程有限公司に委託し、プロジェクトの申請書を作成した。課題と国が負担する資金は以下の通り。

〔課題〕

①原子力発電所の使用済み燃料貯蔵施設の安全研究：600万元
・原子力発電所の使用済み燃料貯蔵施設の安全性進行分析に確定論及び確率論的方法を採用し、燃料要素が破損に至る主な事故シーケンス及び環境中に放出されるソースタームを確定する。分析結果に基づいて、原子力発電所の使用済み燃料貯蔵施設の問題箇

所を特定し改善するための提案を行う。同時に、原子力発電所の使用済み燃料貯蔵施設の事故後の管理を考慮し、それに応じた事故管理策を開発する。

②過酷事故の予防・軽減措置の研究：2400万元
・過去の過酷事故の調査研究を行い、主な事故現象及び発生の可能性がある結果について分析を行い、現在の原子力発電所施設の実際の状況と照らし合わせ、事故を軽減する能力について評価する。
・確率論的及び確定論的分析を行い、過酷事故管理に必要とされるシステム、設備及び関連の計測器の要求を提示する。
・福島第一原子力発電所で起こった過酷事故に焦点を定め、原子力発電所の設計において採用されていないものの、過酷事故の予防と軽減措置に利用できる理論分析及び検証・研究を行い、これらの措置が事故の緩和に有効であることを確認する。

③原子力発電所の損傷状態の評価プロセス及び原子力緊急時システムの適応能力評価方法の研究：1000万元
・国内外の炉心損傷評価方法及び国内外で原子力発電所の過酷事故の緩和システムのシステム状態評価に用いられている評価方法を調査研究することによって、既存の炉心損傷評価ならびに原子力発電所の過酷事故緩和系統の状態評価技術の改善について提案する。
・既存の炉心損傷評価シナリオを改良し、事故後、直ちに炉心の損傷程度及び発電所システムの操作可能性について理解し、緊急時計画の根拠とする。
・原子力応急体制能力の評価方法を研究、提示し、実際に中国の応急体制能力について評価・分析を行い、当該方法の有効性を検証する。

プロジェクト期間：2011年7月～2014年6月

4．原子力発電所建設の基幹技術研究及び応用実証

〔概要〕
戦略的資源の不足という状況を踏まえ、新エネルギー技術の進歩を促進し利用範囲を拡大するため、同プロジェクトを設立した。
同プロジェクトの特徴を踏まえ、中国広東核電集団有限公司附属の国家能源核電工程建設技術研発（実験）中心に委託して、プロジェクトの申請書を作成した。課題と国が負担する資金は以下の通り。

〔課題〕
①原子力級溶接材料国産化開発及び応用研究：800万元
・原子力級溶接材料の国産化全体プランの設計及び研究
・原子力級設備の安全要求に基づいた、原子力級溶接材料技術指標の研究及び設計
・技術指標に適合した原子力級溶接材料の目標とする製品の設計と開発
・原子力級溶接材料製品の溶接性の研究開発とプロセス性能試験研究
・原子力級溶接材料生産製造プロセスの最適化研究
・原子力級溶接材料の研究開発と生産品質保証、認証、評価及び応用体系の研究
・原子力級溶接材料の工程化応用研究
・原子力級溶接材料技術標準の研究

②原子力発電プロジェクトの全体進捗度の正確測定・定量化技術・モジュール化技術研究：500万元
・原子力発電プロジェクトの全体進捗度を正確に測る技術研究を行い、設計や製造、施工、調整試験等の工程量の正確な定量化と測定標準を設立するにあたって、原子力発電プロジェクトの作業レベルの監督・管理と全体的な進捗度を正確かつ定量的に管理することによって、国内における原子力発電建設産業の進捗度を正確に管理する水準を引き上げる。
・原子力発電所の建設モジュール化技術の研究を行い、３Ｄモデル設計において、モジュール化の実行可能性分析と全体プランの設計技術を掌握する。また、格納容器のスチール製内張りのモジュール化を例として、原子力発電プロジェクトのモジュール化の自主設計、製造、施工技術を掌握し、モジュール化技術の応用実証を行う。

③原子力発電所の一次系配管自動溶接技術開発応用研究：2000万元
・原子力発電所の一次系配管の自動溶接工程の全体技術路線研究を行い、一次系配管の自動溶接の具体的実施プランを確定する。これをもとに、自動溶接に要する工具・材料の選定・配置を完成する。
・一次系配管の自動溶接工程研究開発プラットフォームを建設し、自動溶接模擬溶接試験によって、自動溶接の型式設計、溶接工程パラメータの研究を行う。
・一次系配管自動溶接工程応用のリスク及び対応措置研究を行う。
・異なった炉型の一次系配管の据付研究を行う。
・原子力発電所の建設中に一次系配管の溶接技術を他の分野に利用できないかどうかについて研究を行う。この中には、サージライン配管が含まれる。

④原子力発電所のデジタル計装制御システム設計の検証と調整試験装置の研究開発：1200万元
・原子力発電所のデジタル計装制御システムの計装制御設計・検証のためのプラットフォームを構築する。
・原子力発電所のデジタル計装制御システムの機能設計と検証を掌握するとともに、原子力発電所の運転規定及び指針の検証・研究を掌握する。

プロジェクト期間：2011年7月～2016年6月

出典：「"国家能源応用技術研究及工程示範項目" 課題承担単位的通知」（国家能源局、2011年4月）

(2) 風力発電

①国産化にあたっての問題

中国の風力発電開発は1950年代後半にスタートした。まず、吉林省や新疆などの地域に10kW以下の小型風力発電ユニットが建設された。70年代末には、浙江機電院や上海電力院などによって国産初の18kWの風力発電ユニットが建設された。83年には、55kWの風力発電ユニット3台を外国から輸入し技術導入を図った。

その後、86年に中国で初めて送電網に接続された風力発電ユニットが山東省の栄成に建設された。同発電所では、デンマークVestas社の「V15 -55/11」タイプのユニットが据え付けられた。86年から93年は、「初期実証段階」と位置付けられている。

中国は1994年、風力発電設備の国産化に舵を切り、国産化をサポートする専門政策を策定した。90年代には、55kW、120kW、200kW、300kW、500kWのユニットが開発された。94年から2003年は「産業化構築段階」と位置付けられている。

2003年以後は、「大規模化・国産化」の時代に突入した。国家発展改革委員会は同年、第Ⅰ期全国風力発電特許権プロジェクトの入札を開始した。同プロジェクトは、風力発電開発において、政府が風力発電プロジェクトを企画し、公募入札方式でプロジェクトの請負業者を選定し、発電所の規模や技術指標、建設条件、経営期間、電力販売条件などを決める制度である。2007年まで、5回にわたって公募入札が行われ、設備容量は880万kWに達した。

中国風力エネルギー技術研究所の姚興佳所長によると、中国の風力発電開発は主として以下の5つの方式によって行われた（「中国における風力発電技術とその市場」、姚興佳、祁和生・中国農業機械工業協会風力機械分会、王士栄・中国瀋陽工業大学、科学技術振興機構「Science Portal China」、中国科学技術月報2009年4月号（第30号））。

a）海外から設計図と技術を導入するか、または海外の設計技術企業と共同で設計し、中国で製造・生産を行う方法

b）海外から成熟した風力発電技術を購入し、中国でライセンス生産する方法

c）海外企業との共同出資により、海外の成熟技術を導入して中国で生産を行う方法

d）海外の風力発電メーカーが中国国内で独自資本による企業を立ち上げ、その成熟した設計・製造技術を用いて中国国内で生産を行う方法

e）中国の大学と科学技術企業が独自に開発した設計・製造技術を用いて、中国国内で風力発電ユニットを生産する方法

また姚興佳所長は、風力発電産業の持続的な発展にともない、中国の風力発電技術も着実に発展しているとの見方を示しているが、風力発電ユニットの制御システムや変流システムなどコア部分の産業化レベルは依然として低いのが現状である。とくに制御システムは国産化が進んでおらず、デンマークのMita社やオーストリアWindtec、シーメンスなどからの輸入に依存している。また、中国科学院電工研究所系の企業である科諾偉業や合肥陽光、許継電気、南瑞集団、北京天源科創などでは研究開発が行われている。

高い精度が要求されるベアリングは国産化がまだ進んでいないものの、国内資本では瓦房店軸承廠(上場済み)、洛陽軸承LYC公司の2社が高いシェアを持ち、大連冶金軸承集団有限公司(民営)、天馬股份(上場済み)、方円支承(上場済み)がその後を追っている[103]。外資勢では、スウェーデンSKFグループ、ドイツschaefflerグループのFAGブランド、米国TIMKENグループが中国内で高いシェアを持つ。

②送電網脱落事故

世界的に再生可能エネルギーの導入が進んでいるが、多くの再生可能エネルギーは通常の発電ユニットと異なり、電力系統で電圧低下が発生すると自らの保護のために停止するといった欠点を持つ。このため、再生可能エネルギーが大量に導入されると、電力システムの顕著な性能低下をもたらす。

そうしたなかで、中国の風力発電業界では、2011年に入って発生した風力発電所の大規模な送電網脱落事故によって、再生可能エネルギーの大量導入にともなう送電網の安全・安定運転に高い関心が集まっている。

甘粛省の中電酒泉風力発電有限公司の橋西第一風力発電では2月24日、「35B4スイッチセルC相」のケーブルヘッドが故障し絶縁破壊が起き三相短絡に至った。これによって、同発電所内の274基の風力発電ユニットがLVRT（Low Voltage Ride-Through）を備えていいなかったため解列した。

多数の風力発電ユニットが解列した後、同発電所では自励式無効電力補償装置を備えていなかったため、電圧が急上昇し300基の風力発電ユニットで電圧保護が働き解列した。また、これ以外にも24基で周波数保護が働き解列した。

結果的に、合計で598基の風力発電ユニットが解列した。解列した合計設備容量は84万kWで、酒泉地区の風力発電ユニットの合計設備容量の54.4%を占めた。これによって、西北電網の主幹線の周波数は、事故前の50.034ヘルツから49.854ヘルツに低下した。

LVRTは、何らかの事故が発生して系統電圧が低下しても、風力発電システムが電力系統から解列しないという特性である。再生可能エネルギーの占める割合が高い欧州のドイツやスペイン等では、LVRTだけでなく、DVS（Dynamic Voltage Support）と言われる、電圧低下時に所定の電力を出力することによって系統電圧を支える機能を備えることが送電網接続の条件と

◎第7-1-10表　中国の風力発電機メーカー上位10社

2010年新設分			累計（2010年末）		
企業名	設備容量（万kW）	シェア（%）	企業名	設備容量（万kW）	シェア（%）
華鋭	438.6	23.2	華鋭	1003.8	22.4
金風	373.5	19.7	金風	907.89	20.3
東汽	262.35	13.9	東汽	595.2	13.3
聯合動力	164.3	8.7	Vestas	290.36	6.5
明陽	105	5.5	聯合動力	243.5	5.4
Vestas	89.21	4.7	Gamesa	242.43	5.4
上海電気	59.79	3.2	明陽	194.55	4.4
Gamesa	59.56	3.1	GE	116.7	2.6
湘電風能	50.7	2.7	湘電風能	108.9	2.4
華創風能	48.6	2.6	上海電気	107.34	2.4
その他	241.19	12.7	その他	662.66	14.8
合計	1892.8	100	合計	4473.33	100

出典：「2010年中国風電装机容量統計」（中国可再生能源学会風能専業委員会、2011年3月18日）

なっている。

中国の風力発電所にはほとんどLVRT機能がなく、4月17日には甘粛省の千河口西第二風力発電所と河北省の張家口の風力発電所でも脱落事故が発生した。千河口では702基・100万kW、また河北省張家口では644基・85万4000kWが解列した。

中国では、この3件の脱落事故以外にも、4月3日、同24日と25日に風力発電ユニットの脱落事故が発生した。このうち4月25日の事故は、解列した基数が1278基に達した。これは、酒泉地区の風力発電ユニット全体の約78％に相当する。

今回の事故を踏まえ、規制当局である国家電力監管委員会は2011年4月27日、国家電網公司と南方電網公司の2大送配電会社に加えて、華能、大唐、華電、国電、中電投の5大発電事業者等の関連企業に対する「風力発電所の安全監督管理を確実に強化し、大規模な風力発電ユニットの脱落事故を抑制することに関する通知」（「関于切実加強風電場安全管理　有効遏制大規模風電机組脱網事故頻発的通知」）を公表した。

同通知では、2月と4月17日の3件の脱落事故について、風力発電所の35kV給電線の故障による三相短絡にともなって系統電圧が低下したが、多数の風力発電ユニットがLVRT機能を備えていなかったことに加えて、風力発電所の無効補償装置のコンデンサーが自動スイッチング機能を備えていなかったため、脱落が発生したと説明している。

脱落事故の防止対策として、風力発電ユニットにLVRT機能を備えさせるとともに、すでにそうした機能を持っているユニットに対しても綿密な調査を行い、必要な能力を備えていないことが判明した場合には改良するよう要求した。なお、その際には設備メーカーも協力するよう要請するとともに、これから建設する風力発電ユニットには事前にLVRT機能を備えるよう求めた。

LVRT機能を提供する1つの方法は、無停電電源装置（UPS）を使用することである。中国電科院新能源研究所の劉純・副所長は、LVRT機能の追加を必要とするユニットは全国規模で相当の基数に達するとの見通しを明らかにしている。金風科技の関係者は、1基あたりの改造には10万元程度かかると見積もっているが、50万元かかるとの指摘もある。[104]

こうしたなかで、設備容量で見て中国の風力発電市場のほぼ4分の1を押さえるトップ企業の華鋭風電科技股份有限公司は2011年5月30日、独自に研究開発した中国初の6MW級大型風力発電ユニット「SL6000」が江蘇省の塩城総合産業基地で完成したと発表した。「SL6000」は同社が完全に知的財産権を持つ風力発電ユニットで、陸地や洋上のどちらでも建設が可能という。また、LVRT機能も備えているため、同社は中国国内だけでなく、海外の要求を満たすことができると説明している。

なお、中国の風力発電機器メーカーによる輸出は、2009年には華鋭10基（インド向け、合計15MW）、金風科技3基（米国向け、合計4.5MW）、上海電気5基（英国向け3基、タイ向け2基）、常牽新誉2基（米国向けI基、タイ向け1基）の実績があったが、2010年には合計で13基・15.55MWに下がった。

中国の内蒙古自治区や新疆ウイグル自治区などの牧畜区では、系統連系しない小型[105]の風力発電機が普及している。中国小型風能産業発展戦略研究課題チームによると、国内の小型風力発電機の保有台数は2008年末時点で20万台（100MW）に達している。1983年～2008年の累計生産台数は約50万台で、このうちの半数以上は輸出されている。2008年の生産台数は7万7351台、設備容量は75.8MW、このうち3万9387台・51.5MWが輸出されている。[106]

同チームによると、小型風力発電ユニットは、企業や公益事業だけでなく、分散型電源としても利用され

◎第7-1-11表　「国家エネルギー応用技術研究及び実証プロジェクト」の風力発電関係公募案件

プロジェクト名	公募課題	国による負担限度額（受託者は最低でも国と同額を負担）
1. 大型風力発電システムの型式試験・送電網接続・試験技術の研究及びプロジェクトの応用実証（プロジェクトの支援期間：2011年7月～2014年6月）	①風力発電ユニットの出力特性の測定検査基幹技術研究	200万元
	②風力発電ユニットの電気エネルギー品質・出力制御測定検査基幹技術研究	100万元
	③風力発電ユニットの騒音測定検査基幹技術研究	150万元
	④風力発電ユニットの負荷測定検査基幹技術研究	150万元
	⑤風力発電ユニットの送電網適応性測定検査基幹技術研究	1000万元
	⑥風力発電ユニットのモデル建設及びモデル検証基幹技術研究	200万元
	⑦カップジェネレータ風速計の評定基幹技術研究	500万元
	⑧風力発電所の送電網接続適合性評価基幹技術研究	500万元
	⑨風力発電検査測定標準体系研究	200万元
2. 風力発電ユニットの試験・検査測定基幹技術研究及び応用実証（プロジェクトの支援期間：2011年7月～2013年6月）	①風力発電ユニットの検査測定基幹技術・認証測定検査技術研究	550万元
	②風力発電ユニットの試験検査測定プラットフォーム実証建設	1500万元
	③全国の風力発電ユニットの遠隔オンラインプラットフォーム実証及び型式認証能力の構築	750万元
3. 風力発電ブレード試験・検査測定技術の研究及び応用実証（プロジェクトの支援期間：2011年7月～2014年6月）	①風力発電ブレード検査測定基幹技術研究及び測定検査体系の構築	2100万元
	②ブレードの現地での状態測定検査技術とブレード及び原材料認証体系の構築研究	900万元

出典：「"国家能源応用技術研究及工程示範項目"課題承担単位的通知」（国家能源局、2011年4月）

るようになってきている。1台あたりの設備容量も大きくなってきており、2008年時点では100W級ユニットは小型風力発電機全体の2.1％を占めるに過ぎない。これに対して、300W級は28.5％、1000W級は13.9％を占めている。小型風力発電ユニットの輸出は引き続き好調で、1000W級が主力になっている。2008年の1000W級ユニットの輸出台数は3万9387台となった。

③国家エネルギー応用技術研究・工学実証プロジェクト

国家能源局能源節約・科技装備司は2011年4月25日、「国家エネルギー応用技術研究及び実証プロジェクト」（「国家能源応用技術研究及工程示範項目」）の公募案件を公表した。このうち風力発電関係は、3件のプロジェクトで合計14件のテーマについて公募が実施された。

(3) 太陽熱・太陽光

①太陽熱利用

太陽熱利用は、低温利用（200℃以下）、中温利用（200～800℃）、高温利用（800℃以上）に大きく分けられる。

このうち、低温利用には、ソーラー温水器、ソーラー乾燥、ソーラーハウス、ソーラーエネルギー空調冷却システム等が含まれる。また中温利用としては、ソーラーファーネス、太陽熱発電、集光集熱装置等がある。高温利用については、高温ソーラーファーネス、ソーラーエネルギー溶接機があるが、現在、最も発展が顕著なのは低温熱利用である。低温熱利用を代表する温水器は、1970年代後半に産業化がスタートし、現在では総合的な産業チェーンが形成されている。

太陽熱温水器は、省エネと環境保護の面からも優れているため、大きく発展するポテンシャルを持っている。教育部科学技術委員会学部委員を務める南開大学新エネルギー材料化学研究所の陳軍教授は、中国の太陽熱温水器業界の将来の発展の方向を以下のように紹介している（「中国の再生可能エネルギー研究の現状と動向」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月27日）。

a）科学技術による進歩を維持し、太陽エネルギーの集積技術を高め、新型集熱、蓄熱技術、機械電気材料技術、補助エネルギー技術、建築と結合した技術、制御技術等の研究開発を行う。

b）二次回路スプリット型太陽エネルギー温水システムを開発・普及する。現在、中国の太陽エネルギー温水器製品は、圧倒的多数がコンパクト型直接差し込み式の一次循環型、非耐圧であるため、建築への組み込み（一体化）が簡単ではない。スプリット型は、都市建築において、とくに寒冷地区の建物への利用では顕著に優れている。二次循環システムを開発することが急務である。

c）平板型ソーラー温水システムは、国外では依然として主流になっている。このタイプは、耐圧

◎第7-1-12表　中国で計画中の太陽熱発電所

発電所	場所	出力（MW）	実施主体	備考
八達嶺太陽熱発電実験所	北京	1.5	中国科学院電工研究所	北京市発展改革委員会の承認を取得。現在、建設中
トルファン	新疆	12（Ⅰ期） 300	新疆青松建化、新疆国電集団	
ラサ	チベット	50	華能チベット公司	
西昌	四川	100	四川阿壩州天威新能源光熱光電有限公司	
トルファン	新疆	50MW	中国華電集団	
金塔	甘粛	50	中国華電集団	
ゴルムド	青海	100（Ⅰ期） 1000	中国電力投資集団、上海工電能源科技有限公司	初号機は2012年に発電開始の予定
—	寧夏	100	北京康拓工控	
—	—	100	西安航空発電機集団公司	
—	—	100	広東康達	
—	甘粛	100	天津彩熙	
—	青海	1000	雄獅国際	
—		2000	eSolar	

出典：http://www.china5e.com/show.php?contentid=176378

性であると同時に寿命が長く、建築物への組み込みが簡単、大面積での利用に適している等の長所がある。一方で、中国の平板型ソーラー集熱器技術は外国技術とまだ開きがあるため、高効率の平板型ソーラー集熱器の研究開発と生産を急ぐことが、太陽エネルギーの熱利用を拡大するうえで重要な意義を持っている。

d）太陽エネルギー暖房工事ソフトウェア設計、床及び壁給熱技術等の太陽エネルギー温水暖房技術を開発する。

e）中温集熱器や耐中高温コーティング技術、光反射技術等の太陽エネルギー中温集熱技術を開発する。

集光・集熱器を利用して太陽の放射エネルギーを熱エネルギーに変換し、熱力学サイクルによって発電する太陽熱発電は、太陽熱の中高温利用として大きな期待がかけられている。太陽熱発電システムには、タワー式、ディッシュ式、トラフ式の3種類がある。このうちトラフ式は1990年代に商業化が実現しているが、他の2方式は商業化に向けた実証段階にある。

トラフ式発電所については、南京市が2007年、東南大学による開発を支援することを決めている。また、広東省科学技術庁は2008年、東莞康達機電グループによる100kWのトラフ式太陽熱発電所プロジェクトを支援するための特別予算を計上した。中国科学院の電工研究所がこの分野の研究を担当しており、中国初の太陽熱発電所の研究や建設を目標に掲げている。

中国科学院の苗蕾氏は、中国における太陽熱発電分野の研究は依然として遅れており、国際水準に遠く及ばないレベルにあると指摘している。

「再生可能エネルギー中長期発展規画」では、内蒙古、甘粛、新疆等の地域で、太陽熱発電所の実証プロジェクトを進め、送電網に接続した容量を2010年までに5万kW、また2020年までに20万kWまで拡大するとの目標を掲げている。

そうしたなかで、中国科学院電工研究所が建設を進めている1.5MWのタワー式太陽熱発電所である八達嶺実験プラントでは2009年9月22日、100台のヘリオスタットの基礎工事が完了している。

また、四川省の成都市は、「成都市新エネルギー産業発展規画」を正式に取りまとめ、この中で国内初となる太陽熱発電所の実証プラント（10MW）を2012年までに建設する方針を打ち出した。2009年9月3日付「成都日報」が伝えた。

このほか、2009年12月1日付「新華網」によると、山東省政府が2009年に制定した「新エネルギー産業の発展を加速することに関する指導意見」に基づき、潍坊市峡山区の各地方政府は北京智彗剣科技発展有限責任公司と共同で、「太陽熱発電研究・産業基地」を建設することを決めた。

それによると、176億元を投資し、6600ムー（1ムーは666.7m^2）の土地に総建築面積434万5000m^{2}の建物を建設し、各方式の太陽熱発電所研究開発センターのほか、光熱転換、太陽熱集熱、追従制御、蓄熱、送電線接続等の専門生産基地を建設することになっている。2014年末の完成が予定されている。

現在の太陽熱発電開発の状況は、2000年前後の風力発電と太陽光発電の状況と似ていると指摘する関係者もいる。中国国際工程諮詢公司の李涛氏は、これまでに公表された太陽熱発電プロジェクトの合計は6000MW（600万kW）を超えているとしたうえで、このうちの1950MW（195万kW）が2009年に、また4000MW（400万kW）が2010年に提出されたもので

あることを明らかにした。[107]

こうした計画がある一方で、風力発電や太陽光発電と比べると開発のスタートが遅かったため、多くの技術的課題に直面している。北京工業大学教育部伝熱強化・過程省エネ実験室の馬重芳主任は、トラフ式の基幹部品である集熱管についてはすでに製造可能な企業があるものの、集熱管の寿命や信頼性は未知数だと指摘している。また、反射鏡の製造や金属溶接といった工程にも問題があることを明らかにした。同主任は、砂嵐や強風に加えて、冬季の気温が低いといった中国特有の問題も解決する必要があるとの認識を示している。[108]

中国では現在、大唐集団や国電集団、華能集団、華電集団、保定天威集団、内蒙古緑能集団等が太陽熱発電プロジェクトに参画している。また、中国科学院電工研究所や皇明集団、江蘇太湖ボイラ股份有限公司、杭州タービン廠、中山大学、西安交通大学、北京工業大学、西安航空動力集団等が重要設備に関係した技術能力を持っている。

②太陽光利用

太陽光利用は、基本的に光起電力効果を利用し、光エネルギーを直接電力に変換する太陽電池によって行われる。全国太陽光発電エネルギーシステム標準化技術委員会の委員長を務める翟佐緒氏によると、1970年代になって初めて基礎研究がスタートした太陽熱発電と違い、太陽電池の研究は1958年にスタートしている（「中国の太陽光発電産業の現状及びその発展」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月31日）。

これは、太陽電池の研究開発が地上での利用だけではなく、宇宙での利用が計画されたためである。翟佐緒氏によると、1959年には中国科学院の半導体研究所で初めて実用的な価値をもったシリコン太陽電池の開発に成功した。71年に打ち上げられた科学衛星「実践1号」には、天津エネルギー研究所が開発した変換効率7％の太陽電池が初めて採用された。

その後、宇宙エネルギーシステムに利用される太陽電池の技術水準は着実に向上し、1980年代初めに8～10％程度であった変換効率は、80年代末のBSR（Back Surface Reflector）型シリコン電池の12％、90年代中ごろのBSFR（Back Surface Field and Reflector）型シリコン電池の15％、2000年代初めの単結晶ゲルマニウム基板ガリウム・ヒ素電池の18～20％、現在のガリウム・インジウム／ガリウム・ヒ素／ゲルマニウムの3層構造の26～29％へと変遷してきた。

翟佐緒氏は、2008年に打ち上げられた有人宇宙船「神舟7号」では高性能BSFRシリコン太陽電池の変換効率が16％に達したとしたうえで、宇宙利用の市場規模は小さいものの、影響力は大きいと指摘している。

太陽電池の地上での利用は、宇宙利用の副産物として1980年代に伸びたが、海外の太陽電池の主要設備や生産ライン、技術を導入して、地上用のシリコン電池を専用に生産するラインが作られた。80年代後期には、年間生産能力が4.5MWに達し、初期段階の太陽電池産業が構築された。94年に1MWを超えたあとは順調に生産量を拡大し、2008年には太陽電池モジュールの生産量が約1700MWに達し、2007年に続き世界第1位の座を保った。一方で、太陽電池の中国国内の需給を見ると、供給が需要を大きく上回っており、生産された太陽電池の98％が輸出されている。

こうしたなかで中国政府は、国内の太陽光発電の産業化に加えて大幅な発展を加速することなどを目的として、「金太陽（太陽光発電）実証プロジェクト」に着手した。財政部が2009年7月21日に明らかにしたもので、科学技術部、国家エネルギー局と共同で「金太陽実証プロジェクトの実施に関する通知」を公表した。

それによると、2～3年内に500MW以上の太陽光発電プロジェクトに対して財政補助を行う。また、通知では、系統連系太陽光発電システムや独立型太陽光発電、大型系統連系太陽光発電システムなどの実証プロジェクトを重点的に支援するほか、高純度シリコンの生産や系統連系システム運用など、太陽光発電の導入の要（かなめ）となる技術の産業化と関連するエネルギーインフラ建設を重点的にサポートすることを明記した。なお、技術の進展具合や市場の状況などを踏まえて、各実証プロジェクトの補助上限を決定する。

