中国

湖北鄂州火力发电厂建设项目 (1)(2)(3)

评估报告：2002 年 9 月

实地考察：2001 年 8 月

1． 项目概要与日元贷款合作

项目位置图：中国湖北省

项目照片：湖北鄂州火力发电厂

（1）背景

20 世纪 80 年代，在中国，随着改革开放带动的经济发展，年平装机容量约达 600 万 kW 以上，发电量的年平均增长率达 7.5%，尤其是 80 年代后五年，年平均增长率达到 8.5%。1990 年本项目评估时，装机容量为 1.3576 亿 kW，发电量达到 6,180 亿 kWh。能源结构方面，以煤炭为主的火力发电占 70%以上。1991 年 4 月通过的《国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划》中提出，计划 1991 年-1995 年间发电量每年平均增加 5.6%，1996 年-2000 年间每年平均增加 6.3%。

当时，本项目所在的湖北省经济发展显著，20世纪80年代的GDP年平均增长率约为10%，尤其是前五年的年平均增长率超过12%，增幅显著。但是，供电能力的年平均增长率仅为8.4%，1990年，电力供求平衡方面出现了400-500MW的缺口。另外，占电力来源50%以上的水力发电中，大部分为“引水式水力发电”，因此枯水期（11月-5月）供电能力大幅下降（与1990年8月、12月相比降低30%）。

（2）目的

为解决湖北地区电力严重短缺问题，提升供电可靠性，本项目于鄂州市葛店新建以中国国产煤为燃料的湖北鄂州火力发电厂（300MW×2座）。

（3）项目范围

日元贷款的对象是建设2座300MW的燃煤电厂全套设备及相关咨询服务所需的外币部分的总金额。

（4）借款人/实施单位

中华人民共和国/国家电力公司（原能源部）

（5）贷款协议概要

项目	1 期	2 期	3 期
日元贷款承诺额	40 亿日元	124.31 亿日元	154.61 亿日元
支付额	39.95 亿日元	124.31 亿日元	152.98 亿日元

签署政府换文	1992 年 10 月	1993 年 8 月	1995 年 1 月
签订贷款协议	1992 年 10 月	1993 年 8 月	1995 年 1 月
贷款协议条件	利率 2.6% 偿还期限 30 年 （宽限期 10 年） 不限定采购国	利率 2.6% 偿还期限 30 年 （宽限期 10 年） 不限定采购国	利率 2.6% 偿还期限 30 年 （宽限期 10 年） 不限定采购国
贷款结束日期	1997 年 11 月	1998 年 9 月	2001 年 2 月

2. 评估结果

（1）计划的相关性

本项目的目的是“改善湖北省电力严重短缺问题，提升供电可靠性”，以维持重化学工业发展显著，电力消耗量大的湖北省的经济发展，本项目目的符合当时中国的开发计划。

另外，项目评估阶段，为实现第十个五年计划（2001 年-2005 年）中“进一步调整电力来源结构”的目的，中国政府提出了促进火力发电适当发展的方针，其中的一环便是依次关停老旧的小规模燃煤电厂，提高高效、大规模燃煤电厂的占比。本项目计划符合中国政府的这项电力工业计划。

（2）实施效率

1） 工期

虽然项目范围未发生变化，但在工期方面，主体建设工程的竣工时间全部晚于计划。其原因是，（1）国内资金短缺导致进口关税及增值税支付延迟；（2）供应商交货延迟；（3）进口产品的设计及制造方面出现质量问题等。其中（1）产生的影响最大。

此前，中国的外国政府贷款项目中，进口相关设备可享受免税政策，但 1996 年至 1997 年间，该政策临时修改，外国政府贷款项目下的设备进口也被纳入关税征税对象范围内。因此，该项政策的调整也对本项目造成了暂时的影响。

