

水利工程建设百科全书

运营管理·养护修理卷



当代中国音像出版社

水利工程建设百科全书

运营管理·养护修理卷

齐金苑 于文成 主编

第二册

当代中国音像出版社

目 录

第一篇 水利工程行政管理	(1)
第一章 河道管理	(3)
第一节 概述	(3)
第二节 河道管理范围	(4)
第三节 涉河建设项目的审批与管理	(5)
第四节 河道防护	(6)
第二章 水资源管理	(9)
第一节 概述	(9)
第二节 水资源管理体制	(10)
第三节 国外水资源管理概况	(13)
第四节 取水许可制度	(17)
第五节 水污染	(19)
第六节 水质	(21)
第七节 水质管理	(26)
第八节 水污染的控制	(30)
第九节 水资源节约	(34)
第十节 灌溉用水优化管理	(50)
第十一节 地表水和地下水的联合运用	(54)
第十二节 河流水质管理模型	(60)
第十三节 地下水水质管理模型	(64)
第十四节 地下水经济管理模型	(68)
第三章 水土保持	(75)
第一节 概述	(75)

目 录

第二节 水土流失的预防	(76)
第三节 水土流失的治理	(79)
第四节 水土保持监督与检查	(81)
第五节 水保“两费”的征收与使用	(82)
第四章 防汛与抗洪管理	(84)
第一节 防洪工作的原则	(84)
第二节 防洪规划	(86)
第三节 防汛责任制与防汛组织机构	(87)
第四节 防御洪水方案	(90)
第五节 防洪区和防洪工程设施的管理	(91)
第六节 防洪工作有关法律制度	(93)
第七节 汛期和紧急防汛期的防汛与抢险	(95)
第五章 水利事业发展前景	(97)
第一节 水资源的可持续利用	(97)
第二节 水资源统一管理	(100)
第三节 水利科技发展	(102)
第二篇 水质监测与评价	(105)
第一章 水质及河流水质模型	(107)
第一节 水体污染和水质	(107)
第二节 水质模型	(112)
第三节 零维和一维水质模型的解析解	(114)
第四节 河流 BOD-DO 耦合模型	(119)
第五节 耗氧系数和复氧系数的测定与估算	(124)
第二章 水质监测	(131)
第一节 水质监测站网	(131)
第二节 地表水水质监测	(134)
第三节 地下水水质监测	(148)
第四节 水污染监测与调查	(150)
第五节 水质资料整编	(154)
第三章 水库水环境质量评价	(156)
第一节 库区污染源的调查与监测	(156)
第二节 水环境质量评价标准	(158)
第三节 库区环境质量指数评价方法	(162)

第四节 水库水环境质量多级灰关联评价方法	(164)
第三篇 水利工程管理自动化技术	(177)
第一章 概论	(179)
第一节 水利工程管理自动化的重要性及发展趋势	(179)
第二节 自动化的基本形式	(181)
第二章 大坝安全监测信息管理分系统	(184)
第一节 分系统结构和流程	(184)
第二节 数据库子系统	(184)
第三节 预处理子系统	(192)
第四节 图形、图像子系统	(201)
第三章 光纤传感技术在大坝安全监测中的应用	(206)
第一节 概述	(206)
第二节 光纤传感技术在结构损伤评估中的应用	(207)
第三节 光纤传感技术在裂缝、应力、应变检测方面的应用	(208)
第四节 光纤传感技术在温度、弯曲和位移检测方面的应用	(209)
第五节 光纤水听器的研究概况	(211)
第六节 结构埋入式干涉型光纤传感器相位、应变、 温度模型的统一计算方法	(211)
第七节 光纤传感器基本原理	(217)
第四章 水利工程安全监测自动化	(231)
第一节 水利工程安全监测自动化现状与发展	(231)
第二节 安全监测自动化常用的监测方法、仪器和数据采集系统	(233)
第三节 安全监测自动化系统组成	(235)
第四节 水利工程安全监测自动化系统实例	(238)
第五章 其他高新技术在水利工程管理中的应用	(244)
第一节 计算机及其网络技术的应用	(244)
第二节 3S 技术的应用	(249)
第三节 决策支持系统的开发与应用	(251)
第四篇 水库大坝运行管理及养护修理	(255)
第一章 土坝养护修理	(257)
第一节 概述	(257)
第二节 土坝的检查和养护	(258)

