

第三章 测绘基准与大地控制网

讲授：张双成

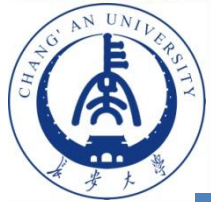
测绘科学与工程系



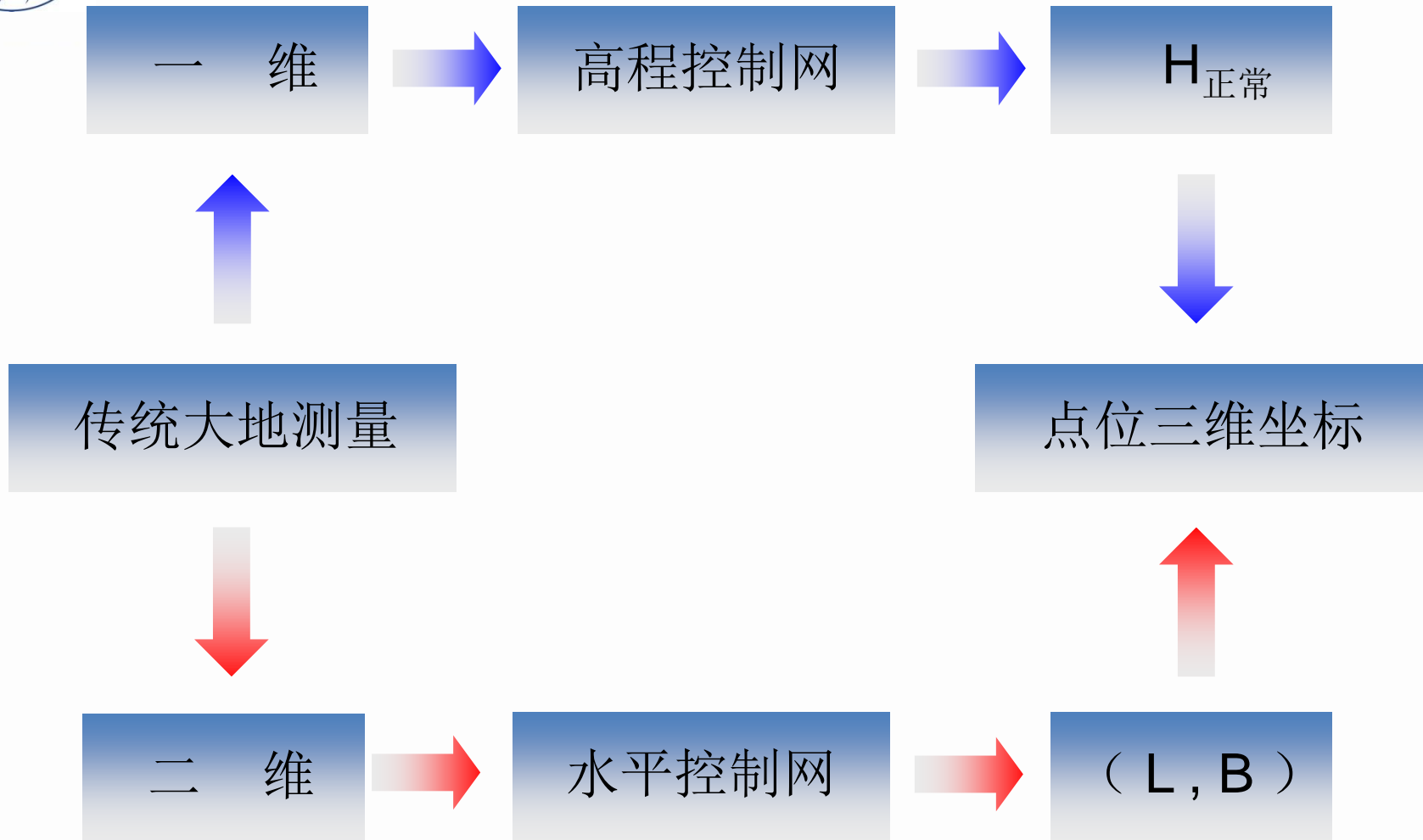


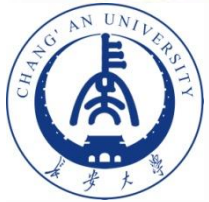
大地控制网的补充知识





大地测量流程与椭球归算的意义

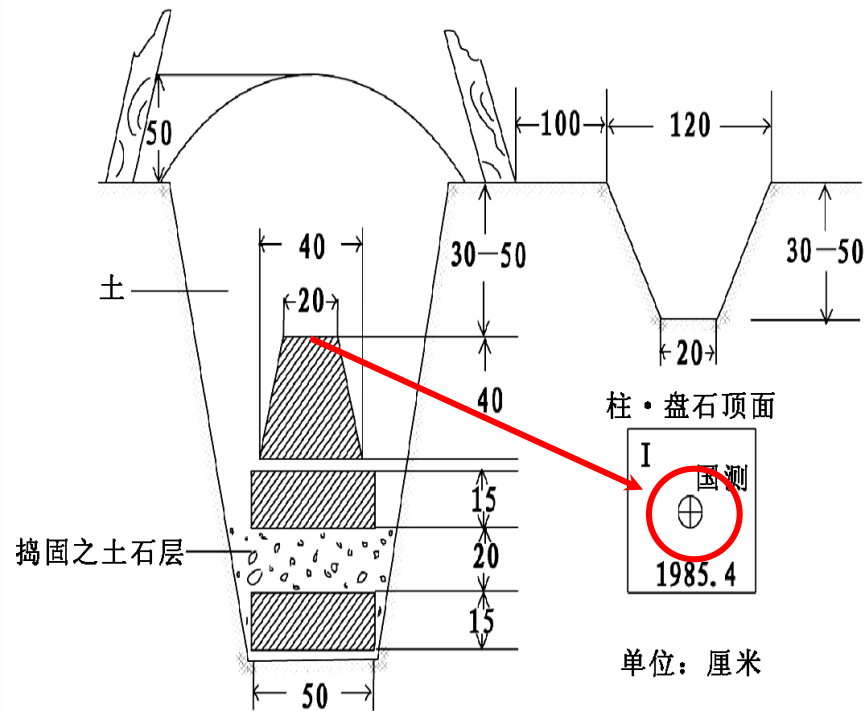




大地测量流程与椭球归算的意义

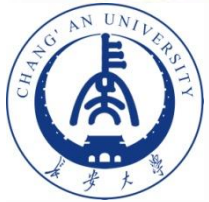
