

中国

湖北鄂州火力発電所建設事業(1)(2)(3)

評価報告： 2002 年 9 月

現地調査： 2001 年 8 月

1. 事業の概要と円借款による協力



サイト地図：中国湖北省



サイト写真：湖北鄂州火力発電所

(1) 背景：

1980年代、中国では改革・開放政策による経済発展に伴い、年平均約600万kW以上の発電設備が完成し、発電電力量の伸びは年平均7.5%、特に後半5年間における伸びは同8.5%に達した。本事業アプレイザル当時の1990年には、発電設備容量は1億3,576万kW、発電電力量は6,180億kWhとなった。電源構成は石炭を主とする火力発電が7割以上を占めていた。さらに1991年4月に採択された「国民経済社会発展10ヵ年計画第8次5ヵ年計画」において、1991～95年間で発電電力量を年平均5.6%、1996～2000年間で年平均6.3%増加させる計画が打ち出された。

一方、本事業が位置する湖北省は当時経済発展が著しく、1980年代のGDP年成長率は約10%、特に前半5年間の年平均伸び率は12%を超え、非常に高い伸びを示していた。しかし、電力供給能力は年平均8.4%の伸びにとどまり、1990年の電力需給バランスは400-500MWの供給不足であった。さらに、電源の50%強を占める水力発電については、そのかなりの部分が「流れ込み式」であることから、渇水期(11月～5月)には電力供給能力が大幅に低下(90年の8月、12月の比較で30%低下)する状況にあった。

(2) 目的：

湖北地域の深刻な電力不足の改善と電力供給の信頼性向上を図るため、中国国内炭を燃料とする湖北鄂州火力発電所(300MW×2基)を鄂州市葛店に新たに建設する。

(3) 事業範囲：

円借款の対象は、300MW×2基の石炭火力発電所設備一式の建設及びこれに関連するコンサルティング・サービスに必要な外貨資金の全額である。

(4) 借入人/実施機関：

中華人民共和国政府/国家電力公司(旧 能源部)

(5) 借款契約概要：

項目	第1次	第2次	第3次
円借款承諾額	4,000 百万円	12,431 百万円	15,461 百万円
実行額	3,995 百万円	12,431 百万円	15,298 百万円
交換公文締結	1992 年 10 月	1993 年 8 月	1995 年 1 月
借款契約調印	1992 年 10 月	1993 年 8 月	1995 年 1 月
借款契約条件	金利 2.6% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アタイト	金利 2.6% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アタイト	金利 2.6% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アタイト
貸付完了	1997 年 11 月	1998 年 9 月	2001 年 2 月

2. 評価結果

(1) 計画の妥当性

重化学工業発展が著しく電力消費の大きい湖北省の経済成長を維持すべく、「同省における深刻な電力不足の改善と電力供給の信頼性向上を図る」という本事業目的は、当時の同国開発計画と合致する。

また、評価時においても、第 10 次五ヶ年計画(2001 年～05 年)における「電源構造の一層調整」の目的の下、中国政府は火力発電の適切な発展を促す方針を有しており、この一環である老朽化した小規模石炭火力発電所の操業を順次停止し、エネルギー効率の良い大容量ユニットの石炭火力発電所の比重を高めるという同政府の電力工業計画に、本事業計画は沿うものである。

(2) 実施の効率性

1) 工期

事業範囲に変更はないが、工期については主な建設工事の完成が計画より全て遅れた。その原因は、(1)内貨不足による輸入関税と付加価値税支払いの遅延、(2)サプライヤーからの納品の遅延、(3)輸入品の設計と製造における品質問題、等であり、そのうち(1)が特に大きく影響した。

中国における外国政府借款案件の関連設備輸入はそれまで免税であったが、1996 年から 97 年までの間、この政策が一時変更となり、外国政府借款案件の輸入設備も関税の対象となった。したがって、本事業もこの政策変更により一時的な影響を受けることとなった。

