中国

天生桥一级水电站项目(1)～(4)

外部评估者：三岛光惠（海外项目管理咨询株式会社（OPMAC））

实地调研：2004年9月

１．项目概要与日元贷款合作

项目位置图

天生桥一级水电站

（发电站：贵州省安龙县和广西壮族自治区降林县交界处。输电线从天生桥直广东省广州市。详细地图请参见图 1。）

1.1　背景：

20 世纪 80 年代，中国的发电量年均增长 7.5%，特别是后 5 年时间，年均增长率达到了 8.5%。91 年 4 月通过的《国民经济和社会发展十年规划》和《第八个 5 年计划》的目标是，发电量在 91～95 年间年均增加 5.6%，在 96～2000 年间年均增加 6.3%。

广东省拥有深圳、珠海、汕头三大经济特区、以及广州和湛江二大沿海开发城市，电力需求在80年代年均增长12.0%，之后也预测到伴随经济发展电力需求将会继续增长，但供应能力受到了制约。

该省的电源构成中火力发电约占83.9%（水力发电约占16%），其中大部分是燃煤火力发电，煤炭的73%依靠其他省份供应，将来如何保证煤炭资源、如何保证装运港的装运能力和该省的卸货港均令人担忧。

为了充分利用南方丰富的水力资源扩充水力发电设施以取代燃煤火力发电，中国政府制定了《红水河综合利用规划》，大力开发主要河流之一红水河。该规划决定建设包括本项目在内的10座发电站（共计11,120MW）。本项目是来自广东省外的电力供应源，并且位于红水河的最上游，还将为下游其他水电站（天生桥二级电站等）的平稳发电做出贡献，所以相当重要。

1.2　目的：

通过在广西壮族自治区和贵州省建设1,200MW(300MW×4座)的水电站和输电线，增加向广东省

和广西壮族自治区的供电量，进而为实现该地区电力供需平衡和地方经济增长做出贡献。

1.3　借款人/实施单位：

中华人民共和国政府／中华人民共和国能源部（当时）

1.4　贷款协议概要：

项目名称	（1）	（2）	（3）	（4）
日元贷款承诺额／支付额	43.67亿日元/ 40.63亿日元	66.83亿日元/ 61.75亿日元	166.47亿日元/ 154.62亿日元	129.03亿日元/ 112.23亿日元
签署政府换文／签订贷款协议	1991年9月/ 1991年10月	1992年10月/ 1992年10月	1993年8月/ 1993年8月	1995年1月/ 1995年1月
贷款协议条件	利息2.6% 偿还期限30年 （其中宽限期10年） 不限定采购国	利息2.6% 偿还期限30年 （其中宽限期10年） 不限定采购国	利息2.6% 偿还期限30年 （其中宽限期10年） 不限定采购国	利息2.6% 偿还期限30年 （其中宽限期10年） 不限定采购国
支付结束	2000年11月	1999年11月	2000年9月	2004年2月
主体合同	South China Hydropower Construction Association、 Siemens A.G.GFR			
咨询合同	Teshmont Consultants Inc、 电源开发、日本工营			
立项调查（可行性研究：F/S）等	84年　F/S（中国政府） 86年　基本设计（中国政府）			

２．评估结果

2.1　相关性

2.1.1　评估时的相关性

八五计划（1991～95年）中，预计90年代后半期项目实施地区（广东省、广西壮族自治区）的电力需求平均增长率达8.4%，将超出中国全国6.3%的增长率，因而提出了为满足上述需求积极进行电力开发的目标。在这一背景下，尤其是在预测电力将出现严重不足的广东省，由于水力发电仅为16%，占发电量大半的燃煤火力发电所需煤炭资源将来难以得到确保，因此，接受外省供电成为重要的课题。本项目将在位于广西壮族自治区和贵州省交界处的红水河建设功率为1,200MW

的水库式水力发电站，实现向广东省的供电，评估时的优先度很高。

2.1.2　后评估时的相关性

十五计划（2001～05年）中，预计中国全国电力需求的平均增长率将达5%，其中，在获得本项目发电站发电量约85%的广东省，该省能源发展十五规划和2015年远景目标纲要中预测电力消费量年均增长超过5%，因此，确保稳定的电力供应今后依然是重要的课题。鉴此，至今该省的电源结构仍然在很大程度上依靠火力发电（占总量的70.3%、水力发电占21.6%），仅靠该省的电源结构无法提供所需的电力，需要继续接受外省的稳定供电。因此，包括本项目在内的西电东送计划[1]得到重视，目前正在推进增加中国西部电力向广东省输送能力的计划（十五计划期间01～05年）。本项目较早实施了西电东送计划，优先度仍然很高。