目 录

第三节 土坝裂缝的处理	(260)
第四节 土坝滑坡处理	(264)
第五节 土坝渗漏的处理	(269)
第六节 土坝护坡的修理	(278)
第二章 碾压混凝土坝运行期分析及反分析理论	(283)
第一节 概述	(283)
第二节 应力场和渗流场耦合的粘弹性分析理论	(284)
第三节 应力场与渗流场耦合的粘弹塑性分析理论	(293)
第四节 位移时空分布确定性模型	(295)
第五节 变形监控指标拟定方法	(301)
第三章 混凝土及浆砌石坝运用管理	(308)
第一节 混凝土及浆砌石坝的检查观测与日常养护	(308)
第二节 增加重力坝稳定性的措施	(313)
第三节 混凝土及浆砌石坝裂缝处理	(318)
第四章 混凝土坝渗漏处理技术	(333)
第一节 渗漏调查	(333)
第二节 渗漏成因分析及处理判断	(335)
第三节 渗漏处理的原则和方法	(338)
第四节 渗漏处理的常用材料	(350)
第五章 堤坝土栖白蚁防治	(360)
第一节 土栖白蚁对堤坝的危害	(360)
第二节 白蚁的群体及生活习性	(361)
第三节 堤坝白蚁的检查观察	(362)
第四节 堤坝白蚁的防治	(364)
第六章 冻土地区水工建筑物冻害及其防治	(368)
第一节 季节性冻土	(368)
第二节 冻土地区水工建筑物冻害破坏	(372)
第三节 冻土地区水工建筑物冻害的防治	(377)
第五篇 水闸运行管理及养护修理	(389)
第一章 概论	(391)
第一节 闸坝工程发展的历史回顾	(391)
第二节 闸坝工程分类及其泄流特点	(393)
第三节 闸坝工程的水力破坏及其实例	(394)

第四节 闸坝工程水力学问题	(399)
第二章 水闸的控制运用	(406)
第一节 一般规定	(406)
第二节 冰冻期间运用	(406)
第三节 闸门操作运用	(407)
第三章 闸门运行管理	(410)
第一节 正常泄流时闸门操作管理	(410)
第二节 特殊情况下闸门操作管理	(412)
第三节 始流状态下闸门操作管理	(413)
第四节 水力冲淤的闸门控制调度	(415)
第五节 工程破坏实例分析	(418)
第四章 水闸的检查	(424)
第一节 水闸检查的周期与内容	(424)
第二节 水工建筑物的检查	(426)
第三节 闸门的检查	(428)
第四节 启闭机的检查	(429)
第五章 水闸养护修理	(432)
第一节 水工建筑物的养护修理	(432)
第二节 闸门的养护修理	(437)
第三节 启闭机的养护修理	(444)
第四节 机电设备及防雷设施的维护	(449)
第六篇 泵站运行、经营管理	(451)
第一章 泵站运行管理	(453)
第一节 泵站机电设备的运行管理	(453)
第二节 泵站工程运行管理	(460)
第二章 泵站经营管理	(477)
第一节 泵站工程管理	(477)
第二节 工程维修	(484)
第三节 泵站经营管理工作	(502)
第七篇 灌排工程管理养护	(513)
第一章 灌排工程动态规划	(515)
第一节 动态规划的基本原理	(515)

