



低碳通信方案在中国：减排贡献及减排潜力

——基于对中国移动低碳实践的分析

杨天剑 胡一闻 郑平 Dennis Pamlin

© 2010 版权所有
世界自然基金会 (WWF)

本报告的材料受版权保护。未经许可不得以任何形式复制或翻印。世界自然基金会鼓励传播本作品且仅限于非商业性、非赢利使用；若请求复制，通常可以迅速获得有关准许。

本报告电子版及摘要可在下列网址免费下载：
<http://www.wwfchina.org/aboutwwf/whatwedo/climate/publication.shtm>
<http://www.lowcarbonbiz.org>

致谢

Acknowledgement

本研究由世界自然基金会（WWF）和中国移动通信集团公司合作支撑，由北京邮电大学服务管理科学研究所主研完成。

在研究过程，我们得到了来自各方的大力支持与协助。没有他们的帮助，我们很难完成这一具有探索性的研究。

首先，要感谢中国移动集团公司对低碳研究工作的高度重视，我们十分钦佩他们对低碳未来的远见卓识。同时要感谢中国移动重庆公司的业务骨干们给我们调研提供的基础性的协助配合。参与调研和分析工作的人员一共涉及四十多人，请允许我们在此一并致谢。此外，特别要提到的是中国移动集团计划部的陈国先生、重庆公司计划部的吴晓康先生，他们全程参与并协助了我们的调研工作；集团计划部的秦光泽先生、陈国先生和重庆公司蔡亮先生在研究方法设计与完善的过程中给予了大量宝贵意见和帮助，在此对他们表示特别感谢。

其次，要感谢北京邮电大学服务管理科学研究所所长舒华英教授以及国家发展和改革委员会能源研究所的胡秀莲研究员，他们在我们的讨论中给予多方面启迪，并提供了诸多基础性的数据。还要感谢国务院发展和改革委员会经济体制与管理研究所史炜研究员、工业和信息化部电信研究院的杨培芳总工、北京邮电大学的彭若弘老师和彭扬老师，他们为我们的研究带来许多新的思路和方法上的指导。

同时，感谢WWF的杨富强博士、侯艳丽女士和陈冬梅女士，他们在项目进行期间对我们的关键研究内容提出了中肯的修改意见和技术指导，并始终给予我们令人感动的鼓励；WWF的雷红鹏先生、张楚先生和常瑜女士多次参加我们的项目讨论，给我们的工作提供了许多专业知识，特此表示感谢。

再次，要感谢北京邮电大学经济管理学院王轩、史宏霞、刘溪和王翥等研究生，他们在搜集、整理和分析数据方面付出了大量辛勤的汗水，并提供了基础性的协助。他们是不可多得的得力助手。王轩主要负责温室气体减排度量方法论部分资料整理工作，史宏霞主要负责智慧物流部分资料整理工作，刘溪主要负责非实物化部分的资料整理工作，王翥主要负责智慧工作部分的资料整理工作。

最后，我们还要特别感谢来自于我们国际同仁的支持和协助，他们包括：Suzanne Pahlman (Connecore)、Pierre Delforge (HP)、Chris Priest (HP)、Paul Shabajee (HP)、Jens Malmödin (Ericsson)、Eleine Weidman (Ericsson)、Marco Buttazzoni (Sustainability 3.0)、Lorenz Hilty (EMPA)、Mikhail Chester (Berkeley)。

杨天剑^a

胡一闻^b

郑平^c

Dennis Pamlin^d

a 北京邮电大学服务管理科学研究所 副教授

b 北京邮电大学服务管理科学研究所 副所长

c 世界自然基金会（瑞士）北京代表处 低碳企业发展官员

d 中国社会科学院 高级访问学者

目录

Contents

序 言	I
摘 要	II
主要结论	II
主要建议	III
第1章 未来的世界	1
第2章 信息通信技术与碳减排	4
2.1 信息通信技术与气候变化	5
2.2 中国通信行业与智慧社会	6
第3章 研究背景与方法论	8
3.1 世界在行动	9
3.2 通信行业低碳ICT解决方案带来的CO ₂ 减排量的计算思路	13
第4章 中国移动ICT解决方案应用的减排现状	15
4.1 中国移动二氧化碳减排测算思路	18
4.2 典型低碳ICT解决方案案例介绍	19
4.2.1 顾客自助服务	19
4.2.2 全曲下载	21
4.2.3 路灯远程监控	24
4.2.4 手机支付	26
4.3 中国移动重庆市公司的二氧化碳减排量	28
4.4 典型低碳ICT解决方案的减排特征	30
4.5 中国通信行业减排总量估算	31
第5章 中国通信行业2020/2030年温室气体减排潜力分析	32
5.1 智慧的物流	33
5.1.1 中国移动物流行业信息化解决方案	33
5.1.2 应用现状	33
5.1.3 中国公路物流行业现状及发展趋势	34
5.1.4 “智慧物流”在中国公路物流行业的减排潜能分析	35
5.1.5 “智慧物流”减排潜力发挥的障碍及解决措施	37
5.2 非实物化	38
5.2.1 在线媒体	40
5.2.2 电子纸张	43
5.2.3 非实物化面临的机遇与挑战	44
5.2.4 应用非实物化的途径	45
5.3 智慧的工作	46
5.3.1 远程办公	46
5.3.2 视频远程会议	49
5.3.3 “智慧工作”应用中的障碍及解决措施	51
5.4 智慧应用	52
5.4.1 中国移动物联网业务	52
5.4.2 路灯监控减排潜力	53
5.4.3 柴油发电机监控系统的减排潜力	54
5.4.4 远程抄表系统的减排潜力	55
5.4.5 未来方向	55
附录：减排量计算模型	56

图表目录

Figures & Tables

图 1-1	2007年世界前十的CO ₂ 排放国	1
图 1-2	未来的世界	2
图 2-1	ICT对碳排放的影响	6
图 2-2	中国通信行业与智慧社会	7
图 3-1	中国通信行业带来的CO ₂ 减排贡献的估算方法与步骤	13
图 4-1	中国移动智能ICT解决方案主要涉及的领域	16
图 4-2	中国移动低碳ICT解决方案二氧化碳减排量测算思路	18
图 4-3	顾客自助服务二氧化碳减排量测算思路	19
图 4-4	全曲下载二氧化碳减排量测算思路	21
图 4-5	传统音像产业链能源消耗	22
图 4-6	路灯远程监控CO ₂ 减排路径	24
图 4-7	手机支付CO ₂ 减排路径	24
图 5-1	中国移动物流通业务盘查边界	34
图 5-2	“智慧物流”在四个情景下的CO ₂ 排放	35
图 5-3	智慧物流在四个情景下的CO ₂ 减排潜力	36
图 5-4	智慧物流的间接影响	37
图 5-5	广义非实物化的应用形式	39
图 5-6	非实物化对人类生活的影响	39
图 5-7	2000年到2008年纸和纸板生产和消费情况	43
图 5-8	新闻早晚报	44
图 5-9	手机报的减排潜力示意图	44
图 5-10	智慧工作在中国的减排潜力预测	46
图 5-11	远程办公碳足迹盘查边界	47
图 5-12	远程会议碳足迹盘查边界	49
图 5-13	智慧工作减排潜能发挥的差异性	52
图 5-14	全国路灯数量预测	54
表 1-1	ICT的健康发展所涉及到的三个关键相关方	2
表 2-1	ICT应用的三大减排途径	5
表 3-1	ICT应用与温室气体减排的相关研究	9
表 4-1	典型ICT产品减排量列表	28
表 4-2	典型ICT产品减排系数&减排机理	30
表 4-3	典型ICT产品减排系数&减排机理	30
表 4-4	典型ICT产品减排系数&减排机理	31
表 5-1	中国公路物流行业的CO ₂ 排放	35
表 5-2	“智慧物流”在中国的减排潜力	36
表 5-3	1998年到2007年录像制品出版情况	40
表 5-4	“远程办公”在中国的减排潜力测算	48
表 5-5	“远程会议”在中国的减排潜力	50
表 5-6	中国近三十年航空旅客总周转量及碳排放情况	51
表 5-7	全国路灯发展情况	53
表 5-8	未来路灯数量预测	53
表 5-9	路灯监控减排潜力	54

序言 Preface

这份报告是世界上第一次基于具体案例来分析信息通信技术（ICT）对于中国低碳发展的重要潜力，事实上，诸如电子书籍，远程办公，智能交通解决方案，智能路灯系统，智能家电，智能住宅等低碳ICT方案，已经在现代低碳社会中发挥着重要作用。正如这份报告所表明，中国通信行业提供的ICT服务已经帮助全社会做出巨大的二氧化碳减排贡献，而且尤其不能忽视的是，未来几十年类似ICT技术方案还将为社会带来超过10亿吨的二氧化碳减排潜力。

迄今为止，人们讨论低碳方案时，还很少重点讨论ICT方案。而这份报告的结论说明，这种状况迫切需要改变，未来的低碳战略应该把通信行业作为重要的低碳解决方案提供方。我们希望这份报告的结果可以激发行动，使人们认识到，ICT低碳方案能够给社会带来根本性的变革。

因此，现如今在讨论低碳经济时，有必要赋予那些拥有重要解决方案的公司以关键角色，这些公司也正在用实际行动展示着其对社会低碳发展的重要作用。中国移动作为其中重要一员，正全力推进“绿色行动计划”，在努力减少自身二氧化碳排放的同时，其所提供的ICT服务方案正为全社会做着更大的减排贡献。

该报告同时提出了一系列具体建议，包括ICT方案的市场发展目标以及测算ICT方案减排贡献的方法论等，我们希望这些建议能够引导并激发未来在这一重要领域的进一步工作。

我们相信，低碳ICT服务可以提供进一步的减碳创新，在创造商业价值和就业机会的同时，帮助中国建成一个可持续发展的和谐社会。



王建国
中国移动通信集团公司总裁



Dermot O'Gorman
世界自然基金会（瑞士）北京代表处首席代表

摘要 Summary

本报告重点研究通信行业的ICT产品与服务对碳减排的贡献，揭示了ICT产品所具备的巨大节能减排潜力。

我们选择全球网络和客户规模最大的电信运营商中国移动ⁱ作为量化研究案例，应用GHG Protocol等方法量化中国移动的ICT产品与解决方案一年的减排量。

我们将目前电信运营商提供的ICT产品主要分为四大应用领域：智慧物流、非实物化、智慧工作和智慧应用。在此基础上，分别就各个领域定量和定性相结合的分析了ICT产品在中国的减排潜力。

本报告的撰写过程中特别对于中国移动通信集团重庆有限公司（以下简称“中国移动重庆公司”）的14项服务类ICT产品进行了详细调研并依据GHG Protocol等方法量化了每个产品一年内带来的CO₂减排量，以此为基础估算中国移动重庆公司的减排总量，再根据重庆移动的业务规模在中国移动业务规模中所占的比重来估算中国移动的减排总量；同时根据市场份额和用户数占比等指标估算整个中国通信行业的减排贡献。

通过辨识低碳ICT产品当前减排与未来潜力，报告证实了电信行业带来的最重要的减排贡献在

于通过低碳ICT技术的推广带来的各行各业的减排。报告中四个领域的辨识也有利于指导制定有利于低碳ICT产品发展的激励政策。

本报告的第一部分介绍了信息通信技术行业的相关方，即通信产品的提供商与运营者、信息通信产品的使用者和政策制定者，分别如何影响ICT技术的发展，并进而影响未来社会的碳排放前景。三者的不同选择将决定未来的世界是否能实现低碳发展。

第二部分阐述了信息通信技术对环境的影响，分析了它与碳减排的关系。

第三部分介绍了计算减排的方法论，本文根据数据的可获得性选择GHG Protocol的适当方法来计算碳减排量。

第四部分量化计算中国移动的减排量。通过实地调研重庆移动的ICT产品，进行减排量计算并以此为依据估算中国通信行业的减排贡献。

第五部分中我们根据第四部分的计算结果选择了通信行业ICT产品具有一定应用规模并具备显著减排效果的四个领域：智慧物流、非实物化、智慧工作和智慧应用，并分析中国在这四个领域上ICT技术可能具有的减排潜力。

主要结论 Key Findings

■ 2008年中国移动在整个中国范围带来的二氧化碳减排总量估计为约4850多万吨，是其自身二氧化碳排放量约794万吨ⁱⁱ的6倍左右。

■ 2009年中国移动ICT应用的业务量在2008年的基础上又增加了20%，所以我们估计2009中国移动为中国带来二氧化碳的减排量约为5820万吨。

■ 中国通信行业具有巨大的减排贡献，保守估计2008年中国通信行业给社会带来的CO₂减排总量至少为7000多万吨ⁱⁱⁱ。由于本研究调查范围并未包含固网电信运营商，因此实际上整个中国通信行

业给社会带来的CO₂减排总量应该更多。

■ 本研究选取具有较佳数据来源的中国移动通信集团的14种ICT解决方案，经量化计算，其带来的减排量平均是自身排放量的7倍以上。

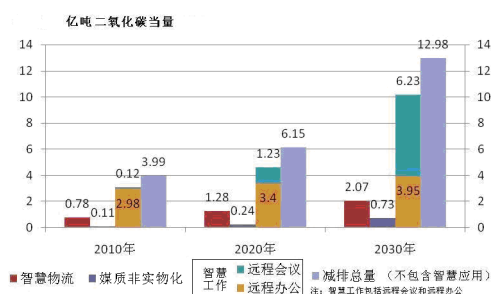
■ 未来，电信行业提供的ICT技术应用将具有巨大的减排潜力。预计，到2030年，全社会通过应用这些ICT技术将实现每年减排CO₂达12.98亿吨。同时，根据预测，在电信行业提供的ICT技术应用较多的四个领域中，智慧物流、智慧工作和智慧应用ICT产品比非实物化ICT产品具有更明显的减排效果和减排潜力。

i 截止2009年11月30日中国移动用户数为5.18亿，<http://www.chinamobilettd.com/>

ii 37页，中国移动2009年社会责任报告，http://www.chinamobilettd.com/images/pdf/2010/csr/2010_csr_e.pdf

iii 2008年和2009年中国移动的用户数 约占全国的移动用户总数的70%。

图0-1 中国通信行业未来减排潜能



■ 假设政策制定者与ICT供应商与使用者都重视智慧物流的应用，由此带来的中国公路物流车辆空载率由目前的30%降为15%，那么中国通信行业“智慧物流”类ICT产品在2010年、2020年与2030年具有最大的直接减排机会分别为0.78亿吨、1.28亿吨、2.07亿吨。

■ 中国通信行业“非实物化”类ICT产品在本研究中主要是指“在线音乐”和“电子纸张”两类ICT产品。假设纸张使用量按照现有增长速度增长，在2010、2020、2030年都有纸张总量的25%被电子纸张代替，并假设2010、2020、2030年100%的CD/DVD被替代^{iv}，那么中国通信行业“非实物化”类ICT产品在2010年、

2020年和2030年具有最大的直接减排机会分别为0.11亿吨、0.24亿吨和0.73亿吨。

■ 中国通信行业“智慧工作”类ICT产品在本研究中主要是指“远程办公”和“远程会议”两类ICT产品。假设在2010、2020、2030年与上下班相关的行驶里程都能下降80%，并假设2010、2020、2030年虚拟会议对商务飞行的替代率分别达到4%、15%和37%^v，那么“远程办公”类ICT产品在2010年、2020年与2030年具有的直接最大减排机会分别2.98亿吨、3.4亿吨、3.95亿吨。“远程会议”类ICT产品在2010年、2020年与2030年具有的最大直接减排机会分别约为0.12亿吨、1.23亿吨、6.23亿吨。

■ 本研究只针对中国通信业“智慧应用”ICT产品中的三个特例（中国移动的路灯监控、柴油机发电监控和电力智能抄表业务）进行了尝试性的分析，由于“智慧应用”类ICT产品种类广泛、减排原理各异，所以难以估算未来“智慧应用”的总体减排潜力，因此上图中并未涉及到。尽管我们没有提出智慧应用ICT产品在未来的减排总量，但是我们意识到它们将扮演非常重要的角色。比如，假设2010年全中国50%的路灯都使用路灯监控的话，那么带来的CO₂减排量将达到357万吨。

主要建议

Key Recommendations

对政府部门的建议：

1 为提高中国资源、能源的利用效率，信息产业及相关低碳ICT技术的发展应该作为重要的一部分被加入到“十二五”规划中。在国家气候战略层面，需要特别关注那些能带来结构性变革的ICT解决方案，比如那些与传统工作、生活方式相比能带来80%或者更多减排的方案（如：虚拟会议、电子书籍等）。

2 为中国通信行业的减排贡献（通过推广低

碳ICT技术而为全社会带来的减排量）制定目标，如2020年至少减排6亿吨，2030年至少减排10亿吨。

3 政府充分发挥自己在低碳方案推广方面所起到的积极作用。

— 制定相关政策，推动行业发展。一方面，通过降低投资方面的壁垒、增加对环保行业支持力度，调动电信运营企业等环保技术提供商开发低碳ICT解决方案的积极性；另一方面，通过限定传统行业的排放额度，加强行业自律性及应用ICT的主动性。

iv GeSI, The Climate Group, SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age, 2008, <http://www.gesi.org>

v From Workplace to Anyplace, Marco Buttazzoni, Andrea Rossi, Dennis Pamlin, Suzanne Pahlman, <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11939.pdf>

— 在高排放行业内大力推动低碳ICT方案的应用，同时鼓励ICT运营企业针对高排放行业研发更具减排效益的ICT方案。

— 在城市规划时可以考虑ICT方案的接入，为未来智慧办公等方案应用提供基础设施的便利。

— 鼓励ICT供应商与减排关键行业的紧密合作。如在电力行业，加强ICT技术在智能电网建设和维护中的应用，促进智能电网的建设运营。又如在建筑领域，针对建筑能耗的控制与管理，鼓励ICT供应商与建筑开发商合作开发一体的解决方案，实现数据收集、监测及管理等功能。

4 树立标杆企业作为低碳ICT应用的典范加以推广，扩大低碳ICT的影响力，为社会其他企业采用低碳ICT产品提供示范。在建筑和物流等高排放领域推广ICT产品应用，目前，一些房地产商在进行建筑设计的时候已经开始考虑采用ICT技术开发绿色建筑的努力。这些企业值得关注，并为行业内其他企业提供启迪和示范。

对电信运营商、 电信服务使用者和学术界的建议：

5 所有重要的电信运营商都应该制定自身的减排贡献目标（通过推广ICT应用而为社会带来的减排）。

6 加强通信服务提供商及运营企业间的合作，共同研发、突破技术瓶颈，推动ICT技术各个方面的应用，积极探讨建立行业标准，促进低碳经济的良性循环。通信服务提供商及运营企业应该增强社会责任感，同时认识到低碳经济的价值以及其商业潜力。通信运营企业应该加强基础设施建设，为ICT产品的发展提供必要保障，在产品开发阶段将碳减排作用的大小作为重要的产品属性进行考量，促进未来低碳智慧社会的到来。

7 收集、整理和不断改善不同工业和非工

业领域中使用低碳ICT技术的最佳实践，并制定明晰、公开的应用指南。

8 电信行业、政策制定者以及其他利益相关者共同支持开发相关国际化标准，进一步测算、分析低碳ICT技术带来的CO₂减排量。

9 ICT解决方案由于应用行业与减排机理的不同，减排效果有很大差异，因此，ICT解决方案的推广需要考虑其减排机理和行业内此ICT应用的市场规模大小，以便实现最大效果的减排。从减排机理上说，有些ICT方案通过增强传统行业能源利用效率来实现减排目的，有些方案通过替代传统行业物质介质来实现减排目的。一般来说，通过提高传统行业能源利用效率的方案通常减排效果更明显。例如，在物流和交通行业内应用的低碳ICT方案比电子报纸等“非实物化”方案能带来更明显的减排效果。在进行方案推广时，可以优先选择这些减排效果显著的领域。

10 尽管“效率提升”类ICT解决方案一般具有比“实物替代”类ICT解决方案具有更高的直接减排量，但是需要注意的是，“实物替代”类往往能促使整个社会生产、生活模式得到结构性提升。比如，我们用虚拟会议代替商务飞行，那么我们不但将减少飞行带来的排放，而且将不需要更多的机场和飞机，进而不需要更多的建筑材料和机身金属。这种结构性的改变可能会带来比前者更大的间接减排效果。

11 在一些具体领域，我们可以加大ICT方案的应用，如：在大学里引入电子阅读装置，既促进ICT技术创新，又减少对能源和纸张的需求；鼓励大型国企及其他企业远程办公，并开展关于如何用低碳ICT创造良好工作条件的培训。^{vi}

12 加大ICT产品减排效果与潜力的宣传，增强社会公众环保意识，促使社会公众投入更多的时间和精力关注碳减排事业，加速生活、消费方式的转变，带来低碳良性循环。

^{vi} 全球电子阅读装置发展迅速，根据iSuppli公司的研究2009年电子阅读装置的销售额约为400万，到2012年会达到1200万。根据DisplaySearch公司的研究中国的电子阅读器销售将从2008年的80万增长到2010年300万，这个估算是假设中国占世界电子阅读销售额的20%。
http://www.cibmagazine.com.cn/Features/Business.asp?id=1222&hanwang_s_global_ambitions.html

THE WORLD IN THE FUTURE



第1章 未来的世界

人类社会在飞速发展的同时也面临各种各样的挑战，环境恶化、疾病、战乱、都给人类文明的继续繁荣带来威胁。众所周知，化石能源的利用将社会的进步放上了高速运行的列车，带来过去100多年的繁荣。然而化石能源的利用所产生的温室气体排放却有可能给生态系统带来毁灭性的影响。不管是化石能源的利用带来的环境问题还是化石能源的不可再生带来的能源危机都预示着未来的世界将不可能像上个世纪那样运行了，人类必须寻找新的出路。图1-1显示了来自国际能源署的一些国家化石燃料排放二氧化碳的数据¹。

图1-1 2007年世界前十的CO₂排放国



传统上人们认为经济发展和环境问题是互相矛盾的，即满足人们的需求要从地球上索取更多的资源，带来更多的消耗和排放；积极推进环保工作，号召大家减少高碳排消费在一定程度上会限制了发展。

但现在，我们惊喜的发现有这样一种消费，它在满足人们需求的前提下还带来碳排放的减少。信息技术（ICT）的应用改变了传统行业的生产和服务方式，提高传统行业的效率，用低碳的工作生活方式代替高碳的工作生活方式，为碳减排带来了新的机会。例如视频会议的应用，它并不是从限制人们的会议需求来实现减排而是从更好的满足人们会议需求的角度上出发来实现减排。利用ICT人们可能会开更多的商务会议，但是由商务会议带来的交通出行却减少了。

ICT为实现碳减排提供了一个更加智慧的途径。当然，这只是一个直观的认识，还有更多的问题需要探讨。例如ICT应用自身带来的排放以及ICT应用对于需求的刺激作用等都会对最终的碳排放产生影响。但是，毋庸置疑的是ICT将是影响未来世界低碳发展的重要因素。

如果正确的引导和推动ICT在减排领域的应用，将促进社会向低碳健康的智慧世界发展；反之，我们面临一个高碳排放未来的几率将大大提高。ICT的健康发展受着各个方面的影响，总结下来有三个关键的相关方：政策制定者、ICT服务提供商和ICT使用者。

¹ 国际能源署IEA《CO₂ emissions from fuel combustion 2009 highlights》，<http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>。