2) 事業費

中国政府負担分内貨支出が計画の 105,913 万元から、約 2 倍の 200,878 万元への増加となった。これは直接的には、一部設備・機材が外貨資金による調達から、中国政府支出による内貨での国内調達に変更されたことによる。例えば、電気・I&C システム関連支出では、外貨部分が大幅に減少したのに対し、内貨部分が大きく増加しており、鋼材・建築設備関連支出では外貨部分の支出が取り消された反面、内貨部分が膨らんでいる。

内貨調達部分が拡大した背景としては、電気、I&C システムや鋼材と建築設備などにおける国産品競争力の向上に加え、前述した 96 年における一時的な政策変更による輸入コスト

の高騰が、海外調達から国内調達への変更を促したことが指摘できる。なお、内貨資金不足に対し、湖北省計画委員会は下記の対策を実施した。

- 2億円の電力企業債券の発行。
- 同計画委員会所属企業から3.35億円の融資調達。
- 湖北省電力公司から1.8億円の融資調達。
- 国内金融機関から資金調達。

(3) 効果

1) 本事業施設の利用率、稼働率、事故率

本事業により 300MW の発電設備 2 基が 1999 年に建設された。本事業施設の利用率¹はプロジェクト完成翌年の 2000 年から 2001 年までの 2 年間では平均約 40%、稼働率²は同期間平均約 57%と計画を下回る。(表 1 参照) 設備稼働率が低く抑えられた原因は下記に詳述するとおり、経済停滞等を背景に湖北省の電力需要実績が見通しより低かったこと、計画を上回る発電設備の増強から、本事業完成時には電力不足が解消されていたことによる。また、1999 年の利用率・稼働率が 2000 年、2001 年に比し特に低いのは、発電所の稼働が年度途中の 4 月 2 日から始まったことによる。事故率³は低く事故停止時間が低い事を示している。

表 1：利用率、稼働率、事故率実績 (単位：%)

		1999年 完成	2000年	2001年
利用率	1号機	22.73	33.20	34.16
	2号機	32.11	41.84	52.50
	計画	60	60	60
稼働率	1号機	30.37	50.99	48.43
	2号機	39.45	63.07	67.42
	計画	68.5	68.5	68.5
事故率	1号機	17.20	0.79	0.49
	2号機	12.98	3.99	2.05

出所： 鄂州火力発電所

2) 電力不足緩和への貢献

本事業完成より 3 年前の 1996 年から湖北省では電力供給力に余力ができ、同年の他州への電力融通量は 104.6 億 kWh、99 年にはさらに 122.5 億 kWh にのぼった。なお、99 年における湖北省の発電設備容量に占める本事業設備の割合は 4.1%である。設備の利用率、稼働率が低く、全省の発電電力量に占める同割合は 2.5%にとどめられた。(表 2、表 3 参照)

¹ 利用率 = ある期間における発電電力量(kWh)/(定格出力(kW) x 同期間内の総暦日時間数(hr))

² 稼働率 = ある期間内における運転時間数(hr)/同期間内の総暦日時間数(hr)

³ 事故率 = 事故停止時間/(運転時間 + 事故停止時間)

表 2：湖北省発電設備、発電電力量、電力消費量等の推移

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 完成	2000
発電設備 (MW)	計画	N.A.	N.A.	7540	8040	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	9047.5	9813.6	N.A.	10774.9	11781.0	13172.3	14493.2	15109.3
火力発電設備 (MW)	計画	N.A.	N.A.	3500	4000	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	3566.6	3602.1	N.A.	4430.6	5382.1	6640.6	7916	8038.8
発電電力量 (億kWh)	計画	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	402.5	427.1	N.A.	467.2	490.5	500.5	522.8	559.1
火力発電電力量 (億kWh)	計画	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	147.1	181.5	N.A.	196.9	244.6	262.2	283.9	277.7
消費電力量 (億kWh)	計画	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	N.A.	N.A.	N.A.	362.6	376.7	420.1	400.3	420.7
需給バランス (億kWh)	計画	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	N.A.	N.A.	N.A.	104.6	113.8	80.4	122.5	138.4

注：消費電力量は省外への供給分を含む。

出所：『中国電力統計年鑑』各年版

表 3： 本事業の発電設備と発電電力量の推移

		1999年 (完成)	2000年	2001年
発電設備 (MW)	計画	600	600	600
	実績	600	600	600
湖北省発電設備総出力 に占める割合 (%)		4.1	N.A.	N.A.
発電端電力量 (GWH)	計画	N.A.	N.A.	N.A.
	実績	1295.4	1926.8	N.A.
湖北省発電電力量に占 める割合 (%)		2.5	N.A.	N.A.
送電端電力量 (GWH)	計画	3050	3050	3050
	実績	1199.8	1788.0	N.A.

