

◎公路工程造价工程师资格考试用书



公路工程

GONGLU 造价案例分析

GONGCHENG ZAOJIA ANLI FENXI

(2015年版)

交通运输部职业资格中心



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

公路工程造价人员资格考试用书

Gonglu Gongcheng Zaojia Anli Fenxi

公路工程造价案例分析

(2015 年版)

交通运输部职业资格中心



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为《公路工程造价人员资格考试用书》之一,根据最新《公路工程造价人员资格考试大纲》编写。本书从公路建设投资方案比选、公路工程设计与施工方案比选、定额管理、公路工程造价文件的编制与审查、公路工程招投标、公路工程合同管理、施工管理7个方面精编了100个案例,书后附有概算、清单预算示例,交通运输部及各省相关法律法规。

本书主要作为公路工程造价人员资格考试考生复习备考的参考用书,也可供相关从业人员和高校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程造价案例分析:2015年版/交通运输部职业资格中心组织编写. -- 北京:人民交通出版社股份有限公司,2014.9

公路工程造价人员资格考试用书

ISBN 978-7-114-11748-0

I. ①公… II. ①交… III. ①道路工程—工程造价—案例—资格考试—教材 IV. ①U415.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第223139号

公路工程造价人员资格考试用书

书 名:公路工程造价案例分析(2015年版)

著 作 者:交通运输部职业资格中心

责任编辑:孙 玺 刘永超

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门内大街斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:13.75

字 数:334千

版 次:2014年9月 第1版

印 次:2014年9月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11748-0

定 价:45.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

《公路工程造价工程师资格考试用书》(2015 年版)

审定委员会

主任委员:王 玉

副主任委员:杜 颖

委 员:(按姓氏笔画排序)

马文光	尹如军	石飞荣	冯义卿	刘成志	闫秋波
纪燕娜	杜洪烈	李迪斯	李河永	杨屹东	何 梅
何文胜	沈冬柏	张 涛	张宝祥	张胜林	张道德
陈伯奎	范志水	林 果	赵子龙	赵晞伟	姜竹生
姚 沅	晋 敏	晏 宇	钱育峰	涂文玲	黄成造
程兴新	雷英夏				

本册编写单位

北京中交京纬公路造价技术有限公司

湖南省交通运输厅交通建设造价管理站

前 言

公路交通是经济社会发展的重要基础性和先导性产业,也是事关国计民生的重要服务性行业。近年来我国的公路交通基础设施建设取得了举世瞩目的成就,为国民经济和社会发展以及人民群众的安全便捷出行做出了贡献。公路工程造价管理是公路建设不可或缺的一项重要工作,对于科学、合理确定和使用公路建设资金,发挥其最大效能具有不可替代的重要作用。培育一支高素质的公路工程造价从业人员队伍,是加强公路建设资金管理的重要保证。

为适应当前公路建设和发展的需要,保障工程质量和安全,解决公路工程造价人员数量与工程建设实际需求不相适应的突出矛盾,交通运输部组织实施了公路工程造价人员过渡考试。考试共2天,设4个科目,即:公路工程造价基础理论及相关法规、公路工程造价的计价与控制、公路工程技术与计量和公路工程造价案例分析。

为方便考生备考,根据《公路工程造价人员资格考试大纲》(2015年版)的相关考试要求,我们组织来自公路工程造价(定额)管理、设计、施工、造价咨询等单位及部分高校的专家对2011年出版的公路工程造价人员考试用书进行了修订。此次修订紧密围绕交通运输部最新颁布和修订的行业标准、规范,体现了公路建设新结构、新设备、新技术、新工艺和新材料的发展对公路工程造价人员管理的新要求,强调了“安全、耐久、节约、和谐”的建设理念。修订后的考试用书仍然包括《公路工程造价基础理论及相关法规》、《公路工程造价的计价与控制》、《公路工程技术与计量》和《公路工程造价案例分析》4册,分别与4个考试科目对应。

修订后的考试用书注重理论联系实际,针对性、实用性和操作性强,既可作为广大考生复习备考的参考用书,也可供相关从业人员和高校师生学习参考。

考试用书修订过程中参考了大量文献资料,交通公路工程定额站以及部分公路工程建设、造价(定额)管理、设计、施工和造价咨询等单位的专家提出了宝贵意见,在此谨致谢意!也借此机会向关心公路工程造价人员资格管理工作的各界人士表示衷心的感谢!

