

水利电力系统领导
干部岗位培训教材

电力生产企业现代管理 案 例

张 纯 主编



河海大学出版社

407.6

0851

编写说明

为了适应水利电力系统大中型企业领导干部岗位职务培训工作的开展，部教育司、生产司、基建司组织了部分有专长的教授、讲师和专业科技干部，编写了一套体现水利电力行业特点的领导干部岗位培训教材，共有十四本，书名是：《电力企业管理》、《电力生产企业现代管理》、《电力生产企业现代管理案例》、《电力生产现代技术(电网部分)》、《电力生产现代技术(供电部分)》、《电力生产现代技术(火电厂部分)》、《电力生产现代技术(水电厂部分)》、《电力建设现代管理》、《电力施工企业管理》、《火电施工现代技术》、《送变电施工现代技术》、《水电施工企业现代管理》、《水电施工企业经营管理》、《水电施工现代技术》。

这套教材主要是供给水利电力系统大中型企业局厂长(经理)、党委书记、总工程师、总经济师、总会计师岗位培训时使用，也可供其它经济管理干部和科技干部的岗位培训和高等院校有关专业选用。

由于经验不足，编写时间又很仓促，再加上当前水利电力企业正处在改革之中，一些问题正在研究探索，而且新的技术又在不断发展，因此，书中一定会存在着不完善或者欠妥之处，望读者批评指正。

水利电力部教育司

1987年8月

前 言

《电力生产企业现代管理案例》是根据国家及能源部对“一长、三总师”进行岗位职务培训的要求而编写的，该书配合《电力生产企业现代管理》一书，作为水利电力系统领导干部岗位职务培训的教材。

本书是在学习掌握《电力生产企业现代管理》的基础上，应用其基本概念、基本原理和基本方法，联系电力生产企业的实际和特点，着重于培养读者分析和解决实际问题的能力。考虑到读者学习电力企业管理的实际需要，本书选题力求全面、照顾重点，解题尽量详细、简洁明了。

本书为电力生产企业“一长、三总师”岗位职务培训教材，也可作为电力生产企业管理干部的自学参考书。

本书由张纯主编，参加编写的还有翟东群、邓耀群、邢耀群、李凡生、张喜荣。

本书由集体审定。由于案例教学在我国刚刚起步，如何结合电力生产企业的实际进行教学尚在探索，加之编者水平有限，不妥之处在所难免，望读者批评指正。

编 者

1989年8月

目 录

第一部份 案 例

一、电力系统电源建设的技术经济分析案例.....	(1)
二、电网规划方案的技术经济分析案例.....	(5)
三、电力系统负荷预测案例.....	(6)
四、决策树法在选择投资方案中的应用.....	(10)
五、矩阵法在技术改造方案中的应用.....	(12)
六、加强电网可靠性管理与分析案例.....	(15)
七、66千伏变电所施工网络计划.....	(21)
八、国产20万千瓦汽轮发电机组安装网络计划.....	(21)
九、网络计划中的时间——费用优化案例.....	(29)
十、火力发电厂制定完成目标利润的案例.....	(33)
十一、DL—10继电器价值分析案例.....	(36)
十二、系统工程在电网体制改革中的应用.....	(39)
十三、应用“PDCA循环法”消除配电设备渗漏问题.....	(50)
十四、电厂环境工程系统分析案例.....	(53)
十五、管理信息系统案例.....	(59)

第二部份 习 题

一、技术经济计算与评价.....	(70)
二、预测技术.....	(74)
三、决策技术.....	(78)
四、网络计划技术.....	(82)
五、价值工程.....	(87)
六、量本利分析.....	(89)
七、设备管理.....	(92)
八、可靠性管理.....	(95)

第一部分 案 例

一、电力系统电源建设的技术经济分析案例

某电力系统根据规划需建设 $4 \times 60 = 240$ 万千瓦的火力发电厂，电厂可以建在负荷中心（运煤方案），也可以建在煤炭基地（输电方案）。影响这两种方案的因素很多，如煤矿的吨煤投资、开采成本、煤炭质量、运煤方式、运距、损耗、运输成本；输电方式、距离、造价、输电损耗、成本；电厂厂址条件、单位造价、电力系统情况以及环境保护要求等，许多因素又因时因地而异，因此，必须结合地区情况，进行技术、经济分析与评价，才能决策出合理方案。

