

工业企业管理知识



网络计划技术

GONGYE
QIYE
GUANLI
ZHISHI

天津人民出版社

网络计划技术

周 惠 兴

天津人民出版社

网络计划技术

周 惠 兴

*

天津人民出版社出版

(天津市赤峰道124号)

唐山市人民印刷厂印刷 天津市新华书店发行

*

开本787×1092毫米 1/32 印张 3 5/8 字数 72,000

一九八一年八月第一版

一九八一年八月第一次印刷

印数: 1—5,900

统一书号: 4072·37

定 价: 0.32元

目 录

绪论	1
一、网络图	5
(一) 网络图的组成	5
(二) 绘制网络图的原则与要求	10
(三) 网络图的表示方法	17
(四) 网络图示例	25
(五) 网络图的种类	29
(六) 网络图与线条图	31
二、网络时间的计算	33
(一) 确定各项活动的作业时间	34
(二) 结点时间的计算	41
(三) 工序时间的计算	46
(四) 手算方法	48
(五) 网络分析	54
三、时差与关键线路	56
(一) 总时差	58
(二) 专用时差	61
(三) 共用时差	62
(四) 各种时差的相互关系	63
(五) 关键线路	65

四、网络计划的优化	71
(一) 时间—资源优化	71
(二) 时间—成本优化	84
五、网络计划技术的应用和推广	95
(一) 应用网络计划技术的实际工作步骤	95
(二) 进一步巩固和推广网络计划技术的应用	105

绪 论

网络计划技术是一种组织生产和进行计划管理的科学方法。它的基本原理是：利用网络图表达计划任务的进度安排及其组成的各项工作（或工序）之间的相互关系；在此基础上进行网络分析，计算网络时间，找出关键工序和关键线路；并利用时差，不断地改善网络计划，求得工期、资源与成本的优化方案。在计划执行过程中，通过信息反馈进行监督和控制，以保证达到预定的计划目标。

网络计划技术最早出现于美国。1957年1月，杜邦化学公司研究设计了一种新的内部计划管理方法，叫做“关键线路法（CPM）”（亦称要径法），开始应用于新化工厂的建设，以后又应用于生产设备的维修，获得良好效果。原来路易维尔工厂因设备大修需停产一百二十五个小时，采用CPM后，停产时间缩短为七十八个小时。杜邦公司在采用新的计划管理方法后，一年节约了一百万美元，相当于该公司用于研究发展CPM所花费用的五倍以上。

在CPM出现的同时，1958年，美国海军特种计划局鉴于当时各种管理工具不能适应军备竞赛和开发宇宙空间的需要，急需寻求一种新的管理方法来加快实现北极星导弹的研制任务，经与多方研究，提出了一个与CPM十分相似的方法。

法，叫做“计划协调技术（PERT）”（亦称计划评审技术）。由于采用了这种新的管理方法，结果使北极星导弹研制计划提前二年完成了。以后又采用这种方法组织“阿波罗”载人登月计划获得成功，于是PERT声誉大振。自1962年起，美国有关部门决定对一切新开发的工程项目全面采用这种方法。PERT很快在美国国内外流行起来，成为一种盛行的科学管理新方法。

PERT和CPM这两种方法，在作图、作业时间计算以及名词术语等方面虽有一些差异，但它们的基本原理是相同的，都是以网络图为基础，通过网络分析与计算，制订网络计划并实施管理的。由于这两种方法非常相似，所以只要研究、掌握其中的一种就足以了解另一种。因此，在国外常将这两种方法连在一起，称作网络计划技术。

网络计划技术出现后，很快在世界各地获得推广应用。1964年，苏联颁布了有关制订、应用网络计划的指示和条例，把它作为一项必须推广应用的新技术列入国家经济发展计划，并且规定所有大的建筑工地都必须采用网络计划技术（CJIY）。在日本，网络计划技术被称为最新的管理方法，出版了大量的教材、专题论文、方法指导等书刊资料。这种管理方法在英国、法国、西德、加拿大等许多国家都获得好评和推广应用。在推广应用过程中，有些部门结合自己生产的特点和需要，往往以PERT和CPM为基础，进行某些改进和发展，从而形成了许多其他的名称和方法。这些方法名目繁多，但内容雷同，总数已达五十多种。