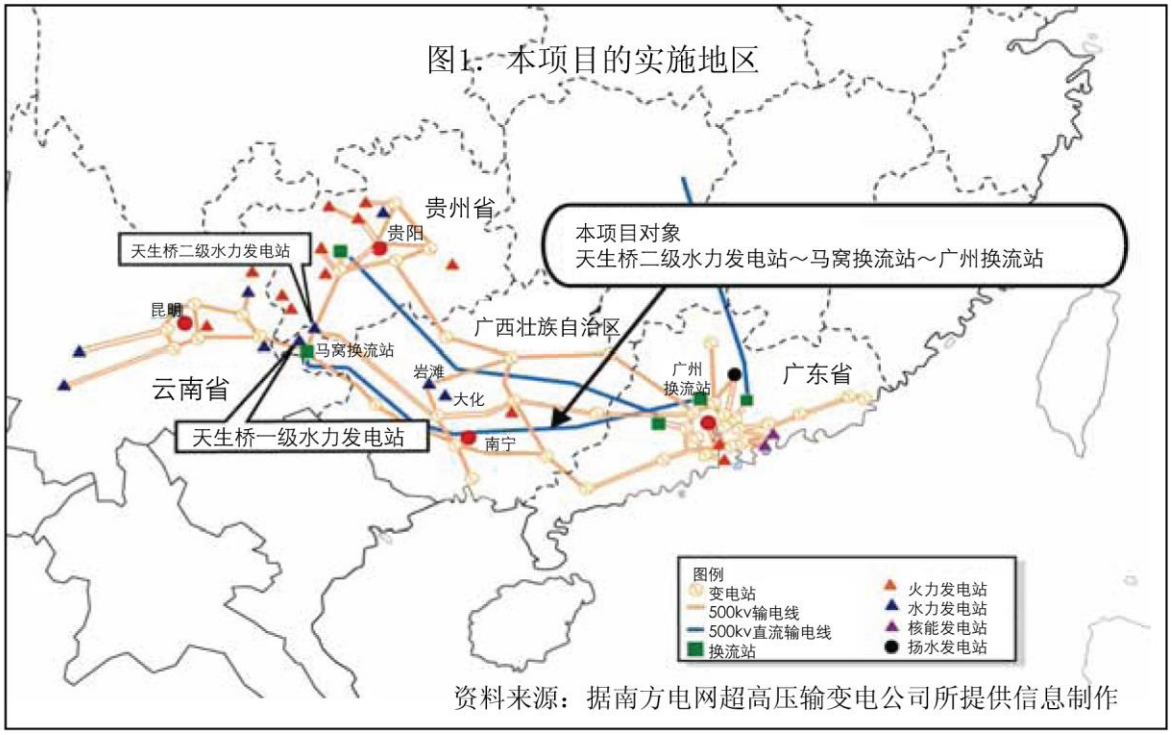
2.2　效率

2.2.1　产出

评估时规划的产出如下表所示，基本上按计划完成。另外，直流输电距离越长，则节约建设费用的效果越大，并且输电效率也越高，由于有上述优点，所以将换流站的设置地点从江门变更为广州，延长了输电长度。

计划值	实际值
1．建设1200MW水路水力发电站 2．输电线全长934公里 3．交直流换流站2处 （马窝和江门换流站）	1．同左 2．输电线全长984公里 3．交直流换流站2处 （马窝和广州换流站）

[1]在中国西部开发电源、向东部输电的计划，属于国家重点建设项目。



2.2.2　工期

评估时计划的整个工期（从签订贷款协议（L/A）起算）为1991年10月～99年12月的98个月，但实际工期为91年10月～2001年6月的116个月（当初计划的118%）。工期延迟的主要原因是：①复杂的地质条件造成水库土木工程延迟；②输电线的部分设备重新招标导致工程开始时间推迟。

