

敏感性分析在 PPP 项目管理过程中的应用 ——以某 PPP 新建公路工程项目为例

山东高速路桥集团股份有限公司

目 录

内容摘要	4
案例正文	5
一、 背景描述	5
(一) 单位基本情况	5
(二) 行业趋势及公司经营计划	5
(三) 管理会计工具的选择	6
二、 总体设计	7
(一) 应用目标	7
(二) 总体思路	7
(三) 敏感性分析方法的内容	7
三、 应用过程	8
(一) 公司组织架构情况及参与部门	8
(二) 应用步骤及模型	9
四、 取得的成效	18
(一) 为决策提供信息，增强了投资决策能力	18
(二) 提高了公司风险管控能力	18
(三) 为投标报价提供数据支持	18
(四) 有助于公司绩效指标设定和监控	18

(五) 有利于提示后期施工和运营工作重点·····	19
五、 经验总结·····	19
(一) 对改进敏感性分析应用效果的思考·····	19
(二) 对发展和完善敏感性分析方法的建议·····	19

内容摘要

PPP 作为一种新的公共基础设施项目运作模式，在城市基建、环保、城镇开发等方面得到广泛应用。山东路桥作为山东省属重点基建施工企业，响应国家号召，积极投身国家重大经济改革任务，PPP 项目中标额逐年扩大。而此类项目具有交易结构复杂、周期长、金额大、灵活性差等特点，项目投资运营管理过程中存在很大的风险，因此需要一种管理会计工具用来分析、评估项目风险，指导过程中的风险控制。目前公司采用母公司净现金流量折现模型对 PPP 项目经济效益进行测算，在此基础上对重要不确定因素进行敏感性分析来评估不确定性因素变动对项目经济效益的影响程度和敏感程度，制定风险应对策略和措施。

关键字：PPP 项目 风险评估 风险应对 净现金流量折现模型

案例正文

一、 背景描述

（一） 单位基本情况

山东高速路桥集团股份有限公司系山东省路桥集团有限公司2012年于深交所上市，成为山东高速集团有限公司旗下上市公司之一。公司证券简称：山东路桥，证券代码：000498。

集团公司拥有公路工程施工总承包特级、市政公用工程施工总承包特级，工程设计公路行业甲级、市政行业甲级，建筑工程施工总承包一级，钢结构工程、桥梁工程、公路路面工程、公路路基工程、公路交通工程（公路安全设施）专业承包一级，隧道工程专业承包二级等资质，同时具有对外援助成套项目总承包企业资格。集团公司建设足迹在国内遍布二十几个省市自治区，在海外参建了尼泊尔、巴基斯坦、东帝汶、阿尔及利亚、安哥拉、越南等建设项目。

（二） 行业趋势及公司经营计划

2019年全国交通运输工作会议提出，当前交通运输处于基础设施发展、服务水平提高和转型发展的黄金时期。今年仍将保持总体平稳、稳中有进的态势，发展中面临新的机遇。同时，国外路桥工程建设市场需求广阔，我国政府积极推动“一带一路”经济外交战略，基础设施建设作为“一带一路”建设优先发展的领域，

掀起了沿线国家尤其是亚非拉国家的基建热潮，为有实力的交通基础设施建设企业开展国外工程承包、分包业务提供了市场机会。今年财政部、国务院、发改委陆续印发财金 10 号、政府投资条例、投规 1098 号等文件，引导规范 PPP 健康发展，PPP 作为基础设施和公共服务领域长期推行的政策、模式，仍是集团公司拓展外部市场和进军新领域的有效工具。

（三）管理会计工具的选择

敏感性分析是投资项目的经济评估中常用的分析不确定性的方法之一。从多个不确定性因素中逐一找出对投资项目经济效益指标有重要影响的敏感性因素，并分析、测算其对项目经济效益指标的影响程度和敏感性程度，进而判断项目承受风险的能力。目前公司承接的 PPP 项目以市政、交通基础建设、环保等行业居多，本文便以敏感性分析法在本公司投资施工的某 PPP 项目的具体运用为例。

