

中华人民共和国

2015 年度 第三方后评估报告
日元贷款“呼和浩特市水环境治理项目”

第三方评估专家：ICNET 株式会社 早濑史麻

0. 要点

本项目旨在通过建设内蒙古自治区呼和浩特市的污水管网设施，提高污水处理率，改善市内河流的水质。

本项目与立项阶段和后评估阶段中国的中央、省级以及市级发展政策和发展需求相吻合，与立项阶段日本对华援助政策相一致，相关性高。由于根据城市发展规划实施了新建和改造工程，中途出现了停止运行和减量运行的情况，后评估阶段污水处理量和处理率均低于计划值，但预计不久将会恢复，污水处理率和处理水的水质等主要效果指标基本达到计划值，污水处理服务的普及工作进展顺利，显现出了效果。此外，在后评估阶段，从排放至呼和浩特市内河流中的污染物总量的减少量来看，本项目对改善市内大部分河流的水质做出了贡献，有效性和影响的达成程度高。项目启动后不久，由于修订污水管网总体规划，取消了如意白塔污水处理厂的建设，缩小了章盖营污水处理厂的三次处理能力¹，但这是因污水管网建设规划调整所致，变更符合本项目为城市发展做贡献的目标。虽然项目经费控制在计划之内，但项目时间出现了大幅度延迟，因此，效率为中等。关于本项目显现效果的可持续性，运营管理主体的维护管理体制、技术、财务方面均没有大的问题，持续性高。

综上所述，本项目的综合评价为非常高。

1. 项目概要



项目分布地区



公主府污水处理厂的生物反应槽

¹指对污水处理厂处理后的排放水进行更加深度的处理，去除有机物等物质使其可作为中水进行再生利用。

1.1 项目背景

内蒙古自治区的首府呼和浩特市位于黄河中游流域，作为经济、交通、贸易的中心发展至今。随着城区工业化、城市化的飞速发展，工业废水、生活废水不断增加，但污水处理仅依靠现有的 1 座污水处理厂进行，市内排放的污水有一半以上未经处理就直接流入流经市内的西河和小黑河等，河流的水质²恶化，低于可作为农业用水利用的标准（劣 V 类）。

虽然呼和浩特市根据国家政策制定的《呼和浩特市环境保护第十个五年规划（2001 年-2005 年）》提出了市内河流水质要达到 V 类标准、化学需氧量（COD）的排放量比 2000 年的排放量削减 10% 的目标，但由于计划制定和资金筹措延迟，按时完成目标存在难度。

1.2 项目概要

本项目旨在通过建设内蒙古呼和浩特市污水管网设施，提高污水处理率，改善市内河流的水质，进而为促进城市可持续发展做贡献。

日元贷款承诺额/支付额	97.47 亿日元 / 80.82 亿日元
签署政府换文日期/签订贷款协议日期	2004 年 3 月/2004 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
借款人/实施单位	中华人民共和国政府 / 内蒙古自治区人民政府
贷款结束日期	2013 年 8 月
主合同	无
咨询合同	无
相关调查 (可行性调查: F/S) 等	•F/S (中国市政工程华北设计研究院、内蒙古自治区水利水电勘测设计院、呼和浩特市水务局、2003 年 3 月)
相关项目	[日元贷款] •呼和浩特市供水项目 (贷款协议 1996 年 12 月)

²根据地表水环境质量标准（GB3838-2002）的规定，河流及湖泊的水质分为 I-V 类。I 类：主要适用于源头水、国家自然保护区；II 类：主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场；III 类：主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区；IV 类：主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；V 类：主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

·呼和浩特、包头环境改造项目 I、II（贷款协议
1996 年 12 月、1997 年 9 月）



资料来源：根据呼和浩特首创春华水务有限公司提供的资料制作而成
注：计划中包含的如意白塔污水处理厂实际上没有建设。

图 1 呼和浩特市内的河流及污水处理厂的位置

2. 评估概要

2.1 第三方评估人

早濑史麻（ICNET 株式会社）

2.2 评估时间

本次后评估的调查日程安排如下。

评估时间：2015 年 8 月-2016 年 9 月

实地考察：2015 年 11 月 30 日-12 月 11 日、2016 年 4 月 9 日-4 月 14 日

2.3 评估的制约因素

虽然将改善市内河流水质设为衡量本项目建设污水处理设施效果的指标，但是，影响河流水质的因素很多，仅仅凭借建设污水处理设施的效果，很难直接掌握本项目在如此大范围的河流水质改善工作中起到了多大的作用。因此，在本后评估时，将市内河流整体的水质变化视为项目产生的影响，在对有助于改善水质的因素进行定性确认的同时，通过分析污水处理后减少的污染物排放量在全市河流污染物排放总量中所占比例，判断本项目发

挥的作用。

3. 评估结果（评级：A³）

3.1 相关性（评级：③⁴）

3.1.1 与发展政策的吻合性

1) 与立项阶段发展政策的吻合性

立项阶段的国家发展规划《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年规划(2001年-2005年)》提出,为促进经济和社会的协调发展,在发展经济的同时,着力改善日趋恶化的环境。《环境保护第十个五年规划(2001年-2005年)》提出,在污水处理和水质改善方面,城市污水处理率要达到45%(人口50万人以上的城市为60%),在改善长江上游、黄河中游、松花江流域水质方面,特别是降低主要污染物总排放量方面,提出在2000年的基础上减少10%。

2) 与后评估阶段中国发展规划的吻合性

后评估阶段的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划(2011年-2015年)》中提出了五大重点领域,其中在建设“资源节约型、环境友好型社会”方面,提出了包括污水处理设施在内,全面提升社会基础设施水平的目标。环境领域的国家规划《环境保护第十二个五年规划(2011年-2015年)》的8个环境保护项目中,有3个与改善水环境、强化污水处理基础设施建设有关,其主要目标包括减少COD和氨氮(NH₃-N)排放量、加强污水管网的铺设、雨污分流与提高城市污水处理率以及降低河流湖泊劣V类⁵水质的比例等。