目 录

第二节 多维动态规划求解方法的改进	(525)
第二章 小型灌区规划设计	(541)
第一节 小型灌区规划设计的内容与方法	(541)
第二节 小型灌区规划设计实例	(550)
第三章 排水工程规划设计	(562)
第一节 概述	(562)
第二节 渍涝成因及作物对排水的要求	(563)
第三节 排水设计标准	(567)
第四节 治涝规划	(571)
第五节 防渍规划	(590)
第六节 排水闸站规划设计及承泄区整治	(595)
第四章 灌区水库工程管理养护	(606)
第一节 水库工程的检查和维修	(606)
第二节 水库的观测	(610)
第三节 水库的防汛与抢险	(614)
第五章 灌区渠道工程管理养护	(624)
第一节 工作要求	(624)
第二节 渠道防渗	(624)
第三节 渠道滑坡的防治	(630)
第四节 渠道防冲、防淤、防洪和防决	(633)
第五节 渠道防冻	(635)
第六节 渠道白蚁的防治	(638)
第六章 灌区渠系水工建筑物管理养护	(641)
第一节 渠首枢纽的管理养护	(641)
第二节 闸门及启闭机的管理养护	(645)
第三节 渠系建筑物的管理养护	(648)
第四节 建筑物的损坏及维修方法	(650)
第七章 灌区排水系统管理养护	(654)
第一节 排水系统管理的一般要求	(654)
第二节 排水系统工程的变形与毁坏	(655)
第三节 排水系统的养护	(656)
第四节 排水沟系塌坡的防治	(661)
第八章 灌区绿区	(664)
第一节 灌区绿化规划	(664)

第二节 灌区绿化建设	(667)
第三节 灌区绿化管理	(671)
第九章 草原灌溉制度与水的优化管理	(674)
第一节 灌溉制度的确定	(674)
第二节 不同时期灌水的增产作用	(681)
第三节 几种典型人工牧草的灌溉制度	(688)
第四节 几种典型牧草群落的灌溉制度	(693)
第五节 水的优化管理	(696)
 第八篇 小型水库运行管理及养护修理	(707)
第一章 概论	(709)
第一节 基层水利管理服务体系	(709)
第二节 依法管水	(715)
第二章 水库来水量、需水量复核	(723)
第一节 水库来水量复核	(723)
第二节 需水量复核	(740)
第三章 土石坝安全检查与加固	(760)
第一节 土石坝的结构型式及工作特点	(760)
第二节 土石坝的安全检查	(762)
第三节 土石坝护坡的检查与加固	(764)
第四章 浆砌石坝安全检查与加固	(770)
第一节 浆砌石坝的结构型式和工作特点	(770)
第二节 浆砌石坝的检查与观测	(772)
第三节 浆砌石溢流坝防冲消能工的加固	(774)
第五章 堤防安全检查与加固	(775)
第一节 堤防检查	(775)
第二节 堤防维修加固	(776)
第三节 护坡(岸)的维修加固	(779)
第四节 堤防管理	(780)
第六章 溢洪道安全检查与加固	(783)
第一节 溢洪道的结构形式及工作特点	(783)
第二节 溢洪道安全检查	(786)
第三节 溢洪道闸门及启闭设备的检查与加固	(788)
第七章 放水设备检查与加固	(791)

目 录

第一节 放水设备的组成及工作特点	(791)
第二节 放水设备的检查	(793)
第三节 放水设备的改建	(795)
第八章 渠系工程检修管理	(799)
第一节 渠道的检修养护	(799)
第二节 渠道防渗	(800)
第三节 排水河沟管理	(803)
第九章 小型水库养护修理	(807)
第一节 概述	(807)
第二节 土坝的养护修理	(808)
第三节 砌石坝的养护修理	(818)
第四节 溢洪道的养护修理	(822)
第五节 放水建筑物的养护修理	(827)
第六节 闸门及启闭设备的养护修理	(830)
第七节 渠道及建筑物的养护修理	(836)
第十章 小型水库防汛与抢险管理	(847)
第一节 防汛与抢险的基本知识	(847)
第二节 小型水库防汛抢险的特点	(848)
第三节 防汛抢险工作的重要性	(849)
第四节 防汛组织机构与职责	(851)
第五节 汛前准备	(857)
第六节 汛前工程检查	(864)
第七节 检查方法和要求	(866)
第八节 汛期检查	(867)
第九节 抢险应急措施	(868)
第九篇 跨流域调水运行管理	(879)
第一章 概论	(881)
第一节 跨流域调水的基本问题	(881)
第二节 跨流域调水运行管理目的及内容	(890)
第二章 管理体制与管理办法	(897)
第一节 概述	(897)
第二节 江水北调管理体制分析	(898)
第三节 几种管理体制的探讨	(901)