2.2.3　项目费

总项目费在评估时计划为1,696.5亿日元，实际项目费与计划基本一致，使用了1,909.63亿日元。

2.3　成效

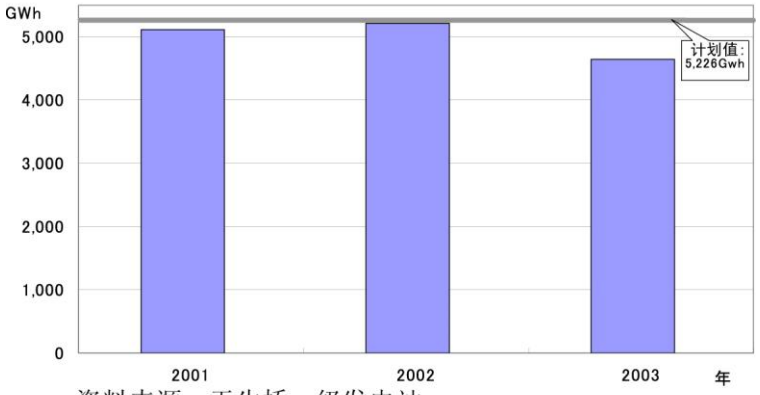
2.3.1　发电和送电量

2000年底全部发电机开始运转以来，发电站的发电量01年为5,114GWh/年，02年为5,212GWh/年，接近5,226GWh/年[2]的计划值（图2）。利用率约为45～50%左右[3]，运转率也达到了约80～90%，发电站的运转没有问题（表１）。01年6月输电线和换流站竣工以来，输电损耗率维持在6.5%（03

[2]根据中方制作的基本设计计算的数值。假定发电量的利用率为 49.7%。
[3]日本的水力发电站一般在 45～60%之间。

年实际值。参考：日本输电损耗率为5.5%）。不过，03年由于干旱导致蓄水池水量不足[4]，发电量只有4,645GWh/年，04年度也由于干旱的影响导致发电量减少，需要注意今后的动向。

图2．天生桥一级发电站发电量



资料来源：天生桥一级发电站

表１：天生桥一级发电站的利用率和运转率

年	2001	2002	2003
利用率[1)](%)	48.6%	49.6%	44.5%
运转率[2)](%)	-	85.5%	78.4%

资料来源：天生桥一级发电站

注1)：＝年实际发电量(MWh)／假定满负荷运转年发电能力（1,200MW×24小时×365日）(MWh)

注2)：＝年实际总运转时间(h)／假定满负荷运转年运转时间（24小时×365日）(h)

2.3.2　财务内部收益率和经济内部收益率

评估时没有计算财务内部收益率（FIRR），但对前提作如下设定并用实际值重新计算的结果，财务收益率为6.7%。经济内部收益率（EIRR）在评估时计算结果是8.1%，但此次评估时以同样前提重新计算的结果，由于被替代的燃煤火力发电站的成本增加，经济收益率变成了12.7%。

（重新计算FIRR的前提）

设计年限：项目完成后50年

收益：售电收入

费用：本项目投资费用＋维护管理费用＋税金

[4]2002 年蓄水池的年总流入量为 192.17 亿m^3，而 2003 年为 160.72 亿m^3。

（重新计算EIRR的前提）

设计年限：项目完成后50年

收益：替代的燃煤火力发电建设费用＋煤炭燃料费＋维护管理费用

费用：本项目投资费用＋天生桥二期建设费用＋维护管理費用

2.4 影响

2.4.1 缓解电力供需紧张

广东省和广西壮族自治区为满足日益增长的电力需求，如表2所示不断扩充发电设备，实现了发电量的持续增长（表3）。本项目发电量的约85%供应广东省，剩下约15%供应广西壮族自治区，2000～02年本项目发电站供电量占各省总供电量的比例分别为广东省约2～3%、广西壮族自治区约2%[5]。考虑到本项目还为下游发电站枯水期发电量的增长做出了贡献[6]，可以说为缓解该省近年电力持续不足造成的供需矛盾做出了贡献。

