

网络法施工管理

〔美〕H·N·阿尤加 著

袁子仁 袁 宁 译

阎继成 袁 丁

鲁 戈 蔡秉乾 校



中国建筑工业出版社

网络法施工管理

〔美〕H·N·阿尤加 著

袁子仁 袁 宁 译

阎继成 袁 丁

鲁 戈 蔡秉乾 校

中国建筑工业出版社

本书紧密结合工程项目管理论述了网络技术的实际应用。除介绍关键路线法、优先法、计划评审法、图形评审法等网络技术的原理、网络图的绘制和计算方法外, 主要内容包括工程项目网络计划的物质、经济和财务可行性, 最优化, 实施、反馈和控制, 计算机技术的应用, 并完整地介绍了一个工程实例。各章后附有习题。本书避开了烦琐的数学和理论推导, 而着重于实用, 除供建筑施工管理人员阅读外, 也适于大专院校有关专业师生参考。

Construction performance control by networks

H.N.Ahuja

1976, John Wiley & Sons, Inc.

• • •

网络法施工管理

〔美〕H·N·阿尤加 著

袁子仁 袁 宁 译
阎继成 袁 丁

鲁 戈 蔡秉乾 校

•

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省固安县印刷厂印刷

•

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 25¹/₂插页: 3字数: 608千字

1987年8月第一版 1987年8月第一次印刷

印刷: 1—10,750册 定价: 4.40元

统一书号: 15040·5257

译 序

现代建筑工程的特点是规模庞大而复杂，且对施工期限和投产使用提出严格的要求。为了对建筑工程的实际完成情况实行计划与控制，需要有一种通用而有效的方法与步骤。网络方法正是适应这一要求而在建筑业中获得广泛采用的。

本书介绍了各种网络方法，详细地讨论了关键路线法在建筑施工管理中的应用，并用这种网络对工程项目实行全面的计划管理，其中包括进度计划及其控制、设备选择、轮班组织、工时研究、预算控制、成本控制和财物控制，等等。

本书著者是加拿大建筑工业管理自动化的创始人，富有实践经验。因此，本书比较全面地叙述计算机在建筑工程中的应用和网络方法的理论、计算和步骤。

本书是面向广大实践工作者的，但对国民经济各部门的计划管理人员以及大专院校有关专业的师生，均有参考价值。限于我们的水平，译文难免有错和不妥之处，望读者指正为盼。

译者

1986年8月

目 录

缩略语

第一篇 问题的论述

第一章 概念.....	3
1-1 为什么需要计划和控制.....	3
1-2 计划方法的历史发展.....	5
1-3 系统方法的发展.....	6
1-4 系统设计与工程计划及控制的比较.....	8
1-5 计划工作中问题的论述.....	10
1-6 本书的结构.....	11

第二篇 网络计划方法

第二章 关键路线络网.....	15
2-1 作业与顺序.....	15
2-2 作业的定位与标志.....	16
2-3 作业持续时间.....	18
2-4 事件时间.....	19
2-5 作业时间.....	20
2-6 时差：开工和完工时差.....	27
2-7 时差：总时差、机动时差、独立时差和保险时差.....	22
第三章 关键路线分析.....	30
3-1 关键作业.....	30
3-2 时差的利用.....	31
3-3 在搭接作业中虚作业的使用.....	32
3-4 作业规模.....	34
3-5 日历日期的计算.....	34
3-6 开工和完工时间.....	35
3-7 作业进度计划.....	36
3-8 CPM条形图.....	38
第四章 优先网络.....	45
4-1 何时使用 优先法.....	45
4-2 优先关系、提前和滞后.....	45
4-3 绘制优先网络.....	46
4-4 顺向推算和逆向推算.....	46
4-5 时差：关键路线分析.....	48
4-6 作业标识码.....	49
4-7 绘制优先网络图.....	50

