

中华人民共和国  
环境保护部污染物排放总量控制司大气处

中华人民共和国  
氮氧化物总量控制项目

项目结题报告书

2016年2月

日本国际协力机构（JICA）

株式会社 数理计划  
公益财团法人 国际环境技术转移中心（ICETT）

CNO
CN
16-01



## 目 录

图目录	iii
表目录	v
缩略语表	vii
<b>第 1 章 项目概要</b>	<b>1</b>
1.1 项目背景、经过及目的	1
1.2 工作范围	1
1.3 目标	1
1.4 项目成果一览表	2
1.5 PDM 的变迁	4
1.6 联合协调委员会召开记录	8
1.7 报告书提交记录	9
1.8 项目目标的达成程度	10
1.8.1 中期评估	10
1.8.2 终期评估	11
<b>第 2 章 活动业绩概要</b>	<b>13</b>
2.1 成果 1（编制大气 NO <sub>x</sub> 控制技术指南，使技术指南得到充分利用）的活动内容	13
2.1.1 中国 NO <sub>x</sub> 治理现状评估●（活动 1-1）	13
2.1.2 汇编包括日本在内的国际氮氧化物控制技术▲（活动 1-2）	19
2.1.3 NO <sub>x</sub> 减排技术赴日培训的实施▲（活动 1-3）	20
2.1.4 编制日本 NO <sub>x</sub> 控制标准及控制技术的资料一览表★（活动 1-4）	25
2.1.5 分析中国 NO <sub>x</sub> 控制技术的需求●（活动 1-5）	25
2.1.6 中国大气 NO <sub>x</sub> 控制技术应用的可行性研究●（活动 1-6）	26
2.1.7 完成大气氮氧化物控制技术指南的初稿★（活动 1-7）	28
2.1.8 举办 NO <sub>x</sub> 控制技术研讨会及技术交流▲（活动 1-8）	29
2.1.9 确定应用 NO <sub>x</sub> 控制技术的备选企业●（活动 1-9）	33
2.1.10 对实施工程设计、采购、建设之前的准备阶段提出技术性建议，指导备选企业开展大气氮氧化物控制技术应用示范▲（活动 1-10）	37
2.1.11 完善 NO <sub>x</sub> 控制技术指南，并形成终稿★（活动 1-11）	46
2.1.12 举办研讨会，让更多的人指导技术指南的内容★（活动 1-12）	48
2.2 成果 2（通过实施大气污染物扩散模拟试验，使 NO <sub>x</sub> 控制效果的评估方法得到进一步完善）的活动内容	49
2.2.1 与 NO <sub>x</sub> 控制效果评估相关的赴日培训的实施▲（活动 2-1）	49
2.2.2 湘潭市现有数据的收集及基本分析的实施●（活动 2-2）	52
2.2.3 大气污染结构、污染特征的分析●（活动 2-3）	53
2.2.4 模拟试验所需的气象数据的分析●（活动 2-4）	55

2.2.5	模拟试验所需的固定污染源及移动污染源排放量的推算●（活动 2-5）	58
2.2.6	适合湘潭市大气质量的模拟模型的构建★（活动 2-6）	64
2.2.7	通过模拟试验评估湘潭市制定的 NO <sub>x</sub> 减排规划改善大气环境质量浓度的效果★（活动 2-7）	77
2.2.8	通过模拟试验模拟商讨有关 NO <sub>x</sub> 的统计方法、监控方法(包括优化监测点的设置等)★（活动 2-8）	82
2.2.9	实施日本 NO <sub>x</sub> 减排方法及政策落实情况方面的赴日培训▲（活动 2-9）	82
2.2.10	参考现有的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》，完成《NO <sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》的初稿★（活动 2-10）	85
2.2.11	举办面向湘潭市及其他地区行政人员的专题研讨会，使更多人了解手册的内容★（活动 2-11）	86
2.3	能力评估结果的变化	90
2.3.1	成果 1	90
2.3.2	成果 2	93
2.4	项目实施运营方面的经验和教训	97
2.4.1	项目实施运营方面的经验	97
2.4.2	从项目中得到的教训	98
2.5	为实现总体目标的建议	99
2.5.1	NO <sub>x</sub> 控制技术指南的更新	99
2.5.2	以模拟试验相关培训的方式进行技术支持，巩固双方的关系	99
2.5.3	中国政府向示范企业提供资金援助等	99
2.5.4	对示范企业进行跟踪调查的必要性	99
2.5.5	环境省项目对脱硝技术的推进	100
<b>第 3 章</b>	<b>投入业绩</b>	<b>101</b>
3.1	专家派遣业绩	101
3.2	培训业绩	104
3.3	提供器材业绩	108
3.4	当地活动费用	110
3.4.1	当地活动费用的金额	110
3.4.2	利用当地业务费委托业务的成果	111
3.5	活动实施流程	113
3.6	详细活动计划	115

## 图目录

图 2.1-1	赴日培训的情景	22
图 2.1-2	NO <sub>x</sub> 控制技术研讨会的情形	30
图 2.1-3	技术交流的情形	33
图 2.1-4	在中材湘潭水泥有限公司活动的情形	40
图 2.1-5	新二烧 NO <sub>x</sub> 排放路线图	41
图 2.1-6	在湘钢的活动情形	43
图 2.1-7	在湘潭电化科技有限公司活动的情形	46
图 2.2-1	“NO <sub>x</sub> 控制效果评估”赴日培训的情形	49
图 2.2-2	2014 年 10 月培训的情形	55
图 2.2-3	大气环境&气象数据分析培训（2014 年 10 月~11 月）的情形	57
图 2.2-4	根据风向频率图确认的异常例	57
图 2.2-5	利用气象局的同期数据制作的风向频率图	58
图 2.2-6	编制固定污染源排放清单活动的情形	62
图 2.2-7	车流量调查、旅行速度调查的情形	64
图 2.2-8	移动污染源培训的情形	64
图 2.2-9	在环境规划院举办讲座的情形	66
图 2.2-10	模拟扩散模型培训的情形	66
图 2.2-11	扩散模型专题培训问卷调查结果（理解程度）	67
图 2.2-12	扩散模型专题培训问卷调查结果（工作有用性）	68
图 2.2-13	扩散模拟试验相关培训的情形	69
图 2.2-14	扩散模型专题培训问卷调查结果（理解程度）	70
图 2.2-15	扩散模型专题培训问卷调查结果（工作有用性）	70
图 2.2-16	2015 年 2 月以 OJT 的形式进行培训时的情形	71
图 2.2-17	2015 年 6 月~7 月以 OJT 的形式进行指导的情形	72
图 2.2-18	计算值与实测值的相关性	74
图 2.2-19	2015 年 7 月的计算值与实测值的相关	75
图 2.2-20	现状年（2013 年）湘潭市中心部的 NO <sub>2</sub> 浓度分布图	76
图 2.2-21	现状年（2013 年）的各 NO <sub>2</sub> 污染源的贡献浓度剖面图	77
图 2.2-22	根据减排规划进行扩散模拟结果的分析流程	78
图 2.2-23	情况①下湘潭市中心部的 NO <sub>2</sub> 浓度分布图	79
图 2.2-24	情况②下湘潭市中心部的 NO <sub>2</sub> 浓度分布图	80
图 2.2-25	情况①下 NO <sub>2</sub> 各污染源贡献浓度剖面图	81
图 2.2-26	情况②下 NO <sub>2</sub> 各污染源贡献浓度剖面图	81
图 2.2-27	“NO <sub>x</sub> 控制方法及政策落实”赴日培训的情形	82

图 2.2-28	湘潭市环保局项目活动成果报告会的情形 .....	86
图 2.2-29	项目结题研讨会成果 2 部分汇报的情形 .....	87
图 2.3-1	技术指南编写、利用人员能力状况（水泥行业） .....	91
图 2.3-2	技术指南编写、利用人员的能力状况（钢铁行业烧结机、焦化炉领域） ..	91
图 2.3-3	技术指南编写、利用人员的能力状况（燃煤发电、工业锅炉行业） .....	92
图 2.3-4	负责指导企业 NO <sub>x</sub> 对策的对口人员能力状况 .....	93
图 2.3-5	大气环境质量及气象数据分析人员的能力状况 .....	94
图 2.3-6	负责制作固定污染源清单人员的能力状况 .....	95
图 2.3-7	负责扩散模拟试验人员的能力状况 .....	97
图 3.5-1	本项目业务活动实施流程 .....	114

## 表目录

表 1.4-1	项目成果一览表	3
表 1.5-1	项目设计概要表 (PDM) 2013 年 4 月	6
表 1.5-2	项目设计概要表 (PDM) 2014 年 5 月	7
表 1.6-1	联合协调委员会 (JCC) 召开记录	9
表 1.7-1	报告书提交记录	10
表 2.1-1	第一次专家座谈会	13
表 2.1-2	第二次专家座谈会	14
表 2.1-3	第三次专家座谈会	14
表 2.1-4	中国 NO <sub>x</sub> 控制技术的现状、存在的问题及普及性 (水泥)	15
表 2.1-5	中国 NO <sub>x</sub> 控制现状、存在的问题及普及性 (钢铁烧结机)	16
表 2.1-6	中国 NO <sub>x</sub> 控制技术的现状、存在的问题及普及性 (工业锅炉)	18
表 2.1-7	赴日培训人员名单	21
表 2.1-8	赴日培训内容	22
表 2.1-9	培训日程	23
表 2.1-10	研究可行性时的分析要点示例 (钢铁行业烧结机部分)	26
表 2.1-11	可行性研究是的分析要点例 (工业锅炉)	27
表 2.1-12	大气氮氧化物控制技术指南初稿	29
表 2.1-13	NO <sub>x</sub> 控制技术研讨会议程	30
表 2.1-14	技术交流议程	32
表 2.1-15	通过烧结烟气循环预计实现减排 NO <sub>x</sub> 量	42
表 2.1-16	通过烧结烟气循环预计实现减排废气量	43
表 2.1-17	通过烧结烟气循环预计实现节能量	43
表 2.1-18	技术指南编写进度表	47
表 2.1-19	技术指南大纲	47
表 2.2-1	“NO <sub>x</sub> 控制效果评估”培训日程	50
表 2.2-2	作为收集对象的湘潭市现有数据	52
表 2.2-3	湘潭市现有数据的基础分析	53
表 2.2-4	购买的气象数据的监测项目	55
表 2.2-5	固定污染源排放量推算培训活动概要	60
表 2.2-6	与 C/P 的商讨以及培训的概要	65
表 2.2-7	扩散模拟试验的基本条件	72
表 2.2-8	“NO <sub>x</sub> 控制方法及政策落实”赴日培训日程安排	83
表 2.2-9	湘潭市环保局项目活动成果报告会日程	86
表 2.2-10	项目结题研讨会日程	88

表 3.1-1	专家派遣业绩 .....	102
表 3.2-1	“NO <sub>x</sub> 控制技术” 相关培训参加人员名单 .....	105
表 3.2-2	“NO <sub>x</sub> 控制技术” 相关培训概要 .....	105
表 3.2-3	“NO <sub>x</sub> 控制效果评估” 相关培训参加人员名单 .....	106
表 3.2-4	“NO <sub>x</sub> 控制效果评估” 相关培训概要 .....	106
表 3.2-5	“NO <sub>x</sub> 控制方法及政策的落实” 相关培训参加人员名单 .....	107
表 3.2-6	「NO <sub>x</sub> 控制方法及政策的落实」 研修概要 .....	107
表 3.3-1	器材一览表 .....	108
表 3.3-2	2013 年度计划采购的烟气相关器材（耗材）及交货时间 .....	109
表 3.4-1	当地活动费用 .....	111
表 3.6-1	详细活动计划（1） .....	116
表 3.6-2	详细活动计划（2） .....	117
表 3.6-3	详细活动计划（3） .....	118



## 缩略语表

缩略语	日语/英语
AQC	篋式冷却机 Air Quenching Cooler
C/P	对口单位 Counterpart
CA	能力评估 Capacity Assessment
CO <sub>2</sub>	二氧化碳 Carbon dioxide
COG	焦炉气 Coke Oven Gas
ECMWF	欧洲中期天气预报中心 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EPC	设计、采购、建设 Engineering, Procurement, Construction
ESRL	— Earth System Research Laboratory
GIS	地理信息系统 Geographic Information System
ICETT	公益财团法人 国际环境技术转移中心 International Center for Environmental Technology Transfer
JCC	联合协调委员会 Joint Coordinating Committee
JICA	独立行政法人 国际协力机构 Japan International Cooperation Agency
JIS	日本工业标准 Japanese Industrial Standards
NO	一氧化碳 NitrogenOxide
NO <sub>2</sub>	二氧化碳

	Nitrogen dioxide
NOAA	美国国家海洋和大气管理局 National Oceanic and Atmospheric Administration
NO <sub>x</sub>	氮氧化物 Nitrogen Oxides
NSP	新式悬浮预热器 New Suspension Preheater
O <sub>2</sub>	氧 Oxygen
OJT	在职培训 On the Job Training
PDM	项目设计概要表 Project Design Matrix
PO	项目实施计划 Plan of the Operation
Ppm	— parts per million
R/D	会谈纪要 Record of Discussions
RDI	还原粉化指数 Reduction Disintegration Index
SCR	选择性催化还原法 Selective Catalytic Reduction
SNCR	非选择性催化还原法 Selective Non-Catalytic Reduction
SO <sub>2</sub>	二氧化硫 Sulfur dioxide
Sox	硫氧化物 Sulfur oxide
SP	悬浮预热器 Suspension Preheater
SRTM	航天飞机雷达地形测绘使命 Shuttle Radar Topography Mission

---

TI	转鼓指数 Tumbler Index
US-EPA	美国环境保护署 United States Environmental Protection Agency
USGS	美国地质调查所 United States Geological Survey
VECC-MEP	中国环境保护部 机动车排污监控中心 Vehicle Emission Control Center – Ministry of Environmental Protection
WS	研讨会 Workshop



## 第1章 项目概要

### 1.1 项目背景、经过及目的

中华人民共和国（以下简称“中国”）在第十一个五年规划（2005~2010）（以下简称“十一五”）中设定了涉及化学需氧量（COD）及二氧化硫（SO<sub>2</sub>）的总量减排的约束性指标，采取了一系列政策和措施，取得了显著的成效。但随着氮氧化物排放量的增加，由氮氧化物导致的区域性复合型污染不断加重，在第十二个五年规划（以下简称“十二五”）中，中国已将其纳入约束性指标体系，成为下一阶段污染减排的重点。在氮氧化物控制方面，中国已开展了电厂低氮燃烧技术及烟气脱硝技术的研究和应用工作，但大多数技术还处于应用的起步阶段，水泥和钢铁等行业尚未根据监测的基础数据进行必要的设备改进，大多数脱硝装置运行不理想。而且，针对企业的氮氧化物减排相关法规及政策尚不完善，缺乏配套经济政策，氮氧化物引起的大气污染问题日益突出。

在此背景下，中国政府由环保部污染物排放总量控制司牵头向日本政府提出了技术合作申请，希望通过学习和借鉴日本氮氧化物减排的经验来促进中国氮氧化物总量控制工作。收到申请后，JICA自2011年7月至9月进行了“大气氮氧化物总量控制项目”的详细计划制定调查，并于2012年4月与环保部签署、交换了《项目实施协议会谈纪要》（R/D）。

希望通过本项目的实施，开展中国氮氧化物减排技术方面、政策与制度方面的合作，培养人才，为进一步扩大过去日元贷款项目在大气污染治理领域所取得的成果做出贡献。

### 1.2 工作范围

本项目的对象地区及相关单位如下：

项目对象城市：湘潭市

对口单位（C/P）	环境保护部污染物排放总量控制司大气处 环境保护部环境规划院 中国环境科学研究院 湘潭市环境保护局
工作组①（以下简称“WG”）	环境保护部环境规划院、技术应用备选企业
WG②	环境保护部环境规划院、湘潭市环境保护局、中国环境科学研究院、环境保护部环境经济政策研究中心

### 1.3 目标

本项目的总体目标，项目目标以及希望取得的成果如下：

**【总体目标】**

先进的 NO<sub>x</sub> 减排技术及方法得到更广泛的应用。

**【项目目标】**

NO<sub>x</sub> 减排方法得到改善。

**【成果 1】** 编制大气 NO<sub>x</sub> 控制技术指南，使技术指南得到充分利用。

**【成果 2】** 通过实施大气污染物扩散模拟试验，使 NO<sub>x</sub> 控制效果的评估方法得到进一步完善。

1.4 项目成果一览表

表 1.4-1 为项目成果一览表。以下各项目中评价为“高”的为终期评估的评估结果。

表 1.4-1 项目成果一览表

摘 要	指 标	项目成果一览表 (截至 2015 年 12 月)
总目标		
先进的 NO <sub>x</sub> 减排技术及方法得到更广泛的应用	1. 由环保部编制手册、推荐控制技术目录或正式出版物、教材等充分加以利用。	
	2. 通过研讨会等方式,使项目成果继续得以利用。	
项目目标		
NO <sub>x</sub> 减排方法得到改善	1. 由环保部汇总改善 NO <sub>x</sub> 控制技术 & 控制效果评估方法的经验,体现到环保部开展的 NO <sub>x</sub> 控制活动中。	根据环境规划院举办的专家座谈会上收集的信息以及 JICA 专家为湘潭市示范企业提供的技术建议,通过示范企业的试验,总结了 NO <sub>x</sub> 控制技术经验,并将其结果体现在技术指南中。希望通过技术指南内容在中国国内的普及,能够将项目成果体现在制定第十三个五年计划(以下简称“十三·五”)工作中。
	2. 对口单位担任 NO <sub>x</sub> 控制方法研讨会的讲师。	2015 年 11 月举办了项目结题研讨会,在研讨会上,对口单位就技术指南和评估手册的内容进行了介绍。 从以上情况来看,目标 1 及目标 2 达成的可能性很高。

成果		
成果 1 编制大气 NOx 控制技术指南，使技术指南得到充分利用	加深对中国 NOx 控制技术的现状及存在的问题的认识。	通过环境规划院举办的专家座谈会获取的信息、示范企业的试验结果以及现场调查，对 NOx 控制技术的现状以及存在的问题有了更深入的了解。
	企业接受了活动 1-10 的结果。	湘潭市的示范企业湘钢、中材水泥和电化厂接受了日方专家提供的技术建议，取得了很大成果。
	NOx 控制技术指南将作为相关行政机构及企业等的参考。	技术指南终稿完成后，通过结题举办研讨会的方式，将技术指南的内容向中国国内进行了普及。
成果 2 通过实施大气污染物扩散模拟试验，使 NOx 控制效果的评估方法得到进一步完善	正确评估湘潭市的大气污染情况。	根据大气环境浓度数据，评估了湘潭市大气污染情况，并依靠大气扩散模拟模型计算了各污染源的贡献率。
	进行模拟试验，评估湘潭市制定的 NOx 控制规划的效果。	采用扩散模拟模型，对 NOx 控制规划的效果进行了评估。并将评估的结果作为案例在手册中做了介绍。
	汇总了 NOx 相关的统计方法、监测方法的商讨结果。	根据大气环境浓度数据和扩散模拟试验结果，对自动监测站设置的合理性进行了商讨，并汇总了商讨结果。
	完成 NOx 控制效果评估方法手册。	根据湘潭市的扩散模拟试验适用案例以及与环境规划院商讨的结果，于 2015 年 10 月完成了手册终稿。

资料来源：《终期评估 联合评估报告书》 中日联合终期评估调查团 2015 年 9 月

### 1.5 PDM 的变迁

在本项目中，2013 年 4 月和 2014 年 5 月对 PDM 进行了两次修订。

2013 年 4 月修订的 PDM 见表 1.5-1，2014 年 5 月在 JCC 会议上修订的 PDM 见表 1.5-2。在第二次 JCC 上，中日双方对第一年度商定的 2013 年 4 月版的 PDM 进行了修订，修订内



容见表 1.5-2 的划线部分。大的修改是修改了活动 1-8 “举办 NO<sub>x</sub> 控制技术研讨会及技术交流”的表述、在活动 1-9 中增加了“钢铁行业”。增加“钢铁行业”是因为十二·五规划中虽中国没有将钢铁行业列为脱硝重点行业,但当时正在从技术层面研究将其列入在十三·五规划的问题。2013 年 6 月开始,示范企业湘钢提出要求,希望在脱硝方面能够得到 JICA 专家组的帮助,因此,才增加了“钢铁行业”。

此外,活动 2-10 修改为“参考现有的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》,完成《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》的初稿”。由于现有的环境省制定的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》并不是根据在中国可获取的数据编制的,若不修改,中国地方政府分管环境的部门无法使用这一手册。因此,决定参考《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》的内容,利用在中国可获取的数据,重新编制《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》。

#### ○2013 年 4 月的修改处:

- 在项目目标中的指标里增加了“对口单位担任 NO<sub>x</sub> 控制方法相关研讨会的讲师”
- 增加了活动 1-2 “包括日本在内的国际氮氧化物控制技术汇编”。
- 从活动 1-5 “分析中国 NO<sub>x</sub> 控制技术的需求及市场”中删除了市场分析。
- 增加了活动 1-7 “参考环境省编写的《NO<sub>x</sub> 减排对策技术手册(2013.3)》,完成大气氮氧化物控制技术指南的初稿”。
- 从活动 1-9 “主要从水泥、钢铁等 NO<sub>x</sub> 排放量大的行业中确定应用 NO<sub>x</sub> 控制技术的备选企业”中删除了钢铁。
- 增加了活动 1-11 “完善 NO<sub>x</sub> 控制技术指南,完成终稿”。
- 根据日方专家的负责的工作内容,对专业领域进行了调整和分工。

#### ○2014 年 5 月的修改处:

- 活动 1-8 “举办日本的 NO<sub>x</sub> 控制技术研讨会及展示会”修改为“举办日本的 NO<sub>x</sub> 控制技术研讨会及技术交流”。
- 活动 1-9 中“主要从水泥行业等 NO<sub>x</sub> 排放量大的行业中确定应用 NO<sub>x</sub> 控制技术的备选企业”中增加了“钢铁行业”。

活动 2-10 修改为“参考现有的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》,完成《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》的初稿”。

表 1.5-1 项目设计概要表 (PDM) 2013 年 4 月

制作日期:2013 年 4 月 19 日 Ver.2

项目名称:中国大气氮氧化物总量控制项目 项目合作期:2013 年 3 月~2016 年 2 月(3 年) 受益群体:负责氮氧化物减排工作的中央及地方环保部门  
 实施单位:环保部污染物排放总量控制司大气处、环保部环境规划院、中国环境科学研究院、环保部环境与经济政策研究中心及湘潭市环保局  
 项目地区:中国的城市地区 为评估氮氧化物控制效果开展大气模拟试验的城市:湘潭市

项目概要 Narrative Summary	指标 Objectively Verifiable Indicators	获取方法 Means of Verification	外部条件 Important Assumptions
<b>总体目标: Overall Goal</b> 先进的氮氧化物控制技术和方法得到更广泛的应用。	1. 环境保护部以指南、推荐技术目录、正式出版物或培训教材等任一形式推广本项目取得的成果 2. 项目成果通过举办专题研讨会的形式,得到不断的推广应用	指南、推荐技术目录、正式出版物或培训教材等任一形式 向相关单位了解情况	
<b>项目目标: Project Purpose</b> 氮氧化物控制方法得到改善。	1. 环境保护部对氮氧化物控制技术 & 控制效果评估方法的改进经验进行总结,在环境保护部开展的氮氧化物控制工作中加以体现。 2. 对口人员担任氮氧化物控制方法专题研讨会的讲师。	1. 项目报告 2. 专题研讨会报告	
<b>成果: Outputs</b> 1. 编制大气氮氧化物控制技术指南,使技术指南得到充分利用。 2. 通过实施大气污染物扩散模拟试验,使氮氧化物控制效果的评估方法得到进一步完善。	1. 加深了对中国氮氧化物控制技术现状及存在问题的认识。 2. 企业采纳了活动 1-10 的探讨成果。 3. 相关行政机构及企业参考借鉴氮氧化物控制技术指南草案。 1. 正确把握湘潭市的大气污染情况。 2. 开展模拟试验,评估湘潭市氮氧化物减排规划的效果。 3. 总结氮氧化物统计、监测方法的研究成果。 4. 编制完成氮氧化物控制效果评估方法手册草案。	1. 项目报告 2. 向相关单位了解情况 3. 专题研讨会报告 1. 2.3.项目报告 4. 氮氧化物控制效果评估方法手册草案	
活动 Activities (●以中方为主、▲以日方为主、★中日双方共同开展)	投入 Inputs		
1-1 对中国目前氮氧化物治理的现状(包括民营企业开展的工作)进行评价。● 1-2 包括日本在内的国际氮氧化物控制技术汇编。▲ 1-3 实施日本氮氧化物控制技术方面的赴日培训。▲ 1-4 结合 1-3 的培训结果,编制日本氮氧化物控制标准及控制技术的资料一览表。★ 1-5 分析中国氮氧化物控制技术的需求。● 1-6 中国氮氧化物控制技术应用的可行性研究。● 1-7 参考环境省制定的《氮氧化物减排对策技术手册(2013.3)》,完成大气氮氧化物控制技术指南的初稿。★ 1-8 举办日本氮氧化物控制技术的研讨会及展示会。▲ 1-9 以水泥等氮氧化物重点排放行业为主,确定应用氮氧化物技术的备选企业。● 1-10 针对确定的备选企业,对实施工程设计、采购、建设(EPC)之前的准备阶段,提出技术方面的建议方案,指导备选企业开展大气氮氧化物控制技术应用示范。▲ 1-11 完善中国氮氧化物控制技术指南,并形成终稿。★ 1-12 举办面向行政人员及企业相关人员的专题研讨会,使更多人了解技术指南的内容。★ 2-1 实施日本评估氮氧化物控制效果方面的赴日培训。▲ 2-2 收集湘潭市的现有数据并开展初步分析。● 2-3 分析污染结构及污染特性。● 2-4 对开展模拟试验所需的气象数据进行分析。● 2-5 计算出用于模拟试验的固定污染源及移动污染源的排放量。● 2-6 构建符合湘潭市空气质量的模拟模型。★ 2-7 针对湘潭市计划开展的氮氧化物控制措施,通过模拟试验评估其降低空气质量浓度的效果。★ 2-8 通过模拟,对氮氧化物统计方法和监测方法(包括监测点位的优化)进行研究。★ 2-9 实施日本氮氧化物控制方法及政策落实情况方面的赴日培训。▲ 2-10 把模拟成果纳入环境省制定的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》★ 2-11 举办面向湘潭市及其他地区行政人员的专题研讨会,使更多人了解手册的内容。★	日方 1. 专家(所需领域) (1) 首席顾问 (2) 低氮燃烧及脱硝技术 (3) 空气质量及气象数据分析 (4) 固定污染源废气检测 1/固定污染源排放清单 (5) 固定污染源排放清单 1/固定污染源废气检测 2 (6) 移动污染源排放清单/业务协调 (7) 扩散模拟试验 (8) 大气污染对策协调 2. 培训 (1) 举办专题研讨会及研讨会 (2) 赴日培训(3次) 3. 提供器材 (1) 便携式烟气氮氧化物检测器材 (2) 解析软件及可视化软件 4. 当地经费 (1) 项目办公人员(工作人员、翻译)费用 (2) 日方专家开展工作所需车辆费用 (3) 道路交通管理部门、气象监测部门相关数据收集的部分费用 (4) 其它项目活动所需经费	中方 1. 对口人员(C/P) (1) 项目负责人 (2) 项目执行负责人 (3) 项目执行负责助理(包括业务协调工作) (4) 收集数据 (5) 数据管理及办理数据的相关审批手续 (6) 低氮燃烧及脱硝技术 (7) 固定污染源废气检测及数据分析 (8) 空气质量数据分析 (9) 固定污染源排放清单 (10) 移动污染源排放清单 (11) 扩散模拟试验 2. 设施 (1) 项目办公室(办公家具、网络、北京及湘潭市) 3. 当地经费 (1) 中方对口人员费用、交通费、住宿费 (2) 项目运行管理费 (3) 道路交通管理部门、气象监测部门相关数据收集的部分费用 (4) 中国低氮燃烧技术及脱硝技术的信息收集及分析的相关费用 (5) 其它项目所需活动经费	<b>前提条件: Pre-conditions</b>

资料来源: JICA 专家组

表 1.5-2 项目设计概要表 (PDM) 2014 年 5 月

制作日期: 2014 年 5 月 16 日 Ver.3  
 项目名称: 中国大气氮氧化物总量控制项目 项目合作期: 2013 年 3 月~2016 年 2 月 (3 年) 受益群体: 负责氮氧化物减排工作的中央及地方环保部门  
 实施单位: 环保部污染物排放总量控制司大气处、环保部环境规划院、中国环境科学研究院、环保部环境与经济政策研究中心及湘潭市环保局  
 项目地区: 中国的城市地区 为评估氮氧化物控制效果开展大气模拟试验的城市: 湘潭市

项目概要 Narrative Summary	指标 Objectively Verifiable Indicators	获取方法 Means of Verification	外部条件 Important Assumptions
<b>总体目标: Overall Goal</b> 先进的氮氧化物控制技术和方法得到广泛应用。	1. 环境保护部以指南、推荐技术目录、正式出版物或培训教材等任一形式推广本项目取得的成果 2. 项目成果通过举办专题研讨会的形式, 得到不断的推广应用	指南、推荐技术目录、正式出版物或培训教材等任一形式 向相关单位了解情况	
<b>项目目标: Project Purpose</b> 氮氧化物控制方法得到改善。	1. 环境保护部对氮氧化物控制技术 & 控制效果评估方法的改进经验进行总结, 在环境保护部开展的氮氧化物控制工作中加以体现。 2. 对口人员担任氮氧化物控制方法专题研讨会的讲师。	1. 项目报告 2. 专题研讨会报告	
<b>成果: Outputs</b> 1. 编制大气氮氧化物控制技术指南, 使技术指南得到充分利用。 2. 通过实施大气污染物扩散模拟试验, 使氮氧化物控制效果的评估方法得到进一步完善。	1. 加深了对中国氮氧化物控制技术现状及存在问题的认识。 2. 企业采纳了活动 1-10 的探讨成果。 3. 相关行政机构及企业参考借鉴氮氧化物控制技术指南草案。 1. 正确把握湘潭市的大气污染情况。 2. 开展模拟试验, 评估湘潭市氮氧化物减排规划的效果。 3. 总结氮氧化物统计、监测方法的研究成果。 4. 编制完成氮氧化物控制效果评估方法手册初稿。	1. 项目报告 2. 向相关单位了解情况 3. 专题研讨会报告 1. 2. 3. 项目报告 4. 氮氧化物控制效果评估方法手册草案	
活动 Activities (●以中方为主、▲以日方为主、★中日双方共同开展)	投入 Inputs		
1-1 对中国目前氮氧化物治理的现状进行评价。● 1-2 包括日本在内的国际氮氧化物控制技术汇编。▲ 1-3 实施日本氮氧化物控制技术方面的赴日培训。▲ 1-4 结合 1-3 的培训结果, 编制日本氮氧化物控制标准及控制技术的资料一览表。★ 1-5 分析中国氮氧化物控制技术的需求。● 1-6 中国氮氧化物控制技术应用的可行性研究。● 1-7 参考环境省制定的《氮氧化物减排对策技术手册(2013.3)》, 完成大气氮氧化物控制技术指南的初稿。★ 1-8 举办日本氮氧化物控制技术的研讨会及 <b>技术交流</b> 。▲ 1-9 以水泥、 <b>钢铁</b> 等氮氧化物重点排放行业为主, 确定应用氮氧化物技术的备选企业。● 1-10 针对确定的备选企业, 对实施工程设计、采购、建设(EPC)之前的准备阶段, 提出技术方面的建议方案, 指导备选企业开展大气氮氧化物控制技术应用示范。▲ 1-11 完善大气氮氧化物控制技术指南, 并形成终稿。★ 1-12 举办面向行政人员及企业相关人员的专题研讨会, 使更多人了解技术指南的内容。★ 2-1 实施日本评估氮氧化物控制效果方面的赴日培训。▲ 2-2 收集湘潭市的现有数据并开展初步分析。● 2-3 分析污染结构及污染特性。● 2-4 对开展模拟试验所需的气象数据进行分析。● 2-5 计算出用于模拟试验的固定污染源及移动污染源的排放量。● 2-6 构建符合湘潭市空气质量的模拟模型。★ 2-7 针对湘潭市计划开展的氮氧化物控制措施, 通过模拟试验评估其降低空气质量浓度的效果。★ 2-8 通过模拟, 对氮氧化物统计方法和监测方法(包括监测点位的优化)进行研究。★ 2-9 实施日本氮氧化物控制方法及政策落实情况方面的赴日培训。▲ 2-10 参考现有的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》, 完成《NOx 控制效果评估方法手册》的初稿。★ 2-11 举办面向湘潭市及其他地区行政人员的专题研讨会, 使更多人了解手册的内容。★	日方 中方 1. 专家(所需领域) (1) 首席顾问 (2) 低氮燃烧及脱硝技术 (3) 空气质量及气象数据分析 (4) 固定污染源废气检测 1/ 固定污染源排放清单 (5) 固定污染源排放清单 1/ 固定污染源废气检测 2 (6) 移动污染源排放清单/业务协调 (7) 扩散模拟试验 (8) 大气污染对策协调 2. 培训 (1) 举办专题研讨会及研讨会 (2) 赴日培训(3 次) 3. 提供器材 (1) 便携式烟气氮氧化物检测器材 (2) 可视化软件 4. 当地经费 (1) 项目办公人员(工作人员、翻译)费用 (2) 日方专家开展工作所需车辆费用 (3) 道路交通管理部门、气象监测部门 相关数据收集的部分费用 (4) 其它项目活动所需经费 1. 对口人员(C/P) (1) 项目负责人 (2) 项目执行负责人 (3) 项目执行负责助理(包括业务协调工作) (4) 收集数据 (5) 数据管理及办理数据的相关审批手续 (6) 低氮燃烧及脱硝技术 (7) 固定污染源废气检测及数据分析 (8) 空气质量数据分析 (9) 固定污染源排放清单 (10) 移动污染源排放清单 (11) 扩散模拟试验 2. 设施 (1) 项目办公室(办公家具、网络、北京及湘潭市) 3. 当地经费 (1) 中方对口人员费用、交通费、住宿费 (2) 项目运行管理费 (3) 道路交通管理部门、气象监测部门 相关数据收集的部分费用 (4) 中国低氮燃烧技术及脱硝技术的信息收集及分析的相关费用 (5) 其它项目所需活动经费		
			<b>前提条件: Pre-conditions</b>