交通运输部职业资格中心

二〇一四年七月

目 录

第1章 公路建设投资方案比选	1
1.1 投资方案比选	1
1.2 公路建设不确定性分析	4
1.3 公路建设风险分析	8
第2章 公路工程设计与施工方案比选	9
2.1 公路工程设计方案比选	9
2.2 公路工程施工方案比选	15
2.3 施工方法、施工机械的合理选择	20
2.4 网络计划的调整和优化	22
第3章 定额管理	24
第4章 公路工程造价文件的编制与审查	38
4.1 路基土石方	38
4.2 路面	44
4.3 桥涵	49
4.4 隧道	65
第5章 公路工程招投标	71
5.1 招投标的程序与方式	71
5.2 招投标的策略与方法	75
5.3 招投标的评标与定标	82
第6章 公路工程合同管理	91
6.1 工程量清单	91
6.2 工程计量支付台账	95
6.3 变更和索赔	107
第7章 施工管理	121
7.1 标后预算	121
7.2 工程决算编制	127
附录1 概算、清单预算示例	131
附录2 交通运输部及各省相关法律法规	178

第 1 章 公路建设投资方案比选

1.1 投资方案比选

【案例 1】 在某公路桥的设计中,根据目前交通量情况只需两车道桥,但根据今后交通量的增加可能需要四车道桥,现提出两种设计方案。方案 A:现时只修建两车道桥,需投资 1 500 万元,今后再加宽两车道,需再投资 900 万元;方案 B:现时就修建四车道桥,需投资 2 000 万元。

问题:

根据当地交通量的发展情况,可能在第五年末就需要四车道的桥梁,请问应选择哪一设计方案(设年利率为 9%)?

说明:按两种方案的现值作平衡点分析,求平衡点年数确定方案。

已知: $(P/F, 0.09, 6) = 0.596$, $(P/F, 0.09, 7) = 0.547$

分析要点:

本案例主要考查熟练运用工程经济学中资金时间价值的计算公式。解题中注意将两方案的现值进行比较就可以选出正确结果。

参考答案:

按两种方案的现值作平衡点分析,取时间 x (年)为变量。

$$\text{方案 A: } PV_A = f_1(x) = 1\,500 + 900 \times \left(\frac{P}{F}, 0.09, x \right)$$

$$\text{方案 B: } PV_B = f_2(x) = 2\,000$$

$$\text{令 } f_1(x) = f_2(x)$$

$$\text{则: } 1\,500 + 900 \times \left(\frac{P}{F}, 0.09, x \right) = 2\,000$$

$$\left(\frac{P}{F}, 0.09, x \right) = (2\,000 - 1\,500) \div 900 = 0.555\,6$$

内插得: $x = 6.82$ 年(平衡点)。因第五年末就需要四车道桥,因此,应选方案 B。

【案例 2】 现有 A、B、C 三个互斥方案,其寿命期均为 16 年,各方案的净现金流量如下表所示,假定 $i_c = 10\%$ 。

问题:

试用净现值法选出最佳方案。

分析要点:

本案例主要考查熟练运用工程经济学中净现值的计算公式,以及应用净现值法进行方案的比选。解题中注意将三个方案的净现值进行比较就可以选出正确结果。

单位:万元

方案 \ 年份	建 设 期		生 产 期		
	1	2	3	4 ~ 15	16
A	- 2 024	- 2 800	500	1 100	2 100
B	- 2 800	- 3 000	570	1 310	2 300
C	- 1 500	- 2 000	300	700	1 300

参考答案:

各方案的净现值计算结果如下:

$$\begin{aligned} NPV_A &= (-2\,024) \times (P/F, 10\%, 1) + (-2\,800) \times (P/F, 10\%, 2) + 500 \times (P/F, 10\%, 3) + \\ &\quad 1\,100 \times (P/A, 10\%, 12) \times (P/F, 10\%, 3) + 2\,100 \times (P/F, 10\%, 16) \\ &= 2\,309.77 (\text{万元}) > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_B &= (-2\,800) \times (P/F, 10\%, 1) + (-3\,000) \times (P/F, 10\%, 2) + 570 \times (P/F, 10\%, 3) + \\ &\quad 1\,310 \times (P/A, 10\%, 12) \times (P/F, 10\%, 3) + 2\,300 \times (P/F, 10\%, 16) \\ &= 2\,610.195 (\text{万元}) > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_C &= (-1\,500) \times (P/F, 10\%, 1) + (-2\,000) \times (P/F, 10\%, 2) + 300 \times (P/F, 10\%, 3) + \\ &\quad 700 \times (P/A, 10\%, 12) \times (P/F, 10\%, 3) + 1\,300 \times (P/F, 10\%, 16) \\ &= 1\,075.236 (\text{万元}) > 0 \end{aligned}$$

