

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2009〕88号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考了有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了《工程网络计划技术规程》JGJ/T 121-99。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 工程网络计划技术应用程序；4. 双代号网络计划；5. 单代号网络计划；6. 网络计划优化；7. 网络计划实施与控制；8. 工程网络计划的计算机应用。

本规程修订的主要技术内容是：1. 增加了“工程网络计划技术应用程序”和“工程网络计划的计算机应用”；2. 将原来的第3章“双代号网络计划”和第5章“双代号时标网络计划”合并成一章“双代号网络计划”；3. 将原来的第4章“单代号网络计划”和第6章“单代号搭接网络计划”合并成“单代号网络计划”。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由江苏中南建筑产业集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送江苏中南建筑产业集团有限责任公司（地址：江苏省海门市上海路899号中南集团1204技术中心，邮政编码：226100）。

本 规 程 主 编 单 位：江苏中南建筑产业集团有限责任公司
东南大学

本 规 程 参 编 单 位：中国建筑科学研究院
重庆大学
湖南大学

上海宝冶集团有限公司

北京建筑大学

北京工程管理科学学会

本规程主要起草人员：董年才 陆惠民 张 军 陈耀钢
陆建忠 侯海泉 丛培经 郭春雨
惠跃荣 曹小琳 潘晓丽 陈大川
胡英明 赵世强 袁秦标 钱益锋
顾春明 徐鹤松 张 雷 陈洪杰
晏金洲 王欧南 王玉恒 董廷旗
裴敬友

本规程主要审查人员：张晋勋 丰景春 王桂玲 霍瑞琴
朱建君 陈 贵 常利传 余湘乐
刘 旭 陈为民 何明星

住房城乡建委专用
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	5
3	工程网络计划技术应用程序	8
3.1	一般规定	8
3.2	应用程序	8
4	双代号网络计划	14
4.1	一般规定	14
4.2	绘图规则	15
4.3	时间参数计算	15
4.4	双代号时标网络计划	18
4.5	关键工作和关键线路	21
5	单代号网络计划	22
5.1	一般规定	22
5.2	绘图规则	23
5.3	时间参数计算	23
5.4	单代号搭接网络计划	26
5.5	关键工作和关键线路	29
6	网络计划优化	30
6.1	一般规定	30
6.2	工期优化	30
6.3	资源优化	31
6.4	工期-费用优化	32
7	网络计划实施与控制	35

7.1 一般规定	35
7.2 网络计划检查	35
7.3 网络计划调整	36
8 工程网络计划的计算机应用	38
8.1 一般规定	38
8.2 计算机软件的基本要求	38
本规程用词说明	39
引用标准名录	40

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	5
3	Engineering Network Planning and Scheduling Techniques	8
3.1	General Requirements	8
3.2	Applying Engineering Network Planning and Scheduling Techniques	8
4	The Activity-on-arrow Network	14
4.1	General Requirements	14
4.2	Rules of Drawing Diagrams	15
4.3	Calculating Time Parameters	15
4.4	Time-scaled Network	18
4.5	Critical Work and Critical Path	21
5	The Activity-on-node Network	22
5.1	General Requirements	22
5.2	Rules of Drawing Diagrams	23
5.3	Calculating Time Parameters	23
5.4	The Activity-on-node Multi-dependency Network	26
5.5	Critical Work and Critical Path	29
6	Optimizing Network Schedule	30
6.1	General Requirements	30
6.2	Optimizing Time	30
6.3	Optimizing Resource	31

6.4	Optimizing Time-cost	32
7	Implementing and Controlling the Network Schedule ...	35
7.1	General Requirements	35
7.2	Examining the Network Schedule	35
7.3	Modifying the Network Schedule	36
8	Computer Application to Engineering Network	
	Planning and Scheduling	38
8.1	General Requirements	38
8.2	Essential Requirments for Computer Software	38
	Explanation of Wording in This Specification	39
	List of Quoted Standards	40

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为规范网络计划技术在工程建设计划管理中的应用，统一工程网络计划的计算规则和表达方式，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用肯定型网络计划技术进行进度计划管理的城乡建设工程。

1.0.3 工程网络计划应在确定技术方案与组织方案、工作分解、明确工作之间逻辑关系及各工作持续时间后进行编制。

1.0.4 工程网络计划编制应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 工程网络计划 engineering network planning and scheduling