2） 项目经费

中国政府负担的国内资金支出的计划值为 10.5913 亿元，而实际支出金额增加了约 1 倍，达到 20.0878 亿元。其直接原因是，部分设备器材由使用日元贷款采购改为使用中国政府支出的国内资金在国内采购。例如，电气和 I&C 系统相关的支出方面，日元贷款的部分大幅减少，而国内资金部分显著增加，钢材、建筑设备相关支出方面，取消日元贷款部分的支出，导致国内资金使用金额大幅增长。

使用国内资金采购的部分增加的背景可以说是，电气和 I&C 系统、钢材、建筑设备等国内产品的竞争力提高，以及上述 1996 年出现的暂时性政策变更导致进口成本高涨，促使采购方式从海外进口变更为国内采购。针对国内资金短缺，湖北省计划委员会采取了如下措施。

① 发行 2 亿元的电力企业债券。

② 从该计划委员会下属企业融资 3.35 亿元。

③ 从湖北省电力公司融资 1.8 亿元。

④从国内金融机构融资。

（3） 成果

1） 本项目设施的利用率、运转率、事故率

本项目于 1999 年建设完成 2 座 300MW 的发电设备。自项目完成第二年的 2000 年至 2001 年的两年间，本项目设施的利用率[1]的年平均水平约为 40%，运转率[2]年平均水平约为 57%，均低于计划值。（参见表 1）设备运转率低的原因如下文详述，主要原因是在经济发展停滞等背景下，湖北省的实际电力需求低于预测值。另外，装机容量增幅超出计划值，本项目完成时电力紧缺的问题已经得到解决。另外，1999 年的利用率和运转率显著低于 2000 年、2001 年的原因是，发电厂是于 1999 年中途，即 4 月 2 日启动的。事故率[3]数值较低，表明事故导致的停运时间较短。

表 1：利用率、运转率、事故率的实际值 （单位：%）

		1999 年完成	2000 年	2001 年
利用率	1 号机	22.73	33.20	34.16
	2 号机	32.11	41.84	52.50
	计划值	60	60	60
运转率	1 号机	30.37	50.99	48.43
	2 号机	39.45	63.07	67.42
	计划值	68.5	68.5	68.5
事故率	1 号机	17.20	0.79	0.49
	2 号机	12.98	3.99	2.05

资料来源：鄂州火力发电厂

2） 对于缓解电力紧缺的贡献

本项目竣工 3 年前的 1996 年，湖北省电力供应出现富余，该年度向其他城市的供电达 104.6 亿 kWh，1999 年增加至 122.5 亿 kWh。1999 年，本项目在湖北省装机容量中的占比为 4.1%。设备利用率和运转率低，全省发电量中本项目占比仅为 2.5%。（参见表 2、表 3）

[1] 利用率=一定期间内的发电量（kWh）/（额定输出功率（kW）×该期间内的总日历小时数（hr）

[2] 运转率=一定期间内的运转时间（hr.）/该期间内的总日历小时数（hr.）

[3] 事故率=事故导致的停运时间/（运转时间+事故导致的停运时间）

表 2：湖北省装机容量、发电量、电力消耗量等的变化

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 完成	2000
装机容量	计划值	N.A.	N.A.	7540	8040	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（MW）	实际值	9047.5	9813.6	N.A.	10774.9	11781.0	13172.3	14493.2	15109.3
火电装机容量	计划值	N.A.	N.A.	3500	4000	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（MW）	实际值	3566.6	3602.1	N.A.	4430.6	5382.1	6640.6	7916	8038.8
发电量	计划值	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（亿 kWh）	实际值	402.5	427.1	N.A.	467.2	490.5	500.5	522.8	559.1
火力发电量	计划值	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（亿 kWh）	实际值	147.1	181.5	N.A.	196.9	244.6	262.2	283.9	277.7
电力消耗量	计划值	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（亿 kwh）	实际值	N.A.	N.A.	N.A.	362.6	376.7	420.1	400.3	420.7
供求平衡	计划值	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
（亿 kWh）	实际值	N.A.	N.A.	N.A.	104.6	113.8	80.4	122.5	138.4