出所： 鄂州火力発電所

電力供給が 1990 年の供給不足から 96 年に供給力に余力が生じたのは、同期間における清江隔河岩水力発電所など大規模な電力プロジェクトの竣工に伴う電力供給能力の増強を背景としたものである⁴。さらに、1997 年に発生したアジア通貨危機の影響等による経済発展の停滞などの予測困難な外部環境変化により、電力需要の伸び率実績が当初見込みを下回り、供給力の余力へとつながった。

すなわち、通貨危機の影響により、中国全体の輸出伸び率は 97 年の 21.0% から 98 年には 0.5% へと激減し、輸入伸び率も 97 年の 2.5% から 98 年の - 1.5% へとマイナスに落ち込んだ結果、貿易総額は 98 年に - 0.4% のマイナス成長となった。輸出の激減は既に顕在化した内需の不振を一層深刻化させ、消費者物価指数の上昇率 97 年の 2.8% から 98 年と 99 年にはそれぞれ - 0.8%、 - 1.4% に下落した。その影響として、工業セクターの付加価値生産額伸び率は、97 年の 11.3% から 98 年には 8.9%、99 年には 8.5% へ、GDP 成長率は同 8.8% から 7.8%、7.1% へと減速した。

こうした全般的な景気悪化の状況の中、中国湖北省の GDP 成長率は 97 年のアジア通貨危機以降の 3 年間で、13.0%、10.3%、8.3% へと急速に低下し、これに伴い電力需要増加率も 3.9%、11%、 - 4.8% と変動した。同期間の電力需要の伸び率を平均すると 3.9% となり

⁴ 清江隔河岩水力発電所(1994年竣工、発電設備 271.5万 kW)、漢川火力発電所(1994年一竣工 60万 kW)、陽邏火力発電所(1994年竣工 60万 kW)などが完成している。

同期間の計画伸び率 6.9%を下回る。一方、同省発電設備容量の伸び率は計画の 6.9%を大きく上回り、1994 年の 8.5%から 97、98、99 年に 9.3%、11.8%、10.0%へと上昇した。

また、政府の水力発電に対する優先政策を背景に、2000 年における湖北省の水力発電量の前年比増加率は 17.79%であったのに対し、火力発電量は前年比 - 2.17%となった。この結果、電源構成では、同省発電量における水力発電の割合が 1999 年の 45.7%から 2000 年には 50.3%へと拡大した反面、火力発電は同 54.3%から 49.7%へと縮小した。

3) 財務的内部収益率 (FIRR)

これまでの実施機関の収益は、需要低迷による発電量の低下、政府により低く設定された電力価格より⁵、計画を下回る結果となっている(表 4 参照)。しかし、2000 年より緩やかではあるが湖北省の経済状況も上向きとなり⁶、これに伴い電力消費量の増加が見込まれる。また、後述するように、政府の電力価格を引き上げる方針により、本事業の収益状況が 2001 年から徐々に改善することが見込まれる。

このような予測に基づき、2001 年から 2009 年までの実施機関の収入上昇率を 5%と想定して FIRR を再計算すると、投資回収期間 30 年で FIRR は 7.9%であり、アプレイザル時の計算結果(30 年で 10.31%)に比して低くなった。これは上記のとおり、これまでの収益が計画に比して低いこと、さらに事業費が計画を上回ったことによる。また、電力需要回復がおもわしくない場合を想定し、より低い収益上昇率(2001 年～09 年平均 2%増)を仮定すれば、FIRR は 5.1%となる。

表 4：収益および O&M 費用実績 (1998～2000 年)

(単位：百万元)