（一）方案

1. 运煤方案

在负荷中心附近建 4×60 万千瓦的火电厂，燃煤低位发热量为 5000×4.18 千焦耳/千克，发电标准煤耗325克/千瓦时，年最大利用小时为7000小时。

根据地区铁路复线已超载，规划期内又无建第三条线路的可能，因此煤可考虑不用铁路运输，而通过大运河运煤，运煤段运河需加修船闸、疏浚航道、桥梁、护坡等，约需投资3亿元，整治后运河新增年运输能力2000万吨。运河运煤线路全长514公里，经计算单位运营支出5元/千吨公里。水运还需一中转码头，约需投资5000万元。

按规定水路运煤损耗率为1.5%，中转换装一次增加1%，本方案运煤总损耗率取2.5%，经计算年运煤量为783.5万吨。

运煤采用1000匹马力的顶推轮，配2艘2000吨级驳船组成船队，航运周期为7天，推轮营运率取80%，驳船营运率取93%，若240万千瓦火电厂每天运煤量约2.15万吨，则需推轮总数45艘，驳船总数82艘，推轮价格120万元/艘，驳船价格83万元/艘。

运河补水工程需投资2500万元，为满足各级抽水站需要，需补加装机容量及建设相应的输变电工程费用6000万元。煤炭运输损耗的吨煤投资采用150元/吨。

电厂至负荷中心还有25公里，需建设2回500千伏输电线路，每公里投资为22万元。

2. 输电方案

在燃料基地建厂，电厂条件与运煤方案相同。需建设2回500千伏超高压输电线路，导线截面为LGJQ-4×400，每回长度为461公里，每公里投资22万元。另外尚需大跨越工程投资1300万元，出线间隔投资3624万元。两方案负荷中心500千伏变电所相同。

为满足系统调相调压要求，需补充无功设备51万千乏，其中调相机24万千乏，每千乏50元，静电电容器27万千乏，每千乏30元。

超高压输电线功率损耗8.3万千瓦，补充投资800元/千瓦。投资效果系数取10%，设备服务年限均以20年计。

(二) 技术经济计算

为评价方案的经济效益, 我们采用年总费用法进行评价。

1. 运煤方案

$$\begin{aligned}\text{年运煤量} &= \text{发电量} \times \text{标准煤耗} \times \text{换算系数} (1 + \text{损耗率}) \\ &= 240 \times 10^4 \times 7000 \times 325 \times 10^{-10} \frac{7000}{5000} (1 + 0.025) \\ &= 764.4 + 19.1 = 783.5 \times 10^4 (\text{t})\end{aligned}$$

(1) 投资

运煤方案总投资包括: 分摊航道疏浚工程投资; 运煤船队投资; 中转码头投资; 运河补水工程投资的分摊; 运煤损耗补偿煤矿投资; 输电线路投资。

为计算资金的时间价值, 我们认为运河航道疏浚、煤矿开发、电厂建设、输电线路等施工期内投资分配比例相同, 其他各项投资都在当年发生。

表 1 施工期内投资分配比例表

年 份	1	2	3	4	5
投资比例(%)	10	20	30	20	20

$$\begin{aligned}\text{折算系数} &= 0.1(1+0.1)^4 + 0.2(1+0.1)^3 + 0.3(1+0.1)^2 \\ &\quad + 0.2(1+0.1) + 0.2 = 1.1956\end{aligned}$$

分摊运河航道疏浚工程投资 K_{11}

$$\begin{aligned}K_{11} &= \text{运河疏浚投资} \times \frac{\text{年运煤量}}{\text{运河新增能力}} \times \text{折算系数} \\ &= 3.10^4 \times \frac{783.5}{2000} \times 1.1956 = 14051.3 (\text{万元})\end{aligned}$$

运煤船队投资 K_{12}

$$\begin{aligned}K_{12} &= \text{排轮数} \times \text{排轮价格} + \text{驳船数} \times \text{驳船价格} \\ &= 45 \times 120 + 82 \times 83 = 12206 (\text{万元})\end{aligned}$$

中转码头投资 $K_{13} = 5000$ (万元)

运河补水工程投资的分摊 K_{14}

$$\begin{aligned}K_{14} &= \text{运河补水工程投资} \times \frac{\text{年运煤量}}{\text{运河新增能力}} \\ &= 2500 \times \frac{783.5}{2000} = 979.4 (\text{万元})\end{aligned}$$

运煤损耗补偿煤矿投资 K_{15}

$$\begin{aligned}K_{15} &= \text{运煤损耗量} \times \text{吨煤投资} \times \text{折算系数} \\ &= 19.1 \times 150 \times 1.1956 = 3427.2 (\text{万元})\end{aligned}$$

