

中华人民共和国

山西省王曲火力发电厂建设项目（1）（2）

第三方评估人：Global Link Management株式会社

中村 泰德

0. 要点

本项目旨在通过在山西省长治市建设总装机容量为1,200MW（600MW×2）的坑口发电厂并向山东省送电，以满足山东省日益增长的电力需求，促进山西省煤炭和电力产业的进一步发展，为两省的经济发展做贡献。从相关性来看，本项目完全符合中国、山东省、山西省的发展政策和发展需求，并与日本的对华援助政策相吻合，具有很高的相关性。从有效性和影响来看，本项目旨在满足山东省的电力需求，促进山西省的煤炭和电力产业的进一步发展，从而促进两省的经济发展，通过本项目的实施，预期的效果已开始显现，项目有效性强，影响力大。从效率来看，虽然项目经费成功控制在预算范围之内，但由于实际工期远超原定计划，所以将其效率评定为中等。从可持续性来看，本项目在运营维护管理的体制和技术方面并未发现任何问题，但由于财务方面存在轻微的问题，故将本项目所显现效果的可持续性评定为中等。

综上所述，可对本项目予以高度评价。

1. 项目概要



项目位置图



王曲电厂

1.1 项目背景

自20世纪80年代中期开始的十年间，中国的GDP年均增速已接近10%，进入90年代后更是开始向12%靠近，经济增长进一步提速。作为支撑经济高速增长的动力，1985年至1994年十年间，中国电源新增装机超过10万MW，截至1994年底，发电装机容量已达到19.7万MW，发电量增加了1.3倍，到1994年已达到9,281亿kWh。然而，电力供应却跟不上快速增长的电力需求，过去30年始终存在着缺电的问题，截至1994年，供需缺口已超20%。按照当时的预测，1995年至2000年期间，电力需求的年均增速将达到8%，而中国政府也提出了到2000年将发电装机容量提高至30万MW的计划。因此，需要引进国内外资金作为电源新增装机所

需资金。

山西省的煤炭储量位居全国之首，在电力供应方面完全能够满足省内需求，在此前提下，为了使电力输出与煤炭输出并列成为该省的主要产业，该省大力建设用于向省外输送电力的发电厂，例如建设坑口发电厂并向京津地区供电等。而在山东省，仅依靠本省发电厂已无法满足省内不断增长的电力需求，需要接受坑口发电厂的电力输送。

1.2 项目概要

在山西省长治市建设总装机容量为1,200MW（600MW×2）的坑口发电厂并向山东省输电，以此来满足山东省日益增长的电力需求，同时促进山西省煤炭和电力产业的进一步发展，为两省的经济发展做贡献。

	(1) CXIX-P96	(2) CXX-P96
日元贷款承诺额 / 支付额	300亿日元 / 265.12亿日元	270亿日元 / 138.33亿日元
签署政府换文/签订贷款协议	1997年9月 / 1997年9月	1998年12月 / 1998年12月
贷款条件	利率 2.3% 偿还期限 30年 (其中宽限期 10年) 采购条件 不限定采购国	利率 1.8% 偿还期限 30年 (其中宽限期 10年) 采购条件 不限定采购国
借款人 / 实施单位	中华人民共和国政府 / 山西鲁晋王曲发电有限公司	
贷款结束日期	2009年7月	2010年3月
主合同	Doosan Babcock Energy Limited (英国)、日立制作所/伊藤忠商事/Dongfang Electric Corporation of China (中国)、Honeywell International Inc. (美国)	
咨询合同	东电设计	
相关调查(可行性调查 : F/S)等 (if any)	由山西省电力勘测设计院实施F/S (1996年)	
相关项目 (if any)	无	

2. 调查概要

2.1 第三方评估人

中村泰德 (Global Link Management株式会社)

2.2 调查时间

本次项目后评估调查日程安排如下：

调查时间：2011年7月-2012年9月

实地考察：2011年10月16日-10月29日、2012年2月25日-3月6日

3. 评估结果（评级：B¹）

3.1 相关性（评级：③²）

3.1.1 与发展政策的吻合性

中国在“九五”计划（1996-2000）中基于对未来电力需求增长的预测，将电力产业作为发展重点，将高效率大型火力发电厂的建设列为重点任务。中国电力工业部在电力工业“九五”计划（1996-2000）中，提出了下列重点政策：1）在作为煤炭产地的北部和中部内陆地区建设坑口发电厂，大规模开展输电线路建设，将坑口发电厂生产的电力输送至电力消费需求旺盛的东部和南部沿海地区；2）适度发展燃煤火电；3）从提高发电效率的角度出发，推进300MW以上高效率机组的应用等。此外，山西省在其“九五”计划中提出了新的能源发展政策，决定从“利用铁路运煤”向“向东部沿海地区输电”转变。

