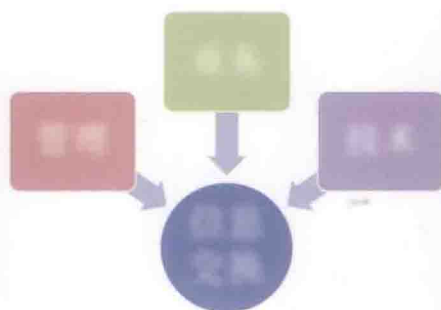


WURANYUAN ZIDONG JIANKONG XINXI
JIAOHUAN JIZHI YU JISHU YANJIU



污染源自动监控信息 交换机制与技术研究

徐富春 刘 定 刘 伟 等 编著

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

污染源自动监控信息交换机制与技术研究

徐富春 刘 定 刘 伟 等 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

污染源自动监控信息交换机制与技术研究 / 徐富春
等编著. —北京: 中国环境出版社, 2013.12
ISBN 978-7-5111-1682-6

I. ①污… II. ①徐… III. ①污染源—污染控制—信
息技术—研究 IV. ①X506-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 300573 号

出 版 人 王新程
责任编辑 张维平
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112738 (管理图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 2 月第 1 版
印 次 2015 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 29.25
字 数 700 千字
定 价 120.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

编委会

顾 问：吴晓青

组 长：赵英民

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

编写人员名单

第1章	徐富春	王亚平	吴向培	王进孝
第2章	韩季奇	王亚平	刘伟	郭家义 徐富春
第3章	刘伟	刘定	王利强	朱琦
第4章	虞朝晖	郭家义	阚静	徐富春
第5章	刘定	李顺	茅晶晶	崔亚红
第6章	徐洁	刘坤娇	时宏	徐劲松
第7章	李旭文	李宏奇	陈良博	骆安盛 刘定

序 言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念和新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强，发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展，完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技

术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环保科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构,支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动,“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署,环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题,立足环境管理中的科技需求,积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间,环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 234 项,涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域,共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与,逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前,专项取得了重要研究成果,提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案,形成一批环境监测预警和监督管理技术体系,研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术,提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议,为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果,及时总结项目组织管理经验,环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果,具有较强的学术性和实用性,可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版,在科技管理上也是一次很好的尝试,我们希望通过这一尝试,能够进一步活跃环保科技的学术氛围,促进科技成果的转化与应用,为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

前 言

为了完成“十一五”规划中到 2010 年主要污染物削减 10% 的约束性指标要求, 2007 年环境保护部启动了国控重点污染源自动监控能力建设项目(简称“国控污染源项目”), 对占全国主要污染物负荷 65% 的国家重点监控企业的污染物排放情况实施自动监控, 通过自动化、信息化等技术手段可以更加科学、准确、实时地掌握重点污染源的主要污染物排放数据、污染治理设施运行情况等与污染物排放相关的各类信息。

污染源自动监控系统的建设和管理依托环境监测、自动控制、计算机、电子和网络通信等多个领域的技术, 是一项复杂的系统工程。虽然统一开发并下发了“国控重点污染源自动监控系统及重点污染源基础数据库系统软件”, 但部分省、地市仍沿用前期建立的一些系统, 有的省、地市使用统一下发的软件, 而有的省、地市用统一下发软件作为数据传输的前置机, 在系统建设中暴露了联网、信息传输、信息(数据)交换等问题。除其他管理、技术因素外, 信息(数据)交换已经成为“国控污染源项目”全面实现既定目标的瓶颈。为进一步研究国控污染源信息(数据)交换相关管理、技术问题, 2008 年 10 月起启动了“污染源自动监控信息交换机制技术研究”课题。

“污染源自动监控信息交换机制技术研究”课题由 2008 年公益性行业科研专项经费支持。本书展现了该课题的主要研究内容以及应用场景。包括污染源自动监控信息的交换机制; 污染源数据交换标准体系建立; 数据交换技术模式设计; 污染源自动监控信息交换原型系统开发; 以及污染源自动监控信息交换原型系统试点示范。为实现全国污染源监控信息的交换和集成奠定理论基础和实施范例。