注：由于本研究未涉及除二氧化碳以外的其他温室气体，所以本研究中二氧化碳排放量CO₂和二氧化碳当量排放量CO₂e以及碳排放都是指二氧化碳的当量排放量CO₂e。

表1-1 ICT的健康发展所涉及到的三个关键相关方

关键的相关方	对推动ICT在减排领域发展的影响
政策制定者	通过制定不同的政策影响ICT技术的发展程度和发展方向，例如对那些利于减排的ICT项目的发展给与利率较低的贷款或者提高高排放消费行为的税收来补贴低排放以及环保行业。这些政策都将影响ICT运营者和ICT使用者的决策。政策制定者对于ICT的发展有着深远的影响，合适的政策刺激将引导众多的ICT运营者和更多的ICT使用者向着同一个正确的方向前进。ICT运营者和ICT使用者数量众多而且利益独立，较难达成共识。政策制定者可以更客观、更中立从长远角度分析碳减排的益处。因此政策制定者的决策更大程度上的影响到未来世界是否能成为一个低碳高效的智慧的世界。将政策制定者的态度作为一项指标，ICT运营者和使用者的态度作为另一项指标，可以出现四种组合：高碳排社会、政策导向社会、技术导向社会和智慧社会。下面将描述每种社会的产生原因和可能出现的后果。
ICT服务提供商	ICT服务提供商的决策将直接决定ICT技术如何发展、营销和使用。这些决策包括：何时推出新的ICT产品；是否将保护环境作为产品开发时考虑的要素；是否向用户传达ICT产品保护环境的理念；是否针对产品开发一套环境友好的系统；是否推动政府在进行基础设施建设时考虑环境保护问题。这些问题直接决定了ICT的发展方向，在产品初期有没有将环境因素作为重要指标考虑将直接决定未来产品从生产销售到使用报废整个生命周期内的碳排放量。ICT服务提供商和运营商必须找到充分的动机去考虑产品的环保特性，并为之付出成本，得到收益，才能保证低碳ICT从源头上得到发展的动力。
ICT使用者	ICT使用者是ICT产品作用于环境的直接参与者，使用者可能有意识的使用ICT技术替代传统的工作和生活方式以减少温室气体排放，也可能并不在意ICT技术的减排作用而去采用带来更高碳排放的技术。这个选择将直接决定运营者是否能将自己的低碳ICT产品做下去，因为低碳ICT技术的发展需要资金，产品销售出去获得回报才有可能进一步发展。因此，我们每个使用者的每一个选择都将决定未来的世界是否能向低碳的智慧世界发展。今天做出智慧的决定将会迎来明天智慧的世界。

图1-2 未来的世界

三个关键相关方对于ICT的态度以及他们是否做出智慧的决策将很大程度上决定我们的未来是否是个智慧的世界。

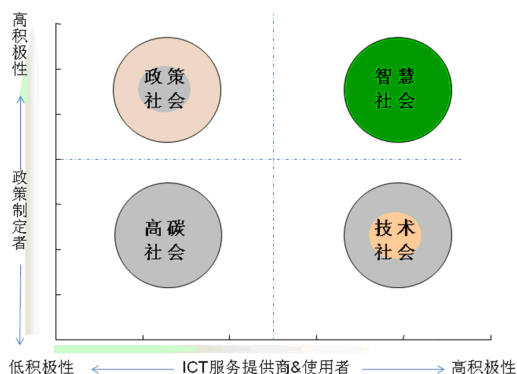


表1-2 未来世界可能的情景²

		ICT服务提供商和运营商&使用者	
		两者均不积极： 存在技术障碍， 社会公众不认可	两者均积极： 突破技术瓶颈， 社会公众积极应用ICT方案
政策制定者	制定相应政策 积极鼓励ICT产业发展	政策社会	智慧社会
	忽视ICT产业	高碳社会	技术社会

高碳排社会是指三者都没有认识到和积极的利用ICT技术的减排潜力，政策制定者、ICT服务提供商和运营商、以及ICT使用者都按照传统工作生活习惯行事。这种情况下，假设ICT产品被看作一种普通的消费品进行消耗，而应用低碳ICT产品由于可能带来额外的研发、初装、运营等成本，比如安装新的视频会议系统带来的投资等，将不会被使用者购买，ICT服务提供商在产品设计的时也不会去考虑产品的促进碳减排特性，这样ICT产业在繁荣的同时可能将成为一个高碳排产业：新的产品出现带来新的消耗，提高效率所节约的时间里人们转向了其他更高碳排放的消费。

政策导向社会是指政策制定者力图推广ICT的减排，而ICT服务提供商和运营商不将减少碳排放作为产品的重要属性进行研发和推广。使用者在购买和使用时也未考虑ICT的减排效果。

技术导向型社会与政策导向型社会恰好相反，ICT服务提供商、运营商和使用者都积极的推动ICT技术的减排，而政策制定者却忽略了ICT的减排效能，没有给与足够的支持和激励。

智慧的社会是指三者通力合作推动ICT技术的减排，给未来的社会带来巨大的减排的同时进一步提高人们的生活质量。政策制定者积极推动低碳ICT的发展，出台相应政策，使得低碳ICT产品能以更低的生产、更低的价格提供给使用者并且获得更加有利的00外部生存环境，促进ICT配套设施的发展；ICT运营者将减排能力作为产品的研发重点和宣传重点，从全生命周期考虑整个产品体系的减排；ICT使用者将获得更加便利的服务更加便宜的应用，在使用ICT应用时会考虑它的碳排放并且对自己所产生的碳排放有客观清晰的认识，有选择的避免高碳排活动。由于配套设施的完善，ICT的应用将更加的广泛，社会生活的各个方面：工作、娱乐、医疗、教育都将受到ICT的影响，各个行业的碳排放都会因ICT而得到监测甚至控制；大规模的应用带来成本的下降，使用者将以更低的价格获得更好的产品，运营者获得回报研发新的低碳ICT产品。未来的世界将不再是以化石能源的燃烧驱动的，而是在智慧的决策下向智慧的世界发展。

2 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11939.pdf>.

CT and Carbon Emission Reduction



第2章 信息通信技术与碳减排

2.1 信息通信技术与气候变化

信息与通信技术（ICT）是提高生产率、实现经济增长、减少贫困和改善生活质量的重要推动力量。作为全球发展最为迅速的产业之一，ICT引领了一场世界范围内的信息产业革命；在当今人类日趋朝着低碳经济发展的进程中，ICT产业同样发挥着巨大的作用。

通过优化系统架构、提高设备使用效率等技术措施和提倡“循环改进”的管理方法，ICT行业可以减少自身对能源、资源的消耗，降低自身运营所引起的碳排放。更为重要的是，ICT行业可以通过提供低碳解决方案来帮助社会其他部门减少对能源的使用，在转换传统经济发展模式和生活工作方式的基础上，促进更深层次的全社会减排。

ICT行业的快速发展与气候变化的关系，可以用一句话来概括——带来了挑战，但更带来了减排的机遇。

一方面，ICT行业的快速发展，带来了对计算机、制冷、存储和传输等设备的大量需求，进而带来了对电力的大量消耗。根据Gartner的估计，2002全球ICT行业的二氧化碳总排放占全球总排放量的2%左右，到2020年，这一数字将增加到3%。

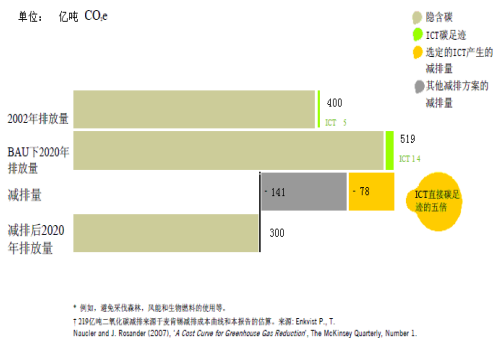
另一方面，为应对气候变化，全社会需要ICT行业提供低碳解决方案，例如视频会议、手机读物、智能调度系统等。通过这些丰富的ICT应用，ICT行业能够帮助提高能源使用效率，减少碳排放，促进全社会的低碳发展。

表2-1 ICT应用的三大减排途径

提高效率	提高传统行业的能源效率，以达到减排目的。例如智能交通、智能建筑、智能电网、智能物流等应用。
改变结构	小到提供虚拟替代方案以减少实物的使用（例如手机报纸、视频会议的应用），大到替代高碳排放的生产生活方式、推进产业结构升级等，都可达到减排目的。
提供手段	为监控和分析能源消耗和CO ₂ 排放提供可行的信息技术手段。

许多研究机构预测了ICT对气候变化影响的远景。GeSI在研究报告中预测，到2020年，全球ICT行业自身二氧化碳排放将由2002年的约5亿吨增长到14亿吨左右；但与此同时，社会其他行业通过使用ICT技术而减少的二氧化碳排放量估计将达到78亿吨，相当于ICT行业本身二氧化碳排放量的5倍之多，约占2020年全球二氧化碳总排放量15%。再考虑到其他各种节能减排措施可带来的约141亿吨的二氧化碳减排量，到2020年时，有望使得全球二氧化碳每年的总排放量由500亿吨减少到300亿吨，比2002年降低25%³。

图2-1 ICT对碳排放的影响



这一切保证了我们向着一个正确的方向前进——未来的低碳经济与信息社会。正如

第一章中说的那样，如果信息通信技术提供商与运营者、信息技术使用者和政策制定者能够向着这个方向共同努力，形成良性循环的低碳经济发展模式那么人类的未来将是个智慧的社会。

2.2 中国通信行业与智慧社会

诸多研究表明，基于信息通信技术的智慧方案的应用能够引领我们由高碳社会向智慧社会转变。中国通信行业具有发展低碳的动机。提供智慧方案、促进低碳发展，成为新时期中国通信行业与社会共同发展的利益结合点。应用信息通信技术引领低碳发展模式，通信服务提供及运营企业能够在践行企业社会责任、提升企业社会形象的情况下实现有效的成本控制，同时通过为其他行业提供低碳替代产品带来新的业务拓展机会，提高利润增长点。

此外，中国政府正在积极推进“工业化”与“信息化”的融合，在政策层面上对企业发展低碳经济提出要求（2009年7月19日，中国国务院办公厅发出《2009年节能减排工作安排》的通知），这将在客观上促进通信行业的低碳发展。

图2-2 中国通信行业与智慧社会



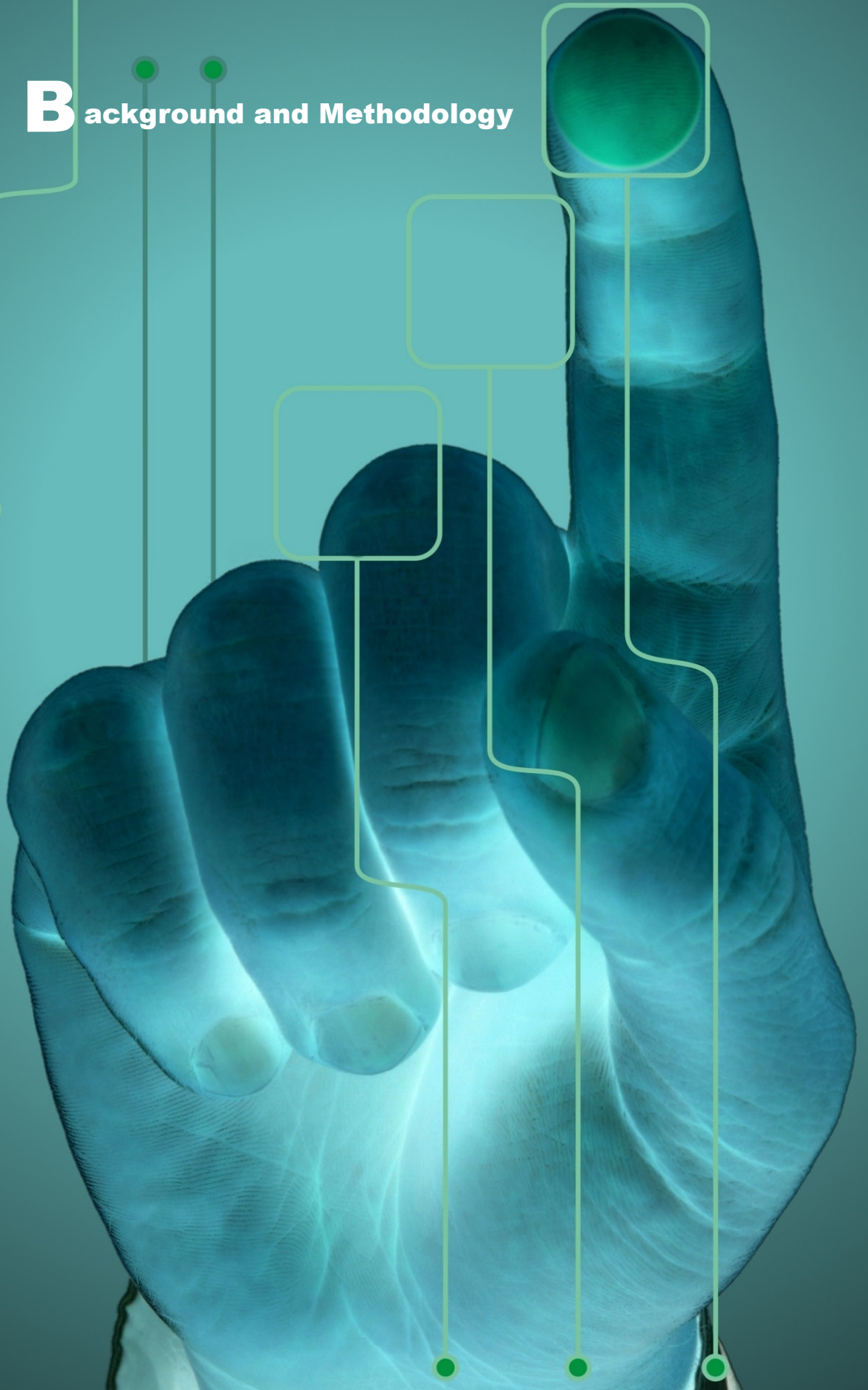
中国通信行业主要从减少自身排放与为其他行业提供智慧解决方案两个方面推动中国智慧社会的发展。据中国工业和信息化部2008年统计数据表明，中国的电信业年耗电量达200亿度以上，相当于排放2144.76万吨 CO_2 ，其中基站用空调年耗电量达70亿度（相当于排放750.67万吨 CO_2 ）。随着用户规模进一步扩大和业务量迅猛增长，电信业的耗电仍将保持较快增长，因此中国通信行业在自身减排方面的潜力是相当巨大的。全球网络规模最大、客户数量最多的移动通信运营商——中国移动通过实行低碳发展战略，预计2010年的电量消耗将从182亿度缩减为100亿度，能够节约82亿度电量消耗，相当于减少 CO_2 排放680万吨。⁴

相对自身减排，中国通信行业在减少其他行业排放上具有更加显著的机会。我们追踪了中国移动为其他行业推出的诸多智慧

方案，如智能物流、电力抄表、电子政务、农村信息化、智能城市等，2008年中国移动的智慧方案为社会带来的 CO_2 减排总量大约为4700万吨，已经实现了很好的减排效果。我们的报告研究了“智慧物流”、“智慧工作”、“非实物化”在中国的减排潜能，这些智慧方案在中国具有巨大的减排机会（详见报告相关章节）。在理想状态下，“智慧物流”在2030年能够减少2.07亿吨的二氧化碳排放；“智慧工作”的两项典型应用“远程办公”与“远程会议”，在2030年的减排机会分别为3.95亿吨 CO_2 和6.23亿吨 CO_2 ；“非实物化”几乎覆盖生活、工作的各个领域，如手机报、无线音乐、网络媒体等，2030年“非实物化”的减排机会将达到0.73亿吨。而目前，智慧方案在中国的应用尚处于起步阶段。因此，中国通信行业将在提供智慧方案、加速中国向智慧社会转变过程中发挥重要作用。

4 中国移动通信集团副总裁 李跃：推动“绿色行动计划”，营造健康产业环境。中国信息产业网，2008。http://www.cnii.com.cn

Background and Methodology



第3章 研究背景与方法论

3.1 世界在行动

ICT技术为减少温室气体排放提供了新的机会，针对ICT技术和碳减排，国际上很多组织和团队做过研究。在开始我们的研究之前，有必要回顾一下已经做的工作。自2002年以来多家国际组织如：WWF、Climate Group等都开始关注ICT技术对温室气体减排带来的影响，并对这一问题展开了研究。目前研究的焦点集中在三个方面：第一、对于ICT应用与减排的关系进行理论分析；第二、对于ICT技术的减排潜力加以分析；第三、针对具体地域ICT技术应用的减排效果和经济节约进行量化计算。

表3-1 ICT应用与温室气体减排的相关研究

	报告名称	发表时间	作者&工作团队	研究主题
理论研究	Sustainability at the speed of light	2002.07	Dennis Pamlin (WWF sweden)	由各个行业的专家对ICT应用减排前景作出分析，帮助政策制定和公众消费导向。
	Outline for the first global IT strategy for CO2 reductions: A billion tonnes of CO2 reductions and beyond through transformative change	2009	Dennis Pamlin (WWF), Suzanne Pahlman (Strategy and Innovation Consultant)	重新思考绿色IT，将其对CO ₂ 影响循环分为“低碳反馈”与“高碳反馈”，并探讨发展低碳反馈策略。
	Virtual meetings and Climate Innovation in the 21st Century	2009.01	Dennis Pamlin (WWF Sweden)	研究了视频会议替代商务旅行面临的障碍以及克服这些障碍的可能方式，列举了一些关于视频会议已取得减排效果和视频会议推广面临的障碍。

实证研究	减排潜力	The potential global CO ₂ reductions from ICT use: identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO ₂ emissions	2008.05	Ecofys and WWF	研究了ICT解决方案未来的CO ₂ 减排潜能，分析比较相关文献关于ICT减排潜能的研究；提出研究方法并评估ICT应用在2030年的减排潜能。
		SMART2020	2008.01	Climate Group	2020年在5个重点领域 (Dematerialisation, SMART motor systems, SMART logistics, SMART buildings, SMART grids) 预测碳排放足迹。
		From workplace to anyplace	2009.03	Marco Buttazzoni (lead author), Andrea Rossi (ECOFYS) Dennis Pamlin (WWF Sweden) Suzanne Pahlman (CONNECORE)	关于移动办公与会议的节能减排研究，基于未来四种社会对这两种方式碳排放减少的预测。
	减排现状&经济节约	Saving the climate @ the speed of light—First roadmap for reduced CO ₂ emissions in the EU and beyond	2006	Dennis Pamlin (WWF), Katalin Szomolányi (Magyar Telekom), ETNO	针对欧洲电信与WWF合作的项目，预测欧洲现有ICT解决方案的减排机会，以制定ICT应对气候变化的方案，对欧洲现有ICT解决方案进行归类，并就各类的减排机会进行预测，将ICT作用于CO ₂ 的途径归为三类。
		Assessment of Global Low-Carbon and Environmental Leadership in the ICT Sector	2008.11	Simon Mingay (Gartner), Dennis Pamlin (WWF)	对主要ICT公司的节能减排状况现阶段评估，对15个重点ICT公司从5个方面评估节能减排现阶段贡献及潜力。

		Innovation toward a low carbon Canada: Using technology to transform tomorrow	2008	Lib Gibson, Michael Bein, Guillaume Plamondon (WWF Canada)	对加拿大的ICT减排量做了定量计算, 并对ICT未来的发展提出了建议。研究了远程办公、拼车系统、电视会议、电子商务和智能建筑。
		Towards a High Bandwidth, Low-Carbon Future	2008	D Dr Karl Mallon, Gareth Johnston, Donovan Burton, Jeremy Cavanagh (Climate Risk Pty Ltd)	分析了澳大利亚减排的7个途径, 量化了减排量和经济节约。
		India: The Impact of Mobile Phones	2009.01	Dr. Rajiv Kumar, Professor Rajat Kathuria, Dr. Mahesh Uppal and Mamta, Sanjay Gandhi, Dr. Surabhi Mittal and Gaurav Tripathi, Professor Ankur Sarin and Professor Rekha Jain, Dr. Mahesh Uppal and Professor Rajat Kathuria, Published by Vodafone Group Plc	研究在印度手机普及率和经济发展的关系, 得出其正相关关系的结论; 分析手机业务的应用对印度农业发展的影响。

WWF在其报告Sustainability at the speed of light⁵ (2002.07) 和报告Outline for the first global IT strategy for CO₂ reductions: A billion tonnes of CO₂ reductions and beyond through transformative change⁶ (2009) 对于 ICT应用与减排的关系进行全面深入的理论性分析。

在2002年的报告中WWF请了各个行业的专家对ICT应用减排前景做出分析, 帮助政策制定和公众消费导向。在2009年

的报告中WWF的专家Dennis Pamlin和咨询师Suzanne Pahlman重新思考绿色IT, 将其对CO₂影响循环分为“低碳反馈”与“高碳反馈”, 并探讨发展低碳反馈策略。在另一份报告Virtual meetings and Climate Innovation in the 21st Century⁷ (2009.01) 中WWF针对一项具体的ICT技术, 研究了视频会议替代商务旅行面临的障碍以及克服这些障碍的可能方式, 列举了一些关于视频会议已取得减排效果和视频会议推广面临的障碍。

5 <http://www.eto.be/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/Climate%20Change%20Road%20Map.pdf>

6 http://assets.panda.org/downloads/global_strategy_for_the_1st_billion_tonnes_with_ict_by_wwf.pdf

7 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11938.pdf>

针对ICT的减排潜力分析方面已经做的工作包括：The potential global CO₂ reductions from ICT use; identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO₂ emissions⁸ (2008.05)、SMART2020⁹ (2008.10) 和 From workplace to anyplace¹⁰ (2009.03) 三份报告。

第一篇报告是WWF和Ecofys合作产生的，研究了ICT解决方案未来的CO₂减排潜能，分析比较相关文献关于ICT减排潜能的研究；提出研究方法并评估ICT应用在2030年的减排潜能。SMART2020是Climate Group针对ICT减排潜力研究重要成果，将ICT的主要应用分成5个重点领域：非实物化 (Dematerialisation)，智能动力系统 (SMART motor systems)，智能物流 (SMART logistics)，智能建筑 (SMART buildings)，智能电网 (SMART grids)。在识别重点领域的基础上，分别研究的每个领域的碳排放足迹，预测了到2020年ICT的减排潜力。From workplace to anyplace也是WWF主导推出的研究报告，主要研究了远程办公和视频会议的减排潜力。

在目前的研究工作中还有更大的一部分是集中在不同的具体区域应用ICT技术所带来的减排效果量化和经济节约比较。Saving the climate @ the speed of light—First roadmap for reduced CO₂ emissions in the EU and beyond¹¹ (2006) 针对欧洲电信与WWF合作的项目，预测欧洲现有ICT解决方案的减排机会，以制定ICT应对气候变化的方案，对欧洲现有ICT解决方案进行归类，并就各类的减排机会进行预测，将ICT作用于CO₂的途径归为三类。

Assessment of Global Low—Carbon and Environmental Leadership in the ICT Sector¹² (2008.11) 对主要ICT公司的节能减排状况现阶段评估，对15个重点ICT公司从5个方面评估节能减排现阶段贡献及潜力。Innovation toward a low carbon Canada: Using technology to transform tomorrow¹³ (2008) 对加拿大的ICT减排量做了定量计算，并对ICT未来的发展提出了建议。研究了远程办公、拼车系统、电视会议、电子商务和智能建筑。Towards a High Bandwidth, Low—Carbon Future¹⁴ (2008) 分析了澳大利亚减排的7个途径，量化了减排量 and 经济节约。India: The Impact of Mobile Phones¹⁵ (2009.01) 研究在印度手机普及率和经济发展的关系，得出其正相关关系的结论；分析手机业务的应用对印度农业发展的影响。

我们可以看到目前的主要工作分为两部分：理论研究和实证研究。理论研究方面主要侧重减排的前景以及如何形成良性的循环促成未来的社会向低碳社会发展。实证研究方面主要进行碳减排的量化以及减排潜力评估，以扩大ICT减排观念的影响，使ICT的减排能力为广大社会特别是政策制定者所认知，为ICT产业向着低碳方向发展提供促进条件。在实证研究中主要用到的方法包括：LCA、The GHG Protocol for Project Accounting和The GHG Protocol for Corporate Accounting。我们发现目前并没针对中国ICT减排方面的研究，通信行业作为重要的ICT产业运营者，对ICT的推广起着重要的作用。本研究将以中国通信行业给社会带来的减排贡献为研究目标进行研究，弥补针对中国区域的ICT减排研究的空白。

8 http://www.wwf.se/source.php/1183710/identifying_the_1st_billion_tonnes_ict.pdf.