确定水平坐标的流程

布设水平
控制网



一、二等三角点中心标石埋设图





椭球归算的意义和要求

确定水平坐标的流程

水平方向
垂直角
地面距离
天文经纬度
天文方位角

角度观测

距离观测

天文观测

布设水平
控制网

观测

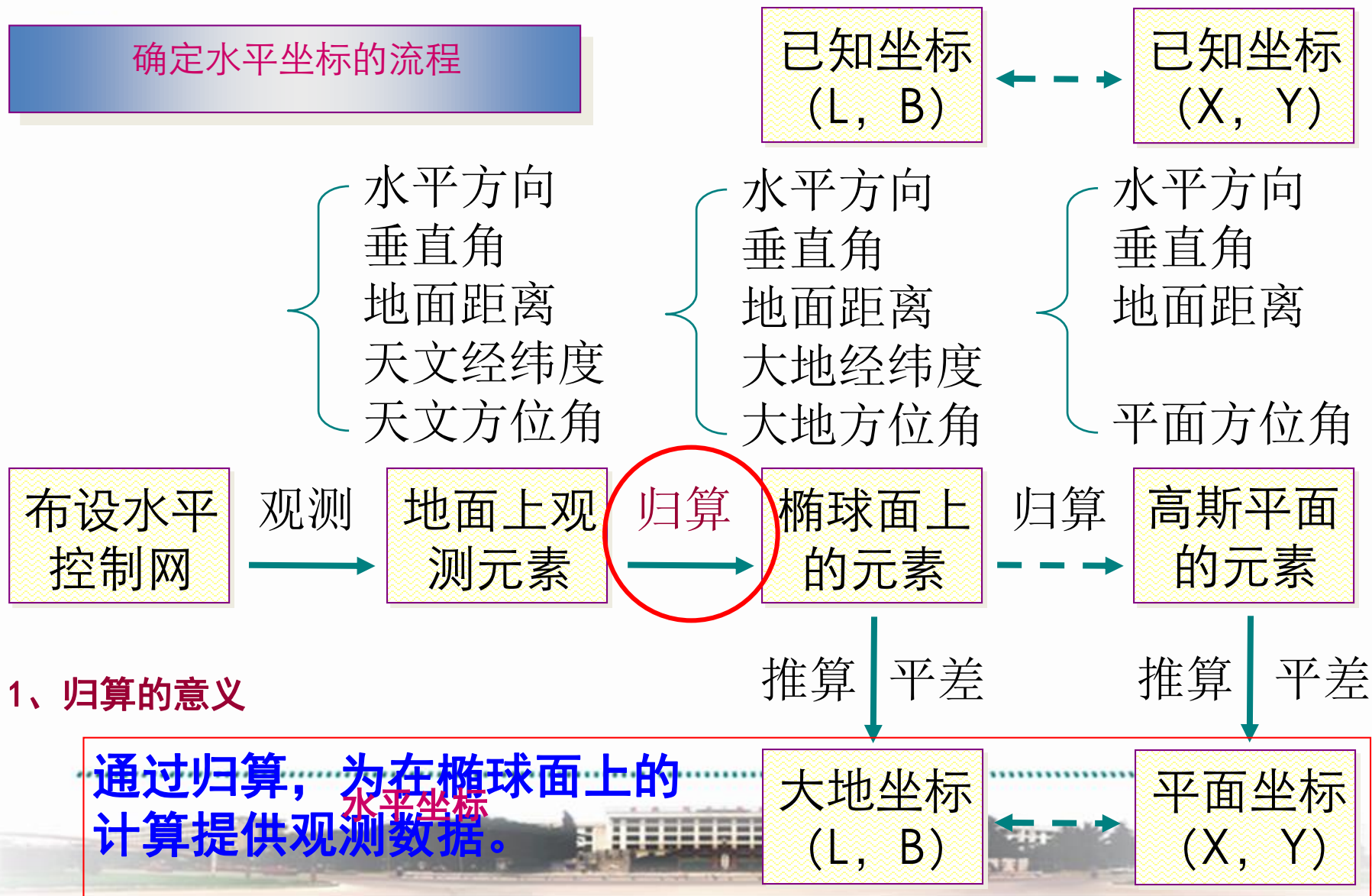
地面上观
测元素





椭球归算的意义和要求

确定水平坐标的流程



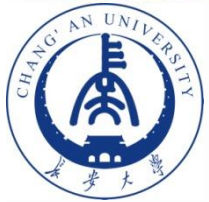
1、归算的意义

通过归算，为在椭球面上的计算提供观测数据。

水平坐标

大地坐标
(L, B)