このうち、系統連系太陽光発電プロジェクトについては、原則として太陽光発電システム及び関連の送配電工事に関する総投資額の50％を補助する。電気の通じていない辺境地区における独立型太陽光発電システムについては、総投資額の70％を補助する。また、太陽光発電の核心技術の産業化とエネルギーインフラ建設プロジェクトについては、主に利子負担と補助によって支援するとしている。

なお、財政部と住宅・都市農村建設部は2009年3月、太陽光発電技術と建築技術の一体化の普及を後押しすることを目的として、「太陽エネルギー屋上計画」（「太陽能屋頂計画」）をスタートした。

政府の強力な支援もあり、太陽光発電プロジェクトは大きく動き出している。中国初の10MWの太陽光発電所が2009年9月30日、寧夏回族自治区の石嘴山で運転を開始し、送電網に接続された。同発電所には、太陽光発電所の開発を積極的に手掛ける中国節能投資公司が出資している。

また、寧夏回族自治区では2010年1月16日、合計で40MWの太陽光発電所が運転を開始し、送電網に接続された。具体的には、中国節能投資公司（10MW）、寧夏発電集団（10MW）、正泰集団（10MW）、華電寧夏分公司（5MW）、寧夏電投集団（5MW）の5か所の発電所で、合計の発電電力量は年間7200万kWhに達するとみられている。

また、米国のファースト・ソーラー社と中国の関連部門は2009年9月9日、今後10年内に内蒙古自治区のオルドスで2000MW（200万kW）の太陽光発電所を建設する契約を締結した。同発電所の敷地面積は65km2で、総投資額は50～60億ドルと推定されている。

プロジェクトは4期に分かれており、第Ⅰ期工事（30MW）は2010年6月に着工する。第Ⅱ期工事（100MW）、第Ⅲ期工事（870MW）、第Ⅳ期工事（1000MW）と分かれており、2019年には全部完成する見込みとなっている。ファースト・ソーラー社は、関連の工場を建設し、太陽電池モジュールや発電パネルを生産する。

欧州太陽光発電産業協会（European Photovoltaic Industry Association）は、「控え目なシナリオ」、「先進シナリオ」でも、中国の太陽光発電市場が欧州や北米を抜いて2030年には世界最大になると予測している。

一方、中国の太陽光発電に関する研究開発の現状について、中国科学院・広州エネルギー研究所太陽エネルギー研究室の苗蕾・主任は、第1世代の太陽電池は中国国内で盛んに生産されているとしたうえで、技術面では改善の余地があることを明らかにした。また、第2世代については、アモルファス・シリコン電池だけが産業化生産に移行できる状況にあるものの、解決すべき多くの課題が残されていると指摘している。

第3世代太陽電池については、中国国内の多数の大学や研究所で開発が進められており、効率と寿命の向上が課題となっている。苗蕾氏によると、以下の分野を中心に太陽電池の研究開発が行われている。

- 低消費、低コスト、大規模な太陽電池向け多結晶シリコンの精錬技術
- 第1世代結晶シリコン太陽電池の効率を高める新構造
- 結晶シリコン薄膜太陽電池に関する研究
- 高効率で安価な化合物半導体を利用した薄膜太陽電池
- 第3世代太陽電池に関する新概念や新構造
- 高効率、長寿命の新材料を利用した色素増感太陽電池に関する研究

科学技術部が2011年5月17日に明らかにしたところによると、中国は「MW級電力網接続太陽光発電所系統」（「MW給併網光伏電站系統」）と題する863計画

◎第7-1-13表　太陽電池向け863計画公募案件

1：MW級薄膜アモルファス/多結晶シリコンヘテロ接合太陽電池産業化重要技術		
	研究目標	薄膜アモルファス/多結晶シリコン太陽電池実証のための重要技術、規模化薄膜アモルファス/多結晶シリコンヘテロ接合太陽電池実証のための重要設備、MW級の太陽電池試験生産ラインを建設する。
	研究課題数	2項目
	課題支持期間	3年間
	各課題補助額	1250万元、自己調達資金は2500万元
2：MW級柔軟薄膜シリコン太陽電池産業化重要技術		
	研究目標	柔軟薄膜シリコン太陽電池ロールの連続生産及び柔軟電池部品のインライン式統合相互関連、パッケージ及び材料、部品テストなど重要技術と設備製造技術を開発し、MW級の太陽電池生産ラインを建設する。
	研究課題数	2項目
	課題支持期間	3年間
	各課題補助額	1250万元、自己調達資金は2500万元以上
3：低コスト非真空CIGS太陽電池パイロット技術		
	研究目標	低コストの非真空CIGS薄膜太陽電池製造技術を開発・掌握し、一定規模の製造重要技術設備を開発・掌握し、MW級のCIGS薄膜太陽電池パイロットラインを建設する。
	研究課題数	2項目
	課題支持期間	3年間
	各課題補助額	1250万元、自己調達資金は2500万元以上
4：MW級ハイパワーコンデンサー化合物太陽電池産業化重要技術		
	研究目標	ハイパワーコンデンサー化合物太陽電池及び関連のコンデンサー応用技術、パイロット製造技術、テスト技術を開発・掌握し、200-1000倍のハイパワーコンデンサー化合物太陽電池を獲得、5MWのパイロットラインを建設する。
	研究課題数	2項目
	課題支持期間	3年間
	各課題補助額	1250万元、自己調達資金は2500万元以上
5：新型太陽電池最先端技術研究		
	研究目標	太陽電池の新概念、新原理、新方法、新材料体系、部品構造を研究し、太陽電池の転換効率を飛躍的に改善する。発明特許、試験システムあるいはプロトタイプ装置及びその研究報告を以って課題成果とし、知的財産権としての技術を形成する。
	研究課題数	15-20項目
	課題支持期間	3年間
	各課題補助額	5000万元（各課題への補助額は300万元を超えない）

出典：「先進能源技術領域新型太陽電池中試及前沿技術研究主題項目課題申請指南」

◎第7-1-14表　太陽光発電向け863計画公募案件

1：グリッド接続大型太陽光発電所重要技術研究と設備開発			（補助金額）
	課題1	大型太陽光発電所重要技術研究と設備開発	800万元
	課題2	太陽光発電所効率予測技術と環境関連研究	700万元
	課題3	GW級太陽光発電システム設計統合技術研究及び重要設備開発	5000万元
	課題4	太陽光発電システムとバランス部品現場テストと実証研究	6500万元
2：多種エネルギー源相互補完的太陽光発電マイクログリッド重要技術研究と設備開発			（補助金額）
	課題5	10MW級太陽光/水力相互補完マイクログリッドシステム統合及び工程技術研究	3500万元
	課題6	10MW級太陽光/水力相互補完マイクログリッドシステム重要設備開発	2500万元
	課題7	多種エネルギー相互補完太陽光発電マイクログリッドシステム技術研究	1000万元
3：地域太陽光発電建築発電システム重要技術研究と設備開発			（補助金額）
	課題8	建材型太陽光発電用部品製造・試験重要技術及び設備	1900万元
	課題9	地域分散式建築太陽光発電システム統合技術研究と実証	1200万元
	課題10	デュアルモード太陽光発電システム統合技術研究及び重要設備開発	1900万元
		補助総額	2億5000万元

出典：「先進能源技術領域大型光伏（併網、微網）系統設計集成技術研究示範及装備研制重大項目課題申請指南」

の中で6件のテーマを定めて研究を進めてきた。

このうち、上海太陽能科技有限公司が担当した「MW級BIPV（＝建物一体型太陽光発電）電力網接続系統コア技術・工程化応用研究」（「兆瓦級BIPV併網系統関鍵技術及工程化応用研究」）と、中国科学院電工研究所が担当した「景観ととけ合い建築と結合したMW級電力網雪像太陽光発電所・コア設備の研究製造」（「和景観、建築結合的MW級併網光伏電站及関鍵設備研制」の2つのテーマが、それぞれ4月7日と同25日に検収を通過した。

なお科学技術部は2010年10月20日、「先進エネルギー技術領域新型太陽電池パイロット事業及び最先端技術研究主題項目申請指南」（「先進能源技術領域新型太陽電池中試及前沿技術研究主題項目課題申請指南」）を公表し、太陽電池を対象とした863計画を公募している（第7-1-13表）。

上記の内、「MW級薄膜アモルファス/多結晶シリコンヘテロ接合太陽電池産業化重要技術」に関しては、上海超日太陽能科技股分有限公司が中国科学院電工研究所、上海交通大学太陽能研究所、万陽能科技（蘇州）有限公司と共同で受注した。

また科学技術部は2010年10月28日、「先進エネルギー技術領域大型太陽光発電（グリッド接続、マイクログリッド）システム設計統合技術研究実証及び設備研究開発重大項目申請指南」（「先進能源技術領域大型光伏（併網、微網）系統設計集成技術研究示範及装備研制重大項目課題申請指南」）を公表し、太陽光発電を対象とした863計画を公募した（第7-1-14表）。

（4）海洋エネルギー

中国の波力発電研究は1970年代にスタートした。現在、小型の岸辺固定発電技術は世界の先端水準に達しており、航路標識灯用のマイクロ波力発電装置が沿海海域の航路標識などに利用されている。

また、珠江口大万山島に建設された岸辺固定タイプの3kWの波力発電所は中国が独自に研究、製造したもので、1990年に運転を開始した。このほか、20kWの波力試験発電所と8kWのスウィング式波力発電所が建設された。

中国政府は、「第10次5ヵ年」期間（2001～2005年）中に波力発電の研究に400万元以上の予算を投入した。研究を担当したのは中国科学院傘下の広州エネルギー研究所で、同研究所では2006年初め、波浪エネルギー独立発電システムの試験に成功している。

中国では、潮汐と波力以外の海洋エネルギー技術については、まだ研究段階にある。このうち潮流発電については、ハルビン工程大学が「第9次5ヵ年」期において、科学技術部の「難関攻略計画」（現「国家科学技術支援計画」）のもとで海上浮遊タイプの70kWの「万向Ⅰ」実験発電所を開発し、2002年1月に完成した。同発電所は浙江省の岱山県亀山水道に設置された。

また、ハルビン工程大学は海底固定式の潮流発電所「万向Ⅱ」の開発を行い、岱山県高亭鎮と港山の間の潮流水道に設置した。同発電所は、「第10次5ヵ年」期における科学技術部の「国家ハイテク研究開発発展計画」（863計画）のもとで研究開発が行われたもので、2005年12月に完成した。

このほか、東北師範大学は、「第11次5ヵ年」期における863計画のもとで、出力1kWの海面下浮遊式水平軸タイプの潮流発電所の研究開発を2006年11月に開始した。また、ハルビン工程大学はイタリア企業と協力し、250kWの海上浮遊式垂直軸タイプの潮流発電所の研究開発を2007年8月から行っている。浙江大学も2007年8月、出力5kWの固定式水平軸タイプの潮流発電所の研究開発をスタートしている。いずれも、「第11次5ヵ年」期における863計画の支援を受けている。

温度差エネルギー利用については、中国は「第11次5ヵ

◎第7-1-15表　国内外で建設済みの主な潮汐発電所

名　称	所在地	設備容量（MW）	運用方式	建設時期
ランス	フランス	24×10	単独ダム・双方向	1967年
アナポリス	カナダ	20	単独ダム・一方向	1984年
キスラヤ湾	旧ソ連	2×0.4	単独ダム・双方向	1968年
江厦	中国浙江省	0.5＋0.6＋4×0.7	単独ダム・双方向	1985年
沙山	中国浙江省	0.04	単独ダム・一方向	1959年
幸福洋	中国福建省	1.28	単独ダム・一方向	1989年
海山	中国浙江省	2×0.075	複数ダム・連続	1975年
白沙口	中国山東省	0.96	単独ダム・一方向	1978年
瀏河	中国江蘇省	2×0.075	単独ダム・双方向	1976年
岳浦	中国浙江省	4×0.075	単独ダム・一方向	1971年
菓子山	中国広西省	0.04	単独ダム・一方向	1977年

出典：「海洋エネルギー発電技術の現状と展望」（遊亜戈・中国科学院広州エネルギー海洋研究所エネルギー実験室主任等、「中国科学技術月報2011年9月号」、科学技術振興機構）

年」期に閉式海洋温度差エネルギーの利用研究を実施し、現在、15kWの閉式温度差エネルギー発電装置を建造中で、発電所の廃熱と海水間の温度差を利用して試験を行っている。また、天津大学は2005年に混合式海洋温度差エネルギー利用システムの理論研究課題を完了、試験用の200Wアンモニア蒸気タービンを開発した。[109]

中国科学院広州エネルギー研究所海洋エネルギー実験室主任の遊亜戈氏によると、技術成熟度から見ると、潮汐エネルギー発電技術が最も成熟し商業開発段階に達している。また同氏は、波力と潮流エネルギーは技術攻略段階にあり、温度差エネルギーは研究初期にあるとの見解を示している。

（5）地熱発電

国土資源部によると、中国の高温地熱資源（150℃以上）はチベット南部から四川西部、雲南西部にかけて分布している。このうち、チベットの羊八井では最高温度が250℃を超えている。一方、中低温地熱資源（150℃未満）は、華北平原から汾渭盆地、オルドス盆地、松遼平原、蘇北盆地、江漢盆地、四川盆地、銀川平原、河套平原にかけて、また東南沿海地区と胶東、遼東半島にかけて分布している。

中国では第一次石油危機に見舞われた1970年代初めに地熱資源開発がスタートし、試験的な規模で全国に以下のような中低温地熱発電所が建設された。

－広東豊順県鄧屋（90℃、300kW）
－湖南寧郷県灰湯（98℃、300kW）
－河北懐来県後郝窯（87℃、200kW）
－山東招遠県湯東泉（98℃、300kW）
－遼寧蓋県熊岳（90℃、200kW）
－広西象州市熱水村（79℃、200kW）
－江西宜春県温湯（67℃、100kW）

こうした地熱発電所の発電系統設備は、廃棄された小規模発電ユニットのものを流用したほか、独自に設計した配管システムを採用した。いずれも、送電網には接続されていない。7ヵ所の発電所のうち、広東と湖南を除く5ヵ所は、1970年代末に閉鎖された。

そうしたなかで、1976年に設立されたチベット地熱地質大隊は羊八井で地熱フィールドの調査を開始するとともに、地熱発電所の設計と建設準備作業を同時に進めた。地熱井戸を掘削した結果、150～160℃の蒸気・熱水地熱流体の取り出しに成功し、77年には1000kWの地熱発電試験ユニットの試験発電に成功した。その後、91年までに8基のユニットが設置され、設備容量は2万5100kWに達した。

同発電所以外にも、チベットの阿里地区で1985年に2000kWの地熱発電所が運転を開始したほか、那曲でも94年に1000kWの地熱発電所が建設されたが、阿里発電所は蒸気量不足のために400kWユニットが運転を中断した。また那曲発電所も坑口が詰まったため運転を停止した。

中国の地熱発電技術は、世界的な水準と比べるとだいぶ遅れているが、そうした背景には、この10年あまり新規建設のニーズがなかったことがある。

（6）バイオマス発電

中国は農業国であり、バイオマス資源はきわめて豊富で、標準炭で3億5000万ﾄﾝに相当する毎年約7億ﾄﾝの農業廃棄物が発生していると推定されている。こうした農業廃棄物を中心とするバイオマス・エネルギーは、とくに農村部におけるエネルギー構成において重要な地位を占めてきた。しかし、バイオマス・エネルギーの利用は、そのほとんどが直接燃焼であったため、煤塵と燃焼残渣の問題に加え、農村部の経済・社会発展を阻害する1つの要因とみなされてきた。

南開大学新エネルギー材料化学研究所の陳軍・教授によると、現在、中国のバイオマス開発と利用は、バイオマス炉の開発、バイオマス・ガス化技術、バイオマス液化技術、バイオマス・エネルギーメタンガス開発、バ

イオマス発電技術、バイオマス成型燃料及び木炭利用技術が中心になっている（「中国の再生可能エネルギー研究の現状と動向」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月27日）。

このうちバイオマス発電技術については、直接燃焼式発電、ガス化発電、熱・電併給に大きく分けることができ、中国はすでに一定の成果を収めている。中国科学院傘下の広州エネルギー研究所が863計画のもとで進めた「バイオマス・ガス化発電最適化システム及びモデルプロジェクト」は、研究開発に成功して以来、中国だけでなく東南アジアでも普及しており、国際的に見ても採用が最も多いバイオマス発電方式になっている。

また、陳教授によると、バイオマス・ワラ（茎）直接燃焼発電は、現在、中国で最も急速に発展しており、新規のユニット設置件数が最も多い発電方式になっている。一方で、直接燃焼発電は比較的大量のワラ（茎）資源を消費するだけでなく、効率が20～25％と低いため、バイオマス直接燃焼発電のコストが高いという問題も抱えている。こうしたことから、発電効率を向上させることが今後の課題として浮上してきており、陳教授はガス化複合発電技術の研究開発によってバイオマス発電が飛躍的に伸びるとの見方を示している。

中国科学院傘下の広州エネルギー研究所エネルギー戦略センター主任の趙黛青氏は、バイオマス・エネルギーの密度が低く燃料消費率も火力発電に比べて非常に高いとしたうえで、資源的にも分散しているため、発電以前の資源作物の収集、梱包、破砕処理、保管、運搬などのプロセスにおけるエネルギー投入が非常に大きいと指摘している。

大唐国際発電股份有限公司下花園発電所と河北省張家口市下花園区は2009年12月3日、中国最大級となる11万kW×2基で構成されるバイオマス発電プロジェクトを共同で推進する契約に調印した。都市汚水処理場の汚泥とワラあるいは生活ゴミを燃料とし、少量の微粉炭を混焼させる方式を採用する。総投資額は6億元に達すると見込まれている。

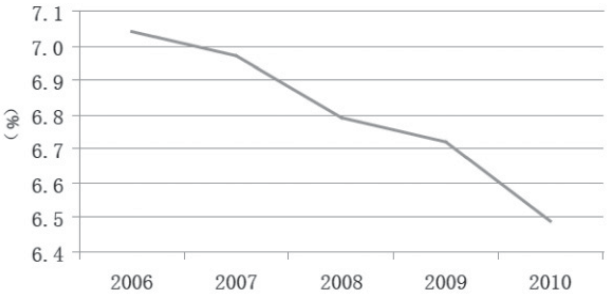
7.1.6　需給バランス調整

(1) 送配電ネットワーク

中国では、発電所の建設拡大とともに、送電網の建設が急速に拡大している。220kV以上の送電線に限っても、2002年当時18万8719kmであったものが、2010年末時点では44万2700kmに増加した。こうしたなかで、中国の電力網の送電ロス（損失）は2010年には6.49％となり、前年から0.14ポイント低下した。中国の送電ロスは下降傾向にあり、2006年7.04％を記録していた。

近年、中国の各地区間における高圧送電線連結工事は顕著な成果を収めた。2003年には、華中地区と華東地区を結ぶ2本目の±500kV直流送電線の商業運用がスタートし、華中地区から華東地区までの送電能力は420万kWに達した。また、同年9月には、華中地区から華東地区まで500kV交流送電線の連結を実現した。さらに、三峡から広東の直流送電線連結工事、華中と西北を結ぶ直流送電線連結工事がそれぞれ2004年と2005年から商業運用を開始した。

◎第7-1-2図　中国の送電ロスの経年変化（%）



出典：「電力監管年度報告2010」（国家電力監管委員会、2011年4月）

このほか、2006年末までに、中国西部の豊富な電力を東部の経済発展地区に送る「西電東送」プロジェクトの北通路、中通路、南通路の送電能力が3400万kWに達した。このうち北通路では13回線の500kV交流送電線を建設し、送電能力が1200万kWに達した。中通路では、3回線の±500kVの直流送電線などを建設し、送電能力が1000万kWに達した。南通路で、「6交流プラス3直流」の全部で9回線の500kV送電線を建設し、送電能力が1300万kWに達した。

中国政府は、超高圧送電技術を非常に重視している。「1000kV（100万ボルト）超高圧交流と±800kV(80万ボルト)直流送電変電プラントの開発」が「国民経済・社会発展『第11次5ヵ年』規画綱要」に盛り込まれたほか、「国家中長期科学技術発展規画綱要」では、「大容量遠距離直流送電技術と超高圧交流送電技術・設備の開発」がエネルギー重点分野の優先課題としてとりあげられた。

①1000kV（100万ボルト）超高圧交流送電

中国では2009年1月6日、晋東南－南陽－荊門を結ぶ1000kV（100万ボルト）送電・変電実証プロジェクトが正式に商業運用を開始した。2009年5月21日付「科学日報」によると、順調に運用が行われている。

②800kV（80万ボルト）高圧直流モデル

四川向家坝から上海までを結ぶ800kV（80万ボルト）の高圧直流実証プロジェクトが実施され、2009年12月から調整を行い、2010年6月には完成する予定になっている。同プロジェクトの送電線は、四川、重慶、湖北、湖南、安徽、浙江、江蘇、上海の6省2市を結び、架空送電線距離は1715kmに達する。なお、このプロジェクトではABB社の超高圧送電技術が導入された。

③超高圧設備の研究と製造技術

中国では、超高圧設備の研究・製造が順調に進んでいる。世界初の1000kV、3000MVAの超高圧変圧器を

製造したほか、電圧、容量が最大の1000kVの高圧並列接続電気抵抗器を製造した。現在、保定天威変電器公司、西安西電変圧器公司、特変電工瀋陽変圧器公司が、1100MVA変圧器と電気抵抗器を開発・生産する能力を持っている。

④超高圧実験体系

中国は、世界的に見ても試験能力に優れ技術水準も高い超高圧実験研究体系を構築した。中国には現在、「国家電網公司超高圧交流試験基地」（武漢）と「国家電網公司超高圧直流試験基地」（北京）がある。基地内の超高圧変流変圧器を含むすべての主要設備は国産である。

また、2ヵ所の基地は国家電網公司傘下の中国電力科学研究院、武漢高圧研究院、電力建設研究院などが国内の重点大学や設計機関、設備メーカーと協力して、超高圧送電・変電設備を国産化するための試験場となっている。2007年以降、この基地を利用して、多くの世界初の試験を行い、大きな成果を収めている。

超高圧送電技術は国内長距離送電プロジェクトに採用されるだけではなく、中露間の送電プロジェクトにも利用される予定になっている。具体的には、2015年までに、±800kV直流送電線を建設し、ロシアの極東電力網あるいは東シベリア電力網から中国の東北あるいは華北へ年間380億kWhを送電する計画になっている。

(2) スマートグリッド（智能電網）

国家電網公司は、「特高圧送電網を基幹として、各レベルのグリッドが協調的に発展し、情報化、自動化、相互化の特徴を有する自主イノベーションによって国際的にも最先端のスマートグリッド（智能電網）を建設する」ことをスマートグリッド全体の発展目標として掲げている。

国家電網公司は、3段階に分けて強固なスマートグリッドの建設を推進するとしている。具体的には、計画試験段階（2009～2010年）、全面建設段階（2011～2015年）、先導・向上段階（2016～2020年）という手順を踏んで、2020年までに、信頼できる、経済的で高効率、しかもクリーンで環境保護型の強固なスマートグリッドの建設を基本的に完成することを構想している。

国家電網公司は2009年8月から26の省・市で21タイプ、合計228件のスマートグリッド試験モデルプロジェクトの建設を行った。現在、試験モデルプロジェクトが順調に進展している。

国家電網公司は、スマートグリッドが世界的に見ても新しい構想であり、現在の技術基準ではスマートグリッドの全ての要求を満足できないとの考えから、系統的で完全かつ開放的、しかも自主知的財産権を有するスマートグリッド技術標準体系の構築を焦眉の急ととらえている。

同公司は、技術標準体系の構築により、スマートグリッドの計画、設計、建設、運用、設備製造などの分野ならびに各部分の実践を有効的に規範化し、スマートグリッドと関連新興産業の秩序ある健全な発展を促進することができると見ている。そして、自主知的財産権を有するスマートグリッド技術標準を国際標準に格上げし、国際的なスマートグリッド技術標準制定における発言権を確保するとともに、将来のスマートグリッド分野において中国の関連産業が国際競争力を確保することを目指している。

国家電網公司は2009年3月、中国電力科学研究院などの機関からの約180名の専門家を召集して特別研究作業チームを設立し、スマートグリッドの技術標準体系の研究作業を開始した。2010年4月には、国家電網公司の「智能電網技術標準体系規格画」報告を作成した。

同規画は8つの専門業務部分、26の技術分野、92の標準シリーズで構成されたスマートグリッド技術標準体系となっている。国家電網公司は同規画に従い、3つの段階に分けてスマートグリッド技術標準を制定していく考えである。

「智能電網技術標準体系規画」は、中国のスマートグリッド業界の標準ならびに国家標準の作成・制定作業の重要な参考資料と位置付けられている。国家電網公司は、同規画を拠り所として、スマートグリッド企業標準の作成・制定を加速し、スマートグリッド業界と国家標準の作成・制定に積極的に参加するとともに、国の指導の下で、スマートグリッド標準の国際化作業を展開していく考えを明らかにしている。

国家電網公司は2009年3月、スマートグリッド建設における標準制定の重要性を考慮し、スマートグリッド技術標準体系の研究作業をスタートした。同5月には、スマートグリッドの戦略的目標を提示した。そして6月には、実行可能性研究の評価・審査を完成した上で、中国電力科学研究院のリーダーシップのもと専門家作業チームを設立し、計画の研究と作成・制定作業を展開した。国家電網公司は同年8月、スマートグリッド作業座談会を開催し、スマートグリッド建設の第1段階（2009～2010年）の重点作業の準備を整え、スマートグリッド建設に向けて大きな一歩を踏み出した。

作業チームは国内外のスマートグリッド標準の研究と制定作業の最新の進展と中国国内の状況を踏まえ、現行標準とスマートグリッドが求める実際の違いを分析するとともに、各方面からも意見を広範に求め、国家電網公司としての「智能電網技術標準体系規画」を完成した。

国家電網公司のスマートグリッド技術標準体系は、総合と規画、智能発電、智能送電、智能変電、智能配電、智能電力使用、智能配置、通信情報の8つの専門業務部分に加え、26の技術分野、92の標準シリーズで構成されている。今後のスマートグリッド建設のニーズ及び技術発展状況に基づき改訂されることになっている。

◎第7-1-16表　スマートグリッド重要技術研究開発公募テーマ

No.	研究課題	補助総額
1	風力発電・太陽光発電所制御システム研究開発	4000万元
2	間歇式エネルギー発電マルチスケール時空間調節システム研究開発	3000万元
3	大型風力発電所フレキシブル交流送電技術研究開発	3000万元
4	間歇式電源送電網接続計画と確立過程分析技術研究開発	2000万元
5	高普及間歇式エネルギーの地域電網における重要技術研究と実証	4000万元
6	高密度マルチアクセス建築太陽光発電システムの送電網接続・配電調整重要技術	3000万元
7	分散式電源を含むマイクログリッドに関する重要技術研究開発	3000万元
8	電気自動車充放電貯留一体化電気ステーションシステム及び工程実証	2000万元
9	電気自動車充電の送配電網への影響及び合理的充電研究	1500万元
10	電気自動車と送配電網相互技術研究	1500万元
11	大容量エネルギー貯蔵システム設計及びその制御、管理、保護技術	3000万元
12	マルチエネルギー貯蔵システム調整制御技術と実証	2000万元
13	エネルギー貯蔵システムの間歇式電源アクセス能力向上重要技術研究開発	1000万元
14	スマートグリッド自己制御技術研究開発	3000万元
15	柔軟な相互的スマート電力消費技術研究	2000万元
16	スマート配電情報及び通信サポート技術研究開発	2000万元
17	スマート配電パーク技術統合研究	2000万元
18	大規模電力網運行状態感知、リスク評価、故障診断、調整技術	2500万元
19	送配電網の安全安定運行効率の柔軟制御技術	2000万元
20	高圧開閉装置スマート化重要技術	2000万元
21	モノのインターネット技術に基づく送変電設備のスマートモニタリングとライフサイクル管理	1500万元
	合　計	5億元