注: 表内粗体带下划线或删除线部分为 2013 年 4 月 19 日版 PDM 的修改内容。

资料来源: JICA 专家组

## 1.6 联合协调委员会召开记录

在项目实施见，先后召开了 5 次联合协调委员会（JCC）。举办时间及主要内容见表 1.6-1。各次会议的会谈纪要见附件 1.6-1。

表 1.6-1 联合协调委员会（JCC）召开记录

No.	召开时间	主要内容
第 1 次联合协调委员会	2013 年 4 月 19 日	说明、商讨了第一年度工作计划，商定了第一年度工作计划的框架，确认了第一年度赴日培训的内容及日程。 双方商定，项目活动所需的数据中，无法披露给日方的由中方同意收集、处理、分析，其他数据中日双方共享。
第 2 次联合协调委员会	2014 年 5 月 20 日	说明、商讨了第一年度活动概要及第二年度活动计划，确定了第二年度工作计划的框架，商定在第二年度举办技术交流，并调整、确定了技术交流举办的内容及时间。
第 3 次联合协调委员会	2014 年 11 月 6 日	报告并通过了中期评估结果，评估结果认为，如果中日双方能够一起努力解决尚存的问题的话，在项目结束时基本上均可完成。 环保部环境经济政策研究中心与本项目关系很少，双方同意将其从对口单位中去除。
第 4 次联合协调委员会	2015 年 6 月 18 日	说明、商讨了第二年度活动概要及第三年度活动计划，确定了第三年度工作计划。 商定在 2015 年下半年中日双方共同举办结题研讨会，并商讨了研讨会的举办时间、形式及内容等。 中日双方确认了技术指南和评估手册完成终稿的进度安排。
第 5 次联合协调委员会	2015 年 9 月 21 日	报告并通过了中期评估结果，评估结果认为，从项目的业绩以及评估 5 项评估的结果来看，在本项目结束之前能够达成本项目的目标。

资料来源：JICA 专家组

## 1.7 报告书提交记录

表 1.7-1 为报告书提交、确认的时间。

表 1.7-1 报告书提交记录

报告书名称	提交时间
工作计划（第 1 年度）	2013 年 3 月
工作进度报告书-1	2013 年 10 月
工作进度报告书-2	2014 年 3 月
工作计划（第 2 年度）	2014 年 6 月
工作进度报告书-3	2014 年 9 月
工作进度报告书-4	2015 年 2 月
工作计划（第 3 年度）	2015 年 5 月
工作进度报告书-5	2015 年 9 月
结题报告书	2016 年 2 月

资料来源：JICA 专家组

## 1.8 项目目标的达成程度

以下为 2014 年 11 月实施的中期评估以及 2015 年 9 月实施的终期评估中项目目标的达成程度评估结果以及根据 5 个项目进行评估的结果。

### 1.8.1 中期评估

成果达成进度稍有迟滞，但中期评估的结果认为，在项目结束之前有望达成项目目标。评估结果概要如下：

截至中期评估为止，本项目通过开展活动一直在汇总 NO<sub>x</sub> 控制技术方面的经验。为了能够编制符合中国现状的具有实用性的《氮氧化物控制技术指南》，日方专家根据中国的现状，一直在商讨有可能适合中国现状的技术。此外，总结中国国内企业能够应用的一般性的 NO<sub>x</sub> 对策要点，将其体现在技术指南中的工作，对在中国普及活动成果也非常有效，希望环保部能够不断推进 NO<sub>x</sub> 控制方面的活动。

在改善 NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法方面，由于日方进行技术指导的对象是在该领域没有相关经验的行政人员，在掌握基础分析能力方面花费的时间较多，因此目前尚未达到能够活用所学知识的阶段。今后计划将继续加强培训人员的能力，在项目结束前有望在模拟模型的构建、污染源排放清单的编制等方面达到一定的水平。

为了推广《氮氧化物控制技术指南》和《氮氧化物控制效果评估方法手册》，计划在 2015 年 9 月举办研讨会。该研讨会举办的时间、地点以及演讲人等事宜目前正在协商调整，当务之急是需要尽快培养出能够胜任研讨会讲师的人才。对于本项目成果向地方城市

普及的重要性，环保局和环境规划院都很理解，因此，在中日双方的共同努力下，有望达成项目目标。

### 1.8.2 终期评估

终期评估的结果，认为在项目结束前能够达成项目目标。评估结果概要如下：

本项目在成果 1 和成果 2 部分通过开展多种多样的活动，强调改善 NO<sub>x</sub> 控制技术及其控制效果评估方法的必要性，对环保部门的有关人员进行了提高能力方面的培训。《氮氧化物控制技术指南》和《氮氧化物控制效果评估方法手册》目前已进入终稿讨论阶段，成果 1 和成果 2 的活动成果也体现在了指南和手册中，基本已达成了指标 1 的“由环保部汇总改善 NO<sub>x</sub> 控制技术及其评估效果方法的经验，并将其体现在环保部开展的 NO<sub>x</sub> 控制活动中”。并且，希望环保部在制定十三·五目标值时能够利用改善了的 NO<sub>x</sub> 评估方法。

争取在 2015 年 11 月举办研讨会，推广《氮氧化物控制技术指南》和《氮氧化物控制效果评估方法手册》，并像目标 2 设定的那样，由对口单位担任 NO<sub>x</sub> 评估方法研讨会的讲师。评估结果认为，中日双方共同努力的话，能够在项目结束之前达成向地方城市普及本项目成果这一研讨会的目的。

终期评估时，按照妥当性、效率性、影响性以及持续性五个项目，对本项目做了如下评估：

(1) 妥当性	本项目配合中方围绕环境政策的变化，努力开展各行业的 NO <sub>x</sub> 控制技术活动，与中国政府的环境、开发政策相吻合。 因此，本项目具有很高的妥当性。
(2) 有效性	本项目的计划是通过达成成果 1 和成果 2，从而达成项目目标，终期评估时未发现成果与项目目标的关联性方面存在问题。 因此，本项目具有很高的有效性。
(3) 效率性	日方专家的投入、专业性以及派遣时间都非常合适；对提供器材的使用方法以及维护保养方面也进行了技术指导，投入很合理；先后组织了 3 次赴日培训，为中方了解日本 No <sub>x</sub> 控制技术的现场、地方政府的环境管理方法创造了机会等，为项目取得成果以及目标的达成起到了很大的作用。 因此，本项目具有很高的效率性。
(4) 影响性	未发现项目目标与总体目标的关联性方面存在问题。 环保部有意在研讨会或培训时利用《氮氧化物控制技术指南》，我们希望能够像总目标的指标设定的那样，以手册、推荐控制技术目录、正式出版物或培训教材等任一形式推广本项目取得的成果。 作为波及效果，中方在赴日培训中学习的日本运用 NO <sub>x</sub> 总量控制制度以及日本企业采用的 NO <sub>x</sub> 控制技术的效果，对中国国内水泥等行业的

	<p>NO<sub>x</sub> 减排具有参考价值。通过 JICA 专家对示范企业的指导，中方对包括原材料的选择、节能措施以及运行管理等在内的 NO<sub>x</sub> 综合减排措施的重要性有了进一步的认识。</p> <p>因此，本项目具有很大的影响性。</p>
(5) 持续性	<p>氮氧化物控制技术改善及氮氧化物控制方法推广，在中国的环境政策中被定位为重要内容，预计在项目结束后实施的“十三五”规划等国家政策中该方针也不会改变。目前开展的活动与中国的环境政策完全一致，可以断定确保今后活动预算的可能性极高。此外，地方城市环保局应与省环保厅协作，强化财政措施，加强对企业的管理和指导。</p> <p>由此可见，本项目具有很高的持续性。</p>

资料来源：JICA 专家组



## 第2章 活动业绩概要

在本项目中，中日双方进行了明确的各自的工作分工，特将工作分为●中方主导、▲日方主导、★共同开展 3 种形式，并对每项活动都作了明确标注。

### 2.1 成果 1（编制大气 NO<sub>x</sub> 控制技术指南，使技术指南得到充分利用）的活动内容

技术指南主要以十二·五规划中的约束性减排目标的污染源（火电、供热设施、水泥、钢铁烧结机、焦化炉、工业锅炉）为对象，开展了相关活动。

#### 2.1.1 中国 NO<sub>x</sub> 治理现状评估●（活动 1-1）

要编制一本实用的技术指南，需要在充分评估现在的基础上，讨论可使用的技术。

这部分的活动主要由环境规划院负责，通过查阅文献资料以及日常工作中的现场调查等收集各对象行业的相关政策、排放情况、减排措施的现状等。JICA 专家组对以地方政府为对象进行问卷调查的方法以及调查哪些项目的问题提供了建议。由于环境规划院因工作性质的不同进行问卷有困难，故以查阅文献资料的方式开展了活动。由于中方对口单位和 JICA 专家对生产现场存在的问题和现状了解有限，根据需要先后举办了三次专家座谈会，听取本活动及活动 1-5、活动 1-6 相关的信息。此外，日方专家也介绍了包括日本在内的世界各国普遍应用的减排技术和日本的政策等，并就此与中方专家进行了交流。

三次专家座谈会的议程及情况见表 2.1-1~表 2.1-3。

表 2.1-1 第一次专家座谈会

中华人民共和国 氮氧化物总量控制技术指南（初稿）编制意见交流会		
时间：2013 年 6 月 4 日（周二） 14:00~18:00		
参加人员：		
【环境规划院】 5 名		
【中方专家】 环境标准研究所（水泥行业）1 名、环境标准研究所（钢铁行业）1 名、冶金工业规划研究院 1 名、中国建筑材料科学研究院 1 名		
【JICA 专家组】藤井重雄、前田浩之、出口雅之		
时间	内容	发言人
14:00-14:10	主旨说明	
14:10-14:30	为编写 NO <sub>x</sub> 控制技术指南开展的项目活动	出口雅之（大气污染对策辅助）
14:30-15:00	水泥行业的 NO <sub>x</sub> 排放标准	环境标准研究所
15:00-15:30	水泥行业 NO <sub>x</sub> 技术应用的情况及存在的	中国建筑材料科学研究总院

	问题	
15:30-16:15	水泥行业的意见交流	参加专家
16:15-16:45	钢铁行业 NO <sub>x</sub> 排放标准	环境标准研究所
16:45-17:15	钢铁行业 NO <sub>x</sub> 控制技术的应用情况及存在的问题	冶金工业规划研究院
17:15-18:00	钢铁行业的意见交流	参加专家

资料来源：JICA 专家组

表 2.1-2 第二次专家座谈会

<b>中日合作大气氮氧化物总量控制项目专家座谈会</b>		
举办时间：2014 年 5 月 15 日（周四） 14:00~18:00		
地点：环境规划院会议室 610		
参会人员：【环境规划院】8 人		
【中方专家】中国环境保护产业协会（水泥行业）1 人		
冶金工业规划研究院（钢铁烧结机行业）1 人		
【JICA 中国事务所】前岛幸司、高田千瑛		
【JICA 专家组】田畑亨、藤井重雄、富田武、奥本孝雄		
时间	内容	发言人
14:00~14:05	主旨说明	
14:05~14:20	为编制 NO <sub>x</sub> 控制技术指南而开展的项目活动介绍	奥本 孝雄
14:20~14:45	国际水泥行业 NO <sub>x</sub> 控制技术	藤井 重雄 （低 NO <sub>x</sub> 燃烧、脱硝技术 1）
14:45~15:10	中国水泥行业 NO <sub>x</sub> 控制技术的应用情况及存在问题	中国环境保护产业协会
15:10~16:10	水泥行业部分讨论	
16:10~16:35	国际钢铁行业 NO <sub>x</sub> 控制技术	富田 武 （低 NO <sub>x</sub> 燃烧、脱硝技术 2）
16:35~17:00	中国钢铁行业 NO <sub>x</sub> 控制技术的应用情况及存在问题	冶金工业规划研究院
17:00~18:00	钢铁行业部分讨论	

资料来源：JICA 专家组

表 2.1-3 第三次专家座谈会

<b>氮氧化物控制技术指南编写专家座谈会</b>	
时间：2014 年 9 月 11 日（周四） 14:00~17:30	

参加人员：【环境规划院】 9名 【中方专家】 环境标准研究所 1名 北京劳动保护科学研究所 1名 【JICA 专家】 田畑亨、藤井重雄、泽木夏二、大矢绫子		
时间	内容	发言人
14:00~14:10	主旨说明	大矢绫子
14:10~15:00	工业锅炉的 NO <sub>x</sub> 控制技术	藤井重雄
15:00~15:20	中国工业锅炉大气污染物控制政策	北京劳动保护科学研究所
15:20~16:00	工业锅炉烟气污染物控制技术应用情况及存在的问题	环境标准研究所
16:00~17:30	意见交流	

资料来源：JICA 专家组

通过专家座谈会获取的信息汇总如下，环境规划院个的内容见附件 2.1-1:

表 2.1-4 中国 NO<sub>x</sub> 控制技术的现状、存在的问题及普及性（水泥）

NO <sub>x</sub> 控制措施		一般特点	中国的情况、存在的问题及该技术的普及性	
			普及情况、安装条件、应用成本、运行成本、运行管理、维护管理等信息	
改善燃烧	低 NO <sub>x</sub> 燃烧器	日本目前使用的是通过良好混合加快燃烧速度、缩短烟气在高温区域滞留时间的混合促进型和将火焰分割成浓淡火焰，将空气气流分割为二级，以此创造出还原气氛的方式等多种形式的燃烧器。具有代表性形式的有以下几种：  ①急速燃烧型（混合促进型） ②二级燃烧型 ③自身再循环型 ④浓淡燃烧型 ⑤烟气再循环&浓淡燃烧组合型 ⑥烟气再循环&二级燃烧组合型	应用成本：约 100 万元/套（4000t/日-熟料生产线） 污染程度一般地区的企业基本上是应用燃烧器和 SNCR 设备（？） 129 条生产线已引进使用。	尚未建立应对严格排放标准的管理机制
	分级燃烧方式	通过分解炉分级燃烧的方式控制 Thermal NO <sub>x</sub> 的生成		
	烟气再循环方式	将部分烟气再循环使其与燃烧用空气混合，降低火焰温度，降低 O <sub>2</sub> 分压，控制 NO <sub>x</sub> 的生成。还存在通过试烧才能确定的问题很多。如：火焰稳定性等		

	安装分解炉	NSP 法由于安装了分解炉，将分解 CaCO <sub>3</sub> 的工序从窑中分离开来，因此，降低了窑的热负荷，从而减少了炉内 NO <sub>x</sub> 的生成。此外，由于分解炉的煅烧温度低，为 800~1000℃左右，NO <sub>x</sub> 的生成量烧，从而在烧成工序综合减少了因燃烧造成的 Thermal NO <sub>x</sub> 排放。	NSP 法的应用率截至 2011 年为 89% GB 4915-2013 为修订水泥行业大气污染物排放标准而进行的抽查（148 个样本）的平均排放浓度为 621.5mg/l
烟气脱硝	非选择性催化还原 (SNCR)	无催化剂脱硝法的特征如下： 简单，无需特殊的反应装置。 无需担心烟气流动压损及堵塞等。 可简单安装在现有的设备上。 <技术上的探讨事项> 烟气温度变化，脱硝率容易波动，需证实。 过多添加 NH <sub>3</sub> 超过当量时，会产生氨逃逸或生成氯化铵，减低脱硝率。 需要一定的接触时间。（>0.4sec） 喷雾特性、烟气温度及喷嘴形状等均会影响脱硝率，因此需要证实确认。	应用成本：约 300 万元/套（4000t/日-熟料生产线） 运行费用：约 4 元/t-熟料（4000t/日-熟料的 NSP 生产线上采用“低 NO <sub>x</sub> 燃烧+SNCR”，脱硝率达 60% 时）
	选择性催化还原 (SCR)	确定如下： 催化剂具有活性寿命。 会因粉尘等堵塞（在除尘器的尾流安装 有温度的限制） 有烟气流动压损（根据催化剂的烟气通过形状而定） 烟气中的成分附着在催化剂表面，导致催化剂老化。 需要安装脱硝反应装置的空间。	SCR 技术在中国国内尚没有成功例。 SCR 法比 SNCR 法脱硝率高，但由于 SCR 法在温度、催化剂、成本等方面存在问题，没有推广应用。 今后有可能成为排放控制重点区域所需的技术。

表 2.1-5 中国 NO<sub>x</sub> 控制现状、存在的问题及普及性（钢铁烧结机）

NO <sub>x</sub> 控制措施		一般特点	中国的情况、存在的问题及该技术的普及性
			普及情况、安装条件、应用成本、运行成本、运行管理、维护管理等信息
改善燃料	使用低 N 焦炭	烧结过程中产生的 NO <sub>x</sub> 几乎都是因焦炭中的 N 造成的 Fuel NO <sub>x</sub> ，Thermal NO <sub>x</sub> 的贡献极少。 N 含有比率降低，NO <sub>x</sub> 产生量也将随之减少。	供应量无法满足烧结的需求 低 N 焦炭的价格比普通焦炭的价格高，烧结成本增加

	添加石灰石	添加 Ca 化合物、碳化氢等，控制 NO <sub>x</sub> 的生成。	向原料中添加 Ca 化合物、碳化氢尚处于研究阶段 中小企业有实际应用的实例，但不是以脱硝为目的，而是为了提高产品质量	
改善燃烧	改善点火线形燃烧器	节能效果：事例 COG 排放率：1976 年约 7m <sup>3</sup> N/t →1988 年约 1.7m <sup>3</sup> N/t		
	烟气循环	烧结机方面，如果要考虑保证生成物品质的话，用烟气循环法比用低 O <sub>2</sub> 燃烧法和分级燃烧法更合适。 世界上有很多有效减排的事例。	在中国国内有试点应用，如果试点结果理想，则有可能推广普及。	
烟气脱硝	选择性催化剂脱硝设备(SCR)	催化剂的反应温度一般为 350℃~420℃。 低温 SCR 技术是通过采用新型的低温催化剂，使其适应烧结烟气温度的方式。	需要另外采取 SO <sub>x</sub> 减排措施，投资成本高，需要更大的设备安装空间。	正在研发烧结烟气脱硝方面的技术。 作为脱硫脱硝综合措施的方向性，以下技术得到了关注： SCR 在燃烧方法 干法（活性炭吸附）、循环硫化床半干法、有机催化烟气综合清洁技术 低温 SCR 技术 湿法氧化技术
	半干法烟气脱硫脱硝设备	将活性炭用于移动床、流化床的方法。	活性炭有以下缺点，但将活性炭作为移动床使用的技术具有活性炭再生的优势，随着中国国内活性炭生产技术的提供以及成本的降低，今后普及的可能性很大  但需要解决运行费用、废弃物回收利用的问题	
	SNCR		在高温下处理的 SNCR 法存在再加热的问题，不适合烧结机	
	UV/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 高级氧化法	将 NO 氧化成 NO <sub>2</sub> 后在水系中去除处理 无二次污染 成本低	近些年受到广泛关注，已经开始使用	
	电子束烟气脱硫法 (EBA)	使用电子束 脱硫脱硝率在 80% 以上 对烟气量的变化适应性强 处理的产物可用于肥料	能源消耗量大 氨逃逸、运行管理及维护管理复杂 尚处于研究阶段	
	脉冲电晕等离子法 (PPCP)			

活性炭法 (AC)	<p>在日本已成为主流技术 最终脱硫率约为 90%，脱硝效率约为 60%</p> <p>无二次污染 处理的产物可循环利用 可同时去除 SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、二噁英类、重金属、卤化氢等污染物</p>	<p>平均每次的脱硫脱硝效率不高，需要反复进行。 合适的活性炭种类较少 存在活性炭老化导致的活性炭消耗量增加及活性炭再生能源的增加问题 安装设备需要空间的问题 设备庞大且复杂，存在防止腐蚀及保持系统长期稳定运行的问题 最大的问题是设备投资及运行成本都太高，大规模应用受到制约。</p>
有机催化烟气综合清洁技术	<p>含有催化剂的循环液与烟气接触，具有脱硫、脱硝、除汞、除尘等多重效果。</p> <p>在烧结机烟气温度下的低温脱硝效率：80%以上 对烟气温度、SO<sub>2</sub>浓度及烟气流量的适应性强 加入中和剂（氨水）后，生成硫酸氨、硝酸氨等化学肥料 无二次污染，无废弃物排放 运行成本低 运行成本及维护费用都很低 催化剂的寿命为 15 年以上</p>	<p>刚刚开始普及的技术 催化剂依靠进口，价格高</p>
湿法氧化技术(多组分高活性氧化剂)	<p>以前那种通过臭氧进行氧化的方法生成臭氧消耗的能源较多 脱硫脱硝一体化技术 使用氧化剂的技术是中国开发的技术。</p>	<p>可适应烧结烟气温度区 因不使用催化剂，也不用处理废弃的催化。 如果不追求高脱硝率的话，运行费用很低</p>

资料来源：JICA 专家组

表 2.1-6 中国 NO<sub>x</sub> 控制技术的现状、存在的问题及普及性（工业锅炉）

NO <sub>x</sub> 控制措施		方法及一般特点	中国的现状、存在的问题及普及性
燃料改善及燃料转换		使用低 N 燃料的	低 N 煤的开发、成本调整
		煤改气	部分地区已进行燃料转换，但需要完善燃料供给的基础设施
燃烧改善	调整燃烧区域的 O <sub>2</sub> 浓度	<p>用分上下两级安装多个燃烧器的方式来调节空气量（二级(多级)燃烧） 使用低 NO<sub>x</sub> 燃烧器</p>	采用循环流化床，部分企业已应用第一级的空气量调节方面还存在问题
	火焰及火炉燃烧温度	<p>降低空气预热温度 使用低 NO<sub>x</sub> 燃烧器</p>	未燃烬部分增加

烟气脱硝 (湿法)	气相氧化吸收法	O <sub>3</sub> 氧化吸收 脱硝率高	成本高 在工业领域尚处于适用试验阶段
	液相氧化吸收法	通过液体氧化吸收	对设备要求的条件多 废液处理复杂 在国内有适用业绩
	液相解除氧化吸收法	通过金属离子接触氧化	废液处理困难 处于试验阶段
	还原吸收法	通过液体还原吸收	吸收剂成本高 脱硝效率较低
	合成吸收法	通过 Fe-EDTA 等的化合吸收	成本高 废液处理困难 在工业领域尚处于适用试验阶段
	生物吸收法	通过微生物转化 NO <sub>x</sub>	成本低 需投入设备少 处于试验阶段
烟气脱硝 (干法)	接触还原法 (SCR/SNCR)	· 向烟气中喷氨还原	· 无需特殊反应设备 (SNCR) · 可对现有锅炉进行改造 (SNCR) · 可适用多种燃烧气体 (SCR) · 存在烟气催化剂和氨逃逸等二次污染问题 · 正在开发新的应用技术 SSNCR, 处于适用试验阶段
	电子束辐照法	· 用电子束辐照烟气, 使其生成自由基及原子进行除尘	· 效率高 · 氮资源回收率高 · 设备成本高
	液相氧化吸收法	· 喷吹还原剂 (KMnO <sub>4</sub> ) 氧化吸收 NO · 可同时去除 SO <sub>x</sub>	· 废水处理成本高

资料来源: JICA 专家组和中国环境科学研究院

### 2.1.2 汇编包括日本在内的国际氮氧化物控制技术▲ (活动 1-2)

了解目前国际上广泛应用的 NO<sub>x</sub> 控制技术的原理及普及情况, 是有效推进其在中国应用的可行性研究的重要基础。

本项目开始时, 应中方的要求, 在本活动中, 以日方专家为主体, 对包括日本在内的国际广泛应用的 NO<sub>x</sub> 控制技术进行了汇编。

### (1) 对象行业

第一年度对水泥行业以及钢铁烧结机行业、第二年度对燃煤发电、工业锅炉以及钢铁焦化炉行业的 NO<sub>x</sub> 控制技术进行了汇编。

### (2) 调查方法

通过在日本国内购买书籍、查阅图书馆资料以及行业团体等的文献资料等信息进行了收集。引用文献时，需要获得有些团体的许可，JICA 专家在收集文献时，按照各团体的规定进行了文献收集工作。

### (3) 汇编概要

了解目前国际上广泛应用的 NO<sub>x</sub> 控制技术的原理及普及情况，是有效推进其在中国应用的可行性研究的重要基础，环境规划院希望 JICA 专家能够尽量深入、广泛地收集内容。鉴于上述要求，JICA 专家在收集资料时，不仅收集了各行业一般普遍应用的技术，还对应用案例较少的最新技术以及在线监测/分析方法等信息进行收集汇编。

此外，对于企业等容易接受的通过节能间接实现减排的信息也进行了汇总，尽量全面收集相关信息。

汇编的内容体现在各行业技术指南的包括日本在内的国际普遍采用的 NO<sub>x</sub> 减排技术的部分中。

#### 2.1.3 NO<sub>x</sub> 减排技术赴日培训的实施▲（活动 1-3）

赴日培训主要通过讲座和现场参观两种形式介绍日本地方政府及企业等在 NO<sub>x</sub> 控制方面采取的措施，使参加培训人员对日本的 NO<sub>x</sub> 控制效果在政策和实际应用方面有个总体的直观了解，为中国 NO<sub>x</sub> 控制技术应用之前的决策制定和项目对象城市的技术应用提供参考。此外，作为培训成果，将培训中所学的内容汇编成技术资料一览表，并将其反应在技术指南初稿中，为今后项目成果在中国国内的横向展开打下基础。

#### (1) 参加培训人员的筛选

参加赴日培训人员是经环保部和环境规划院的推荐确定的。最初计划邀请 8 名相关人员参加，后经中方要求，缩短了培训时间，并考虑到项目成果今后在其他地区的横向展开，邀请了 17 名相关人员参加。其中 1 名因未能在要求期间内办理完赴日相关手续，没能参加本次培训。参加培训人员由中央级政府人员、省级政府人员以及今后有可能成为项目备选示范地区的地方政府人员组成。JICA 专家组强烈要求湘潭市示范企业的相关人员参加培训，但未能取得国际司的批准。



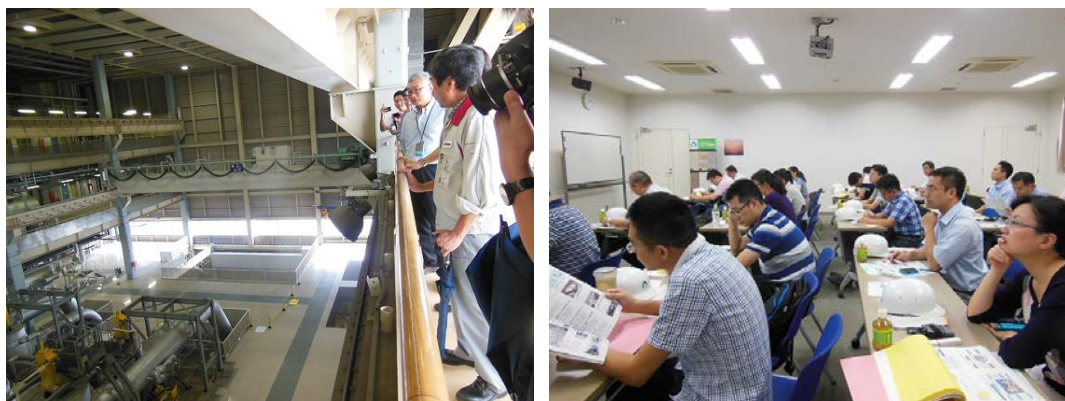
表 2.1-7 赴日培训人员名单

No.	研修参加人员名	单位
1	Ms. WANG, Feng	环保部总量司
2	Mr. YANG, Jin-Tian	环境规划院大气部
3	Ms. SONG, Xiao-Hui	环境规划院大气部
4	Mr. ZHONG, Yue-Zhi	环境规划院大气部
5	Ms. WANG, Xin	环境监测总站统计室
6	Ms. YUN, Ya-Ru	中国环境科学研究院大气所
7	Mr. CAI, Jun	华北督查中心
8	Mr. LIU, Xiao-Xuan	华东督查中心
9	Mr. QI, Jin-Long	北京市环保局总量处
10	Mr. XIE, Xin	西南督查中心
11	Ms. WEI, Jun	上海市环保局总量处
12	Mr. QIAN, Hui-Shan	江苏省环保厅总量处
13	Mr. SHI, Yi-Feng	浙江省环保厅总量处
14	Mr. WU, Bin-Bin	湘潭市环保局 (未参加)
15	Ms. YU, Jing-Jing	四川省南充市环保局总量科
16	Mr. TANG, Yu	湖南省环保厅
17	Ms. GAO, Tong	中日友好环境保护中心 国际司

资料来源: JICA 专家组

## (2) 赴日培训

2013年9月23日~10月3日, JICA 专家组实施了 NO<sub>x</sub> 控制技术相关的赴日培训。培训情况见图 2.1-1, 培训内容及培训日程安排见表 2.1-8 及表 2.1-9:



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-1 赴日培训的情景

表 2.1-8 赴日培训内容

1. 实施时间	2013 年 9 月 23 日(周一) ~ 10 月 3 日(周四)
2. 培训内容	<p>&lt;讲座&gt;</p> <p>日本的 NOx 减排措施、日本的 NOx 减排政策制定、煤燃烧技术及 NOx 减排技术概要、低 NOx 燃烧技术</p> <p>&lt;参观&gt;</p> <p>锅炉方面的 NOx 减排措施、NOx 监测技术、水泥企业的烟气减排措施、火力发电厂的 NOx 减排措施</p>
3. 培训地点	<p>讲座：ICETT、JICA 东京、JICA 地球广场、日本 Furnace (株)</p> <p>参观：Nichiha(株)、(株)堀場制作所、太平洋水泥(株)藤原工厂、电源开发(株) 吼子火力发电厂</p>

资料来源：JICA 专家组

表 2.1-9 培训日程

日期	时间	形式	培训内容	讲师或参观负责人等	培训地点
9/23(周一)			到达(中部国际机场)		
9/24(周二)	9:30 ~ 12:00	讲座	培训规定说明		JICA 中部
	14:00 ~ 17:00	讲座	培训内容说明(布置课题、培训目的、预期成果、成果发表会等)	出口 雅之((公财)国际环境技术转移中心 主任)	
9/25(周三)	9:30 ~ 12:30	讲座	日本的 NOx 对策	名古屋市	JICA 中部
	14:00 ~ 16:30	参观	锅炉的 NOx 对策	山口 庄二(NICHIHA(株)环境保全课)、名古屋市	NICHIHA(株)
9/26(周四)	9:30 ~ 16:30	讲座	煤炭燃烧技术、NOx 对策技术概要	王 青跃(埼玉大学大学院理工学研究科 教授)	ICETT
9/27(周五)	9:00 ~ 11:30	参观	NOx 监测技术	小林 刚士((株)堀场制作所环境生产工艺事业战略室 事业企划组 组长)	(株)堀场制作所
	15:00 ~ 17:00	参观	水泥厂的排烟对策	太平洋水泥(株)藤原工場	太平洋水泥(株)藤原工厂
9/28(周六)			移动(ICETT⇒东京)		
9/29(周日)			休息		
9/30(周一)	9:30 ~ 11:30	讲座	低 NOx 燃烧器技术	增井 和彦(日本 Furnace (株)营业本部工厂 G)	日本 Furnace (株)
	14:00 ~ 16:30	实习	编写一览表的工作	出口 雅之((公财)国际环境技术转移中心 主任)	JICA 东京
10/1(周二)	9:30 ~ 12:30	讲座	日本 NOx 方面的政策	冈崎 诚(鸟取环境大学 教授)	JICA 东京
	13:30 ~ 16:30	实习	编制一览表前的意见交流	冈崎 诚(鸟取环境大学 教授) 藤井 重雄 富田 武 出口 雅之((公财)国际环境技术转移中心 主任)	JICA 东京

10/2(周三)	9:30 ~ 11:30	参观	火力发电厂的 NOx 对策	药袋 尚之 (J-POWER 企划 管理小组)	电源开发 矶子火力发电厂
	13:30 ~ 17:00	发表	成果发表、评价会、结业典礼	前岛 幸司 (JICA 地球环境部环境管理第一课) 高田 千瑛 (JICA 中国事务所) 仲田 伸也 ((株)数理计划 数理计划本部 技师) 藤井 重雄 富田 武 出口 雅之 ((公财)国际环境技术转移中心 主任)	JICA 东京
10/3(周四)			离日回国 (东京⇒中国各地)		

资料来源: JICA 专家组

培训时间虽短,但内容充实,形式多样。培训分为讲座和现场参观两种形式,讲座介绍了日本政府和企业在 NOx 减排方面所做的努力,工厂参观让参加培训人员进一步了解到企业是如何按照法律法规制度的要求应用技术采取治理措施的,从而让大家对日本的 NOx 控制有了一个较为全面的了解。全体参加培训人员积极听讲,有的讲座虽超过了时间但大家仍不断提问,可见大家对日本 NOx 控制的现状非常感兴趣。尤其是对企业未能达标时行政部门如何处理、如何提高企业的社会责任以及火力发电厂 NOx 减排技术兴趣极高。有人提出:“日本花了几十年阶段性地采取措施治理,但中国需要迅速达到比日本还严的标准。因此,虽然不能把日本采取的措施原封不动地搬到中国,但可以转换成适合于中国的燃料条件、成本条件和企业能力的技术形式引进中国。”参观企业中有的企业已经进入中国市场,在中国国内销售产品,他们热切希望今后在中国引进技术时能够入围引进设备的备选企业。

