

文章编号：1005-8451(2007)11-0045-04

## 一种铁路微机联锁进路搜索的实现方法

朱 明，王晓明

(兰州交通大学 光电技术与智能控制教育部重点实验室，兰州 730070)

**摘要：**介绍一种微机联锁进路搜索的实现方法，对不同的信号节点进行分析、定义，给出如何避免往返搜索和防止搜索出错误迂回进路的方法，最后给出完整的程序流程图并对每一步进行详细说明。

**关键词：**计算机联锁；进路搜索；铁路信号；分析

中图分类号：U264 文献标识码：A

### Implementation of route search method for computer interlocking

ZHU Ming, WANG Xiao-ming

(Key Laboratory of Opto-Technology and Intelligent Control, Ministry of Education,  
Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** It was introduced a route searching method of computer interlocking, analyzed and defined different signal nodes. It was discussed on how to avoid searching back and forth or searching a mistake circuitousness route. Complete flow chart was showed and all steps were explained in detail.

**Key words:** computer interlocking; route searching; railway signal; analyze

微机联锁进路搜索有很多种实现方式，在这里提出一种既无往返搜索也不会搜索出错误迂回进路的方法，能在接到进路操作命令后能迅速判断出目标节点的相对位置，并在搜索过程中能够一直沿着目标节点的方向进行搜索而不会往返搜索或搜索出错误的迂回进路，若目标节点位置不可能与始端节点形成一条完整的进路，则程序只需搜索几个节点就能判断出错误，不需要将搜索进行到底。

### 1 各信号节点的定义

#### 1.1 节点位置的定义

搜索的节点有3种：信号机（把变更按钮也看作是信号机节点）、轨道电路和道岔。节点的位置在搜索中起着关键作用，对3种节点位置统一定义：以站场的平面图为基准将节点位置定义成两部分H和L，H代表节点的纵向位置，L代表节点的横向位置。以图1为例，在同一水平直线上的节点的H相同，K27的H为1，K35、K23、K19、K11、K7、K3和K1的H为2，K31、K21、K17、K15、K13、K9和K5的H为3，K33、K25的H为4，K29的H为5。具有相同H的节点的L不相同，下行定义为奇数，上

行定义为偶数，从股道出发信号机开始向外排列。假设图1给出的是下行咽喉，H为1的直线上只有K27节点，K27的L为1，H为2的各节点L为：K35为1，K23为3，K19为5，K11为7，K7为9，K3为11，K1为13，H为3的各节点L为：K31为1，K21为3，K17为5，K15为7，K13为9，K9为11，K5为13，H为4的各节点L为：K33为1，K25为3，H为5的节点只有K29，K29的L为1。这样各个节点就有唯一的位置。

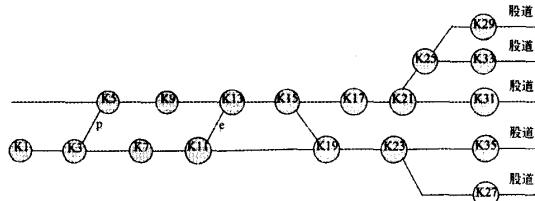


图1 站场平面图

#### 1.2 道岔节点的特殊定义

在节点位置定义好之后，相同H的节点L不同，而道岔的方向是固定的，即要么沿着L增大的方向是对向，要么沿着L减小的方向是对向，这样就可以给道岔定义一个D，若道岔沿着L增大的方向是对向，则 $D = z$ ，相反 $D = j$ 。搜索到道岔节点时判断D的值并与搜索方向比较，若搜索沿着L增大的

收稿日期：2007-03-12

作者简介：朱 明，在读硕士研究生；王晓明，教授。

方向进行且  $D = j$ , 或者搜索沿着  $L$  减小的方向进行且  $D = z$ , 说明遇到的是顺向道岔, 搜索继续沿直线进行下去; 若搜索沿着  $L$  减小的方向进行且  $D = j$ , 或者搜索沿着  $L$  增大的方向进行且  $D = z$ , 说明遇到的是对向道岔。

每组道岔都有 3 个后续节点, 沿着道岔的顺向时节点只有一个, 定义为  $S$ , 例如图 1 中道岔 K19 的  $S = K23$ , 沿着道岔对向时节点有两个, 分别为直股节点和弯股节点, 直股节点定义为  $Z$ , 弯股节点定义为  $W$ , 图 1 中 K19 的  $Z = K11$ ,  $W = K15$ 。