根据以上国家政策制定的《内蒙古自治区政府环境保护第十二个五年规划(2011年-2015年)》中,提出了为消除自治区内属于劣V类水质的河流,提高流域内污水处理后的水质、到2015年包括呼和浩特市在内的地级市⁶污水处理率达到90%、中水使用率提高到污水量的30%等目标。

综上所述,从立项阶段到后评估阶段,改善河流水质、强化污水处理基础设施建设始终是国家、自治区和呼和浩特市发展规划的重点领域,本项目与之保持着高度的吻合性。

3.1.2 与中国发展需求的吻合性

立项阶段,呼和浩特市由于经济高速发展,工业和生活废水不断增加,但污水处理厂却只有一座,市内的污水处理率仅为43%⁷。未经处理的污水直接流入市内的河流,导致主要河流小黑河的水质一直处于劣V类水平,得不到改善。为改善水质,呼和浩特市制定

³ A:“非常高”;B:“高”;C:“存在一定问题”;D:“低”。

⁴③:“高”;②:“中等”;①:“低”。

⁵ 如未能达到V类标准,则归为劣V类。

⁶中国的行政区划由高到低分为省级(省、直辖市、自治区)、地级(地级市、自治州)、县级(县级市、市辖区、自治县、旗)、乡级(乡、镇、县辖区)等几个级别。

⁷JICA提供的资料

了《污水管网建设总体规划（2005年-2030年）》，计划到2020年在呼和浩特市内修建5座污水处理厂（60万m³/日）。后评估阶段，由于原本预测市内的污水量会进一步增加，因此修改了总体规划，建设目标也提高到了6座污水处理厂（75万m³/日）。综上所述，加强污水处理能力方面的发展需求从立项阶段到后评估阶段始终处于较高水平。

3.1.3 与日本援助政策的吻合性

日本国际协力机构（JICA）的《中期战略海外经济合作业务实施方针（2002年-2005年）》将加强扶贫措施、建设完善有益于经济增长的基础建设、支持环境保护及公害防治作为重点领域，明确指出了为规避并减轻基础设施建设对环境带来的负面影响中，作为防止水污染的对策，建设完善污水处理设施的必要性。

此外，JICA在2002年制定的《对于中国国别业务实施方针》中，将以中国内陆地区为中心的环境保护及人才培养定为重点领域。污水管网建设被定位为奠定民间部门活动基础的经济社会基础设施建设，并将其作为促进可持续发展的因素予以重视。

本项目旨在通过建设污水处理设施，改善跨境河流的支流水质，促进城市可持续发展，这与上述日本政府以内陆地区为中心改善环境，支持社会基础设施建设的援助政策相吻合。

3.1.4 项目计划及实施方法等的合理性

项目实施后，出于强化较为发达的小黑河南部地区污水处理的目的，将班定营、喇嘛营污水处理厂的建设加入了总体规划中。因此，取消了本项目原计划的如意白塔污水处理厂及管网建设，将其剥离出本项目内容范围，成为中方独资项目。如意白塔污水处理厂的污水处理服务区域由金桥和喇嘛营污水处理厂分担。

为将取消后产生的剩余资金转而用于处理厂的新建，实施单位着手办理国内手续，但在手续尚未完成时，日元贷款到期，剩余资金未得到有效利用。另外，从该取消和转用的过程中可以发现，项目实施单位⁸、实施机构与JICA之间的沟通协调不到位。JICA提供的资料中也指出了“资金额增减的协调没有做好，国内手续和国内资金筹措未在期限内完成”等问题⁹。

由于错失了有效利用剩余资金的机会，项目仍有改善的空间，但取消如意白塔污水处理厂的建设是为了配合呼和浩特市的城市规划变更，因此，相对于本项目的目的，可以说是合理的变更。

综上所述，本项目的实施与中国政府、内蒙古自治区及呼和浩特市的发展政策、中国

⁸ 在呼和浩特市人民政府的指导和监督下，负责项目所建污水处理厂的运营、维护管理的机构。

⁹ 变更时，实施单位必须向市、自治区、国家等各级发展和改革委员会、财政厅、建设厅、中国进出口银行等多家机构提出申请，并获得批准。由于在获得批准前，无法与JICA方面展开正式的协调工作，才导致了此类情况的发生。

的发展需求以及日本的援助政策完全吻合，相关性高。

3.2 效率（评级：②）

3.2.1 成果

1) 成果的计划情况与实际情况

公主府污水处理厂的新建、辛辛板污水处理厂的扩建均按计划完成，但由于呼和浩特市污水管网建设总体规划的修改，如意白塔污水处理厂的建设被取消，章盖营污水处理厂三次处理设施的处理能力¹⁰也有所缩小。

另外，雨水管网中的配水管网按计划建设，排水管网总距离出现了缩短。这是由于管径在设计上扩大了一倍而导致的，能够应对的污水量并没有变化。

面向项目实施单位的培训虽然次数有所减少，但参加人数基本与计划相符。以市环保局员工为对象实施的环境检测培训，由于公务员出国规定变严而被取消，改由国内培训代替，以补全本项目的培训目的。

表 1 成果的计划值与实际值比较

计划值	实际值
A-1) 公主府污水处理厂 CAST 法 ¹¹ 二次处理 ¹² 5 万 m ³ /日 三次处理 3 万 m ³ /日	A-1)、A-2) 与计划一致
A-2) 污水管网 Φ300-Φ800 mm 约 30km	
B-1) 辛辛板污水处理厂 活性污泥法 二次处理 5 万 m ³ /日	B-1)、B-2)、B-3) 与计划一致
B-2) 污水管网 Φ300-Φ900 mm 约 86km	
B-3) 污水管网 Φ300-Φ700 mm 约 36km	
C-1) 如意白塔污水处理厂 CAST 法 二次处理 4 万 m ³ /日	C-1)、C-2) 取消
C-2) 污水管网 Φ300-Φ900 mm 约 40km	
D-1) 章盖营污水处理厂 活性污泥法 二次处理 6 万 m ³ /日 三次处理 5 万 m ³ /日	D-1) 二次处理与计划一致。 三次处理变更为 3 万 m ³ /日
D-2) 污水管网 Φ300-Φ1600 mm 约 85km、 泵站 1 座	D-2) 与计划一致
E-1) 雨水管网（排水管网）约 128km	E-1) 变更为约 80km。
E-2) 雨水管网（配水管网）约 24km	E-2) 与计划一致
F-1) 以项目实施单位为对象的培训	F-1)