培训结束前编制的技术资料一览表是对培训学习和考察的整体情况的一个整理。但是,作为反映到技术指南中的资料,此次参加人员编写的技术资料一览表内容还不够充实,希望中方再做进一步补充。对于如何应用于中国目前面临的课题部分,日方将密切跟踪中方补充的情况,使其在一览表中能够得到进一步的具体分析。

由于参加本次培训的人员多为行政、管理人员,汇编中言及日本的控制措施以及企业活动的表面情况较多,但对在减排设备方面起着重要作用的设备生产厂家及工程领域,即:燃烧器、炉结构、工序、计测仪器设备等的研发、资金/人才投资以及实证等缺乏关心。这一点关系到本项目实际效果,实施活动 2-1 部分的赴日培训,筛选参加培训人员时做了留意。

#### 2.1.4 编制日本 NO<sub>x</sub> 控制标准及控制技术的资料一览表★（活动 1-4）

为了将在赴日培训中获取的企业实际应用的 NO<sub>x</sub> 减排措施、政策以及地方政府采取的措施等知识信息体现在技术指南中，参加培训人员将上述活动 1-3 中学习的内容总结汇编成资料一览表（见附件 2.1-2）。

在赴日培训期间中方参加培训人员编制资料一览表时，JICA 专家组向参加培训人员介绍了项目的背景、概要及活动内容，提醒大家在培训中特别需要留意的要点，并对培训人员回国后为完成资料一览表进行的补充工作进行了跟踪。参加培训人员以及环境规划院通过对资料一览表内容的补充，加深了对日本低 NO<sub>x</sub> 燃烧器的适用范围、脱硝催化剂的维护管理情况以及这些技术在中国应用的可能性有了跟进一步的理解。

#### 2.1.5 分析中国 NO<sub>x</sub> 控制技术的需求●（活动 1-5）

为了使编写的技术指南更符合中国现状，更具有参考性，环境规划院根据活动 1-1 中掌握的内容对中国国内 NO<sub>x</sub> 控制技术的需求进行了分析。

JICA 专家组对以地方政府为对象进行问卷调查的方法以及调查哪些项目的问题提供了建议，但由于环境规划院因工作性质的不同进行问卷有困难，故未实施。此外，如活动 1-1 中已记述的那样，通过举办专家座对环境规划院无法掌握的具体需求信息进行了进一步的调查。

环境规划院汇总的调查结果见附件 2.1-3。

《国家环境保护“十二五”规划》针对电力、水泥、钢铁等重点行业氮氧化物的排放提出了明确的控制目标及治理措施要求。

针对电力行业，要求加快燃煤机组低氮燃烧技术改造和烟气脱硝设施的建设，单机容量 30 万千瓦以上（含）的燃煤机组要全部加装脱硝设施，2015 年底共完成电力脱硝机组装机容量达 4 亿千瓦，截至 2014 年底，全国累计脱硝机组 7.5 亿千瓦。

针对水泥行业，要求 2015 年氮氧化物排放量控制在 150 万吨；新型干法窑降氮脱硝，新、改、扩建水泥生产线综合脱硝效率不低于 60%；重点地区（三区十群 47 个城市）实施特别排放限值。截至 2014 年底，占全国总产能的 83% 的设备已采取脱硝措施，但由于缺乏长期稳定运行经验，采用的分级燃烧、SNCR 等技术尚处于试运行阶段。

针对钢铁行业，提出钢铁工业烧结氮氧化物的减排目标为 2015 年排放总量比 2010 年减少 10%，新建烧结机应配套建设脱硝设施。但除部分采用了低 NO<sub>x</sub> 燃烧技术外，其他几乎没有采取具体措施。

2016 年开始实施的十三·五规划中也将继续设定约束性目标值，不仅需要新上采取 NO<sub>x</sub> 减排技术，对于通过现有设备的稳定运行管理、节能措施等削减 NO<sub>x</sub> 排放量的需求也会增加。

2.1.6 中国大气 NO<sub>x</sub> 控制技术应用的可行性研究●（活动 1-6）

本活动是编制具有实用性技术指南的重要活动。环境规划院根据通过活动 1-1 和活动 1-5 获得的信息，对活动 1-2 中 JICA 专家汇编的 NO<sub>x</sub> 控制技术内容能否在中国应用进行了研究。JICA 专家除对研究时应留意的要点提供了建议外，还根据环境规划院的要求，对活动 1-2 汇编的内容进行了充实。

表 2.1-10 及表 2.1-11 为 JICA 专家提供的分析要点例：

表 2.1-10 研究可行性时的分析要点示例（钢铁行业烧结机部分）

分析对象 技术	中国的技 术确立情 况	对现有设 备是否适 合补充采 用其他技 术	应用成本	运行成本	运行、维 护管理注 意事项	各种技术 的综合判 断
使用低氮焦炭	○ 已实现实用 化	需在确认对 产品质量有 无影响的同 时研究是否 补充采用其 他技术。	采购作为焦 炭原料的低 氮煤的费用	采购煤炭的 费用增加	烧结矿的品 质管理	无需进行设 备改造、有 效
添加生石灰	○ 已实现实用 化	需在确认对 产品质量有 无影响的同 时研究是否 补充采用其 他技术。	采购石灰石 的费用	增加部分的 采购费	烧结矿的品 质管理	有效、提高 生产率
改善点火线 形燃烧器	○ 已实现实用 化	由于设备在 运行中无法 进行改造， 需根据生产 计划进行改 造工程。	设备的改造 费用	通过节能削 减成本	确认均匀点 火燃烧、烧 结矿的品质 管理	通过减少燃 料使用量实 现较好的节 能效果
烟气循环	○ 在波钢铁有 限公司应用 了宝钢自主 研发的大型	由于设备在 运行中无法 进行改造， 需根据生产 计划进行改	设备的改造 费用	通过节能削 减成本	烧结矿的品 质管理	还可减少 SO <sub>x</sub> 、煤尘、 NO <sub>x</sub> 等，节能 效果很好

	烧结机烟气循环技术 (2013年5月9日开始运行)	造工程。				
干法烟气脱硫脱硝装置	○ 太原钢厂已使用	由于设备在运行中无法进行改造,需根据生产计划进行改造工程。	应用设备的费用	比 SCR 成本高	活性炭的催化剂老化管理、磨损管理	可同时去除 SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、煤尘等
选择性催化还原法脱硝装置 (SCR)	△处于商讨是否应用的阶段	由于设备在运行中无法进行改造,需根据生产计划进行改造工程。	应用设备的费用	比干法烟气脱硫脱硝设备成本低	催化剂老化管理	NO <sub>x</sub> 去除率可在 80%以上

资料来源: JICA 专家组

表 2.1-11 可行性研究是的分析要点例 (工业锅炉)

NO <sub>x</sub> 控制措施		方法及一般特点	中国的现状、存在的问题及普及性
燃料改善及燃料转换		使用低 N 燃料的	低 N 煤的开发、成本调整
		煤改气	部分地区已进行燃料转换,但需要完善燃料供给的基础设施
燃烧改善	调整燃烧区域的 O <sub>2</sub> 浓度	用分上下两级安装多个燃烧器的方式来调节空气量 (二级 (多级) 燃烧) 使用低 NO <sub>x</sub> 燃烧器	采用循环流化床, 部分企业已应用第一级的空气量调节方面还存在问题
	火焰及火炉燃烧温度	降低空气预热温度 使用低 NO <sub>x</sub> 燃烧器	未燃烬部分增加
烟气脱硝 (湿法)	气相氧化吸收法	O <sub>3</sub> 氧化吸收 脱硝率高	成本高 在工业领域尚处于适用试验阶段
	液相氧化吸收法	通过液体氧化吸收	对设备要求的条件多 废液处理复杂 在国内有适用业绩
	液相解除氧化吸收法	通过金属离子接触氧化	废液处理困难 处于试验阶段

	还原吸收法	通过液体还原吸收	吸收剂成本高 脱硝效率较低
	合成吸收法	通过 Fe-EDTA 等的化合吸收	成本高 废液处理困难 在工业领域尚处于适用试验阶段
	生物吸收法	通过微生物转化 NOx	成本低 需投入设备少 处于试验阶段
烟气脱硝(干法)	接触还原法 (SCR/SNCR)	向烟气中喷氨还原	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无需特殊反应设备 (SNCR)</li> <li>• 可对现有锅炉进行改造 (SNCR)</li> <li>• 可适用多种燃烧气体 (SCR)</li> <li>• 存在烟气催化剂和氨逃逸等二次污染问题</li> <li>• 利用水蒸汽加热的尿素溶液进行预先分解的方法 (SSNCR), 尚处于适用试验阶段</li> </ul>
	电子束辐照法	用电子束辐照烟气, 使其生成自由基及原子进行除尘	效率高 氮资源回收率高 设备成本高
	液相氧化吸收法	喷吹还原剂 (KMnO4) 氧化吸收 NO 可同时去除 SOx	废水处理成本高

资料来源: JICA 专家组和中国环境科学研究院

### 2.1.7 完成大气氮氧化物控制技术指南的初稿★ (活动 1-7)

技术指南可用于诸多方面, 可作为本项目的成果将提高中国的行政部门、产业部门开展 NOx 控制措施的能力, 成为各级政府和环保部门完成 NOx 减排计划提供技术指南和参考依据, 成为企业制定 NOx 减排措施的参考, 提高拥有产生 NOx 设备的企业在生产工序中的 NOx 减排管理能力等。

项目设计概要表 (PDM) 中规定技术指南的编写工作将参考环境省编写的《NOx 减排对策技术手册 (Guidelines on introducing NOx reduction measures) (2013.3)》(以下简称“现有手册”), 但是, 2013 年 3 月份与中方协商时, 环境规划院提出希望利用本项目编写一本与现有手册不同形式的、能够为地方政府指导企业 NOx 治理提供指南的指南 (Guidelines)。“Guidelines”一词, 在日语中偏向于参考书的含义, 而中文则偏向于虽不具有法律约束力、但具有指导性的含义。实际上, 正是由于中日双方对“Guideline”一词的理解存在这样的差异, 环境省编写的“Guideline”中文才翻译成了“手册、便览”。



为了能够使项目成果在中国得到广泛应用，JICA 项目组认为技术指南应具有技术指南和现场参考书的双重功效。因此决定随时与环境规划局相互确认技术指南的构成内容及编写进度，并于 2014 年 3 月完成了技术指南初稿。

技术指南最初编写时，JICA 专家组与环境规划局商定的技术指南初稿大纲如表 2.1-12 所示：

表 2.1-12 大气氮氧化物控制技术指南初稿

1	总则
1.1	目的及意义
1.2	适用范围
1.3	术语及定义
1.4	编写依据
2	大气 NO <sub>x</sub> 排放重点行业的技术特征及产生环节
2.1	水泥
2.2	钢铁（以烧结炉为中心）
3	日本国内的大气 NO <sub>x</sub> 控制技术及应用范围（基于活动 1-2）
3.1	水泥
3.2	钢铁（以烧结炉为中心）
4	重点排放行业中最适合的大气 NO <sub>x</sub> 控制技术以及中国的 NO <sub>x</sub> 控制技术方案（基于活动 1-6）

资料来源：JICA 专家组

#### 2.1.8 举办 NO<sub>x</sub> 控制技术研讨会及技术交流▲（活动 1-8）

本活动旨在介绍项目取得的成果以及 NO<sub>x</sub> 控制技术指南初稿，为充实指南内容完成终稿征求意见，并为拥有 NO<sub>x</sub> 减排丰富经验和专有技术的日本企业与中国企业的交流创造机会，促进企业 NO<sub>x</sub> 减排的积极性。

JICA 专家组与环保部商议协调，制定议程方案，确认会场，向日本企业发出参展邀请，以期能够在 2014 年 2 月举办研讨会&技术交流。但是，由于环保部举办会议的规定发生了变化，超过 30 人的国际会议需要提前一年申报，环保部无法确定举办的时间。因此，在与环境规划局协商之后，决定 NO<sub>x</sub> 控制技术研讨会及技术交流放在 2014 年 5 月以后举办，根据参会人员的构成情况介绍 NO<sub>x</sub> 的控制技术，为参会人员获取所需的信息创造机会。



14:50~15:20	中国水泥行业的 NO <sub>x</sub> 控制对策	环境规划院
15:20~15:50	国际上水泥企业采取的 NO <sub>x</sub> 控制技术 向示范企业提供的技术建议	藤井重雄 (低 NO <sub>x</sub> 燃烧、脱硝技术 1)
15:50~16:00	茶歇	
16:00~16:30	国际上钢铁行业烧结炉部分采取的 NO <sub>x</sub> 控制技术 向示范企业提供的技术建议	富田武 (低 NO <sub>x</sub> 燃烧、脱硝技术 2)
16:30~17:00	湘潭市的 NO <sub>x</sub> 对策项目 (成果 2) 湘潭市的大气环境质量状况	田畑亨 (大气污染对策) 湘潭市环保局
17:00~17:30	互动交流	

资料来源: JICA 专家组

## (2) 技术交流

2014年12月2日, JICA 中国事务所和中国环境保护部在北京共同举办了 NO<sub>x</sub> 控制技术的技术交流, 日本的工业锅炉、平板玻璃、火力发电的脱硝催化剂行业的企业以及拥有烟气在线监测相关的脱硝节能技术的企业参加了此次技术交流, 介绍了可适用于中国的技术。中方负责大气污染防治的企业负责人以及地方政府人员也参加了本次技术交流。通过本次技术交流, 加深了中方企业和相关部门对各方面 NO<sub>x</sub> 控制技术的了解。

虽然此次技术交流由于中国举办会议方面的制约等, 参加的人数比计划人数少了一些, 但中方参加的企业多为在多个行业拥有子公司的集团企业, 为参会的企业环保方面负责人了解日方参会企业拥有的技术, 商讨日本技术在自己公司的应用创造了很好的机会。

并且, 本项目在湘潭市提供技术建议 (活动 1-10) 的 2 家示范企业——中材水泥湘潭有限公司和湖南华菱湘潭钢铁有限公司也参加了本次技术交流, 并在会上汇报了 JICA 专家组在本项目活动中为企业提供的技术建议和取得的成果。不仅为中方, 也为日方参会人员创造了了解中国企业实际生产中存在的问题以及解决这些问题的可能性的机会。

我们希望中日双方的企业之间能够根据在本活动中获得的 NO<sub>x</sub> 控制技术信息及存在的问题积极进行交流, 实现互利共赢。

表 2.1-14 为技术交流的议程, 图 2.1-3 技术交流的情形:

表 2.1-14 技术交流议程

NO <sub>x</sub> 控制技术相关的技术交流		
举办时间：2014 年 12 月 2 日(周二) 9:00~17:00		
参加人员：		
【中方】		
• 环境保护部 3 名	• 环境规划院 3 名	
• 冶金工业规划研究院 1 名	• 中国建筑材料科学研究总院 1 名	
• 环境保护部环境经济政策研究中心 1 名	• 地方环保厅 4 名	
• 地方环保局 1 名	• 建材集团企业 9 名	
【日方】		
• JICA 中国事务所 2 名	• 日挥触媒化成(株) 3 名	
• 堀场(中国)贸易有限公司 3 名	• 三浦工业设备(苏州)有限公司 4 名	
• AGC TECHNOLOGY SOLUTIONS(株) 1 名	• 三菱日立电力系统工程有限公司 1 名	
• JICA 专家 5 名		
时间	内容	发言人
9:00—9:15	开幕致辞	(中方) 中国环境保护部 (日方) JICA 中国事务所
9:15—9:35	中国的 NO <sub>x</sub> 对策	中国环境保护部
9:35—9:45	JICA 合作 大气氮氧化物总量控制项目	大矢绫子 (大气污染对策辅助 2)
NO <sub>x</sub> 控制技术相关的技术交流		
9:45—10:15	国际上水泥企业采取的 NO <sub>x</sub> 控制技术	藤井重雄 (低 NO <sub>x</sub> 燃烧/脱硝技术 1)
10:15—10:30	茶歇	
10:30—11:50	中国水泥企业的 NO <sub>x</sub> 减排活动	中材湘潭水泥有限责任公司
11:50—11:20	国际上钢铁行业烧结炉部分采取的 NO <sub>x</sub> 控制技术	冨田武 (低 NO <sub>x</sub> 燃烧/脱硝技术 2)
11:10—11:40	中国钢铁企业的 NO <sub>x</sub> 减排活动	湖南华菱湘潭钢铁有限公司
11:40—12:20	互动交流	
12:20—13:30	午餐、休息	
13:30—14:00	燃煤火力发电的脱硝催化剂事例	日挥触媒化成株式会社
14:00—14:30	NO <sub>x</sub> 监测技术案例	堀场(中国)贸易有限公司
14:30—15:00	工业锅炉的有效运行及燃料转换案例	三浦工业设备(苏州)有限公司
15:00—15:30	玻璃工业的 NO <sub>x</sub> 对策案例	AGC TECHNOLOGY SOLUTIONS 株式会社

15:30-15:50	燃煤发电企业应用脱硝催化剂案例	三菱日立电力系统工程有限公司
15:30-16:30	互动交流（在各公司展台前）	
总结		
16:30-16:45	总结	（日方）田畑亨（组长 / 大气污染对策） （中方）中国环境保护部

资料来源：JICA 专家组



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-3 技术交流的情形

### 2.1.9 确定应用 NO<sub>x</sub> 控制技术的备选企业●（活动 1-9）

环保部决定从湖南省湘潭市属于技术指南对象行业的企业中确定活动 1-10 提供技术建议的对象企业。在确定备选企业时，作为参考，JICA 专家组报告了 2013 年 3 月和 8 月在湘潭市内对火电厂、钢厂和水泥企业等进行 NO<sub>x</sub> 排放情况及削减空间进行的基础调查的结果。

#### (1) 调查内容

##### 1) 水泥厂

2013 年 3 月和 8 月，JICA 专家组就 NO<sub>x</sub> 排放现状及减排空间这两个方面，对中材湘潭水泥有限公司、湖南韶峰南方水泥有限公司、湘乡成美水泥有限公司进行了现场调查。

### 【中材湘潭水泥有限公司】

中材水泥拥有 5,500t/日的生产线，都带有 NSP、AQC 余热发电和喷射氨脱硝的 SNCR 烟气脱硝设备。厂领导列举了 NO<sub>x</sub> 减排技术、减排所需成本的削减以及节能措施等工厂存在的问题。

该厂拥有的设备已达到国际水准，为实现进一步稳定削减 NO<sub>x</sub> 的排放，需要加强维护管理，使用低 NO<sub>x</sub> 燃烧器改善窑炉的燃烧状况，提高现有烟气脱硝设备的功效（氨水的反应性、喷射条件等），调整分解炉的运行条件等。上述措施实施后，与目前相比 NO<sub>x</sub> 排放预计可降低 10~20%。

节能措施方面，很多设备都能够产生节能效果。设备高温部位的预热回收是一种非常经济的节能方式，此外，通风机、风箱、破碎机等旋转设备以及配电系统也存在很大的节能空间，商讨、评估对上述设备采取的措施，会使设备的运行更趋于合理化。由于该工厂的规模大、通过节能间接减少 NO<sub>x</sub> 等大气污染物和 CO<sub>2</sub> 的排放、降低生产成本的空间很大。

### 【湖南韶峰南方水泥有限公司】

湖南韶峰南方水泥有限公司拥有两条生产线，分别为 2,500t/日和 5,000t/日。这两条生产线都带有有 NSP、AQC 余热发电和 SNCR 烟气脱硝设备。

NO<sub>x</sub> 削减措施方面，分解炉和燃烧器还有改善的空间。通过设定合适的燃烧时间段、改变停留的时间、调整火焰的性状、实行空气过剩系数等方式既能有效地减少 NO<sub>x</sub> 的排放。根据日本的经验，仅凭改善燃烧这一点，即可降低 10%左右的 NO<sub>x</sub> 排放。

SNCR 烟气脱硝设备方面，通过确认氨喷射量、喷雾状态（压力、烟气温度、反应时间、挥发损失量等），即可降低氨水的消耗量，提高脱硝设备的功效。另外，煤含氮量的管理及实行煤的低氮化（特别是分解炉用的燃料）、分解炉的控制、各部位的氧浓度等即可削减 NO<sub>x</sub> 的排放。

节能措施方面，由于该厂产量有 7,500 t /d, 规模很大，节能对象设备的容量也很大，因此，在余热和用电方面都有许多改善的空间。通过节能改善，企业在削减成本和减少污染物排放方面都能收到很好效果。

“热系统”方面：

- 由于是大型设备，有许多设备外表面的温度很高，但这些热能白白损失，这方面可以采取防止热能流失的措施；

- 研究将回收的热能用作低压蒸汽旋转设备的动力；

- 研究通过烟气再循环降低氧浓度 等

“用电系统”

- 回转设备的回转次数控制技术的应用&剩余蒸汽驱动（电动并用型）

- 针对配电系统的无用电流采取措施、避免低负荷运转的措施 等

### 【湘乡成美水泥有限公司】

目前，湘乡成美水泥有限公司正在向政府申请新建产能为 5000t/日的生产线，获批后将在 2 年内完成建设。目前拥有的竖炉已停止运行，国家批准其在今后的 5 年内从别处购买熟料等半成品经粉碎机粉碎后调制成水泥出售。新建新型干法生产线计划使用废弃物气化技术，以 600t/日的的能力处理从湘乡市收集的生活垃圾。中国的水泥行业虽已经停止批准新建仅生产水泥的企业，但与废弃物进行协同处理的话，获批的可能性较大。

#### 2) 钢铁

2013 年 3 月和 8 月，JICA 专家组对湖南华菱湘潭钢铁有限公司的 NO<sub>x</sub> 排放情况以及削减空间进行了调查。

3 月份进行企业调查时，由于没有能够让企业充分了解调查的目的，调查进展不够顺利。8 月份进行调查时，JICA 专家首先根据上次调查时企业提出的要求，向企业介绍了日本钢铁行业 NO<sub>x</sub> 治理的历史沿革以及现状，与企业进行了技术交流。这次交流极大地提起了湘钢对本项目的兴趣，并希望能够得到本项目专家的帮助、指导。具体要求如下：

与 No<sub>x</sub> 减排、CO<sub>2</sub> 减排及削减生产成本相关的节能措施方面，希望在 JICA 专家的指导下对现有的设备的技术进行商讨评估，以此作为今后实施大气污染防治的基础。

希望在项目期间内，将钢厂的一台烧结机作为试点安装脱硝设备，验证削减氨水成本和降氮脱硝的效果。

并且，湘钢还表达了以下意愿：

建议从设备的节能等容易出成效的方面入手，随着项目的推进，再进一步扩大技术建议的范围。

在 JICA 专家的帮助下，希望通过工序、生产技术的改善，实现 NO<sub>x</sub> 的削减和节能效果。

#### 3) 工业锅炉

中方建议将湘潭市生产电极材料的工厂（电化厂）修建大型工业锅炉的计划作为对实施 EPC 之前的准备阶段提出技术性建议的对象。该锅炉计划采用热电联产系统，希望 JICA 专家能够在建设规划阶段就锅炉的建设提供技术建议，通过本项目，为节能减排做出的贡献。

#### 4) 煤电厂

在 2013 年 3 月的调查中，JICA 专家组对大唐湘潭发电有限公司的 NO<sub>x</sub> 排放情况以及削减空间进行了调查。

大唐湘潭发电有限公司有 2 个 300MW 和 2 个 600MW 的发电机组。300MW 的机组已安装脱硝设备，使用的是韩国生产的催化剂（催化剂寿命为 24,000 小时），还原剂使用的是尿素。600MW 的发电机组是大唐集团公司设计的，计划于 2014 年上半年安装烟气脱硝设备，所有的招标工作已经结束。由于大唐湘潭电厂所有的机组都已安装或开始安装烟气脱硝设备，目前已投入运行的烟气脱硝设备也不存在问题，因此，目前没有必要提供任何技术建议。

湘潭市环保局建议在今后电厂采取的 NO<sub>x</sub> 控制措施中，如果出现问题，希望 JICA 专家能够提供技术建议。

## **(2) 筛选结果**

上述调查的结果，根据①有明确的 NO<sub>x</sub> 减排目标值；②有削减 NO<sub>x</sub> 的空间；③在提供技术建议期间能够持续得到企业负责人的协助配合这三个条件，最终确定中材湘潭水泥有限公司（水泥厂）、湖南华菱湘潭钢铁有限公司（钢铁厂）、电化厂（工业锅炉）为本项目的示范企业，在活动 1-10 中为其提供技术建议。

## **(3) 其他**

在充分利用第一年度对示范企业提供技术建议所取得的成果的同时，为中国同行业内的其他企业提供技术建议对验证 NO<sub>x</sub> 控制技术的普遍适用性、证实同行业内 NO<sub>x</sub> 控制技术的选择性非常有效。此外，新增对象行业、将更多研究案例体现到技术指南中可以提高技术指南的可靠性以及用户对技术指南内容的立即，提高政府人员的指导能力，基于上述考虑，本项目围绕能否将下列企业作为对象示范企业的问题进行了商讨。

### **【湖南华菱湘潭钢铁有限公司焦化炉】**

焦化炉和烧结机一样，是制铁工序中重大的 NO<sub>x</sub> 污染源。中国国内目前还没有针对焦化炉的 NO<sub>x</sub> 减排措施案例，在环境规划院的强烈要求下，JICA 专家组就能否将湘钢焦化炉作为提供技术建议对象的问题与湘钢进行了交涉。但是，由于湘钢炼焦厂与其他工厂不同，具有独立法人资格，工厂不同意作为本项目示范企业参加项目活动。

### **【中材株洲水泥有限公司】**

在湘潭市以外的其他地区确定项目示范企业，是将迄今为止取得的成果扩大至其他地区的非常有效的方法。因此，JICA 专家组与环境规划院商议能否在其他地区确定项目示范企业，但由于申请项目对象地区外的示范企业程序上需要时间，只好放弃这一想法。考虑到在已确定示范企业的集团内的其他地区取得示范企业可能容易取得企业和所属上级部门的理解，JICA 专家组提出希望将与中材湘潭水泥有限公司同属中材集团的中材株洲水泥有限公司作为本项目示范企业，但由于集团内部的原因，未能实施。



**【湖南桑德静脉产业发展有限公司】**

随着中国废弃物排放量的增加，现有废弃物填埋场已经难以应对，建设带有废热回收锅炉的焚烧处理设施和利用水泥厂生产工艺协同处理废弃物在各地得到了普及推广。

湘潭市 2015 年管辖地区的废弃物排放量也将超过填埋场的允许容量，目前已经开始建设带有废热回收锅炉的焚烧处理设施，除建设工程外，该公司在企业运行后还将承担运行管理工作。

但是，由于周围居民担心居住环境被污染强烈建厂，政府和企业修改了建厂规划，拟将工厂建成一个可进行合理管理的新工业园区，但周围居民仍然强烈反对，工程目前处于停工状态。

本项目根据湘潭市的要求，JICA 专家组研究过将湖南桑德静脉产业发展有限公司负责建设的废弃物焚烧处理设施作为围绕 NO<sub>x</sub> 等大气污染物的控制提供技术建议的对象设施（该设施以废弃物的减量化为目的，同时进行燃烧气体的余热回收发电）。但由于上述原因，工厂建设工程开工遥遥无期，只好放弃提供技术建议的想法。对于将废弃物作为燃烧使用的工业锅炉的 NO<sub>x</sub> 控制措施在《NO<sub>x</sub> 控制技术指南（工业锅炉篇）》中有记述。

2.1.10 对实施工程设计、采购、建设之前的准备阶段提出技术性建议，指导备选企业开展大气氮氧化物控制技术应用示范▲（活动 1-10）

在活动 1-9 中，为了评估确定的湘潭市内 3 家企业的现状，JICA 专家组进行了烟气监测和询问调查，并根据分析结果，与环保部门以及企业生产部门负责人等企业的有关人员一起商讨了改善措施。

**（1） 中材湘潭水泥有限公司****【工作进度表】**

时间	技术建议及工作内容	企业的应对及施工进度
2013 年 9 月	·事前询问调查	
2013 年 12 月	·确认现场情况，为烟气监测做准备	
2014 年 2 月	·准备监测所需的器材 ·烟气监测	
2014 年 3 月	·分析监测结果，提出改善建议 ·通过节能减少排放方面的询问调查	·调整分解炉的空气量 ·修复喷氨喷嘴
2014 年 5 月		

2014年7月~ 2014年12月 ~2015年2月	·测量分解炉和转炉的表面温度  ·提出节能改善方案  ·就废弃物处理问题提供建议	·保温隔热施工
----------------------------------	--	---------

资料来源：JICA 专家组

### 【为评估现状所做的工作】

通过 JICA 专家对现场进行的调查以及从烧成工序负责人处听取的情况分析，JICA 专家判断，通过改善烧成工序涉及 NO<sub>x</sub> 减排的设施机能，有望削减约 10-15%的 NO<sub>x</sub> 排放。此外，调查结果表明，节能以及喷氨设备方面也有改善的空间。测量了烟气监测、烧成工序高温部位设备表面温度后，在正确计算了减排效果后，JICA 专家向企业提供了技术建议。

为评估现在进行的监测主要是对窑炉排放的烟气温度以及烧成工序尾部安装的脱硝设备（SNCR）运行及未运行时的 NO<sub>x</sub> 浓度变化进行的，监测结果表明，脱硝设备运行是 NO<sub>x</sub> 控制的效果很好，不运行时 NO<sub>x</sub> 浓度超过了水泥行业规定的排放标准；分解炉的温度远远超过了理想温度，并未发挥预期的 NO<sub>x</sub> 控制功效。

节能方面，JICA 专家在现场活动期间可能的范围内，决定对高温部位的保温隔热提供技术建议。为此，对分解炉及窑炉的表面温度进行了测量，并将测量结果与日本水泥厂同类设备的温度进行比较。对比结果表明，中材水泥的分解炉和窑炉的温度远远高于日本。此外，还发现中材为了防止窑体温度过高变形，在窑炉外安装了吹风机对窑炉表面进行降温。

### 【建议内容】

为了解决上述工作中发现的问题，JICA 专家提出了以下建议：

#### ① 提高喷氨的雾化效果

提高雾化特性          调整喷雾压力、喷雾粒径、接触反应时间

增加喷氨量          确定合适的当量比

#### ② 调整生产量

与生产量成正比的窑火炉热负荷的增减直接影响 NO<sub>x</sub> 排放量的增减。有必要通过烧成试验，确定能够满足限值的生产量。

#### ③ 调整分解炉 / 窑火炉的热负荷分配

- 可能由于原料的品质以及设备条件等的限制，中材目前的热负荷分配不能改变，但经 JICA 专家的监测确认，窑出口温度（分解炉下部温度）达 1187℃（中控室显示温度：1150~1160℃），处在热力型 NO<sub>x</sub> 生成温度区间，因此，JICA 专家建议应顺应国家 NO<sub>x</sub> 控制的要求，调整烧成条件。

#### ④ 控制窑内 NO<sub>x</sub> 的生成

- 安装低 NO<sub>x</sub> 燃烧器
- 为了实现低空气燃烧，建议应用控制过量空气（自动燃烧控制 ACC）等方法。根据记录，目前 O<sub>2</sub>% 平均为 8% vol，这一浓度并非异常值，但也有漏气的原因，因此，JICA 专家认为有必要控制燃烧过程中的过量空气，但本次调查没有进行确认。
- 调整火炎形状

建议根据喷雾特性（喷雾压力、喷雾粒径、挥发成分/固定碳含量、旋转度），通过燃烧试验等方式，确认火焰形状/NO<sub>x</sub> 生成量之间的相关，加以调整。

#### ⑤ 更换保温隔热材料

窑炉部分是散热损失较大的部分，要实现节能的目标值，应注意窑炉的温度。

JIS（日本工业标准）中规定对窑炉内壁的耐火隔热砖及类似材料的等级品质作了规定。JICA 专家建议参考日本的隔热材料品质标准，选用可在中国获取的同等质量的隔热材料，充分进行隔热处理。采取了妥善的措施后，窑炉外面就不需要安装吹风机进行表面降温了。

具体的调查报告及建议内容请参照附件 2.1-4。

#### 【企业的应对】

对于 JICA 专家提出的建议，企业方面已经迅速调整了分解炉送气量，更新了保温材料，对喷氨的喷嘴进行了改造，并研究应用低 NO<sub>x</sub> 燃烧器。通过上述措施，企业喷氨量减少，窑炉表面的温度降低，取得了很好的效果。此外，节能方面，企业表示：之前对于节能问题没有足够重视，听了 JICA 专家提出的建议后，企业开始从新的角度发现问题，通过节能可间接削减大气污染物的排放和大幅削减成本的问题有了深刻的认识。

#### 【废弃物处理问题】

在与 JICA 专家商讨 NO<sub>x</sub> 控制措施时，企业表示希望能够在烧成工序有效利用废弃物。湘潭市内产生的废弃物在处理时不仅需要与湘潭市环保局，还需要与其他有关部门商议。正如活动 1-9 中所记述的那样，湘潭市已经开始计划新建废弃物处理厂，因此，JICA 专家对企业今后与相关企业以及废弃物行政管理部门商讨这一问题时应确认的事项以及烧成工序利用废弃物时的注意事项提出的建议。

