

中华人民共和国

2016 年度 第三方后评估报告书

日元贷款“山西省西龙池抽水蓄能电站建设项目”

第三方评估人：株式会社国际开发中心 西野俊浩

## 0. 要点

本项目的目的是通过在山西省建设抽水蓄能电站，增强用电高峰时期的应对能力，提高电力系统运行的可靠性和经济性，进而为控制大气污染物的排放做出贡献。本项目符合中国中央政府及山西省电力与环境政策要求，亦与防治大气污染、提高供电的稳定性和经济性这一发展需求以及日本的援助政策相吻合，相关性高。在效率方面，虽然项目经费控制在计划之内，但项目时间因采购延迟而超过预期时间，故整体为中等水平。山西省电力情况的变化，导致本项目预期作用也发生了变化。目前，本项目主要在“应对用电高峰”、“为开发新能源调节供需（促进大气污染防治工作）”方面切实发挥着作用。后评估阶段，各项指标均基本处于达标水平，在提高供电稳定性和经济性方面也充分显现出了预期效果。经确认，项目在“促进地区社会经济发展、改善贫困状况”与“对日本企业获得订单起到促进作用”等方面也取得了一定的效果。另一方面，立项阶段设定的项目完成两年后的有效性与影响的相关指标均远未达标，因此，有效性和影响为中等水平。在可持续性方面，经确认，体制、技术、财务等方面均不存在问题，设备设施的运维管理情况良好，因此，评价为高。综上所述，本项目的综合评价为高。

## 1. 项目概要



项目所在地



发电机设备

### 1.1 项目背景

发展电力是保障经济高度增长的原动力，中国政府对此高度重视，长期以来积极推进对电力事业的投资，并取得了显著成效。1990年-2000年的10年里，发电设备装机容量增加了1.3倍（为32万MW），发电量增加了1.2倍（为137万GWh）。但是，电力需求增速一直高于经济增长率，扩大发电设备的装机容量势在必行。另一方面，中国煤炭占能源消费比重约为70%，以煤炭为燃料的火力发电比率很高，致使城市环境污染问题愈加严

重。

山西省位于中国华北地区，虽然矿产与能源资源得天独厚，但工业与农业的发展较为滞后。山西省电网发电设备总装机容量为 12,700MW，年发电量为 62,100GWh，其中 97% 的发电量依赖环境负荷大的火力发电（2000 年）。另外，2000 年最大日峰谷差达 2,500MW 左右，且该值未来呈扩大趋势。在火力发电占据绝对份额的山西省，最大负荷与最小负荷之间的输出功率调节采用的是火力发电站每日启停（DSS: Daily Start and Stop: 反复启动和停止发电）和调节输出功率运行的方式，这种运行方式存在诸多问题，如，缩短发电设备使用寿命、降低热效率、增加运维成本、进一步加大环境负荷等，需要予以解决。同时，山西省大气污染最大元凶之一是燃煤火力发电站排放的烟尘与大气污染物，所造成的环境污染问题日趋严重。

## 1.2 项目概要

本项目的目的是通过在山西省建设抽水蓄能电站，增强用电高峰时段的应对能力，提高电力系统运作的可靠性和经济性，进而为通过削减 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等防治大气污染及通过削减 CO<sub>2</sub> 控制温室气体排放量做出贡献。

日元贷款承诺额/支付额	232.41 亿日元 / 190.69 亿日元
签署政府换文日期/签订贷款协议日期	2002 年 3 月 / 2002 年 3 月
贷款协议条件	利率 0.75% 偿还期限 40 年 (宽限期 10 年) 采购条件 不限定采购国 (咨询部分限定采购国)
借款人/实施单位	中华人民共和国政府 / 国家电力公司
贷款结束日期	2011 年 8 月
主合同	三菱电机株式会社(日本) / 株式会社日立制作所(日本) / 株式会社东芝(日本) / 三菱商事株式会社(日本)(JV)、三井物产株式会社(日本)、大成建设株式会社(日本)、住友商事株式会社(日本)
咨询合同	华东勘测设计研究院(中国) / 东电设计株式会社(日本)(JV)
相关调查 (可行性调查: F/S) 等	由北京勘测设计研究院实施 F/S (1999 年 3 月)
相关项目	-

## 2. 评估概要

### 2.1 第三方评估人

西野俊浩（株式会社国际开发中心）

### 2.2 评估时间

本次后评估调查日程安排如下。

评估时间：2016年7月-2017年9月

实地考察：2016年10月16日-10月29日、2017年3月19日-3月25日

## 3. 评估结果（评级：B<sup>1</sup>）

### 3.1 相关性（评级：③<sup>2</sup>）

#### 3.1.1 与发展政策的吻合性

本项目立项阶段中国政府的发展政策体现为“第九个五年计划（1996年-2000年）”中提出的，由于中国发电量的增加缓解了供需矛盾，因此，改变了重视增强发电能力的一贯方针，强调要通过调整电力结构、进一步完善输配电网、建设抽水蓄能电站等，以期增强用电高峰的应对能力，从而改善能源使用效率。在环境保护方面，提出要通过大力发展清洁能源和导入新的技术来推动减排和环境保护。之后的五年规划继续贯彻重视环境保护和能源的有效供给。“第十三个五年规划（2016年-2020年）”设定了“主要污染物排放量”、“非化石能源占一次能源消费总量的比重”等定量指标和目标，强调改善环境和发展水力发电（抽水蓄能电站建设目标为1,700万kW）。

根据中央政府的这些政策要求，山西省积极推动增强用电高峰应对能力和环境保护方面的举措，在“山西省第十三个五年规划（2016年-2020年）”中，主要鉴于山西省对燃煤火力发电依赖程度高的现状，计划重视并推进以下工作：（一）提高能源使用效率；（二）促进新能源的发展；（三）推进低碳发展；（四）提高非化石燃料的比重。

因此，在“要通过调整电源结构来应对能源的高效供给与解决环境问题”这点上，本项目的目的与内容在立项阶段和后评估阶段均符合中国电力政策的要求。

表1 与本项目相关的发展规划的主要目标

类别	立项阶段	后评估阶段
电力政策与国家发展规划	第九个五年计划（1996-2000）： 电源结构调整有：（一）优化发电结构以及完善发电、输电、配电；（二）通过建设抽水蓄能电站等保障缺电地区的供电，增强输电及用电高峰的应对能力；（三）通过导入新技术推动减排和环境保护等。	第十三个五年规划（2016-2020）： 设定了主要污染物排放量、地级及以上城市空气质量优良天数比率、非化石能源占一次能源消费总量的比重等定量指标和目标，重视改善环境和发展水力发电。
电力事业规划	电力事业第十个五年计划（2001-2005）： 数值目标：（一）十五计划期内，新	电力事业第十三个五年规划（2016-2020）： 重点计划：（一）建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系；（二）提高非化石能源比重，促进化石

<sup>1</sup> A：“非常高”；B：“高”；C：“存在一定问题”；D：“低”

<sup>2</sup> ③：“高”；②：“中等”；①：“低”