以工程项目为对象编制的网络计划。

2.1.2 工程网络计划技术 engineering network planning and scheduling techniques

工程网络计划的编制、计算、应用等全过程的理论、方法和实践活动的总称。

2.1.3 工作 activity

计划任务按需要粗细程度划分而成的、消耗时间或资源的一个子项目或子任务。

2.1.4 虚工作 dummy activity

既不耗用时间，也不耗用资源的虚拟的工作。双代号网络计划中，表示前后工作之间的逻辑关系；单代号网络计划中，表示虚拟的起始工作或结束工作。

2.1.5 箭线 arrow

网络图中一端带箭头的实线。双代号网络计划中，箭线表示一项工作；在单代号网络计划中，箭线表示工作之间的逻辑关系。

2.1.6 虚箭线 dummy arrow

网络图中一端带箭头的虚线。双代号网络计划中，表示虚工作；单代号搭接网络计划中，根据时间参数计算需要而设置。

2.1.7 节点 node

网络图中箭线端部的圆圈或其他形状的封闭图形。在双代号网络计划中，表示工作开始或完成的时刻；在单代号网络计划

中，表示一项工作或虚工作。

2.1.8 虚拟节点 dummy node

在单代号网络图中，当有多项起始工作或多项结束工作时，为便于计算而虚设的起点节点或终点节点的统称。

2.1.9 网络图 network diagram

由箭线和节点组成的，用来表示工作流程的有向、有序网状图形。

2.1.10 双代号网络图 activity-on-arrow network

以箭线及其两端节点的编号表示工作的网络图。

2.1.11 单代号网络图 activity-on-node network

以节点及该节点的编号表示工作，以箭线表示工作之间逻辑关系的网络图。

2.1.12 网络计划 network planning and scheduling

在网络图上加注工作的时间参数而编成的进度计划。

2.1.13 单代号搭接网络计划 multi-dependency network

单代号网络计划中，前后工作之间可能有多种时距关系的肯定型网络计划。

2.1.14 双代号时标网络计划 time-scaled network

以时间坐标单位为尺度，表示箭线长度的双代号网络计划。

2.1.15 紧前工作 predecessor activity

紧排在本工作之前的工作。

2.1.16 紧后工作 successor activity

紧排在本工作之后的工作。

2.1.17 起点节点 start node

网络图的第一个节点，表示一项任务的开始。

2.1.18 终点节点 end node

网络图的最后一个节点，表示一项任务的完成。

2.1.19 线路 path

网络图中从起点节点开始，沿箭线方向连续通过一系列箭线（或虚箭线）与节点，最后达到终点节点所经过的通路。

2.1.20 回路 logical loop

从一个节点出发沿箭线方向又回到该节点的线路。

2.1.21 工作持续时间 duration

一项工作从开始到完成的时间。

2.1.22 最早开始时间 early start time

在紧前工作和有关时限约束下，工作有可能开始的最早时刻。

2.1.23 最早完成时间 early finish time

在紧前工作和有关时限约束下，工作有可能完成的最早时刻。

2.1.24 最迟开始时间 late start time

在不影响任务按期完成和有关时限约束下，工作最迟必须开始的时刻。

2.1.25 最迟完成时间 late finish time

在不影响任务按期完成和有关时限约束下，工作最迟必须完成的时刻。

2.1.26 节点最早时间 early event time

双代号网络计划中，以该节点为开始节点的各项工作的最早开始时间。

2.1.27 节点最迟时间 late event time

双代号网络计划中，以该节点为完成节点的各项工作的最迟完成时间。

2.1.28 时距 time difference

单代号搭接网络计划中，工作之间不同顺序关系所决定的各种时间差值。

2.1.29 计算工期 calculated project duration

根据网络计划时间参数计算所得到的工期。

2.1.30 要求工期 specified project duration

任务委托人所提出的指令性工期。

2.1.31 计划工期 planned project duration

在要求工期和计算工期的基础上综合考虑需要和可能而确定的工期。

2.1.32 自由时差 free float

在不影响其紧后工作最早开始和有关时限的前提下，一项工作可以利用的机动时间。

2.1.33 总时差 total float

在不影响工期和有关时限的前提下，一项工作可以利用的机动时间。

2.1.34 关键工作 critical activity

网络计划中机动时间最少的工作。

2.1.35 关键线路 critical path

双代号网络计划中，由关键工作组成的线路或总持续时间最长的线路；单代号网络计划中，由关键工作组成，且关键工作之间的间隔时间为零的线路或总持续时间最长的线路。

2.1.36 资源需用量 resource requirement

网络计划中各项工作在某一单位时间内所需某种资源数量之和。

2.1.37 资源限量 resource availability

单位时间内可供使用的某种资源的最大数量。

2.1.38 直接费用率 direct cost slope

为缩短每一单位工作持续时间所需增加的直接费。

2.1.39 实际进度前锋线 practical progress vanguard line

在时标网络计划图上，将检查时刻各项工作的实际进度所达到的前锋点连接而成的折线。

2.2 符 号

2.2.1 通用指标

C_i —— 第 i 次工期缩短增加的总费用；

R_t —— 第 t 个时间单位资源需用量；

R_a —— 资源限量；

- T_p ——网络计划的计划工期；
- T_c ——网络计划的计算工期；
- T_r ——网络计划的要求工期；
- T_h ——资源需用量高峰期的最后时刻。

2.2.2 双代号网络计划

- CC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的持续时间缩短为最短持续时间后，完成该工作所需的直接费用；
- CN_{i-j} ——在正常条件下，完成工作 $i-j$ 所需直接费用；
- D_{i-j} ——工作 $i-j$ 的持续时间；
- DC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的最短持续时间；
- DN_{i-j} ——工作 $i-j$ 的正常持续时间；
- ES_{i-j} ——工作 $i-j$ 的最早开始时间；
- EF_{i-j} ——工作 $i-j$ 的最早完成时间；
- ET_i ——节点 i 的最早时间；
- FF_{i-j} ——工作 $i-j$ 的自由时差；
- LS_{i-j} ——在计划工期已经确定的情况下，工作 $i-j$ 的最迟开始时间；
- LF_{i-j} ——在计划工期已经确定的情况下，工作 $i-j$ 的最迟完成时间；
- LT_i ——节点 i 的最迟时间；
- TF_{i-j} ——工作 $i-j$ 的总时差；
- ΔC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的直接费用率；
- $\Delta T_{m-n,i-j}$ ——工作 $i-j$ 安排在工作 $m-n$ 之后进行，工期所延长的时间；
- $\Delta T_{m'-n',i'-j'}$ ——最佳工作顺序安排所对应的工期延长时间的最小值；
- ΔT_{i-j} ——工作 $i-j$ 的时间差值。

2.2.3 单代号网络计划

- CC_i ——工作 i 的持续时间缩短为最短持续时间后，完成该工作所需直接费用；

- CN_i —— 在正常条件下完成工作 i 所需直接费用；
- D_i —— 工作 i 的持续时间；
- DC_i —— 工作 i 的最短持续时间；
- DN_i —— 工作 i 的正常持续时间；
- EF_i —— 工作 i 的最早完成时间；
- ES_i —— 工作 i 的最早开始时间；
- $LAG_{i,j}$ —— 工作 i 和工作 j 之间的间隔时间；
- LF_i —— 在计划工期已确定的情况下，工作 i 的最迟完成时间；
- LS_i —— 在计划工期已确定的情况下，工作 i 的最迟开始时间；
- FF_i —— 工作 i 的自由时差；
- TF_i —— 工作 i 的总时差；
- $FTF_{i,j}$ —— 从工作 i 完成到工作 j 完成的时距；
- $FTS_{i,j}$ —— 从工作 i 完成到工作 j 开始的时距；
- $STF_{i,j}$ —— 从工作 i 开始到工作 j 完成的时距；
- $STS_{i,j}$ —— 从工作 i 开始到工作 j 开始的时距；
- ΔC_i —— 工作 i 的直接费用率；
- $\Delta T_{m,i}$ —— 工作 i 安排在工作 m 之后进行，工期所延长的时间；
- $\Delta T_{m',i}$ —— 最佳工作顺序安排所对应的工期延长时间的最小值；
- ΔT_i —— 工作 i 的时间差值。

3 工程网络计划技术应用程序

3.1 一般规定

3.1.1 应用工程网络计划技术时，应将工程项目及其相关要素作为一个系统来考虑。

3.1.2 在工程项目计划实施过程中，工程网络计划应作为一个动态过程进行检查与调整。

3.2 应用程序

3.2.1 工程网络计划技术应用程序宜符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 工程网络计划技术应用程序

序号	阶段	主要工作内容
1	准备	确定网络计划目标
		调查研究
2	工程项目工作结构分解	工作分解结构 (WBS)
		编制工程实施方案
		编制工作明细表
3	编制初步网络计划	分析确定逻辑关系
		绘制初步网络图
		确定工作持续时间
		确定资源需求
		计算时间参数
		确定关键线路和关键工作
4	编制正式网络计划	形成初步网络计划
		检查与修正
		网络计划优化
		确定正式网络计划

续表 3.2.1

序号	阶 段	主要工作内容
5	网络计划实施与 控制	执行
		检查
		调整
6	收尾	分析
		总结

3.2.2 网络计划目标应依据下列内容确定：

- 1 工程项目范围说明书：详细说明工程项目的可交付成果、为提交这些成果而必须开展的工作、工程项目的**主要目标**；
- 2 环境因素：组织文化，组织结构，资源，相关标准、制度等。

3.2.3 网络计划目标应包括下列内容：

- 1 时间目标；
- 2 时间-资源目标；
- 3 时间-费用目标。

3.2.4 调查研究应包括下列内容：

- 1 工程项目有关的工作任务、实施条件、设计数据等资料；
- 2 有关的标准、定额、制度等；
- 3 资源需求和供应情况；
- 4 资金需求和供应情况；
- 5 有关的工程建设经验、统计资料及历史资料；
- 6 其他有关的工程技术经济资料。

3.2.5 调查研究可采用下列方法：

- 1 实际观察、测量与询问；
- 2 会议调查；
- 3 阅读资料；
- 4 计算机检索；
- 5 预测与分析等。

3.2.6 工程项目工作结构分解应符合下列规定：

1 应根据工程项目管理和网络计划的要求，依据工程项目范围，将工程项目分解为较小的、易于管理的基本单元。

2 工作结构分解的层次和范围，应根据工程项目的具体情况来决定。

3 工程项目结构分解的成果可用工作分解结构图或表及分解说明书表达。

3.2.7 工程实施方案或施工方案应依据工程项目工作结构分解的成果进行编制，并应包括下列主要内容：

- 1 确定工作顺序；
- 2 确定工作方法；
- 3 选择需要的资源；
- 4 确定重要的工作管理组织；
- 5 确定重要的工作保证措施；
- 6 确定采用的网络图类型。