我国在六十年代初期，数学家华罗庚就对网络计划技术

进行研究和介绍，并把它称为“统筹方法”。在华罗庚教授的倡导下，一些生产部门开始了研究和试点工作。以后由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，这项工作停顿了，使我国在这方面与世界先进水平的差距更大了。粉碎“四人帮”以后，在实现四个现代化、迫切需要加强科学管理的新形势下，许多理论工作者和实际生产部门，又重新开始了对网络计划技术的理论研究和推广应用工作。不少单位举办了学习班，培训骨干，研究绘制通用网络图，编制网络计划的电算程序等，做了大量的工作。一批重点工程项目，已采用网络计划技术安排计划和组织施工。天津市建筑工程局系统在1979年应用统筹法施工的工程有二百五十多项，计七十二万七千六百九十三平方米，占该局在施工程面的百分之二十五。其他如上海、北京、四川等地区，以及建筑、冶金、石油、机械等工业部门都在积极地进行试点，准备推广应用。

从国内外的情况看，网络计划技术的应用范围是很广的，就工业来说，各行各业几乎都可以采用。但必须指出，这种方法特别适用于一次性的大规模工程项目，如电站、水坝、桥梁、公路、建筑、导弹、油田、管道建设等施工。工程规模越大，协作关系越多，生产组织越复杂，就越需要应用网络计划技术。在工业产品的生产过程中，网络计划技术适用于那些按“期”组织生产的单件小批生产类型和新产品试制。对于那些按“量”组织生产的大量大批生产类型，其生产的组织和计划，不一定要采用网络计划技术，但在为这种生产进行的生产技术准备工作方面，如模具制造、设备维修、流水线的组织与调整等，同样可以采用网络计划技术。

应用网络计划技术在制订长远规划、编制工程预算、组织物资供应、安排职工培训、编制统计表报以及进行会计决算等方面，都能提高工作效率，有效地加强管理工作。总之，网络计划技术的应用是多方面的，它将在实践中进一步为人们所认识，并被越来越多的单位所采用。

一、网络图

网络图又叫箭头图或统筹图，它是计划任务及其组成部分相互关系的综合反映，是进行计划和计算的基础。通过网络图可以清楚地反映计划任务的结构安排和各项工作之间的衔接关系，可以表达完成计划任务的各种方案和设想，以便统筹兼顾，合理安排，为计划的编制和工程项目的管理提供一种科学的依据。

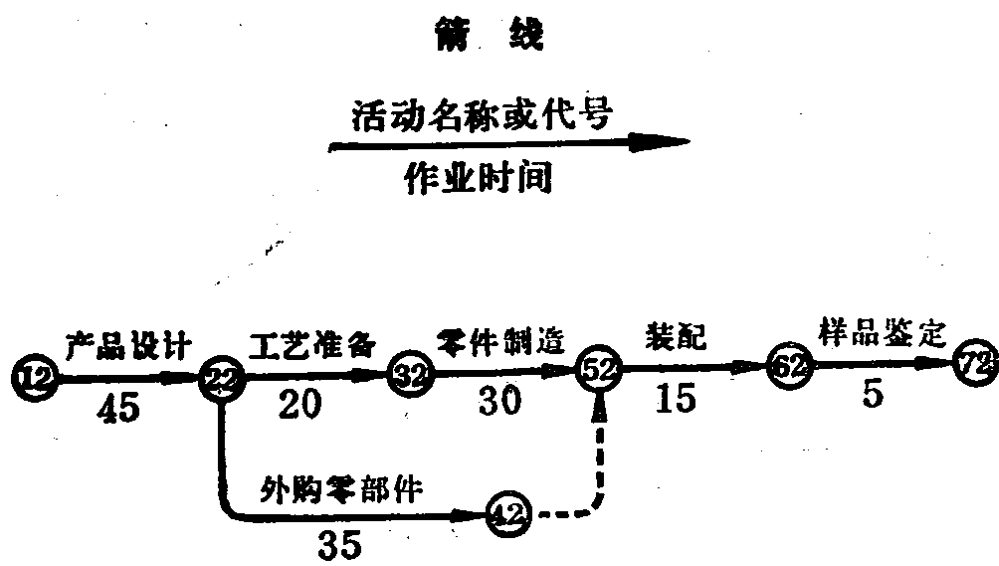
（一）网络图的组成

网络图是由活动、事项和线路组成的。

1. 活动

是指一项工作或工序，其具体内容可多可少，范围可大可小。例如，可以把整个产品设计作为一项活动，也可以把产品设计中的设计任务书、技术设计、工作图设计或测绘、翻译、审图、描晒等分别作为一项活动。完成一项活动需要消耗一定的资源，占用一定的时间和空间。有些活动虽不消耗资源，但却占用时间，如油漆后的干燥、等待材料等。在网络图中，一般用箭线表示一项活动（也可以用圆圈表示），箭线所指的方向表示活动前进的方向，箭线的箭尾表示活动