	建水力发电部分的装机容量为27,300MW，其中，抽水蓄能发电7,400MW（该期间完成的合计分别为12,700MW和1,100MW）；（二）火力发电500MW以上的比重2005年提升到50%左右（2000年为38%）。	燃料的清洁高效利用；（三）促进新再生能源的开发。 数值目标：抽水蓄能电站装机新增1,700万kW，达到4,000万kW。 <u>中国国务院《能源发展战略行动计划（2014-2020）》：</u> 四大战略：（一）节约优先；（二）立足国内；（三）绿色低碳；（四）创新驱动 数值目标：（一）到2020年，非化石能源占一次能源消费比重达到15%（其中水力发电3.4亿kW）； （二）普通水力发电站的新运转设备容量约达到4,000万kW，新装机设备容量达到6,000万kW以上； （三）“三北（西北、华北、东北）”地区的可再生能源达到4,000万kW
山西省发展规划		<u>山西省第十三个五年规划（2016-2020）：</u> 重视提高能源使用效率、促进新能源开发、推动低碳社会的发展、提高非化石燃料的比重等。

资料来源：JICA提供资料、各类规划文件。

### 3.1.2 与发展需求的吻合性

在本项目的立项阶段，山西省对环境污染大的燃煤火力发电的依赖程度极高（占总发电量的97%），而且，日峰谷差巨大，预计今后将进一步扩大（2000年最大日峰谷差为2,500MW，2010年预测达到4,600MW），在电力系统运行的可靠性、经济性以及环境负荷方面都存在巨大的课题。同时，最大负荷与最小负荷之间的输出功率调节采用的是火力发电站每日启停（DSS）和调节输出功率运行的方式，这种运行方式存在诸多问题，如，缩短发电设备使用寿命、降低热效率、增加运维成本、进一步加大环境负荷等。建设抽水蓄能电站刻不容缓，将对实现以下目标做出贡献：（一）改善燃煤火力发电站的运行条件；（二）控制煤炭与石油燃料消耗量；（三）延长火力发电设备的寿命；（四）提高电力系统运行的可靠性和电力质量等；（五）防治大气污染、控制温室气体排放。可以认为，本项目与发展需求高度吻合。

表2 山西省电力基本指标的推移

	2000	2009	2011	2013	2015	2016
发电设备装机容量（MW）	12,749	28,260	37,170	45,590	57,550	62,310
其中燃煤火力发电（MW）	11,771	26,590	33,655	39,700	45,550	48,840
发电量（GWh）	62,087	137,050	171,000	197,400	186,100	189,900
其中燃煤火力发电 GWh）	60,475	133,950	164,250	186,800	172,600	170,300
最大负荷（MW）	7,614	19,191	21,846	24,654	22,858	24,677
最小负荷（MW）	-	11,202	12,736	14,475	12,503	12,348
日较差最大值（MW）	2,485	4,797	5,276	6,061	5,999	6,322

资料来源：JICA提供资料及实施单位填写的提问表回答

注：“日较差最大值”是指日最大负荷与最小负荷之间的最大差的年最大值。

后评估阶段，山西省电力需求急剧攀升的势头一直持续到2011年左右，装机容量持续处于不足的状态，而在经济增长和电力需求放缓的形势下，随着在建发电站的投产，装机容量扩大，电力供需矛盾得到了大幅改善。电力供需矛盾的缓解，新型发电站的投产强化了火力发电站的调节功能，这些使用电高峰的应对能力得到了提高。虽然如此，为了保

证电力的稳定供给，依然必须确保并强化调节功能，因此，建设具有调节功能的抽水蓄能电站仍然意义重大。近年来，风力发电等新能源的开发不断得到推进，但其供电并不稳定，为了扩大发电量，加强调节功能亦不可或缺。换言之，如果不利用抽水蓄能发电的调节能力，新能源就不可能得到顺利开发。山西省主要城市的大气污染情况依然非常严峻，鉴于以下三点理由，水力发电作为有利于大气污染防治的发电方式而颇受瞩目。即，（一）属于清洁能源；（二）通过高效的电力供需调节减轻环境污染；（三）对于促进新能源的开发不可或缺这三个观点来看，

### 3.1.3 与日本援助政策的吻合性

立项阶段的“对华经济合作计划”（2001年、外务省）、“海外经济合作业务实施方针”（2002年、JICA）、“国别业务实施方针”（2002年、JICA）都将“保护环境”、“改善内陆地区的民生和扶贫措施”列为重点，故与日本的援助政策相吻合。国别业务实施方针中明确列举了对能源领域的支援方针，即，在综合考虑电力供需、环境保护、煤炭运输能力、民间投资等情况的基础上，将“促进（抽水蓄能发电等）水力发电的发展”列为重点支持对象。

综上所述，本项目的实施，十分符合立项阶段和后评估阶段中国的发展政策、发展需求以及立项阶段日本的援助政策，相关性高。

## 3.2 效率（评级：②）

### 3.2.1 成果

本项目的成果是新建上游和下游调节池、地下发电站（4台发电机）以及引水渠和泄水渠、设置开关站和采购设备等。如下表所示，除上下游调节池均扩大了10%-20%之外<sup>3</sup>，部分采购设备也在数量上做了微调，成果基本按计划实现。咨询服务业务内容等也没有改变。根据对实施单位的访谈及查阅相关资料了解到，成果变更均是为了应对本项目的需求变化，遵循必要的程序后实施的，没有发现问题<sup>4</sup>。

表3 成果计划值与实际值

内容	计划值（立项阶段）	实际值
上游调节池（有效蓄水量）	约420万m <sup>3</sup>	460万m <sup>3</sup>
下游调节池（有效蓄水量）	约420万m <sup>3</sup>	480万m <sup>3</sup>
地下发电站	300MW×4台	和计划一致
引水渠和泄水渠	2条引水管、4条分歧管、4条泄水渠	和计划一致
开关站	变压器340MVA×4台、500kV输出设备	与计划一致

<sup>3</sup> 根据实施单位的说明，判断是具体设计阶段符合本项目实际情况的细微变更。

<sup>4</sup> 在立项阶段，本项目被指出“由于规模较大，需要水平较高，需多加注意”，但通过对中日项目相关人员的询问调查了解到，没有发生与原计划设想有差异的情况，没有发生问题。

咨询服务	辅助招标、审核具体设计、 辅助施工监理	与计划一致
采购设备	可逆式水泵水轮、GIS、电缆、 配套设备等	根据需要，对监测设备和钢材的 数量等进行了微调。

资料来源：实施单位填写的提问表回答



上游调节池



下游调节池

### 3.2.2 投入

#### 3.2.2.1 项目经费

本项目的经费如下表所列，相对于计划经费的 779.91 亿日元，实际花费 692.09 亿日元（实际与计划比为 89%），控制在计划额之内。实际低于计划额的主要原因有：（一）努力削减了国内配套资金部分的咨询业务费用；（二）通过国际招投标控制了电气机械设备的采购价格；（三）通过招标，控制了国内的土木工程费；（四）项目执行期内日元一直走高等。综上所述，鉴于成果按计划实现，项目经费低于计划额，可以认为项目经费得到了合理控制。