3.2.8 逻辑关系类型应包括工艺关系和组织关系。

3.2.9 网络计划逻辑关系应依据下列内容确定：

- 1 已编制的工程实施方案；
- 2 项目已分解的工作；
- 3 收集到的有关工程信息；
- 4 编制计划人员的专业工作经验和管理工作经验等。

3.2.10 逻辑关系分析宜按下列工作步骤进行：

- 1 确定每项工作的紧前工作或紧后工作及搭接关系；
- 2 按表 3.2.10 的规定进行逻辑关系分析。

表 3.2.10 工作逻辑关系分析表

工作 编码	工作 名称	逻辑关系			工作持续时间			
		紧前工 作或紧 后工作	搭接		三时估计法			持续时间 D
			相关 关系	时距	最短估计 时间 a	最长估 计时间 b	最可能 估计时间 m	
1101	C	A	—	—	5	10	6	6.5

注：1101—工作编码；A，C—工作；5，10，6—工作最短、最长、最可能估计时间；6.5—三时估计法计算得到的工作持续时间。

3.2.11 初步网络图的绘制应符合下列规定：

1 应依据本规程表 3.2.10 中的工作名称、逻辑关系、已选定的网络图类型和本规程第 4 章、第 5 章的相关规定，绘制网络图。

2 绘制的网络图应方便使用，方便工作的组合、分图与并图。

3.2.12 确定工作持续时间应依据下列内容：

- 1 工作的任务量；
- 2 资源供应能力；
- 3 工作组织方式；
- 4 工作能力及生产效率；
- 5 选择的计算方法。

3.2.13 确定工作持续时间可采用下列方法：

- 1 参照以往工程实践经验估算；
- 2 经过试验推算；
- 3 按定额计算，计算公式为：

$$D = \frac{Q}{R \cdot S} \quad (3.2.13-1)$$

式中：D——工作持续时间；

Q——工作任务总量；

R——资源数量；

S——工效定额。

- 4 采用“三时估计法”，计算公式为：

$$D = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (3.2.13-2)$$

式中：D——期望持续时间估计值；

a——最短估计时间；

b——最长估计时间；

m——最可能估计时间。

3.2.14 网络计划时间参数计算应符合下列规定：

1 网络计划时间参数应包括：工作的最早开始时间、最早完成时间、最迟开始时间、最迟完成时间、总时差、自由时差；节点最早时间、节点最迟时间；间隔时间；计算工期、要求工期、计划工期；

2 网络计划时间参数宜采用计算机软件进行计算。

3.2.15 网络计划的关键线路应按本规程第 4.5 节和第 5.5 节的规定确定。

3.2.16 初步网络计划的检查与修正应符合下列规定：

1 对初步网络计划的检查应包括下列内容：

- 1) 计算工期与要求工期；
- 2) 资源需用量与资源限量；
- 3) 费用支出计划。

2 初步网络计划的修正可采用下列方法：

- 1) 当计算工期不能满足预定的时间目标要求时，可适当压缩关键工作的持续时间、改变工作实施方案；
- 2) 当资源需用量超过供应限制时，可延长非关键工作持续时间，使资源需用量降低；在总时差允许范围内和其他条件允许的前提下，可灵活安排非关键工作的起止时间，使资源需用量降低。

3.2.17 正式网络计划的确定应符合下列规定：

1 网络计划说明书应包括下列内容：

- 1) 编制说明；
- 2) 主要计划指标一览表；
- 3) 执行计划的关键说明；
- 4) 需要解决的问题及主要措施；
- 5) 说明工作时差分配范围；
- 6) 其他需要说明的问题。

2 应依据网络计划的优化结果，制定拟付诸实施的正式网络计划，并应报请审批。

3.2.18 网络计划任务完成后，应进行分析。分析应包括下列

内容：

- 1 各项目标的完成情况；
- 2 计划与控制工作中的问题及其原因；
- 3 计划与控制中的经验；
- 4 提高计划与控制工作水平的措施。

3.2.19 计划与控制工作的总结应符合下列规定：

- 1 总结报告应以书面形式提交；
- 2 总结报告应进行归档。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4 双代号网络计划

4.1 一般规定

4.1.1 双代号网络图中，工作应以箭线表示（图 4.1.1）。箭线应画成水平直线、垂直直线或折线，水平直线投影的方向应自左向右。

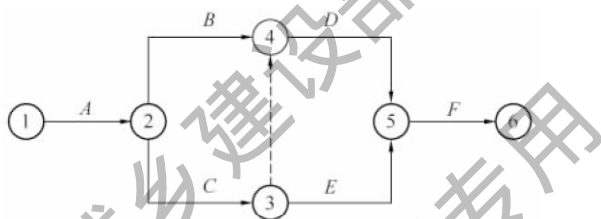


图 4.1.1 双代号网络图

①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥—网络图的节点；A, B, C, D, E, F—工作

4.1.2 双代号网络图的节点应用圆圈表示，并应在圆圈内编号。节点编号顺序应从左至右、从小到大，可不连续，但严禁重复。

4.1.3 双代号网络图中，一项工作应只有唯一的一条箭线和相应的一对节点编号，箭尾的节点编号应小于箭头的节点编号。

4.1.4 双代号网络图中，虚工作应以虚箭线表示。

4.1.5 双代号网络计划中，工作名称应标注在箭线上方，持续时间应标注在箭线下方（图 4.1.5）。

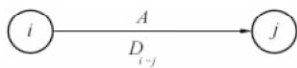


图 4.1.5 双代号网络图工作表示方法

A—工作； D_{i-j} —持续时间

4.2 绘图规则

- 4.2.1 双代号网络图应正确表达工作之间已定的逻辑关系。
- 4.2.2 双代号网络图中，不得出现回路。
- 4.2.3 双代号网络图中，不得出现带双向箭头或无箭头的连线。
- 4.2.4 双代号网络图中，不得出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线。
- 4.2.5 当双代号网络图的起点节点有多条外向箭线或终点节点有多条内向箭线时，对起点节点和终点节点可使用母线法绘图。
- 4.2.6 绘制网络图时，箭线不宜交叉；当交叉不可避免时，可用过桥法、断线法或指向法。
- 4.2.7 双代号网络图中应只有一个起点节点；在不分期完成任务的网络图中，应只有一个终点节点；其他所有节点均应是中间节点。

4.3 时间参数计算

4.3.1 按工作计算法计算时间参数应符合下列规定：

- 1 计算工作时间参数应在确定各项工作的持续时间之后进行。虚工作可视同工作进行计算，其持续时间应为零。
- 2 工作时间参数的计算结果应分别标注（图 4.3.1）。

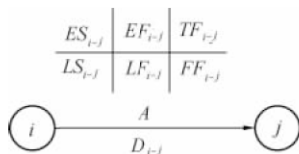


图 4.3.1 工作计算法的标注

ES_{i-j} —工作最早开始时间； EF_{i-j} —工作最早完成时间；

LS_{i-j} —工作最迟开始时间； LF_{i-j} —工作最迟完成时间；

TF_{i-j} —总时差； FF_{i-j} —自由时差； A —工作； D_{i-j} —持续时间

- 3 工作最早开始时间的计算应符合下列规定：

1) 工作 $i-j$ 的最早开始时间 (ES_{i-j}) 应从网络计划的起点节点开始顺着箭线方向依次逐项计算。

2) 以起点节点 i 为箭尾节点的工作 $i-j$, 当未规定其最早开始时间时应按下式计算:

$$ES_{i-j} = 0 \quad (4.3.1-1)$$

式中: ES_{i-j} ——工作 $i-j$ 的最早开始时间。

3) 其他工作的最早开始时间 (ES_{i-j}) 应按下式计算:

$$ES_{i-j} = \max\{ES_{h-i} + D_{h-i}\} \quad (4.3.1-2)$$

式中: D_{h-i} ——工作 $i-j$ 的各项紧前工作 $h-i$ 的持续时间;