的开始，箭头表示活动的结束，从箭尾到箭头表示一项活动的作业过程。在不附设有时间座标的网络图中，箭线的长短与活动所需作业时间的长短无关，即箭线的长短可以是任意的。但在附设有时间座标的网络图中，箭线的长短必须按时间座标的比例绘制。如果是斜向箭线，箭线的水平投影反映了活动的时间推移。在箭线的上方，应写上活动的名称或代号，在箭线的下方应写上完成该项活动所需要的作业时间，如图一所示。

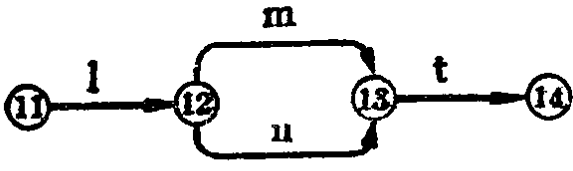


(图 一)

在网络图中，除上述活动外，还有一种以虚箭线表示的虚活动。所谓虚活动，是指作业时间为零的一种活动。它没有活动名称，不消耗资源，也不占用时间和空间，但却起着活动的约束作用。引用虚活动可以把前后的工序连接起来，表示出它们之间的逻辑衔接关系，指明活动前进的方向，还可以消除工序间模棱两可、含糊不清的现象，特别是在应用电子计算机时，便于计算机进行识别运算。例如某机器设备

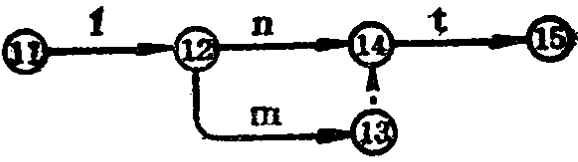
进行检修，假设有四项活动，首先把机器解体 (l)，然后同时进行电器修理 (m) 和零件修理 (n)，最后进行总装试车 (t)。这四项活动之间的相互关系是：l 必须在 m、n 两项活动之前完成，m 和 n 是同时平行进行，m 和 n 都完成后，t 才能开始。这四项活动要在网络图中表示出来，如果不引用虚活动，则 m 和 n 两项活动很难区别开来，如图二所示，这种表示方法不合乎网络逻辑，是不正确的。要正确地表示出它们之间的相互关系，则必须引用虚活动，如图三所示。

错误的表示方法



(图 二)

正确的表示方法



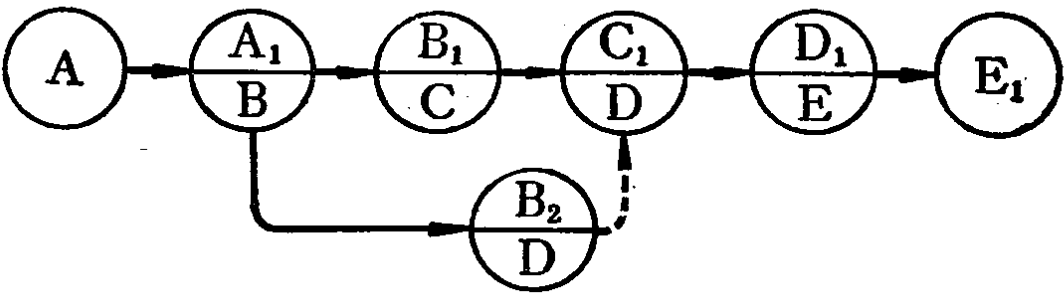
(图 三)

引用虚活动后，会增加网络计算的工作量，所以，除为表明相互关系实属必需的以外，不应在网络图中随意增加虚箭线。

2. 事项 (事件)

是指某一项工作 (或工序) 的开始或完成，一般用圆圈来表示。在网络图中，圆圈是两条或两条以上箭线的交接点，所以又称结点。结点不消耗资源，也不占用时间和空间，它只是表示某项工作 (或工序) 开始或结束的瞬间。圆圈直径的大小可以是任意的，与工作内容无关。在附设有时间坐标的网络图中，圆圈的直径应尽可能小些。网络图中第一个事项 (即第一个圆圈) 称作网络始点事项，它表示一项