9 GeSI Climate Group, SMART 2020, Enabling the low carbon economy in the information age, 2008, <http://www.gesi.org>.

10 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11939.pdf>.

11 <http://www.enr.be/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/Climate%20Change%20Road%20Map.pdf>.

12 http://www.pamlin.net/written/documents/WWF_Gartner-Assessment_of_global_lowcarbon_IT_leadership.pdf.

13 http://assets.wwf.ca/downloads/wwf_ict_report.pdf.

14 http://www.climateisk.com.au/wp-content/uploads/2007/CR_Telstra_ClimateReport.pdf.

15 http://www.vodafone.com/etc/mediate/public_policy_series.Par.56572.File.dat/public_policy_series_9.pdf.

3.2 通信行业低碳ICT解决方案带来的CO₂减排量的计算思路

有关碳足迹和二氧化碳减排量的量化方法已经有相当多的研究成果。典型方法包括：LCA¹⁶、GHG Protocol for Project Accounting和The GHG Protocol for Corporate Accounting¹⁷。

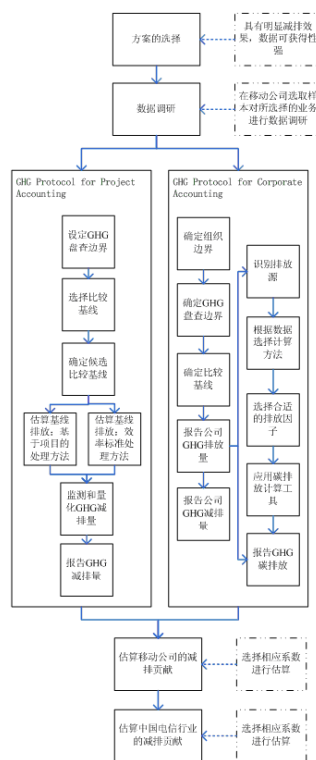
对电信业提供的ICT解决方案来说，运用LCA方法从全生命周期的角度研究问题是一种思想，它不仅考虑低碳ICT解决方案替代传统方案带来的直接减排，而且考虑低碳ICT方案对应的低碳基础设施体系对于传统的高碳基础设施体系进行替代所带来的更大的碳减排。运用LCA方法分析可以发现改善的低碳基础设施体系所带来的碳减排相对于低碳方案本身产生的减排作用更庞大。WWF和爱立信合作对于该问题做过研究¹⁸。

GHG Protocol for Project Accounting是针对于节能减排项目带来减排量的计算方法，它将一个节能减排项目分解成多个可分析、可计算的节能减排活动或者子项目，然后把它们产生的各种影响分为直接影响和间接影响，将盘查边界划定包含主要的直接减排影响和间接减排影响，再进一步计算子项目减排量并加总成项目的减排量。¹⁹

GHG Protocol for Corporate Accounting是以公司为考察对象的减排量计算方法，该方法根据公司对每个子公司或部门的控制程度确定公司对其碳排放的分担比例，然后通过识别“范畴1”、“范畴2”和“范畴3”的排放源和确定排放源的排放量，加总并计算公司的总体碳排放，将其与排放基准（baseline）的碳排放加以比较，计算某公司二氧化碳的减排量值。

本项目通过对中国移动典型ICT业务产品的分析，根据实际数据的可获得性来选择最佳的碳减排量计算方法，并对框架性方法的使用根据中国实际的数据可获得性情况进行完善，形成中国通信行业带来的二氧化碳减排量的估算方法。本报告通过采用该方法，经过详实的实地调研来计算目前状况下中国社会通过使用中国移动低碳ICT解决方案获得的CO₂减排量，在此基础上估算整个中国通信行业对于减排的贡献。

图3-1 中国通信行业带来的CO₂减排贡献的估算方法与步骤



16 Life Cycle Assessment, 全生命周期评估方法

17 <http://www.ghgprotocol.org/standards>

18 Dennis Pamlin, Suzanne Pahlman and Marco Buttazzoni, Strategic Framework for calculation of GHG emission reductions from transformative solutions that deliver more than marginal improvements—Calculating low carbon ICT solutions

19 <http://www.ghgprotocol.org/files/technical-topics.pdf>

1 案例方案和案例地区的选择：不同的ICT解决方案有不同的减排效果，应该选择减排数据来源可靠性强、减排机理清楚，并具有一定市场规模或市场潜力的ICT解决方案；同时，我们先选择一个案例地区作为研究的地域范围，然后把ICT在这个地区带来的减排贡献再推广到整个中国地区。

2 数据调研：根据所选择的ICT解决方案进行数据调研，除了需要调研每个方案的业务目标、技术实现手段、应用时间和地域范围等以外，还要考察所选ICT业务的减排机理、应用该方案的组织的减排效果，调查全生命周期下应用前与应用后的碳足迹。

3 方法选择：根据案例ICT解决方案应用前后全生命周期中碳排放数据可获得性，选择使用“基于项目”（Project Accounting）方法或者“基于组织”（Corporate Accounting）方法。当ICT方案应用后，各种减排活动的主要减排效果和次要减排效果的减排量数据可获得、可计算时，选择“基于项目”的方法；当在被调查公司范围内，只有某时间点的总的二氧化碳排放量可以统计到的时候，则选择“基于组织”的方法近似计算，并做适当修正。

4 减排量计算：主要依据GHG Protocol for Project Accounting和GHG Protocol for Corporate Accounting对所选择的ICT解决方

案的二氧化碳减排量进行计算。主要包含两个步骤：根据调查的情况，选择比较基准，计算并报告减排量。比较基准的选择有两种方法：第一、选取在应用该方案前系统（方案描述中所界定的系统）的历史排放为比较基线；第二、假设不采用该ICT方案而是按以前的方式发展会产生怎样的排放量。在得出比较基线之后，根据对研究方案的各个活动所带来的碳排放进行量化加总后与比较基线相减，就得出了减排量。

5 估算案例企业——中国移动公司通过低碳ICT方案给社会带来的减排贡献：经过上一步计算，我们得到所选择的特定方案群在特定时间段和特定地区范围内的碳减排贡献加总，然后大致估计其他方案在同一个时间段和地区的碳减排贡献加总、求和，就得到此特定地区在特定时间段内的总碳减排贡献。再根据所选地区电信业务使用量在整个中国地区总电信业务使用量中的占比，估算中国移动在全国范围内带来的总减排贡献。

6 估算中国通信行业给社会带来的总的减排贡献以及潜力：根据中国移动（无线运营商）在整个中国无线通信行业中的规模占比估算中国无线通信行业给社会带来的总的减排贡献。最后，在考虑固网运营商的市场份额因素后，将减排量推广到整个中国通信行业。

Emission Reductions From China Mobile's
ICT Solutions



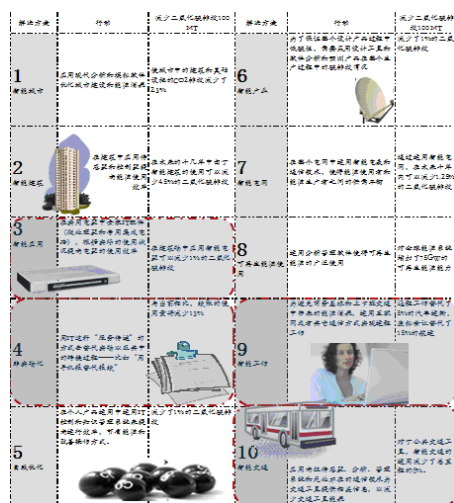
第4章 中国移动ICT解决方案应用的减排现状

中国移动，作为全球网络规模最大、客户数量最多的移动运营商，通过在公司战略层面上制定和实施企业的“绿色行动计划”，正在走低碳经济发展模式，并制定了一系列详细的节能目标。通过几年的努力，中国移动已经走出一条创新的低碳之路，节能减排效果显著。尤其通过信息化解决方案推动其它行业节能减排的过程中，极大减少了其它行业的碳排放，并为这些行业创造了实实在在的经济效益。

本章将以中国移动为案例，首先对选定的典型低碳ICT解决方案的减排原理进行阐述并尝试对其减排量的进行计算，然后定性与定量相结合的分析和推算了中国移动全部低碳ICT解决方案所带给其它行业乃至全社会的二氧化碳减排贡献。

通过信息化解决方案推动其它行业节能减排是通过信息化解决方案的应用推动传统行业特别是高耗能行业来实现节能减排。目前中国移动开发了多种智能ICT解决方案，涉及智慧城市（smart city）、智慧建筑（smart building）、智慧应用（smart appliances）、非实物化（dematerialization）、智能优化系统（I-optimization）、智慧制造（smart industry）、智慧电网（smart grid）、智慧工作（smart work）、智慧物流（smart logistics）等多个节能减排领域，并实现了巨大的减排效益²⁰。从目前中国移动低碳ICT解决方案的应用范围及效果来看，应用较为成功并产生了一定规模的碳减排效益的解决方案主要集中于以下四个领域：智慧物流、非实物化、智慧工作和智慧应用，因此本报告后面将重点对这几个领域在中国范围内的减排现状与潜力进行分析。

图4-1 中国移动智能ICT解决方案主要涉及的领域



智慧物流：智慧物流信息化解决方案能够将物流系统各环节的信息有机结合，极大的提高运输车辆使用效率。具体的讲，智能物流系统能帮助物流企业科学调度车辆，降低车辆空载率；帮助弥补管理漏洞，杜绝司机工作时间“拉私活儿”；帮助节省运营成本，使得在满足相同运输量的情况下需要更少的车辆或者行驶更少的路程等等。

非实物化：广义的非实物化（或称虚拟化）是指以信息化解决方案替代碳排放量高的产品或活动方式。虽然一般认为非实物化ICT解决方案的减排效果明显小于提高其他行业能效的ICT解决方案之减排效果，但是从相对减排量上看，非实物化却具有相当的节能潜力，特别是在促进人们低碳生活意识的提高方面。由于意识提高而带来今后间接的和潜在的节能减排是无法估量的。比如用虚拟的低碳产品和活动，例如电子商务/电子政务和先进的视频会议系统，替代高碳的实物

产品和活动，例如传统书籍和商业飞行。本研究中的“非实物化”一般是指狭义的“非实物化”，即利用ICT虚拟形式代替实物的使用，例如无线音乐下载代替CD制造分销，电子书代替纸质书籍等。而广义概念中的“替代碳排放高的活动方式”部分被归入“智慧工作”、“智慧生活”等领域中。

2008年底中国移动手机报业务的用户达到近4000万，全年发送手机报270亿份²¹，许多人由购买纸质报纸转向购买电子报纸；中国移动厦门分公司大力建设和推广电子化自助服务推进节能减排，从2007年1月至2008年5月厦门移动各类电子化渠道上业务办理总笔数达3800万笔，共计实现节约用纸445吨；手机无线音乐使得广大音乐爱好者能够采用无线方式下载喜欢的音乐，替代了光碟的生产、制造、分销和店铺销售等环节的资源消耗。

智能办公：在智能办公方面，电话会议信息化解决方案使得多人能够不受地理位置约束的进行电话会议，降低沟通成本、减少商旅飞行；政务信息化解决方案使得政府能够方便、快捷地向人民发布各种日常办事信息以及紧急信息的通知，如护照办理信息、纳税信息以及灾害预警信息，真正实现网上办公，节省旅行，节省纸张²²。

智能办公应用在农业生产方面，解决方案通过短信、语音、彩信、手机网页（WAP）等多种无线接入方式，实现农业生产生活信息及时传输、政府涉农信息的发布和传递，帮助涉农企业及广大农户进行农

业信息的查询和获取，从而增强农业信息化水平，提高生产效率，降低单位产出的综合能耗。

智能应用：智能装置广泛地应用于多个领域。在电力领域，无线电力读表信息化解决方案利用中国移动的网络覆盖面广的特点，通过无线网络的方式将各个电表所记录的用电量等数据实时传送到电力企业，代替了传统的人工抄表方式，实现抄表、统计、监控等工作的实时化、自动化，对电网输变电企业科学调度电力提供了十分有力的决策支持，提高了电网的使用效率。

路灯控制信息化解决方案根据环境的亮度自动控制路灯的开关，杜绝了以前定时开关方式下路灯开关灯时间不合理的问题，使得每盏路灯每天平均开灯时间减少一个多小时，节省了大量的电能。此外，智能城市还包含智能供热系统、智能市政管理系统、智能警务系统等多种信息化解决方案，它们都极大提高了城市运作和管理中的能源效率。

此外，中国移动还针对建筑、工业等行业特点开发了相应的信息化解决方案。如智能中央空调控制方案通过遍布整个建筑的无线温度感知器自动调节空调制冷量，提高建筑制冷效率、节约电能等。

为抓住传统行业低碳发展的机遇，中国移动开发了大量无线智能解决方案，帮助传统产业实现低碳的经济增长，实现传统行业、中国移动、自然环境的和谐成长。

21 中国移动副总裁鲁向东在2009年5月21日参加由工信部主导召开的“无线城市和行业应用经验交流会”提到。

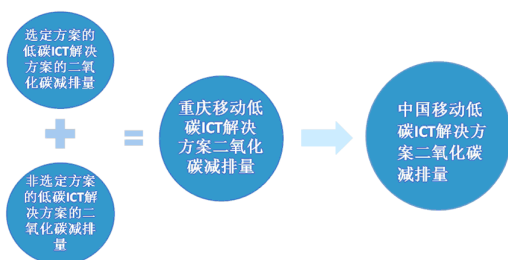
22 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11939.pdf>.

4.1 中国移动二氧化碳减排测算思路

1 总体思路：

第一步，先选定中国移动重庆公司减排数据来源可靠且减排机理清晰的一部分低碳ICT解决方案，并计算它们2008年带来的二氧化碳减排量；第二步，参考smart2020的结论，大致估算中国移动重庆公司在第一步中未被选定的全部的其他低碳ICT解决方案2008年带来的二氧化碳减排量；第三步，合并第一二步得到的结果，计算中国移动重庆公司全部低碳ICT解决方案带来的二氧化碳减排量；第四步，根据中国移动重庆公司与中国移动的规模比例估算中国移动2008年低碳ICT解决方案在中国地区带来的二氧化碳减排总量。

图4-2 中国移动低碳ICT解决方案二氧化碳减排量测算思路



2 选定的低碳ICT解决方案带来的碳减排量测算

A、研究范围：我们选择了中国移动低碳ICT解决方案种类较齐全且都具有一定应用规模的一个直辖市作为初步的研究范围。

B、研究对象：在选取典型低碳ICT解决方案上我们遵循以下三个原则，即该解决方案应该具有清晰的减排机理、一定的市场规模，以及减排测算所需要的相关统计数据具有可靠来源。遵照以上三个原则，我们在数以百计的解决方案中选取了车管家、油机监控、城管通、彩信贺卡、顾客自助服务、农政通、路灯远程控制、全曲下载、手机报（个人业务）、电子发票、DM宣传单、手机报（集团内刊）、企业一卡通、手机支付等14种典型ICT解决方案。

C、低碳ICT解决方案减排效果调研与分析：

在研究计算这些低碳ICT解决方案产生的减排量过程中，我们遵循下面步骤：1) 分析传统产业在ICT技术应用前产生的二氧化碳排放量，作为比较基准；2) 分析低碳ICT业务应用后的二氧化碳排放源；3) 分析ICT应用后各个能效改进活动对二氧化碳排放源的主要和次要减排影响²³，计算ICT应用后的排放量。4) 计算ICT应用前后的排放差，得到ICT应用后带来的减排量。对于有些业务减排原理比较复杂，根据The GHG Protocol for Project方法精确计算减排量需要过多假设或者数据难以获得的情况，我们则采用了The GHG Protocol for Corporate方法，计算ICT应用后与应用前一年中在该组织边界内二氧化碳排放的减少量。这当然可能把其他因素导致的减排也计算在内，所以我们在具体计算过程中都要与相应ICT解决方案的业务主管进行反复讨论，以便确定除了要研究的ICT业务以外，没有明显的其他减排因素作用。根据我们实地调查的结果，选定的14种典型低碳ICT解决方案的减排量是自身排放的8倍多。

3 非选定的低碳ICT解决方案碳减排量估算

由于中国移动重庆公司的低碳ICT解决方案共有100种之多，本研究无法对所有的低碳ICT解决方案进行一一调研。因此，对于剩下的80多种低碳ICT解决方案带来的减排量，我们采用近似估算方法。业界一般认为，ICT应用带来的减排至少是本身二氧化碳排放的5倍²⁴。因此，我们选取了“5”倍这个偏保守的减排系数，来估测中国移动重庆公司剩余的80多种低碳ICT解决方案的碳减排量，即它们的减排量是其自身二氧化碳排放量的5倍。

4 中国移动重庆公司ICT解决方案给整个重庆市带来的二氧化碳减排量估算

选定的14种与其余的87种低碳ICT解决方案碳减排量之和即为中国移动重庆公司全部低碳ICT解决方案2008年给重庆市带来的二氧化碳减排量。

²³ <http://www.ghgprotocol.org/standards/project-protocol>
²⁴ <http://www.smart2020.org>

5 中国移动全部低碳ICT解决方案估算

根据从部分到整体的思想，我们选取了与减排量具有正线性相关性的业务规模指标，将中国移动重庆公司的低碳ICT解决方案的二氧化碳减排量外推到中国移动整体的低碳ICT解决方案的二氧化碳减排量。

6 测算结果

中国移动2008年给社会带来的二氧化碳减排总量达到4850多万吨。这个数据表明中国移动作为中国信息产业中ICT企业的代表，在积极降低自身能耗，提升资源利用率的同时，利用低碳ICT解决方案助力其它行业节能减排，向着低碳经济的方向发展。

4.2 典型低碳ICT解决方案案例介绍

低碳ICT解决方案对各行各业和社会大众都带来了相当规模的二氧化碳减排，因此ICT会在应对气候变化领域发挥关键性作用。目前很少有哪一个行业能够在如此广泛的行业范围内提供有效的技术来提高能源使用效率。下面就用四种典型的ICT行业应用作为引子，供我们总结经验并对促进全社会的ICT应用提供借鉴。

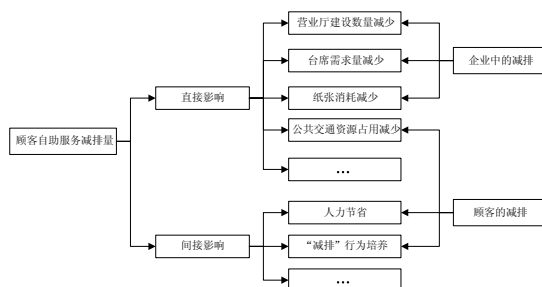
4.2.1 顾客自助服务

中国移动电子化自助服务包括网上营业厅、电话营业厅、自助服务终端和掌上营业厅四种，整体具有方便、快捷、减少运营成本、提高客户满意度并减少能源方面投入的特点²⁵。对中国移动，顾客自助服务缓解了营业厅人工台席服务的压力，减少了企业运营成本，减少了实体营业厅的巨大资本投资；对顾客来说，这种不用排队的自主服务提高了办理业务的效率，减少时间浪费和交通费，提高顾客满意度；对社会来说，顾客通过电子渠道办理业务，减少了纸张的使用，并减少了对公共交通瓶颈资源的使用，遏制了社会车辆及其排放的迅猛增长，减少了基

础设施的建设，一定程度上为低碳经济的发展做出了贡献。

下面就阐述下对于顾客自助服务的二氧化碳减排量的测算中我们关注的几个“减排环节”（如图所示）：

图4-3 顾客自助服务二氧化碳减排量测算思路



1 企业方面的减排：业务办理的电子化，实现了企业人力、燃料、材料、设备、场地等的节省。

1) 营业厅和台席需求量的减少。根据中国移动重庆分公司的统计数据，电子化服务方式承担起来该市90%的业务办理量。2007年1月初该分公司客户数170万，1月四大电子化服务以及营业厅前台的业务办理总量为200万笔，其中42万笔在营业厅前台办理；2008年5月底客户数变为220万，5月电子化自助服务方式业务办理总量达到310万，其中仅31万为在营业厅前台办理，即仅9.8%的业务通过营业厅前台办理，90%的业务通过电子化服务方式办理。该市移动分公司营业90%以上的缴费额转移到了营业厅内的自助终端上，与此同时，营业厅前台受理的可自助业务办理占比持续下降，从2007年1月份61%下降到了2008年5月的8%²⁶。营业厅前台人工受理业务的价值大幅度提升，由大量基础业务受理转变为了手机销售、新业务销售，营业厅效能整体得到了提升。顾客自

25 <http://www.chinamobile.com>

26 《重庆移动—顾客自助服务中的节能减排》

助服务不仅解决了客户的排队问题，并且节约了由于客户增长而潜在增加的营业厅和台席的需求量。重庆移动分公司电子化的服务相当于1年节省了300个实体营业厅的建设，节约了300万度电，从而减少二氧化碳排放2500吨。

2) 人员和纸张成本的节省。根据调研，单台自助终端实现了相当于3.2名营业员的业务办理量，而单台自助终端单月的成本只相当于单人成本的1/3。2007年1月至2008年5月该市移动各类电子化渠道上业务办理总笔数达3900万笔，共计实现节约用纸670吨，节省了企业成本1250万。

电子化自助服务在为客户提供方便，实现了企业效益和客户效益大幅度提升的同时，也实现了对资源的节省和对环境的保护。目前中国每生产1吨纸耗费20棵大树、100立方米水²⁷，“重庆移动”的顾客自助服务意味着为我们生存的地球保护了13000棵大树，节省了67000吨水。

2 顾客方面的减排：

除了我们可以统计到的二氧化碳明显的减排量外，还有很多不可统计的间接减排。

1) 顾客随时随地办理业务，减少了对交通资源的占用。由于电子渠道的及时性和快捷性，顾客可以在工作空闲时以打电话、发短信或者上网的方式便可办理业务，不需要乘坐交通工具到营业厅办理业务。由于人们活动的差异和多变，我们并不能估测出由于顾客使用电子渠道服务后到底可以节约多少公里的交通行程，从而节约多少的油耗。但是这只是低碳经济刚刚起步，在大部分的服务渠道电子化后，我们相信由于交通的减少带来的二氧化碳减排潜力是巨大的。

2) 改变人们的生活方式。“自助服务”不

仅容易掌控，而且也很方便，人们不用请别人帮忙键入资料及读取档案纪录，随时从自己的桌上型电脑或是笔记型电脑连上网络，就可以办理各种事务。互联网等是企业营销与销售的渠道，这条渠道运作起来比有形的渠道便宜的多。企业正竞相将更多的工作转移到顾客的桌上型电脑及笔记型电脑中，只要这些是很容易的工作，顾客大都很乐意自己动手。在习惯这种生活方式后，顾客在办理电费、水费等其它业务的时候更加追求这种电子化的自主服务方式，促使各个行业将顾客自助服务及早的纳入企业的规划管理体系中。这样也从侧面督促各个行业在客户的服务方面向低碳经济发展。顾客节约的时间和企业节省的成本可以做更多有利于低碳经济发展的事情，也许这是大家并没有觉察到的，但是由于电信技术的发展对人们生活和工作的渗透，人们的生活和消费方式即将改变，会“无意识”得向低碳经济努力发展。