4-8 举例	50
4-9 关键路线法与优先网络计算的比较	50
4-10 优先网络的价值	53
第五章 计划评审法	56
5-1 历史发展	56
5-2 概率在计划评审法中的应用	56
5-3 方差	57
5-4 工程项目工期	58
5-5 标准差	58
5-6 标准正态分布表的使用	60
5-7 网络计算举例	61
5-8 PERT网络模拟	65
第六章 图形评审法	70
6-1 GERT的典型应用问题	70
6-2 GERT方法	72
6-3 GERT模型与其它网络模型	72
6-4 GERT节点、支路和释放次数	72
6-5 节点类型	74
6-6 支路的描述	75
6-7 建立GERT模型	77
6-8 GERT的基本数据	80
6-9 例题	80
6-10 各种网络方法的比较	84
第七章 计划工作步骤	87
7-1 信息源	87
7-2 工作分解结构(WBS)	87
7-3 组织分析表	89
7-4 路标	90
7-5 子网络	91
7-6 子网络的合并	92
7-7 接口计算	93
7-8 信息分配	95
第八章 网络分析的计算机方法	102
8-1 使用计算机有必要吗	102
8-2 计算机分析的基本方法	102
8-3 进度计划的生成	103
8-4 计算机程序	106
8-5 准则	107
8-6 计算机程序的运行	109
8-7 输出实例	109
第九章 资源和费用估算	113
9-1 信息源	113

9-2	估算步骤	113
9-3	估算误差	118
9-4	费用分解	119
9-5	费率表	121
9-6	行业费用项目	123
9-7	编码	123
9-8	计算机处理	125

第三篇 可行性

第十章	资源分配	129
10-1	网络计划的物质可行性	129
10-2	无限资源	129
10-3	最早和最迟开工时间的解法	130
10-4	资源动态图的比较	131
10-5	有限资源的分配	131
10-6	串联法和并联法	131
10-7	固定资源解法(串联法)	132
10-8	举例	132
10-9	固定工程项目工期解法(串联法)	135
10-10	全关键作业方案	136
10-11	固定资源解法(并联法)	136
10-12	举例	137
10-13	无限制多种资源的分配	138
10-14	最早和最迟开工时间解法(多种资源)	139
10-15	使用并联法分配固定的多种资源	139
10-16	固定工程项目工期解法(多种资源)	141
10-17	多个工程项目的资源分配问题	141
10-18	优先规则的其它准则	143
10-19	最佳资源分配法	145
10-20	其它应用领域	146
10-21	计算机辅助资源分配	146
第十一章	资源调整	154
11-1	调整方法	154
11-2	资源变化最小化的基本原理	156
11-3	网络计划的最优资源平衡	158
11-4	大型网络的直接推理算法	164
11-5	计算机处理	169
第十二章	劳动力进度计划	171
12-1	循环进度计划	171
12-2	步骤	171
12-3	均匀分布的进度计划(EDS)	175
12-4	均匀分布的进度计划举例	175

12-5 非均匀分布的进度计划 (UDS) 举例	177
12-6 计算机处理	181
第十三章 供应进度计划	183
13-1 承包单元的供应进度计划	183
13-2 材料供应目标	183
13-3 输入要求	184
13-4 输出——材料供应进度计划	186
13-5 补充库存输出	188
13-6 优点	189
13-7 计算机程序	190
第十四章 设备获得方式 (租赁、购买或租借)	192
14-1 设备选择	192
14-2 设备获得方式的经济性比较	192
14-3 现金购买应考虑的因素	195
14-4 租赁应考虑的因素	198
14-5 租借应考虑的因素	199
14-6 选择设备获得方式的方法	200
14-7 设备更新	203
14-8 举例	203
14-9 研究期	204
第十五章 网络的压缩和延伸	206
15-1 时间与费用的关系	203
15-2 费用-时间曲线	206
15-3 举例	209
15-4 放慢	210
15-5 关键性原理	210
15-6 缩短工程项目工期的方法	211
15-7 关键性原理的应用举例	212
第十六章 线性规划模型	218
16-1 线性规划	218
16-2 应用上述模型的方法	220
16-3 举例	222
16-4 计算机程序	224
16-5 计算机解法	225
第十七章 施工方法的选择	230
17-1 方案比较法	230
17-2 价值工程分析	232
17-3 模拟	233
17-4 用GPSS模拟 (举例)	234
17-5 时间研究	239
17-6 工艺过程图	241
17-7 作业抽样	243