输电线路投资 K_{16}

$$K_{10} = \text{输电线路公里数} \times \text{每公里投资} \\ = 2 \times 25 \times 22 = 1100 \text{ (万元)}$$

运煤方案总投资 K_1 :

$$K_1 = K_{11} + K_{12} + K_{13} + K_{14} + K_{15} + K_{16} \\ = 26763.9 \text{ (万元)}$$

(2) 年运行费用

运煤方案年运行费用包括: 运河运营支出, 码头中转费; 抽水站电能损失费; 运煤损耗费。

运河运营支出 U_{11}

$$U_{11} = \text{年运煤量} \times \text{运输距离} \times \text{单位运营支出} \\ = 7835 \times 514 \times 5 = 2013.6 \text{ (万元)}$$

码头中转费 U_{12}

$$U_{12} = \text{年运煤量} \times \text{码头中转费} \\ = 783.5 \times 10^4 \text{ (t)} \times 0.6 \text{ (元/t)} = 470.1 \text{ (万元)}$$

抽水站电能损失费 U_{13}

运河抽水站需增加装机容量5万千瓦, 最大平均负荷为装机容量的60%, 负荷利用小时为3000小时, 损失电价0.023元/千瓦时。

$$U_{13} = \text{装机容量} \times \text{最大平均负荷} \times \text{负荷利用小时} \times \text{电价} \times \frac{\text{年运煤量}}{\text{运河新增能力}} \\ = 5 \times 0.6 \times 3000 \times 0.023 \times \frac{783.5}{2000} = 81.1 \text{ (万元)}$$

运煤损耗费 U_{14}

$$U_{14} = \text{运煤损耗量} \times \text{吨煤开采费} \\ = 19.1 \times 20 = 382.2 \text{ (万元)}$$

运煤方案总年运行费 U_1 :

$$U_1 = U_{11} + U_{12} + U_{13} + U_{14} = 2947 \text{ (万元)}$$

(3) 年总费用

$$N_1 = K_1 (A/P, 0.1, 20) + U_1 = 36763.9 \times 0.1175 + 2947 = 7266.8 \text{ (万元)}$$

2、输电方案

(1) 投资

输电方案总投资包括: 输电线路投资 (包括大跨越工程和出线间隔投资); 无功补偿设备投资; 功率损耗的补充容量投资。

输电线路投资 K_{21}

$$K_{21} = (\text{线路长度} \times \text{单位投资} + \text{大跨越及出线间隔费}) \times \text{折算系数} \\ = (2 \times 461 \times 22 + 1300 + 3624) \times 1.1956 \\ = 30138.7 \text{ (万元)}$$

无功补偿设备投资 K_{22}

$$K_{22} = \text{调相机容量} \times \text{单位投资} + \text{静电电容器容量} \times \text{单位投资} \\ = 24 \times 50 + 27 \times 30 = 2010 \text{ (万元)}$$

功率损耗补充容量投资 K_{23}

$$K_{23} = \text{功率损耗} \times \text{补充千瓦投资} \times \text{折算系数} \\ = 8.3 \times 800 \times 1.1956 = 6640 \text{ (万元)}$$

输电方案总投资 K_2

$$K_2 = K_{21} + K_{22} + K_{23} = 38788.7 \text{ (万元)}$$

(2) 年运行费用

输电方案年运行费用包括：输电线路运行维护费、电能损失费，经计算电能损失为4.77亿千瓦时。

输电线路运行维护费 U_{21}

输电线路运行维护费主要包括材料费、工资、大修理费以及其他费用，经计算为0.6元/千瓦时。

$$\text{供电量} = \text{总容量} \times \text{年利用小时} \times (1 - \text{厂用率}) - \text{线损} \\ = 240 \times 10^4 \times 7000 (1 - 0.08) - 4.77 = 149.79 (10^8 \text{ kW} \cdot \text{h})$$

$$U_{21} = \text{供电量} \times \text{单位费用} \\ = 1497.9 \times 10^4 \times 0.6 = 898.7 \text{ (万元)}$$

电能损失费 U_{22}

$$U_{22} = \text{电能损失} \times \text{损失电价} \\ = 47700 \times 0.023 = 1097.1 \text{ (万元)}$$

输电方案总年运行费 U_2

$$U_2 = U_{21} + U_{22} = 1995.8 \text{ (万元)}$$

(3) 年总费用

$$N_2 = K_2 (A/P, 0.1, 20) + U_2 \\ = 38788.7 \times 0.1175 + 1995.8 = 6553.5 \text{ (万元)}$$