出典：「先進能源技術領域智能電網関鍵技術研発（一期）重大項目申請指南」

スマートグリッドの発展戦略目標ならびに全体作業の配分・建設実施方案に基づくと、スマートグリッド技術標準の制定段階と各段階における目標は次のようになっている。まず第1段階（2009～2010年）においては「体系の枠組みを構築し、試験モデルプロジェクトを保障する。この段階で、スマートグリッド技術標準の制定計画を完成し、スマートグリッド技術標準体系の枠組みを初歩的に形成し、試験モデルプロジェクト向けの中心的な技術標準を重点的に制定、改訂し、試験モデルプロジェクトの建設が予定通り完成することを保障する」としている。

第2段階（2011～2015年）においては、「標準体系を健全化し、全面的な建設をサポートする。既存の標準を着実に改訂するとともに必要な標準を制定して補完し、スマートグリッド技術体系の構築を基本的に完成し、優位にある分野の標準の国際化を重点的に推進し、スマートグリッドの全面的な建設をサポートしていく」としている。そして第3段階（2016～2020年）で、「基準体系を完全なものとし、国際的に見ても先進レベルに達することを保証する。スマートグリッド技術標準体系を最適化するとともに完全なものとし、スマートグリッド技術標準の国際化を全面的に推進していく」との方針を打ち出した。

なお、科学技術部863計画先進エネルギー技術領域弁公室は2010年10月28日、「先進エネルギー技術領域スマートグリッド重要技術研究開発（一期）重大項目申請マニュアル」（「先進能源技術領域智能電網関鍵技術研発（一期）重大項目申請指南」）を公表した。研究課題と補助額を第7-1-16表に示す。

(3) エネルギー貯蔵

中国では、風力発電や太陽光発電など、出力変動の大きな再生可能エネルギーを用いた発電の割合が高まると予想されるため、こうした出力不安定性を解決できる1つの手段としてエネルギー貯蔵（蓄電）技術に対する関心が高まってきている。2010年4月1日施行の「改正再生可能エネルギー法」では、電網会社に対して、スマートグリッド（智能電網）やエネルギー貯蔵等の技術の発展、応用をはかることを求めている。

①揚水式水力発電所

既存の電気エネルギー貯蔵技術としては揚水式水力発電がある。中国政府は、電力供給の信頼性、安全性を高めると同時に、負荷平準化のためのエネルギー貯蔵技術の1つとして揚水式水力発電所の開発と積極的に取り組んでいる。

国家発展改革委員会は2004年、各省や自治区、直轄市、国家電網公司、南方電網公司に対して、「揚水発電所の建設管理にかかわる問題に関する国家発展改革委員会の通知」を出した。それによると、揚水式水力発電所は、電力負荷の中心近くに建設するとともに、ピーク調整や周波数調整、事故時の予備電源に主とし

て利用するなどの方針を示した。また、揚水式水力発電所の建設・管理は原則として電網会社が行うものとし、規模や投資・建設条件については、国務院の投資主管部門が審査・承認するとした。

中国の揚水式水力発電所の設備容量は、2002年末時点では運転中570万kW、建設中750万kWであったが、2009年末現在、17ヵ所で合計1308万kWが稼働している。揚水式水力発電所の建設はピークに達しており、2009年11月末時点では1400万kWが建設段階にある。また、計画中も1500万kW程度あるため、2020年には6000万kWに達するとの見方もある。

国家重点エネルギー・プロジェクトであると同時に、広東省の重大エネルギー保障プロジェクトと位置付けられている南方電網公司の清遠揚水式水力発電所が2009年12月17日に着工した。

同発電所は、32万kWユニット4基で構成され、総投資額は約50億元、2015年には全機が完成し、同年内に1号機が運転を開始する予定になっている。年間の設計発電電力量は23億kWhと見込まれている。

また、国家電網公司が福建省に建設する仙遊揚水式水力発電所が2009年1月12日に着工している。同発電所は福建省としては初の揚水式水力発電所で、同省の「第11次5ヵ年」期の重点プロジェクトに位置付けられている。設備容量は合計120万kWで、30万kWユニットが4基建設される。年間の設計発電電力量は19億kWhで、1号機は2013年10月の運転開始が予定されている。

②蓄電技術

中国では、今後のエネルギー貯蔵技術の有力な選択肢として、スマートグリッドの重要な構成要素となる蓄電技術（電力貯蔵）の開発が積極的に進められている。

科学技術部は2009年10月19日、「973計画・重大科学研究計画2009年プロジェクト実施会」を開催し、中国科学院などが進める「大規模高効率レドックスフロー電池エネルギー貯蔵技術の基礎研究」を「国家重点基礎研究発展計画」（973計画）として立ち上げることを承認した。レドックスフロー電池は電力貯蔵用の二次電池で、電力系統の安定化に寄与すると期待されている。

レドックスフロー電池の基礎研究は、中国科学院の大連化学物理研究所、金属研究所のほか、防化研究院、中南大学、清華大学、中国電力科学研究院、華中科技大学、大連融科儲能技術発展有限公司が共同で申請していた。同プロジェクトは、科学技術部の承認を得て、2009年12月6日に正式にスタートした。

同プロジェクトのリーダーを務める大連化学物理研究所の張華民氏は2009年7月7日、2007年7月6日から進めてきたバナジウム系レドックスフロー電池の実証試験について、2年にわたって故障もなく連続運転時間1万7500時間を超えたことを明らかにした。充電と放電サイクルも4500回以上に達した。

また中国科学院の上海ケイ酸塩研究所は2009年10月16日、国家電網公司傘下の上海市電力公司と共同で研究を進めてきた、自主知的財産権を有する大容量電力貯蔵用のナトリウム・硫黄（NAS）電池の開発で重大な成果が得られたと発表した。このNAS電池は、単体で放電深度650Ah（アンペア・アワー）の容量を持つ。

エネルギー貯蔵研究に関する体制整備も着々と進められている。国家ナノ科学センターは2009年12月17日、同センターと湖南科力遠新エネルギー股份有限公司、中南大学等が共同で設立を計画している「先進エネルギー貯蔵材料国家工程研究センター」を承認したことを明らかにした。同研究センターは、ニッケル系電池材料やリチウム系電池材料、超大規模電気容量の電池材料、燃料電池材料等の研究開発と産業化を進める。

また、2009年11月には、清華大学、中国科学院・大連化学物理研究所、北京太陽エネルギー電力研究院等、15機関によって、「中国エネルギー貯蔵電池産学研技術イノベーション連盟」が設立された。同連盟は、政府の方針に基づき、関連情報の共有や基準の作成、評価、品質モニタリング体系を構築し、エネルギー貯蔵産業の競争力強化を側面から支援する。

中国が自主開発した世界初の超伝導変電所が2011年4月19日、甘粛省白銀市で正式に送電を開始した。同超伝導変電所は、中国の超伝導技術が大きく飛躍したことを示している。科技日報が19日に伝えた。

超伝導変電所は白銀市国家ハイテク産業開発区内に位置し、電圧は10.5kV。1MJ/0.5MVAの高温超伝導エネルギー貯蔵システム、1.5kAの三相高温超伝導電流制限器、630kVAの高温超伝導変圧器、長さ75mの1.5kA級三相交流高温超伝導ケーブルなどの最新超伝導装置で構成されており、電力供給の信頼性・安全性を大幅に高めることができるだけでなく、供給電力の質を改善し、効果的にシステムの損耗率を下げ、敷地面積を小さくすることもできる。

1MJ/0.5MVAの高温超伝導エネルギー貯蔵システムは、世界初の高温超伝導エネルギー貯蔵システムであり、コア部品である高温超伝導磁性体も世界最大。10.5kV/1.5kAの三相高温超伝導電流制限器は中国初であると同時に世界で4台目の高温超伝導電流制限器である。また、630kVA/10.5kV/0.4kVの高温超伝導変圧器は、中国初であると同時に世界で2台目の高温超伝導変圧器である。さらに、世界最大の非晶質合金変圧器となっている。

7.2　環境保全分野

7.2.1　気候変動（地球温暖化）緩和・予測技術

(1) 中国政府の取り組み

中国では近年、異常気象が頻発していることを受け、気候変動に対する関心が高まっている。2009年の夏は猛

暑が襲い、また同年の冬は厳しい寒さとなった。2009年から2010年にかけて、西南地区では気象データを収集して以来、過去最悪となる深刻な干ばつが続いた。一方で2010年には、華南、江南地区、北部、西部地区が豪雨に見舞われた。

中国政府はこうした異常気象も踏まえ、気候変動対策を重要視しており、経済社会発展における重大戦略と位置づけている。具体的には、関連する法規を整備するだけでなく、気候変動国家方案（プラン）を実施するなど、積極的な政策や行動を展開している。

こうしたなかで中国政府は2009年11月25日、温家宝首相が招集した国務院常務会議で、2020年までの温室効果ガスの排出削減目標を決定し、政策措置と行動方針を打ち出した。

具体的には、2020年までに単位GDP（国内総生産）あたりの二酸化炭素排出量を2005年比で40～45％削減するとしたうえで、こうした目標を、拘束力を持った目標として国民経済と社会発展の中長期計画に組み込む考えを明らかにした。

中国政府は、「中国応対気候変化的政策与行動－2010年度報告」[110]の中で、気候変動に対応する主な取り組みを以下のように紹介している。

①気候変動の緩和に努め、エネルギーの節約と使用効率の向上を同時に図る。炭素排出量の少ないグリーンエネルギーの開発、森林による炭素吸収の推進、国家レベルでの低炭素省・低炭素都市の展開を通じ、低炭素排出を特徴とする産業システムと消費モデルを確立する。

②気候変動に積極的に対応し、農業や水資源、海洋、衛生、気象などの分野において、一連の関連政策を実施し、耕地の灌漑と排水に関するインフラの整備、農業における総合生産能力の向上、流域の水害防止重点プロジェクトの建設、海洋気象のモニタリング・予報、生態系の保護・修復などに重点的に取り組む。

③気候変動への対応を強化するため、関連法規や体制の健全化、基本インフラ及び情報システムの整備を通じて、科学技術支援体制を充実させる。

④国民の参加意識を高めることによって、社会各界はもとより、各地方や業界も気候変動への対応活動を展開し、気候変動に対応する活動を全面的にバックアップする。

（2）炭素の回収・貯留（CCS）

炭素の回収・貯留（CCS）技術は、化学工業や発電、地質などの領域を横断したものであると同時にエネルギー戦略の重要な柱でもあるため、「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006-2020）」や「中国応対気候変化国家方案」、「国家重点基礎研究発展計画」（973計画）、「国家ハイテク研究開発発展計画」（863計画）でも、CCSを研究・開発の重点課題と位置づけている。（IGCCに関係したCCS関連の863計画については、第7-1-7表参照）

中国ではCCSはまだ研究・開発・実験段階にあるが、石炭ガス化複合発電（IGCC）とCCSを組み合わせた中国華能の「緑色煤電」プロジェクト、石炭液化（CTL）とCCSを組み合わせた神華オルドス石炭液化プロジェクト、燃焼後に炭素を回収する華能北京高碑店と上海石洞口の炭素回収プロジェクトなどが進められている。

中国はこの分野で国際協力による共同プロジェクトを積極的に推進している。具体的には、中国と英国によるゼロ排出発電プロジェクト（NEZC）、中国と欧州によるCCS協力プロジェクト（COACH）がある。[111]

また、米国のオバマ大統領と中国の胡錦濤国家主席は2009年11月17日、大規模のCCS実証プロジェクトを含めた石炭のクリーン利用で協力することを表明した。米中クリーン・エネルギーセンターを通じて、CCS技術の開発を共同で実施する。

神華集団の年産10万ﾄﾝCCSモデルプロジェクトでは2011年2月、液化と浄化装置のすべてのプロセスが開通するとともに試運転に成功し、地下における密封保存に適した純度99.2％の二酸化炭素の液体を生産できた。試運転の成功によって、二酸化炭素の回収及び液化に大きな一歩を踏み出し、液体の二酸化炭素を地下岩層に注入して永久に密封保存するための基本条件が整備されたことになる。[112]

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」[113]では、石炭発電所のCCSプラントを開発推進技術として取り上げている。具体的には、以下の技術的要求が示されている。

①有機アミンと炭酸塩類の混合吸収剤を採用する

②二酸化炭素回収のエネルギー消費をアルコール・アミン法（MEA）より30％低減する

③回収後の発電効率の低減を8％以下に抑える

④回収後の発電コストの上昇を30％以下に抑える

⑤地下の実際の条件下での二酸化炭素貯留過程を可視化する模擬実験装置を開発する

⑥実際の貯留条件下で超臨界二酸化炭素－水と岩鉱との相互作用及び岩層内における二酸化炭素の移送シミュレーションの数値シミュレーションシステムを開発する

⑦地質の密封保存を含めた立地点選定基準、密封保存量評価、分析測定プロセス、安全評価と監視・測定プラン、リスク評価プラン、事故処理代替案などの二酸化炭素密封保存工程実施ガイドラインを提出する

⑧二酸化炭素回収と地質密封保存≮10×10^5t/a、累計二酸化炭素密封保存量≮20×10^5tとする

（3）森林整備と炭素吸収用造林プロジェクト

中国政府は、炭素吸収活動を推進するにあたって、植樹造林による森林整備及び生態環境改善を重点課題としている。2009年6月には、建国60年以来はじめて、中央

政府の主催によって全国林業工作会議を開いた。会議では、気候変動への対応に関して、林業の発展を戦略的な選択肢と位置づける必要があるとの方針が明確に打ち出された。

国家林業局は同年11月、「気候変動に対応する林業行動計画」（「応対気候変化林業行動計画」）を公表し、林業の発展計画に関する3段階の目標と22の主要行動を確定した。3段階の目標としては、①2010年までは、年平均で造林育林面積400万㌶以上、全国森林被覆率20％、森林蓄積量132億m^3を達成し、全国の森林による炭素吸収能力をある程度伸ばす；②2020年までは、年平均で造林育林面積500万㌶以上、全国森林被覆率23％、森林蓄積量140億m^3を達成し、全国の森林による炭素吸収能力をさらに伸ばす；③2050年までは、2020年より森林面積を4700万㌶増加させるとともに森林被覆率を26％で安定させ、森林による炭素吸収能力の相対的安定性を保持すること――を掲げている。[114]

また、22件の主要行動のうち、15件は林業による気候変動の緩和（例えば、義務植樹の強力推進、重点造林プロジェクトの実施）、7件は林業による気候変動への対応に関連している。[115]

中国の森林の大多数が生物量密度の低い人工林と次生林に属するため、森林の経営管理を強化し森林蓄積量を高めることによって炭素吸収を改善する取り組みも進められている。具体的な課題としては、苗木の植樹や有害生物の監視、測定、予報、防止、若い林の養育と経営、生産性の低い森林の改善などがある。[116]

国家林業局は、関連分野の専門家による優先発展地域の選定・評価に関する調査を終え、クリーン発展メカニズム（CDM）のもとで炭素吸収用造林プロジェクトを積極的に推進している。既に世界銀行と連携し、広西壮族自治区において世界初の「広西珠江流域整備再造林プロジェクト」（「广西珠江流域治理再造林项目」）を進めている。同プロジェクトでは、国連CDM執行理事会に承認された、林業による炭素吸収プロジェクト方法論を初めて採用している。同プロジェクトは現在、2期目の実施段階に入っている。[117]

(4) 気候変動予測・評価技術

中国気象局は2011年1月9日、「現代気候業務発展指導意見」を公表した。同意見の実施によって、中国の気象観測、予測、評価能力は大幅に向上すると期待されている。また、農業や水資源、エネルギーなど重点分野向けのプランと特別な気象サービスが強化されることによって、こうした分野における気候変動への対応力向上につながると期待されている。具体的には、風力、太陽エネルギーを開発・利用する気象サービスの確立によって再生可能エネルギーの持続的発展がもたらされるとみられている。

同意見に従い、2011年には異常気象の監視・測定、月ごとの重要降水プロセス予報、季節レベルでの予報、気象予報の検証・評価などを試験的に行うとともに、気候情報総合処理分析プラットフォーム（CIPAS）など基礎能力の構築を強化することになっている。

気象評価分野については、干ばつ定量影響評価と気象災害リスク区画の試験的建設を重点的に進める。気象サービス分野では、風力や太陽エネルギー予報を試験的に行い、風力発電や太陽光発電向け予報サービスを確立する。

また、気候実行可能論証システムの建設を推進することによって論証技術能力を高め、都市計画や電力、交通、再生可能エネルギー開発向けのサービス能力を養成するほか、政府や一般国民、影響を受ける業界ユーザーとの協力・コミュニケーションをはかることになっている。さらに、政府の意思決定や業界の計画立案、ユーザーによる災害リスク管理への気象情報サービスの応用を強化し、中国気候サービス枠組（CFCS）を基本的に構築することになっている。[118]

また2011年4月18日付「人民日報日本語版」によると、清華大学と浪潮集団は15日、地球シミュレータの建設をスタートした。地球シミュレータは、地球規模での自然の変化のシミュレーションが可能なエクサフロップ級（毎秒100万兆回の演算スピード）のスーパーコンピュータで、自然の変化を予測できる。

中国は今後、このシステムを通じて、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次報告書へ向けた気候シミュレーション、予測などの計算や、海流・大気・地殻のシミュレーション研究を実施し、気候変動の対策制定などに向けた政策決定の根拠を提供し、地球規模の気候研究のためのデータを提供していく。

7.2.2　大気環境保全技術

(1) 酸性雨

中国の酸性雨の構成は硫酸型から硫酸と硝酸の複合型に変わってきているため、窒素酸化物の排出削減が重要課題と位置付けられている。重点的に取り組みが行われているのは火力発電所からの窒素酸化物の排出削減と汚染防止で、京津冀（北京、天津、河北）や長江デルタ、珠江デルタにおける新規火力発電所については、脱硝装置の設置が義務付けられている。また、2015年までにすべてのユニットに脱硝装置を設置するという目標が掲げられている。[119]

973計画の「中国酸雨沈降机制、輸送態勢及調控原理」プロジェクト（2005年12月～2010年11月）では、中国の各地区における酸沈降強度を全面的に把握し、酸性雨の形成や輸送、沈降メカニズム及び酸性物質による生態系統への影響を充分に認識することが目標として掲げられた。

また同プロジェクトでは、将来の経済発展や産業構造の調整、エネルギー需給変化に基づいて酸性雨の傾向等を予測し、実行可能な酸性雨抑制対策を策定し、環境外交に対する科学的な理論や技術支援を提供することも期

◎第7-2-1表　「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」の脱硫・脱硝分野

開発奨励技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	石炭燃焼発電所SCR脱硝システム設備	核心技術：脱硝触媒（SCR）、反応機及び補助設備、制御システム及び関連技術を開発 設備：SCR脱硝反応機大/小バイパス問題及び工事とシステムの安定性問題を研究 技術指標：脱硝効率>80％、アンモニア逸脱率<2.5mg/m^3、触媒運転寿命>1.6×10^{4}h	電力業界使用設備の脱硝
2	燃焼石炭排ガス脱硫脱硝一体化設備	核心技術：添加剤を入れることで、高活性カルシウム吸収剤の製造ノウハウを研究；半乾式脱硫装置に強酸化剤を添加することで脱硫・脱硝を実現する技術と設備を開発；CDF数値模擬技術に基づき、吸収塔の構造設計と技術パラメータの改善、吸収塔内の吸収特性を研究し、脱硫・脱硝における改良吸収剤の効用を強化 技術指標：脱硫効率≥90％、脱硝効率≥70％、単位投資額≤45元/kW	電力業界の脱硫脱硝
3	石炭工業燃焼ボイラ脱硫脱硝脱水銀一体化設備	核心技術：30MW以下の工業ボイラ用の脱硫・脱硝・脱水銀の酸化吸収剤を開発；一体化改善技術：吸収剤用量、吸収剤組成、噴水量、滞留時間、循環係数等について除去効果に対する影響を研究し、一体化設備を研究開発 技術指標：脱硫効率≥95％、脱硝効率≥70％、脱水銀効率≥70％	工業ボイラの脱硫・脱硝・脱水銀
4	焼結排ガス複合汚染物総合除去設備	核心技術：プリチャージダストー吸収（SO_2除去）と加熱ー触媒還元（ダイオキシン、NOx除去）の組合せ技術、新規の短い技術プロセス及び関連設備を研究開発 技術指標：脱硫効率≥85％、脱硝効率≥70％、ダイオキシン排出削減効率≥70％	焼結排ガスの脱硫・脱硝・脱ダイオキシン
応用推進技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	鉄鋼焼結機排ガス脱硫設備	排煙処理量≥150m^2、脱硫効率≥90％、SO_2排出濃度≤50mg/m^3；粉塵濃度30mg/m^3；単位投資額≤50元/kW、設備電力消費≤1.2×10^3 kW	冶金業界の脱硫
2	循環流動床焼結排ガス多成分汚染物乾式除去設備	SO_2除去率≥95％；強酸（SO_3、HCl、HF）除去率≥95％、重金属水銀除去率≥80％；SO_2出口排出濃度≤100mg/Nm^3；出口ダイオキシン≤0.1ng TEQ/m^3；出口粉塵濃度≤20mg/Nm^3；風漏れ率≤4％；排ガス排出温度≥70℃；排ガス負荷の適応範囲：0～110％；同期運行率：100％	焼結排ガスの脱硫

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

待されている。以下のような重点研究課題があげられている。[120]

①中国における酸沈降関連物質の排出の特徴、降水化学区域分布と進展変化法則
②中国の典型的な地区における酸性雨の生成メカニズム及びアルカリ性物質の作用
③酸性物質の沈降の特徴及び地域を跨る輸送法則
④酸性物質の生態影響メカニズム及び臨界負荷
⑤酸性雨抑制の総合指標体系と調整メカニズム

中国は、大規模火力発電所の脱硫プロジェクトの設計や設備製造、一括請負を行う能力を有しており、脱硫設備の国産化率は90％以上に達している。脱硫技術に関しては、石灰石－石膏湿式法、排ガス循環流動床、海水脱硫法など十数種類がある。このうち石灰石－石膏湿式法が、着工中や操業中の脱硫プロジェクトの90％以上を占めている。一方で、脱硫設備の国産化率が90％に達しているにもかかわらず、コア技術や設備を輸入に頼っているのが現状である。[121]

脱硝技術については、中国は主に選択触媒還元方式（SCR）を採用している。SCRの核心部分である触媒を生産するための二酸化チタンの製造技術については海外の少数メーカーに握られているため、中国の国内メーカーは海外メーカーから脱硝触媒生産ラインを導入している。このうち、成都東方凱特瑞環保公司が脱硝触媒生産技術を導入したⅡ期工事は、予定通り2010年6月に竣工して操業をスタートした。同プラントは年産1万5000m^{3}で、国内最大である。[122]

2012年1月1日から実施予定の「火電廠大気汚染物排出標準」（2次ドラフト）では、すべての新規火力発電ユニットに関して、NOx排出量が100mg/m^{3}を超えてはならないと規定されている。さらに、2014年1月1日以降については、重点地区ではすべての火力発電ユニットのNOx排出量を100mg/m^3、非重点地区では2003年以前に操業を開始したユニットのNOx排出量を200mg/m^{3}にするよう要求している。同標準は、技術研究開発や運営ノウハウが顕著に不足している中国の脱硝産業に大きな発展の契機をもたらすものと考えられている。[123]

北京国電竜源環保工程有限公司が陝西国電宝鶏第二発電所5号機（66万kW）で請け負った脱硫プロジェクトでは2011年1月、主ユニットの試運転を終え陝西省環境保護庁による環境基準審査をパスした。同プロジェクトでは、Hellerシステムと冷却塔、煙突、脱硫部分の「三塔一体化」技術を採用している。また、脱硫・脱硝装置を建設し、選択触媒還元方式（SCR）脱硝技術と石灰石－石膏湿式法脱硫技術を採用することによって窒素酸化物と二酸化硫黄の排出量を大幅に削減している。[124]

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」で取り上げている脱硫・脱硝技術設備を第7-2-1表に示す。また、科学技術部863計画資源環境技術領域弁公室が2010年10月26日に公表した863計画の公募案件を第7-2-2表に示す。

◎第7-2-2表　脱硫・脱硝向け863計画公募案件

課題：石炭工業ボイラガス連合脱硫・脱硝・脱水銀コア技術研究及び実証		
	研究目標	石炭工業ボイラガスの特徴を考慮し、それにマッチングする経済的で操作が簡単、しかも二次汚染がない多種類汚染物をまとめて除去するコア技術を開発し、35t/h以上の石炭工業ボイラにおいて、ガスSO_2、NOxと水銀をまとめて除去する技術の実用化を実現する。また、知的所有権を有する排ガス多汚染物連合除去技術及び設備を開発する。
	主要研究内容	石灰石－石膏湿式プロセスを対象に、高効率で経済的な酸化剤ガスを選別し、高効率で経済的なNOx、Hgの酸化プロセス・コア設備を開発する。酸化吸収過程における汚染物の相互影響の法則を研究し、まとめて吸収、除去するプロセスを開発する。吸収物の資源化、廃水処理及び水銀の安定性などのコア技術を研究開発する。35t/h以上の工業ボイラ湿式排ガス連合脱硫・脱硝・脱水銀モデル装置を確立する。
		循環流動床半乾式プロセスを対象に、連合脱硫・脱硝・脱水銀の不均一酸化/吸着剤を開発する。プロセスパラメータ模擬、最適化、コントロールを研究し、連合脱硫・脱硝・脱水銀プロセスを改善する。連合脱硫・脱硝・脱水銀循環流動床反応機、外置分離機、原料輸送などのコア設備を開発する。35t/h以上の工業ボイラ循環流動床半乾式排ガス連合脱硫・脱硝・脱水銀モデル装置を確立する。
		活性コークス乾式プロセスを対象に、高性能連合脱硫・脱硝・脱水銀活性コークス生産調製プロセスを開発する。活性コークス連合脱硫・脱硝・脱水銀プロセス及び設備を開発、改善する。活性コークス再生前後表面の物理、化学性質及び除去性能変化規則を研究し、活性コークス再生プロセス、再生産物処理技術及びその設備を開発する。35t/h以上の工業ボイラ活性コークス乾式排ガス連合脱硫・脱硝・脱水銀モデル装置を確立する。
	主な審査指標	石灰石－石膏湿式法、循環流動床半乾式及び活性コークス乾式三種類のプロセスに基づき、石炭工業ボイラ排ガス連合脱硫・脱硝・脱水銀コア技術を開発し、それぞれ35t/h以上石炭工業ボイラ排ガス連合脱硫・脱硝・脱水銀モデル装置を確立し、累計で2000h安全運転を行う。
		工業ボイラの一般作業条件において、汚染物排出が国家基準をクリアすること。湿式プロセスでは、脱硫効率≥90％、脱硝効率≥40％、脱水銀効率≥70％；半乾式プロセスでは、脱硫効率≥85％、脱硝効率≥50％、脱水銀効率≥70％；乾式プロセスでは、脱硫効率≥90％、脱硝効率≥60％、脱水銀効率≥70％。投資、運営費用について、個別技術に比較して組合せの総費用が15％軽減できる。
		各プロセス技術は国家発明特許5－8件を申請すること。
	課題支持期間	4年間（2011年1月～2014年12月）
	補助金額	3000万元、自己調達資金は3000万元以上