注：电力消耗量中包含向省外供应的电量。

资料来源：历年《中国电力统计年鉴》

表 3：本项目装机容量及发电量的变化

		1999 年（完成）	2000 年	2001 年
装机容量	计划值	600	600	600
（MW）	实际值	600	600	600
在湖北省总装机容量中的占比（%）		4.1	N.A.	N.A.
发电端电量	计划值	N.A.	N.A.	N.A.
（GWH）	实际值	1295.4	1926.8	N.A.
在湖北省发电量中的占比（%）		2.5	N.A.	N.A.
输电端电量	计划值	3050	3050	3050
（GWH）	实际值	1199.8	1788.0	N.A.

资料来源：鄂州火力发电厂

电力供应方面，由 1990 年供电不足到 1996 年供电能力产生富余的背景是，同期进行的清江隔河岩水力发电站等大规模电力项目竣工，增强了供电能力[4]。此外，1997 年发生的亚洲金融危机导致经济发展停滞，诸如此类难以预测的外部环境变化导致电力需求的实际增长率低于最初的预期，导致供电能力出现富余。

也就是说，由于金融危机的影响，中国整体的出口增长率由 1997 年的 21.0%锐减至 1998 年的 0.5%，进口增长率也由 1997 年的 2.5%跌至 1998 年的-1.5%，沦为负数，导致 1998 年的贸易总额呈现-0.4%的负增长。出口锐减进一步加剧了内需的萎缩，1998 年和 1999 年的消费者物价指数的上升率由 1997 年的 2.8%分别降至-0.8%和-1.4%。受此影响，1998 年和 1999 年的工业部门附加价值生产额增长率由 1997 年的 11.3%分别降至 8.9%和 8.5%，GDP 增长率相应地由 8.8%降至 7.8%和 7.1%。

在经济全面不景气的情况下，中国湖北省的 GDP 增长率在 1997 年亚洲金融危机之后的 3 年间，迅速下降至 13.0%、10.3%、8.3%，同时，电力需求增长率下降至 3.9%、11%、-4.8%。同期电力需求平均增长率为 3.9%，低于同期的计划增长率（6.9%）。另一方面，该省装机容量增长率远超计划值（6.9%），1994 年为 8.5%，1997 年、1998 年、1999 年分别增至 9.3%、11.8%、10.0%。

另外，在政府优先发展水力发电的背景下，2000 年湖北省水力发电量的同比增长率为 17.79%，而火力发电量同比增长率却为-2.17%。因而，在能源结构方面，该省发电量中水力发电的占比由 1999 年的 45.7%增加至 2000 年的 50.3%，而火力发电则由 54.3%减少至 49.7%。

3） 财务内部收益率（FIRR）

[4] 清江隔河岩水力发电站（1994 年竣工、装机容量 271.5 万 kW）、汉川火力发电厂（1994 年竣工、装机容量 60 万 kW）、阳逻火力发电厂（1994 年竣工、装机容量 60 万 kW）等均已完成。

由于①需求低迷导致发电量下降、②政府设定的电价低[5]，此前实施单位的收益一直低于计划值（参见表 4）。但是，自 2000 年开始，湖北省的经济状况开始缓慢改善[6]，预计电力消耗量也将随之增长。另外，如下文所述，随着政府提出提高电价的方针，本项目的收益状况预计将于 2001 年开始逐渐改善。

基于以上预测，假设 2001 年至 2009 年实施单位的收益增长率为 5%，对 FIRR 进行重新计算，以投资回收周期为 30 年，计算所得的 FIRR 为 7.9%，低于项目评估阶段的计算结果（以投资回收周期为 30 年的 FIRR 为 10.31%）。原因如上文所述，是由于此前收益低于计划值且项目经费超出计划值。假设电力需求增长低于预期，收益增长率更低（2001 年-2009 年每年平均增长 2%），则 FIRR 为 5.1%。