中国在“十二五”计划（2011-2015）中提出要“推进能源多元清洁发展”，其中就包括发展清洁高效的大容量燃煤机组。此外，提出要“加快电网体系建设”，包括西电东送（将拥有丰富资源的中国西北内陆地区生产的电力输送至电力消费需求旺盛的东南沿海地区）。山西省在其“十一五”计划（2006-2010）中提出，将继续发展以燃煤火电为主的能源产业，在满足省内电力需求的基础上，扩大外输电规模。此外，山东省也在其“十二五”计划中提出要积极接纳省外来电。

综上所述，无论是从立项阶段还是从项目后评估阶段来看，本项目完全符合国家以及山西和山东两省的发展规划。但是在“九五”计划的最后两年，由于受“八五”计划（1991-1995）后期开始实施的国内产业结构调整、1997年亚洲金融危机、1998年长江洪水等的影响，中国国内出现了电力供应过剩的趋势，为此，国家发展计划委员会于1999年1月宣布三年内将不再批准新建火力发电厂。因此，从本项目的实施周期来看，其中仅有一段时期与中国的发展政策不符，但是为期三年的新电厂停建政策导致2002年以后再度出现了电力供不应求的情况。

3.1.2 与发展需求的吻合性

截至立项阶段，山东省全省的电力需求量约为797亿kWh（1996年），但是按照当时的预测，1996年至2000年期间将以约9.2%的速度增长，2001年至2010年期间将以约7.2%的速度增长。从所需发电装机容量来看，按照当时的预测，到2000年约为21,630MW，到2010年约为45,090MW。另一方面，根据山东省当时出台的发电装机容量扩增计划，到2000年将扩增至约20,930MW，到2010年将扩增至约43,520MW，预计未来依然无法解决缺电的问题。截至立项阶段，山西省全省的发电装机容量为9,560MW（1996年），其中1,760MW用于向省外输电，按照计划，到2010年，外输专用发电装机容量将会扩增至1.1万MW。此外，截至立项阶段，山西省的煤炭年运输规模为2.1亿吨（1995年），而铁路的总运力仅为2.6亿吨，铁路运力已接近饱和。另一方面，根据当时的预测，到2000年，煤炭输出需求将达到3亿吨，因此，山西省需要在增强铁路运输能力的同时，用电力输出来代替煤炭输出。

¹ A: “非常高”；B: “高”；C: “存在部分问题”；D: “低”

² ③: “高”；②: “中等”；①: “低”

2005年至2010年期间，山东省的电力需求量的年均增速为11.5%。而同一时期的供电量仅增长了8.7%。尽管2005年至2007年期间曾一度出现供大于求的局面，但由于到2008年以后又重新回到了供不应求的状态，因此所需电力依然需要依靠从其他省区输入，尤其是在冬夏两季用电高峰时期。而在同一时期，山西省也在按照其“十一五”计划向省外输送电力，在2005年至2009年期间，其向省外输送的电量占到全省电力供应量的30%左右。此外，从该省的煤炭运输能力来看，相对于6.1亿吨的煤炭产量，其运力仅为3.4亿吨（2010年），煤炭运输能力依然有待提高。

表1 山东省电力供需变化情况（2005年-2010年）

单位：亿kWh

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
电力供应量	2,002	2,314	2,691	2,697	2,871	3,043
电力需求量	1,912	2,272	2,596	2,727	2,941	3,298

资料来源：实施单位问卷回答

表2 山西省的电力供应量以及对省外的电力供应量的变化情况（2005年-2010年）

单位：亿kWh

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
电力供应量	1,312	1,526	1,761	1,786	1,873	2,121
对省外的电力供应量	369	432	463	486	641	-

资料来源：实施单位问卷回答

注1：未能获得2010年对省外的电力供应量的相关数据

综上所述，无论是立项阶段还是从项目后评估阶段，本项目完全符合山东和山西两省的发展需求。

3.1.3 与日本对华援助政策的吻合性

在《日本政府开发援助实施情况年度报告（1997年度）》中，“‘对华援助方针’（2）日本的重点援助项目（A）重点地区”一节中作有如下表述：“以有偿资金援助为中心，开展促进经济基础设施建设的相关合作，同时从助力中国实现协调发展的角度出发，进一步向具有较大发展空间的内陆地区倾斜，通过开展相关合作来促进当地农业和农村的发展，并协助其利用丰富的资源促进自身发展”。此外，海外经济协力基金（OECF）于1996年至2000年期间向中国提供了第4批日元贷款，除传统的经济基础设施项目外，旨在促进内陆地区发展的相关项目也被列为了重点。本项目的目的在于利用中国内陆地区丰富的煤炭资源，通过开展合作来促进经济基础设施的建设，由此可见，截至立项阶段，本项目完全符合日本的援助政策。