¹⁰ 如意白塔处理区的污水由利用国内资金新建的金桥污水处理厂（4 万 m³/日）和将于 2020 年建成的喇嘛营污水处理厂（15 万 m³/日）代为处理。

¹¹ 循环式活性污泥法：活性污泥法的一种，运用曝气处理。一般比较节省空间。

¹² 在污水处理厂的工序中，在进水渠附近使用滤网去除垃圾等夹杂物，在生物处理前将容易在沉淀池中沉降的固体物质沉淀去除的工序称为“一次处理（物理处理）”；利用微生物等主要去除有机物的工序称为“二次处理（生物处理）”；进一步去除截至二次处理的工序中未能去除的浑浊物质的工序称为“三次处理（深度处理）”，经过三次处理的处理水作为中水进行再利用。

1) 2004年10月(8天)8人 2) 2005年1月(6天)6人 3) 2005年9月(6天)6人 共20人	1) 2007年1月(12天)10人 2) 2007年4月(10天)9人 共19人
F-2) 以市环保局员工为对象的培训 1) 2004年10月(8天)8人 2) 2005年1月(6天)6人 3) 2005年9月(6天)6人 共20人	F-2) 1)、2)、3)全部取消

资料来源：呼和浩特首创春华水务有限公司提供的资料

3.2.2 投入

3.2.2.1 项目经费

立项阶段，项目经费计划为130.81亿日元（其中日元贷款97.47亿日元、国内配套资金33.34亿日元）。扣除被取消的如意白塔¹³（16.11亿日元）及以环保局员工为对象的培训（1,500万日元）后，计划值为114.55亿日元。实际经费为111.05亿日元（其中日元贷款80.74亿日元、国内配套资金30.31亿日元），为计划的97%，控制在了计划范围内。

3.2.2.2 项目时间

立项阶段计划的项目时间为2004年4月-2008年12月（57个月），而实际则为2004年4月-2011年12月（93个月），为计划的163%，大幅超出了计划。这主要是由于雨水管网建设延迟所致，由于招标时市发展规划有所调整，需要变更建设日程，另外，建设中计划铺设雨水管网的地区道路施工延迟，工期被迫耽搁。

3.2.3 内部收益率（参考数值）

使用实施单位提供的支出及实际收益再次对财务内部收益率（FIRR）进行了计算¹⁴，相对于立项阶段的3.80%，实际为负值（-3.48%）（表2）。这是由于与立项阶段的计划相比，后评估阶段的污水处理量有所减少，预计污水处理收入也较计划有所减少而导致的。

表2 立项阶段与后评估阶段的FIRR比较

立项阶段（2004年）	实际（2015年）
<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ·费用：建设费用、维护管理费用、营业税 ·收益：污水处理费收入、 处理水销售收入（发电站） ·项目寿命：35年 	<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ·费用：建设费用、维护管理费用、营业税 ·收益：污水处理费收入 ·项目寿命：35年

资料来源：评估专家根据呼和浩特首创春华水务有限公司提供资料中的数据进行了重新计算

综上所述，虽然本项目的项目经费控制在了计划范围内，但项目时间大大超出计划，

¹³ 立项阶段，如意白塔污水处理厂的建设费为17.29亿日元，其中1.18亿日元已在设计等中使用，故取消部分为16.11亿日元。

¹⁴ 本项目在立项阶段计算了各污水处理厂的FIRR，但由于实际上所有污水处理厂的管理都是由企业统一实施，因此无法分开计算实际值。修改计算结果，作为3个处理厂的FIRR，与实际值进行比较。

因此，效率为中等。

3.3 有效性¹⁵（评级：③）

3.3.1 定量效果（运用、效果指标）

立项阶段，将提高呼和浩特市污水处理率和改善处理水的水质设定为项目效果。在提高处理率方面，虽然设定了污水处理率、服务人口及污水管网普及率¹⁶的目标，但据项目实施单位介绍，由于污水处理区与行政区域的划分不一致，且处理厂的处理对象区域频繁发生变更，导致无法准确提供处理厂的污水处理区人口和污水处理服务人口的数据¹⁷。作为替代手段，根据呼和浩特市污水处理量计算出污水处理服务人口的估算值，然后与根据污水排放量计算出的人口估算值相比较，得出普及率。计算污水处理率时，需使用处理区污水排放量作为分母，但因上述原因无法获得各污水处理厂的准确数值，因此，使用了与设计能力相应的运行率，通过污水处理服务面积和管网距离确认普及情况。在处理水的水质改善方面，则根据各处理厂尾水中的污染物浓度进行了确认。

3.3.1.1 运用指标

1) 呼和浩特市污水处理量和处理率、服务人口和普及率

按照立项阶段的计划，项目完成 1 年后（2010 年¹⁸）呼和浩特市整体的日污水排放量预计为 33.4 万 m³，将其中的 88% 即 29.4 万 m³ 设定为日处理量计划值。实际上，项目完工 1 年后（2012 年¹⁹），呼和浩特市整体的日污水排放量为 26.7 万 m³，仅为排放量预期的 8 成左右，进入污水处理厂的污水量亦低于预期。但处理量为计划值的 82%，处理率为排放量的 90%，均达到了计划值，可以说项目效果基本得以显现（表 3）。