二、 总体设计

（一）应用目标

根据母公司净现金流量模型测算及敏感性分析结果，在决策阶段，公司结合自身的优势和风险偏好，对敏感性因素涉及风险进行评估，确定是否承接项目；在项目实施阶段，对敏感性因素应重点监控，提前制定风险应对措施。

（二）总体思路

通过对 PPP 项目合同条款的分析，结合项目实施方案，建立项目母公司净现金流量模型，测算项目内部收益率、净现值、回收期等主要经济效益指标。若指标符合收益要求，梳理出对项目指标具有较大影响的不确定因素。利用敏感性分析，测算各种不确定因素对指标的影响程度，识别出对项目影响程度比较大的不确定因素。结合经济效益指标测算结果和公司实际情况，评估项目投资的可行性。同时，在项目的实施阶段，加大对敏感性因素的监控和资源投入，制定风险预警机制和应对策略。

（三）敏感性分析方法的内容

敏感性分析,是指在进行了确定性分析的基础上,对于不确定性因素对项目最终效果指标的影响及影响程度进行进一步的分析。能够给项目带来不确定性的敏感性因素一般包括营业收入、经营成本、初始投资、寿命期、建设期等。本案例开展敏感性分析主要包括以下工作内容:

(1)对项目进行现金流量分析,测算财务内部收益率、财务净现值、资本金财务内部收益率、投资回收期等指标,所得结果作为敏感性分析的比较基准。(2)结合项目实际,选定对财务可行性能够产生明显影响的指标作为敏感性因素,本案例对财务影响较大的指标为施工净利率和融资利率比例两项。(3)确定敏感性因素可能的变动幅度。为便于比较,一般选择的变动幅度为±5%、±10%、±15%、±20%等整数值。(4)计算敏感性因素变动时对最终的财务指标的影响程度,一般通过敏感系数衡量。敏感系数=基准值变动百分比/选定变量变动百分比。(5)对敏感性分析的结果进行比较确定不同因素对关键财务指标影响的大小,并给出针对性的建议,以提高抗风险能力

三、 应用过程

(一) 公司组织架构情况及参与部门

公司战略管理委员会根据战略规划,制定中长期投资计划,投资发展部据此制定年度投资计划,各分子公司根据具体项目编写可行性分析报告,由投资发展部组织召开投委会,邀请财务部、企管部、工程部、审计部、投资公司等专家对项目可行性进行分析评估。通过后,由分子公司负责实施和控制,由审计考核部进行投资后评价。公司投资发展部内设PPP事业部办公室,专门负责指导和管理PPP项目投标、建设、运营等事宜。

（二）应用步骤及模型

1、 测算模型的来源

根据国家发展改革委和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》，在此书的基础上结合 PPP 项目实际特点逐步优化财务测算模型的核心逻辑

2、 前期调研、参数假定

深入研究招标文件、实施方案等项目资料，了解项目类型、总投资、合作期限、运作模式、回报机制、交易结构设计、项目入库进度等基本情况，提炼项目核心条款、参数假定。

（1）核心条款如下所示：

表 1：

核心条款	主要内容
项目类型	新建公路工程
政府出资代表	XX 城乡建设投资有限公司
工程概况	xxx 公路工程以及 xxxx 公路工程。本项目施工图设计(含变更设计)中包含的所有工程,包括:道路工程、桥涵工程、隧道工程、交通工程、给排水工程、路灯工程和绿化工程及配套设施等。
入库情况	项目管理库-采购阶段（已完成物有所值评价和财政承受能力论证的审核）
总投资及构成	估算项目总投资为 107,089 万元,其中建安工程费 83,669.9 万元,工程建设其他费用 14,165 万元,预备费 4891.1 万元,建设期利息 4,363 万元。项目总投资中全部非工程费用的比例不超过项目总投资的 15%。本项目已完成财政部 PPP 项目入库手续。