		1998	1999 (完成)	2000
収益	計画	686.33	686.33	686.33
	実績	104.35	276.34	413.16
O&M 費用	計画	477.14	477.14	477.14
	実績	72.25	185.21	276.59

注：「収益」はキャッシュフロー・イン、「O&M 費用」はキャッシュフロー・アウトである。

出所：鄂州火力発電所

表 5：収益および O&M 費用見込み (2001～2009 年)

(単位：百万元)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
収益	650.79	683.33	731.16	782.32	837.09	885.29	958.35	1,025.47	1,097.25
O&M 費用	297.72	312.61	328.24	394.65	361.88	379.97	398.97	418.92	439.87

注：「収益」はキャッシュフロー・イン、「O&M 費用」はキャッシュフロー・アウトである。

出所：鄂州火力発電所

(4) インパクト

本事業は完成後2年しか経ておらず、また、本事業設備の稼働率が計画を下回る為、地域経済、住民生活に対する本事業インパクトの評価を行っていない。

⁵ 中国の発電業者は電力会社への売電価格をインシャルコストとランニングコストに基づき設定することができるが、最終的には所在省計画委員会と物価局が省内の物価水準と電力需給状況を考慮し決定する。本事業の電力価格(0.249 元/kWh)は当時湖北省各発電所の平均売電価格(0.29 元/kWh)より 0.041 元/kWh 低い。

⁶ 湖北省の GDP 年成長率は 1995 年から減少傾向にあったが、99 年の 8.3%から 2000 年には 9.3%と回復の兆しを見せている。

1) 移転住民への影響

アプレイザル時に、本事業の実施に伴う住民移転への対策として、鄂州市政府が移転者に新たな住居と職場を提供すると共に、移転費用と補償費を規定に従い支払う方針を示していた。本評価時に鄂州火力発電所に確認したところ、移転住民の大多数が移転の関連措置に満足しているとのことである。その理由として、移転対象となった7村、466世帯、1727人、1レンガ工場と1小学校に対し、移転費用と補償費の支給、移転住民への職業提供、51歳以上のみからなる世帯への補償金支給、などが全て計画通りに実施されたことが挙げられている。

2) 環境への影響

本事業は環境基準を満たして運用されており、特段の問題は無い。表6に示すように、本事業完成時の1999年及び2000年に測定した大気と水質の汚染物質等の数値はいずれも基準値を下回っている。また、実施機関によれば、騒音、振動などによるマイナスの影響も特段報告されていない。

表6：大気汚染と水質汚濁に関する各種測定値

類別	測定指標	排出基準値 (3級基準)	1999 完成	2000
大気	SO _x	17.56t/h	1.322	1.0675
	NO _x	120ppm	100.4	
	粉塵量	100mg/N m ³	22.44	49.6
水質	pH	6~9	8.50	8.50
	懸濁物	<150mg/L	25.36	24.4
	COD	150mg/L	46.14	17.6

出所： 鄂州火力発電所

注： 2000年のNO_xについては測定されていない。

(5) 持続性・自立発展性

1) 運営・維持管理担当機関

鄂州火力発電所は2000年12月22日より湖北鄂州発電有限責任会社に改名したため、現在の担当機関は湖北省電力会社と湖北鄂州発電有限責任会社となっており、運営維持管理の担当は後者である。改名前の組織構造と機能は暫定的な性格が強く、本事業の施工管理が主業務であったが、改名後は発電所の運営・維持へと重点が移り、組織の拡大と機能の充実がなされた。基本建設工事は撤廃され、部署の数も7から12まで増加した。