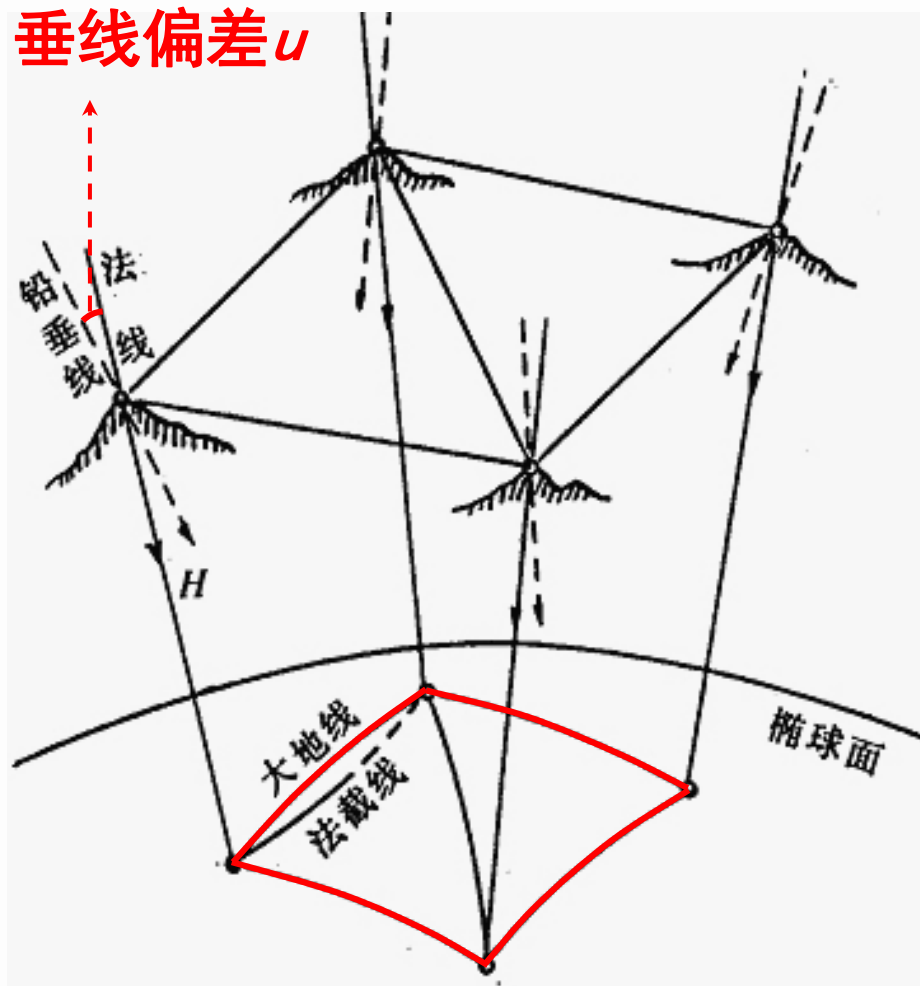
平面坐标
(X, Y)