核心条款	主要内容
项目总投资的确认办法	政府认定的支出总额付费基数为经政府审计部门(含政府部门及第三方机构)审定后的 PPP 项目总投资
合作期限	本项目合作期限为 15 年, 建设期 3 年, 运营维护期 12 年。单个子项目通过交工验收后, 该子项目即进入运营维护期, 在交工验收满两年后 3 个月内完成竣工检测并通过上级交通主管部门竣工验收。
运作模式	PPP 中的 BOT+ROT 模式
资本金及股权	本项目资本金为 21, 418 万元, 占总投资的 20%, 政府出资 2142 万元, 占项目资本金比例的 10%, 社会资本出资 19, 276 万元, 占项目资本金比例的 90%; 债务资金为 85, 671 万元, 占总投资的 80%。
回报机制	本项目的性质为非经营性项目, 根据本项目的物有所值评价报告及财政承受能力论证报告, 本项目取得投资回报的资金来源为政府付费, 其中各年度政府付费的总额为 128, 750 万元, 建设期期初的折现现值为 83, 112 万元。项目公司的政府方出资代表对项目公司的资本性投入主要通过项目公司的可分配利润按照实缴比例收回。政府方出资代表按其在项目公司所占股权比例获得分红。政府方出资所占的股权将在项目公司减资、解散、清算时获得相应对价。
使用者付费	本项目采用“政府付费”的回报机制。政府付费是指在项目合作期内, 乙方按照合同约定通过负责项目的投资、建设、运营维护等向政府提供服务, 甲方为此向乙方支付相应的服务费, 本项目政府付费分为可用性服务费和运营维护绩效服务费, 根据单个子项目进行支付。
付费公式	本项目社会资本取得投资回报的资金来源为政府付费, 政府向社会资本支付政府付费的方式为: 在项目的建设(或改造更新)期内不支付任何费用, 在运营维护期的每个运营年度结束后的 30 日内支付上一年度的运营维护补贴。在运营期内, 各年运营补贴支付数额根据财政部发布的《关于印发〈政府和社会资本合作项目财政承受能力论证指引〉的通知》(财金[2015]21 号)中政府付费模式的运营补贴计算, 其计算公式: 当年运营补

核心条款	主要内容
	<p>贴支出数额=项目全部建设成本* (1+合理利用率) * (1+i)ⁿ/财政运营补贴年限 (年) 。项目全部建设成本* (1+合理利用率) * (1+i)ⁿ/财政运营补贴年限 (年) +年度运营成本* (1+合理利润率) , n 代表折现年数 (n=4, 5, . . . , 15) ;项目建设成本以竣工决算审计确认的结果为准;财政运营补贴周期指财政提供运营补贴的年数;年度折现率应考虑财政补贴支出发生年份, 并参照同期地方政府债券收益率合理确定, 本项目为 4.5%;合理利润率以商业银行中长期贷款利率水平为基准, 结合项目的具体情况而定, 本项目为 4.9%。本项目付费山项目可用性付费、运维绩效付费计算得出, 其中, 项目可用性付费由 xxx 财政局按照《PPP 项目合同》约定及政府审计的建设成本确定, 在 12 年运营维护期内支付, 每满一个完整运维年度支付一次;运维绩效付费由 xxx 财政局根据运维绩效考核结果确定 (项目运维绩效考核在项目运营维护期内每个运营年度届满后的 30 日内完成, 并提交给 xxx 财政局)</p>