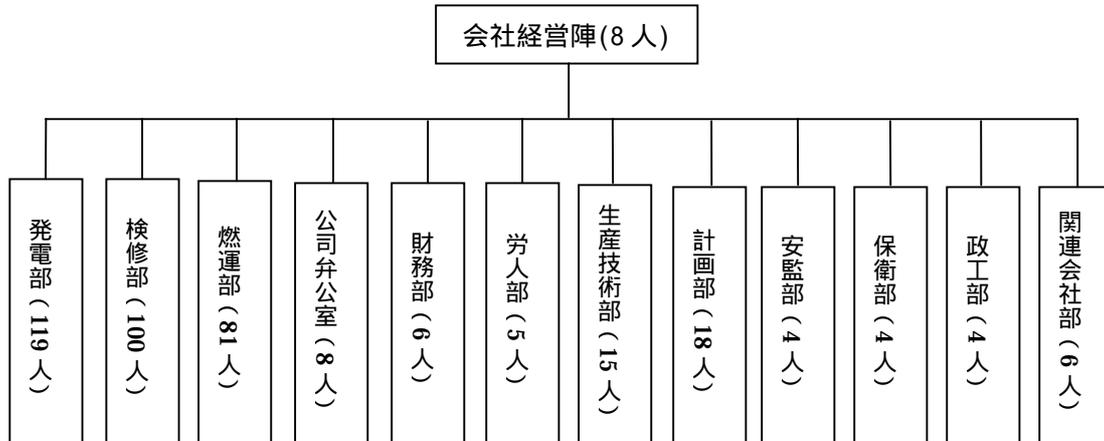
2) 維持管理体制

湖北鄂州発電有限責任会社の組織体制は図1のとおりである。このうち、本事業のO&Mを実施する部署は生産技術部、発電部と検修部(検査修理部)の3部であり、既存工場設備のメンテナンスと管理における人員の配置は適切である。

技術力に対する定量的な測定基準は未だ整備されていないが、維持管理に係る職員の技術力に関する能力査定は、年一回行われる技術テストの結果が一つの根拠とされており、現場における問題対処の実務能力も重要視されている。

また、同責任会社では維持管理部門の技術水準を高めるため、技術者全員を対象に月に一度、上級部門より技術問題に関する質疑応答が行われるとともに、維持管理部門所属各班から推薦された代表による技術報告会を毎月開催している。

図 1 : 湖北鄂州発電有限責任会社の組織図



出所： 鄂州火力発電所

3) 財務状況

1998年より本事業一部設備の試運転が始まり、99年4月2日より2基の本格的な稼働が開始された。これまでの同責任会社の収益が当初設定された計画を大きく下回った原因は、前述のとおり電力消費が全般的に低迷であったことより、発電量が少なかったことにある。

しかし、2000年より緩やかではあるが湖北省の経済状況も上向きとなり、今後電力需要の回復が見込まれる。また、新たな電力供給源の増加見込みについては、三峡ダムなど大型水力発電所は、基本的に東部沿海地域の増加する電力需要に対応するための「西電東送」計画の一環であり、湖北省内への供給分は低い。それ以外の大型水力発電所建設も近い将来に湖北省では計画されておらず、供給力の余剰傾向は今後徐々に解消される見込みである。

これらの背景から、今後本事業における収益状況の改善が見込まれる。さらに、鄂州火力発電所によれば、電気料金は2000年までの0.249元/kWhから、2001年よりは0.3247元/kWhに引き上げられる予定であり、2001年には37%の収益増加が見込まれ、収益は2001~2009年の期間は平均5%増となることが見込まれている。

3. 教訓

事業対象地域での他の電源計画の有無と、それによる本事業に与える影響を確認し、アプレイザル時における省内及びネットワーク内の需要分析の精緻化を行うべきである。

主要計画 / 実績比較

項 目	計 画	実 績
事業範囲 (1)発電所 設備容量 燃料 蒸気圧力 蒸気温度 (2)ボイラと付帯設備 タイプ 容量 集塵器 (3)蒸気タービンと付帯設備 タイプ 回転速度 蒸気状態 (4)発電機 タイプ 出力 力率 周波数 (5) その他関連設備	300MW × 2 石炭 183bar 540 亜臨界圧強制または自然循環式ボイラ、平衡通風システム付 1072 t / h 電気集塵器 串型、再熱複流式 3000r.p.m. 167.8bar、537 水冷と水素冷却式、励磁装置 353MVA × 2 0.85 50HZ	同左
工期 (1) 主機工事 (2) 220KV開閉所 (3) 石炭輸送システム (4) 灰捨場	1993年5月～1996年9月 1993年9月～1996年9月 1993年11月～1995年12月 1993年11月～1995年6月 1993年5月～1995年1月	1994年9月～1999年4月 1994年9月～1999年4月 1995年6月～1996年9月 1995年4月～1997年12月 1995年10月～1997年12月
事業費 外貨 内貨 (現地通貨建内貨) 合計 うち円借款分 換算レート	31,892百万円 24,784百万円 (105,913万元) 56,676百万円 31,892百万円 RMB1=JP¥23.4 (1992年)	31,724百万円 30,132百万円 (200,878万元) 61,856百万円 31,724百万円 RMB1=JP¥15 (実施期間加重平均)