在研究过程中，我们进行了实地调研。数据表明，重庆移动公司一个中等营业厅一年的平均耗电量为10000度，办理每笔业务的单子折合A4纸为四张。根据业务主管估测，电子渠道2008年的业务笔数相当于3300万的实体渠道笔数，等同于电子渠道开通后少建了将近300个实体营业厅。这个能源消耗减少量是非常大的。考虑到自助服务在数据量和后台的服务器都要耗电的情况，根据测算结果，开通电子渠道后总共减少的二氧化碳排放量达到3300吨！这里需要补充的是在研究过程中，由于人们活动的不可预知性，很多间接减排的数据是没有包括进来的，这个结果是保守的减排量。

顾客自助服务不仅是低碳经济发展的机遇更是在向所有人倡导新的生活理念和新的消费价值观。这种双赢的经济发展模式不仅要保持下去，更要让越来越多的企业应用到自己的实际经营中。

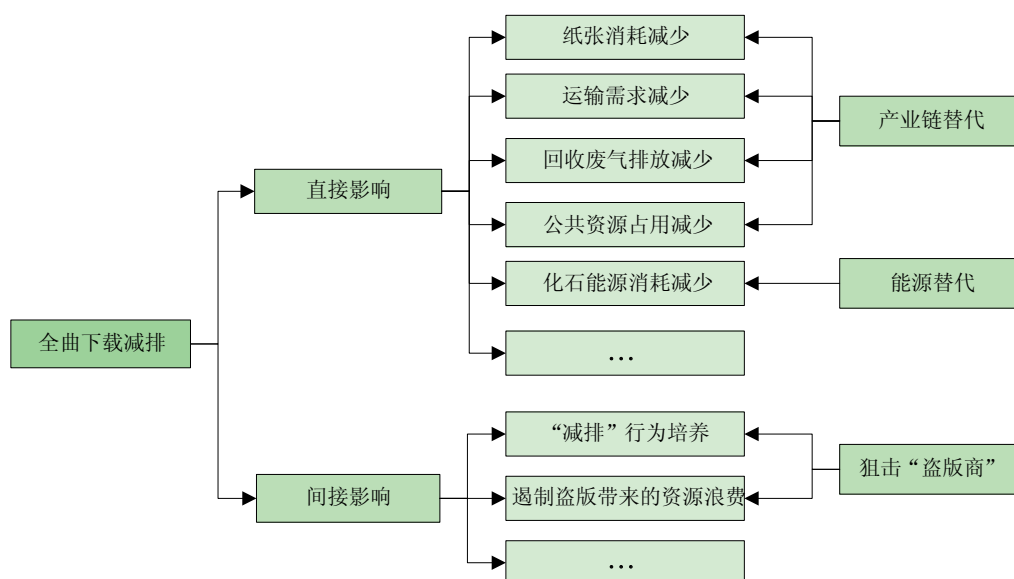
4.2.2 全曲下载

当全球移动通信进入3G时代以后，数字整曲音乐发行的无线模式正在走向成熟。2007年，中国移动和中国联通两家移动运营商相继推出了整曲音乐下载服务，这是继彩铃业务进入缓慢增长的成熟期后，电信运营商培育无线数字音乐业务增长点的标志性事件²⁸。从微观的经营环境分析，无线音乐的发行系统需要运营商和唱片公司共同搭建一个开放平台，设计一个良好的商业模式，向用户提供全新的音乐服务体验，引入安全可靠的数字版权保护技术，以保证价值链各个环节都有积极性共同保护数字音乐产业的健康发展。全曲音乐下载的业务模式已经激发整个音乐产业链的巨大革新动力，带给唱片业又一个春天。

全曲下载业务是指把正版的数字音乐经过压缩、打包处理后，放在网络服务器终

端，供用户使用移动终端下载的无线音乐服务。全曲下载业务作为中国移动手机音乐的特色服务，用户可通过下载客户端、WAP两种使用方式，获得海量音乐的全曲下载、在线听歌、彩铃订购、振铃下载和音乐搜索等服务²⁹。全曲下载业务是另外一个由传统高碳经济向低碳经济转变的典型低碳ICT业务，不仅颠覆了传统CD制造业从生产到销售的全部产业链过程，而且引导并改变了人们的生产和消费方式。全曲下载的二氧化碳减排量的估测也是十分困难的，业务边界的确定以及无线音乐和实体音乐的比较标杆，让我们产生了非常大的困扰。经过反复的研究和讨论后，我们根据全曲下载产业链替代传统CD销售链条确定了以下几个“减排环节”（如下图）：

图4-4 全曲下载二氧化碳减排量测算思路



28 http://www.china.com.cn/culture/zhuant/08whcy/2008-06/04/content_15631740.htm
 29 <http://www.chinamobile.com/music/>

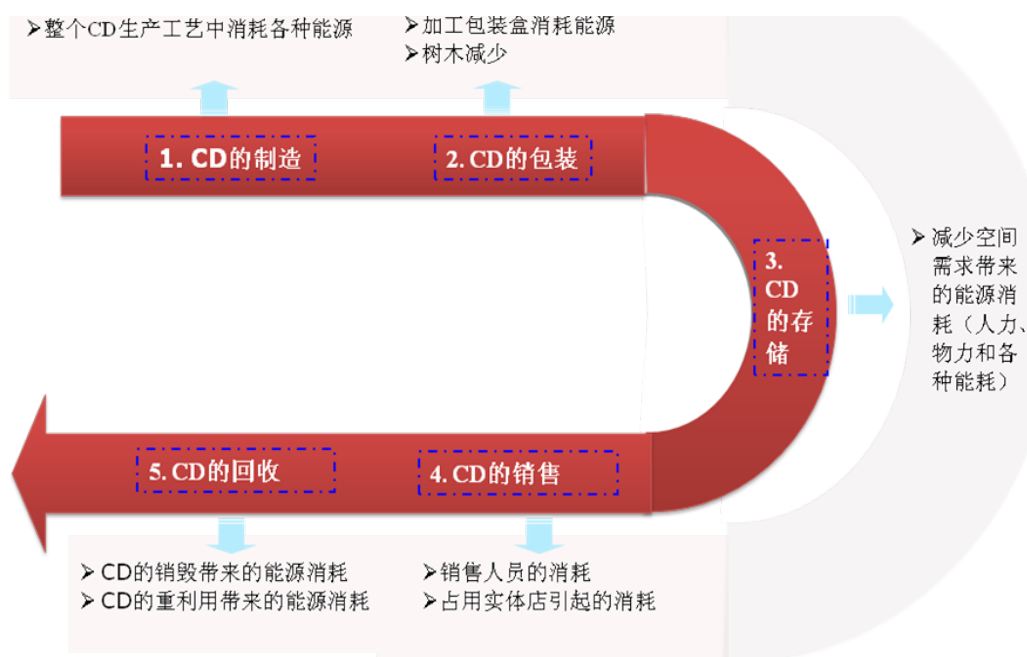
1 产业链变革带来的二氧化碳减排。

传统的CD销售有完整的供应链，包括CD的制造、包装、存储、运输以及销售过程。而无线音乐的下载只需从服务器中的数字音乐库中通过移动网络进行下载。供应链的缩短减少了看得见和看不见的二氧化碳排放。

传统的CD销售有完整的供应链，包括CD的制造、包装、存储、运输和回收。CD的制造，生产线的运作过程中会消耗电和油等能源，因为生产一度电就会排放一定量的二氧化碳，所以这个过程就是隐性地排放二氧化碳的过程；CD的包装，CD的包装主要消耗的是纸张，不仅在生产纸张的过程中会排放二氧化碳，而且纸张使用的增多意味着砍伐的树木量增多，无形中树木的减少会使得二氧化碳的吸收量减少，这个过程即有直

接排放的二氧化碳量也有间接排放的二氧化碳量；CD的存储，存储是需要占用一定的空间的，伴随着存储过程中各种能源的消耗，并且假设所有的传统行业的产品均替换成信息服务，那么从长远来说会减少一定量空间的需求，所以在这个过程中也涉及到了直接和间接的二氧化碳排放；CD的运输，运输过程中消耗的能源很明显会与二氧化碳的排放有关，所以这个是直接二氧化碳排放；CD的销售，销售过程中涉及到的能源消耗更加复杂，不仅有人力消耗，更有与维持CD销售实体店涉及到的各种主要的能源，比如电和油等耗费；CD的回收，由于在CD的制造和包装过程中都会用到塑料，而塑料是较难回收的一种材料，所以这部分塑料的回收中的重利用或者销毁的二氧化碳排放量都是不可获知的。

图4-5 传统音像产业链能源消耗



2 减少盗版产业链二氧化碳的排放。

国际唱片业协会（IFPI）在《2007年数字音乐报告》中指出：中国数字音乐的规模尚小，但我们同时应该看到，中国手机用户现已达到4.3亿户，宽带业务也高速增长，客户对数字音乐的需求与日俱增，这些都为打击盗版提供了机遇，实现“向数字化的飞跃”³⁰。现今数字出版已经纳入到新闻出版、广播影视有关管理部门的发展战略之中，各级政府已经对数字出版给予了高度重视。中国正在积极准备打击盗版，在保护知识产权的同时，减少不必要的资源浪费，从生产源头遏制不必要的资源浪费，从而减少从生产到销售全产业链过程中的二氧化碳排放。

上面提到过我们在确定无线音乐的比较基准上遇到了很大的困扰，就是下载无线音乐和购买传统音乐CD到底怎样才能具有可比性。由于无线音乐的资费小于传统CD的销售价格，顾客可以用购买一张CD的现金下载几倍于一张CD容量的无线音乐，所以不能用内容的等同性作为二者相互对比的标杆。在研究的过程中，我们提到了“顾客的需求”这个尺度，我们假设客户无论在购买传统CD还是购买后来的无线音乐时，他们的需求是相同的，但由于价格的不同会有不同的购买

量。那么，怎样衡量顾客的需求的大小？就是音乐销售商获得的收入多少。无论是运营商还是唱片公司，他们一年的收入就是反应了顾客本年度的需求量。所以最终我们使用“收入”这个标杆对全曲下载和传统CD销售这两条不同产业链涉及到的二氧化碳排放进行了详细的分析。根据测算，中国移动某地市公司2008年仅“全曲下载”一项业务就实现二氧化碳减排900kg，全国累计实现二氧化碳减排约为35万吨。但是这里需要说明的是，根据数据的可获得性，比如我们可以得到货车百吨公里油耗和每升油的二氧化碳排放，但是我们很难确定CD的平均运输里程等数据，我们无法把所有的因素都计算在内，尤其是占有重大比例的交通运输的碳排放，所以我们算出的二氧化碳减排量应该是极为保守的减排量。

中国移动无线音乐基地飞速发展，不但为中国无线音乐产业指明了方向，还构建了一个全新的无线音乐产业价值链，实现了以自身的快速发展带动了我国数字音乐产业的快速发展，迅速得改变了人们的消费方式，为向低碳经济转型发挥了重要作用。

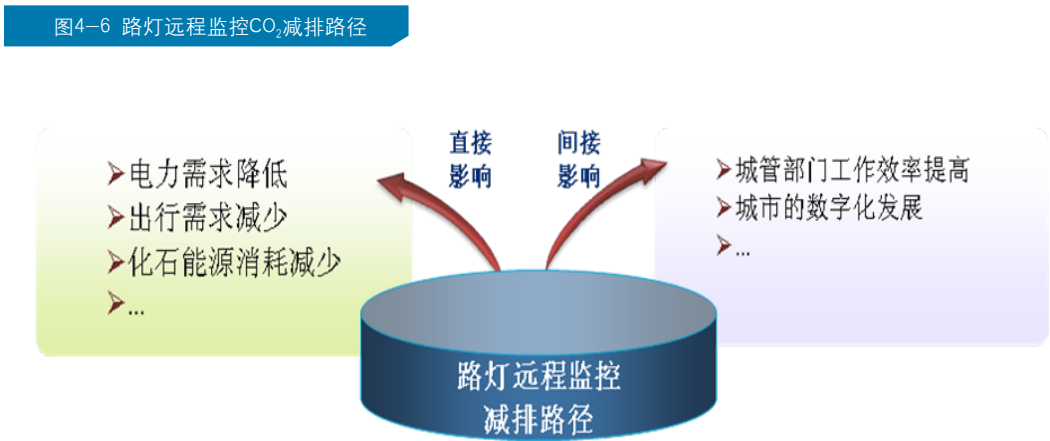
30 <http://www.ifpi.org/>

4.2.3 路灯远程监控

随着城市现代化建设进程的加快，城市面貌发生了巨大变化，但城市管理滞后几乎成为各个国家、各个城市的共性问题。此外，城市管理中涉及到的四个实体：政府部门、社会公众、市政物资、城管人员之间更有效、及时的信息流通、互动问题，也是城市管理信息化建设过程中需要解决的问题。

中国移动的路灯远程控制系统便是应用在城市管理领域的一类智能解决方案。路灯远程控制系统通过对城市路灯运行数

据实时采集，远程控制路灯开关状态，并对路灯故障进行告警的信息化系统。该智能方案的应用明显缩短了路灯的照明时长，节约了电力消耗，为二氧化碳减排做出了贡献。该业务可以进行实时数据采集、查询、采集路灯参数、环境参数；进行路灯开关周期设置、路灯开关远程控制以及路灯运行参数的统计查询。我们根据路灯远程控制系统的工作原理确定该解决方案的“减排环节”，如下图所示。



1 路灯照明时长的控制。

网点众多、数目庞大的路灯在惠及市民的同时，也占用着不少的电力资源。传统的路灯控制方式是将所有的路灯设定一个统一的开启/关闭时间，如夏季开灯时间为19:00，关灯时间为6:00，冬季会在夏季的基础上开灯时间提前半小时，关灯时间推迟半小时。光照时长由于季节变换、天气情况等

而发生变化，对路灯照明时长的统一控制会造成电力资源的浪费，用电的过程也是二氧化碳的排放过程，因此给路灯装上智能感应系统，使其通过对自然光线的感应向指挥中心自动发送状态调节信息，工作人员便可以在指挥中心远程的控制路灯的照明状态。这样一来，即使在同一个季节路灯的开关时

间也会发生变化，据某市的统计资料显示，该市8月7号晚路灯的开启时间是19点41分，而夏至那天，路灯监控中心发出亮灯指示的时间是晚上8点多。道路情况也会影响路灯的照明时长，例如，在零点以前市内道路上的人流车流比较多，需要保证较好的照明效果，而零点一过，喧闹的马路、街道逐渐安静下来，在保证车辆行人不受影响的情况下，通过路灯监控系统将主干道上的双光源路灯关掉一个，以减少夜间的电能消耗。

中国移动某省公司对受控的2000盏路灯做了统计，应用路灯远程监控系统后，在一年中，平均每盏路灯的照明时长缩短了900多个小时，按照生产每度电有866.5g二氧化碳排放来估算，这些路灯一年节电54.8万度，带来的二氧化碳减排量是450余吨。

2 路灯的检测、维修及更换。

路灯的远程监控系统可以感应到灭灯情况，系统据此判断出该路灯是出于带点正常关闭状态还是故障状态，向指挥中心自动报警。抢修人员根据报警的路灯确定故障地点，缩小巡视范围。在指挥中心的控制系统上，利用大屏幕上放大的地图，还可以看到连接路灯的电缆，据此发现存在故障区域有多大，施工人员就可以携带不同的设备和物资到现场进行维护，免得设备不合适白跑。有了明确的故障地点和故障原因，施工人员

就可以一步到位的解决问题，避免了过多的交通能耗，从而减少汽油、柴油等化石燃料燃烧带来的二氧化碳排放。

我们可以根据某移动公司的交通成本的节约估算路灯远程监控智能解决方案在交通上的二氧化碳减排量。以受控的2000盏路灯为例，该系统一年为城管部门的节约了150万元交通费用，按照每升汽油的二氧化碳排放量是2.236kg来估算，该公司在交通能耗上实现了约600吨二氧化碳减排。

路灯监控系统主要减排效果体现在节电和节油两方面，其他的如电子系统对纸张的替代等带来的减排，由于数据的可获得性，这一部分因素没有计算在内。由此得出该智能解决方案减排的保守数据。根据测算，中国移动某地市公司2008年路灯监控系统实现二氧化碳减排约1050吨。根据行业数据估计，全国大约有1500万盏路灯，如果其中50%采用远程监控技术，将带来每年375万吨的减排；如果其中70%采用远程监控技术，将带来525万吨的减排；如果其中90%采用远程监控技术，将带来675万吨的减排。

路灯监控系统只是城市管理的一个方面，城管通在城市管理的其他方面仍有很大的发展空间。城管通智能解决方案带动我国数字城市发展，为实现低碳城市提供了途径。

4.2.4 手机支付

中国移动开发的SIM卡支付业务是基于2.4G SIM卡的“手机钱包”支付业务，通过文件结构、密钥体系和卡片权限的配合，实现将通信、金融、交通、公用事业等功能集成在一张卡片中。SIM卡支付是基于智能卡的技术，无须更换或改装手机，具有很高的经济价值。此类电子商务解决方案的出现对传统的支付方式产生了冲击，会减少纸质货币、支票的流通数量，在一定程度上促进低碳经济的发展。

除了支付手段，还可以将SIM卡应用为包括身份认证、门禁等公司管理层面，实现多卡合一的功能，企业实现电子化管理，提高工作效率，加强企业管理，同时提高了卡片利用率，减少卡片生产、储存、使用、处理全过程的碳排放。该业务目前已应用在中国移动某地市公司内部，下面基于SIM卡的支付和卡片一体化两种功能来分析该解决方案的减排路径，如下图所示。



1 SIM卡支付功能下的二氧化碳减排路径。

传统的支付方式主要采用实体货币（包括纸钞和硬币）、纸质发票、银行卡等方式。这些实体物件的制作、存储、运输过程都会产生一定量的二氧化碳排放。而手机SIM卡支付可以大大减少这些物件的使用量，从而带来二氧化碳减排效应。

SIM卡对银行卡的替代还属于SIM卡的“卡片一体化”功能，由这类替代引起的减排将在第二点中进行阐述。我们先来看一看SIM卡支付对实体货币和纸质发票的替代效应。无论是纸质货币还是硬币，在它们的制作过程中，生产线的运作会消耗电等能源，耗电的过程其实就是隐形地排放二氧化碳的过程。生产纸张的原材料是树木，增加纸张的使用意味着树木需求量的增加，对树木的砍伐会使得二氧化碳的吸收量减少，间接造成二氧化碳排放的增加。

我们可以大致估算一下中国一年生产纸钞带来的二氧化碳排放量。中国在2009年

发行的纸币总价值31607.36 亿元人民币³¹，折合成面值100元的人民币316亿张。一张面值100元的纸币相当于一张A4纸大小的五分之一，生产一张A4纸的二氧化碳排放约为9克，因此，中国一年内纸钞生产线的二氧化碳排放约为5.7万吨。

实体货币的存储需要占用一定的空间，存储的过程中会涉及各种能源的消耗，假设电子支付手段可以完全替代实体支付，从长远来看，这些存储空间的需求也会降低，间接减少了二氧化碳的排放。实体货币的运输过程同样涉及碳排放，运输过程消耗汽油、柴油等化石能源，这类能源的燃烧是造成全球碳排放增加的主要原因之一。而SIM卡支付作为手机终端应用的一个分支，不会在原有碳排放的基础上造成额外的增排，同时给人们的生活带来极大的便利。人们不需要携带大量的现金出门，担心会遇到劫匪；不需要因为上车自动投币而到处兑换零钱，只需将手机装在口袋里，便可以进行餐饮、交通、娱乐等各种活动。

2 卡片一体化功能。

卡片一体化功能主要应用于企业内部管理，是指持卡人在企业内活动，出入各种场所，使用各项设施，进行身份认证与信息管理的。以中国移动的某地市公司为例，手机SIM卡的功能主要包括：

- (1) 人员基本信息管理，功能如员工证、临时证；
- (2) 考勤管理，记录员工上下班数据；
- (3) 门禁管理，功能如出入证、会议证；
- (4) 图书馆借阅管理，功能如借阅证；
- (5) 医疗信息管理，功能如医疗证；
- (6) 车辆出入管理，功能如停车证；
- (7) 楼宇自控、容量控制；其他等。

除此之外，SIM卡还可以代替银行卡进行支付功能。

对SIM卡的卡片一体化功能来说，其减排主要体现在对卡片数量和体积的减少上。这些卡片的减排路径同样涉及生产、存储、运输等过程。只是由于材料不同，而造成与纸张的碳排放的差异。目前此类卡片的制作材料一般为PVC材料，生产1gPVC产品带来的二氧化碳排放量约为1.9g；一张SIM卡的重量还不到一张普通银行卡的十分之一，由此我们可以得出结论：与生产银行卡相比，生产一张SIM卡能够减少90%以上的碳排放。根据中国移动某试点地市公司的应用数据，在一年的范围内，SIM卡的一体化功能使得公司的卡片数量减少了一半，带来的二氧化碳减排量接近0.2吨。

SIM卡支付解决方案的实际减排效果应该是上述两者之和，但由于数据的可获得性，目前我们无法估计此类电子商务业务对实体支付形式的替代效应。根据原信息产业部数据，截至2008年底，中国移动电话用户达到6.49亿户；银联统计的信用卡保有量已达1.42亿。根据国家统计局公布的数据，2008年中国社会商品零售总额达108488亿元。假设其中5%用SIM卡支付方式，至少会减少4000吨二氧化碳排放³²。SIM卡支付在我国还有很大的发展潜力，将其推广至全社会才能使其减排效应得到最大发挥。同时，这一业务的推广会给电信运营商带来更大的市场利润，成为支撑整个移动支付产业发展的强劲推力。

31 <http://www.pbc.gov.cn/diaochatongji/tongjishuju/gofile.asp?file=2009S07.htm>

32 李宏涛，《手机支付商业模式研究》，中国优秀硕士学位论文数据库

4.3 中国移动重庆市公司的二氧化碳减排量

在测算中国移动低碳ICT解决方案实现的二氧化碳减排过程中，除了上述四个典型业务，我们还对车管家、油机监控、彩信贺卡等10个具有清晰减排机理的低碳ICT解决方案进行了减排量测算。这14个解决方案减排效果的加总用E1表示，E1是中国移动某地市公司信息通信技术服务减排效果的重要组成部分；除了以上选择定量研究的14个业务，该公司还有其余的87种数据业务和传统话音业务，我们用E2来表示这部分业务的减排效果。对于这部分业务的减排效果的计算按照“ICT自身排放可带来其5倍的减排”³³进行估

算，这87种其余业务的自身排放可以通过其耗电量计算出来。该公司的总业务量和总耗电量是可获取的，根据电网排放系数，我们可以得出单位业务量的二氧化碳排放系数，再根据不同业务的业务量估算各个业务的二氧化碳排放情况。重庆公司ICT产品减排效果用E3表示，则E3=E1+E2。即：