(2) 参数表设定

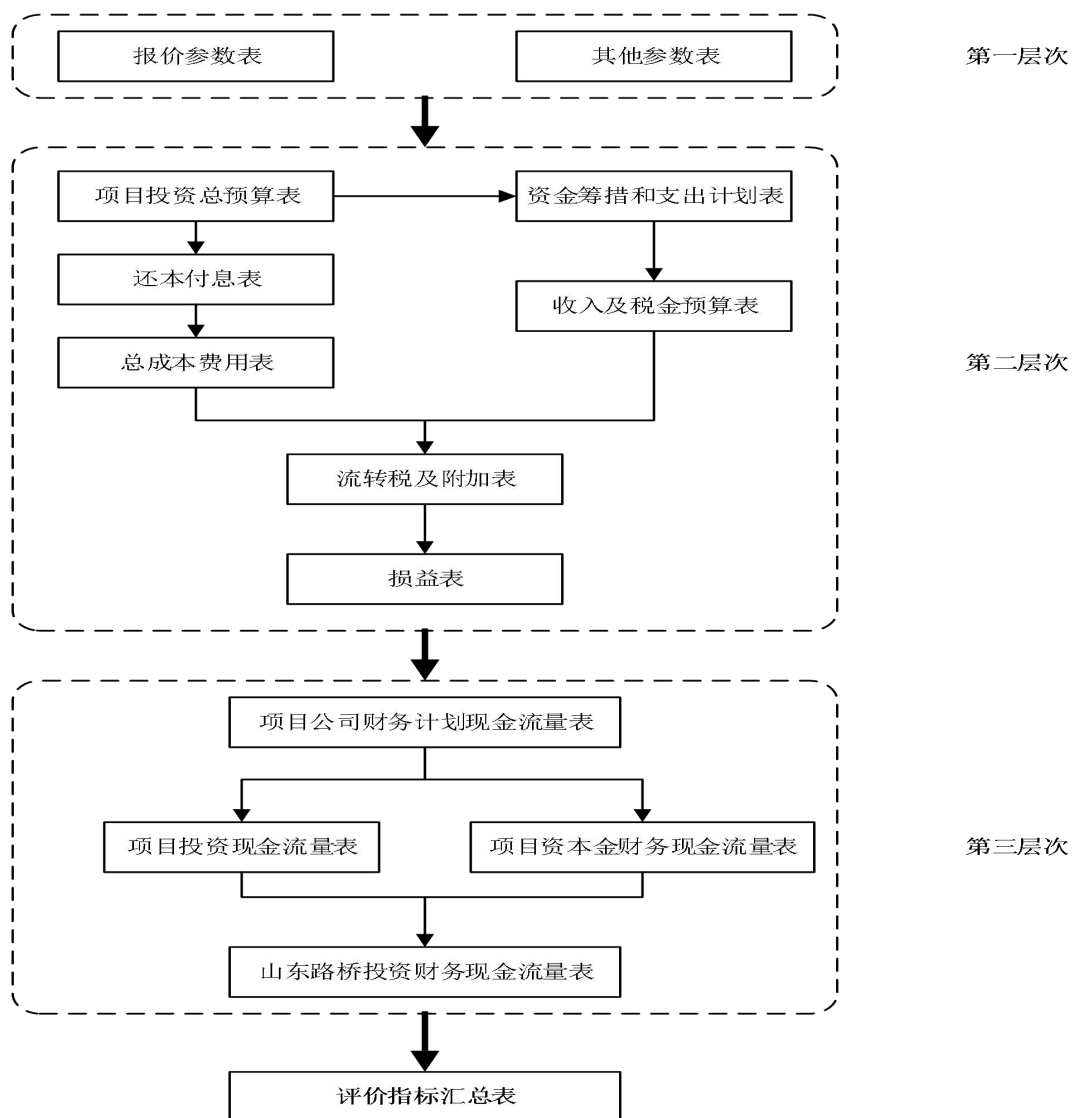
基础数据参数设定:PPP 模式选择、投资总额及构成、税金构成、融资结构、建设资金投入计划、融资还款方式、建设期与运营期、收益率范围设计、收入公式选择及其参数设定、成本费用构成、大修费的计提与支付、资金收支时点设计等。