在中材水泥活动的情形如图 2.1-4 所示：



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-4 在中材湘潭水泥有限公司活动的情形

(2) 湖南华菱湘潭钢铁有限公司

【工作进度表】

时间	技术建议及工作内容	企业的应对及施工进度
2013 年 9 月	·介绍国际钢铁烧结机行业采取的 NO <sub>x</sub> 减排措施	·同意作为本项目示范企业
2013 年 11 月	·确认对象烧结机	
2014 年 1 月		·开监测孔 ·烟气监测准备工作
2014 年 3 月~4 月	·监测烟气 ·制作 NO <sub>x</sub> 排放路线图	
2014 年 5 月~	·监测烟气（仅限异常值部分）	·分析 NO <sub>x</sub> 排放路线图
2015 年 1 月	·商讨漏风对策	·风箱重组试验
2015 年 2 月~5 月	·商讨通过烟气循环的减排技术	
2015 年 7 月	·总结烧结机 NO <sub>x</sub> 减排对策	

资料来源：JICA 专家组

【为掌握现状开展的活动】

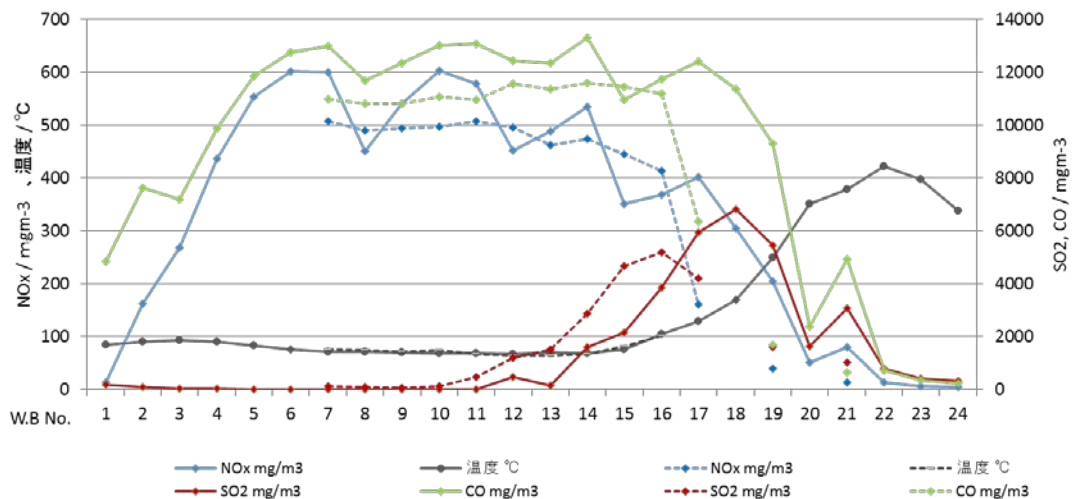
由于湘钢集团各工厂采取了独立法人的体制，因此，在取得各有关部门之间的配合理解以及工厂同意作为示范企业参加本项目的活动方面花费了很长的时间。

湘钢通过湘潭市环保局在烧结机烟道部位安装的在线监测设备监测的结果，对烧结机的烟气浓度等情况比较了解，但由于没有独自简策德经验，对于全长大 90m 的烧结机各部

位的燃烧情况以及烟气的组分等，没有可供确认燃烧情况的数据。鉴于上述情况，JICA 专家与湘钢商讨后决定制作 NO<sub>x</sub> 排放路线图，以掌握烧结机烟气的现状。

制作 NO<sub>x</sub> 排放路线图需要监测烟气浓度。由于没有监测各风箱所需的监测孔，JICA 专家向湘钢烧结机厂就 26 个监测孔的位置、监测孔的规格以及监测所需的准备工作等进行了说明，湘钢烧结机厂根据 JICA 专家的说明进行了打孔及监测准备。

2014 年 3 月，JICA 专家组与湘钢、湘潭市环保局一起根据附件 2.1-5 的内容进行了烧结机风箱的烟气监测，并于 2014 年 5 月对于监测数据中异常值的部分进行了补充监测，并根据补充监测结果，更新了 2014 年 3 月制作的 NO<sub>x</sub> 排放路线图，将其作为 NO<sub>x</sub> 排放路线图最终版。在制作 NO<sub>x</sub> 排放路线图时，由湘钢能源环境保护部负责，根据实际运行情况确认 NO<sub>x</sub> 排放路线图是否合理（图 2.1-5）。



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-5 新二烧 NO<sub>x</sub> 排放路线图

### 【技术建议内容】

在 JICA 专家与湘钢商讨 NO<sub>x</sub> 控制措施时，湘钢希望 JICA 专家制定一个能够即可削减 NO<sub>x</sub> 同时又可削减目前亟待解决的削减 SO<sub>2</sub> 的方案，还强烈希望 JICA 专家能够提供提供燃料消耗率的节能方案，并希望对烧结厂一直头疼的烧结机漏风问题提供改善方案。

#### ① 风箱重组

这是一个无需新建脱硫塔及脱硝设备，最大限度地利用现有设备，通过烟气循环、将风箱风门切换改变烟气流向等低成本的改造实现污染物减排的措施。通过将污染物浓度高的风箱富集到装有烟气处理设备的烟道的方式处理烟气，是排放浓度达到烧结机排放标准。

## ② 烟气循环

烧结机烟气中的氧浓度可以通过保持在较高数值的方式，重新送入烧结机重新加以利用。通过将部分富集到烟道中的烟气再次抽送至烧结机，促进烟气循环利用，从而削减烟气排放量。

这一方法需要增加循环烟气的设备，有可能影响产品的品质，因此需要与设计施工单位和烧结机生产厂家共同研究，谨慎实施。此外，同时实施上述①的风箱重组，可以最小的初期投资实现更显著的减排效果。

上述由 JICA 专家提出的①和②的施工方案见附件 2.1-6。

## ③ 漏风对策

在与企业生产负责人交流时得知，与日本的案例相比，湘钢的烧结机台车漏风率远远高于日本企业。减低漏风率不仅可以降低烧结机烟气风机的输出功率，实现节能，还可增加烧结矿生成的有效风量，提高生产力。针对湘钢的具体情况，JICA 专家向湘钢介绍了日本钢铁企业漏风量的监测方法以及采取的措施等。

## 【企业的应对】

JICA 专家提出技术建议后，湘钢于 2014 年 12 月进行了风箱重组试验，试验是在与烧结厂的相关人员一起边确认产品品质的变化情况下进行的。截至 2015 年 11 月，已确定了对烧结矿的品质没有影响，并且 NO<sub>x</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的排放目标值均可稳定达标的风箱重组方法。烟气循环方面，已与国内设计施工单位以及烧结机生产厂家一起研究减排改造设计方案。此外，在进行交流时受 JICA 专家的启发，湘钢烧结厂已在烧结机烟道部分安装了余热锅炉进行余热回收，并以开始运行。上述措施产生的效果如下：减少烟气量后，未安装烟气处理设备的 2 号烟道无需安装烟气处理设备即可达标排放；风箱重组试验的论文已发表在 2015 年 4 月号的行业杂志上（见附件 2.1-7）。

表 2.1-15 通过烧结烟气循环预计实现减排 NO<sub>x</sub> 量

	NO <sub>x</sub> mg/m <sup>3</sup>	1#烟道风量 m <sup>3</sup> /h	2#烟道风量 m <sup>3</sup> /h	排放量 t/a	减排量 t/a
烟气循环前	~220	820,000	820,000	3,031	847
烟气循环后	~260	1,000,000	0	2,184	

资料来源：JICA 专家组

表 2.1-16 通过烧结烟气循环预计实现减排废气量

	1#烟道风量 m <sup>3</sup> /h	2#烟道风量 m <sup>3</sup> /h	减排量 m <sup>3</sup> /h
烟气循环前	820,000	820,000	640,000
烟气循环后	1,000,000	0	

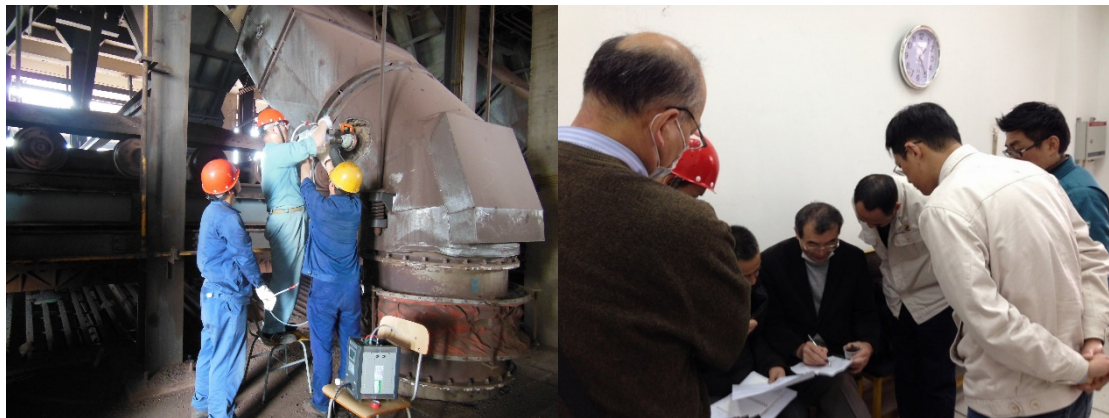
资料来源：JICA 专家组

表 2.1-17 通过烧结烟气循环预计实现节能量

减少焦粉单耗 kg/t	每年减少焦粉消耗 t/a	价值 万元/a
2.5	9,828	786

资料来源：JICA 专家组

在湘钢的活动情形如图 2.1-6 所示：



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-6 在湘钢的活动情形

(3) 湘潭电化科技有限公司

【工作进度表】

时间	技术建议及工作内容	企业的应对及施工进度
2014.5~6	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 确认锅炉规格内容</li> <li>· 编写标书时提供支援</li> <li>· 流化床锅炉的脱硝及脱硫技术的建议</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 工厂搬迁环评获批</li> </ul>
2014.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 签约前应确认的内容建议</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 锅炉搬迁施工单位及设备招标公告</li> </ul>
2014.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 设计图等确认</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 确定搬迁施工单位及锅炉、配套设备</li> <li>· 施工单位提交设备设计图、厂内设备安装图等</li> </ul>
2014.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 再次确认脱硝设备招标时的注意事项</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 与中标单位签订合同</li> <li>· 确定脱硝设备</li> </ul>
2014.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 确认试运行时的检查事项</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 工厂搬迁工作基本完成</li> <li>· 开始试运行</li> </ul>
2015.1~7		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 旧锅炉搬迁工作开始</li> </ul>

资料来源：JICA 专家组

【为掌握现状开展的活动】

湘潭电化科技有限公司在项目开始时计划将在湘潭市内的厂区搬迁至湘潭市郊区，并计划将现有的锅炉搬迁至新厂区，同时再增装一台新锅炉，因此，希望在工厂搬迁时能够得到 JICA 专家组的帮助。最初计划仅对搬迁锅炉提供技术建议，但后来由于湘潭电化决定优先安装新增锅炉，只搬迁旧厂区锅炉的框架和汽包，其他部分全部新装，考虑到对原有锅炉的搬迁提供的技术建议和对新装锅炉提供的技术建议有重复的部分，因此 JICA 专家决定将两台锅炉都作为提供技术建议的对象。

JICA 专家向湘潭电化锅炉负责人等听取了锅炉的现状以及今后的计划，还查看了搬迁的环评内容、锅炉设计图，并了解到该公司的高压变频器在打雷等时常发生故障等。

【技术建议内容】

在中国，企业在招标时标书中没有有关设备等的详细记述，只看价格确定中标单位的情况很多。由于没有明确责任，很多企业由于对新锅炉的情况还不熟悉，在锅炉运行后出现问题时，忙于应对解决的情况时有发生。为了在设备安装后能够稳定运行，在出现问题



是能够顺利解决，JICA 专家向湘潭电化提供以下建议和帮助，包括标书应明确的内容、安装阶段应注意的事项等。

- ① 搬迁工程标书编写注意事项（附件 2.1-8）
- ② 签约前应注意的事项（附件 2.1-9）
- ③ 试运行时应检查的项目（附件 2.1-10）

此外，湖南省环保厅审批的湘潭电化搬迁环评中要求采用流化床锅炉并安装脱硝设备。湘潭电化对是否需要安装脱硝设备一直抱有质疑，JICA 专家针对这一问题介绍了采用流化床锅炉时可适用的脱硝技术，为湘潭电化提供了技术建议，具体见附件 2.1-11。

### 【企业的应对】

新增锅炉为了能够在 2015 年 1 月开始运行，湘潭电化计划于 2014 年内完成新增锅炉安装工程，于 2015 年开始搬迁原有锅炉。鉴于这一情况，JICA 专家在对新增锅炉的应用提供技术建议的同时，对原有锅炉的搬迁也提供了技术建议。

由于工厂搬迁环评报告的审批比预计晚了很多，并且由于该企业管理层担心停产期间市场供货量不足造成客户流失，决定尽量缩短停产时间，因此，搬迁工期与当初计划相比进度很高快，没有充分研究 JICA 专家提供的建议，最终未能将 JICA 专家提供的建议内容体现到搬迁计划方案中。在锅炉和脱硝设备的标书和设计图中，既没有保障额定运行的内容，也没有明确发生问题时的应对措施和责任。

但是，新增锅炉运行后，湘潭电化根据 JICA 专家的建议，对燃料的采购条件进行了调整，并要求司炉工锅炉运行时按注意事项操作，是工厂的 NO<sub>x</sub> 排放量及排污费得到了大幅削减（600 万元/年→300 万元/年），在新安装的烟气脱硝设备截至 2015 年 11 月一直没有运行的情况下，工厂的烟气排放达到了国家的排放标准。并且，之前故障频发的高压变频器采购时按照 JICA 专家的建议，采用了正压冷却，要防尘、防潮，冷却风扇多路控制的高压变频器，解决了故障频发问题，与搬迁前相比节能率达 40%。在 2014 年 12 月搬迁旧锅炉时，湘潭电化也按照 JICA 专家的意见，在锅炉原来安装时的焊接部位切断汽包，最大限度保留了汽包的原貌。JICA 专家在湘潭电化的活动情形见图 2.1-7：



资料来源：JICA 专家组

图 2.1-7 在湘潭电化科技有限公司活动的情形

#### 2.1.11 完善 NO<sub>x</sub> 控制技术指南，并形成终稿★（活动 1-11）

【对象行业】燃煤发电及供热设施、水泥、钢厂烧结机及焦化炉、工业锅炉

##### （1）对象行业

如前所述，中国在十二·五规划中设定了约束性目标，并制定了个别排放目标，将急需采取 NO<sub>x</sub> 控制措施的燃煤发电及供热设施、水泥、钢厂烧结机及焦化炉和工业锅炉确定为对象行业。焦化炉部分，中国尚未制定 NO<sub>x</sub> 减排政策，而且日本对焦化炉单独采取 NO<sub>x</sub> 减排措施的案例也非常少，日方决定在可能的范围内收集信息，编制技术指南。

##### （2）编写进度

如上述活动 1-7 中记述的那样，在 2014 年 3 月之前完成了钢铁烧结机和水泥行业的技术指南初稿，按表 2.1-18 的日程完成了终稿。

表 2.1-18 技术指南编写进度表

时间	内容
2014年5月	与环境规划院商讨燃煤发电、工业锅炉部分技术指南的内容 根据环境规划院的要求，将循环硫化床锅炉部分的技术指南单列一册 举办钢铁烧结机和水泥行业的专家座谈会（已记述）
2014年9月	举办工业锅炉行业的专家座谈会（已记述）
2015年2月	向环境规划院提交日方负责编写的燃煤发电、工业锅炉、钢铁焦化炉部分的技术指南
2015年7月	由环境规划院牵头举办技术指南中国专家评估会（专家座谈会）
2015年8月	根据评估会提出的意见要求修改技术指南后提交中方
2015年9月	由环保部牵头举办技术指南评估会
2015年10月	根据评估会提出的意见要求修改技术指南后，向中方提交终稿

资料来源：JICA 专家组

经环保部提议，在确定技术指南终稿前，邀请中方专家举办了专家座谈会和评估会。专家座谈会从技术层面对技术指南进行了评估，提出了修改意见及建议，旨在使技术指南更符合中国的现状。由于中日双方专家的日程问题，此次专家座谈会至邀请和工业锅炉和水泥行业的专家进行了交流，其他行业的技术指南由中方专家提出书面意见，在专家座谈会上与环境规划院交流的方式进行了评估。专家座谈会上以及日方根据中方的意见和建议进行的修改内容见附件 2.1-12。

在评估会上，环保部、环境规划院的项目相关人员对日方根据中方提出的意见和建议修改、补充后的技术指南进行了评估，并希望日方补充一些 NO<sub>x</sub> 控制技术及相关设备的合理运行管理及日本国内以及国际上的技术应用案例等。日方根据中方的要求，在可能的范围内进行了修改补充，并于 2015 年 10 月提交了终稿。

### (3) 内容

#### 1) 目录

技术指南记载内容（大纲）经 JICA 专家组与环境规划院以例会讨论及邮件讨论的方式反复商议确定，后又根据 2014 年 7 月专家座谈会中方专家的意见进行修改最终确定。

表 2.1-19 技术指南大纲

技术指南大纲
日本各行业概要（日方负责）
NO <sub>x</sub> 相关的标准及政策（日方负责）
NO <sub>x</sub> 排放原理（日方负责）

NO<sub>x</sub> 控制技术（日方负责）  
节能措施（日方负责）  
运行管理及分析技术（日方负责）  
NO<sub>x</sub> 控制措施小结（日方负责）  
包括日本在内的世界各国 NO<sub>x</sub> 减排措施应用案例（日方负责）  
中国 NO<sub>x</sub> 控制技术方方案（中方负责）

资料来源：JICA 专家组

## 2) 技术指南的分册化

本技术指南是以环境相关的中央级地方行政人员、企业的环保部门的负责人以及生产部门的负责人为对象编写的，旨在各部门在人员培训以及行政人员对企业进行指导时能够作为参考。因此，为了使用者便于参照，按各个行业进行分册编写，各行业通用的运行管理及政策等部分的内容相同。

## 3) 环境省编写的手册的利用

在编写技术指南时，参考了《项目设计概要表》（PDM）中提到的环境省编写的《NO<sub>x</sub> 减排对策技术手册（2013.3）》。在本项目举办的专家座谈会及研讨会上等，日方向与会者分发了该手册，并就本项目编写技术指南时应利用的内容以及不适用中国现状的内容等进行了交流。

经与环境规划院商议后，将该手册中日本的 NO<sub>x</sub> 控制政策以及各行业的应用案例等编入技术指南。

## 4) 现场调查取得的成果在技术指南中的体现

在活动 1-10 中 JICA 专家对湘潭市的示范企业提出的技术建议作为国内案例、将调查中发现的问题作为研究 NO<sub>x</sub> 控制措施时的要点体现到了技术指南中。

示范企业在重视环保措施效果的同时，也同样重视环保成本。因此，在编制技术指南时，我们不仅从末端治理的角度，从通过节能及燃料转换削减 NO<sub>x</sub> 排放的角度也进行了阐述。

完成的技术指南见附件 2.1-13。

### 2.1.12 举办研讨会，让更多的人指导技术指南的内容★（活动 1-12）

2015 年 11 月 27 日在北京市举办了技术指南研讨会，向中国国内的地方环保部门介绍了技术指南的概要和 JICA 专家组在示范企业活动内容（研讨会议程见表 2.2-10）。

在研讨会上，环境规划院介绍了技术指南的概要，说明了中国的 NO<sub>x</sub> 治理现状，并介绍了技术指南的用途。JICA 专家按行业介绍了各行业技术指南的概要。由于时间有限，只介绍了技术指南的要点，回答了现场有关日本 NO<sub>x</sub> 治理政策等问题，并介绍了为评估企业 NO<sub>x</sub> 排放现状所进行的烟气监测等，使与会者从新的角度对企业面临的问题以及通过燃料转换减少 NO<sub>x</sub> 排放等日常工作中难以掌握的内容有了进一步的了解。

## 2.2 成果 2（通过实施大气污染物扩散模拟试验，使 NO<sub>x</sub> 控制效果的评估方法得到进一步完善）的活动内容

### 2.2.1 与 NO<sub>x</sub> 控制效果评估相关的赴日培训的实施▲（活动 2-1）

2013 年 12 月 8 日~14 日，JICA 专家组在日本实施了 NO<sub>x</sub> 控制效果评估相关的赴日培训。本次培训共邀请了 16 名中方人员参加，其中有 5 名从 12 月 8 日开始进行培训，10 名作为第 2 批人员从 12 月 9 日开始参加培训。另外 1 名由于未能在期限内及时办完赴日手续，没能参加本次培训。

培训情形如图 2.2-1，培训日程如表 2.2-1 所示：



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-1 “NO<sub>x</sub> 控制效果评估”赴日培训的情形

表 2.2-1 “NO<sub>x</sub> 控制效果评估” 培训日程

日期	时间	形式	培训内容	讲师或参观单位的负责人	培训地点
12/8 (周日)			移动(中国各地⇒东京)		
12/9 (周一)	9:30 ~ 12:00	讲座	培训规定说明		JICA 东京
	13:30 ~ 15:00	讲座	培训内容说明(布置课题、培训目的、预期成果、成果发表会等)	仲田伸也 ((株)数理计划总部 技师)	
	15:30 ~ 17:30	讲座	日本的总量控制制度(大气污染情况、课题设定、分析、限制设定等)	渡边谦一 (环境省 水、大气环境局 大气环境课 课长辅佐)	
12/10 (周二)	9:30 ~ 11:30	讲座	川崎市对大气污染源采取的行政措施(对企业进行达标指导)及按规定采取总量控制的工厂实例	塚本浩子 (川崎市 环境局 环境对策部 环境对策课 课长辅佐) 关昌之 (川崎市环境综合研究所 地域环境、公害监视课 课长辅佐)	川崎市环境综合研究所
	13:00 ~ 14:00	参观	参观川崎市环境局综合研究所	三泽, 鸭志田 (川崎市环境综合研究所)	
	14:30 ~ 17:00	参观	水泥厂 NO <sub>x</sub> 减排措施	岩田圣 ((株)D.C 川崎工厂 业务课总务股长) 小宫岳枝 ((株)D.C 川崎工厂 生产课生产股长)	D.C 川崎工厂
12/11 (周三)	9:30 ~ 11:30	讲座	日本的总量控制政策制定方法及对中国的适用研究(日本大气污染物总量控制手册、中国氮氧化物总量削减计划方案手册)	仲田伸也 ((株)数理计划 数理计划总部 技师)	JICA 东京
	13:00 ~ 16:00	讲座	总量控制指导实例(组织、知识的应用、与企业之间建立关系等)	二瓶久雄 (原东京都大气污染负责人)	

12/12 (周四)	10:30 ~ 11:30	讲座	东京都的排放控制 (大气污染情况, 东京都的固定污染源防治措施) 以及意见交流	关根幸雄 (东京都 环境局 环境改善部 大气保全课 课长辅佐)	东京都厅
	13:00 ~ 16:00	讲座	东京都的排放控制 (大气污染情况, 东京都的移动发生源防治措施)	折原岳朗 (东京都 环境局 机动车公害对策部 计划课 计划股长) 末藤祐二 (东京都 环境局 环境改善部 大气保全课 大气监视担当股长)	
	16:30 ~ 18:00	实习	课题研究、完成发表资料	田畑亨 ((株)数理计划总部 项目经理)	JICA 东京
12/13 (周五)	9:30 ~ 12:00	参观	火力发电厂的 NOx 减排措施	池衫守 (电源开发 (株) 吶子火力发电厂 ISOGO 能源广场 馆长) 工藤修二 (电源开发 (株) 吶子火力发电厂 技术组)	电源开发 吶子火力发电厂
	14:30 ~ 15:45	发表	成果发表、意见交换、评价会、结业典礼	前岛幸司 (JICA 地球环境部 环境管理第一课) 田畑亨 ((株)数理计划总部 项目经理) 出口雅之 ((公财) 国际环境技术转移中心 技师) 仲田伸也 ((株)数理计划 数理计划总部 技师)	JICA 东京
	16:00 ~ 17:30	讲座	JICA, 环境省, 培训人员, 专家组进行讨论、交流 (包括与环境省项目《基于日本模型环境对策技术等国际推广中国氮氧化物防治措施支援项目》、《中国构建协同效应型低碳社会支援方法研究项目》) 的意见交流	平祐朗 (环境省 水、大气环境局 总务课 国际协力推进室 股长) 宇贺舞子 (环境省 水、大气环境局 总务课 国际协力推进室) 小林一星 (环境省 水、大气环境局 总务课 环境管理技术室 环境专门调查员) 前岛幸司 (JICA 地球环境部 环境管理第一课) 田畑亨 ((株)数理计划总部 项目经理) 出口雅之 ((公财) 国际环境技术转移中心 主任) 仲田伸也 ((株)数理计划 数理计划总部 技师)	
12/14 (周六)			离日回国 (东京⇒中国各地)		

资料来源: JICA 专家组

研究发表会上的资料汇编和发表人从培训第一天开始每天听课的人员中选出，山东省环境保护厅赵辉接受了全体参加培训人员的推荐，编写并汇报了资料内容，培训成果汇报资料见附件 2.2-1。

成果发表会上，培训人员提交了 5 项“培训成果”和 4 项“培训中得到的启发”。

5 项“培训成果”具体为：

- ①总量控制法制体系的不断完善；
- ②减排目标和浓度降低目标的同时实施；
- ③环境数据测量和警报体系的不断完善；
- ④数据解析及利用；
- ⑤社会全体的共同参与等。

4 项“启发”具体为：

- ①通过实施总量控制改善大气质量；
- ②分阶段设定重点污染源；
- ③目标、职责明确的管理体系；
- ④技术和政策的持续革新等。

中央政府与地方政府的面临的课题不同，并且各地方政府各自面临的课题也不同。但由于此次培训是由中央政府和地方政府共同实施的，使得参加培训的人员对各种课题都有了认识 and 了解。

### 2.2.2 湘潭市现有数据的收集及基本分析的实施●（活动 2-2）

JICA 专家组与环境规划院多次商议后，确定了湘潭市环保局保有的现有数据中项目活动所需的数据，具体见表 2.2-2。湘潭市环保局从各部门收集信息后将数据提交给了环境规划院。

表 2.2-2 作为收集对象的湘潭市现有数据

	作为收集对象的现有数据	在项目活动中的用途
1	大气环境自动监测站的所有点位所有监测项目的小时值	活动 2-3、活动 2-4、活动 2-6
2	2013 年环境数据中湘潭市的部分	活动 2-5
3	2010 年污染源普查数据中的湘潭市部分	活动 2-5

资料来源：JICA 专家组



对于上述数据是否适合作为项目活动 2-3~2-6 的输入数据进行了筛选后,进行了基础分析。分析结果见表 2.2-3。数据分析由湘潭市环保局的技术人员在 JICA 专家的指导下进行。

表 2.2-3 湘潭市现有数据的基础分析

	收集对象的现有数据	分析结果
1	大气环境自动监测站的所有点位所有监测项目的小时值	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自动监测站点是按照中国的大气监测规定进行数据保存的,因此,没有保存 2012 年 12 月 31 日之前的小时值。此外,2013 年 8 月之前的 NO<sub>x</sub> 和 NO 监测数据也没有保存。因此,此次分析使用了 2013 年 1 月 1 日以后的数据,NO<sub>x</sub> 和 NO 部分使用的 2013 年 8 月以后的数据。</li> <li>2. 郊区只有一个监测站点,不易进行维护管理,维护水平有差异。本项目未使用这个点位的数据。</li> <li>3. 监测站点是按照中国的大气监测规定进行监测的,但是后来发现监测站周边新建了建筑物,致使部分气象数据无法用于活动 2-3、2-4 和 2-6。</li> <li>4. 在扩散模拟评价模型所需的郊外以及估计 NO<sub>x</sub> 浓度高、交通流量大的道路附近都没有大气监测站点。因此,JICA 专家组与委托调查单位签订了《大气污染监测委托合同》,委托其监测上述地点。</li> </ol>
2	官方气象数据	JICA 专家组已确认监测地点的周边环境适合气象测量,若干天的样品数据也没有问题。在参照大气监测站点小时值的可用期间后,JICA 专家组决定购买从 2013 年 1 月 1 日开始的全年小时值数据,并开始办理购买手续。
3	2013 年环境数据中湘潭市的部分	这部分数据是活动 2-5 输入数据最重要的信息源,因此决定使用。
4	2010 年污染源普查数据中的湘潭市部分	与 2013 年的环境统计数据相比有些旧,但由于包含有环境统计未调查的数据,因此用作活动 2-5 的输入数据。

资料来源: JICA 专家组

### 2.2.3 大气污染结构、污染特征的分析●(活动 2-3)

2013 年 6 月,JICA 专家使用网上公开的 2012 年湘潭市大气自动监测站的小时值等数据,作为分析大气污染结构、污染特质的一个例子进行了统计、相关分析,对湘潭市环保

局的技术人员开办了讲座。由于这些数据中有很多大概是因速报和数据传输错误造成的误报值，因此，分析例只能作为培训用资料，不能作为项目的成果。

2013年8月26日至9月2日，在JICA专家的指导下，湘潭市环保局进行了数据分析，并编写了分析报告。湘潭市环保局监测数据的保存是按照国家规定进行，2013年1月以前的小时值没有保存。因此，当时只能使用8个月的数据进行数据分析培训。在数据分析时，湘潭市环保局的技术人员计算了日平均浓度、小时平均浓度、星期平均浓度等，并分别制作了图表，按照不同点位、不同污染物分别整理了环境超标情况以及浓度变化情况。

湘潭市环保局对分析结果已由该局的技术人员在2014年5月16日的技术研讨会上做了汇报。2013年湘潭市大气污染情况分析结果如下，汇报资料见附件2.2-2:

- CO 和 O<sub>3</sub> 已达到环境标准，SO<sub>2</sub> 达标的时间较多，NO<sub>2</sub> 的达标率为 20~30%左右。PM10 和 PM2.5 没有达标，高浓度时间段较多。
- SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM10 和 PM2.5 在 10 月~1 月出现高浓度的时间较多。
- PM10 和 PM2.5 每个监测点的浓度差较小，PM10 在监测站自动监测点和昭山自动监测点数值稍高，岳塘和板塘稍低。特别是 PM2.5，监测站的浓度最高。
- 相对污染源较少的江对面的监测点也出现 NO<sub>2</sub> 浓度高的情况等，这应该是大型污染源对其造成的影响。

2014年6月，在JICA专家组的指导下，湘潭市环保局对大气稳定度进行了计算。2014年7-8月，湘潭市环保局利用实际数据对大气稳定度及各风箱的平均浓度进行了计算，并用图表的形式显示出来，对湘潭市的大气污染特征进行了研究。

2014年10月24日及10月27日，JICA专家对湘潭市环保局的对口人员进行了大气环境质量及气象数据分析的培训，并就以下内容进行了辅导。培训的情形见图2.2-2。2014年11月3日~4日，为了加深参加培训人员对内容的理解，以OJT的方式进行了辅导，并对部分需反复进行的作业由对口人员继续进行。

1. 各污染物不同点位的年平均值计算（用于扩散模型的评估）

为了让湘潭市环保局新参加人员学习通用软件，让已学过的人熟悉软件，采用了以老带新的培训方式。

2. 计算大气环境超标情况，并从这一观点出发整理大气污染情况。

指导参加人员计算各监测点位的环境超标情况，根据计算结果记述大气污染的情况。由于湘潭市以前没有计算过各监测点位的环境超标情况，对大气污染分布情况没有完全正确掌握，制定和实施减排规划时没有考虑大气污染的分布情况和污染程度。对于这一点湘潭市环保局共也有同感。

3. 编辑、完善大气环境质量、气象数据分析报告。

将2014年4月和9月2次编写的报告汇编成一个报告，就报告书中存在的问题进行了修改，并加入了本次分析结果。

湘潭市环保局根据上述培训和辅导内容编写了数据分析报告。报告见附件 2.2-3。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-2 2014 年 10 月培训的情形

#### 2.2.4 模拟试验所需的气象数据的分析●（活动 2-4）

##### （1）地表气象数据

JICA 专家与环境规划院商讨所需气象数据的项目以及数据来源时，充分考虑了今后向其他重点城市的推广的这一问题。根据商讨结果，由湘潭市环保局向湘潭市气象局确认其地上气象监测的项目，要求其提供报价后取得了气象数据。JICA 专家组与湘潭市环保局根据获取的信息商讨了扩散模拟及大气浓度分析所需检测项目的替代方案。在购买气象数据前，要求气象局提供了数据样本，以便确认数据的品质。在确认数据样本没有问题后，购买了 2013 年 1 月~12 月的全年气象数据。表 2.2-4 为购买的气象数据的监测项目：

表 2.2-4 购买的气象数据的监测项目

项目	点位数	数据	项目	点位数	数据
气温	3 个点位	每小时	风速	3 个点位	8:00; 14:00; 20:00
降水量	3 个点位	每小时	总云量	3 个点位	8:00; 14:00; 20:00
表面气压	3 个点位	每小时	低云量	3 个点位	8:00; 14:00; 20:00
相对湿度	3 个点位	每小时	云高（云底高度）	3 个点位	8:00; 14:00; 20:00
风向	3 个点位	每小时	能见度	3 个点位	8:00; 14:00; 20:00

注：3 个点位指的是位于湘潭市内的湘潭、湘乡和韶山三个气象监测点位。

资料来源：JICA 专家组

## (2) 高程气象数据

NOAA/ESRL Radiosonde Database<sup>1</sup>中下载，距湘潭最近的是在长沙（湘潭北 50km），监测项目有气压、高度、气温、露点温度、风向风速。本项目将把这些数据用作高层气象数据，因此不再实施原计划委托进行的高层气象观测。

高程气象数据可从 NOAA/ESRL Radiosonde Database<sup>2</sup>中免费下载，监测项目有气压、高度、气温、露点温度和风向风速。距湘潭最近的是在长沙（湘潭北 50km），与日本的案例<sup>3</sup>比较后认为使用这一数据没有问题。该数据中包含了扩散模拟试验所需的所有项目，因此，将该数据作为扩散模拟试验的高程气象数据使用。