### 1.3 信号机节点和轨道电路节点的特殊定义

信号机和轨道电路节点都有两个后续节点, 定义沿着  $L$  增大方向的后续节点为  $M$ , 沿着  $L$  减小方向的后续节点为  $N$ , 例如图 1 中 K9 的  $M = K5$ ,  $N = K13$ 。信号机节点还应有防护方向的定义, 定义信号机节点的防护方向为  $R$ , 若防护方向是  $L$  增大的方向, 则  $R = a$ , 否则  $R = b$ , 例如图 1 中 K27 的  $R = a$ 。在以 K9 为始端搜索时, 首先判断 K9 中的  $R$  值, 若  $R = a$  则说明搜索是沿着  $L$  增大的方向进行, 应取 K9 节点中的  $M = K5$  作为下一个搜索节点; 若  $R = b$  则说明搜索是沿着  $L$  减小的方向进行, 应取 K9 节点中的  $N = K13$  作为下一个搜索节点。

## 2 无往返搜索的处理方法

避免往返搜索的关键在于处理好道岔节点, 道岔有 3 个后继节点, 其中只有一个节点是进路应该经过的, 如果搜索沿另外两个节点搜索下去肯定搜索不到正确的进路, 结果只能返回重新搜索, 这里采用如下方法克服。

在搜索过程中遇到道岔节点时判断是否为对向道岔, 不是对向道岔就沿直股搜索, 取节点中的  $S$  为下一个搜索节点, 若是对向道岔就要判断本节点是否与目标节点在同一直线上, 即判断道岔节点的  $H$  和目标节点的  $H$  是否相同, 相同则沿道岔的直股进行搜索, 若不相同且目标节点的  $H$  与弯股节点的  $H$  都比本节点的  $H$  大 (小), 则说明弯股方向是通往目标直线的, 应沿弯股搜索, 否则沿直股搜索, 这样就避免了盲目沿着道岔弯股 (直股) 搜索, 搜索不到目标节点又重新返回道岔直股 (弯股) 搜索的麻烦。

如图 1 所示, K19 和 K15 是道岔节点, 当搜索沿着  $L$  增大的方向进行时, K19 是对向道岔, K15 是

顺向道岔。沿相反方向搜索则 K19 是顺向道岔, K15 是对向道岔。假设进路操作命令始端是 K35, 终端是 K9, 由于搜索是沿  $L$  增大方向进行的, 所以搜索到 K19 节点时判断 K19 节点应该是对向道岔。再进一步将目标节点 K9 的  $H$  和弯股节点 K15 的  $H$  与本节点 K19 的  $H$  进行比较, K9 的  $H = 3$ , K15 的  $H = 3$ , K19 的  $H = 2$ ,  $3 > 2$ , 结果目标节点和弯股节点的  $H$  都大于本节点的  $H$ , 因此, 搜索应沿弯股方向进行, 应取 K19 定义中的  $W$  即 K15 为下一个搜索节点。搜索是沿着  $L$  增大的方向进行的, K15 节点就应该是顺向道岔, 所以应该取 K15 定义中的  $S$  即 K13 为下一个搜索节点。K13 也是一个对向道岔, 进一步将目标节点 K9 的  $H$  和弯股节点 K11 的  $H$  与本节点 K13 的  $H$  进行比较, K9 的  $H$  (等于 3) 等于 K13 的  $H$  (等于 3) 而 K11 的  $H$  (等于 2) 小于 K13 的  $H$  (等于 3), 因此, 应取 K13 的直股即  $Z$  节点 K9 作为下一个搜索节点, K9 就是目标节点, 搜索完毕。

这种方法处理结果是, 所有搜索都是沿着第一个搜索到的且弯股方向通向目标节点所在直线的对向道岔进行。

## 3 避免迂回进路的处理方法

并不是所有基本进路都经过第 1 个搜索到的且弯股方向通向目标节点所在直线的对向道岔, 例如, 若 K31 → K1 的基本进路在进路表中规定经过 K13 的定位 (直股) 和 K5 的反位 (弯股), 那么在搜索时因为 K13 是第 1 个搜索到的可以到达 K1 节点所在直线的对向道岔, 所以会沿 K13 弯股搜索下去, 这样就会搜索出一条经过 K13 弯股的迂回进路, 显然这是一条错误的进路, 这里采用延伸搜索方法克服。