3、 建立母公司净现金流量模型

母公司的净现金流量主要由投入资本金、施工利润、项目公司股利分配、项目公司清算所得四部分组成。母公司净现金流量=施工利润+项目公司股利分配+项目清算所得-投入资金本。

投入资本金由招标文件约定。施工利润由公司施工人员进行现场勘查，根据政府规划和项目实施方案，结合公司历史数据，出具项目概算，测算施工利润率。项目公司股利分配和清算所得，需根据项目交易结构设计，对项目投资、运维期间的经营状况进行预测，测算项目公司的股利分配和清算所得。

表 2：现金流量模型流程图



4、 确定、计算敏感性分析指标

确定敏感性分析指标，根据现金净流量计算相关指标数值。常用的敏感性指标有内部收益率、净现值、投资回收期等。以净现值为例进行分析情况如下：

表 3：山东路桥现金流表---某 PPP 项目

序号	项目	合计	建设期			运营期											
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年	第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	现金流入	44,692	2,213	3,689	1,476	1,974	1,950	1,660	1,632	1,596	1,496	1,489	1,385	1,205	946	672	21,308
1.1	股东分红	16,234	-	-	-1,974	1,950	1,660	1,632	1,596	1,496	1,489	1,385	1,205	946	672	228	
1.2	资产处置收益分配（资本金回收）	19,276															19,276
1.3	回收法定盈余公积金	1,804															1,804
1.5	施工净利润	7,378	2,213	3,689	1,476	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	现金流出	19,276	7,858	7,134	4,284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1	实缴资本	19,276	7,858	7,134	4,284												
3	净现金流量	25,416	-5,645	-3,445	-2,808	1,974	1,950	1,660	1,632	1,596	1,496	1,489	1,385	1,205	946	672	21,308
4	累计净现金流量	25,416	-5,645	-9,090	-11,898	-9,924	-7,974	-6,314	-4,681	-3,085	-1,589	-100	1,285	2,490	3,437	4,108	25,416
计算 指标	内部收益率（FIRR）	13.03%															
	财务净现值（NPV，Ic=8%）	5,034															
	投资回收期（Pt）	10.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.07			