重庆移动低碳ICT解决方案CO₂减排量=14项业务的减排量+其余87项业务减排量。选定的14个业务减排量如下表所示。

表4-1 典型ICT产品减排量列表

ICT解决方案	2008年CO2减排量（吨）	减排计算的基本假设
1 手机报（个人用户）	457	重庆公司2008年的手机报个人用户数约为90万，手机报用户对传统报纸发行量的替代率为4.3%。
2 手机报（集团内刊）	22	重庆公司2008年的手机报企业客户数为2万集团内刊手机报对纸质企业内刊的替代率为100%，即1份原有的纸质内刊能被1份手机报所替代。
3 DM宣传单	109	重庆公司2008年发出的彩信宣传单数量为1200万条，对传统的纸质宣传单的替代率为100%，传统的一张宣传单大小与一张A4纸大小相当。
4 顾客自助服务	3322	按一个中等营业厅有5个人工台席计算，2008年重庆公司电子营业厅业务笔数相当于减少了287个中等营业厅的年平均能耗。

33 Smart2020: enabling the low carbon economy in the information age, The Climate Group,GeSI, Global eSustainability Initiative report, 2008

5 电子发票	327	重庆公司2008年计入系统的电子发票总量为6万千万张，而一张电子发票就能替代一联纸质发票。
6 全曲下载	26	重庆公司2008年向用户提供全曲下载次数约82万次，等收入下，相当于销售了5000张CD唱片
7 彩信贺卡	22	重庆公司2008年彩信贺卡发送条数为478万条，相当于销售105万张纸质贺卡
8 车管家	101804	重庆公司2008年车管家业务的注册车辆是3万台，使用车管家定位系统使车辆的平均空载率相对之前的空载率下降了10%
9 油机监控	44	重庆公司在2008年对55台油机进行监控试点的计算结果，预计在试点三年内要发展2000个点
10 城管通	34	2008年重庆公司在重庆市区内两个较大行政区内应用，进行信息化市政管理的减排计算结果。 注：城管通是帮助城市市政部门信息化的管理城市各种公共设施的ICT解决方案，用以减少人员、设备、材料、燃油等的使用。本计算不包括路灯监控。
11 农政通	1941	2008年重庆市将该业务应用于下辖的262镇，促进了基层政府电子化办公的估算结果。 注：农政通是农村政府的政务信息化解决方案，包括远程会议、农技信息平台、务工介绍等信息服务。
12 路灯远程控制	1016	2008年，重庆市应用该系统监控2000盏路灯，帮助市政部门实现集中路灯集中管理，并远程控制路灯在统一时段开关电源，节省用电。
13 企业一卡通	0.2	将多种卡片功能融合入SIM卡，减少实体卡片使用，2008年某市公司内部试用该类SIM卡10000张的估算结果
14 手机支付	0.08	截至2008年底，某市公司使用手机支付可在2400多家商户进行刷卡消费，享受优惠折扣；较好地满足了百姓购物、餐饮、娱乐等多方面生活需求。
总量	10.9万	

根据国内外相关研究，ICT技术带来的减排量一般是其自身排放的2—100倍。对于上述14种方案之外的其他我们难以定量研究的ICT产品我们参照5倍这个标准保守估计其减排量。我们可通过计算ICT自身的CO₂排放来估算其他业务的CO₂减排效果。ICT的碳排放主要来源于电量消耗。已知初选出的14个业务的业务量占所选取的地市公司总业务量

的9.4%，产品品种占所选取的地市公司总产品品种的13.9%，该移动公司2008年总耗电量约为1.85亿千瓦时。假设业务量和耗电量近似成正比，由此可得其他业务2008年的耗电量，通过电网排放系数不难算出其他业务在2008年的CO₂减排量约为72.6万吨。因此，中国移动重庆公司在2008年总的CO₂减排量约为83.5万吨。

4.4 典型低碳ICT解决方案的减排特征

我们在研究过程中，经过实地调研将最终确定的14种典型低碳ICT解决方案进行聚类分析，发现它们的减排机理有很大差异（见下表），这必然导致减排效果的巨大差异，我们的量化研究结果验证了这一事实。

为进一步度量各个ICT解决方案在减排效果上的差异我们定义了“减排系数”这一概念。“减排系数”是指每单位ICT解决方案自身排放所能带来的CO₂减排量，即减排系数=减排量/ICT排放量。从该定义可以看到，由于减排量与ICT自身排放量的单位相同（均为“吨”），“减排系数”将各个解决方案的量纲统一为无量纲，并且消除了各个解决方案应用量不同所带来的减排绝对量的差异，因此该指标能够反映ICT解决方案的相对减排效果。减排系数越大，表明该解决方

案的相对减排效果。减排系数越大，表明该解决方案的减排效果越显著。

从表中我们看到，通过提高能源利用效率实现减排的这些解决方案的减排系数整体比较高，以“车管家”为代表，这些解决方案的减排量远远超过其他方案。而以替代纸张使用的这一类非实物化解决方案的减排系数相对较小。另外，“企业一卡通、手机支付、油机监控”这三个解决方案的应用与其他业务共享硬件业务平台，自身排放很难确定，因此其减排系数缺失，但从减排量上来看减排效果不会特别突出。整体来讲，由于ICT解决方案应用的行业和减排机理的不同，减排效果大相径庭，因此，ICT解决方案的推广需要考虑其减排机理与行业应用前景，以便实现最大效果的减排。

表4-2 典型ICT产品减排系数&减排机理

业务名称	减排量 (Kg)	减排系数	减排机理
车管家	101804850	64825	提高效率，减少载物交通油耗
顾客自助服务	3322236	3869	提高效率，减少实体营业厅，节电、节纸、减少载人交通油耗
电子发票	327366	244	提高效率，非实物化，减少纸质材料使用
路灯远程控制	1015620	113	提高电能利用率，时时控制，缩短开灯时长，减少电能损耗
城管通	33848	63	提高能源利用率，减少载人交通油耗

本部分五个业务主要是以提高传统行业的能源利用效率来实现减排的目的，对于物流等高能耗行业，ICT产品的引入可以带来很大的碳减排。

表4-3 典型ICT产品减排系数&减排机理

业务名称	减排量 (Kg)	减排系数	减排机理
全曲下载	25914	6.3	非实物化，减少实体材料使用
手机报（个人业务）	456973	6.3	
手机报（集团内刊）	22113	46.9	
彩信贺卡	22064	36.9	
DM宣传单	108842	26.7	

本部分的五个业务都是通过非实物化减少物质材料的消耗以达到减排的目的，由于数据可获得性的限制，本报告计算减排时并未考虑对传统行业物流体系的替代所带来的减排，例如手机报对报纸的替代不仅包括减

少纸张的消耗，还减少报纸配送过程中的交通消耗。通过表4-1的计算我们可以推断这部分的减排量是巨大的。因此，我们可以发现在非常保守的估算条件下，以上五个业务的减排量也是非常可观的。

表4-4 典型ICT产品减排系数&减排机理

业务名称	减排量 (Kg)	减排系数	减排机理
农政通	1940599	0.14	无纸化办公与减少交通出行
电子商务	76	0.2	非实物化，减少实体材料使用
企业一卡通	192.4548	—	非实物化，减少实体材料使用
油机监控	44346	—	减少载人交通油耗，远程监控，非实物化，节约纸张

本部分的四个业务由于缺少关键数据，并不能充分准确的计算出该业务的减排量和自身碳排放，根据现有数据计算四类业务的部分减排量，可以发现在非常保守的估算下，四种业务的减排量绝对值也是比较大的。

通过这14种解决方案的聚类分析，我们根据其减排系数及减排机理的不同，测算了

中国移动这14种ICT解决方案的“平均减排系数”大于7，即ICT解决方案所带来的减排量为其自身排放的7倍多，这要高于smart2020基于全球研究的“5倍”的保守性结论，可见，ICT解决方案在中国的减排潜力似乎更加巨大。需要注意的是，为保持研究的谨慎性，我们在后续的量化测算中依然使用了“5倍”这一系数。

4.5 中国通信行业减排总量估算

通过上面的计算我们可以估算中国移动的重庆市公司在2008年的总的CO₂减排量约为83.5万吨，而特定业务的减排量与特定业务的规模往往具有线性相关性。我们根据业务量占比，推算了中国移动在整个中国带来的二氧化碳减排总量约为4850万吨。截止2008年6月底中国无线通信用户总数为6亿³⁴，中国移动公司用户数为4.15亿³⁵，中国移动占据中国无线通信市场份额的70%左右，由此推算了中国无线通信行业³⁶2008年带来的二氧化碳减排总量约为约7000万吨。

来的二氧化碳减排总量约为约7000万吨。

通信行业通过信息通信技术的运用有效减少其他行业的碳排放，并为这些行业创造经济效益。可以将现有的信息通信技术解决方案分成四个领域：智能物流，智慧工作，非实物化和智能应用。这四个领域基本涵盖了中国电信业所有的智能信息通信技术解决方案。下文中将就这四个领域分别阐述它们在中国的二氧化碳减排潜力。

34 <http://www.mc21st.com/~p.aspx?id=8>

35 <http://www.chinamobilelttd.com/op.php?menu=2>

36 注：因本研究不包含固网通信运营商，因此中国的固网通信运营公司带来的二氧化碳减排量不包含在此研究结果中

Emission Reduction Potentials
of China Telecom Sector for
the Year 2020/2030

第5章 中国通信行业2020/2030年温室气体减排潜力分析

目前中国通信行业的低碳ICT解决方案中，成功应用的案例主要集中于智慧物流、非实物化、智慧工作和智慧应用四个领域，因此，本章重点对中国在这几个领域内节能减排的现状与潜力进行分析。

5.1 智慧的物流³⁷

据smart2020研究报告，全球通过智慧物流（smart logistics）到2020年减排将达15.2 亿吨CO₂，节能价值2800亿欧元（相当于4417亿美元）³⁸，减排潜力巨大。目前，中国物流行业的空载率高达30%，远远高于美国、欧洲等发达国家的10%，由能源浪费带来大量的温室气体排放。因此，智慧物流在中国将具有更大的减排机会。中国移动“物流通”业务是目前在中国应用效果较为显著的一个“智慧物流”信息化方案。

5.1.1 中国移动物流行业信息化解决方案

中国移动于2004年针对物流行业推出信息化解决方案——物流通。该业务利用计算机技术和手机定位、短信、在线支付技术实现货主企业对其关联承运企业、货单、车辆的有效管理和联动，提高其企业的运行效率和经营成本，实现物流产业链各环节的高效运转。“物流通”旨在帮助物流企业应用无线数据服务高效地整合公路运输资源、改善经营机制，提高物流行业的运输效率，降低空驶率，从而减少能源耗费，控制CO₂等温室气体的排放。

中国移动物流通业务应用减少CO₂排放的机理在于提高物流运输行业的车辆调度效率。通过降低车辆运行的空载率，提高车辆运营效率，进而降低了车主的运营成本，使

得在运输相同数量货物的情况下，需要更少的车辆或者行驶更少的里程，相当于降低了物流企业单位产值的总能耗值。此外，物流通业务平台也为物流运输企业提供了一个在线的车辆和物流管理系统，物流企业不需再建设自己的信息化系统，物流行业可节省很大的信息化硬件投入。

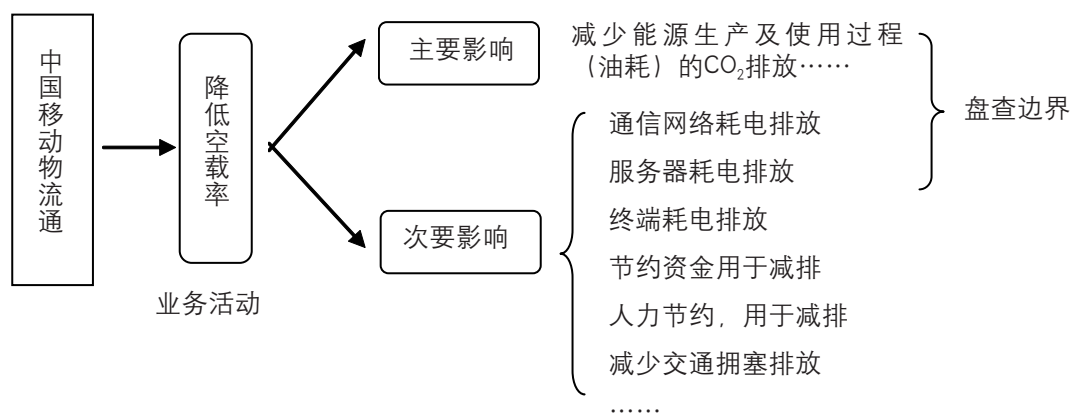
5.1.2 应用现状

中国移动物流通业务推出后广泛应用于中国物流运输行业。本研究中，我们界定CO₂盘查边界如下图，项目评估范围包括货运与客运，其中客运可以通过转换系数转化为对等的货运，用中国物流行业应用“物流通”之前每年货车平均行驶里程、总吨位、吨公里耗油、单位耗油量平均二氧化碳排放量计算出来的中国物流行业年二氧化碳年排放总量作为基准（baseline）。

根据我们的调研，在2008年使用中国移动物流通业务的车辆约有40多万辆，成功定位1.45亿次，以车辆年行驶里程15万公里/车、总吨位800万吨，空载率下降1.5%估算，在2008年物流通应用共计减少了至少136万吨的CO₂排放量，而其自身排放仅为51吨，减排效果显著。

37 注：本研究仅研究公路物流，计算范围不包含航空和海运等其他物流方式。
38 <http://www.smart2020.org/>

图5-1 中国移动物流业务盘查边界



随着物流行业的发展，货运需求继续增加，则其传统运输方式将产生大量的碳排放。我们的研究成果显示，通过推广和普及中国移动“物流通”业务在物流行业的应用，能够有效减少物流行业的CO₂排放，其未来的减排潜能巨大，具体的减排机会将在“智慧物流在中国公路物流行业的减排潜能分析”一节详尽阐述。

5.1.3 中国公路物流行业现状及发展趋势

随着中国经济的高速增长，交通运输事业也在迅猛发展。根据中国国家统计局数据，截止2008年底中国公路总里程已达373.02万公里³⁹，基本形成了四通八达、南北贯通的全国公路网，为公路货运提供了优良和便利的发展条件。随着公路货运需求的增加，2008年底中国民用汽车保有量达到6467万辆，比上年末增长13.5%⁴⁰。其中，公路营运汽车达930.61万辆，载客汽车169.64万辆、2560.36万客位，大型客车25.50万辆、1096.44万客位；载货汽车760.97万辆、3686.20万吨位，普通载货汽车720.18万辆、3139.76万吨位，专用载货汽车40.79万辆、546.44万吨位。

据统计，2008年，中国公路货运量与货物周转量分别为181.7亿吨、12998.5亿吨公里，分别比2007年增长了10.9%与14.5%；客运量与旅客周转量分别为220.7亿人、12636亿人公里，分别比2007年增长了7.6%与9.8%；公路货物与旅客平均运输距离分别为71.54公里、57.25公里⁴¹。

根据中国道路运输业发展规划纲要，预计未来中国公路货运量与货物周转量每年将以高于5%的速度增长⁴²。以5%的增长率预计估算，中国公路货物周转量在2010年、2020年、2030年将分别达到14331亿吨公里、23343亿吨公里、38024亿吨公里。根据中国高速公路规划，中国公路旅客周转量在2010年、2020年、2030年将分别达到14300亿人公里、25000亿人公里、36964亿人公里⁴³。

根据以上数据，将旅客周转量按照0.1的转换系数折算为货物周转量，计算中国公路物流行业在2008年产生2.81亿吨的CO₂排放。如果继续发展下去，预计在2010年、2020年、2030年产生的CO₂排放将分别达到3.1亿吨、5.09亿吨、8.21亿吨。具体计算过程见下表。

39 http://www.moc.gov.cn/zhuzhan/tongjixinxi/fenxigongbao/tongjigongbao/200904/t20090429_577812.html.

40 http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/t20090226_402540710.htm.

41 <http://www.chinawuliu.com.cn/news/content/200201/200243575.html>

42 <http://www.chinawuliu.com.cn/news/content/200201/200243575.html>

43 中国高速公路规划, 2005.

表5-1 中国公路物流行业的CO₂排放

	2008年	2010年	2020年	2030年
公路货运周转量（亿吨公里）	12999	14331	23343	38024
公路旅客周转量（亿人公里）	12636	14300	25000	36964
客货换算系数	0.1	0.1	0.1	0.1
换算周转量（亿吨公里）	14262	15761	25843	41720
百吨公里耗用柴油（升）	6.3	6.3	6.3	6.3
每升柴油的CO ₂ 排放量（kg/L）	1.198	1.198	1.198	1.198
柴油隐含排放系数	2.608	2.608	2.608	2.608
CO ₂ 排放量（亿吨当量CO ₂ ）	28.1	31.0	50.9	82.1

5.1.4 “智慧物流”在中国公路物流行业的减排潜能分析

目前，中国公路物流行业的空载率高于30%，而美国、欧洲等发达国家仅为10%左右。“智慧物流”解决方案在降低空载率、提高物流行业运输效率方面具有很大的应用空间，根据我们对中国移动“物流通”业务呈现的减排效果跟踪分析，我们预计“智慧物流”在中国将实现巨大的减排机会。

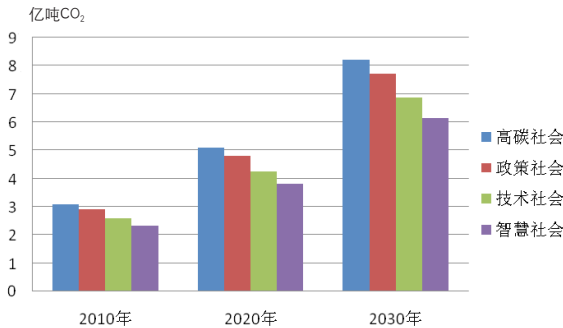
本研究将分析“智慧物流”应用于中国公路物流行业在2010年、2020年与2030年能够实现的减排机会。考虑到通信服务提供及运营企业、社会公众、政府三大主体面对智慧方案可能做出的反应方式，我们将“智慧物流”对传统物流的替代程度设定为四个情景，分别量化分析。

1) 高碳社会

在高碳社会情景下，三大主体对“智慧物流”解决方案的应用均持冷漠态度，中国公路物流行业按照现状发展，空载率维持

目前的基础空载率水平30%，这将带来最大的排放量。并且在该情景下，由于ICT产业自身排放的增加，不仅未带来减排效果，反而增加了社会总排放（即该情景下减排效果为负，图5-3）。根据以上分析，在该情景下，中国公路物流行业在2010年、2020年、2030年将产生的排放分别为3.1亿吨、5.09亿吨、8.21亿吨，如图5-2。

图5-2 “智慧物流”在四个情景下的CO₂ 排放



2) 政策社会

在政策社会情景下，政府积极推动社会节能减排，但通信服务提供及运营企业与社会公众缺乏减排意识与动力。政府通过制定政策推动社会减排，如制定公路物流行业的能耗标准，促使物流行业寻求低碳的物流方式，这将能够在一定程度上控制传统物流行业的排放。但由于这些政策未能与智慧方案联系起来，对“智慧物流”应用的影响相对较小。通过测量分析，我们将该情景下“智慧物流”带来空载率下降比例设定为10%。该情景下2010年、2020年、2030年的减排潜能将分别为0.18亿吨、0.3亿吨、0.48亿吨，减排量占中国公路物流行业总排放的6%。

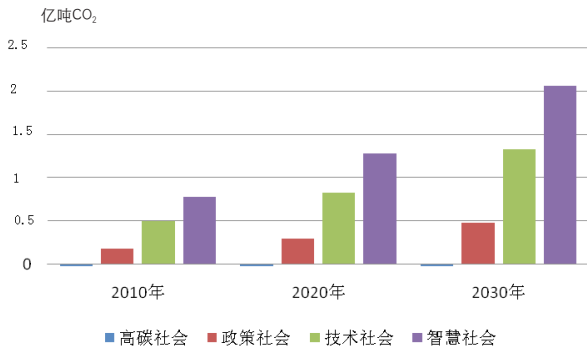
3) 技术社会

在技术社会里，通信服务提供及运营企业突破了技术瓶颈能够向社会提供智慧的解决方案，社会公众也具有较强的环保意识，但政府并没有积极回应，以致通信服务提供及运营企业在智慧方案的推广及公众的采纳方面有所顾虑，从而影响其应用程度。相对之前的情景，“智慧物流”的应用程度提到提升，将空载率下降比例设定为30%。该情景下2010年、2020年、2030年的减排潜能将分别为0.5亿吨、0.83亿吨、1.34亿吨，减排量占中国公路物流行业总排放的16%。

4) 智慧社会

在智慧社会里，通信服务提供及运营企业、社会公众与政府积极配合，实现智慧方案最充分的应用，这是最理想的状态。该情景下的空载率下降比例达到50%（即为15%），“智慧物流”将为中国物流行业带来最大的减排机会，根据我们的研究其在2010年、2020年、2030年将分别实现0.78亿吨、1.28亿吨、2.07亿吨的二氧化碳减排，减排量占中国公路物流行业总排放的25%。

图5-3 智慧物流在四个情景下的CO₂ 减排潜力



注：图中“高碳社会”情景下的减排量为负值

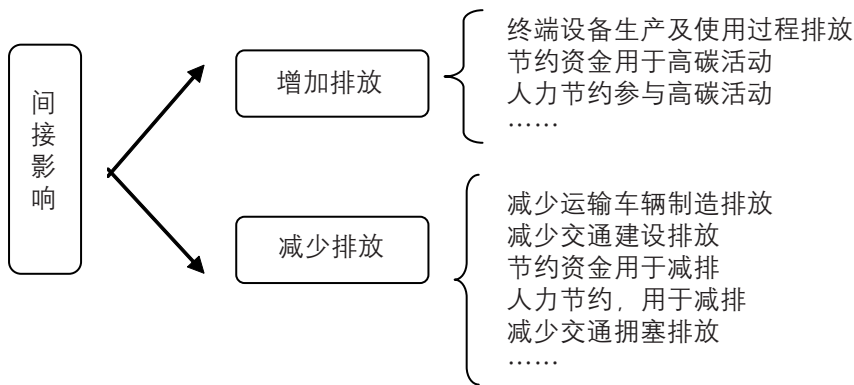
表格 5-2 “智慧物流”在中国的减排潜力

“智慧物流”应用于中国公路物流行业未来的减排潜力 (只考虑直接排放)		2010年	2020年	2030年
2008年公路物流总排放 (亿吨)		2.81		
目标年度基线排放 (亿吨)		3.10	5.09	8.21
基础空载率		30%	30%	30%
不同空载率假设下的减排量 (亿吨)	10%	0.18	0.30	0.48
	20%	0.35	0.57	0.93
	30%	0.50	0.83	1.34
	40%	0.65	1.06	1.72
	50%	0.78	1.28	2.07
不同空载率假设下，减排量占公路物流行业总排放百分比 (%)	10%	6%		
	20%	11%		
	30%	16%		
	40%	21%		
	50%	25%		

根据以上分析，在智慧社会里，通过通信服务提供及运营企业、社会公众与政府共同努力使得空载率下降50%（即由30%降到15%），“智慧物流”在2010年、2020年与2030年实现最大减排机会分别为0.78亿吨、1.28亿吨、2.07亿吨，见上表。从高碳社会走向智慧社会过程中，假设空载率分别下降10%–50%，“智慧物流”的减排量占中国公路物流行业总排放的比例将从6%上升到25%。

以上的研究证实了“智慧物流”解决方案在中国的巨大减排潜力，但以上的分析只计量了该智慧方案的直接影响，未考虑其可能带来的间接影响。我们研究发现，智慧方案除能够带来直接的减排效果，其应用同时产生间接影响，而这些间接影响既可能减少CO₂排放，也可能是消极的增加排放，但总体上其减排效果要远超过其增加的排放。从这个角度再次证实了，以上量化研究的减排潜力是谨慎保守的，其实际的减排机会可能远大于我们的预计。

图5-4 智慧物流的间接影响



“智慧物流”解决方案的间接影响是多方面的，我们将其主要的正面与负面影响例举如上图。智慧物流的应用会加速终端设备——手机的折旧、提高其更新速率，从而增加终端设备生产及使用过程的排放。但值得注意的是，手机应用于智慧物流仅是其一项附加功能，相对于其主要用途，智慧物流对其消耗是非常小的。智慧物流通过替代传统物流方式，大大提高运输效率，减少交通拥堵时间，从而能够减少运输车辆的使用及制造，这样也能够减少公路、铁路等交通建设，这些影响将更多地减少传统方式下的CO₂排放。此外，智慧物流应用所节约的资金及人力带来的间接影响是不定向的，如果这些资金人力应用于其他的低碳减排活动将进一步减少CO₂排放，但如果投入到其他高碳活动中则会增加排放。因此，这提醒我们要关注、控制智慧物流应用带来的资金、人力节约的投向，以实现低碳循环，充分发挥智慧物流的减排效果。

5.1.5 “智慧物流”减排潜力发挥的障碍及解决措施

目前，“智慧物流”在中国的应用还仅限于公路货物运输，应用范围狭窄。据统计，全球交通部门温室气体排放量占到总排放的14%⁴⁴，而其排放主要源于运输与存储过程。预计“智慧物流”应用能够减少全球运输过程排放量的16%，存储过程排放量的27%¹²。考虑到中国交通部门运输、存储的低效率，“智慧物流”的减排空间更加巨大，但正如以上所述，其潜能的发挥有赖于业务相关方（通信服务提供及运营企业、社会公众和政府）共同协作，为其应用创造条件。目前，中国尚处于高碳社会阶段，“智慧物流”在中国的应用面临诸多障碍：

1) 中国智慧物流目前仅应用于公路货物运输过程，“智慧物流”解决方案在货物存储、水运、航运过程尚未发挥作用；

44 The Climate Group, GeSI, smart2020: enabling the low carbon economy in the information age, Global eSustainability Initiative report, 2008, 15–30, <http://www.smart2020.org/>.