建立一个特殊节点的数据库, 包含所有像 K31 → K1 这样的特殊节点对, 这些节点对形成的进路至少包含一个不是第 1 个可以到达目标节点所在直线的对向道岔, 例如 K31 → K1 进路中的 K5。数据库中除了有特殊节点对外还应该包括经过的特殊道岔节点, 例如 K31 → K1 进路中的 K5, 它就取代了 K13 而使搜索变得复杂。在收到操作命令后首先与数据库中的节点对比较, 若与数据库中的某一节点对相同则说明是特殊节点对, 然后把对应的特殊道岔节点 (如 K5) 作为临时目标进行搜索, 搜索到临时目标后, 再继续将搜索向原来的目标节点 (如 K1) 延伸。由于临时目标 (如 K5) 肯定与产生错误迂回进

路的道岔节点（如 K13）在一条直线上，所以搜索不会走道岔（如 K13）的弯股，这样就可以避免搜索出迂回进路了。

例如，如果进路搜索命令是  $K31 \rightarrow K1$ ，经过与数据库比较，得知这是特殊节点对，取出相应的特殊道岔节点 K5 作为临时目标节点，即由 K31 向 K5 搜索，由于 K31 和 K5 的 H 相同，说明 K31 和 K5 在同一直线上，所以搜索会沿着直线进行而不会沿着 K13 的弯股进行。搜索到 K5 后再继续向原目标 K1 搜索。这样就不会出现错误的迂回进路了。

如果有不止一组特殊道岔节点，如  $K31 \rightarrow K1$  进路中除了 K5 外还有其他特殊道岔，那就按顺序将特殊道岔存在数据库中，搜索时逐一延续搜索，先把 K5 作为第一个临时目标，搜索到 K5 后再向下一个临时目标延续，直到搜索到最终目标。

#### 4 搜索流程

根据以上叙述作出相应的程序流程图，如图 2。

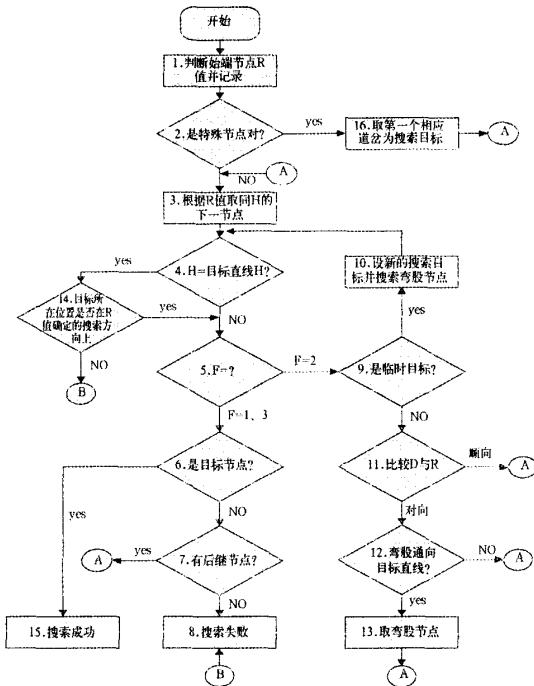


图 2 程序流程图

步骤说明：

(1) 判断节点对中始端节点的 R 值， $R=a$  说明信号机防护方向为 L 增大的方向， $R=b$  说明信号

机防护方向是 L 减小方向， $R=a$  沿 L 增大方向搜索， $R=b$  沿 L 减小方向搜索；

(2) 判断节点对是否为特殊节点对，是则转到第 16 步，不是则转到第 3 步；

(3) 根据第 1 步的 R 值取搜索的下一个节点， $R=a$  取节点中的 M， $R=b$  取节点中的 N；

(4) 判断搜索到的节点所在的 H 是否与目标节点所在 H 一致；

(5) 判断节点标志 F，根据不同标志转到不同的处理过程， $F=2$  表示节点是道岔节点跳转到第 9 步， $F=1$  或  $3$  表示节点是信号机或轨道节点跳转到第 6 步；