计算结果表明,方案 B 的净现值最大,因此方案 B 是最佳方案。

【案例 3】 某建设项目有 A、B、C 三个设计方案,其寿命期均为 10 年,各方案的初始投资和年净收益如下表所示,假定 $i_c = 10\%$ 。

单位:万元

方案 \ 年份	初 始 投 资	1 ~ 10
A	170	44
B	260	59
C	300	68

问题:

试用增量内部收益率法选择最佳方案。

分析要点:

本案例主要考查熟练运用工程经济学中净现值、内部收益率、增量内部收益率的计算公式,以及应用增量内部收益率法进行方案的比选。解题中注意将三个方案的净现值、内部收益率、增量内部收益率进行比较就可以选出正确结果。

增量内部收益率的表达式为:

$$\sum_{t=0}^n [(CI - CO)_2 - (CI - CO)_1]_t (1 + \Delta IRR)^{-t} = 0$$

采用增量内部收益率指标对互斥方案进行比选的基本步骤如下:

(1) 计算备选方案的 IRR。

(2) 将 $IRR \geq i_c$ 的方案按投资额由小到大依次排列。

(3) 计算排在最前面的两个方案的增量内部收益率 ΔIRR , 若 $\Delta IRR \geq i_c$, 则说明投资大的方案优于投资小的方案, 保留投资大的方案; 若 $\Delta IRR < i_c$, 则保留投资小的方案。

(4) 将保留的较优方案依次与相邻方案两两逐对比较, 直至全部方案比较完毕, 则最后保留的方案即为最优方案。

在采用增量内部收益率法进行方案的比选时一定要注意, 增量内部收益率只能说明增加投资部分的经济合理性, 亦即 $\Delta IRR \geq i_c$ 只能说明增量投资部分是有效的, 并不能说明全部投资的效果。因此采用此方法前, 应先对备选方案进行单方案检验, 只有可行的方案才能作为比较的对象。

参考答案:

(1) 用净现值法对方案进行比选, 计算结果如下:

$$NPV_A = (-170) + 44 \times (P/A, 10\%, 10) = 100.34 \text{ (万元)} > 0$$

$$NPV_B = (-260) + 59 \times (P/A, 10\%, 10) = 102.53 \text{ (万元)} > 0$$

$$NPV_C = (-300) + 68 \times (P/A, 10\%, 10) = 117.83 \text{ (万元)} > 0$$

计算结果表明, 三个方案的净现值均大于 0, 均可行; 方案 C 的净现值最大, 因此方案 C 是最佳方案。

(2) 采用内部收益率指标进行比选, 计算结果如下:

$$(-170) + 44 \times (P/A, IRR_A, 10) = 0 \longrightarrow IRR_A = 22.47\%$$

$$(-260) + 59 \times (P/A, IRR_B, 10) = 0 \longrightarrow IRR_B = 18.49\%$$

$$(-300) + 68 \times (P/A, IRR_C, 10) = 0 \longrightarrow IRR_C = 18.52\%$$

可见, $IRR_A > IRR_C > IRR_B$, 且 IRR_A, IRR_B, IRR_C 均大于 i_c , 即方案 A 是最佳方案。这个结论与采用净现值法计算得出的结论是矛盾的。

(3) 由于互斥方案的比选, 实质上是分析投资大的方案所增加的投资能否用其增量收益来补偿, 即对增量的现金流量的经济合理性作出判断, 因此可以通过计算增量净现金流量的内部收益率即增量内部收益率来比选方案, 这样就能够保证方案比选结论的正确性。

由于三个方案的 IRR 均大于 i_c , 将它们按投资额大小排列为: A → B → C。先对方案 A 和方案 B 进行比较。

根据增量内部收益率的计算公式, 有:

$$(-260) - (-170) + (59 - 44) \times (P/A, \Delta IRR_{B-A}, 10) = 0$$

$$\Delta IRR_{B-A} = 10.43\% > i_c = 10\%$$

故方案 B 优于方案 A, 保留方案 B, 继续进行比较。

将方案 B 和方案 C 进行比较, 有:

$$(-300) - (-260) + (68 - 59) \times (P/A, \Delta IRR_{C-B}, 10) = 0$$

$$\Delta IRR_{C-B} = 18.68\% > i_c = 10\%$$

故方案 C 优于方案 B, 因此, 可得出最后结论: 方案 C 为最佳方案。

1.2 公路建设不确定性分析

【案例4】 某企业拟投资兴建一公路项目。预计该项目的生命周期为12年,其中:建设期为2年,生产期为10年。项目投资的现金流量数据如下表所示。根据国家规定,全部数据均按发生在各年年末计算。项目的折现率按照银行贷款年利率12%计算,按季计息。项目的基准投资回收期 $P_c=9$ 年。