出典：http://www.most.gov.cn/tztg/201010/P020101027617249951906.pdf

(2) 黄砂

内蒙古自治区気象局を中心に内蒙古大学、内蒙古農業大学が共同で進めている西部大開発科学技術特別プロジェクトである「黄砂嵐の成因及び総合防止技術の開発と模範」では、内蒙古・シリンゴル盟で3年間にわたって実験を行い、芝の生産力回復と増大という顕著な成果が得られた。同プロジェクトは2009年、内蒙古自治区科学技術進歩2等賞に入賞した。

同プロジェクトの概要は、以下の通りである。[125]

①黄砂嵐データベースを整備した上で、内蒙古地区の黄砂嵐気候の特徴、気候動力学因子による黄砂嵐への影響を明らかにした。

②国内で初めて、中国北部における強黄砂嵐につながる天候システムを系統的に分析してまとめた。

③黄砂嵐の発生メカニズムにおける天気学診断分析と数値シミュレーション研究を通じて、モンゴルにおけるサイクロン黄砂嵐のプロセス形成のメカニズムを分析した。

④地表大風による黄砂嵐への重要影響、地表大風形成につながる地形要素、成層要素等について分析した。

⑤「混合層」及び「混合層平流」による黄砂嵐の発展と保持の影響を研究した。

⑥芝生生産力及び異なる敷地面構造と植生カバー、黄砂嵐の関係を分析した。「夏牧冬飼、休牧輪牧、持続発展」の生態―産業モデルを提案した。

甘粛省では2011年2月、中国初の近地表面黄砂観察測定システムが完成した。同システムは、50mを超える3台の黄砂観察塔、6種類の黄砂観察・測定器具設備などで構成されており、民勤地区（県）の砂漠、人口防風防砂林帯と耕地防護林帯の気象、黄砂、環境、土壌、植生に対し、全面的に監視・測定ができる。[126]

甘粛省の「第11次5ヵ年国家科学技術支援計画プロジェクト」である「民勤（県）砂漠化防止と生態回復技術集成試験模範研究」は2010年8月、関連分野の専門家によって検収が行われた。同プロジェクトは石羊河流域における水環境の悪化、生態の深刻な退化という現状を踏まえ、民勤県を整備重点地域にする一方で流域の総合整備も考慮し、水土資源の開発利用と砂漠化地域の総合整備が重要テーマとなっている。

民勤砂漠化防止及び生態回復の核心技術とモデルを集積し、石羊河流域上・中・下流の総合技術モデル体系を構築することによって、水資源の分配と高効率利用、砂漠化防止と砂漠改造、植生回復と再建などの技術的な困難が克服された。また、12ヵ所の石羊河流域モデル地区の総面積8.2万ムー（1ムーは666.7m^2）では、苗木栽培基地面積240ムーで優良苗木と農作物38種類が、全流域の資源環境負荷消化力の向上や砂漠化進行の抑止に対する有力な技術となった。[127]

(3) エアロゾル

中国の電気集塵技術は、高抵抗、高温、高湿、塵含有高濃度及び微細粒子におけるコントロール技術の開発と応用が進む一方で、移動電極式電気集塵、二段荷電式電気

◎第7-2-3表　「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」の集塵分野

開発奨励技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	移動電極式静電集塵設備	核心技術：本体極配形式、振動方式を改良；電気集塵機電源、排ガス処理、移動電極、煙道重合機、複合二段荷電式集塵技術を研究開発し、課題の石炭粉塵の有効収集を実現；湿式電気集塵機の構造研究、集塵プロセスの改良を通じ、電極腐食、集塵極水膜の均衡分布、電力供給の改良等の課題を克服し、微細粉塵、SO_3ミスト、エアロゾル、重金属とダイオキシン等複合汚染物を有効にコントロール 技術指標：出口排出濃度≤30mg/m^3、本体圧力降<200Pa、本体風漏れ率<2%、最大セットユニット1kMW	石炭火力発電所、冶金企業の集塵
2	転炉ガス浄化回収プラント	核心技術：高効率の霧化装置を設計；噴水コントロールプログラムを改良；転炉ガス乾式浄化に適用する蒸発冷却機、オートマチック・コントロールシステム及び漏れ検査設備を研究開発；乾式爆発防止及び漏れ防止バグフィルター集塵技術、乾式湿式両用フィルター集塵技術、モジュール化システム設計と気流均衡分布改良技術を研究開発；集塵設備の生産製作と組立てレベルをアップ；集塵内部フロー改良の研究を強化；通気と通水のフィルターパッケージ、浄化回収と粉塵成型設備を開発 技術指標：排ガス処理量：10×10^{4}m^3/h～100×10^{4}m^3/h；入口濃度≤15g/Nm^3；出口濃度<10mg/Nm^3；入口温度<2.6×10^2℃；フィルター寿命≥2a	転炉排ガス浄化及び石炭ガス回収
応用推進技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	電気フィルター複合集塵設備	煙塵排出濃度≤30mg/m^3；本体抵抗≤1×10^{3}Pa；長フィルター規格直径120mm～160mm、フィルター長さ8～10m、セットユニット1×10^{3}MW	工業集塵
2	高温高圧大流量電気集塵機	集塵効率≥99.9%。排ガス処理量：2×10^{4}m^3/h～2.8×10^{6}m^3/h、入口排ガス許容温度：0.7×10^2℃～4×10^2℃；入口塵含有許容濃度0.8×10^{2}g/Nm^3～1.3×10^{3}mg/Nm^3、殻体圧力負担≤2×10^{4}Pa、出口排出塵含有濃度≤30mg/Nm^3	工業集塵
3	大流量高温長フィルターパルスフィルター式集塵設備	単位あたり濾過面積の鋼消耗量15kg/m^2～18kg/m^2；風量処理≥2×107m^3/h；運行抵抗1×10^{3}Pa～1.2×10^{3}Pa；排ガス入口塵含有濃度処理能力≥500g/Nm^3、排ガス温度>250℃；入口塵含有濃度<10mg/Nm^3；フィルター使用寿命>3a	工業集塵

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

集塵、排ガス処理などの新技術も国内の発電所において実用化されている。また粉塵凝集技術は、工業における応用条件を備えている。[128]

国務院が2010年6月に公表した「関于推進大気汚染聯防聯控工作改善区域空気質量的指導意見」の第4条は、大粒子状物質に対する予防を強化するため、工業ボイラ使用事業者やセメント工場、発電所では、バグフィルターなど高効率の集塵技術を取り入れる必要があると規定した。こうしたことから、高温バグフィルターが大きなビジネスチャンスになるとの見方が出ている。[129]

福建竜浄環保は中国で初めて、電気集塵技術とバグフィルター技術を合わせた電気フィルターについて、自主知的財産権を有する技術と製品を開発した。実用化に成功した最大規模のプロジェクトとしては、華電新郷発電有限公司660MWユニットFE型電気バグフィルター集塵機があり、出口粉塵排出濃度は30mg/m^{3}となっており、国家基準の50mg/m^{3}を大幅に下回っている。[130]

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」にリストアップされている集塵技術を第7-2-3表に示す。

（4）自動車排ガス

珠江デルタ地域では2010年9月、正式に国家自動車汚染物排出基準Ⅳを実施した。なお、北京と上海は既に実施済みである。新基準は、旧基準をベースに汚染物排出を30～50%削減することを目標としている。新基準をベースにすると、窒素酸化物排出量が自動車全体の60%を占めているディーゼル車の排ガス処理市場規模は、1000億元以上に上ると推定されており、内外の企業が多数参入している。中国企業の多くは、SCR（選択性触媒還元）技術を採用している。SCR技術の推進にあたって、尿素ステーションの建設、触媒の研究開発などがネックになっている。[131]

自動車の排ガス削減技術について2010年11月、大きな進展が見られた。ハルビン理工大学は長年の産学連携によって、自主知的財産権を有する自動車排ガス浄化新技術を完成させた。同技術はレアアース触媒材料を利用し、エンジン発熱を通じて活性触媒気体を発生させ、触媒気体が真空引力（負圧）に伴ってシリンダー内に吸収されて完全燃焼を促進し、ガス発熱量を増強して排ガスによる汚染を低減するというものである。測定データから、60～90%の削減が見込まれている。この技術は国家発明特許をとっており、広州兆竜環保科技有限公司が量産化している。[132]

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」では、大型ディーゼルエンジン排ガス浄化設備を開発奨励分野と指定している。核心技術について、耐硫酸性低温高活性触媒と高温高選択触媒を研究開発すると要求している。技術指標について、触媒の使用寿命≥8×10^{4}km、排ガスNOx含有量≤3.5g/kWh、排ガス基準が国Ⅳ基準をクリアすることを要求している。

(5) 大気汚染監視測定

杭州では2011年2月、全国初の大気複合汚染監視測定システムが完成した。このシステムは探測計器を利用し、全天候において大気成分、境界層などに対して監視・測定ができ、蓄積した監視・測定データを分析研究し、霧や靄（もや）の予報と大気汚染の監視を行うものである。[133]

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」にリストアップされている大気汚染監視測定技術を第7-2-4表に示す。また、科学技術部863計画資源環境技術領域弁公室が2010年10月26日に公表した大気汚染監視測定技術についての863計画の公募案件を第7-2-5表に示す。

◎第7-2-4表　「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」の大気汚染監視測定分野

開発奨励技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	揮発性有機物オンライン監視測定装置	核心技術：光電離検査測定機（PID）＋水素炎イオン化検出器（FID）の大気揮発性有機物迅速オンライン分析技術を研究開発；揮発性有機物定量測定の吸着－熱解析再分離技術；サンプリング、解析と分離のプロセス技術；吸着剤オンラインサンプリングの低温吸着濃縮技術；以上の技術に加え、吸着剤及び組合せの選別、サンプリング方法、低温濃縮解析、クロマトグラフィ選択、分析温度確定、検査測定機改良技術に基づき、整体揮発性有機物現場監視測定システムを構築 技術指標：検査測定最小限：0.01ppbv、<0.5ppb（ベンゼン）；検査測定範囲：0.01ppbv～1.0ppbv、0.5ppb～100ppb（C_6-C_{12}）；相対誤差≤10%。人の管理なしで設備が連続オンライン運転可能で、監視測定データが自動的に伝送。	大気汚染の監視測定
2	オンライン脱硝効率監視測定技術と設備	核心技術：紫外差分原理でNOxを測定し、半導体レーザー吸収スペクトル技術でNH_3を測定 技術指標：NOxの測定範囲（0－300－5000）ppm、直線性誤差＜±1%F.S.、応答時間<2s；NH_3の測定範囲（0－5－10）ppm、応答時間<1s、直線性誤差＜±1%F.S.、重複性誤差＜±1%F.S.。	大気汚染オンライン監視測定
3	紫外積分スペクトル法二酸化硫黄＋窒素酸化物監視測定装置	核心技術：紫外積分スペクトル分析技術を採用し、290nm～310nm区域の吸収スペクトルを分析して二酸化硫黄濃度を確定；226nmの吸収スペクトルの変化を分析して一酸化窒素濃度を確定。 技術指標：測定範囲：SO_2（0－1800ppm）；NOx（0－2000ppm）；装置応答時間≯60s；測定精度：絶対誤差<5ppm（被測値<150ppm）；相対誤差＜±2%F.S.（測定値>150ppm）；重複性：±1%F.S.；光源（重水素ランプ）寿命>4000h。	大気汚染オンライン監視測定
応用推進技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	臭気自動オンライン監視測定と生物消臭一体化設備	当該設備は臭気のリアルタイムオンライン監視測定を実現、設備の応答時間≤20s；排出ガス中の臭気濃度は「国家悪臭汚染排出標準」（GB14554－93）より低い；設備無故障連続運転≥1a; 一日最大処理量≥600t。	臭気監視測定と防止

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

◎第7-2-5表　大気汚染監視測定向け863計画公募案件

課題：焼却ガスダイオキシン類監視・測定及びリスク評価技術	
研究目標	ゴミ焼却施設から排出されるダイオキシン類物質におけるオンライン監視・測定の難題を解決するため、焼却施設によるダイオキシン類物質のオンライン連続サンプリング設備とオンラインリアルタイム監視・測定機器を開発し、焼却施設における環境と健康リスク評価新技術、新方法、新設備を開発する。これらの取組みを通じ、ゴミ焼却の環境管理に対する技術サポートを行う。
主要研究内容	国情に合った焼却ガス中のダイオキシン自動連続サンプリング設備を開発し、多様な作業条件下におけるサンプリング設備の安定性の技術難題を解決する。基準サンプリング方法に合致する自動連続サンプリング技術仕様を確立し、実際の焼却施設における実証、応用、研究を展開する。
	焼却施設から排出されるダイオキシン類前駆体濃度と毒性当量の数量化関連モデルとデータベースを確立し、ダイオキシン類前駆体を監視・測定するオンライン間接監視・測定方法を進化させる。クロマトグラフィとマススペクトロメトリ技術に基づく2種類のリアルタイムオンラインのダイオキシン監視測定機器を開発し、典型的なゴミ焼却場での応用、実証を通じ、関連の技術仕様を形成する。
	それぞれゴミ焼却ガス、飛散灰及び焼却場周辺の土壌サンプルにあるダイオキシン類の迅速スクリーニングに応用できる体外生物毒性測定技術を進化させる。多環式炭化水素などの攪乱物質を除去できる専用浄化カラムを開発し、生物測定方法に合わせたサンプル調製技術を進化させる。
	大気受動サンプリングをスクリーニングする吸着剤あるいは吸着材料を開発し、大気中のダイオキシン類の受動サンプリング機を設計、開発する。大気受動サンプリングを確立してダイオキシン類を監視・測定する方法、品質コントロールの技術仕様を研究する。大気受動と能動サンプリングによって結果を監視測定する関連モデルを確立する。焼却場周辺で大気中のダイオキシン類を受動的に監視測定する技術の応用、実証を展開する。
	焼却ガス中のダイオキシンによる周辺大気への汚染を評価するモデルを確立する。焼却源周辺の母乳サンプル監視測定を進め、人体ダイオキシン類の曝露リスクを評価する。焼却源ダイオキシン類による環境への影響を評価する技術規則を確立する。

課題：焼却ガスダイオキシン類監視・測定及びリスク評価技術		
	主な審査指標	焼却ガス中のダイオキシン自動連続サンプリング設備サンプル機を5台研究開発し、そのコア技術について完全な自主知識財産権を有する。サンプル機は焼却施設にて3ヵ月間以上運転し、実際作業における主要技術パラメータが以下の指標を上回ること。サンプリング流速範囲5～20m/s、精度4%、サンプリング回収率70%。
		それぞれクロマトグラフィとマススペクトロメトリなどの技術に基づき、焼却ガス中のダイオキシン類をオンラインで監視測定する設備を研究開発する。この中にはマススペクトロメトリ・システムサンプル機1セット、工業クロマトグラフィ・システムサンプル機2セットが含まれる。コア技術について、完全に自主知的財産権を有する。サンプル機は焼却施設にて3ヵ月間以上運転し、実際作業における主要技術パラメータが以下の指標を上回ること。オンラインマススペクトロメトリ定量検査測定範囲0.05-50 ng TEQ Nm^{-3}、平均相対誤差≤45%；オンラインクロマトグラフィ測量範囲0.2-100 ng TEQ Nm^{-3}、平均相対誤差≤25%、検査測定周期≤60 min。
		焼却ガス、飛散灰及び周辺土壌サンプルにあるダイオキシン類生物検査・測定方法を確立し、高識別のマススペクトロメトリ方法と比較して誤差が200%を上回ることなく、方法相対誤差が50%を下回り、ダイオキシン類生物検査・測定技術基準に関する案を提示する。専用浄化カラム500本以上を研究開発し、そのPAHsの除去率が80%に達する。開発された技術製品は環境監視測定部門にて実証、応用する。
		先進的な大気中のダイオキシン受動サンプリング機を研究開発し、サンプリング回収率が60%以上をクリアする。3つの焼却場周辺で大気ダイオキシン類受動サンプリング監視・測定を行い、大気受動と能動サンプリング結果の関連モデルを提示する。環境監視測定部門で試運転を行い、汚染源周辺大気受動サンプリング技術仕様/基準提案を提示する。
		ダイオキシン類排出源の影響地域範囲に関する数量化モデルを確立し、焼却施設ダイオキシン類による環境への影響評価やリスク評価の技術規則を提示する。5年以上運転した焼却場を2つ選び、周辺住民の母乳サンプル150個以上（対照区サンプルを含む）を収集し、ゴミ焼却による人体へのダイオキシン曝露の影響を評価する。焼却ガスへのダイオキシン類監視測定とリスク評価を包括するソリューションを提示し、諮問レポートを完成する。
		焼却ガスにあるダイオキシン類の自動連続サンプリングとオンライン監視測定の技術基準を提示する。
		特許発明8件を完成し、ソフト登記3件申請。
	課題支持期間	3年間（2011年1月～2013年12月）
	補助金額	4000万元、自己調達資金は500万元以上

出典：「国家重点節能技術推広目録」（第1回、第2回、第3回）をもとに作成

7.2.3　水環境保全技術

1990年代以降の中国の主な水汚染防止対策は、飲用水源の保護、重点河川・湖沼における化学的酸素要求量（COD）排出総量の抑制、産業排水対策、都市下水処理場の建設などであった。水質汚染抑制において、「第11次5ヵ年」期間中（2006～2010年）の拘束性目標として、2010年まで全国主要汚染物質の排出総量を10%削減すること、CODは2005年の1414万㌧から2010には1273万㌧に減らすことなどを掲げた。

(1) 産業排水処理技術

中国で大規模汚水処理技術の研究が始まったのは1980年代になってからである。水環境の汚染を抑制するため、当時は、多くの研究機関や大学が先進国の汚水処理技術を参考にすると同時に、中国の事情に基づき、化学沈殿・化学酸化・ろ過・抽出・イオン交換などの物理化学的処理技術と活性汚泥法・生物接触酸化法・嫌気生物の処理などの生物化学処理技術を含む産業排水処理技術の研究開発を行った。これらの技術は産業排水の処理に応用され、産業排水による水環境汚染の軽減に貢献した。

(2) 都市部汚水処理技術

中国都市部における水質の改善は、主に汚水処理が中心である。都市の生活汚水処理技術として、主にオキシデーションディッチ法（OD法）、嫌気・好気法（AO）、嫌気・無酸素・好気法（A2O）、SBR(逐次バッチ活性汚泥法)、膜生物反応器（MBR）、生物流化床、生物曝気ろ過池などが応用されている。

近年、膜生物反応器に関する研究開発が盛んに行われている。膜生物反応器は膜分離技術と活性汚泥法を統合して形成した汚水処理の新技術の一種である。この技術の特徴は、反応器中の生物量が多く、汚泥の負荷が低く、処理された水質が良いことである。とくに、汚水処理後に再利用の必要がある場所では極めて利点が大きい。

中国では1990年代半ばから、膜生物反応器の研究が行われ、試行錯誤のすえ、現在では多くの汚水処理プロジェクトに応用されている。膜生物反応器の研究は反応器の構造と負荷運行の研究だけではなく、膜汚染の研究も非常に重要である。長年の研究により、膜汚染を軽減する方法と膜の洗浄技術が生み出され、実際の応用が可能になった。

現在、国内で運用している膜生物反応器の汚水処理能力は最大10万㎥/日である。

(3) 農村部汚水処理技術

中国の農村部には、約2億5000万世帯、9億人以上の農民が生活している。しかし、9割以上の村は排水パイプラインや汚水処理施設が未整備である。また、8割以上の村はゴミ収集処理施設がないため、農村部の水汚染問題が深刻化している。

現在、主な農村部汚水処理技術として、生物接触酸化法、SBR法、AO法、A2O法、常温嫌気性発酵技術、珪藻土水処理技術及び人工湿地処理技術などが採用されている。

なお、近年、都市の汚水処理において、窒素とリンの除去ニーズが高まってきており、脱窒素と除リン機能を

持つ汚水処理場、汚水処理後の汚泥処理の解決策も必要とされている。さらに、汚水処理によって、再生した水を再利用することや、炭素・窒素・リンなどの資源を回収再利用して、二酸化炭素の排出削減を行うことも重要な研究課題となっている。

また、20世紀末は、生物技術・情報技術・材料技術の分野でハイテク技術を応用した基礎研究の成果が数多く得られた。これらの先進技術を用いて、水汚染制御と管理の研究開発を行えば、今後の汚水処理分野で大きな成果を生み出すことが可能になる。

(4) 今後の動向

近年、都市汚水処理問題の解決のために、汚水処理場が数多く建設されたが、窒素とリンを除去する要求が高まるにつれ、一部の大型都市汚水処理場の処理技術も改良の必要が生じた。清華大学環境科学工程学部施漢昌教授は、今後、下記の技術課題に関する開発が必要と指摘している。[134]

①都市汚水処理場の操業保障技術：汚水の脱炭技術は同時に脱炭、脱窒、脱リン技術まで改良する。基準を満たした省エネ汚水処理場の改良などを含む。

②都市汚水処理場の余剰汚泥の減量化技術：処理プロセス中の汚泥減量化、汚泥低圧湿式酸化、汚泥乾燥技術などを含む。

③都市汚水処理場の臭気と騒音の抑制技術：生物除臭、低抵抗生物ろ過充填スプレーシステム、騒音減少抑制技術などを含む。

④中小規模の都市と町の汚水処理適応技術：中小規模都市/町の汚水処理ニーズに基づいて低コストの汚水処理技術の開発を含む。

⑤水の再利用技術：再利用目標が異なる都市の汚水処理場に焦点を当てた2級処理水の高度処理技術、再利用水の適切な消毒及び汚水再利用の安全保障技術などを含む。

また、今後の最先端の汚水処理技術の研究方向は下記の通りである。

①水質浄化の機能を持つ特殊微生物を大量生産し、汚水処理システムに応用する技術。

②各種の膜分離技術、膜分離と生物反応器の結合技術、高効率吸着及び吸着剤の調和技術、強酸化技術に用いる新種触媒の調和技術。

③データの無線伝送・GPS・地理情報システムを一体化したリアルタイムの情報提供、高速転送、処理後の多次元のフィードバック技術；地理情報システムに基づく水汚染の総合情報分析技術など。

(5) 開発奨励重大環境技術設備（水環境分野）

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」に記載された水環境分野関連技術を第7-2-6表に示す。

◎第7-2-6表　「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」の水環境分野

No.	技術設備名	核心技術と主要技術指標	適用分野
1	MBR	核心技術：平膜エレメントとモジュールの改良、出水口の設計、水流引導システム、集水システム、吊上げ用部品の研究開発、曝気強度が低いカーテン式中空糸膜モジュールの研究開発、超音波溶接技術を導入した粘着剤なし膜エレメント密封技術の開発 技術指標：平均曝気強度＜80Nm^3/m^2・h、空気と水の割合＜15、膜モジュール使用寿命＞5a、正式稼働時1m^{3}あたり電力消費量＜0.6kwh、薬剤費用＜0.05元/m^3（都市汚水の場合）	汚水処理
2	生活汚水の脱窒素・脱リン用高度処理設備	≧核心技術：A2/O法脱窒素・脱リン設備、反硝化を同時に行う脱窒素・脱リン設備、好気反応槽における水中DO濃度増加技術など 技術指標：COD除去率≧75％、BOD除去率≧93％、脱窒素率≧95％、脱リン率≧98％、アンモニア窒素除去率≧95％	汚水処理
3	浸漬式膜処理設備	核心技術：浸漬式中空糸膜と連続膜ろ過技術と結合した膜処理設備の研究開発 技術指標：出水濁度≦0.1NTU、ｓｓ＜1mg/l	汚水処理
4	上吊り移動式スクリーン設備	核心技術：PLCコントローラ、移動式電動機駆動システム用可変周波数速度制御器、位置測定センサーなど 技術指標：歯間間隔1200mm～5000mm、据え付け角度：60°～90°、総パワー：0.75kw～6kw、汚染物質除去率≧80％	汚水処理
5	高濃度難分解性有機排水処理設備	核心技術：電気酸化式凝集反応器、嫌気ハイブリッド反応器の構造改良と集積技術の改良、脱炭素、脱窒素、脱リン及び下水資源化が同時に行う多機能生物反応器（VTBR）、活性炭吸着一電気分解式連続再生設備、下水の高度処理と再利用設備、膜透析、膜分離による芳香族化合物質の回収設備（MARS）の研究開発、反応蒸留法（RD）によるエネルギー回収技術、耐塩素菌による高塩分排水処理技術、設備、湿式触媒酸化技術と設備の開発など 技術指標：出水COD＜50mg/l、MARS技術：出水フェノール濃度＜500ppm、純度99％以上のフェノールを回収できる、RD技術：回収率＞90％、残液は直接燃料として利用できる。VTBR技術：酸素利用率≧90％、汚泥発生ゼロ、耐塩素菌による高塩分排水処理技術、設備：耐塩素範囲：1％～10％、原水COD濃度：1000～30000mg/l	高濃度有機排水処理
6	酸性腐食処理液の電気分解による再生利用システム	核心技術：陰極材料、陽極材料の選定、耐強酸性、耐塩素の高性能イオン交換膜の開発、特殊電解槽の設計、イオン膜電解設備の製造など 技術指標：処理能力≧1m^3/day、酸性腐食処理液の回収率≧99％、電気分解処理過程において、有害複製性物質が発生しない、汚染物質が排出しない。	腐食処理排水

No.	技術設備名	核心技術と主要技術指標	適用分野
7	高濃度難分解性化学工業排水処理設備	核心技術：無機塩類と有機物を効率よく分離する技術の採用、特殊菌種による有機物質の分解、高度酸化による難分解性有機物質の除去 技術指標：汚水COD濃度は5000mg/l以上、B/C ≦ 0.1（生物分解可能性指標）、無機塩濃度≧3％の排水処理に適用すること	化工排水処理
8	ゴミ浸透液処理設備	核心技術：MBR+NF+RO膜処理技術の改良、NF膜処理の代替技術として電気触媒酸化と化学触媒酸化などの先進的な酸化技術の開発、超伝導磁気分離技術の開発、反硝化前処理＋硝化によるアンモニア性窒素除去技術の開発 技術指標：ゴミ浸透液原水のCOD濃度：100000 ～ 200000mg/l、BOD濃度：4000 ～ 8000mg/l、アンモニア性窒素濃度：1000 ～ 2000mg/l、出水水質：COD ＜ 100mg/l、BOD<10mg/l、アンモニア性窒素＜ 5mg/l、ランニングコスト＜ 16元/㎥	ゴミ浸透液処理
9	疎水膜による蒸留技術及び集積設備	核心技術：低温疎水膜による蒸留集積設備 技術指標：疎水膜通過量：15～20l/m²h、膜の使用寿命≧3a、処理能力：0.1～10m³/h	高濃度排水処理、かん水処理
10	海水淡水化集積設備	核心技術：蒸気噴射装置と液体散布システムを中心とする低温多機能海水淡水化設備の開発、エネルギー回収装置、RO膜、膜シェル及び高圧ポンプを中心とするRO膜処理海水淡水化設備の開発、多機能蒸発法海水淡水化装置の処理プロセスの改良、膜の品質向上、MF、NF膜予備処理性能の向上 技術指標：前処理水質：SDI ＜ 2、処理規模：低温多機能海水淡水化設備10万m³/d、RO膜処理海水淡水化設備：3万m³/d、処理コスト＜ 4元/m³	海水淡水化
11	アオコ除去システム	核心技術：水源地アオコ増殖防止用設備の開発 技術指標：初期ろ過流量≧ 10000m³/ｓ、検出粒子（粒径＞ 0.04mm）分離率：100％、最終濃縮液中のアオコ含有率＞ 50％、作業可能水深＞ 0.3m、最大作業パワー≦ 30kw、無機もしくは有機凝集剤無添加	水環境浄化

