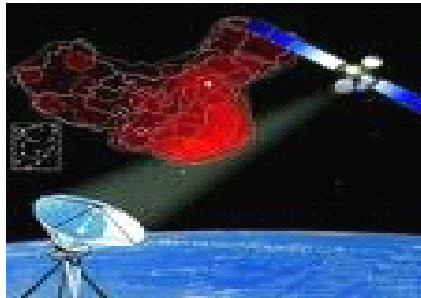


*General Software of Engineering Survey*  
*Data Processing*

工程测量数据处理通用软件 *GSP*

**用户使用手册**



2009-9



# 目 录

1 简介.....	1
1.1 软件运行环境.....	1
1.2 软件安装.....	1
2 主要功能.....	1
3 软件通用功能介绍.....	1
3.1. 工具栏.....	1
3.1.1. 项目组.....	2
3.1.2. 编辑组.....	2
3.1.3. 控制网处理组.....	2
3.1.4. 数据输出组.....	2
3.1.5. 屏幕图形显示组.....	3
3.1.6. 选项设置.....	3
3.1.7. 表格数据导航器.....	3
3.2. 操作表格.....	3
3.2.1. 设定当前表格.....	3
3.2.2. 对当前表格记录的操作.....	4
3.2.3. 表格数据排序操作.....	4
3.2.4. 表格数据文件处理.....	4
3.3. 状态栏.....	4
第一篇 GPS 测量控制网数据处理.....	5
1 主要功能.....	5
2 使用说明.....	5
2.1 工程项目.....	5
2.2 已知数据输入.....	6
2.2.1 GPS 网精度.....	6
2.2.2 椭球体选择.....	7
2.2.3 平面坐标系参数.....	7
2.2.4 平差参数.....	7
2.2.5 三维地心固定坐标.....	7
2.2.6 二维平面固定坐标.....	8
2.2.7 已知坐标文本文件的导入.....	8
2.2.8 平差方式.....	8
2.3 基线向量数据处理.....	9
2.3.1 基线向量的数据结构.....	9
2.3.2 导入基线向量.....	9
2.3.3 重复观测基线向量检查.....	10
2.3.4 闭合环闭合差检查.....	11
2.3.5 二维基线向量.....	13
2.4 三维向量网平差.....	13
2.4.1 已知点.....	13
2.4.2 三维平差结果.....	13
2.5 二维向量网平差.....	17
2.5.1 已知点.....	17
2.5.2 平差模型选择.....	18
2.5.3 二维平差结果.....	18
2.6 复测控制网分析.....	18
2.7 数据报表输出.....	22
2.7.1 单个图表输出.....	22
2.7.2 外部服务器设置.....	22

2.7.3 批量输出.....	22
2.8 单项计算.....	23
2.8.1 地心坐标与大地坐标转换.....	23
2.8.2 大地坐标与高斯坐标转换.....	24
2.8.3 距离方位计算.....	24
2.9 屏幕图形.....	24
2.9.1 坐标与图形比例显示.....	25
2.9.2 图形缩放.....	26
2.9.3 图形漫游.....	26
2.9.4 距离量取.....	26
2.9.5 图形保存、打开与叠加.....	27
第二篇 边角测量控制网数据处理.....	29
1 主要功能.....	29
2 使用说明.....	29
2.1 工程项目.....	29
2.2 控制网观测数据.....	30
2.2.1 边角控制网的观测数据格式.....	30
2.2.2 编辑.....	32
2.2.3 转换.....	34
2.3 控制网数据预处理.....	34
2.3.1 近似坐标.....	35
2.3.2 距离改化.....	36
2.3.3 往返距离较差.....	38
2.3.4 闭合差检查.....	38
2.4 边角网平差.....	41
2.4.1 参数设置.....	41
2.4.2 平差.....	41
2.4.3 方差估计（边角匹配）.....	43
2.5 自由网变换.....	44
2.5.1 导入控制网坐标.....	44
2.5.2 网形变换与比较.....	45
2.6 图表.....	46
2.6.1 屏幕图形显示.....	46
2.6.2 AutoCAD 图形输出.....	46
2.6.3 批量输出.....	48
第三篇 水准测量控制网数据处理.....	49
1 主要功能.....	49
2 使用说明.....	49
2.1 工程项目.....	49
2.2 观测文件数据导入.....	50
2.2.1 数据格式.....	50
2.2.2 数据导入.....	50
(1) 观测文件的编辑与打开.....	50
2.3 参数设置.....	51
2.3.1 精度指标.....	51
2.3.2 水准控制网类型.....	51
2.3.3 平差数据.....	52
2.3.4 平差定权方式.....	52
2.4 质量检查.....	52
2.4.1 往返测高差不符值.....	52
2.4.2 闭合差.....	53

2.5 水准网平差.....	55
2.6 水准网比较.....	57
2.6.1 固定基准比较.....	57
2.6.2 拟稳基准比较.....	58
第四篇 道路中线数据处理.....	60
1 主要功能.....	60
2 使用说明.....	60
2.1. 中线项目.....	60
2.2. 中线定义.....	61
2.2.1. 交点法.....	61
2.2.2. 积木法.....	62
2.2.3. 公路交点法.....	63
2.3. 纵坡定义.....	65
2.4. 坐标查询.....	65
2.5. 批量计算.....	66
2.6. 图表.....	67
2.6.1. 屏幕图形显示.....	67
2.6.2. AutoCAD 图形输出.....	68
2.7. 细部计算.....	69
2.7.1. 坐标.....	69
2.7.2. 图形.....	70
第五篇 隧道断面测量分析.....	72
1 主要功能.....	72
2 使用说明.....	72
2.1. 建立项目.....	72
2.2. 线路中线.....	74
2.3. 隧道设计断面录入.....	74
2.3.1 断面坐标系.....	74
2.3.2 设计断面的输入方法.....	75
2.3.3 示例.....	76
2.3.4 使用设计断面.....	78
2.4. 断面浏览.....	79
2.4.1 隧道断面的测量方法.....	79
2.4.2 实测断面的数据格式.....	80
2.4.3 分离实测断面数据.....	80
2.4.4 图形文件.....	82
2.5. 实测隧道断面编辑.....	83
2.5.1 保存.....	83
2.5.2 排序.....	83
2.5.3 转换.....	86
2.6. 隧道断面分析.....	88
2.6.1 查询断面点.....	88
2.6.2 设计断面选择.....	89
2.6.3 隧道断面的超欠挖.....	89
2.7. 输出图形和数据.....	90
2.7.1 屏幕图形.....	90
2.7.2 AutoCAD 图形.....	90
第六篇 隧道贯通误差估算.....	92
1 主要功能.....	92
2 使用说明.....	92
2.1. 建立项目.....	92

---

2.2. 线路中线引入.....	93
2.2.1. 中线数据.....	93
2.2.2. 隧道位置.....	93
2.3. 洞外估算.....	93
2.3.1. 控制网数据引入.....	93
2.3.2. 隧道洞外贯通路线.....	94
2.3.3. 估算洞外测量误差影响值.....	94
2.4. 洞内预计.....	95
2.4.1. 洞内导线布设.....	95
2.4.2. 洞内贯通误差值.....	96
2.4.3. 洞内精度预计.....	96

## 1 简介

***GSP (General Software of Engineering Survey Data Processing)*** 软件是有中铁二局股份有限公司开发的一套常规工程测量数据处理的通用软件。

### 1.1 软件运行环境

该软件运行与 WINDOWS xp 系统之上。软件运行需要鼠标支持。软件运行需要至少 20MB 的运行空间。

### 1.2 软件安装

运行软件的安装程序，按照提示操作，即可完成软件的安装。

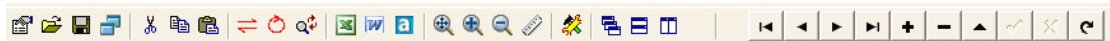
需要卸载软件时，在操作系统的控制面板中卸载 GSP 软件。

## 2 主要功能

GSP 系统主要包括 GPS 控制网测量数据后处理、常规平面边角网测量数据后处理、水准网测量数据后处理、道路中线数据计算、隧道贯通测量设计、断面测量分析后处理等内容。

## 3 软件通用功能介绍

### 3.1. 工具栏







按功能区分为项目管理、编辑、控制网处理、数据输出、屏幕图形、设置、

窗体排列、表格操作等几组。这些功能按钮，均是针对当前活动子窗体的操作。

鼠标停留在工具按钮上，会有提示出现；同时在状态栏中也有更详细的提示信息。

### 3.1.1. 项目组


依次为项目选择、项目数据的打开、保存、另存为文件。


### 3.1.2. 编辑组


依次为 Windows 系统的剪切、复制、粘贴功能。

### 3.1.3. 控制网处理组




依次为重复观测检查、闭合环检查、平差.

重复观测检查：对于 GPS 控制网针对于重复基线观测边检查，对于常规边角网指往返观测的边长距离检查，对于高程网检查往返高差观测值。

闭合环检查：对于 GPS 网检查三维或二维 GPS 同步环、异步环的闭合差，以及附和路线闭合差；对于边角网检查最小闭合环的角度、坐标闭合差或附和路线的闭合差；高程网检查水准闭合环、附和路线的高差闭合差。

控制网平差：对控制网进行平差。

### 3.1.4. 数据输出组



依次为将当前表格（在需要输出的表格中单击一下，）数据输出到 Microsoft Excel、Word，控制网图形输出到 AutoCAD中。

GSP 将普及化的办公软件 Microsoft Office 和 AutoCAD 工作环境作为服务器，在其中创建文件，并输出数据，您可以进行编辑和打印输出。

数据输出组按钮是当前窗体所具有的功能。一般的表格数据都能输出；输出前，请先点击该表格，成为当前表格，然后再点击工具按钮输出表格数据。

输出图形时，不同的窗体有不同的输出内容。



数据和图形可以输出到已存在的指定文件中；请先在“设置”窗体中设置“追加到已存在的文件中”参数，数据输出图标由  变成 .

### 3.1.5. 屏幕图形显示组

依次为绘制屏幕图形 、图形放大 、图形缩小 、图上量距 .

GPS 网数据处理窗体、平面边角网数据处理窗体、道路中线数据处理窗体以及隧道断面分析窗体，可以将图形在屏幕上显示。

### 3.1.6. 选项设置

设置参数 .

### 3.1.7. 表格数据导航器



依次为对程序中的当前表格进行查看第一条记录、前一条记录、下一条记录、最后一条记录、添加记录、删除当前记录、编辑记录、提交编辑、取消编辑和刷新记录。鼠标停留在相应的功能按钮上，有提示信息。

表格数据导航器是对于当前表格有效的。

## 3.2. 操作表格

GSP 使用了较多的表格，有些是需要输入数据，有的则是软件计算完成后的输出内容，并可以输出。这些表格数据保存在项目文件中，也可以单独保存和从数据文件打开。主要的操作如下：

### 3.2.1. 设定当前表格

所有对表格操作，均是对当前活动表格的操作，因此操作前需要设定当前表格。在需要操作的表格中单击鼠标，则该表格就成为当前活动表格，同时建立起了该表格与工具栏中的数据导航器间的联系。

### 3.2.2. 对当前表格记录的操作

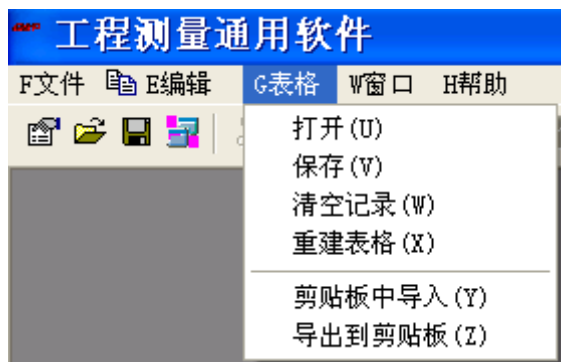
通过工具栏中的数据导航器可以对表格进行查看、增删记录等操作。在表格中可以直接编辑或输入数据。

### 3.2.3. 表格数据排序操作

单击表格的字段列标题，表格将按升序或降序排列表格中的数据记录。

### 3.2.4. 表格数据文件处理

表格数据文件可以单独保存和打开：从主菜单表格→...就可以执行相应功能。设定当前表格后，从主菜单选择相应子菜单。



打开：从文件中载入数据到表格；

保存：将当前表格数据保存到文件中；

清空记录：把当前表格数据清空（全部删除）。

导出到剪贴板：将表格数据按文本形式导出到系统的剪贴板中。

剪贴板中导入：将文本数据从剪贴板中导入表格。便于数据的编辑、传输、交换。

## 3.3. 状态栏

在表格的输入过程中，单击表格所在单元格，在状态栏中有相应的提示说明信息，可以帮助您完成输入工作。请用鼠标单击表格相应的单元格。

如果当前窗体为图形窗体，状态栏中显示的当前鼠标的坐标位置等信息。


# 第一篇 GPS 测量控制网数据处理

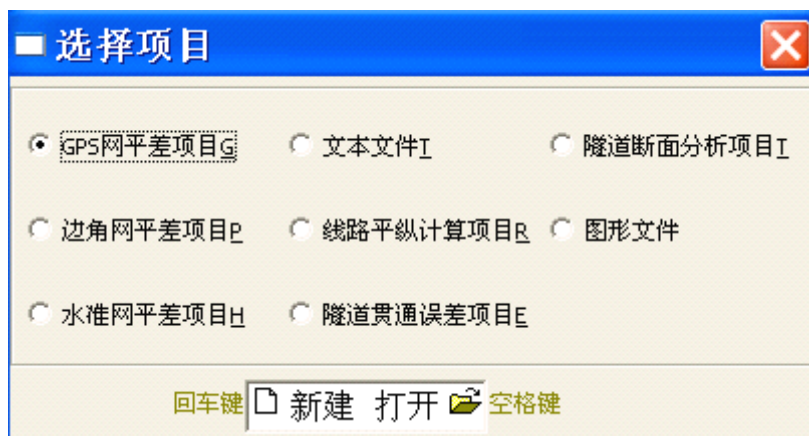
## 1 主要功能

- (1) GPS 三维基线向量的质量检查：重复观测边、闭合环的闭合差检查；
- (2) GPS 基线向量空间三维无约束平差、约束平差，转换为二维平面坐标，并计算网点间的相对精度；
- (3) GPS 三维向量转换为二维向量，对质量进行检查：重复观测边、闭合环的闭合差检查；
- (4) 二维平面无约束平差、约束平差，并计算网点间的相对精度；
- (5) 自由网拟稳转换处理，进行复测网的比较分析。
- (6) 图形、报表。

## 2 使用说明

### 2.1 工程项目

从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中按钮，打开一个项目选择窗体：



单击左侧的“新建”图标新建 GPS 控制网数据处理项目，单击打开已

保存的 GPS 控制网数据处理项目，进入 GPS 控制网数据处理的窗体界面。

提示：GPS 网的项目文件名为\*.GA。

2.2 已知数据输入

包括 GPS 网的相关参数和控制网的起算点坐标。表格包括参数、名称、X、Y、Z 等 5 个字段列，有的必须输入，有的为可选输入项。

已知参数

基线向量

c坐标

m网图

导入

	参数	名称	X	Y	Z
	1网精度	国家C级	10	5	
	2椭球参数	WGS84			
	3平面坐标系参数	独立坐标系			500000
	4平差参数				
	5三维地心固定坐标				
▶	6二维平面固定坐标				

其他字段为输入项。

其中“参数”列字段只能从表格的下拉框中选择，共计有：

1网精度
2椭球参数
3平面坐标系参数
4平差参数
5三维地心固定坐标
6二维平面固定坐标

2.2.1 GPS 网精度

提示：这很重要！不要更改参数列字段的名称。

导入						
	参数	名称	X	Y	Z	
	1网精度	国家C级	10	5		
	2椭球参数	国家B级				
	3平面坐标系参数	国家C级			500000	
	4平差参数	国家D级				
		国家E级				
	5三维地心固定坐标	铁路一级				
		铁路二级				
	6二维平面固定坐标	铁路三级				

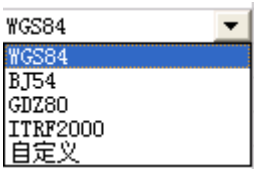
单击“名称”字段右侧的下拉箭头，出现下拉选择框，选择相应的 GPS 控制网级别。在 X、Y 字段中选填相应网级别的 GPS 测量弦长固定误差（mm）和比例误差（ppm）；在 Z 字段中可以填入 GPS 网平差的验前单位权中误差(mm 为单位，例如 10 表示 10mm)，也可以不填写，表示自动取每公里弦长中误差作为单位权中误差。

提示：GPS 网精度与接收机标称精度在形式上相同  $\sigma = \sqrt{a^2 + (bD)^2}$ ，但用法有区别。

2.2.2 椭球体选择

单击“名称”字段，出现下拉选择框，选择相应的坐标系统采用的椭球体。

选择标准椭球体（WGS84、北京 1954、西安 1980 等）后，在该行 X、Y 字段的单元格中单击，状态栏中显示出相应的椭球长半轴长度（m）和扁率分母，不用输入。



如果是自定义椭球，需要在 X、Y 字段中输入椭球体的长半轴长度和扁率分母。

“Z” 字段代表控制网测区的平均纬度(d.mmss)，用于坐标转换。如果不输入，表示程序自动计算用平均纬度值。

提示：GSP 程序使用工程椭球直接投影法将大地坐标转换为高斯坐标，在确定工程椭球的长半轴时需要使用平均的纬度。

2.2.3 平面坐标系参数

字段	参数	名称	X	Y	Z
内容	平面坐标系参数	输入坐标系名称	输入中央子午线经度(d.mmss)	输入平面坐标系的投影面大地高(m)	输入平面坐标希的 Y 坐标加常数，如 500000m

2.2.4 平差参数

该行参数目前保留。

2.2.5 三维地心固定坐标

一般输入 WGS—84 地心三维坐标。“名称” 字段输入点名，X、Y、Z 中输入坐标，也可以输入大地坐标 B(d.mmss)、L(d.mmss)、H(m)。

关于已知三维地心坐标点的个数：

如果不输入地心坐标，GSP 平差时仅对三维向量网进行平差，得到基线向量的改正数，无法得出坐标成果；

输入一个点的地心坐标，将进行控制网三维平差，并可以将平差结果转换到大地椭球面和高斯平面上；

输入 2 个点的地心坐标，GSP 将采用约束平差进行处理；

输入 2 个以上点的地心坐标，GSP 约束平差时可以加入尺度缩放与旋转参数。

### 2.2.6 二维平面固定坐标

输入高斯平面或独立坐标系的平面固定坐标。“名称”字段输入点名，X、Y 中输入坐标。

### 2.2.7 已知坐标文本文件的导入

坐标数据可以从文本文件中导入。文本文件中的坐标数据格式为：

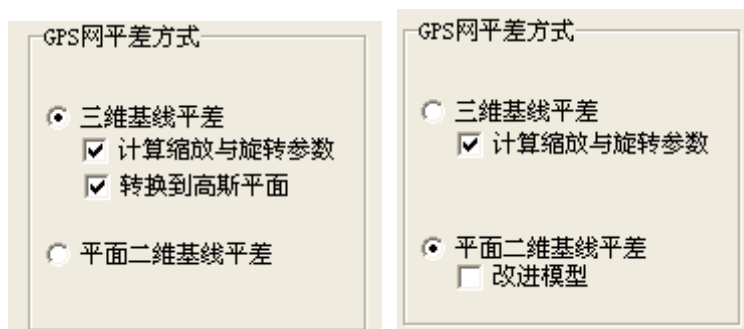
点名，X，Y，[Z]（用逗号分隔）

或点名 X Y [Z]（用空格分隔）

没有“Z”字段则作为二维平面固定坐标。

### 2.2.8 平差方式

GSP 有三维平差模式和二维平差模式。



三维平差模式时，如果有至少一个三维地心坐标起算，可以选择平差后转换到高斯平面上 ☒ 转换到高斯平面，同时计算出网点间的距离方位精度或相对精度。有 3 个及以上三维地心坐标约束平差时，可以选择 ☒ 计算缩放与旋转参数 加入缩放和旋转参数。

**提示：**GPS 观测值的向量与三维地心固定坐标系之间可能存在微小的尺度和旋转差异，因此需要加入该参数。

选择二维平差时，GSP 将三维向量连同误差转换到平面上，再进行数据处理。

2.3 基线向量数据处理

2.3.1 基线向量的数据结构

参予 GSP 平差处理的三维基线向量结构如下：

起点	终点	DX	DY	DZ	Dxx	Dyy	Dzz	Dxy	Dxz	Dyz	时段	Vdx (mm)	Vdy (mm)	Vdz (mm)

其中，DX、DY、DZ 为三维向量坐标增量，以 m 为单位；

Dxx、Dyy、Dzz、Dxy、Dxz、Dyz 为三维基线向量的互协方差，单位为 cm<sup>2</sup>；

时段是指同步环的观测的时段名称。GSP 根据时段来进行同步、异步闭合环的闭合差检查。如果没有时段号，GSP 将自动添加一个时段号。

Vdx、Vdy、Vdz 为三维平差后的改正数，以 mm 为单位。

二维基线向量没有 Z 分量相关数据：

序	起点	终点	DX	DY	时段	Dxx	Dyy	Dxy	长度	Vdx (mm)	Vdy (mm)

其中的长度是 GSP 从三维转换到二维后的平面距离（m）。

2.3.2 导入基线向量

GSP 可以从文本文件和系统剪贴板中导入文本格式的三维基线向量数据。

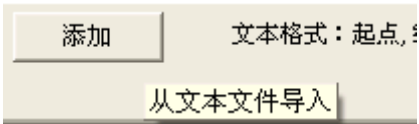
提示：二维基线向量数据是 GSP 从三维向量转换得到，不用直接输入。

将三维基线向量数据按如下的格式编辑到文本文件中：

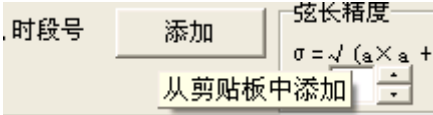
起点名，终点名，DX，DY，DZ，Dxx，Dyy，Dzz，Dxy，Dxz，Dyz，时段号

其中时段号可以省略。


从文件中导入时，单击【添加】按钮将打开对话框。



如果将基线向量数据 Copy 到系统剪贴板中，单击【添加】按钮将直接导入到表格中。



2.3.3 重复观测基线向量检查


当基线向量数据导入完成后，单击工具栏中按钮，GSP 检查重复观测基线向量的较差，结果显示在表格中。检查前请确认您选择是按三维向量还是按二维向量处理，二维检查结果没有 Z 分量相关数据。

GSP 显示的结果为总体比较结果信息，如果检查出的弦长较差超出了限差规定要求，在“合限”字段中出现“×”子样。

**约定** 重复测边基线向量较差限差计算方法 技术细节

$$\Delta = 2\sqrt{2}\sigma = 2\sqrt{2}\sqrt{a^2 + (bS)^2}$$

采用接收机的标称精度  
计算弦长精度

如果需要查看详细比较数据信息，选择显示重复测边详细数据选项，然后鼠标单击总表中的任一行，在详表中显示出数据细节。

三维向量重复观测值检查结果：

结果

序	起点	终点	较差 (mm)	限差 (mm)	合限	长度	wx (mm)	wy (mm)	wz (mm)	分量限差 (mm)	时段1	时段2	时段3
1	CPI104	CPI103	-1.45	18.76		4355.374	-0.90	9.70	5.60	28.13 8A	8B1		
2	CPI104	CPI105-1	-0.94	17.49		3637.084	-4.90	13.90	7.90	26.23 8A	8B1		
3	CPI104	CPI106	-4.32	24.68		7153.108	-0.30	-8.10	0.10	37.03 8A	8B1		
4	CPI104	CPI107	-16.25	35.19		11394.434	-8.80	-33.60	-12.80	52.79 8A	8B1		
5	CPI104	CPI108	1.65	41.51		13798.898	6.10	9.30	11.50	62.27 8A	8B1		
6	CPI105-1	CPI103	-3.59	26.49		7918.270	4.60	-0.50	0.90	39.73 8A	8B1		
7	CPI105-1	CPI106	-8.12	17.57		3687.236	-1.90	-9.30	3.20	26.36 8A	8B1		
8	CPI105-1	CPI107	-5.57	26.19		7791.571	-7.90	2.80	2.70	39.28 8A	8B1		
9	CPI105-1	CPI108	-8.52	32.54		10359.969	-10.60	15.10	16.50	48.80 8A	8B1		
10	CPI106	CPI103	-8.63	34.65		11182.806	7.50	1.30	-5.10	51.97 8A	8B1		
▶	CPI106	CPI107	0.38	18.74		4345.505	-2.20	5.70	0.50	28.11 8A	8B1		
12	CPI107	CPI103	-16.25	46.11		15514.819	18.30	-6.20	-10.80	69.16 8A	8B1		
13	CPI108	CPI103	-13.86	51.87		17642.375	10.90	2.10	-10.00	77.80 8A	8B1		
14	CPI108	CPI106	-2.08	23.60		6679.500	3.90	-1.40	-1.00	35.40 8A	8B1		
15	CPI108	CPI107	-5.82	16.84		3230.420	1.50	-2.00	-8.00	25.26 8A	8B1		

☒ 显示重复测边详细数据

输出

第一行中显示坐标分量和弦长较差的限差 (mm)

序	起点	终点	dx	dy	dz	弦长
▶	CPI106	CPI107		28.1052		18.7368
1	最短	8A	3631.6114	1824.5792	-1538.0894	4345.5045
2	最长	8B1	3631.6092	1824.5849	-1538.0889	4345.5049

二维向量重复观测值检查结果：



结果

序	起点	终点	较差 (mm)	限差 (mm)	合限	长度	wx (mm)	wy (mm)	wz (mm)	分量限差 (mm)	时段1	时段2	时段3
1	CPI103	CPI108	-13.84	51.87		17642.256	8.28	11.09		77.80 8A	8B1		
2	CPI104	CPI103	-1.46	18.76		4355.337	-0.05	-1.48		28.13 8A	8B1		
3	CPI104	CPI105-1	-0.87	17.49		3637.055	-0.80	1.40		26.23 8A	8B1		
4	CPI104	CPI106	-4.29	24.68		7153.054	4.00	2.24		37.03 8A	8B1		
5	CPI104	CPI107	-16.19	35.19		11394.354	4.33	16.61		52.79 8A	8B1		
6	CPI104	CPI108	1.65	41.51		13798.805	6.08	-8.15		62.27 8A	8B1		
7	CPI105-1	CPI103	-3.59	26.49		7918.206	1.58	-4.34		39.73 8A	8B1		
8	CPI105-1	CPI106	-8.08	17.57		3687.207	7.05	4.09		26.36 8A	8B1		
9	CPI105-1	CPI107	-5.58	26.19		7791.514	-0.01	7.00		39.28 8A	8B1		
10	CPI105-1	CPI108	-8.52	32.54		10359.895	5.51	6.67		48.80 8A	8B1		
11	CPI106	CPI103	-8.62	34.65		11182.719	-4.09	-7.59		51.97 8A	8B1		
12	CPI106	CPI107	0.37	18.74		4345.472	-2.62	0.76		28.11 8A	8B1		
13	CPI106	CPI108	-2.08	23.60		6679.449	-0.30	3.45		35.40 8A	8B1		
14	CPI107	CPI103	-16.23	46.10		15514.709	-4.00	-16.25		69.16 8A	8B1		
15	CPI107	CPI108	-5.79	16.84		3230.399	5.71	0.98		25.26 8A	8B1		

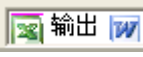
☒ 显示重复测边详细数据

输出

第一行中显示坐标分量和弦长较差的限差 (mm)


序	起点	终点	dx	dy	dz	弦长
1	最短	8A	-1777.8741	-3965.1345		4345.4721
2	最长	8B1	-1777.8767	-3965.1337		4345.4725

详表中的第 1 行（字段“序”为空白），按异步环闭合差的限差参数指标在“dy”字段中给出了坐标分量较差的限差(mm)，而在“弦长”字段中给出了弦长较差的限差(mm)。除第 1 行外的“起点”字段中给出最长、最短弦长，在“终点”字段中给出该观测值的时段号。

如果需要逐一输出全部详细重复测边较差数据，请单击这里的按钮。

提示：工具栏中的 、 按钮，仅输出当前表格内容。

2.3.4 闭合环闭合差检查

单击工具栏按钮，GSP 检查闭合环的闭合差。

检查前需要设置检查的范围，多边形点数，以及限差指标参数等。

环线

☐ 同步环 ☐ 附和路线

☒ 异步环 ☐ 手动

闭合环边数

参数设置

同步环限差：  
 $\Delta = (\sqrt{N}) \times \sigma \div K$ , K=

异步环限差：  
 $\Delta = (\sqrt{N}) \times \sigma \times K$ , K=

提示：根据规范规定闭合环独立边数不应大于 6 条。

<b>约定</b>	闭合差限差计算方式	技术细节
	采用网精度、按逐边计算。	没有按平均边长和边数计算。

**约定** 闭合环多边形的组合

**技术细节**

比如，6 台接收机的 3 边同步环的个

按所有控制点的有效全组合。

数为：
$$C_6^3 = \frac{6 \times 5 \times 4}{3 \times 2 \times 1} = 20 \text{ 个。}$$

每个环是每条边所有观测时段的全排列。

如果每条边均测量 2 时段，3 边形的所有时段排列（包含同步环与异步环）为  $2 \times 2 \times 2 = 8$  种（闭合差结果）。

总表中列出检查的结果情况，如有分量超限，则在“合限状态”字段中有“x”子样（小写 x 字母），如有长度闭合差超限，则在“合限状态”字段中有“X”子样（大写 X 字母）。如果同时统计同步环和异步环，在总表中没有给出限差指标，分别统计同步环和异步环时则给出分量和限差指标。

序	wx	wy	wz	ws	分量限差 (mm)	弦长限差 (mm)	合限状态	环长	环点1	环点2	环点3
1	0.70	-6.50	-4.50	7.94	2.61	4.52	xX	15910.7280	CPI104	CPI103	CPI105-1
2	10.40	15.30	-4.80	19.06	4.88	8.45	xX	35796.6604	CPI104	CPI103	CPI108
3	3.90	-9.00	-7.70	12.47	3.29	5.69	xX	22691.3026	CPI104	CPI103	CPI106
4	-2.90	41.70	19.20	46.00	4.31	7.47	xX	31264.6266	CPI104	CPI103	CPI107
5	14.50	-12.00	-14.50	23.76	3.93	6.81	xX	27795.9583	CPI104	CPI105-1	CPI108
6	5.50	-11.30	-11.60	17.10	2.47	4.28	xX	14477.4410	CPI104	CPI105-1	CPI106
7	-3.40	30.30	10.30	32.18	3.34	5.78	xX	22823.0885	CPI104	CPI105-1	CPI107
8	-1.30	10.40	12.30	16.16	3.80	6.58	xX	27631.5058	CPI104	CPI108	CPI106
9	1.40	31.40	19.10	36.78	4.03	6.98	xX	28423.7514	CPI104	CPI108	CPI107
10	1.70	31.70	14.80	35.03	3.32	5.74	xX	22893.0468	CPI104	CPI106	CPI107
11	5.40	-30.10	-11.20	32.57	4.72	8.17	xX	35920.6404	CPI103	CPI105-1	CPI108
12	3.90	-12.60	-8.00	15.43	3.32	5.76	xX	22788.3122	CPI103	CPI105-1	CPI106
13	0.20	-17.90	-13.40	22.36	4.19	7.26	xX	31224.6601	CPI103	CPI105-1	CPI107
14	-5.10	18.70	5.00	20.02	4.72	8.17	xX	35504.7062	CPI103	CPI108	CPI106
15	-12.10	13.60	8.20	19.97	5.05	8.75	xX	36387.6502	CPI103	CPI108	CPI107
16	-8.20	-0.70	3.70	9.02	4.29	7.43	xX	31043.1549	CPI103	CPI106	CPI107
17	-7.40	16.70	11.30	21.48	3.10	5.37	xX	20726.7044	CPI105-1	CPI108	CPI106
18	-2.30	8.80	7.20	11.60	3.18	5.52	xX	21381.9595	CPI105-1	CPI108	CPI107
19	0.30	9.20	2.90	9.65	2.59	4.49	xX	15824.3244	CPI105-1	CPI106	CPI107
20	-1.00	10.70	8.00	13.40	2.44	4.23	xX	14255.4248	CPI108	CPI106	CPI107