单位:万元

序号	项目 \ 年份	建设期		生 产 期									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	现金流入量												
1.1	销售收入			2 600	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	2 600
1.2	固定资产余值回收												500
1.3	流动资金回收												900
2	现金流出量												
2.1	建设投资	1 800	1 800										
2.2	流动资金			500	400								
2.3	经营成本			1 560	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	1 560
2.4	销售税金及附加												
2.5	所得税												
3	净现金流量												
4	累计净现金流量												
5	折现系数												
6	折现净现金流量												
7	累计折现净现金流量												

问题:

- (1) 分别按6%、33%的税率计算运营期内每年的销售税金及附加和所得税(生产期第一年和最后一年的年总成本为2 400万元,其余各年总成本均为3 600万元)。
- (2) 计算现金流入量、现金流出量和净现金流量、累计净现金流量。
- (3) 计算实际年利率、每年折现系数、折现净现金流量、累计折现净现金流量。
- (4) 计算该项目的静态、动态投资回收期。
- (5) 根据计算结果,评价该项目的可行性。

说明:仅要求对年实际利率和静态、动态投资回收期列式计算,其余均直接在表中计算。

分析要点:

本案例属于财务可行性分析与评价的典型示例,主要考查公路建设项目财务评价动态指标的计算与分析评价的主要内容。在答题时,需要注意国家对于下列问题的规定:

- (1) 对于经营成本估算的规定:经营成本不包括折旧费、维简费、摊销费和贷款利息。

(2) 对于税金及附加的规定:从销售收入中直接扣除的销售税金及附加主要有产品税、增值税、营业税、城市维护建设税、资源税和教育费附加;从利润中扣除的有所得税。

(3) 对于现金流量表编制的规定:财务现金流量表的年序为 $1, 2, \dots, n$,建设开始年作为计算期的第1年,年序为1。为了与复利系数表的年序对应,在折现计算中采用年末习惯法,即年序1发生的现金流量按 $(1+i)$ 的负1次方折现,年序2发生的现金流量按 $(1+i)$ 的负2次方折现,依此类推。这一规定造成了实际上在现金流量图的零年处是没有现金流量的。

(4) 对于投资回收期计算和分析的规定:投资回收期(P_i)是指以项目的净收入抵偿全部投资(固定资产投资、投资方向调节税和流动资金)所需的时间。投资回收期(以年表示)一般从建设开始年算起,如果从投产年算起时,应予以注明。在财务评价中,求出的投资回收期(P_i)与行业的基准投资回收期(P_c)比较,当 $P_i \leq P_c$ 时,表明项目投资能在规定的时间内收回,而不是只要投资回收期(P_i)小于项目全生命周期,项目即可行。

(5) 对于净现值计算和分析的规定:财务净现值(FNPV)是指按行业的基准收益率或设定的折现率,将项目计算期各年净现金流量折现到建设初期的现值之和。它是考察项目在计算期内盈利能力的动态评价指标。财务净现值大于或等于零的项目可以考虑接受。

(6) 对于其他动态评价指标的计算:与项目净现值的计算中所应注意的年序问题一样,对于其他的动态财务评价指标也必须按照国家规定“ $t=1$ ”开始有关现金流量的折现。

参考答案:

(1) 销售税金及附加、所得税、现金流入量、现金流出量、净现金流量、累计净现金流量的计算结果见下表中相应栏目。

单位:万元

序号	项目	建设期		生产期									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	现金流入量			2 600	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
1.1	销售收入			2 600	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	2 600
1.2	固定资产余值回收												500
1.3	流动资金回收												900
2	现金流出量	1 800	1 800	2 231	3 093	2 693	2 693	2 693	2 693	2 693	2 693	2 693	1 731
2.1	建设投资	1 800	1 800										
2.2	流动资金			500	400								
2.3	经营成本			1 560	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	1 560
2.4	销售税金及附加			156	240	240	240	240	240	240	240	240	156
2.5	所得税			15	53	53	53	53	53	53	53	53	15
3	净现金流量	-1 800	-1 800	369	907	1 307	1 307	1 307	1 307	1 307	1 307	1 307	2 269
4	累计净现金流量	-1 800	-3 600	-3 231	-2 324	-1 017	290	1 597	2 904	4 211	5 518	6 825	9 094
5	折现系数	0.888	0.789	0.701	0.623	0.554	0.492	0.437	0.388	0.345	0.307	0.272	0.242
6	折现净现金流量	-1 598	-1 420	259	565	724	643	571	507	451	401	356	549
7	累计折现净现金流量	-1 598	-3 018	-2 759	-2 194	-1 470	-827	-256	251	702	1 103	1 459	2 008