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

（6）水処理分野向け863計画研究プロジェクト

科学技術部863計画資源環境技術分野弁公室は2010年12月、「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）の一環として、「汚水中の炭素源及び窒素・リン・硫黄成分の資源化技術主要プロジェクト申請指南」を公表し、第7-2-7表に示す研究プロジェクトを公募した。

◎第7-2-7表　水処理分野向け863計画研究プロジェクト

プロジェクト名：汚水中の炭素源及び窒素・リン・硫黄成分の資源化技術		
	研究目標	汚水からエネルギー、炭素源及び窒素・リン・硫黄成分を回収する新しい処理技術、処理プロセスを研究開発したうえで、実証実験、モデル事業により、汚水中の炭素源及び窒素・リン・硫黄成分の資源化システムを構築する。
	主要研究内容	高濃度有機汚水の処理を対象とする効率の良い新型嫌気性メタン生成反応器を研究開発し、その安定稼働と産業化応用を実現する。
		高濃度含窒素、含リン汚水及び汚泥処理液の処理を対象とする効率の良い脱窒素・脱リン処理と窒素・リンの回収が同時できる技術と設備を研究開発し、汚水中の窒素・リン処理回収システムの応用モデル事業を確立する。
		炭素/窒素比率の高い汚水を対象とする効率の良い炭素源回収利用技術と設備、及び炭素/窒素比率の低い汚水を対象とする効率の良い汚水内部の炭素源開発利用技術と設備を研究開発し、関連応用モデル事業を確立する。
		含硫、含窒素有機汚水の処理を対象とし、微生物反硝化脱硫メカニズムに基づく同時脱硫脱窒素技術と装置及び炭素・窒素・硫黄の同時除去装置等を研究開発し、関連応用モデル事業を確立する。
		下水処理場の汚泥安定化施設の建設用地の徴用が難しい問題や消化汚泥中の窒素・リン成分の流失量が大きいなどの問題を解決するため、小型化の汚泥有機炭の快速安定化及び固定化技術と設備及び効率の良い窒素・リン再利用技術と設備を研究開発し、関連応用モデル事業を確立する。
		炭素源の段階式利用技術、エネルギー転換率の高い、生物による水素生産の低コスト量産プロセスを研究開発し、安定的効率の良い水素量産装置を開発する。
		微生物燃料電池（MFC）の高コストや低発電能力などの問題を解決するため、安価の高性能材料を開発し、MFC構造を改良して発電能力を向上させる。また、MFC実証システムを開発する。
	主な審査指標	・開発した高濃度有機汚水の嫌気性メタン生成集積システム及びモニタリング・制御システムの有機負荷率は18kgCOD/（㎥・d)以上であること ・モデル事業規模は5000㎥/ｄ以上であること ・オンラインモニタリング・制御システム生産コストは20万元以下であること
		・効率の良い生活汚水脱窒素・脱リン処理と窒素・リンの回収が同時できる集積システムの場合、原水中のリンの回収率は60％以上、出水の窒素・リンの濃度はGB18918-2002の一級Ａ基準を満たすこと ・高濃度含窒素、含リン汚水を対象とする窒素回収実証システムの場合、窒素回収率は70％以上に達すること ・汚泥の好気性生物脱窒素とリン回収システムの場合、原水のリンの回収率は50％以上に達すること ・モデル事業規模は5万㎥/ｄ以上であること
		・炭素/窒素比率の高い汚水を対象とする効率の良い炭素源回収利用技術と設備の場合、汚水の有機炭素源利用率は50％以上に達すること、モデル事業規模は5万㎥/ｄ以上であること ・炭素/窒素比率の低い汚水を対象とする効率の良い汚水内部の炭素源開発利用技術と設備の場合、汚水中の快速利用可能な炭素源比率を20％以上向上させること、出水の窒素・リンの濃度はGB18918-2002の一級Ａ基準を満たすこと、モデル事業規模は2万5000㎥/ｄ以上であること

プロジェクト名：汚水中の炭素源及び窒素・リン・硫黄成分の資源化技術		
	主な審査指標	・素・窒素・硫黄の同時除去及び硫黄回収技術と装置の場合、硫黄回収率は80％以上、モデル事業規模は5000㎥/ｄ以上であること
		・小型化汚泥安定化処理施設の場合、必要な敷地面積は一般安定化処理施設より60％以上節約すること、処理コストは10％以上低減すること、窒素・リンの回収率は60％以上であること ・汚泥による生物炭生成システムの場合、汚泥処理能力は5㌧/ｄ以上であること、生物炭に固定化されたリン成分は80％以上であること ・汚泥前処理装置の場合、処理能力は100㎥/ｄ以上であること、TOCと総固形物の比率は30％以上向上させること、電力消費量は1.0kWh/㎥汚泥以下であること
		・開発した生物による水素生産モデルシステムの年間水素生産能力は10万㎥以上であること ・高濃度有機汚水の処理量は500㎥/ｄ以上であること ・生物による水素生産速度は6.0㎥/（㎥・ｄ）以上であること ・有機汚水の水素生産コストは1.2元/㎥以下であること ・システムの継続安定稼働期間は6ヵ月以上であること ・関連技術基準を制定すること
		・体積が1.0㎥以上の微生物燃料電池による汚水浄化用実証装置を建設すること ・有機物の転換効率は20％以上であること ・パワー密度は40W/㎥以上もしくは電流密度は30A/㎥以上であること ・システムの継続安定稼働期間は6ヶ月以上であること ・MFC材料コストは50％以上低減すること　など
	プロジェクト実施期間	5年間（2011年1月～2015年12月）
	補助金額	5000万元、自己調達資金は2550万元以上

出典：中国国家科学技術部HPより整理作成

7.2.4　土壌環境保全技術

(1) 汚染土壌修復技術の現状

中国は1970年代から、生態修復を中心に、物理化学修復と一体化した土壌修復技術の研究を行ってきた。有機・無機汚染土壌の調査と修復研究を展開し、とくに石油汚染物質による土壌修復技術が重点的に研究された。

1990年代からは、生態毒理学、生物修復技術、汚染生態技術の研究を行い、土壌を研究対象とする生態毒理学実験方法を提案し、生物処理とプレハブ式腐食技術を主体とする有機汚染土壌異質生物修復技術体系を構築した。これが、複合汚染という条件のもと、土壌環境品質基準制定のために理論上の根拠となった。

中国では近年、重金属汚染の耕地土壌の修復において、植物吸収修復技術の応用研究が大きな成果をあげている。しかし、ウマゴヤシ、ホソムギなどの植物による芳香族炭化水素、多塩素フェニルベンゼンと石油炭化水素などの汚染土壌の修復研究が行われた一方で、有機汚染土壌の植物修復技術は耕地での応用研究や、爆薬、放射性ヌクレインの汚染土壌の植物修復研究はそれほど積極的に行われていない。

中国科学院広州地球化学研究所は、比較的経済性と効率性がある固定化技術、浸透性反応層、微生物修復技術を開発した。また、中国科学院瀋陽応用生態研究所は、中国で最も早くから土壌の修復技術の研究開発を行っている研究機関である。

同研究所は、中国科学院の重大研究プロジェクトである「汚染土壌の浄化技術に関する研究」と「代表的地域の土壌汚染評価と生物修復技術に関する研究」、国家重点基金プロジェクトである「代表的汚染物の生態化学過程と修復メカニズム」などを主導しており、固定化微生物技術と菌根技術を主体とする原位置環境修復技術体系を確立している。

また、同研究所は、国家重点基礎研究発展計画のプロジェクトの1つである「東北旧工業基地における環境汚染メカニズムと生態修復に関する研究」プロジェクトで低温と凍結融解を繰り返し行うことによるモデル汚染物質の吸着・脱着に及ぼす影響を研究し、厳寒条件下の土壌中のPCBsの拡散と脱着メカニズムを明らかにし、微生物の対象汚染物に関する分解性を継続的かつ効率的に維持できる微生物固定化修復方法を確立し、自然条件下で外来微生物と元々土壌中生存している微生物と生存競争し難い技術難題を解決した。[135]

現在、中国では土壌の汚染修復研究が実験室から実用段階に移行しつつある。また、掘削処理・埋め立てもしくは溶融固化処分技術がすでに確立されている。しかし、大規模な応用にはまだ時間がかかるとみられている。一方で、中国の土壌汚染は深刻度を増しているため、広範囲に応用でき安全で低コストの土地原位置生物修復技術と物理化学安定技術の開発が求められている。

このほか、安全性が高く土地再開発利用ができる産業跡地の物理化学修復技術と設備の開発、水土流失と汚染物質の拡散が抑制できる鉱山区植物安定化技術と生態工事修復技術の開発、汚染土壌の修復技術規範、評価基準と管理対策の確立なども必要とされている。

(2) 今後の動向

現在進行中の土壌修復技術開発に関する一部のプロジェクトの概要を第7-2-8表に示す。

◎第7-2-8表　土壌修復技術開発プロジェクトの概要（一部）

プロジェクト名称	分類	予算	開始年度	終了年度
高リスク汚染土壌の生物修復とリスク評価	973計画	不明	2003	2010
油田区における石油汚染土壌の生態修復技術とモデル事業の確立 a．油田区における中低濃度石油汚染土壌の修復に適用する微生物と植物の選定 b．油田区における高濃度石油汚染土壌の修復に適用する物理化学処理技術の開発 c．上記技術の応用モデル事業の確立、環境リスクの評価及び関連技術規範の制定	863計画重点プロジェクト	1600万元	2007	2010
金属鉱区及び周辺地域における重金属汚染土壌の複合修復技術とモデル事業の確立 a．鉱区重度汚染土壌中の重金属の安定化に関する複合修復技術 b．鉱区周辺地域における中度もしくは経度汚染農耕地中の重金属に関する安定化処理・修復技術 c．修復用植物の収穫後の安全処分と資源化再利用技術と設備 d．鉱区及び周辺地域における重金属汚染土壌の複合修復モデル事業の樹立と技術規範の制定	863計画重点プロジェクト	1000万元	2007	2010
PAHs汚染農耕地の微生物修復技術とモデル事業の確立 a．PAHs分解菌の選定 b．PAHs汚染農耕地の修復技術の開発、環境にやさしい微生物固定化担体の開発 c．PAHs汚染農耕地の植物－微生物複合修復技術の開発 d．上記技術の応用モデル事業の確立、環境リスクの評価及び関連技術規範の制定	863計画重点プロジェクト	1600万元	2007	2010
中低濃度PCBs汚染土壌の生物修復技術と関連設備の開発	863計画重点プロジェクト	不明	2009	2011
汚泥による汚染土壌の生物修復メカニズムと技術の開発	中国科学院プロジェクト	320	2009	2011
重金属汚染土壌の複合修復メカニズムと技術の開発	科学技術部国際協力プロジェクト	不明	2009	2011

出典：中国科学院南京土壌研究所、中国科学院生態環境研究センターHPより整理作成

7.2.5　化学物質の環境リスク評価・管理技術

(1) 化学物質環境規制に関連する主な政府部門

中国では、化学物質関連の規制に関係する国家レベルの主要な行政機関は、環境保護部と国家安全生産監督管理総局を中心に、衛生部、工業・情報化部、農業部、国家品質監督検査検疫総局、鉄道部、国家民航総局、公安部などがあり、それぞれの管轄で化学物質に関する規制を行っている。

①環境保護部

国務院の環境政策担当部門として国の環境保護政策、計画の策定と環境保護関連法律、法規の立案を行い、環境保護部門の規制を実施する一方、所轄部署である汚染防止司が中国版REACHといわれる「新化学物質環境管理弁法」の制定実施担当部署であり、「現有化学物質リスト」の公表、改訂管理を行っている。また、環境保護部の直属機関である化学品登記センターは新規化学物質の登記業務を管轄するとともに、「輸出入厳重制限有毒化学品リスト」を管理、公表するほか、化学工業原料の輸出入管理、国家環境保護標準の制定、公表を行っている。

②国家安全生産監督管理総局

化学工業、医薬品、危険化学品の生産及び取扱いを行う企業の安全生産に関する監督と検査を実施している。危険化学品の生産・取扱いの許可を行うとともに保管使用を監督する。法律では「安全生産法」を所管し、「危険化学品リスト」を制定し、指定した危険化学品の登記業務を管轄する。非医薬品類易制毒化学品（第1類）の生産及び取扱いを審査する許認可権限を有し、易制毒化学品（第2類・3類）の生産・取扱いの届出証明の発行管理を行っている。

(2) 主要化学物質安全管理制度と実施状況

中国では、1987年に「化学危険物品安全管理条例」を策定、施行した。1994年5月から有毒化学品の輸出入環境管理登記制度を整備し、施行した。その後、国家環境保護総局（当時）は3回にわたって、「中国が禁止或いは厳格制限する有毒化学品目録」を公表し、188の有毒化学品品種に対し、規制管理を行ってきた。

国務院は2002年、「化学危険物品安全管理条例」（1987年版）の改定版に当たる「危険化学品安全管理条例」を公表し、同年3月15日付で施行した。同新弁法の施行をもって1987年版弁法は廃止された。

また、化学物質の健康への影響と生態系に与える環境リスクを予防・抑制するため、国家環境保護総局（当時）は「新化学物質環境管理弁法（第17号令）」を策定し、2003年10月15日付で施行した。同弁法に従い、同局は「中国現有化学物質リスト」を編成、更新、公表した。同リストには4万5000種類余りの化学物質が登録されている。同リストに登録されていない化学物質は、「新化学物質」として「新化学物質環境管理弁法」の適用対象となる。

なお、環境保護部の化学品登記センターは2010年10月28日付で「中国現有化学物質リスト（2010年版）」を同センターのウェブサイト（http://www.crc-mep.org.cn/iecscweb）に公開した。

有害化学物質の影響から人の健康と環境を保護することを目的として、欧州連合（EU）でREACH規則が2007年6月1日に発効し、欧州市場で製造または輸入される化学品の登録・評価・認可及び制限に関する規制が導入されたことを受けて、中国でも「新化学物質環境管理弁法（2003年版）」の改定の検討が行われてきた。

環境保護部は、2009年12月30日の改正弁法の部内承認を経て、2010年1月19日付で「新化学物質環境管理弁法」（環境保護部令第7号）を正式公表し、2010年10月15日付で施行した。同新弁法の施行をもって2003年版弁法は廃止された。

なお、「新化学物質環境管理弁法」（2010年版）の基本的な制度内容は下記のとおりである。

①目的：新化学物質の環境リスクを管理し人体の健康、生態環境の保護を図ることを目的とする。（第1条）

②適用範囲：中華人民共和国内で行われる新化学物質にかかわる研究、生産、輸入及び加工使用の活動に本弁法を適用する。なお、医薬、農薬、化粧品、食品などそれぞれの関係する法律・法規が定められているものについては、それらの法律・法規を適用する。ただし、これらの製品の原料及び中間体である新化学物質の環境管理については本弁法を適用する。（第2条）

③対象物質：本弁法にいう新化学物質とは、「中国現有化学物質リスト」に登録されていない化学物質を指す。（第3条）

④基本制度：国は新化学物質に対してリスクに応じた分類管理に基づき、登記及び追跡管理の制度を実施する。（第4条）

⑤分類管理：新化学物質は危険特性に応じて、「一般類新化学物質」と「危険類新化学物質」に分類する。危険類新化学物質のうち、難分解性、生体内蓄積性、生態環境への危険性が大きいと考えられる化学物質を、「重点環境管理危険類新化学物質」として分類管理する。（第3章）

⑥登記管理：新化学物質の生産者または輸入者は、生産、輸入を行う前に申告を行い、新化学物質登記証を取得しなければならない。登記証を未取得の新化学物質は生産、輸入、加工使用を行ってはならない。（第5条）

（3）化学物質管理技術サポート体制

中国では、化学物質管理技術サポート体制をすでに構築し、数多くの化学物質物理化学指標、毒性学指標及び生体毒性学指標を測定できる実験室を建設した。これらの実験室は主に国務院構成組織もしくは直属組織に所属している。

具体的には、環境保護部は中国環境科学研究院 国家環境保護化学品生態影響リスク評価重点実験室をはじめ、生物学分解性、生物蓄積性に関する環境リスク測定・評価業務を行っている下記の7つの生態毒性学指標測定実験室を建設した。

－中国環境科学研究院国家環境保護化学品生態影響リスク評価重点実験室
－環境保護部南京環境科学研究所農薬環境評価汚染防止重点実験室
－瀋陽化工研究院安全評価中心
－上海環境科学研究院環境検測実験室
－上海市検測中心生物安全検測実験室
－浙江大学農薬環境毒理研究所
－広東省微生物分析検測中心

衛生部は、中国疾病予防制御センター職業衛生・中毒制御研究所をはじめとした健康毒性学指標測定実験室を設立した。これらの実験室は主に薬品、化粧品及びその他化学物質の急性毒性、慢性毒性、発がん性、遺伝子の突然変異性、生殖毒性などに関する測定・評価業務を行っている。

なお衛生部は、実験設備及び分析能力に従い、甲乙丙丁など4等級に分けられた資格を各実験室に授与している。甲級資格を持つ実験室では、急性毒性及び分級、亜急性毒性、亜慢性毒性及び慢性毒性など計4つの項目の測定・評価業務を行うことができる。乙級資格を持つ実験室では、急性毒性及び分級、亜急性毒性及び亜慢性毒性など計3つの項目の測定・評価業務を行うことができる。丙級資格を持つ実験室では、急性毒性及び分級と亜急性毒性の測定・評価業務を行うことができる。丁級資格を持つ実験室では、急性毒性及び分級のみの測定・評価業務を行うことができる。

衛生部の認定を受けた25の健康毒性学指標測定実験室は以下の通りである。

－中国疾病予防制御センター職業衛生・中毒制御研究所（甲級）
－北京市疾病予防制御センター（甲級）
－広東省職業病予防治療研究院（甲級）
－南京医科大学衛生分析測定センター（甲級）
－上海市疾病予防制御センター（甲級）
－広西職業病予防治療研究所（乙級）
－広東省疾病予防制御センター（乙級）
－浙江省疾病予防制御センター（乙級）
－湖南省疾病予防制御センター（乙級）
－湖南省労働衛生職業病研究所（乙級）
－山東省職業衛生と職業病予防治療研究院（乙級）
－江西省労働衛生職業病予防治療研究院（乙級）
－雲南省疾病予防制御センター（乙級）
－遼寧省職業病予防治療研究院（乙級）
－遼寧省疾病予防制御センター（乙級）
－江蘇省疾病予防制御センター（乙級）
－天津市衛生疾病予防センター（乙級）
－浙江省医学科学院衛生研究所（乙級）
－重慶市疾病予防制御センター（乙級）
－貴陽医学院（丙級）

－山東省疾病予防制御センター（丙級）
－弐拾弐河北省疾病予防制御センター（丙級）
－安徽省疾病予防制御センター（丁級）
－河南省職業病予防治療研究所（丁級）
－青島市疾病予防制御センター（丁級）

このほか、農業部は農業部農薬検定研究所生物技術研究測定センターをはじめとした農薬測定実験室を設立した。これらの実験室は主に残留農薬、農薬毒性学、環境毒性、農薬効果及び生物学測定に関する測定・評価業務を行っている。

国家品質監督検査検疫総局は中国検査・検疫科学研究院工業品検査研究所をはじめとした、工業製品や化粧品、電気製品及び食品中の有毒有害物質の測定・評価実験室を設立した。また、複数の化学物質の燃焼、爆発及び酸化に関する物理化学危険性測定・評価実験室を設立している。

(4) 中国化学品環境管理問題と戦略対策

中国環境・発展国際合作委員会の国際共同研究プロジェクトの一つであり、中国とドイツが共同で行った「中国化学品環境管理問題と戦略対策」に関する研究（研究グループ代表　中国側：北京大学胡建信教授、ドイツ側：ドイツ職業安全と健康研究所法律法規及び事務管理部Ulrike Kowalski主任）レポート（2007年11月）によると、中国の化学物質の環境管理に以下の問題点が存在している。[136]

1）国レベルの化学物質環境管理方針と戦略が明確になっていない
中国における危険化学物質の安全生産の監督管理に関する既存理念は生産過程における安全の確保と化学事故の防止を重視している一方、健康への影響や生態系への危害に関する配慮が少ない。また、中国危険化学物質安全管理において、重点管理対象と一般管理対象を明確に区別していない。

2）関連管理法規が完全でない
2003年10月から施行した新化学物質申告登記制度に関しては、新化学物質の危害評価を重要視しており、暴露リスクと環境リスク評価については改善すべきところが多い。また、中国では、優先化学物質（priority chemical substances）の測定評価制度はまだ策定されていない。一方で、既存「危険化学品安全管理条例」などの法規には潜在的な環境リスクを有する化学物質の選定、リスク評価に対する明確な法律規定がない。

3）管理機関の監督管理能力が不足
主管機関の人員不足、必要な監視管理手段の欠如及び危険化学物質の危害性に対する認識の不足により、特に一級行政区に所属する県級市などにおいて、化学物質の環境管理に関する法規・基準の多くは有効に施行されていない。

4）管理技術サポート体制が完全でない
現在、中国では、統一的な化学物質測定実験室に関する規範・基準が定められていない。各主管組織に所属する化学物質測定評価業務を行っている実験室の多くは国際的に認められた経済協力開発機構（OECD）の関連実験室基準を満たしていないため、化学物質の測定評価結果の正確性と信頼性を保証できない。

上記問題点の解決策として、「中国化学品環境管理問題と戦略対策」に関する研究グループは下記に示すような対策を提言した。

①国レベルの化学物質環境管理戦略方針を明確化する。
②化学物質の環境管理に関する法律もしくは条例を制定する。
③化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）を導入する。
④新化学物質申告登記制度を改善する。

◎第7-2-9表　化学物質の管理分野向け973計画研究プロジェクト

プロジェクト名：危険化学品事故の全過程遠隔観測・予備警報における核心科学問題に関する研究		
	全体目標	危険化学品事故の全過程遠隔観測・予備警報システム案を構築することにより、危険化学品事故の事前、事後のモニタリング、予備警報、処置に防災・減災に関する基礎理論及び核心技術を提供する。
	主要研究内容	危険化学品事故の全過程における、対象化学物質の遷移・転換メカニズムの解明
		異なる空間スケールでの対象化学物質に関する遠隔観測理論と方法
	具体的な目標	物質、エネルギー、情報に基づき、危険化学品事故の誘因理論を構築する
		危険化学品事故の全過程における対象化学物質の遷移・転換メカニズムを解明し、対象化学物質に関する遠隔観測理論と方法を樹立する
		対象化学物質のエネルギー変化モデルを構築し、事故現象及び事故連鎖に関する遠隔観測・予備警報理論と方法を樹立する
		危険化学品事故に関する遠隔観測・予備警報の全過程における情報感知・伝達に関する理論と方法を樹立する
	プロジェクト実施期間	約5年間（2011年1月～2015年8月）
	研究補助金	2011～2012年　1194万元

出典：http://vooyoo.com/DocumentDetails.aspx?Id=166904より整理作成

⑤既存化学物質リスク評価とリスク管理制度を確立する。
⑥優先化学物質の国家基準を制定する。
⑦優先有毒化学汚染物質の排出モニタリング制度を確立する。
⑧OECDの関連実験室基準を満たす化学物質測定評価実験室を整備する。
⑨高いリスクを持つ優先有毒化学物質の環境リスク評価技術に関する研究開発を強化する。
⑩化学物質の環境リスク評価技術の国際交流・合作を積極的に展開する。
⑪化学物質の環境管理に関する情報公開と公衆参加体制を構築する。

(5) 化学物質の管理分野向け973計画研究プロジェクト

北京化工大学や中国科学院大学院などが受託した「国家重点基礎研究発展計画」(973計画) の研究プロジェクトである「危険化学品事故の全過程遠距離観測・予備警報における核心科学問題に関する研究」が2011年1月にスタートした。同研究プロジェクトの概要を第7-2-9表に示す。

7.2.6　環境アセスメント技術 (環境影響評価)

(1) 環境アセスメント制度の発展経緯

中国では、環境アセスメント制度は1970年代末に施行された。1973年の第1回全国環境保護会議以降、環境アセスメントという概念が中国に普及し始め、政府関連部門は環境の質に関する調査と評価活動を開始した。1979年9月に全国人民代表大会で採択された「中華人民共和国環境保護法 (試行)」によって、環境アセスメントと建設プロジェクトの「三同時」制度[137]が法律制度として確立された。

国務院は1981年、「基本建設プロジェクト環境保護 (保全) 管理弁法」を公表し、環境アセスメントを国の基本建設プロジェクトの一環とみなし、環境アセスメントの具体的な実施プロセスを比較的詳細に規定した。また、1986年には「建設プロジェクト環境保護 (保全) 管理弁法」が公表され、建設プロジェクトの環境マネジメントの範囲を基本建設プロジェクトから技術改造プロジェクト及び地域開発建設プロジェクトまで拡大した。

これ以降、国務院所轄の各政府部門は建設プロジェクトの立案ルートの拡大、外資系企業の増加、郷鎮企業の著しい発展、第3次産業の勃興など、新たな発展情勢に焦点を合わせ、これに対応した「通知」や「弁法」を次々と公表、建設プロジェクトの環境アセスメントもこれらの分野まで広がった。

国務院は1998年、「建設プロジェクト環境保護 (保全) 管理条例」を公布するとともに、流域開発、開発区の建設、都市における新興地の構築及び旧市街地の改造など地域開発計画に対する環境アセスメントに関する条件を示した。

2003年9月1日に「中華人民共和国環境影響評価法」が正式に施行され、この法律を中心に、国家レベルの関連法律・規範と各地方の関連法規により、環境アセスメント法律体系が構築された。国務院は2009年、「計画環境影響評価条例」を公表し、環境アセスメント制度の施行をさらに推進した。

現在、中国では、環境アセスメントの範囲は、複数の一級行政区で構成されている経済圏の発展戦略の立案まで拡大している。たとえば、中国の15の一級行政区により構成されている5つの経済区の発展戦略に関する環境アセスメントが現在行われている。

(2) 環境アセスメント制度の問題点[138]

中国の環境アセスメント制度には、以下の問題点が存在している。

①環境アセスメント制度の適用範囲が狭い

現在、中国の環境アセスメントは建設プロジェクトを中心に行われており、環境に重大な影響を及ぼす政策、長期計画、短期計画は環境アセスメントの範囲に組み入れられつつあるが、実際実施している事例は一部であり、特に政策、戦略に関する環境アセスメントの実績はまだ少ない。

②環境アセスメントへの公衆参加と情報公開の不足

開発・建設活動は、周辺の公衆の利益に直接関わる、あるいは影響を及ぼすものであるため、周辺の公衆の意見を募り、事前に利益の調整を図り、矛盾の解決を図る必要がある。

「中華人民共和国環境影響評価法」には、政策の決定に公衆の参加は必要との規定があり、また2006年に「環境影響評価公衆参与暫定弁法」が公表・施行されたものの、現在、中国において環境アセスメントに関する情報の公開はまだ少なく、公衆の参加も十分ではない。