5、 进行敏感性分析

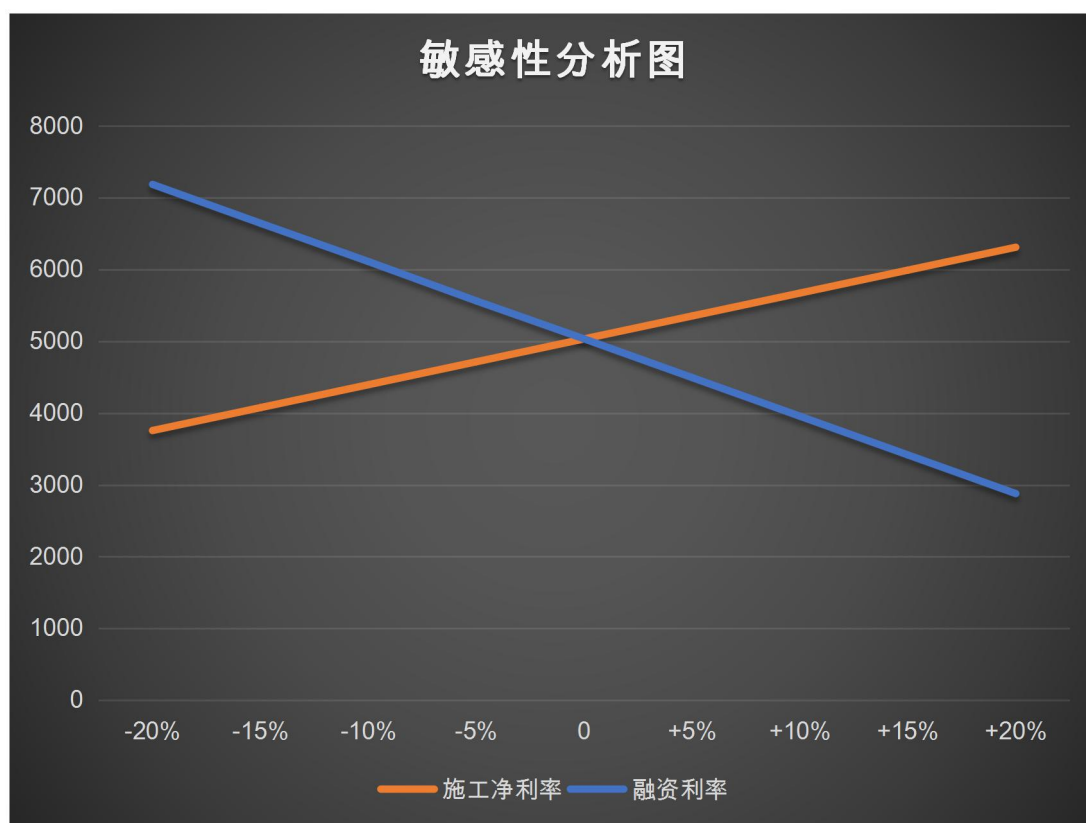
分析、识别出对母公司净现金流量会产生影响的不确定因素，从多个不确定性因素中逐一找出对投资项目经济效益指标有重要影响的敏感性因素，并分析、测算其对项目经济效益指标的影响程度和敏感性程度，进而判断项目承受风险的能力。PPP 项目的不确定因素通常有建安下浮率、合理利润率、施工利润率、银行融资利息等。通过分析合同条款和净现金流量测算，初步识别出该项目施工利润率和融资利率等因素可能对项目经济效益产生不确定影响。经实地考察和咨询，结合公司历史数据，预计该项目施工净利润率为 10%，银行融资利率为前五年 4.55%，后十年 5.1%，并以此作为敏感性分析的基准数。

对施工净利率和融资利率每变动 5%对净现值的影响敏感性分析后发现，施工净利率与项目净现值为正相关，敏感系数为 1.26，净现值波动程度低于施工净利率波动程度；融资利率与项目净现值为负相关，敏感系数为-2.14，净现值波动程度略高于融资利率波动程度。本项目对融资利率较为敏感。具体测算数据如下表：

表 4：敏感系数测算表

因素变动 比例	施工净利率		融资利率	
	NPV	NPV 变动幅	NPV	NPV 变动幅
-30%	3119	-38.0	8267	64.21%
-25	3438	-31.7	7728	53.51%
-20%	3758	-25.3	7186	42.75%
-15%	4077	-19.0	6646	32.01%
-10%	4396	-12.6	6112	21.41%
-5%	4715	-6.34	5564	10.52%
0	5034	0.00%	5034	0.00%
+5%	5353	6.34%	4496	-10.70
+10%	5673	12.68	3957	-21.40
+15%	5992	19.02	3418	-32.10
+20%	6311	25.36	2879	-42.81
+25%	6630	31.70	2341	-53.51
+30%	6949	38.04	1802	-64.21

敏感性分析图如下：



6、 结论

通过以上的分析，从财务指标的角度上看，该项目内部收益率 13.03%，折现率 8%情况下净现值为 5034 万元。施工净利率与项目净现值为正相关，敏感系数为 1.26，净现值波动程度低于施工净利率波动程度；融资利率与项目净现值为负相关，敏感系数为-2.14，净现值波动程度略高于融资利率波动程度，项目具备可行性。在实施阶段应加强项目融资的资源倾斜，控制因利率过高风险，增加项目抗风险能力。