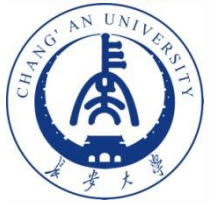


椭球归算的意义和要求

2、归算的要求

- 1) 以椭球面法线为基准线。
- 2) 以椭球面为基准面。
- 3) 椭球面两点连线用大地线。





大地控制网的建立

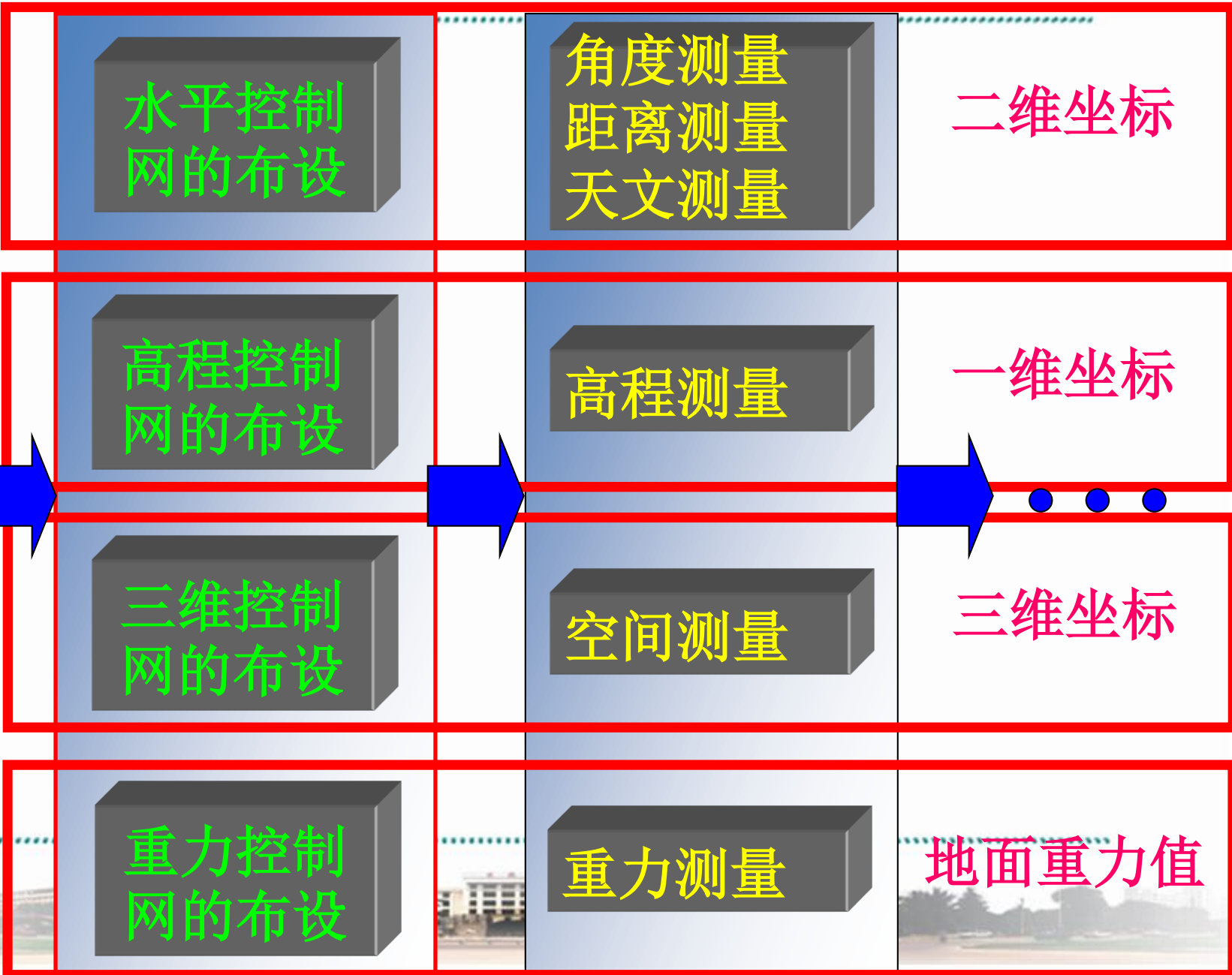




大地测量控制网的建立

大地测量数据采集技术

大地测量学的任务

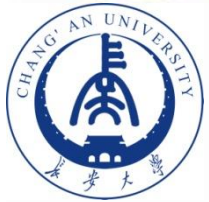




大地控制网的建立

- 水平控制网
- 高程控制网
- 三维控制网
- 重力网



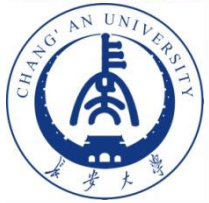


1. 水平控制网的建立

一、建立水平大地控制网的方法

- 导线测量法
- 三角测量法
- 三边测量法
- 边角同测法





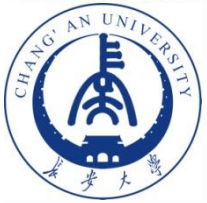
1. 水平控制网的建立

一、建立水平大地控制网的方法

● 导线测量法一 基本概念

在地面上按要求选定一系列点，相邻点间互相通视，并连成一条折线称为**导线**；若将若干条导线纵横交错构成网状，则称**导线网**；网点称为**导线点**。导线中至少需要一个已知点和一个起始方位角，通过观测相邻点间的边长和各点的转折角，才能推算出各点的坐标。





1. 水平控制网的建立

一、建立水平大地控制网的方法

● 导线测量法— 原理

$$T_{12} = T_{10} + \beta_1$$

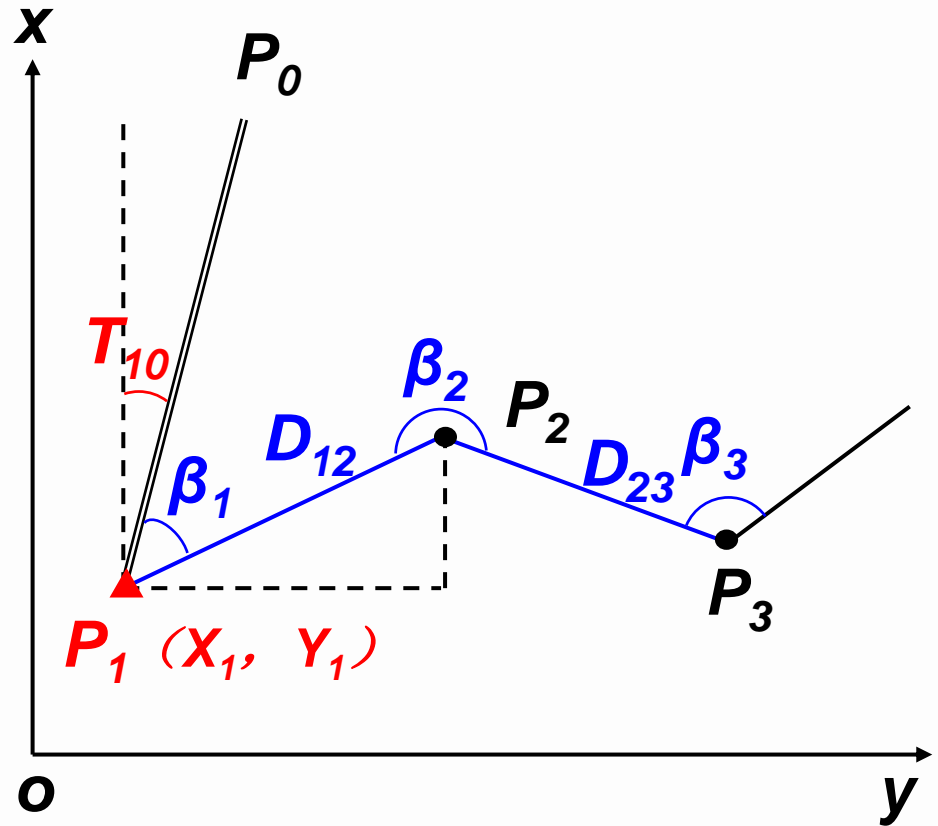
.....

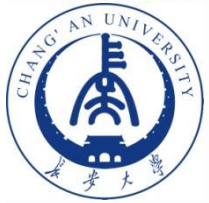


$$X_2 = X_1 + D_{12} \cdot \cos T_{12}$$

$$Y_2 = Y_1 + D_{12} \cdot \sin T_{12}$$

.....





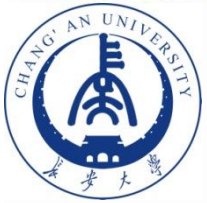
1. 水平控制网的建立

一、建立水平大地控制网的方法

● 三角测量法一 基本概念

地面上按一定要求选定一系列点，使它们与周围相邻的点互相通视并按三角形的形式联结起来，如此构成的网称为**三角网**，网点称为**三角点**。三角网中至少需要四个已知元素，通过观测各三角形的内角，才能推算各点的坐标。