「湖北鄂州火力発電所建設事業」に関する第三者評価者意見

中国社会科学院日本研究所 研究員・対外関係研究室主任 金 熙徳

1. 計画の妥当性

1) 中国では、本事業アプレイザル当時の1990年の時点で電力供給の増加を経済開発の重要な一環としていた。1991年4月に採択された「第8次5ヵ年計画」において、1991～95年の間で発電電力量を年平均5.6%、1996～2000年の間で年平均6.3%増加させる計画が打ち出された。湖北省は当時経済発展が著しかったが、1990年の電力需給バランスは400～500MWの供給不足であった。本事業は、湖北地域の深刻な電力不足の改善と電力供給の信頼性向上を図るため、火力発電所(300MW×2基)を鄂州市葛店に新たに建設するものである。円借款の対象は、300MW×2基の石炭火力発電所設備一式の建設及びこれに関連するコンサルティング・サービスに必要な外貨資金の全額である。本事業の目的は、当時中国の開発計画と合致するものである。

2) 中国政府は、第10次五ヶ年計画(2001年～05年)における「電力構造の一層調整」の目的の下、火力発電の適切な発展を促す方針を有しており、老朽化した小規模石炭火力発電所の操業の順次停止と、クリーンな燃焼技術を導入した大容量ユニットの石炭火力発電所の増加を目的としている。本事業計画は、今の中国の開発政策とも合致している。

2. 実施の効率性

1) 本事業の範囲に変更はないが、建設工事の完成が計画より全て遅れた。その原因は、(1)内貨不足による輸入関税と付加価値税支払いの遅延、(2)サプライヤーからの納品の遅延、(3)輸入品の設計と製造における品質問題、等であった。

2) それまで中国における外国政府借款案件の関連設備輸入は免税であったが、この政策が1996年から97年までの間一時的に変更され、本事業もそれにより一時的な影響を受けた。

3. インパクト

1) 湖北省の電力供給は、1990年の供給不足から96年に供給過剰に転じ、本事業の終了する1999年には電力過剰状態となった。また、同期間の葛州ダム水力発電所など大規模な電力プロジェクト竣工に伴い、1999年における湖北省の発電設備総出力に占める本事業の割合は4.1%となり、また、設備の利用率と稼働率が低かった結果、全省の発電電力量に占める本事業の割合は2.5%となった。2000年より湖北省の経済状況も上向きとなり、同州におけるインフラ建設の拡大、とりわけ西部大開発の本格化に伴う中央政府と沿海地方企業や外資企業の中西部への投資拡大により、今後電力需要の回復が見込まれる。

2) 本事業の実施に伴う住民移転への対策として、鄂州市政府が移転者に新たな住居と職場を提供すると共に、移転費用と補償費を規定に従い支払ってきている。

3) 本事業の実施に伴う環境へのマイナスの影響は見られていない。

4. 事業の持続性

鄂州火力発電所は2000年12月22日より湖北鄂州発電有限責任会社に改名したため、現在の担当機関は名義的に湖北省電力会社と湖北鄂州発電有限責任会社となっており、運営維持管理の担当は後者である。

5. 今後への提言

発電所事業計画の確定においては、事業対象地域でのその他の発電所建設に伴う電力供給能力の拡大を視野に入れ、アプレイザル時の時点で需要分析を精緻化し、実施期間中には電力需要の低迷など新たな変化に対して適時柔軟に検討し、対処すべきであろう。