本研究提出的技术路线已经应用于“国家环境信息与统计能力建设项目”(5.8 亿元资金)中“数据传输与交换平台”的设计和开发, 为选定“数据传输

与交换平台”的交换模式提供了理论依据和实践经验，有效解决了大规模部署中关键技术问题；课题提出的“三位一体”交换机制框架，为环境监察管理工作的深化提供了理论支撑；对于新增污染物（氨氮、氮氧化物）自动监控工作也有较好的借鉴作用。建设原型系统，支撑了江苏、辽宁、青海、宁夏四省（区）污染源自动监控数据交换；污染源自动监控信息交换原型系统的设计与开发基于“HJ/T 352—2007 规范”，原型系统的成功从技术上验证了“HJ/T 352—2007 规范”的可实现性，另一方面可以解决分布式污染源自动监控信息在同构、异构数据库之间的数据共享和交换问题；丰富和完善了环境信息化标准体系，《环境信息交换技术规范》（环境保护标准报批稿）中采纳了本研究提出的交换体系、交换模式。

参与研究和本书编写的人员来自环境保护部信息中心、环境保护部环境监察局、江苏省环境信息中心、辽宁省环境信息中心、青海省环境信息中心、北京市信息资源中心、宁夏环境信息中心和宁夏环境监察总队。本书共分 7 章，由徐富春、刘定、刘伟等编著。

本研究过程中，先后赴环境保护部环境监察局、江苏省环境信息中心、辽宁省环境信息中心、青海省环境信息中心、宁夏环境监察总队和烟台市环境监控中心等调研，得到了上述单位的大力支持。环境保护部环境监察局杨子江处长给予了业务上的指导，山东省环境信息中心毛炳启、汪先锋，烟台市环境监控中心温峰斌，宁夏环境监察总队杨鹤、卢兴刚，广东省环境信息中心黎嘉明为本研究提供了省、市污染源自动监控中心的建设经验，全国组织机构代码管理中心顾迎建主任、周钢、赵华欣提供支持比对了江苏省、辽宁省、青海省、宁夏回族自治区所辖企业的组织机构代码信息，北京力鼎创软科技有限公司、西安交大长天软件股份有限公司协助原型系统的开发，刘定、郭家义负责通稿，曾尹姿参与了书稿编辑工作。在此，一并表示衷心的感谢！

编 者

目 录

第 1 章 总报告	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 国控重点污染源自动监控概述	1
1.1.2 国内外研究情况概述	2
1.1.3 研究的目标、范围和意义	5
1.2 研究方法与技术路线	7
1.2.1 研究方法	7
1.2.2 技术路线	7
1.3 主要研究内容与结论	9
1.3.1 污染源自动监控信息交换机制研究	9
1.3.2 污染源自动监控信息交换模式设计	12
1.3.3 污染源自动监控信息交换标准体系	17
1.3.4 污染源自动监控信息交换原型系统建设	19
1.3.5 试点示范	21
1.4 主要成果及应用前景分析	23
1.4.1 主要成果应用情况	23
1.4.2 人才培养和队伍建设	24
1.4.3 前景分析	24
1.5 未来工作建议	24
参考文献	25
第 2 章 国内外案例及现状	26
2.1 国外信息交换研究与实践	26
2.1.1 跨机构数据交换问题	26
2.1.2 国外的相关工作	28
2.2 国外信息交换相关案例	29
2.2.1 美国联邦政府组织架构 (FEA)	29
2.2.2 英国政府“电子政务互操作框架”(e-GIF)	35
2.2.3 德国政府“电子政务应用标准与架构”(SAGA)	36
2.2.4 德国“行政管理服务目录”(DVDV)	37
2.2.5 环境数据目录(UDK)	38
2.2.6 芬兰的多代理交换模式	40