详细数据, 总结按

wx

wy

wz

ws

合限状态

环长

时段1

时段2

时段3

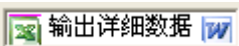
时段4

环类型	wx	wy	wz	ws	合限状态	环长	时段1	时段2	时段3	时段4
同步环	3.9	6.8	58.9	102.1	xX	7 795.9505	8B1	8B1	8B1	
异步环	-7.1	7.7	-1.6	10.6	(xx x)	7 795.9505	8A	8A	8A	

如果需要查看详细计算数据信息，选择 ☒ 显示详细计算 选项。

详细数据表格的第 1 行(字段“环类型”为空白)中，在“wx”、“wy”字段中分别给出了同步环的分量和长度闭合差限差（mm），而在“wz”、“ws”字段中分别给出了异步环的分量和长度闭合差限差（mm），在“时段\*”中列出了闭合环的点名。字段“合限状态”总结了超限情况（与总表中相同）。

除第一行外，字段“合限状态”给出了检查的超限结果：在（）中有 4 个字符，分别代表了 wx、wy、wz、ws 的超限情况，超限的填为“x”字符。字段“环类型”表示同步环或异步环。

如果需要逐一输出全部详细闭合差数据，请单击这里的  按钮。


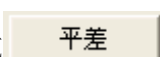
提示：工具栏中的 **Excel** 、**Word**  按钮，仅输出当前表格内容。

### 2.3.5 二维基线向量

二维基线向量是 GSP 根据三维向量和起算地心坐标计算近似三维坐标后，转换到高斯平面上的。因此采用二维基线处理方式时，需要输入网中至少一个点的三维地心坐标。

注意：二维基线向量只能由 **GSP** 从三维转换为二维，不能自行编辑或导入。

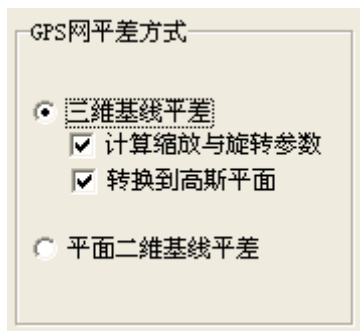
## 2.4 三维向量网平差

三维基线向量导入完成，并输入了必要的已知数据（网精度等），就可以进行三维向量网的平差了。请单击工具栏中  平差按钮或  按钮。

### 2.4.1 已知点

根据输入的三维已知点情况，GSP 可以做不同的处理。

- (1) 如果没有输入一个有效点的地心坐标，GSP 平差时仅对三维向量网进行平差，得到基线向量的改正数，无法得出坐标成果；
- (2) 输入一个点的地心坐标，将进行控制网三维平差，并可以将平差结果转换到大地椭球面和高斯平面上；
- (3) 输入 2 个点的地心坐标，GSP 将采用约束平差进行处理；
- (4) 输入 2 个以上点的地心坐标，GSP 约束平差时可以加入尺度缩放与旋转参数。



### 2.4.2 三维平差结果

三维平差完成以后，GSP 在窗体底部的信息窗体中给出了平差结果。

- (1) 控制网与平差总体信息

## (2) 基线向量改正数

在【基线向量】→【3 维向量】的表格里，输出了平差后基线向量的改正数信息。

三维平差完成！

控制点数：6个，已知/未知：1/5

基线观测数量：30

单位权中误差 $M_0$ ：验前 / 验后=0.510/0.774cm

95%置信区间(0.40, 0.61)，检验未通过！

起点	终点	DX	DY	DZ	时段	Vdx (mm)	Vdy (mm)	Vdz (mm)
CPI106	CPI107	3631.6114	1824.5792	-1538.0894	8A	-0.4	-0.2	-1.0
CPI108	CPI106	-3724.0885	-3511.0148	4291.8181	8A	3.5	-4.0	-2.8
CPI107	CPI103	-12403.4374	-6886.8511	6279.82	8A	11.2	5.1	-3.7
CPI104	CPI107	8377.966	5414.6673	-5506.7736	8A	-4.4	-7.3	-2.6
CPI105-1	CPI107	5456.4225	3805.5895	-4056.3041	8A	-2.2	3.1	3.9
CPI108	CPI107	-92.4739	-1686.44	2753.7282	8A	1.9	0.2	-3.3
CPI108	CPI103	-12495.8992	-8573.3047	9033.54	8A	1.1	18.9	1.3
CPI104	CPI108	8470.4249	7101.0978	-8260.499	8A	8.7	2.0	-2.1
CPI104	CPI103	-4025.4648	-1472.1819	773.042	8B1	0.2	-4.0	-1.8

## (3) 大地坐标

如果有起算的已知点则在【坐标】→【地心坐标】中输出了三维地心坐标及精度，同时大地坐标也同时输出。

序	点名	X	Y	Z	mx (mm)	my (mm)	mz (mm)	序	点名	B	L	H
1	CPI103	-1332484.4230	5331261.8950	3227744.9190					CPI103	30.3549186977	104.0158421488	53.6870
2	CPI104	-1328458.9584	5332734.0809	3226971.8788	1.25	2.68	2.05		CPI104	30.3520080606	103.5918448840	50.9042
3	CPI105-1	-1325537.4171	5334343.1483	3225521.4029	1.29	2.87	2.13		CPI105-1	30.3425391743	103.5717470096	49.9662
5	CPI106	-1323712.6079	5336324.1620	3223003.1931	1.34	3.00	2.20		CPI106	30.3009010748	103.5305869067	31.3296
6	CPI107	-1320080.9968	5338148.7410	3221465.1027	1.46	3.35	2.41		CPI106	30.3250499525	103.5553108363	46.5346
4	CPI108	-1319988.5249	5339835.1808	3218711.3777	1.58	3.49	2.63		CPI107	30.3152668527	103.5324416580	38.4059

## (4) 高斯坐标

如果选中了 ☒ 转换到高斯平面 选项，根据您在【已知参数】中定义的工程椭球（或标准椭球），GSP 输出了【坐标】→【高斯坐标】及点位误差和误差椭圆参数。

已知参数

基线向量

坐标

网图

D地心坐标

G高斯坐标

A独立坐标

F复测比较

序	点名	x	y	Mx (mm)	My (mm)	Mp (mm)	E (mm)	F (mm)	T (d.ms)
1	CPI103	3386507.7503	503154.9312						
2	CPI104	3385610.9552	498892.9211	0.79	0.84	1.15	0.84	0.79	103.3013
3	CPI105-1	3383927.5125	495668.9180	0.81	0.87	1.19	0.87	0.81	95.2443
4	CPI108	3376036.5554	488956.2185	1.00	1.09	1.48	1.09	1.00	94.1434
5	CPI106	3381006.2589	493419.0750	0.83	0.92	1.24	0.92	0.83	88.2923
6	CPI107	3379228.3840	489453.9410	0.92	1.01	1.37	1.01	0.92	93.0749

(5) 网点间距离方位与精度（高斯平面坐标系）

选择 ☒ 距离方位误差 ☐ 点位相对误差，GSP 计算出网点间的距离方位及精度。

☒ 距离方位误差
 ☐ 点位相对误差

序	起点	终点	距离	方位	M <sub>s</sub> (mm)	M <sub>a</sub> (")	相对精度	ppm
1	CPI104	CPI103	4355.3383	78.070262	0.83	0.04	1/5250020	0.19
2	CPI105-1	CPI103	7918.2082	70.585604	0.86	0.02	1/9162111	0.11
3	CPI104	CPI105-1	3637.0559	242.254179	0.69	0.04	1/5304798	0.19
4	CPI105-1	CPI108	10359.9005	220.231404	0.86	0.02	1/12090852	0.08
5	CPI106	CPI103	11182.7234	60.314902	0.90	0.02	1/12446371	0.08
6	CPI104	CPI106	7153.0566	229.554389	0.75	0.02	1/9515809	0.11
7	CPI105-1	CPI106	3687.2098	217.360775	0.61	0.03	1/6010039	0.17
8	CPI106	CPI107	4345.4720	245.505868	0.73	0.03	1/5990048	0.17
9	CPI108	CPI106	6679.4492	41.552726	0.82	0.02	1/8135944	0.12
10	CPI107	CPI103	15514.7126	62.010549	0.99	0.01	1/15723210	0.06
11	CPI104	CPI107	11394.3653	235.560140	0.86	0.02	1/13239274	0.08
12	CPI105-1	CPI107	7791.5177	232.542580	0.77	0.02	1/10121737	0.10
13	CPI108	CPI107	3230.4021	8.514724	0.72	0.05	1/4468882	0.22
14	CPI108	CPI103	17642.2608	53.353176	1.05	0.01	1/16774734	0.06
15	CPI104	CPI108	13798.8112	226.034970	0.94	0.01	1/14645414	0.07

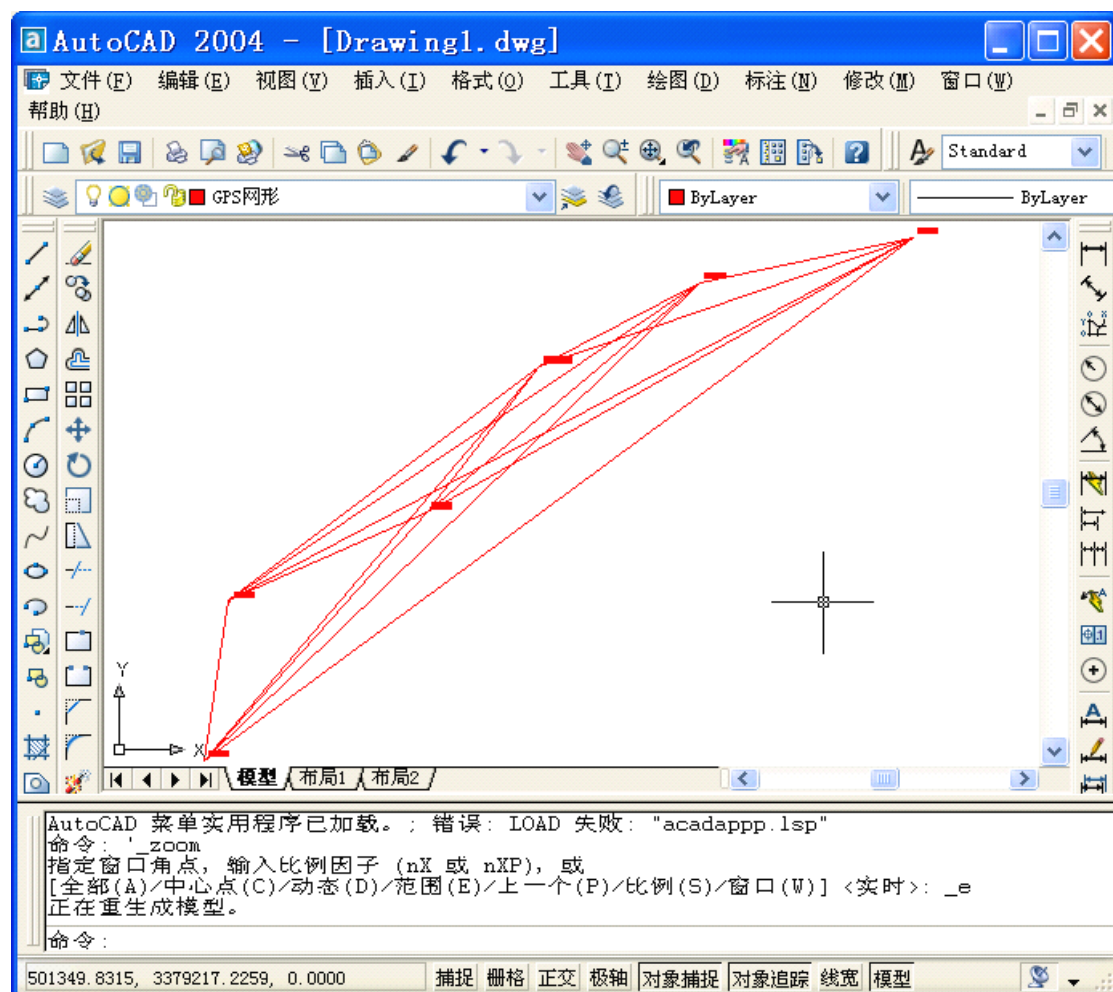
(6) 网点间相对点位误差

选择 ☐ 距离方位误差 ☒ 点位相对误差，GSP 计算出网点间的相对点位误差。

		<input type="radio"/> 距离方位误差		<input checked="" type="radio"/> 点位相对误差					
序	起点	终点	距离(m)	方位(d.ms)	E(mm)	F(mm)	相对精度	T(d.m)	
1	CPI104	CPI103	4355.3383	78.070262	0.84	0.79		103.30	
2	CPI105-1	CPI103	7918.2082	70.585604	0.87	0.81		95.24	
3	CPI104	CPI105-1	3637.0559	242.254179	0.69	0.68		105.12	
4	CPI105-1	CPI108	10359.9005	220.231404	0.88	0.82		80.04	
5	CPI106	CPI103	11182.7234	60.314902	0.92	0.83		88.29	
6	CPI104	CPI106	7153.0566	229.554389	0.76	0.72		80.34	
7	CPI105-1	CPI106	3687.2098	217.360775	0.63	0.58		73.21	
8	CPI106	CPI107	4345.4720	245.505868	0.73	0.66		79.05	
9	CPI108	CPI106	6679.4492	41.552726	0.84	0.78		75.52	
10	CPI107	CPI103	15514.7126	62.010549	1.01	0.92		93.07	
11	CPI104	CPI107	11394.3653	235.560140	0.88	0.81		85.42	
12	CPI105-1	CPI107	7791.5177	232.542580	0.78	0.72		81.42	
13	CPI108	CPI107	3230.4021	8.514724	0.79	0.71		76.53	
14	CPI108	CPI103	17642.2608	53.353176	1.09	1.00		94.14	
15	CPI104	CPI108	13798.8112	226.034970	0.97	0.90		84.43	

## (7) 网形图

请单击工具栏  按钮。GSP 启动 AutoDESK 的 AutoCAD 服务器环境，并将图形绘制于其中。

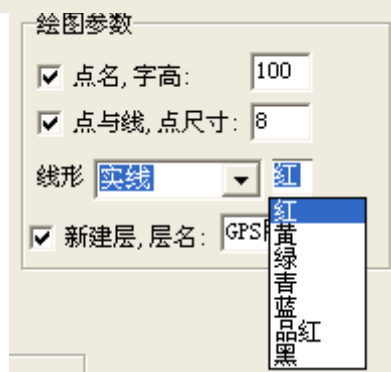
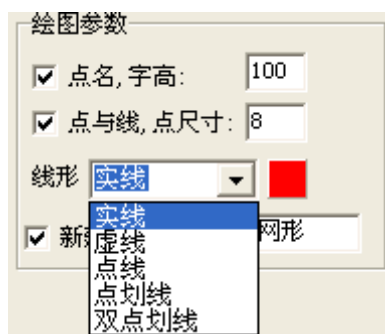
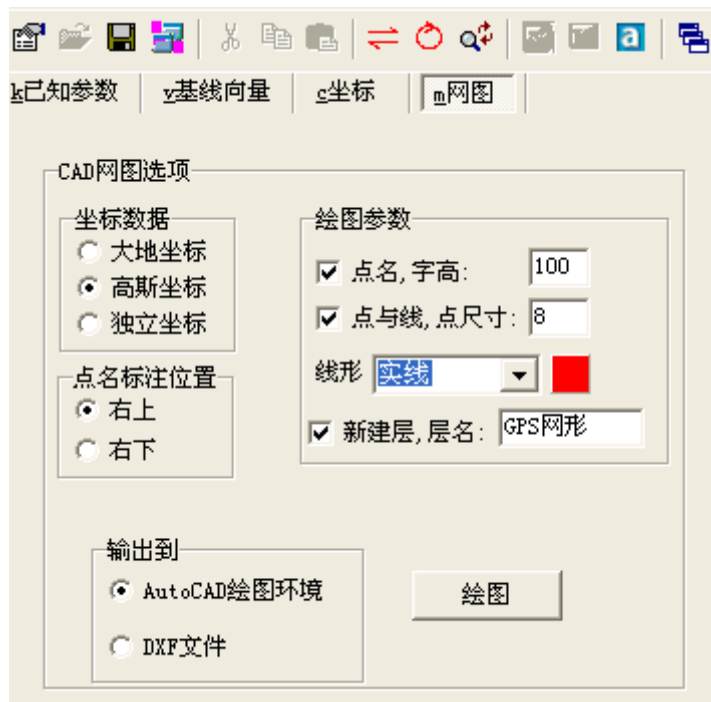


绘图前，请在【网图】中设置绘图参数。

[绘图参数] 中的点名字高、点尺寸指 CAD 中的尺寸，根据您的习惯设置。

☒ 新建层, 层名: GPS网形  
选项，决定是否将绘制的图形放在新建的图层中。

根据您的习惯，可以设置网图中点间的连线线型与颜色。



## 2.5 二维向量网平差

GPS 二维网平差模式常用于独立控制网的数据处理，也可用于低精度的不量取 GPS 接收机高度的控制网数据处理。

### 2.5.1 已知点

采用二维平差模式，必须提供一个三维起算点坐标。根据输入的二维已知点数量：

- (1) 没有二维已知点，采用最后一个三维已知点作为二维起算点。
- (2) 一个已知点，可以二维平差。

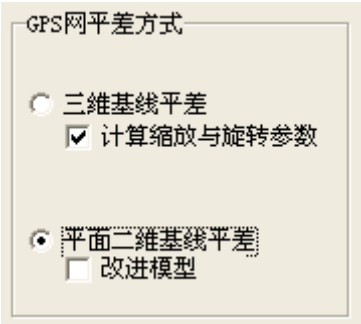


(3) 2 个及以上二维已知点，可以选择加入尺度与旋转参数平差。

2.5.2 平差模型选择

如果已知的二维起算点坐标是从相应的已知三维坐标转换而来的高斯坐标，在需要进行二维平差时可采用 GSP 提供的改进模型平差，选中选项 **改进模型**。

提示：采用改进模型平差，三维约束平差后转换到高斯坐标系，与直接在高斯坐标平面上二维约束平差的结果一致。



2.5.3 二维平差结果

二维平差后得到的是【坐标】→〔独立坐标〕成果。

参见三维平差结果。

2.6 复测控制网分析

GSP 针对复测控制网特点，与原测控制网的位移比较分析。主要操作步骤如下：

- (1) 三维平差后得到高斯坐标或二维平差后得到独立坐标
- (2) 拷贝复测坐标

单击 **拷贝坐标**，根据您选择的平差处理模式拷贝平差后的平面坐标：

**三维平差拷贝高斯坐标，二维平差拷贝独立坐标。**

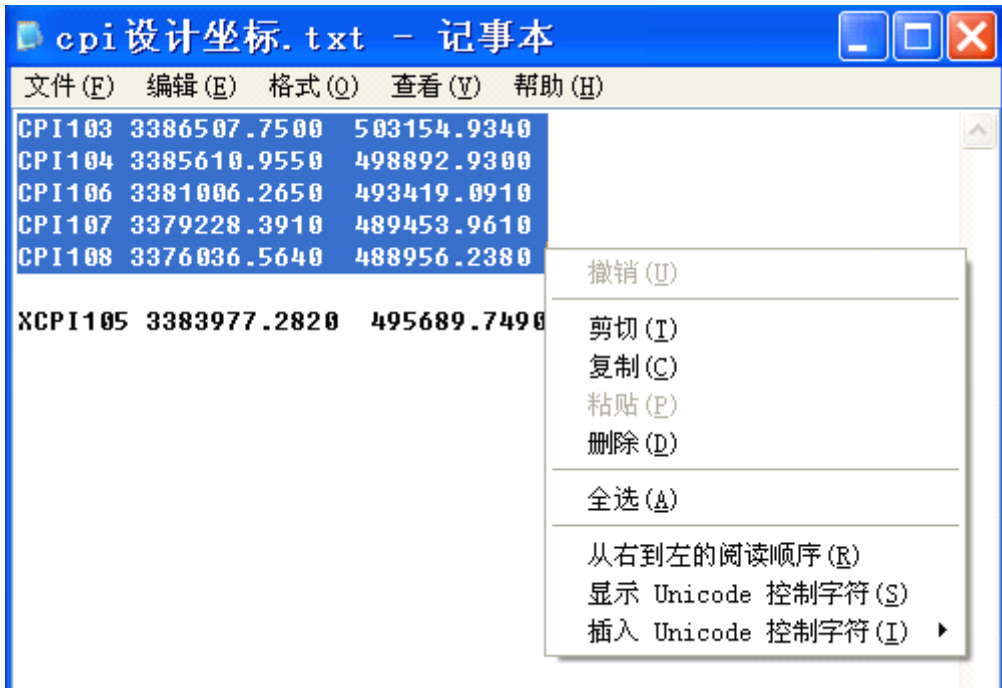
已知参数 基线向量 坐标 网图									
地心坐标 高斯坐标 独立坐标 复测比较									
坐标比较									
载入坐标 格式：name, xd, yd 拷贝坐标 比较 先变换									
点名	拟稳点	dx	dy	Xd	Yd	Xf	Yf	复测X	复测Y
CPI103						3386507.7504	503154.9312		
CPI104						3385610.9556	498892.9209		
CPI105-1						3383927.513	495868.9164		
CPI108						3376036.5534	488956.2153		
CPI106						3381006.2585	493419.0734		
CPI107						3379228.3835	489453.9394		

表格中的 dx、dy 字段表示坐标较差；Xd、Yd 字段表示原测坐标；Xf、Yf 字段表示复测坐标；复测 X、复测 Y 字段表示网形变换后的坐标。



(3) 导入原测坐标

把文本数据格式的原网测量坐标拷贝到 Windows 系统的剪贴板中，



其格式在 格式： `name, xd, yd` 中编辑设定。

单击 [ 载入坐标 ] 即可导入：



(4) 直接比较

单击 比较 ，直接比较坐标较差：



(5) 先转换网形再比较

由于复测和原测控制网的网形可能存在坐标平移、以及尺度、方位基准的微小差异，需要经过网形转换，选择选项 ☒ 先变换，再比较。转换后的新坐标保存在字段“复测 X”、“复测 Y”中。

对于复测网的新点在旧网中不存在，可以删除：



### 约定 网形转换

按相似变换或称赫尔墨特变换原理将网形进行平移、旋转与缩放。

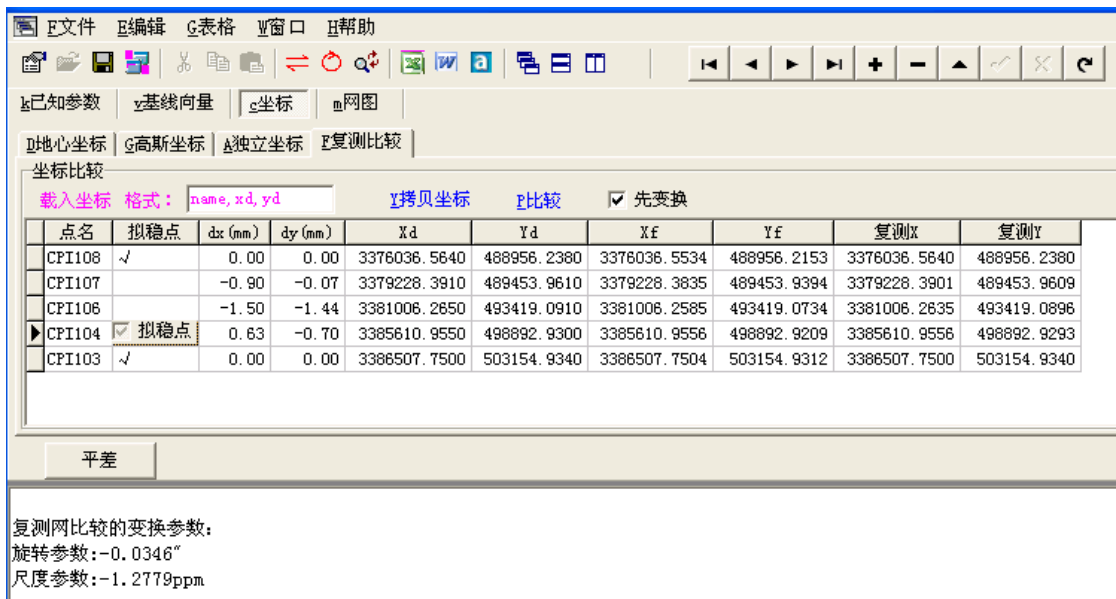
### 技术细节

采用自由网重心或拟稳基准变换。变换后，网形与原网形在基准、尺度与方位基准上有较好的一致性。

如果发现有个别点的差异较大，则应该进一步验证，选择拟稳基准进行网的相似变换。

#### (6) 拟稳网转换

先选择拟稳点（您认为稳定的控制点），直接单击稳定点所在行的“拟稳点”字段的单元格，选择 ☒ 拟稳点 选项，再进行 **比较**。



在主窗体的底部信息栏中报告了转换的参数。

拟稳处理方法：

拟稳点数量	网形变换依据	变换基准	特点
0 个	全网所有控制点	重心基准：平移、旋转和缩放转换	所有控制点 $\sum dx = \sum dy = 0$
1 个	仅该点	仅作平移	转换后的该点坐标与拟稳点的坐标相同
2 及以上	所有拟稳点	拟稳基准范围内平移、旋转和缩放转换	所有拟稳点 $\sum dx = \sum dy = 0$ 。

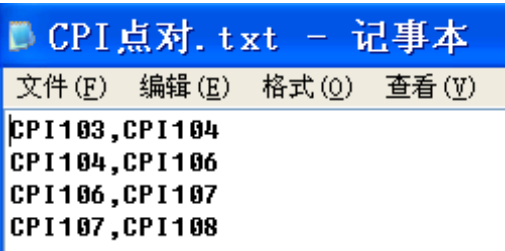
(7) 相邻关系比较

复测网与原测网间的距离方位等可以逐一进行比较。先直接在表中输入需要比较的点对，然后单击 **比较**。

距离方位比较								
导入点对			比较					
	起点	终点	距离较差 (mm)	方位较差 (")	设计距离	复测距离	设计方位	复测方位
	CPI103	CPI104	6.1	0.07	4355.3323	4355.3384	258.070257	258.070264
	CPI104	CPI106	11.1	0	7153.0471	7153.0582	229.55439	229.55439
	CPI106	CPI107	4.1	0.03	4345.468	4345.472	245.505864	245.505867
	CPI107	CPI108	3.2	0.04	3230.4006	3230.4038	188.514729	188.514733



也可以导入预先编辑好的控制点点对：  
先将如下格式的点对数据复制到 Windows 系统剪贴板（全部选择后按 Ctrl+C），然后单击 **导入点对**：

提示：这些表格里数据可以从菜单【表格】→【保存】中保存起来。




## 2.7 数据报表输出

### 2.7.1 单个图表输出

输出表格中的数据时，请在该表格中单击一下，然后单击按钮、，即可将表格中的数据输出到 MS Word 或 Excel 中，供您二次编辑和打印输出。

要将控制网图形输出到 AutoCAD 中，请单击按钮。

### 2.7.2 外部服务器设置

若要将图表数据输出到已存在的文件中，单击工具按钮，先在设置窗体中选择☒追加到存在的文件中选项。

如果图表数据输出过程中，关闭了 Ms Word、Excel 或 AutoCAD 服务器（程序），则下次输出前应先选择☒重启MS Office服务器、☒重启AutoCAD选项。



### 2.7.3 批量输出

当数据处理完毕后，可以选择输出内容，一键输出报表。

批量报表

☒ 已知参数表

☒ 三维基线向量表

☒ 重复向量检核表

☒ 向量闭合差检核表

☐ 二维基线向量表

☒ 地心坐标表

☐ 大地坐标表

☒ 高斯平面坐标表

☒ 高斯平面距离方位表

☐ 独立坐标表

☐ 独立系平面距离方位表

☐ 复测坐标比较表

☐ 复测距离方位比较表

输出

输出到

☐ Ms Word

☒ Ms Excel

2.8 单项计算

GSP 提供坐标转换、距离方位计算等单项计算功能。

2.8.1 地心坐标与大地坐标转换

已知参数

基线向量

**坐标**

网图

地心坐标




高斯坐标

独立坐标

复测比较


序	点名	X	Y	Z	序	点名	B	L	H
1	CPI103	-1332484.4230	5331261.8950		1	CPI103	30.3549186977	104.0158421488	53.6867
2	CPI104	-1328458.9580	5332734.0810		2	CPI104	30.3520080616	103.5918448825	50.9040
3	CPI105-1	-1325537.4153	5334343.1473		3	CPI105-1	30.3425391748	103.5717470038	49.9642
4	CPI108	-1319988.5196	5339835.1724		4	CPI108	30.3009010677	103.5305868949	31.3171
5	CPI106	-1323712.6060	5336324.1613		5	CPI106	30.3250499506	103.5553108301	46.5326
6	CPI107	-1320080.9940	5338148.7364		6				
							30.3152668507	103.5324416519	38.3992

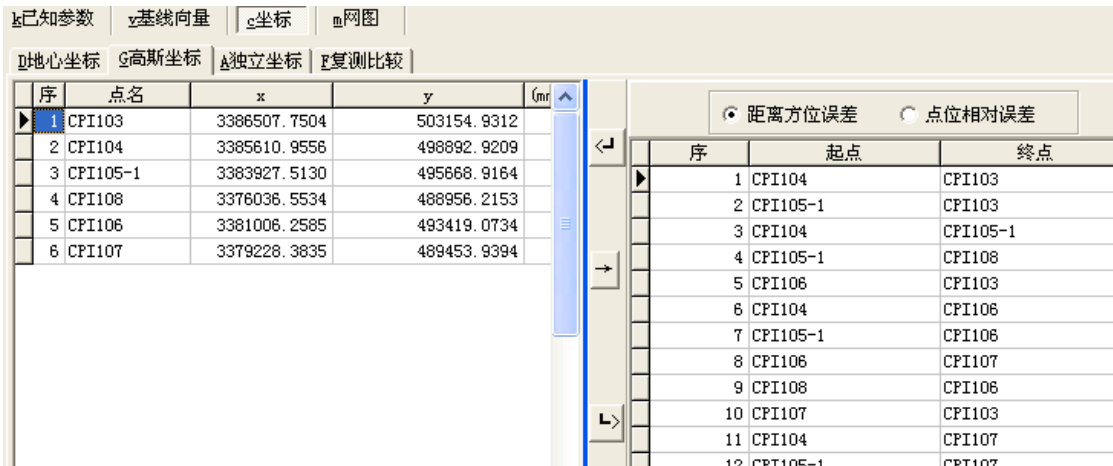
转换到大地经纬坐标

要将地心坐标转换为大地经纬坐标，在【坐标】→『地心坐标』中输入地心坐标后，单击按钮。相反的运算单击按钮。要将经纬度的大地坐标转换为高斯坐标，请单击按钮。

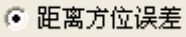
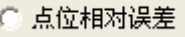