综上所述，本项目的实施完全符合中国政府、山东省以及山西省的发展政策和发展需求，完全符合日本的援助政策，具有很高的相关性。

3.2 有效性³（评级：③）

3.2.1 定量效果（运用效果指标）

本项目建成后至2010年期间的运用效果指标的计划值（参考值）与实际值如下表所示。

表3 运用效果指标

			2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
最大输出功率	MW	计划值	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
	MW	实际值	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
送电端发电量	亿kWh	计划值	18.9	66.3	66.3	66.3	66.3
	亿kWh	实际值	24.8	70.1	6.3163.1	62.6	66.5
设备利用率	%	计划值	63.26	63.26	63.26	63.26	63.26
	%	实际值	71.64	66.36	66.38	66.33	66.43
运转率	%	计划值	68.49	68.49	68.49	68.49	68.49
	%	实际值	91.96	92.48	91.24	88.5	92.81
厂用电率	%	计划值	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
	%	实际值	5.03	4.95	4.98	4.91	5.06
发电端热效率	%	计划值	32	32	32	32	32
	%	实际值	41.9	41.97	41.48	41.32	41.5
各因素导致的	人为错误		0	0	0	0	0
停运时间（小时/年）	机械故障		65	46	13	0	0
	计划停运		456	1727	1526	2014	1259
各因素导致的	人为错误		0	0	0	0	0
停运次数（次数/年）	机械故障		8	5	4	0	0
	计划停运		2	2	4	4	4

资料来源：JICA立项阶段的资料、实施单位问卷回答

注1：上述各项指标按照以下计算方法计算得出。

送电端发电量 = 发电端年发电量-发电站年用电量

设备利用率 = 年发电量/（额定输出功率×年小时数）×100

运转率 = （年运转小时数/年小时数）×100

厂用电率 = （厂年用电量/发电端年发电量）×100

发电端热效率 = （发电端年发电量×860）/（燃料年消耗量×燃料发热量）×100

本项目在立项阶段并未设定运用效果指标的计划值，所以我们根据作为FIRR计算依据的数值计算得出相应的数值，并将其作为计划值（参考值）与实际值进行了对比。

³ 判断有效性时，也一并考虑影响，在此基础上进行等级评定。

对比结果显示，基本上所有指标都已达成计划值（参考值）。2006年至2008年期间，发电厂曾因机械故障而停运，其原因包括：在试运行过程中锅炉压力容器发生了蒸汽泄漏；因更换燃煤导致熟料灰⁴在锅炉底部结块；锅炉的不稳定燃烧导致保护装置启动。在经过妥善处理 after，目前已恢复正常。

此外，在本项目中，电厂生产的电力是通过500kV双回线路，经由潞城开闭所和河北省邯郸东的新安变电站输送至山东省送电网的。关于通往山东省的输电线路，从立项阶段制定的计划来看，连接王曲电厂与山东省莱阳变电站的输电线路的建设资金来源原本包括日元贷款和中国国内配套资金两个部分，但是后来根据中国政府的要求，并未使用日元贷款，而是全部利用国内配套资金完成了建设。



从发电厂通往山东省的输电线路

3.2.2 定性效果

（1）提高煤炭资源的利用效率

在山西省向省外输送煤炭的能力较为有限的情况下，王曲电厂每年约消耗250万吨燃煤，并向省外送电，这推动提升了该省煤炭资源利用效率。通过对煤炭企业进行采访可以证实，王曲电厂的用煤需求切实促进了全省煤炭产量的增长。（参见专栏1）。

（2）通过电力的稳定供应促进提升生活水平

王曲电厂自2007年全面投产以来，已持续稳定地向山东省输送了超60亿kWh的电量（约占山东省电力需求量的2%-3%）。在王曲电厂建成的2006年至2010年间，山东省的人均GDP以年均15%的速度增长。而同一时期消费者物价指数（CPI）的年均增速只有3.6%，由此可以认为该省经济生活水平已实现了提升。然而，王曲电厂的供电量仅能满足山东省2-3%的电力需求，加之山东省2005年-2007年期间供电量年均增长约350亿kWh，因此难以针对本项目对山东省人均GDP增长的直接贡献进行判断。但是通过对山东省的企业进行采访可以了解到“（虽然无法确认是否得益于本项目，）自2007年以来，随着限电情况的减少以及供电稳定性的提升，工厂已经能够满负荷运转，并且实现了产能提升”（参见专栏1），基于这一事实，可以认为，王曲电厂自2007年起开始持续稳定地向山东省输送电力，目前已承担起确保山东省稳定供电的部