①销售税金及附加。

销售税金及附加 = 销售收入 × 销售税金及附加税率

第1年、第2年销售税金及附加:0(因为项目还在建设期,没有销售收入)

第3年、第12年销售税金及附加: $2\,600 \times 6\% = 156$ (万元)

第4~11年销售税金及附加: $4\,000 \times 6\% = 240$ (万元)

②所得税。

所得税 = 利润总额 × 所得税率 = (销售收入 - 总成本 - 销售税金及附加) × 所得税率

第1年、第2年所得税:0(因为项目还在建设期,没有盈利)

第3年、第12年所得税: $(2\,600 - 2\,400 - 156) \times 33\% = 14.52 \approx 15$ (万元)

第4~11年所得税: $(4\,000 - 3\,600 - 240) \times 33\% = 52.80 \approx 53$ (万元)

(2) 现金流入量、现金流出量、净现金流量、累计净现金流量见表中相应栏目。

(3) ①实际年利率的计算。

实际年利率 = $(1 + \text{名义年利率} \div \text{年计息次数})^{\text{年计息次数}} - 1 = (1 + 12\% \div 4)^4 - 1 = 12.55\%$

②每年折现系数、折现净现金流量、累计折现净现金流量见表中相应栏目。

(4) 项目投资回收期。

项目静态投资回收期: $(\text{累计净现金流量出现正值的年份} - 1) + (\text{出现正值年份上年累计净现金流量绝对值} \div \text{出现正值年份当年净现金流量})$

$$= (6 - 1) + (|-1\,017| \div 1\,307) = 5.78(\text{年})$$

项目动态投资回收期: $(\text{累计折现净现金流量出现正值的年份} - 1) + (\text{出现正值年份上年累计折现净现金流量绝对值} \div \text{出现正值年份当年折现净现金流量})$

$$= (8 - 1) + (|-256| \div 507) = 7.50(\text{年})$$

(5) 项目评价。

从财务评价的角度,全面分析和评价该项目的可行性有如下结论:

项目的净现值(NPV) = 2 008 万元 > 0, 所以, 该项目是可投资的。因为该项目在全生命周期中可获得净盈利 2 008 万元。

项目的静态投资回收期为 5.78 年小于 $P_c = 9$ 年, 所以, 该项目是可投资的。因为如果不计资金的时间价值, 该项目在收回投资后还有 6 年多的净收益期。

项目的动态投资回收期为 7.50 年小于 $P_c = 9$ 年, 所以, 该项目是可投资的。因为即使计算了资金的时间价值, 该项目在收回投资后还有 4 年多的净收益期。

综上所述, 可以认定该项目是可行的。

【案例5】 某新建项目生产一种产品, 根据市场预测估计每件售价为 500 元, 已知该产品单位可变成本为 400 元, 固定成本为 150 万元。

问题:

试求该项目的盈亏平衡产量。

分析要点:

本案例主要考查盈亏平衡点的概念及确定的方法。在分析时, 应注意在盈亏平衡点处, 项目处于不亏不盈的状态, 即项目的收益与成本相等, 可用下式表示:

$$TR = TC$$

$$TR = (\text{单位产品价格} - \text{单位产品销售税金及附加}) \times \text{产量}$$

$$TC = \text{固定成本} + \text{可变成本} = \text{固定成本} + \text{单位产品可变成本} \times \text{产量}$$

式中:TR——项目的总收益;

TC——项目的总成本。

参考答案:

根据收益、成本与产量的关系可知:

$$TR = \text{单价} \times \text{产量} = P \times Q = 500Q$$

$$TC = \text{固定成本} + \text{可变成本} = 1\,500\,000 + 400Q$$

设该项目的盈亏平衡产量为 Q^* , 则当产量为 Q^* 时, 应有: $TR = TC$

$$\text{即: } 500Q^* = 1\,500\,000 + 400Q^*$$

$$\text{解得: } Q^* = 15\,000 (\text{件})$$

即该项目的盈亏平衡产量为 15 000 件。

【案例 6】 某建筑工地需抽除积水以保证施工顺利进行, 现有两个方案可供选择:

方案 A: 新建一条动力线, 需购置一台 2.5kW 电动机并线运行, 其投资为 1 400 元, 第 4 年末残值为 200 元。电动机每小时运行成本为 0.84 元, 每年预计维修费为 120 元, 因设备完全自动化无须专人管理。