椭球体的定义在【已知参数】表格中。

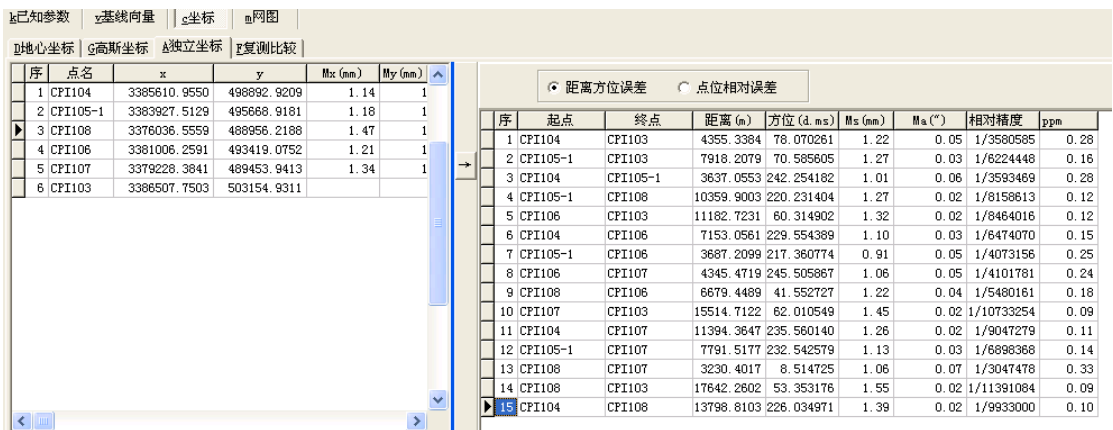
2.8.2 大地坐标与高斯坐标转换

要将高斯坐标转换到大地经纬度坐标，在【坐标】→〔高斯坐标〕中单击  按钮。




2.8.3 距离方位计算

要计算网点间的距离方位，在【坐标】→〔高斯坐标〕中或【坐标】→〔独立坐标〕中选择  ，并单击  按钮。



2.9 屏幕图形

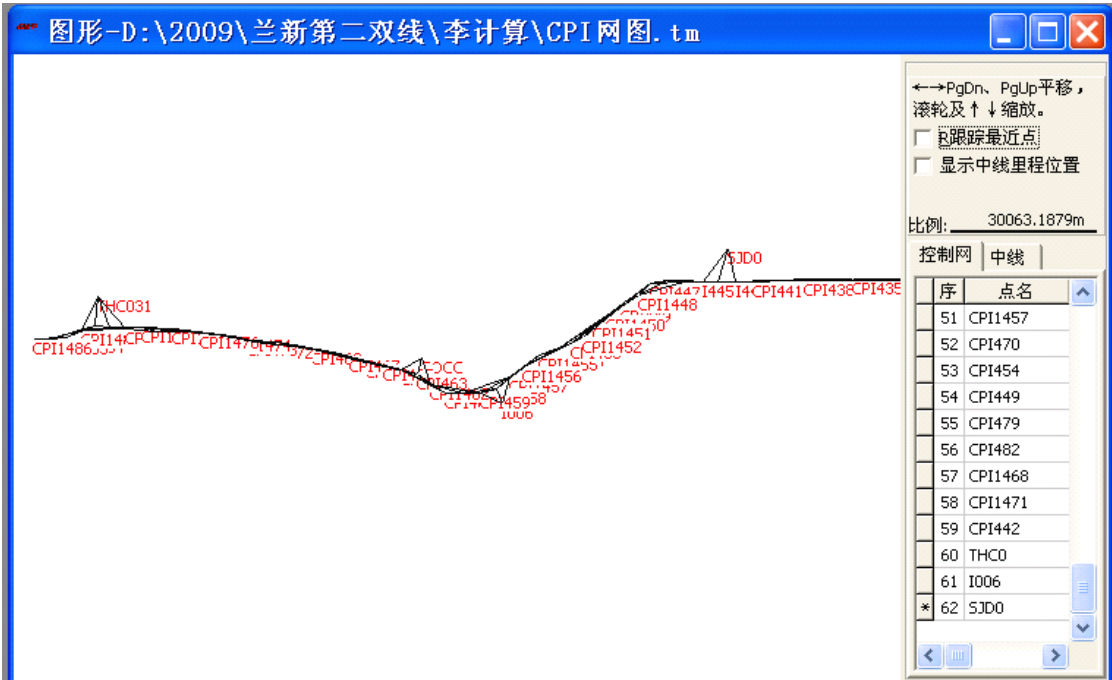
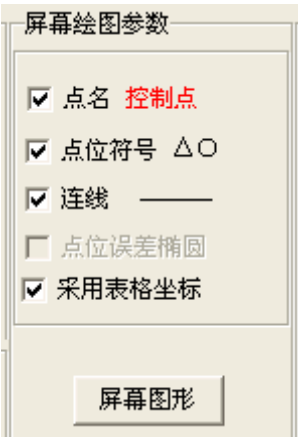
如果活动窗体是当前的 GPS 数据处理窗体、边角网数据处理窗体、道路中线处理窗体或隧道断面处理窗体，单击工具栏中的  按钮，当前窗体的网形或

图形将显示在一个屏幕图形窗体中。

绘图前，请在【图表】中设置屏幕图形的绘制内容以及绘制参数。

单击内容样式示例，即可设计屏幕绘制时的大小、颜色等。

如果已经平差处理，表格中已经有坐标数据，则可以直接使用表格中的大地坐标、高斯坐标、独立坐标，否则 GSP 自动计算近似坐标，然后绘图。GSP 将控制点的坐标数据一并拷贝到图形窗体中的控制网表格中。




提示：文本图形项目文件名为\*.TM。

2.9.1 坐标与图形比例显示

鼠标在显示的图形上移动，在状态栏中显示当前鼠标位置的坐标。


选择选项 ☒ 跟踪最近点，在鼠标移动时，右侧的表格中控制网数据及时定位到离鼠标最近距离的控制点记录上。



选择选项  **显示中线里程位置**，鼠标移动时在状态栏中显示出当前位置的里程与偏距。

3544040.5049, 461471.2748 里程: 632+533.7435 左侧468.6819

在窗体右侧区域显示了当前屏幕图形的显示比例:

比例:  7388.5793m 黑线的长度上方的数据表示该长度在屏幕上的距离。

## 2.9.2 图形缩放

GSP 的屏幕图形可以自由无极缩放和漫游。

使用鼠标的滚轮即可实现图形的缩放。

使用键盘中的 ↑、↓ 箭头按键，也可实现图形的缩放。

工具栏中的快捷按钮  图形放大、 图形缩小。



按住鼠标左键不放，在图形上从左上向右下移动，释放鼠标左键后，图形缩小；按住鼠标左键不放，在图形上从右下向左上移动，释放鼠标左键后，图形放大；图形缩放的比例根据移动的上下距离大小变化。

## 2.9.3 图形漫游

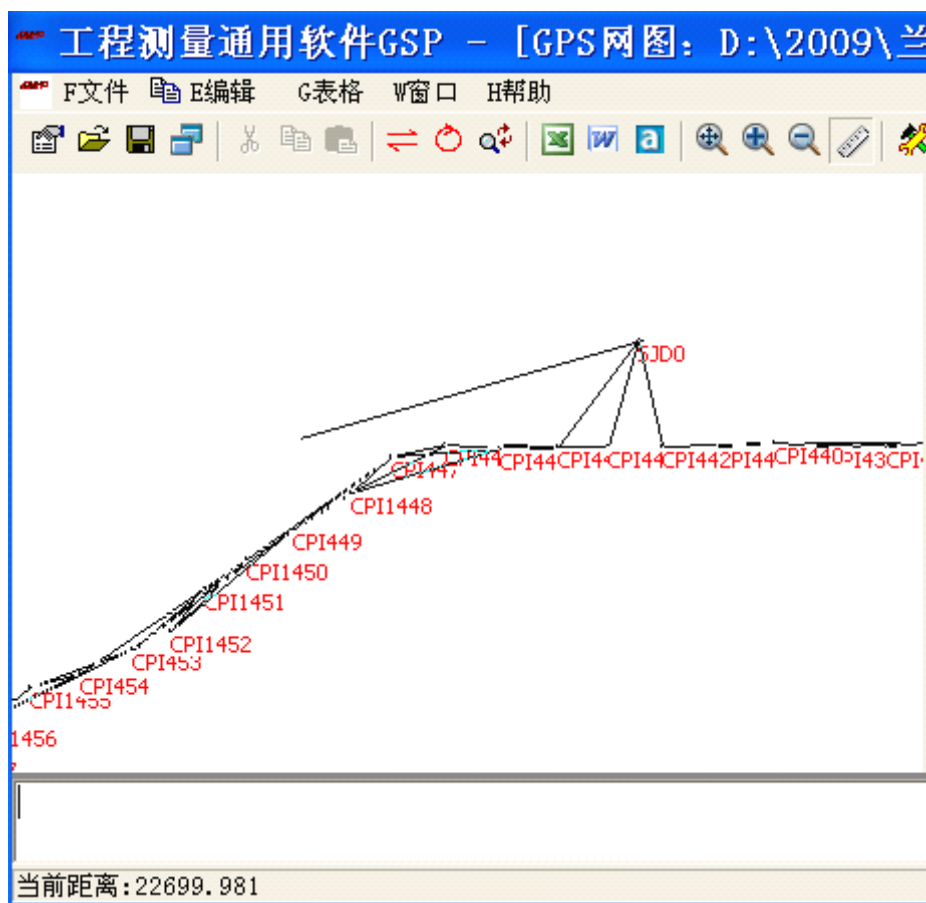
使用键盘中的 →、← 箭头和 PgUp、PgDn 按键，可实现图形的缩放。

按住鼠标左键不放，在图形上从左向右移动，释放鼠标左键后，图形向左移动；按住鼠标左键不放，在图形上从右向左移动，释放鼠标左键后，图形向右移动；图形移动的距离根据移动的左右距离大小变化。

## 2.9.4 距离量取

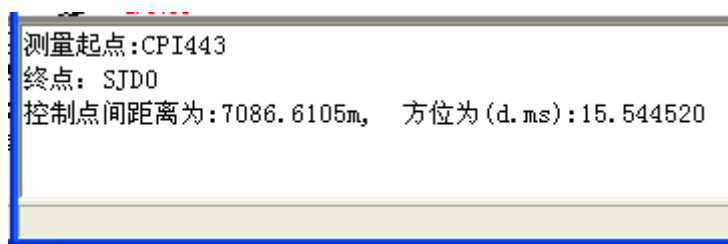
要量取屏幕图形中的距离，先单击工具栏中的快捷按钮 ，进入量距状态  (凹陷)，然后在屏幕图形中单击鼠标选择量距的起点，移动鼠标，屏幕中随鼠标移动划出量距的直线，并在状态栏中显示当前距离起点的距离，再次单击鼠标后确定量距的终点，GSP 在信息提示栏中报告量取的距离结果，结束量距任务。





在量取距离过程中，可以使用鼠标的滚轮对图形进行缩放，以便选择量取的起终点准确位置。

如果希望选择的坐标点是表格中控制点，进入距离量取状态后，鼠标移动到就近的控制点时，按下回车键，GSP 将该点作为距离量取的起点或终点，且准确计算距离方位。



### 2.9.5 图形保存、打开与叠加

GSP 的屏幕图形是独立格式的文本图形，可以同其他 GSP 子项目一样进行保存与打开；还可以将图形绘制到已经存在的文本图形中，实现图形的叠加，比如控制网形图与道路中线图的叠加。

请在选项设置窗体中选择 ☒ 追加到存在的文件中 选项，

绘制图形前，GSP 打开对话框，请先选择一个存在的 GSP 文本图形文件（文件后缀为\*.TM），程序自动叠加内容并绘制显示。

GSP 可以从 GPS 控制网数据处理窗体、边角网数据处理窗体、道路中线数据处理窗体以及隧道断面处理窗体发送数据并创建一个文本图形窗体。

## 第二篇 边角测量控制网数据处理


### 1 主要功能

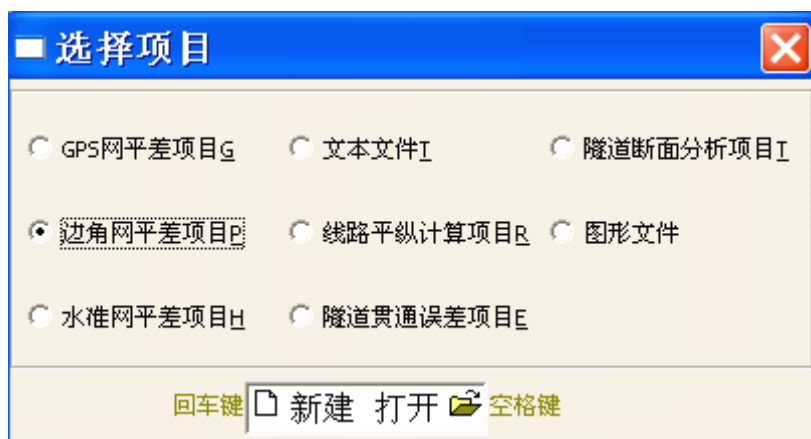
- (1) 对平面边角控制网的观测数据进行往返测距离不符值、闭合差进行检查；
- (2) 对平面边角控制网进行平差处理，方差估计，并评定精度；
- (3) 自由网转换（置平），对网形进行比较分析。



提示：凡测量控制点间的角度与距离组成控制网，如常见的测角网、测边网、边角网、导线网等，**GSP** 统称为边角网。

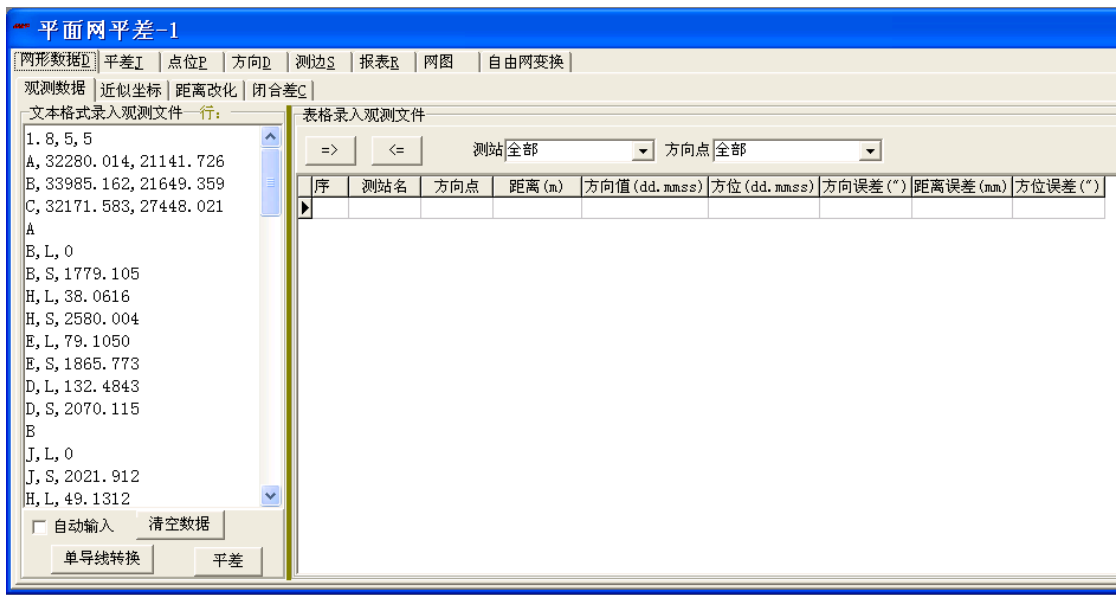
### 2 使用说明

#### 2.1 工程项目

从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中按钮，打开一个项目选择窗体：



单击左侧的“新建”图标新建边角控制网数据处理项目，单击打开已保存的边角控制网数据处理项目，进入边角控制网数据处理的窗体界面。



提示：边角网的项目文件名为\*.pxy。

## 2.2 控制网观测数据

创建边角网数据处理项目后，打开一个实例网形数据。在【网形数据】中的『观测数据』，左侧数据编辑区里显示了网形数据。

提示：该边角网形数据源自武汉大学《控制测量学》的示例。

### 2.2.1 边角控制网的观测数据格式

平面控制网观测文件是文本文件，格式分为三部分：

#### 第一部分（观测精度）：

方向观测精度(先验, 秒), 测距标称精度固定误差(mm), 测距标称精度比例误差(ppm)

#### 第二部分（已知点坐标）：

已知点名, X, Y

已知点名, X, Y

... ..

#### 第三部分（测站观测数据组）：

测站名

目标点名, 观测类型, 观测值, 观测值精度

目标点名, 观测类型, 观测值, 观测值精度

... ..

测站名

目标点名, 观测类型, 观测值, 观测值精度

目标点名, 观测类型, 观测值, 观测值精度

... ..

其中, 点名(包括已知点、测站点、目标点等)均没有限制, 字母不区分大小写, 同一个控制网中同一点名只有唯一坐标位置。**GSP 限制点名长度不超过 25 个字符。**

以下逐一介绍各部分细节。

### (1) 观测精度

网形文件中的观测精度是指观测时的先验测角精度和测距精度。测角精度用方向中误差表示, 单位为秒。距离精度一般用测距仪的标称精度表示,  $a$  固定误差 (mm),  $b$  比例误差 (ppm 或  $S \times 10^{-6}$ )。

### (2) 已知坐标

控制网的位置基准, 至少应该有一个已知点的坐标(另外还至少需要一个方向基准)。依次将已知点坐标列入文件中。

### (3) 测站数据

网形文件的主要部分是测站观测数据, 就是以测站为单元、根据测站的自然观测记录建立的各方向点的方向、距离及观测精度数据。同一观测文件中, 一个点名可以也最多可以建立一个测站观测数据单元。

#### 1) 观测值类型与约定

观测类型有方向、距离、方位、边侧四种, 分别用 L、S、A、B 表示。

#### 2) 观测值精度

观测值的精度一般就是给定的先验精度, 可不用输入。如果与先验精度不同, 需要在相应观测值后输入。方向观测精度同样是以秒为单位, 距离以 mm 为单位。已知值(方位、距离)的精度应输入 0。

**提示: 必要起算数据如已知方位的精度必须为 0。**

#### 3) 输入方法

各目标点按自然观测顺序输入, 紧接输入观测值和精度, 各元素间用逗号相隔。

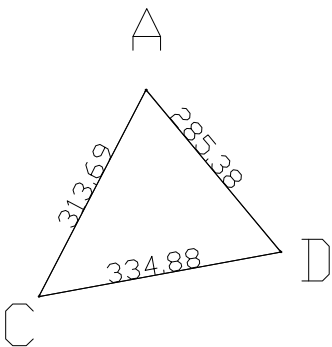
L 表示方向观测，观测值形式为度.分秒；观测值精度以秒为单位（若与先验方向观测精度相同可以不输）；

S 表示距离观测，观测值以米为单位；观测值精度为 mm（若与先验测距标称精度相同可以不输），如果是已知边长，应输入 0；

A 表示方位观测（如陀螺方位），观测值形式为度.分秒； 如果为已知值，其精度为 0；

B 表示测边网的边侧观测（如果距离交会只有两个距离观测值，则需要指明交会点在已知边的哪一侧），观测值为另外一个目标点名（测站点、目标点、观测值点三点是顺时针方向排列），没有观测值精度。

测边网



网形数据

1,2,2  
A,0,0  
A  
C,S,313.69  
D,S,285.38  
C  
D,S,334.88  
A,B,D  
A,A,0

约定

网形数据

技术细节

所有观测值均已概算，GSP 直接使用该文件中的数据参与平差，不再作改化。

距离观测可以有往返观测，均作为观测值参与平差（不取往返平均值）。

观测文件中的已知数据必须足够确定网形，详见起算数据。

文件中的空格、空行被忽略，数据间用逗号（半角符号）相隔。

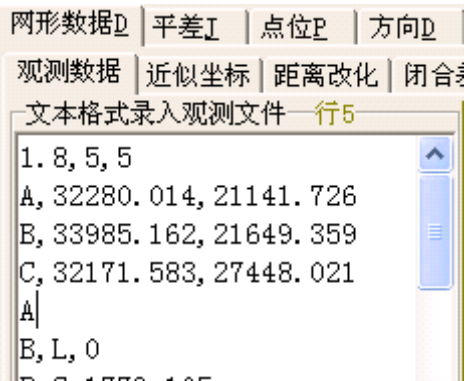
2.2.2 编辑

观测数据文件为文本文件。可以编辑好以后打开即可，也可以在程序中按照格式编辑、录入。

需要清空编辑区中的数据，单击 **清空数据** 按钮即可。

为检查数据，在文本格式录入观测文件区域，利用上下左右方向键移动当前光标位置，程序显示出光标在数据文件里的所在行数。

自动输入：选中 ☒ **自动输入** 选项，在输入



了测站的方向观测值后，按 Enter 回车键，GSP 自动准备该方向点的距离输入，自动将上一行的方向点名作为距离输入的方向点名，省去了再次输入点名和距离观测类型的工作：

K  
H, S, 1904. 045  
J, S, 2226. 511  
I, S, 2091. 059  
W,L,0  
W,S,

☒ 自动输入

清空数据

单导线转换

平差

GSP 还可以在表格中录入观测数据；也可以将文本格式转换到表格中直接编辑，也可以从表格中转换为文本数据格式。单击=>按钮，即可将左侧的文本数据导入到右边的表格中。

为了快速查看指定测站、方向点的相关数据，可以在下拉选择框中选择指定的测站名或方向点名。

表格录入观测文件

=>

<=

测站全部

方向点全部

序	文本格式导入到表格	距离 (m)	方向值 (dd. mmss)	方位 (dd. mmss)	方向误差 (")	距离误差 (mm)	方位误差 (")
0					1.8	5	5
1	A	32 280.014	21141.726				
2	B	33 985.162	21649.359				
3	C	32 171.583	27448.021				
4	A B	1 779.105	0				
5	A H	2 580.004	38.0616				
6	A E	1 865.773	79.105				
7	A D	2 070.115	132.4843				
8	B J	2 021.912	0				
9	B H	1 611.787	49.1312				
10	B E		96.0726				
11	B A		148.1052				
12	C L	2 023.033	0				
13	C F	3 419.103	255.1425				
14	C G	2 408.179	291.2058				
15	D A		0				
16	D E	1 784.942	57.191				

表格录入观测文件

=>

<=

测站C

方向点全部

序	测站名	方向点	距离 (m)	方向值 (dd. mmss)	方位 (dd. mmss)	方向误差 (")
3	C		32 171.583	27448.021		
12	C	L	2 023.033	0		
13	C	F	3 419.103	255.1425		
14	C	G	2 408.179	291.2058		

表格录入观测文件

=>

<=

测站全部

方向点H

序	测站名	方向点	距离(m)	方向值(dd.mmss)	方位(dd.mmss)	方向误差(″)
5	A	H	2 580.004	38.0616		
9	B	H	1 611.787	49.1312		
18	E	H		0		
24	G	H		0		
48	K	H	1 904.045			

在表格中编辑好数据后，可以转换为文本的数据。单击<=按钮。

2.2.3 转换

针对较多的单导线测量，测量数据规律，可以减少录入，GSP 提供了单导线输入方式，只需将单导线数据录入后，单击单导线转换按钮，自动将单导线数据转换为 GSP 标准网形数据格式。单导线数据格式如下：

单导线输入格式：点名,前视距离(m),左角(dd.mmss,右角为负) [,距离误差(mm)] [,角度误差(″)]

其中，每个导线点占一行。  
第一行为起点到第二点的距离，没有左角。  
最后一行为终点，没有其他数据。  
示例网形最南部有一段单导线，在编辑区可以这样输入：

d, 2128.225  
m, 2005.289, 142.342  
n, 1568.102, 139.1732  
p, 1698.808, 146.1725  
c

输入完成后单击单导线转换按钮，自动转换的标准网形数据如下：

m  
d, L, 0  
d, S, 2128.2250  
n, L, 142.342000  
n, S, 2005.2890  
n  
m, L, 0  
p, L, 139.173200  
p, S, 1568.1020  
p  
n, L, 0  
c, L, 146.172500  
c, S, 1698.8080

☐ 自动输入

清空数据

单导线转换

2.3 控制网数据预处理

预处理不是必须做的，是辅助性的数据准备。  
比如距离检查、改化计算、闭合差检查等。



### 2.3.1 近似坐标

GSP 会自动推算控制网点的近似坐标。

网形数据D   平差I   点位P   方向D   测边S   报表R   网图   自由网变换				
观测数据   近似坐标   距离改化   闭合差C				
<input type="checkbox"/> 输入平面近似坐标  <div>计算近似坐标</div>	点名	X	Y	H
	H	33771.5124	23246.9227	
	E	32092.8237	22998.0862	
	D	30498.3531	22195.7946	
	J	35327.6289	23161.2819	
	L	34164.2841	27099.0366	
	F	30743.2231	24341.5826	
	G	32648.2322	25087.4847	
	K	34225.7473	25095.99	
	I	36310.4168	25259.3324	
	M	29305.1457	23958.0652	
	N	29421.5016	25959.9756	
	P	30511.47	27087.3233	
	A	32280.014	21141.726	
	B	33985.162	21649.359	
*C	32171.583	27448.021		

距离作高程投影改化计算时，需要用到控制点的大致高程，因此在这里您需要输入近似高程。

高斯投影改化需要知道控制点的大致坐标，这里您可以在【网形数据】—【近似坐标】中先 

计算近似坐标

。

如果您要使用自己计算得近似坐标，或者当 GSP 不能计算出近似坐标时，您可以选择 ☒ 输入平面近似坐标 选项，然后在表格中输入控制网点的近似坐标。

网形数据D   平差I   点位P   方向D   测边S   报表R   网图   自由网变换				
观测数据   近似坐标   距离改化   闭合差C				
<input type="checkbox"/> 输入平面近似坐标  <div>计算近似坐标</div>	点名	X	Y	H
	C112	2749127.1963	459136.8729	206.1
	▶GPS019	2749731.055	458590.744	207.2
	Y11	2749868.2471	458726.2301	213.7
	GPS020	2749917.627	457839.9	201.9
	Y10	2749974.9015	458819.6556	212.8
	Y13	2749984.2756	458667.5115	228.9
	Y12	2750065.4369	458712.7504	228.3

2.3.2 距离改化

精密控制测量的距离改化计算包括向椭球面投影距离的高程投影和向高斯平面投影的高斯投影改化两方面。高斯投影改化需要高程投影之后进行。

在【网形数据】—〔距离改化〕中，单击选项 ☒ 距离投影归算 并选中，GSP 将距离观测值取出到下面的表格中：

网形数据D | 平差I | 点位P | 方向D | 测边S | 报表R | 网图 | 自由网变换 |

观测数据 | 近似坐标 | 距离改化 | 闭合差C |

☒ 距离投影归算

☐ 高程投影  
投影高程面 (m):  
0

☐ 高斯投影  
Y坐标加常数 (km):  
500

地球曲率半径 (m):  
6371000

投影改化

修改观测距离

	起点	终点	往测距离	返测距离	往测归算	返测归算	较差 (mm)
	Y13	Y12	92.9178	92.9159			
	Y13	Y10	152.4326	152.434			
	Y13	Y11	130.0403	130.0409			
	Y13	GPS019	264.6014	264.6038			
	Y12	Y10	140.0895	140.091			
	Y12	Y11	197.6491	197.6498			
	Y10	Y11	141.7902	141.7879			
	GPS019	GPS020	773.6829				
*	GPS019	C112	814.188				

选中 ☒ 高程投影 选项，并输入投影高程面的高程。需要进行高斯投影改化时，选中 ☒ 高斯投影 选项，并可以修改地球曲率半径，然后单击  按钮，GSP 改化计算距离：

网形数据D	平差I	点位P	方向D	测边S	报表R	网图	自由网变换
观测数据   近似坐标   距离改化   闭合差C							
<input checked="" type="checkbox"/> 距离投影归算							
<input checked="" type="checkbox"/> 高程投影 投影高程面(m): 0		<input checked="" type="checkbox"/> 高斯投影 Y坐标加常数(km): 500		地球曲率半径(m): 6371000		修改观测距离	
				投影改化			
	起点	终点	往测距离	返测距离	往测归算	返测归算	较差(mm)
	Y13	Y12	92.9178	92.9159	92.9165	92.9146	1.9
	Y13	Y10	152.4326	152.434	152.4307	152.4317	-1
	Y13	Y11	130.0403	130.0409	130.0386	130.0389	-0.3
	Y13	GPS019	264.6014	264.6038	264.5984	264.5999	-1.5
	Y12	Y10	140.0895	140.091	140.0877	140.0889	-1.2
	Y12	Y11	197.6491	197.6498	197.6466	197.6468	-0.2
	Y10	Y11	141.7902	141.7879	141.7884	141.7862	2.2
	GPS019	GPS020	773.6829		773.675		
	GPS019	C112	814.188		814.1787		

要使距离改化的结果生效，必须单击 **修改观测距离** 按钮，

修改前

```

文本格式录入观测文件 行1
GPS019
GPS020, L, 0.00000
GPS020, S, 773.6829
Y13, L, 92.54397
Y13, S, 264.6038
C112, L, 213.5510
C112, S, 814.188
Y13
Y12, L, 0.00000
Y12, S, 92.9178
Y10, L, 64.23263
Y10, S, 152.4326
Y11, L, 124.01202
Y11, S, 130.0403
GPS019, L, 167.43493
GPS019, S, 264.6014
Y12
Y13, L, 0.00000
Y13, S, 92.9159
Y10, L, 281.07248
Y10, S, 140.0895
Y11, L, 326.57132
Y11, S, 197.6491
  
```

改化距离修改后

```

文本格式录入观测文件 行1
Y13
Y12, L, 0.000000
Y10, L, 64.232630
Y11, L, 124.012020
GPS019, L, 167.434930
Y12, S, 92.9165
Y10, S, 152.4307
Y11, S, 130.0386
GPS019, S, 264.5984
Y12
Y13, L, 0.000000
Y10, L, 281.072480
Y11, L, 326.571320
Y13, S, 92.9146
Y10, S, 140.0877
Y11, S, 197.6466
Y10
Y11, L, 0.000000
Y13, L, 52.183230
Y12, L, 89.023500
Y11, S, 141.7884
Y13, S, 152.4317
Y12, S, 140.0889
  
```

### 2.3.3 往返距离较差

要检查控制网中距离的往返观测较差，在【网形数据】—【距离改化】中投影改化的表格中直接得到。如果不需要进行改化（如测区小），可以单击选项 ☒ 距离投影归算 并选中，不选择 ☐ 高程投影 和 ☐ 高斯投影 选项，直接 投影改化，就可以得到未经改化的距离较差。

