

计划协调技术

陶家渠 编 著

JIHUAXIETIAOJISHU

JIHUAXIETIAOJISHU

JIHUAXIETIAOJISHU

JIHUAXIETIAOJISHU

JIHUAXIETIAOJISHU

内 容 简 介

计划协调技术是系统工程的一项技术，是一种新的计划管理的科学方法。

本书较系统地介绍了计划协调技术的原理、方法和应用，共分六章，主要是：概论；计划协调技术的原理和计算；作图技术；计算机计算的基本程序和定理；组织管理体制和计划流程图的最优化。

本书可供从事系统工程、总体设计、计划管理和技术管理的工作人员以及高等院校有关专业的师生阅读参考之用。处于不同工作岗位的领导干部、工程技术人员、管理人员和军事参谋人员可根据自己工作的需要选读有关章节。

计 划 协 调 技 术

陶家渠 编著

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 6¹/₂ 162 千字

1982年7月第一版 1982年7月第一次印刷 印数：0,001—7,3

统一书号：15034·2329 定价：0.84元

序

为把我国建设成一个具有现代农业、现代工业、现代国防和现代科学技术的伟大的社会主义强国，科学地组织与管理是一个十分重要的环节。制定好计划并组织好计划的实施又是组织管理工作的核心。计划协调技术正是为此目的而提供的一种新的计划管理的科学方法，它是系统工程的一项技术。

这项管理技术应用的范围相当宽广，诸如船舶制造，建筑工程，水利工程，各类基本建设，各种产品的试制和试验，生产线的组织，部队的训练和作战指挥，飞机、电子计算机、人造卫星、导弹和核武器的研制，甚至戏剧排演，料理日常事务等等，不论任务的规模大小，均可采用。目前，我国已有不少部门和单位在工作中相继采用这一新的管理技术，取得了显著效果。所以，计划协调技术的推广应用，对我国四个现代化的早日实现，必将起到一定的促进作用。

本书分六章。第一章概论，介绍了计划协调技术的作用、效果和推广应用的方法步骤；第二章阐述计划协调技术的原理、技术术语和计算方法；第三章详细介绍各种流程图的作图技术和表示方法；第四章叙述电子计算机基本计算程序和运算方法；第五章介绍新管理方法下的组织体制和表报制度；最后一章阐述计划流程图的时间、人财物资源和流程的最优化原理、方法和实例。

为满足从事系统工程、总体设计、计划管理和技术管理的工作人员以及高等院校系统工程、工程经济等专业的师生阅读参考，又能适应不同工作岗位的领导干部、工程技术人员、管理人员和军事参谋人员选读有关章节的需要，所以本书文字力求通俗易懂，原理阐述明确，方法步骤交代清楚。对于书中一些牵涉到概率论

IV

的地方，如读者一时无暇研究探讨，只需记其公式结果，不影响对全书的阅读和应用。

由于水平所限，书中一定有一些不妥当和错误的地方，请批评指正。

在本书写作过程中，王寿云同志给予了许多有益的帮助，有关领导和同志给予了多方支持，特在此向他们表示衷心感谢。

目 录

符号表	1
第一章 概论	6
1.1 引言	6
1.2 采用计划协调技术的效果	7
1.3 推广计划协调技术的几个问题	8
第二章 计划协调技术的原理和计算	10
2.1 计划协调技术的要素：任务、流程、工作、事项	10
2.1.1 任务	10
2.1.2 任务的可分性——分任务和工作	10
2.1.3 工作的流程特性	11
2.1.4 事项	12
2.1.4.1 事项的瞬时性和衔接性	13
2.1.4.2 事项的易检性	13
2.1.4.3 事项和工作的符号表示	14
2.1.5 工作流程图	15
2.1.5.1 工作流程图示例	15
2.1.5.2 工作流程图的连续性	17
2.1.5.3 工作流程图的不可逆性	17
2.1.6 线	19
2.2 工作完成周期的估算	20
2.3 计划流程图参数计算	23
2.3.1 事项的预计最早实现日期、任务的预计完成日期	23
2.3.2 紧急线	24
2.3.3 事项的预计最迟实现日期	25
2.3.4 工作的预计最早开始日期和工作的预计最早结束日期	26
2.3.5 工作的预计最迟开始日期和工作的预计最迟结束日期	28
2.3.6 线 L 的总富裕时间	37