③代替策提案規定の不備

中国の環境アセスメント制度では、環境に及ぼす悪影響の防止もしくは軽減対策を提案すべきと規定しているが、悪影響の防止のためのプロジェクト自体の代替案の提案に関する規定がない。このため、評価対象案の環境に及ぼす影響の程度及び実施可能性について比較、評価しにくく、合理的な判断ができない。

④環境への影響に対する管理・監督の立ち遅れ

環境アセスメントは、調査研究の展開、環境アセスメント報告書の作成、環境アセスメント報告書の審査・認可から、関連環境保全措置の実施、追跡評価、事後評価、関連フォローアップ・監督・管理からなる一連のプロセスであり、こうした手続きを経て、初めて環境アセスメントの役割を真の意味で発揮することができる。

しかし、既存の環境アセスメントの関連法規は、環境アセスメント報告書の作成と審査に偏っており、その他の部分については明確な規定がなく、環境アセスメント報告書で提起された環境保全対策が確実に実施されているかどうかについて、効果的な監督・管理手段が欠けている。また、環境アセスメント法制度に違反する行為に対する処罰規定が緩く、法律違反より法律を守るコストの方が高いとの矛盾が生じている。

⑤環境アセスメント技術の不完全さ、生態系アセスメント能力の不足

健康リスク評価、環境・経済・技術面に関する分析、累積的な影響に対する評価などの分野において、建設プロジェクトの環境アセスメント業務の基盤が弱い。また、建設プロジェクトの環境アセスメントにおいても、一貫して汚染抑制が中心に置かれており、生態系に対するアセスメントの技術力は弱く、強化する必要がある。

(3) 対策

「我国环境影响评价制度的完善--以美国环境影响评价制度为借鉴」によると、上記問題点に対して、下記のいくつの対策が提言されている。

①主要生態機能区のさらなる選別、管理を環境アセスメント技術方針の目標にすべきである。

②法律規定を引き続き改定・更新し、一層厳しいプロジェクト建設許可基準を導入すべきである。

③海外資本の中国投資に関する環境アセスメント指導原則を環境条例に取り込むべきである。

④環境アセスメント制度では環境管理に偏らないよう、補足手段として奨励制度を確立すべきである。

⑤環境技術に関する基礎研究と最先端の応用研究への投入を強化し、汚染、環境、資源に対する管理を実現する。

7.3　資源循環分野

7.3.1　バイオマス系環境資源リサイクル技術

中国においてバイオマスは、資源が豊富で種類が多いことに加え、分布が広範で生産量も多いという特徴がある。具体的には、約50億ﾄﾝのバイオマス資源を抱えており、現在の中国全体のエネルギー消費の約4倍に相当するとの試算がある。現在、開発利用可能なバイオマス資源は、主としてバイオマス廃棄物であり、茎などの農業廃棄物、林木バイオマス、畜糞、都市ゴミや都市廃水などが含まれている。[139]

広西科学院、海油（北京）能源投資有限公司など17の機関が共同で実施した国家科学技術支援計画の「キャッサバ・バイオマスエネルギー商業化核心技術研究と模範」プロジェクトは2011年1月、品種導入・選別、優良品種の育成、高効率栽培技術の統合モデル等の課題について、専門家による実地テストをクリアした。

同プロジェクトでは、バイオマスを生産すると同時に、キャッサバアルコール廃液と汚水の処理において、廃水、廃気、固体廃棄物のリサイクルによってメタンガスを生成してボイラで燃焼することによってエネルギーの転換効率を高めることができる。

メタンガス発生システムでは凝固、発酵、乾燥の処理を経てから、一定の比率調整に応じて汚泥に栄養剤を添加し十分に混合するとバイオ有機肥料ができる。バイオ有機肥料は、キャッサバの栽培や土壌改良に使用できる。

同プロジェクトは2007年、科学技術部によって登録され、総投資額は1億4000万元に達している。品種導入・選別、優良品種の育成、高効率栽培技術の研究以外では、キャッサバ澱粉細菌発酵法やL-乳酸生産新技術研究、キャッサバ廃液無酸素発酵技術など7つ課題があげられている。[140]

国能生物発電集団有限公司がバイオマス直接燃焼発電技術を利用して運転中、建設中の発電プロジェクトは、山東、河北、河南などの省と自治区で合計40件に達しており、全体の設備容量は1000万kWに達している。[141]

現在、バイオマス・エネルギーの再利用においては、以下のような課題がある。

①規模が小さく建設の進捗度が遅い

中国では、バイオマス圧縮成型設備が毎年1000台前後投入されているが、バイオマス成型燃料の生産量は年間10万ﾄﾝにも満たない。一方、米国と日本は毎年それぞれ約60万ﾄﾝ、26万ﾄﾝの成型燃料を生産している。欧州域内では、約500社の木質粒子工場で730万ﾄﾝの成型燃料が生産されている。バイオディーゼルについては、中国はまだ林業油料作物を原料にしたバイオディーゼルを生産できていないが、米国と欧州の年間生産量はそれぞれ100万ﾄﾝ、250万ﾄﾝに達している。

②資金と政策支援の不足

現在、中国において林業バイオマス・エネルギーは、国家促進再生可能エネルギー発展特別扶助経費の対象とはなっていない。また、林業剰余物を利用した固体燃料の生産に対して、政府による優遇政策が整備されていない。このため、バイオマス生産企業の生産意欲も高くない。このほか、エネルギー林基地建設も政府からの資金的な支援を得られていない。

③資源育成及び生産プロセスにおける一部技術問題の未解決

成長が早く生産量が多いエネルギー林における木の種類の最適選出や栽培、管理ノウハウ、木林バイオマス・エネルギーの高効率で低コストの転化と総合利用副産物技術、発熱量の一層の向上を実現する林業粒子燃料の開発技術、バイオディーゼル新型固体アルカリ性触媒製品開発技術など、技術的な問題が解決されていない。[142]

◎第7-3-1表　「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」のバイオマス分野

開発奨励技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	農村有機廃棄物堆肥と総合利用プラント	核心技術：強制通風静態垛を採用する工程を研究開発し、農村有機廃棄物（例えば、茎、人糞尿、家畜糞便あるいは生活ゴミ）を農業、園林緑化用の有機肥料に転化する。同工程に適した育成が早い菌種を選別し、品種改良を行う。 技術指標：堆肥腐熟（種子発芽指数≥60％）、人糞尿●家畜糞便の回虫死亡率≥95％、糞大腸菌群菌値≥0.01；有機廃棄物処理直接コスト≤60元/ﾄﾝ；すべての処理過程で廃液を出さず、処理場所周囲の臭気排出がGB18918-2002の2級基準をクリアし、処理場が「工作場所有害因素職業接触限値」（GBZ 2-2002）に適し、有機肥料が有機肥料標準（NY525-2002）をクリアする。	農村有機廃棄物総合利用
応用推進技術設備			
No.	設備名称	核心技術及び主要技術指標	適用範囲
1	農業廃棄物資源化利用プラント	毎年処理可能な茎、雑草、竹木加工剰余物など農林廃棄物≥3万ﾄﾝ；年間メタンガス発電量≥600万kWh；リグニンベースー樹脂添加剤≥3.9×10^3t、セルロースパルプ≥9×10^3t；基準石炭年間節約≥2×103t、循環水再利用用量≥900m^3/d；廃水、廃気、固体廃棄物の排出なし	農林廃棄物総合利用

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

◎第7-3-2表　バイオマス系エネルギー総合利用関連の973プロジェクト

番号	プロジェクトNo	プロジェクト名称	受託者	プロジェクト責任者	期間
X28	2011CB707400	リグノセルロース資源高効率生物分解転化における重要な科学課題研究	山東大学	曲音波	2011～2012
X52	2010CB735700	農業生物技術及び農産品加工の科学課題	広東省農業科学院畜牧研究所	陳庄	2010～2012
X72	2009CB118600	主要食糧作物高収率栽培と資源高効率利用の基礎研究	中国農業大学	張福鎖	2011～2013

出典：「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」

国家発展改革委員会、科学技術部、工業・情報化部、国土資源部、住宅・都市農村建設部、商務部は2010年7月1日、「中国資源総合利用技術政策大綱」を共同で公表、施行した。同大綱では、主として資源総合利用技術の開発、推進応用を加速するとともに、関連組織の資源総合利用活動に対して技術的な支援を行い、中国全体の資源総合利用レベルを高めるとしている。

具体的には、バイオマス系環境資源リサイクルについて、廃棄木質材料を主要原料として、低ホルムアルデヒドかホルムアルデヒドを含まないラミネート材などを生産する技術を推進するほか、農作物剰余物やその他のバイオマス材料を主要原料として、加工固体成型燃料、メタンガスを生産する技術を推進するとしている。

さらに、高い効率の発酵促進剤と反応装置を研究開発し、茎を使った一定規模のメタンガスプロジェクトの技術改良、バイオ酵素転化、分裂分解と液化などの技術を研究開発し、液体輸送燃料や水素、化工製品を生産するなど一定の方向性を示している。

「国家鼓励発展的重大環保技術装備目録（2011年版）」でリストアップされている、バイオマス系環境資源リサイクルに関連した技術・設備を第7-3-1表に示す。

バイオマス系エネルギーの総合利用について、「973計画2011年編報予算書プロジェクトリスト」に挙げられているプロジェクトを第7-3-2表に示す。

7.3.2　非金属鉱物系循環資源リサイクル技術

中国は現在、非金属鉱物系循環資源リサイクル技術について、燐鉱における総合利用技術の研究に重点的に取り組んでいる。中国の燐鉱資源の可採年数は10～15年と推定されており、国民経済の発展ニーズを満たすことができない20種類の鉱物の1つに挙げられている。

財政部と国土資源部は2010年、鉱山会社が鉱物資源の採掘率や選鉱回収率、総合利用率を向上させることを目的として、「鉱産資源節約と総合利用専用資金管理弁法」を共同で公表した。

同弁法は、専用資金の用途について、鉱産物資源の採掘率や選鉱回収率、総合利用率を向上することに加え、鉱山資源領域の循環経済発展モデルプロジェクトを実施するために使われると規定している。

中国工程院のプロジェクトチームも、「燐資源節約及び総合利用プロジェクト」を全国の重大科学研究開発プロジェクトの1つに挙げている。

中国海油湖大峪口化工有限責任公司は、低品質燐酸塩岩の選鉱技術の研究開発に取り組んでおり、自主研究開発において低品質カルシウムシリコンの二重反転浮上選鉱工程で一定の成果を収めた。また同弁法に基づき、2011年2月には中央財政資金の奨励に基づき1000万元を獲得した。[143]

雲南省の燐鉱資源は29.4億ﾄﾝに達するが、90％以上が選別しにくい中低品位の燐酸塩岩である。このため雲南燐化集団はプロジェクトチームを立ち上げ、中低品位燐酸塩岩の選鉱試薬の研究開発を自主的に行い、平均生産率65.2％、平均回収率84.71％を達成した。同集団は、選鉱試薬以外にも、「露天長壁式」選鉱法やスクラブ選鉱法、カルシウム燐酸塩岩選鉱、風化燐灰岩スクラブ脱スライムの開発などでも研究成果を挙げている。[144]

廃ガラスリサイクル技術については、国内外の各種研究機関と企業が多くの研究活動を行ってきており、すで

に、粉砕、プリフォーム、加熱・か焼のプロセスを経て、モザイクガラスやガラスタイル、泡ガラスなどの各種建築材料に廃ガラスが加工されている。上海、天津などでは、既に一部の企業が廃ガラスリサイクルに着手し、良好な成果があがっている。しかし、廃ガラスリサイクルはまだ商業化には至っていない。[145]

環境保護部宣伝センターが支援した2011年のガラス小瓶回収活動は、全国18の省・直轄市の28都市において実施されている。とくに、この活動を最初に行った天津市では、グリーン学校、グリーン幼稚園、グリーンコミュニティを対象に、40ヵ所に回収所を設置する予定である。[146]

国家発展改革委員会等が2010年7月に公表した「中国資源総合利用技術政策大綱」によると、化工原料の非金属鉱物系循環資源リサイクル技術については、塩湖カリ岩塩総合利用技術、燐鉱総合利用技術、硼素鉱総合利用技術、中低品位蛍石総合利用技術等を推進するとしている。

また、建材原料非金属鉱物系循環資源リサイクル技術については、ガラス陶磁器原料非金属鉱有効利用技術、添加剤、その他の加工用非金属鉱の合理的利用技術、石英質砂岩の純化技術、低品位マグネサイト、タルク、珪藻土、藍晶石系など非金属鉱の選鉱総合利用技術を推進するとしている。

一方、廃ガラスリサイクルについて、廃ガラスを原料に平板ガラス、ボトル容器などのガラス製品を生産する直接再利用技術及び廃ガラスを用いて建築と保温・遮音などの材料を生産する間接再生利用技術を推進するとしている。

7.3.3　金属系循環資源リサイクル技術

中国で現在行われている金属系鉱物資源の総合利用リサイクル技術の研究は、非鉄金属とレアアース金属の2つの分野が突出している。

(1) 非鉄金属資源総合利用

工業・情報化部、科学技術部、財政部は2011年1月24日、共同で「再生有色金属（非鉄金属）産業発展推進計画」（「再生有色金属产业发展推进计划」）（工信部聯節[2011]51号）を通知した。中国の再生非鉄金属の生産量は、10年間連続して高い伸び率を維持している。再生銅、再生アルミ、再生鉛などの主要再生非鉄金属の生産量は平均して年率27％の高い伸びを示し、2000年の72万ﾄﾝから2009年には633万ﾄﾝに増加した。

年産5万ﾄﾝ以上の多数の再生非鉄金属企業を育成する中で、再生アルミ生産企業の最大生産量が65万ﾄﾝに達したほか、再生銅生産企業と再生鉛生産企業の最大生産量もそれぞれ40万ﾄﾝと20万ﾄﾝを超えた。

珠江デルタ、長江デルタ、環渤海経済圏、成渝経済区等では、再生非鉄金属産業クラスターが着実に形成されているほか、一部の輸入再生資源加工園区や国内回収取引市場及び一定の規模を備えた再生非鉄金属利用プロジェクトの建設が進められている。

「再生有色金属産業発展推進計画」によると、産業規模と生産能力、産業集中度と配置、技術設備レベル、省エネ・低炭素及び資源総合利用に関して、2015年までの再生非鉄金属産業の主な目標を掲げている。以下に、技術設備レベル、省エネ・低炭素及び資源総合利用についての具体的な内容を示す。

①技術設備レベル

2015年までに、産業界全体の技術設備レベルを顕著に引き上げる。また、中古非鉄金属機械化分解前処理技術の一般応用を進めるとともに、再生銅新型強化熔錬炉の一体化を図る。さらに、再生アルミ双室反射炉、アルミ液撹拌技術、アルミ直接供給、蓄熱式燃焼などの技術設備を幅広く応用するほか、前処理破砕選別、鉛ペースト鉛ゲート分類熔錬、低温連続熔錬、回転ショート窯熔錬など先進技術を採用した再生鉛企業の生産能力を80％以上に引き上げる。

②省エネ・低炭素及び資源総合利用

2015年までに、再生銅熔錬のエネルギー消費が290kg標準炭／ﾄﾝを下回ると同時に、再生銅熔錬金属の回収率を96％以上に引き上げる。また再生アルミ熔錬のエネルギー消費量を140kg標準炭／ﾄﾝ未満にするとともに、再生アルミ熔錬金属回収率を95％以上に引き上げる。さらに再生鉛熔錬のエネルギー消費を130kg標準炭／ﾄﾝ未満にすると同時に、廃鉛固体廃棄物を100％無害化処理し、95％以上の再生鉛熔錬金属

◎第7-3-3表　再生非鉄金属産業における重点研究開発及び応用を推進する技術設備

分野	研究開発及び応用を推進する主要技術、設備
前処理	中古非鉄金属機械化分解前処理技術；廃鉛酸蓄電池無汚染破砕選別機械化国産技術；廃アルミ前処理技術；中古非鉄金属とその他の不純物の高効率分離前処理技術
熔錬	再生銅振り子式陽極炉；縦型炉及びその他の新型強化熔錬炉；廃雑銅分級直接利用技術；先進アルミ熔錬技術設備；蓄熱式燃焼技術；廃アルミ缶低焼損還元技術；廃鉛蓄電池鉛ペースト鉛ゲート分類熔錬技術；廃鉛酸蓄電池湿式冶金クリーン生産技術；原生非鉄金属生産プロセスにおいて中古非鉄金属の技術設備を利用することを奨励
省エネ・低炭素	アルミ殻、鉛殻高効率無汚染処理技術；省エネ型熔錬炉；省エネ・低炭素型固体廃棄物焼却炉；余熱回収利用技術設備；再生非鉄金属生産汚染防止技術と設備；有毒有害物質生成メカニズム、防止技術と迅速監視・測定技術の研究を強化
その他	再生非鉄金属熔錬プロセス知能化コントロール技術；再生非鉄金属自動比率調整設備；中古非鉄金属成分迅速検査・測定設備；亜鉛、ニッケル、コバルト、ゲルマニウム、インジウム、貴金属など、その他の中古非鉄金属循環リサイクル技術、設備

出典：「再生有色金属産業発展推進計画」

◎第7-3-4表　金属鉱物資源総合利用関連の973プロジェクト

番号	プロジェクトNo	プロジェクト名称	受託者	プロジェクト責任者	期間
X50	2010CB735500	鉱物資源総合利用と安全監視測定の科学課題	広州有色金属研究院	邱顕揚	2010～2012
X62	2011CBA00500	貴金属高効率利用と代替のナノ触媒材料	中国科学院福建物質結構研究所	洪茂椿	2011～2012

出典：「973計画2011年編報予算書プロジェクトリスト」

回収率を達成するとの目標を定めている。

「再生有色金属産業発展推進計画」では、第7-3-3表に示すように、今後の再生非鉄金属産業における重点研究開発及び応用を推進する技術設備を明らかにしている。

(2) 希少、希土類金属資源総合利用技術

貴州大学、北京鉱冶研究総院、翁福（集団）有限責任公司、貴州錦麟化工有限責任公司が共同で進めてきた、「第11次5ヵ年」期の「国家科学技術支援計画」である「レアアース含有中低品質燐鉱石濃縮分離核心技術研究」が2010年11月末、科学技術部の委託を受けた貴州省科学技術庁の専門家による検収を通過した。

それによると、燐精鉱品質≥32％、燐精鉱レアアース回収率>70％という成果が得られた。この技術を採用すると、燐の精細化工にも影響を及ぼさないばかりか、成熟した現有の湿式燐酸生産工程システムにも影響を及ぼさないと同時に、随伴レアアースの総合利用が可能となる。

包頭鉄鋼（集団）有限公司が担当した「第11次5ヵ年」期の「国家科学技術支援計画」の重点課題である「包頭レアアース・ニオブ資源総合利用核心技術研究」が2010年12月3日、国の検収を通過した。

この技術研究プロジェクトは、包頭鉄鋼を幹事機関として、東北大学や中国科学院長春応用化学研究所、長沙鉱冶研究所、内蒙古科技大学、北京賓隆鉱業等が共同で実施した。同プロジェクトによって、「高品質レアアース精鉱選鉱新工程技術」、「レアアース精鉱低温焙煎クリーン生産工程技術」、「排ガスフッ化硫黄回収工程技術」などの研究開発が行われ、年産7万㌧規模の高品質レアアース精鉱生産能力や選鉱が複雑な63％以上の鉄精鉱の年産200万㌧の生産ラインが作られた。[147]

このほか、北京有色金属研究総院、有研希土新材料股份有限公司が完成した「非鹸化抽出分離レアアース新工程」は、2010年度の中国有色金属工業科学1等賞を受賞した。[148]

中国では、レアアース産業の急速な発展に伴い、粗雑な採掘方式、低い資源利用率、環境汚染などの問題が顕在化しつつある。一例をあげると、包頭のレアアース資源利用率はわずか10～15％に過ぎず、四川徳昌のレアアース選鉱回収率も30％に達していない。

環境保護部は2011年1月、レアアース業界に対して、さらに厳しい「廃水、廃気、固体廃棄物」の排出基準を課した「希土工業汚染物排出標準」を公表した。

2011年2月16日の国務院常務会議では、レアアース産業における持続的かつ健全な発展を促進する政策手段として、将来の発展の青写真を描き出した。同会議では、中国のレアアース産業にとって緊急を要する克服すべき核心技術や課題を以下のようにあげている。

- レアアース抽出過程における重大科学問題や基礎理論問題
- レアアース金属鉱物におけるクリーンで効率の高い採掘
- レアアースにおけるクリーンで効率の高い製錬と精製
- レアアース金属及びその合金の省エネ環境保全設備
- 二次資源におけるクリーンで効率の高い回収利用
- 高存在量レアアース元素の高付加価値応用
- レアアース元素の生態環境影響法則とメカニズム

「中国資源総合利用技術政策大綱」によると、鉄金属鉱物資源総合利用技術については、磁鉄鉱精選作業におけるマグネットスクリーニングなど高効率利用技術、レアアース含有複合鉱とバナジウム・チタン鉄鉱の総合利用技術などを推進する方針が打ち出されている。

非鉄金属鉱物資源総合利用技術については、無廃棄物（廃棄物が少ない）採掘技術や大型低品質鉱物自然崩落法採掘技術などを推進するとしている。また貴金属鉱物資源総合利用技術については、金や銀を含有する多金属鉱選鉱の尾鉱における価値のある金属成分の総合回収と非金属鉱資源の加工技術、複雑金鉱循環流体化焙煎技術などを推進する方針を示している。

希少、希土類金属鉱物資源総合利用技術については、電解プロセスを採用してレアアース・マグネシウム中間合金技術を開発するほか、レアアース尾鉱を総合利用する技術、高効率低毒高純度ユーロピウム酸化物抽出技術、レアアース製錬分離クリーン生産プロセス技術の商業化を推進するという方向性が示されている。

金属鉱物資源総合利用について、「973計画2011年編報予算書プロジェクトリスト」に挙げられているプロジェクトを第7-3-4表に示す。

7.3.4　プラスチックと廃油リサイクル技術

近年、中国のプラスチック産業における急速な発展により、プラスチック廃棄物も蓄積されてきている。プラスチックは自然環境下では分解しにくいため、長年蓄積されてきた廃プラスチックによって、深刻な汚染（「白色汚染」）を引き起こしている。

中国の廃プラスチックリサイクル技術の研究はスター

トが遅かったものの、多数の大学や研究所、環境保護部門、メーカーなどが研究に参入した結果、大きな進歩を見せた。リサイクル技術は、主に再生回収法と化学分裂分解法に集中している。

再生回収技術については、河南周口農膜廠はこの分野において一定の成果を挙げている。同工場では、精選、分別、破砕、改良造粒、ブローフィルムなどの処理プロセスを通じて、プラスチックから農業用薄膜を生産している。

一方、鄭州市塑胶有限公司は、廃プラスチック油化技術の研究に成功し、ガソリンとディーゼル油を年間3～30ﾄﾝ程度生産している。また、北京麗坤化工廠は廃PE、PP、PSを原料に、二段法プロセスを採用して常圧触媒条件下で反応させ、ガソリンとディーゼル油を生産している。このほか、中国科学院山西煤化所と江西西華化工公司は共同で廃プラスチック製油技術を開発し、二次汚染を発生することなく、1ﾄﾝの混合プラスチックから560kgの90号ガソリン、140kgの0号ディーゼル油、50kgの蝋、190kgの分解ガスを生産している。[149]

「中国資源総合利用技術政策大綱」は、以下の廃プラスチックリサイクル技術の開発を推進するとしている。

①廃プラスチック再生利用と機械化分類技術
②廃プラスチック活性化無機フィラー改良、繊維増強改良、弾性体増靭改良、樹脂合金改良、チェーン構造改良などの化学再生利用技術
③廃ペットボトルを利用してポリエステルチップを生産する技術
④廃プラスチック、廃木質材料を利用してウッドプラスチック材料及び関連製品を生産する技術

2009年現在、中国では工業と自動車に使われる各種潤滑油が610万ﾄﾝに達し、年5～8％の割合で増加している。このままいくと、2020年には中国の潤滑油消費量は1000万ﾄﾝを超え、世界第一の消費大国になると見込まれている。

潤滑油は使用された後、廃油になるが、このうちの90～95％が再利用できる。中国では廃油の大部分はボイラの燃料として再利用されているが、一部はディーゼル油として違法に市場で取り引きされており、問題となっている。

科学的に廃油リサイクルを進めることは、中国ではまだスタートしたばかりである[150]。こうしたなかで2010年5月、上海宝冶集団有限公司が受託した宝鋼発展有限公司再生油産業化プロジェクトがスタートした。同プロジェクトは、宝鋼発展有限公司の4大産業計画における最初のプロジェクトであり、廃油回収及び再生利用に焦点があてられている。同プロジェクトの投資総額は1億3900万元であり、第1期で4000万元を投じて先進の廃潤滑油加工及び廃乳化油処理生産ラインが建設される。また、第2期では9900万元を投じて、外国の先進廃油再生プロセスを導入することになっている。[151]

天津渤海和興集団の廃油水素化環境保護再生プロジェクトもスタートする予定になっている。同プロジェクトは年間廃潤滑油30万ﾄﾝを処理する能力を有し、現在世界最大の廃油再生工場の規模に相当する。敷地面積は12.4万m^2、投資総額6億8000万元である。[152]

中国では、廃油リサイクルにおける政策や法律の未整備に加えて、廃油による環境への危険性に対する人々の認識不足、規制メカニズムの欠如などによって、正常な廃油処理チャンネルが機能しない、正しく運営されている処理施設が本来の役割を発揮できないなどの問題が生じている。

例えば、一部の小さい製油所は、自動車修理工場から廃油を購入し、不純物の混ざったガソリンやディーゼル油を製造してガソリンスタンドに転売していた。こうした燃料油は、自動車のエンジンに悪影響を及ぼすだけでなく、爆発事故につながる危険性もある。同時に、土法精製（clay refining）と呼ばれる方法で製造することによって深刻な環境汚染を引き起こしている。[153]

7.3.5　廃棄物処理技術

中国政府は2010年12月、工業固体廃棄物総合処理と資源化の核心技術を研究開発するために、2億元を国家863計画資源環境技術領域弁公室向けに計上した。

工業固体廃棄物の総合処理と資源化利用を目標として、エネルギーや冶金、化学工業、軽工業など重点産業における突出した固体廃棄物汚染問題を優先として、40～50の資源化利用リサイクル製品を開発するとともに、効率が高くクリーンで経済性を兼ね備えた工業固体廃棄物総合処理と資源化利用統合技術システムを構築するのがねらいである。また、石炭ベースの固体廃棄物や代表的な金属くず、工業用石膏などの無害化処理と資源化利用も重点的に行うとしている。

公表された8件の課題は、フライアッシュからシリカを抽出して高不透性の用紙を生産する技術や石炭化工灰から少ないエネルギー消費でアルミ系塩化物を製造する技術、屑石炭廃物シリカ-アルミ石炭高付加価値利用技術、濃縮と無害化技術、スラグ活性成分固体化と資源化利用技術、燐石膏の分解で硫黄から硫酸を製造する技術、塩化カルシウムベース廃棄物の多段階循環と高付加価値利用技術、製革固体廃棄物からエコタイプの工業用補助薬剤を生産する技術である。[154]