表 4 项目经费的计划值与实际值

	计划值（立项阶段）			实际值		
	日元贷款 (亿日元)	国内配套 资金 (亿日元)	合计 (亿日元)	日元贷款 (亿日元)	国内配套 资金 (亿日元)	合计 (亿日元)
土木工程	27.90	283.80	311.70	26.00	254.93	280.93
电气机械设备	167.24	51.90	219.14	138.65	55.58	194.23
钢结构建筑物	10.96	20.10	31.06	24.97	12.13	37.10
咨询	2.14	58.65	60.79	1.07	9.20	10.27
税款与管理费等	0	107.40	107.40	0	169.56	169.56
物价上涨	13.20	5.10	18.30	0	0	0
准备金	10.97	20.55	31.52	0	0	0
总计	232.41	547.50	779.91	190.69	501.40	692.09

资料来源：JICA提供资料、实施单位填写的提问表回答

注：1 汇率为：计划额 1 元=15 日元（2001 年 9 月），实际额 1 元=14.0 日元（2001 年-2011 年期间的平均汇率）。

#### 3.2.2.2 项目时间

本项目的执行时间，相对于计划的 94 个月（2001 年 11 月-2009 年 8 月），实际为

118 个月（2001 年 11 月-2011 年 8 月），超出了计划（实际与计划比为 126%）。项目时间超期的原因是 2009 年 10 月发电机（1 号机、2 号机）试运转时发生了事故，需要查明事故原因、更换发电机等。虽然事故发生后制定了恢复计划，并根据该计划进行了切实的应对，但项目时间仍超期了 24 个月。

表 5 项目时间的计划值与实际值

	计划值（立项阶段）	实际值
贷款协议签订日期	2002 年 3 月	2002 年 3 月
项目总时间	2001 年 11 月-2009 年 8 月 （项目时间为 94 个月）	2001 年 11 月-2011 年 8 月 （项目时间为 118 个月）
准备作业	2001 年 11 月-2003 年 6 月	2001 年 11 月-2003 年 8 月
上游调节池	2003 年 6 月-2006 年 3 月	2003 年 12 月-2008 年 9 月
下游调节池	2003 年 2 月-2007 年 5 月	2003 年 8 月-2010 年 9 月
发电站	2003 年 5 月-2006 年 12 月	2003 年 9 月-2011 年 8 月
电气机械设备	2004 年 1 月-2009 年 8 月	2006 年 3 月-2009 年 7 月
咨询	2002 年 10 月-2008 年 6 月	2003 年 3 月-2008 年 11 月
1 号机试运转结束	2009 年 8 月	2011 年 5 月
2 号机试运转结束	2009 年 8 月	2011 年 8 月
3 号机试运转结束	2009 年 8 月	2009 年 4 月
4 号机试运转结束	2009 年 8 月	2008 年 11 月

资料来源：JICA 提供资料、实施单位填写的提问表回答

注：由于在贷款协议签订前，有部分项目已利用中方资金启动，因此，项目启动时间在贷款协议签署时间之前。

### 3.2.3 内部收益率（参考数值）

#### 财务内部收益率

鉴于立项阶段只计算出了财务内部收益率（FIRR），本次调查要重新计算 FIRR。立项阶段，将项目建设费、抽水购电成本、运维管理费、税款作为费用，将售电收入作为收益，以运营开始后 30 年为项目期限，计算出 FIRR 为 8.06%。在本次后评估中，用和立项阶段一样的费用、收益、项目期限进行了重新计算<sup>5</sup>，得出 FIRR 为-4.45%。重新计算的 FIRR 低于立项阶段，变成负数的主要原因是：（一）实际售电收入比立项阶段低出很多（立项阶段为 1.028 亿元/年，后评估阶段约为 4.55 千万元/年，为立项阶段的 44%）；（二）建设时间超出计划，开工延迟。但另一方面，项目完工后的运营成本略低于立项阶段的计划（立项阶段为 4.02 千万元/年，后评估阶段为 3.62 千万元/年，是立项阶段的 90%）。

综上所述，本项目虽然项目经费控制在计划之内，但项目时间超出计划，故效率为中等水平。

<sup>5</sup> 在重新计算 FIRR 时，假设未来的收益（售电收入）、成本（购电支出、人事费等）、税款继续维持过去 3 年实际的平均值水平。

### 3.3 有效性<sup>6</sup>（评级：②）

如后文所述，鉴于本项目所处的环境和本项目的定位都发生了巨大变化，在对有效性进行评估时，充分考虑了这一点。

#### 3.3.1 定量效果（运用、效果指标）

立项阶段，为表明本项目的定量效果而设定的运用与效果指标情况如下表所示。

表 6 运用与效果指标的推移

	计划值	实际值						
	(2011)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2013-2016 的平均值
	项目完工 2 年后	项目完工 1 年后	项目完工 2 年后	项目完工 3 年后	项目完工 4 年后	项目完工 5 年后		
<b>【运用指标】</b>								
装机容量 (MW)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
运转时间 (发电时间/年)	4,811	1,704	148	609	1,802	2,591	4,768	2,443
运转时间 (抽水时间/年)	4,201	1,797	170	541	1,780	2,793	5,530	2,661
运转率 (%)	91.6	29.2	2.5	10.4	30.9	44.4	81.6	33.2
设备利用率 (%)	91.6	21.7	1.8	6.5	22.9	35.4	64.3	25.4
综合循环效率 (%)	75	75	59	70	75	73	74	73
意外停运时间 (小时/年)	12	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
<b>【效果指标】</b>								
年发电量 (GWh)	1,796	381	31	114	401	620	1,638	693

资料来源：JICA 提供资料、实施单位填写的提问表回答

注：“运转率” = (实际发电时间) / (4 台 × 4 小时 × 365 天)。“设备利用率” = (实际发电量) / (4 台 × 4 小时 × 300MW × 365 天)。“综合循环效率” = (输电端发电量) / (抽水耗电量) × 100。

立项阶段设定了项目完工两年后（2013 年）的计划值，实际完成的装机容量达到了计划目值，但运转时间（发电时间）及年发电量分别仅为计划值的 13%（计划值为 4,811 小时，实际值为 609 小时）和 6%（计划值为 1,796GWh，实际值为 114GWh），均大大低于计划值。而运转率、设备利用率、综合循环效率等各项指标均受发电量左右，受前两项指标未达标影响，这些指标也都停留在较低的水平，均未达标<sup>7</sup>。但是，近几年运转时间（发电时间）和年发电量的实际值出现了快速回升的趋势，后评估阶段 2016 年的实际值，分别达到了计划值的 99%（计划值为 4,811 小时，实际值为 4,768 小时）和 91%（计划值为 1,796GWh，实际值为 1,638GWh）。由此可见，多项定量指标均得到改善，基本达到了计划值。

一般来说，抽水蓄能电站的运转时间（发电时间）和年发电量不同年份波动<sup>8</sup>较大，依据单年度数值进行评估是不合理的，因此，也确认了项目完工两年后到后评估阶段（2013 年至 2016 年）实际值的平均值，运转时间（发电时间）和年发电量分别是计划值的 51%

<sup>6</sup> 成效的评级判断，也考虑到项目产生的影响。

<sup>7</sup> 关于意外停运时间，虽然没有获得数据，但通过对实施单位主管人员的访谈得知完成了目标。

<sup>8</sup> 鉴于抽水蓄能发电的这一特点，本项目通过山西西龙池抽水蓄能电站有限责任公司（西龙池抽水蓄能电站）与山西省电力集团公司（山西省电力公司）之间签订“与发电量无关、以装机容量为基准的固定金额协议”来确保稳定收益。