17-8 班组图.....245

第十八章 现金流.....247

18-1 财务可行性的类型.....247

18-2 流入与流出.....247

18-3 收益、收入、支出与付款图.....248

18-4 举例.....250

18-5 业主的现金流.....257

18-6 多个工程项目和公司的现金流.....258

18-7 筹款费用最小化.....259

第四篇 最优化

第十九章 最优工程计划的选择.....267

19-1 初始计划.....267

19-2 调研计划.....268

19-3 控制计划工作.....270

19-4 最优化.....273

第五篇 实施、反馈与控制

第二十章 工程计划的实施.....279

20-1 实施准备.....279

20-2 详细计划.....280

20-3 实施的阻力.....282

20-4 管理部门对计划的支持.....284

第二十一章 工程项目的反馈和控制.....286

21-1 影响工程项目目标的因素.....286

21-2 工程项目的控制方法.....287

21-3 工程项目控制的数据收集.....288

21-4 进度报告.....289

21-5 人工费用.....292

21-6 设备费用.....294

21-7 材料费用.....295

21-8 固定总价合同费用.....297

21-9 其它费用.....297

21-10 管理费用.....298

21-11 变更通知.....298

21-12 修正后的进度报告与分析.....298

21-13 劳动力报告.....300

21-14 设备报告.....302

21-15 材料报告.....302

21-16 固定总价合同报告.....302

21-17 其它费用报告.....303

21-18 管理费用报告	304
21-19 变更通知的控制报告	304
21-20 行业成本项目	305
21-21 工程项目状况报告	306
21-22 各个阶段的成本控制	311
21-23 小结	312
21-24 历史数据	313
第二十二章 业主财务控制	316
22-1 工程项目估算的控制	316
22-2 财务控制方法	318
22-3 工程项目帐户	319
22-4 公司帐户	325
第二十三章 修正措施	329
23-1 工程完成情况的分析步骤	329
23-2 敏感度分析	331
23-3 劳动力费用分析	332
23-4 材料费用分析	334
23-5 设备费用分析	335
23-6 管理费用分析	336
23-7 其它原因	338
第二十四章 索赔	340
24-1 合同和变更	340
24-2 发生索赔的原因	342
24-3 防止索赔	344
24-4 索赔文件	346
24-5 仲裁	347
第二十五章 综合计算机控制系统	349
25-1 建筑工业的数据处理	349
25-2 综合计算机控制系统的概念	350
25-3 综合计算机系统模型	350
25-4 综合计算机控制系统的应用	353
25-5 计算机的位置和结构体系	354

第六篇 案例研究

第二十六章 邱吉尔瀑布工程	359
26-1 概况描述	359
26-2 组织机构	361
26-3 初始计划	363
26-4 调研计划	363
26-5 控制计划	364
26-6 详细计划	366
26-7 实施、反馈和控制	366

20-8 试运行.....368

附录 I 概率和利息表.....370

附录 II 成本分析表.....375

附录 III 说明书式样.....388

附录 IV 选择合同类型的指南.....392

参考文献.....3.0

缩 略 语

ACB	阿克列斯·加拿大贝契尔公司
CFLCO	邱吉尔瀑布(拉布拉多)公司
CPM	关键路线法
EDS	均匀分配进度计划
PMS	IBM/370工程项目管理系统
GPSS	通用模拟系统
GERT	图形评审法
OAT	组织分析表
RT	费率表
CAT	费用(成本)分析表
IAT	信息分析表
UDS	非均匀分布
WBS	工作分解结构
PERT	计划评审法

第一篇

问题的论述

Figure 1 consists of four sub-graphs labeled (a) through (d), each showing the percentage of correct responses over 10 trials for different initial correct percentages. The y-axis for all graphs is 'PERCENT CORRECT' ranging from 0 to 100. The x-axis is 'TRIAL' ranging from 1 to 10.

- (a) 100% correct: The curve starts at 0% on trial 1 and rises sharply to 100% by trial 4, remaining at 100% through trial 10.
- (b) 75% correct: The curve starts at 0% on trial 1, rises to approximately 75% by trial 3, and reaches 100% by trial 6.
- (c) 50% correct: The curve starts at 0% on trial 1, rises to approximately 50% by trial 3, and reaches 100% by trial 8.
- (d) 25% correct: The curve starts at 0% on trial 1, rises to approximately 25% by trial 3, and reaches 100% by trial 10.