计划任务的开始。网络图中最后一个事项（即最后一个圆圈）称作网络终点事项，它表示一项计划任务的结束。介于网络始点事项与终点事项之间的圆圈称作中间事项，所有的中间事项所代表的意义都是双重的，它既表示前一项工作的结束，又表示后一项工作的开始，如图四所示。



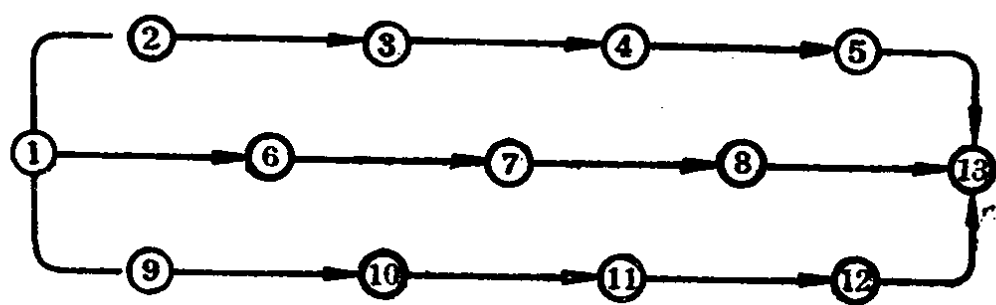
(图 四)

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| A: 产品设计开始 | D: 装配开始 |
| A ₁ : 产品设计结束 | C ₁ : 零件制造结束 |
| B: 工艺准备和外购零部件开始 | D ₁ : 装配结束 |
| B ₁ : 工艺准备结束 | E: 样品鉴定开始 |
| C: 零件制造开始 | E ₁ : 样品鉴定结束 |
| B ₂ : 外购零部件结束 | |

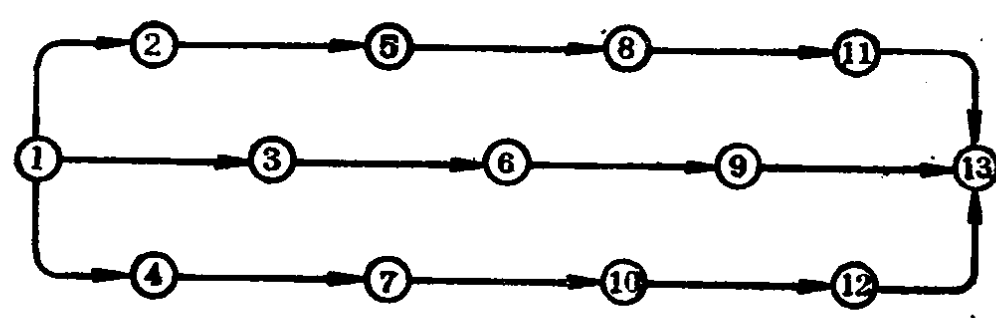
结点要进行编号，以便于识别、检查和进行计算，并用编号数来代表某一项活动名称。编号可注明在圆圈内，由小到大，或采用连续编号，或采用非连续编号。非连续编号就是空出几个号码，作为备用号，跳着编，或按单、双号编。这样，当结点有增减变化时，可以进行局部改动，不致打乱全部编号。为便于分析研究，一般把某项工作开始事项的号码，也就是箭尾所接结点的号码，用 i 表示；把某项工作结束事项的号码，也就是箭头所接结点的号码，用 j 表示， $i-j$ 代表相邻两个结点的编号。编号的原则是：每一项活动都应有自己专门的结点编号，同一号码不能重复使用；箭尾结点

的编号数应小于箭头结点的编号数,即 i 要小于 j 。具体的编号方法有两种,一是横向编号法,即从网络始点事项开始,按水平方向由上到下逐行进行编号,一是竖向编号法,即从网络始点事项开始,按垂直方向自左至右逐列进行编号,如图五所示。

横 向 编 号 法



竖 向 编 号 法



(图 五)