表 2：广东省和广西壮族自治区的发电设备和发电量

类别		发电设备（万kw）			发电量（亿kwh）		
		广东	广西	合计	广东	广西	合计
1995年	**全部电源**	**2,272**	**558**	**2,830**	**821**	**217**	**1,038**
	水力	466(21%)	340(61%)	1,408(37%)	131(16%)	138(64%)	500(34%)
1999年	**全部电源**	**3,033**	**635**	**3,668**	**1,140**	**253**	**1,393**
	水力	655(22%)	402(63%)	1,756(35%)	111(10%)	154(61%)	530(27%)
2000年	**全部电源**	**3,190**	**742**	**3,932**	**1,353**	**289**	**1,642**
	水力	702(22%)	416(56%)	1,849(35%)	156(12%)	169(58%)	632(28%)
2001年	**全部电源**	**3,360**	**734**	**4,094**	**1,433**	**297**	**1,730**
	水力	730(22%)	424(58%)	1,895(34%)	191(13%)	179(60%)	682(28%)
2002年	**全部电源**	**3,587**	**752**	**4,339**	**1,610**	**317**	**1,927**
	水力	778(22%)	436(58%)	2,041(34%)	169(10%)	186(59%)	701(25%)
1995～2000年年均增长率		7%	6%	7%	11%	6%	10%
2000～01年增长率		5%	-1%	4%	6%	3%	5%

[5]本项目的主要受益地人口为：广东省约 238 万人、广西壮族自治区约 97 万人。

[6]据《中国水力发电年鉴（第 7 卷）》，下游的天生桥二级发电站、岩滩、大化发电站等由于本项目的效果，与没有本项目时相比确保了 1.69 倍的功率。枯水期和丰水期的发电量差距缩小，实现了稳定发电，高峰时的调整能力也有所提高，保证了年发电量的 73%。

2001～02年增长率	7%	2%	6%	12%	7%	11%

资料来源：中国电力年鉴1995～2003年

注：括弧内的数值为占整体的比例。

表 3 ：广东省和广西壮族自治区的电力消费量

年份	广东	广西	合计
1995	640	202	842
1999	952	252	1,204
2000	1,160	281	1,441
2001	1,283	291	1,574
2002	1,638	311	1,949
1995～2000年年均增长率	13%	7%	11%
2000～01增长率	11%	4%	9%
2001～02增长率	28%	7%	24%

资料来源：中国电力年鉴1996～2003年

2.4.2　对经济活动的贡献

广东省的GRDP实际增长率在2000年以后每年均达10%以上，广西壮族自治区在03年达到10.2%，超出了中国全国增长率[7]，本项目通过缓解电力不足为项目对象地区的经济发展打下了基础[8]。

2.4.3　环境影响和社会影响

自然环境方面，在评估时进行了环境影响评价，其中针对对野生生物、水质和水温、历史文化遗产等的影响进行了调查和研究。项目完成后于2004年3月实施的国家环境保护总局的验收认定，“完成了《环境影响评价报告书》及其批复文件所要求的目标，合格”，实地调研则对耕地恢复、历史文物的移建等进行了确认。

居民搬迁情况见表4。评估时计划在1998年之前完成搬迁，但由于工程进展缓慢，而且水库蓄水时（99年）发生滑坡地区的居民也成为搬迁对象，实际上延迟到了03年。搬迁居民数也由当初计划时大约4.5万人增加到了大约5.7万人，原因是根据92年～96年间实施的计划审核调查结果进

[7]全国 GRDP 实际增长率分别是 2000 年 8.0%、2001 年 7.5%、2002 年 8.3%、2003 年 9.1%。

[8]南方电网公司称，其间有一时期，由于外资（来自台湾的电子产业等）进入负荷中心地区珠江三角洲地区(广东省南部的工厂集中地区，包括深圳、广州、肇庆、珠海、澳门、香港等)的加工业，经济发展活跃，电力需求特别高。

行了调整，以及上文所述的增加了滑坡地区居民的搬迁[9]。

另外，以占移民总数大约5成的贵州省为案例，为检查搬迁居民的现状而对移民局进[10]行了访谈调查，并考察了移民村，对居民进行了简单的访谈调查。简单访谈调查的对象是兴义市的2个移民村和安龙县的 1 个移民村的共计 6 人。简单访谈调查的结果表明，所有搬迁居民都回答，在搬迁前后生活环境和生活水平获得了改善，对搬迁手续和内容也都很满意。所有居民都是从搬迁前的居住地迁往更靠近市中心的地方，所以他们的意见都认为：①交通条件得到了改善；②搬迁地的基础设施建设得到了完善；③住宅结构得到了改善（木→砖）；④由于农业以外的就业机会增加而使生活环境得到了改善。虽然是少数民族，但在习惯上已与周围地区基本融合，并且由于是在市内或县内的搬迁，所以生活环境没有特别大的变化。尽管此次调查范围有限，但调查的结果，没有报告显示移民的利益受到了损害[11]。