- 2) “智慧物流”的使用者有限,普及率较低;
- 3) 尚无有力的支持性政策扶持;
- 4) 尚未建立统一的行业标准,在企业信息系统与“智慧物流”信息化平台对接上仍存在问题。

首先,在中国“智慧物流”信息化解决方案的首次开发将是一笔具有风险性的投资,对于刚刚经历了电信重组的运营商,除中国移动实力雄厚能够独自承担风险,其他两家运营商在无法预计收益的投资上必将有所犹豫。但独自涉足信息化解决方案领域,中国移动在技术、资金方面也必定受到限制。因此,“智慧物流”在中国更广泛的应用在很大程度上需要政府相应政策的扶持。此外,由于信息系统对接的壁垒,应用“智慧物流”信息化平台很可能需要企业更新其现有的信息系统,从这个角度而言,“智慧物流”的应用还将受到应用企业资金限制及投资决策的影响。

目前面临的困境也暗示着机会,正如研究所证实的,如果“智慧物流”的相关方能够共同努力克服障碍,实现中国社会从高碳社会到智慧社会的飞跃,“智慧物流”在中国将能够发挥其巨大的减排机会。通信服务提供及运营企业、社会公众及政府可通过积极的措施推动“智慧物流”的应用,如:

- 1) 政府制定相关政策,一方面,通过降低投资方面的壁垒,调动通信服务提供及运营企业开发“智慧物流”信息化解决方案的积极性;另一方面,通过规定行业排放限度,加强行业自律性及应用智慧方案的主动性;
- 2) 通信服务提供及运营企业积极合作,共同研发、突破技术瓶颈,推动信息化技术在物流行业各个方面的应用;
- 3) 宣传“智慧物流”的减排效果及潜力,增强社会公众的环保意识,提高接受度;

- 4) 积极探讨建立行业标准,解决信息化平台对接问题。

5.2 非实物化

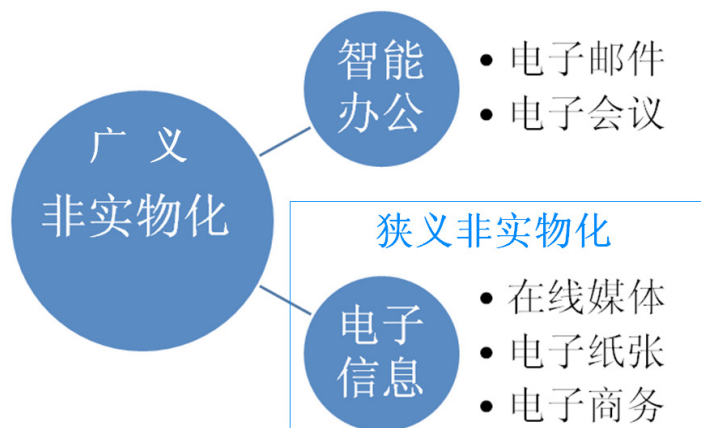
广义的非实物化就是用低碳产品和活动替代高碳产品和活动,比如用视频会议取代面对面的会议,电子账单取代纸质账单,数字音乐取代CD等。非实物化这种经济模式的实质就是削减消费,变供应产品为提供服务;提倡以最少的自然资源实现人类舒适生活,最少原料获得经济效益。很明显的是,物质产品的生产需要消耗大量的资源,并对环境产生污染;而服务性产品对自然资源的需求十分有限,对环境产生的负面影响要远远小于工业化生产对环境的影响⁴⁵。

广义的非实物化在应用形式上主要有两种:一种是智能办公,在非实物化的方面主要指电子邮件和电子会议。用电子邮件取代纸质信件,电视会议取代传统会议,使得人们之间信息交流平台实现非实物化,节省了面对面需要的交通和纸张等资源,不仅减少公司运作的成本,提高了人们的工作效率,还减少了二氧化碳的排放。除了收入和成本的优势外,无纸化办公还有着其它优势,包括提高工作效率、改进客户服务和增强协作等。

另外一种是非电子信息。人们在互联网上浏览新闻、看电子书籍、下载数字音乐和查询电子目录等。电子信息不仅使人们方便的获取自己想要的信息,而且这种电子化方式转变了传统人们的生产和消费方式。比如传统的造纸工业,从树木的砍伐到纸张的生产、加工、存储、运输和销售都伴随着大量二氧化碳排放,电子信息的广泛利用使得纸张的生产量减少,从而减少整个产业链下的二氧化碳排放。

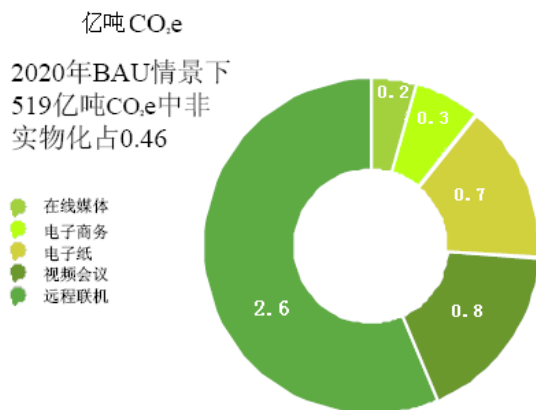
45 <http://dlib.edu.cnki.net/kns50/detail.aspx?QueryID=39&CurRec=13>

图5-5 广义非实物化的应用形式



现在广义非实物化的两个主要应用慢慢的渗透在人们的工作中。在2020年时，非实物化全世界的二氧化碳减排量达到5亿吨，其中在线媒体二氧化碳减排量占到4.3%。我们在下面的在线媒体部分提到了2020年、2030年在中国在线媒体的应用中二氧化碳减排量分别达到103万吨和313万吨，参考上述比例，可以粗略折算出在2020年和2030年在中国非实物化应用产生的二氧化碳减排量分别达到2369万吨和7279万吨。

与所有其它案例一样，由于技术应用和发展的不可预知性，具体的减排量都是不确定的。例如：“无纸化”办公也许并不实际，而且远程办公和第一代视频会议系统也没有达到预期的普及程度。另一方面，非实物化还受到来自其它将来仍未明确的技术突破等因素的影响，而这些影响远大于我们的预知，将显著地改变人类的工作和生活方式。就像电子政务和电子商务通过公共服务的非实物化能够对减少温室气体排放产生显著影响。例如许多基于纸张的服务可以转变到数字化环境中，而之前在环境下必须面对面的交互活动能在虚拟情况下完成，同时也可以政府在供应链中获得主要能源效率。尽管许多省份已经开始实施电子政务，但是潜力巨大的低碳公共行业模式仍然未取得显著的应用。

图5-6 非实物化对人类生活的影响⁴⁶

基于本部分提到了非实物化两个主要应用，由于第一个应用在“智慧的工作”中有详细说明，我们就针对第二个主要应用—电子信息进行阐述，并以在线媒体中的无线音乐和电子纸张中的手机报这两个信息行业中的电信业务为例详细分析。

5.2.1 在线媒体

在线媒体主要指网络媒体和网络娱乐的应用。在线媒体的出现使人们越来越多的选择电子化的生活和娱乐方式，包括上网看电影，下载音乐，玩网络游戏和浏览每日新闻等。这种电子化的生活方式冲击了传统的产业，比如录像制品行业。人们不愿意再购买光盘，方便和成本低的在线媒体成了大众的选择。

5.2.1.1 录像制品向在线媒体的转变

录像制品包括数码激光视盘、高密度激光视盘、激光唱盘和高密度激光唱盘四种。根据中国国家统计局的数据，1998年到2007年中各类录像制品出版量以及总数如下表：

表5-3 1998年到2007年录像制品出版情况（单位：万张）⁴⁷

年份	数码激光视盘	高密度激光视盘	数码激光唱盘	高密度激光唱盘	总数
1998	5771	3	749	0	65223
1999	6342	4	907	0	7253
2000	7880	4	1032	1	8917
2001	14079	253	1648	2	15982
2002	19992	1809	2916	0.4	24717
2003	30484	4852	4341	17	39693
2004	29673	6532	4920	102	41227
2005	26880	11512	7112	24	45528
2006	20388	9951	6416	27	36782
2007	16722	11585	5196	720	34223

中国录像业从1998年到2007年的发展，在2005年经历了一个发展高峰。2005年，录像业的发行数量4.55亿盘，达到了前所未有的水平。在2006年，由于全球唱片业不景气以及音像（包括录音和录像制品）产业的格局发生的巨大变化，录像制品总数和音像制品总数在一路下滑。

从2007年开始，音像产业的格局已经发生了很大变化，主要体现在音像制品的流通方式上⁴⁸。内容没有变，制作方式也没有根本性的变化，流通渠道却发生了变革。音乐可以通过网络下载，通过手机购买。流通渠道的改变导致生产方式的改变，传统唱片

业为一个歌手制作专辑，需要一个较长的周期；而在网络时代，通常可以发布单曲，既降低制作成本，消费者也可以更快地听到新的作品。在线媒体在改变整个产业的生产和销售方式的同时更改变了人们传统的生活消费模式。

在线媒体是全球音像制品下一阶段的必然趋势。从数字音乐这个分支来看，全球数字音乐的发展已经进入具有商业模式的良性发展之中。在线歌曲（获得授权的正版歌曲）已经由2005年200万首猛增至400万首；单曲下载量从4.2亿次增长为8亿次，增长幅度为89%；预订服务用户、手机预订量和3G手机预订量均有增长。全球40多个国家现在

47 <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2008/indexch.htm>

48 http://www.china.com.cn/culture/zhuanti/08whcy/2008-06/04/content_15631740.htm

已有大约500个合法在线音乐服务商为2.8亿宽带用户和超过20亿的手机用户提供付费歌曲下载⁴⁹。随着传统录像制品慢慢退出历史舞台，在线媒体的蓬勃发展带来了CO₂排放量的减少。

我们假设录像制品总数以2006年以前相

同的增长速度继续下去，利用相关的预测分析方法，在2020年中国的录像制品总数将达到103500万张。以生产每张光盘排放1kgCO₂来计算⁵⁰，2020年的二氧化碳排放总量将达到103万吨。我们假设在2020年在线媒体全部替代录像制品，根据测算这种替换将带来103万吨二氧化碳的减排量。

5.2.1.2 在线媒体在信息产业中的应用案例——无线音乐

1、数字音乐替代传统音像制品

目前传统唱片行业面临的问题就是传播介质发生了变化。现在已经有不少唱片公司加入了线上单曲发售下载的行列。但是到目前为止，中国的网络付费下载还没有形成成功的商业模式，在“免费资源”（网络盗版）为主要特征的今天，唱片公司几乎不能通过网络销售赚到钱，这种现象阻碍了音像产业由传统出版销售向数字出版销售转变的过程。无线音乐的销售是目前比较稳定的数字销售方式，许多唱片公司通过电信运营商和服务商提供音乐而得到回报，这部分的收入也越来越成为现在唱片公司收入的主要组成部分。

所以我们可以明确的看出，数字音乐的出版发行，是中国唱片业下一阶段的发展趋势。虽然中国的数字音乐的规模尚小，但我们同时应该看到，中国手机用户现已达到4.3亿户，宽带业务也在高速增长，客户对数字音乐的需求与日俱增，这无不说明中国最终可以历史性地摆脱盗版音乐光盘毁灭性

的冲击，实现“向数字化的飞跃”⁵¹。中国是否能够成功利用数字渠道以实现一个新兴的合法音乐市场，很大程度上取决于中国政府及其主要运营商在保护和落实知识产权保护方面的力度。

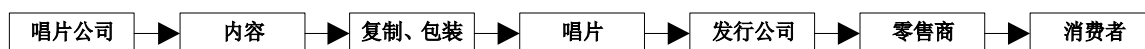
2、无线音乐减排潜力分析

无线音乐作为现在电信运营商的一个主要业务，得到越来越多人的关注。这项业务通过整合音乐价值链，面向用户提供一站式音乐消费及娱乐服务。有几种典型的产品组成：音乐随身听、彩铃、全曲下载和音乐搜索。

无线音乐对新技术下全新音乐销售方式的尝试最终促成一条全新产业链的形成。打破了传统唱片发行销售的线性链条形式，数字音乐销售发行的产业链缩短了传统渠道的纵向长度，却在每一个环节都大大延伸了横向的链条。下图中，我们可以清晰看到数字音乐产业链模式以及其优势：

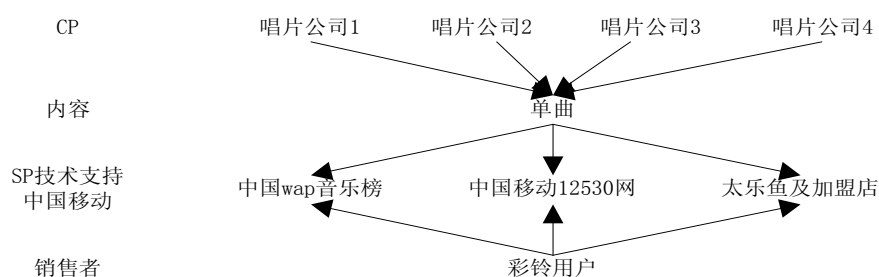
49 http://www.china.com.cn/culture/zhuanti/08whcy/2008-06/04/content_15631740.htm
50 Climate Group smart 2020(2008.10), <http://www.smart2020.org>
51 http://www.ifpi.org/content/section_resources/digital-music-report.html

1) 传统音乐销售渠道链条:

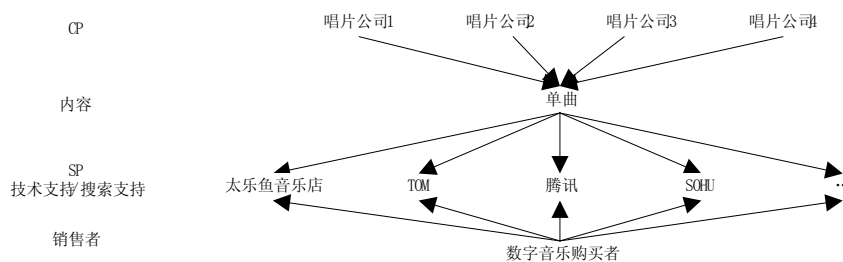


2) 数字音乐产业链:

无线增值部分



在线销售部分



从上述产业链的变化可以看出，数字音乐的出现缩短了传统供应链的繁琐过程，比如节省了唱片的制造、包装、运输的消耗以及销售过程中所占用的人力和物力的消耗。这个供应链纵向缩短的过程就是非实物化的过程，无线音乐的发展会减少人们对传统音像制造业全生命相关的纸张、塑料与物流的

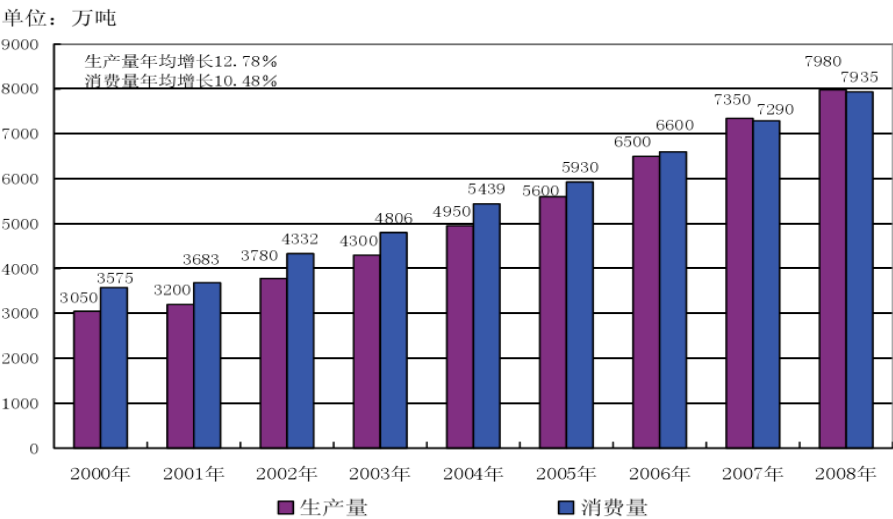
需求。根据测算，中国移动2008年无线音乐这个业务的开展相当于减少唱片发行3亿张，减少二氧化碳排放35万吨。无线音乐市场对传统音像制品销售市场的升级，这种非实物化形式会随着业务的发展以及用户的增加，带来更多的二氧化碳减排。

5.2.2 电子纸张

5.2.2.1 造纸行业

2008 年全国纸及纸板生产企业约有 3500 家，全国纸及纸板生产量 7980 万吨，较上年 7350 万吨增长 8.57%。消费量 7935 万吨，较上年 7290万吨增长 8.85%，人均年消费量为 60 千克（13.28 亿人），比上年增长 5 千克。2008 年比 2000 年生产量增长 161.64%，消费量增长 121.96%。2000~2008 年，纸及纸板生产量年均增长 12.78%，消费量年均增长 10.48%⁵²（如图所示）。

图5-7 2000年到2008年纸和纸板生产和消费情况



在纸张的生产和消费中占一定比例的书籍和报纸随着Web2.0时代的来临，越来越多的被替代为电子纸张（移动阅读载体）。这里的电子纸张讲的是移动阅读载体。网络阅读已经日渐成为现代人最熟悉的读书方式。进入21世纪以后，PSP、MP4播放器、手机等都日渐成为人们阅读文字的首选载体电子纸张并日渐受到消费者的青睐，借助电子纸张技术制造出的电子阅读器目前在市场上也十分走俏。

5.2.2.2 电子纸张替代传统纸张

人们阅读介质的改变，减少了人们对纸张的需求，介质的转换主要表现为以下几个方面：电子书替代印刷书刊，手机报替代纸质报纸，电子邮件替代纸质信函，电子发票

纸质发票和电子政务。

我们假设以现有的高碳经济增长方式继续发展，2020年纸张可以达到15566万吨，2030年可以达到22051万吨。在政府、IT行业和消费者对节能减排的共同努力下，假设2020年将有25%的纸张被淘汰⁵³，2020年由于电子纸张的应用将会带来355万吨，2030年可以带来1092万吨的CO2减排。

现在电子纸张的技术还没有普及，应用较多的是之前提到的在移动阅读载体中的应用。除了电子书外，以手机为主体的手机报和电子书刊等成为了电信运营商和内容提供商共同的一个业务增长点。这样的改变使得更多的人用电子产品替代了传统的产品，然而这种电子化的生活方式不仅方便了人们的生活，更为缔造低碳社会做出了贡献。

52 <http://www.cqvip.com/qk/97921X/200902/30729773.html>

53 Climate Group, smart 2020(2008.10), <http://www.smart2020.org/>

5.2.2.3手机报

1 从传统报纸向数字报纸转型。

中国报纸产业经过20多年的高歌猛进，再进入21世纪后开始感觉到了成长发力的困惑。随着时间的推移，报纸广告市场的困境越来越严重，读者市场的萎缩也逐渐显现出来。但是我们发现，新闻纸也许会退出，但它一定会被其它更合适的介质替代，报业一定会在新介质的基础上得到更广阔的发展前景。这种新介质催生的就是崭新的数字报业。

数字报业不仅仅是把报纸内容搬到网上去，数字化的核心并不是简单的从新闻纸转移到网站的介质变化。数字化最重要的是提供了传统办报模式无法比拟的信息处理平台和新的传播方式。数字报业的内容生产方式不同于传统新闻纸的生产，从而对报社内容生产部分提出更高的要求，单纯的文字和图片记者已经不能满足数字报业的要求，数字报业需要的是多介质记者和导向式、管家式的编辑。要保障报业内容的生产转变，不仅要整合内部资源，更要走出资源局限，整合网络、通讯、声频和视频的传播手段和多媒体资源⁵⁴。

2、手机报简介⁵⁵

手机报是电信运营商与内容提供商（国内主流媒体单位）合作的一项自有增值业务，以彩信通信方式为主，以WAP方式辅助浏览，向客户提供及时咨询服务（含新闻、体育、娱乐、文化和生活等内容）。客户可以定时收到报刊彩信或者通过WAP方式直接阅读。

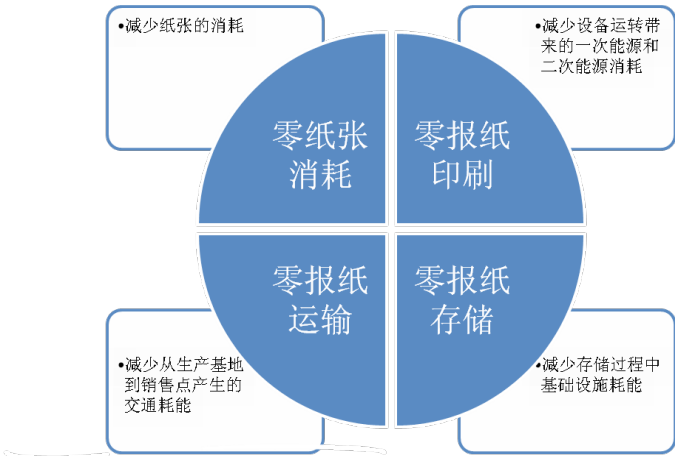
图5-8 新闻早晚报



3、手机报减排潜力分析。

手机报的出现使得过去传统意义上的报业之争从纸质走向虚拟形式，即电子介质。手机报减少传统报纸发行业碳排放的机理，可以概括为零纸张消耗、零报纸印刷、零报纸运输、零报纸存储等四个过程。传统报纸在生产流程中会涉及设备运转、纸张以及印刷过程带来一次能源（如化石燃料燃烧）和二次能源（如电力使用）的消耗；从生产基地到销售点的运输过程中产生交通耗能；在存储过程中，为保持适宜的保管环境（温度、湿度等）而引起的设备能源消耗以及建立仓库等基础设施而带来的能源使用；在最终的销售阶段，则涉及由销售场所带来的各种能源损耗。相比之下，手机报只在计算机中存储，只在通信网中传输，这仅仅消耗非常有限的电能。2007年底，中国移动手机报用户约2400万，全年发送手机报141亿份⁵⁶，和传统报纸相比，节约用纸4万吨，相当于少砍伐67万棵20年以上树木。由于数字报纸对传统报纸的替代，以现有新闻纸为基数预测，2020年可以减少CO₂排放10.75万吨。

