

文章编号: 1005-8451 (2006) 11-0027-04

## 差分全球定位系统在车站调车作业中应用的研究

张大鹏, 戴 钢, 朱国辉, 徐 悦

(北京交通大学 网络管理中心, 北京 100044)

**摘 要:** 针对目前编组站的实际工作特点, 提出车站 DGPS 应用系统的总体设计方案, 说明系统各个模块的功能, 并且详细介绍系统涉及的主要技术、原理、算法以及其它一些需要注意的问题。

**关键词:** GPS; 编组站; 铁路车站应用系统; 调车机

**中图分类号:** U297: TP39 **文献标识码:** A

### Research on application of DGPS technology to shunting operation in stations

ZHANG Da-peng, DAI Gang, ZHU Guo-hui, XU Yue

(Network Management Research Center, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** According to the work characteristics of the marshalling stations at present, it was given a design plan of the Railway Station Application System, explained the function of each module in this System, introduced the main technology, principle, algorithm and other needed problems of this System.

**Key words:** GPS; marshalling station; Railway Station Application System; shunting locomotive

目前,《车站行车工作细则》中具体规定的车站技术作业组织和管理工作中有很大一部分还需要人工计算、人工管理,并且对调车机的工作还不能实

现实时进行有效地监测,调车机工作数据不能及时准确采集和上报,导致调车现场有人和无人监管的情况下调车机工作有很大的不同,自动化程度还比较低,这不能达到铁路信息化的要求,不能满足优质、高效的运输生产管理的需要。所以,迫切需要一种新的管理工具来改变这种落后状况。采用铁路

收稿日期: 2006-05-28

作者简介: 张大鹏,在读硕士研究生;戴 钢,高级工程师。

MatLab.Execute ("R2=size(T,1);")//获得输出层神经元的个数

MatLab.Execute ("net=newff(minmax(P),[R1,R2],{'tansig','pur-

elin'},'traingdm');")//调用执行 MatLab 语句

MatLab.Execute ("net.trainParam.epochs=E;net.trainParam.goal=G;net.trainParam.show=S;net.trainParam.lr=L;net.trainParam.mc=M;")//同上

MatLab.Execute ("[net,tr]=train(net,P,T);")

Text9.Text = MatLab.Execute

("A=sim(net,P);disp(A);")// MatLab 语句执行完后,将结果输出到 VB 界面

MatLab.Execute ("E=T-A;MSE=mse(E);")

End Sub

当隐层数取 7 时,训练的步数最少,得到的输出数据如下:

1.0022,-0.0046,-0.0157,0.0186,0.0278,-0.0306  
0.0017,0.9984,-0.0110,0.0114,-0.0018,-0.0008

0.0016,-0.0051,0.9870,0.0162,0.0389,-0.0403  
-0.0016,0.0058,0.0137,0.9830,-0.0465,0.0475  
0.0003,0.0237,0.0202,-0.0354,0.7276,0.2662  
-0.0009,-0.0271,-0.0094,0.0266,0.3213,0.6890  
从输出结果看,训练是成功的。

### 6 结束语

通过示例模拟电路故障诊断这个实例,可以看到 VB 基于 ActiveX 技术能成功调用 Matlab 软件,既达到了界面可视化效果,又使 Matlab 的神经网络训练数据的功能得到了充分的发挥,更加利于操作。

**参考文献:**

- [1] 张宏利,陈 华.实现 VB 与 MATLAB 数据交换的新方法[J].计算机应用与软件,2004,21(12):51—52.
- [2] 汤红梅,张 军.基于 ActiveX 的 Matlab 与 VB 接口技术在仿真软件设计中的应用[J].煤矿机械,2004(12):86—87.

车站差分全球定位系统 (DGPS) 应用系统实现对站内调车机的实时监测, 通过监测中心的计算得到调车机的工作信息, 是一种很好的解决方法。

1 差分全球定位系统定位原理

全球定位系统 (GPS) 信号从卫星传到地面接收机的过程中, 带来了多种误差; 另外, 由于人为的干扰, 导致普通接收方式定位精度不高, 达不到编组站调车机的定位要求。为了解决这个问题, 采用差分全球定位系统 (DGPS)。选用并行处理 12 通道 GPS 接收机, 采用载波相位测量差分技术, 解算出伪距改正数。载波相位测量是测定 GPS 载波信号在传播路程上的相位变化值, 以确定信号传播的距离。若设卫星 S 至接收机 K 的距离为 P, 则:

$$P = \lambda (N + \Delta \Phi)$$

式中,  $\lambda$  为载波波长; N 为载波相位的整周部分;  $\Delta \Phi$  为不足一周的相位小数部分。

由于载波频率高 ( $L_1=1\ 575.42\ \text{MHz}$ ,  $L_2=1\ 227.6\ \text{MHz}$ ), 波长短 ( $\lambda_1=19.05\ \text{cm}$ ,  $\lambda_2=24.45\ \text{cm}$ ), 载波相位测量的测量精度可以达到很高。目前, 测地型 GPS 接收机的载波相位测量精度一般为厘米级, 甚至亚厘米级。