经过测算，在融资利率为基准值时，该项目施工净利率

最小值是 2.11%，施工净利率低于 2.11%，项目收益率将低于期望报酬率 8%；在施工净利率为 10%基准值时，该项目能承担的最高融资利率为 7.2%。

四、 取得的成效

（一）为决策提供信息，增强了投资决策能力

通过敏感性分析使决策者了解了各种不确定性因素对项目经济效益的影响，识别风险，从而提高决策的准确性和科学性。

（二）提高了公司风险管控能力

通过敏感性分析可以一定程度上找出项目的风险控制方向。通过对敏感因素的分析，寻找出影响最大、最敏感的主要变量因素，进一步分析、预测或估算其影响程度，找出产生不确定性的根源，采取相应有效措施，提高了公司的风险管控能力。

（三）为投标报价提供数据支持

通过标的因素的敏感性分析，可以测算出标价的最大和最小区间，为项目投标报价提供数据支持。

（四）有助于公司绩效指标设定和监控

通过对大量 PPP 项目进行敏感性分析，找出共同的敏感性因素，将其设定为 PPP 项目绩效考核目标，为项目的投后管理和绩效指标设置提供方向和依据，便于项目实施过

程中的监控。

（五）有利于提示后期施工和运营工作重点

PPP 项目存在筹备、建设、运营等多个环节，通过敏感性分析可以提示各阶段的工作重点，为 PPP 项目的顺利实施提供保障。

五、 经验总结

（一）对改进敏感性分析应用效果的思考

1、现有敏感性分析存在的问题

投资决策过程中运用风险发生概率 \times 风险影响程度来衡量风险大小已成为通用做法，但现有财务评价中的敏感性分析本质上是假定风险因素发生的概率为 1.0，没有考虑风险因素实际发生的概率大小，因而此种分析方法忽视了不同风险因素发生的概率差异。

2、改进应用效果的思考

鉴于敏感性分析中存在的上述问题，有必要在进行敏感性分析之后，对需要考虑的敏感因素再进行概率分析，根据风险因素的敏感程度和概率大小，明确风险管理重点，制定风险管理措施。结合概率分析，可以进一步提升敏感性分析的准确程度，为项目投资决策提供更为高效的技术支持。

（二）对发展和完善敏感性分析方法的建议

1、规范敏感性分析程序,完善敏感性分析内容

为完善分析内容，建议在项目投资决策过程中按照以下步骤逐项进行：一是测算投资方案预期现金流量；二是估计预期现金流量的发生概率；三是确定投资方案的资本成本；

四是计算投资方案收入的现值；五是通过比较收入现值与对应的资本成本对投资方案进行决策；六是进行敏感性分析为提高敏感性分析的可靠性，要充分考虑与项目的技术、经济境和资源分配等方面有密切关联的变量的变化结果，以制定能进步降低不确定性影响的措施，为投资者决策提供有力支持。

2、加强对于无法用数值表示的敏感性因素的分析

影响一个项目实施的因素有很多，除了可量化的因素外，诸如公司治理结构、人员素质水平、国家政策法规等难以具体量化的因素对于项目的实施影响也很大。对于这些因素也应该加强分析，尽可能将其转换为定量因素，然后进行敏感性分析。

3、完善行业信息，提高敏感性分析可行性

敏感性分析中，为便于比较不同规模项目的风险大小，需要计算现金流入的期望值、现金流入的标准差和标准离差率，因此需要风险因素和发生概率的行业参考数值。建议主管部门能够整合各种案例分析后得到的现金流入金额及其发生概率，形成一个较为精准的基础数据平台，建立完善的行业信息资料库，有助于提升单个项目敏感性分析结论的准确程度，切实为项目科学决策提供数据支持。

尽管敏感性分析方法还存在一定的问题,比如缺乏对风险因发生概率的分析,限制了其分析结论的应用程度,但该方法能够确定影响项目经济效益的敏感因素、主要敏感因素变化引起的经济效益评价指标变动的范围,有效区别敏感度大

或敏感度小的方案,并能够为投资决策者预测可能出现的风险程度,因而依然是一种较为可行和易于操作的方法。