ES_{h-i} ——工作 $i-j$ 的各项紧前工作 $h-i$ 的最早开始时间。

4) 工作 $i-j$ 的最早完成时间 (EF_{i-j}) 应按下式计算:

$$EF_{i-j} = ES_{i-j} + D_{i-j} \quad (4.3.1-3)$$

5) 网络计划的计算工期 (T_c) 应按下式计算:

$$T_c = \max\{EF_{i-n}\} \quad (4.3.1-4)$$

式中: EF_{i-n} ——以终点节点 ($j = n$) 为箭头节点的工作 $i-n$ 的最早完成时间。

6) 网络计划的计划工期 (T_p) 应按下列情况确定:

1) 当已规定要求工期 (T_r) 时:

$$T_p \leq T_r \quad (4.3.1-5)$$

2) 当未规定要求工期 (T_r) 时:

$$T_p = T_c \quad (4.3.1-6)$$

7) 工作最迟完成时间的计算应符合下列规定:

1) 工作 $i-j$ 的最迟完成时间 (LF_{i-j}) 应从网络计划的终点节点开始, 逆着箭线方向依次逐项计算;

2) 以终点节点 ($j = n$) 为箭头节点的工作, 最迟完成时间 (LF_{i-n}), 应按下式计算:

$$LF_{i-n} = T_p \quad (4.3.1-7)$$

3) 其他工作的最迟完成时间 (LF_{i-j}) 应按下式计算:

$$LF_{i-j} = \min\{LF_{j-k} - D_{j-k}\} \quad (4.3.1-8)$$

式中： LF_{j-k} ——工作 $i-j$ 的各项紧后工作 $j-k$ 的最迟完成时间；

D_{j-k} ——工作 $i-j$ 的各项紧后工作 $j-k$ 的持续时间。

8 工作 $i-j$ 的最迟开始时间 (LS_{i-j}) 应按下列公式计算：

$$LS_{i-j} = LF_{i-j} - D_{i-j} \quad (4.3.1-9)$$

9 工作 $i-j$ 的总时差 (TF_{i-j}) 应按下列公式计算：

$$TF_{i-j} = LS_{i-j} - ES_{i-j} \quad (4.3.1-10)$$

或

$$TF_{i-j} = LF_{i-j} - EF_{i-j} \quad (4.3.1-11)$$

10 工作 $i-j$ 的自由时差 (FF_{i-j}) 的计算应符合下列规定：

1) 当工作 $i-j$ 有紧后工作 $j-k$ 时，其自由时差应按下列公式计算：

$$FF_{i-j} = \min\{ES_{j-k}\} - EF_{i-j} \quad (4.3.1-12)$$

式中： ES_{j-k} ——工作 $i-j$ 的紧后工作 $j-k$ 的最早开始时间。

2) 以终点节点 ($j = n$) 为箭头节点的工作，其自由时差应按下列公式计算：

$$FF_{i-n} = T_p - EF_{i-n} \quad (4.3.1-13)$$

4.3.2 按节点计算法计算时间参数应符合下列规定：

1 节点时间参数计算结果应分别标注 (图 4.3.2)。

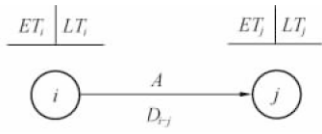


图 4.3.2 节点计算法的标注

ET_i —节点 i 最早时间； LT_i —节点 i 最迟时间； ET_j —节点 j 最早时间；

LT_j —节点 j 最迟时间； A —工作； D_{i-j} —持续时间

2 节点最早时间的计算应符合下列规定：

1) 节点 i 的最早时间 (ET_i)，应从网络计划的起点节点开始，顺着箭线方向依次逐项计算；

2) 起点节点 i 的最早时间，当未规定最早时间时，应按

下式计算：

$$ET_i = 0 \quad (i = 1) \quad (4.3.2-1)$$

3) 其他节点 j 的最早时间 (ET_j) 应按下式计算：

$$ET_j = \max\{ET_i + D_{i-j}\} \quad (4.3.2-2)$$

式中： D_{i-j} ——工作 $i-j$ 的持续时间。

3 网络计划的计算工期 (T_c) 应按下式计算：

$$T_c = ET_n \quad (4.3.2-3)$$

式中： ET_n ——终点节点 n 的最早时间。

4 节点最迟时间的计算应符合下列规定：

1) 节点 i 的最迟时间 (LT_i) 应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次逐项计算；

2) 终点节点 n 的最迟时间 (LT_n) 应按下式计算：

$$LT_n = T_p \quad (4.3.2-4)$$

3) 其他节点的最迟时间 (LT_i) 应按下式计算：

$$LT_i = \min\{LT_j - D_{i-j}\} \quad (4.3.2-5)$$

式中： LT_j ——工作 $i-j$ 的箭头节点 j 的最迟时间。

5 工作 $i-j$ 的最早开始时间 (ES_{i-j}) 应按下式计算：

$$ES_{i-j} = ET_i \quad (4.3.2-6)$$

6 工作 $i-j$ 的最早完成时间 (EF_{i-j}) 应按下式计算：

$$EF_{i-j} = ET_i + D_{i-j} \quad (4.3.2-7)$$

7 工作 $i-j$ 的最迟完成时间 (LF_{i-j}) 应按下式计算：

$$LF_{i-j} = LT_j \quad (4.3.2-8)$$

8 工作 $i-j$ 的最迟开始时间 (LS_{i-j}) 应按下式计算：

$$LS_{i-j} = LT_j - D_{i-j} \quad (4.3.2-9)$$

9 工作 $i-j$ 的总时差 (TF_{i-j}) 应按下式计算：

$$TF_{i-j} = LT_j - ET_i - D_{i-j} \quad (4.3.2-10)$$

10 工作 $i-j$ 的自由时差 (FF_{i-j}) 应按下式计算：

$$FF_{i-j} = ET_j - ET_i - D_{i-j} \quad (4.3.2-11)$$

4.4 双代号时标网络计划

4.4.1 双代号时标网络计划应符合下列规定：

1 双代号时标网络计划应以水平时间坐标为尺度表示工作时间，时标的时间单位应根据需要在编制网络计划之前确定，可为小时、天、周、旬、月、季或年。

2 双代号时标网络计划应以实箭线表示工作，以虚箭线表示虚工作，以波形线表示工作的自由时差。

3 双代号时标网络计划中所有符号在时间坐标上的水平投影位置，都必须与其时间参数相对应。节点中心必须对准相应的时标位置。虚工作必须以垂直方向的虚箭线表示，有自由时差时应用波形线表示。

4.4.2 双代号时标网络计划的编制应符合下列规定：

1 双代号时标网络计划宜按最早时间编制。

2 编制双代号时标网络计划之前，应先按已确定的时间单位绘出时标计划表。时标可标注在时标计划表的顶部或底部。时标的长度单位必须注明。可在顶部时标之上或底部时标之下加注日历的对应时间。时标计划表格式宜符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 时标计划表

计算坐标体系	0	1	2	3	4	5	...												n
工作日坐标体系	1	2	3	4	5	6													n
日历坐标体系																			
时标网络计划																			

注：时标计划表中部的刻度线宜为细线。为使图面清晰，此线也可不画或少画。

3 间接法绘制时标网络计划可按下列步骤进行：

- 1) 绘制出无时标网络计划；
- 2) 计算各节点的最早时间；
- 3) 根据节点最早时间在时标计划表上确定节点的位置；
- 4) 按要求连线，某些工作箭线长度不足以达到该工作的完成节点时，用波形线补足。