（计划值为 4,811 小时，实际值为 2,443 小时）和 39%（计划值为 1,796GWh，实际值为 693GWh）。虽然和项目完工两年后相比，呈逐年回升趋势，显示出大幅改善，但均低于计划值这一情况依然如故。

造成这种结果的主要原因有以下两点，一是本项目所处社会经济环境发生了巨大变化，二是随着环境的变化，本项目定位也发生了很大的改变（参照下表）。

表 7 本项目作用的变化

	2001年（立项阶段）	2012-2014年（完工1-3年后）	2015-2016年（后评估阶段）
社会经济情况	<ul style="list-style-type: none"> <li>·电力需求急剧扩大，电力供需吃紧</li> <li>·峰谷差扩大，调节功能跟不上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·经济低迷致使电力需求增长停滞</li> <li>·峰谷差缩小，调节功能的必要性降低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·随着经济形势的改善，调节峰谷差的必要性增强</li> <li>·随着新能源的开发，出现了强化调节功能的必要性</li> </ul>
本项目的的作用	<ul style="list-style-type: none"> <li>·应对用电高峰（需求大）</li> <li>·伴随电力不足而出现的中间电源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·应对用电高峰（需求减小）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·应对用电高峰（需求扩大）</li> <li>·伴随新能源开发的供需调节</li> </ul>

资料来源：评估人制作

立项阶段（2001 年），山西省相对于电力需求而言，供电不足的问题亟待解决，调节能力也处于较低的水平。因而，可以认为，本项目除了应对用电高峰之外，还有望发挥部分中间电源的作用<sup>9</sup>。立项阶段设定的计划值为日运转时间（发电时间）约 4.1 小时<sup>10</sup>，但从日本国内获得的数据来看，关西电力（抽水蓄能电站）的日均运转时间实际为 0.43 小时-1.57 小时（装机容量为 5,060MW，年发电量为 800 GWh-2,900GWh）<sup>11</sup>；如下表所示，中国全国的抽水蓄能电站的实际日均运转时间除 2016 年外，全都低于 2 小时。这就说明，本项目设定的 4.1 小时运转时间（计划值）是高于一般应对用电高峰时段的运转时间的。

表 8 中国全国的抽水蓄能电站与本项目发电情况的变化

		2011	2012	2013	2014	2015	2016
中国全国	年发电量(GWh)	10,900	9,300	10,700	13,200	15,800	30,600
	装机容量(MW)	18,380	20,330	21,530	22,110	23,030	26,690
	日均运转时间(小时)	1.62	1.25	1.36	1.64	1.88	3.13
西龙池电站	年发电量(GWh)	381	31	114	401	620	1,638
	装机容量(MW)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
	日均运转时间(小时)	0.87	0.07	0.26	0.92	1.42	3.73

资料来源：评估人根据 JICA 提供资料、电力事业第十三个五年规划、2015 年电力统计基本数据一览表制作而成。

项目完工 1 年后的 2012 年以来，一方面随着经济增速放缓，电力需求的增长亦严重停滞，另一方面，以在建的火力发电站为首，大量发电站（包括调节能力强的电站）落成投产，山西省的电力供需矛盾得到了大幅缓解。结果导致本项目被专门用来应对用电高峰，

<sup>9</sup> 实施单位的负责人员也表明了同样的想法。

<sup>10</sup> 年发电目标 ÷（装机容量 × 365 天）= 1,796,000MWh ÷（1200MW × 365 天）= 4.1 小时。

<sup>11</sup> 来自关西电力的主页（<http://www.kepco.co.jp/corporate/profile/data/dengen.html>）。

仅发挥了抽水蓄能电站原本的作用。由于峰谷差缩小，用电高峰时段应对能力的必要性亦随之收窄，项目完工两年后（2013年），本项目发挥的作用仅停留在较低水平<sup>12</sup>。如上所述，相对于以日均约4.1小时运转时间（发电时间）为前提而设定的计划值而言，本项目2013年-2015年的实际发电时间处于较低水平<sup>13</sup>，但鉴于以下两点，第一，上表所示与中国全国抽水蓄能电站的实际发电时间相比确保了一定程度的发电量；第二，以山西省电力供需呈吃紧趋势的冬季为主得到了有效利用，可以判断，本项目在应对用电高峰方面发挥了必要的作用。

2015年以后，中国的环境友好型新能源得到了发展，山西省的风力发电、太阳能光伏发电的开发也得到了推进，发电量有了大幅增加。然而，新能源供给不稳定，要想实现有效利用，进一步提高调节能力十分重要，这与积极有效利用本项目、增加运转时间（发电时间）和发电量密切相关。本项目的作用再次发生变化，除了应对用电高峰之外，还因为促进新能源开发调节供需这一新的作用而受到重视，这是中国全国抽水蓄能电站共同面临的趋势。如上表所示，2016年发电量显著增加。新能源开发今后将得到进一步发展，新抽水蓄能电站的增建也在计划之列，这些都表明了本项目作为抽水蓄能电站的重要性。鉴于此，实施单位的负责人员认为，在新的作用下，今后本项目将实现计划值，并在该水平上得到有效利用。

### 3.3.2 定性效果

立项阶段设想的定性效果是通过缓解和减少DSS的运用，以实现控制燃料消耗量，提高电力系统运行的可靠性及经济性。

在缓解和减少DSS的运用方面，通过对山西省电力集团公司（以下称“山西省电力公司”）的访谈了解到，2012年以后，DSS的次数大幅度减少，除春节等特殊时期外，基本没有实施。需要DSS的情况基本消除，一年中实际实施的次数仅为个位数，出现明显改善。得到改善的主要原因除因本项目完工增强了调节能力之外，还如上文所述2012年以后电力供需矛盾有所缓解、峰谷差整体呈现缩小趋势等。然而，近几年电力需求再次走高，峰谷差随之加大，新能源发电也随之增加，电力供需调节能力的需求亦不断高涨。即使处于这样的环境变化，都没有运用DSS，可以认为本项目贡献巨大。

通过对山西省电力公司负责人员的访谈了解到，缓解和减少DSS的运用，控制了电站的低效率开工，同时因输出功率稳定而改善了热效率，这是致力于“削减燃料消耗量”获得的成果，得到了高度评价。在“提高电力系统运行的可靠性与经济性”方面，虽然没有

---

<sup>12</sup> 项目完工2年后的2011年是山西省电力供需最为吃紧、必须调节峰谷差的时期，如果本项目按计划于2009年完工，那么，实现计划值应该是毫无悬念的。然而，最终却因项目完工延迟，极大地影响了有效性指标的评估结果。负责山西省电网管理的山西省电力公司负责人员介绍：“项目没能赶在最需要调节能力的2010年-2011年期间完工，甚为遗憾”。

<sup>13</sup> ①日元贷款运用与效果指标参考资料（2014年7月）上记载，在抽水蓄能电站的评估中，“（根据其特点），运转时间（发电时间）与发电量均未达标，不一定会使评价等级降低”；②中国电力事业第十三个五年规划中未设定抽水蓄能电站的发电量目标；③本项目的售电协议亦以装机容量为基准设定的固定费用，与发电量无关。这表明，抽水蓄能电站发电量波动较大，发电量少并不一定表示项目的效果就差。这一点，在实施本评估时需要充分注意。