伪距改正数经调制后, 通过无线方式向站内 DGPS 接收机发射。这些伪距改正数包括卫星星历误差, 电离层、对流层延迟误差等。由于各调车机安装的 DGPS 设备与 DGPS 基准站接收机相距一般只有几公里或更近, 它们几乎具有相同的伪距改正数, 所以, 车载 DGPS 能测出很准确的即时位置 (PPOS)。

DGPS 基准站发送的改正信息采用标准的 RTCM SC-104 格式, 内容主要包括: (1) DGPS 接收机接收到的信号的时间; (2) 每颗卫星的伪距及伪距率; (3) 每颗卫星的历书数据发布时间。

2 系统构成

2.1 系统结构和功能

铁路车站 DGPS 采用现阶段成熟的 DGPS 技术、网络通信技术、射频识别技术和计算机技术, 使车站运营实现自动化监测、管理。应用系统结构见图 1。系统主要由 4 部分组成: (1) 中心监测系统; (2) DGPS 基准站; (3) 调车机 DGPS 移动站; (4) GPS

移动手持设备。

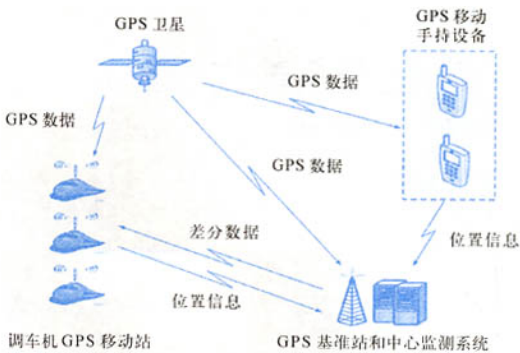


图 1 铁路车站 DGPS 结构图

中心监测系统和 DGPS 基准站常年自动运行, 负责差分数据解算、数据存储与统计等功能。DGPS 移动站安装在调车机上, 实现对调车机速度和位置等状态信息的实时采集, 并将数据通过无线链路实时传回中心监测系统加以记录和保存。GPS 移动手持设备由工人操作, 负责将设备位置状态信息通过无线链路传回中心监测系统加以记录和保存。

2.1.1 中心监测系统

中心监测系统主要由工作站和显示计算机组成, 是系统的核心部分。中心监测系统通过接收到的经无线链路传输、由调车机 DGPS 接收机发送的位置、速度和时间信息, 经过地图匹配和作业计划匹配, 判断出调车机的工作状态, 并将工作情况实时显示出来, 同时根据对调车机和站内设备采集的状态数据, 对调车机执行的作业计划进行实时监测, 对司机的错误操作和即将出现的危险情况及时报警。根据存储的记录数据, 可对一定时间段内调车机的工作情况、车站技术作业过程和作业时间、车站通过能力以及改编能力进行统计和分析。

2.1.2 DGPS 基准站

DGPS 基准站由高端 GPS 接收机和无线数据传输设备组成, 实时接收 GPS 卫星数据, 监测卫星运行状况, 通过基准站内置的信息处理单元计算差分数据, 通过无线数据传输设备发送差分数据至移动站 DGPS 接收机。

2.1.3 调车机 DGPS 移动站

调车机 DGPS 移动站由 DGPS 接收机、无线数据传输模块和语音报警模块组成, 安装于调车机上, 实时接收 GPS 卫星数据和基准站发送的差分数据, 通过接收机解算出实时数据, 并将其通过无线链路

传回中心监测系统处理。当系统分析出异常情况时,通过无线链路接收中心监测系统发来的报警信息,进行语音报警。

2.1.4 GPS 移动手持设备

站场内分布着大量设备,它们的位置、状态对调车作业安全有着十分重要的影响。目前,这些设备的状态信息大都还通过人工方式采集,上报周期长,因而设备状态不能及时掌握。

GPS 移动手持设备由无线发送模块, GPS 接收模块, 射频扫描模块, LED 显示模块组成, 设计开发成一体机形式, 采用便携电池供电。利用 GPS 移动手持设备, 通过读卡器获取设备上粘贴的射频标签内存储的设备信息, 并将 GPS 此时得到的设备位置信息, 连同现场工人操作后设备的状态信息, 经由无线链路发送到中心监测系统, 可实现站内设备状态的实时监测。