(三) 技术经济分析与评价

技术经济计算结果见表2

表2 技术经济计算结果表

项 目	运 煤 方 案	输 电 方 案
投资(万元)	36763.9	38788.7
年运行费用(万元)	2947	1995.8
年总费用(万元)	7266.8	6553.5

一般认为坑口电站有燃料费用小，发电成本低，加上受运输影响少，建设输电线路对电网发展有利等优点。但由于影响运煤与输电的因素很多，要结合地区情况进行具体分析。

①从上述计算结果可以看出，输电方案虽投资较高，但年运行费用较低，使其年总费用低于运煤方案。可见，本工程输电方案的经济效果比运煤方案好。

②规划地区是一个缺能源的地区，必须由外区补充能源，除靠外区补充煤炭外，也要靠外区补充电力。

③输电方案由于建设2回500千伏线路，使区域之间电的联系加强，有利于提高系统的可靠性、稳定性和经济性。

④从流动资金的占用来看，输电方案比运煤方案要少得多。因为一是坑口电厂贮煤少，一般需贮5天的耗煤量，而负荷中心电厂、一般需贮10~15天的耗煤量；二是电能的输送是瞬间完成的，而运煤要在途中占用，本工程运煤方案要在途中运输7天。这样运煤方案就要占用大量流动资金。

(四) 结论意见

通过上述技术经济分析与评价，可以看出输电方案不仅在经济效益，而且在社会效益上都优于运煤方案，所以，输电方案是较佳方案。

二、电网规划方案的技术经济分析案例

某以火电为主的甲电网，根据规划在某一水平年需增加年供电量20亿千瓦时。经调查分析，为满足这一需要，有两个可行方案。

1. 方案

(1) 方案 I

本电网新建40万千瓦的燃煤电厂，单位千瓦投资1000元，施工期为4年，逐年投资分配如表3，根据本区燃料价格及运行条件计算，其年运行费用0.03元/千瓦时，火电厂服务年限为25年。

(2) 方案 II

建设一条500千伏超高压输电线路，从相邻的以水电为主的乙电网受电，接受乙电网的富裕电力电量来满足需要。根据协议，输电线路需由甲网投资1亿元，当年建成，建成后由乙网负责运行，保证每年向甲网供电20亿千瓦时，电价0.05元/千瓦时，输电线路服务年限为20年。

表3 两方案投资分配表

单位：万元

年 份	1	2	3	4
方 案 I	5000	15000	15000	5000
方 案 II				10000

投资效果系数取10%。

2. 技术经济计算

为了决策，我们采用年总费用法，对上述两个方案进行技术经济分析与论证。

(1) 方案 I

$$\begin{aligned}
 \text{投资: } K_1 &= \sum_{j=1}^n K_j (1+i)^{n-j} \\
 &= 5000(1+0.1)^3 + 15000(1+0.1)^2 + 15000(1+0.1) + 5000 \\
 &= 46305 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{年运行费: } U_1 &= \text{供电量} \times \text{单位运行费} \\
 &= 20 \times 10^8 \times 0.03 = 6000 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{年总费用: } N_1 &= K_1 (A/P, 0.1, 25) + U_1 \\
 &= 46305 \times 0.1102 + 6000 = 11103 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

(2) 方案Ⅱ

$$\text{投资: } K_2 = 10000 \text{ (万元)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{年运行费: } U_2 &= \text{供电量} \times \text{电价} \\
 &= 20 \times 10^8 \times 0.05 = 10000 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{年总费用: } N_2 &= K_2 (A/P, 0.1, 20) + U_2 \\
 &= 10000 \times 0.1175 + 10000 = 11175 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

3. 综合分析评价

①从经济计算结果看, 自建电厂方案的年总费用稍低于受电方案, 其差值为 $N_2 - N_1 = 11175 - 11103 = 72$ (万元), 占受电方案年总费用的0.64%。

②从合理利用能源分析, 受电方案可以利用乙网的富裕水利资源, 充分利用水利资源, 提高了水利枢纽的经济性, 也符合国家的能源政策。

③既能充分利用水利资源, 同时又以洁净的能源代替了污染比较严重的火电能源, 提高了社会的经济效益。

④受电方案可以充分发挥联网效益。以火电为主的甲网与以水电为主的乙网相联, 可以充分发挥水火配合的效益, 提高水电厂和系统运行的经济性与稳定性。联网后一般还可提高系统运行调度的灵活性, 有利于提高系统的电能质量, 提高供电的可靠性。