表 4：收益及 O&M 费用实际值（1998 年-2000 年）

（单位：百万元）

		1998	1999（完成）	2000
收益	计划值	686.33	686.33	686.33
	实际值	104.35	276.34	413.16
O&M 费用	计划值	477.14	477.14	477.14
	实际值	72.25	185.21	276.59

注：“收益”为现金流量表中收到的现金，“O&M 费用”为支付的现金。

资料来源：鄂州火力发电厂

表 5：收益及 O&M 费用预测值（2001 年-2009 年）

单位：百万元

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

注：“收益”为现金流量表中收到的现金，“O&M 费用”为支付的现金。

资料来源：鄂州火力发电厂

(4) 影响

由于本项目完成仅 2 年，且本项目设施运转率低于计划值，因此未评估本项目对地区经济及居民生活带来的影响。

[5] 中国发电企业可以按照原始成本和运行维护成本制定向电力公司的售电价格。但最终需要由省计划委员会和物价局根据省内的物价水平和电力供求情况决定。本项目的电价（0.249 元/kWh）比当时湖北省各发电站的平均售电价格（0.29 元/度）低 0.041 元/度。

[6] 湖北省的 GDP 年增长率从 1995 年起呈下降趋势，但此后便呈现恢复的趋势，由 1999 年的 8.3%增加至 2000 年的 9.3%。

1） 对居民搬迁的影响

项目评估阶段，为解决本项目实施产生的居民搬迁问题，提出了由鄂州市政府为搬迁居民提供新的住所与工作岗位，同时按规定支付搬迁费用和补偿费的方针。进行本次后评估时，经向鄂州火力发电厂确认，大多数搬迁居民对搬迁的相关措施表示满意。其原因是，针对纳入搬迁范围的 7 个村庄、466 户家庭、1727 位居民、1 家砖厂和 1 所小学，全部按计划完成了搬迁费和补偿费的支付、向搬迁居民提供工作岗位、向全员 51 岁以上的家庭发放补偿金等工作。

2） 对环境的影响

本项目的运营满足环境标准，基本没有问题。如表 6 所示，本项目完成时的 1999 年及 2000 年测定的大气及水质污染物等的数值均低于标准值。另外，据实施单位介绍，未收到噪音、振动等造成负面影响的报告。

表 6：大气污染及水质污染相关测定值

类别	测定指标	排放标准值 （3 级标准）	1999 完成	2000
大气	SOx	17.56t/h	1.322	1.0675
	NOx	120ppm	100.4	--
	粉尘量	100mg/Nm^3	22.44	49.6
水质	pH	6-9	8.50	8.50
	悬浮物	<150mg/L	25.36	24.4
	COD	150mg/L	46.14	17.6

资料来源：鄂州火力发电厂

注：未测量 2000 年的 NOx 数值。

（5） 可持续性与独立发展性

1） 运营和维护管理负责单位

鄂州火力发电厂于 2000 年 12 月 22 日更名为湖北鄂州发电有限责任公司，因此当前项目负责单位为湖北省电力公司及湖北鄂州发电有限责任公司。运营和维护管理工作由后者负责。更名前的组织结构和功能具有很强的临时性，主要业务为本项目的施工和管理，而更名后的业务重点调整为发电厂的运营和维护，进行了组织的扩大和功能的扩充。撤销基本建设工程部，部门数量由 7 个增至 12 个。