	起点	终点	往测距离	返测距离	往测归算	返测归算	较差(mm)
	Y13	Y12	92.9165	92.9146			1.9
	Y13	Y10	152.4307	152.4317			-1
	Y13	Y11	130.0386	130.0389			-0.3
	Y13	GPS019	264.5984	264.5999			-1.5
	Y12	Y10	140.0877	140.0889			-1.2
	Y12	Y11	197.6466	197.6468			-0.2
	Y10	Y11	141.7884	141.7862			2.2
	GPS019	GPS020	773.675				
▶	GPS019	C112	814.1787				

### 2.3.4 闭合差检查


#### (1) 闭合差介绍

闭合差是检核测量外业质量的主要手段。根据控制网的类型，闭合差分为坐标闭合差、方位闭合差两种。高速铁路的 CPIII 网相邻测站观测质量检查可采用自由网变换技术进行比较相同的点块网形。

附和导线：方位闭合差、坐标闭合差→附和方位、附和点（坐标）

独立闭合环：角度闭合差，坐标闭合差→闭合角度、闭合点、闭合环（边角全测的闭合环）。

#### (2) 检查闭合差

GSP 自动搜索的环路为最短路径和独立环。选中 ☒ 闭合环 和 ☒ 附和导线 选项，单击  搜索 按钮，GSP 程序将自动搜索所有的附和环路和闭合环路线，计算闭合差和限差，将闭合差信息列表如下：

项	类型	fx(m)	fy(m)	fa(″)	长度(m)	相对精度(1/K)	环路
1	闭合环	-0.0007 < 0.0047	-0.0002 < 0.0050	-4.20 < 8.67	385.435	319846	Y12, Y10, Y13, Y12
2	闭合环	-0.0012 < 0.0048	0.0029 < 0.0057	-4.20 < 8.67	385.435	73830	Y10, Y13, Y12, Y10
3	闭合环	-0.0007 < 0.0051	0.0015 < 0.0062	1.20 < 8.67	420.601	178730	Y11, Y13, Y12, Y11
4	闭合环	0.0001 < 0.0053	-0.0028 < 0.0056	1.20 < 8.67	420.601	80338	Y12, Y11, Y13, Y12
5	闭合环	0.0016 < 0.0050	0.0015 < 0.0055	3.00 < 8.67	424.257	122852	Y13, Y10, Y11, Y13
6	闭合环	0.0020 < 0.0049	-0.0036 < 0.0057	3.00 < 8.67	424.257	69162	Y10, Y11, Y13, Y10

闭合差有  $f_x$ 、 $f_y$ 、 $f_a$  三种，GSP 计算闭合差值后会给出限差值以及超限判断。闭合差信息还包括环线路径的长度、相对闭合差等信息，以便你查阅和分析参考。

提示：利用闭合差信息还可以得出导线测量的误差。闭合差是根据观测值计算出来的，限差则是由观测值及其误差根据误差传播定律计算出来的，包括角度（方位）和坐标闭合差，它是按 2 倍中误差。

提示：由于闭合差是根据起算数据计算出来的，所以起算数据的精度（误差设为零）将直接影响到闭合差是否合限（独立闭合环除外）。当闭合差超限时，还应该考虑是否起算数据的精度过低。

GSP 计算有起闭（或顺逆）两个闭合差，这是因为 GSP 计算坐标闭合差前没有分配角度闭合差。

附和导线（两端都有一对已知边），方位闭合差只有一个值，而坐标闭合差（附和到点）可以是从此端到它端，也可以是从它端到此端。

闭合环（边角全测），从不同的起点计算出的坐标闭合差不一样，GSP 计算的是最大和最小的坐标闭合差。

提示：当角度闭合差超限时，说不定最小坐标闭合差所没有利用的那个角度（环路起点）就有较大的误差呢。

### (3) 闭合差检查结果的输出

在闭合差结果信息区中单击鼠标右键，显示菜单，单击菜单“输出”，GSP 将闭合差结果信息输出到地步的信息提示栏中，

大图标  
小图标  
列表  
详细资料  
清除  
删除  
输出

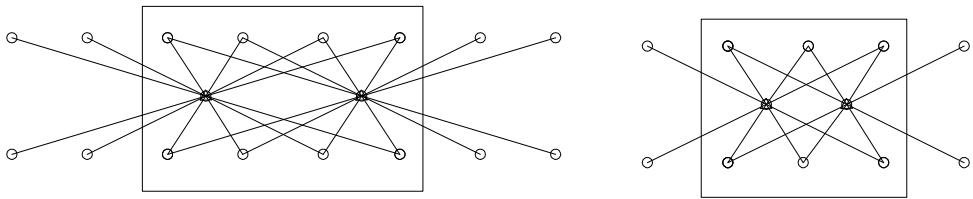
```

平差.....
平差完成!
1 闭合环: Fx(mm)=-0.0007 < 0.0047, Fy(mm)=-0.0002 < 0.0050, Fa(")=-4.20 < 8.67, 距离(m)=385.435, 相对精度K=1/319846
环线: Y12, Y10, Y13, Y12
2 闭合环: Fx(mm)=-0.0012 < 0.0048, Fy(mm)=0.0029 < 0.0057, Fa(")=-4.20 < 8.67, 距离(m)=385.435, 相对精度K=1/73830
环线: Y10, Y13, Y12, Y10
3 闭合环: Fx(mm)=-0.0007 < 0.0051, Fy(mm)=0.0015 < 0.0062, Fa(")=1.20 < 8.67, 距离(m)=420.601, 相对精度K=1/178730
环线: Y11, Y13, Y12, Y11
4 闭合环: Fx(mm)=0.0001 < 0.0053, Fy(mm)=-0.0028 < 0.0056, Fa(")=1.20 < 8.67, 距离(m)=420.601, 相对精度K=1/80338
环线: Y12, Y11, Y13, Y12
5 闭合环: Fx(mm)=0.0016 < 0.0050, Fy(mm)=0.0015 < 0.0055, Fa(")=3.00 < 8.67, 距离(m)=424.257, 相对精度K=1/122852
环线: Y13, Y10, Y11, Y13
6 闭合环: Fx(mm)=0.0020 < 0.0049, Fy(mm)=-0.0036 < 0.0057, Fa(")=3.00 < 8.67, 距离(m)=424.257, 相对精度K=1/69162
环线: Y10, Y11, Y13, Y10
    
```

如果要直接输出到 WORD 中，单击 **输出** 按钮即可。

### (4) CPIII 网观测点块网形检查

高速铁路 CPIII 网测量时，每个测站观测 4 对或 6 对 CPIII 点，则相邻测站有 3 对或 4 对 CPIII 点相同，可以组成 CPIII 点对网。可以对该 CPIII 点对网进行整体检查观测质量。



首先在【网形数据】—〔观测数据〕中单击=>按钮，将观测数据导入表格中；在〔CPIII网〕中单击测站按钮，即可在左侧区域中导入所有的CPIII观测测站；双击其中的测站名选择需要比较的测站；单击比较按钮，GSP将根据观测数据，进行自由网的变换与比较，结果显示在下方的表格中。

网形数据D | 平差I | 点位P | 方向D | 测边S | 报表R | 网图 | 自由网变换 |

观测数据 | 近似坐标 | 距离改化 | 闭合差C | CPIII网 |

相邻测站CPIII点对网的比较

Z023817	Z024003	Z024202
Z023818	Z024004	
Z023819	Z024005	
Z023820	Z024006	
Z023901	Z024007	
Z023902	Z024008	
Z023903	Z024101	
Z023904	Z024102	
Z023911	Z024103	
Z023914	Z024104	
Z023915	Z024105	
Z023916	Z024106	
Z024001	Z024107	
Z024002	Z024201	

测站

Z023817

Z023818

比较

限差(mm):  
1

序	点名	dx (mm)	dy (mm)	dp (mm)	合限
	0238321	1.13	0.16	1.14	※
	0238323	-0.56	-0.01	0.56	
	0238324	-0.62	-0.20	0.66	
	0238322	0.23	0.33	0.40	
▶	CPII184	-0.17	-0.27	0.32	

设置点位较差检查的限差(mm): 1。如果点位较差超出限差，则在表格“合限”字段中显示“※”。

## 2.4 边角网平差

### 2.4.1 参数设置

坐标迭代：  
设定平差过程中前后两次坐标迭代的最大差值，满足该差值后停止迭代解算。  
如果不能满足迭代的较差限值要求，可以设定最大迭代次数。  
提示：一般平差只需要 1~3 次迭代即可满足坐标较差限值。

距离误差计算方式：  
选择距离误差的计算方法。

单位权设定：  
选择平差后计算点位、距离方位等坐标函数的误差使用的单位权中误差。  
提示：一般多于观测数足够，应选择验后精度。

往返距离观测值处理：  
选中该选项时，在平差前计算往返距离观测的平均值；  
不选中则将距离观测值做单独的观测值参与平差。

迭代

坐标迭代限值 (mm):  

2

坐标迭代次数:  

20

距离误差计算方式

☐  $M_s = \sqrt{[A \cdot A + B \cdot B \cdot S \cdot S]}$

☒  $M_s = A + B \cdot S$

精度评定使用

☐ 验前精度

☒ 验后精度

☒ 往返距离观测先平差

### 2.4.2 平差

请单击工具栏中平差按钮或【网形数据】—〔观测数据〕中的平差按钮或【平差】中的按钮。GSP 对平面边角控制网进行平差计算。

- (1) 在【平差】中显示了控制网的总体信息，包括控制网点、观测值数量情况、平差精度结果，以及对验后精度的置信区间估计结果。

控制网平差综合信息

测量单位:  
测量时间:  
测量人员:  
控制网平差综合信息:  
控制网总点数: 15 固定点数: 3 未知点数: 12  
测站数: 13 方向观测数: 41 距离观测数: 22 (/22)  
先验精度: 方向观测精度:  $M_a = 1.80''$   
测距误差: 固定误差 5.00mm, 比例误差 5.00ppm  
验后单位权中误差:  $PVV = 35.4373$ ,  $M_o = 1.12''$   
单位权方差 95% 的置信区间: (1.4284 , 2.3586), 检验未通过!  
未知数及其函数精度评定采用后验精度输出!

(2) 在【点位】中显示平差的控制网坐标及点位误差结果：

网形数据D	平差I	点位P	方向D	测边S	报表R	网图	自由网变换				
点名	X	Y	Mx (mm)	My (mm)	Mp (mm)	E (mm)	F (mm)	T (d.ms)			
H	3 771.5003	3 246.9222	5.79	4.62	7.41	5.83	4.57	169.0904			
E	2 092.8158	2 998.0852	5.61	4.82	7.39	5.77	4.62	23.1434			
D	0 498.3481	2 195.7993	6.67	7.45	10.00	7.46	6.67	84.3234			
J	5 327.6333	3 161.2714	10.30	7.55	12.77	10.46	7.34	166.0700			
L	4 164.2837	7 099.0112	8.12	8.00	11.40	8.21	7.91	32.1824			
F	0 743.1917	4 341.5823	12.17	7.72	14.41	12.18	7.71	177.1734			
G	2 648.1992	25 087.489	6.61	6.43	9.22	6.66	6.39	24.1041			
K	4 225.7293	5 095.9918	11.43	6.92	13.36	11.46	6.88	4.4858			
I	6 310.3984	5 259.3118	10.83	18.93	21.80	19.27	10.20	77.0916			
M	9 305.1638	3 958.0924	10.63	11.75	15.85	11.83	10.54	104.5600			
N	29 421.531	5 960.0104	10.73	12.95	16.81	13.05	10.60	102.2359			
P	0 511.4954	7 087.3696	8.28	10.35	13.26	10.35	8.28	92.3358			
A	32 280.014	21 141.726									
B	33 985.162	21 649.359									
*C	32 171.583	27 448.021									

(3) 在【方向】中显示方向观测值的平差结果，包括方向观测值、观测误差、平差时的权值、方向观测值改正数、方向平差值和平差后的精度：

网形数据D	平差I	点位P	方向D	测边S	报表R	网图	自由网变换				
测站	方向点	方向值 (d.ms)	观测误差 (")	权值	改正数 (")	平差值 (d.ms)	精度 (")				
I	J	105.3017	1.8	1	-0.22	105.301678	1.01				
M	D	0	1.8	1	-0.99	-0.000099	1.07				
M	N	142.342	1.8	1	0.99	142.342099	1.07				
N	M	0	1.8	1	-1.28	-0.000128	1.02				
N	P	139.1732	1.8	1	1.28	139.173328	1.02				
P	N	0	1.8	1	-0.87	-0.000087	1.08				
P	C	146.1725	1.8	1	0.87	146.172587	1.08				
A	B	0	1.8	1	0.58	0.000058	0.66				
A	H	38.0616	1.8	1	1.34	38.061734	0.68				
A	E	79.105	1.8	1	-2.36	79.104764	0.69				
A	D	132.4843	1.8	1	0.43	132.484343	0.75				
B	J	0	1.8	1	-1.07	-0.000107	0.91				
B	H	49.1312	1.8	1	0.63	49.131263	0.76				
B	E	96.0726	1.8	1	0.46	96.072646	0.71				
B	A	148.1052	1.8	1	-0.02	148.105198	0.69				
C	L	0	1.8	1	-0.23	-0.000023	0.86				
C	F	255.1425	1.8	1	0.61	255.142561	0.83				
►C	G	291.2058	1.8	1	-0.38	291.205762	0.77				

(4) 在【测边】中显示距离、方位观测值的平差结果，包括距离观测值、方位观测值、观测值的误差、平差时的权值、距离或方位观测值的改正数、平差值、精度以及距离相对精度：



网形数据D	平差I	点位P	方向D	测边S	报表R	网图	自由网变换			
起点	终点	距离(m)	方位(d.ms)	Ms(Ma)	权值	Vs(Va)	平差值(m/d.ms)	精度(mm)	相对精度(1/K)	
A	E	1865.773		14.33	0.016	.97	1865.774	4.73	39 4100	
A	D	2070.115		15.35	0.014	6.7	2070.1217	6.82	30 3700	
B	J	2021.912		15.11	0.014	-4.95	2021.9071	8.11	24 9200	
B	H	1611.787		13.06	0.019	.67	1611.7877	4.72	34 1800	
C	L	2023.033		15.12	0.014	.36	2023.0334	8.07	25 0600	
C	F	3419.103		22.1	0.007	-.34	3419.1027	8.48	40 3400	
*C	G	2408.179		17.04	0.011	-10.78	2408.1682	6.4	37 6200	

(5) 如果您需要计算任意控制点间的距离方位及精度，可在【测边】中下方的表格中进行。

起点	终点	距离(m)	距离误差(mm)	相对精度(1/K)	方位(d.ms)	方位误差(″)		
I	L	2826.7122	10.7	264300	139.234578	1.32	<div>载入方向边(U) 载入距离边(V)  整理(Ψ) 计算(Σ)  删除(Y) 清除(Z)</div>	
I	K	2091.0568	8.36	250200	184.284654	1.76		
I	J	2316.8084	19.74	117300	244.540233	1.13		
M	D	2128.2307	9.56	222700	304.060177	1.06		
M	N	2005.2972	8.91	225100	86.402374	0.88		
N	P	1568.1075	7.77	201800	45.57583	0.98		
P	C	1698.8114	8.34	203600	12.152504	1.25		
A	B	1779.1068	0	0	16.344293	0		
B	J	2021.9071	8.11	249200	48.234988	1.01		
C	L	2023.0334	8.07	250600	350.035668	0.82		
C	F	3419.1027	8.48	403400	245.182252	0.7		
L	K	2003.9616	6.7	299100	271.45255	1.29		
K	J	2226.5075	7.22	308400	299.394794	1.15		

从表格中单击右键菜单，可以将方向观测边、距离观测边导入到表格中，使用“整理”菜单将重复的观测边删除，使用“计算”菜单计算测边的距离、方位以及精度。

2.4.3 方差估计（边角匹配）

平面边角控制网中有距离、方向观测值，一起平差时，由于两类观测值定权不适当，将会对平差结果带来影响。一般应对距离和角度观测值进行匹配，GSP根据赫尔墨特方差估计原理，进行边角观测值的匹配，也就是使得两类观测值平差后的方差一致。

在【平差】中“边角权匹配”里，选择 ☒ 进行赫尔默特方差匹配迭代 选项，再次平差。

边角权匹配

☐ 进行赫尔默特方差匹配迭代

边角方差之差限值(%)

迭代次数:

控制网平差综合信息

测量人员:  
控制网平差综合信息:  
控制网总点数: 15 固定点数: 3 未知点数: 12  
测站数: 13 方向观测数: 41 距离观测数: 22 (/22)  
先验精度: 方向观测精度:  $Ma=2.06''$   
测距误差: 固定误差 5.00mm, 比例误差 5.00ppm  
赫尔默特法边角方差匹配后, 方向方差=2.6226,  $P1V1V1=65.7512$   
距离方差=2.6209,  $PsVsVs=7.6759$   
验后测距固定误差: 3.05mm, 比例误差: 0.45ppm  
验后单位权中误差:  $PVV=73.4271$ ,  $Mo=1.62''$   
单位权方差95%的置信区间: (1.6369 , 2.7027), 检验未通过!  
未知数及其函数精度评定采用后验精度输出!

2.5 自由网变换

GSP 可以将边角网进行自由网转换（或称坐标坐标变换、相似变换、赫尔墨特相似变换），也即按最小范数条件将边角网进行平移、旋转、缩放，保持其形状相似且与其他系统的网形达到最佳匹配（或称置平）。

2.5.1 导入控制网坐标

控制网平差后，单击【自由网变换】中的 **拷贝坐标**，GSP 将平差后的平面边角网的坐标结果拷贝到表格的 xf、yf 字段中：

网形数据	平差	点位	方向	测边	报表	网图	自由网变换			
载入坐标		格式: name, xd, yd	拷贝坐标	比较	<input checked="" type="checkbox"/> 先自由变换		采用变换结果	比较		
name	拟稳点	xd	yd	xf	yf	dx (mm)	dy (mm)	x	y	
A	✓	32280.0140	21141.7260	32280.0140	21141.7260	0.23	1.26	32280.0142	21141.7273	
B	✓	33985.1620	21649.3590	33984.1880	21652.6139	0.15	-1.33	33985.1621	21649.3577	
C	✓	32171.5830	27448.0210	32159.5310	27447.7985	-0.37	0.06	32171.5826	27448.0211	
H				33767.4746	23249.7665					
E				32089.2690	22997.7229					
D				30496.3374	22192.3918					
J				35323.7688	23167.0886					
L				34152.8955	27102.5985					
F				30737.0806	24338.6376					
G				32640.6583	25088.1827					
K				34218.1699	25099.7003					
I				36302.5227	25267.0046					
M				29299.7866	23952.4006					
N				29412.3274	25954.5369					
P				30500.1356	27083.9765					

把文本数据格式的原测网测量坐标拷贝到 Windows 系统的剪贴板中，

其格式在 **格式: name, xd, yd** 中编辑设定。单击 **载入坐标** 即可导入到 dx、dy 字段中。



2.5.2 网形变换与比较

不选择 ☐ 先自由变换 选项，单击 ，直接比较坐标较差。

选中 ☒ 先自由变换 选项，选择拟稳点（认为稳定的控制点或全部选择既有原测坐标也有平差坐标的控制点），直接单击稳定点所在行的“拟稳点”字段的单元格，选择 ☒ 拟稳点 选项，再进行 ，GSP 将根据您选择的拟稳点进行拟稳转换，并将转换的坐标 x、y 和与原测坐标比较的结果显示在表格中，没有原测坐标的控制点不转换：


载入坐标 格式：name, xd, yd		Y拷贝坐标		比较		<input checked="" type="checkbox"/> 先自由变换		采用变换结果		比较	
name	拟稳点	xd	yd	xf	yf	dx (mm)	dy (mm)	x	y		
A	✓	32280.0140	21141.7260	32280.0140	21141.7260	0.23	1.26	32280.0142	21141.7273		
B	✓	33985.1620	21649.3590	33984.1880	21652.6139	0.15	-1.33	33985.1621	21649.3577		
C	✓	32171.5830	27448.0210	32159.5310	27447.7985	-0.37	0.06	32171.5826	27448.0211		
H				33767.4746	23249.7665						
E				32089.2690	22997.7229						
D				30496.3374	22192.3918						
J				35323.7688	23167.0886						
L				34152.8955	27102.5985						
F				30737.0806	24338.6376						
G				32640.6583	25088.1827						
K				34218.1699	25099.7003						
I				36302.5227	25267.0046						
M				29299.7866	23952.4006						
N				29412.3274	25954.5369						
P				30500.1356	27083.9765						

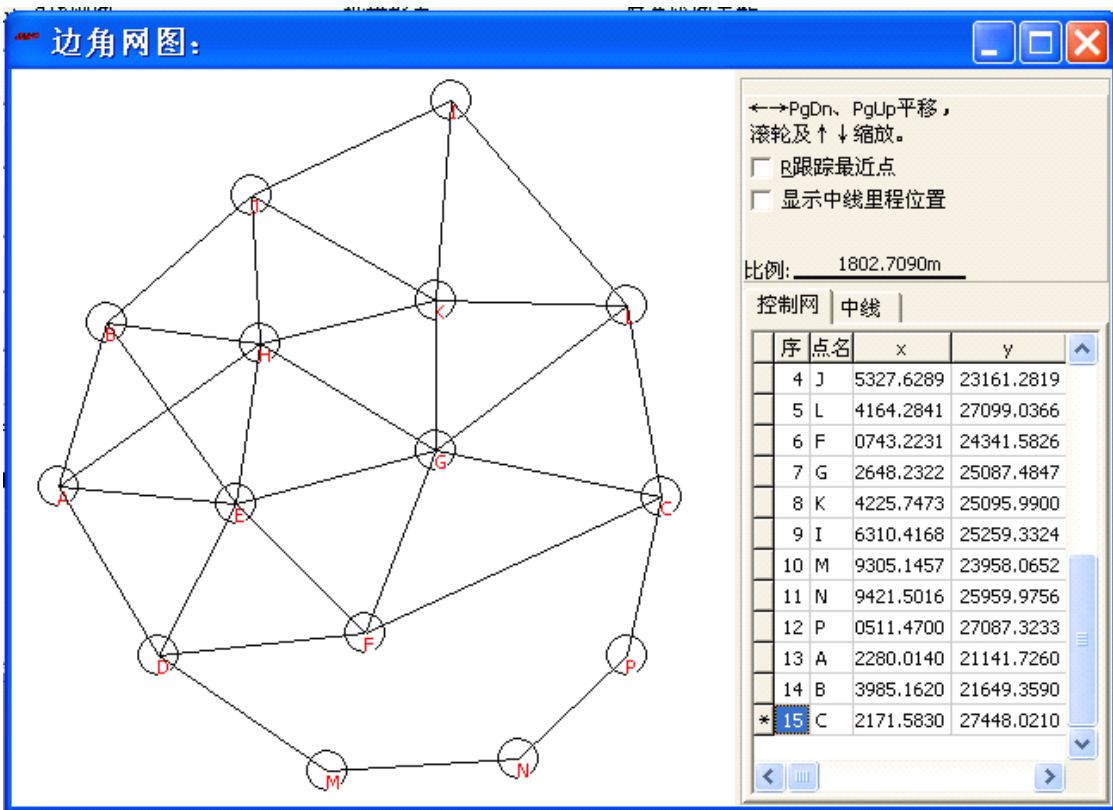
如果需要计算其他控制点的转换坐标，请单击  按钮，GSP 根据选择的拟稳点，通过平差的方法计算转换参数（平移、旋转和缩放尺度），将控制网的坐标转换到原测坐标系（转换结果与自由网转换结果一致）：

载入坐标 格式：name, xd, yd		Y拷贝坐标		比较		<input type="checkbox"/> 先自由变换		采用变换结果		比较	
name	拟稳点	xd	yd	xf	yf	dx (mm)	dy (mm)	x	y		
A	✓	32280.0140	21141.7260	32280.0140	21141.7260	0.23	1.26	32280.0142	21141.7273		
B	✓	33985.1620	21649.3590	33984.1880	21652.6139	0.14	-1.33	33985.1621	21649.3577		
C	✓	32171.5830	27448.0210	32159.5310	27447.7985	-0.37	0.06	32171.5826	27448.0211		
H				33767.4746	23249.7665			33771.5013	23246.9222		
E				32089.2690	22997.7229			32092.8164	22998.0861		
D				30496.3374	22192.3918			30498.3480	22195.8003		
J				35323.7688	23167.0886			35327.6353	23161.2702		
L				34152.8955	27102.5985			34164.2846	27099.0121		
F				30737.0806	24338.6376			30743.1925	24341.5830		
G				32640.6583	25088.1827			32648.1999	25087.4892		
K				34218.1699	25099.7003			34225.7313	25095.9920		
I				36302.5227	25267.0046			36310.4008	25259.3128		
M				29299.7866	23952.4006			29305.1624	23958.0932		
N				29412.3274	25954.5369			29421.5292	25960.0116		
P				30500.1356	27083.9765			30511.4943	27087.3708		

## 2.6 图表

### 2.6.1 屏幕图形显示

单击工具栏中的按钮，当前网形将显示在一个屏幕图形窗体中。



绘图前，请在【图表】中设置屏幕图形的绘制内容以及绘制参数。

单击内容样式示例，即可设计屏幕绘制时的大小、颜色等。

如果已经平差处理，表格中已经有坐标数据，则可以直接使用表格中的大地坐标、高斯坐标、独立坐标，否则 GSP 自动计算近似坐标，然后绘图。GSP 将控制点的坐标数据一并拷贝到图形窗体中的控制网表格中。

屏幕绘图参数

- ☒ 点名 控制点
- ☒ 点位符号  $\Delta \bigcirc$
- ☒ 连线 ———
- ☐ 点位误差椭圆
- ☒ 采用表格坐标
- ☒ 观测值类型

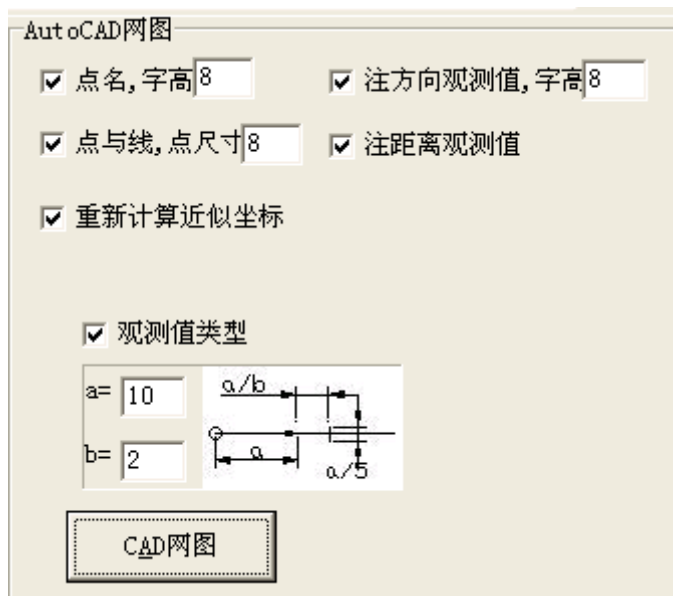
有关屏幕图形的操作参见 GPS 控制网数据处理中的屏幕图形相关内容。

### 2.6.2 AutoCAD 图形输出

GSP 可以将平面边角控制网输出到 AutoCAD 绘图环境中。单击工具栏中按钮。

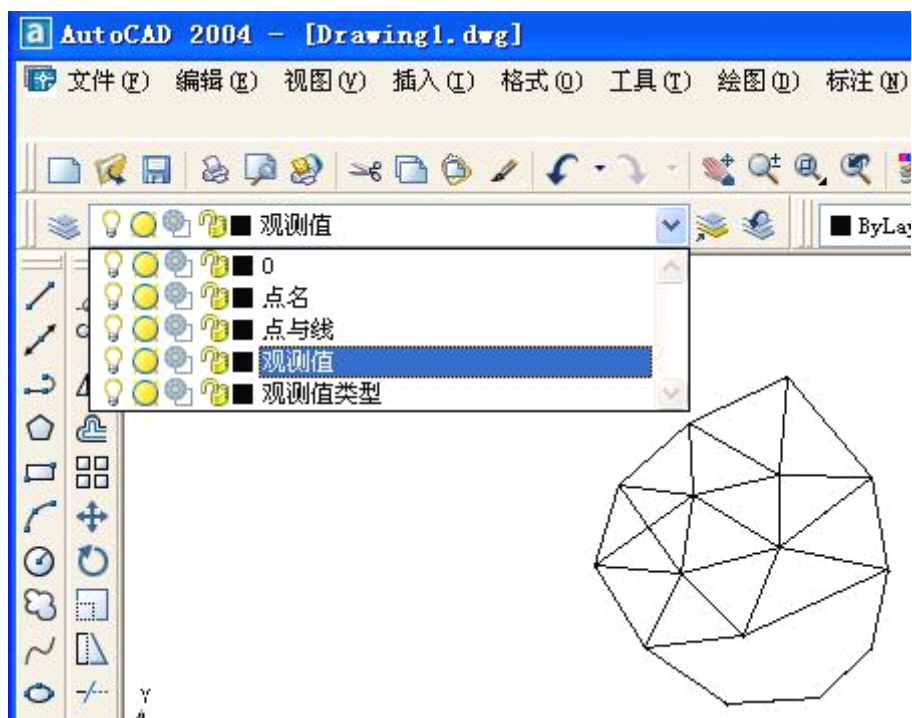
按钮，即可输出图形到 AutoCAD 中。

在【图表】中设置相关的绘图参数：

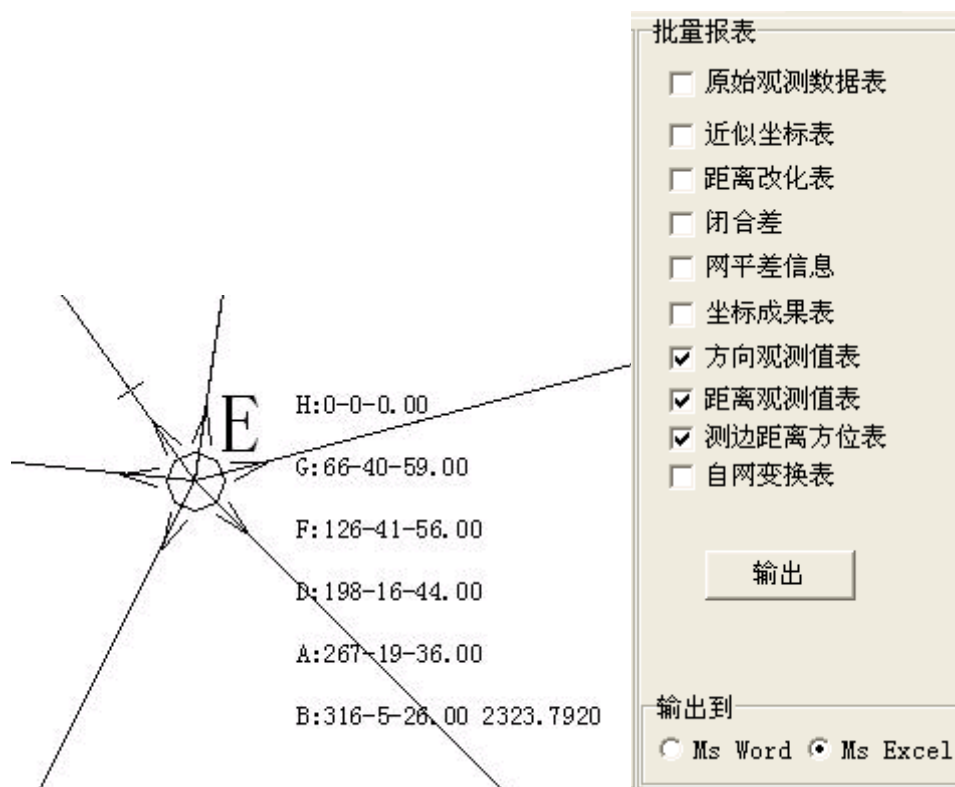


绘制 AutoCAD 图形时，GSP 建立了点名、点与线、观测值、观测值类型层。为了便于进一步编辑，您可根据需要设置绘制图形的一些参数。

其中，注记参数需要您调整。GSP 注记测量数据时，在点名右侧下方，根据观测值文件注记方向和距离值，您可能需要调整一下注记文字的大小(字的高度)等。



观测值类型指方向、距离观测，分别在方向上用箭头、横短线标识。您可以定义这些标识的元素大小。在 CAD 图中，GSP 注记了方向观测值和距离观测值：



### 2.6.3 批量输出

数据处理完毕后，可以将需要的数据一键输出。


## 第三篇 水准测量控制网数据处理

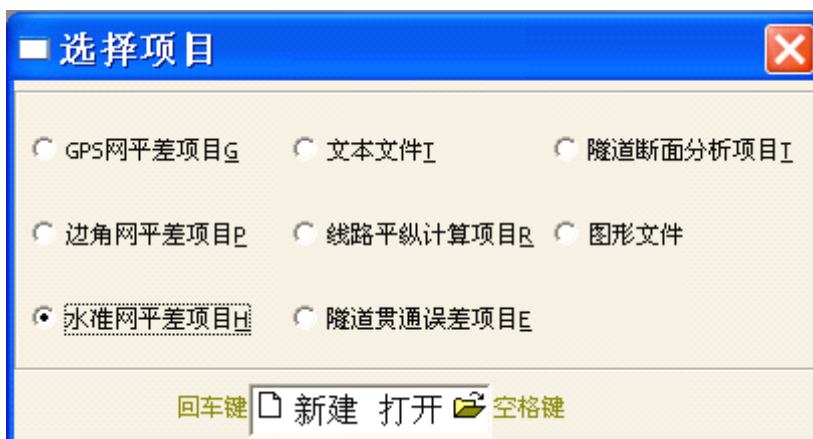
### 1 主要功能



- (1) 对几何水准、三角高程控制网观测的高差数据进行往返不符值检查，计算测量精度；
- (2) 闭合环闭合差检查，附和路线高差闭合差检查；
- (3) 对复测的测段高差与原测高差进行比较检查；
- (4) 对观测的高差数据进行水准网平差；
- (5) 自由网转换，进行复测网的比较分析。

### 2 使用说明

#### 2.1 工程项目

从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中按钮，打开一个项目选择窗体：



单击左侧的“新建”图标新建水准控制网数据处理项目，单击打开已保存的水准控制网数据处理项目，进入水准控制网数据处理的窗体界面。

提示：水准网的项目文件名为\*.htr。

## 2.2 观测文件数据导入

### 2.2.1 数据格式

GSP 处理的水准控制网数据可以从文本文件导入。其数据结构如下：

水准点名，高程

.....