2015 年后评估时，污水处理量减少，处理率为 73%。这是由于 2015 年 3 个项目处理厂进行了扩建和加强处理能力的改造工程，施工期间采取了停止运行、减少处理量等措施所致。2016 年完工后，预计处理量和处理率均将恢复到目标水平。

表 3 污水处理量和处理率的计划值与实际值

年	立项阶段	计划值 完成 1 年后	实际值						
			实施		完成年	1 年後	2 年	3 年	4 年
	2002	2010	2009	2002	2010	2009	2002	2010	2009
呼和浩特市污水量 (万 m ³ /日)	23.0	33.4	23.9	24.7	25.4	26.7	27.9	29.7	30.6
呼和浩特市污水 处理量 (万 m ³ /日)	10.0	29.4*	15.1	19.0	22.6	24.0	24.0	25.8	22.4

¹⁵ 有效性的评级判断，也考虑到了项目产生的影响。

¹⁶ 污水管道普及率是用处理厂系统区的人口总数除以污水处理量系统区连接污水管道的人口计算得出的。

¹⁷ 修改后的污水管网总体规划（2010 年-2020 年）中对全市人口进行了预测，但对各处理厂的预测是通过住房、企业、公共设施的面积来计算供水需求和污水处理需求的。

¹⁸ 立项阶段设定的目标年为自 2008 年 12 月项目完成起 1 年后的 2010 年。

¹⁹ 整个项目的项目时间为自 2011 年 12 月雨水管网完工起 1 年后的 2012 年。

呼和浩特市污水处理率 (%)	43.5%	88%	63%	77%	89%	90%	86%	87%	73%
----------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

资料来源：标准值和计划值来自 JICA 提供的资料；实际值来自《呼和浩特市统计年鉴》。

* 呼和浩特市污水处理量的计划值为四座处理厂的合计，包括被取消的如意白塔污水处理厂。

立项阶段，预计项目完成 1 年后呼和浩特市污水处理服务人口为 140 万人，将污水管网普及率目标设定为 100%。根据概算²⁰，2011 年实际污水处理服务人口超过了计划预期的 140 万人，项目完成 1 年后（2012 年）的普及人口为 150 万人，超出目标，由于处理区人口增加，普及率达到 90%。

表 4 污水处理区人口、污水处理服务人口与污水处理服务普及率²¹

年	立项阶段	计划值 完成 1 年后	实际值						
			实施		完成年	1 年后	2 年	3 年	4 年
	2002	2010	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
呼和浩特市污水处理区人口 (万人)	115	140	166	171	159	167	174	185	191
呼和浩特市污水处理服务人口 (万人)	52	140	105	132	141	150	150	161	140
普及率* (%)	45%	100%	63%	77%	89%	90%	86%	87%	73%

资料来源：标准值和计划值来自 JICA 提供的资料；呼和浩特市实际人口来自市统计年鉴；实际污水处理服务人口则为根据污水处理量得出的估算值。

*污水处理普及率为污水处理系统污水管网服务人口除以处理区人口得出的比例。

1) 本项目建设的污水处理厂的处理量、处理率及设备运行率²²

公主府污水处理厂

立项阶段设定的目标是项目完成 1 年后，日污水量 4.4 万 m³ 得到 100% 处理，相当于日设计处理量 5 万 m³ 的 88%。完成 1 年后的 2010 年，实际污水量²³和实际处理量均为 3.5 万 m³，为目标的 80%，运行率为 69%。这是由于进入处理厂的污水比设想的要少，主要原因是服务区域内的企业开始在自己的工厂内进行污水处理和中水利用，这从本项目的影响上来说，是可喜的变化。

辛辛板污水处理厂

²⁰ 由于公主府、章盖营污水处理厂是 2009 年 10 月、辛辛板污水处理厂是 2010 年 12 月完工的，因此，实际污水处理服务人口、普及率与立项阶段设定的目标值相比可能会过大。

²¹ 污水处理区人口和服务人口的概算使用的是计划时的污水管网总体规划中人均用水量 2006 年-2010 年的 180ℓ/日、2020 年的 200ℓ/日乘以污水转换系数得出的 2006 年-2010 年的 144ℓ/日、2011 年-2020 年的 160ℓ/日。

²² 由于设备运行率（设备相对于设备能力的使用程度）在立项阶段未被设定为运用效果指标，因此，本后评估中仅将其作为参考值进行计算。

²³ 立项阶段，污水量的定义是相应处理厂处理区域内产生的污水量，但由于呼和浩特市内的污水收集管网可以通过切换连接点来改变流入的处理厂，因此，无法限定处理区域，也就无法把握处理区域内产生的污水量，污水量的实际值仅为进入污水处理厂的污水量数据。

立项阶段设定的目标是项目完成 1 年后日污水量为 18 万 m³，日处理量为 15 万 m³，相当于污水量的 83.3%。实际处理量基本与计划一致，运行率也达到了设计能力（15 万 m³/日）的 99%。

章盖营污水处理厂

立项阶段设定的目标是项目完成 1 年后，处理日污水量 6.69 万 m³ 的 90%，实际处理量为 5.7 万 m³/日，为计划的 95%，设备运行率为设计能力（6 万 m³/日）的 95%。

表 5 3 个污水处理厂的污水处理量、设备运行率变化

年	立项阶段	计划值 完成 1 年后	实际值						
	2002		2010	2009	2010	2011	2012	2013	2014
公主府污水处理厂（完成 1 年后 2010 年）									
处理量（万m ³ /日）	0	4.4	2.3	3.5	3.3	3.4	3.4	3.2	1.3
设备运行率	—	88%	46%	69%	67%	68%	67%	63%	25%
辛辛板污水处理厂（完成 1 年后 2012 年）									
处理量（万m ³ /日）	10.0	15.0	9.2	9.9	13.5	14.8	14.8	13.8	12.3
施設稼働率	—	100%	62%	66%	90%	99%	98%	92%	90%
章盖营污水处理厂（完成 1 年后 2010 年）									
处理量（万m ³ /日）	0	6	3.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.3	5.0
施設稼働率	—	100%	60%	95%	97%	97%	97%	88%	84%