⁴ 煤炭燃烧过程中产生的煤灰中落至锅炉底部的煤灰。

分重任，为促进山东省的经济活动作出了贡献。

专栏1. 对用电大户（企业）的采访

<i>CET Shandong Power Equipment Co. Ltd.</i>（山东省济南市） 作为一家生产变压器等产品的制造企业，成立于1958年，拥有1,300名员工。“2007年以来，无论是供电量还是供电稳定性均实现了提升，与2006年相比，2009年的营业利润增长了约21倍。营业利润的增长主要得益于市场需求的增长，另一个重要因素则在于，2007年以来限电情况开始减少，工厂开始能够实现满负荷运转，产能也随之得到了提升。但由于所用电力购自山东省电网，所以无法对王曲电厂产生的直接影响进行判断。”
<i>Luan Mining Group</i>（山西省长治市） 作为长治市的第三大煤炭企业，成立于1987年，拥有980名员工。“原煤产量自2005年以来以每年1000万吨的速度不断递增。每年可向王曲电厂供应60万-70万吨煤炭。与2005年相比，2010年的营业利润增长了4倍。之所以实现利润增长，除产量增加这一因素外，也与煤炭价格的上涨有关。由于山西省向省外输送煤炭的能力较为有限，因此像王曲电厂这种在省内使用煤炭，向省外输送电力的做法对于煤炭产业来说是非常有益的。”
<i>Shanxi Coal Transportation and Sales Group Co. Ltd.</i>（山西省长治市） 作为一家煤炭销售企业，成立于2006年，拥有60名员工。“王曲电厂所用煤炭中，所有以公路方式运输的煤炭均由我们负责供应。所销售的煤炭购自于长治市当地的小型矿山企业。我们所销售煤炭的三分之一用于供应王曲电厂，每年约有160万-180万吨销往王曲电厂。”

3.3 影响

3.3.1 影响的显现情况（与项目目标相关的“影响”）

（1）通过满足山东省的电力需求促进该省经济发展

山东省近5年的GDP（国内生产总值）以及工业部门⁵占GDP比重如下表所示。

表4 山东省的GDP以及工业部门占GDP比重的变化情况（2006年-2010年）

单位：100万元

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
实际GDP	2,430,501	2,775,632	3,108,708	3,487,970	3,916,992
工业部门占GDP比重	52.8%	52.0%	52.1%	49.8%	47.9%

资料来源：中国国家统计局

表5 山东省工业部门用电量占全省用电量的比重（2006年-2010年）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
--	-------	-------	-------	-------	-------

⁵ 包括采矿业、制造业、电力、燃气及水的生产和供应业等行业。

工业部门用电量的比重	79.9%	79.9%	78.9%	78.3%	77.5%
------------	-------	-------	-------	-------	-------

资料来源：中国国家统计局

自2006年本项目建成后直至2010年，山东省实际GDP的年均增速达到了12.7%。不过，从本项目的贡献来看，正如3.2.2（2）所述，在2006年本项目建成后，供电量较2005年增加了约312亿kWh，此后再到2010年，供电量继续以年均8.73%的速度不断增长，因此很难对本项目的电力供应对山东省经济发展的直接贡献进行评估。然而，2006年至2010年期间，山东省工业部门占全省GDP比重约为50%，是该省GDP结构中占比最大的产业部门，此外，如表5所示，山东省约80%的电力消费来自工业部门，基于以上两点，可以认为本项目通过向山东省稳定供电，为该省经济发展做出了一定的贡献⁶。

（2）通过促进山西省煤炭产业和电力产业的发展带动该省的经济发展

本项目建设的电厂位于长治市（地级市），长治市和潞城市（长治市下属县级市）的名义GDP（国内生产总值）以及能源部门GDP如下表所示⁷。

表6 长治市和潞城市的名义GDP/能源部门GDP（2005年-2010年）

单位：100万元

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
长治市的GDP	46,040	55,060	68,210	77,530	92,020
（其中能源部门）	(24,520)	(30,270)	(40,140)	(45,280)	(57,290)
潞城市的GDP	4,810	5,650	6,210	6,750	7,210
（其中能源部门）	(3,030)	(4,420)	(4,860)	(5,100)	(5,370)

资料来源：潞城市经济信息技术委员会

2006年本项目建成后至2010年期间，长治市名义GDP的年均增速为18.9%，该市能源部门GDP的年均增速为23.6%。同期潞城市GDP的年均增速为10.65%，该市能源部门GDP的年均增速为15.38%。由此可见，两市能源部门对GDP的增长起到了拉动作用。从本项目的贡献来看，据潞城市经济信息技术委员会介绍，该市税收收入的10%-20%来自于王曲电厂，该电厂的经济规模在该市占有很大比重。因此，可以认为该电厂为潞城市电力产业的发展以及经济发展做出了巨大贡献。此外，王曲电厂每年都会从长治市的煤炭企业以及煤炭销售企业采购约250万吨（约占长治市2011年煤炭产量的2.5%⁸）煤炭，因此可以认为本项目对长治市煤炭产业的发展是有所贡献的。