起点，终点，高差(m)，距离(km)，测站数

.....

提示：GSP 水准网的高差观测文件与 Cosa 软件的结构是一样的。

如果按测站数定权，观测高差的数据中可以没有测段距离；如果按距离定权，则可以没有测站数。

### 2.2.2 数据导入

#### (1) 观测文件的编辑与打开

您可以在 GSP 中的【观测值】里面直接输入，最好保存起来 **保存观测文件**。

使用任何的文本编辑器编辑好上述格式的文件，打开：在【观测值】中

**打开观测文件**

，选择准备好的高差观测文件即可。

单击按钮 **导入到项目**，文本形式的高差数据导入到 GSP 的表格文件【高差\_平差】中。如果是修改后的数据，应该选择选项 ☐ **覆盖相同测段观测值**。



H 水准网平差-1									
观测值I	往返差F	高差_平差I	闭合差C	高程H	复测比较				
起点	终点	高差	距离(km)	测站数	改正数	平差值	精度(mm)		
CPII314	G-BM306-1	1.0446	0.284						
G-BM306-1	CPII314	-1.04425	0.278						
G-BM306-1	G-BM306-2	-0.57125	0.229						
G-BM306-2	G-BM306-1	0.57141	0.216						
G-BM306-2	CPII315	-0.05719	0.254						
CPII315	G-BM306-2	0.05735	0.265						
CPII315	G-BM306-3	-0.50523	0.346						
G-BM306-3	CPII315	0.50321	0.361						
G-BM306-3	G-BM307-1	0.21574	0.52						
G-BM307-1	G-BM306-3	-0.21439	0.521						
G-BM307-1	BMP2	-0.71494	0.262						
BMP2	G-BM307-1	0.71493	0.247						
BMP2	G-BM307-2	0.38129	0.557						
G-BM307-2	BMP2	-0.38066	0.545						
G-BM307-2	G-BM307-3	-1.87125	0.598						
G-BM307-3	G-BM307-2	1.87229	0.599						
G-BM307-3	G-BM307-4	-0.65091	0.53						
G-BM307-4	G-BM307-3	0.6491	0.544						
G-BM307-4	BMP3	-0.60647	0.531						
BMP3	G-BM307-4	0.60759	0.539						
BMP3	G-BM307-5	-1.56005	0.66						
G-BM307-5	BMP3	1.55817	0.86						
G-BM307-5	BM308	-2.46562	0.615						
BM308	G-BM307-5	2.46832	0.626						

2.3 参数设置

2.3.1 精度指标

确定水准测量的等级。除了选择现行的主要精度等级外，您还可以自行设定规范中没有的。

选择相应等级后，精度指标与常用闭合差指标显示出来。测量精度指标还用作必须的指标用于后续的观测质量（往返高差不符值、闭合差等）检查。

精度指标

每千米水准测量的偶然中误差M (mm) 5

往返测不符值限差：

20.0√L

附和路线闭合差限差：

4.0√n

环闭合差限差：

等级

☐二等

☐三等

☒四等

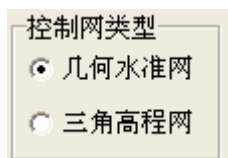
☐五等

☐其它

提示：水准精度指标是目前国家规范规定的。三角高程精度指标是相关行业规范规定的。

2.3.2 水准控制网类型

由于几何水准与三角高程测量两种不同测量方法的数据处理方法不同，您须要选择：



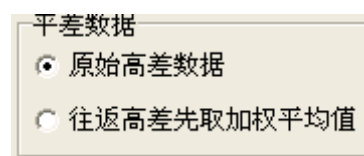
提示：三角高程测量的限差指标与几何水准不一样；平差的定权方式也应不一样。

### 2.3.3 平差数据

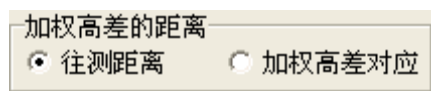
GSP 允许您将往返测的高差一并让 GSP 来处理。对于往返观测高差的处理也有不同的方法。

- (1) 直接采用原始观测高差进行平差；
- (2) 平差前预先将往返高差进行加权处理。

提示：对于大型网建议按后一种方法处理。



如果选择了“往返高差先去加权平均值”，则 GSP 即可将导入的【高差\_平差】高差观测值进行【往返差】处理，包括计算了往返测不符值，并检查了超限情况；并立即提供了取往返平均高差后的测段距离取值方式选择。

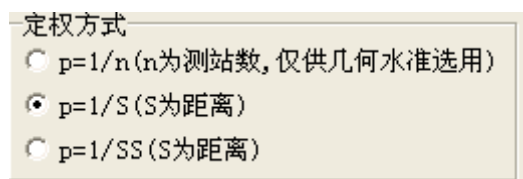


提示：如果要取往返测的距离，请在导入数据前将这个测段用往返测的顺序输入。

### 2.3.4 平差定权方式

对于几何水准测量，一般应采用测站数  $1/n$  或测段距离  $1/S$  的方式定权；

三角高程一般应采用  $1/S^2$  的方式定权。



## 2.4 质量检查

包括往返高差观测不符值的检查和闭合差的检查。

### 2.4.1 往返测高差不符值

单击工具栏中 按钮，或者单击【往返差】中 按钮，GSP 检查往返

高差观测值的较差，结果显示在表格中。

观测值I		往返差E	高差_平差I	闭合差C	高程H	复测比较				
起点	终点	往测	返测	均值	距离(km)	测站数	较差(mm)	限差(mm)	合限	
G-BM306-1	G-BM306-2	-0.57125	0.57141	-0.57133	0.229	0	0.16	1.91		
CPII314	G-BM306-1	1.0446	-1.04425	1.04442	0.284	0	0.35	2.13		
BM306	CPII314	-0.03001	0.03009	-0.03005	0.288	0	0.08	2.15		
CPII05-1	BM306	-0.28218	0.28096	-0.28168	0.114	0	-1.22	1.35		
G-BM305-3	CPII05-1	-1.86253	1.86172	-1.86213	0.551	0	-0.81	2.97		
CPII313	G-BM305-3	-0.02407	0.02411	-0.02409	0.326	0	0.04	2.28		
G-BM305-2	CPII313	-1.06803	1.06718	-1.06761	0.439	0	-0.85	2.65		
G-BM305-1	G-BM305-2	4.99658	-4.99482	4.9957	1.008	0	1.76	4.02		
BM305	G-BM305-1	0.29149	-0.29075	0.29112	0.327	0	0.74	2.29		
G-BM304-5	BM305	-0.91553	0.91468	-0.9151	0.617	0	-0.85	3.14		
G-BM304-4	G-BM304-5	-1.65961	1.65839	-1.659	0.341	0	-1.22	2.34		
BMP1	G-BM304-4	0.74974	-0.74853	0.74914	0.363	0	1.21	2.41		
G-BM304-3	BMP1	1.55578	-1.55443	1.5551	0.572	0	1.35	3.03		
G-BM304-2	G-BM304-3	-0.00218	0.00209	-0.00214	0.16	0	-0.09	1.60		
G-BM304-1	G-BM304-2	-5.15437	5.15405	-5.15422	0.135	0	-0.32	1.47		
CPII04	G-BM304-1	2.16087	-2.15829	2.15959	0.635	0	2.58	3.19		
BM304	CPII04	4.30938	-4.30792	4.30865	0.807	0	1.46	3.59		

由测段的往返测高差不符值计算的每千米水准测量的偶然中误差(mm): 0.92

☐ 评定精度时使用  mm作为单位权中误差.

检查


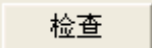
表格中列出了测段、往返高差观测值、较差、测段距离或测站数，较差的限差以及较差的合限状态。

如果往返测高差不符值超限，则显示“×”符号。

GSP 还根据往返测高差的不符值计算出了每千米水准测量的偶然中误差，以此作为评价水准测量精度指标的依据，也可以作为水准平差时单位权中误差的参考依据。

提示：如果表格中没有数据，请在【观测值】中【平差数据】中选择“往返高差先取加权平均值”。

2.4.2 闭合差

单击工具栏按钮，或【闭合差】中按钮，GSP 检查水准闭合差，包括闭合环路线和附和路线的闭合差。

观测值I

往返差F

高差\_平差I

闭合差C

高程H

复测比较

BM304 → BM305, 点数=9 S=3.630km fh=0.00132m ≤ 限差:0.00762m 合限 ✓

BM304

CPI104

G-BM304-1

G-BM304-2

G-BM304-3

BMP1

G-BM304-4

G-BM304-5

BM305

BM305 → BM306, 点数=7 S=2.765km fh=-0.00447m ≤ 限差:0.00665m 合限 ✓

BM306 → BM308, 点数=14 S=5.674km fh=0.00048m ≤ 限差:0.00953m 合限 ✓

☒ 附和水准路线

☒ 仅相邻水准点

☒ 闭合环

☒ 添加到复测比较表格

检查

输出结果

2.4.2.1 路线选择

选择了 ☒ 闭合环 选项，GSP 将检查出所有水准最小闭合环的闭合差。

选择了 ☒ 附和水准路线 选项，GSP 将检查出已知水准点间的高差不符值。如果有多个已知水准点，GSP 将逐个检查每 2 个水准点间的高差不符值。如果选择了 ☒ 仅相邻水准点 选项，则根据您在观测值文本文件中相邻已知水准点间的高差不符值。

闭合差(或不符值)的限差，是根据相应的水准测量等级计算的。因此检查前应设置好所使用的水准测量精度等级。

2.4.2.2 复测比较

为了便于比较复测水准高差与原测水准高差，GSP 专门提供了比较表格。

检查闭合差前，选择 ☒ 添加到复测比较表格 选项，则将相邻水准点的高差数据复制到【复测比较】表格中。

闭合差C

高程H

复测比较

高差比较

比较


限差指标 (mm)  
测段高差较差: ≤ 6 × M√L 或 8 × M√n

	起点	终点	距离 (km)	原测高差	复测高差	dh	限差 (mm)	合限	测站数
	BM304	BM305	3.63	1.04070	1.04202	1.32	11.43		
	BM305	BM306	2.765	2.05590	2.05143	-4.47	9.98		
▶	BM306	BM308	5.674	-7.39270	-7.39225	0.48	14.29		

单击  按钮，GSP 检查复测高差与原测高差的高差较差。

2.4.2.3 结果查看与输出

闭合差结果列出了所检查的闭合环或附和路线的闭合差结果，包括路线类型（闭合环⊙和附和路线→）、闭合路线的水准点数、环线长度 S、闭合差或不符值 fh、闭合差或不符值的限差与合限判断结果（√、×）。

单击闭合差的树状条目中的，可以展开路线详细信息。

删除节点D  
清除全部节点L


导出当前环到信息栏 (Y)  
全部导出到信息栏 (Z)

如果需要清除检查的结果信息，请用右键菜单。

闭合环检查结果信息可以输出到信息提示栏中，也可以直接输出到 MS WORD 中，单击 **输出结果** 按钮。



2.5 水准网平差

单击工具栏中平差按钮，或者【观测值】中 **平差** 按钮，GSP 完成水准网的平差。在信息提示栏中显示了平差总体信息：

水准平差完成!

水准点数(已知/未知):4/28 观测数:54

验后单位权中误差:Mo=1.4140mm/km

水准平差完成!

水准点数(已知/未知):4/28 观测数:27

验后单位权中误差:Mo=1.9034mm/km

提示:平差后的单位权中误差是根据水准网的观测值改正数与多余观测数计算得出,与根据往返观测高差不符值计算出的结果不会一样。二者的含义不同,前者包含了已知水准点的误差,因此附合水准网平差后往往比相应等级的水准测量精度值要大,而实际测量精度一般可根据往返高差不符值或闭合环的精度计算评定。

单位权中误差用于平差后进行精度的评定,您可以指定单位权中误差:

由测段的往返测高差不符值计算的每千米水准测量的偶然中误差(mm): 0.92  
☒ 评定精度时使用 0.9 mm作为单位权中误差。

在【高程】中表格里给出平差后的各水准点的高程和高程误差。

观测值I	往返差F	高差_平差J	闭合差C	高程H	复测比较
点名	高程	误差mm	注		
BM304	488.6345	0			
BM305	489.6752	0			
BM306	491.7311	0			
BM308	484.3384	0			
CPI105-1	492.0126	0.36			
CPII314	491.701	0.53			
G-BM305-1	489.9669	0.54			
G-BM304-5	490.5905	0.71			
G-BM306-1	492.7454	0.72			
G-BM305-3	493.8738	0.72			
G-BM307-5	486.8054	0.74			
CPI104	492.9429	0.79			
CPII313	493.8973	0.81			
G-BM306-2	492.1741	0.83			
G-BM305-2	494.9642	0.84			
G-BM304-4	492.2496	0.84			
BMP1	491.5006	0.92			
CPII315	492.1168	0.93			
G-BM304-1	495.1022	0.93			
G-BM304-2	489.9479	0.95			

根据您选择的平差数据选项,给出原始高差或往返高差观测值的改正数、平差值以及精度。

原始高差平差结果:

观测值I	往返差F	高差_平差J	闭合差C	高程H	复测比较			
起点	终点	高差	距离(km)	测站数	改正数	平差值	精度(mm)	
G-BM306-2	CPII315	-0.05719	0.254		-0.00009	-0.05728	0.50	
CPII315	G-BM306-2	0.05735	0.265		-0.00007	0.05728	0.50	
CPII315	G-BM306-3	-0.50523	0.346		0.00097	-0.50426	0.58	
G-BM306-3	CPII315	0.50321	0.361		0.00105	0.50426	0.58	
G-BM306-3	G-BM307-1	0.21574	0.52		-0.0007	0.21504	0.69	
G-BM307-1	G-BM306-3	-0.21439	0.521		-0.00065	-0.21504	0.69	
G-BM307-1	BMP2	-0.71494	0.262		-0.00001	-0.71495	0.49	
BMP2	G-BM307-1	0.71493	0.247		0.00002	0.71495	0.49	
BMP2	G-BM307-2	0.38129	0.557		-0.00035	0.38094	0.71	
G-BM307-2	BMP2	-0.38066	0.545		-0.00028	-0.38094	0.71	
G-BM307-2	G-BM307-3	-1.87125	0.598		-0.00055	-1.8718	0.73	
G-BM307-3	G-BM307-2	1.87229	0.599		-0.00049	1.8718	0.73	
G-BM307-3	G-BM307-4	-0.65091	0.53		0.00086	-0.65005	0.70	
G-BM307-4	G-BM307-3	0.6491	0.544		0.00095	0.65005	0.70	
G-BM307-4	BMP3	-0.60647	0.531		-0.00059	-0.60706	0.70	
BMP3	G-BM307-4	0.60759	0.539		-0.00053	0.60706	0.70	
BMP3	G-BM307-5	-1.56005	0.66		0.00077	-1.55928	0.81	
G-BM307-5	BMP3	1.55817	0.86		0.00111	1.55928	0.81	
G-BM307-5	BM308	-2.46562	0.615		-0.00137	-2.46699	0.74	
BM308	G-BM307-5	2.46832	0.626		-0.00133	2.46699	0.74	

平差前取往返高差加权平均值后的平差结果:

观测值I	往返差F	高差_平差J	闭合差C	高程H	复测比较						
起点	终点	往测	返测	均值	距离(km)	较差(mm)	限差(mm)	合限	改正数	平差值	精度(mm)
G-BM305-2	CPII313	-1.06803	1.06718	-1.06761	0.439	-0.85	13.25		0.00072	-1.06689	1.16
CPII313	G-BM305-3	-0.02407	0.02411	-0.02409	0.326	0.04	11.42		0.00053	-0.02356	1.02
G-BM305-3	CPII105-1	-1.86253	1.86172	-1.86213	0.551	-0.81	14.85		0.0009	-1.86123	1.26
CPII105-1	BM306	-0.28218	0.28096	-0.28168	0.114	-1.22	6.75		0.00026	-0.28142	0.62
BM306	CPII314	-0.03001	0.03009	-0.03005	0.288	0.08	10.73		-0.00019	-0.03024	1.00
CPII314	G-BM306-1	1.0446	-1.04425	1.0442	0.284	0.35	10.66		-0.00019	1.04423	0.99
G-BM306-1	G-BM306-2	-0.57125	0.57141	-0.57133	0.229	0.16	9.57		-0.00015	-0.57149	0.90
G-BM306-2	CPII315	-0.05719	0.05735	-0.05727	0.254	0.16	10.08		-0.00017	-0.05744	0.94
CPII315	G-BM306-3	-0.50523	0.50321	-0.50424	0.346	-2.02	11.76		-0.00023	-0.50447	1.09
G-BM306-3	G-BM307-1	0.21574	-0.21439	0.21507	0.52	1.35	14.42		-0.00035	0.21472	1.32
G-BM307-1	BMP2	-0.71494	0.71493	-0.71493	0.262	-0.01	10.24		-0.00018	-0.71511	0.96
BMP2	G-BM307-2	0.38129	-0.38066	0.38097	0.557	0.63	14.93		-0.00037	0.3806	1.36
G-BM307-2	G-BM307-3	-1.87125	1.87229	-1.87177	0.598	1.04	15.47		-0.0004	-1.87217	1.41
G-BM307-3	G-BM307-4	-0.65091	0.6491	-0.65002	0.53	-1.81	14.56		-0.00036	-0.65037	1.33
G-BM307-4	BMP3	-0.60647	0.60759	-0.60703	0.531	1.12	14.57		-0.00036	-0.60738	1.33
BMP3	G-BM307-5	-1.56005	1.55817	-1.55923	0.66	-1.88	16.25		-0.00044	-1.55968	1.47
G-BM307-5	BM308	-2.46562	2.46832	-2.46696	0.615	2.7	15.68		-0.00041	-2.46737	1.42

## 2.6 水准网比较

水准网复测完毕后，为判断水准网的整体或个别水准点的变形情况，需要比较水准点高程的变化。一般有固定基准比较和拟稳基准比较。

在 GSP 的【复测比较】中进行此项工作。

### 2.6.1 固定基准比较

以固定水准点约束平差水准网后，比较各水准点的高程。

观测值I	往返差E	高差_平差I	闭合差C	高程H	复测比较
高程比较					
载入高程 格式: <input type="text" value="name, H0"/> <input type="button" value="Y拷贝高程"/> <input type="button" value="P比较"/> <input type="checkbox"/> 先变换					
点名	拟稳点	原测高程	复测高程	较差 (mm)	变换高程
BM304		488.6345	488.6345	0.00	488.6345
BM305		489.6752	489.6765	1.34	489.6765
BM306		491.7311	491.7279	-3.24	491.7279
▶ BM308		484.3384	484.3355	-2.91	484.3355

从系统的剪贴板中载入高程（格式：点名 高程  
或点名，高程）：

单击 **载入高程** 按钮即可将系统剪贴板中的数据  
载入到表格中。

水准网平差后，单击 **Y拷贝高程** 按钮，平差后的  
高程值拷入到表格中。

单击 **P比较** 按钮，直接比较原测高程和复测高程的较差，供您分析。



## 2.6.2 拟稳基准比较

如果测区没有稳定的水准点，可以采用重心基准或拟稳基准进行变换后比较水准网。先仅使用一个水准点作为已知点进行水准网平差，然后按照上述固定基准方法将水准点的高程导入到表格中。

重心基准比较：将每个水准点均作为拟稳点，即在表格中单击“拟稳点”单元格选中 ☒ **拟稳点** 选项。然后选择 ☒ **先变换** 选项，单击 **P比较** 按钮：

观测值I	往返差E	高差_平差I	闭合差C	高程H	复测比较
高程比较					
载入高程 格式: <input type="text" value="name, H0"/> <input type="button" value="Y拷贝高程"/> <input type="button" value="P比较"/> <input checked="" type="checkbox"/> 先变换					
点名	拟稳点	原测高程	复测高程	较差 (mm)	变换高程
BM304	✓	488.6345	488.6345	1.20	488.6357
BM305	✓	489.6752	489.6765	2.54	489.6777
▶ BM306	✓	491.7311	491.7279	-2.04	491.7291
BM308	✓	484.3384	484.3355	-1.71	484.3367

如果测区的有部分水准点稳定，则将其选为拟稳点，采用拟稳基准比较：



观测值I	往返差F	高差_平差I	闭合差C	高程H	复测比较
高程比较					
载入高程 格式: <input type="text" value="name, HD"/> <span>Y拷贝高程</span> <span>E比较</span> <input checked="" type="checkbox"/> 先变换					
点名	拟稳点	原测高程	复测高程	较差 (mm)	变换高程
BM304	√	488.6345	488.6345	1.46	488.6360
BM305		489.6752	489.6765	2.80	489.6780
BM306		491.7311	491.7279	-1.79	491.7293
▶ BM308	√	484.3384	484.3355	-1.46	484.3369

## 第四篇 道路中线数据处理

### 1 主要功能


- (1) 计算道路中线、边桩坐标与方位
- (2) 根据坐标计算中桩里程和偏距；
- (3) 计算中线里程点的高程。

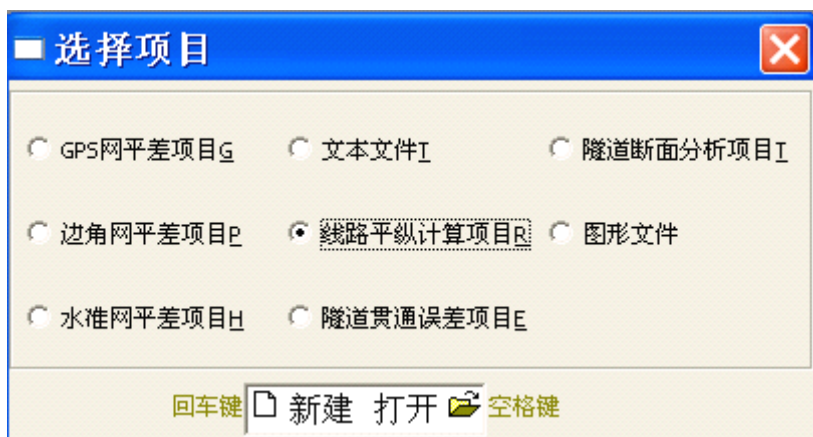
支持中线定义方式：交点法（完整曲线）、积木法（如匝道）、公路交点法（含卵形曲线）。

提示：GSP 将交点法、公路交点法转换为积木法进行计算。



### 2 使用说明

#### 2.1. 中线项目

从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中  按钮，打开一个项目选择窗体，选择“线路平纵计算项目”：



提示：中线即计算项目文件名为\*.rd。

单击左侧的“新建”图标  新建道路中线平纵数据处理项目，单击  打开已保存的中线平纵数据处理项目，进入中线平纵数据处理的窗体界面。

## 2.2. 中线定义

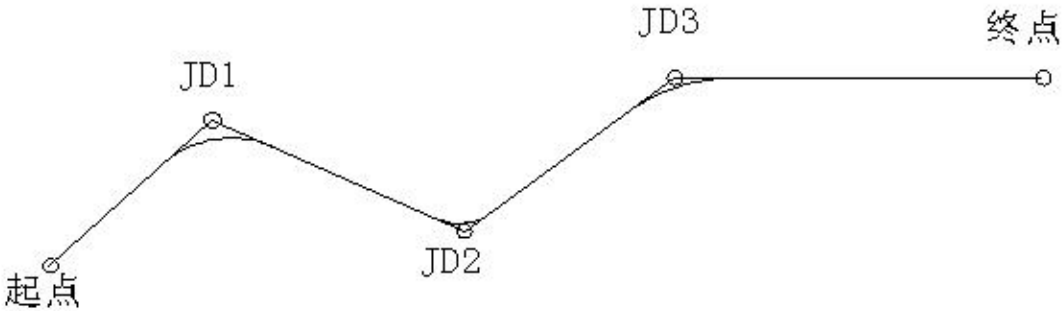
GSP 支持 3 种定义方式：交点法、积木法、公路交点法。其各有用处，但均可统一为积木形式——连续相连的曲线元素（直线、缓和曲线、圆曲线）。

提示：三种定义方式各自在相应的表格中输入。当选择了交点法定义时，**GSP** 软件自动将交点法定义的数据转换为元素法定义参与计算，这时将会覆盖元素法定义的表格数据。如果您选择的是元素法定义，则 **GSP** 软件不会对交点法定义的数据产生影响。

### 2.2.1. 交点法

铁路工程多见这种中线定义线路形式。

您只需要依次输入线路里程，起点、各交点和终点坐标，以及每个曲线的设计圆曲线半径与缓和曲线长度。



GSP 支持大曲线(曲线转角 $<180^\circ$ ),但不支持回头曲线（曲线转角 $>360^\circ$ ）；支持两端不等长缓和曲线设置。

将交点法定义的数据转换成元素法定义的数据，请单击“转换”按钮。

**线路计算-1**

序	交点名	交点X	交点Y	曲线半径	缓曲	第二缓曲

注意：该过程会清空元素法定义的数据后填入转换后的数据。

使用交点法定义路线，就是指定路线各曲线的交点（坐标），同时还有曲线半径、缓和曲线。当两端设等长缓和曲线时，可以不输入第二缓和曲线（不是输入 0，而是其字段值为空），GSP 软件自动取第一段缓曲长度。

1、输入时，需要输入点名 and 坐标。

其中：首行记录的交点名为路线的起点；最末行记录的交点名为路线的终点，中间各行交点名为各曲线的交点。

起点的里程在起点记录的“曲线半径”中输入。

2、除首、末行外，都要输入曲线半径和缓和曲线长度。

不设缓和曲线的，不用输入(不能输入 0 或空格)。第二条缓和曲线与第一条缓和曲线相同时，可以不用输入第二条缓和曲线，让该格为空(不是空格)，如果为零，需要输入 0。

交点法		积木法		公路交点法		纵坡		转换	
	序	交点名	交点X	交点Y	曲线半径	缓曲	第二缓曲		
	1	JD14	9 154.6380	7 311.5840	06 941.473				
	2	JD15	0 454.7530	7 927.9640	7 000	240	240		
	3	JD16	5 405.8540	9 324.7650	7 000	240	240		
	4	JD17	1 640.0510	0 642.3090	8 000	170	170		
	5	JD18	5 331.5630	0 848.2710	7 000	240			
	6	JD19	8 738.5400	1 620.0030	5 500	310			
	7	JD20	6 975.5590	2 461.6240	5 500	280			
	8	JD21	5 388.1540	2 892.2930	5 500	280			
	9	JD22	9 445.6160	3 804.8900	5 000	330			
	10	JD23	5 746.1520	5 718.7300					

### 2.2.2. 积木法

在公路立交匝道施工中这种方式常见。您只需逐段输入线路曲线（直线、缓和曲线、圆曲线）的设计参数。

每段曲线元除了选择线型外，还需要输入的元素如下表：

序	曲线元类型	输入参数	说明
1	直线	长度	
2	圆曲线	长度或转角，半径，转向	转角输入用 dd.mmss 方式，长度优先于转角取用

3	缓和曲线	长度或偏角、起点半径，转向	同圆曲线，直线处的半径输入 0
---	------	---------------	-----------------

长度单位均为 m，角度、方位角的单位均为 d.mmss（度.分秒）。

在第一行记录是线路起点，您还要输入线路起点的坐标、里程和切线方位。

表格每一行记录中的坐标表示该段曲线起点的坐标。

技巧：“转向”不必每段都输入，不输入表示与上段曲线相同。

技巧：圆曲线、缓和曲线的长度和转角选择其一输入，两者都输入时，取长度优先，软件并自动更新您输入的转角。

技巧：当您要输入的是“缓和曲线—圆曲线—缓和曲线”标准交点曲线类型时，可以在圆曲线记录的转角字段中输入整个曲线的负总转角（缓和曲线—圆曲线—缓和曲线），软件自动计算圆曲线段的长度和偏角。