第四节 南水北调东线工程管理体制	(904)
第十篇 水利工程经营管理	(907)
第一章 劳动人事管理	(909)
第一节 组织管理	(909)
第二节 法制管理	(917)
第三节 劳动管理	(919)
第二章 生产经营管理	(925)
第一节 计划管理	(925)
第二节 供水管理	(928)
第三节 设备管理	(932)
第四节 物资管理	(935)
第五节 综合经营管理	(937)
第三章 财务管理	(941)
第一节 概述	(941)
第二节 资金筹集管理	(946)
第三节 资产管理	(950)
第四节 成本费用管理	(958)
第五节 收入和利润管理	(961)
第六节 财务报告	(964)
第七节 财务分析	(970)
第四章 经营管理责任制	(972)
第一节 实行经营管理责任制的意义	(972)
第二节 实行经营管理责任制的原则和应注意的问题	(977)
第三节 经营管理责任制的内容和形式	(980)
第四节 综合经营的考核	(987)
第十一篇 水利工程经济分析	(1001)
第一章 水利工程效益计算	(1003)
第一节 概述	(1003)
第二节 防洪效益计算方法	(1004)
第三节 治涝工程的效益计算	(1011)
第四节 灌溉工程的效益计算	(1021)
第五节 城镇供水效益计算	(1026)

目 录

第六节 水力发电效益计算方法	(1033)
第七节 航运效益计算方法	(1038)
第八节 水利工程其他效益计算方法	(1041)
第二章 水价格盈利	(1044)
第一节 水价格含盈利的必要性	(1044)
第二节 水价格中的利润	(1046)
第三节 水价格中的税金	(1050)
第三章 水价格管理	(1056)
第一节 水价格管理的意义与原则	(1056)
第二节 水价格管理体制	(1060)
第三节 水价格管理工作	(1067)
第四章 新颁布的《水利工程供水价格管理办法》	(1070)
第一节 《水利工程供水价格管理办法》	(1070)
第二节 《水利工程供水价格管理办法》是水价改革的里程碑	(1074)
第三节 《水利工程供水价格管理办法》的现实意义	(1076)
第十二篇 相关标准规范	(1081)

第一章 灌排工程动态规划

第一节 动态规划的基本原理

动态规划(Dynamic Programming), 缩写为 DP, 是 20 世纪 50 年代初期由美国数学家贝尔曼(Richard E. Bellman)等人提出, 逐渐发展起来的数学分支, 它是一种解决多阶段决策过程最优化问题的数学规划法。动态规划的数学模型和求解方法比较灵活, 对于系统是连续的或离散的, 线性的或非线性的, 确定性的或随机性的, 只要能构成多阶段决策过程, 便可用动态规划推求其最优解。因而在自然科学、社会科学、工程技术等许多领域具有广泛的用途, 比线性规划、非线性规划更有成效, 特别对于离散型问题, 解析数学无法适用, 动态规划就成为非常有用的求解工具。它在广泛应用中的主要障碍是“维数灾”, 即当问题中的变量个数(维数)太大时, 由于计算机内存贮量和计算速度限制, 而无法求解。

一、动态规划的基本概念

(一) 动态规划的基本思路

在客观事物中, 存在着这样一类问题, 可以按照时间或空间特性将其划分为若干个互相联系的阶段; 在每个阶段都需要做出决策, 并且一个阶段的决策将影响下阶段的状态; 所有阶段决策构成一个决策序列, 称为策略; 每个策略都对应一个效果。所选择的策略应使整个过程获得最优效果。这类问题称为多阶段决策过程, 动态规划就是按照上述思路寻求问题最优解的工具。

例如,以灌溉或发电为目标的年调节水库调度问题,就是一个多阶段决策过程。一年可以按时间分成若干阶段。在每个阶段,以水库蓄水量(或水位)为状态变量,以放水量为决策变量,把灌溉效益或发电量最大化作为目标函数。在满足约束条件下确定各阶段放水量,即组成一个决策序列。如果所选定的各时段放水量能使全年灌溉或发电效益最大,这就是一个最优策略,即最优调度方案。由于各阶段决策与时间进程有关,故称为动态规则。

动态规划不仅能解决与时间有关的优化问题,而且也能解决与时间无关的静态问题。例如,资源分配问题、投资分配问题、最优线路问题、结构优化问题等。只要能够把问题分成多个阶段或步骤进行决策,就可用动态规划寻求最优解。