(6) 判断搜索到的节点是否为目标节点，是则搜索成功，不是转到第 7 步；

(7) 判断是否有后继节点，没有则说明搜索失败，有后继节点则转到 A 继续搜索；

(8) 提示搜索失败；

(9)  $F=2$  时说明是道岔节点，在特殊节点对数据库中的道岔在搜索中要作为临时搜索目标，所以这一步判断是不是临时目标，是则转到第 10 步继续搜索下一个目标，不是则转到第 11 步，对道岔节点进行进一步处理；

(10) 在第 9 步搜索完一个临时目标后，在这一步判断特殊节点对数据库中还有没有另外相应的特殊道岔，如果有则设为新的临时搜索目标，没有则搜索最终目标。临时搜索目标肯定是要走弯股的道岔节点，因此，设立新的目标后应取弯股节点并转到第 4 步；

(11) D 表示道岔走对向时的方向，R 表示搜索进行的方向，通过比较 D 与 R 可以确定搜索经过的道岔是否对向道岔，是顺向道岔则转到 A，对向道岔则转到第 12 步继续判断；

(12) 判断是否走弯股，若要搜索的目标节点 H 与弯股节点 H 都比本节点大（小），则说明弯股是通往目标直线的，应沿弯股搜索，跳转到第 13 步；反之应沿直股搜索，跳转到 A；

(13) 取弯股节点作为搜索节点；

(14) 搜索进行到目标节点所在直线后，判断目标节点所在位置，若 R 所确定的搜索方向是沿 L 增大（减小）的方向且目标节点所在位置也比本节点 L 大（小），则继续搜索，跳转到第 5 步，反之说明沿搜索方向不可能搜索到目标节点，跳转到 B 提示搜索失败；

文章编号: 1005-8451(2007)11-0048-03

## 铁路区间通过信号机编号识别的定位方法

莫利萍, 张修如

(中南大学 信息科学与工程学院, 长沙 410075)

摘要: 目前在测试区间通过信号机编号的正确性、完整性方面还是靠人眼来确认的, 研究提出一种静止图像信号机编号的定位方法, 为编号识别及自动化测试创造条件。

关键词: 信号机编号; 自动识别; 自动测试; 定位

中图分类号: TP274 文献标识码: A

### Serial number localization method in railway through section signal test

MO Li-ping, ZHANG Xiu-ru

(College of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

**Abstract:** At present signal serial number correctness and completeness in the test sector was mainly depended on human eye for the through section. It was proposed one localization method which depended on stationary picture through section signal serial number, this method created the condition for the serial number recognition and the automated test.

**Key words:** signal serial number; automatic recognition; automatic testing; localization;

随着铁路的发展, 保障铁路运输安全的测试也越来越频繁和全面, 目前, 电务试验车可以实现轨道电路和移频信号的自动测试, 但是在区间信号机的检测方面还得靠人工来确认编号的正确性和完整性。在快速行驶的列车上, 要在几秒钟内看清信号机的编号, 需要高度集中精力, 稍微放松一下, 就容易看错和漏看。若能实现区间信号机编号的自动识别, 就可以为测试提供更可靠的数据, 也为区间信号机的自动化测试创造了条件。

收稿日期: 2007-09-25

作者简介: 莫利萍, 在读硕士研究生; 张修如, 副教授。

在区间信号机编号的自动识别过程中, 需要进行图像预处理、区间信号机柱分割、编号定位、字符切割和字符识别等一系列工作, 而又以区间信号机柱及编号定位为核心技术, 但由于铁路沿线的地形和环境不同, 电力柱和树木等柱状物体也经常出现在信号机附近, 导致图象背景复杂, 区间信号机编号正确定位难度较大, 因此, 本文提出了一种利用信号机特点的定位方法。

### 1 区间信号机柱的定位方法

#### 1.1 图像的边缘检测

(15) 提示搜索成功;

(16) 当命令是特殊节点对时, 取特殊节点对数据库中对应的第1个特殊道岔作为临时搜索目标, 若有不止一组特殊道岔则搜索完第1个临时目标后按顺序搜索下一个临时目标, 一步步延伸, 直到搜索到最终目标节点为止。

### 5 结束语

用上述方法实现的铁路微机联锁进路搜索定义

简单, 结构清晰, 程序编写方便, 便于使用后维护, 而且相关程序已经应用于实际生产中, 实践证明, 用这种方法编写的程序安全可靠, 得到了广大用户的认可。

参考文献:

- [1] 林瑜筠. 6502电气集中学习指导[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1999.
- [2] 赵志熙. 计算机连锁系统技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1999.