交点法	积木法	公路交点法	纵坡	转换							
序	曲线名称	曲线点	X	Y	切线方位	半径	曲线长度	里程	线形	转向	转角
0	JD15	ZZ	569154.638	457311.584	175-.56-50.68		7902.2412	606+941.473	直线		
1	JD15	ZH	61272.1555	57870.0517	175-.56-50.68	0	240	614+843.7142	缓和曲线	左	0-.58-55.97
2	JD15	HY	61032.8596	57888.3804	174-.57-54.71	7000	1154.2095	615+083.7142	圆曲线		-11-.24-42.33
3	JD15	YH	59896.6385	58083.7918	165-.31-04.31	7000	240	616+237.9237	缓和曲线		0-.58-55.97
4	JD16	HZ	59664.9685	58146.4615	164-.32-08.34		4065.7092	616+477.9237	直线		
5	JD16	ZH	55746.4519	459230.537	164-.32-08.34	0	240	620+543.6329	缓和曲线	左	0-.58-55.97
6	JD16	HY	55515.5132	59295.8502	163-.33-12.38	7000	226.5905	620+783.6329	圆曲线		-3-.49-08.74
7	JD16	YH	3555299.27	59363.5085	161-.41-55.57	7000	240	621+010.2234	缓和曲线		0-.58-55.97
8	JD17	HZ	55072.2886	59441.4697	160-.42-59.60		2326.0851	621+250.2234	直线		
9	JD17	ZH	52876.7052	460209.64	160-.42-59.60	0	170	623+576.3085	缓和曲线	右	0-.36-31.56
10	JD17	HY	52716.0458	60265.2121	161-.19-31.16	8000	2261.3823	623+746.3085	圆曲线		-17-.24-48.58
11	JD17	YH	50500.4778	60678.9118	177-.31-16.61	8000	170	626+007.6909	缓和曲线		0-.36-31.56
12	JD18	HZ	50330.5899	60685.0608	178-.07-48.18		4587.9047	626+177.6909	直线		
13	JD18	ZH	45745.1284	60834.7688	178-.07-48.18	0	240	630+765.5955	缓和曲线	左	0-.58-55.97

### 2.2.3. 公路交点法

针对公路设计路线经常使用卵形曲线的特点，GSP 提供公路交点法定义中线。公路交点法定义同前面介绍的交点法输入类似，需要输入交点的桩号、坐标、交点曲线半径、回旋曲线长度、回旋参数。

其中，回旋参数在交点法中一般不用输入，在公路交点法中，如果是不完整回旋曲线则必须输入；GSP 根据输入的回旋参数、曲线半径和回旋线长度判断是否为完整回旋线（误差 0.01m），若不是完整回旋曲线，则回旋曲线的起始半径应该是上段圆曲线半径，并直接取用。

交点法	积木法	公路交点法	纵坡	转换							
序	交点号	交点坐标X(N)	交点坐标Y(E)	交点桩号K	半径R	缓曲Ls1	缓曲Ls2	缓曲参数A1	缓曲参数A2	转角	
1	0	3742 837.03	451 570.606	113+700							
2	JD1	3743 690.32	452 347.203		1000	350	350	591.608	591.608		
3	JD2	3742 290.514	452 998.492		1039.079	350	350	603.057	603.057		
4	JD3	3742 314.557	454 415.93		705.874	300	300	460.176	460.176		
5	JD4	3741 178.126	455 084.437		738.426	350	350	508.379	508.379		
6	JD5	3741 676.432	456 802.761		880	350	0	554.977			
7	JD6	3740 991.416	457 379.32		730	198	210	920.852	391.535		
8	JD7	3740 129.121	457 314.956		585.456	210	210	350.636	350.636		
9	JD8	3739 460.484	458 399.556		6318.218						
10	JD9	3738 916.76	459 071.863		1177.16	260	200	553.228	485.213		
11	JD10	3738 792.67	460 022.103		1049.9793	300	300	561.243	561.243		
12	JD11	3737 348.308	461 391.793		1000	360	360	600	600		
13	JD12	3737 482.266	464 020.043		830	360	300	546.626	819.06		
14	JD13	3736 513.33	464 692.381		1319.903	0	400		726.609		
15	JD14	3734 616.576	464 084.206		710.39	450	450	565.398	565.398		
16	JD15	3734 453.083	4666 405.475		2450	330	330	899.166	899.166		
17	JD16	3733 290.205	468 754.313		5800	0					
18	JD17	3733 169.919	470 865.566		4500	0					
19	JD18	3733 219.461	471 918.008		871.937	280	350	494.108	552.429		
20	JD19	3732 578.818	472 658.249		1000	320	280	565.685	529.15		
21	JD20	3732 432.082	473 732.538		1900	230	300	661.06	929.171		
22	JD21	3732 075.995	474 477.718		5591.728	0					
23	JD22	3731 493.58	475 327.496		5000						
24	JD23	3730 958.387	476 416.712		4200						
25	ZD	3730 575.739	476 845.442								

单击 **转换** 按钮，GSP 首先计算定义数据，然后转换为积木法定义数据。

工程测量通用软件 - [线路计算-D:\GSP项目\测试\公路线路\商丹高速.rd]														
F文件 E编辑 G表格 线路 W窗口 H帮助														
交点法	积木法	公路交点法	纵坡	转换										
序	交点号	交点坐标X(N)	交点坐标Y(E)	交点桩号K	转角	半径R	缓曲Ls1	缓曲Ls2	缓曲参数A1	缓曲参数A2	曲线长L	未直线长度	第一缓曲起点T.S	第二缓曲终点S.T
1	0	3743 837.03	451 570.606	113+700							99.5054		790.3333	100.41 5243
2	JD1	3743 690.32	452 347.203	114+490.3333	54.21 0329	1000	350	350	591.608	591.608	1298.6024	0.0004	113+799.5054	115+098.1078
3	JD2	3742 290.514	452 998.492	115+951.1822	-66.01 1411	1039.079	350	350	603.057	603.057	1547.3064	0.0006	115+098.1083	116+645.4147
4	JD3	3742 314.557	454 415.93	117+209.9827	60.30 1998	705.874	300	300	460.176	460.176	1045.4178	0.0003	116+645.4152	117+690.833
5	JD4	3741 178.126	455 084.437	118+444.7409	-75.42 2048	738.426	350	350	508.379	508.379	1325.6923	290.5973	117+690.8334	119+016.5256
6	JD5	3741 676.432	456 802.761	120+051.7369	66.05 0789	880	350	0	554.977		1190.0008	-0.0388	119+307.1229	120+497.1237
7	JD6	3740 991.416	457 379.32	120+813.7335	44.21 1866	730	198	210	920.852	391.535	687.0001	0.0173	120+497.0848	121+184.085
8	JD7	3740 129.121	457 314.956	121+845.9691	-62.36 5647	585.456	210	210	350.636	350.636	849.8155	407.6269	121+184.1023	122+033.9178
9	JD8	3739 460.484	458 399.556	122+845.1909	7.18 3913	6318.218					806.1968	-0.0028	122+441.5447	123+247.7415
10	JD9	3738 916.76	459 071.863	123+708.7527	-31.31 2617	1177.16	260	200	553.228	485.213	877.6693	-0.0001	123+247.7387	124+125.408
11	JD10	3738 792.67	460 022.103	124+649.2146	39.04 4788	1049.9793	300	300	561.243	561.243	1016.1637	824.0923	124+125.4079	125+141.5716
12	JD11	3737 348.308	461 391.793	126+608.3007	-49.26 1596	1000	360	360	600	600	1222.8518	346.0598	125+965.664	127+188.5157
13	JD12	3737 482.266	464 020.043	129+177.5406	58.09 4047	830	360	300	546.626	819.06	1078.2122	-0.0017	128+534.5756	129+612.7878
14	JD13	3736 513.33	464 692.381	130+270.5417	52.32 0397	1319.903	0	400	726.609	1410.2176		0.0001	129+612.786	131+023.0036
15	JD14	3734 616.576	464 084.206	132+167.4986	-103.44 5671	710.39	450	450	565.398	565.398	1736.348	534.0584	131+023.0037	132+759.3517
16	JD15	3734 453.083	466 405.475	133+941.8764	22.18 3799	2450	330	330	899.166	899.166	1284.0119	788.3087	133+293.4101	134+577.4221
17	JD16	3733 290.205	468 754.313	136+549.8956	-23.04 4282	5800	0				2336.2218	696.4117	135+365.7308	137+701.9526
18	JD17	3733 169.919	470 865.566	138+632.4646	-5.57 2141	4500	0				467.779	326.5983	138+398.3643	138+866.1432
19	JD18	3733 219.461	471 918.008	139+685.6503	43.34 1103	871.937	280	350	494.108	552.429	978.0616	0.0009	139+192.7415	140+170.7931
20	JD19	3732 578.818	472 658.249	140+627.2281	-33.05 4839	1000	320	280	565.685	529.15	877.6477	227.5325	140+170.794	141+048.4417
21	JD20	3732 432.082	473 732.538	141+692.8664	17.45 4729	1900	230	300	661.06	929.171	803.0797	0.0002	141+075.9742	142+079.0539
22	JD21	3732 075.995	474 477.718	142+613.4728	8.53 0498	5591.728	0				867.0956	234.8324	142+079.0542	142+946.1498
23	JD22	3731 493.58	475 327.496	143+541.9398	-8.15 2957	5000					720.665	277.9885	143+180.9822	143+901.6472
24	JD23	3730 958.387	476 416.712	144+754.2888	15.34 5489	4200					1142.214	0.0023	144+179.6356	145+321.8496
25	ZD	3730 575.739	476 845.442	145+321.852										

单点查号

逐桩详细点

里程

偏距

X

Y

H

序：用数字大小来调整各行记录的先后顺序

## 2.3.纵坡定义

您只需要逐个输入起点、各变坡点、终点的里程、高程和各变坡点的竖曲线半径（竖曲线采用圆曲线）。

坡长和坡度不用输入，GSP 软件会自动计算。输入以下数据后，即可查询任意里程的设计中线高程。

交点法

积木法

公路交点法

纵坡

转换

	里程	高程	竖曲线半径	坡度	坡长	di
▶	125+520	635.73				
	126+220	637.85	30000			
	127+660	623.61	33700			
	128+820	644.49	13000			
	129+800	620.97	12000			
	130+600	636.81	30000			
	131+240	640.01	26000			
	131+820	651.61				

坡度的显示可以有三种选择：实数形式、百分数和千分数形式。

交点法

积木法

公路交点法

纵坡

转换

	里程	高程	竖曲线半径	坡度:%	坡长	di
▶	125+520	635.73		0.3029	700.0000	
	126+220	637.85	30000	-0.9889	1440.0000	-0.0129
	127+660	623.61	33700	1.8000	1160.0000	0.0279
	128+820	644.49	13000	-2.4000	980.0000	-0.042
	129+800	620.97	12000	1.9800	800.0000	0.0438
	130+600	636.81	30000	0.5000	640.0000	-0.0148
	131+240	640.01	26000	2.0000	580.0000	0.015
	131+820	651.61		0.0000		

坡度显示

☐ 实数

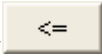
☒ 百分数

☐ 千分数

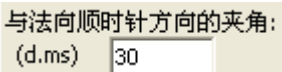
## 2.4.坐标查询

在单点查询输入里程桩号（不要含“+”符号），单击=>按钮，即可计算

出您要查询的中桩坐标、中线点的向前切线方位角（d.ms）和中线点的中桩高程 H，输入边桩偏移中线的距离（偏距：右侧为正），查询的是边桩的坐标（高程结果仍然是中桩高程）。

如果需要查询坐标点对应的中桩里程桩号和偏距，单击  按钮。

提示:GSP 没有提供根据高程值查询里程桩号的功能。

如果需要计算的坐标点不在法线上而是偏转一个角度（比如斜交涵洞的中心点），可以输入 ，然后计算即可。此时的偏距依然是计算点距离线路中线的距离。

单点查询

里程

偏距  m

与法向顺时针方向的夹角:  
(d.ms)

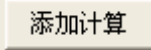
X


Y

H

切向

2.5. 批量计算

需要批量计算中桩或边桩的坐标（如逐桩坐标）时，输入需要计算的起始里程和终止里程，中桩纵向的间距（里程间隔），单击  按钮，计算结果显示在表格中，可以供输出（到 Word、Excel 中）。

如果计算边桩的坐标，先选择 ☒ 边桩坐标 选项，在根据需要选择计算单侧还是左右 ☐ 两侧 边桩坐标，单击  按钮。

逐桩细部点

起始里程：

终止里程：

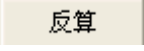
间距(m):

偏距(m):

☒ 中桩坐标  
☒ 边桩坐标  
☒ 两侧  
☐ 中桩高程

	里程	偏距	X	Y	H
▶	139+400	-1	3733200.9705	471632.4183	
	139+600	0	3733171.0071	471829.8511	
	139+600	1	3733170.0404	471829.5950	
	139+600	-1	3733171.9737	471830.1072	
	139+800	0	3733098.1590	472015.6415	
	139+800	1	3733097.2759	472015.1723	
	139+800	-1	3733099.0421	472016.1107	
	140+000	0	3732987.4576	472181.8921	
	140+000	1	3732986.6709	472181.2747	
	140+000	-1	3732988.2443	472182.5094	

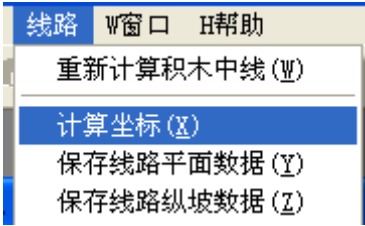
选择了 ☐ 中桩高程 选项，同时计算出对应中桩里程的高程。

同样根据坐标反算对应中桩里程桩号，单击  按钮。

如果在表格中手工输入了里程、偏距，需要计算坐标，可以双击表格或从菜


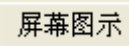


单线路—计算坐标。

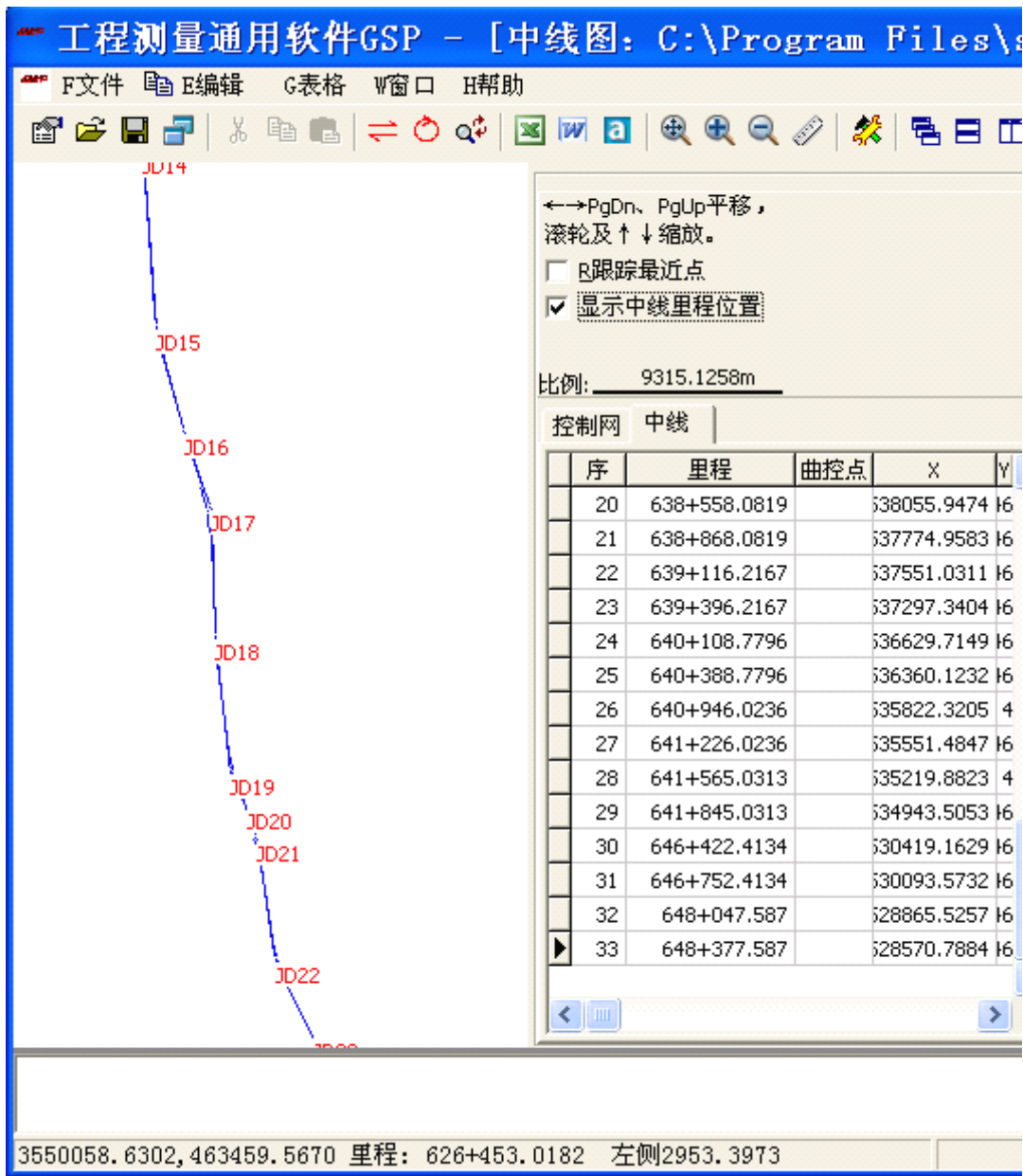


2.6. 图表

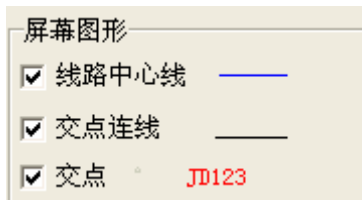
2.6.1. 屏幕图形显示

单击工具栏中的按钮，或在【图表】中单击，当前中线网形将显示在一个屏幕图形窗体中。

根据中线定义方式不同显示的图形不同。当为交点法、公路交点法定义时，可以显示出交点间连线，并注记交点。在窗体右侧的表格中，填入了中线积木法数据。鼠标在图形中移动，可以显示坐标和中线里程。




绘制屏幕图形前，设置绘图参数：

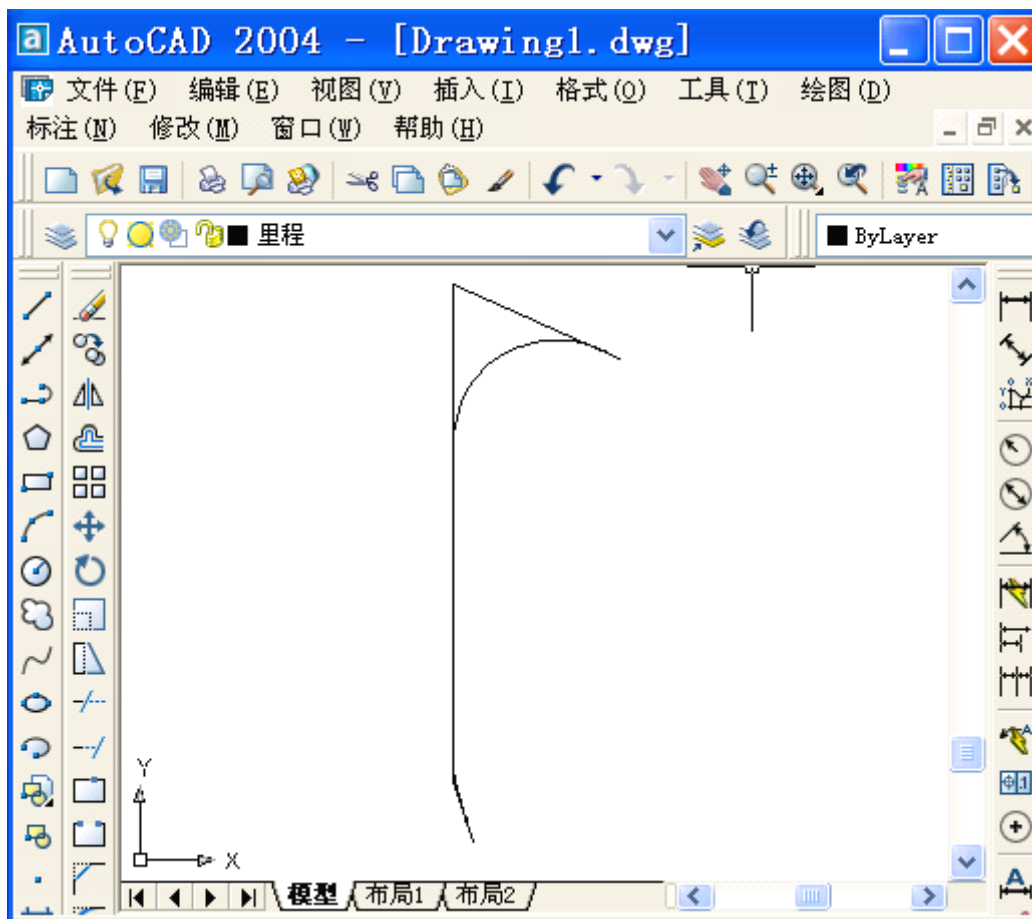


单击线条、名称样式示例，可以设置相关的线条颜色、字体大小。

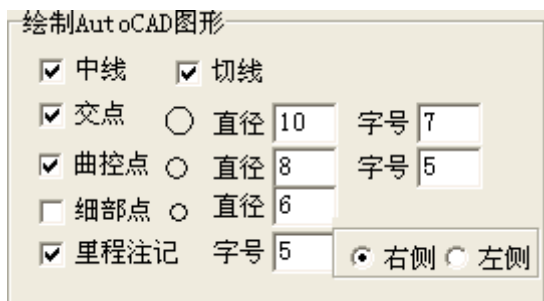
图形操作参见 GPS 数据处理篇中有关内容。

## 2.6.2. AotoCAD 图形输出

单击工具栏中  按钮，即可输出图形到 AutoCAD 中。



CAD 图形绘制参数设置:



## 2.7. 细部计算

利用 GSP 计算线路周围的细部点坐标（如桩基础、承台等结构物坐标）时，先用【单点查询】计算出道路中线点的坐标（作为计算的起始点），然后根据结构物布置图和尺寸，输入角度和距离，可连续计算出结构物的任何点坐标。

### 2.7.1. 坐标


(1) 查询计算起始点后单击下方的  按钮，将计算的起算点坐标和中线点处

的切线方位拷贝到右侧的【细部坐标】的『当前位置』中。


## (2) 输入待计算点的相对位置

在『目标路径』中输入距离当前点的距离和与当前方位沿顺时针转动的角度 (d.ms)。输入过程中在显示了目标点的方位，在『目标位置』显示了目标点的坐标；右下角还显示了当前的方位（黑色线）和目标方位（红色线）。



## (3) 连续计算

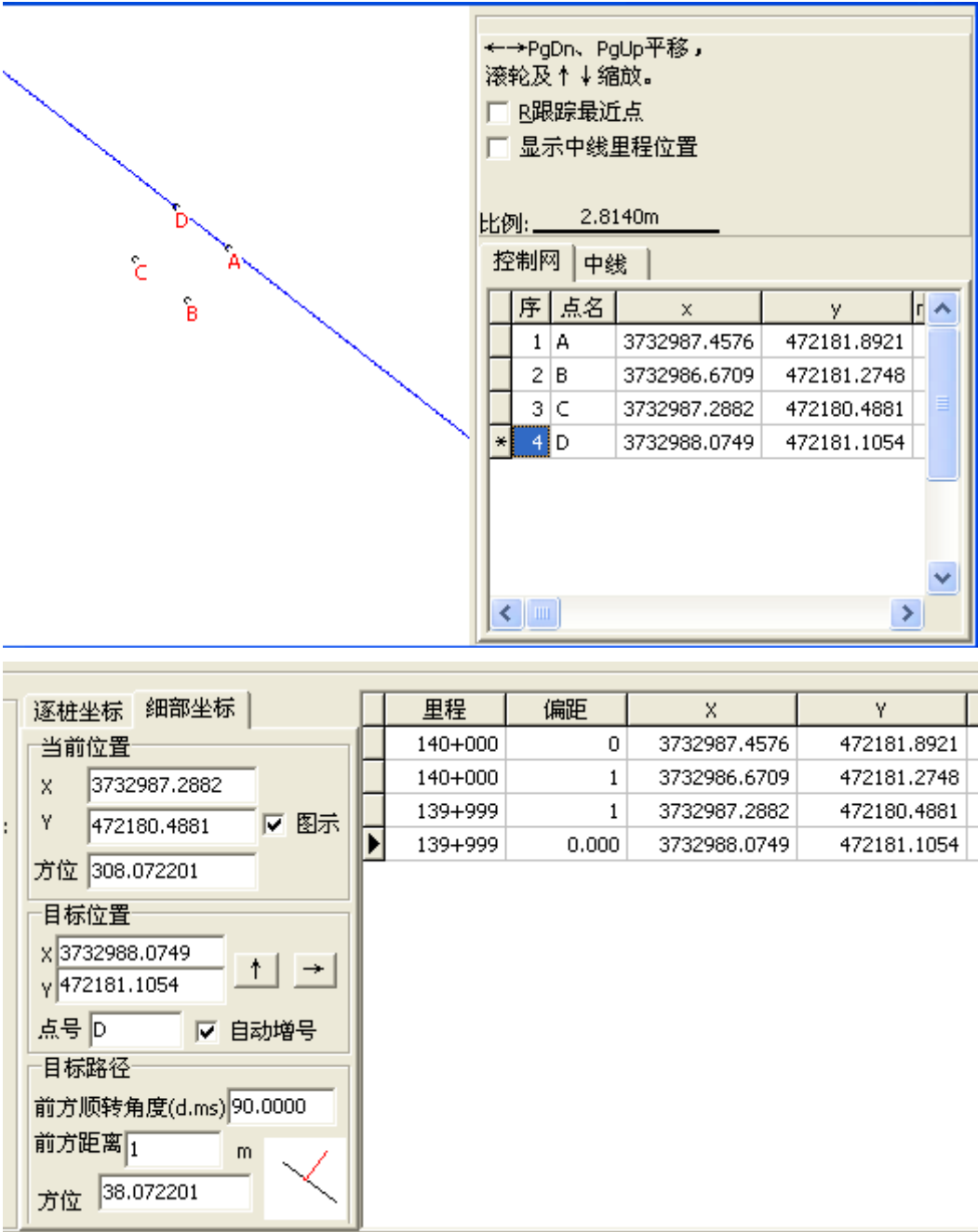
如果需要进行连续计算，单击  按钮，当前目标点的坐标将作为下一个目标点的起算点（包含方位），被自动填入到『当前位置』中，『目标位置』中即可显示了按当前的距离、角度计算的下一个目标点的坐标，可按（2）中的方法输入距离和角度继续计算其他点的坐标。


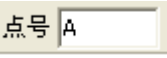
## (4) 结果保存


单击  按钮，目标点的坐标填入右侧的表格中。

## 2.7.2. 图形

在计算过程中可以查看计算的点位置情况，选中   选项，将立即显示图形（包括整个的中线图形）。



此时单击  按钮保存的坐标数据同时会显示在图形中。为区分方便，可以输入点号  点号 A，这些计算的点在图形窗体中作为控制点显示。

选中 ☒ 自动增号 选项后，单击  按钮时，点号会自动递增。


## 第五篇 隧道断面测量分析

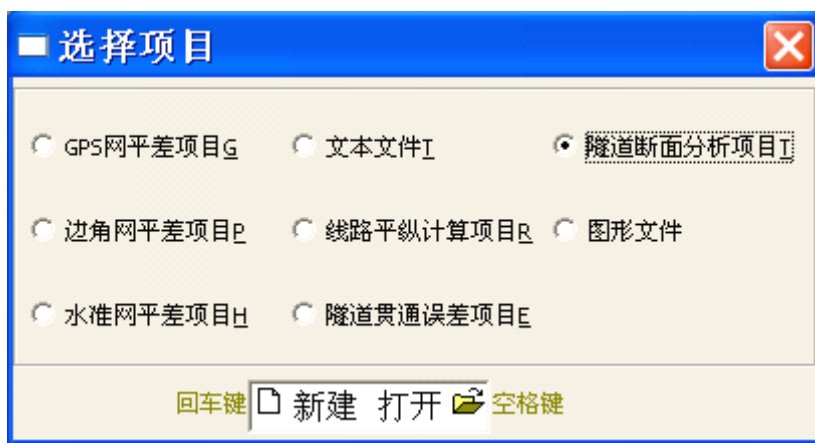
### 1 主要功能

分解出由全站仪测量的隧道断面数据，通过与隧道设计断面的对比分析，计算实测隧道断面的超欠挖值和超欠面积，将设计断面、实测断面输出到 AutoCAD 中供打印输出。



### 2 使用说明

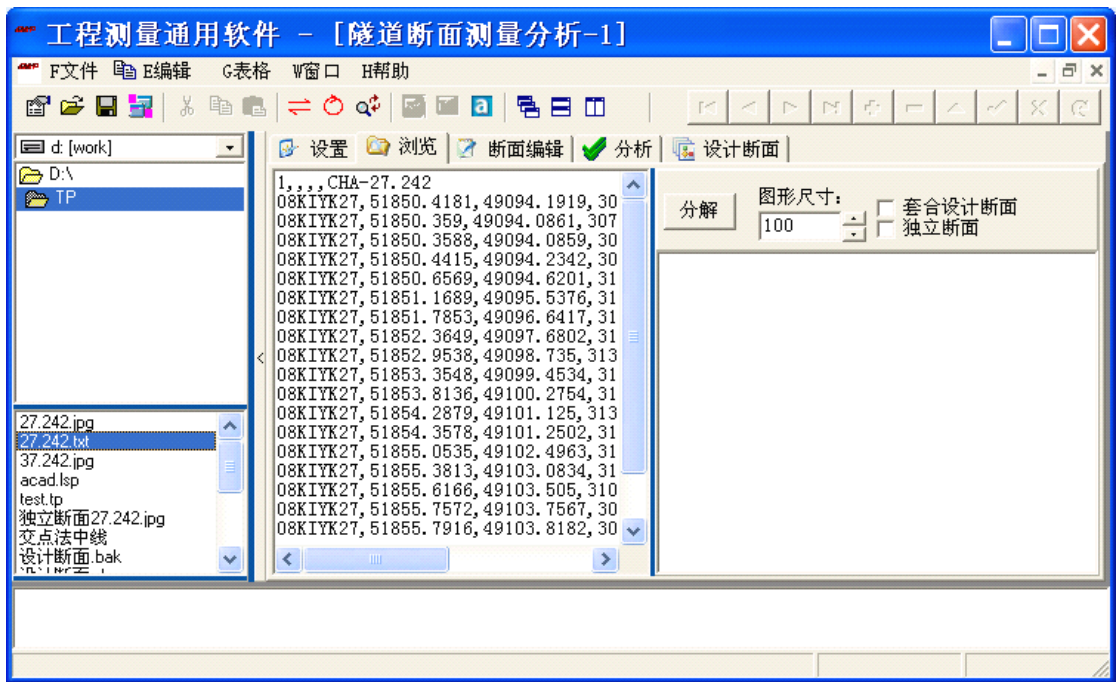
#### 2.1. 建立项目

从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中按钮，打开一个项目选择窗体，选择“隧道断面分析项目”：