2.3.7 事项的机动时间	32
2.3.8 工作的富裕时间	32
2.3.8.1 工作 $(i-j)$ 的先紧后紧富裕时间 $S_{JJ}(i-j)$	34
2.3.8.2 工作 $(i-j)$ 的先紧后松富裕时间 $S_{JS}(i-j)$	35
2.3.8.3 工作 $(i-j)$ 的先松后紧富裕时间 $S_{SJ}(i-j)$	38
2.3.8.4 工作 $(i-j)$ 的先松后松富裕时间 $S_{SS}(i-j)$	40
2.3.8.5 四种富裕时间的比较	42
2.3.8.6 工作的富裕时间和线的总富裕时间的关系	43
2.3.9 工作的富裕率 $\eta_F(i-j)$	46
2.3.10 任务在指定日期完成的概率与事项 (i) 在指定日期 实现的概率	46
2.3.11 计划的难易系数	48
2.3.12 事项 (i) 无机动时间的概率	50
2.3.13 工作 $(i-j)$ 的无富裕时间的概率	52
第三章 作图技术	53
3.1 流程图分类	53
3.2 流程图等效法	54
3.3 作图技巧	56
3.3.1 工作和事项	56
3.3.2 虚工作	56
3.3.3 平行工作画法	57
3.3.4 反复过程画法	58
3.3.5 衍生工作画法	59
3.3.6 交替工作画法	60
3.3.7 孤立事项的处置	61
3.3.8 虚工作的运用	63
3.3.9 作图简化	66
3.3.9.1 消除虚工作	67
3.3.9.2 流程的综合	67
3.3.10 流程图的合成	69
3.3.11 流程图布局	69
3.4 事项编号规则	71
3.5 原始数据表和圆扫提取法	72
3.6 显示技术	75

3.6.1 显示板	75
3.6.2 工作表、事项表的显示	76
3.6.3 作图自动化	76
3.7 流程图Ⅱ型表示法	77
第四章 编排工作顺序表的基本计算程序和定理	81
4.1 引言	81
4.2 线的段数、事项的秩数、工作的秩数和合格流程	82
4.3 计算程序 A	84
4.4 计算程序 $\bar{A}$	89
4.4.1 无限秩和有限秩	89
4.4.2 计算程序 $\bar{A}$	91
4.5 计算程序 C	95
4.5.1 等价类	95
4.5.2 计算程序 C	96
4.6 定理	100
第五章 组织管理体制	105
5.1 引言	105
5.2 工作表、工作报告单、事项表、事项通知单	105
5.3 管理程序	114
5.3.1 工作表和工作报告单的管理程序	114
5.3.2 事项表和事项通知单的管理程序	117
5.4 调度单	119
5.5 调度会议	120
5.6 计划的制定和执行	120
5.7 管理机构的职责	121
5.7.1 任务总负责人	121
5.7.2 任务分析组	122
5.7.3 计划协调技术组	122
5.7.4 数据处理组	123
5.7.5 工作承担单位和事项负责单位的计划协调技术人员(组)	124
5.8 邮电系统	124

5.9 电子计算机	124
第六章 计划流程图的最优化	126
6.1 计划流程图的最优化	126
6.2 计划流程图的时间最优化	127
6.2.1 检查工作完成周期的估计	127
6.2.2 把串联作业改为平行作业或交叉作业	128
6.2.3 通过增加资源的办法缩短工作周期	131
6.2.4 把非紧急工作上的资源调剂到届时紧急工作上去	132
6.2.5 资源不足时, 任务周期推迟的时间最优化	140
6.2.5.1 单需量和单供量	140
6.2.5.2 最小推迟原理	141
6.2.5.3 资源安排法	142
6.3 计划流程图的资源最优化	143
6.3.1 资源的均衡利用	143
6.3.1.1 方差和峰差	144
6.3.1.2 工作移动效果判别	145
6.3.1.3 工作可移条件	149
6.3.2 合理运用富裕时间, 促使资源均衡利用	149
6.3.3 运用某些工作的可累计性, 促使资源均衡利用	151
6.3.3.1 可累计工作及其可累计性	151
6.3.3.2 运用可累计工作的可累计性, 促使资源均衡利用	153
6.3.4 费用优效	163
6.3.4.1 周期和费用	163
6.3.4.2 多重紧急线段	166
6.3.4.3 直接费用的费用优效原理	166
6.4 流程图的流程最优化	176
6.4.1 n 件具有 m 道工序的产品的加工问题	176
6.4.2 组织参观问题	184
附表: 求任务在指定日期 T_s 完成的概率 $P_{Ts}(z)$ —— 拉普拉斯函数表	197