これ以外にも、地方政府が2010年以来、一部の廃棄資源及び中古材料の回収・加工利用プロジェクトと再生資源利用プロジェクトを承認している。この中には、天津市における日量800ﾄﾝを処理するゴミ焼却炉プロジェクト、上海市の中古家電分解センタープロジェクト、上海市の電子廃棄物分解ライン拡張プロジェクト、重慶市の電子廃棄物分解処理プロジェクト、河北省の危険廃棄物処理センタープロジェクト、江蘇省の泗陽中古タイヤ・中古ゴムリサイクルプロジェクト、浙江省の年産60万台規模の中古家電回収・分解・生産ラインプロジェクトなどがある。[155]

「中国資源総合利用技術政策大綱」は、今後の廃棄物処理技術の推進方向について以下のようにまとめている。

①中古金属再生利用技術については、機械化手段を用いて中古車、中古船舶などの機械設備の分解・利用を行う。黄雑銅（主な成分は黄銅スクラップ）から高精度板、帯、管を直接生産する技術などを推進する。

②中古家電及び電子製品再生利用技術については、加熱析出、触媒分解などによって液晶パネル上の液晶物質と貴金属インジウムを回収して無害化処理する技術、エコ型侵食、酸化水分解、電解、製錬などの技術でチップなど貴金属含有廃棄物を処理して金、銀、パラジウムを回収する技術などを推進する。

③中古ゴム、タイヤ再生利用技術については、ゴム粉の活性と利用率の向上を実現するゴム粉活性化技術などを推進する。

④中古段ボールと古紙再生利用技術については、中古段ボールの高濃度連続破砕、繊維分級処理、中高濃度選別などの技術、中古新聞及び塗料、印刷インクなどインク紙を処理する高濃度スクリーン、高濃度漂白等の技術を推進する。

⑤廃棄プラスチック再生利用技術については、廃棄プラスチックの物理的再生利用と機械化分類技術、繊維増強改良、弾性体靭性増強改良など化学再生利用技術等を推進する。

⑥廃棄ガラス再生利用技術については、廃棄ガラスを原料として平板ガラスやボトル容器などガラス製品を生産する直接再生利用技術などを推進する。

⑦建築廃棄物再生利用技術については、コールタール混合再生道路材料改良製造技術・設備を推進し、建築ゴミの減量化抑制技術及び建築プロジェクトにおける建築ゴミ再生材料の応用プラントを研究開発する。

⑧その他の廃棄物資源総合利用技術のうち生活廃棄物資源総合利用技術については、都市生活ゴミや汚泥の高効率焼却と排ガス処理技術、重金属残留などの問題を解決する都市汚泥を用いた有機肥料の生産技術、都市汚泥による焼結レンガの生産技術を研究開発する。養殖廃棄物の資源総合利用技術では、エビや蟹の殻などの廃棄物を利用して関連生物製品を開発する技術を研究開発する。

科学技術部863計画資源環境技術領域弁公室は2010年11月、「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）の一環と

◎第7-3-5表　大量工業固体廃棄物総合処理・資源化に関する863計画公募案件

課題1：石炭灰から酸化ケイ素を抽出して高稠密文化用紙を生産する技術		
	研究目標	石炭灰からアモルファスSiO_2を抽出して高稠密文化用紙を製造するにあたっての核心技術のブレークスルーを達成するとともに、石炭灰処理と高稠密紙製造の生態的なリンクを確立し、高アルミ石炭灰の大量消費と付加価値利用を実現する。
	主要研究内容	化学的方法で石炭灰から酸化ケイ素を抽出して製紙用稠密材料を製造する技術を重点的に開発する。
		高稠密文化用紙製造とリサイクル技術を重点的に開発する。
		脱シリコン石炭灰改良造粒によって吸着材料を製造するとともに、造紙廃水処理技術に応用する技術を重点的に開発する。
		万トン級の高アルミ石炭灰によって、高稠密文化用紙を製造する全プロセスを統合して改良する。
	主な審査指標	石炭灰から酸化シリコンを抽出して高稠密文化用紙を生産する関連プロセス技術・設備を構築し、石炭灰総合利用率>90%、石炭灰中のアモルファスSiO_2抽出率>80%、新型ケイ酸塩稠密材料添加量>50%、製紙添加物<50%を実現する。
		年産10万㌧規模の高稠密文化用紙実証プロジェクトを立ち上げ、3～6ヵ月以上の期間にわたって安全で経済的、安定した運転を実現するとともに、主要再利用製品と全プロセスにおける「廃気、廃水、固体廃棄物」の排出が関連指標をクリアする。
		国家発明特許を申請し、業界基準を作成する。
	課題支持期間	2011年～2015年
	補助金額	1200万元、自己調達資金は5000万元以上
課題2：石炭化工フライアッシュを用いて低エネルギー消費でアルミ系塩化物を製造する技術		
	研究目標	石炭化工フライアッシュを低いエネルギー消費で活性化するコア技術のブレークスルーを達成し、一定規模での資源利用及び多種の高付加価値製品を製造するコア技術と設備を研究開発する。
	主要研究内容	石炭化工フライアッシュの低温活性化とアルミ抽出強化技術、陽イオン不純物カスケード分離技術、塩化アルミニウム純化分離技術を重点的に開発する。
		余剰溶液のアルミ再利用で無機凝集剤を製造する技術を重点的に開発する。
		万トン級規模の高アルミ含有の石炭化工フライアッシュで、アルミ系塩化物を製造する全プロセスを統合、改良する。
	主な審査指標	石炭化工フライアッシュ総合利用率>90%、活性化温度<1000℃、酸化アルミニウム抽出率>70%、フライアッシュ減量>30%、余分溶液アルミ100%利用、塩化アルミニウム製品コスト<1600元/㌧を実現する。
		年産2万㌧規模のアルミ系塩化物製品実証プロジェクトを立ち上げ、3～6ヵ月にわたって安全で経済的かつ安定した運転を実現するとともに、主要再利用製品と全プロセスにおける「廃気、廃水、固体廃棄物」の排出が関連指標をクリアし、顕著な省エネ効果を達成する。
		国家発明特許を申請し、業界基準を作成する。
	課題支持期間	2011年～2015年
	補助金額	1200万元、自己調達資金は1200万元以上

課題3：石炭くずに含まれるケイ素、アルミ、炭素の資源化高付加価値利用技術		
	研究目標	石炭くずの省エネか焼、アルミ、ケイ素の分離製造シリーズの高付加価値化アルミ、ケイ素製品のコア技術・設備の開発を成し遂げ、石炭くずの大規模消費と高付加価値利用の技術サポートを行う。
	主要研究内容	石炭くず中の炭素の高効率燃焼と、ケイ素、アルミ活性化新技術・装備を重点的に開発する。
		アルミ、ケイ素の分離とアルミ系凝集剤製造技術を研究開発する。
		余熱低温固化過程で発生する廃液、固体廃棄物を利用して、ハイエンドな環境保護建材を製造する技術を研究開発する。
		万トン級規模の石炭くず中のケイ素やアルミ、炭素を段階的に利用するとともに一定規模で処理する全プロセスを統合して改良する。
	主な審査指標	石炭くずの一定規模での高付加価値利用プロジェクト関連技術を確立し、石炭くず総合利用率>90％、$A1_2 0_3$ 抽出率>92％、SiO_2>90％、ホワイトカーボンと重合塩化アルミニウムなど再利用製品が国の関連基準をクリアする。
		年間2万㌧の処理能力を持った元素総合利用実証プロジェクトを立ち上げ、3～6ヵ月にわたって安全で経済的、安定した運転を実現するとともに、全プロセスにおける「廃気、廃水、固体廃棄物」の排出が関連指標をクリアする。
		国家発明特許を申請し、業界基準を作成する。
	課題支持期間	2011年～2015年
	補助金額	1000万元、自己調達資金は2000万元以上
課題4：スラグ活性成分の固化と資源化利用技術		
	研究目標	スラグ中のカルシウム、マグネシウム活性成分の安定固化及び大規模資源化利用核心技術・設備を研究開発し、高付加価値製品体系を構築する。
	主要研究内容	液状スラグの転換を行い、陶器などの製品を製造する核心技術・設備を研究開発する。
		廃棄スラグ活性成分を迅速に固化し、低コストで気泡コンクリートを生産する核心技術を研究開発する。
		スラグ中のカルシウム、マグネシウム活性成分を段階的に抽出し、炭酸カルシウム、吸音材料などの高付加価値製品を製造する核心技術を研究開発する。
		万トン級規模のスラグカスケード利用と一定規模の処理の全プロセスを統合して改良する。
	主な審査指標	スラグを利用して陶器や気泡コンクリート、炭酸カルシウム、吸音材料を製造する核心技術と設備を確立し、スラグ含有量>40％を実現する。
		カルシウム抽出率>75％、吸音係数>0.5
		製品が関連の業界基準を満たし、それぞれ万トン級規模の陶器、気泡コンクリート製造実証プロジェクト、ならびに1000㌧級以上の以上の炭酸カルシウムと吸音材料を製造する工業モデル設備を建設する。
		実証プロジェクトでは、3～6ヵ月以上にわたって安全かつ経済的で安定した運転を実現するとともに、全プロセスにおける「廃気、廃水、固体廃棄物」の排出が関連指標をクリアする。
		国家発明特許を申請し、業界基準を作成する。
	課題支持期間	2011年～2015年
	補助金額	1200万元、自己調達資金は1800万元以上
課題5：皮革製造固体廃棄物で環境保護タイプの軽工業向け添加物を生産する技術		
	研究目標	皮革くずにおけるクロムなど重金属除去技術、コラーゲンを抽出して軽工業向け添加物を製造する技術等、社会経済効果に優れた大規模資源化利用技術を研究開発し、皮革業界における持続的な発展に対して技術的支援を行う。
	主要研究内容	皮革くずを破損することなくクロムを除去するとともにクロムを再利用する技術、アンモニアを使わないでカルシウムを除去する技術、加水分解コラーゲン分子の大きさと分布をコントロールする技術、コラーゲン溶液の濃縮・乾燥技術、環境保護タイプの軽工業向け添加物を製造する技術を重点的に開発する。
		完備された技術システムを構築する。
	主な審査指標	自主的な知的財産権を持った、皮革くずの無害化及び高付加価値利用コア技術と高付加価値製品を確立する。
		皮革くず総合利用率>90％、コラーゲン抽出率≥90％、クロム回収率≥99％を達成し、国家基準GB2732-2005をクリアするとともに、グリーン軽工業向け添加物コラーゲン製品6-7種類を合成する。
		1000㌧級規模の実証プロジェクトを立ち上げ、3～6ヵ月以上にわたって安全で経済的な安定運転を実現し、アンモニア性窒素と有害ガスを排出せず、廃水排出が関連指標をクリアする。
		国家発明特許を申請し、業界基準を作成する。
	課題支持期間	2011年～2015年
	補助金額	1100万元、自己調達資金は1200万元以上

出典：「大宗工業固廃総合処理与資源化関鍵技術重大項目課題申請指南」

◎第7-3-6表　固体廃棄物総合利用関連の973プロジェクト

番号	プロジェクトNo	プロジェクト名称	受託者	プロジェクト責任者	予算期間
X5	2011CB201500	燃焼可能な固体廃棄物エネルギー化、高効率クリーン利用メカニズム研究	浙江大学	厳建華	2011～2012

出典：「973計画2011年編報予算書プロジェクトリスト」

して、「大量工業固体廃棄物総合処理・資源化核心技術重大プロジェクト課題申請指南」（「大宗工業固廃総合処理与資源化関鍵技術重大項目課題申請指南」）を公表し、第7-3-5表に示すような研究課題を公募した。

固体廃棄物総合利用について、「973計画2011年編報予算書プロジェクトリスト」に挙げられているプロジェクトを第7-3-6表に示す。

7.4　自然生態管理分野

7.4.1　生態系の観測・評価・予測技術

(1) 生態環境モニタリングの現状[156]

中国では、生態環境モニタリングの展開が遅れていることに加えて、統一された基準がないのが現状である。また、多くの分野において国が定めた技術マニュアルはないが、農業や海洋などの分野では比較的詳細な技術マニュアルがある。

環境モニタリングに関しては、都市環境や工業汚染、環境品質のモニタリングが重視されている一方で、生態環境モニタリングが軽視されている。中国において生態モニタリングは主に生態汚染モニタリングに限られており、現有のモニタリング能力や技術、設備水準から見ると、生態汚染指標を優先する必要があるとの見方がある。また、経済発展による生態環境への影響に関するモニタリングが当面の急務になっている。

中国では現在、多くの先端技術や手法が生態モニタリングに応用されていないことに加えて、一層の開発と実施が当面のモニタリングの重点となっている。とくに、実用性の高い生態モニタリング指標体系と方法の構築及び生態類型モニタリング技術を進展させることが必要となっている。

(2) 生態モニタリングの発展傾向[157]

中国における生態モニタリングの発展方向は、以下のようにまとめることができる。

- リモート・センシング技術と地表の監視測定技術を統合し、マクロとミクロの両面から全面的に生態の品質を審査・判断する。
- グローバルな生態の品質変化に配慮し、生態品質の評価に際して現状評価からリスク評価に転換する。
- 情報管理における基準化、規範化を強化し、国家間の協力を強化する。

(3) 重大研究プロジェクト

中国における生態システムモニタリング、評価、予測技術研究分野の重大プロジェクトを第7-4-1表に示す。

◎第7-4-1表　生態システム研究分野の重大プロジェクト

プロジェクト（課題）名称	出所	責任者	開始時期	終了時期
中国における主要陸地の生態システム機能と生態安全	973計画	傅伯潔	2009	2013
典型地区の農地生態システムの生産能力、資源利用効率、環境品質の同時向上の管理方法	973計画	陳利頂	2005	2010
主要農地の土壌生物多様性及び生態機能	973計画	賀記正	2007	2010
桂西丘陵地の石山総合整備と生態農業技術集成及びモデルプロジェクト	国家科技支援計画	曾馥平	2009	2011
溶岩坂地高効率農業技術とモデルプロジェクト	国家科技支援計画	——	2008	2011
耕地の砂漠化及び塩化防止と生態建設試験またはモデルプロジェクト	国家科技支援計画	趙明	2007	2010
民勤連古城における雨水を利用する白刺類砂堆生物生態システム構築技術モデル	科学技術部	李新栄	2007	2010
熱帯天然次生林の回復技術研究	国家科技支援計画	駱土寿	2007	2010
カルスト地形における衰弱生態システム総合整備技術とモデル	国家科技支援計画	王克林	2006	2010
浅海区における典型的な高効率生態養殖技術の研究開発	国家科技支援計画	杨紅生	2007	2012
乾燥砂漠地における灌木林の成長過程モデルと生態システムのシミュレーション	863計画	趙成義	2007	2010
中国における陸地生態システムの炭素－窒素－水の関係と環境影響メカニズム	973計画	于貴瑞	2010	2014
草地生態システムの適応性管理	科学技術部	韓建国	2005	2010
北方の草地と農牧交差帯における生態システム維持と適応性管理の科学基礎	973計画	韓建国	2007	2011
草地と荒漠地の生態システム機能形成と制御メカニズム	973計画	韓建国	2009	2013
遼河平原における農地生態システムの退化過程と水肥要因メカニズム	973計画	韓建国	2009	2013
カルスト地形における生態システムの機能適切化と総合制御	973計画	王克林	2006	2011
南方紅土区における農地生態システム評価と最適化モデル	973計画	王興祥	2005	2010
地球温暖化がチベット高原生態システムの炭素循環に及ぼす影響	国家自然科学基金	黄玫	2009	2010
中国における典型的草地生態システムの水・炭素カップリング指標が気候変動に及ぼす影響	国家自然科学基金	胡中民	2010	2012
地球温暖化が荒漠地隠花植物の多様性及びその有機複合体の生態機能に及ぼす影響	国家自然科学基金	李新栄	2009	2011
乾燥砂漠化地区の土壌－植生システム修復の生態水文学メカニズム	傑出青年基金	李新栄	2009	2011
熱帯海洋生態の研究	中国科学院革新チーム	黄良民 銭培元	2008	2012

プロジェクト（課題）名称	出所	責任者	開始時期	終了時期
マングローブ生態システムの気候変動影響への対応	中国科学院 方向課題	王友紹	2010	2011
海洋養殖生態システムの持続可能な発展における重要生物と環境過程	中国科学院プロジェクトチーム 専門家経費	黄良民 鞠建華	2009	2011
西南カルスト地形における生態システムの有機炭素の累積メカニズムと固定ポテンシャル	中国科学院重要 方向プロジェクト	蘇以栄	2009	2011
カルスト地形における生態システム分布変化と生態システム機能の最適化	中国科学院 革新チーム	王克林	2007	2010
西南カルスト地形における生態システム退化メカニズムと適応性修復試験モデルの研究	中国科学院西部 行動計画	王克林	2007	2010
広西北部カルスト地区における人工草地生態システムの生産力と安定性についての研究	西部の光人材育成	譚支良	2008	2011
広西北部カルスト地区における衰弱生態システム凋落傾向と肥料自給メカニズムについての研究	西部の光人材育成	曾昭霞	2008	2011
珠江口及び近隣海域の環境生態修復計画	海洋と漁業重大 専門プロジェクト	黄小平	2009	2010
長白山における生物多様性保全と自然生態修復技術試験モデル	国家科技支援計画	——	2006	2010
チベットにおける寒冷、乾燥退化生態システムの回復技術と回復モデル	科学技術部	方江平	2007	2010
長江上流生態システムの生物多様性保全機能の評価と重要性評価	——	朱万澤	2006	2010
ジュンガル盆地南部荒漠地の生態経済機能及び生態補償についての研究	国家科技支援計画	徐海量	2008	2010

出典：中国科学院生态环境研究中心、国家生态系统观测研究网络をもとに作成

7.4.2　陸域管理・再生技術

中国政府は近年、大規模な植樹造林を奨励するとともに、砂漠化防止策として政府の主導による緑化活動も推進している。中国における生態システムに関する陸地管理と再生技術の重大プロジェクトを第7-4-2表に示す。

7.4.3　陸水管理・再生技術

環境保護部、国家発展改革委員会、水利部等は2010年11月30日、「重点流域における水汚染防止第12次5ヵ年規画編制大綱」（「重点流域水汚染防治“十二五”規劃編制大綱」）を公表した。

同大綱には、8大重点流域の水汚染防止計画が盛り込

◎第7-4-2表　陸地管理と再生技術の重大プロジェクト

プロジェクト（課題）名称	出所	責任者	開始時期	終了時期
ヤチダモ林の育成核心技術についての研究とモデルプロジェクト	第11次5ヵ年規画 科学技術支援計画	王政権	2006	2010
羊河下流荒漠化の過程と水・土壌の総合作用メカニズムについての研究	973計画	劉立超	2009	2013
黄土高原水土流失総合整備プロジェクトの核心支援技術についての研究－水土保持耕作核心技術	科学技術部	郝明徳	2006	2010
大亜湾海域における細菌成長効率の昼夜変化規律とその影響要因に関する研究	国家青年科学基金	宋星宇	2010	2012
台風前後の浮遊植物群落の構造変化とその影響構造に関する研究	国家自然科学基金	唐丹玲	2010	2012
砂嵐の運行規律とオアシス防護帯地下構造とのカップリング関係に関する研究	国家自然科学基金	杨自辉	2010	2012
半乾燥砂地地区の土壌－植生システムにおける降雨水量の配分と水量転化に関する研究	国家自然科学基金	劉新平	2009	2011
半乾燥砂地の地下水補給機能に関する比較研究	国家自然科学基金	超銅会	2009	2011
土壌活性有機炭素の乾燥砂地植生への影響とその意義	国家自然科学基金	贾晓紅	2009	2011
騰格里沙漠砂固定植生体系における主要灌木種生態応対対策に関する研究	国家自然科学基金	趙景光	2009	2011
荒漠植物の極端乾燥に対する耐性限界と構造メカニズム及びその意義	国家自然科学基金	周海燕	2009	2011
荒漠生物土壌有機複合構造の水文学物理特性及び降水浸入と蒸発への影響	国家自然科学基金	王新平	2009	2011
山地湿性常緑広葉林寄生植物の気候変動への反応とその生物指示機能に関する研究	国家自然科学基金	劉文耀	2009	2011
オアシス及びその周辺地区の地上0～50m砂嵐の水平流量に関する研究	国家自然科学基金	趙明	2009	2011
砂生植物形成メカニズム及び生物学意義に関する研究	国家自然科学基金	徐先英	2008	——
中国における陸地の二酸化炭素除去過程・活動・メカニズムに関する管理決策支援システムの研究	国際協力 プロジェクト	王紹強	2010	2012
南方紅土丘陵地区における草食動物の発展	中・オーストラリア 協力プロジェクト	文石林	1989	——

出典：中国科学院生态环境研究中心、国家生态系统观测研究网络をもとに作成

◎第7-4-3表　内陸部における水域管理と再生技術分野の重大プロジェクト

プロジェクト（課題）名称	出所	責任者	開始時間	終了時間
湿地水環境機能退化及び総合回復メカニズム	973計画	楊敏	2007	2011
海河流域生態変化と回復メカニズム	973計画	欧陽志雲	2007	2011
典型的生態システムの水生態機能と回復メカニズム	973計画	王效科	2007	2011
湿地生態システム水需要の動力メカニズムと全体シミュレーション	973計画	郭良宏	2006	2011
湿地クローン植物の水－陸異質環境への生態適応	国家自然科学基金	肖克炎	2009	2011
水生植物の緯度傾斜に沿った現地適応性に関する研究	国家自然科学基金	肖克炎	2009	2011
洪水の湖沼水生植生への動態的影響	国家自然科学基金	于丹	2008	2010
半乾燥砂地の地下水補給機能に関する比較研究	国家自然科学基金	张铜会	2009	2011
珠江口及び近隣海域における生物輸送と生産過程のカップリングメカニズム	中国科学院課題	王友紹	2009	2011
カルストにおける窪地植生の分布とその維持メカニズムに関する研究	西部の光人材育成計画	彭晩霞	2010	2012
珠江口及び近隣海域の環境生態修復計画	海洋と漁業重大専門プロジェクト	黄小平	2009	2010
珠江口の環境生態状況と変化規律に関する研究	水利部プロジェクト	黄小平	2009	2010

出典：中国科学院生态环境研究中心、国家生态系统观测研究网络をもとに作成

まれた。具体的には、中国の重要淡水源である三峡ダムの上流工業区を5つの管理区として、それぞれ実態にあった対策を取るという計画を打ち出すとともに、三峡ダム上流の省市に対しても汚染防止対策を実施するよう要求した。

同計画は、中国の広大なダム水域の汚染対策にとって範例になると期待されている。これ以外にも、生態システムの回復を目的とした遼河流域水汚染防止計画大綱では、遼河主流に保護区を設定するとともに生態保護目標を具体的に提示している。

中国における生態システム内の内陸水域管理と再生技術分野の重大プロジェクトを第7-4-3表に示す。

7.4.4　海洋管理・再生技術

国家海洋局は2006年11月、「国家『第11次5ヵ年』海洋科学技術発展規画綱要」（「国家“十一五”海洋科学和技術発展規画綱要」）を公表し、「第11次5ヵ年」期間中の海洋分野の科学技術発展目標を以下のように定めた。

①海洋基礎科学研究能力と研究水準を向上する

②重大海洋核心技術の自主的な研究開発を強化する

◎第7-4-4表　海洋モニタリング技術

技術	内容
海洋リモートセンシング・モニタリング技術	◇衛星海洋リモートセンシング・モニタリング技術、衛星リモートセンシング・モニタリング情報収集・分析と応用技術など。 ◇海洋航空リモートセンシング・モニタリング技術と情報応用技術
近海環境モニタリング技術	◇海洋赤潮総合モニタリング技術◇水質と汚染パラメータの総合モニタリング技術 ◇新型海洋生態環境リモートセンシング・モニタリング技術 ◇油分総合モニタリング◇栄養塩自動リアルタイム分析 ◇近海海洋環境モニタリング集積技術など
遠海環境モニタリング技術	◇海洋動力環境と移動目標のレーザー探測技術 ◇多機能新型錨浮標技術 ◇多パラメータ断面漂流浮標技術◇水中滑走器技術 ◇水面下智能動力プラットフォーム技術◇海洋水面下検査測定と探査技術 ◇海洋動力モニタリング・モデルシステムの構築
海底環境モニタリング技術	◇海床地震の動態モニタリング ◇海底地震の動態モニタリング ◇海底泥砂転移モニタリング ◇海底土の液化と海底地滑りの動態モニタリング ◇海水侵入モニタリング ◇海底深部地球化学要素モニタリング ◇海床浅層ガスの遷移と放出モニタリング ◇海床沈殿物汚染モニタリング技術 ◇海底パイプライン・モニタリングなどの技術 ◇海底環境モニタリングモデル区の構築
海洋モニタリングデータ伝送と情報応用技術	◇海洋モニタリングデータ伝送技術 ◇多機能情報処理技術◇情報安全技術 ◇大量データの情報集成・開発と応用技術プラットフォームの構築

出典：「国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要」

③海洋科学技術イノベーション体系を健全化する
④自主イノベーション能力を大幅に強化する
⑤海洋経済、災害防止・削減、海洋安全への科学技術の支援力を強化する
⑥海洋経済への海洋科学技術の貢献率を50%にする
⑦海洋科学技術資源配置を最適化し、海洋科学技術の高級人材を30%増やす
⑧2020年までに、海洋科学技術の全体水準を中等先進国と同等のレベルに引き上げ、海洋強国の構築に不可欠な科学技術基盤を整備する

(1) 海洋モニタリング早期警報技術の発展と海洋環境保全の保障能力向上

「国家『第11次5ヵ年』海洋科学技術発展規画綱要」では、海洋事業のニーズを中心として、海洋モニタリング、海洋環境と災害の早期警報及び応急保障技術を開発するとともに、海洋環境データの収集及び海洋早期警報能力・レベルを向上し、沿海地区の経済と社会の調和のとれた発展と海洋安全に技術的な支援を行うという方針を打ち出した。

①海洋モニタリング技術
同綱要において、重点的に開発することになっている海洋モニタリング技術を第7-4-4表に示す。

②海洋環境と災害早期警報及び応急保障技術
同綱要に盛り込まれている海洋環境と災害の早期警報及び応急保障技術を第7-4-5表に示す。

(2) 海洋開発保護技術の開発と海洋経済の健全発展の促進

「国家『第11次5ヵ年』海洋科学技術発展規画綱要」では、近海海洋資源の利用水準を引き上げ深海の戦略資源

◎第7-4-5表　海洋環境と災害早期警報及びその応急保障技術

技術	内容
近海海洋災害早期警報技術	◇風津波、災害を引き起こす規模の波浪、赤潮と津波の早期警報技術 ◇海氷早期警報と災害リスク予測、海面風フィールド精緻化予報、津波高精度快速デジタル予報、海岸帯海洋災害リスク評価技術等 ◇海岸浸食、海水侵入と沿海湿地退化による海岸地質災害の早期警報技術
遠海及び世界海洋環境早期警報技術	◇エルニーニョ海洋環境変異予測技術 ◇世界風フィールド、波浪、大洋温度のデジタル予報技術及び3次元データの同化技術 ◇遠海航行ラインの安全保障技術
海上突発事件応急早期警報技術	◇油分応急予報技術 ◇水質汚染応急予報技術 ◇海上事故目標確定と応急予報技術など
海洋災害及び海上突発事件の応急保障総合集成技術	◇海上突発事件の応急指揮システム ◇海洋災害早期警報と応急保障データベースシステム ◇海洋災害と海上突発事件の応急保障補助対策支援プラットフォーム技術