4 直接法绘制时标网络计划可按下列步骤进行：

- 1) 将起点节点定位在时标计划表的起始刻度线上；

- 2) 按工作持续时间在时标计划表上绘制起点节点的外向箭线；
- 3) 其他工作的开始节点必须在所有紧前工作都绘出以后，定位在这些紧前工作最早完成时间最大值的时间刻度上；某些工作的箭线长度不足以到达该节点时，用波形线补足；箭头画在波形线与节点连接处；
- 4) 从左至右依次确定其他节点位置，直至网络计划终点节点，绘图完成。

4.4.3 双代号时标网络计划时间参数的确定应符合下列规定：

1 双代号时标网络计划的计算工期，应为计算坐标系中终点节点与起点节点所在位置的时标值之差。

2 按最早时间绘制的双代号时标网络计划，箭尾节点中心所对应的时标值为工作的最早开始时间；当箭线不存在波形线时，箭头节点中心所对应的时标值为工作的最早完成时间；当箭线存在波形线时，箭线实线部分的右端点所对应的时标值为工作的最早完成时间。

3 工作的自由时差应为工作的箭线中波形线部分在坐标轴上的水平投影长度。

4 双代号时标网络计划工作总时差的计算应自右向左进行，并应符合下列规定：

1) 以终点节点 ($j = n$) 为箭头节点的工作，总时差 (TF_{i-j}) 应按下式计算：

$$TF_{i-n} = T_p - EF_{i-n} \quad (4.4.3-1)$$

2) 其他工作 $i-j$ 的总时差应按下式计算：

$$TF_{i-j} = \min\{TF_{j-k} + FF_{i-j}\} \quad (4.4.3-2)$$

式中： TF_{j-k} ——工作 $i-j$ 的紧后工作 $j-k$ 的总时差。

5 双代号时标网络计划中工作的最迟开始时间和最迟完成时间，应按下列公式计算：

$$LS_{i-j} = ES_{i-j} + TF_{i-j} \quad (4.4.3-3)$$

$$LF_{i-j} = EF_{i-j} + TF_{i-j} \quad (4.4.3-4)$$

4.5 关键工作和关键线路

4.5.1 关键工作和关键线路的确定应符合下列规定：

1 总时差最少的工作应为关键工作。

2 自始至终全部由关键工作组成的线路或线路上各工作持续时间之和最长的线路应为关键线路，并宜用粗线、双线或彩色线标注。

3 当不需要计算各项工作的时间参数，只确定网络计划的计算工期或关键线路时，可采用节点标号法，计算出各节点的最早时间，从而快速确定计算工期和关键线路：

1) 按本规程第 4.3.2 条第 2 款计算各节点的最早时间 (ET_j)，即节点标号值。

2) 用节点标号值及其源节点对节点进行双标号；当有多个源节点时，应将所有源节点标注出来。

3) 网络计划的计算工期 (T_c) 即为网络计划终点节点的标号值，并可按下式计算：

$$T_c = ET_n \quad (4.5.1)$$

式中： ET_n ——终点节点 n 的最早时间。

4) 按已标注出的各节点标号值的来源，从终点节点向起点节点逆向搜索，标号值最大的节点相连，即可确定关键线路。

4.5.2 双代号时标网络计划中，自起点节点至终点节点不出现波形线的线路，应确定为关键线路。关键线路上的工作即为关键工作。

5 单代号网络计划

5.1 一般规定

5.1.1 单代号网络图中，工作之间的逻辑关系应以箭线表示（图 5.1.1）。箭线应画成水平直线、折线或斜线。箭线水平投影的方向应自左向右。

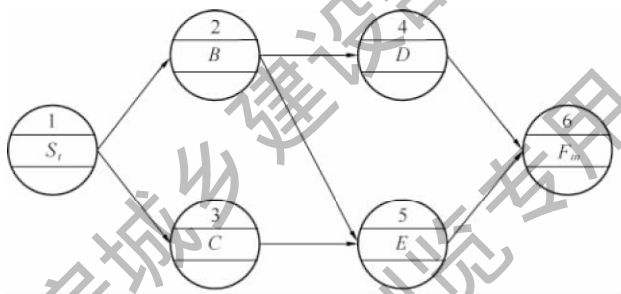


图 5.1.1 单代号网络图

1, 2, 3, 4, 5, 6—节点编号；B, C, D, E—工作；
 S_i —虚拟起点节点； F_m —虚拟终点节点

5.1.2 单代号网络图中，工作应以圆圈或矩形表示。

5.1.3 单代号网络图的节点应编号。编号应标注在节点内，其号码可间断，但不得重复。箭线的箭尾节点编号应小于箭头节点编号。一项工作应有唯一的一个编号。

5.1.4 单代号网络计划中，一项工作应包括节点编号、工作名称、持续时间（图 5.1.4）。

5.1.5 工作之间的逻辑关系应包括工艺关系和组织关系，在网络图中均应表现为工作之间的先后顺序。

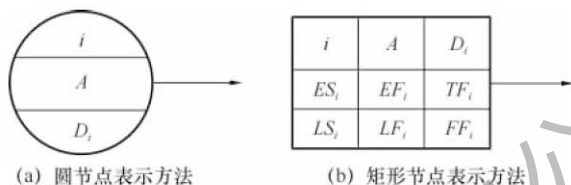


图 5.1.4 单代号网络图工作的表示方法

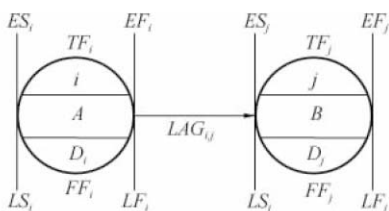
i —节点编号； A —工作； D_i —持续时间； ES_i —最早开始时间；
 EF_i —最早完成时间； LS_i —最迟开始时间； LF_i —最迟完成时间；
 TF_i —总时差； FF_i —自由时差

5.2 绘图规则

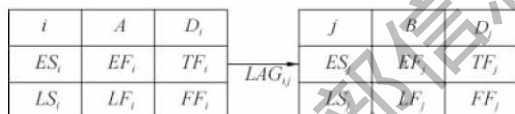
- 5.2.1 单代号网络图应正确表达已定的逻辑关系。
- 5.2.2 单代号网络图中，不得出现回路。
- 5.2.3 单代号网络图中，不得出现双向箭头或无箭头的连线。
- 5.2.4 单代号网络图中，不得出现没有箭尾节点的箭线和没有箭头节点的箭线。
- 5.2.5 绘制网络图时，箭线不宜交叉。当交叉不可避免时，可采用过桥法或指向法绘制。
- 5.2.6 单代号网络图应只有一个起点节点和一个终点节点；当网络图中有多项起点节点或多项终点节点时，应在网络图的两端分别设置一项虚拟节点，作为该网络图的起点节点 (S_i) 和终点节点 (F_m)。

5.3 时间参数计算

- 5.3.1 单代号网络计划的时间参数计算应在确定各项工作持续时间之后进行。
- 5.3.2 单代号网络计划的时间参数应分别标注 (图 5.3.2)。
- 5.3.3 工作最早开始时间的计算应符合下列规定：
- 1 工作 i 的最早开始时间 (ES_i) 应从网络计划的起点节点



(a) 时间参数标注形式一



(b) 时间参数标注形式二

图 5.3.2 单代号网络计划时间参数的标注

i, j —节点编号; A, B —工作; D_i, D_j —持续时间;

ES_i, ES_j —最早开始时间; EF_i, EF_j —最早完成时间;