第一章 概 念

要承担一项没有以往经验的新工程项目，就有必要将工程项目的全部作业具体形象化，将这些作业按适当的顺序加以安排，取得熟悉每一作业的信心，掌握完成每一作业的诀窍和措施，并且确信为完成每一作业所设想的方法是最经济的方法。这种信心，只有通过系统的计划工作才能取得。但是，许多人由于过于自信，不愿花气力去制定计划。结果，他们只能依赖于直觉的管理方式，屡次弄得手忙脚乱，经常达不到施工标准效益。他们的目标天天变化，这生动地说明不实行工程计划是何种状况。

如果一个人对某个工程项目确实十分了解，而且工程项目规模又很小，只要靠脑袋即可安排施工，而无需拟定正式计划，那么，他就有理由把制定计划的时间节省下来，把它用于组织和协调工作。但是有几个工程项目的规模能如此之小呢？实际上，工程项目变得日益复杂。寻求竞争性工作的工程师很快就会发现，他所负责的工程项目需要有高超的计划技巧。

1-1 为什么需要计划和控制

现在出现了一种面向工程项目的经济学。大多数工作都是当作一个工程项目来完成的。这就是说要规定出待建的设施或要达到的目标，然后作出努力在一定时间和费用参数范围内达到这些目标。有时，即使是加工工业中的工程项目，例如一个在一定时间内按给定预算将产量提高到指定水平的项目，也要制定计划。

工程项目的一方面是规模和复杂性随着技术的进步而持续增加。由于工程的复杂性，就有必要实行专业化。而因每个专业人员都有自己的行话，所以专业化会妨碍交流意见。例如，某个工厂的工程项目可能涉及几种专业人员，如结构、施工、机械、电气、采暖通风、卫生、安全、生产和系统工程等专业的工程师。每个专业人员负责自己的专业技术，都有自己的观点和对工程项目的不同想法。必须找到某种便于交流意见的方法，使每个专业人员都为同一组工程项目目标而工作。项目经理可能与他的同事们不同，他强调的是时间、费用、质量和信誉方面。只有使用工程项目计划，项目经理才能把他所强调的这些方面传达给他的工作人员。

工程项目的另一方面是按时完工显得日益重要。如果一个公司力图在竞争对手将某种产品投入市场以前研制出同样的产品，那么这个公司就必须按时完成计划。否则，它甚至会丢失现有的市场。今天，使用现代计算机来完成工程设计要比十年前快得多。因此，许多公司可以缩短设计周期，将更多的工程设计很快地投入市场，从而增加了计划和进度安排的必要性。尽早提出设计，以增强其占领市场的潜力，这一要求使得拟定完善的计划变得十分重要。

由于资源有限，最大限度利用资源特别重要。为了最优使用有限的资源，必须有效地编制工程项目计划。只有这样，才能使目前的工程项目变得经济，并进一步使公司的其他工程项目达到更加经济。

还有投资费用问题。如果工程项目不投产，任何人都不会承受住投资利润的损失。为此，要设法尽早地使投资形成生产能力。这就要十分强调制定日程计划上，并力求达到目标。

由于支出增加，技术复杂，物价上涨，周期长，增加了建筑工程项目的风险因素。大型工程项目的财务人员不仅需要技术可行性报告，而且还要求有正式的进度计划和可靠的预算，使管理部门能据以经济地执行和控制各项作业。实际上，财务人员要求有一个可行的计划。

施工图纸必须事先提交并经过批准。必须安排材料的发放。当进行技术复杂的工程项目时，各种材料要由有关部门进行测试，材料加工过程要由专家进行检查。许多作业的开工都取决于施工图纸是否已批准，材料是否已到场，有关测试和检查是否已完成。通过严格的计划工作，可以安排好这些事件的日程，而不致拖长工期，增加费用。

环境条件也影响一个工程计划。例如，天气严寒会拖延工程项目的进度。同样，材料交付延期也会破坏进度计划。在这种情况下，就要不断进行计划调整。还要估计无法预料的紧急情形所产生的后果。这就是动态规划，意即结合实际情况的变化来修改原有计划，并使用它来找出能满足任何情况的解答。只有制定了计划，才能修正计划，并预计其结果。

管理部门必须收集信息，作出决策。由于工程项目的复杂性和规模不断增大，信息量也大大增加。所以，在实际中必须进行“例外管理”。例外管理的前提是要有规定目标的计划，针对这些计划目标就可以衡量实际完成情况。如果实际完成情况符合计划规定的标准，就不须向管理部门报告，而只要上报那些需要管理部门进行决策的因素就行了。

小组的效率取决于各个成员所做的贡献。计划给小组成员提出了统一目标。这种统一的目标使小组成员的效率提高，从而导致小组的产量提高。因此，计划工作是提高生产率所必需的。