3. 线路

是指从网络始点事项开始,顺着箭线方向,到网络终点事项为止,中间由一系列首尾相连的结点和箭线所组成的通道。线路中各项活动的作业时间之和就是该线路所需要的时间。在一个网络图中可能有很多条线路,每条线路所需要的时间有长有短,其中时间最长的一条线路称作关键线路。关键线路所需的时间也就是完成整个计划任务所需要的总时

间。

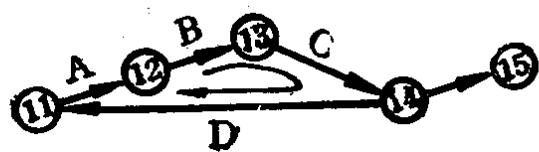
(二) 绘制网络图的原则与要求

绘制网络图应遵循下列原则：

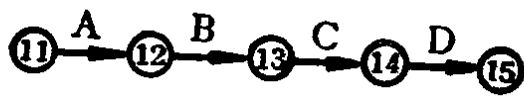
(1) 在网络图中不能出现循环线路（或称闭环线路），即箭线从某一个结点出发，只能自左向右往前进，不能反方向又重新回到该结点上去。在附设有时间座标的网络图中，不能出现逆向箭线。如果箭线逆向前进，就会出现团团转的现象，使首尾相连的有关活动无法开始工作。例如，某技术革新项目，经过设计（A）、制造（B）等步骤后，进入试验阶段（C），假如试验的结果证明，原设计方案不行，必须重新进行设计（D），则在网络图中就不能绘成图六式样，而应绘成图七式样。

错误画法

正确画法



(图 六)



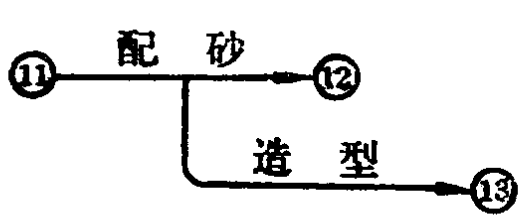
(图 七)

(2) 箭线的首尾都必须有结点。进入某一个结点的箭线，其活动全部完成后，从该结点引出的新的箭线活动才能开始，不能从一条箭线的中间引出另一条箭线来。例如铸工车间在造型以前，必须先配砂，当配砂达到一定量后，造型即可开始，以后造型与配砂同时进行。这时在网络图中不能

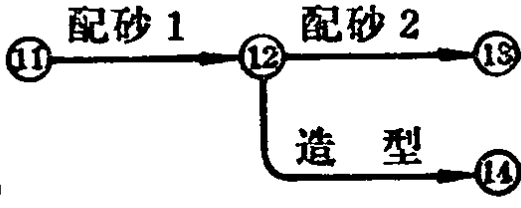
绘成图八式样，而应绘成图九式样，因为图八中造型工序缺少一个开始的结点，使人不知道它该从哪里开始。

错误画法

正确画法



(图 八)

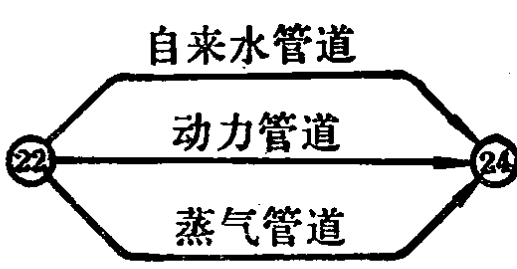


(图 九)

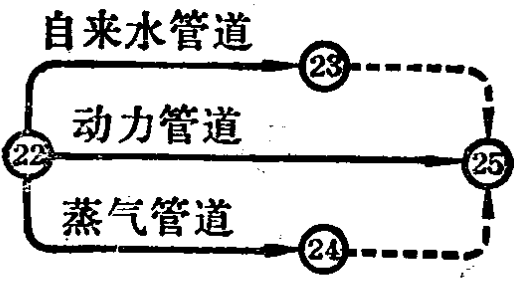
(3) 进入某一个结点的箭线可以有很多条，但任何一个结点直接连接该结点的箭线只能有一条，即在两个相邻结点之间只能有一条箭线，不能同时有几条箭线，如图十(a)所示。如果在两个相邻结点之间，有好几项活动需同时平行进行的话，则除一项活动可以直接连接以外，其余的活动必须增加结点，引用虚箭线予以分开，如图十(b)所示。

错误画法

正确画法



(a)