3.3.2 其他正面、负面的影响

（1）对自然环境的影响

⁶ 以向山东省输送的电力被平均分配给各产业部门为前提。

⁷ 由于未能获得实际GDP的相关数据，故使用名义GDP。

⁸ 资料来源：长治市人民政府

① 烟气

烟气治理措施方面，按照立项阶段制定的计划，使用含硫量为0.35%的低硫煤来减少硫氧化物（以下简称“SO_x”）的排放，并采用低NO_x燃烧器和二段燃烧法来减少氮氧化物（以下简称“NO_x”）的排放。为了除尘，还安装了除尘效率高达99%以上的电除尘器。此外，中国政府于2003年对《火电厂大气污染物排放标准》（以下简称“大气排放标准”）进行了修订，并要求自2004年起开始执行。为此，该电厂利用国内配套资金于2005年和2006年采购了两台烟气脱硫装置⁹。经过上述努力，该电厂各项指标均已满足大气排放标准。此外，还在2009年引入了在线监测系统，山西省环境保护厅利用该系统对其大气排放情况进行连续监测。此外，中国政府于2012年再次对大气排放标准进行了修订，并要求现有发电厂自2014年起开始执行新标准。从王曲电厂目前的NO_x数值来看，并不符合新的标准要求，因此需要采取措施赶在2014年之前达到新的排放标准。此外，在最新的大气排放标准中，增设了汞（0.03mg/Nm³）的排放标准，并计划自2015年起开始执行，但具体细节尚未明确，需要等待省环境保护厅发布相关信息。



大气监测系统



在线监测系统通信设备

表7 火电厂大气污染物排放标准

标准 指标	—	新标准（2012 年） （GB13223- 2011）	电厂建成后 （GB13223-2003）	立项阶段 （GB13223-91）
	排放实际值（2011 年）	标准值	标准值	标准值
SO _x	104.74mg/Nm ³	200mg/Nm ³	400mg/Nm ³	— ¹⁰
NO _x	254.21mg/Nm ³	100mg/Nm ³	650mg/Nm ³	—

⁹ 立项阶段设定的排放浓度为590.5mg/Nm³，实际设定的排放浓度为400mg/Nm³。

¹⁰ 并未设定排放浓度，但将排放量设定为20,440kg/h（未安装烟气脱硫装置）。

粉尘	25mg/Nm ³	30mg/Nm ³	50mg/Nm ³	469mg/Nm ³
----	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

资料来源：实施单位问卷回答

注：现有发电厂自2014年起开始执行上述标准值（GB13223-2011）

② 噪音

降噪措施方面，通过设置隔音墙确保实际噪音低于标准值。

表8 噪音标准

标准 指标	-	现在 (GB12384-2008)	立项阶段/项目建成后 (GB12384-90)
	实际值	标准值	标准值
噪音等级	45.9-49.1dB（夜间） /47.9-52.0dB（白天）	50dB（夜间）/60dB（白天）	50dB（夜间）/60dB（白天）

资料来源：实施单位问卷回答

③ 其他（废水、粉煤灰处理、储煤场）¹¹

废水处理方面，从立项阶段制定的方案来看，原本计划在规定的标准范围内进行处理后排入河流。但是据实施单位介绍，实际上是在使用废水处理设备进行处理后，全部在发电厂内部进行循环再利用。粉煤灰的处理方面，我们已在项目后评估阶段进行了现场检查，可以确认其是按照立项阶段制定的计划，在位于厂区西北方向约2km的灰场进行填埋处理。粉尘治理措施方面，可确认其已采取如下措施：使用喷水卡车进行公路运输；使用带盖的皮带输送机；对灰场进行喷洒并定期压实；在其周边种植树木、铺设草坪。在防止因渗水而造成的地下水污染措施方面，可确认其已进行了黄土衬砌¹²。储煤场的粉尘治理措施方面，可确认其已按照立项阶段制定的计划，安装了喷淋装置和防风网，种植了防护林，并使用煤炭运输卡车专用通道进行运输。