LS_i, LS_j —最迟开始时间; LF_i, LF_j —最迟完成时间;

TF_i, TF_j —总时差; FF_i, FF_j —自由时差; LAG_{ij} —间隔时间

开始顺着箭线方向依次逐项计算;

2 当起点节点 i 的最早开始时间 (ES_i) 无规定时, 应按下式计算:

$$ES_i = 0 \quad (5.3.3-1)$$

3 其他工作 i 的最早开始时间 (ES_i) 应按下式计算:

$$ES_i = \max\{ES_h + D_h\} = \max\{EF_h\} \quad (5.3.3-2)$$

式中: ES_h ——工作 i 的各项紧前工作 h 的最早开始时间;

D_h ——工作 i 的各项紧前工作 h 的持续时间;

EF_h ——工作 i 的各项紧前工作 h 的最早完成时间。

5.3.4 工作最早完成时间 (EF_i) 应按下式计算:

$$EF_i = ES_i + D_i \quad (5.3.4)$$

5.3.5 网络计划计算工期 (T_c) 应按下式计算:

$$T_c = EF_n \quad (5.3.5)$$

式中: EF_n ——终点节点 n 的最早完成时间。

5.3.6 网络计划的计划工期 (T_p), 应按下列情况确定:

1 当已规定要求工期 (T_r) 时:

$$T_p \leq T_r \quad (5.3.6-1)$$

2 当未规定要求工期 (T_r) 时:

$$T_p = T_c \quad (5.3.6-2)$$

5.3.7 相邻两项工作 i 和 j 之间的间隔时间 ($LAG_{i,j}$) 的计算应符合下列规定:

1 当终点节点为虚拟节点时, 其间隔时间应按下式计算:

$$LAG_{i,m} = T_p - EF_i \quad (5.3.7-1)$$

2 其他节点之间的间隔时间应按下式计算:

$$LAG_{i,j} = ES_j - EF_i \quad (5.3.7-2)$$

5.3.8 工作总时差的计算应符合下列规定:

1 工作 i 的总时差 (TF_i) 应从网络计划的终点节点开始, 逆着箭线方向依次逐项计算;

2 终点节点所代表工作 n 的总时差 (TF_n) 应按下式计算:

$$TF_n = T_p - EF_n \quad (5.3.8-1)$$

3 其他工作 i 的总时差 (TF_i) 应按下式计算:

$$TF_i = \min\{TF_j + LAG_{i,j}\} \quad (5.3.8-2)$$

5.3.9 工作自由时差的计算应符合下列规定:

1 终点节点所代表的工作 n 的自由时差 (FF_n) 应按下式计算:

$$FF_n = T_p - EF_n \quad (5.3.9-1)$$

2 其他工作 i 的自由时差 (FF_i) 应按下式计算:

$$FF_i = \min\{LAG_{i,j}\} \quad (5.3.9-2)$$

5.3.10 工作最迟完成时间的计算应符合下列规定:

1 终点节点所代表的工作 n 的最迟完成时间 (LF_n) 应按下

式计算：

$$LF_n = T_p \quad (5.3.10-1)$$

2 其他工作 i 的最迟完成时间 (LF_i) 应按下列公式计算：

$$LF_i = \min\{LS_j\} \quad (5.3.10-2)$$

或

$$LF_i = EF_i + TF_i \quad (5.3.10-3)$$

式中： LS_j ——工作 i 的各项紧后工作 j 的最迟开始时间。

5.3.11 工作 i 的最迟开始时间 (LS_i) 应按下列公式计算：

$$LS_i = LF_i - D_i \quad (5.3.11-1)$$

或

$$LS_i = ES_i + TF_i \quad (5.3.11-2)$$

5.4 单代号搭接网络计划

5.4.1 单代号搭接网络计划中，工作的时距应标注在箭线旁（图 5.4.1），节点的标注应与单代号网络图相同。

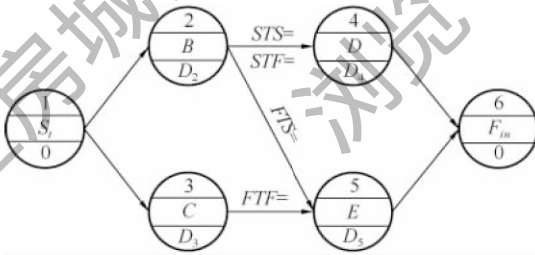


图 5.4.1 单代号搭接网络计划

1, 2, 3, 4, 5, 6—节点编号；B, C, D, E—工作；

S_1 —虚拟起点节点； F_m —虚拟终点节点； D_2, D_3, D_4, D_5 —持续时间；

STS —开始到开始时距； STF —开始到完成时距； FTS —完成到开始时距；

FTF —完成到完成时距

5.4.2 单代号搭接网络图的绘制应符合本规程第 5.1 节和第 5.2 节的规定，应以时距表示搭接关系。

5.4.3 单代号搭接网络计划时间参数计算，应在确定工作持续

时间和工作之间的时距之后进行。

5.4.4 单代号搭接网络计划中的时间参数应分别标注(图 5.4.4)。

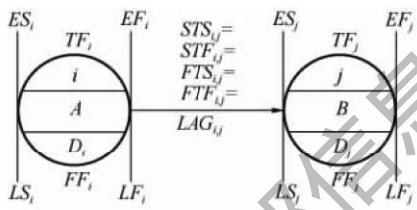


图 5.4.4 单代号搭接网络计划时间参数标注形式

i, j —节点编号; A, B —工作; D_i, D_j —持续时间;
 ES_i, ES_j —最早开始时间; EF_i, EF_j —最早完成时间;
 LS_i, LS_j —最迟开始时间; LF_i, LF_j —最迟完成时间;
 TF_i, TF_j —总时差; FF_i, FF_j —自由时差; $LAG_{i,j}$ —间隔时间;
 $STS_{i,j}$ —开始到开始时距; $STF_{i,j}$ —开始到完成时距;
 $FTS_{i,j}$ —完成到开始时距; $FTF_{i,j}$ —完成到完成时距

5.4.5 工作最早开始时间的计算应符合下列规定:

1 计算工作最早开始时间应从起点节点开始依次进行, 只有紧前工作计算完毕, 才能计算本工作;

2 计算工作最早开始时间应按下列步骤进行:

1) 凡与起点节点相连的工作, 最早开始时间应按下式计算:

$$ES_i = 0 \quad (5.4.5-1)$$

2) 其他工作 j 的最早开始时间, 应根据时距按下列公式计算:

i, j 两项工作的时距为 $STS_{i,j}$ 时

$$ES_j = ES_i + STS_{i,j} \quad (5.4.5-2)$$

i, j 两项工作的时距为 $FTF_{i,j}$ 时

$$\begin{aligned} ES_j &= ES_i + D_i + FTF_{i,j} - D_j \\ &= EF_i + FTF_{i,j} - D_j \end{aligned} \quad (5.4.5-3)$$

i, j 两项工作的时距为 $STF_{i,j}$ 时

$$ES_j = ES_i + STF_{i,j} - D_j \quad (5.4.5-4)$$

i, j 两项工作的时距为 $FTS_{i,j}$ 时

$$\begin{aligned} ES_j &= ES_i + D_i + FTS_{i,j} \\ &= EF_i + FTS_{i,j} \end{aligned} \quad (5.4.5-5)$$