必须制定工程计划的另一因素是施工人员的流动性。在完成工程项目之前，熟悉工作的人们往往就离开了。为工作而调入新人比使用熟悉工作的人花费要高。基本原因是新来的人在取得必要的知识和经验，能高效地工作之前，工作进展很慢。有了计划，就有了连续性，从而缩短了新来的人的学习周期。

还可以从另一角度来考虑计划的必要性。工程项目只执行一次，每个项目经理都喜欢声称自己是以最高效率完成该项目的。但应有事实来证实他所说的话。为了证明自己所称的这一情况，不仅要有一个计划，而且要证实这个计划是可能的最佳计划。如果工作是按该计划进行的，那么，关于工程项目按最高效率完成的断言才能成立。

为计划而计划是没有意义的。计划的价值在于实施。进度是按计划目标来衡量的，进度和费用的偏差也是按计划目标来纠正的。如果纠正措施还无法使工程项目在限额内完成，那就要修改计划。要通过控制功能，使工程项目保持在进度计划和预算范围内完成。这种控制即使不比初始计划重要，至少和初始计划一样重要。

1-2 计划方法的历史发展

实际上，每一个建筑工程项目都相当复杂。因此，必须将其细节和内部联系记录在文件上，而不能只记在计划人员的脑子里。在形成计划前，就应建立工程项目的某种“文件模型”，以使计划的结果能为其它人所了解，并用它作为评价工作进度和控制工作进程的依据。以往半个世纪，条形图就起着这种作用。

大型复杂的工程项目有数百项甚至数千项作业。管理人员不可能掌握每项作业和各项作业的许多细节，而只须监视某些目标或路标即可。为此要把这种路标标注到条形图上。图1-1表示出房屋建筑的简化条形图的三个三角路标：（1）浇注混凝土；（2）安置桁架；（3）完工。在讨论更严密的方法之前，这是在制定条形图时必须完成的一步。条形图不能提供合适的工程项目模型，因为它没有表示出不同作业之间的相互联系。在条形图中，一个工程项目可以十分粗略地分解成几部分任务，而表示任务的线条在时间上可以自由搭接。

工程项目分解的粗细程度必须使得每项作业在下一作业开始前完成。如果一项任务在另一任务部分完成时即可开始，那么先行任务必须进一步分解。这一要求给条形图引入了

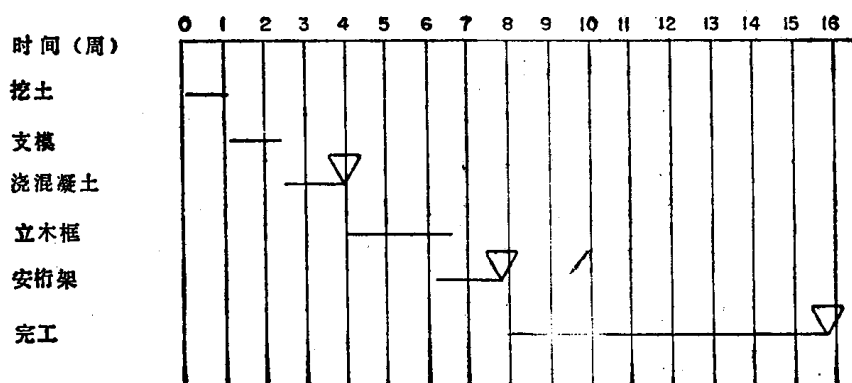


图 1-1

一些限制条件，如图1-2所示。计划人员使用这些限制条件可以进行更细致的分析，制定出更好的计划和进度安排。

为缩短工程项目的工期，有必要问一问，能否减少某项作业的持续时间？能否更改某些作业的顺序？当实际完成情况偏离初始进度计划时，许多“后续”任务就要受影响。引用限制条件后，就能更容易地对照计划来评价进度并预计对“后续”作业的影响。有限制条件的条形图，就很接近目前所讲的严密的网络图。

为了及时、经济地完成并控制工程项目，还要使用一些其他工具：

- 1、劳动力计划，它说明每一工种工人的需要量；
- 2、材料计划，它给出编制施工图、批准施工图及样品、开始制造、发货、验收和使用等的最后限期；
- 3、设备计划，表示需要租赁、租借或购置的各种设备的规格和型号；
- 4、财务计划，表示收入和支出；
- 5、S曲线，表示按时标绘制的预计完成和实际累计完成的百分比。