1. 水平控制网的建立

一、建立水平大地控制网的方法

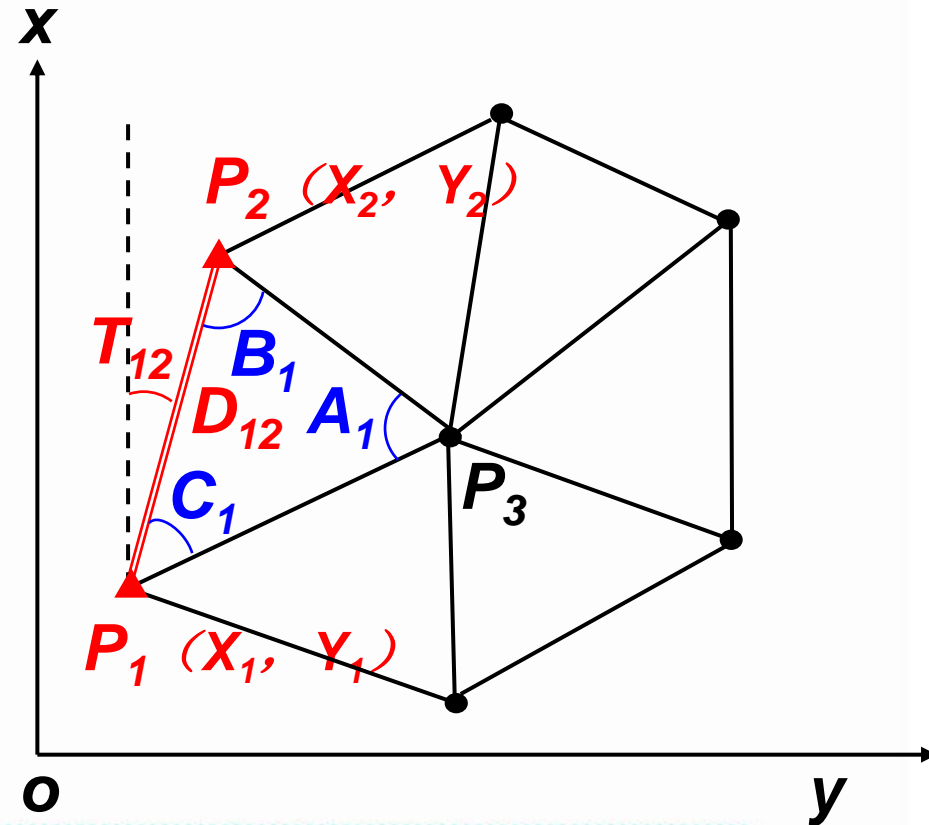
● 三角测量法— 原理

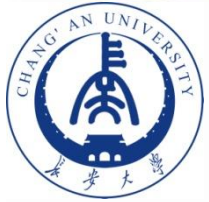
$$D_{13} = D_{12} \frac{\sin B_1}{\sin A_1}, T_{13} = T_{12} + C_1$$



$$X_3 = X_1 + D_{13} \cdot \cos T_{13}$$

$$Y_3 = Y_1 + D_{13} \cdot \sin T_{13}$$





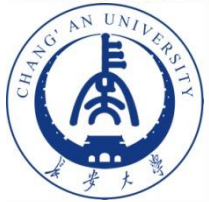
1. 水平控制网的建立

二、国家水平大地控制网的布设原则

- 分级布网，逐级控制
- 应有足够的精度
- 应有必要的密度
- 应有统一的规格

我国国家水平控制网分为四个等级，先以高精度较稀疏的一等三角锁，纵横交叉布满全国，形成统一坐标系的骨干网。然后根据实际需要，在不同地区分期分批布设二、三、四等水平控制网。





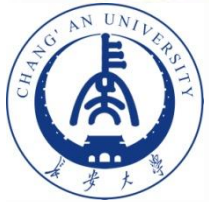
1. 水平控制网的建立

二、国家水平大地控制网的布设原则

- 分级布网，逐级控制
- 应有足够的精度
- 应有必要的密度
- 应有统一的规格

一、二等网不仅是国家统一坐标的**控制骨架**，还要满足基本比例尺地形图的测图需要和现代科学技术发展的需要；三、四等水平控制网主要用于地形图图根点的**高一级控制**和基本工程建设的需要。





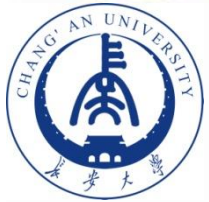
1. 水平控制网的建立

二、国家水平大地控制网的布设原则

- 分级布网，逐级控制
- 应有足够的精度
- 应有必要的密度
- 应有统一的规格

国家控制点的密度必须满足**测图要求**。测图比例尺和成图方法的不同，对点的密度要求也不同，一般要求每个图幅平均有3~4个等级控制点，以满足加密图根点的需要。工程建设应根据实际情况而定。





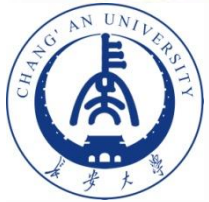
1. 水平控制网的建立

二、国家水平大地控制网的布设原则

- 分级布网，逐级控制
- 应有足够的精度
- 应有必要的密度
- 应有统一的规格

建立国家控制网任务重、时间跨度大，为避免重复和浪费，必须有**统一的布设方案和作业规范**，以使各测绘部门所测成果的精度、布设规格合乎要求，便于构成统一的国家大地控制网整体。





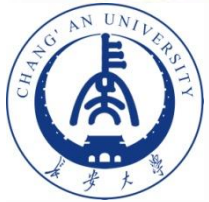
1. 水平控制网的建立

二、国家水平大地控制网的布设原则

- 一等三角锁系
- 二等三角网
- 三、四等三角网（点）
- 导线控制网

我国国家水平控制网在二十世纪五十年代建立时主要是以三角测量方法布设的，在困难地区兼用导线测量的方法，均分为四个等级。





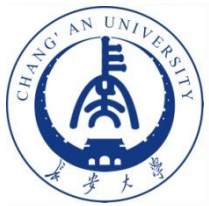
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 一等三角锁系

一等三角锁系是国家首级三角网，其**作用**是在全国领土上迅速建立一个统一坐标系的精密骨架，以控制二等以下三角网的布设，并为研究地球形状大小和地球动力学等提供资料。控制测图不是直接目的。因此，着重考虑的是精度而不是密度。