（2）居民搬迁与征地

立项阶段已就征地达成协议，在此方面并不存在任何问题。征地面积为1.59平方千米¹³。此外，并未进行居民搬迁。

（3）其他正面、负面的影响

本项目产生的其他正面影响还包括为当地创造了就业岗位。王曲电厂的主要员工中有40%来自于当地，包括货物搬运、保洁和保安在内，共创造220个就业岗位。

综上所述，通过实施本项目，预期效果已开始呈现，本项目的有效性及影响力高。

¹¹ 并未针对煤灰处理以及储煤场设定标准值。此外，在项目后评估阶段进行现场检查时，并未针对灰场和储煤场产生的粉尘进行确认。

¹² 采用高保水性的黄土进行覆盖从而防止发生浸水。

¹³ 所征用的土地包括本项目支持的1期建设用地以及目前正在规划的2期建设用地。

3.4 效率（评级：②）

3.4.1 成果

本项目的成果（计划值/实际值）如下表所示。

表9 成果（计划值/实际值）

	数量、规格等	
	计划	实际值
锅炉	2台，超临界压力式	与计划一致
涡轮发电机	2台，输出功率600MW，单轴再热冷凝式，50Hz，3,000pm，水-氢冷却	与计划一致
主变压器	2×3×240 MVA+1×240 MVA	与计划一致
仪表控制	Dispersed Control System（DCS）	与计划一致
粉煤设备	球磨机（高度粉碎，中速）	与计划一致
燃烧设备	—	与计划一致
水处理设备	400m ³ /h	与计划一致
烟气处理设备	2台电除尘器，除尘效率达99%以上	与计划一致
烟囱	Double-shaft 220m 1根	与计划一致
煤炭预处理设备	2台卡车料斗，底卸式漏斗车，20万t规模的储煤场，6座煤料仓（相当于11个小时的用量），卸煤能力70万t/年	与计划一致
粉煤灰处理设备	干式	与计划一致
冷却塔	2台自然通风式，喷淋面积7,500m ² ，高135m	与计划一致
开闭所	500kV开闭所以及220kV开闭所	与计划一致
制氢装置	—	与计划一致
*咨询服务	合计107M/M 包括项目统筹23M/M，机械技师（2名）28M/M，电气技师（2名）28M/M，控制技师（2名）28M/M，主要提供以下咨询。 ①招标文件编制建议 ②评标建议 ③合同谈判建议 ④参加设计联络会，提供设计建议 ⑤协助监督项目进度 ⑥协助进行设备验收	合计121M/M 编制锅炉及涡轮招标文件-签订合同（27.9M/M） 进行变压器及燃烧设备招标准备-签订合同（15.1M/M） 设计管理（61M/M） 施工、试运行（10M/M） 性能测试（7.0M/M）
烟气脱硫装置	无	追加。2台，脱硫率97%以

		上
--	--	---

资料来源：JICA立项阶段资料、实施单位问卷回答

从项目内容来看，基本上做到了按计划实施。但由于施工许可延迟下发导致招标和详细设计延期完成，最终导致咨询服务的使用量较原计划多14M/M。此外，鉴于中国政府提高了大气排放标准，且设定了SO_x的排放标准，所以利用国内资金购置了两台烟气脱硫装置。

3.4.2 投入

3.4.2.1 项目经费

立项阶段制定的项目经费预算为1384.92亿日元（日元贷款570.82亿日元，国内配套资金814.10亿日元），实际利用699.60亿日元（日元贷款403.45亿日元，国内配套资金296.15亿日元），为计划值的51%，完全控制在预算范围内。虽然咨询服务从成果方面来看超出了计划使用量，但是项目经费则成功控制在预算范围内。

表10 项目经费（计划值/实际值）

	计划值					实际值			
	日元贷款		国内 配套资 金	合计		日元 贷款	国内 配套资 金	合计	
	百万	其中 1997年	百万元	百万元	百万日 元	百万日 元	百万元	百万元	百万日 元
锅炉	21,391	13,440	554	2,127	28,925	18,946	-	1,324	18,946
涡轮	24,886	11,577	469	2,299	31,264	19,761	-	1,381	19,761
I&C	2,512	855	110	295	4,008	1,086	-	75	1,086
变电（开 闭所）设 备	1,651	674	263	384	5,228	-	218	218	3,117
施工机械	329	329	-	24	329	-	83	83	1,187
实验室 设备	249	249	45	63	86	-	10	10	143
运输设备	-	-	74	74	1,006	-	10	10	143
附属设备	-	-	189	189	2,570	-	1	1	14
福利设备	-	-	44	44	598	-	1	1	14
铁路设备	-	-	165	165	2,244	-	104	104	1,487
微波设备	-	-	5	5	68	-	-	-	-

进口税	-	-	1,216	1,216	16,538	-	0	0.0	5
其他	-	-	703	703	9,561	192	-	14	192
烟气脱硫装置	-	-	-	-	-	-	117	117	1,673
建筑施工	-	-	-	-	-	-	1,037	1,037	14,829
交付施工	-	-	-	-	-	-	489	489	6,993
小计	51,018	27,124	3,837	7,588	103,201	39,985	2,071	4,894	69,600
咨询	379	379	-	28	379	359	-	25	359
物价上涨率	2,985	1,087	1,864	2,083	28,335	-	-	-	-
物资预备费	2,700	1,410	285	484	6,576	-	-	-	-
合计	57,082	30,000	5,986	10,183	138,492	40,345	2,071	4,920	69,960

资料来源：JICA立项阶段资料、实施单位问卷回答

注1：立项阶段的汇率：1元=13.6日元，项目后评估阶段的汇率：1元=14.3日元
（贷款执行期间的简单平均汇率）

项目实际经费低于预算的主要原因如下。

- ① 受钢材等原材料价格大幅下跌等的影响，经过全球竞标，最后实际价格低于预算
- ② 中国国内的原材料价格下降
- ③ 2004年，国家发展和改革委员会批准对本项目的器材进口实行免税措施，所以实际的进口税费低于预算。