下面以一个简单的最优输水线路问题,说明动态规划寻求最优解的基本思路和方法。

例 1:如图 7-1-1 所示,现拟由水源 1(起点站),引水到用水地点 10(终点站)。在输水途中将经过 3 级中转站,第一级中转站可以在地点 2、3 或 4 中任选一点,第二级中转站可以在地点 5、6 或 7 中任选一点,第三级中转站可以在地点 8 或 9 中任选一点,任何两个地点之间的输水费用已表示在图 7-1-1 中的联结线上。现在的问题是要选择一条由水源 1 到用水地点 10 总输水费用最小的路线。

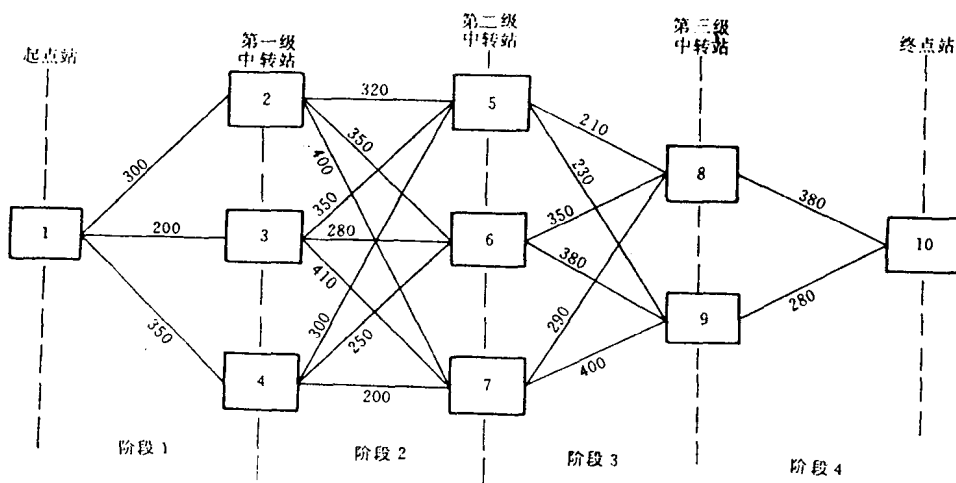


图 7-1-1 可能输水路径和费用

对这一简单问题,可以用枚举法求解。枚举法就是把各可行方案一一列出,分别计算每个方案的总费用(或总效益),然后通过费用(或效益)比较选取最优决策方案的方法。本例可以列举出 18 条可供选择的路线(如图 7-1-2 所示),把各条路线上每两点之间的输水费用加起来就算出了各条可能输水线路的总费用。比较这些总费用值,就可

找出一条总费用最小的输水线路,即 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 10$, 相应的总费用为 1060。

