

文章编号: 1005-8451 (2013) 11-0036-04

基于AutoCAD.NET的地铁铺轨综合设计图 软件开发

刘大园, 姚力, 巫江

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要: 基于AutoCAD平台提供的.NET API接口, 探讨和实现了地铁铺轨综合设计图的自动化绘制, 提高了地铁铺轨综合设计图的出图效率和质量。软件已在成都地铁、宁波地铁部分线路应用及验证, 取得了很好的效果。

关键词: AutoCAD.NET; 自动化; 地铁; 铺轨综合设计图

中图分类号: U231.3 : TP39 文献标识码: A

Software development of Track Layout Diagram for metro based on AutoCAD.NET

LIU Dayuan, YAO Li, WU Jiang

(China Railway Eryuan Engineering Group Co.Ltd, Chengdu 610031, China)

Abstract: A software was studied and developed, for drawing track layout diagram of metro automatically based on AutoCAD.NET API in this paper. It extremely improved the work efficiency and quality for drawing track layout diagram of metro. The software was successfully applied to Chengdu Metro and Ningbo Metro, was proved to be correct and efficient.

Key words: AutoCAD.NET; automation; metro; track layout diagram

随着我国基础设施建设的发展, 城市地铁建设的速度加快, 地铁铺轨综合设计图是轨道铺设阶段的指导性施工文件, 其包含大量几何图形及工程信息, 如线路平面参数、线路纵断面参数、轨面高程信息、轨道类型信息、轨道铺设范围信息、系统设备预埋件信息、各类里程桩号信息等^[1], 利用计算机技术可以自动完成地铁铺轨综合设计图的绘制是非常迫切的。

目前, 对勘察设计行业, 最主要的图形辅助设计软件为AutoCAD平台, 它采用开放的架构体系, 各行业用户可以根据自身特点, 进一步开发更适合于专业的应用插件, 以满足各行业自身的勘察设计需求。AutoCAD提供了丰富的可供用户进行功能扩展的二次开发接口^[2], 用户可以根据自身实际情况决定选用哪种API进行开发定制。

.NET API为AutoCAD 2006及后续版本所增加的定制接口, 它提供一系列托管的外包类, 使开发人员可在.NET框架下, 使用任何支持.NET

的语言对AutoCAD进行二次开发。该接口完全面向对象, 可轻松访问AutoCAD内部数据并与之进行交互, 是理想的开发工具。

1 实现思路

1.1 基础数据输入

地铁铺轨综合设计图的绘制需要众多的基础数据, 包含外部专业接口数据及轨道专业本身设计参数, 其中, 最主要的是线路平、纵断面数据。根据目前行业设计的现状, 线路的平、纵断面参数主要以Access数据库文件提供和传递, 其它数据主要通过Excel存储和传递, 因此, 可建立导入Access数据库及Excel数据表格的接口方法, 以加快数据的导入。同时, 导入基础数据后, 可对数据进行修改、增加、删除等操作, 提供对基础数据进行调整和操作的灵活性, 如图1所示。

1.2 轨面标高计算

所有基础数据导入后, 根据线路平、纵断面参数、轨道曲线地段超高值等, 同时根据施工要

收稿日期: 2013-04-17

作者简介: 刘大园, 工程师; 姚力, 教授级高工。

求，铺轨时应测设加密基标，因此需要在直线上每隔 6 m，曲线上每隔 5 m 计算钢轨顶面标高值^[3]。根据《铁路线路设计规范》，线路轨面标高计算需考虑竖曲线半径，变坡点里程、高程，设计坡度，曲线超高等因素。首先计算线路中线标高，计算如下^[4-5]：

纵坡上直线段桩点高程计算公式为：

$$G_i = (H_i - H_{i-1}) / (S_i - S_{i-1})$$

$$h = H_{i-1} + G_i \bullet R_y(1 - S_{i-1})$$

竖曲线上桩点高程计算公式为：

$$T = |0.5 \bullet R_v(G_i - G_{i+1})|$$

$$h = H_i + \frac{G_{i+1} - G_i}{4 \cdot T} \cdot (1 - S_i + T)^2 + G_i \cdot (1 - S_i)$$

其中, S_i , H_i , G_i 分别为第 i 个变坡点里程、变坡点高程、设计坡度;