资料来源：呼和浩特首创春华水务有限公司提供的资料

注：与计划值对应的完成 1 年后的实际值数据用粗框标注。

2) 污水处理服务的普及情况

关于替代污水处理普及率的污水处理区建设面积和管网距离，公主府与章盖营污水处理厂的服务区域在完工 1 年后，面积和管网距离均 100% 实现了目标。辛辛板污水处理厂的服务区域也在完工 1 年后面积和管网距离基本实现目标，完成度接近 100%。辛辛板污水处理厂的服务区域，由于在 2012 年、2013 年接收处理了其他处理厂处理区域产生的污水，因此管网距离超过了计划，为计划的 108%²⁴。



章盖营污水处理厂的进水过滤器



辛辛板污水处理厂的吸附池

3.3.1.2 效果指标

立项阶段，作为污水处理带来的水质改善效果，设定了尾水的生化需氧量（BOD）、悬浮物（SS）及 NH₃-N 浓度目标值。完成 1 年后，3 个污水处理厂均达到了项目目标值，辛辛板、章盖营污水处理厂后来也一直保持着这一水平。而公主府污水处理厂（表 6）的 NH₃-N 虽然在 2010 年达到了目标值，但后来的数值超标。据项目具体负责人员介绍，这是由于附

²⁴由于 2014 年金桥污水处理厂投入运行，辛辛板污水处理厂不再处理其他区域的污水，管网距离恢复到原服务区域的 100%。

近工厂²⁵未经处理的废水流入，导致 NH₃-N 的进水数值高出预期 2 成到 5 成所致。鉴于削减率已超过目标值，且达到了国家二级标准，故认为效果指标基本实现。

表 6 公主府污水处理厂 NH₃-N 的处理情况

年		计划值 ²⁶	实际值					
		2010	2009	2010	2011	2012	2013	2014
NH ₃ -N (mg/l)	入口	30	38.5	36.8	46.3	41.7	36.6	39.8
	出口	15 (30) *	14.2	13.3	20.2	15.4	17.2	17.4
	削减率	50%	63%	64%	56%	63%	53%	56%

资料来源：呼和浩特首创春华水务有限公司提供的资料

* 由于计划值与国家排放标准不同，故将计划值与国家标准同时列出，() 内为国家标准。

立项阶段虽未设定目标值，但除以上 3 种物质外，规定污水处理设施尾水的 COD 浓度、总氮 (T-N) 浓度、总磷 (T-P) 浓度、氢离子浓度指数 (pH) 应满足国家二级标准²⁷。3 个处理厂的上述所有物质浓度历年均满足国家标准。另外，在本项目中建设了三次处理设施的公主府、章盖营污水处理厂的尾水中，立项阶段设定的物质均达到了目标值，其他物质均达到了国家标准。

综上所述，呼和浩特市的污水处理量、污水处理率目标均基本达成。各处理厂目标年（完成 1 年后）的处理量如下：公主府污水处理厂因受到进水量减少的影响为 80%；辛辛板污水处理厂为 99%；章盖营污水处理厂为 95%，均基本达到了目标，污水处理服务得到了普及推广，效果指标亦基本达成，可以认为整个项目的定量效果有所显现。

3.3.2 定性效果（其他效果）

立项阶段，设定的定性效果为“通过建设污水管网改善西河、小黑河等河流的水质污染情况”和“污水处理后处理水的再利用”。在改善水质污染方面，结合“改善市内河流的水质”这一本项目的影 响，统一归纳到下文中的“3.4 影响”。

3.3.2.1 污水处理后处理水的再利用

立项阶段，在本项目中将建设三次处理设施的公主府污水处理厂和章盖营污水处理厂处理后的中水用作发电站的冷却用水（3 万 m³/日）及公园等的景观水²⁸（5 万 m³/日）。

后评估阶段，公主府污水处理厂除 2012 年达到了再利用目标量外，使用量、再利用率均低于计划值。章盖营污水处理厂的再利用率历年都在 7%-12% 之间，大幅低于计划值，

²⁵大型企业和被指定为重点污染源的工厂要求在严格的排放监测下，在本公司内的污水处理厂去除污染物，但据项目具体负责人员介绍，除上述企业外，其他企业的污水排放虽然也受到严格的监测，但也存在钻监管空子直接排入河流的恶劣行为。

²⁶据项目运营·维护管理的机构介绍，公主府污水处理厂按国家标准应属于二级，但由于该处理厂采用了最新 CASS 方式，因此，立项阶段设定的目标值高于国家标准。

²⁷ 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）

²⁸ 用于公园植物浇水或旱季流入河流用于维持景观的水的总称。

且 2014 年、2015 年均未进行三次处理。

中水的再利用率低于计划的原因包括：三次处理设施的运行是根据中水的需求量来调整的，而作为中水用户的发电站建设延迟；原计划使用中水的大型工厂在自己公司内设置了污水处理厂，实现中水自给自足；景观水只在冬季使用，导致中水的需求低于预期。

修改后的《呼和浩特市污水管网总体规划（2010 年-2020 年）》提出了通过扩大工业用水、道路清扫、洗车等中水再利用领域，到 2020 年，将呼和浩特市内的日中水利用量增加至 39 万 m³ 的方针，预计公主府、章盖营污水处理厂的中水需求未来还会有所增加，因此，认为效果有所显现。

3.3.2.2 培训效果

据参加了赴日培训的污水处理厂运营、维护管理人员介绍，通过培训，将日本处理厂的运营、维护管理方法、臭气控制、处理厂内的整理整顿等融入了设计和运营中。同时，还为开展环境教育，准备效仿日本处理厂，接受社会人士来处理厂参观、进行花卉栽培等。另一方面，有 2 名处理厂的技术人员表示，日本的污水处理厂系统陈旧，对于本项目所建新型处理技术没有参考价值。