## (3) 气象数据分析的相关培训

2014年6月20日，JICA 专家组举办了气象数据分析专题研讨培训，湘潭市有2名技术人员参加。培训时，确认了第一年度购买的气象数据（2013年1月开始的全年数据）的记载方法，说明了缺测值的处理方法，并指导参加培训人员进行了数据汇总计算练习。由于数据较多，培训时采用 Microsoft Access 对数据进行了分析、整理，但根据培训情况来看，参加培训人员还需时间适应 Microsoft Access 的操作方法。通过培训，湘潭市的技术人员掌握了对获得的气象数据的整理方法、不明之处的处理方法等，为以后数据的汇总计算打下了基础。

2014年10月~11月进行了大气环境&气象数据分析的培训及辅导，培训的情形见图 2.2-3。

---

<sup>1</sup> <http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>

<sup>2</sup> <http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>

<sup>3</sup> 东京某一关东地区的高程气象数据一般采用筑波（馆野）高程气象台监测的数据。

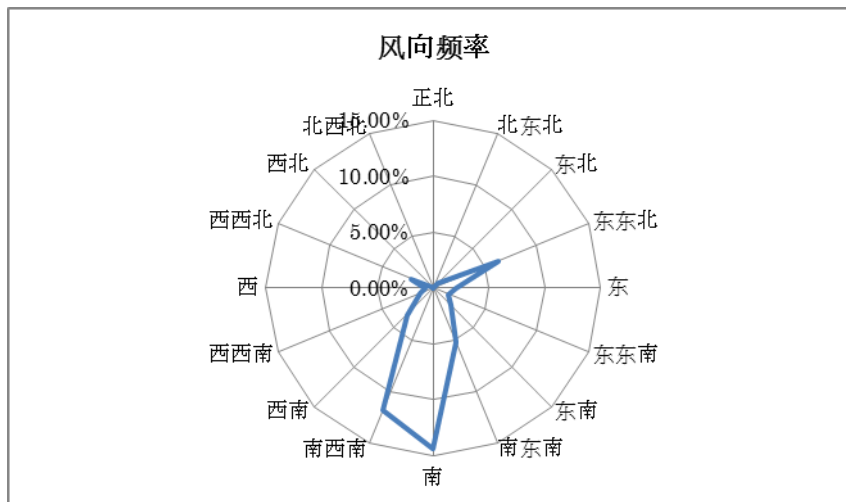


资料来源：JICA 专家组

图 2.2-3 大气环境&气象数据分析培训（2014 年 10 月~11 月）的情形

湘潭市环保局根据迄今为止的大气环境&气象数据分析培训内容编写了分析报告，报告见附件 2.2-4。

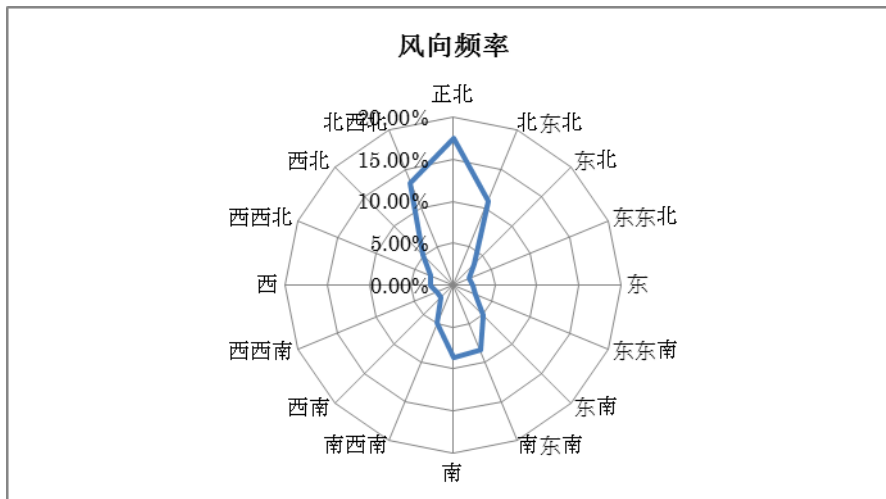
图 2.2-4 是被确定为不具有代表性的例子。它与图 2.2-5 相同，处于该区域冬季的主导风为北风，但北风出现的频率较少。有人认为可能是检测仪器发生故障造成的，但到监测点一看，发现就在紧挨着风向风速仪的北侧有一幢新建的大楼，这是造成北风出现频率少的原因。于是没有采用这一点位的气象数据，而是选择了市内其他点位的数据。



资料来源：湖南省湘潭市环保局利用气象局提供的 2013 年气象数据制作的图（2015）

说明：该区域主导风为偏北风，但由于风向仪的北侧建了高楼，几乎没有出现北风。

图 2.2-4 根据风向频率图确认的异常例



资料来源：湖南省湘潭市环保局利用气象局提供的 2013 年气象数据制作的图（2015）

图 2.2-5 利用气象局的同期数据制作的风向频率图

## 2.2.5 模拟试验所需的固定污染源及移动污染源排放量的推算 ●（活动 2-5）

### (1) 固定污染源

2013 年 6 月，JICA 专家与环境规划院对能否使用湘潭市环境保护局保有的固定污染源排放数据进行模拟试验进行了确认，结果发现，湘潭市环保局保有的每年实施的环境统计以及 2010 年的污染源普查数据中没有模拟试验所需的固定污染源的烟囱信息、各燃料消耗设备每个月的燃料使用量、各设备的运行模式等污染源数据。

2013 年 11 月，JICA 专家向湘潭市环保局的负责人讲解了所需固定污染源数据的内容，并对收集固定污染源信息用调查表的填写方法和对象企业的确定方法进行了指导。JICA 专家组和湘潭市环保局根据环境统计的数据和湘潭市环保局拟定的企业名单进行了磋商，最终选定 46 家工厂、企业为收集信息的对象。JICA 专家于 12 月签订收集固定污染源信息的委托合同，并和湘潭市环保局一起共同管理委托业务。

2014 年 6 月~7 月，JICA 专家向湘潭市环保局的对口人员介绍了固定污染源排放清单的概要、编制目的以及在模拟试验的运用案例，并说明了固定污染源排放清单的计算方法以及收集信息的填写方法。之后，在 JICA 专家的指导下，该对口人员计算了 2013 年湘潭市固定污染源的排放量。计算固定污染源排放量所用的输入表的摘要见附件 2.2-5，企业名称、企业编号、烟囱信息、排放量等全部使用虚拟数据。

2014 年 9 月~10 月，JICA 专家向对口人员说明了利用环境数据和 2013 年固定污染源委托调查结果推算湘潭市实施十二五 NO<sub>x</sub> 减排规划后 2015 年固定污染源排放量的推算方法。对口人员在 JICA 专家的指导下推算了十二五规划开始年（2010 年）至 2013 年排放量的年增长率，并在假设该增长率一直持续到 2015 年的前提下推算了 2015 年固定污染源排放量，制作了十二五 NO<sub>x</sub> 减排规划实施后的 2015 年固定污染源排放清单。

湘潭市环保局原负责固定污染源排放清单的对口人员于 2015 年 3 月辞职，2015 年 6 月，JICA 专家首先向新负责的 2 名对口人员介绍了固定污染源排放清单的概要（固定污染源排放清单在扩散模拟中的作用以及编制方法），然后利用之前制作的湘潭市 2013 年固定污染源排放清单以及十二·五 NO<sub>x</sub> 减排规划完全实施后的 2015 年的固定污染源排放清单，对新负责的对口人员进行了固定污染源排放清单制作方法的培训。在 JICA 专家的指导下，该对口人员根据十二·五 NO<sub>x</sub> 减排规划完全实施后的 2015 年的固定污染源排放清单制作了十二·五 NO<sub>x</sub> 减排规划完全没有实施时的 2015 年的固定污染源排放清单。

大气扩散模拟试验所用的固定污染源排放清单见附件 2.2-6，企业名称、企业编号、烟囱信息、排放量等全部使用虚拟数据。

项目期间固定污染源排放量推算培训活动概要见表 2.2-5：

表 2.2-5 固定污染源排放量推算培训活动概要

时间	方法	内容
2013. 11. 18	OJT	商讨了按燃料使用量分类的企业名单。
2013. 11. 20	OJT	商讨了按 NO <sub>x</sub> 排放量分类的企业名单。
2013. 11. 22	OJT	说明了制作和确定固定污染源企业名单的方法。
2013. 12. 3	OJT	说明了固定污染源的补充调查内容，并说明了调查的必要性和目的。
2013. 12. 16	OJT	使用环境统计登记表以及根据越南工厂的调查结果录入的数据，对固定污染源排放清单所需的数据内容进行了说明。
2014. 2. 17	OJT	说明了大气扩散模拟模型所需的污染源排放清单的制作方法。
2014. 6. 12	OJT	说明固定污染源排放量的计算方法、固定污染源排放清单在模拟试验中的应用及数据输入方法
2014. 6. 17	OJT	商讨数据输入表、指导数据输入方法
2014. 6. 23	OJT	指导数据输入方法
2014. 6. 24	OJT	指导数据输入方法
2014. 6. 25	OJT	指导数据输入方法
2014. 6. 26	OJT	说明固定污染源的补充调查内容，并说明了调查的必要性及目的；指导数据输入方法、湘钢、电力等的运行时间的分配方法及燃料使用量的分配方法
2014. 6. 27	OJT	指导烟囱信息的确认方法
2014. 6. 30	OJT	指导从环统总表 108 及环统总表 302 表中提取所需数据的方法
2014. 7. 2	OJTWS	说明根据委托调查收集的大气扩散模拟模型用固定污染源调查表及环统数据编制固定污染源排放清单的方法
2014. 7. 3	OJT	确认公开的电子地图所标位置信息的方法以及填写用 CEMS 监测的烟气浓度时存在的问题
2014. 9. 17	OJT	确认上次活动布置工作完成的情况，指导修改固定污染源清单
2014. 9. 18	OJT	指导修改 2013 年的固定污染源清单（烟囱位置）
2014. 9. 19	OJT	指导修改 2013 年的固定污染源清单（烟囱位置）
2014. 9. 22	OJT	指导修改 2013 年的固定污染源清单（烟囱位置），说明 2015 年固定污染源排放量的计算方法
2014. 9. 23	OJT	指导 2015 年固定污染源排放量的推算
2014. 9. 24	OJT	指导 2015 年固定污染源排放量的推算



2014. 10. 23	OJT	指导实施湘潭市十二五 NO <sub>x</sub> 减排规划后的排放量推算
2014. 10. 28	OJT	指导实施湘潭市十二五 NO <sub>x</sub> 减排规划后的排放量推算
2014. 10. 30	OJT	指导 2015 年固定污染源排放量的推算
2015. 6. 11	WS	说明固定污染源排放清单的编制方法（概要）
2015. 6. 15	WS	2013 年固定污染源排放清单的编制方法（1） 说明固定污染源排放清单所需数据类型，以火电厂为例练习输入方法
2015. 6. 16	WS	2013 年固定污染源排放清单的编制方法(2) 确认烟囱位置信息，以水泥厂为例练习输入方法。
2015. 6. 17	WS	确认烟囱位置信息中的问题，说明 2015 年固定污染源排放清单的编制方法，练习计算推算 2015 年排放量的增长系数。
2015. 6. 18	WS	指导计算十二·五 NO <sub>x</sub> 减排规划完全实施后的 2015 年的固定污染源排放量
2015. 6. 19	OJT	指导计算十二·五 NO <sub>x</sub> 减排规划完全没有实施时的 2015 年的固定污染源排放量

资料来源：JICA 专家组



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-6 编制固定污染源排放清单活动的情形

## (2) 移动污染源

最初开始进行移动污染源排放量计算的培训时，于 2013 年 6 月在湘潭市进行可移动污染源相关的数据收集，结果发现了以下问题：

湘潭市环保局虽然根据每年的环统数据，掌握了不同车型不同燃料不同尾气排放标准的车辆登记数量，但没有排放量的数据；

机动车排放量的计算是由提供车辆信息的环保部机动车排污监控中心进行了，因此，不知道是采用何种方法计算的。

由于没有各道路不同车型的行驶数量，因此无法掌握各道路的排放量。

鉴于上述情况，JICA 专家于 2013 年 12 月~2014 年 2 月与湘潭市环保局的对口人员一起实施了车流量&旅行速度调查。湘潭市环保局的 2 名对口人员从编制车流量&旅行速度调查委托规格书开始就参与了活动，商议确定了调查点位、行驶调查线路等，并一起进行了试调查和正式调查。湘潭市环保局的对口人员在与 JICA 专家商讨时，根据湘潭市的交通状况对调查点位提出了建议，对调查的方法有了进一步了解。

湘潭市环保局虽然掌握了机动车排放量的数据，但技术人员还没有掌握计算方法，并且，也没有对数据进行收集整理，制作成模拟试验用的污染源数据。鉴于上述情况，2014年6月13日~18日，JICA专家组在湘潭市举办了移动污染源排放清单编制方面的专题研讨培训，湘潭市环保局有5名人员参加。本次培训是扩散模拟试验技术转移的一部分，对理解污染源排放清单编制过程非常重要，因此参加人员要求应是扩散模拟部分技术转移的对象。通过参加培训，他们对通过交通流量调查获得的数据概要、以及使用调查数据计算移动污染源排放清单的方法等加深了理解。

2014年6月~8月，JICA专家在北京市就移动污染源排放量的计算方法和可使用的数据库问题与环境规划院和机动车排污监控中心进行了协商。JICA专家希望机动车排污监控中心将计算环境车辆的排放量所需的不同车型不同排放标准不同速度的排放系数提供给湘潭市环保局使用，环保部同意由机动车排污监控中心按不同车型计算排放系数后提供给湘潭市环保局。

2014年9月~11月，JICA专家组在湘潭举办了移动污染源排放清单编制方法的专题讲座培训。共有4名湘潭市环保局的对口人员参加。本次讲座培训的内容是扩散模拟试验部分技术转移的一部分，对理解污染源排放清单的编制过程非常重要，因此，1名参加模拟试验培训的对口人员也是参加了此次培训。通过9月份的培训，对口人员不仅加深了对移动污染源排放清单计算方法等的理解，还学习了计算排放量所需的GIS软件、数据库软件的使用方法以及具体的计算步骤。此外，JICA专家组通过环境规划院向机动车排污监控中心要求提供的中国机动车排放系数于9月下旬提供给了湘潭市环保局。为了让培训人员熟练掌握计算顺序，JICA专家于2014年10月专门安排的复习时间，并将计算顺序编成手册发给大家。

2014年10月~11月，湘潭市环保局的对口人员使用机动车排污监控中心提供的排放系数实际计算了2010年（NO<sub>x</sub>减排规划开始年）、2013年及2015年（NO<sub>x</sub>减排规划完成年）的湘潭市移动污染源排放量。

并且，于2015年6月~7月计算了十二五完全没有实施时的2015年的排放量。为了配合模拟试验的培训时间，本次培训优先得出了计算结果，对计算条件和计算过程没有进行详细讲解，因此在2015年11月安排了培训，对这一部分进行了详细讲解。



资料来源：车流量调查、旅行速度调查报告

图 2.2-7 车流量调查、旅行速度调查的情形



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-8 移动污染源培训的情形

## 2.2.6 适合湘潭市大气质量的模拟模型的构建★（活动 2-6）

### (1) 与 C/P 的商讨以及培训的实施

与 C/P 的商讨以及培训的概要见表 2.2-6:

表 2.2-6 与 C/P 的商讨以及培训的概要

时间	对口单位	概要
2013 年 6 月	环境规划院	商讨利用扩散模拟试验的目的、实施体制及项目采用的扩散模拟模型
2013 年 6 月	湘潭市环保局	向技术转移对象实施 CA
2013 年 8 月	环境规划院	扩散模拟模型の選定合意
2013 年 10 月	环境规划院	举办扩散模拟模型利用方法的讲座, 介绍日本总量控制的利用案例
2013 年 10 月 ~11 月	环境规划院 湘潭市环保局	使用模拟数据进行扩散模拟模型使用方法的培训
2014 年 6 月 ~7 月	环境规划院 湘潭市环保局	使用实际数据进行扩散模拟模型计算的培训
2014 年 9 月	湘潭市环保局	对培训的内容进行个别指导
2014 年 10 月	环境规划院 湘潭市环保局	扩散模拟模型利用相关的培训
2015 年 2 月	湘潭市环保局	扩散模拟模型构建的 OJT
2015 年 6 月 ~7 月	湘潭市环保局	扩散模拟模型构建的 OJT

资料来源: JICA 专家组

2013 年 6 月, JICA 专家与环境规划院的扩散模拟负责技术人员商讨了扩散模拟试验的使用目的及实施体制, 最终决定由 JICA 专家对湘潭市环保局进行技术指导, 必要时向环境规划院报告协商。有关本项目采用何种扩散模拟模型的问题, JICA 专家向规划院推荐了几个备选模型, 商定在湘潭开展具体活动前确定模型。

与环境规划院商议后, JICA 专家组针对湘潭市负责扩散模拟部分的技术人员进行了能力评估的摸底调查 (CA), 调查中, 他们对此项工作表现出了浓厚的兴趣。但是这些技术人员在大学学习的是化学分析专业, 从没有接触过扩散模拟试验。于是, JICA 专家向他们推荐了教材, 要求大家先自学, 对扩散模拟模型有个初步了解。

2013 年 8 月, JICA 专家就本项目采用哪种扩散模拟模型与环境规划院进行了商议。考虑到今后在中国地方城市普及的问题, 最终双方决定采用在中国普遍使用的中国环评指南推荐的 USEPA (美国环保署) 的 CALPUFF 模型。

为了让环境规划院进一步了解扩散模拟试验的目的和意义, 2013 年 10 月, JICA 专家在环境规划院举办讲座, 介绍了扩散模拟模型的利用方法以及日本总量控制的利用案例。通过讲座, 中方了解了扩散模拟模型的利用方法以及日本的总量控制和中国的总量控制方法上的差异。讲座的情形见图 2.2-9, 讲座上发放的资料见附件 2.2-7。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-9 在环境规划院举办讲座的情形

作为技术转移的一环，JICA 专家组于 2013 年 10 月 30 日~11 月 5 日在湘潭市环保局举办了专题培训，使用虚拟数据讲解了模拟扩散模型的使用方法。参加人员来自环境规划院和湘潭市环保局等共计 12 名。专题培训时的情形见图 2.2-10，培训资料见附件 2.2-8。



2013 年 10 月 30 日~11 月 5 日举办

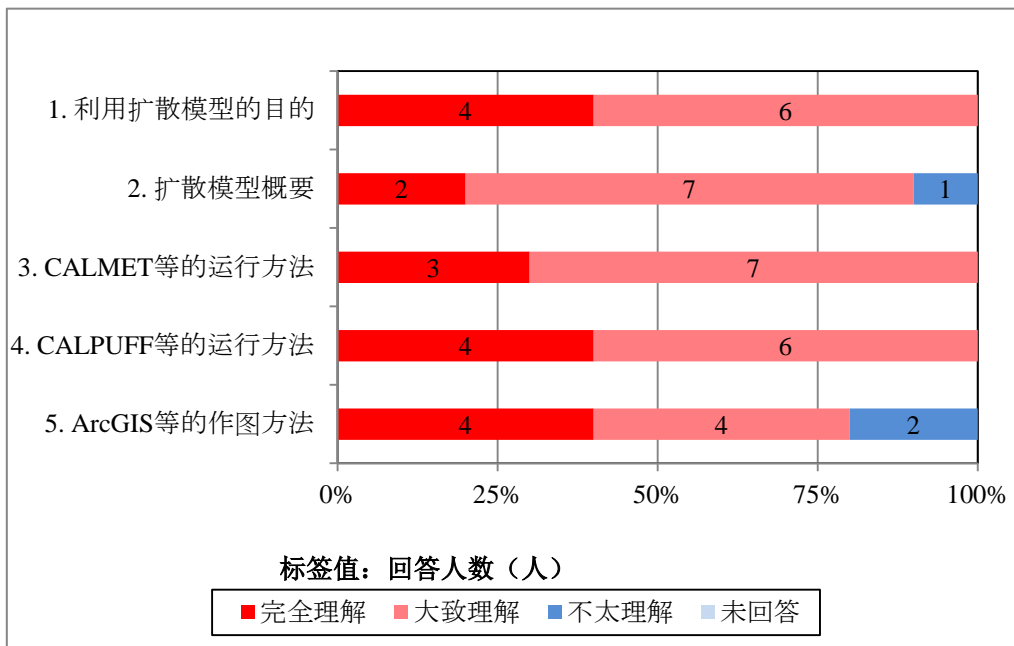
资料来源：JICA 专家组

图 2.2-10 模拟扩散模型培训的情形

培训时，JICA 专家首先向参加培训人员讲解了利用扩散模拟模型的目的和扩散模拟模型的基本原理，然后使用虚拟数据进行了扩散模拟模型的练习。一开始学员还是不会用扩散模型，后来大家相互讨论，慢慢理清了头绪，通过反复练习，最后能够独立操作，用图显示出模型的计算结果。

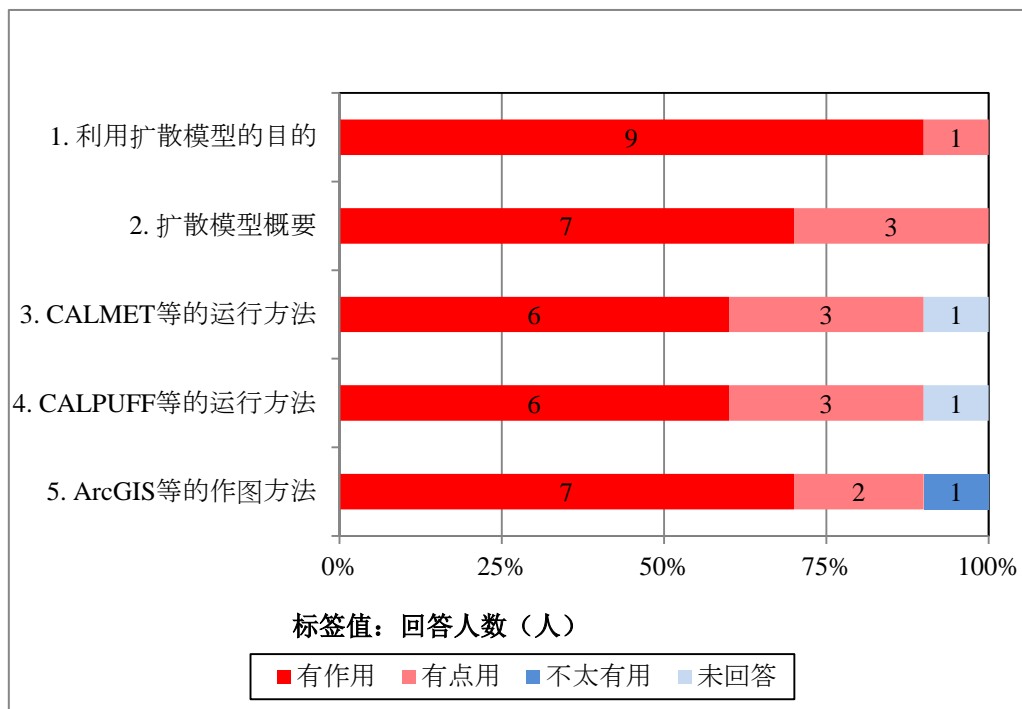
培训结束后，参加人员填写了问卷调查，问卷调查的内容包括对培训内容的理解程度、对今后项目活动的希望和要求以及本次培训的感想。调查问卷的统计结果见图 2.2-11 和图 2.2-12。此外，问卷还设了自由填写栏，学员们填写的内容大致分为以下 4 类：

- ① 希望使用环保局保有的数据进行扩散模拟试验；
- ② 希望教授计算出现问题时的具体解决方法；
- ③ 希望详细说明 CALPUFF 模型中参数的设定方法；
- ④ 希望今后多举办一些这样的培训。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-11 扩散模型专题培训问卷调查结果（理解程度）



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-12 扩散模型专题培训问卷调查结果（工作有用性）

在 2013 年 10 月~11 月举办的扩散模型的利用相关的专题研讨培训中，没有任何湘潭市环保局拥有的数据，均用的是虚拟数据。培训后，参加培训的人员希望能够使用实际数据进行培训，以便能够在出现问题的时候知道如何去解决。

2014 年 6 月 27 日~7 月 4 日，JICA 专家组使用环境统计业务系统的数据、气象数据、第一年度委托调查数据在湘潭市环保局举办了专题研讨培训，环境规划院有 3 名、湘潭市环保局有 5 名人员参加。参加上次培训的湘潭市环境科学研究院的人员由于日程原因没能参加本次的讲座培训。培训的情形见图 2.2-10，培训用资料见附件 2.2-9。





2014年6月27日~7月4日举办

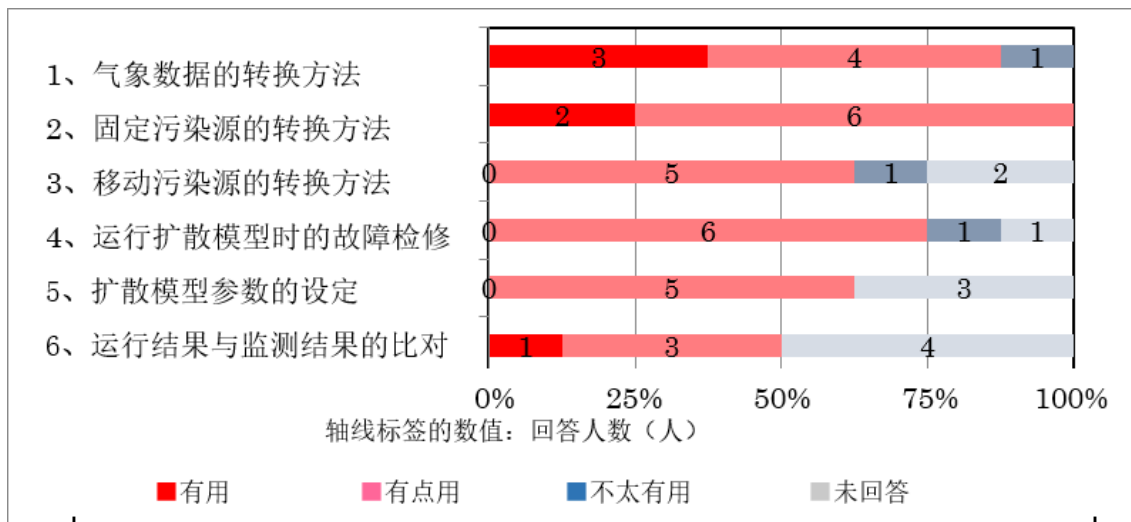
资料来源：JICA 专家组

图 2.2-13 扩散模拟试验相关培训的情形

培训一开始先复习了上次培训的内容，然后对将使用的实际数据进行分析、整理，并制作了模型输入用数据。但是，由于参加人员对使用 Excel 和 Access 合计气象数据等还不习惯，在合计这一环节培训用的时间较多，培训最后延长了一天。在培训中 JICA 专家看到已掌握的人员向还不太会的人员指导的情形。

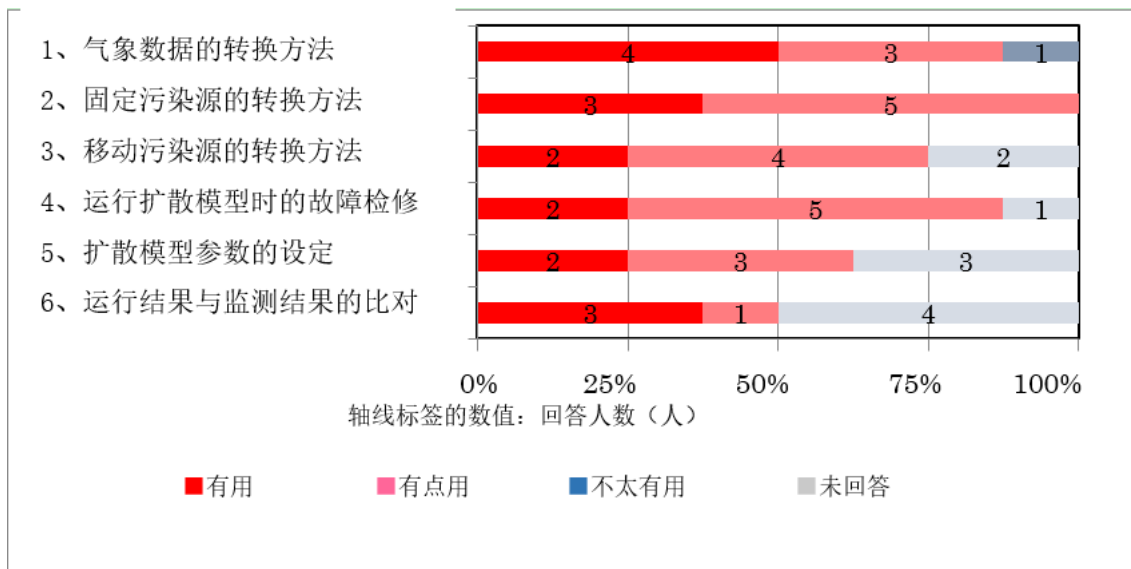
培训结束后，参加人员填写了问卷调查，问卷调查的内容包括对培训内容的理解程度、对今后项目活动的希望和要求以及本次培训的心得。调查问卷的统计结果见图 2.2-14 和图 2.2-15。“6、扩散模型的运行结果与大气质量浓度监测结果的比对”部分，由于是延长一天的培训，很多人因工作原因没能参加，未回答的比例较高。此外，问卷还设了自由填写栏，学员们填写的内容如下：

- ① 希望能就 UI 式模型进行讲解。
- ② 希望能够对 CALPUFF 的程序进行说明。
- ③ 希望对模型的具体内容进一步加以说明。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-14 扩散模型专题培训问卷调查结果（理解程度）



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-15 扩散模型专题培训问卷调查结果（工作有用性）

为了解决大家对 2014 年 6 月~7 月培训内容提出的问题,2014 年 9 月 28 日~29 日, JICA 专家组对中方对口人员进行了个别指导,并于 2014 年 10 月 27 日~10 月 31 日就扩散模型的利用进行了培训,培训时使用的使用的资料见附件 2.2-10。2014 年 9 月的培训环境规划院的对口人员因时间的问题未能参加,只有湘潭市环保局的对口人员参加。2014 年 10 月培训时,利用本项目整理编制的污染源排放清单进行了模拟试验,加深了中方对口人员对输入数据的制作方法以及进行扩散模拟试验的方法的理解。

2015年2月5日~13日以OJT的形式进行培训，构建了扩散模拟模型。在构建模型时，JICA专家与对口人员一起商讨了2014年10月的培训中出现问题的改善方案，并多次反复实施体现了改善方案的扩散模拟试验，以期提高模型的精度。反复实施的结果，与2014年10月相比相关性得到了很大改善，但仍有改善的空间。活动的情形见图2.2-16。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-16 2015年2月以OJT的形式进行培训时的情形

在2015年2月活动的基础上，2015年6月25日~7月10日，JICA专家组就模拟模型的构建对中方对口人员以OJT的形式进行了个别指导。由于一直积极参加培训的对口人员于2015年2月前离开了湘潭市环保局，JICA专家组对中方接任的口人员进行了以OJT的形式进行了个别指导。活动的情形见图2.2-17。针对2015年2月留下的问题，2015年6月~7月，JICA专家对扩散模型进行了调整，制作了计算值与自动监测站监测值的相关性图，在确认了相关系数及近似值的倾斜度后认为，调整后的模型再现了湘潭市的大气污染结构。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-17 2015 年 6 月~7 月以 OJT 的形式进行指导的情形

## (2) 扩散模拟试验的基本条件

在湘潭市实施的扩散模拟试验的基本条件如表 2.2-7 所示：

表 2.2-7 扩散模拟试验的基本条件

项目	内容
预计使用模型	CALPUFF Ver5.8.4 (USEPA 推荐模型)
对象区域	计算区域：包括湘潭市全市在内约 115km x 90km 分析对象区域：中心部约 16km x 26km
地形	SRTM30/GTOPO30 Global Data (~900 m, 30 arc-sec)
土地利用数据	USGS Land Use/Land Cover Scheme Eurasia (optimized for Asia)
分辨率	计算区域：5km x 5km、分析对象区域：1km x 1km
对象污染物	SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> )、NO <sub>x</sub> (NO、NO <sub>2</sub> )
污染源	重点·非重点调查工业企业、城镇生活源、机动车源
对象期间	2013 年 1 月~2013 年 12 月
浓度计算点位	1km x 1km 网格的中心点、大气环境质量自动监测站

资料来源：JICA 专家组

### 1) 使用的风向风速数据

虽然 CALPUFF 模型和 ADMS 模型一样需要有风向和风速的数据，但《中国环境影响评价指南》(HJ2.2-2008 8.2) 中规定，像湘潭市这样对象区域在 50km 以上的，应使用现有的推测高程气象数据。而且，由于中上层气象监测的成本较高，地方政府可能无法出这

笔预算，那么，为削减 NO<sub>x</sub> 总量而进行的扩散试验将很难向全国其他城市推广。鉴于上述情况，JICA 专家组决定使用公开发表的国际中上层气象推测数据构建扩散模拟模型。

美国国家海洋和大气管理局（NOAA）、欧洲中期天气预报中心（ECMWF）等使用在全世界每天 2 次同时进行的高层气象数据观测结果，推测全球中上层的风向风速，并在网站首页上公布此推算结果。JICA 专家计划使用 CALPUFF 输入数据转换工具，将此推测数据转换后用于本项目的模拟试验。