2.2 主要技术指标

根据《技规》的有关规定和站内调车作业的实际需要, DGPS 定位精度要求为 0.5 m—1 m, 速度精度要求为 0.1 m/s, 时间精度要求为 1 s。对于射频识别模块, 采用无源、低频、被动、近耦合和只读射频卡。

2.3 系统数据处理流程

数据处理流程见图 2。

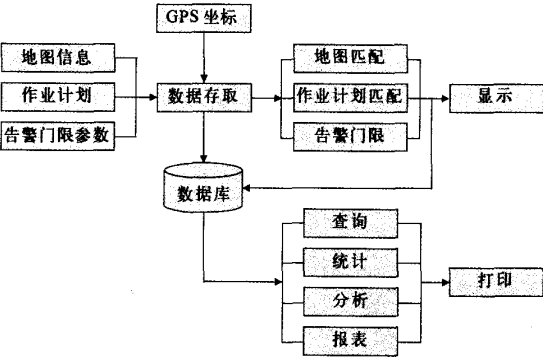


图 2 铁路车站 DGPS 数据处理流程图

3 主要算法和问题研究

3.1 地图匹配算法

根据有关规定, 站内最小线间距为 5 m。利用站场图, 可以得到站内每条线路的地理坐标信息。正常情况下调车机应运行在站内线路上。由此, 可

以设计出与之相适应的地图匹配算法, 提高 DGPS 定位精度。

目前, 主要考虑基于预测的地图匹配算法。其算法基本设计思想为: 在正常情况下, 调车机只能运行于站内线路上; 当确定调车机在站内某条线路上以后, 至调车机运行到该线路道岔区域之前, 此调车机只能运行于该线路上; 调车机运行到道岔区域后, 此调车机只能运行在通过此道岔与该线路实际连接的线路上。

3.2 作业计划匹配算法

车站, 尤其是编组站由多个工作区域组成, 如调车场、到达场和机务段等。调车机根据作业计划的规定, 运行于某个工作区域, 执行相应的工作任务。根据铁路调车工作的需要, 可以设计出与之相适应的作业计划匹配算法, 能够及时掌握调车机执行作业计划情况, 如作业时间、作业进度和作业效率等。还可以检查作业计划制定是否合理, 便于今后工作的改进。

中心监测系统通过经过地图匹配后的调车机的位置信息和时间信息, 得到调车机工作的场别和线路, 通过作业计划匹配算法与系统存储的调车作业通知单比较, 综合分析多个数据, 即可判断出调车机正在执行的工作计划, 同时能够掌握作业进度。当实际作业与调车作业通知单内容不符时, 即出现作业计划变更情况, 通过这些记录对比, 可以分析作业计划制定的合理与否, 进而可以得到调车机的工作效率。

以图 3 所示的 3 份某年 8 月 1 日调车作业通知单

调车作业通知单				调车作业通知单				调车作业通知单			
第 I 号计划				第 II 号计划				第 III 号计划			
8月1日 开始8:00至9:40				8月1日 开始10:00至11:20				8月1日 开始11:50至13:10			
编组时间: 7:00				编组时间: 7:00				编组时间: 7:00			
区长: ×××				区长: ×××				区长: ×××			
顺序	股道	性质	备注	顺序	股道	性质	备注	顺序	股道	性质	备注
1	115	2	4540879	1	119	2	45102 (38) 摘挂	1	118	2	
2	113	17	6025854	2	112	5	6026769	2	113	33	解31202次
3	110	7	解28102 (38)	3	110	3		3	118	4	
4	118	17	3033054摘挂	4	117	12		4	118	9	
5	119	8		5	119	8		5	115	14	解30145次
6	121	9		6	111	43	解45343次	6	114	3	
7	117	40	解28101 (40)	7	111	5	全对	7	117	27	解28107 (40)
8	115	12		8	112	5	全对	8	113	12	
9	112	8		9	115	4		9	114	7	
10	115	6		10	115	6		10	115	6	

图 3 调车作业通知单

为例, 按作业要求, 这 3 份调车作业通知单应已存入中心监测系统。假定某编组站 8 月 1 日只执行这 3 项作业任务, 当该日调车机开始工作后, 中心监测系统即会收到调车机 DGPS 移动站发来的数据, 经过地图匹配处理以后, 若得出调车机依次工作于 II 场 15 股、II 场 13 股、I 场 10 股……与系统中存