2.3 我国有关政务信息资源交换的方针政策	41
2.3.1 国家信息化领导小组关于我国电子政务建设指导意见	41
2.3.2 关于加强信息资源开发利用工作的若干意见	41
2.3.3 国家电子政务总体框架	42
2.3.4 2006—2020 年国家信息化发展战略	42
2.3.5 国民经济和社会信息化“十一五”规划	43
2.4 国内信息交换相关案例	43
2.4.1 自然资源和基础地理空间信息交换系统总体框架	43
2.4.2 交通科技信息资源共享平台	47
2.4.3 北京市政务信息资源交换平台	52
2.4.4 中国科学院数据交换平台	53
2.4.5 江苏省太湖流域水环境信息共享平台	65
2.5 污染源自动监控信息交换现状	69
2.5.1 污染源自动监控系统建设	69
2.5.2 污染源自动监控数据问卷	71
2.5.3 国控污染源自动监控数据交换问卷反馈	71
2.5.4 国控污染源自动监控数据交换问卷分析	75
2.6 国内外信息交换综述	80
2.6.1 国外信息交换工作的特点及可借鉴的经验	80
2.6.2 我国政务信息资源交换的特点	81
附录 2-1 国控污染源自动监控数据交换问卷	83
参考文献	85
 第 3 章 污染源自动监控信息交换机制研究	86
3.1 国内外信息交换机制建设情况	86
3.1.1 国外信息交换机制	86
3.1.2 国内信息交换机制	88
3.2 污染源自动监控信息交换机制现状分析	92
3.2.1 污染源自动监控管理发展及现状	92
3.2.2 污染源监控管理机构职能及业务分析	93
3.2.3 污染源自动监控信息化现状	94
3.2.4 污染源自动监控信息交换管理制度建设现状	97
3.3 污染源自动监控信息交换机制研究框架	102
3.3.1 污染源自动监控信息生命周期	103
3.3.2 基于生命周期的污染源自动监控信息交换机制现状分析	103
3.3.3 生命周期中交换环节的机制现状分析	106
3.3.4 污染源自动监控信息交换机制“三位一体”研究框架	106
3.4 污染源自动监控信息交换保障机制完善建议	107
3.4.1 完善污染源自动监控机制的建议	107

3.4.2 完善污染源自动监控信息交换保障机制的建议	108
附录 3-1 国控重点污染源自动监控信息传输与交换管理规定	110
附录 3-2 严管源、慎用钱、质为先加快污染减排“三大体系”建设	112
附录 3-3 污染源自动监控管理办法	118
附录 3-4 国控重点污染源自动监控能力建设项目建设方案	121
附录 3-5 污染源监控中心建设规范	125
附录 3-6 国控重点污染源自动监控项目污染源监控现场端建设规范	131
 第 4 章 污染源自动监控信息交换模式设计	132
4.1 国内外信息共享交换模式	132
4.1.1 芬兰的多代理模式	132
4.1.2 交通运输部的分级管理与共享模式	133
4.1.3 小结	135
4.2 污染源自动监控信息交换的需求	135
4.2.1 污染源自动监控系统建设的背景	135
4.2.2 污染源自动监控系统对信息交换的需求	136
4.3 信息交换模式概述	138
4.3.1 信息交换模式及其分类	138
4.3.2 传统网状交换模式及存在的问题	139
4.4 信息交换业务模式	139
4.4.1 集中控制模式	140
4.4.2 分布控制模式	141
4.4.3 递阶式控制模式	142
4.5 信息交换技术模式	143
4.5.1 交换体系概念模型	143
4.5.2 交换体系技术参考模型	144
4.5.3 信息交换流程	146
4.5.4 交换和共享信息资源类型	149
4.6 信息交换的关键技术问题	150
4.7 省级污染源自动监控信息交换的典型模式	151
4.7.1 江苏省污染源自动监控信息交换模式	151
4.7.2 广东省污染源自动监控信息交换模式	157
4.7.3 青海省污染源自动监控信息交换模式	161
4.7.4 辽宁省污染源自动监控信息交换模式	165
4.8 污染源自动监控信息交换模式建议	169
4.8.1 污染源自动监控信息交换的特点	169
4.8.2 污染源自动监控信息交换建议模式	170
4.8.3 交换技术设计	172

第5章 污染源自动监控数据交换标准体系	177
5.1 研究背景	177
5.2 国内外现状	178
5.2.1 国外情况	178
5.2.2 国内情况	179
5.3 污染源自动监控信息相关标准	181
5.3.1 已有标准	181
5.3.2 存在的问题及建议	182
5.4 污染源自动监控信息交换标准体系	183
5.4.1 污染源自动监控信息交换标准体系	183
5.4.2 数据交换标准体系逻辑框架	184
5.4.3 数据规范	185
5.4.4 接口规范	187
5.4.5 技术规范	188
5.4.6 业务规范	189
5.5 污染源自动监控信息交换规范明细表	190
5.6 小结	191
附录 5-1 现有国家标准	192
附录 5-2 污染源数据与组织机构代码数据比对报告 (节选)	196
附录 5-3 污染源自动监控信息数据元规范 (节选)	208
附录 5-4 污染源自动监控信息数据字典规范 (节选)	237
附录 5-5 污染源自动监控信息元数据规范 (节选)	243
附录 5-6 环境保护信息数据元编制原则和方法	248
附录 5-7 污染源自动监控信息交换平台接口规范 (节选)	255
第6章 污染源自动监控信息交换原型系统	269
6.1 原型系统建设的背景和目标	269
6.2 原型系统总体框架	269
6.2.1 系统架构	269
6.2.2 网络架构	270
6.3 原型系统建设思路	271
6.3.1 原型系统功能设计	271
6.3.2 原型系统技术模式	272
6.4 原型系统技术路线	273
6.4.1 MQ 版原型系统	273
6.4.2 ESB 版原型系统	274
6.5 污染源自动监控信息交换原型系统功能	275
6.5.1 MQ 版原型系统功能	275
6.5.2 ESB 版原型系统功能	295