符 号 表

$E(o)$	事项 (o)	最初事项
$E(z)$	事项 (z)	最终事项
$E(i)$	事项 (i)	
$E(i)-E(j)$	工作 (i-j)	
L	线	
$XL(i)$	事项 (i) 的先行线、工作 (i-j) 的先行线	
$HL(j)$	事项 (j) 的后继线、工作 (i-j) 的后继线	
$t_e(i-j)$	工作 (i-j) 的预计完成周期	
$\sigma^2(i-j)$	工作 (i-j) 完成周期的方差	
ξ	随机变数	
$M\xi$	随机变数 ξ 的数学期望值	
$D\xi$	随机变数 ξ 的方差	
P_i	工作完成周期取 t_i 值的概率	
$\varphi(t)$	工作所需完成周期的概率分布密度	
$t(L)$	线 L 的预计完成周期	
$\sigma^2(L)$	线 L 完成周期的方差	
a	最短周期	
m	最可能周期	
b	最长周期	
$T(o)$	最初事项 (o) 的开始日期	
$T_a(i)$	事项 (i) 的预计最早实现	

	日期
$t_a(i)$	事项 (i) 的预计最早实现时刻
$T(z)$	任务的预计完成日期
$t(z)$	任务的预计完成时刻
$t(i-j)$	工作 (i-j) 的预计完成周期
$JL(z)$	紧急线
$T_c(i)$	事项 (i) 的预计最迟实现日期
$t_c(i)$	事项 (i) 的预计最迟实现时刻
$T_{ao}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早开始日期
$t_{ao}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早开始时刻
$T_{az}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早结束日期
$t_{az}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早结束时刻
$T_{az}^*(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早准结束日期
$t_{az}^*(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最早准结束时刻
$T_{oz}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最迟结束日期
$t_{oz}(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最迟结束时刻
$T_{co}^*(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最迟准开始日期
$t_{co}^*(i-j)$	工作 (i-j) 的预计最迟准开始时刻

$T_{eo}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的预计最迟开始日期
$t_{eo}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的预计最迟开始时刻
$S(L)$	线 L 的总富裕时间
$S(i)$	事项 (i) 的机动时间
$S_{JJ}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的先紧后紧富裕时间, 也称大富裕时间
$S_{JS}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的先紧后松富裕时间
$S_{SJ}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的先松后紧富裕时间
$S_{SS}(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的先松后松富裕时间
$\Delta S_{JS}, \Delta S_{SJ}$	谦让时间
$\eta_F(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的富裕率
T_s	人为的指定日期
$P_{TS}(z)$	任务在指定日期完成的概率
Φ	拉普拉斯函数
$P_{TS}(i)$	事项 (i) 在指定日期实现的概率
δ	难易系数
$P_w(i)$	事项 (i) 无机动时间的概率
$P_Y(i)$	事项 (i) 有机动时间的概率
$P_w(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的无富裕时间的概率
$P_Y(i-j)$	工作 $(i-j)$ 的有富裕时间的概率
r	秩