获得与之相关联的电网电压及频率数据，但能够发现 DSS 运用的缓解和减少，为削减电站的运维成本、延长发电设备使用寿命做出了贡献<sup>14</sup>。

除此之外，还可以指出以下两点。

防止大范围停电，实现了电力的稳定供给：稳定的供电，是实现山西省社会经济稳定持续发展不可或缺的因素。在电力需求持续走高的形势下，从防止大范围停电的发生、提高电力系统运行的可靠性的角度来看，（即使发电量处于较低水平）本项目的贡献和作用仍然十分巨大。山西省电力政策负责人员等众多相关人员都表达了这一观点。

参与更加广域的华北地区电力供需调节：为了促进电力系统的稳定性和经济性的提升，中国正在促进电网的广域化管理。2016 年以后，本项目不仅限于之前的山西省电网，亦被并入了华北地区电网，将通过参与更加广域的电力供需调节，为提高电力系统的稳定性和经济性做出贡献。

### 3.4 影响

在评估“影响”项时，考虑中国环保措施的改善及技术革新的进展，重新设定了目标值等，详见后述内容。

#### 3.4.1 影响的显现情况

定量影响有“大气污染防治效果”，定性影响有“为地区社会经济发展和改善地区贫困状况做出贡献”以及“促进山西省新能源的开发”。

##### （1）大气污染防治效果

立项阶段设定的衡量影响的定量指标为：一、年燃煤削减量；二、大气污染物等（NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、烟尘、CO<sub>2</sub>）减排量。本项目大气污染防治效果的目标值采用以下方法计算得出。

项目	计算方法
燃煤削减量	<ul style="list-style-type: none"><li>通过对“建设了本项目的情况（with）”和“不建设本项目，而通过增建火力发电站来应对的情况（without）”这两种情况进行对比分析，计算出本项目的燃煤削减量（本项目每 1kWh 发电量的削减量）。</li><li>计算燃煤削减量时，有效利用基于发电规模和省内发电设备使用情况的“煤炭消耗量曲线”。</li><li>假设抽水蓄能电站的运转时间（发电时间）为 5.5 小时/天（年发电量 2,409GWh）。</li></ul>
大气污染物等减排量	<ul style="list-style-type: none"><li>根据山西省火力发电中的煤炭消耗量与大气污染物排放量实际值，计算出每削减 1 吨燃煤时的大气污染物减排量，设定本项目的目标值。</li></ul>

立项阶段，假设本项目的运转时间（发电时间）为 5.5 小时/天（年发电量 2,409GWh），以此作为计算燃煤削减量的前提，，并将预期“燃煤削减量”、“大气污染物等减排量”

<sup>14</sup> 在电力供需紧张的 2011 年，既没有发生停电的情况，也没有实施计划停电等，因此，对企业相关人员进行访谈时没能获得对本项目成果的明确意见。

设为本项目大气污染防治效果的目标值。因此，与本项目发电量目标值（约 4.1 小时/天、年发电量 1,796GWh）之间出现了差异。鉴于此，实施本评估时，对“目标值”进行了修改，详见下表。

表 9 本项目大气污染防治效果目标值

	立项阶段（修改前：年发电量 2,409GWh）	后评估阶段（修改后：年发电量 1,796GWh）
年燃煤削减量	25.9 万吨	19.3 万吨
NO <sub>x</sub> 减排量	3,000 吨	2,236 吨
SO <sub>2</sub> 减排量	6,100 吨	4,547 吨
煤炭粉尘减排量	2,700 吨	2,013 万吨
CO <sub>2</sub> 减排量	70.0 万吨	52.2 万吨

资料来源：评估人根据 JICA 提供资料制作而成。

随着立项后环保措施的改善以及技术革新的进展，发电对环境的影响程度也在发生变化，鉴于此，在测算实际值时，为了如实反映现状，尝试重新设定了计算公式。但是，关于“每 1GWh 发电量的燃煤削减量”，由于没能获得立项阶段计算得出的“煤炭消耗量曲线”等的最新数据，不得不使用了立项阶段的数据，而“每削减 1 吨燃煤时大气污染物等减排量”，则有效利用“电力事业第十三个五年规划”等公开资料中显示的中国全国最新实际数据进行了计算。充分利用这两项标准计算得出了“实际值”<sup>15</sup>，详见下表。

表 10 每发电 1GWh 的大气污染防治效果

	立项阶段的标准	后评估阶段的标准
燃煤节约量	约 107.51 吨	约 107.51 吨（无变化）
NO <sub>x</sub> 减排量	约 1.25 吨	约 0.96 吨
SO <sub>2</sub> 减排量	约 2.53 吨	约 0.92 吨
煤炭粉尘减排量	约 1.12 吨	约 0.73 吨
CO <sub>2</sub> 减排量	约 290.58 吨	约 89 吨

资料来源：评估人根据 JICA 提供资料、电力事业第十三个五年规划、2015 年电力统计基本数据一览表制作而成。

注：立项阶段和后评估阶段每发电 1GWh 的大气污染防治效果出现变化的原因包括：在中国加速引进了环境影响较小的发电厂设备；推进了现有发电厂的环境治理措施等。

这样，本项目大气污染防治效果可以整理如下表。

表 11 本项目大气污染防治效果情况

	修改后的目标值 (2011) 项目完工 2 年后	实际值						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016
		项目完工年份	项目完工 1 年后	项目完工 2 年后	项目完工 3 年后	项目完工 4 年后	项目完工 5 年后	目标达成比
年售电量 (GWh)	1,796	381	31	114	401	620	1,638	91%

<sup>15</sup> 立项阶段计算（每削减 1 吨燃煤时的）大气污染物等的减排量时，使用了山西省数据，但本次重新计算时，由于未能获得山西省数据，所以使用了中国的整体数据。

立项阶段的标准	年燃煤削减量（万吨）	19.3	4.1	0.3	1.2	4.3	6.7	17.6	91%
	NO <sub>x</sub> 减排量（吨）	2,236	474	39	142	499	772	2,040	91%
	SO <sub>2</sub> 减排量（吨）	4,547	965	78	289	1,015	1,570	4,147	91%
	烟尘减排量（吨）	2,013	427	35	128	449	695	1,836	91%
	CO <sub>2</sub> 减排量（万吨）	52.2	11.1	0.9	3.3	11.7	18.0	47.6	91%
后评估阶段的标准	年燃煤削减量（万吨）	19.3	4.1	0.3	1.2	4.3	6.7	17.6	91%
	NO <sub>x</sub> 减排量（吨）	2,236	364	30	109	384	593	1,566	70%
	SO <sub>2</sub> 减排量（吨）	4,547	351	29	105	369	571	1,508	33%
	烟尘减排量（吨）	2,013	278	23	83	293	453	1,196	59%
	CO <sub>2</sub> 减排量（万吨）	52.2	3.4	0.3	1.0	3.6	5.5	14.6	28%

资料来源：评估人根据JICA提供资料及实施单位填写的提问表回答制作而成。

首先，按照立项阶段的标准来看，大气污染防治效果各项指标的达标情况基本上是与本项目的发电量挂钩的。如上所述，由于立项阶段设定的项目完工两年后的发电目标未能实现，因此，大气污染防治效果的各项指标也未达标（目标值的6%）。后来，发电量增加，2016年基本上达到了发电量的目标值，故大气污染防治效果的各项指标也上升到了基本达标的水平（91%），但对比2013年-2016年（4年时间）的累计目标值与实际值，实际值仅为目标值的39%<sup>16</sup>。