6.5.3	污染源自动监控信息交换系统功能总结	303
6.5.4	原型系统实现比较	308
6.6	标准符合性的检查	309
6.6.1	数据校验	309
第7章	试点与示范	354
7.1	试点工作总体方案	354
7.1.1	工作目标	354
7.1.2	试点省(自治区)选择原则和标准	354
7.1.3	试点内容	355
7.1.4	时间安排	356
7.1.5	工作要求	356
7.1.6	试点成果	357
7.2	江苏省试点示范	357
7.2.1	污染源自动监控工作现状	357
7.2.2	试点要求与目标	365
7.2.3	试点工作内容	365
7.2.4	预期成果	366
7.2.5	试点工作方法	366
7.2.6	组织管理	371
7.2.7	江苏省原型系统部署	371
7.2.8	江苏省试点工作综述	384
7.3	辽宁省试点示范	386
7.3.1	数据交换的目标与实现	386
7.3.2	辽宁省污染源监控及数据交换情况	387
7.3.3	数据交换研究	391
7.3.4	污染源自动监控数据映射关系	396
7.3.5	试点省工作总结	405
7.4	青海省试点示范	406
7.4.1	试点与示范工作方案	406
7.4.2	原型系统部署	411
7.4.3	系统配置	417
7.4.4	数据交换示例	417
7.4.5	青海省试点工作总结	418
7.5	宁夏回族自治区试点示范工作	424
7.5.1	工作现状	424
7.5.2	试点要求与目标	427
7.5.3	试点工作内容	427
7.6	原型系统试点工作总结	428

7.6.1 对工作调整的说明	428
7.6.2 存在的问题	428
7.6.3 建议	429
7.6.4 小结	430
附录 7-1 污染源自动监控交换数据库实体一览表	432
附录 7-2 污染源自动监控数据映射关系汇总表	434
附录 7-3 数据交换 Schema	454

第1章 总报告

1.1 研究背景

1.1.1 国控重点污染源自动监控概述

国控重点污染源自动监控能力建设项目（以下简称“国控污染源项目”）是污染减排“三大体系”¹四个能力建设项目之一，而建立高效的信息存储、传输和共享交换机制是“三大体系”建设能否达到国际一流水平的重要标志和实现手段。

国控重点污染源自动监控系统对占全国主要污染物（二氧化硫排放量、化学需氧量排放量）负荷 65% 的国家重点监控企业的污染物排放情况实施自动监控，掌握重点污染源的主要污染物排放数据、污染治理设施运行情况等各类信息，是监督重点污染源是否完成污染物减排指标的有效手段。各级环保管理部门目前已陆续建立了一批污染源自动监控系统，由于各地系统建设时间不同，采用了不同的监控、传输和软件技术，缺乏统一的数据标准，形成了各自独立的系统，省内不同地、市的系统数据难以交换，省级环保管理部门无法通过各地市的系统获取全省的污染源监控数据，国家级的数据更是面临多种系统、多种软件、不同数据格式的局面，难以实现全国污染源监控信息的交换和集成，无法全面、系统地掌握全国的污染源监控信息，对于基于基础信息做出宏观管理决策有很大的影响。

开展“污染源自动监控信息交换机制与技术研究”，集成各级各地环保部门已经或即将建立的污染源自动监控能力，是当前迫切需要展开的工作。需要在已有的工作基础上，基于现有的环保管理体系和机构现状，研究全国污染源自动监控信息的交换机制，设计合理的数据交换技术模式，梳理建立相关的数据标准，建立污染源自动监控信息交换原型系统并进行试点，与“国控污染源项目”同步推进，并配合该项目为各省与国家之间的数据交换提供技术支持。