综上所述，可以说，呼和浩特市污水处理率、服务人口和普及率、各处理厂的运行率、设施面积、管网距离等运用指标以及尾水水质这一效果指标均基本达成目标，本项目的效果得以显现。作为定性效果设定的中水再利用率虽然由于需求减少没有达到目标，但今后，预计中水的需求量将有所增加，因此，从整体上来看，呈现出了良好的有效性。

3.4 影响

3.4.1 影响的显现情况

本项目设定的影响是“市内河流的水质改善”和“城市的可持续发展”。对此，在分析市内河流水质变化及本项目贡献的同时，以受益者调查的形式就污水处理服务开始后市内河流环境的变化及生活变化进行了调查，确认了项目影响的显现情况。

3.4.1.1 市内河流的水质改善及本项目的贡献

1) 市内河流的水质改善

根据内蒙古自治区环境保护厅的公开信息，小黑河的水质在立项阶段属于劣 V 类，而在 2011 年改善至 V 类。小黑河所流入的大黑河的水质也从立项阶段的劣 V 类，在 2010 年改善至 V 类，且后来一直保持着 V 类的水质标准。不过，除本项目外，造成河流水质变化的原因还有很多，因此，很难从中找出直接与本项目相关的因果关系。作为对改善河流水质的贡献因素，除污水处理之外，还包括本项目中的污水管网及雨水管网的建设。在本项目中建设的污水管网相当于整个呼和浩特市污水管网的 35%、雨水管网则相当于全市雨水管网



公主府污水处理厂被排放至小黑河支流的处理水

的 20%。据项目实施单位介绍，由于雨水管网建设的推进，雨季的洪涝灾害得到了缓解。根据《呼和浩特市环境保护第十二个五年规划（2010 年-2015 年）》，市内的染色厂等企业被指定为污染物排放重点控制企业，要求工厂在厂区内进行污水处理且需完成污染物削减目标，其完成情况由环保局进行监测。未达到目标的企业将被处以罚款或责令停业等，对排放水的严格管理也是水质得到改善的一大原因。

2) 观测点的监测数据

立项阶段，指定了本项目污水处理厂的排放尾水观测点，但由于呼和浩特市方面没有提供实际数据²⁹，无法定量分析各断面的河流水质。作为替代方法，在实地考察时确认了各污水处理厂排放点的情况。

公主府污水处理厂、辛辛板污水处理厂的污水排放点的护岸都铺有混凝土，位于污水管网覆盖的住宅区。河水无臭味，目测河水透明度高。而章盖营污水处理厂的污水排放点位于农村，河水发臭，目测可见污浊。想必是由于该地区污水管网的建设工程尚未完成，生活废水等直接排放到河流中所致。据项目具体负责人员介绍，作为排放处理水带来的效果，河流污染物的浓度被稀释，污浊和恶臭得到缓解，旱季河水不足时水流也得到了补充。



辛辛板污水处理厂排放到
小黑河的处理水



章盖营污水处理厂排放到
小黑河支流的处理水

3) 本项目实施后的污染物减少情况

通过对比整个呼和浩特市排放至水中的污染物（COD、NH₃-N）总量和本项目实施后的减少量，分析本项目为呼和浩特市的水质改善所做出的贡献。与全年总量相比，本项目实施后的污染物减少比例分别为：COD1.6%~8%；NH₃-N2.7%~3.6%。呼和浩特市开展的水环境改善项目众多，以本项目的投资规模来讲，其对减少全市污染物有一定的贡献。

3.4.1.2 受益者调查

关于“河流的水质改善”和“城市的可持续发展”，实施了面向居民的受益者调查³⁰（60

²⁹ 呼和浩特市环境保护局设置了监测河流水质的观测点，每天收集河流的断面数据，但并未公开。

³⁰ 受益者调查：本项目实施后开始提供污水处理服务。我们对 60 名（每个处理厂 20 名）居住在 3 个污水处理厂附近及河边的居民进行了上门调查。回答者中，男性占 58%、女性占 42%，其年龄分布为：20-29 岁占 25%、30-39 岁占 27%、40-49 岁占 18%、50-59 岁占 13%、60-69 岁占 13%、70 岁以上占 4%。

个样本)和企业调研³¹(20个样本),对项目实施前(2005年)和后评估阶段的河流环境变化、生活及企业经营环境的变化以及对污水处理服务的满意度进行了确认。

1) 受益者调查

受益者调查结果显示:有85%以上的回答者认为河流的水质及环境、生活环境得到了改善,可见污水处理做出了一定的贡献。而在对污水处理服务的满意度方面,虽然有6成以上的回答者表示满意,但回答“不太满意”的比例占了近4成。其原因主要在于服务信息提供、服务窗口和电话接待等。也有超过1成的回答者表示污水管网设施的普及滞后,可见仍有必要加大普及力度。

2) 企业调研

企业调研结果显示,80%以上的企业认为排水、管网堵塞、恶臭、卫生环境等方面得到了改善,但由于雨季会下暴雨,35%的回答者认为企业周边的受淹问题仍然存在。主要原因可能是市内雨水管网建设尚未完成,乱丢垃圾和维护不到位引起排水沟堵塞等。

3.4.2 其他正面、负面的影响

3.4.2.1 对自然环境的影响³²

1) 项目实施过程中的监测

立项阶段并未就对自然环境的负面影响作出预期。本项目污水处理厂的建设施工过程中,按照立项阶段的计划,由环保局监测组对施工现场进行突击检查,确认排气、粉尘、噪音和振动、废弃物、污水排放等的情况,并将结果上报给环境监测中心。该记录每季度向呼和浩特市环境保护局汇报一次。从对项目实施单位的采访中了解到,建筑施工严格按照环保标准进行,施工过程中没有发现问题。