图5-9 手机报的减排潜力示意图



54 <http://tech.sina.com.cn/i/2009-02-17/17162832155.shtml>
55 <http://www.chinamobile.com/whatsnew/newrelease/mpaper/>
56 http://www.ezcom.cn/meeting/2009_WCity/index.html

5.2.3 非实物化面临的机遇与挑战

非实物化可以应用到当前一系列日常活动中并最终减少需要生产的物质实体的数量。线上账单、网络传媒和在线音乐取代纸张和CD，减少了相关的生产和配送等环节的碳排放。这些都是非实物化中很大的机会，看似只是介质的变化，但却引发了一个行业的革命，并改变了人们的生活和生产方式。无线音乐带来了能源消耗的减少和唱片公司利润上升的双丰收。手机报、电子发票以及无纸化办公的使用使得公司办公成本降低并减少了CO₂排放。

非实物化还改变了人们的生产和生活方式，通过影响人们之间的行为，使之建立更强烈的对于气候变化的认知并创造一种贯穿整个商业环节的低碳文化来间接地减少碳排放。非实物化至少提供了另一种选择，它使个体以一种非常直接的方式控制其碳足迹成为可能。

虽然非实物化在减排中具有极大的潜力，但是截止到目前它的影响仍然非常有限。比如数字音乐的网络付费下载在中国还没有形成成功的商业模式，在“免费资源”（网络盗版）为主要特征的今天，唱片公司几乎不可能通过网络销售赚到钱，这种现象极大地阻碍了音像产业由传统出版销售向数字出版销售转变的过程。在远程办公方面，许多公司不愿意让职工进行远程办公，他们害怕这种工作方式的改变会带来工作效率的降低。毕竟员工的生活和工作方式的转变会需要很长的一段时间。而且中国还缺少许多互联网基础设施的建设。

5.2.4 应用非实物化的途径

1、政府、IT设备商与用户的共同努力

当今社会是一个多元化的社会，生活方式、价值观念和消费模式都具有多元化的特征，人们追求更多的决策自由。除风俗、习惯和文化标准之外，保持自由的最重要的法规就是市场体系和法律体系。从环境问题的角度来看，环境破坏会限制自由。但破坏环境的人不能从破坏环境的行为中受益，反而是人类的自由在很长一段时间内由于生命维

系体系的破坏而受到影响。所以，如果人类想使自身的幸福生活继续下去，那么有意识地减少物质的消耗是必要的。这反过来正是人们追求自由决策和多元化生活的保证。但减少物质需求的任务，是不可能单独在行为自愿的基础上实现的。即使是在全体社会成员都认为某种行为的改变是有益的情形下，我们还需要具有约束力的法律，包括正式的和非正式的社会协议。因此，要实现新经济下的非实物化，政府、IT设备商和用户都必须共同努力创造非实物化的经济增长模式。

2、改变生产消费模式

在传统的消费方式下，通常的做法是：生产者生产和销售产品，用户购买、占有产品后，使用产品并得到服务，寿命终结或更新换代后将其废弃。而非实物化理念下的做法应该是：生产者承担生产、维护、更新换代和回收产品的全过程，用户选择产品种类，使用产品，按服务量付费。整个过程是以产品为基础，服务为中心的消费模式。这种变化，从生产者角度来看，由生产优先转变为服务优先。生产者不再是推销产品而是推销服务；从消费者角度来看，消费者无需购买和拥有物品，只须在一个为满足其需要而组织起来的体系中支付服务费用就可以了，享受产品性能而非产品。这种转变的深层意义无论是从生产者还是消费者两个角度都可以得到体现。从生产者方面来看，生产者以服务量价值为中心，将弱化有计划的商品废止制的作用，为谋求利益最大化，生产者的关注点将从更新换代逐渐转为减少消耗，在一定程度上将生产成本与生态成本有效的综合起来，使生产者主动的去做一些有利于生态系统的工作（如有用部件的回收）；从消费者方面来看，用户以服务量付费，则改变了过去占有产品后使用的随意性，客观上促使用户主动优化其使用过程，并增大了环保处理被生产者和用户共同负担的可行性。

3、转变生态结构

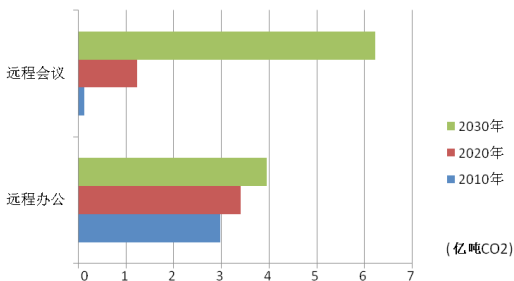
生态结构转变是一种适合于减少现有生态问题和阻止新的生态问题产生的经济结构转变。通过降低国民生产总值中那些能量和原材料消耗大的经济部门的产值，或者加

大对环境危害小一些的那部分生产过程和产品的投入，这种转变是可以实现的。具体来说，解决这个问题的途径就是在全世界范围内实行必要的技术和社会革新。我们还应该注意，革新不仅仅包括新颖的技术，还体现在其服务功能的创意更符合生态效益。因此，对“社会革新”的全面理解应为社会结构的变化、流动性组织的变化和日常活动组织形式的变化等⁵⁷。

5.3 智慧的工作

智慧工作（smart work）是指利用互联网和其他先进的通讯工具进行工作，避免了传统工作所导致的上下班交通拥堵，工作地点不灵活以及过多的商务差旅等问题，从而为企业带来良好的经济效益，为社会创造环境效益。信息通信技术的出现催生了智慧工作的发展。智慧工作的发展不仅使工作形式更加多样化，而且能够显著减少与交通有关的负面影响，缓解环境污染的现状。远程办公和远程会议是目前普及率最高、应用范围最广的两种智慧工作模式。远程办公可以避免上下班时的交通堵塞，从而减少了由上下班出行带来的CO₂排放。远程会议的出现减少了商务旅行的次数，从而减少航空、铁路以及公路客运的碳排放。据预测，到2020年，如果有5%开车上下班的人能够进行远程办公，15%的商务差旅能够被远程会议替代，全球的CO₂排放将减少1亿吨⁵⁸。远程办公和远程会议越来越广泛的普及，在几十年后能够给全球带来至少30亿吨的CO₂减排量⁵⁹。

图5-10 智慧工作在中国的减排潜力预测



5.3.1 远程办公

远程办公是指企业的雇主和员工不必局限在集中的工作地点办公，而是借助于网络和移动通讯技术进行工作。目前一些发达国家，如美国、日本，均鼓励员工采取远程办公的方式进行工作。远程办公的普及率因地区而异，与当地的经济、技术发展情况以及政府部门的政策环境息息相关。

远程办公可以节省办公场所面积，降低租金，压缩办公经费，节省员工花费在上下班途中的时间和费用，灵活、随时随地的工作方式，大大提高了员工的工作效率和工作成果。同时，采取远程办公可以收获巨大的环境效益。分析表明，远程办公每年的减排能力高达2.6亿吨CO₂⁶⁰。在中国，远程办公还处于起步阶段，其业务推广范围和普及率还不高，目前没有关于中国远程办公人数的官方统计数据，但在许多跨国公司以及电信相关企业，远程办公方式已经得到普遍应用。本报告中，我们可以通过定量与定性相结合的方法来估算一下远程办公在未来中国的减排潜力。

远程办公主要是减少了员工到公司办公的工作天数，减少私家车的行驶里程和办公室能耗，从而减少了由化石燃料燃烧带来的CO₂排放；越来越多的家庭办公节省了办公大楼的用电、供暖等能耗从而带来建筑能耗的减少；强大的信息技术代替了原有的一些办公物品的消耗，如纸张等。另一方面，远程办公也带来了通信网络、服务器、终端设备的耗能以及家庭耗能等方面的碳排放量增加。随着远程办公天数的增加，减排总量的增加速度一般会超过反弹效应带来的碳排放增加总量的增长速度，建筑能耗与交通能耗的总和还是呈下降趋势的。

我们也可以将对碳排放的影响分为直接影响，间接影响。直接影响主要体现在：

- 减少上下班交通带来的CO₂排放；
- 减少办公场地需求，从而减少建筑

57 <http://dlib.edu.cnki.net/kns50/detail.aspx?QueryID=39&CurRec=5>
58 <http://www.wwf.se/source.php?id=1183711>
59 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11939.pdf>

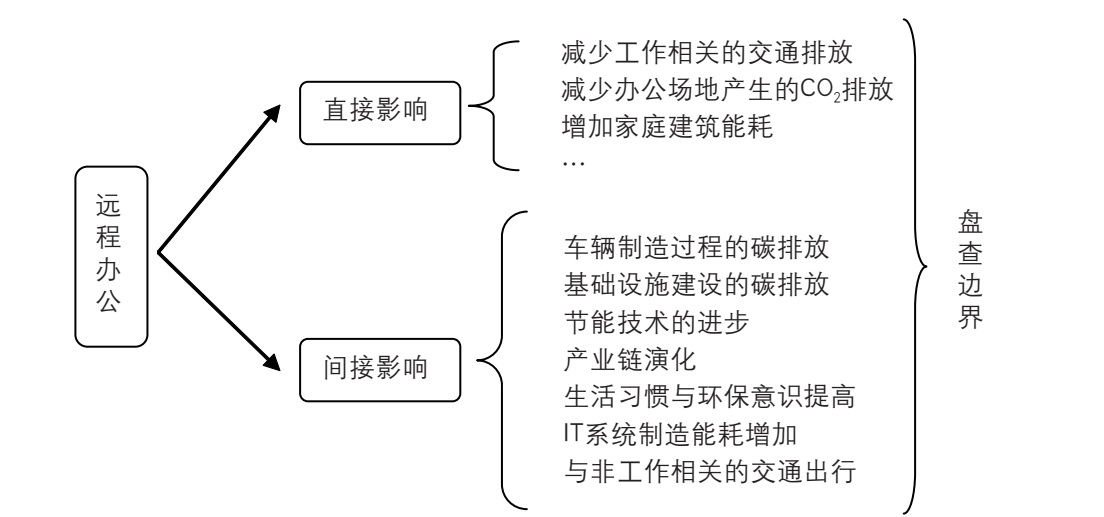
60 Comparison based on abatement potential as outlined in Enkvist P., T. Naucier and J. Rosander (2007), 'A Cost Curve for Greenhouse Gas Reduction', The McKinsey Quarterly, Number 1.

照明、供暖或制冷、IT系统运行等所 产生的碳排放。

- 家庭的碳排放增加，从经验上来看，家庭碳排放的增加一般都会小于办公碳排放的减少。
- 非工作相关的交通出行可能会增加。
其间接影响主要体现在与远程办公相关的供应链全生命周期的CO₂减排：
- 交通需求下降导致的交通工具制造减少，从而制造过程的碳排放减少。
- IT设备制造过程的碳排放会增加。
- 各种基础设施需求减少导致的基础设施建设和使用过程碳排放减少，具体包括：道路和车站的建设与维护，办公场地的建设与维护，加油站的建设和维护以及电力基础设施建设等过程中涉及的CO₂排放等。
此外，间接影响还包括由远程办公引起的技术、经济领域或者人们日常生活领域的一些改变，比如：
- 促进节能技术的进步。因为越来越多的人远程办公，促使开发更多更好的节能减排技术来使得更多的人可以进行远程办公。
- 产业链条的演化。将营业收入从建筑、汽车、物流等传统高碳排放产业转移到电信、电子等低碳排放产业，从而改变整个社会相关的CO₂排放强度。
- 人们生活习惯和环保意识的改善。远程办公者生活习惯的改变不仅减少了与工作相关的出行次数，还可能使得人们更加注重环保，把节省出来的精力投入到更多的减排活动当中去。

远程办公的碳足迹盘查边界可以用下图表示：

图5-11 远程办公碳足迹盘查边界



远程办公对碳排放的影响随着在家办公时间的变化而变化。例如，如果非常多的人每周在家办公超过3天，即使在家办公的能耗增加，也将带来20—50%的能源节约⁶¹。在家办公允许雇主使用或者建立更小型的办公室，它们只需要更少的能源去建设和维护。但是如果少于三天这种影响将很小，因为对于阶段性在家办公的职员来说，维护办公室的能耗也是必需的。

传统的工作模式涉及的上下班交通模式主要有四种，每种情境下带来的碳排放如下表所示：

交通工具	碳排放
步行	约为零

61 Gartner; Matthews, H.S., and E.T. Williams (2005), Assessing Opportunities for ICT to Contribute to Sustainable Development, DG Information, Society and Media, European Commission; TIAX (2007) The Energy and Greenhouse Gas Emissions of Telecommuting and e-Commerce, Consumer Electronics Association.

自行车	约为零
公共交通	乘公共交通的人数*行驶里程*公共交通每人每公里的能耗*燃料的排放系数
私家车	驾驶私家车的人数*行驶里程*私家车每人每公里的能耗*燃料的排放系数

远程办公在中国处于刚刚起步的阶段，其未来的减排潜能有很大的上升空间。这里我们主要对远程办公的直接影响因素作出分析，只考虑交通上的CO₂减排和建筑上的碳排放，根据一些行业预测数据，可以大体估算出未来远程办公在中国的减排潜能。

随着居民消费结构的升级，中国的私人汽车拥有量不断增加。截至2005年底，中国民用汽车保有量为3160万辆，其中私人汽车保有量为1852万辆，占总量的58.6%。据估计截至2006年底，中国私人汽车保有量接近2200万辆⁶²。预计中国轿车数量在2010年、2020年、2030年将分别达到3900万辆、7200万辆和11100万辆⁶³，远程办公的应用将使都市和非都市区域中与工作相关汽车旅程减少80%⁶⁴。

2007年中国既有建筑面积430亿平方米，随着城市化的发展，预计2010—2030年间将新增建筑面约300亿平方米，建筑总面积为730亿平方米，单位建筑面积的耗电量为14 KWH/(m²·年)⁶⁵，住宅建筑的CO₂排放量占建筑总排放量的34%，中国办公碳排放是住宅排放的1.18倍⁶⁶，则2010—2030年间中国办公建筑的CO₂排放量为5.27亿吨当量CO₂，住宅建筑碳排放为2.93亿吨当量CO₂。远程办公可使办公室碳排放量减少60%，住宅建筑的排放量增加15%⁶⁷。根据上述行业数据，可假设2010—2030年间，应用远程办公后办公建筑的CO₂排放量是2.11亿吨当量CO₂，住宅建筑的排放量是3.37亿吨当量CO₂。

经测算，远程办公在2010年、2020年与2030年具有的最大减排机会分别为2.98亿吨当量CO₂、3.40亿吨当量CO₂、3.95亿吨当量CO₂，见下表。

图5-11 “远程办公”在中国的减排潜力测算

“远程办公”在中国的减排潜力	2010年	2020年	2030年
目标年度基线碳排放（亿吨当量CO ₂ ）	5.59	6.12	6.81
车辆数预测（万辆）	3900	7200	11100
每辆车每年的CO ₂ 排放（kg）	3041	2950	2767
与工作相关的车辆行驶里程占总里程比例 ⁶⁸	27%	40%	50%
与工作相关的行驶里程下降比率 ⁶⁹	80%		
办公建筑减排量 （亿吨当量CO ₂ ）	3.16		
住宅建筑减排量 （亿吨当量CO ₂ ）	-0.44		
减排量 （亿吨当量CO ₂ ）	2.98	3.40	3.95

62 <http://news.sohu.com/20070225/n248332825.shtml>

64 Smart 2020. Enabling the low carbon economy in the information age. The Climate Group, GeSI

66 周大地.《2020中国可持续发展情景》.中国环境科学出版社.2003.8

68 From Workplace to Anyplace, Marco Buttazzoni, Andrea Rossi, Dennis Parnlin, Suzanne Pahlman

69 From Workplace to Anyplace, Marco Buttazzoni, Andrea Rossi, Dennis Parnlin, Suzanne Pahlman

63 http://www.sustel.org/documents/D16_brochure.pdf

65 清华大学建筑节能研究中心.《中国建筑节能年度发展研究报告2007》.中国建筑工业出版社.2007.3.

67 <http://www.sustel.org/documents/Reports/final%20report%20-%20july%202004%20v2.pdf>

<http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/WWFBinaryitem11839.pdf>

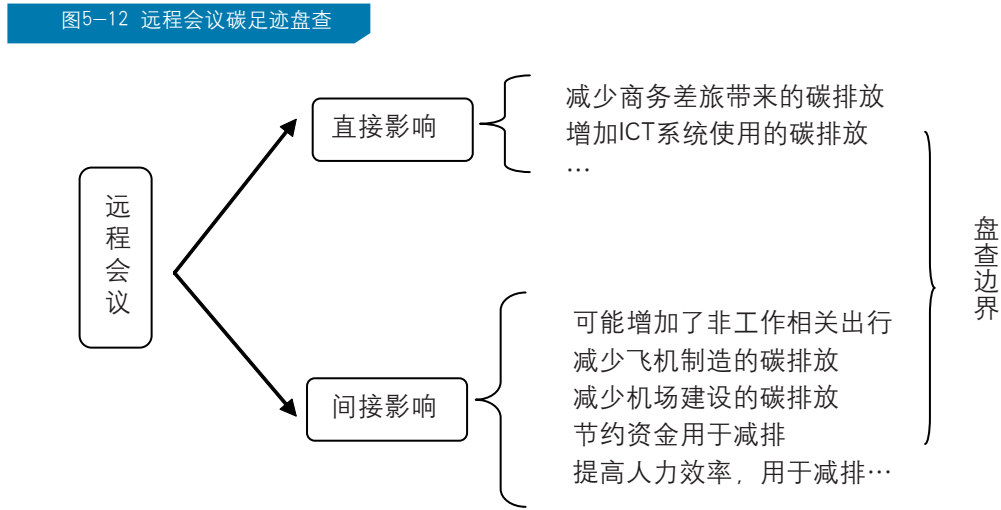
远程办公的应用减少了与工作相关的交通能耗产生的CO₂，减少了办公室建筑的CO₂排放，降低了对纸张等办公物质的需求，但也增加了ICT系统制造、建设和运维的碳排放，同时也可能带来另外一些反弹效应，如非工作相关的交通出行等。这类反弹效应所导致的CO₂排放目前缺少具体的行业依据，尚未将其定量计算，如果能将其负面效应降至最低，远程办公的减排潜力将会得到最大程度地发挥。

5.3.2 视频远程会议

远程会议是指用宽带计算机网络将物理上分隔的与会人员联结在虚拟场所中举行远距离会议，主要包括视频会议、电话会议以及网络会议的应用。视频会议是其中应用最多的一种远程会议模式，它能有效地替代商务旅行。本报告以视频会议为研究对象，着重分析视频会议系统的应用所带来的CO₂减排效果。

视频会议系统的出现已经改变了传统的会议模式并给社会经济领域带来了深刻的变革。视频会议的应用大大减少了商务差旅次数，减少了商务旅行带来的CO₂排放，从而获得环境效益。视频会议在中国的拓展速度呈现出不断加快的趋势，正逐渐从传统的专业领域、大型企业等高端用户向中小企业等普通用户和个人用户拓展。在中国，2008年包含硬件、软件在内的视频会议市场整体规模达到了34亿元人民币⁷⁰。

远程会议的出现带来了传统会议方式的变革，人们足不出户就可以进行工作上的沟通，不需要乘坐各种交通工具从四面八方集中到一个会议室中，这大大减少了商务旅行的次数，尤其是以飞机作为交通工具的商务出行。本报告将就远程会议对航空差旅的替代为研究对象，分析远程会议在减少飞机带来的CO₂排放方面的潜力。其盘查边界如下图所示：



技术的进步使得远程会议能够越来越多地替代商务旅行，最大程度地降低航空旅行带来的CO₂排放。一项来自澳大利亚的研究预测，视频会议能够给澳大利亚带来240万吨的CO₂减排，相当于澳大利亚全国碳排放的0.43%。在欧洲，如果每年有5—30%的航空旅行能够被视频会议所替代，CO₂的排放量将会减少559—3353万吨⁷¹。

据联合国政府间气候变迁问题小组估计，1992年，全球航空业化石燃料消耗排放5.1亿吨CO₂，占人类活动CO₂排放总量的2%。到2050年，根据排放情景的不同，CO₂的排放会增加至8.3—53.1亿吨不等，1.6倍—10倍于1992年的排放量。1992年到2050年间，CO₂的平均增加值为14.7亿吨，排放量增加了三倍。

70 <http://www.chinabgao.com/reports/46269.html>
71 <http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2009/VWVBinaryitem11938.pdf>

视频会议通过替代商务旅行而获得环境效益。这避免了交通上的化石燃料燃烧所导致的大气污染和温室气体排放，具体体现在减少对交通工具的使用上，如飞机、汽车以及与之相关的一些基础设施建设等。一些西方国家和组织曾对视频会议的减排潜能做过测算：

德国电信与其子公司T-Mobile的测算结果显示：2004至2007年间，40260次视频会议减排CO₂共计7000吨，主要减少了航空商务旅行带来的排放，同时节省的商旅时间为20万小时⁷²；

英国国际发展部做出统计：2005年英国办事处与其他国际办事处以及类似世界

银行这类援助机构间共召开了4084次远程会议，避免了至少735次传统会议，CO₂的净减排量为303吨⁷³。

在沃达丰公司，约200个视频会议系统在2006年减排5520吨CO₂，员工的商务出行减少了20%⁷⁴。

根据预测，中国2010年，2020年，2030年的航空客运总周转量将分别达到2660亿人公里，7210亿人公里和14810亿人公里，远程会议对商务出行的替代率在2010年，2020年，2030年的替代率分别可达到4%，15%和37%。

表5-5 “远程会议”在中国的减排潜力（不计ICT系统排放）

	2010	2020	2030
飞机每年飞行里程（亿人公里）	2660	7210	14810
涉及商务出行的比例	47%	43%	39%
目标年度基线 (亿吨当量CO ₂)	3.02	8.19	16.82
虚拟会议对商务旅行的替代率 ⁷⁵	4%	15%	37%
喷气煤油的消耗量 (Kg/km)		4.84 ⁷⁶	
喷气煤油的CO ₂ 排放 (g/L)		2395	
减排量 (亿吨当量CO ₂)	0.12	1.23	6.22

经测算，远程会议在2010年、2020年与2030年具有的最大减排机会分别约为0.12 亿吨当量CO₂、1.23亿吨当量CO₂、6.22亿吨当量CO₂。

注：民航客机的中等运力为270人/机，每公里飞行消耗喷气煤油12.8L，喷气煤油的CO₂排放系数为2395.25g/L，中国近三十年航空旅客总周转量⁷⁷及航空客运带来的CO₂排放量如表所示。

72 Virtual Meetings and Climate Innovation in the 21st century, See www.zero-emission-meetings.com/content/examples.
73 P. James, Conferencing at DFID: The Economic, Environmental and Social Impacts, SustainIT, 2007.
74 Virtual Meetings and Climate Innovation in the 21st century, Institute of Travel Management, Vodafone Case Study, 2007.