其次，按照反映了立项以后环保措施改善与技术革新进展的标准来看，整体趋势符合立项阶段的标准，但大气污染防治效果却更小。即使在发电量基本达到目标值的2016年，亦存在大幅低于目标值的指标。尤其是一直均在致力于减排的CO<sub>2</sub>和SO<sub>2</sub>，达标率只有30%左右，处于较低水平<sup>17</sup>。

## （2）对地区社会经济发展及改善地区贫困状况的贡献

本项目为增加县政府的财政收入做出了一定的贡献。山西西龙池抽水蓄能电站有限责任公司（以下称“西龙池电站公司”）在2015年-2016年期间是五台县内第三大纳税大户，纳税额超过县财政收入的5%。在近几年经济低速增长，财政收入停滞不前的情况下，来自西龙池电站公司的税收对于属于国家级贫困县的五台县来说意义重大（2011年立项阶段五台县财政收入计划值为6,531万元，2010年的实际值为3亿1,734万元，2015年的实际值为7亿1,172万元，实际值远远超出计划值）。包括来自本项目的税收在内，增加的财政收入得到有效利用，对社会基础设施建设和完善服务起到了推动作用。另外，虽然无法获得关于金额的精准数据，但项目在建期间，以项目实施地周边等地区开展的建筑施工工业以及为相关人员提供食宿的服务业，均带动了就业。同时后评估阶段了解到，大量运煤货车往返在因实施本项目而修建的公路上。因此，可以认为，本项目为地区社会经济的发展做出了一定的贡献。

虽然五台县目前依然是国家级贫困县，但贫困人口有所减少（现在的贫困人口为7,000-8,000人左右），目标是在2020年消除贫困人口。随着财政收入的增加，支持创造副业、完善基础设施等扶贫措施得到了强化。对相关人员的访谈了解到，从本项目中获

<sup>16</sup> 如后文所述，可以认为本项目对新能源开发起到了促进效果，（虽然无法进行定量评估）结合这点来看，本项目的大气污染防治效果应该更大。

<sup>17</sup> 立项以后环保措施的改善与技术革新的进展，在项目管理上均被认定为外部条件，评估时需予以考虑。

得的税收，也对扶贫措施的实施做出了一定的贡献<sup>18</sup>。

### （3）促进山西省新能源的开发

综上所述，中国政府和山西省均从环境保护的观点重视并开展新能源开发（虽然 2016 年风力发电规模飙升至 7,300MW，太阳能光伏发电规模达到 2,700MW（水力发电为 2,300MW），但 2012 年新能源的实际值均基本为 0），但由于新能源（风力发电、太阳能光伏发电等）供给不稳定，而且难以配合电力需求发电，并且发电量大的时间段与电力需求大的时间段也不一定一致，因此，即使增加发电量，但如果超过电力需求，也可能会造成浪费。因此，增加发电量的前提是要提高供需调节能力。基于这一观点，近几年，对抽水蓄能电站的需求不断增加。通过对国网新源公司<sup>19</sup>及山西省电力公司的相关人员进行访谈了解到，将超出需求的风力发电电量有效利用于抽水上（1.25kWh 风力发电转换成 1kWh 抽水蓄能发电），风力发电电量（超过需求的部分）就能得到较为有效的利用，预计抽水蓄能电站发电约 70% 的能力将被用于新能源开发期间的供需调节上。虽然山西省有约 1,100MW 的普通水力发电设备，但用于发电的河流流量会随季节变化出现很大波动，无法期待普通水力发电发挥足够的调节功能，因此，对本项目的调节功能寄予了厚望。近几年发电量的急剧增加应该是这种情况的有力佐证，本项目为山西省促进新能源开发以及由此实现的防治大气污染做出了极大贡献。

#### 3.4.2 其他正面、负面影响

##### （1）对自然环境的影响

本项目执行期内，县环保局负责实施自然环境监测，监测内容除常规内容外，还包括对自然环境影响巨大的 2003 年-2005 年 3 年的大气、噪音和粉尘三项。对县环保局相关人员进行访谈的结果表明，各项的监测结果均达标，未发现大的问题。虽然施工期间也发现了粉尘等小问题，但与企业协商后采取了妥善的应对措施。关于河流水质，直至后评估阶段，均在常规监测体制下进行检测（每年 4 次，在河流下游监测污染情况），没有发现水质恶化等问题<sup>20</sup>。在本项目计划阶段，电站排放的生活污水被列为最大课题，但由于采取了妥善措施，如，在设施内以符合标准的形式对污水进行处理后，再将处理后的水用于设施内的绿化等，事实上，几乎没有向河流排放。因此，可以判断，本项目对自然环境没有产生负面影响。

##### （2）居民搬迁和征地

随着本项目实施而出现的居民搬迁及征地的实施情况详见下表。二者的实际值均高于计划值。搬迁居民的数量是根据实施阶段再次对居民意愿进行调查后，根据调查结果调整后的结果，征地面积则是根据发电站运用上的需要扩大了荒地征用面积（宅基地、耕地与

<sup>18</sup> 国家推进的农村基础设施建设，使贫困地区的通信、公路和用电得到了充分的保障。

<sup>19</sup> 监管中国所有抽水蓄能电站的公司。

<sup>20</sup> 虽然抽水所需的水取自河流，但取水量减少的只是上下游调节池蒸发掉的部分，没有发现影响。

计划一致)后的数量,没有发现问题。

表 12 居民搬迁及征地的实施情况

内容	对象地区	计划值	实际值
征地	西河村(行政村)及西龙池村(自然村)	240 公顷(其中,宅基地 7.5 公顷、耕地 92 公顷)	330 公顷(其中,宅基地 7.5 公顷、耕地 92 公顷)
居民搬迁	上游调节池建设地(西龙池村(自然村))	630 人	55 人(2003 年实施) 根据居民的意愿调查结果,44 人迁至村内外亲戚或朋友家中、11 人单独移居至其他地区。
	下游调节池建设地(西河村(行政村))		620 人(2003 年 6 月实施) 集体迁至镇中心部近郊

资料来源: JICA 提供资料及实施单位填写的提问表回答。

西河村(下游调节池建设地)的搬迁居民(620 人)集体迁至农业试验场旧址<sup>21</sup>。搬迁时,除按照国家标准,支付根据耕地情况、种植作物和农业收入决定的各家各户的补偿后(人均耕地面积从 0.5 亩<sup>22</sup>增至 1 亩)外,从 2003 年起,每年发放 600 元,为期 20 年。通过视察迁入地和对西河村干部及搬迁居民的访谈了解到,搬迁后,居民的收入和生活水平明显提高。搬迁居民利用补偿款等购买住房(90 平方米、4 万元),资金不足的居民,享受到分期付款等优惠政策,没有出现问题。搬迁地区邻近镇政府中心地区,地理条件良好,非农业的商业机会(随之获得的农业外收入)有所增加(人均收入从年 3,000 元增至 6,000 元,翻了一番。三分之二的收入来自非农业)。搬迁前迁出地的社会基础设施并不十分完善,而迁入地供排水和煤气等管道均已建好,为提高生活水平做出了巨大贡献。村政府在空地上建了公寓,由于生活环境良好,村外人也来此地购房。现在,村人口已经达到 1,100 人,有了大幅增加。立项阶段计划由耕种旱田改为耕种水稻,在附近水稻耕种经验丰富的农户和县农业局的指导下按计划实施。这样,开始第 2 年以后,农户就能完全独立耕种。耕种水稻,虽然土地单位面积的收入略高于玉米,但却很费工夫,因此,大米的耕种面积正在逐步减少(后评估阶段的实际情况是大米约占耕地面积的 20%,玉米占 70%)。西河村居民搬迁被认为是居民搬迁项目的成功事例,亦接待前来参观的类似项目的相关人员。