表4：各省征地和移民数（计划值和实际值）

省名	项目	计划值	实际值(1
广西	征地（ha）	7,520	5,882
	移民数（人）	20,543	24,511
贵州	征地（ha）	7,445	5,991
	移民数（人）	21,947	28,460
云南	征地（ha）	1,160	860
	移民数（人）	2,215	4,034
合计	征地（ha）	16,125	12,733
	移民数（人）	44,705	57,005

资料来源：计划值由中国南方公司(1994年评估时)、实际值由天生桥一级水力发电公司提供。

注：1)截至2003年3月末的数值。截至实地调研时（2004年9月）中央政府对移民工作的正式检查和认定尚未结束，所以未能获得广西、云南、贵州移民部门的正式统计实际数据。追加的移民部分，则根据国家发展计划委员会2002年的《关于天生桥一级电站项目危险区域及后期支援的批复文件》实施了移民工作。

[9]移民的补偿金额当初（1989 年）是 4.6 亿元，之后于 1997 年对移民实施情况、基本设计等进行了重新调整，结果补偿金额增加到 22.5 亿元。此后，由于滑坡地区居民的追加，总计金额达到了 25 亿元。

[10]贵州省黔西南布依族和苗族自治州移民局、以及搬迁地的兴义市移民局和安龙县移民局

[11]针对 1997 年 7～8 月有部分居民表示反对一事，询问了黔西南（布依族和苗族）自治州移民局，据说重新调整补偿金，进行追加补偿并采取措施后，不再有反对意见。

2.5 可持续性

2.5.1 实施单位

2.5.1.1 技术

两家单位每年均根据年初制定的培训计划对职工进行培训，各岗位均配备了通过资格考试的员工作为负责人，特殊技术人员（焊接、计量器检查、吊车等）也都通过了技术水平考试。每年均对全体员工进行业务考核，还对维护管理人员进行技术评审，针对技术能力未达到要求的员工进行脱岗培训，并设定了考试合格后再复岗的制度。

2.5.1.2 体制

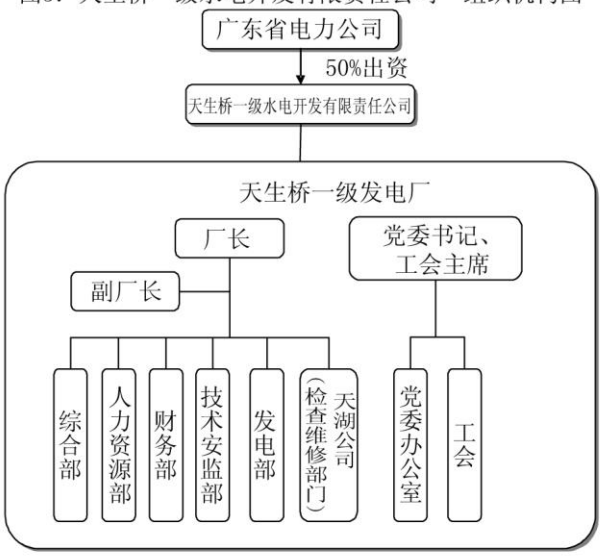
运营维护管理部门基本完成了国有电力公司的一系列机构改革[12]，人员配备充分，提高了机构效率，本项目的体制没有维护管理运营上的问题。

目前，由于中国全国推行发电和供电分离政策，发电和供电由不同的单位负责。拥有本项目建设的天生桥一级发电站并进行运营维护管理的，是天生桥一级水力发电开发有限责任公司（1999年成立），拥有输电线并负责运营维护管理的是超高压输变电公司[13]（2003年成立）。天生桥一级水力发电开发有限责任公司如图3所示，设有总务部、人事部、财务部、技术安监部、发电部，分别进行工程的财务管理、设施的运营维护管理、售电、库区移民、生产安全管理等。发电部门员工为67人，负责检查和修理的天湖公司为112人，其中约80人负责发电站的维护管理。

[12]中国的电力项目一直由中央政府进行统一管理，但 1997 年成立了国家电力公司，该公司承接电力工业部的企业经营功能，拥有发电资产和供电资产并进行业务运营。2002 年 4 月电力体制改革以后，发电部门和供电部门的经营进一步分离，现在是数家企业经营。