1 污染减排三大体系：科学的污染减排指标体系、准确的减排监测体系和严格的减排考核体系。科学的污染减排指标体系：为顺利完成主要污染物减排任务而建立的一套科学的、系统的和符合国情的主要污染物排放总量统计分析、数据核定、信息传输体系。其显著标志是“方法科学、交叉印证、数据准确、可比性强”，能够做到及时、准确、全面反映主要污染物排放状况和变化的趋势。准确的减排监测体系：为顺利完成主要污染物减排任务而建立的一套污染源监督性监测和重点污染源自动监测相结合的环境监测体系。其显著标志是“装备先进、标准规范、手段多样、运转高效”，能够及时跟踪各地区和重点企业主要污染物排放变化情况。严格的减排考核体系：为顺利完成主要污染物减排任务而建立的一套严格的、操作性强和符合实际的污染减排绩效考核和责任追究体系。其显著标志是“权责明确、监督有力、程序适当、奖罚分明”。

1.1.2 国内外研究情况概述

1.1.2.1 国外研究情况概述

(1) 国外研究情况概述

国外信息服务数据交换实践工作主要表现在政策和标准规范的制定、交换模式的创新、交换控制与管理与跨地区的数据交换等几个方面。

在政策和规范制定上,比较典型的是英国和美国,英国充分认识到提供公共信息服务,需要在政府、公共服务机构间进行双向的信息沟通和交换,因此,英国政府定义了电子政务互操作框架(e-GIF)^[1],e-GIF侧重于数据交换,主要制订了跨政府和公共领域信息流的技术政策和规范,体现互通性、数据集成性、电子服务访问和内容管理等。美国“联邦组织架构”(Federal Enterprise Architecture, FEA)是美国政府为了政府信息化过程中实现以业务和绩效为驱动的跨部门合作,按照一定的步骤和方法而构建的电子政务参考框架,该框架的数据参考模型描述了数据交换。FEA提出数据交换由数据参考模型的标准信息结构(即所谓的信息交换包)来进行。信息交换包代表了在数据用户之间交换的实际消息或数据组合^[2]。

在制定标准规范的同时,各个国家、城市充分探索符合本国(市)的数据交换管理模式,其中具有创新价值的是TYVI的基于代理的交换控制模式,芬兰企业与政府的信息交换中建设了TYVI系统^[3],该系统的交换框架中,由多个代理共同完成数据交换工作。这一框架旨在对与在文件格式标准和数据网络解决方案上存在差异的政府当局,与有业务联系的企业通过中间机构建立起电子化的业务联系。通过这一模型,企业即可通过中间商向政府提交相关的数据,免去了与单个政府部门打交道的麻烦,这一创新模型的优势表现在多个方面:第一,对于商业组织而言,数据只需要一次性汇报给中间服务商,不再需要依次发给所有需要数据的各政府当局。第二,中央行政管理部门面对的是由企业所选择的TYVI系统操作者提供的界面,这一系统以网页为基础,不需要太多特殊的数据处理技术,企业可以与TYVI系统操作者直接联系,决定采用适当的传输系统。第三,对于中央行政管理而言,TYVI系统是一个简单的标准化数据收集系统,通过这一系统,许多机构实现了资源共享。

德国埃斯林根(Esslingen)^[4]为了完成建筑工程许可工作,建立了虚拟建筑平台。所有相关文件,如文档、地理信息等都需要通过交换工具实现交换。为了有效地完成交换控制,该市将数据交换与 workflow 技术结合起来,以XML描述交换数据,从而可以方便地实现各种地理信息系统与虚拟建筑平台的交互,基于 workflow 的数据交换使得数据交换可以按特定的流程进行,便于控制和管理。

爱尔兰^[5]则在儿童个人公共信息服务(Child's Personal Public Service, PPS)中探索数据交换的安全问题,将XML Schemas用于数据交换中,以确保数据的安全性。

美国TRI州际数据交换项目^[6]共吸引了密歇根、印第安纳、南加利福尼亚和弗吉尼亚四个州参加,为了有效地完成数据交换工作,每个州都根据自身的业务需求设计了数据交换流程,通过州际数据交换项目数据的实施,提高了数据处理时间、降低了数据管理需求、提高了数据准确性和数据的可访问性。