

## 校园测量控制网的建设

李自鹏 刘庆功

新疆铁道职业技术学院, 新疆 哈密 839000

[摘要] 随着校园测量专业教学、大赛、校内大型建筑物变形监测、校园电力线和供水供暖管线的定位及建设数字校园等需求的增大, 我校控制网建设迫在眉睫。文章采用 GPS 定位与全站仪加密控制测量相结合的方法, 通过 GPS 静态数据处理及导线测量严密平差, 最终得到校园平面控制网数据。

[关键词] 控制网; 数据处理; GPS; 导线测量

DOI: 10.33142/ec.v2i9.712

中图分类号: TB22-4;TP273;G712

文献标识码: A

### Construction of Campus Survey and Control Network

LI Zipeng, LIU Qinggong

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Xinjiang Hami, 839000 China

**Abstract:** With the increasing demand for the teaching of campus surveying specialty, competition, deformation monitoring of large buildings in the school, the positioning of campus power line and water supply and heating pipeline, and the construction of digital campus, the construction of control network in our school is urgent. In this paper, the method of combining GPS positioning with total station encryption control survey is adopted, and the campus plane control network data is obtained by GPS static data processing and strict adjustment of traverse survey.

**Keywords:** Control network; Data processing; GPS; Traverse survey

### 引言

在工程项目中, 测量扮演着整个工程的“眼睛”角色, 贯穿于整个工程的施工、运营、维护各个阶段。正确的使用方法以及先进的测量技术将大大提升施工质量和安全。

#### 1 校园控制网布置的必要性

我校土木工程学院测绘工程技术、高速铁路工程技术、城市轨道交通工程技术及铁道工程专业均开设测量课程, 课程涉及的水准、角度、控制网测量等项目均无专业且系统的教学场地, 只能凭借教师经验临时划定场地, 而临时测量标志点又很容易遭到破坏<sup>[1]</sup>。

土木工程学院多次参加自治区及国家测绘类比赛, 日常训练无规范场地。且为以后申办大赛需求考虑, 急需相关的专业测量场地。

#### 2 校园控制网布置要求

校园测量控制网应满足国家测量规范, 点位布置应该方便人员查找及使用, 且在日常生活中不容易受到破坏和扰动。校园控制网点布置应考虑学生高峰期活动对测量作业的干扰。

根据全国测绘技能大赛项目设置, 我校的控制网设计应该能够保证水准、导线、施工放样和数字测图等 4 种项目的实施。

整个控制网根据从高级到低级, 分级布置, 逐级控制的测量原则, 考虑校园实际地形条件, 按照三级布置原则进行。一级控制点提供起算数据, 并对二级控制点进行控制。二级控制点应覆盖整个校园。主要起数据检核作用。三级控制点可供学生在不同的测量实习中直接使用。鉴于学校占地面积过大, 校园绿化面积覆盖率超过 85%, 且树木大都属于落叶乔木类, 株高比较高。这给校园控制网布置带来了很大的困难, 大多数控制点不具备 GPS 静态数据采集要求<sup>[2]</sup>。

鉴于三级校园控制点多布设在校园内部道路上, 各点相互通视条件不良, 并且教学楼等设施均已建成, 因此在现场踏勘的前提下, 预先在电子地图上设计出三种等级的控制网。经过实地确定后再进行控制点埋设。

#### 3 控制网设计

##### 3.1 一级控制网设计

一级控制网采用 GPS 静态数据采集, 地点选在学校空旷、视野开阔处, 保证静态数据观测时高度截止角不低于  $10^\circ$ , 相邻点最小距离应为平均距离的  $1/2-1/3$ , 最大距离应为平均距离的  $2-3$  倍, 最弱边相对中误差在  $1/20000$  以内。布设两个 GPS 点作为平面控制点, 在学校整个场地平均布置两个水准点作为高程控制。最好两个 GPS 控制点之间应相互

通视。

平面控制网使用 GPS 静态相对定位方法实施测量，利用两个已知 GPS 点作为基准点。三维坐标的获取可以将静态数据经过约束平差以后，以已知的两个 GPS 点作为已知条件，使用经典自由网平差进行解算得到三维坐标，再将三维坐标经过高斯投影后得到高斯二维平面直角坐标值。

### 3.2 二级控制网设计

二级平面控制网与首级平面控制网连成闭合曲线，应先根据实际情况踏勘现场边设计边标记，使用全站仪进行光电导线测量，因此要保证相邻点之间的相互通视<sup>[3]</sup>。因校园绿化面积较大，所以还应考虑到树木生长后对通视的影响。在实地测量中我们根据 GPS 静态采集解算后的成果，将其作为已知数据，二级控制网应与首级 GPS 控制点共同组成多个闭合导线，施测时测距中误差 $\leq \pm 15\text{mm}$ ，测角中误差 $\leq \pm 8''$ ，测距相对中误差 $\leq 1/14000$ 。从而成为控制整个校园的平面控制网。高程控制不单独设点，依然根据现有的平面控制点测得高程控制数据。控制网成果见表 1