$r[E(i)]$	事项 (i) 的秩
$r[E(i)-E(j)]$ 、 $r[i-j]$	工作 (i-j) 的秩
$p.r.$	临时秩
$c.r.$	补秩
$p.c.r.$	临时补秩
$R[E(n_i)]$	事项 (n_i) 的等价类
$\hat{w}(t)$	任务对某资源的单需量
$\overline{\overline{W}}(t)$ 、 $\overline{\overline{W}}$	某资源能为本任务提供的单供量
$w(i-j)$	工作 (i-j) 对某资源的单需量
$q(i-j)$	工作 (i-j) 对某资源的总需量
Q	任务对某资源的总需量
$\hat{T}_e$	能充分供应资源的情况下, 任务的预计完成周期
$\overline{\overline{T}}_e$	资源理想均衡情况下, 任务的预计完成周期
$\tilde{T}_e$	在资源有限的情况下, 任务优化后的预计完成周期
$\Delta T(i-j, k-l)$	工作 (k-l) 推迟到工作 (i-j) 之后, 预计最迟结束时刻推迟量
$\overline{w}$	任务对某资源的平均单需量
σ_w^2	资源利用不均衡的方差
d_w	资源利用不均衡的峰差
$\Delta \sigma_w^2$	工作推迟 m 个单位时间, 资源利用不均衡方差的增量
Δ_n	资源利用不均衡的方差增量的

判别因子

- $\Delta_{(r < q)}$ 总判别因子（工作的开始时刻推迟到 t_r 时刻，但此时刻仍在工作结束时刻 t_q 之前）
- $\Delta_{(r \geq q)}$ 总判别因子（工作的开始时刻推迟到工作结束时刻 t_q 之后）

t_0 常用期

C_0 常用费

t_i 第 i 次速成期

C_i 第 i 次速成费

t_m 速成期

C_m 速成费、最终速成费

$t_{\bar{i}}$ 第 i 次缓成期

$C_{\bar{i}}$ 第 i 次缓成费

g 期费率

第一章 概 论

1.1 引 言

如所周知，科学、技术和管理三者是推动现代经济发展的主要力量，因此，要把我国早日建成四个现代化的社会主义强国，在社会的生产经济活动中，科学地组织管理是不容忽视的一个重要方面，而制定好计划并组织好计划的实施乃是组织管理工作的核心。

计划协调技术正是为此目的而提供的一种新的计划管理的科学方法。它是将构成任务目标的所有工作事项，按其相互间技术上和组织上的各种时序联系和逻辑联系组成统一的计划流程图，然后运用数学方法对计划流程图中各环节进行分析、预测，分清主次，明确关键，寻求资源利用的最优方案，并在计划的编制和实施过程中随时进行调整的一种组织管理技术。

这种技术在美国称为 PERT，是一九五八年底在研制北极星导弹核潜艇武器系统时首次应用。

我国是一九六二年在钱学森同志倡导和支持下开始的。一九六三年在研制一台电子计算机的任务中采用了这种新的计划管理技术，取得了明显效果。在另一台计算机的辅助管理下，新研制的计算机的整机正确性调试用了不到一个月时间，磁芯存贮器调试工作做到一次加电通过，整个研制任务提前完成，机器性能稳定可靠。这样，不但为一般工程，也为在大型系统工程中推广应用计划协调技术创造了一个良好的开端。

目前，计划协调技术已在不少部门和单位推广应用。由于这项管理方法效果好又易于掌握，既能建立和健全岗位责任制，又

能促进当前许多不合理的管理方法和管理习俗的变革，因此，使得这些单位的组织管理工作水平都获得了明显的提高。

1.2 采用计划协调技术的效果

应用计划协调技术编制和实施计划的部门和单位，由于领导坚持在第一线，建立了集中统一、畅通无阻的指挥调度线和严格的岗位责任制，加上将任务划分较细，工作与工作间的协调关系十分明确，对完成每件工作的周期、所需资源条件和潜力所在等都作了认真仔细的分析计算，而且有条件的单位还采用了电子计算机这个重要技术手段辅助管理，所以在保证任务圆满完成和提高管理水平方面，成绩十分显著。归纳起来，表现在以下一些地方：

(1) 缩短了任务的完成周期，比采用传统计划管理方法可缩短百分之一、二十，甚至三、五十。

(2) 提高了计划管理工作预见性，能及早发现组织管理工作中的问题，防患于未然。同时也使计划工作更加科学严密，特别是对大型复杂任务，能迅速理出头绪，分清主次，抓住关键，寻求最优的组织实施方案，使资源得到最合理的利用，从而大幅度地提高劳动生产率、设备和资金利用率。