⑤从电力系统运行来看, 既然两网性质不同, 而乙网又有富裕的电力电量外送, 因此两网相联势在必行。

4. 结论意见

根据上述技术经济计算与评价, 从经济效果看, 两方案相差不多, 建厂方案稍优于受电方案, 但从两网的全面综合分析来看, 实现受电方案, 可以得到水火配合, 取得社会和国民经济的效益, 故应以决策受电方案为佳。

三、电力系统负荷预测案例

电力系统负荷预测是电力系统建设和发展的指南, 为进行地区电源规划, 首要的任务就要进行地区电力需求的预测。

电力的需求与许多因素有关, 但主要的影响因素是经济建设和人民生活的需要, 经济增长和人民生活水平的提高均导致电力需求的增长。尽管人民生活水平的提高与电力增长紧密相关, 但生活用电目前我国占总用电量的比例较小, 所以我们把电力需求简化成仅是经济

的函数。

某地区经济增长与电力需求历年统计资料如表4,将统计的总产值与用电量描绘在直角坐标系中,横坐标表示工农业总产值,纵坐标表示用电量,如图1。从散点分布情况看,地区工农业总产值与用电量的关系,可近似地认为是呈直线增长。

1. 建立回归模型

设总产值与用电量之间的关系为一线性方程 $y = a + bx$, 其中: x 表示工农业总产值, y

表 4 某地区1970~1985年工农业总产值和用电量统计表

单位: 亿元 $10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$

年 份	总产值 x_t	用电量 y_t	x_t^2	y_t^2	$x_t y_t$	$\bar{y}_t = a + bx_t$	$(y_t - \bar{y}_t)^2$
1970	12.11	2.56	146.65	6.55	31.00	2.28	0.078
1971	14.98	2.72	224.40	7.40	40.75	3.04	0.102
1972	15.31	3.11	234.40	9.67	47.61	3.13	0.0004
1973	15.02	3.25	225.60	10.56	48.82	3.05	0.04
1974	14.98	2.97	224.40	8.82	44.49	3.04	0.0049
1975	18.23	3.94	332.33	15.52	71.83	3.91	0.0009
1976	18.97	4.01	359.86	16.08	76.07	4.11	0.01
1977	20.00	4.65	400.00	21.62	93.00	4.33	0.0729
1978	23.72	5.60	562.64	31.36	132.83	5.38	0.0484
1979	27.09	5.52	733.87	30.47	149.54	6.28	0.58
1980	29.35	7.13	861.42	50.84	209.27	6.88	0.063
1981	31.57	7.38	996.66	54.46	232.99	7.48	0.01
1982	33.80	7.94	1142.44	63.04	268.37	8.07	0.0169
1983	35.29	8.43	1245.38	71.06	297.49	8.47	0.0016
1984	39.21	9.29	1537.42	86.30	364.26	9.52	0.0529
1985	41.62	10.68	1732.22	114.06	444.50	10.16	0.27
合 计	391.25	89.18	10959.69	597.81	2552.82		1.3519

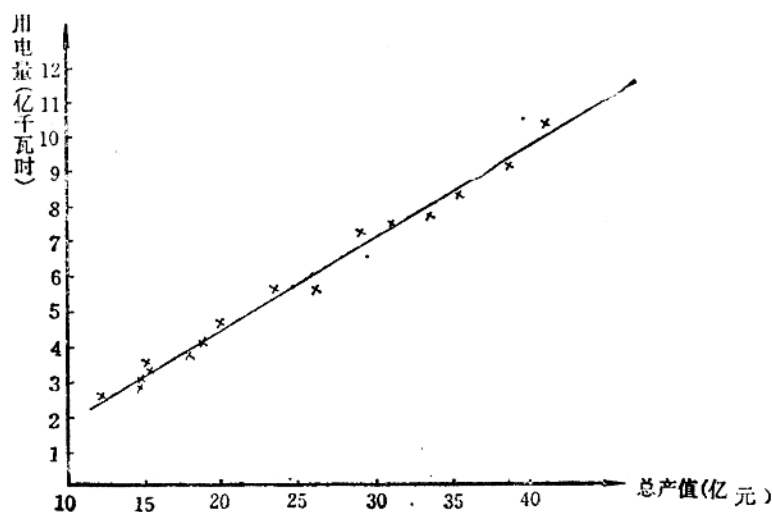


图 1 总产值与用电量散点分布图

表示用电量, a , b 为回归系数, 可用历史统计资料确定, 利用散点求系数 a , b 的方程式为

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

式中 x 、 y 表示散点的值; n 表示散点数。利用表4可求得系数 a 、 b 的值。

$$b = \frac{16 \times 2552.82 - 391.25 \times 89.18}{16 \times 10959.69 - 391.25^2} = 0.2672$$

$$a = \frac{89.18 - 0.2672 \times 391.25}{16} = -0.9601$$

所以求得的回归模型为 $y = -0.9601 + 0.2672x$

为检查 x 和 y 的相关程度, 确定回归模型是否有实用价值, 要进行相关检验, 利用散点的值求相关系数 r 。

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$= \frac{16 \times 2552.82 - 391.25 \times 89.18}{\sqrt{[16 \times 10959.69 - 391.25^2][16 \times 597.81 - 89.18^2]}} = 0.9935$$