提示：隧道断面分析项目文件名为\*.tp。

单击左侧的“新建”图标新建隧道断面测量分析项目，单击打开已保存的隧道断面测量分析项目，进入隧道断面测量分析处理的窗体界面。



隧道断面测量分析项目开始时为最大化窗口，您可以调整窗口的大小。在窗体中，左侧为文件选择区，右侧为主要工作区域。

工作区域包括 5 个页面：



**【设置】：**主要设置线路中线和纵坡数据文件和断面图形输出到 AutoCAD 的设置选项。

**【浏览】：**分离出全站仪实测的断面数据为图标形式，供选择进行编辑或分析。

**【断面编辑】：**编辑实测断面数据。

**【分析】：**对比实测断面和设计断面，计算超欠挖值和超欠挖方量。

**【设计断面】：**输入设计断面。

左侧的文件选择区可以隐藏起来，请单击左右间隔区 ；需要使用时，单击 。

文件选择区域的上中下分别显示系统磁盘、磁盘的目录、目录下文件，供你选择需要的文件。在下部的文件区双击文件，GSP 会根据当前的页面进行载入实测断面数据供分离、载入实测断面文件或图形供编辑、载入断面图形或文件供分析、载入设计断面供编辑。

主窗体的快速工具栏中 、、 按钮，则是将表格数据输出到 Microsoft

Excel、Word，图形（实测断面、分析断面、设计断面）输出到 AutoCAD 中。

## 2.2. 线路中线

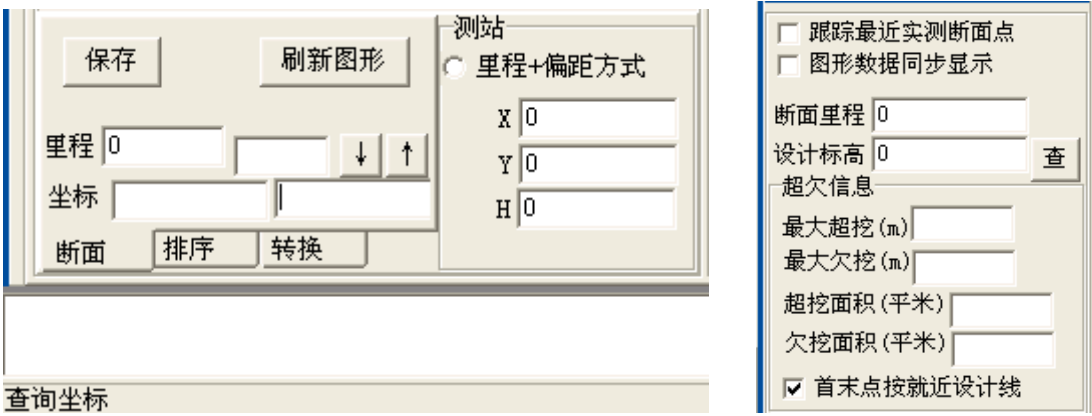
GSP 的实测断面、设计断面以及断面的分析均以线路中线和纵坡为依据。在进行断面的分解、分析前，均需要将线路的中线和纵坡数据导入。



在【设置】中，单击 **载入平面曲线Q** 按钮，打开对话框选择使用的中线（积木法定义的）数据。

在【设置】中，单击 **载入纵坡文件Q** 按钮，打开对话框选择使用的纵坡数据。

提示：如果您想查询坐标高程，在【断面编辑】—【断面】中可以查询。要想根据里程查询高程，可以在【分析】中查询。



## 2.3. 隧道设计断面录入

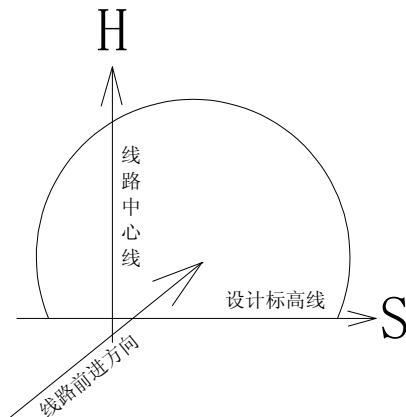
GSP 能接受直线和圆曲线组成的隧道断面形式。在【设计断面】中输入。

### 2.3.1 断面坐标系

GSP 软件将隧道断面定义在立面的 HS 坐标系（S 为横断面方向，H 为竖直方向）中。

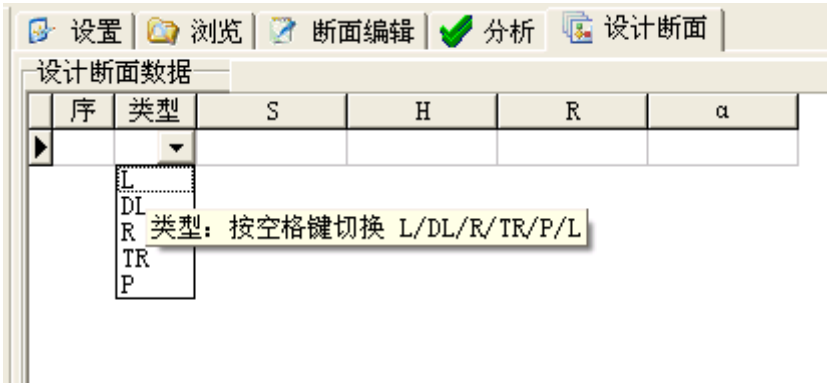


一般在设计图纸中都会标示出设计的设计标高线和线路设计中心线位置，GSP 以坐标方式录入设计断面，其 HS 坐标系就是：S 轴为设计标高水平面与横断面的交线，H 轴为线路纵断面和横断面的交线。S 表示离线路中线的距离， $S=0$  表示在线路中线位置，左侧为负，右侧为正。H 表示高出设计标高线的高度，不是指高程， $H=0$  表示在设计标高位置。GSP 在套合设计断面与实测断面分析时，将在此 H 上直接加上设计高程。



2.3.2 设计断面的输入方法

GSP 提供了点、直线和圆曲线形状的输入方法，其中直线和圆曲线均有两种方法（类型）输入。



详细用法如下表：

类型	输入参数	说明
1 起点 P	坐标 HS，仅用于起点。	第一行记录
2 L	终点坐标 HS	
3 直线 DL	直线终点相对于起点 增量 $R=dS$ ， $a=dH$	起点为前段线终点
4 R	圆心坐标 HS，顺时针幅角 $a$ (d.mmss)	
5 圆弧 TR	半径 R，顺时针幅角 $a$ 。 (起点与上段圆曲线终点相切)	

GSP 定义设计断面的顺序是从一个起点开始，按顺时针方向，连续定义各条首尾相连的直线或曲线。表格中的一行记录表示起点、一段直线或圆曲线。

提示：输入过程中，**GSP** 会在底部的状态栏中提示输入的参数。

**序字段**：手工输入自然数编号。GSP 总是以“序”字段为索引排序，因而“序”字段的数字不要连续编号，以便随时插入一段记录。

**类型字段**：表示定义的点、直线或圆弧类型，输入设计断面数据中随时可以用空格键切换该行记录的类型字段值“P/L/DL/R/TR”。

●起点：设计断面表格的第一行记录表示设计断面起点，其类型自动设为“P”，且只有第一行才能也必须使用“P”类型。

●直线：使用 L 则输入直线终点的坐标 H、S；使用 DL 则输入终点相对于起点的坐标增量  $R=dS$ ,  $a=dH$ 。

●圆弧：使用 R 则输入输入圆心坐标 H、S 和顺时针转角  $a$  (dd.mmss)；

提示：其半径为上段线终点与圆心的距离，为保证连续 **GSP** 自动计算 **R**，不用输入半径 **R**。  
使用 TR 则表示圆弧的起点与上段线（直线或圆弧）终点相切，输入半径 **R** 和顺时针转角  $a$  (dd.mmss)。

单击  按钮或双击图形来刷新图形显示。

提示：设计断面不要求闭合。**GSP** 套合分析时，自动取实测点至设计线最近点计算。

●**注意**：一般设计图纸上的尺寸以 cm（厘米）为单位，您在录入时请以 m（米）为单位。图纸上标注的数据可能存在凑整，使得数字化的图形出现误差。

●**注意**：曲线范围隧道中线与线路中线不一定重合，GSP 使用的是线路中线，请您务必注意 HS 坐标中的 S 是到线路中线的距离。

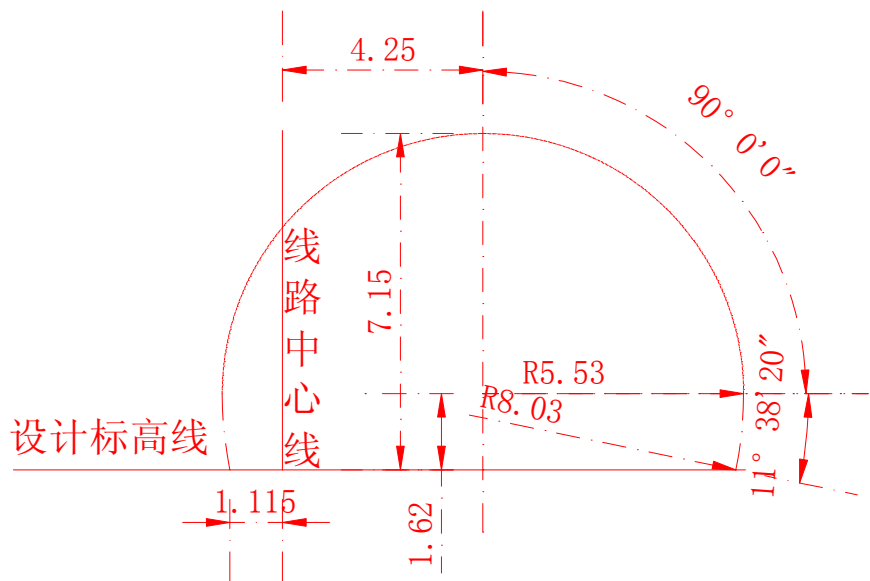
#### 技巧：对称断面的输入

如果是对称设计断面，您只需用前述方法输入设计断面的右半部分，然后单击“左侧对称”按钮，GSP 自动填入左半图形数据，并刷新图形。如果图形正确，请单击“确定”按钮。否则请单击“取消对称”按钮，恢复右半断面数据。

输入后的设计断面请保存到\*.DES 文件中。

### 2.3.3 示例

如下图中的三心圆隧道断面设计图：



这是一个对称断面，选择从断面的拱顶位置开始，在 GSP 中输入：

设置 浏览 断面编辑 分析 设计断面

设计断面数据

序	类型	S	H	R	α
1	P	4.25	7.15		
2	R	4.25	1.62		90
3	TR			8.03	11.382

S、H: 请在R、α字段中输入数据

左侧对称

刷新图形

☒ 直接使用

设计断面应用

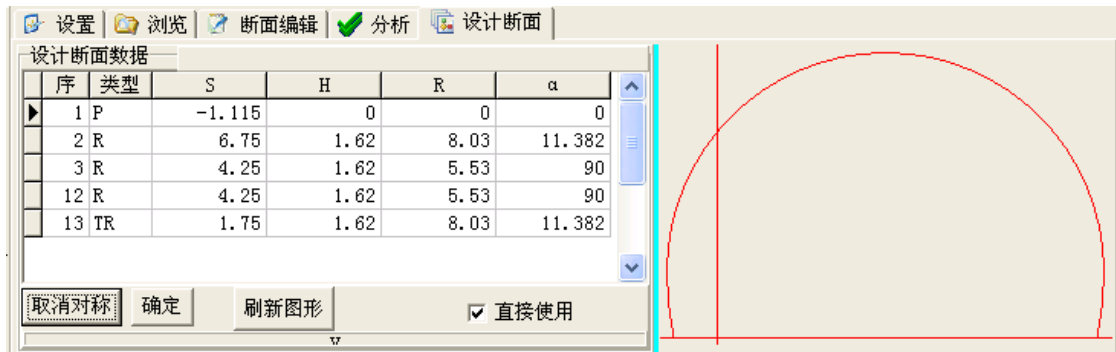
里程	断面名

S、H: 请在R、α字段中输入数据

单击 **刷新图形** 按钮，



再单击 **左侧对称** 按钮，



单击 **确定** 按钮即可，完成这个设计断面的输入。如果输入错误，可以单击 **取消对称** 按钮返回到输入的右侧断面。

### 2.3.4 使用设计断面

如果设计断面只有一种，您可以选中 **直接使用** 选项。GSP 将在套合实测断面时直接使用表格中的设计断面，您也不必再输入下述的“设计断面应用”表格。

如果你想一次性输入所有的设计断面，随时供使用，则您先在设计断面定义表格中逐一录入设计断面，然后保存到文件中。

**提示：**设计断面文件名最好以“\*.des”为后缀名。

在“设计断面应用”中输入对应里程范围的设计断面文件名。在表格中单击字段“断面名”字段单元格右侧的 **...** 按钮打开对话框，选择设计断面文件名，然后再输入里程。

设计断面应用表格中的记录表示从该“里程”

设计断面应用	
里程	断面名
0	D:\TP\设计断面.des
2000	D:\TP\设计断面1.des

起使用的设计“断面文件名”。如图中的数据表示：从 0 里程开始到里程 2000 使用 d:\TP\设计断面.des，从 2000 里程起使用 d:\TP\设计断面 1.des。

这样 GSP 可以根据里程值在表格中查询需要的设计断面了。

## 2.4. 断面浏览

在这里实现实测隧道断面的数据分离与图形化转换，以供后续编辑或分析。

### 2.4.1 隧道断面的测量方法

实测隧道断面时，只需要采集到断面上各点的三维坐标即可，在开始采集数据时(第一个点)在点属性中写入特定的标记信息。

可按如下方法：

- (1) 在已知平面坐标和高程的测站上架设全站仪，设置仪器为地形点碎步测量的方式，记录格式为“点号，X，Y，Z，点属性”；
- (2) 输入已知坐标和量取的仪器高度设站，后视另一平面已知点定向，然后使仪器转到隧道横断面方向，任意测量一个点，在点属性中记入“CHA—里程值”。如果里程值不准确，请在里程之前加一个“\*”。

**提示：**最好在表示新断面开始的 **CHA**—记录行中，测点的坐标中输入测站点的坐标。

- (3) 以线路前进方向为准，顺时针方向采集断面点，直到本断面测量结束。如果测量的顺序是逆时针方向，利用 GSP 软件可以将断面数据逆转过来。

**提示：**如果仪器面向线路的起始方向（小里程方向），则测量断面的顺序应为逆时针方向。

**提示：**如果实测断面点的顺序不对，会影响 **GSP** 计算超欠挖面积，对于超欠值的计算没有影响。

- (4) 在一个测站上不能测量出该断面所有的断面点时，可以分多次测量，利用 GSP 软件的断面拼接功能拼接起来即可。
- (5) 测量完成，下载记录的断面数据文件。

## 2.4.2 实测断面的数据格式

GSP 处理的是从全站仪中记录的三维坐标数据。一般的全站仪都有测量地形图的功能，记录地形点的坐标和点属性，文本格式为：

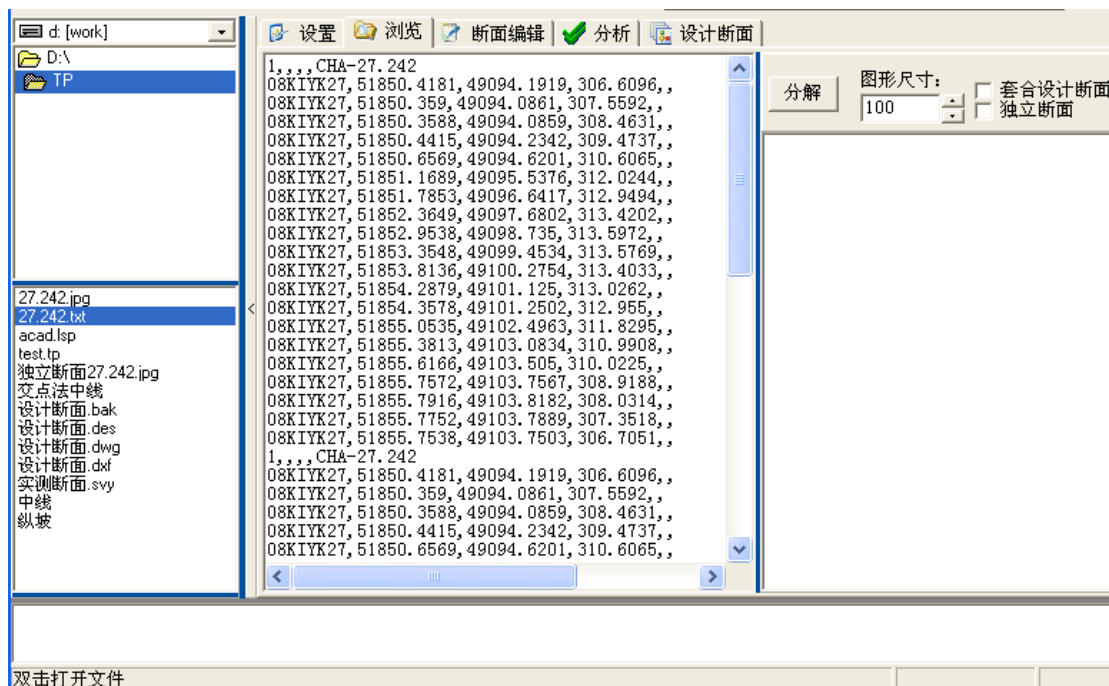
点号，X，Y，Z，点属性

如果您的记录格式不是这样的格式，请在全站仪中设置记录格式，或编辑转换成上述格式。

GSP 要求在每一个新的断面开始时，在点属性中记录“CHA—0000”。其中“CHA—”表示新的断面测量开始，“0000”表示断面的中线里程，如果您不知到该断面的里程，请用“\*”代替，GSP 自动计算。这个点的坐标记录测站点的坐标。对于点号，GSP 忽略。

## 2.4.3 分离实测断面数据

在左侧的文件列表中，双击实测断面文件，GSP 载入该文本文件。在这里，您可以对记录的断面数据进行编辑。

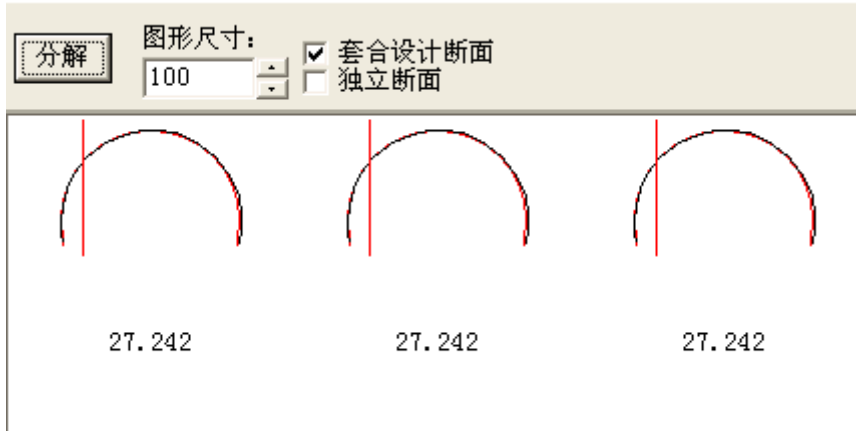


单击 **分解** 按钮，GSP 将实测的断面分解，显示在右侧的图形区域，并将图形和断面数据保存在文件中，文件名为里程名（文件的路径为您的项目文件存盘路径）。图形中的红色竖线为线路的中心线。



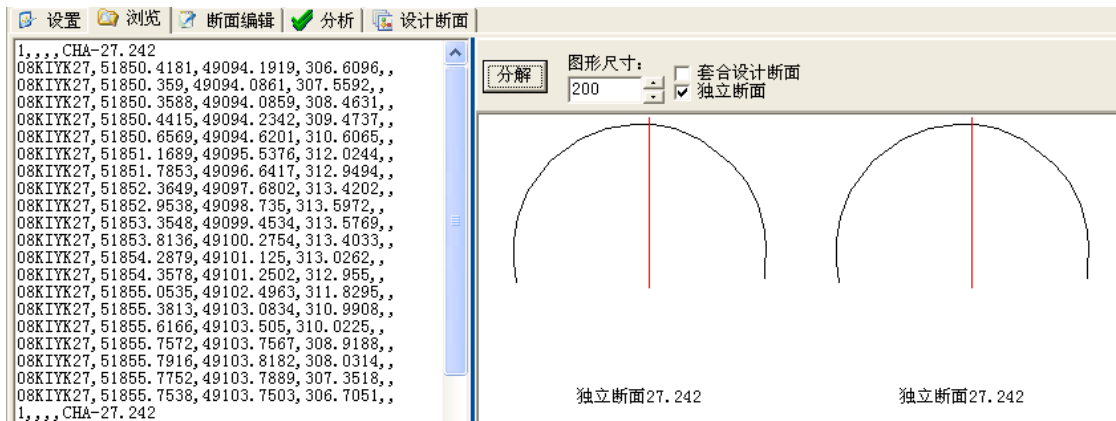
提示：分解断面前，您需要【设置】中在载入中线和纵坡数据文件。

如果选择 ☒ 套合设计断面 选项，单击 **分解** 按钮，GSP 将实测的断面分解后，将设计断面套合在该实测断面上显示：



提示：套合图形前，您需要【设计断面】中设置设计断面。

如果选择 ☒ 独立断面 选项，单击 **分解** 按钮，GSP 将实测的按独立断面方式分解，图形中的红色竖线为平均断面位置，断面点被投影到断面的平均方向上。



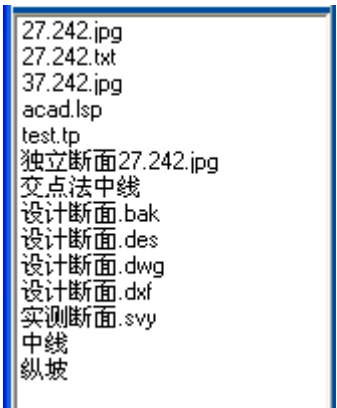
提示：独立断面表示与线路的中线没有关系，因此 ☒ 套合设计断面 与 ☒ 独立断面 两个选项互斥的。

### 2.4.4 图形文件

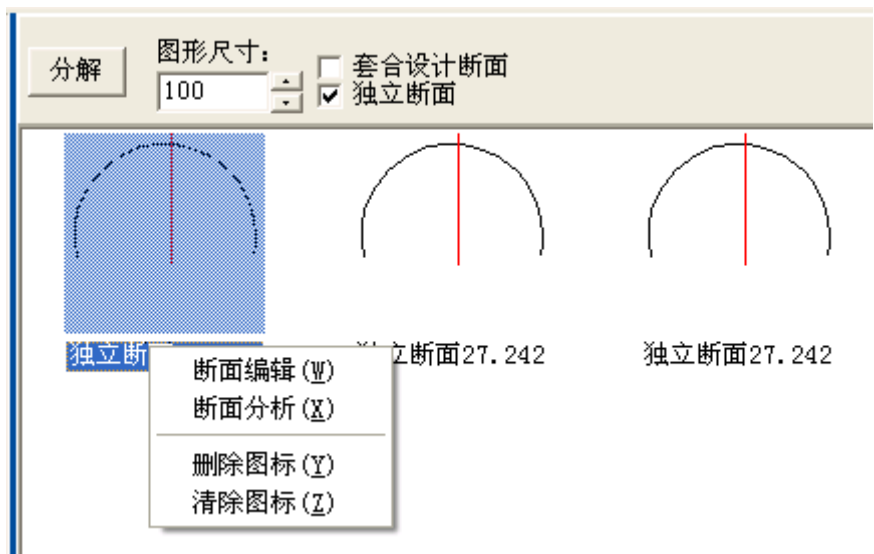
实测断面文件被分解后，用图标显示；在您的项目文件路径下产生了被分解的隧道断面图形 (\*.JPG)，文件名为断面的里程。

这些 GSP 保存的图形文件可以被 GSP 识别，直接进行编辑或分析。

图形文件的大小可以设定，在  中设定大小即可。



图标显示区域中，用鼠标右键菜单可以删除、清除图标，也可以将图标所定义的断面发送到编辑或分析页面：

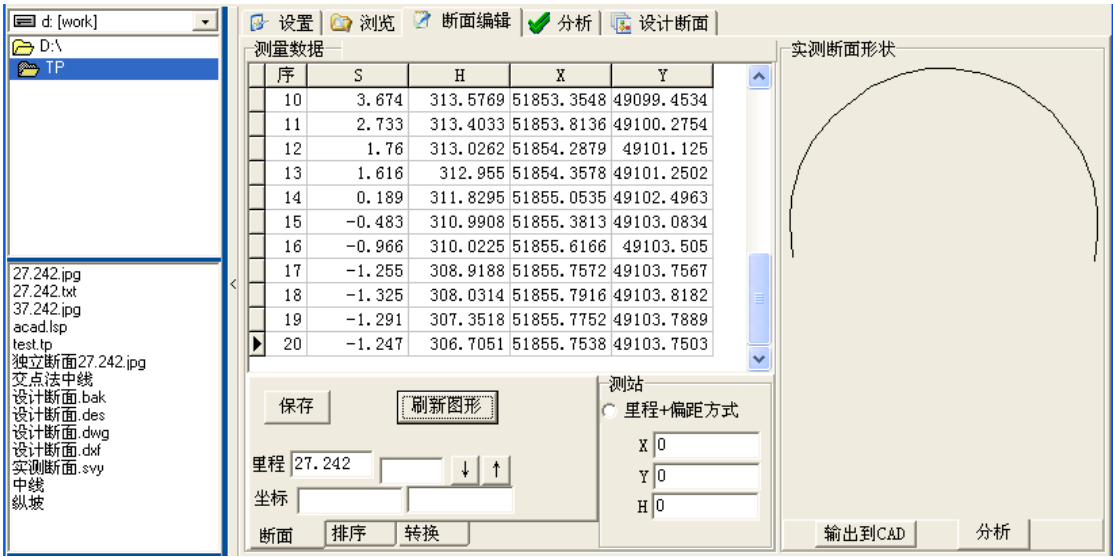




提示：删除图标、清除图标不能将所代表的图形文件删除。若要删除，请在该文件夹下删除相应的文件。

2.5. 实测隧道断面编辑

在【浏览】中图形显示区域，选择一个图标，使用鼠标右键菜单“断面编辑”，或直接在【断面编辑】时，在左侧的文件选择区域中双击文件（\*.svy 或 GSP 保存的\*.JPG 文件），均可将相应的实测断面发送到表格中进行编辑。



在这里可以对实测断面的数据编辑、排序、拼接、转换、输出等。

在【断面】中单击 **刷新图形** 按钮，或双击图形，刷新显示的图形。

在这里，GSP 将断面的三维坐标转换为立面 HS 坐标显示。

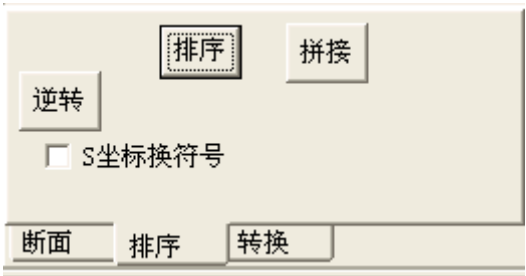
2.5.1 保存

在【断面】中单击 **保存** 按钮，保存编辑表格中数据为\*.SVY 实测断面数据格式，供以后打开或拼接。

提示：这里保存的表格文件与直接从主菜单“表格”－“保存”的文件，格式上有点区别。这里的保存中记录了附加的信息。

2.5.2 排序

如果测量的隧道断面点顺序不正确，或者需要将两次测量的隧道断面数据进行拼接，GSP 在【排序】中提供了编辑功能。



## (1) 排序

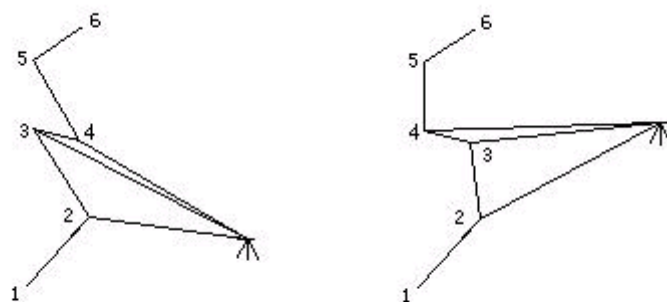
GSP 总是以“序”为索引进行排序的。如果要改变断面点的顺序，可以调整表格中“序”字段的值。

如果在采集断面数据时有未按顺序的断面点，可以在这里重新排序。GSP 根据该断面的测站坐标，计算采集数据时断面点的天顶距，按顺时针方向进行排序。

此时排序用的测站坐标不要求是测量时的真实坐标，但要求能够满足您排序的需要（使计算的天顶距恰好是您排序需要得到的）。比如图中的测站位置不一样而产生不同的排序结果。

测站	
<input type="radio"/> 里程+偏距方式	
X	0
Y	0
H	0

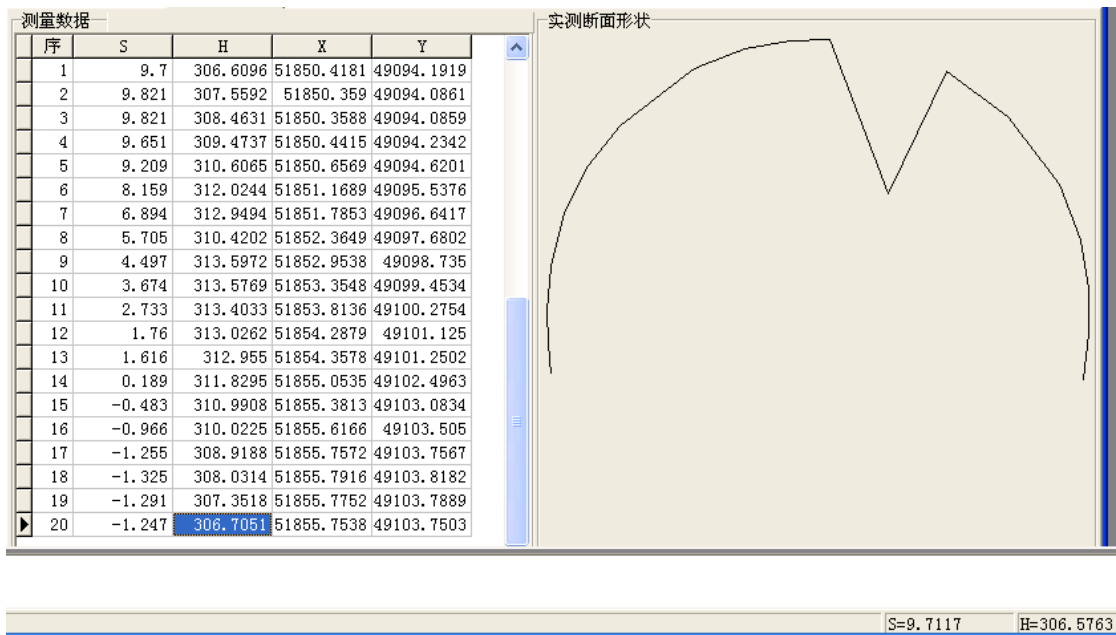
测站	
<input checked="" type="radio"/> XYH方式	
里程	0
偏距	0
H	0