关于西龙池村(上游调节池建设地)的情况,居民民意调查的结果显示,44 人迁至村内外亲戚或朋友家中,11 人单独迁至其他地区。补偿和西河村一样,按照国家标准支付,但鉴于单独搬迁,资金补贴较集体搬迁时更多。对搬迁居民的访谈中了解到,搬迁前居民住在山区,生活条件恶劣,搬迁后,其生活条件和生活水平势必得到了改善。经确认,居民们对搬迁表示满意,尤其对孩子们教育环境和教育条件得到改善感到非常满意。在同村内搬迁的居民,因为未能实施访谈,详细情况不详,但以下举措,可以保障居民生活水平得到了一定程度的提高,第一是,西龙池电站在电站附近地区打井、支持耕地建设等;第二是,实施本项目时,修建了连接电站与其他地区的公路,通往村外的交通有了显

<sup>21</sup> 搬迁目的地的征地工作也得到顺利实施。

<sup>22</sup> 亩是中国的面积单位。1 亩约为 666 平米。

著的改善。

通过对县政府的访谈了解到，居民搬迁取得成功的主要原因是县政府 1997 年专门为本项目设置了居民搬迁办公室，配置了 14 名工作人员等，很早就做出了充分的准备和应对。由副县长亲自挂帅深入现场开展协调工作，还积极实施了居民搬迁意愿调查和说明会。本项目办公室现已撤销，但县里的居民搬迁办公室仍在对居民搬迁进行后续跟进，接受他们的生活咨询等。



居民搬迁的住房（西龙池村）



在迁入地种植水稻（西龙池村）

### （3）中国国内其他抽水蓄能电站的发展以及对日本企业获得订单的促进作用

对管理中国抽水蓄能电站的“国网新源公司”相关人员的访谈了解到，因本项目在实施中有效运用了精湛技术而被定位为抽水蓄能电站成功事例之一。受本项目的影 响，山西省今后将进一步推进抽水蓄能电站的建设。由于电站运用了尖端技术，众多来自中国各地水力发电事业的相关人员前来参观，对中国国内其他抽水蓄能电站的发展产生了一定的影响。

本项目建设中，发电机、水泵水轮等主要设备大部分由日本企业提供，带来以下两大成果，一是中国相关人员切身感受到了日本企业抽水蓄能发电相关设备的众多优点（包括振动、噪声等级等）；而是日本企业成功获得中国国内抽水蓄能电站的订单<sup>23</sup>。获得本项目订单的日本制造商以其中国分公司为主体，于 2010 年 4 月成功获得了“清远抽水蓄能电站（广东省）”相关设备（32kW 的水泵水轮、发电机及各种配套设备共 4 套）的订单。这是获得本项目订单的日本制造商首次在中国通过国内招标获得的抽水蓄能发电项目订单<sup>24</sup>。日本制造商相关人员在接受访谈时表示：“毫无疑问，新订单的取得，完全得益于成功获得本项目订单。今后，中国拟建设更多的抽水蓄能电站，抽水蓄能电站项目是日本企业比中国企业更具竞争力的发电相关少数领域之一，今后也计划继续积极获取订单”<sup>25</sup>。可以认为，在促进日本企业获得中国国内抽水蓄能发电事业的订单方面，本项目做出了一

<sup>23</sup> 由于本项目是“中国史无前例的大落差项目”、“属于 ODA 项目（国际招投标），可不承担技术转让的义务应标”，所以，日本企业能够有效利用技术，凭借强大的竞争力应标，这才成功获得了订单。

<sup>24</sup> 在决定中国的抽水蓄能发电企业时，决定方法由“重视技术转让”→“重视国内企业（指定招标）”→“以所有国内企业（包括外资企业）为对象”发生了改变，这也是成功获得订单的主要原因。

<sup>25</sup> 根据电力事业第十三个五年规划，计划在到 2020 年的 5 年时间里，动工建设 6,000 万 kW 抽水蓄能电站。



定的贡献。

关于有效性和影响的定量效果，本项目以应对预期作用发生变化的形式，在“应对用电高峰”、“为开发新能源调节供需（促进大气污染防治工作）”等方面切实发挥了作用。后评估阶段，各项指标均处在大致达到目标值的水平。预期的定性效果（通过缓解和减少DSS运用等，控制燃料消耗量，提高电力系统运行的可靠性及经济性）也充分显现。同时，本次评估确认到本项目取得了为地区社会经济发展和改善贫困状况做出贡献、促进中国国内其他抽水蓄能电站的发展以及日本企业获得订单等的影响。在对自然环境的影响及居民搬迁及征地方面没有发现大的问题。但是，立项阶段设定的项目完工两年后有效性和影响的目标值均远未达标。

综上所述，本项目的实施，显现出了一定的效果，有效性和影响均为中等水平。

### 3.5 可持续性（评级：③）

#### 3.5.1 运营、维护管理体制

根据中国的政策要求，出于对抽水蓄能电站进行集中化专业管理的目的，全国抽水蓄能电站统一归于“国网新源公司（国家电网下属企业，2005年成立）”旗下，体制有所变化，西龙池电站公司的上级单位及股东结构也因此发生了变化，详见下表。立项阶段，原计划电站设施的运维管理由山西省电力公司负责，资产管理由西龙池电站公司负责，但体制变更后，由国网新源公司负责资产管理，西龙池电站公司负责电站的运维管理。虽然因中国政策等的调整，部分体制发生了变化，但这是针对全国所有抽水蓄能电站做出的调整，不存在问题。与当初计划相比，山西省单位的股东权益比率降低，但发电是按照立项阶段的计划，从电力系统统一运行的角度，按照山西省电力公司的指示实施的。

表 13 西龙池电站公司的股东结构、运维管理体制

	立项阶段		后评估阶段	
股 东 结 构	山西省电力公司	73%	国网新源公司	43%
	山西省地方电力公司	27%	国际能源公司	17%
			国网冀北电力公司	16%
			国网山西省电力新源公司	14%
			山西省电力公司	10%
体 制	监督单位	国家电力公司	监督单位	国网新源公司
	运营、维护管理	山西省电力公司	运营、维护管理	西龙池电站公司
	资产管理	西龙池电站公司	资产管理	国网新源公司
	发电指示	山西省电力公司	发电指示	山西省电力公司

资料来源：JICA提供资料、实施单位填写的提问表回答。

截至 2017 年 3 月，西龙池电站公司的员工人数为 79 名（其中技术人员 51 名），通过对该公司相关人员的访谈了解到，人员充足，人事体制方面没有发生问题。