著取信度 $\alpha = 0.01$, 自由度 $f = n - 2 = 16 - 2 = 14$, 查相关系数检验表 $r_\alpha = 0.623$

$r = 0.9935 > r_\alpha$

所以 y 与 x 的相关程度较密切, 回归模型有实用价值, 可以用来进行预测。

置信区间 $[y - 2\sigma, y + 2\sigma]$, 利用散点的值求标准偏差 σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - k}} = \sqrt{\frac{1.3519}{16 - 2}} = 0.31$$

所以置信区间为 $[y - 0.62, y + 0.62]$, 实测点落在这个范围内的概率为 95.4%。

2. 根据模型进行预测

求出回归模型就可进行用电量的预测。但首先必须已知预测年份的地区总产值, 该值可以通过地区计划部门获得, 也可以根据国家的方针进行预测。

根据国家到本世纪末实现工农业总产值翻两番的目标, 到2000年工农业总产值为1980年的4倍。本地区1980年的总产值为31.57亿元, 所以到2000年应该为126.28亿元。该地区1985年工农业总产值为41.62亿元, 所以1985年到2000年的平均增长速度为

$$V = \sqrt[15]{\frac{126.28}{41.62}} - 1 = 7.68\%$$

根据7.68%的平均增长速度可预测出各年份的总产值，其结果如下：

1990年 $41.62(1+7.68\%)^5 = 60.25$ 亿元

1995年 $41.62(1+7.68\%)^{10} = 87.23$ 亿元

2000年 $41.62(1+7.68\%)^{15} = 126.28$ 亿元

有了工农业总产值就可以用回归模型 $y = -0.9601 + 0.2672x$ 进行需电量的预测，预测结果如表5。

表 5 回 归 法 预 测 结 果

年 份	工农业总产值 (亿元)	需电量预测值 ($10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$)
1985	41.62	10.68 (实际)
1990	60.25	15.14
1995	87.23	22.35
2000	126.28	32.78

3. 用电力弹性系数法进行预测

电力弹性系数是描述国民经济发展水平同电力需求相互关系的一种表达式，在一定时期内，电力消费的增长速度与国民经济发展速度的比值，称为电力弹性系数 K_w 。

$$K_w = \frac{V_w}{V}$$

式中 V_w 表示用电量平均增长速度； V 表示产值平均增长速度。

用电量预测模型

$$W_n = (1 + K_w V)^n W_0$$

为进行用电量的预测，首先要分析求得电力弹性系数，1970年~1985年15年的用电量平均增长速度为

$$V_w = \sqrt[15]{\frac{10.68}{2.56}} - 1 = 9.99\%$$

1970年~1985年15年间地区工农业总产值平均增长速度为

$$V = \sqrt[15]{\frac{41.62}{12.11}} - 1 = 8.58\%$$

电力弹性系数

$$K = \frac{V_w}{V} = \frac{9.99\%}{8.58\%} = 1.164$$

考虑到近年来的缺电局面，今后电力弹性系数应取1.2为宜。

用电力弹性系数预测各水平年需电量如下：

1990年 $10.68(1+1.2 \times 68\%)^5 = 16.60$ ($10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$)

1995年 $10.68(1+1.2 \times 7.68\%)^{10} = 25.79(10^8 \text{ kW} \cdot \text{h})$

2000年 $10.68(1+1.2 \times 7.68\%)^{15} = 40.07(10^8 \text{ kW} \cdot \text{h})$

对综合回归分析和电力弹性系数两种方法的预测结果取其平均值。如表6。

表 6 需 电 量 预 测 值

单位: $\text{kW} \cdot \text{h}$

年 份	回 归 法	弹 性 系 数 法	推 荐 需 电 量
1990	15.14	16.60	15.87
1995	22.35	25.79	24.07
2000	32.78	40.07	36.43

4. 电力负荷的预测

用电综合最大负荷

$$P_c = \frac{W}{h_m}$$

式中 W 表示用电量, h_m 表示系统最大负荷年利用小时数, 若取 $h_m = 6000$ 小时, 则系统用电最大负荷: 1990年为264.5MW; 1995年为401.2MW; 2000年为607.2MW。