表 1 控制点数据

点号	X	Y
XMK	4752541.252	530506.438
GPS1	4752856.239	530152.437
GPS2	4752894.345	530168.594
GPS3	4752884.265	530166.549
GPS9	4752706.347	530176.733
GPS12	4752928.653	529912.054
GPS13	4753055.579	530078.948
GPS15	4752965.928	530029.812
BM14	4752583.091	530420.811
BM15	4752701.652	530478.664
Bm <sup>0</sup>	4752685.084	530227.51

### 3.3 三级控制网设计

因为要根据三级控制点决定二级控制点的位置，所以在设计时应提前在电子地图上进行点位以及导线线路设计，结合现场实地踏勘，初步定出控制网点位分布。施测时三级平面控制网测量使用全站仪盘左盘右取平均值。

### 3.4 水准路线设计

高程控制网使用精度为 0.3mm 的天宝 DINI03 电子水准仪进行二等水准测量。水准路线分为两个区域，一块在三教附近距离为 600m 左右的四测段水准路线，因在教学区域附近，且高差变化不太大，所以可作为日常教学使用。另一块远离教学区域，受外界人为因素干扰较小，高差起伏变化大、距离为 800m 的水准路线作为大赛竞赛训练。点位设置参考大赛实际情况，精度采用二等水准测量要求，内业数据处理使用近似平差法进行。水准测量成果见表 2、3、4。



表 2 全校水准测量控制点成果表

点号	高差	高程
BM14	-0.96125	153.7
BM21	-1.21387	152.739
CPII	-2.32836	152.486
GPS10	-1.3871	151.372
GPS11		152.313

表 3 大赛训练水准测量成果表

点号	高差	高程
GPS10	-0.13623	151.372
BM01	-0.10506	151.235
BM02	-0.49302	151.267
BM03	-0.47293	150.879
BM04	-0.2748	150.899
BM05	-0.31939	151.097
BM06	-0.06464	151.052
BM07	-0.06189	151.307
BM08		151.31

表 4 日常教学水准测量

点号	高差	高程
BM21	-0.095	152.739
GPS7	-0.123	152.644
BM15	0.963	152.616
BM14	0.021	153.702
新埋点	-0.118	152.718
GPS8	-0.095	152.621
GPS7	-0.124	152.644
BM16	-0.121	152.614
BM20		152.617

### 3.5 导线设计

导线设计时导线点的数量要足够多以便控制整个测区。相邻导线点必须要通视，并且点位上安放三脚架后以不会被其他组的三脚架、全站仪、棱镜所遮挡和干扰为原则。根据校园实际情况可布置两条边长相近的四边形闭合导线，测量时可采用徕卡 TS15 型全站仪测角、测距<sup>[4]</sup>。

### 3.6 施工放样场地设计

施工放样场地应选择在空旷区域。根据要求可以选择校园一操场处，布置 48 个测站点、后视点、检验点。结合学校实际，因场地限制，放样点位布置为相邻测站点间隔 10m，后视点与检核点相距 1m，后视点相互间隔 10m，测站点与后视点相距 50m。

### 3.7 数字测图场地设计

因地制宜地将学校分为若干个测区。可供学生分区进行测量。兼顾自治区 1:500 数字化测图大赛需求，将我校区塑胶操场及周围围墙树木等作为测区，在测区周围空旷处布设四个控制点，其中三个点作为校正点，一个点作为检核点。数字测图成果见表 5

表 5 自治区 1:500 地形图控制点数据

点号	X	Y
GPS1	4752856.239	530152.437
GPS2	4752894.345	530168.594
GPS13	4753055.579	530078.948
GPS15	4752965.928	530029.812

## 4 成果资料整理

将测量数据用软件进行处理后得到点位的坐标值，并将坐标值进行归类整理，形成数据库。便与后续各项测量工作的开展。根据设计及电子图命名对所有控制点进行埋点，根据现有成果对校园进行数字化测图，获得的原始数据使用南方 cass 成图<sup>[5]</sup>。

## 5 结束语

校园控制网的建设是一项很重要的工作，通过前期的规划设计，合理地分级布设各个控制点，使其达到不同的控制测量效果。分类分区测量也可以满足不同专业和层次的测量实训需要，校园控制网的建立也能辅助学校后勤等相关部门便于校园电力线、暖气，供水管网等的施工维护，同时也可以进行校园高大建筑物沉降、变形观测，为校园安全提供保障。

### [参考文献]

- [1]汪耀武. 校园测量控制网建设实例研究[J]. 三门峡职业技术学院学报, 2014, 3(3): 78.
  - [2]GB/T 18314-2009, 全球定位系统 (GPS) 测量规范[S]. 2009
  - [3]GB 50026-2007, 工程测量规范[S]. 2007
  - [4]GB/T 12897-2006, 国家一、二等水准测量规范[S]. 2006
  - [5]朱宝. 高职校园数字化测量控制网构建方法的研究[J]. 西昌学院学报, 2015, 34(6): 19.
- 作者简介: 李自鹏 (1991-) 本科, 助理工程师; 刘庆功 (1989-), 大学本科, 教研室主任。