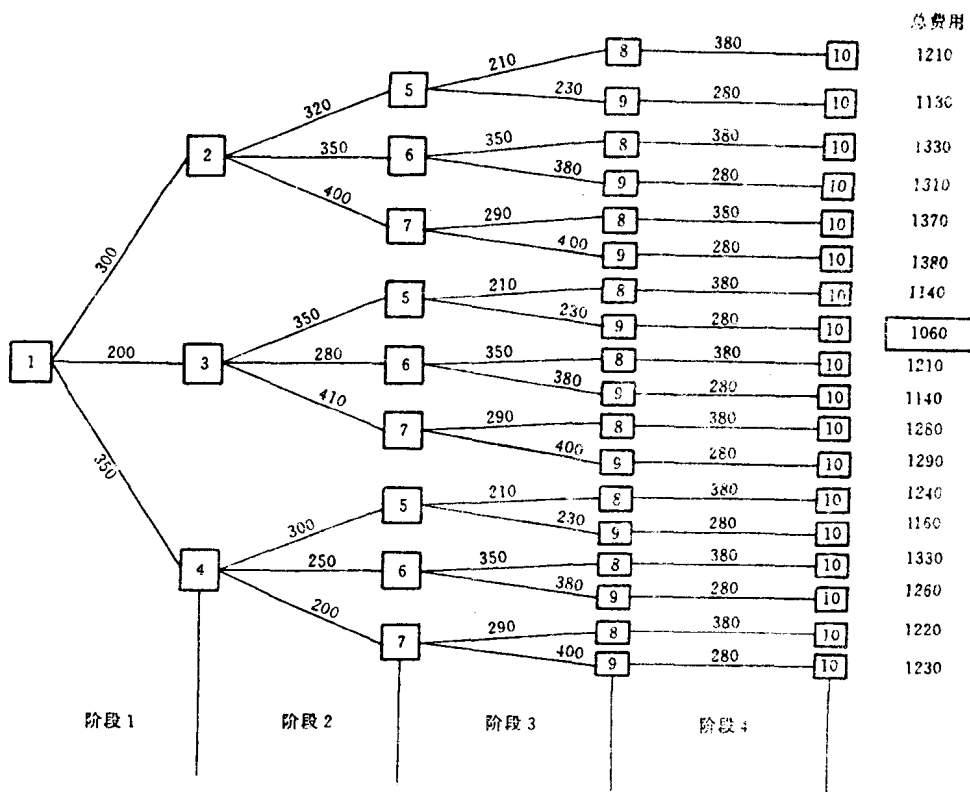


图 7-1-2 枚举法择优

上述枚举法中,每条线路要相加 3 次,则总共需要相加 $3 \times 18 = 54$ 次;另外还要进行 17 次比较。显然,如果问题具有很多阶段,而且各阶段输水路线的可能选择较多时,其计算工作量无疑是非常庞大的。为了减少计算量,需要寻求更好的计算方法,这就是本章将要介绍的动态规划法。

下面介绍如何用动态规划法求解该问题。首先定义若干术语和符号:

n ——阶段变量, $n = 1, 2, \dots, N$, 本例中 $N = 4$;

s_n ——状态变量(任一阶段 n 的中转站);

d_n ——决策变量(由阶段 n 中转站出发将要选择的下一个中转站或下一段输水路径);

$L(s_n, d_n)$ ——在状态 s_n 下做出决策 d_n 时本阶段(即 n 阶段)的费用;

$f_n^*(s_n)$ ——自状态 s_n 开始直到状态 s_{N+1} (终点站 10) 的最小总费用。

动态规划是一个阶段接一个阶段地进行择优计算,而且每一阶段都应当考虑未来各

阶段的情况选取决策。勿需考虑未来情况的唯一阶段,就是整个过程的最末阶段,该阶段选择最优决策时只要求本阶段最优。因此,应用动态规划法求最优解时,总是从最末阶段开始,逐阶段进行择优计算。应当指出,这里所说的最末阶段是以计算时采用的状态转移方向为标准而言的。若状态转移方向与实际运动方向一致,则最末阶段为实际过程的最后阶段;若状态转移方向与实际运动方向相反,则最末阶段为实际过程的最前阶段。

当 $n = N = 4$ 时

$$f_4^*(8) = L(s_4, d_4) = L(8, 10) = 380$$

$$f_4^*(9) = L(s_4, d_4) = L(9, 10) = 280$$

由于本例终值唯一,只有一个用水地点,故最末阶段($n = 4$)不须择优,为无决策阶段。

阶段 4 的择优方程可归纳为

$$f_4^*(s_4) = \min_{d_4} \{L(s_4, d_4)\} \quad (7-1-1)$$

当 $n = 3$ 时

$$f_3^*(5) = \min \begin{Bmatrix} L(5, 8) + f_4^*(8) \\ L(5, 9) + f_4^*(9) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 210 + 380 \\ 230 + 280 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 590 \\ 510 \end{Bmatrix} = 510$$

以上计算说明,由中转点 5 到用水地点 10 的最小费用为 510,其输水路线是 $5 \rightarrow 9 \rightarrow 10$,相应的最优决策为 $d_3(5) = 9$ 。

$$f_3^*(6) = \min \begin{Bmatrix} L(6, 8) + f_4^*(8) \\ L(6, 9) + f_4^*(9) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 350 + 380 \\ 380 + 280 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 730 \\ 660 \end{Bmatrix} = 660$$