### 3.5.2 运营、维护管理技术

在抽水蓄能电站的运维管理方面，根据国网新源公司的规定，设定了员工人数上限，根据国网新源公司的方针，大部分设备维修业务（主要是日常业务）委托给第三方专业公司<sup>26</sup>，电站（西龙池电站公司）员工和技术人员负责需要精湛技术的业务和管理外包商，这已成为全国抽水蓄能电站通用的基本体制。

西龙池电站公司技术人员大都具有高级工程师、工程师等职称，技术能力强，经验丰富，除让员工和技术人员参加国网新源公司指定的全国抽水蓄能电站统一培训之外，还由专业部门有计划地策划并实施为西龙池电站公司量身定制的定期培训。维修业务外包商是根据全国统一标准，通过定期招标，从全国在抽水蓄能电站方面有丰富业绩的企业中选定的。遵循全国抽水蓄能电站通用的统一标准，按照手册规定实施维修。因此，西龙池电站公司和维修外包商均具有运维管理所需的技术，设备维修和应急响应也切实可靠，投入运营以来，没有发生特别大的问题。当运维管理发生严重问题时，设备制造商和国网新源公司将根据需要，在其他抽水蓄能电站的协助下予以应对。2011年，电站4号机组运转故障时，在设备制造商的协助下，迅速应对，1个月后就恢复了运转。

### 3.5.3 运营、维护管理财务

如前文所述，西龙池电站公司遵循电力系统运行方山西省电力公司的指示发电，发电电力全部由山西省电力公司接收。和立项阶段的计划一样，与山西省电力公司之间签订了与发电量无关、以装机容量为标准的固定金额协议，4台发电机组全部开始运转的2012年以后，每年都获得了4.5亿元以上的收入，虽然各年有所波动，但每年均处于盈利状态，确保了稳定经营。

收支情况的历年变化如下表所示。如财务内部收益率项所示，收入是立项阶段计划的一半左右。因此，虽然收益性低于当初计划，但目前确保了稳定经营。立项阶段规定每3年修改一次协议内容，但目前的实际情况是，每年都会对协议进行修改，且均是根据中国政府规定，通过合理手续进行的修改，协议金额亦未见减少，因此，财务上不存在问题。省政府和相关单位将继续给予支持，以保证西龙池电站公司能够稳定经营<sup>27</sup>。

---

<sup>26</sup> 将业务分为从A到D的4个阶段，将技术水平较低的B到D的业务外包（A：设备的全面拆解检查与修理业务、B：解决在C的业务中无法排除问题的业务、C：针对设备损伤和老化进行的标准化检查与修理业务、D：应对设备在运行良好时出现的轻微问题的业务）。

<sup>27</sup> 从资产负债表（2016年）来看，资产为34.1亿元（固定资产33.1亿元、流动资产10.0亿元）、负债为20.4亿元（固定负债14.9亿元、流动负债5.5亿元）、资本为13.6亿元，在资产负债表上没有发现问题。

表 14 西龙池电站公司收支情况的历年变化

单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
收入	2.272	3.116	4.553	4.549	4.545	4.553	4.542
支出	2.927	3.389	3.027	1.478	3.155	4.509	4.099
利润	-0.655	-0.273	1.527	3.071	1.390	0.044	0.443

资料来源：实施单位填写的提问表回答。

### 3.5.4 运营、维护管理情况

电站设备的监测、保养、定期检查是根据维修协议，由外包商切实实施的。运营与管理由国网新源公司实施 24 小时在线监测，从投入运营后到后评估阶段均未发生严重问题。在确保维修零部件方面也没有发现问题。在后评估阶段的实地考察中确认到以下两点，第一，各设备均经过整理整顿，清洁整齐；第二，为了保证顺利的运维管理，设置了各种布告板，积极开展对技术人员、外包商的指导和提高认识活动。确保安全的举措和提高认识活动尤其受到重视。实施单位相关人员介绍，设备发生故障或异常时，也是通过与外包商合作实现顺利应对的，主要设施和设备的状态基本良好。可以认为，根据全国抽水蓄能电站及西龙池电站公司的运维管理规则，确保了绝佳的运维管理状态。

设备的运转率如上所述，虽然项目完工后，一时处于较低水平，但随着新能源的开发，调节功能的需求高涨，故而近几年运转率也在不断提高。

综上所述，本项目运维管理的体制、技术、财务等均无问题，本项目显现的效果可持续性高。

## 4. 结论及建议、经验及教训

### 4.1 结论

本项目的目的是通过在山西省建设抽水蓄能电站，增强用电高峰时期的应对能力，提高电力系统运行的可靠性和经济性，进而为控制大气污染物的排放做出贡献。本项目符合中国中央政府及山西省电力与环境政策要求，亦与防治大气污染、提高供电的稳定性和经济性这一发展需求以及日本的援助政策相吻合，相关性高。在效率方面，虽然项目经费控制在计划之内，但项目时间因采购延迟而超过预期时间，故整体为中等水平。山西省电力情况的变化，导致本项目预期作用也发生了变化。目前，本项目主要在“应对用电高峰”、“为开发新能源调节供需（促进大气污染防治工作）”方面切实发挥着作用。后评估阶段，各项指标均基本处于达标水平。在提高供电稳定性和经济性方面也充分显现出了预期效果。经确认，项目在“促进地区社会经济发展、改善贫困状况”与“对日本企业获得订单起到促进作用”等方面也取得了一定的效果。另一方面，立项阶段设定的项目完工两年后的有效性、影响的相关指标均远未达标。因此，有效性和影响为中等水平。在可持续性方面，经确认，体制、技术、财务等方面均不存在问题，设备设施的运维管理情况良好，因

此，评价为高。综上所述，本项目的综合评价为高。

#### **4.2 建议**

##### 4.2.1 对实施单位的建议

无特别建议。

##### 4.2.2 对 JICA 的建议

无特别建议。

#### **4.2.3 教训**

无特别教训。

终

主要计划值/实际值的对比

项目	计划值	实际值
① 成果	1) 上游调节池：420万 m <sup>3</sup> 2) 下游调节池：420万 m <sup>3</sup> 3) 地下发电站：300MW×4台 4) 引水渠和泄水渠 5) 开关站：变压器340MVA×4台、500kV 输出设备 6) 咨询服务：辅助招标、审核具体设计、辅助施工监理 7) 采购设备：可逆式水泵水轮、GIS、电缆、配套设备等	1) 上游调节池：460万 m <sup>3</sup> 2) 下游调节池：480万 m <sup>3</sup> 3) 与计划一致 4) 与计划一致 5) 与计划一致 6) 与计划一致 7) 根据需要，对监测设备的数量等进行了微调。
② 项目时间	2001年11月-2009年8月 (94个月)	2001年11月-2011年8月 (118个月)
③ 项目经费		
日元贷款	232.41亿日元	190.69亿日元
国内配套资金	547.50亿日元 (36.50亿元)	501.40亿日元 (35.81亿元)
合计	779.91亿日元	692.09亿日元
其中日元贷款	232.41亿日元	190.69亿日元
汇率	1元=15日元 (2001年9月时)	1元=14.0日元 (2001年-2011年的平均)
③ 支付结束	2015年10月	