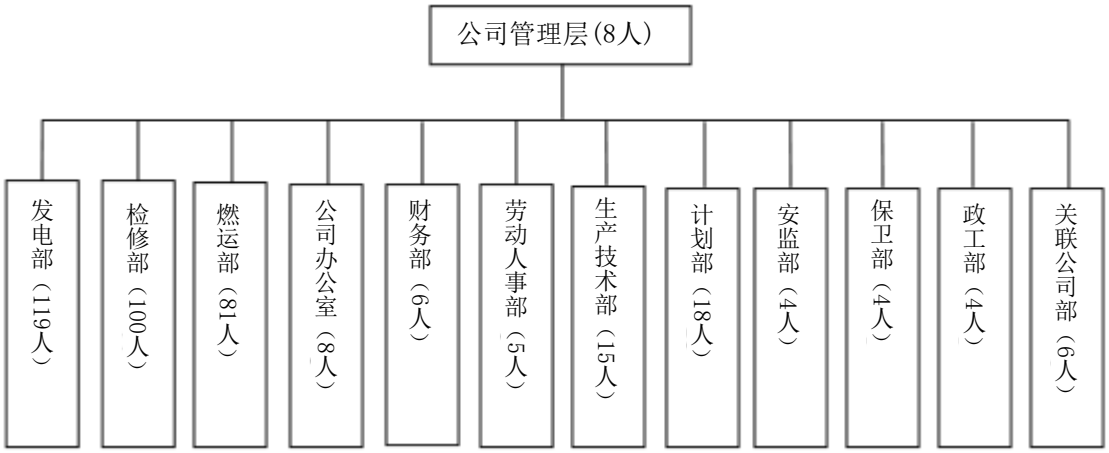
2） 维护和管理体制

湖北鄂州发电有限责任公司的组织结构如图 1 所示。其中，实施本项目 O&M 的部门是生产技术部、发电部及检修部 3 个部门，针对现有工厂设备的维护和管理采取了合理的人员配置。

虽然针对技术实力尚未建立完善的定量测定标准，但一年一度的技术测试结果是维护管理相关员工技术实力测试的证据之一，同时还十分重视员工现场解决问题的实务能力。

另外，为了提升维护管理部门的技术水平，湖北鄂州发电有限责任公司上级部门每月面向全体技术人员举行一次技术问题相关的答疑，由维护管理部门所属各班推荐代表每月召开技术报告会。

图 1：湖北鄂州发电有限责任公司组织结构图



资料来源：鄂州火力发电厂

3） 财务状况

1998 年本项目部分设备开始试运行，1999 年 4 月 2 日两座发电设备开始正式运行。此前该公司的收益远低于当初设定的计划值，如上所述，其原因是电力消耗整体低迷，发电量少。

但是，湖北省的经济状况从 2000 年开始缓慢好转，预计今后电力需求将会恢复。另外，虽然存在关于新增电力供应来源的预测，但三峡大坝等大型水力发电站是基本解决东部沿海地区电力需求增长的“西电东送”计划的一环，供应给湖北省内的部分较少。另外，湖北省近期不再计划建设其他大型水力发电站，因此供电能力出现富余的趋势今后将逐渐消除。

基于以上背景，预计今后本项目的收益状况将会得到改善。据鄂州火力发电厂介绍，计划将电费从截至 2000 年的 0.249 元/度自 2001 年开始提升至 0.3247 元/度。由此，预计 2001 年收益将增加 37%，2001 年-2009 年间预计收益平均每年增长 5%。

3. 教训

应对项目评估阶段省内及供电网范围内的需求进行更细致的分析，确认项目覆盖区域内有无其他供电计划以及该计划对本项目产生的影响。

主要计划值与实际值的比较

项目	计划值	实际值
①项目范围		
(1)发电厂		
装机容量	300MW×2	
燃料	煤炭	
蒸汽压力	183bar	
蒸汽温度	540℃	
(2)锅炉及配套设备		
类型	亚临界压力强制循环或自然循环式锅炉、附带平衡通风系统	
容量	1072 t/h	
除尘器	电除尘器	
(3)蒸汽轮机及配套设备		同左
类型	串联式、再热双流式	
转速	3000r.p.m.	
蒸汽状态	167.8bar、537℃	
(4)发电机		
类型	水冷及氢气冷却式、励磁装置	
功率	353MVA × 2	
功率因数	0.85	
频率	50HZ	
(5)其他相关设备		
②工期	1993 年 5 月-1996 年 9 月	1994 年 9 月-1999 年 4 月
(1)主机工程	1993 年 9 月-1996 年 9 月	1994 年 9 月-1999 年 4 月
(2)220KV 开关站	1993 年 11 月-1995 年 12 月	1995 年 6 月-1996 年 9 月
(3)运煤系统	1993 年 11 月-1995 年 6 月	1995 年 4 月-1997 年 12 月
(4)灰场	1993 年 5 月-1995 年 1 月	1995 年 10 月-1997 年 12 月
③经费		
国外资金	318.92 亿日元	317.24 亿日元
国内资金	247.84 亿日元	301.32 亿日元
(以当地货币计算的国内资金)	（10.5913 亿元）	(20.0878 亿元)
合计	566.76 亿日元	618.56 亿日元
其中日元贷款	318.92 亿日元	317.24 亿日元
汇率	1 元=23.4 日元（1992 年）	1 元=15 日元（ 项目实施期间的加权平均值）