由中转点 6 到用水地点 10 的最小费用为 660,其最优输水路线是 $6 \rightarrow 9 \rightarrow 10$,相应的最优决策为 $d_3(6) = 9$ 。

$$f_3^*(7) = \min \begin{Bmatrix} L(7, 8) + f_4^*(8) \\ L(7, 9) + f_4^*(9) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 290 + 380 \\ 400 + 280 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 670 \\ 680 \end{Bmatrix} = 670$$

由中转点 7 到用水地点 10 的最小费用为 670,其最优输水路线为 $7 \rightarrow 8 \rightarrow 10$,相应的最优决策为 $d_3(7) = 8$ 。

阶段 3 的择优方程归纳为

$$f_3^*(s_3) = \min_{d_3} \{L(s_3, d_3) + f_4^*(s_4)\} \quad (7-1-2)$$

当 $n = 2$ 时

$$f_2^*(2) = \min \begin{Bmatrix} L(2, 5) + f_3^*(5) \\ L(2, 6) + f_3^*(6) \\ L(2, 7) + f_3^*(7) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 320 + 510 \\ 350 + 660 \\ 400 + 670 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 830 \\ 1010 \\ 1070 \end{Bmatrix} = 830$$

由中转点 2 到用水地点 10 的最小费用为 830, 其最优输水路线为 2→5→9→10, 相应的最优决策为 $d_2(2) = 5$ 。

$$f_2^*(3) = \min \begin{Bmatrix} L(3,5) + f_3^*(5) \\ L(3,6) + f_3^*(6) \\ L(3,7) + f_3^*(7) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 350 + 510 \\ 280 + 660 \\ 410 + 670 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 860 \\ 940 \\ 1080 \end{Bmatrix} = 860$$

由中转点 3 到用水地点 10 的最小费用为 860, 其最优输水路线为 3→5→9→10, 相应的最优决策为 $d_2(3) = 5$ 。

$$f_2^*(4) = \min \begin{Bmatrix} L(4,5) + f_3^*(5) \\ L(4,6) + f_3^*(6) \\ L(4,7) + f_3^*(7) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 300 + 510 \\ 250 + 660 \\ 200 + 670 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 810 \\ 910 \\ 870 \end{Bmatrix} = 810$$

由中转点 4 到用水地点 10 的最小费用为 810, 其最优输水路线为 4→5→9→10, 相应的最优决策为 $d_2(4) = 5$ 。

阶段 2 的择优方程可归纳为:

$$f_2^*(s_2) = \min_{d_2} \{ L(s_2, d_2) + f_3^*(s_3) \} \quad (7-1-3)$$

当 $n = 1$ 时

$$f_1^*(1) = \min \begin{Bmatrix} L(1,2) + f_2^*(2) \\ L(1,3) + f_2^*(3) \\ L(1,4) + f_2^*(4) \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 300 + 830 \\ 200 + 860 \\ 350 + 810 \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 1130 \\ 1060 \\ 1160 \end{Bmatrix} = 1060$$

以上计算说明, 由水源 1 到用水地点 10 的最小总费用为 1060, 其最优输水路线为 1→3→5→9→10, 相应的最优决策为 $d_1(1) = 3$ 。

阶段 1 的择优方程可写成通式为

$$f_1^*(s_1) = \min_{d_1} \{ L(s_1, d_1) + f_2^*(s_2) \} \quad (7-1-4)$$

上述各阶段的择优计算方程式(5-1)~(5-4), 可以归纳为

$$\begin{cases} f_n^*(s_n) = \min_{d_n \in D_n} \{ L(s_n, d_n) + f_{n+1}^*(s_{n+1}) \} & (n = 1, 2, \dots, N-1) \\ f_N^*(s_N) = \min_{d_N \in D_N} \{ L(s_N, d_N) \} & (n = N) \end{cases} \quad (7-1-5)$$

这就是反映动态规划递推关系的基本方程, 通常称为递推方程。

由本例可以看出, 用动态规划法求解的问题, 必须具备以下特点: ①所研究的系统能划分成若干个阶段(或步骤); ②每个阶段都能做出决策; ③相邻两个阶段的状态能够转移, 这种转移是通过使用某一决策而实现的。所以动态规划是既把整个过程分为若干阶段, 又要考虑相邻两阶段之间关系的一种方法。