(3) 实现了动态计划。随着任务的进展和频繁变化着的客观情况，及时调整现行计划，使整个任务能自始至终地按照优化了的计划组织实施，按期或提前完成。

(4) 使领导者和管理人员胸中有全局，能随时了解和掌握任务的执行情况和存在的问题，便于抓住重点、兼顾一般，推动全盘工作，不断提高工作的预见性、主动性和管理水平。

(5) 计划管理语言严格，工作要求明确，责任分明，有利于贯彻各级岗位责任制，迅速提高工作效率和工作质量。

(6) 能更好地发扬民主，集思广益和贯彻群众路线，促进社会主义劳动竞赛的开展。同时还能使全体人员了解任务的全

局，领会总的布署要求，便于统一思想，统一步调，大力协同地促进总任务的圆满完成。

由此可见，计划协调技术是推动组织管理工作向现代化和科学化迈进的重要手段。其所以有如此大的作用，主要有以下几点原因：（1）对任务的计划管理建立了数学模型——流程图；（2）进行模拟试验，使计划工作有预见性和科学性；（3）实行反馈，能迅速了解情况，使工作中的偏差或变化及时得到调整；（4）寻求最优化，对按不同技术、不同人财物资源、不同进度编制的各种计划实施方案加以分析比较、择优选用。有了以上这些基础，再加上充分运用和发挥现代计算技术和通信技术强有力的辅助作用，因此使计划的组织管理工作发生了质的变化。

必须指出，就计划协调技术的管理方法本身而言，它是在全面建立严格岗位责任制基础上的一个动员群众、组织群众、贯彻群众路线的有力工具。

1.3 推广计划协调技术的几个问题

计划协调技术仅仅是一种科学的组织管理方法，要采用它，就必须加强领导，做好思想工作，建立严格的责任制和集中统一的指挥调度系统。同时，要求管理工作本身深入细致、符合事物的客观规律。

在推广计划协调技术时，可采用短期培训的办法。事先准备好讲稿材料，用五到十天时间，先培养一批能初步应用计划协调技术的骨干，以便正确地指导大家有步骤地转到这种新的管理方法上来。在培训人员中，应有领导同志、业务部门的负责同志和管理人员参加，组成一支推广计划协调技术的队伍。

面上的普及工作十分重要，可以采用讲大课的方式，使大家了解其作用和基本原理，熟悉和掌握专用术语、作图技巧，并认真按岗位责任制和规章制度办事。

由于计划协调技术是一种新的管理技术，故以选择周期较短、

复杂性较小、外部依赖条件较少、却又是比较重要的任务作为试点对象为宜。这样做有利于为各级领导所重视，能较快地得到试点经验，取得对新管理方法全过程的感性认识。实践证明，对于组织领导得力的单位，从确定试点对象到第一次调度会约需二、三周时间，再经过调整体制建立规章制度和一段时间的巩固，就具备了全面推行计划协调技术的条件。

在试点初期，从事推广计划协调技术的管理人员所面临的工作是相当多的。要掌握比过去细得多的情况，要熟悉过去不太熟悉的业务，要制作计划流程图和分析计算，要逐步建立与推行一套新的管理制度。由于是新的管理形式，他们还可能要承担过去是几个人分别承办或由几个管理部门分别办理的业务。特别是在新的管理形式未建立起来之前，工作量一般要增大不少，需要有关方面的关心和支持。

应用计划协调技术进行计划管理时，会出现很多新情况、新问题，而加强领导、及时解决问题是顺利进行试点的重要条件。具体地说，领导同志要自己动手；在培训学习时，要组织好骨干队伍的学习；在试点时，要动员布置，并参加任务分析和流程图的编制；要组织缩短紧急线、寻找最优化方案的研究；要主持定期的调度会议；要调整或改革一些管理机构，并制定一些新的规章制度。这样做后，领导者本身也必能很快地熟悉掌握业务，提高领导水平。