R_v 、 T 分别为该变坡点竖曲线半径、切线长；

l, h 分别为任意桩点距离变坡点的距离、任意桩点计算高程。

计算得到的线路中线实际标高即为直线地段的轨面标高；对于曲线地段，再根据曲线超高设置值以及该段曲线轨道超高的设置方式可以分别计算得出内外股钢轨的轨面标高。

轨面标高计算结果及绘图效果如图 1 所示。

1.3 配轨计算

配轨计算包含道岔区前后缓冲轨配轨及曲线地段缩短轨配轨计算。对道岔区前后缓冲轨配置，根据轨道设计中缓冲轨数量即可配轨。对曲线地段，曲线地段外股线比内股线长，为了保证 2 股钢轨接头采用对接的方式，内股钢轨宜采用缩短轨。首先根据曲线参数计算出需要配置的缩短轨根数，然后按顺序及配轨原则配置缩短轨即可^[6]。配轨计算结果及绘图效果如图 1 所示。

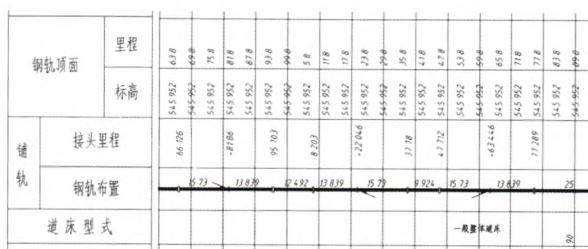


图 1 轨面标高及配轨图示

1.4 铺轨综合设计图绘制

准备后上述数据后，可进行铺轨综合设计图的绘制，绘制的图形如图 2 所示。

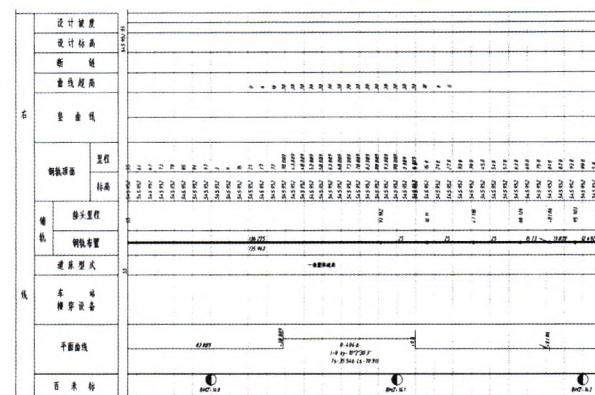


图2 地铁铺轨综合设计图

2 实现方法

根据 AutoCAD.NET API 接口提供完全面向对象编程方法的特点，数据文件的操作、轨道相关数据的计算处理等均采用面向对象方法进行编码和处理。

2.1 数据文件的操作方法

数据文件包含其它专业的输入数据以及轨道设计参数,主要有线路平面数据、纵断面数据、断链数据、道岔数据等,需要采用特定的数据格式存储。下面以线路平面数据为例,其存储格式如表1所示。

表 1 线路平面参数表格式

编号	交点	曲线半径	偏角	起点冠号	起点里程	前缓和曲线	终点冠号	终点里程	后缓和曲线	超高
1	YJD1	500	19.02408	YDK	510.164	70	YDK	746.36	70	108
2	YJD2	650	18.22567	YDK	1657.376	85	YDK	1950.918	85	118
3	YJD3	650	18.54373	YDK	2141.024	85	YDK	2440.555	85	92

数据文件操作类库 (DataAccess) 结构主要属性及方法如图 3 所示, 其功能是读取、操作及存储所有基础数据信息。其中, `DbConn` 方法进行数据文件链接, `SelectToDataSet` 方法将数据从文件中读取至数据集中供计算和绘图使用且可以更新数据文件, `ExecuteSQLNonQuery` 方法用于执行数据的查询和操作。

2.2 铺轨综合设计图各类数据的抽象化实现

地铁铺轨综合设计图包含多种类型基础数据及过程和结果数据, 主要的数据类及数据处理类如表 2 所示。



图3 数据文件操作类库结构

下面,以里程桩点数据类为例,其对象结构如图4所示。里程桩点数据类(类名为Stake)包含了桩点里程(Mileage)、连续里程(ContinuousMileage)、桩点处竖曲线矢高(E)、轨面标高值(RailElevation)、桩点冠号(StakeName)、轨道超高值(SuperElevation)等属性信息,用于存储和传递桩点信息。其余类库对象不一一赘述。

数据类与数据处理类层次关系如图5所示。

2.3 地铁铺轨综合设计图绘制实现

程序利用前述步骤计算所得的过程及结果数据,通过AutoCAD.NET API所提供的与AutoCAD内部数据通信的接口进行图形的自动绘制,图形绘制主要的自定义方法如图6所