此外，在对项目经费的使用效率进行评价时，受到了以下因素的制约，即实施单位并未按照立项阶段制定的类目对项目经费进行管理，这导致难以按类目对项目经费的使用情况进行比较。根据实施单位给出的解释，这是由于在项目施工期间实施单位发生了变更，而新的实施单位采用了另外一种经费分类方法所致。

3.4.2.2 工期

项目实际工期大幅超出原计划。立项阶段所制定的工期为1997年1月（于该月启动概念设计审查）至2002年12月（2号机试运行），共72个月。而实际工期为1997年1月（于该月启动概念设计审查）至2006年8月，共116个月，实际工期为原计划的161%。

工期延长的主要原因如下。

- ① 正如相关性一节所述，由于国家发展和改革委员会（当时的名称）施行的电力改革，国家自1999年起3年内不再批准开工新建火力发电厂，从而导致本项目到2002年4月才获得开工许可，与原计划的1997年12月相比共推迟了53个月。

- ② 由于在中国国内履行相关程序的过程中出现了延误，导致项目的可行性研究报告直至1998年8月才最终获得国务院批准，与原计划的1997年6月相比共推迟了15个月。

另一方面，关于“从获准开工直至2号机开始试运行”这一期间，立项阶段的计划为1997年12月至2002年12月，共61个月，实际上则是从2002年4月至2006年8月，共52个月，实际所用时间为原计划的85%。

3.4.3 内部收益率（参考值）

截至项目后评估阶段的财务内部收益率（FIRR）为6.06%，低于立项阶段的计算结果（15.63%）。其主要原因包括以下几点：煤炭实际价格远高于立项阶段的报价；电价低于立项阶段的报价；地方税税率高于立项阶段的税率。对此，实施单位给出如下解释：由于煤炭价格和电价难以预测，所以在计算FIRR时，2012年以后煤炭价格的预测值是取2012年的实际合同价格，2012年以后电价的预测值则是根据2011年电价的涨幅计算得出，即FIRR的数值并非基于详细的预测计算得出。另一方面，在立项阶段并未计算经济内部收益率（EIRR）。

综上所述，虽然本项目的项目经费成功控制在预算范围内，但由于工期大幅超出原计划，故将其效率评定为中等。

3.5 可持续性（评级：②）

3.5.1 运营和维护管理体制

山西鲁晋王曲发电有限公司（山东鲁能集团公司¹⁴、山东国际信托投资公司、山西国新能源集团公司的出资比例分别为75%、20%、5%）已将发电厂的运营维护管理委托给CPI North China Power Engineering Co. Ltd.（以下简称“CPI公司”。China Power Investment Corporation、Shanxi Zhangze Electric Power Co. Ltd.的出资比例分别为51%、49%）。包括综合管理、机械管理、电机系统管理、灰处理设备管理、燃料管理在内，CPI公司共配备了132名人员负责电厂的运营维护。

3.5.2 运营和维护管理技术

CPI公司参与运营维护管理的工作人员中，有50%的人员拥有大学及以上学历，有65%的人员拥有20年以上的实务经验。

此外，还会围绕运营维护管理开展相关培训，内容包括定期巡检以及脱水槽¹⁵的维修，截至目前，分别有26人和42人接受了这两项培训。有关运营维护管理的操作手册齐全，包括生产管理手册、安全管理手册、设备维护手册和设备管理手册。

3.5.3 运营和维护管理财务

自2008年以来，营业利润一直处于亏损状态。主要原因包括以下两点：一是由于

¹⁴ 国家电网下属全资子公司。

¹⁵ 用来对熟料灰（燃煤燃烧过程中所产生的煤灰，其落至锅炉底部的煤灰）进行脱水的装置。

煤炭价格上涨导致主营业务成本上升，二是由于售电价格受管控，导致主营业务收入增长乏力。2008年以来，主营业务成本较2007年增长了约30%，而售电价格则始终被中国政府控制在一个较低水平，因此主营业务收入同比增幅只有不到10%。不过，据实施单位介绍，经山东鲁能集团公司（第一大股东）与国家发改委和国家电网等部门协商，当前的售电价格已较2011年4月之前上调了19.8%，因此预计2011年的营业利润将会实现扭亏为盈。从未来财务的可持续性来看，除上调售电价格外，国家发改委于2011年4月发出通知，要求将电煤价格维持在上一年水平，可见中国正在从国家层面采取措施来稳定煤炭价格（导致电厂主营业务成本上升的原因），所以可以认为在这方面已不再有后顾之忧。此外，为应对最新的大气排放标准，需要对相关设备进行改造，据实施单位介绍，所需费用已纳入财务计划之中。

表11 过去4年的收支情况

(1,000元)