[13]超高压送变电公司承接南方公司（国家电力公司旗下的一家公司）的大部分项目（包括“西电东送”项目），负责中国南方跨省干线输电网等的建设和运营维护管理，同时还负责天生桥二级水力发电站等的运营和维护管理。

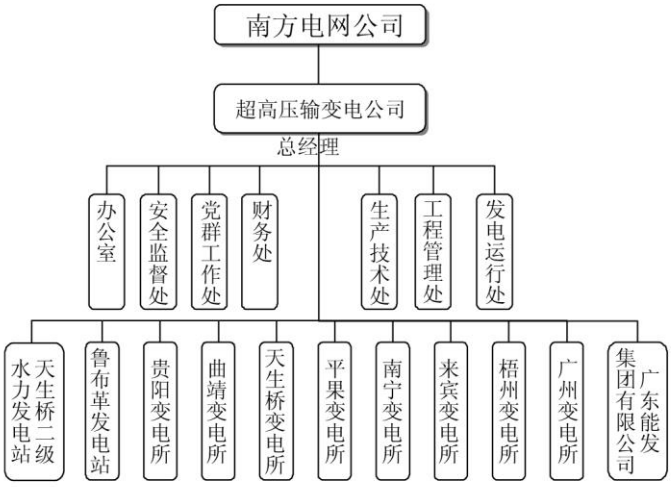
图3．天生桥一级水电开发有限责任公司　组织机构图



资料来源：天生桥一级水电开发有限责任公司

超高压输变电公司如图4所示，在总部设有办公室、人事处、财务处、生产技术处、安全监督处、工程管理处、发电运行处、党群工作处共七个部门，拥有并运营管理8个变电所、2个发电站（天生桥二级水力发电站和鲁布革发电站：设备容量1,920MW）（共有约1,600名职工）。该公司采用了先进的技术，每100km的维护管理工作人员为2人，以少于中国标准值（3人／100km）的人数进行着高效的运营。

图4．超高压输变电公司　组织机构图



资料来源：南方电网超高压输变电公司

2.5.1.3　财务

天生桥一级水力发电开发有限责任公司和超高压输变电公司均没有提交财务报表。不过，天生桥一级水电开发公司方面，根据该公司提供的“售电收入－售电费用”[14]数据，在2002年以后出现了盈利（表5）。另外，《中国电力年鉴》（03）认为，机构改革前02年国有南方电网公司的整体经营状况尚可，财务管理得到强化，给予了肯定性评价。从以上各点看，财务方面没有特别的问题。

表5：天生桥一级水力发电站的收支（单位：万元）

	2001年	2002年	2003年
售电收入	63,069	98,185	92,561
售电费用注	65,393	90,950	87,351

资料来源：天生桥一级水力发电开发有限责任公司

注：发电站的运营维护管理费之外，还包括设备折旧费、还贷额、税金等的合计。

2.5.2　维护管理

发电站和输电线都没有事故报告，现在可以说维护管理状况良好。根据发电站项目完成时的报告，运转开始后不久即发现了几处小规模的漏水等问题，在对情况进行检查确认后，对其采取了检修和完善措施，问题最终得到了解决。除发电站的日常维护管理之外，还每年进行一次定期保养，大型检修在项目完成后第一年实施，今后计划在第6～8年进行1次。

３．反馈事项

3.1　教训

没有。

3.2　建议

没有。

[14]天生桥一级水力发电公司对超高压输变电公司直接售电。

主要计划值与实际值比较

项目	计划值	实际值
①产出 1)300MW级×4座水电站建设 2)输电线建设 3)咨询服务	·水库、蓄水池（混凝土面板堆石坝） ·露天电站 ·设备容量1,200MW（300MW×4组） ·取水塔、引水渠、水压管道、开关站等 ·输电线延长934ｋｍ ·交直流转换站2处 （各转换容量1,800MW） 419M/M	同左 输电线延长984km 334M/M
工期	1991年10月～1999年12月 （98个月）	1991年10月～2001年6月 （116个月）
项目费 外汇 人民币 合计 其中JBIC部分 换算汇率	406亿日元 1,290.5亿日元 (49.2557亿元) 1,696.5亿日元 406亿日元 1US$=137日元、1元=26.2日元 (1991年6月汇率)	369.23亿日元 1,540.4亿日元 (103.1749亿元) 1,909.63亿日元 369.23亿日元 1元=14.93日元 1991年～2001年加权平均汇率）