发电最大负荷

$$P_g = \frac{P_c}{(1-P_c)(1-P_f)} \approx \frac{p_c}{1-(p_c+p_f)}$$

式中 P_c 表示网损率, 一般高低压网损率为10%; P_f 表示厂用电率, 一般系统综合厂用电率为10%, 则系统发电最大负荷: 1990年为330.6MW; 1995年为501.5MW; 2000年为759.0MW。

四、决策树法在选择投资方案中的应用

某电力修造总厂为发电厂12.5万千瓦汽轮发电机组试制了一种DG480-180型带偶合器的新型锅炉给水泵。新泵与12.5万千瓦机组原配套的DG500-180型老泵比较具有下述优点: 设计先进合理; 效率高、省电; 新泵带偶合器, 老泵不带偶合器; 新泵价格比老泵低。数据可见表7。

表 7 给 水 泵 技 术 数 据 表

项 目	DG500—180型	DG480—180型
流 量	550m ³ /h	480m ³ /h
扬 程	1970米水柱	1800米水柱
转 速	2970r/min	4640r/min
给水温度	160℃	158℃
效 率	≥71%	≥78.5%
功 率	4000kW	3200kW
单 价	7.500元	7000元

新泵经空载试验,性能达到设计要求,在某电厂正式投入运行后,据当月运行记录统计如表8。

表 8 运行记录统计表

发电机组	平均负荷	泵 型	12月份泵用电量 ($10^4\text{kW}\cdot\text{h}$)	泵用电率(%)
第9号机	$11.1 \times 10^4\text{kW}$	DG500—180	219	2.55
第11号机	$11.88 \times 10^4\text{kW}$	DG480—180	179.8	2.04

新泵比老泵当月节电30.2万千瓦时,按每月节电30.2万千瓦时计算,新泵比老泵用电降低14.4%,每台泵每年可给国家节电300多万千瓦时。因此,该厂决定扩大新泵生产。设想用5年左右时间,把全国几十台12.5万千瓦发电机组用的DG500—180型老泵全部更新,这对节约能源是一大贡献。该厂预测这项任务的总利润可达500万元。

经调查研究,分析确定了实现这一目标的三个可行方案。

①新建一个2,000米²的新泵生产车间,增加一批新的技术设备,专门承担这项生产任务。经核算,需投资200万元(第一年投资50万元,第二年投资100万元,第三年投资50万元),3年后形成生产能力。投产后,如销路好,每年可获得利润120万元,销路不好,就要亏损10万元。

②在原有生产能力的基础上,通过技术改造,组织简易的新泵生产线生产新泵。经核算,需投资50万元,一年形成生产能力。投产后,如销路好,每年可获得利润60万元,销路不好,只能获得利润30万元。

③由电业管理局组织几个兄弟厂,按配套件分工协作进行生产。这样,不需要国家新增投资,当年就可以投产。如销路好,每年可获利90万元,销路差,每年也可获利30万元。具体数据如表9所示。

表 9 数 据 表

方 案	完 成 (年)	投 资 (万元)	年 产 量 (台)	销 路 好 每年获利 (万元)	销路不好 每年获利 (万元)
新建车间	3	200	20	120	-10
改造生产线	1	50	10	60	30
组织协作	—	0	15	90	30
概 率				0.6	0.4

用决策树法进行决策

1. 画决策树

决策树如图2。

2. 计算各方案的损益期望值

$$\begin{aligned}
 E(1) &= [120 \times 0.6 + (-10) \times 0.4] \times (P/A, 0.1, 5) - [50 \times (1+0.1)^2 + 100 \times (1+0.1) + 50] \\
 &= 68 \times 3.719 - 220.5 \\
 &= 37.3 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

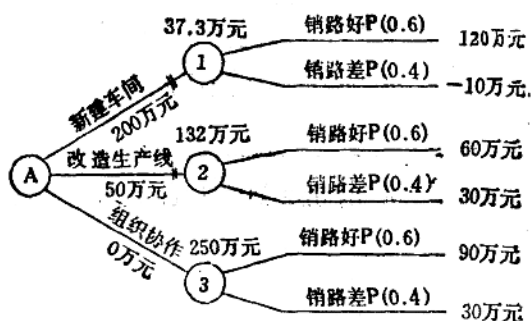


图 2 生产线决策树

$$E(2) = (60 \times 0.6 + 30 \times 0.4) \times (P/A, 0.1, 5) - 50 = 132 \text{ (万元)}$$

$$E(3) = (90 \times 0.6 + 30 \times 0.4) \times (P/A, 0.1, 5) - 0 = 250 \text{ (万元)}$$