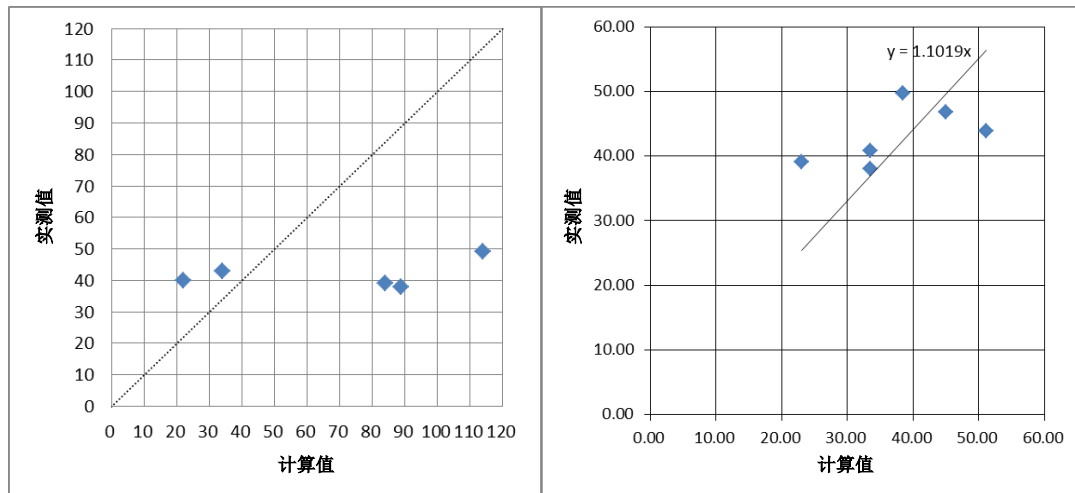
CALPUFF 的地面风向、风速数据方面，将使用湘潭市气象局的小时监测数据。

## 2) 构建适合湘潭市的扩散模拟模型

通过培训和 OJT 形式的个别指导，湘潭市在 JICA 专家的帮助下构建了适合湘潭市的扩散模拟模型。

2014 年 10 月培训时，利用本项目整理编制的污染源排放清单进行了模拟试验，但是，计算结果浓度与自动监测站的年平均浓度出入较大（图 2.2-18 左）造成这一结果的原因是城镇污染源和非重点污染源等面源的排放量分配方法存在问题。

在 2015 年 2 月的 OJT 培训中，为了改善 2014 年 10 月的培训中出现的问题。在构建模型时，在构建模型时 JICA 专家与对口人员一起商讨了如何调整城镇污染源、非重点工业企业污染源等及面源排放量的分配方法。造成这一问题的原因是由于分配面源排放量的范围时只限定在了建筑物密集的区域，没有考虑到城市周边的排放量，因此决定利用 Google Earth 等扩大污染物排放的范围，在更大的范围分配排放量。此外，还讨论了排放高度计扩散参数，改善了计算值与自动站实测年均值的相关性。但是，相关系数还是未达到 0.7（图 2.2-18 右），仍有改善的空间。



左：2014年10月、右：2015年2月

单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$  资料来源：JICA 专家组

图 2.2-18 计算值与实测值的相关性

在 2015 年 6 月~7 月的活动中，根据 2015 年 2 月活动中出现的问题，对扩散模型的构建进行了以下改善：

1. 重新确定面源排放量的分配范围

2015 年 2 月之前确定的分配范围将零星分散的农村区域也作为了分配对象，此次将范围缩小为建筑物密集的区域以及城市间道路沿线。

2. 重新确定污染源模型的标高、排放高度及扩散参数

简易方法中污染源模型的标高是一定的，但有人提出应考虑地形的影响。鉴于上述意见，培训时修改了污染源预处理程序，使输入扩散模型的各污染源相应地显示标高信息，同时对面源及线源的还放高度、扩散参数也进行了调整。

3. 重新商讨了为构建模型提供数据的自动监测站的适合性

在污染源模型中显示标高数据后，相应地确认了用于比对计算结果的自动站的标高和排放高度，并根据需要做了修改。此外，还商讨了选择的各自动站是否是能够代表其所在区域的自动站。其中，湘钢西侧的岳塘自动站的计算值与其他自动站比对后过小。这有可能是由于受了下列 a 和 b 的影响，因此将岳塘自动站从为构建模型提供数据的自动站中除去。

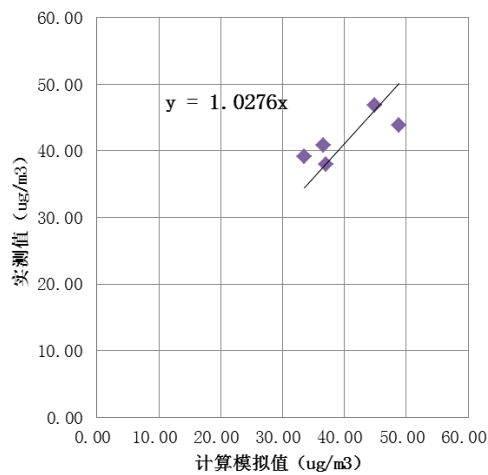
a. 固定污染源

由于是根据环境进行的固定污染源调查，湘钢厂内设施中未被列入环境对象的设施也有可能是固定污染源。

b. 移动污染源

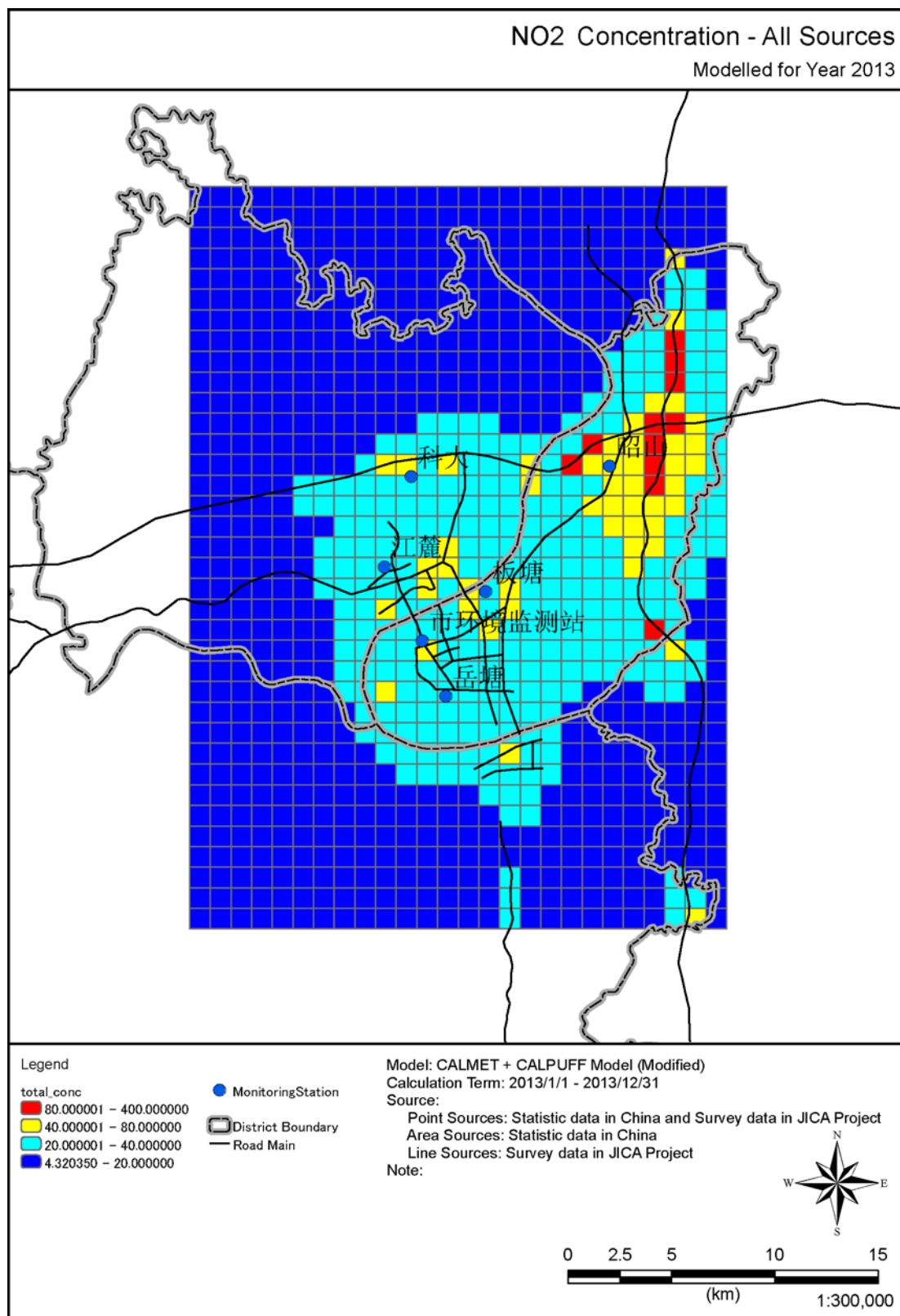
湘钢厂内行驶的车辆未被列入环统对象，并且在车流量调查时也属于未调查区域，因此，其周边的排放量有可能被过小评估。

根据上述情况对模型进行调整后，计算值与实测值的相关系数及近似值线的倾斜度分别为 0.8 和 1.02，计算值与实测值的相关图见图 2.2-19。在计算各网格的浓度后再浓度分布图上确认后，大家认为调整后的模型可以说是一个适合湘潭市大气环境质量的模型。用构建的模型计算的 2013 年扩散模拟浓度分布图及各污染源的贡献浓度剖面图见图 2.2-20 和图 2.2-21：



资料来源：湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》（2015）

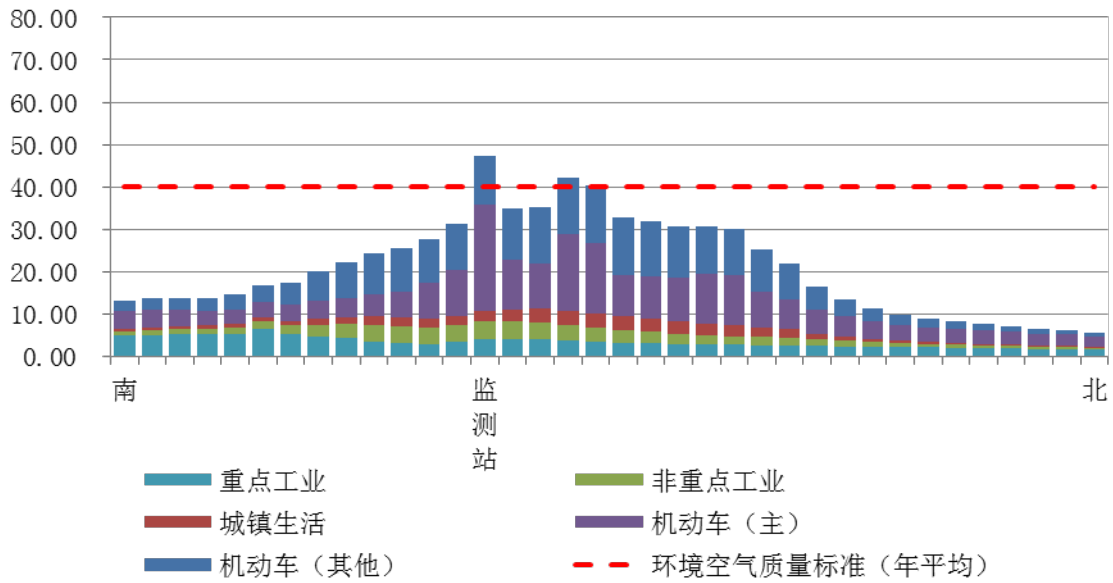
图 2.2-19 2015 年 7 月的计算值与实测值的相关



单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  资料来源: 湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》(2015)

图 2.2-20 现状年(2013年)湘潭市中心部的NO2浓度分布图





单位：μg/m<sup>3</sup> 资料来源：湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》（2015）

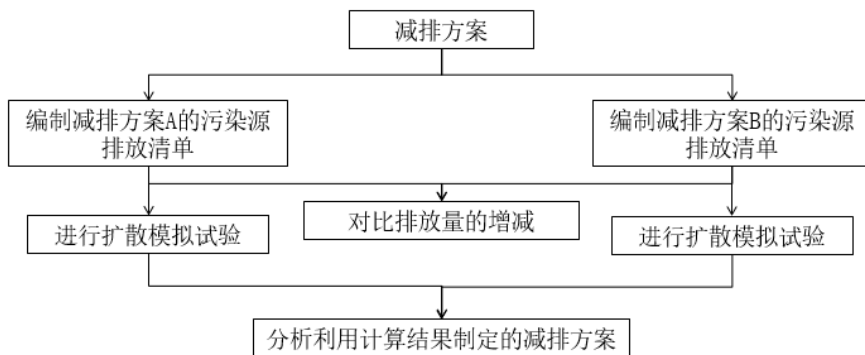
图 2.2-21 现状年（2013 年）的各 NO<sub>2</sub> 污染源的贡献浓度剖面图

### 2.2.7 通过模拟试验评估湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划改善大气环境质量浓度的效果★（活动 2-7）

为了评估湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划对降低大气浓度的效果，2015 年 7 月和 8 月，湘潭市环保局在 JICA 专家的帮助下，根据以下设定条件计算了 2015 年的推测浓度：

- ① 湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划完全实施后；
- ② 湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划完全没有实施时。

根据湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划进行扩散模拟结果的分析流程见图 2.2-22：



本项目对湘潭市的减排规划按照下列情况进行了计算：

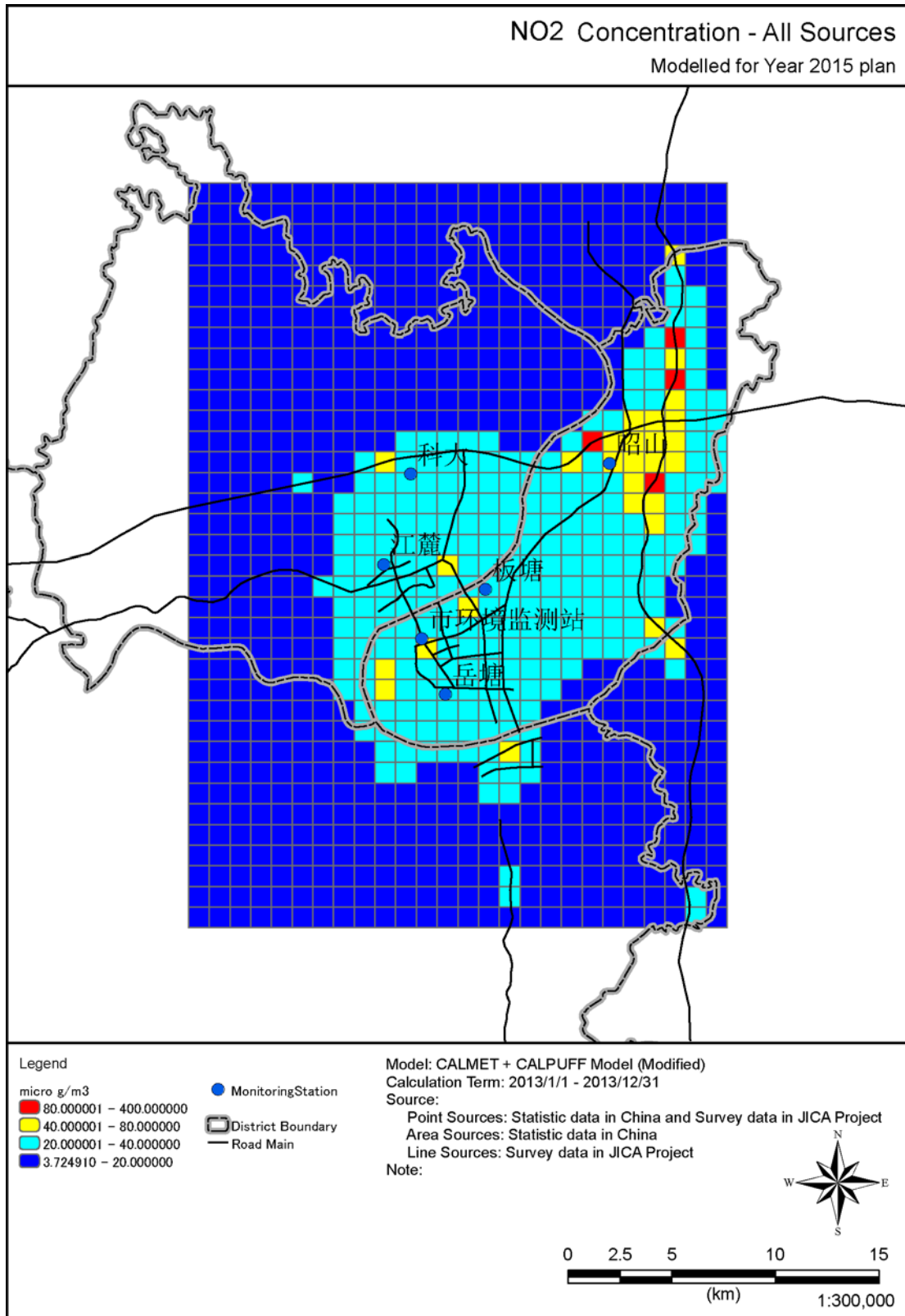
减排方案 A：完全没有实施减排规划时； 减排方案 B：完全实施了规划实施时

资料来源：JICA 专家组

图 2.2-22 根据减排规划进行扩散模拟结果的分析流程

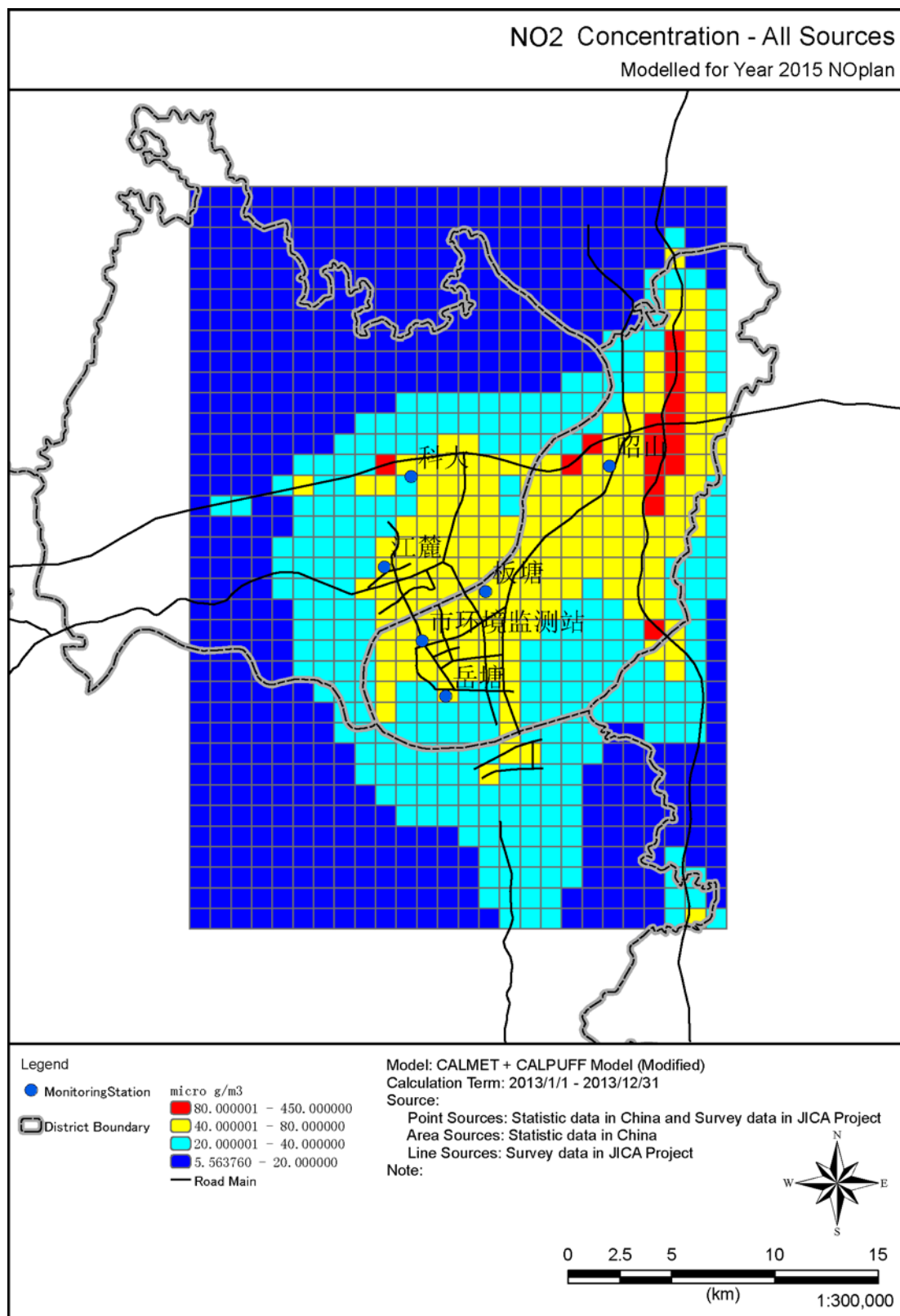
通过对上述两种情况下浓度的对比，验证了湘潭市制定的 NO<sub>x</sub> 减排规划的效果。这两种情况下的污染源数据使用的是成果 2-5 制作的污染源排放清单。对于减排规划中未列入的污染源（城镇污染源及非重点工业企业污染源），视其为与现状相比没有变化，使用现状年（2013 年）的排放清单。

JICA 专家与对口人员一起使用活动 2-6 构建的适合湘潭市的扩散模型对上述两种情况下的浓度分布情况进行了扩散模拟，制作了浓度分布图和各污染源的贡献浓度剖面图，对湘潭市的 NO<sub>x</sub> 减排规划效果进行了评估。这两种情况下的浓度分布图和各污染源贡献浓度剖面图见图 2.2-23~图 2.2-26。湘潭市环保局编写的活动 2-6 及 2-7 的报告见附件 2.2-11。



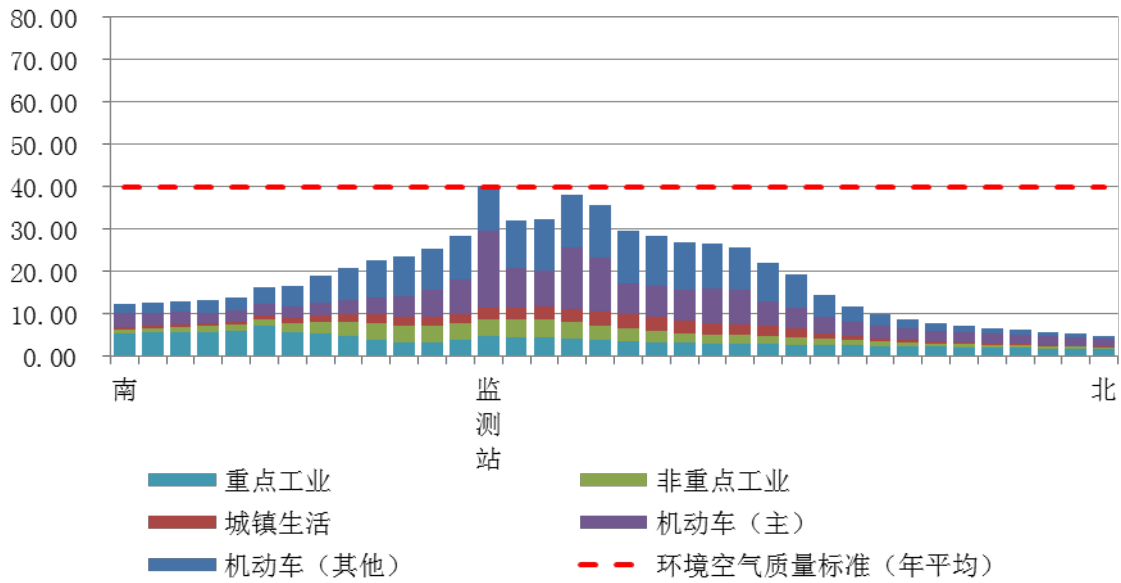
单位：μg/m<sup>3</sup> 资料来源：湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》（2015）

图 2.2-23 情况①下湘潭市中心部的 NO2 浓度分布图



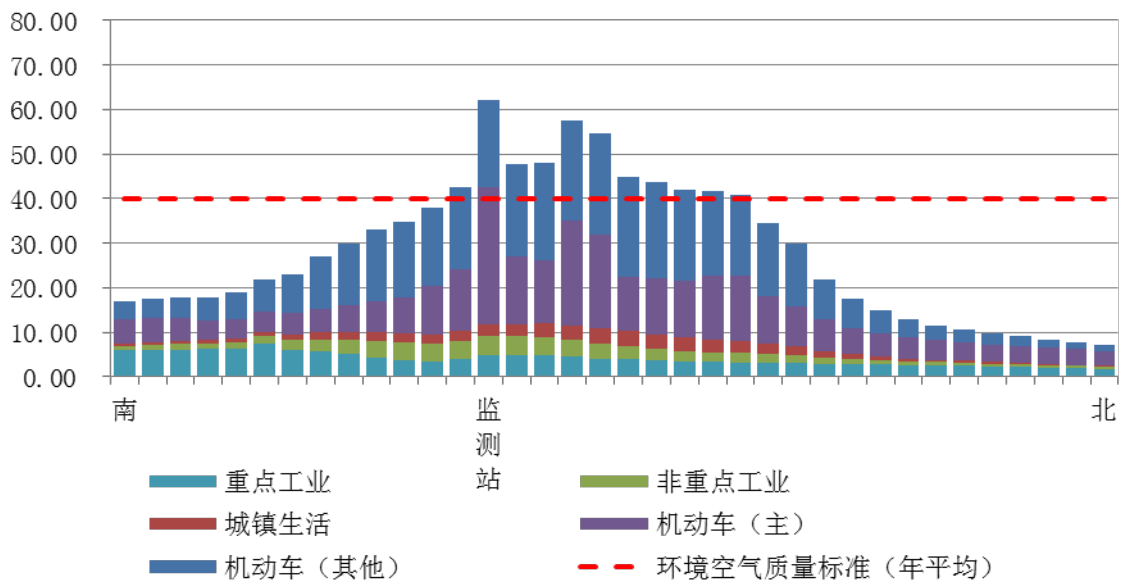
单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  资料来源: 湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》(2015)

图 2.2-24 情况②下湘潭市中心部的 NO2 浓度分布图



单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$  资料来源：湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》（2015）

图 2.2-25 情况①下 NO2 各污染源贡献浓度剖面图



单位： $\mu\text{m}/\text{m}^3$  资料来源：湘潭市环保局《湘潭市大气扩散模拟试验实施报告》（2015）

图 2.2-26 情况②下 NO2 各污染源贡献浓度剖面图

### 2.2.8 通过模拟试验模拟商讨有关 NO<sub>x</sub> 的统计方法、监控方法(包括优化监测点的设置等)★(活动 2-8)

JICA 专家指出了因活动 2-5~2-7 内容的变化应改善的项目,并于 2015 年 8 月提醒湘潭市环保局在今后更新污染源排放清单和扩散模拟模型时应充注意这些问题,请湘潭市环保局根据湘潭的情况讨论在项目结束后应如何改善,将讨论结果在 2015 年 11 月 27 日举办的项目结题研讨会上做汇报。

JICA 专家组于 2015 年 9 月就利用成果 2-3 的大气环境监测数据分析结果以及成果 2-6 的扩散模拟试验结果,对自动监测站点位配置的优化问题与湘潭市环保局进行了讨论。

讨论时,JICA 专家与湘潭市环保局一起制定了自动监测点位设置方案,湘潭市环保局对口人员制定的自动监测点位设置方案见附件 2.2-12。设置方案不仅对今后新设点位以及现有点位的合理性进行了论述,还提出与相邻的株洲市共享数据的想法。

中国的监测点位设置需要获得省或国家的批准,当然不可能马上按配置方案进行调整,但作为利用扩散模拟结果的方法之一,可以充分用于湘潭市环保局今后的工作中。

### 2.2.9 实施日本 NO<sub>x</sub> 减排方法及政策落实情况方面的赴日培训▲(活动 2-9)

2014 年 11 月 23 日~29 日,本项目实施了题为 NO<sub>x</sub> 控制方法及政策落实的赴日培训,共 16 名中方相关人员参加。其中,本项目示范城市湘潭市环保局有 4 名相关人员参加。赴日培训日程见表 2.2-8,培训的情形见图 2.2-27:



资料来源: JICA 专家组

图 2.2-27 “NO<sub>x</sub> 控制方法及政策落实”赴日培训的情形

表 2.2-8 “NO<sub>x</sub> 控制方法及政策落实” 赴日培训日程安排

日期	时间	内容	讲师	地点
11/23 (周日)		到达日本(中国各地 东京)		
11/24 (周一)	13:30~15:00	培训内容说明(布置课题、培训目的、预期成果、成果发表会等)	仲田 伸也((株)数理计划 数理计划本部 技师)	JICA 东京
	15:30~17:00	大气污染物扩散模拟模型在NO <sub>x</sub> 控制方面的利用	仲田 伸也((株)数理计划 数理计划本部 技师)	JICA 东京
11/25 (周二)	10:00~12:00	燃煤电厂的NO <sub>x</sub> 控制措施	浅野 勋(电源开发(株) 矶子火力发电所 ISOGO Energy Plaza 馆长)	电源开发(株) 矶子火力发电所
	15:00~16:30	日本的总量控制制度(大气污染的状况 课题设定、分析、标准值设定等)	渡边 谦一(环境省 水・大气环境局 大气环境课 课长辅佐)	JICA 东京
	16:30~17:00	培训规定简单说明	JICA	JICA 东京
11/26 (周三)	9:30~11:30	水泥厂的NO <sub>x</sub> 控制措施	菅原 知之(太平洋水泥(株) 埼玉工厂 生产部长) 横手 三好(太平洋水泥(株) 埼玉工厂 业务部业务课 课长代理)	太平洋水泥 埼玉工厂
	14:00~17:00	东京都的排放限制(大气污染状况、东京都采取的固定、移动污染源控制措施、监测体制)及交流	市桥 玄吾(东京都环境局环境改善部 大气保全课大气监视主管股长) 关根 幸雄(东京都环境局环境改善部 大气保全课大气股课长辅佐) 折原 岳朗(东京都环境局环境改善部 机动车环境课机动车对策股长)	东京都厅
11/27 (周四)	9:30~11:30	川崎市的大气污染行政措施及大气环境监督工作	塚本 浩子(川崎市环境局环境对策部 环境对策课 污染源大气主管股长) 关 昌之(川崎市环境局综合研究所 地域环境 公害监视课 课长辅佐)	川崎市环境局 综合研究所
	13:00~14:00	参观川崎市环境局综合研究所	关 昌之(川崎市环境局综合研究所 地域环境 公害监视课 课长辅佐) 塚本 浩子(川崎市环境局环境对策部 环境对策课 污染源大气主管股长)	
	16:00~17:30	讨论课题、制作发表材料	田畑 亨((株)数理计划 数理计划本部 项目组长)	JICA 东京

11/28 (周五)	9:30~11:00	低 NOx 锅炉在工厂的应用实例	竹内 伸明 (三浦工业 (株) 国际推进部国际营业售后推进课 专家) 鱼谷 行三 (三浦工业 (株) 千叶支店松户营业所松户营业课 专任次长) 片桐 直人 (三浦工业 (株) 千叶支店松户营业所松户北售后 主任) 高桥 真二 (龟甲万 (株) 野田工厂生产管理部设备组 主查)	龟甲万 (株) 野田工厂
	14:00~16:00	参加培训人员的课题发表、交流、评价会以及结业典礼	大塚 高弘 (JICA 地球环境部环境管理第一课) 田畑 亨 ((株) 数理计划 数理计划本部 项目组长) 大矢 绫子 ((公財) 国际环境技术转让中心 项目管理员) 仲田 伸也 ((株) 数理计划 数理计划本部 技师)	JICA 东京
11/29 (周六)		离开日本 (东京 中国各地)		

资料来源: JICA 专家组

培训汇报会是汇报资料由参加培训人员一起编写,湘潭市环保局的马跃龙副总工程师作为代表汇报了培训成果,培训成果汇报中总结了通过培训感受到的以下四点“分析思考”。培训汇报会汇报资料见附件 2.2-13。

① 用相对宽松的环境标准管理环境值得中国借鉴。

中国也有直接沿用欧美标准的,设定了无法实现的严厉标准。通过这次培训,大家觉得设定企业可能达标的标准也可以实现良好的空气质量。

② 相对轻松的监管也能解决突出的环境问题值得中国借鉴

横滨市和矶子火力发电厂之间、川崎市和该市的约 50 家工厂之间签订了协定,虽然违约不会受到法律的制裁,但政府提出了加严标准,企业也在严格遵守这一加严标准。并且,市政府部门还采用了遥测仪对污染源进行监控,与中国的相比,日本的地方政府部门去企业进行检查的次数很少,但能够实时掌握企业的排放情况,对污染源的管理非常到位。这也说明日本企业积极致力于大气环境保护,发挥了其很高的自主性。

③ 日本变废为宝的资源节约理念值得中国借鉴与推广

参加培训人员参观了日本火力发电厂脱硫时将 SO<sub>2</sub> 转换成浓硫酸以及水泥厂协同处理生活垃圾生产水泥的技术,了解到通过对资源的有效利用也可以实现环境减负的经验。

④ 由环境质量确定区域环境容量,以此确定总量控制指标方法值得借鉴

日本市民对环境的要求很高,因此,日本制定的须满足市民要求的环境标准都是经过科学地调查分析后计算出的,而中国目前可以说是优先重视削减排放量。通过培训学习重新认识到通过扩散模型计算环境达标须削减排放量的重要性。