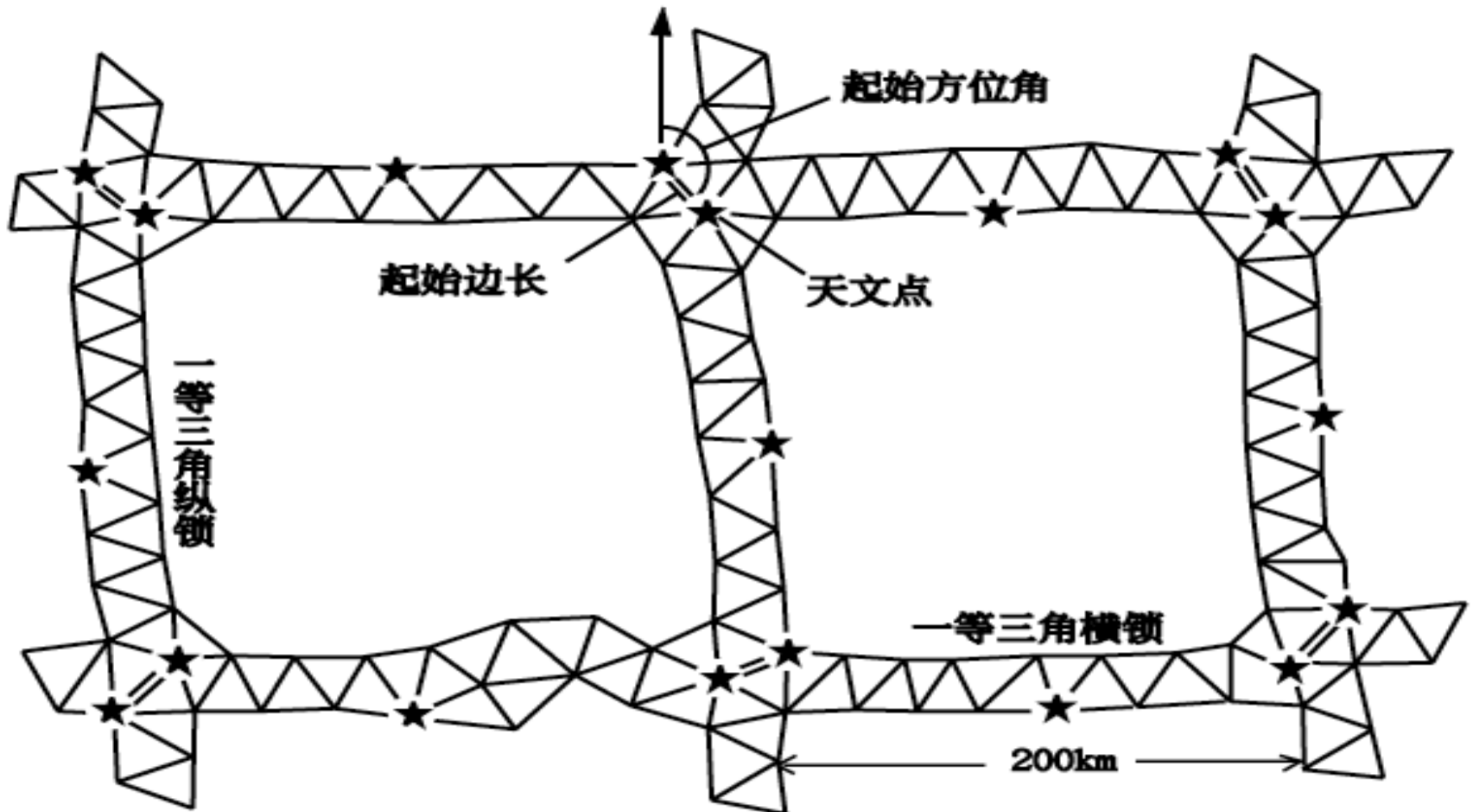


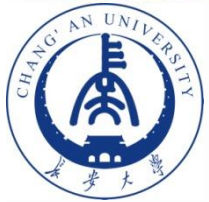


1. 水平控制网的建立

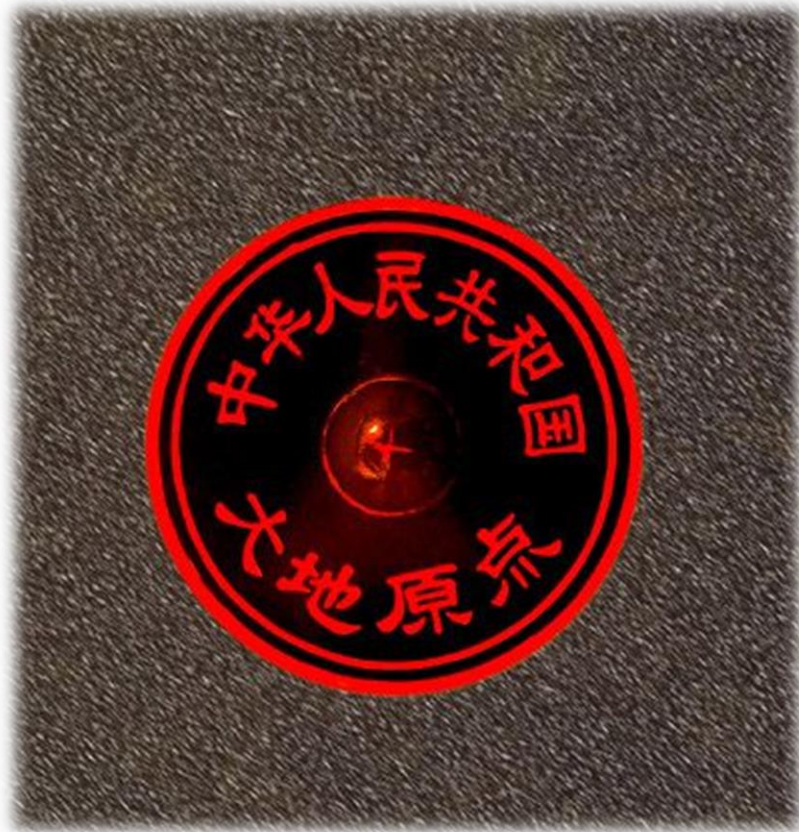
三、国家水平大地控制网的布设方案

● 一等三角锁系



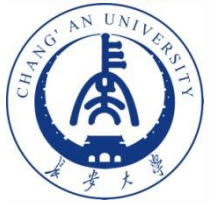


中国大地测量原点



陕西省泾阳县永乐镇石际寺村境内的中国大地原点主体建筑





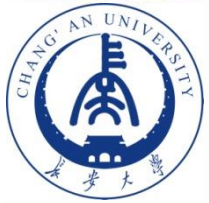
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 二等三角网