方案 B: 购置一台 3.68kW 柴油机, 其购置费为 550 元, 使用寿命为 4 年, 设备无残值。柴油机运行每小时燃料费为 0.42 元, 平均每小时维护费为 0.15 元, 每小时的人工成本为 0.8 元。

问题:

若寿命均为 4 年, 基准折现率为 10%, 试比较两个方案的优劣。

分析要点:

本案例主要考查盈亏平衡分析的应用。盈亏平衡分析是在对项目进行不确定性分析时常采用的一种方法。通过盈亏平衡分析, 能够预先估计项目对市场变化情况的适应能力, 有助于了解项目可承受的风险程度, 还可以对决策者确定项目的合理经济规模及对项目工艺技术方案的投资决策起到一定的参考与帮助作用。

参考答案:

两方案的总费用均与年开机时间 t 有关, 故两方案的年成本均可表示为 t 的函数。

$$C_A = 1\,400 \times (A/P, 10\%, 4) - 200 \times (A/F, 10\%, 4) + 120 + 0.84t = 518.56 + 0.84t$$

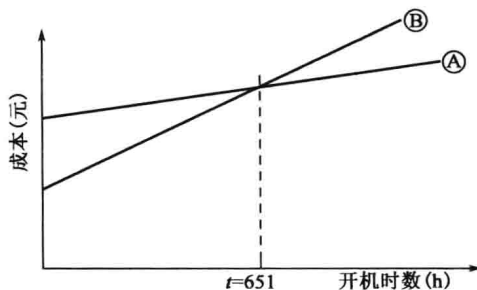
$$C_B = 550 \times (A/P, 10\%, 4) + (0.42 + 0.15 + 0.8)t \\ = 175.51 + 1.37t$$

$$\text{令 } C_A = C_B, \text{ 即: } 518.56 + 0.84t = 175.51 + 1.37t$$

$$\text{可得出: } t = 651 (\text{h})$$

A、B 两个方案的年成本函数曲线如右图所示。

从右图中可以看出, 当年开机小时数低于 651h 时, 选 B 方案有利; 当年开机小时数高于 651h 时, 选 A 方案有利。



方案 A、方案 B 年成本函数曲线

1.3 公路建设风险分析

【案例7】 在某隧道建设中,风险评估人员发现以下风险源:①隧道洞口仰拱陡立,节理发育,稳定性差,易受雨水冲刷形成滑溜;②在V级浅埋段开挖洞身时易发生坍塌;③二次衬砌施工时存在施工人员高空坠落和高空坠物伤人的可能;④空压机在使用过程中出现故障;⑤施工过程中出现涌水和瓦斯。这5种风险的发生概率和事故后果严重程度如下表。

序号	风 险 类 别	发生概率	事故后果严重程度
1	隧道洞口仰拱陡立,节理发育,稳定性差,易受雨水冲刷形成滑溜	很可能	严重的
2	在V级浅埋段开挖洞身时易发生坍塌	偶然	严重的
3	二次衬砌施工时存在施工人员高空坠落和高空坠物伤人的可能	极小	关键的
4	空压机在使用过程中出现故障	经常	可忽略的
5	施工过程中出现涌水和瓦斯	不可能	灾难性的

问题:

根据本隧道工程风险发生概率及后果严重程度的情况,对这些风险因素进行重要性评定。并指出哪些风险因素是不可以接受的风险。

分析要点:

本案例主要考查熟练运用风险因素重要性评定的方法,并考查需要重点给予关注的风险因素的判别标准。

根据项目风险重要性评定结果,可以进行项目风险可接受评定。一般情况下,项目风险重要性评分值在8分以上的风险因素表示风险重要性较高,是不可以接受的风险。

参考答案:

根据风险事件发生的频繁程度,将风险事件发生概率分为经常、很可能、偶然、极小、不可能5个等级,不同等级对应的等级指数为4、3、2、1、0。

为了在采取控制措施时能分清轻重缓急,常常给风险划一个等级。按照风险事故发生后果的严重程度划分为灾难性的、关键的、严重的、次要的、可忽略的5级,不同等级对应的等级指数也为4、3、2、1、0。见下表。

序号	风 险 类 别	发生概率	事故后果严重程度	风险重要性
1	隧道洞口仰拱陡立,节理发育,稳定性差,易受雨水冲刷形成滑溜	3	2	6
2	在V级浅埋段开挖洞身时易发生坍塌	2	2	4
3	二次衬砌施工时存在施工人员高空坠落和高空坠物伤人的可能	1	3	3
4	空压机在使用过程中出现故障	4	0	0
5	施工过程中出现涌水和瓦斯	0	4	0