	2007年	2008年	2009年	2010年
主营业务收入	1,836,431	1,737,538	1,856,771	1,989,409
主要业务成本	1,349,430	1,726,832	1,708,570	1,800,194
营业税及附加税	24,212	15,847	12,186	13,198
主营业务利润	462,789	-5,141	136,015	176,017
其他业务收入	0	209	371	2,981
其他的业务成本	0	18	588	528
财务费用	161,560	212,086	146,514	411,774
营业利润	301,229	-217,036	-10,716	-233,304

资料来源：损益表

3.5.4 运营和维护管理情况

除日常巡检外，还会按计划进行定期检修，定期检修以5年为一个周期（CCCCA），由C检修（每25-30天）和A检修（每60天）组成。该电厂在建成后，已经能够实现持续稳定的电力供应。

综上所述，由于本项目在维护管理的财务层面存在轻微的问题，故将本项目所显现效果的可持续性评定为中等。

4. 结论及建议、教训

4.1 结论

本项目旨在通过在山西省长治市建设总装机容量为1,200MW（600MW×2）的坑口发电厂并向山东省送电，以满足山东省日益增长的电力需求，促进山西省煤炭和电力产业的进一步发展，为两省的经济发展做贡献。从相关性来看，本项目完全符合中国、山东省、山西省的发展政策和发展需求，并与日本的对华援助政策相吻合，具有很高的相关性。从有效性和影响来看，本项目旨在满足山东省的电力需求，促进山西省的煤炭和电力产业的进一

步发展，从而促进两省的经济发展，通过本项目的实施，预期的效果已开始显现，项目有效性强，影响力大。从效率来看，虽然项目经费成功控制在预算范围之内，但由于实际工期远超原定计划，所以将其效率评定为中等。从可持续性来看，本项目在运营维护管理的体制和技术方面并未发现任何问题，但由于财务方面存在轻微的问题，故将本项目所显现效果的可持续性评定为中等。

综上所述，可对本项目予以高度评价。

4.2 建议

4.2.1 对实施单位的建议

- (1) 根据最新的大气排放标准指标，该厂当前的NO_x排放水平不达标，因此应当赶在2014年之前采取必要措施使其达标。此外，应针对汞的排放浓度标准增设传感器，并赶在2015年之前采取必要措施使其达标。
- (2) 售电价格方面，应当与母公司山东鲁能集团公司合作，继续就上调售电价格以及为电厂提供运营补贴等事宜与国家发改委、山东省政府以及国家电网进行协商，继续采取相应措施确保未来财务的可持续性。

4.2.2 对JICA的建议

无。

4.3 教训

无。

主要计划值与实际值的比较

	计划值	实际值
① 成果		
锅炉	2台，超临界压力式	与计划一致
涡轮发电机	2台，输出功率600MW，单轴再热冷凝式，50Hz，3,000pm，水—氢，氢冷却	与计划一致
主变压器	2×3×240 MVA+1×240 MVA	与计划一致
仪表控制	DispersedControlSystem (DCS)	与计划一致
粉煤设备	球磨机（高度粉碎，中速）	与计划一致
燃烧设备	—	与计划一致
水处理设备	400m ³ /h	与计划一致
烟气处理设备	2台电除尘器，除尘效率达99%以上	与计划一致

烟囱	Double-shaft 220m 1根	与计划一致
煤炭预处理设备	2台卡车料斗，底卸式漏斗车，20万t规模的储煤场，6座煤料仓（相当于11个小时的用量），卸煤能力70万t/年	与计划一致
粉煤灰处理设备	干式	与计划一致
冷却塔	2台自然通风式，喷淋面积7,500m ² ，高135m	与计划一致
开闭所	500kV开闭所以及220kV开闭所	与计划一致
制氢装置	—	与计划一致
咨询	合计107M/M	合计121M/M
服务	包括项目统筹23M/M，机械技师（2名）28/M，电气技师（2名）28M/M，控制技师（2名）28M/M，主要提供以下咨询。 ①招标文件编制建议 ②评标建议 ③合同谈判建议 ④参加设计联络会，提供设计建议 ⑤协助监督项目进度 ⑥协助进行设备验收 无	编制锅炉及涡轮招标文件-签订合同（27.9M/M） 进行变压器及燃烧设备招标准备-签订合同（15.1M/M） 设计管理（61M/M） 施工、试运行（10M/M） 性能测试（7.0M/M）
烟气脱硫装置		追加。2台，脱硫率97%以上
② 工期	1997年1月-2002年12月（72个月）	1997年1月-2006年8月（116个月）
② 经费		
日元贷款	570.82亿日元	403.45亿日元
国内配套资金	814.10亿日元 （59.86亿元）	293.25亿日元 （20.71亿元）
合计	1,384.92亿日元	699.60亿日元
其中日元贷款	570.82亿日元	403.45亿日元
汇率	1元=14.6日元 （截至1997年2月）	1元=14.36日元 （1997年9月-2010年3月平均汇率）