面向居民实施的上述受益者调查中,有70%-80%的回答者称本项目实施过程中开展监测的环境污染项目中废气、废弃物处理、污水、噪音、振动“完全不明显或不太明显”;有63%的回答者称粉尘“完全不明显或不太明显”。但所有的项目均有人表示“非常明显或较为明显”。由于内蒙古自治区是黄沙较多的地区,且城市发展速度迅猛促使住房建设和机动车数量增加,因此很难仅就本项目造成的影响做出判断。

2) 项目结束后的监测

完工后的3个污水处理厂通过安装在污水进水口和出水口的监测设备,对水中的污染物浓度(COD、BOD、SS、T-N、T-P、pH等)进行24小时监测。该设备由专业从事环境监测的第三方机构管理,测量数据直接通过网络发送至国家环保部。另外,为确认观测设备的精度,污水处理厂实验室的工作人员每天对进水和出水的水质进行检测。

除臭对策方面,公主府污水处理厂采用离子除臭、辛辛板污水处理厂采用生物除臭的方法进行除臭。章盖营污水处理厂由于位于距住宅区较远的工厂地带,未使用上述2个处

³¹企业调查以各污水处理厂附近的共20家企业(章盖营污水处理厂附近8家、辛辛板污水处理厂附近6家、公主府污水处理厂附近6家)为对象进行。其中包括服务业10家、制造业5家、建筑业3家、农林水产1家、医疗1家。

³²本项目的环评报告于2003年7月获得内蒙古自治区环境保护厅的批准。

理厂的除臭设备。

各污水处理厂产生的污泥在脱水至含水率 80%左右后，用卡车运往郊外的废弃物处理设施，然后通过加热进一步脱水，使含水率降至 30%-40%，而后投入垃圾焚烧炉，与生活垃圾一同焚烧。焚烧后的垃圾进行填埋处理。后评估阶段，呼和浩特市内的污泥循环再利用设施正在建设中，预计将于 2017 年建设完成，届时各污水处理厂的污泥处理方法预计将由填埋改为循环再利用。

3) 市内河流的监测

呼和浩特市环境保护局对市内河流实施水质监测，但监测方法和具体的水质数据属于非公开内容，因此未能获得。

3.4.2.2 居民搬迁及征地

立项阶段，4 个污水处理厂共计划征地 56 公顷，但由于如意白塔污水处理厂被取消，辛辛板污水处理厂出现追加施工用地等微调，实际征地面积为 23 公顷。用地为工厂旧址和尚未开发的荒地，不存在居民搬迁问题。

3.4.2.3 其他正面、负面影响

无。

综上所述，本项目的实施基本取得了预期效果，有效性及影响评级为高。

3.5 可持续性（评级：③）

3.5.1 运营、维护管理体制

按照立项阶段的计划，在自治区财政厅外事处设置了日元贷款项目管理办公室，作为负责项目实施的办事处，承担与相关机构间的联络协调、国内资金筹措、贷款偿还等工作。

后评估阶段，自治区办公室更名为公共投资处，转而负责国内外融资项目。但本项目的主要负责人员从立项阶段起未发生变化，继续负责联络协调工作，并对项目实施单位等下属组织进行监督，因此，本项目的实际运营体制没有大的变化。

按照立项阶段的计划，污水处理厂的建设改造和运营、维护管理工作应由呼和浩特春华水务有限责任公司³³（以下称“春华公司”）负责，但在其子公司呼和浩特首创春华水务有限公司（以下称“首创春华公司”）设立后，相应业务于 2008 年 12 月被移交至了该子公司。实施运营、维护管理的人员由春华公司调岗至子公司。

污水处理厂的实际运营由首创春华公司内的生产管理部负责。各污水处理厂的人员数量如表 7 所示。据首创春华公司介绍，各污水处理厂均有办公管理负责人员常驻，并安排

³³ 春华公司是由呼和浩特市人民政府 100% 出资的国有企业，负责呼和浩特市上下水工程、河流整治项目等的建设与运营管理。由于拥有多家与水环境治理有关的子公司，更名为呼和浩特春华水务开发集团有限责任公司。企业形态、出资情况无变更。

了污水处理厂运营、维护管理方面的技术人员、监测室的管理人员、设备巡视人员、水质检测技术人员等，完全能够胜任污水处理厂的运营。

表 7 各下水处理場の生産管理部人員数 单位（人）

	合计	运行人员	管理	办公
公主府污水处理厂	31	26	2	3
辛辛板污水处理厂	41	36	2	3
章盖营污水处理	27	21	2	4

出所：首創春華提供資料

综上所述，无论是在项目实施过程中还是在项目实施后，运营、维护管理体制均没有发现问题。

3.5.2 运营、维护管理技术

1) 运营、维护管理的技术水平

在负责运营、维护管理的首创春华公司内，技术人员之间开展技术转移，每年面向技术人员和公司内部人员开展7-8种培训以及紧急时的应急训练等。手册和管理日志的记录、零部件等的库存管理到位，每个年度还会制定项目计划并切实执行。电气相关技术人员及实验室技术人员必须取得技术资格证。由于资格证具有有效期，换发时需要接受培训和考试，因此技术水平得以保持。综上所述，运营、维护管理的技术方面没有发现问题。

3.5.3 运营、维护管理财务

关于污水处理厂的运营、维护管理费用及污水处理费收入，由于 2009 年为试运行阶段，污水处理费收入少于运营、维护管理费用，收支为负数，但 2010 年以后，收入超过了费用。收入内容主要为污水管网的使用费，但由于收费标准定得较低，无法满足运营、维护管理支出，因此其中还包括了部分市财政预算补贴³⁴。污水处理厂属于城市重要基础设施，市财政补贴有所保证，不会发生因资金不足而停止运行的情况。此外，国家级发展规划中，亦将改善水质作为重要任务，财政拨款优先考虑污水处理工作。这一定位预计今后也不会发生改变，由此预测在运营、维护管理费用方面将不会出现问题。污水管网使用费虽然无法满足运营、维护管理费支出，但预计能够持续获得政府的补贴，因此，在运营、维护管理费用的可持续性方面没有发现问题。