3. 决策

比较上述3个方案的损益期望值。可见，第3方案最优，不需新增投资，当年就可投产，且经济效益最大，故应决策第3方案，组织兄弟厂协作生产。

五、矩阵法在技术改造方案中的应用

某电力修造厂根据生产需要新建了一座热处理炉。在进行工件淬火时，需要用吊篮装着五吨的铸件一次吊入水池中进行冷却。这就要求有相应的起重设备。但热处理车间目前仅有一台只能吊起2.5吨的简易龙门吊车，为了解决淬火工件的起重问题，经技术人员广泛的讨论和调查研究，提出以下4个可行方案。

- ①安装一台10吨双梁行车；
- ②制作一台5吨单向跑动的固定行车；
- ③改加热炉的平板车为翻卸车，出炉后将工件直接翻卸到水池中；
- ④改造现有龙门吊车和吊篮。

1. 方案评价

为了进行决策，我们采用矩阵法进行分析评价。为此，首先给出方案的技术经济效果评价指标，我们将评价指标确定为5项：投资指标；可靠性指标；加工质量指标；操作性指标；消耗工时指标。对各项指标均给予0到10之间的某一评价值。即每个方案有五个评价值。

为了防止人为的主观因素干扰，事先确定了评价值的衡量标准。此标准应体现工作方针和实际条件的要求。然后再根据同一指标下，不同方案的情况与所定标准进行比较，得出其各自的评价值。各项指标的标准评价值如表10。

表10 标准评价值表

投 资	投资最贵 大于10万元	投 资 大 7—10万元	投资较大 4~7万元	投资较少 1~4万元	投 资 少 小于1万元
可 靠 性	没有可靠性	可靠性差	可靠性较差	可靠性较好	可靠性好
质 量	废品率特高	质量不能保证	质量难以保证	认真操作 可以保证	质量能保证
操 作 性	操作困难	操作很麻烦	操作稍麻烦	操作较方便	操作方便
耗 工	耗工特多 (>3000)	耗 工 多 (1000~3000)	耗工较多 (500~1000)	耗工较少 (300~500)	耗 工 少 (<300)
评价标准	0	2.5	5.0	7.5	10

将每一方案的各项指标用上述标准进行衡量对比，分别给出相应的评价值如表11。

表11 各方案评价价值表

指 标		投 资	可 靠 性	质 量	操 作 性	耗 工
方 案						
方 案 一	指标情况	投资大(7.1万)	可靠性好	质量能保证	操作方便	耗 工 多 (1500)
	评 价 值	2.5	10	10	10	2.5
方 案 二	指标情况	投资大 (4.5万)	可靠性较好	质量能保证	操作较方便	耗工较少 (310)
	评 价 值	5.0	7.5	10	7.5	7.5
方 案 三	指标情况	投资较少 (2.8万)	可靠性差	质量不能保证	操作很麻烦	耗工较少 (325)
	评 价 值	7.5	2.5	2.5	2.5	7.5
方 案 四	指标情况	投资少 (0.8万)	可靠性较差	认真操作 可以保证	操作麻烦	耗 工 少 (103)
	评 价 值	10	5.0	7.5	5.0	10

由上表写出评价价值矩阵 A

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 & 10 & 10 & 10 & 2.5 \\ 5.0 & 7.5 & 10 & 7.5 & 7.5 \\ 7.5 & 2.5 & 2.5 & 2.5 & 7.5 \\ 10 & 5.0 & 7.5 & 5.0 & 10 \end{pmatrix}$$

比较5项评价指标,显然各项评价指标的重要性是不相同的。对各项评价指标的重视程度和差别体现了该厂的决策,采取不同的决策会选出不同的技术改造方案。为此,在建立方案决策的矩阵模型时,应对方案指标重要程度的大小规定一个加权系数。

根据企业现有条件,认为应注重投资指标和产品质量指标。确定各评价指标的加权系数如表12。

表12 系 数 表

指 标	投 资	可 靠 性	质 量	操 作 性	耗 工
加权系数	1.0	0.8	1.0	0.5	0.3

于是写出决策矩阵模型的系数向量 P

$$P = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.8 \\ 1.0 \\ 0.5 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

2. 方案选优

经过以上分析和矩阵模型的建立,可直接画出决策树如图3。

为了决策我们规定指标 $E_i = \sum A_i P_i$ 作为决策的依据,决策时选择 E_i 值为最大者作为决策方案。