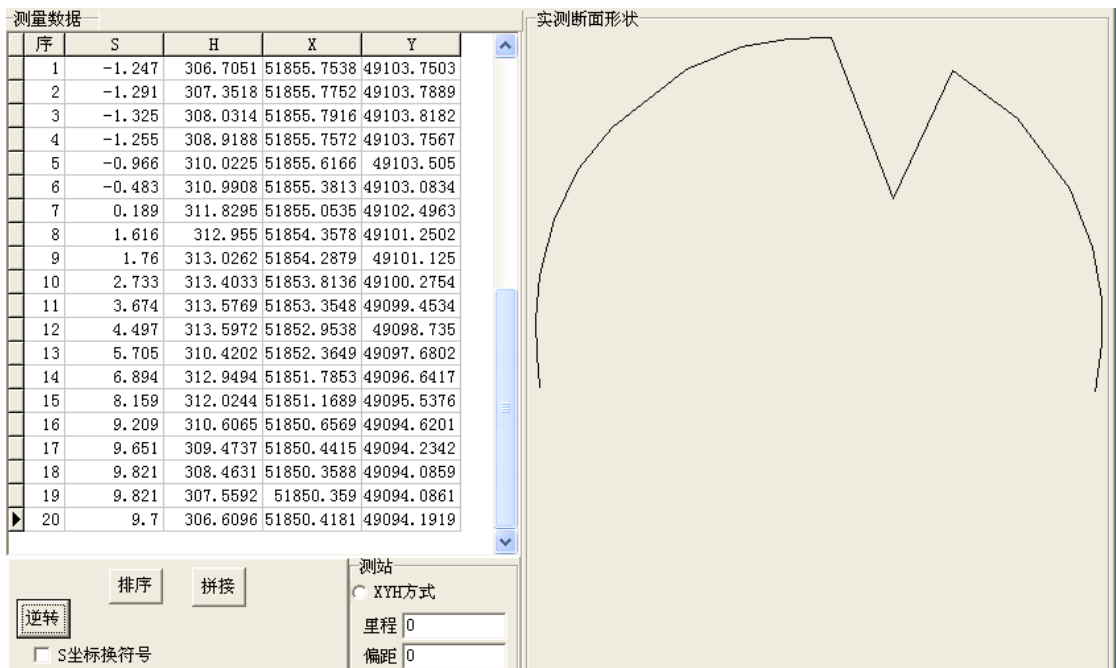
因测站坐标不同引起排序的差异

## (2) 逆转

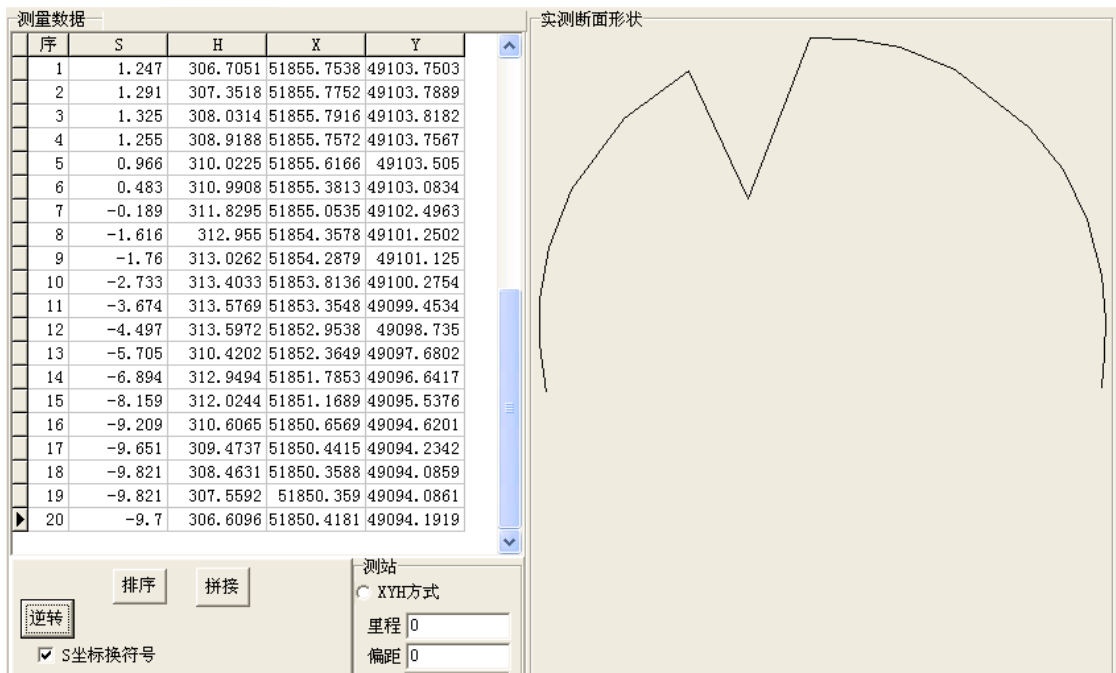
如果您的断面数据是从右到左按逆时针方向采集的，利用 GSP 可以转为顺时针方向，以便后续分析。



从表格中可见，应该为顺时针方向的断面点号顺序显然反了。单击 **逆转** 按钮，点号被重新排列，断面的方向不会被改变，这适用于在隧道进口端（小里程端）断面测量时按逆时针方向测量的情况：



如果选择了 ☒ **S坐标换符号** 选项，单击 **逆转** 按钮，则断面的方向会改变，这适用于在隧道出口（大里程端）进行断面测量时顺时针方向测量（应按逆时针方向测量）的情况：



### (3) 拼接

当在一个测站不能测量出所有的断面点时，可以分多次测量，然后将断面拼接起来。请先将欲追加的实测断面在实测断面表格中编辑好并保存到一个 SVY 文件中。

执行拼接时，单击 **拼接** 按钮，GSP 会让您选择一个已编辑好的实测断面 \*.SVY 文件，然后追加到当前实测断面表格中。

## 2.5.3 转换

在『转换』中 GSP 将三维坐标的断面转换立面 HS 坐标，还可以将实测断面转换为设计断面形式。

### (1) 三维转换为二维

提示：对于独立断面的处理主要在这里进行。

转换时，GSP 将实测断面的三维坐标转换为立面 HS 坐标，其中的 S 为距离线路中心线的左右距离，H 为断面点的高程。

转换为设计断面

三维到二维

☐ 独立断面

☒ 测站点为断面中心

断面

排序

转换

测站

☐ XYH方式

里程

偏距

H

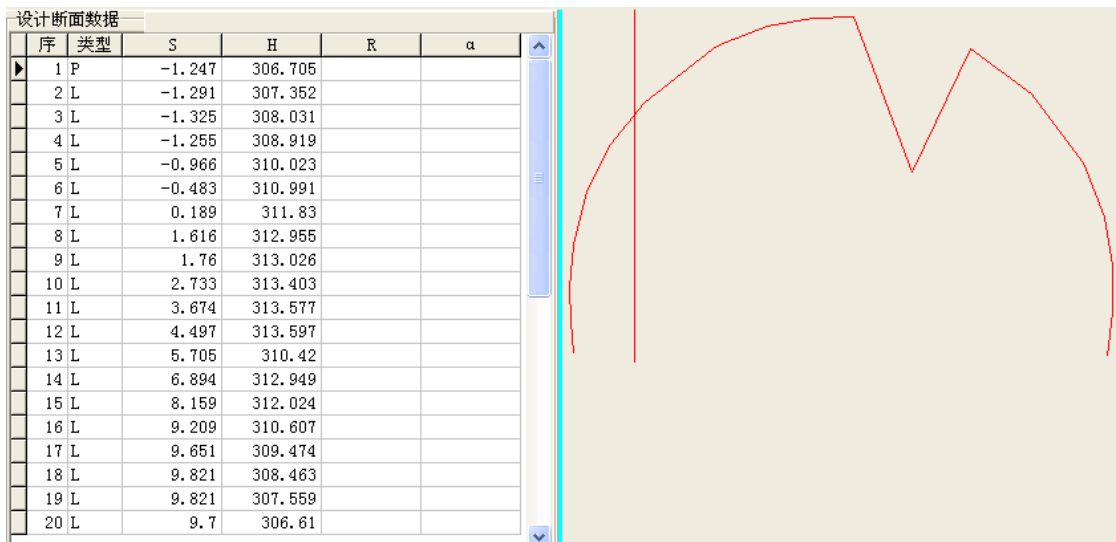
如果选择了 ☒ 独立断面 选项，GSP 则计算断面的重心和平均方位，进行

HS 转换，S 为到断面中心线的距离，H 为断面点的高程。

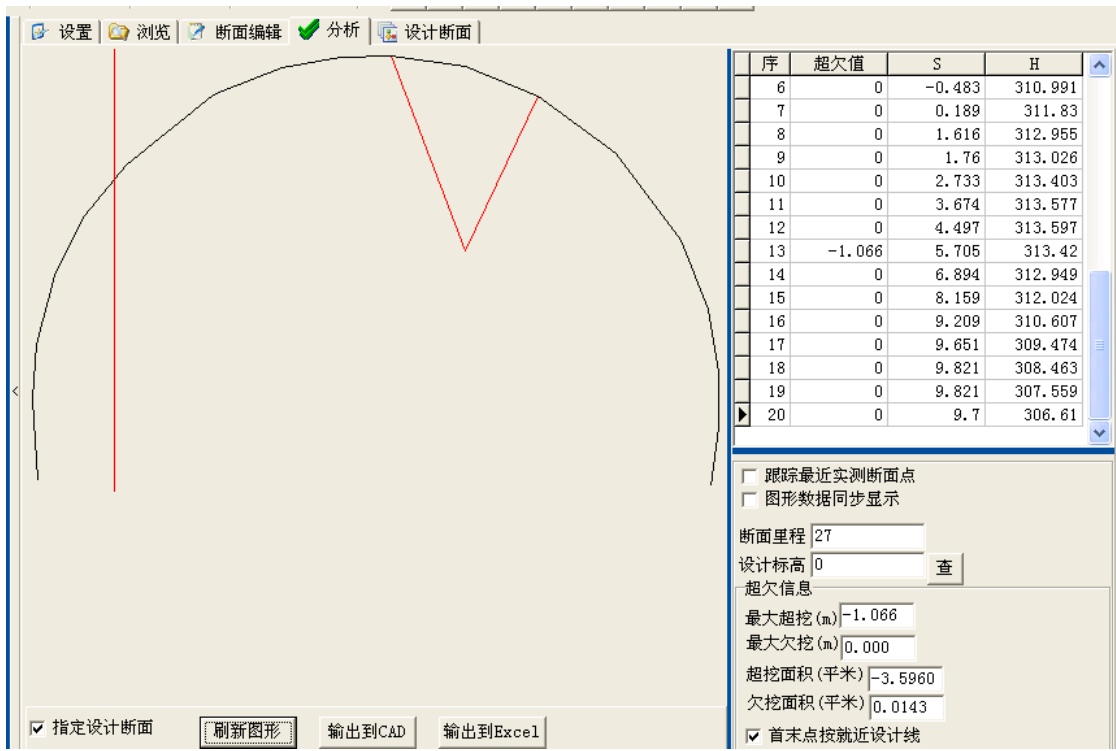
如果选择了 ☒ **测站点为断面中心** 选项，GSP 转换时则根据输入的测站坐标进行转换 HS 坐标，转换后 S 为到测站点的水平距离，H 仍为高程。

(2) 转换为设计断面

GSP 可以将实测断面转换为设计断面，比较两期观测的差异，可以应用于围岩的变形观测。转换后的设计断面点之间均为直线连接（L 类型）。



实测断面保存为设计断面以后，在分析时作为设计断面，请将设计标高输入为 0:



## 2.6. 隧道断面分析

在【分析】时，双击窗口左侧的文件（\*.SVY 或 GSP 保存的\*.JPG 文件）；或在【浏览】中选择显示图标后，使用鼠标右键菜单“断面分析”；或在【断面编辑】中，单击 **分析** 按钮，均可启动 GSP 的断面分析功能。



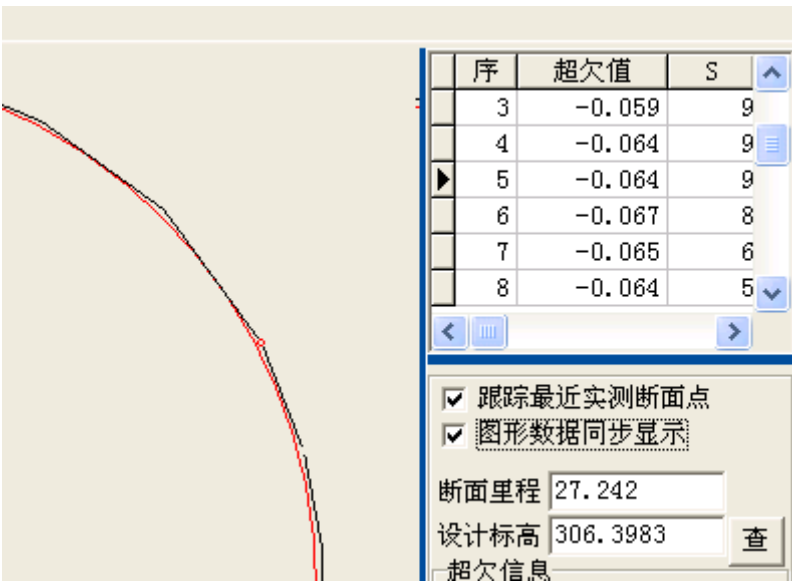
GSP 会根据实测断面的里程自动查询该里程的设计标高，然后选择设计断面进行比对分析超欠挖值和超欠挖面积。右侧的表格显示了实测断面点的超欠挖值。下方的“超欠信息”则显示了统计信息。

GSP 计算的实测断面点的超欠挖值总是距设计断面的最近距离。当实测断面点在设计断面线的外侧时为超挖，在内侧时为欠挖。

单击 **刷新图形** 按钮，或双击图形，套合的断面图形重新绘制，同时超欠挖也重新计算。

### 2.6.1 查询断面点

需要查询实测断面点的超欠挖信息时，请选中 ☒ **跟踪最近实测断面点** 选项，鼠标移动时，表格中的数据同时定位到离鼠标最近的实

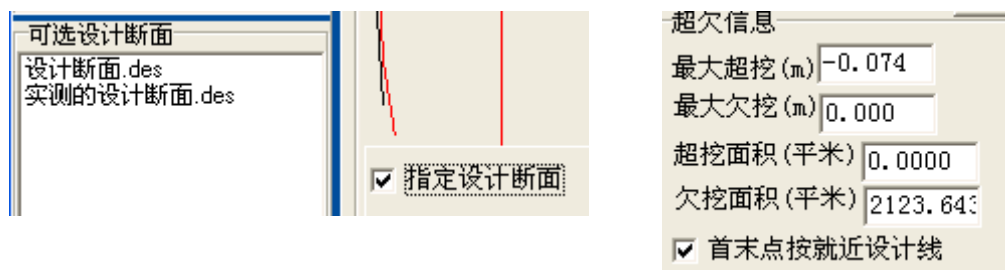


测断面点记录位置。当鼠标偏离实测断面点太远时，定位在第一个记录上。

选中 ☒ **跟踪最近实测断面点** 选项时，断面图形上离鼠标最近的实测断面点将出现一个红色圆圈。

### 2.6.2 设计断面选择

在【分析】断面时，可以再次选择设计断面。选择 ☒ **指定设计断面** 选项，左侧的文件选择增加了一个设计断面文件选择列表，双击该文件，就设定了当前的设计断面。



### 2.6.3 隧道断面的超欠挖

GSP 分析断面时，凡实测断面点在设计断面内侧，表示欠挖（超欠挖值为正值），在外侧时表示超挖（超欠挖值为负值）。


在“超欠信息”中显示了最大超欠挖值和超欠挖面积。

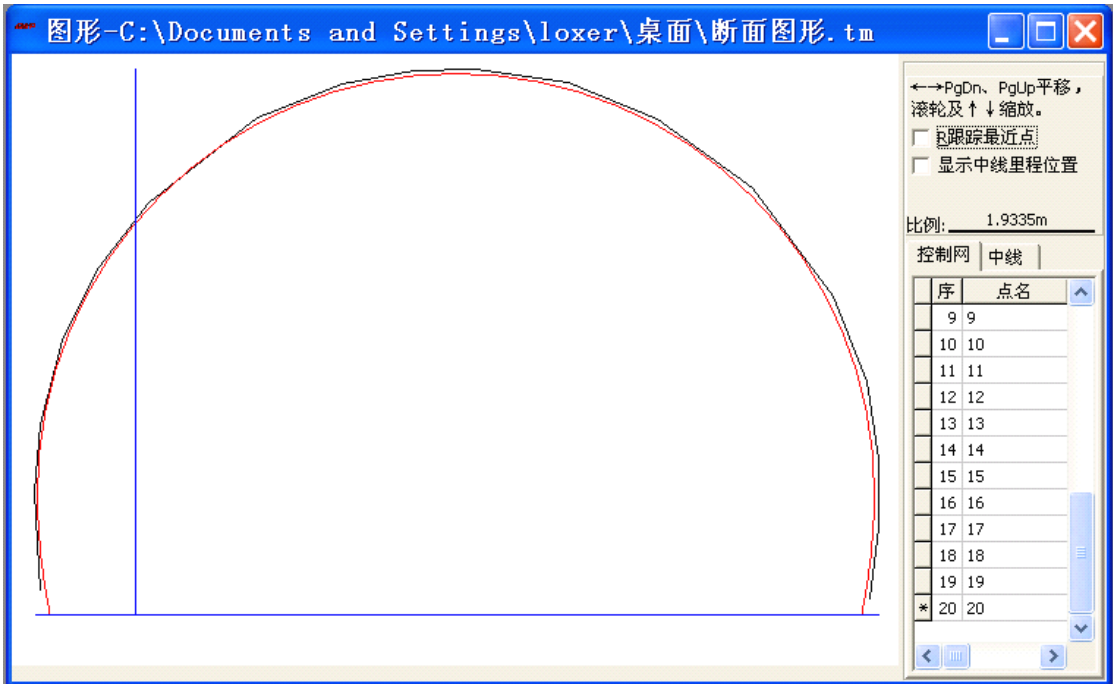
提示：图中的欠挖面积很大，显然不对，这是因为实测断面的顺序不对，需要根据前面【断面编辑】中进行 **逆转**。

如果实测断面不是封闭图形，设计断面也不是封闭图形，应该选择 ☒ **首末点按就近设计线** 选项，尤其是在实测断面与设计断面没有交点的情况下，这样才能计算时超欠挖面积。

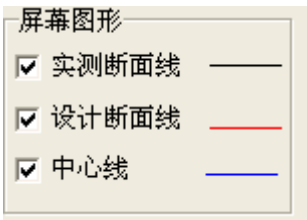
## 2.7. 输出图形和数据

### 2.7.1 屏幕图形

单击工具栏中的按钮，当前断面分析图形中线网形将显示在一个屏幕图形窗体中。


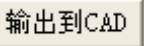


绘制屏幕图形前，在【设置】中设置绘图参数：

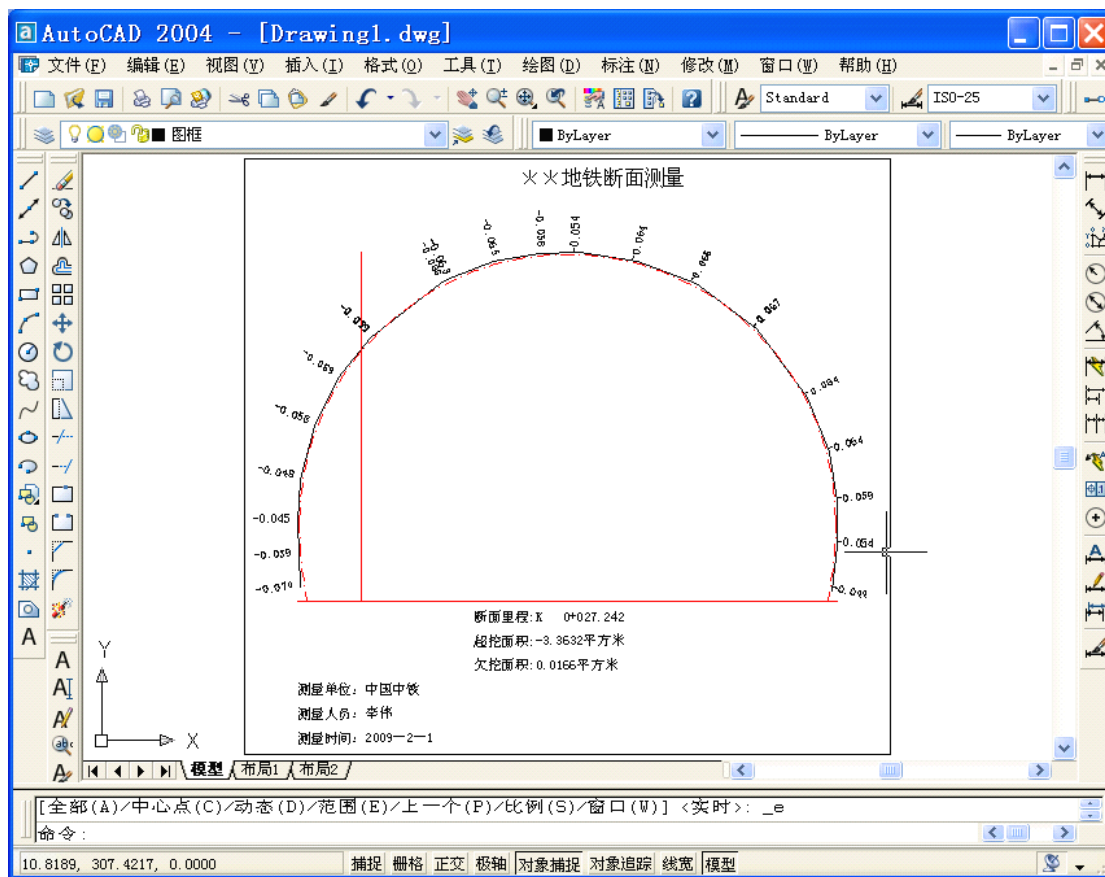




单击线条样式示例，可以设置相关的线条颜色。在断面图上漫游、量距等图形操作参见 GPS 数据处理篇中有关屏幕图形内容。

### 2.7.2 AutoCAD 图形

输出设计断面、实测断面或分析套合的断面时，您在相应的页面，单击工具栏中的按钮，或者单击相应的页面中的按钮，即可将图形输出到 AutoCAD 中。





输出表格数据，请单击工具栏中的 、 按钮。


## 第六篇 隧道贯通误差估算

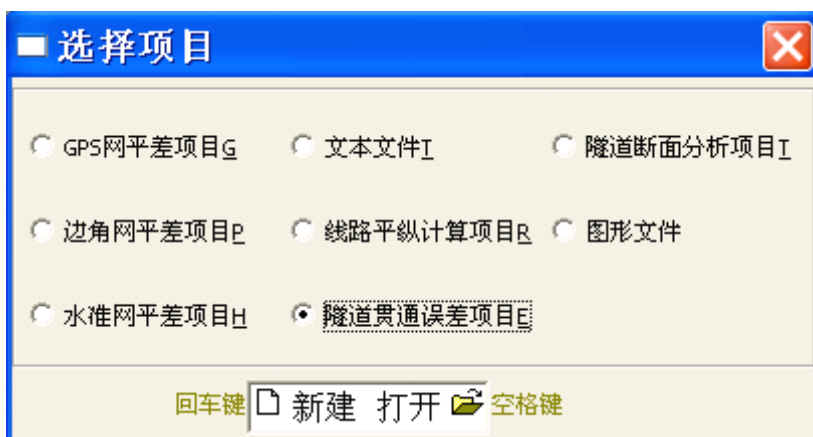
### 1 主要功能


根据控制网数据和线路以及隧道的位置，进行隧道测量贯通误差估算。可以实用传统近似公式和严密公式，估算出洞外控制测量对隧道贯通误差的影响值；根据总贯通误差和洞外占用值，估算或设定洞内剩余值；根据设定导线参数，自动计算出洞内导线，使用传统公式，进行洞内导线测量测角精度设计。

### 2 使用说明

#### 2.1. 建立项目


从主菜单的文件→新建，或者单击工具栏中按钮，打开一个项目选择窗体，选择“隧道贯通误差项目”：



单击左侧的“新建”图标新建隧道贯通误差项目，进入隧道贯通误差计算的窗体界面。

## 2.2. 线路中线引入

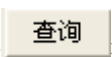
### 2.2.1. 中线数据

在【隧道位置】中，单击  按钮，打开您在线路平纵计算项目中保存的线路中线表格数据（积木法定义），程序将该中线数据引入作为计算隧道进出口和贯通点的依据，同时也是计算洞内到线点的依据。



提示：必须打开的是积木法定义的中线数据。如果不是，请先转换。


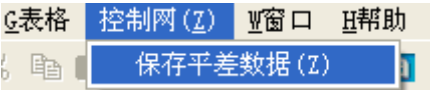
### 2.2.2. 隧道位置

您只需输入隧道的进出口和贯通点的里程桩号，单击  按钮即可。

隧道里程	贯通面参数
进口里程 <input type="text" value="615737"/>	贯通点坐标：
出口里程 <input type="text" value="621405"/>	X <input type="text" value="3557647.6687"/>
贯通点里程 <input type="text" value="618571"/>	Y <input type="text" value="458704.5567"/>
	贯通面方位(dd.mmss)：
	α <input type="text" value="254.32083"/>
	<input type="button" value="查询"/>

## 2.3. 洞外估算

### 2.3.1. 控制网数据引入

在【洞外估算】中，单击  按钮，打开您在 GPS 网平差、边角网平差处理时保存（  ）的控制网数据，程序将该控制网平差后的数据引入，包括控制点名，坐标以及坐标协方差阵。

洞外控制网数据

获取

网形数据：D:\兰渝\控制网平差结果2

提示：如果洞外作近似估算，可以不必引入控制网数据。

2.3.2. 隧道洞外贯通路线

洞外做严密估算时，需要引入控制网数据，同时应选择洞外贯通路线（隧道进出口的测量引测边）。

贯通路线			
进口后视：	CPI17	方位误差("):	到贯通点距离(m):
进口测点：	Z2	0.373	2838.5192
方位(d.ms):	174.351663		
出口后视：	CPI20	方位误差("):	到贯通点距离(m):
出口测点：	Z3	0.551	3523.2565
方位(d.ms):	347.263109		

通过下拉选择洞口引测边（测站点和后视点），GSP 自动计算引测边的方位误差，以及到贯通点的距离和方位。

2.3.3. 估算洞外测量误差影响值

有两种方式供您选择。

(1) 近似估算

近似估算时根据引测边的方位以及到贯通点的距离计算方位误差引起的方位误差影响值（投影到贯通面上），计上测点的坐标误差，共同组成洞外测量对隧道横向贯通误差的影响。

提示：近似估算方法的结果近于保守和安全。

(2) 严密估算

严密估算利用引测边的坐标协方差阵，通过到贯通点的相对坐标误差方式计算纵向贯通误差。

估算方法

☐ 严密：按贯通路线点的坐标协方差

☒ 近似：按坐标、方位误差

洞外测量坐标误差取值(mm) 20

洞外测量引起的贯通误差(mm)

横向My 22.67

纵向Mx

洞外测量引起的贯通误差(mm)

横向My 9.669

纵向Mx 4.069

2.4. 洞内预计

2.4.1. 洞内导线布设

根据隧道结构尺寸，预计洞内导线最大可视边长（距离），然后选择适宜的导线边距离。

单击 **模拟导线** 按钮，GSP 自动计算出从洞口引测边到贯通点的导线测量点。选择【计算内容】中的

洞内(单)导线边长(m)

直线段

400

曲线段

400

模拟导线

计算内容

☒ 计算到贯通面投影、距离

☐ 计算导线(左)角度、距离

并单击 **计算** 按钮，GSP 计算出了导线点到贯通面的 Rx（各导线点到贯通面的距离）、dy（各导线边在贯通面上的投影长度）参数，并将结果填入到【导线影响参数】中。

洞内导线

序	点名	X	Y	Rx	dy
0	Z2	3560473.534	458436.834	.000000	2794.945
2	615737	3560385.712	457975.975	467.591316	2833.185
3	616137	3559994.534	458059.258	24.035103	2433.962
4	616537	3559608.031	458162.214	3.828883	2034.000
5	616937	3559222.512	458268.869	.000086	1634.000
6	617337	3558836.994	458375.525	.000086	1234.000
7	617737	3558451.475	458482.180	.000086	834.000
8	618137	3558065.956	458588.835	.000086	434.000
9	618537	3557680.438	458695.491	.000086	34.000
10	618571	3557647.669	458704.557	.000007	.000
12	618605	3557614.900	458713.622	.000007	34.000
13	619005	3557229.381	458820.278	.000086	434.000
14	619405	3556843.862	458926.933	.000086	834.000
15	619805	3556458.344	459033.589	.000086	1234.000
16	620205	3556072.825	459140.244	.000086	1634.000
17	620605	3555687.313	459246.922	.022841	2034.000
18	621005	3555304.230	459361.870	8.641869	2433.864
19	621405	3554926.196	459492.583	25.182328	2833.065
19	Z3	3554208.702	459470.612	212.487411	3518.725

计算内容

☒ 计算到贯通面投影、距离

☐ 计算导线(左)角度、距离

计算

### 2.4.2. 洞内贯通误差值

**取** 洞外误差使用值，**算** 出洞内误差剩余值：

提示：一般根据情况，可以将洞外、洞内的误差适当取整（只能取大值）。

传统估算方法

横向贯通误差分配 (mm)

总误差Mq65

洞外使用值Mo30

洞内剩余值Mi55

取

算

### 2.4.3. 洞内精度预计

设定洞内导线测量的测距精度，单击**估算**按钮，GSP 估算出洞内单导线测量时需要的测角精度：

洞内测量精度

测距精度 (1/K)K

100000

测角精度 (")Ma

1.38

估算

提示：洞内导线布设为双导线，因此这里计算出的测角精度可以取  $\times \sqrt{2}$  倍。

如果洞内导线需要采用严密估算，可以将洞内导线转换为单导线形式，在边角网中平差计算导线终点的误差，选择

计算内容

☐ 计算到贯通面投影、距离

☒ 计算导线(左)角度、距离

，并单击**计算**按钮，GSP 计算出贯通路线点间的距离和左角：

洞内导线

序	点名	X	Y	L	D
0	Z2	3560473.534	458436.834		469.152
2	615737	3560385.712	457975.975	88.461193	399.946
3	616137	3559994.534	458059.258	177.061139	399.980
4	616537	3559608.031	458162.214	179.270551	400.000
5	616937	3559222.512	458268.869	179.596000	400.000
6	617337	3558836.994	458375.525	180.000000	400.000
7	617737	3558451.475	458482.180	179.596000	400.000
8	618137	3558065.956	458588.835	180.000000	400.000
9	618537	3557680.438	458695.491	179.596000	34.000
10	618571	3557647.669	458704.557	180.000000	34.000
12	618605	3557614.900	458713.622	179.596000	400.000
13	619005	3557229.381	458820.278	180.000000	400.000
14	619405	3556843.862	458926.933	179.596000	400.000
15	619805	3556458.344	459033.589	180.000000	400.000
16	620205	3556072.825	459140.244	179.594818	400.000
17	620605	3555687.313	459246.922	178.455467	399.957
18	621005	3555304.230	459361.870	177.374278	399.995
19	621405	3554926.196	459492.583	200.494027	717.830
I 19	Z3	3554208.702	459470.612		3518.725

计算内容

☐ 计算到贯通面投影、距离
 ☒ 计算导线(左)角度、距离

计算

您导出到 EXCEL 或 WORD 中，并编辑转换到边角网平差项目中进行处理即可。