本项目的示范城市对口单位湘潭市环保局参加了本次赴日培训。湘潭市环保局直接参与了本项目，对本项目的情况非常了解，我们相信，他们的参加使本项目的活动对其他地区的影响巨大。在 2015 年 6 月 18 日的 JCC 会议上，环保部总量司黄副司长告诉 JICA 项目组，参加了赴日培训的人员回国后将 NO<sub>x</sub> 减排的相关资料汇总后报告给了环保局。由此可见，赴日培训的内容在环保部以及环保部门得到了利用。

日方认为，在中国中央一级、地方以及的政府人员汇聚一堂的赴日培训中提出这四点“分析思考”，会对中国的环保规划有很大的影响，期待这四点“分析思考”能够体现在十三·五减排规划中。

#### 2.2.10 参考现有的《中国氮氧化物总量削减计划方案手册(2012.3)》，完成《NO<sub>x</sub>控制效果评估方法手册》的初稿★（活动 2-10）

2014 年 6 月 JICA 专家组与环境规划局就《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》的编写体制、大纲进行了商讨，一致同意按照中国的环境统计制度及 HJ/T180-2005（城市机动车排放空气污染测算方法）制定大纲。

手册的编制按大纲章节分工，由 JICA 专家组主笔，环境规划局和湘潭市环保局提供建议和修改意见。此外，JICA 专家组还考虑将在湘潭市举办专题研讨培训等经验纳入手册作为手册的内容。

2014 年 9 月，JICA 专家组与环境规划局商定根据 2014 年 6 月确定的大纲分工编写，并根据商定于 2015 年 4 月完成了《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》初稿。

在《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》初稿的基础上增加了 JICA 专家组在湘潭市活动结果的事例，并根据中日双方的商讨结果对手册进行了修改，于 2015 年 7 月 30 日完成了第二稿。

2015 年 8 月 4 日，中方对第二稿提出了修改意见。8 月 5 日，JICA 专家与环境规划局进行了商议，并根据商议结果对第二稿进行修改，完成了第三稿。

在 2015 年 9 月 10 日环保部举办的评估会上，第三稿的内容得到了中方的认可。JICA 专家在第三稿的基础上增加了术语一览表和参考资料，完成了手册的编制工作。完成的手册见附件 2.2-14。

手册结合中国的实际情况，对气象、大气环境数据的分析、污染源排放清单的编制以及通过扩散模拟试验评估大气环境的方法进行了汇编，并将在湘潭市的活动成果纳入到了手册中。

2.2.11 举办面向湘潭市及其他地区行政人员的专题研讨会，使更多人了解手册的内容★（活动 2-11）

(1) 在湘潭市环保局举办项目活动成果报告后

2015 年 11 月 20 日，应湘潭市环保局的要求，JICA 专家组和湘潭市环保局联合举办了项目活动成果报告会。成果报告会的情形见图 2.2-28，报告会议程见表 2.2-9。

报告会上，田畑组长介绍了本项目的概要及在湘潭市的活动成果之后，湘潭市环保局的技术人员报告了活动 2 取得的成果。成果报告中介绍了在活动 2-3~活动 2-7 中对于大气环境浓度分析、气象分析、各污染源排放量的计算、扩散模型的构建以及对湘潭市 NOx 减排规划效果的评估。这一报告内容在项目结题研讨会上也由湘潭市环保局做了汇报。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-28 湘潭市环保局项目活动成果报告会的情形

表 2.2-9 湘潭市环保局项目活动成果报告会日程

时间	内容
15:00~15:10	致辞 湘潭市环保局
15:10~15:40	本项目概要介绍 发言人：项目总负责人 田畑 亨
15:40~16:15	湘潭市污染源排放清单的制作以及大气扩散模拟模型的实施结果 发言人：湘潭市环保局 谢焱鑫
16:15~16:35	湘潭市的案例研究介绍 发言人：湘钢 (15 分钟)
16:35-16:55	提问答疑
16:55 -17:00	闭幕致辞

发言人：湘潭市环保局

资料来源：JICA 专家组

## (2) 项目结题研讨会的举办

在 2015 年 11 月 27 日的项目结题研讨会上，湘潭市环保局汇报了成果 2 部分在湘潭的活动，环境规划院负责扩散模拟试验的专家介绍了编制污染源排放清单和进行扩散模拟试验的意义，JICA 专家介绍了评估手册的概要。项目结题研讨会的情形见图 2.2-29，研讨会议程见表 2.2-10。在介绍评估手册概要时，介绍了(3)中提及的环境数据转换系统，以及利用数据转换系统可以将各地方环保局拥有的环境数据转换成扩散模拟试验所需的污染源输入数据。此外，还告诉与会者，该系统环境规划院已在使用，如有兴趣，希望向环境规划院咨询。环境规划院同意如有地方环保局咨询数据转换系统的事宜，他们将提供软件，并同意尽推广系统。项目结题研讨会成果 2 部分的资料见附件 2.2-15。



资料来源：JICA 专家组

图 2.2-29 项目结题研讨会成果 2 部分汇报的情形

表 2.2-10 项目结题研讨会日程

时 间：2015 年 11 月 27 日 8:30~17:30	
会 场：北京凯迪克格兰云天大酒店 云海厅	
参加人员：环保部、环境规划院、地方环保行政部门及相关企业等	
翻 译：日⇒中（交传），中⇒日（耳语传译）	
<b>上午</b>	
8:30-8:45	<b>致辞</b> 中国环境保护部（总量司大气处处长 严刚） JICA 中国事务所（副所长 宫崎 卓）
8:45-9:00	<b>本项目介绍</b> 演讲人：JICA 专家 田畑 亨（组长）
9:00-9:15	<b>构建污染源清单及实施大气扩散模拟试验的意义</b> 演讲人：环境规划院 薛 文博
9:15-9:45	<b>湘潭市大气扩散模拟模型的实施结果</b> 演讲人：湘潭市环保局 谢 焱鑫
9:45-10:00	<b>中间休息</b>
10:00-10:20	<b>《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》介绍</b> 演讲人：JICA 专家 仲田 伸也
10:20-10:40	<b>互动交流</b>
10:40-11:00	<b>技术指南概要介绍</b> 演讲人：环境规划院 蒋春来
11:00-12:00	<b>湘潭市调查研究案例介绍</b> 演讲人：湘潭市项目相关人员 湘潭市环保局（10 分钟） 马 跃龙 湘潭电化集团（10 分钟） 黄 小芦、侯 瑶 华菱湘潭钢厂（10 分钟） 何 峰、杜 力
12:00-13:30	<b>午餐休息</b>
13:30-16:50	<b>介绍技术指南各行业的相关内容</b> 演讲人：环境规划院或 JICA 专家 目的：介绍各行业 NO <sub>x</sub> 产生的机理、广泛普及的控制技术及监测技术以及日本的企业管理体系，从多个角度理解 NO <sub>x</sub> 的控制。 13:30-14:15 水泥（藤井） 14:15-14:30 钢铁焦化炉（藤井） 14:30-15:30 钢铁烧结机（富田） 15:30-15:40 休息 15:40-16:50 燃煤发电、工业锅炉（藤井）

16:50-17:20	互动交流
17:20-17:30	结束致辞 • 环保部环境规划院 杨 金田

资料来源：JICA 专家组

### (3) 环境统计数据转换系统的开发

为了促进湘潭市及其他地区行政人员充分利用手册，2014年6月，JICA专家组就开发了一个将现有数据简单生成扩散模型用基本输入数据软件的事宜与环境规划院进行了商议。双方一致认为，为了将来能够长期使用，开发一个对于地方环保局开始能够简单使用的软件非常重要。于是，JICA专家于2014年7月~8月编写了软件规格书，并于2014年8月于环境规划院就规格书的内容进行了商讨。根据下列环境规划院对规格书提出的意见和建议，JICA专家对规格书进行了修改。

鉴于地方环保局的能否，建议删除以下功能：

- 对于环境中没有调查的信息中对扩散模型的精度贡献大、且通过简单调查即可获得的信息，如果将调查信息输入软件中的话，可转换成 CALPUFF 模型的输入形式；
- 面源排放量按网格分配时，应根据县、市、区、旗的人口差异以及城市和农村的差异等分配权重。

2014年8月20日，JICA专家组与软件开发公司签订了环统数据转换系统开发委托合同。

在系统开发的进度管理方面，由于环境统计系统的数据只有中方有，日方无法进行操作，因此，由环境规划院于2014年10月对委托开发软件的测试版进行了测试，于2014年12月对软件开发进度进行了确认，并根据测试结果向委托开发单位提出了修改意见，为软件系统的改进做出了贡献。JICA专家组也通过掌握修改内容等方式，对软件开发进度进行了管理。

委托开发的环境数据转换系统已于2015年1月28日交货。

但是，在第二年度的活动中发现，按照环境规划院认为完全够用的面源排放量的空间分配方法，扩散模拟试验计算的浓度分布无法很好地再现污染物浓度分布的实际情况。为了提高大气扩散模拟的精度，JICA专家组决定就排放量空间分配方法问题，委托升级环统数据转换系统，更新该系统使用方法的教材资料。

委托时，考虑到软件升级的效率性和连续性，决定与第二年度委托开发环统数据转换系统软件的软件开发公司签订合同。6月中旬，JICA专家向软件开发公司和环境规划院提交了规格书，与软件开发公司商讨修改后于2015年6月30日签订了业务委托合同。

8月7日升级后的软件初步验收,环境规划院的相关人员对升级后的系统进行了测试,确认是否存在问题和操作不方便的地方。软件开发公司根据环境规划院指出的问题对系统进行了修改,并于2015年9月7日交货。

目前环境规划院相关人员正在使用该软件,JICA专家组在评估手册中对使用系统进行数据转换的活动内容也进行了记述。使用该软件即可将手头的环统数据转换成扩散模拟模型所需的数据形式,在2015年11月的项目结题研讨会上,JICA专家对使用该软件的优势也进行了说明。

## 2.3 能力评估结果的变化

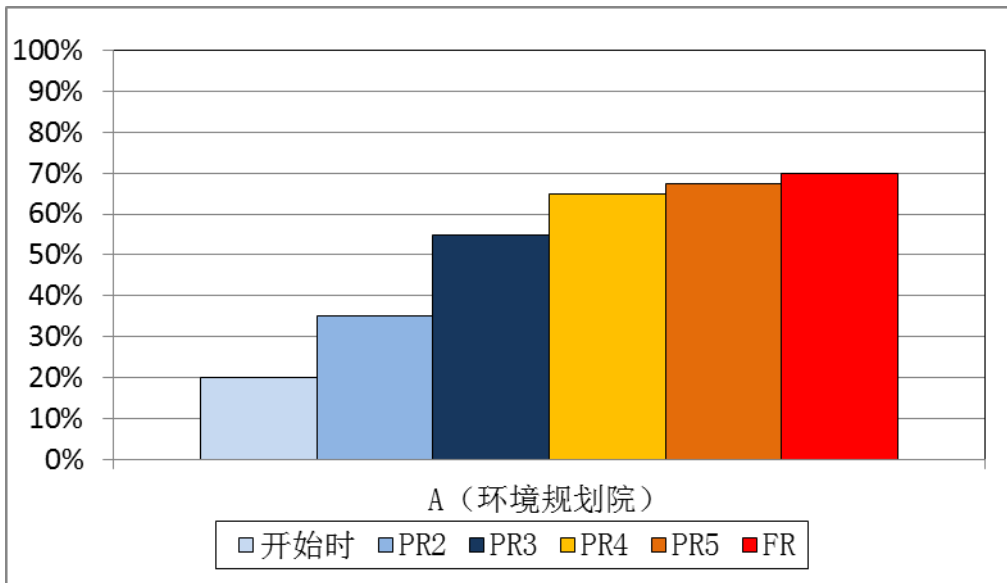
### 2.3.1 成果1

#### (1) 技术指南的编制及利用

环境规划院具体负责本项目的A从项目开始,在成果1专家座谈会和研讨会的准备工作、技术指南的编写工作等方面一直参与本项目的工作。由于日常工作繁忙,没有与JICA专家一起参与湘潭市的现场活动,但在中期评估是与评估小组一起去湘潭,在视察企业以及听取企业对本项目活动所做的汇报后,对企业存在的问题以及所做的努力有了进一步的了解。并且,还就目前中国国内拟应用的技术设备问题,希望JICA专家提供建议。

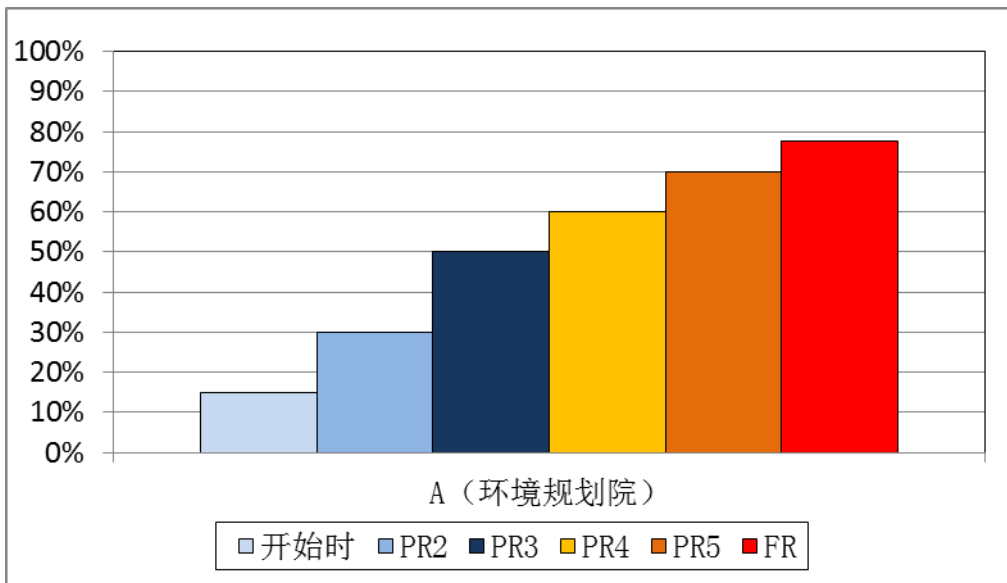
对于世界各国普遍采用的NO<sub>x</sub>减排技术,中方已经有了一定的了解,通过本项目的活动,对于合理进行运行管理的重要性、不仅限于末端治理、通过生产工序中的技术改进和燃料改善等方法、通过节能措施实现NO<sub>x</sub>减排的有效性也有了进一步的认识。

JICA专家组对中方对口人员的能力进行了评估,并制作了能力评估表。中方编制及利用技术指南的对口人员能力变化情况如图2.3-1~图2.3-3所示:



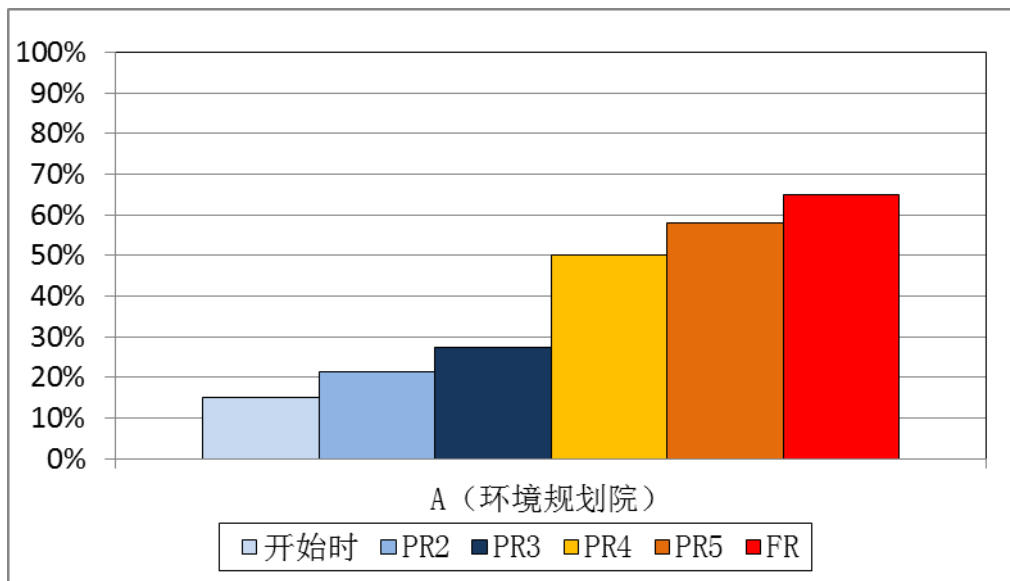
资料来源：JICA 专家组

图 2.3-1 技术指南编写、利用人员能力状况（水泥行业）



资料来源：JICA 专家组

图 2.3-2 技术指南编写、利用人员的能力状况（钢铁行业烧结机、焦化炉领域）



资料来源：JICA 专家组

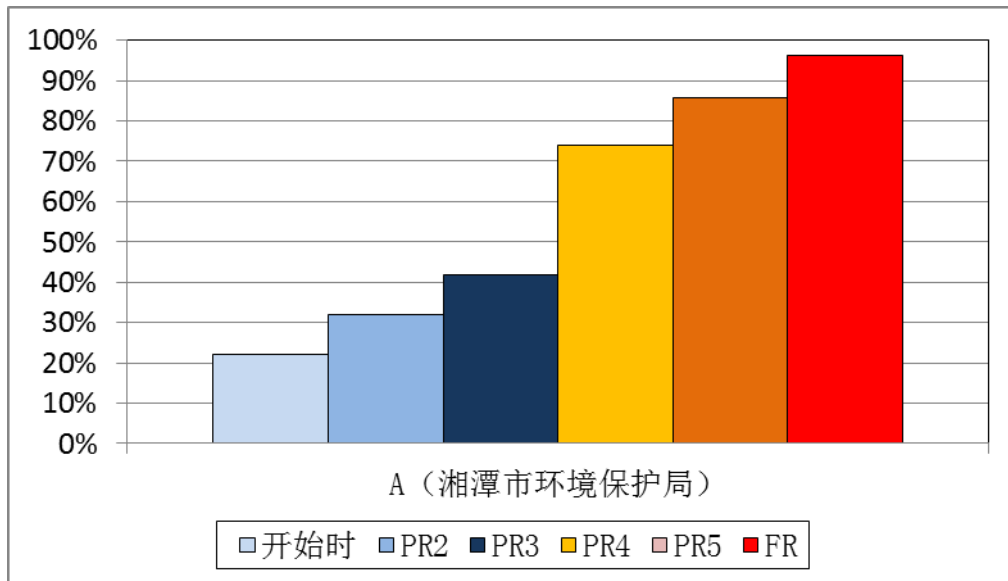
图 2.3-3 技术指南编写、利用人员的能力状况（燃煤发电、工业锅炉行业）

## (2) 对企业进行的 NO<sub>x</sub> 对策指导

成果 1 的对象城市湘潭市环保局已经开始对湘潭市企业进行 NO<sub>x</sub> 减排方面的行政指导，对有关适用于企业的 NO<sub>x</sub> 控制技术的机理都很了解。他们积极参与 JICA 专家组与企业的技术交流以及现场确认活动，加深对企业现状的理解，并且对废弃物处理相关的环境减负以及除 NO<sub>x</sub> 外的其他大气污染物等管辖区域内出现的新问题，积极与 JICA 专家组交流，努力寻求解决方法。相信湘潭市环保局在今后针对企业指导 NO<sub>x</sub> 对策方面，能够充分利用在企业现场活动中取得的成果以及技术指南的内容。

JICA 专家组对中方对口人员的能力进行了评估，并制作了能力评估表。中方对口人员的能力变化情况如图 2.3-4 所示：





资料来源：JICA 专家组

图 2.3-4 负责指导企业 NO<sub>x</sub> 对策的对口人员能力状况

### 2.3.2 成果 2

#### (1) 大气环境质量、气象数据分析

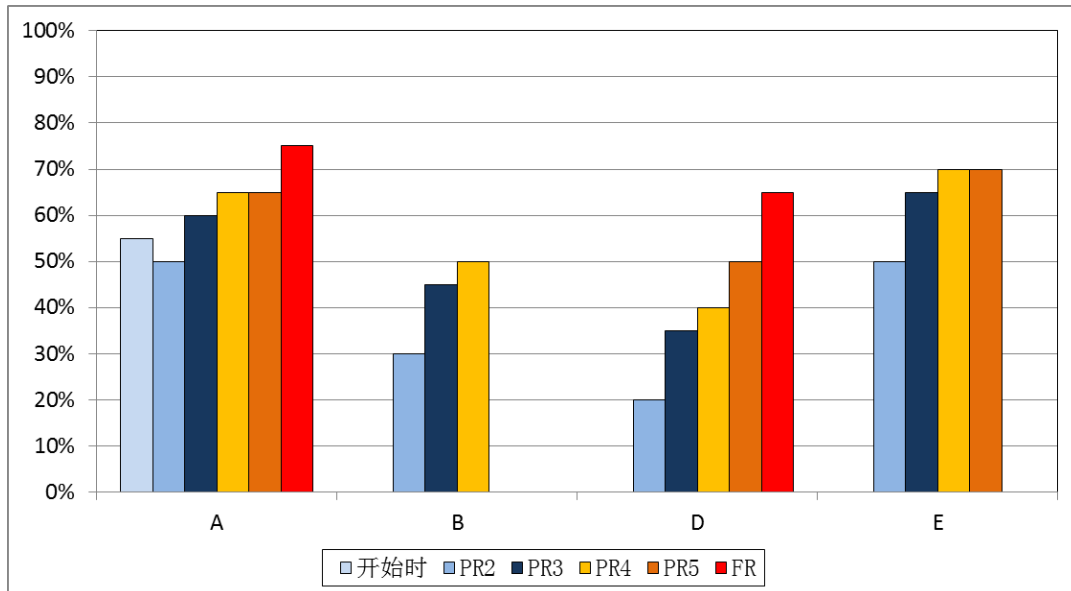
湘潭市环保局配备了 3 名大气质量、气象数据分析部分的对口专家，其中 1 名是管理环境大气浓度的监测，并按国家规定进行分析的技术管理人员，2013 年 8 月下旬，又增加了 1 名是硕士课程大气污染专业的人才。3 名 C/P 虽然都没有使用 Access 和 Excel 通用软件来提高统计效率的经验，但对统计结果评估的意义均有一定程度的理解，学习通用软件的积极性很高。

通过 2014 年 6 月的培训，湘潭市环保局的对口人员掌握了根据获取的气象数据确定大气稳定度的计算方法以及大气稳定度的计算方法，并结合 2014 年 3 月以前学习的平均值的计算方法以及将计算结果图表化的方法，独立编写了数据分析报告。并且，具备了根据大气环境质量及气象数据的分析结果，对大气污染的成因进行推测的能力。

在 2014 年 10 月和 11 月的培训中，为了与大气环境标准 GB3095-2012 进行比较，JICA 专家组对日最大 8 小时平均值、24 小时平均值和年平均值的计算方法进行了确认。一开始，由于湘潭市环保局对口人员对通用应用程序的接触较少，不知如何利用通用软件进行该标准表 4 中规定的有效判断。在 JICA 专家的指导下，湘潭市环保局对口人员逐渐掌握了通用软件的使用方法，对利用通用软件对大气环境进行有效判断有了进一步理解，经培训后，掌握了利用软件进行较复杂的处理分析的方法。

JICA 专家组对中方对口人员的能力进行了评估，并制作了能力评估表。中方对口人员从项目开始到现在的能力变化情况如图 2.3-5 所示，在工作进度报告书（4）之后，

湘潭市环保局的对口人员更新了数据分析报告的内容，JICA 专家认为，他们的能力有了进一步的提高。

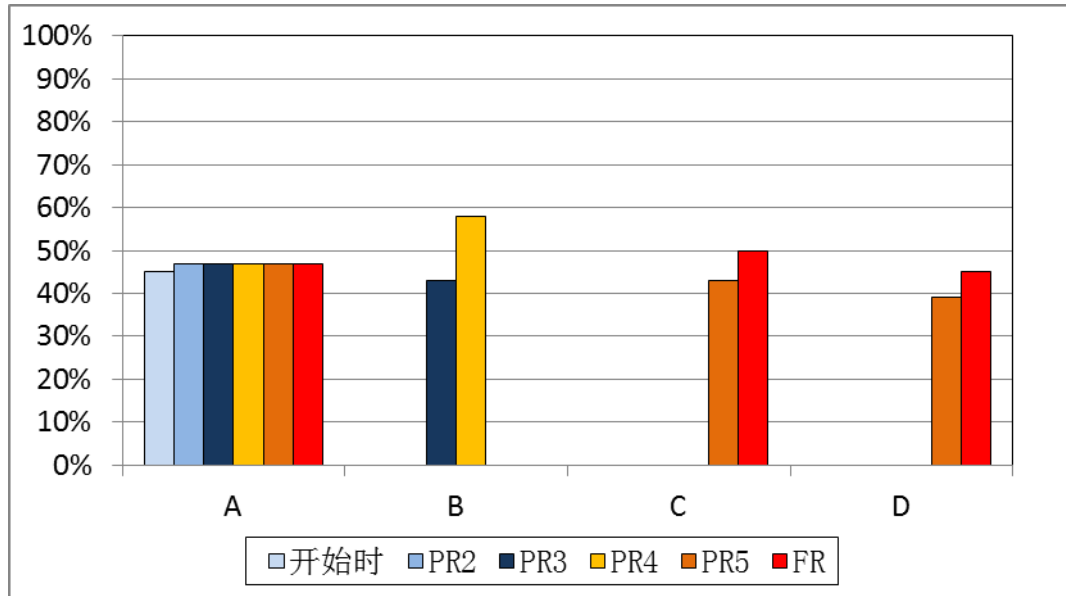


资料来源：JICA 专家组

图 2.3-5 大气环境质量及气象数据分析人员的能力状况

## (2) 固定污染源

JICA 专家组对湘潭市环保局的相关技术人员（4 名）培训了固定污染源排放清单的制作方法，进行了技术转移，并根据能力评估项目 JICA 专家对对口人员从项目开始到项目结束时的能力进行了评估，中方对口人员能力变化情况如图 2.3-6 所示。A 因其他工作繁忙，B 因 2015 年 3 月辞职，从 2015 年 6 月开始向新选的两位对口人员（C、D）进行了技术转移，切实提高了湘潭市环保局计算固定污染源排放量的知识及能力。



资料来源：JICA 专家组

图 2.3-6 负责制作固定污染源清单人员的能力状况

### (3) 移动污染源

移动污染源部分的技术转移分为车流量&旅行速度等的调查和利用调查数据计算排放量两个部分。前者部分主要针对湘潭市环保局负责机动车的 2 名技术人员进行了培训。该 2 名技术人员都在湘潭市机动车排污监管中心从事机动车尾气限制及车检制度等工作，对当地的交通状况及车型分类等比较熟悉。其中 1 名因人事变动调至其他部门，另一名在委托交通流量调查的询价过程中，以及试调查和正式调查中，自始至终参与了全过程。在交通流量规格书的编写阶段也与专家一起商讨，非常了解 JICA 专家在选定调查点位以及制定行驶调查线路方面的想法。在于 JICA 专家的商讨中，还根据湘潭市的交通状况，提出了自己关于点位选定的意见和建议等，可见对日方想法有很深的理解。

移动污染源排放量计算方面，污染源排放清单的编制是扩散模拟试验的重要部分，因此参加培训人员要求应是扩散模拟部分技术转移的对象。连续参加相关培训的人员有 4 名，他们通过培训，对交通流量调查获得的数据概要、以及使用调查数据计算移动污染源排放清单的方法等有了进一步的理解。并学习了计算排放量所需的 GIS 软件、数据库软件的使用方法，掌握了具体的计算顺序。

虽然有 1 名也一直参加了扩散模拟试验、接受程度最好的技术人员于 2015 年 5 月份离开了湘潭市环保局，但通过问卷调查，确认剩余的其他技术人员也掌握了排放量的计算方法。此外，为了今后中方内部能够共享、了解实际的工作程序，JICA 专家将车流量的规格以及培训用的讲义汇编成操作手册，提供给湘潭市环保局。

#### (4) 扩散模拟试验

根据能力评估项目，JICA 专家组对中方对口人员的能力进行了评估，中方对口人员从项目开始到项目结束时的能力变化情况如图 2.3-7 所示。图中的评估对象仅限于与项目活动有很大关系的人员。A、D 和 E 为湘潭市环保局，G 为环境规划院的对口人员。

环境规划院的对口专家虽然具有丰富的扩散模拟模型构建经验，但由于工作繁忙，无法保证直接对湘潭市环保局进行技术指导。因此，中日双方商定，在 JICA 专家向湘潭市环保局进行技术转移时，环境规划院的对口专家将作为咨询专家参与扩散模拟试验的工作。

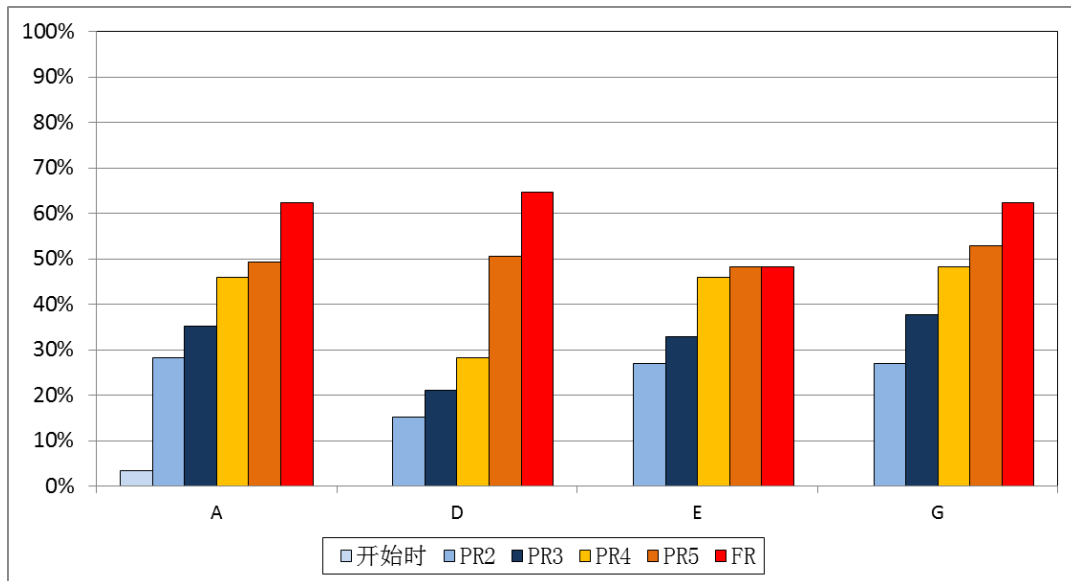
湘潭市环保局的技术转移对象对此项工作表现出了浓厚的兴趣。但是这些技术人员在大学毕业学习的是化学分析专业，从没有接触过扩散模拟试验。因此，JICA 专家向他们推荐了教材，要求大家先自学，对扩散模拟模型有个初步了解。

通过 2.2.6 中记述的扩散模拟模型的利用方面的培训以及 OJT 形式的个别辅导，湘潭市环保局的技术人员逐渐掌握了扩散模拟模型的利用方法。但是，由于部分技术人员各自的工作繁忙，无法参加培训等，因此将其从培训人员中排除。

湘潭市环保局的 E 于 2015 年 5 月离开了环保局，对项目活动的影响很大。因为 E 从第一年度下半年开始积极参加本项目成果 2 的活动，掌握了活动各环节的知识，是 JICA 项目组在湘潭市环保局开展成果 1 活动的重要人员。

E 离开后，2015 年 6 月~7 月 JICA 专家对之前参加过培训和 OJT 的 D 进行了扩散模拟模型构建的集中培训。通过个别指导，D 对扩散模拟模型的操作方法以及扩散模拟模型的构建方法有了进一步的理解，有了长足的进步。

环境规划院有 3 名对口人员也参加了湘潭市的培训，其中 G 对扩散模拟模型非常感兴趣，培训后也在不断学习。活动进入后半期后，由于其他工作繁忙无法继续参加培训，但通过其本人的不多学习，进步很快。



资料来源：JICA 专家组

图 2.3-7 负责扩散模拟试验人员的能力状况

## 2.4 项目实施运营方面的经验和教训

### 2.4.1 项目实施运营方面的经验

JICA 专家组原本希望通过在华期间召开例会互相确认项目进度等方式推动推进项目顺利进展,但是,由于中方活动内容相关事项负责人员工作繁忙,未能争取得到充分的时间,只能通过电话或电子邮件确认活动进展情况。

促进企业采取 NO<sub>x</sub> 减排措施,不光是要引进烟气处理设备,为企业能够提供降低成本、尽量减轻企业负担的建议对减排措施的实施具有推动作用。因此, JICA 专家组根据企业的现状和企业的要求,商讨决定采用充分利用现有设备削减 NO<sub>x</sub> 的措施和通过节能间接减少 NO<sub>x</sub> 排放的措施。并且,多家企业提出希望 JICA 专家提供的建议不仅能够减排 NO<sub>x</sub>,还能减排其他国家减排目标规定的污染物。根据企业的这一要求, JICA 专家在提供建议时充分考虑兼顾减排其他污染物。

在第三年度,为了推广普及《NO<sub>x</sub> 控制技术指南》和《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》,环保部和 JICA 于 2015 年 11 月联合举办了项目结题研讨会。为了研讨会的顺利举办,2015 年 7 月,中日双方举办了专家座谈会,2015 年 9 月与环境规划院商讨了评估手册的内容,从技术层面对技术指南和评估手册的内容进行了讨论。

为了利于成果 2 的污染源清单及大气扩散模拟模型的普及, JICA 专家组在第二年度委托软件开发公司开发了读取地方环保局工作人员输入的环境系统数据后将其转换为污染源排放清单的系统,并由湘潭市环保局和环境规划院进行了试用。为了解决试用中发现