关于“湖北鄂州火力发电厂建设项目”的第三方评估人意见

中国社会科学院日本研究所 研究员、对外关系研究室主任　金 熙德

1.　计划的相关性

1）　1990 年本项目评估阶段，增加电力供应是中国经济开发的重要一环。1991 年 4 月通过的“第八个五年计划”中，提出了 1991 年-1995 年间发电量年平均增加 5.6%，1996 年-2000 年间年平均增加 6.3%的计划。湖北省当时经济发展显著，但 1990 年的电力供求平衡出现 400-500MW 的缺口。为了改善湖北地区严重的电力紧缺状况，提升供电可靠性，决定通过本项目在鄂州市葛店新建火力发电厂（300MW×2 座）。日元贷款的对象是 300MW×2 座燃煤电厂成套设备的建设及相关咨询服务所需的全部日元贷款。本项目的目的与当时中国的开发计划一致。

2）　为实现第十个五年计划（2001 年-2005 年）中“进一步调整电力结构”的目的，中国政府提出了促进火力发电适当发展的方针，目的是依次关停老旧的小规模燃煤电厂，增加引进清洁燃煤技术的大规模燃煤电厂。本项目计划与当前中国的开发政策一致。

2.　项目实施效率

1）　本项目的项目范围未发生变更，但建设工程的竣工时间全部晚于计划时间。其原因是，（1）国内资金短缺导致进口关税及增值税支付延迟；（2）供应商交货延迟；（3）进口商品设计及制造中的质量问题等。

2）　在此前中国的外国政府贷款项目中，进口相关设备可享受免税政策，但该政策于 1996 年-1997 年出现临时变更，因而对本项目造成了暂时性的影响。

3.　影响

1）　1990 年，湖北省的电力供应处于紧缺状态，1996 年转为供过于求，本项目完成时的 1999 年，进入电力过剩的状态。另外，随着同期葛洲坝水力发电站等大规模电力项目竣工，1999 年湖北省总装机容量中本项目占比为 4.1%，设备利用率及运转率较低，导致全省发电量中本项目的占比仅为 2.5%。2000 年开始，湖北省的经济状况出现好转，由于鄂州基础设施建设扩大，尤其是随着西部大开发政策的正式实施，中央政府及沿海地方企业、外资企业扩大向中西部地区的投资，预计今后电力需求将会恢复。

2）　针对本项目实施产生的居民搬迁问题，鄂州市政府向搬迁居民提供新住所及工作岗位，同时，按规定支付搬迁费及补偿费。

3）　本项目实施未对环境造成负面影响。

4.　项目的可持续性

鄂州火力发电厂于 2000 年 12 月 22 日更名为湖北鄂州发电有限责任公司，因此现在的负责单位名义上变为湖北省电力公司和湖北鄂州发电有限责任公司，运营和维护管理工作由后者负责。

5.　对今后的建议

制定发电厂项目计划时，需要考虑到项目覆盖区域内其他发电厂建设带来的供电能力扩大的情况，在项目评估阶段对需求进行更加细致的分析，项目实施期间需要随时探讨并灵活应对电力需求降低等新变化。