第2章 公路工程设计与施工方案比选

2.1 公路工程设计方案比选

【案例8】 某地拟建一条高速公路,根据交通量需要和全寿命周期成本控制的要求,设计单位提出了A(沥青混凝土路面)、B(水泥混凝土路面)两个方案。该高速公路面层数量为 $710\,850\text{m}^2$ 、基层数量为 $771\,780\text{m}^2$ 、垫层数量为 $832\,710\text{m}^2$ 。为对两个方案进行深入比选,设计单位进行了认真的调查研究和分析,有关情况如下:

(1)公路通车年建设成本为:沥青混凝土面层 $120\text{元}/\text{m}^2$ 、水泥混凝土面层 $85\text{元}/\text{m}^2$ 、路面基层 $45\text{元}/\text{m}^2$ 、路面垫层 $28\text{元}/\text{m}^2$,公路使用寿命为100年,预计沥青混凝土路面每15年大修一次,水泥混凝土路面每10年大修一次,大修费用按重新铺筑面层计算。

(2)旧路面挖除费用为:方案A $4.5\text{元}/\text{m}^2$ 、方案B $8.0\text{元}/\text{m}^2$ 。

(3)假定社会成本为:方案A $500\,000\text{元}/\text{年}$ 、方案B $1\,000\,000\text{元}/\text{年}$ 。

(4)每次大修时,将增加有关社会和经济成本:预计将减少收费收入100万元,增加燃油损耗、时间损失等社会成本200万元。

问题:

假设两个方案营运养护管理成本相等,社会折现率取5%,请从全寿命周期成本的角度,选择经济合理的方案。

分析要点:

本案例主要考查项目全寿命周期内设计方案的合理性。除涉及工程的建设成本外,还应考虑社会成本及经济成本。

本案例解答时,一定要看清题目,把建设成本、大修成本和社会成本的计算综合考虑进去。同时,计算中考虑到需要折现计算,因此,要统一资金时间价值的计算步骤和折现点。

参考答案:

(1)建设成本的计算。

方案A: $120 \times 710\,850 + 45 \times 771\,780 + 28 \times 832\,710 = 143\,347\,980(\text{元})$

方案B: $85 \times 710\,850 + 45 \times 771\,780 + 28 \times 832\,710 = 118\,468\,230(\text{元})$

(2)大修成本的计算。

方案A: $(120 \times 710\,850 + 4.5 \times 710\,850 + 1\,000\,000 + 2\,000\,000) \times (1 + 5\%) - 15 \times [1 - (1 + 5\%)^{-90}] \div [1 - (1 + 5\%)^{-15}] = 91\,500\,825 \times 0.915\,4 = 83\,759\,855(\text{元})$

方案B: $(85 \times 710\,850 + 8 \times 710\,850 + 1\,000\,000 + 2\,000\,000) \times (1 + 5\%) - 10 \times [1 - (1 + 5\%)^{-90}] \div [1 - (1 + 5\%)^{-10}] = 69\,109\,050 \times 1.570\,4 = 108\,528\,852(\text{元})$

(3)社会成本的计算。

方案 A: $500\,000 \times [(1+5\%)^{100} - 1] \div [5\% \times (1+5\%)^{100}] = 500\,000 \times 19.8479 = 9\,923\,950$ (元)

方案 B: $100\,000 \times [(1+5\%)^{100} - 1] \div [5\% \times (1+5\%)^{100}] = 1\,000\,000 \times 19.8479 = 19\,847\,900$ (元)

(4) 确定项目全寿命周期成本。

方案 A: $143\,347\,980 + 83\,759\,855 + 9\,923\,950 = 237\,031\,785$ (元)

方案 B: $118\,468\,230 + 108\,528\,852 + 19\,847\,900 = 246\,844\,982$ (元)

(5) 确定合理方案。

由于 237 031 785 元小于 246 844 982 元, 因此方案 A 比方案 B 经济(即应选择沥青混凝土路面设计方案)。

【案例 9】 某城市拟修建一条快速干线, 正在考虑两条备选路线——沿河路线与穿山路线, 两条路线的平均车速都提高了 50km/h, 日平均交通量都是 6 000 辆, 寿命均为 30 年, 且无残值, 基准收益率为 12%, 其他数据如下表。

指 标 \ 方 案	沿 河 路 线	穿 山 路 线
全长(km)	20	15
初期投资(万元)	100 000	105 000
年维护运行费[万元/(km·年)]	2.0	2.5
大修(每 10 年一次)(万元/10 年)	5 000	3 500
运输费用节约[元/(km·辆)]	0.98	1.13
时间费用节约[元/(h·辆)]	2.6	2.6