式中： ES_j ——工作 i 的紧后工作的最早开始时间；

D_i, D_j —— i, j 两项工作的持续时间；

$STS_{i,j}$ —— i, j 两项工作开始到开始时距；

$FTF_{i,j}$ —— i, j 两项工作完成到完成时距；

$STF_{i,j}$ —— i, j 两项工作开始到完成时距；

$FTS_{i,j}$ —— i, j 两项工作完成到开始时距。

3 当最早开始时间为负值时，应将该工作与起点节点用虚箭线相连接，并取其时距 (STS) 为零。

4 工作 j 的最早完成时间 (EF_j) 应按下式计算：

$$EF_j = ES_j + D_j \quad (5.4.5-6)$$

5.4.6 当有两项或两项以上紧前工作时，应按本规程第 5.4.5 条分别计算其最早开始时间，并取最大值。

5.4.7 当中间工作的最早完成时间大于终点节点的最早完成时间时，应将该工作与终点节点用虚箭线相连接，并取其时距 (FTF) 为零。

5.4.8 搭接网络计划计算工期 (T_c) 应为终点节点的最早完成时间。

5.4.9 相邻两项工作 i 和 j 之间在满足时距外，间隔时间 ($LAG_{i,j}$) 应按下列公式计算：

i, j 两项工作的时距为 $STS_{i,j}$ 时

$$LAG_{i,j} = ES_j - ES_i - STS_{i,j} \quad (5.4.9-1)$$

i, j 两项工作的时距为 $FTF_{i,j}$ 时

$$LAG_{i,j} = EF_j - EF_i - FTF_{i,j} \quad (5.4.9-2)$$

i, j 两项工作的时距为 $STF_{i,j}$ 时

$$LAG_{i,j} = EF_j - ES_i - STF_{i,j} \quad (5.4.9-3)$$

i, j 两项工作的时距为 $FTS_{i,j}$ 时

$$LAG_{i,j} = ES_j - EF_i - FTS_{i,j} \quad (5.4.9-4)$$

当相邻两项工作之间存在两种时距及以上的搭接关系时，应分别计算出间隔时间并取最小值。

5.4.10 当某项工作的最迟完成时间大于计划工期时，应将该工作与终点节点用虚箭线相连，并重新计算其最迟完成时间。

5.5 关键工作和关键线路

5.5.1 总时差最小的工作应确定为关键工作。

5.5.2 自始至终全部由关键工作组成且关键工作间的间隔时间为零的线路或总持续时间最长的线路确定为关键线路，并宜用粗线、双线或彩色线标注。

6 网络计划优化

6.1 一般规定

- 6.1.1 网络计划的优化目标应包括工期目标、费用目标和资源目标。优化目标应按计划项目的需要和条件选定。
- 6.1.2 网络计划的优化应按选定目标，在满足既定约束条件下，通过不断改进网络计划，寻求满意方案。
- 6.1.3 编制完成的网络计划应满足预定的目标要求，否则应做出调整。当经多次修改方案和调整计划均不能达到预定目标时，对预定目标应重新审定。
- 6.1.4 网络计划的优化不得影响工程的质量和安全。

6.2 工期优化

- 6.2.1 当计算工期超过要求工期时，可通过压缩关键工作的持续时间来满足工期要求。
- 6.2.2 工期优化的计算，应按下列步骤进行：
- 1 计算并找出初始网络计划的计算工期、关键工作及关键线路；
 - 2 按要求工期计算应缩短的时间；
 - 3 确定各关键工作能缩短的持续时间；
 - 4 按本规程第 6.2.3 条规定选择关键工作，压缩持续时间，并重新计算网络计划的计算工期。当被压缩的关键工作变成了非关键工作，则应延长其持续时间，使之仍为关键工作；
 - 5 当计算工期仍超过要求工期时，则重复本条（1~4）款的步骤，直到满足工期要求或工期已不能再缩短为止；
 - 6 当所有关键工作的持续时间都已达到其能缩短的极限而工期仍不能满足要求时，应符合本规程第 1.0.3 条的规定对计划

的技术方案、组织方案进行调整或对要求工期重新审定。

6.2.3 选择缩短持续时间的关键工作，应优先考虑有作业空间、充足备用资源和增加费用最小的工作。

6.3 资源优化

6.3.1 网络计划宜按“资源有限，工期最短”和“工期固定，资源均衡”进行资源优化。

6.3.2 “资源有限，工期最短”的优化，宜逐个检查各个时段的资源需用量，当出现资源需用量 (R_t) 大于资源限量 (R_a) 时，应进行计划调整。

调整计划时，应对超过资源限量时段内的工作做新的顺序安排，并计算工期的变化。工期变化的计算应符合下列规定：

1 双代号网络计划应按下列公式计算：

$$\Delta T_{m-n,i-j} = EF_{m-n} - LS_{i-j} \quad (6.3.2-1)$$

$$\Delta T_{m'-n',i'-j'} = \min\{\Delta T_{m-n,i-j}\} \quad (6.3.2-2)$$

式中： $\Delta T_{m-n,i-j}$ ——在超过资源限量的时段中，工作 $i-j$ 排在工作 $m-n$ 之后工期的延长；

$\Delta T_{m'-n',i'-j'}$ ——在各种安排顺序中，工期延长最小值。

2 单代号网络计划应按下列公式计算：

$$\Delta T_{m,i} = EF_m - LS_i \quad (6.3.2-3)$$

$$\Delta T_{m',i'} = \min\{\Delta T_{m,i}\} \quad (6.3.2-4)$$

式中： $\Delta T_{m,i}$ ——在超过资源限量的时段中，工作 i 排在工作 m 之后工期的延长；

$\Delta T_{m',i'}$ ——在各种顺序安排中，工期延长最小值。

6.3.3 “资源有限，工期最短”的优化，应按下列步骤调整工作的最早开始时间。

1 计算网络计划各个时段的资源需用量；

2 从计划开始日期起，逐个检查各个时段资源需用量，当

计划工期内各个时段的资源需用量均能满足资源限量的要求，网络计划优化即完成，否则必须进行计划调整；

3 超过资源限量的时段，按式 (6.3.2-1) 计算 $\Delta T_{m',i',j'}$ ，或按式 (6.3.2-3) 计算 $\Delta T_{m',i'}$ 值，并确定新的顺序；

4 绘制调整后的网络计划，重复本条 (1~3) 款的步骤，直到满足要求。

6.3.4 “工期固定，资源均衡”的优化可用削高峰法，利用时差降低资源高峰值，获得资源消耗量尽可能均衡的优化方案。

6.3.5 削高峰法应按下列步骤进行：

1 计算网络计划各个时段的资源需用量；

2 确定削高峰目标，其值等于各个时段资源需用量的最大值减去一个单位资源量；

3 找出高峰时段的最后时间 (T_h) 及相关工作的最早开始时间 (ES_{i-j} 或 ES_i) 和总时差 (TF_{i-j} 或 TF_i)；

4 按下列公式计算有关工作的时间差值 (ΔT_{i-j} 或 ΔT_i)：

1) 双代号网络计划：

$$\Delta T_{i-j} = TF_{i-j} - (T_h - ES_{i-j}) \quad (6.3.5-1)$$

2) 单代号网络计划：

$$\Delta T_i = TF_i - (T_h - ES_i) \quad (6.3.5-2)$$

应优先以时间差值最大的工作 ($i' - j'$ 或 i') 为调整对象，令

$$ES_{i'-j'} = T_h \quad (6.3.5-3)$$

或

$$ES_{i'} = T_h \quad (6.3.5-4)$$

5 当峰值不能再减少时，即得到优化方案。否则，重复本条 (1~4) 款的步骤。

6.4 工期-费用优化

6.4.1 工期-费用优化，应计算出到不同工期下的直接费用，并

考虑相应的间接费用的影响，通过迭加求出工程总费用最低时的工期。

6.4.2 工期-费用优化应按下列步骤进行：

1 按工作的正常持续时间确定关键工作、关键线路和计算工期；

2 各项工作的直接费用率应按下列公式计算：

1) 对双代号网络计划：

$$\Delta C_{i-j} = \frac{CC_{i-j} - CN_{i-j}}{DN_{i-j} - DC_{i-j}} \quad (6.4.2-1)$$