表2 主要数据类及数据处理类列表

序号	类型	类名	说明
1	线路平面数据类	PlanCircle	用于存储线路平面参数
2	线路纵断面数据类	Gradiant	用于存储线路纵断面参数
3	轨节数据类	TrackSection	用于存储配轨后的轨节数据
4	轨道类型数据类	TrackBed	用于存储线路上的轨道类型分布数据
5	预埋件数据类	SpecialStake	用于存储系统专业横穿轨道的预埋件数据
6	道岔数据类	TurnOut	用于存储轨道道岔数据
7	里程桩点数据类	Stake	用于存储各类里程桩点数据,含里程及对应轨面标高
8	断链数据类	BrokenChain	用于存储线路断链数据
9	断链数据处理类	BrokenChainOperations	对断链数据进行操作和处理,对线路、道岔等其他数据作断链处理
10	线路平、纵断面数据处理类	PlanCircleOperations	对线路平、纵断面数据进行操作,进行桩点数据处理,计算桩点及轨面标高等
11	道岔数据处理类	TurnOutOperations	对道岔数据进行操作、进行配轨计算等

图4 部分数据类对象结构示意图

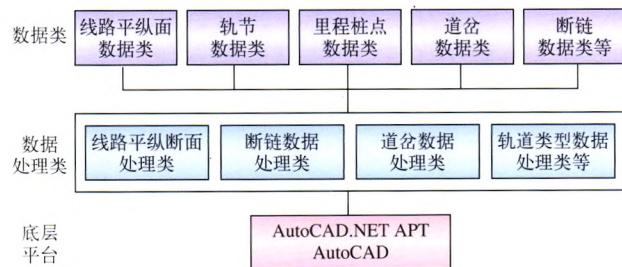


图5 抽象化后类层次关系示意图

示。PlotBrokenChain方法用于绘制断链信息(含断链里程、断链大小等),PlotGradiant方法用于绘制线路纵断面信息(含坡度、竖曲线等),

PlotPlanCurve方法用于绘制线路平面信息,PlotSpecialStake方法用于绘制线路上过轨设备预埋件信息(含过轨管线、沟槽位置及类型等),PlotStakePoint方法用于绘制里程桩点信息(含里程、轨面标高、曲线超高信息等),PlotTrackBed方法用于绘制不同轨道结构类型的铺设范围信息(含起止里程、轨道结构类型),PlotTrackSection方法绘制轨节信息(含轨节起止里程、轨节长度、道岔位置及道岔尺寸信息等),建立绘图环境方法用于建立与CAD平台的连接并设置绘图的环境。

下面以PlotStakePoint方法为



图6 综合设计图绘制方法结构

例,列出了绘制里程桩点信息的实现代码。

```

static public void PlotStakePoint(Point3d pt, ArrayList list, double mileageStart)
{
    for (int i = 0; i < list.Count; i++)
    {
        double height = 2.5;
        double dist = ((Stake)list[i]).ContinuousMileage - mileageStart;
        Point3d p = GTools.GetPoint(pt, dist + height / 2, 0, 0);
        double m = MathTools.TrimMe(((Stake)list[i]).Mileage, 2);
        double re = ((Stake)list[i]).RailElevation;
        double s = ((Stake)list[i]).SuperElevation;
        double e = ((Stake)list[i]).E;
        GTools.DBText(m.ToString(), p, height, 90, false);
        p = GTools.GetPoint(pt, dist + height / 2, -15, 0);
        GTools.DBText(re.ToString(), p, height, 90, false);
        if (e >= 0)
        {
            if (((Stake)list[i]).IsConvex == 1)
                p = GTools.GetPoint(pt,

```

```

                dist + height / 2, +15, 0);
            else if (((Stake)list[i]).IsConvex == -1)
                p = GTools.GetPoint(pt, dist + height / 2, +30, 0);
            GTools.DBText(e.ToString(), p, height, 90, false);
        }
        if (s >= 0)
        {
            p = GTools.GetPoint(pt, dist + height / 2, +40, 0);
            GTools.DBText(s.ToString(), p, height, 90, false);
        }
    }
}

```

3 结束语

本文基于AutoCAD平台,采用该平台提供的.NET API定制接口,探讨了自动化绘制地铁铺轨综合设计图的实现思路和方法,最终通过面向对象程序语言编程,建立了友好和高效的交互界面,提高了地铁铺轨综合设计图的出图效率和质量。该程序已经在成都地铁、宁波地铁部分线路应用,得到了实践的检验,取得了很好的效果。

参考文献:

- [1] 施仲衡. 地下铁道设计与施工 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2002.
- [2] 秦洪现, 崔惠岚, 孙 剑. Autodesk 系列产品开发培训教程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [3] 中华人民共和国建设部. GB 50299-1999, 地下铁道工程施工及验收规范 (2003年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2004.
- [3] 中华人民共和国建设部. GB 50090-2006, 铁路线路设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [4] 胡光常. 铁路勘测设计一体化生产体系研究及铁路选线机助设计软件系统研制 [D]. 成都: 西南交通大学, 2003: 41-42.
- [5] 申国祥. 铁路轨道 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2002: 59-64.

责任编辑 徐侃春