二等三角网布设在一等锁环所围成的范围内，它是加密三、四等网的全面基础。二等网平均边长为13km，就其密度而言，基本上满足1:5万比例尺测图要求。它与一等锁同属国家高级水平控制网，所以，主要应考虑精度问题，而密度只作适当照顾。

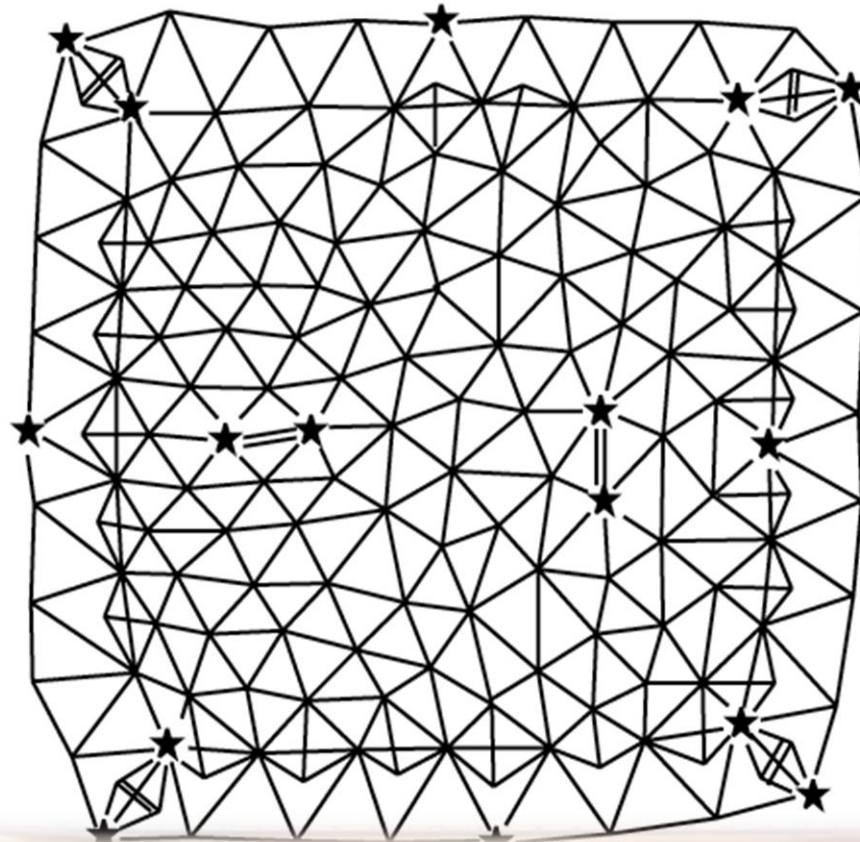




1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 二等三角网





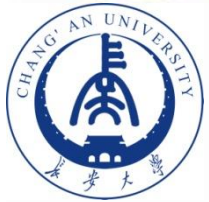
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 三、四等三角网（点）

国家三、四等三角网（点）是在二等三角网基础上进一步加密，它是图根测量的基础，其布设密度必须与测图比例尺相适应。三、四等三角网平均边长分别为 8km 、 4km ，每点控制面积分别为50、20平方公里，基本上满足1:2.5万和1:1万、1:5千测图需要。

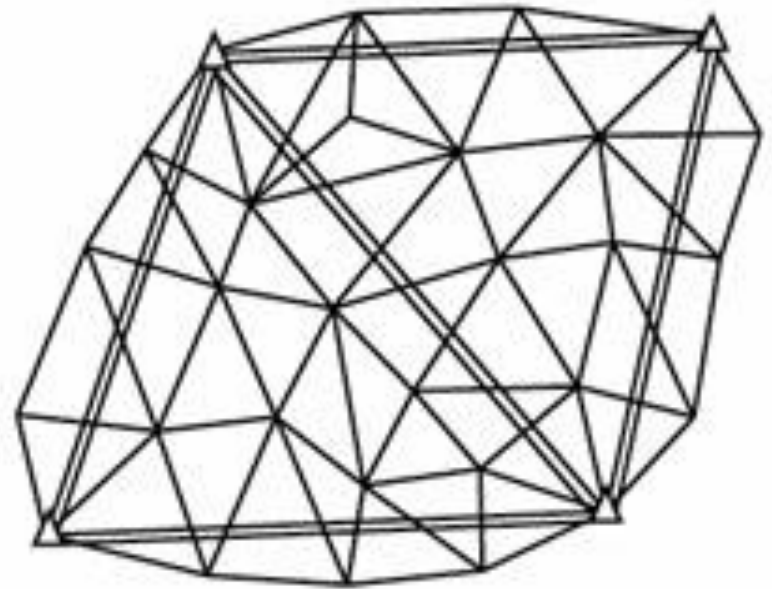
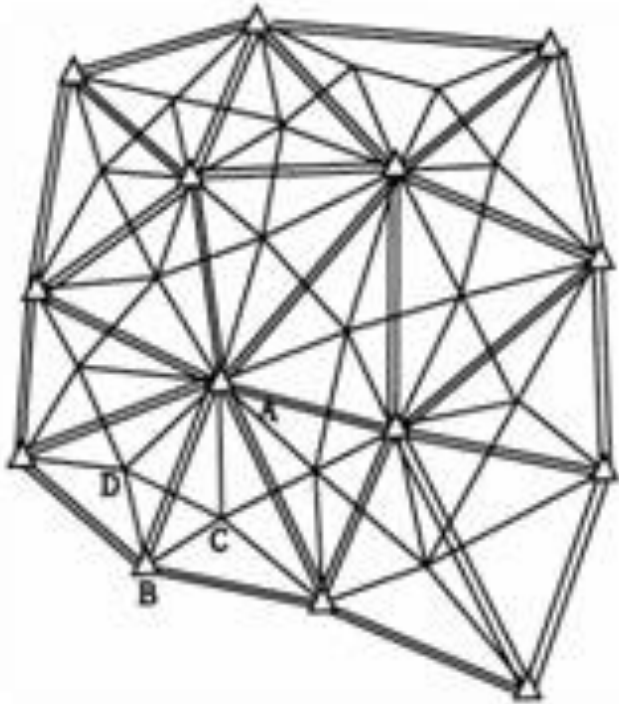