表5-6 中国近三十年航空旅客总周转量及碳排放情况

年 份	民 航（亿人公里）	二氧化碳排放（万吨CO ₂ e）
1978	27.91	317
1980	39.56	449
1985	116.72	1325
1990	230.48	2617
1991	301.32	3422
1992	406.12	4612
1993	477.60	5423
1994	551.58	6263
1995	681.30	7736
1996	747.84	8492
1997	773.52	8784
1998	800.24	9087
1999	857.30	9735
2000	970.54	11021
2001	1091.35	12393
2002	1268.70	14406
2003	1263.19	14344
2004	1782.30	20238
2005	2044.93	23221
2006	2370.66	26919

5.3.3 “智慧工作”应用中的障碍及解决措施

智慧工作的应用及推广需要社会多方面的共同努力，我们将整个社会群体划分为三个角色，分别是信息通信技术提供者与运营商，电信服务的消费者以及行业管理者。它们在影响CO₂排放中发挥着不同的作用。

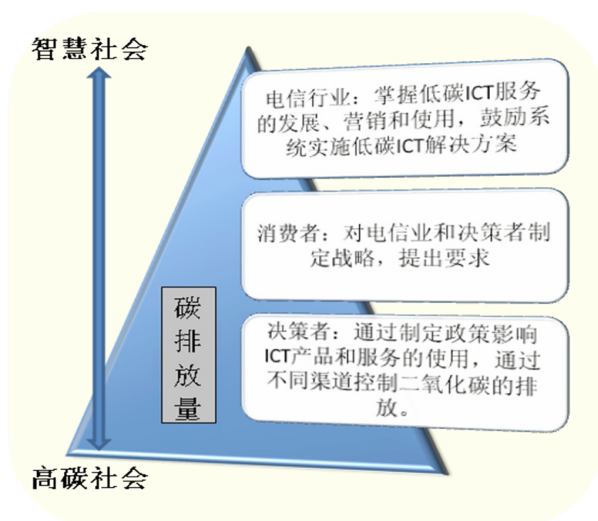
信息通信技术提供者与运营商掌握着ICT产品与服务的开发、营销和运营。信息通信技术提供者与运营商的关键选择包括，当决定新的ICT产品或服务推出时，是否使得这些

服务能够改善环境并将信息传递给消费者；是否鼓励低碳ICT系统实施；以及是否向政府提供建议，希望其制定有关气候变化和基础设施发展的促进政策。

电信服务的消费者可以通过市场行为引导电信服务提供商，并对行业管理者，例如政府管理部分，提出要求。

行业管理者通过制定法令、政策和规定等来影响消费者的ICT产品及服务的使用行为，并影响电信服务提供商与运营商的生产与运营行为。

图5-13 智慧工作减排潜能发挥的差异性



当ICT企业、消费者和管理者均不采取低碳行动，社会以原有的高碳模式向前发展，那么未来的世界是个“高碳社会”；当信息通信技术提供者与运营商、电信消费者和行业管理者共同努力发展低碳服务并制定低碳服务框架，从而加速CO₂减排的时候，那么未来的世界是个“智慧社会”。

虽然智慧工作在减排中具有极大的潜力，但是截止到目前它的影响仍然非常有限。这主要是因为目前智慧工作相关的ICT技术的采用率仍然较低。例如，许多公司不愿意让职工进行远程办公，他们害怕这种工作方式的改变会带来工作效率的降低。2005年，美国的远程办公者仅占劳动力总数的1-2%⁷⁸。美国远程办公联盟做了一项调查，54%接受调查的公司认为远程办公不利于培养员工的合作意识，46%认为远程办公给公司对员工的管理增加了难度。另外，技术问题也成为雇主们对远程办公的一个质疑⁷⁹。

视频会议行业的发展遇到了时延、带宽、清晰度、稳定性、高居不下的价格等技术 and 经济障碍。开会过程中与会者图像不够清晰、产生较长的时延、系统复杂的使用方法等这些问题让我们采用视频会议的愿望大

打折扣，大大降低了会议的效率。这导致与会者很容易对这样的设备产生厌烦感。视频会议设备的目的就是让大家愉快、顺畅的沟通，而这些问题的出现无疑将大大阻碍其发展。

目前，“智慧工作”模式实施中所遇到的障碍已经引起了相关方的重视，一些具体可行的措施正在积极的酝酿中，比如政府制定相关政策，通过降低投资方面的壁垒，调动企业采用“智慧工作”信息化解决方案的积极性；设备制造商们积极合作，共同研发、突破技术瓶颈；宣传“智慧工作”的减排效果及潜力，使公众认识到“智慧工作”信息化解决方案在促进环境保护上的积极推动作用，提高接受程度等。

5.4 智慧应用

智慧应用是指通过在各种应用设备中添加智能芯片和微处理程序，提高设备运行效率，根据实际需求的变化调整设备的开关以及输出功率的大小，以达到节能减排的目的。研究数据表明，往往为了满足突发性的需求而不得不长时间的运行设备，这是巨大的浪费或者说是节能机会。如果在设备中添加智能芯片使设备自己可以根据需求的动态变化来开启设备或调节输出功率，将会为整个社会带来巨大的节能减排机会。

5.4.1 中国移动物联网业务

中国移动已经意识到智能应用领域的商业机会，并及时的推出了相应业务。中国移动的物联网业务是典型的智能应用类业务。所谓物联网业务是指机器与机器之间的直接通信。根据有关研究表明，机器的数量是人的数量的4到6倍，下一个上亿级的用户市场将是机器对机器的通信。在机器内部植入通信设备通过移动网络将采集到的数据传到后台服务器进行分析处理，从而实现对机器的远程监控与管理。

中国移动物联网业务应用领域非常广泛：交通、电力、环保、安全生产、灾害防

78 Gartner; Matthews, H.S. and E.T. Williams (2005), Assessing Opportunities for ICT to Contribute to Sustainable Development, DG Information, Society and Media, European Commission; TIAX (2007) The Energy and Greenhouse Gas Emissions of Telecommuting and e-Commerce, Consumer Electronics Association
79 <http://www.telcoa.org/id110.htm>

治、城市管理、物流、仓储、节能减排、智能家居、金融、医疗卫生、零售等各个领域。

目前中国移动的物联网业务发展还处于生命周期的初期，只有有限的几个业务：爱贝通、电梯卫士、企业安防、神州行车管家、航标遥测遥控、船舶GPS监控、直放站监控系统、基站监控系统、路灯监控、危险源监控、油机监控、智能抄表。由于业务处于发展初期，因此各个业务的用户量都还不多，我们选择减排原理清晰并且用户数较多的两个业务加以研究：远程路灯监控和油机监控。

5.4.2 路灯监控减排潜力

5.4.2.1 业务介绍

市政路灯监控系统是对城市路灯运行数据实时采集、远程开关控制、路灯故障告警的信息化系统。

表5-7 全国路灯发展情况

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001
全国路灯总数(万盏)	277	329	356	415	473	564
年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007
全国路灯总数(万盏)	707	873	1053	1207	1284	1395

根据此12年的历史数据，选择指数型趋势线预测未来中国未来的路灯总数：

表5-8 未来路灯数量预测

	2010	2020	2030
全国路灯总数（万盏）	1530	10190	57942

考虑到城市化初期路灯的增长是成指数增长的趋势，1996年到2030年这35年属于中国城市化发展初期的一个阶段。邓小平在1987年10月提出战略构想时制定的发展计划也认为到2050年中国要基本实现现

产品的主要功能包括：

数据采集：系统按规定的周期采集诸如电流、电压、有功、无功等路灯运行的关键参数；

路灯控制：可用手机或系统平台对路灯开关状态进行周期设置，也可以根据实际情况进行个性化的设置，远程控制路灯开关状态；

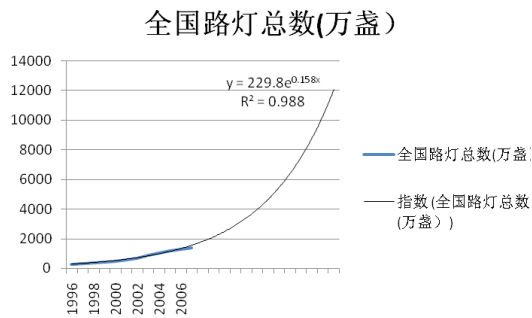
统计查询：对路灯状态、外部环境参数进行查询分析。

5.4.2.2 行业现状和未来发展

路灯是重要的市政设施，随着城市化的进行，中国的城市路灯数量在不断增加。参考《中国统计年鉴》中“能源生产和消费”部分可知，从1996年到2007年12年间我国路灯总数的发展情况。

代化达到一个中等发达国家的水平。因此我们认为选择指数型增长趋势线进行预测是合理的。通过数学检验该预测模型的R²为0.988，属于比较好的预测模型。

图5-14 全国路灯数量预测



5.4.2.3 减排潜力

中国移动重庆公司在2003年推出路灯监控业务，目前主要应用于“高新区”，受控路灯达到2000盏。该业务通过合理控制路灯的开关时间到达满足原来照明功能的前提

下减少电能消耗的目的。另一方面，应用该系统之后，实现了快捷的故障查找和方便的围护。非常方便的开关路灯及维护大大提高了维护人员的效率减少了不必要的交通出行。以上两个方面的提高都可以实现节能减排的效果。经过计算，该公司远程路灯监控系统2008年全年的实际减排量为1015吨当量CO₂。

对2000盏路灯监控可以实现1015吨的减排，我们可以以此为依据估算大规模应用该系统之后会带来的减排潜力。在估算的过程中要考虑技术进步带来路灯本身使用效率的提高，即路灯瓦数的下降，这样我们通过减少开灯时长所带来的减排总量就会较少。我们通过乘以一个削减系数来解决这个问题。

表5-9 路灯监控减排潜力

	2010			2020			2030		
全国路灯总数（万盏）	1530			10190			57942		
应用率	50%	70%	90%	50%	70%	90%	50%	70%	90%
业务监测路灯数（万盏）	1005	1071	1377	5095	7133	9171	28971	40559	52148
对应减排量（万吨）	510	544	699	2586	3620	4654	14703	20584	26465
削减因子	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
减排潜力（万吨）	357	380	489	1810	2534	3258	10292	14409	18526

5.4.3 柴油发电机监控系统的减排潜力

5.4.3.1 业务介绍

中国移动公司拥有大量用于应急发电的柴油机，因为柴油机的发电过程和设备维护过程一般都是由外包公司完成的，所以它们往往缺乏有效的管理，这经常导致油耗奇高。目前公司主要面临三大问题：第一，由于发电机没有配备运行数据管理单元，对发

电机的实时运行情况无法掌握，发电费用无法掌控。第二，在油机调度时，无实时数据支撑，合理调配油机存在一定难度。第三，频繁的发电产生的大量的记录和统计工作依赖手工处理，效率低下。第四，电信网络恢复供市电后，油机经常仍然在工作，导致燃料浪费。

该业务的功能是通过安装在柴油发电机中的数据采集模块，在发电机运行时，采集

发电机的发电时间、发电量等信息，并存储在内部存储器中，再利用GSM网络短信功能传送给管理中心的数据平台。平台具备信息数据收集、统计、分析和报表等功能。它能按区域、时段、单台油机等筛选方式，获得相关统计分析报表。而且平台具备联网功能，各维护单位可通过网络对系统查询、统计和分析。

5.4.3.2 油机监控减排潜力

中国移动有44万个基站，几个基站共享一个柴油发电机以备停电时使用。重庆公司的研究表明，油机监控系统可以带来明显的减排效益。目前对55台油机试点监控，已经得到了44吨的CO₂减排。如果该业务在全国范围内推广，将达到可观的减排效果。

假设一台油机负责5个基站，就是对275个基站的监控每年带来44吨的CO₂减排。那么，对中国移动100%的基站进行油机监控可以实现年7.04万吨的CO₂减排，以2008年中国移动CO₂全年排放670万吨计算，占比超过1%。

注：重庆调研表明油机分配的原则：高山重要站点采用1对1的油机配比，交通便利的城区一般按6—7个基站共用一个油机的方式。综合估计平均5个基站共用1台油机。

目前中国移动的覆盖率以达到90%以上，随着3G业务的开展还会建设新的基站，但是就目前掌握的数据来看3G基站与2G基站共享站址的比例很高。未来的基站总数可以认为维持在44万个这样一个数量级。

5.4.4 远程抄表系统的减排潜力

5.4.4.1 业务介绍

通过中国移动的无线智能远程抄表系统，电力部门可将企业和家庭电表读数实时

地采集、传递到地、市的集中监控中心，以实现电力监测设备的统一监控和分布式管理。无线网络为电力系统提供了简单高效的通信传输手段。

5.4.4.2 减排潜力

远程抄表系统主要通过提高电力调度效率、减少人员交通出行来达到节能减排的效果。远程抄表能够实现电网的智能化，根据电力需求来控制发电量，减少浪费，意义非凡。另外，传统的抄表方式依赖手工，需要工作人员使用交通工具到用电现场，采用智能抄表后，这部分交通将会大幅度减少。

5.4.5 未来方向

智能应用核心思想是根据需求的动态变化调节机器的工作效率，包括将功率降至零，即关掉设备。这种思想还可以应用更广泛的领域，将该技术应用到整个电网系统，将会为电网系统的碳排放带来革命性的削减。

现实情况是这样的：一方面很多耗电设备对供电的时间段要求不高，比如冰箱、热水器和空调。这些设备需要耗电并且它们有很强的热冷储备能力。因此可以在用电高峰时关掉这些设备而在用电低谷开启设备。另一方面，随着可再生能源的逐步采用，电力系统面临一个新的问题，风能和太阳能这些可再生能源并不稳定，例如：刮大风时风能发电会很强，而无风时风能发电设备就不工作。未来的电网系统的供需两端都将面临动态的变化。这为智能应用的发展提供了广阔的空间。

附录：减排量计算模型

1. 车管家

减排本质：

提高车辆调度效率，降低空载率，减少燃油

减排模型：

减排量=车辆的总吨位*降低的空载率*平均行驶里程*百吨公里耗用柴油*柴油排放系数

计算过程：

“车管家”减排计算模型（不计ICT系统排放）	
注册车辆数（台）	30000
车辆的总吨位（百吨）	6000
使用“物流通”降低车辆的空载率	1.5%
使用“物流通”后车辆平均行驶里程（km/车年）	150000
百吨公里耗用柴油（L/百吨公里）	6.3
柴油排放系数（kg/L）	1.197
减排量（ton）	101804

2. 油机监控

减排原理：

- 1) 提高发电机发电信息的准确度，提高监控人员的工作效率，降低人工成本；
- 2) 通过油机资源利用率分析，优化资源配置；
- 3) 准确实施发电机保养，以达到节能减排

减排模型：

减排量=年节约纸张（折合A4）*每张A4纸的碳排放+年节约柴油*柴油排放系数

计算过程：

“油机监控”减排计算模型（不计ICT系统排放）	
节纸（A4）张	1200
节约柴油（升）	27600
每张A4纸的排放（g）	9.41
每升柴油的排放(g)	1197.625
减排量（ton）	44

3. 城管通

减排原理：

节省人工，节省交通里程，节省办公用品，提高城管效率——减少纸张、燃油消耗

减排模型：

减排量=年节约电量*电碳转化系数+年节约燃油*油碳转化系数+年节约纸张（折合A4）*每张A4纸的碳排放

计算过程：

“城管通”减排计算模型（不计ICT系统排放）	
节电（度）	10000
节油（升）	10000
节省纸张（张，A4）	300000
电碳转化系数(g-C/kwh)	866.5
油碳转化系数（g/L）	2236
每张A4纸的碳排放(g)	9.41
减排量（ton）	33.8

4. 彩信贺卡

减排原理：

替代纸质传统贺卡，省去了纸张印刷、存储、运输等高碳形式

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放

1) 基础排放=业务收入/单张贺卡价格×生产一张贺卡碳排放

2) 应用后排放=一年彩信贺卡流量×单位流量耗电量×电碳转换系数

注：“生产贺卡碳排放”采用A4纸的制造排放近似估算贺卡的全生命周期排放

计算过程：

“彩信贺卡”减排计算模型	
业务收入（元）	2100000
一张贺卡的平均价格（元）	2
相当于节省贺卡数量（张）	1050000
发送贺卡总流量（M）	239000
单位流量耗电量（度/M）	0.003
减排量（ton）	22

5. 顾客自助服务

减排原理：

减少顾客交通行程，节省人工台席中纸张使用和电量消耗，节约终端投入

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放

1) 基础排放=（电子渠道一年业务笔数×一笔电子业务相当于多少比实体业务/一个营业厅一年业务笔数）×一个中等营业厅一年耗电量×电碳转换系数+电子渠道一年业务笔数×一笔电子业务相当于多少比实体业务×每笔业务消耗纸张数×生产一张纸产生的碳排放

2) 应用后排放=（电子渠道一年业务笔数×每笔业务平均流量×单位流量耗电量）×电碳转化系数+应用平台一年二氧化碳排放量

计算过程：

“顾客自助服务”减排计算模型	
电子渠道一年业务笔数相当于实体渠道业务笔数（笔）	32800000
一个实体营业厅一年业务笔数（笔）	114156
相当于节省了多少个实体营业厅	287.3261151
一个中等营业厅一年耗电量（度）	10000
每笔业务办理消耗纸张数（A4）	3
电子渠道一年业务笔数（笔）	22960000
每笔电子业务的平均流量（M）	0.001
减排量（ton）	3322

6. 农政通

减排原理：

减少交通里程和办公用品使用量

减排模型：

减排量=业务覆盖镇数*[(年节约A4纸张+年减少发行简报数量折合为A4纸张)*每张A4纸的排放+年节约交通耗油*油碳系数]-(业务网络耗电+硬件耗电)*电碳系数

计算过程：

“农政通”减排计算模型（不计ICT系统排放）	
业务覆盖镇的数量（乡镇）	262
每镇年平均节约纸张费用（元）	35000
每张A4纸价格（元）	0.05
每张A4纸排放（kg）	0.00941
每镇年节约交通费用（元）	2200
每升汽油价格（元/升）	6
每升汽油排放（kg/L）	2.236
减排量（ton）	1941

7. 路灯远程监控

减排原理：

缩短照明时长，减少能源消耗

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放

1) 基础排放=（研究范围内路灯盏数*年路灯照明平均时长*路灯平均功率）*电碳转化系数

2) 应用后排放=（受控路灯盏数*年路灯照明平均时长*路灯平均功率+移动年总耗电/移动年总业务量*年远程路灯控制系统的电信业务量）*电碳转化系数

计算过程：

“路灯监控”减排计算模型（不计ICT系统排放）		
2008年参数	应用前	应用后
受控路灯数（盏）	2000	
年每盏路灯照明平均时长（小时）	4197.5	3285
每盏路灯平均功率（千瓦）	0.3	
年节约交通费用（元）	—	1500000
每升汽油价格（元/升）	6	
每升汽油排放（kg/L）	2.236	
应用前交通耗油排放（ton）	559	—
受控路灯年CO2排放总量（ton）	2100.43	1643.81
减排量（ton）	1016	

8. 全曲下载

减排原理：

通过数字音乐的低排放产业链代替了CD发行的高排放的产业链

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放

1) 基础排放=业务收入/音乐CD单价×制作一张CD碳排放

2) 应用后排放=下载音乐次数×音乐平均大小×单位流量耗电量×电碳转换系数

计算过程：

“全曲下载”减排计算模型	
收入（元）	300170
相当于节省CD（张）	5003
制作一张CD的评价二氧化碳排放（g）	1000
下载音乐总流量（M）	1640000
减排量（ton）	26

9. 手机报（个人业务）

减排原理：

低碳手机报代替了高碳的报纸生产分销方式

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放

- 1) 基础排放=手机报用户数×替代率×平均一人一年购买的报纸张数×生产一张纸碳排放
- 2) 应用后排放=手机报用户数×一人一年手机报流量×单位流量耗电量×电碳转换系数+硬件设备碳排放+终端碳排放

计算过程：

“手机报”减排计算模型	
手机报用户数（人）	890000
替代率	0.043
平均每人一年购买报纸份数	365
一份报纸相当于多少张A4纸	4
一张A4生产碳排放（g）	9.41
硬件设备碳排放（g）	7921510.67
平均一人一年手机报流量（M）	27.34
减排量（ton）	457

10 手机报（集团内刊）

减排原理：

减少纸质材料耗用

减排模型：

减排量=客户数×（一年发行纸质内刊×一本内刊相当的纸数×生产一张纸碳排放-一年内彩信数×一条彩信大小×单位流量耗电量×电碳转换系数）-应用平台碳排放

计算过程：

“手机报（集团内刊）”减排计算模型

客户数（人）	20000
一个中等集团一年发内刊数	12
一年内生产纸质内刊碳排放（吨）	23
一个集团一年该业务数据量（M）	8.32
单位流量耗电量（度）	0.003
硬件设备碳排放（吨）	0.054
减排量（ton）	22

11 电子发票

减排原理：

电子形式替代纸质发票，减少纸质材料耗用

减排模型：

减排量=基础排放-应用后排放=一联发票相当于多少张A4纸*每年发票数量*一张A4纸全生命周期排放-（08年电子发票总流量*单位流量耗电量*生产每度电排放的二氧化碳+应用平台排放的二氧化碳）

计算过程：

“电子发票”减排计算模型

一联发票大小（mm*mm）	190*190.5
一联发票面积上相当于多少张A4纸（张）	0.58
每年发票数量（张）	60000000
一张A4纸生产过程碳排放（g）	9.41
08年电子发票总流量（M）	35840
应用平台排放二氧化碳（g）	11827.2
减排量（ton）	327

12.DM宣传单

减排原理：

减少纸质材料耗用

减排模型：

减排量=基础排放- 应用后排放= 年发行纸质宣传单数* 生产一张宣传单碳排放-{(宣传单彩信条数 *每条彩信平均大小 *单位流量耗电量*每度电排放的二氧化碳) + 应用平台碳排放}

计算过程：

“DM宣传单” 减排计算模型	
一年发的纸质宣传单数	12000000
生产一张宣传单的碳排放 (g)	9.41
一年宣传单彩信条数	36000000
每条彩信平均大小 (M)	0.04
应用平台碳排放 (g)	475200
减排量 (ton)	109

13.企业一卡通

减排原理：

一种卡片集合多重卡片的功能，卡片生产量的减少使PVC卡的制造、发行和回收过程中的二氧化碳排放量减少。

减排模型：

减排量== 基础排放-应用后排放=IC卡减少量*生产单位IC卡的CO2排放量

计算过程：

“企业一卡通”减排计算模型（不计ICT系统排放）		
2008年参数	应用前	应用后
SIM卡数量	10000	10000
普通卡数量	40000	20000
普通卡大小（立方厘米）	3.67	
SIM卡大小（立方厘米）	0.3	
1gPVC产生的二氧化碳（g）	1.9	
一立方厘米的重量（g）	1.38	
基础排放（g）	392775.6	
应用后排放（g）		200320.8
减排量（ton）	0.2	

14. 手机支付

减排原理：

减少PVC卡的制造、发行和回收过程中的CO₂排放

减排模型：

减排量=基础排放-应用后的排放=账户数*生产1gPVC卡产生的二氧化碳*（一张月卡的重量——张地铁卡的重量）*生产1gPVC卡产生的二氧化碳-应用平台排放二氧化碳

计算过程：

“手机支付”减排计算模型	
账户数（户）	49913
1张月卡重量（g）	4.83
1gPVC产生的二氧化碳（g）	1.9
1张地铁卡重量（g）	0.7314
服务器二氧化碳排放量（g）	313061
减排量（ton）	0.076



for a living planet®

世界自然基金会（WWF）的使命是遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。为此我们致力于：

- 保护世界生物多样性
- 确保可再生自然资源的可持续利用
- 推动降低污染和减少浪费性消费的行动

世界自然基金会（瑞士）北京代表处
北京市东城区劳动人民文化宫东门内文华宫1609室
邮编：100006
电话：+86 10 6511 6211
传真：+86 10 6511 6222
网址：www.wwfchina.org