3.5.4 运营、维护管理情况

通过采访和实地考察对 3 个处理厂的运营、维护管理情况进行了确认，了解到本项目建设的污水处理厂的处理量始终保持在项目计划水平，处理后的水质符合国家标准。

泵及脱水机等重要设备通过定期检查、保养和清扫进行维护管理。实地考察时，虽然

³⁴ 由于包括污水管道使用费在内的经费均由财政厅一次性支付给母公司春华公司，因此未能获得市财政补贴的具体比例。

改造和扩建施工尚未完成，但本项目计划的功能依旧得到了正常的发挥。厂区内虽然堆放了一些施工材料等，但整理整顿到位，操作手册、保养、检查、巡视记录齐全，没有发现问题。另外，各污水处理厂内还备有停电时的应急发电机。

据项目实施单位介绍，市内建设的雨水管网一切正常。不过，呼和浩特市也同中国其他地方一样，存在道路上设置雨水管网被垃圾或泥土堵塞、向排水沟中倾倒生活用水或烹饪废油等问题。

项目实施单位根据市污水管网总体规划，制定了相应的中长期维护管理计划，亦对设备进行了更新和改造。设备中有一部分是进口产品，但零部件等可通过国内的代理商获得，供应方面未出现过问题。

综上所述，本项目的运营、维护管理在体制、技术、财务及运营、维护管理情况方面均不存在问题，本项目显现效果的可持续性高。

4. 结论及建议、经验及教训

4.1 结论

本项目旨在通过建设内蒙古自治区呼和浩特市的污水管网设施，提高污水处理率，改善市内河流的水质。

本项目与立项阶段和后评估阶段中国的中央、省级以及市级发展政策和发展需求相吻合，与立项阶段日本对华援助政策相一致，相关性高。由于根据城市发展规划实施了新建和改造工程，中途出现了停止运行和减量运行的情况，后评估阶段污水处理量和处理率均低于计划值，但预计不久将会恢复，污水处理率和处理水的水质等主要效果指标基本达到计划值，污水处理服务的普及工作进展顺利，显现出了效果。此外，在后评估阶段，从排放至呼和浩特市内河流中的污染物总量的减少量来看，本项目对改善市内大部分河流的水质做出了贡献，有效性和影响的达成程度高。项目启动后不久，由于修订污水管网总体规划，取消了如意白塔污水处理厂的建设，缩小了章盖营污水处理厂的三次处理能力，但这是因污水管网建设规划调整所致，变更符合本项目为城市发展做贡献的目标。虽然项目经费控制在计划之内，但项目时间出现了大幅度延迟，因此，效率为中等。关于本项目显现效果的可持续性，运营管理主体的维护管理体制、技术、财务方面均没有大的问题，持续性高。

综上所述，本项目的综合评价为非常高。

4.2 建议

无。

4.3 经验及教训

项目变更时监控和支援的必要性

本项目启动后不久，由于城市规划的变更，如意白塔污水处理厂及管网建设被取消。

变更时，实施单位、项目实施单位必须向市、自治区、国家等各级发展和改革委员会、财政厅、建设厅等多家机构提出申请，在获得正式批准之前，无法向 JICA 报告并展开协调工作，因此，在与 JICA 的联络和信息共享上发生了延迟。项目实施方有意将取消后的剩余资金用于其他处理厂的建设，但未在日元贷款的贷款结束期限前获得批准，出现了机会损失。JICA 日元贷款项目以发展中国家为对象，其中很多组织不习惯项目计划出现变更，在办理政府手续和获得批准上花费较长时间的情况亦不在少数。在这种情况下，即使是在获批手续办理期间，JICA 也应考虑对申请情况进行监控，并在中期监理官方调查团来访等重要时期，在协调上级机构和手续办理方面提供支援。

根据当地的需求制定培训计划时协商的必要性

以本项目建设的污水处理厂的运营、维护管理人员为对象开展的赴日培训虽然取得了一定的成果，但通过采访参加了培训的污水处理厂技术人员了解到，由于日本的污水处理系统陈旧，对于本项目建设的新型处理技术没有参考价值。如果实施单位在探讨具体的培训内容的阶段，特别是希望在主体项目中加入新技术和新规格时，为了让培训内容和考察地点符合该技术和规格的要求，最好由 JICA 适时地向实施单位进行说明。此外，如果认为这些培训计划在项目实施上也能发挥出重要的所用，应将其具体内容作为申请 JICA 批准的一部分，从而减少实际应用时出现的差异。

主要计划/实际比较

项 目	计 划	实 际
① 项目范围		
公主府污水处理厂	CAST 法 二次处理 5 万m ³ /天 其中三次处理 3 万m ³ /天 污水管网 约 30 km	与计划一致
辛辛板污水处理厂	活性污泥法 二次处理 5 万m ³ /天 污水管网 约 122 km	与计划一致
如意白塔污水处理厂	CAST 法 二次处理 4 万m ³ /天 污水管网 约 40 km	取消
章盖营污水处理厂	活性污泥法 二次处理 6 万m ³ /天 其中三次处理 5 万m ³ /天 污水管网 约 85 km	二次处理与计划一致。 三次处理变更为3万m ³ /日
雨水管网	排水管网 约 128 km 导水管网 约 24 km	变更为约 80km。 与计划一致
培训	具体实施单位 3 回 計 20 人 市环保局员工 3 回 計 20 人	2回 計 19人 取消
②实施期	2000 年 4 月~2008 年 12 月 (57 个月)	2004 年 4 月~2011 年 12 月 (93 个月)
③事業費		
外币	9,747 百万円	8,074 百万円
本币	3,334 百万円 (233 百万元)	3,031 百万円 (218 百万元)
合计	13,081 百万円	11,105 百万円
其中日元贷款	9,747 百万円	8,082 百万円
汇率	1 元 = 14.3 円 (2003 年 9 月)	1 元 = 13.89 円 (年平均 2004 - 2013 年 IMF)

以 上