的问题，JICA 专家组在第三年度委托软件开发公司升级了软件。这一软件对成果 2 向地方的普及具有促进作用。

由于中方的原因，中方无法向日方披露的机密数据资料由中方统一收集、处理及分析。正是由于这一点，成果 2 的活动中，由于中方对实测数据的处理不太熟悉，所需时间比预想的要多，造成了项目进展比原计划滞后。JICA 专家在构建合理建议机制的同时，指导中方对口人员如何进行数据筛选，缩短了中方处理实际数据的作业时间。

在第三年度的实地调查中，JICA 专家于 2015 年 6 月对湘潭市的示范企业开展了与 NO<sub>x</sub> 技术指南相关的案例研究，并将对示范企业的技术指导结果体现在了案例研究中。

#### 2.4.2 从项目中得到的教训

在项目活动中 JICA 家组发现，许多属于 NO<sub>x</sub> 重点污染源行业的企业希望不只做 NO<sub>x</sub> 减排，希望能够与 SO<sub>x</sub>、二恶英等其他大气污染物等一起综合治理。十三·五期间，NO<sub>x</sub> 等大气污染物的排放标准会越来越严，需要对设备做进一步改造，JICA 专家组需要在如何最大限度地利用现有设备、分步骤采取措施使排放达标的方法方面提供技术建议。

举办研讨会申请手续有可能需要花费很长的时间。鉴于上述情况，为了切实、有效地举办研讨会，JICA 专家组决定将原计划分别举办的技术交流与技术交流合并一起举行。2015 年 11 月举办的项目结题研讨会，考虑到中国国内手续所需的时间，JICA 专家组从 1 年前开始申请，以便研讨会能够顺利举办。

在第三年度的 JCC 会议上，中日双方就以推广普及《NO<sub>x</sub> 控制技术指南》和《NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册》为目的举办研讨会的事宜进行商议后决定，为了使指南和手册内容万无一失，在举办研讨会之前，由中日双方项目负责人确认指南和手册的内容，并请中国有关专家确认后由环保部和 JICA 举办评估会，确定指南和手册的内容。因此，需要中日双方项目负责人挤出时间在北京商议并修改指南和手册的内容。

#### ● 与环境省项目的合作

日本根据环境省实施的《日本示范环境治理技术等的国际合作》等计划在中国开展的 NO<sub>x</sub> 治理支援项目中，以武汉市为对象实施 NO<sub>x</sub> 治理技术应用相关示范项目，并已于 2014 年结束。在该示范项目中，日方专家针对武汉市的燃煤发电、工业锅炉、钢铁、水泥和玻璃厂等提供了技术建议，进行了案例分析，将这些成果用于 NO<sub>x</sub> 控制技术指南。

环境省目前正在示范城市湘潭市实施的《中国协同效应型低碳社会构建支援方法调查研究项目》（2013 年度～2015 年度），将南方水泥和本项目的示范企业中材水泥确定为示范企业。湘潭市环保局指出，污水处理厂的污泥处理方面 JICA 项目有可能部分内容与环境省的项目重复。为了避免这一问题，本项目将与环境省合作，有效实施 JICA 项目的活动。

## 2.5 为实现总体目标的建议

### 2.5.1 NO<sub>x</sub> 控制技术指南的更新

环保部表示在举办研讨会和培训时将利用技术指南，将技术指南的内容向中国国内普及。在 2016 年开始实施的十三·五规划中，污染物排放标准将更加严格，违规排放的处罚将更加严厉，因此，技术指南中记述的对策技术有望得到应用推广。这样的话，中方有可能根据本项目编制的技术指南以及评估手册编制作为总体目标的手册、推荐减排技术名录或正式出版物以及教材等。但是，由于中国政府制定环境政策、中国企业引进先进技术的速度很快，为了将技术指南向中国国内普及，必要时需要对技术指南的内容进行更新，使其符合中方的需求。

### 2.5.2 以模拟试验相关培训的方式进行技术支援，巩固双方的关系

NO<sub>x</sub> 控制效果评估方法手册在中国利用和普及的可能性很大，有望对各地区制定 NO<sub>x</sub> 减排规划发挥作用。有必要以模拟试验相关培训等方式，继续想中国国内推广手册的内容，实现总体目标。

为了使地方城市能够利用扩散模拟模型评估 NO<sub>x</sub> 减排措施的效果，有必要建立一个体制来保证利用和提高评估技术。因此，项目结束后，有必要在中国国内建立援助体制，由环境规划院继续为地方政府提供支援，帮助其制定未来规划。

### 2.5.3 中国政府向示范企业提供资金援助等

在本项目中，JICA 专家为示范企业提供的 NO<sub>x</sub> 减排措施有的已经实际进行了实验，有望取得很好的效果。但是，在中国国内继续实施 JICA 专家建议的措施需要根据企业设备的运行情况继续研究和巨额的资金投入。本项目示范企业通过实证试验确定 JICA 专家建议措施带来的减排效果后，有望在同行业中普及。为了树立实际应用的成功案例，希望中国政府能够为示范企业提供资金上的援助。

### 2.5.4 对示范企业进行跟踪调查的必要性

本项目示范企业湖南华菱湘潭钢铁有限公司正在进行通过烧结机的烟气循环和风箱重组，利用现有的脱硫设备，无需新装设备即可同时削减 SO<sub>x</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的实证试验。今后，为了提高该措施的效果，在项目结束后仍需要示范企业进行各种各样的实证试验。因此，除了中国政府提供资金援助外，JICA 专家进行跟踪调查提供技术建议也是提高实证试验的效果的有效方法。

#### 2.5.5 环境省项目对脱硝技术的推进

环境省正在计划从 2016 年开始实施《中国协同效应型低碳社会构建支援方法调查研究项目》第二期。本项目结束后，本项目的对象行业水泥仍可通过环境省的项目继续进行技术支援，有望提高本项目的 NO<sub>x</sub> 对策效果。



## 第3章 投入业绩

---

### 3.1 专家派遣业绩

日方专家及负责领域如下。专家的派遣业绩见表 3.1-1:

- |                                |             |               |
|--------------------------------|-------------|---------------|
| 1. 组长/大气污染对策                   | 田畑 亨        |               |
| 2. 副组长                         | 深山 晓生       |               |
| 3. 低 NO <sub>x</sub> 燃烧及脱硝技术   | 藤井 重雄       |               |
| 4. 低 NO <sub>x</sub> 燃烧及脱硝技术 2 | 富田 武        |               |
| 5. 大气质量及气象数据分析                 | 前田 浩之       |               |
| 6. 固定污染源烟气监测 1/固定污染源排放清单 2     | 越智 俊治       |               |
| 7. 固定污染源排放清单 1/固定污染源烟气监测 2     | 泽木 夏二       |               |
| 8. 移动污染源排放清单/业务协调              | 惠土 英        |               |
| 9. 扩散模拟试验                      | 仲田 伸也       |               |
| 10. 大气污染对策辅助 1                 | 出口 雅之(第一年度) | 奥本 孝雄(第二年度开始) |
| 11. 大气污染对策辅助 2                 | 大矢 绫子       |               |

表 3.1-1 专家派遣业绩

专家姓名	负责行业	时间	合计派遣月数
田畑 亨	组长/大气污染对策	2013/3/3 – 2013/3/23: 21 日 2013/4/14 – 2013/4/20: 7 日 2013/5/8 – 2013/5/21: 14 日 2013/9/3 – 2013/9/17: 15 日 2013/10/9 – 2013/10/23: 15 日 2013/12/15 – 2013/12/21: 7 日 2014/2/10 – 2014/3/17: 36 日 2014/5/11 – 2014/5/21: 11 日 2014/9/8 – 2014/9/20: 13 日 2014/10/26 – 2014/11/7: 13 日 2014/11/30 – 2014/12/6: 7 日 2015/2/1 – 2015/2/16: 16 日 2015/4/26 – 2015/4/30: 5 日 2015/5/13 – 2015/5/22: 10 日 2015/6/15 – 2015/6/20: 6 日 2015/7/14 – 2015/7/18: 5 日 2015/9/9 – 2015/9/23: 15 日 2015/10/25 – 2015/10/28: 4 日 2015/11/18 – 2015/12/2: 15 日 2016/1/18 – 2016/1/28: 11 日	8.20
深山 晓生	副组长	2013/12/2 – 2013/12/9: 8 日 2014/10/26 – 2014/10/30: 5 日 2014/11/30 – 2014/12/3: 4 日 2016/1/18 – 2016/1/22: 5 日	0.73
藤井 重雄	低 NO <sub>x</sub> 燃烧及脱硝技术	2013/3/3 – 2013/3/17: 15 日 2013/5/12 – 2013/6/8: 28 日 2013/8/18 – 2013/9/14: 28 日 2013/11/17 – 2013/12/7: 21 日 2013/12/12 – 2013/12/21: 10 日 2014/2/12 – 2014/2/15: 4 日 2014/2/19 – 2014/3/9: 19 日 2014/5/11 – 2014/6/7: 28 日 2014/8/31 – 2014/9/27: 28 日 2014/11/30 – 2014/12/27: 28 日 2015/1/20 – 2015/2/14: 26 日 2015/7/15 – 2015/7/17: 3 日 2015/9/8 – 2015/9/11: 4 日 2015/11/26 – 2015/11/29: 4 日 2016/1/26 – 2016/1/28: 3 日	8.30
富田 武	低 NO <sub>x</sub> 燃烧 脱硝技术 2	2013/3/3 – 2013/3/15: 13 日 2013/8/18 – 2013/8/27: 10 日 2013/9/13 – 2013/9/25: 13 日 2013/11/17 – 2013/12/1: 15 日 2013/12/15 – 2013/12/19: 5 日 2014/2/20 – 2014/3/10: 19 日 2014/5/15 – 2014/5/17: 3 日 2014/6/5 – 2014/6/14: 10 日	5.33

		2014/9/18 – 2014/9/27: 10 日 2014/11/20 – 2014/12/6: 17 日 2015/1/25 – 2015/2/14: 21 日 2015/6/3 – 2015/6/15: 13 日 2015/9/8 – 2015/9/11: 4 日 2015/11/25 – 2015/11/28: 4 日 2016/1/26 – 2016/1/28: 3 日	
前田 浩之	大气质量及气象数据分析	2013/3/14 – 2013/3/23: 10 日 2013/4/14 – 2013/4/20: 7 日 2013/6/2 – 2013/6/29: 28 日 2013/8/11 – 2013/9/9: 30 日 2014/6/15 – 2014/6/25: 11 日 2014/8/10 – 2014/8/21: 12 日 2014/10/15 – 2014/11/5: 22 日 2015/6/21 – 2015/7/4: 14 日	4.47
越智 俊治	固定污染源排放清单 1/固定污染源烟气监测 2	2013/8/18 – 2013/9/27: 41 日 2013/11/10 – 2013/12/14: 35 日 2014/2/12 – 2014/3/9: 26 日 2014/6/1 – 2014/6/15: 15 日	3.90
泽木 夏二	固定污染源排放清单 1/固定污染源烟气监测 2	2013/3/6 – 2013/3/17: 12 日 2013/11/10 – 2013/12/23: 44 日 2014/2/12 – 2014/3/17: 34 日 2014/6/4 – 2014/7/4: 31 日 2014/9/8 – 2014/9/27: 20 日 2014/10/12 – 2014/10/18: 7 日 2015/6/7 – 2015/6/20: 14 日 2015/9/6 – 2015/9/11: 6 日 2015/11/18 – 2015/11/28: 11 日	5.97
惠土 英	移动污染源排放清单/业务协调	2013/12/2 – 2013/12/27: 26 日 2014/2/12 – 2014/3/15: 32 日 2014/6/2 – 2014/6/26: 25 日 2014/9/14 – 2014/9/30: 17 日 2014/10/18 – 2014/11/8: 22 日 2015/9/6 – 2015/9/12: 7 日 2015/11/15 – 2015/11/28: 14 日	4.77
仲田 伸也	扩散模拟试验	2013/6/16 – 2013/6/29: 14 日 2013/10/9 – 2013/10/23: 15 日 2013/10/27 – 2013/11/6: 11 日 2014/6/15 – 2014/7/5: 21 日 2014/9/14 – 2014/9/30: 17 日 2014/10/8 – 2014/11/1: 25 日 2015/1/25 – 2015/2/14: 21 日 2015/6/14 – 2015/7/11: 28 日 2015/8/4 – 2015/8/8: 5 日 2015/8/23 – 2015/9/2: 11 日 2015/9/6 – 2015/9/19: 14 日 2015/11/11 – 2015/11/28: 18 日	6.67
出口 雅之 (第 1 年度) 奥本 孝雄 (第 2 年度)	大气污染对策辅助 1	2013/3/3 – 2013/3/17: 15 日 2013/5/12 – 2013/6/8: 28 日 2013/8/18 – 2013/9/6: 20 日 2013/11/24 – 2013/11/30: 7 日	4.30

年度开始)		2013/12/15 – 2013/12/21: 7 日 2014/2/12 – 2014/2/15: 4 日 2014/2/19 – 2014/3/9: 19 日 2014/5/11 – 2014/5/24: 14 日 2014/6/3 – 2014/6/17: 15 日	
大矢 绫子	大气污染对策辅助 2	2014/9/8 – 2014/9/27: 20 日 2014/10/30 – 2014/11/7: 9 日 2014/11/30 – 2014/12/22: 23 日 2015/1/29 – 2015/2/16: 19 日 2015/5/18 – 2015/5/22: 5 日 2015/7/15 – 2015/7/18: 4 日 2015/9/6 – 2015/9/23: 18 日 2015/11/16 – 2015/11/28: 13 日 2016/1/18 – 2016/1/28: 11 日	4.07

资料来源: JICA 专家组

### 3.2 培训业绩

在第一年度中, 本项目分别在 2013 年 9 月和 12 月实施了 2 次赴日培训, 第二年度在 2014 年 11 月实施了赴日培训, 培训业绩见表 3.2-1~表 3.2-6:

表 3.2-1 “NO<sub>x</sub> 控制技术” 相关培训参加人员名单

No.	培训参加人员姓名	单位
1	Ms. WANG, Feng	环保部总量司
2	Mr. YANG, Jin-Tian	环境规划院大气部 副总工程师
3	Ms. SONG, Xiao-Hui	环境规划院大气部
4	Mr. ZHONG, Yue-Zhi	环境规划院大气部
5	Ms. WANG, Xin	环境监测总站统计室
6	Ms. YUN, Ya-Ru	中国环境科学研究院大气所
7	Mr. CAI, Jun	华北督查中心
8	Mr. LIU, Xiao-Xuan	华东督查中心
9	Mr. QI, Jin-Long	北京市环保局总量处
10	Mr. XIE, Xin	西南督查中心
11	Ms. WEI, Jun	上海市环保局总量处
12	Mr. QIAN, Hui-Shan	江苏省环保厅总量处
13	Mr. SHI, Yi-Feng	浙江省环保厅总量处
14	Mr. WU, Bin-Bin	湘潭市环保局 (未参加)
15	Ms. YU, Jing-Jing	四川省南充市环保局总量科
16	Mr. TANG, Yu	湖南省环保厅
17	Ms. GAO, Tong	中日友好环境保护中心 国际司

资料来源: JICA 专家组

表 3.2-2 “NO<sub>x</sub> 控制技术” 相关培训概要

培训领域	NO <sub>x</sub> 控制技术
培训时间	2013 年 9 月 23 日(周一)~2013 年 10 月 3 日(周四)
培训人数	16 名
培训概要	<p>&lt;讲座&gt;</p> <p>日本的 NO<sub>x</sub> 减排措施、日本的 NO<sub>x</sub> 减排政策制定、煤燃烧技术及 NO<sub>x</sub> 减排技术概要、低 NO<sub>x</sub> 燃烧技术</p> <p>&lt;现场参观&gt;</p> <p>锅炉方面的 NO<sub>x</sub> 减排措施、NO<sub>x</sub> 监测技术、水泥企业的烟气减排措施、火力发电厂的 NO<sub>x</sub> 减排措施</p>

资料来源: JICA 专家组

表 3.2-3 “NO<sub>x</sub> 控制效果评估” 相关培训参加人员名单

No.	培训参加人员姓名	单位
1	Mr. WU, Xian-Feng	环保部污染物排放总量控制司大气总量处 处长
2	Ms. LI Ying	环境认证中心 工程师
3	Mr. XUE, Wen-Bo	环保部环境规划院 工程师
4	Mr. WANG, Yan-Chao	环保部环境规划院 工程师
5	Mr. BAI, Tao	中国环境科学研究院 工程师
6	Ms. WANG, Ruo-Su	中国环境科学研究院 工程师
7	Mr. ZHANG, Bin	中日友好环保中心政研中心 工程师
8	Mr. GAO, Jun	华北督查中心 处长
9	Ms. ZHU, Yan-Yan	华南督查中心 副主任科员
10	Mr. MA, Guo-Lin	西北督查中心 处长
11	Mr. HOU, Zheng-Wei	山西省环保厅 处长 (未参加)
12	Mr. LI, Yun-Fei	吉林省环保厅 主任科员
13	Mr. ZHAO, Hui	山东省环保厅 副处长
14	Mr. JIANG, Hong-Qi	广东省环保厅 处长
15	Ms. LIU, Yu-Guo	重庆市环保局 主任科员
16	Mr. ZHAO, Sheng-Shan	陕西省环保厅 处长

资料来源：JICA 专家组

表 3.2-4 “NO<sub>x</sub> 控制效果评估” 相关培训概要

培训领域	NO <sub>x</sub> 控制效果评估
培训时间	2013 年 12 月 8 日(周日)~2013 年 12 月 14 日(周六)
培训人数	15 名
培训概要	<p>&lt;讲座&gt;</p> <p>日本的总量控制制度、地方政府的总量控制措施以及对企业的指导、构建扩散模拟模型评估总量控制效果的方法</p> <p>&lt;参观&gt;</p> <p>参观大气质量监测、分析设备、水泥厂采取的 NO<sub>x</sub> 对策以及煤炭火力发电厂采取的 NO<sub>x</sub> 对策</p>

资料来源：JICA 专家组

表 3.2-5 “NO<sub>x</sub> 控制方法及政策的落实” 相关培训参加人员名单

NO.	培训参加人员姓名	单位
1	Mr. MAO, Yu-Ru	环保部总量司统计处 处长
2	Mr. GUO, Xin	环保部国际司项目负责人
3	Mr. LIU, Wei	环保部环境监察局管理处 副处长
4	Ms. WANG, Jun-Fang	中国环境科学研究院 高级工程师
5	Mr. YI, Peng	中国环境科学研究院 助理研究员
6	Ms. JIN, Ling	环境规划院大气部 助理研究员
7	Mr. XING, Chang-Cheng	华北督查中心 主任科员
8	Mr. YU, Qi	华南督查中心 处长
9	Mr. NING, Bing	西北督查中心 处长
10	Mr. LI, Guang-Jie	西南督查中心 副处长
11	Mr. ZHAO, Gen-Xi	河北省环保厅污染物排放总量控制处 处长
12	Ms. MO, Xiao-Lian	内蒙古自治区环保厅总量处 处长
13	Mr. MA, Yue-Long	湘潭市环保局 副调研员
14	Ms. LIU, Shuang	湘潭市环保局监察支队 副支队长
15	Ms. XU, Xin	湘潭市环保局监测站 主任
16	Mr. TAN, Rui	湘潭市环保局减排办

资料来源：JICA 专家组

表 3.2-6 「NO<sub>x</sub> 控制方法及政策的落实」研修概要

培训领域	NO <sub>x</sub> 控制方法及政策的落实
培训时间	2014 年 11 月 23 日(周日)~2014 年 11 月 29 日(周六)
培训人数	16 名
培训概要	<p>&lt;讲座&gt;</p> <p>日本的总量控制制度、地方政府采取的大气污染防治措施、利用扩散模拟模型评估总量控制效果的方法</p> <p>&lt;参观&gt;</p> <p>参观大气环境质量在线监测及分析设备、水泥厂的 NO<sub>x</sub> 减排措施、煤电厂的 NO<sub>x</sub> 减排措施、低 NO<sub>x</sub> 锅炉在工厂的应用例</p>

资料来源：JICA 专家组

### 3.3 提供器材业绩

提供器材清单上所列的烟气监测用器材、模拟试验用器材以及活动用器材分别在日本和中国采购（表 3.3-1）。

在对湘潭市环保局现有器材进行确认后发现：湘潭市环保局已经有最初设备提供计划中所列烟气监测相关的皮托管等几种提供器材，因此，这部分器材将使用湘潭市环保局的。JICA 专家与对口单位就使用哪种扩散模拟模型软件的问题商讨后决定，为了便于将来扩散模拟模型在中国国内地方环保机构的普及，使用中国环境影响评价指定的、美国环保署无偿提供的扩散模型软件 CALPUFF，不需要本项目采购。

日本国内采购的器材由于在 160 万日元以内，实行多家报价竞标的方式进行采购。中国国内采购的器材在 160 万日元以内的实行多家报价竞标的方式，超过 160 万日元的便携式烟气分析仪（5 项）采用指定厂家报价竞标的方式采购。已分 4 次在本年度末之前在当地完成了采购（2013 年 8 月下旬、10 月中旬、12 月中旬及 2014 年 2 月中旬）。

表 3.3-1 器材一览表

#### 日本国内采购器材

器材名称	数量	单位	送达当地的时间	分类
Fortran 编译程序	2	个	2013 年 10 月中旬	模拟试验
GIS 软件	2	个	2013 年 10 月中旬	模拟试验
大气扩散模拟试验软件	2	个	无需采购	模拟试验

#### 中国国内采购器材

器材名称	数量	单位	采购时间	分类
PC	2	台	2013 年 8 月下旬	模拟试验
复印机	2	台	2013 年 8 月下旬	项目活动用
投影仪	2	台	2013 年 8 月下旬	项目活动用
便携式烟气分析仪(5 项)	1	套	2014 年 2 月中旬	烟气监测
便携式烟气分析仪用 PC	1	台	2013 年 10 月中旬	烟气监测

资料来源：JICA 专家组

此外，2013 年度烟气检测器材（耗材）部分的采购分为日本国内采购和中国国内采购两种方式进行（表 3.3-2）。JICA 专家在中国国内采购时，参考了烟气分析仪的到货时间，以便能够在当地按计划使用。



表 3.3-2 2013 年度计划采购的烟气相关器材（耗材）及交货时间

NO.	器材（耗材）名称	数量	采购时间	用途	采购地点
1	压力表	2 套	2013 年 12 月中旬	流速监测	日本
2	U 形吸湿管	10 根	2013 年 12 月上旬	水分监测	中国
3	K 型热电偶	4 根	2013 年 11 月中旬	温度监测	日本
4	K 型热电偶用补偿引线	1 根	2013 年 11 月中旬	温度监测	日本
5	测温试纸	1 套	2013 年 11 月中旬	温度监测	日本
6	K 型热电偶用数据存储器	3 个	2013 年 11 月中旬	温度监测	日本
7	数据存储器用收集器	1 个	2013 年 11 月中旬	温度监测	日本
8	S 型热电偶	2 根	2014 年 2 月中旬	温度监测	日本
9	S 型热电偶用补偿引线	1 根	2014 年 2 月中旬	温度监测	日本
10	采样管	1 根	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
11	采样管用收纳箱	1 箱	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
12	滤筒	2 箱	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
13	特氟龙管（4*6）10m	1 根	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
14	特氟龙管（8*10）50m	2 根	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
15	硅胶软管（4*8）10m	1 根	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
16	硅胶软管（6*10）	1 根	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
17	编织硅胶软管	2 m	2013 年 12 月中旬	烟气成分监测	日本
18	小气泵	1 台	2013 年 12 月上旬	烟气成分监测	中国
19	减压阀	3 个	2014 年 2 月中旬	烟气成分监测	中国
20	标气 SO <sub>2</sub> （低/高浓度）	各 1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
21	标气 NO（低/高浓度）	各 1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
22	CO（低/高浓度）	各 1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
23	标气 CO <sub>2</sub>	1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
24	标气 O <sub>2</sub>	1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
25	标气 N <sub>2</sub>	1 根	2013 年 11 月上旬	烟气成分监测	中国
26	保护眼睛	2 套	2013 年 12 月上旬	安全用品	日本
27	耐热手套	2 套	2013 年 12 月上旬	安全用品	日本
28	复合气体检测报警器	1 台	2013 年 9 月中旬	安全用品	中国

	(CO 等 4 种成分)				
29	万用表	1 台	2013 年 10 月下旬	现场通用	日本
30	防尘面罩	4 套	2013 年 3 月上旬	现场通用	日本
31	耐热带	2 卷	2013 年 12 月中旬	现场通用	日本
32	清洁纸	1 箱	2013 年 12 月中旬	现场通用	日本
33	安全带	4 套	2013 年 11 月中旬	现场通用	中国
34	工具组合套装	1 套	2013 年 11 月中旬	现场用具	中国
35	硅胶润滑油	1 根	2013 年 12 月中旬	现场通用	日本
36	其他消耗品（吊绳，购物筐，密封带，包塑铁线，作业手套等等）	1 套	2013 年 11 月中旬	现场通用	中国

资料来源：JICA 专家组

### 3.4 当地活动费用

各年度的金额、委托业务的成果如下：

#### 3.4.1 当地活动费用的金额

表 3.4-1 为各年度当地活动费用的金额：

表 3.4-1 当地活动费用

	第 1 年度	第 2 年度	第 3 年度	合计
差旅费	19,757,000	15,360,000	9,169,000	44,286,000
一般业务费	20,854,000	24,277,000	11,197,000	56,328,000
成果品制作费	1,714,000	1,724,000	3,092,000	6,530,000
器材费	3,475,000	0	0	3,475,000
当地委托费	6,449,000	3,666,000	1,861,000	11,976,000
国内培训费	1,965,000	393,000	0	2,358,000
直接劳务费	22,851,000	17,719,000	8,401,000	48,971,000
其他成本及一般管理费等	39,479,000	31,715,000	16,387,000	87,581,000
税金	5,827,200	7,588,320	4,008,560	17,424,080
合计	122,371,200	102,442,320	54,115,560	278,929,080

注：第 3 年度的业绩为截至 2015 年 11 月的估算金额。

资料来源：JICA 专家组

### 3.4.2 利用当地业务费委托业务的成果

第 1 年度委托了 3 件业务，第 2 年度和第 3 年度分别委托了一件业务。委托业务成果如下：

#### (1) 固定污染源的信息收集

为了能够利用湘潭市的重点工业企业污染源排放的数据制作扩散模拟试验所需的输入数据，JICA 项目组委托实施了固定污染源信息收集、调查工作。

JICA 项目组在湘潭市寻找了政府认可的污染源监测机构，但最终发现湘潭市环境监测站是唯一一家符合条件的单位。对该单位的监测业绩确认后认为，该单位一直从事湘潭市内的污染源烟气监测工作，具有丰富的监测经验和监测能力。因此，以特别指定签约的方式委托湘潭市环境监测站实施固定污染源的信息收集调查工作。

调查时，JICA 专家组与湘潭市环保局商议后，从湘潭市重点工业企业污染源中选择了燃煤使用量及 NO<sub>x</sub> 排放量前 46 位的企业。对于其中的 37 家企业，有受托机构的专家去企业直接调查，获取了燃烧设施的概要、烟囱信息和各月燃料消耗量等数据。此外，对于收集的信息整理后发现数据不全的企业，采用再去登门或电话的方式进行了调查。

### **(2) 机动车车流量及旅行速度的调查**

湘潭市的车流量和旅行速度的数据将作为计算机动车污染物排放量的数据使用，因此，JICA 专家组实施了车流量和旅行速度的调查。

JICA 项目组从湖南工程学院、湖南科技大学和长沙佳蓝检测技术有限公司三家收到了报价单，最终决定委托长沙佳蓝检测技术有限公司进行机动车车流量和旅行速度的调查。

2014 年 2 月 21 日（周五）、2 月 22 日（周六）2 天、最多时候在 25 个点位进行了 24 小时车流量调查。

旅行速度调查也实施了 2 天，在行驶一圈需要约 2 小时的 3 种路段分别行驶了 4 次，实施了各路段旅行速度的调查。

### **(3) 大气污染监测**

为了评估湘潭市的大气污染结构，JICA 专家组在湘潭市实施了湘潭市大气污染监测调查。

JICA 项目组在湘潭市寻找了政府认可的大气监测机构，但最终发现湘潭市环境监测站是唯一一家符合条件的单位。对该单位的监测业绩确认后认为，该单位一直从事湘潭市内的污染源烟气监测工作，具有丰富的监测经验和监测能力。因此，以特别指定签约的方式委托湘潭市环境监测站实施大气污染监测工作。

2013 年 12 月 19 日~2014 年 1 月 19 日、在 8 个点位实施了大气污染监测调查环境大气污染测定。

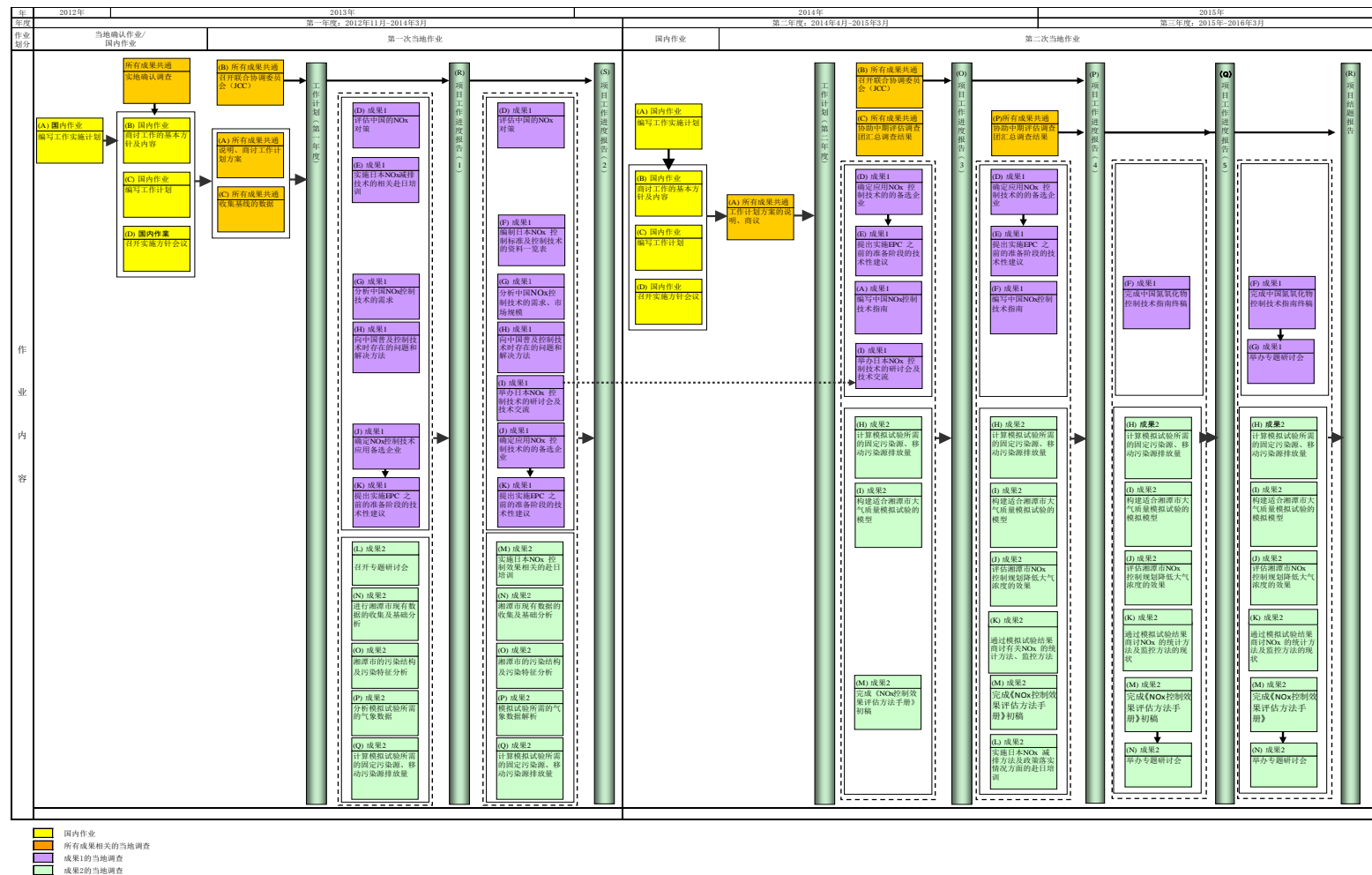
### **(4) 环统数据转换系统的开发及系统升级**

中国的地方环保局每年都向环保部报告大气、水准等环境数据，环保部和地方环保局将这些数据作为环统数据保存。普及本项目编制的评估手册需要使用这些现有的数据。因此，JICA 专家组在第二年度委托软件开发公司开发了将地方环保局保有的环统数据转换成模拟试验用输入数据的系统。系统开发规格由环境规划院负责扩散模拟试验的技术人员与 JICA 专家协商后确定。但是，在与系统开发同时进行的湘潭市扩散模拟模型是构建活动中，JICA 专家发现委托开发的系统中污染物排放量面源的分配方法不够合理，因此在第三年度委托软件开发公司增加了相关功能。

开发系统的公司需要拥有使用环保部管理的环境统计业务系统数据的许可、熟悉这些数据的形式及结构等、拥有丰富的软件开发经验、且拥有读取及转换上述数据技术的公司。经对口单位推荐，JICA 专家组对拥有环境统计业务系统数据的公司进行调查确认，北京思路创新科技有限公司是符合所有条件的唯一一家公司。因此，以特别指定签约的方式委托北京思路创新科技有限公司开发环统数据转换系统。

### 3.5 活动实施流程

图 3.5-1 为本项目活动实施的流程图:



资料来源：JICA 专家组

图 3.5-1 本项目业务活动实施流程

### 3.6 详细活动计划

本项目的详细活动计划如表 3.6-1~表 3.6-3 所示。为了明确中方的工作内容，特将工作分为●中方主导、▲日方主导、★共同开展 3 种形式，对每项活动都作了明确标注。