储的所有该日调车作业计划相比较,即可判断出调车机目前正执行第I号计划。当执行到顺号7子任务时,若得出调车机工作于I场8股,非计划中的I场7股,即为作业计划变更。

### 3.3 系统告警门限指标

根据《技规》、《站细》对调车作业的相关规定,设计出系统告警门限指标,对调车机的工作加以合理监测。铁路车站 DGPS 应用系统采用的调车机部分安全速度指标如下:

空线走行最高限速 40 km/h;

9号岔(或更小辙岔号)侧向过岔限速 30 km/h;

起动:自收到信号起控制限速 40 km/h;

推进:自收到信号起控制限速 30 km/h;

连接:自收到信号起控制限速 30 km/h;

溜放:自收到信号起控制限速 30 km/h;

十车:自收到信号起走行 55 m 控制限速 15 km/h;

五车:自收到信号起走行 25 m 控制限速 10 km/h;

三车:自收到信号起走行 20 m 控制限速 5 km/h。

### 3.4 查标工作改进方法

根据铁路车站技术作业的要求,设计出基于 DGPS 设备采集数据的车站查标工作改进方法,满足查标工作的实际需要。

以填写调车机动态写实表为例。采用铁路车站 DGPS 后,图4表中经由、股道可根据系统提供的调车机位置信息填写;流动时间可根据相应的 GPS 时间信息填写;单项作业时间为流动时间起止之差;作业项目、单项过程可根据系统提供的调车机位置信息,结合实际情况填写;钩数、辆数(+ -)则根据实际情况填写。

站名	经由	股道	流动时间	作业项目	流动时间	钩数	辆数	备注
西康	西康	15	7:50:30-8:02:08	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:05:09-8:10:43	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:15:41-8:18:28	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:18:28-8:20:07	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:20:07-8:24:12	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:24:12-8:28:14	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:28:14-8:34:37	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:34:37-8:42:58	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:42:58-8:48:01	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:48:01-8:51:35	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:51:35-8:53:13	挂车	15	1	21	编 20102 (30)
西康	西康	15	8:53:13-8:52:48	挂车	15	1	21	编 20102 (30)

图4 调车机动态写实表

目前,查标工作规定,写实人员在查标工作中写实记点应按“min”计,不足30s尾数可略去,超过30s按1min记点。这已不能满足当前查标工作的实际需要。采用铁路车站 DGPS 后,在不增加工作人员的劳动强度下,可将时间精度提高到1s。

对于车站能力的查定,例如《站细》中规定的车站通过能力统计公式:

$$N = \frac{(1440M - \sum t_{\text{固}})(1-r)}{t_{\text{占均}}} + n_{\text{固}}$$

式中:  $N$  为车站通过能力; 1440 为一昼夜的总时分 (min);  $M$  为平行进行同一种作业的设备数量;  $\sum t_{\text{固}}$  为各种固定作业占用设备的总时间 (min);  $t_{\text{占均}}$  为办理一次作业 (不包括固定作业) 平均占用设备的时间 (min),  $t_{\text{占均}} = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_2 + \dots + \beta_i t_i$ ;  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$  为第 1、2、...、 $i$  项作业次数占一昼夜作业总次数 (不包括固定作业) 的百分比,  $\beta_i = \frac{n_i}{n}$ ,  $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_i = 1.0$ ;  $t_1, t_2, \dots, t_i$  为第 1、2、...、 $i$  项作业每次占用设备的时间 (min);  $n_1, n_2, \dots, n_i$  为第 1、2、...、 $i$  项作业一昼夜的次数;  $n$  为占用该项设备一昼夜的总次数,  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_i$ ;  $r$  为该项设备的空费系数或作业妨碍系数;  $n_{\text{固}}$  为一昼夜固定作业占用设备次数。

式中,作业时间的单位均为分,且由于各种因素的影响,记录、统计作业时间时存在较大误差,导致最终计算结果不准确,不能正确反映车站的实际情况。采用铁路车站 DGPS 后,作业时间的单位可精确到 s,记录、统计无须人工参与,过程简单可靠,能够大大改善现存问题。

根据目前的研究,可以较为精确地查定区段站咽喉通过能力和到发线通过能力,编组站出发场到发线通过能力和编发线通过能力,客运站到发线通过能力以及客车整备场通过能力。

## 4 结束语

铁路车站 DGPS 能够改善编组站的技术管理、作业组织工作,既满足车站查标工作的实际需要,节约人力资源,又能保证调车作业安全进行,其应用价值由此可见。目前,系统在车站能力查定方面是简化进行的,对于情况复杂多变的站场实际应用,还需要做进一步的研究和设计。

### 参考文献:

- [1] 杨浩,何世伟.铁路运输组织学[M].(第2版)北京:中国铁道出版社,2006.
- [2] 刘基余.GPS卫星导航定位原理与方法[M].北京:科学出版社,2003.