式中： ΔC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的直接费用率；

CC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的持续时间缩短为最短持续时间后，完成该工作所需的直接费用；

CN_{i-j} ——在正常条件下，完成工作 $i-j$ 所需直接费用；

DC_{i-j} ——工作 $i-j$ 的最短持续时间；

DN_{i-j} ——工作 $i-j$ 的正常持续时间。

2) 对单代号网络计划：

$$\Delta C_i = \frac{CC_i - CN_i}{DN_i - DC_i} \quad (6.4.2-2)$$

式中： ΔC_i ——工作 i 的直接费用率；

CC_i ——将工作 i 持续时间缩短为最短持续时间后，完成该工作所需的直接费用；

CN_i ——在正常条件下完成工作 i 所需的直接费用；

DN_i ——工作 i 的正常持续时间；

DC_i ——工作 i 的最短持续时间。

3 找出直接费用率最低的一项或一组关键工作，作为缩短持续时间的对象；

4 缩短找出的一项或一组关键工作的持续时间，缩短值必须符合不能压缩成非关键工作和缩短后持续时间不小于最短持续时间的原则；

- 5 计算相应增加的直接费用；
- 6 根据间接费的变化，计算工程总费用 (C_i)；
- 7 重复本条 (3~6) 款的步骤，计算到工程总费用 (C_i) 最低为止。

住房城乡 建设部信息公开
浏览专用

7 网络计划实施与控制

7.1 一般规定

7.1.1 对网络计划的实施应进行定期检查。检查周期的长短应根据计划工期的长短和管理的需要由项目经理决定。

7.1.2 当网络计划检查结果与计划发生偏差，应采取相应措施进行纠偏，使计划得以实现。采取措施仍不能纠偏时，应对网络计划进行调整。调整后应形成新的网络计划，并按新计划执行。

7.2 网络计划检查

7.2.1 检查网络计划应收集网络计划的实际执行情况，并按下列方法进行记录。

1 当采用时标网络计划时，绘制实际进度前锋线记录计划的实际执行情况。前锋线可用特别线型标画；不同检查时刻绘制的相邻前锋线可采用点划线或不同颜色标画。

2 当采用非时标网络计划时，宜在网络图上直接用文字、数字，或列表记录计划的实际执行情况。

7.2.2 网络计划的检查宜包括下列主要内容：

- 1 关键工作进度；
- 2 非关键工作进度及尚可利用的时差；
- 3 关键线路的变化。

7.2.3 对网络计划执行情况的检查结果，应进行下列分析判断：

1 计划进度与实际进度严重不符时，应对网络计划进行调整。

2 对时标网络计划，利用已画出的实际进度前锋线，分析计划执行情况及其变化趋势，对未来的进度作出预测判断，找出

偏离计划目标的原因。

3 对非时标网络计划，按表 7.2.3 的规定记录计划的实施情况，并对计划中的未完工作进行计算判断。

表 7.2.3 网络计划检查结果分析表

工作编号	工作名称	检查时尚需作业时间	按计划最迟完成前尚需时间	总时差		自由时差		情况分析
				原有	目前尚有	原有	目前尚有	
6-8	H	3	4	2	1	2	1	拖后 1 周，但不影响工期

7.2.4 网络计划执行情况的检查与分析，可采用进度偏差 (SV) 和进度绩效指数 (SPI)。

$$SV = BCWP - BCWS \quad (7.2.4-1)$$

式中：SV——进度偏差；

BCWP——已完工作预算费用；

BCWS——计划工作预算费用。

当进度偏差 (SV) 为负值时，进度延误；当进度偏差 (SV) 为正值时，进度提前。

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (7.2.4-2)$$

式中：SPI——进度绩效指数。

当进度绩效指数 (SPI) 小于 1 时，进度延误；当进度绩效指数 (SPI) 大于 1 时，进度提前。

7.3 网络计划调整

7.3.1 网络计划调整可包括下列内容：

- 1 调整关键线路；
- 2 利用时差调整非关键工作的开始时间、完成时间或工作持续时间；
- 3 增减工作项目；

- 4 调整逻辑关系；
- 5 重新估计某些工作的持续时间；
- 6 调整资源投入。

7.3.2 调整关键线路时，可选用下列方法：

1 实际进度比计划进度提前，当不需要提前工期时，应选择资源占用量大或直接费用率高的后续关键工作，适当延长其持续时间，以降低其资源强度或费用；当需要提前工期时，应将计划的未完成部分作为一个新计划，重新计算时间参数并确定关键工作，按新计划实施；

2 实际进度比计划进度延误，当工期允许延长时，应将计划的未完成部分作为一个新计划，重新计算时间参数并确定关键工作，按新计划实施；当工期不允许延长时，应在未完成的关键工作中，选择资源强度小或直接费用率低的，缩短其持续时间，并把计划的未完成部分作为一个新计划，按工期优化方法进行调整。

7.3.3 非关键工作的调整应在其时差范围内进行，每次调整后应计算时间参数，判断调整对计划的影响。进行调整可采用下列方法：

- 1 将工作在最早开始时间与最迟完成时间范围内移动；
- 2 延长工作持续时间；
- 3 缩短工作持续时间。

7.3.4 增、减工作项目时，应对局部逻辑关系进行调整，并重新计算时间参数，判断对原网络计划的影响。当对工期有影响时，应采取措施，保证计划工期不变。

7.3.5 当改变施工方法或组织方法时，应调整逻辑关系，并应避免影响原定计划工期和其他工作。

7.3.6 当发现某些工作的原持续时间有误或实现条件不充分时，应重新估算其持续时间，并应重新计算时间参数。

7.3.7 当资源供应发生异常时，应采用资源优化方法对计划进行调整或采取应急措施，使其对工期影响最小。

8 工程网络计划的计算机应用

8.1 一般规定

- 8.1.1 工程网络计划的编制、检查、调整宜采用计算机软件进行。
- 8.1.2 工程网络计划的计算机应用应符合国家现行标准《信息技术 元数据注册系统 (MDR)》GB/T 18391.1~18391.6、《建筑施工企业管理基础数据标准》JGJ/T 204 的有关规定。

8.2 计算机软件的基本要求

- 8.2.1 计算机软件应具有各种网络计划的编制、绘图、计算、优化、检查、调整、分析、总结和输出打印功能。
- 8.2.2 计算机软件应实时计算时间参数，并以适当的形式展示时间信息。
- 8.2.3 计算机软件宜具有单代号网络计划、双代号网络计划、时标网络计划图形相互转化的功能，将网络计划转化成按最早时间或最迟时间绘制的横道图计划。
- 8.2.4 计算机软件在横道图、单代号网络图与双代号网络图中计算的时间参数应一致。
- 8.2.5 计算机软件宜有绘制实际进度前锋线功能以及实际时间、计划时间比较功能。
- 8.2.6 计算机软件宜有在工作上指定资源，并计算、统计、输出资源需要量计划的功能。
- 8.2.7 计算机软件宜具有与其他软件进行数据交换的接口。
- 8.2.8 软件实现的网络计划图宜用不同的线型（粗细、颜色、形状等）表示不同的工作。
- 8.2.9 软件宜保存网络计划的修改变更痕迹，记录变更的原因，实现与以前的对比或溯源。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《信息技术 元数据注册系统 (MDR)》GB/T 18391.1~18391.6
- 2 《建筑施工企业管理基础数据标准》JGJ/T 204