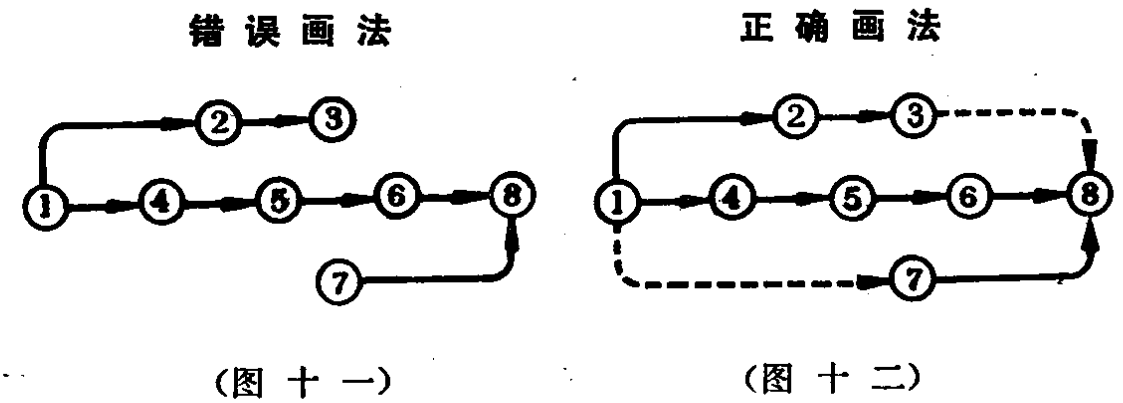


(b)

(图 十)

(4) 网络图至少应有一个网络始点事项和网络终点事项，不能出现没有先行作业或没有后续作业的中间事项，如图十一所示。在实际工作中如果发生了这类情况，应将没有

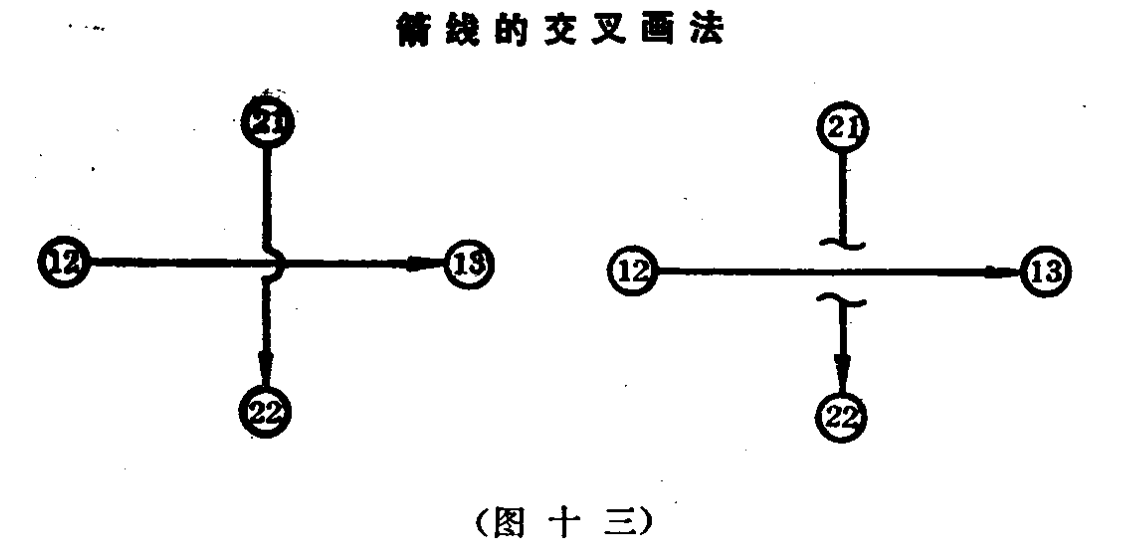
先行作业的结点用虚箭线同网络始点事项连接起来，将没有后续作业的结点用虚箭线同网络终点事项连接起来，如图十二所示。



上述绘制网络图的原则连同前面结点编号的原则统称为网络逻辑。网络图只有符合网络逻辑的要求，才能正确地反映计划任务的内容，并为大多数人所接受。

绘制网络图时，还要注意以下一些具体问题：

①网络图中的箭线最好画成水平线或具有一般水平线的折线，尽量少画斜线和交叉线。当交叉不可避免时，可以直接通过，也可以采用图十三的画法通过。



②当某一个结点引入或引出的箭线太多而显得过分密集