出典：「国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要」

◎第7-4-6表　海洋エネルギーと鉱産資源技術

技術	内容
近海の油・ガス探査と高効率開発に関わる重要技術	◇近海海域の油・ガス探査技術 ◇海洋油・ガス層特性の把握技術 ◇採収率向上のための重要技術 ◇極限油・ガス田の水面下生産システム、地質支援油田掘削システム ◇局限油・ガス田採掘技術と海上油・ガス田プロジェクトの安全保障技術 ◇第2世代油田掘削試験システムと近海油・ガス田の複合駆動技術 ◇中国に特徴的な近海の極限油・ガス田開発技術モデルの構築
深海油・ガス資源探査・開発にとって重要な技術と設備	◇深海複雑構造と高精度深層地震探査技術 ◇深海採掘とプロジェクト保障にとって重要な技術と設備
海底の天然ガスハイドレート探査と開発にとって重要な技術と設備	◇地球物理と地球化学探査 ◇ボーリングサンプルの採集技術と設備 ◇採掘メカニズムと採掘模擬試験技術等
深海探査測定及び大洋鉱産資源の開発にとって重要な技術	◇海底地形と構造探測技術 ◇海底直視探測とサンプル採集技術 ◇高精度地震探査技術 ◇デジタル制御油井探測技術 ◇鉱産資源総合迅速評価技術 ◇海底長期観測技術 ◇深海環境模擬技術等
海洋の再生可能エネルギー開発利用技術	◇島嶼及び沿岸部での風力発電にとって重要な技術 ◇潮汐エネルギー、潮流エネルギー、波浪エネルギーと温度差エネルギーの開発・利用技術 ◇小型実用波浪エネルギー発電所、温度差発電所の実験用設備及び万キロワットレベルの潮汐エネルギー発電所の研究・建設等

出典：「国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要」

の備蓄を拡大するために、近海と深海の油・ガス田、天然ガスハイドレート、大洋の海底資源探査・開発、海水淡水化と総合利用などの重要技術と重大設備を重点的に開発するとしている。

また、海洋生態環境保護技術に関する研究を強化し、海洋開発と環境保護技術体系を構築するほか、積極的に海洋産業を育成し、中国の海洋経済成長モデルの変更を促進するための技術基盤を作ることが盛り込まれている。

①海洋エネルギーと鉱産資源開発技術

同綱要において、重点的に開発することになっている海洋エネルギー及び鉱産資源開発技術を第7-4-6表に示す。

②海洋生物資源開発技術

同綱要において、重点的に開発することになっている海洋生物資源開発技術を第7-4-7表にまとめる。

③海洋生態と環境保全技術

同綱要に盛り込まれている海洋生態と環境保全技術を第7-4-8表に示す。

◎第7-4-7表　海洋生物資源開発技術

技術	内容
海水養殖種プロジェクト	◇海洋生物細胞育種と分子育種技術 ◇細胞と遺伝子育種技術 ◇いくつかの貴重海洋生物の生殖管理と育種繁殖技術 ◇重要生物種の保護・保育技術 ◇重要海洋生物の成長などに関する研究 ◇良質、高産出の魚、えび、貝、藻の新品種の育成技術
海水健全養殖技術	◇生態養殖システム構築技術と養殖容量評価技術 ◇海水養殖生物病害抑制技術 ◇海水養殖用高効率健全飼料の開発技術 ◇深海網箱養殖技術と設備 ◇海産物の安全検査技術 ◇病原迅速検査技術 ◇損害を受けた養殖区の機能回復技術等
海洋生物資源の高付加価値利用と機能遺伝子開発技術	◇海洋水産高度加工技術 ◇海洋生物製薬技術と医療用生物新材料技術 ◇超高圧・超臨界膜分離技術及び海洋活性天然産物の高効率選別、分離、鑑定技術等 ◇海洋薬用機能遺伝子の開発技術 ◇海水養殖重要病原生物機能遺伝子の開発技術 ◇深海と海洋生物共生微生物育成技術 ◇深海微生物マクロゲノム技術 ◇重大疾病を防ぐための海洋薬物
海洋生物資源の持続可能な利用技術	◇近海漁業資源の持続可能な利用管理と回復保全技術 ◇漁業資源養護と繁殖技術 ◇重要資源生物生存地修復技術 ◇人工暗礁プロジェクト及び海洋牧場建設にとって重要な技術 ◇主要漁具基準化技術 ◇遠洋と極地重要海洋生物資源の開発利用技術 ◇遠洋漁場環境情報獲得技術 ◇海岸耐塩性植物の開発利用技術等

出典：「国家“十一五”海洋科学和技**术发**展**规划纲**要」

◎第7-4-8表　海洋生態と環境保全技術

技術	内容
沿海重点海域の総合整備技術	◇渤海、長江口などの汚染物総量規制と傾向予測技術 ◇沿海部での海洋災害予測、リスク評価と防止技術 ◇海上での油漏洩、赤潮と突発汚染事件の緊急処理技術 ◇海域環境品質予報と海域汚染防止技術 ◇海上総合実験場の建設技術
海洋生態修復技術	◇マングローブ、海草床、サンゴ礁、臨界湿地、島嶼などの代表的な生態システムの回復と修復技術 ◇沿海域の富栄養化防止生態プロジェクト技術、汚染物海洋処置、病毒・病害モニタリング技術 ◇海洋生態損害評価・回復技術等
海洋生物多様性保全技術	◇生物多様性モニタリング・評価技術 ◇貴重、絶滅危惧生物種のモニタリング・救援技術 ◇代表的な海域水生生物と貴重、絶滅危惧生物種の繁殖と保護技術 ◇海洋生物多様性分布と数量評価及び予報モデルなどの技術

出典：「国家“十一五”海洋科学和技**术发**展**规划纲**要」

◎第7-4-9表　野生動物管理と野外養殖技術に関わる重点プロジェクト

プロジェクト（課題）名	出所	責任者	開始時期	終了時期
重要海水養殖動物病害発生と免疫防止の基礎研究	973計画	秦啓偉	2006	2011
魚類病原ビブリオを引き起こす遺伝子と病気発生	973計画	胡超群	2006	2010
絶滅危惧生物種名称目録から除外された種の生存力分析－アケボノスギを例に	国家自然科学基金	李媛媛	2008	2010
中国近海典型海域生物生産過程及び資源補充メカニズム	中国科学院革新プロジェクト	黄良民	2007	2009
ハタ虹彩ウィルス感染の分子メカニズム及び重要な防御技術	中国科学院方向プロジェクト	秦啓偉	2009	2011
西沙における特色生物資源増殖とサンゴの病害防御に関わる重要技術	国家科技支援課題	胡超群	2009	2012
南シナ海における藻類生物多様性と現場遺伝子特性の研究	国家海外合作研究基金	林森傑 黄良民	2009	2010

出典：国科学院生态环境研究中心、国家生态系统观测研究网络

7.4.5　野生動物管理・復帰技術

(1) 野生動物の管理の現状[158]

中国は絶滅危惧に指定されている動物の分布大国であり、「絶滅危惧野生動植物生物種国際貿易公約付録」にリストアップされた中国の絶滅危惧動物は約120種に達している。また、「国家重点保護野生動物名称目録」に収録された野生動物種類は257種に、さらに「中国絶滅危惧動物紅皮書」に収録された鳥類、両生爬虫類と魚類の数は400種に達している。

このほか、各省や自治区、直轄市の重点保護野生動物名称目録には数千種類がリストアップされている。中国では、経済の持続的発展と生態環境の顕著な悪化に伴って、絶滅危惧に指定される動物の種類がさらに増える傾向にある。

中国では、野外に生育している絶滅危惧動物の数が非常に少なく、しかもさらに減少する傾向にある。特徴は、大型動物が少なく、絶滅の程度が大きいことに加え減少速度が速いということである。

一方、小型動物については、数も比較的多く、絶滅程度も低く、数的な減少も遅い。分布地区又は活動地域が狭い動物ほど減少スピードが速く、分布区域又は活動区域が広い動物の減少スピードは比較的遅い。現在、自然保護区が、こうした絶滅危惧動物の最後の生存地であると同時に良好な保護区域になっている。

(2)「第12次5ヵ年」期の野生動植物管理動向[159]

中国政府は、「第12次5ヵ年」期間中、野生動植物保護と自然保護区の管理を科学的に発展させることを前提として、全国の主体機能区画と生物多様性保護戦略とを結び付け、以下の6事業に注力する計画である。

①野生動植物保護と自然保護区管理体系の構築
②現地保護体系及び野外保護体系の構築と管理制度の整備
③場所変更保護のネットワーク体系の構築と完備
④全面的な利用・監督管理体系の構築
⑤全面的な保護法の執行・監督管理体系の構築
⑥保護事業保障体系の構築

(3) 重点研究プロジェクト[160]

野生動物管理と野外養殖技術に関する重点プロジェクトを第7-4-9表に示す。

7.5　低炭素技術特許の国際比較

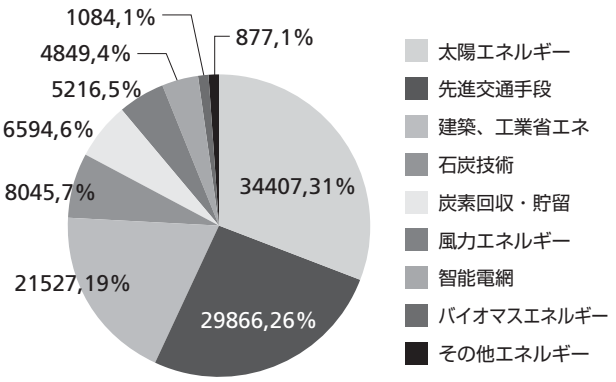
1990年から2009年にかけて、全世界では低炭素技術に関連して約11万件の特許文献が公開された。特に、2004年以降、低炭素技術の特許申請が急激に増加してきている。太陽エネルギーや先進交通手段、建築と工業省エネ関連技術は、申請量が最も多い分野である。

各分野とも、日本や米国などの先進国の申請件数が多くなっている。中国は建築や工業省エネ技術分野の申請件数が比較的多いが、先端交通手段に関する技術分野での申請件数は少ない。

また、中国の特許申請はほぼ大学によるものであり、企業による申請件数は少なく、しかも分散している。中国企業による各分野での先端技術特許の申請件数はすべて100件を超えておらず、先進国の数百や数千件規模の申請件数とは顕著な違いがある。

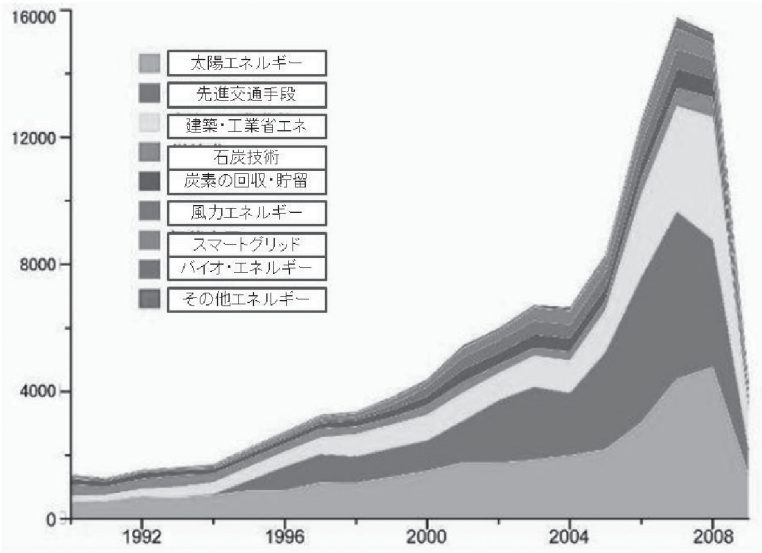
トムソン・ロイターのダーウェント世界特許インデックス（Derwent World Patent Index：DWPI）に収録された特許のうち、1990年から2009年までに公開された低炭素関連特許は約11万件に達した。これらを、国際エ

◎第7-5-1図　各分野における低炭素技術特許件数及びシェア（1990－2009年）



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（中国知識産権報、2010年5月26日）

◎第7-5-2図　低炭素技術特許申請件数の推移



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

ネルギー機関（IEA）が2009年12月に公表した「Global Gaps in Clean Energy Research,Development,and Demonstration」の低炭素技術分類に基づいて分類してみると、太陽エネルギー、先端交通手段、建築と工業省エネ関連技術分野における特許件数が全体の76%を占めた。[161]

7.5.1　太陽エネルギー分野

現在、太陽エネルギー関連技術は主として、太陽エネルギー給湯、太陽エネルギー空調、太陽エネルギー材料（ソーラー材料、部品等）、太陽エネルギー発電などがある。

DWPIに収録された太陽エネルギー分野の技術特許のうち、中国の特許件数が全体の13%を占めており、米国よりやや多いが、1位の日本とはまだだいぶ開きがある。

太陽エネルギー技術特許申請件数の世界ランキング上位5社と中国のランキング上位5社の申請件数を第7-5-1表に示す。

◎第7-5-1表　太陽エネルギー分野における技術特許申請件数の比較

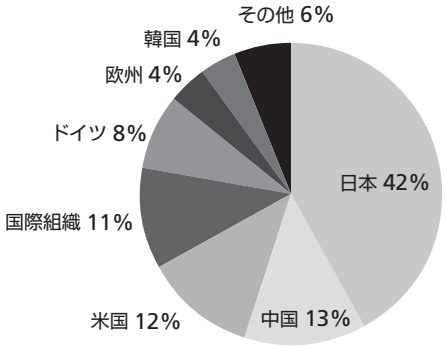
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	シャープ	1238	1	李毅	40
2	キヤノン	1231	2	南開大学	37
3	三洋電機	1004	3	上海交通大学	35
4	京セラ	858	4	上海久能能源科技	29
5	パナソニック	442	5	北京行者多媒体	29

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.2　先進交通手段分野

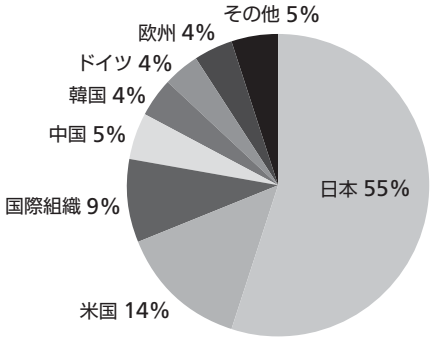
先進交通手段関連技術は、排ガス削減技術及び燃料利用効率の向上に結びつく技術が含まれる。中国では先進交通手段の研究開発は1994年にスタートし、2004年から同分野における特許申請件数が急増した。特許申請件数を国別に見ると、日本が明らかに優位であり1位を占めている。中国は日本、米国、国際組織に続いて4位であった。

◎第7-5-3図　太陽エネルギー技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-4図　先進交通手段技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-2表　先進交通手段分野における技術特許申請件数の比較

世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	トヨタ自動車	4289	1	比亜迪	56
2	日産自動車	2405	2	奇瑞自動車	45
3	本田技研工業	1761	3	清華大学	40

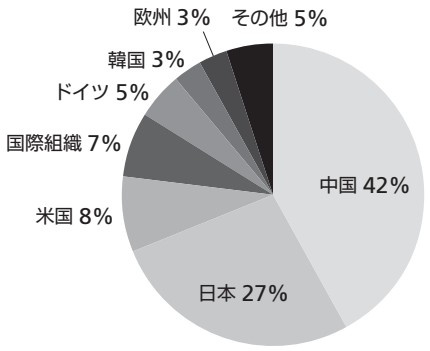
出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.3　建築と工業省エネ分野

建築省エネ技術には真空断熱技術や照明・通風・熱供給、冷却関連技術が含まれる。また、工業省エネ技術には、セメントやコンクリートなどの建材のほか、紡績、製紙、化工、冶金工業関連の省エネ技術が含まれる。

中国では、2000年以降、こうした分野での特許申請件数が増加し始め、2005年以降にさらに急速に増加した結果、日本を抜き世界1位となった。

◎第7-5-5図　建築と工業省エネ技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-3表　建築と工業省エネ分野における技術特許申請件数比較

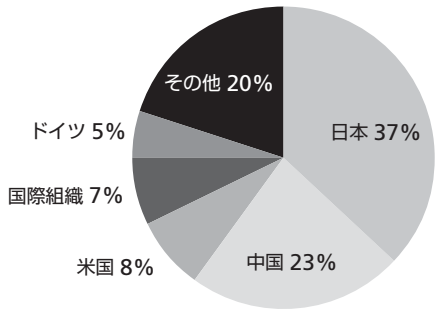
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	松下電器産業	366	1	上海交通大学	37
2	三洋電機	224	2	浙江大学	31
3	ダイキン工業	207	3	凌建軍	29
4	LG ELECTRONICS INC	183	4	珠海慧生能源技術発展有限公司	24
5	三菱電機	182	5	天津大学	24

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.4　クリーン石炭技術

クリーン石炭技術には、石炭クリーン採掘技術や脱ガス・脱硫技術、運輸技術及びコークス化、混合等の技術が含まれる。中国は石炭の生産大国であり、この分野における技術発展は中国のエネルギー構造調整に重要な影響を与える。同分野における中国の技術特許の申請が2005年から急速に増加し、1990年～2009年の間の申請総件数は日本に続いて世界2位となった。

◎第7-5-6図　クリーン石炭技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-4表　石炭技術分野における技術特許申請件数比較

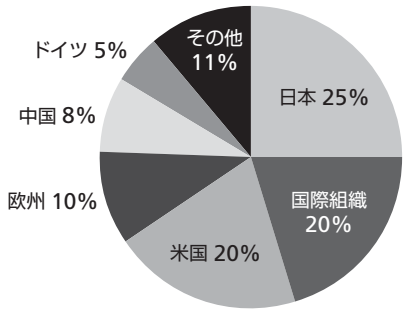
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	新日本製鉄	635	1	山西石炭化工研究所	20
2	三菱重工	303	2	武漢鋼鉄集団	14
3	バブコック日立	219	3	中冶焦耐工程技術	14
4	住友金属	212	4	宝山鋼鉄	12
5	NKK	181	5	淄博万丰石炭ガス設備	11

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.5　炭素回収・貯留分野

炭素の回収・貯留（CCS）技術には、二酸化炭素回収分離技術（たとえば物理的な方法によって工場の排ガスから高濃度の二酸化炭素を回収する技術）、二酸化炭素運輸・貯留技術（たとえば二酸化炭素を海底に注入する技術）、二酸化炭素採油技術（二酸化炭素を注入することによって採油率を向上する技術）などがある。この技術は、まだ安全性やコストなどの面で課題が存在するため、中国では関連技術の特許申請が少ない。

◎第7-5-7図　炭素の回収・貯留技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-5表　炭素回収・貯留分野における技術特許申請件数比較

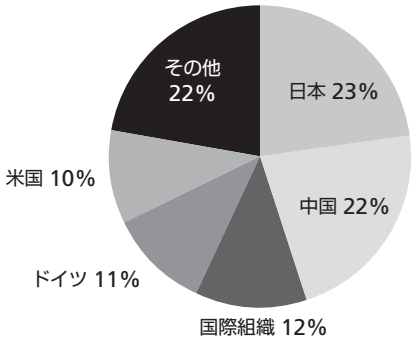
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	三菱重工	157	1	清華大学	13
2	AIR PORD & CHEM	127	2	大連理工大学	9
3	SHELL INT RESEARCH	118	3	遼河油田探査局	7
4	AIR LIQUIDE	111	4	中国科学院	7
5	LINDE AG	92	5	北京化工大学	7

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.6　風力エネルギー分野

風力エネルギーの応用技術には、主として風力発電技術及び風力資源の探査・予報技術が含まれる。1998年から世界規模で風力エネルギー発電関連技術の特許申請件数が急増した。中国では、2005年から大量の風力開発関連技術特許の申請件数が多くなってきた。

◎第7-5-8図　風力エネルギー技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-6表　風力エネルギー分野における技術特許申請件数比較

世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	三菱重工	118	1	上海万徳風力発電	29
2	GENERAL ELECTRIC	112	2	徐剣雄	29
3	WOBBEN ALOYS	67	3	南京航空大学	26
4	VESTAS WIND SYS AS	64	4	南極風能源設備	26
5	SIEMENS AG	48	5	方霞企業信息	25

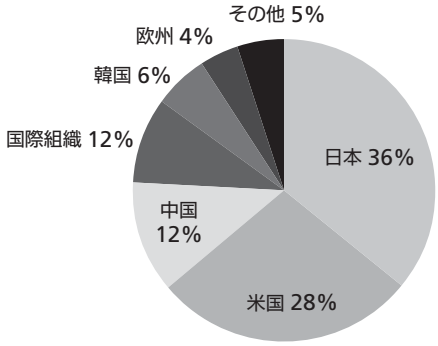
出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.7　スマートグリッド分野

スマートグリッド（智能電網）の基礎を構成するのは、分散式データの伝送、計算・制御技術、給電セル間のデータと制御命令の有効伝送技術である。欧米諸国はここ数年、大量の資金をスマートグリッド技術開発に投入した。中国では現在、スマートグリッドの業界基準を策定しようとしている段階にある。

スマートグリッド技術には、主として先端配電技術（超高圧送電技術など）、電力貯蔵と管理技術（連続給電、電気エネルギー品質調整など）、エンドユーザー情報のフィードバック制御などが含まれる。スマートグリッド技術は中国において応用の可能性は巨大であるが、現在は技術の発展初期段階にあり、関連技術の特許申請は科学研究機関に集中している。

◎第7-5-9図　スマートグリッド技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-7表　スマートグリッド分野における技術特許申請件数比較

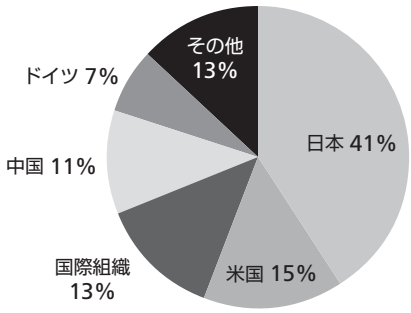
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	東芝	120	1	清華大学	27
2	松下電器	103	2	中国電力科学研究院	16
3	日立	98	3	武漢高圧研究院	10
4	DENSEI LAMBDA	84	4	南方電網技術研究センター	8
5	富士電機	80	5	華北電力大学	8

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.8　バイオマス・エネルギー分野

バイオマス・エネルギー技術特許の申請は、2004年以後に急激に増加した。同分野における技術特許申請件数のうち、中国ではバイオマス燃焼関連技術が比較的多くなっている。

◎第7-5-10図　バイオマス・エネルギー技術特許の国別状況

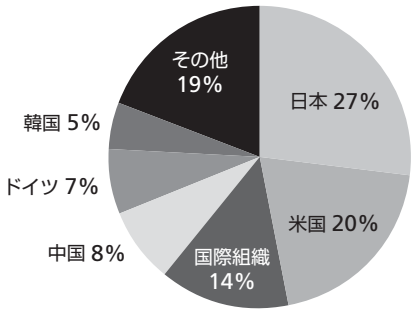


出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.9　その他エネルギー分野

その他エネルギーには、潮汐エネルギーや地熱、廃熱などの発電に利用できるクリーンエネルギーが含まれる。これらのエネルギーの利用は環境に大きく左右されるため、年間の特許申請件数は100件にも達しない。中国における同分野の特許申請は、主として潮汐エネルギー発電関連技術であり、地熱や廃熱発電技術分野は相対的に弱い。

◎第7-5-11図　その他エネルギー技術特許の国別状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-8表　その他エネルギー分野における技術特許申請件数比較

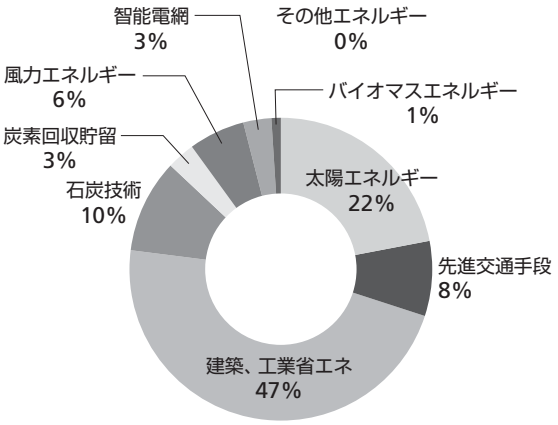
世界ランキング	企業名	件数	中国ランキング	企業（組織）名	件数
1	三菱重工	17	1	浙江大学	5
2	東芝	14	2	童成双	3
3	ORMAT IND LTD	10	3	劉新広	2
4	クボタ	10	4	李林海	2
5	日立	7	5	孟英志	2

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

7.5.10　中国における低炭素分野の特許状況

中国が申請した特許のうち、申請件数全体に占める割合が比較的高いのは建築、工業省エネ技術分野であり、先進交通手段技術分野における申請件数の割合は少ない。また、各分野において中国が申請した特許のうち、発明特許が全体のほぼ5割を占めている。

◎第7-5-12図　分野別に見た中国の技術特許

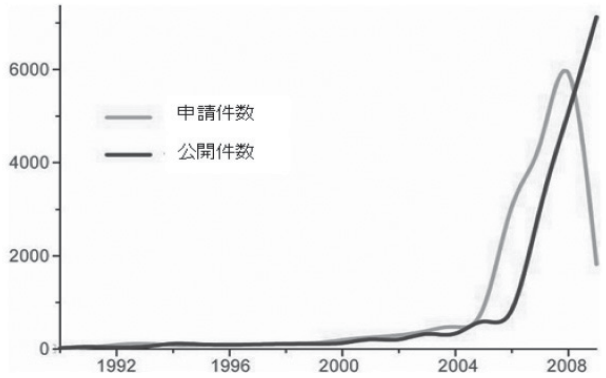


出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-13図　中国における特許種別

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-14図　中国の低炭素技術特許の申請・公開状況



出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

◎第7-5-9表　中国の低炭素技術分野における特許申請件数比較

中国ランキング	組織名	申請件数
1	清華大学	128
2	上海交通大学	91
3	浙江大学	77
4	BYD	52

出典：「全球低炭素技術専利発展態勢分析」（国家知識産権局規画発展司、「専利統計簡報　2010年第10期」、2010年5月10日）

2003年10月の中国共産党第16期中央委員会第3回総会で「科学的発展観」が提出され、資源節約型と環境にやさしい社会を構築するという指導方針が固められた。こうした考えを受け、2004年以降、中国が提出した低炭素技術特許の件数は急激に増加した。しかし、特許申請は科学研究機関に集中しており、企業による申請は少ない。

国家知識産権局の田力普局長は2010年6月、中国における低炭素技術特許状況について、2005年以降は申請件数が急激に増加し、2008年までに6000件を上回ったことを明らかにした。しかし、同局長によると、中国の低炭素技術分野では以下のような問題点が存在している。[162]

①低炭素技術特許の件数が比較的少ない、たとえば先進交通手段分野において中国の特許申請件数が占める割合は世界全体の5%しかない。また、炭素回収・貯留技術分野では8%に過ぎない。
②大学や科学研究機関による特許の申請件数が多く、企業による申請件数が少ない。中国の低炭素技術分野における特許申請件数ランキング上位5位にランクインした企業は1社しかなかった。
③海外への特許申請が少ない。たとえば燃料電池では、1985年から2009年の間に、中国が米国、欧州、日本、韓国に対して提出した関連特許は合計で200件に達していない。
④中国での特許申請についても核心技術が少ない。