问题:

试用全生命周期费用分析 CE 法比较两条路线的优劣, 并作出方案选择。(计算结果保留两位小数)

分析要点:

本案例主要考查运用生命周期理论, 即“费用效率高者优”的方法进行方案选择。

依次分别求出两个方案的系统效率、生命周期费用和费用效率, 然后根据“费用效率高者优”的思路进行方案选择。本题难点在于系统效率项目的识别、资金时间价值的计算。

参考答案:

(1) 计算沿河路线方案的费用效率(CE)。

①求系统效率(SE):

时间费用节约 = $6\,000 \times 365 \times 20 \div 50 \times 2.6 \div 10\,000 = 227.76$ (万元/年)

运输费用节约 = $6\,000 \times 365 \times 20 \times 0.98 \div 10\,000 = 4\,292.4$ (万元/年)

则: $SE = 227.76 + 4\,292.4 = 4\,520.16$ (万元/年)

②求生命周期费用(LCC), 包括设置费(IC)和维持费(SC):

$IC = 100\,000 \times (A/P, 12\%, 30) = 100\,000 \times 12\% (1+12\%)^{30} / [(1+12\%)^{30} - 1]$
 $= 100\,000 \times 0.1241$
 $= 12\,410$ (万元/年)

$$\begin{aligned}
 SC &= 2 \times 20 + [5\,000(P/F, 12\%, 10) + 5\,000(P/F, 12\%, 20)](A/P, 12\%, 30) \\
 &= 40 + [5\,000 \times (1 + 12\%)^{-10} + 5\,000 \times (1 + 12\%)^{-20}] \times 0.124\,1 \\
 &= 40 + [5\,000 \times 0.322\,0 + 5\,000 \times 0.103\,7] \times 0.124\,1 \\
 &= 304.15 \text{ (万元/年)}
 \end{aligned}$$

则: $LCC = IC + SC = 12\,410 + 304.15 = 12\,714.15$ (万元/年)

③求费用效率(CE):

$$CE = SE \div LCC = 4\,520.16 \div 12\,714.15 = 0.355$$

(2)计算穿山路线方案的费用效率(CE)。

①求系统效率(SE):

$$\text{时间费用节约} = 6\,000 \times 365 \times 15 \div 50 \times 2.6 \div 10\,000 = 170.82 \text{ (万元/年)}$$

$$\text{运输费用节约} = 6\,000 \times 365 \times 15 \times 1.13 \div 10\,000 = 3\,712.05 \text{ (万元/年)}$$

$$\text{则: } SE = 170.82 + 3\,702.2 = 3\,873.02 \text{ (万元/年)}$$

②求生命周期费用(LCC),包括设置费(IC)和维持费(SC):

$$\begin{aligned}
 IC &= 105\,000 \times (A/P, 12\%, 30) \\
 &= 105\,000 \times 12\% (1 + 12\%)^{30} / [(1 + 12\%)^{30} - 1] \\
 &= 105\,000 \times 0.124\,1 \\
 &= 13\,030.5 \text{ (万元/年)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SC &= 2.5 \times 15 + [3\,500(P/F, 12\%, 10) + 3\,500(P/F, 12\%, 20)](A/P, 12\%, 30) \\
 &= 37.5 + [3\,500 \times (1 + 12\%)^{-10} + 3\,500 \times (1 + 12\%)^{-20}] \times 0.124\,1 \\
 &= 37.5 + [3\,500 \times 0.322\,0 + 3\,500 \times 0.103\,7] \times 0.124\,1 \\
 &= 222.4 \text{ (万元/年)}
 \end{aligned}$$

$$\text{则: } LCC = IC + SC = 13\,030.5 + 222.4 = 13\,252.9 \text{ (万元/年)}$$

③求费用效率(CE):

$$CE = SE/LCC = 3\,873.02 \div 13\,252.9 = 0.292$$

(3)方案选择。

因为沿河路线方案的费用效率大于穿山路线方案的费用效率,所以应选择沿河路线方案。

【案例10】 某公路设计有A、B两个方案,两条路线的交通量预测结果均为日平均流量5 000辆。假设该公路营运年限为20年,残值为0,期间不进行大修,基准收益率10%,其他数据见下表。

项 目	方 案 A	方 案 B
里程(km)	20	15
初期建设投资(万元)	5 000	6 000
年维护运行费[万元/(km·年)]	0.8	0.9
运输时间费用节约[元/(d·辆)]	2.5	3.0

问题:

请从项目全寿命周期的角度比较两个方案的优劣。(计算结果均取两位小数)