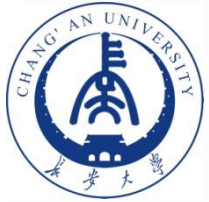


1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 三、四等三角网（点）





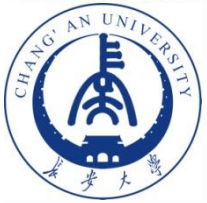
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 导线控制网

导线测量在控制面积、检核条件等方面不如三角测量，但它具有布设灵活，推进迅速，易克服地形障碍等显著的优点。随着全站仪的不断改进，导线测量的应用越来越广，如用来代替三、四等三角网控制大比例尺测图、城市导线控制测量、军事上阵地联测等。

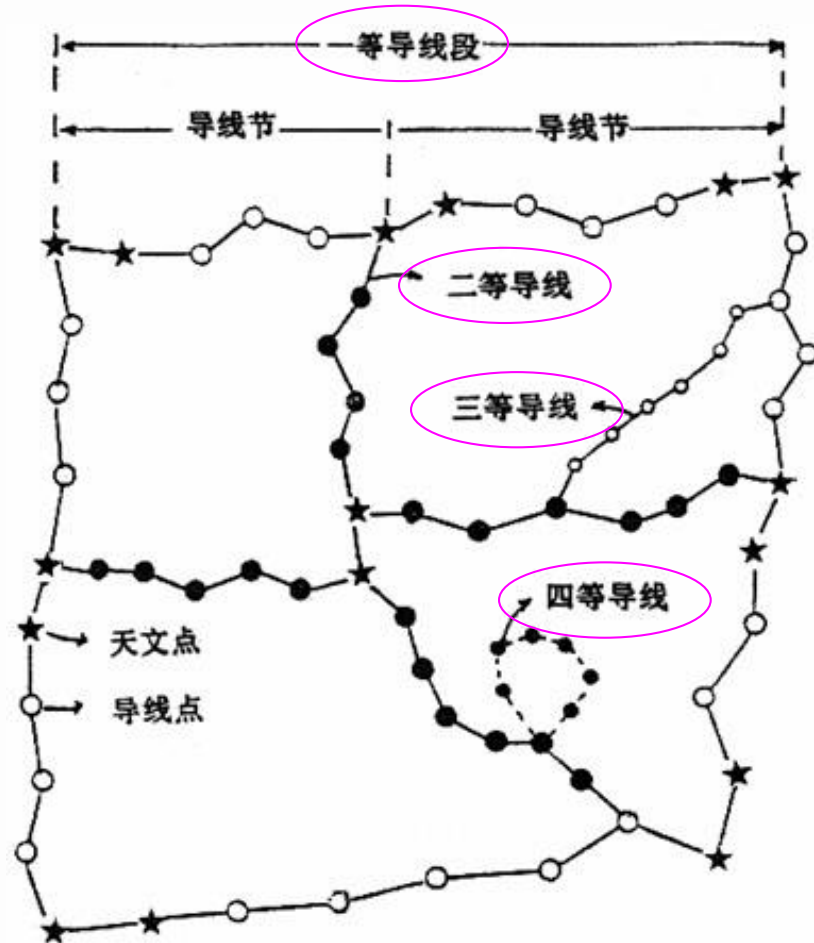


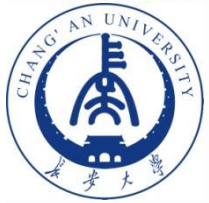


1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 导线控制网



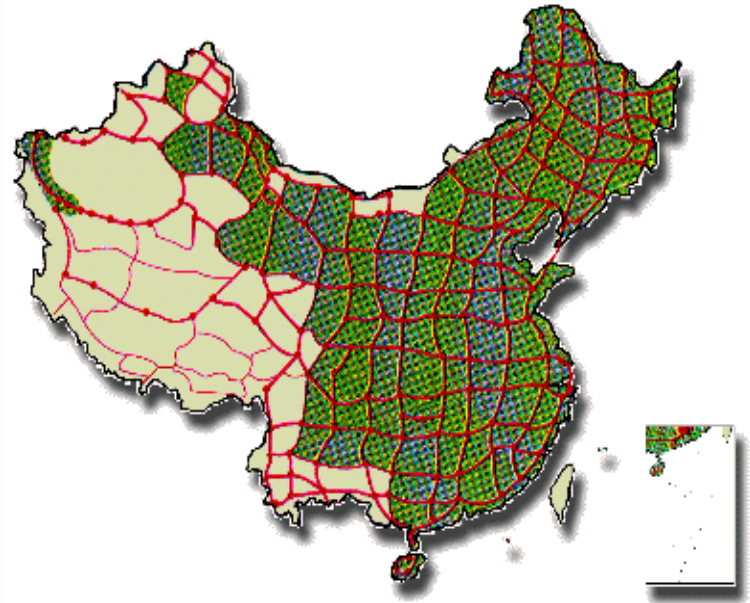


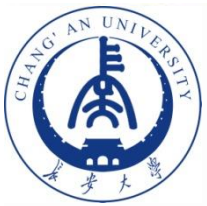
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 天文大地网

我国**第一期天文大地网**，1951年开始布设，1971年完成测量工作，1982年完成网的整体平差工作，包括一等三角锁系、二等三角网、部分三等网和导线，有近5万个控制点，467条起始边和916个起始方位角。



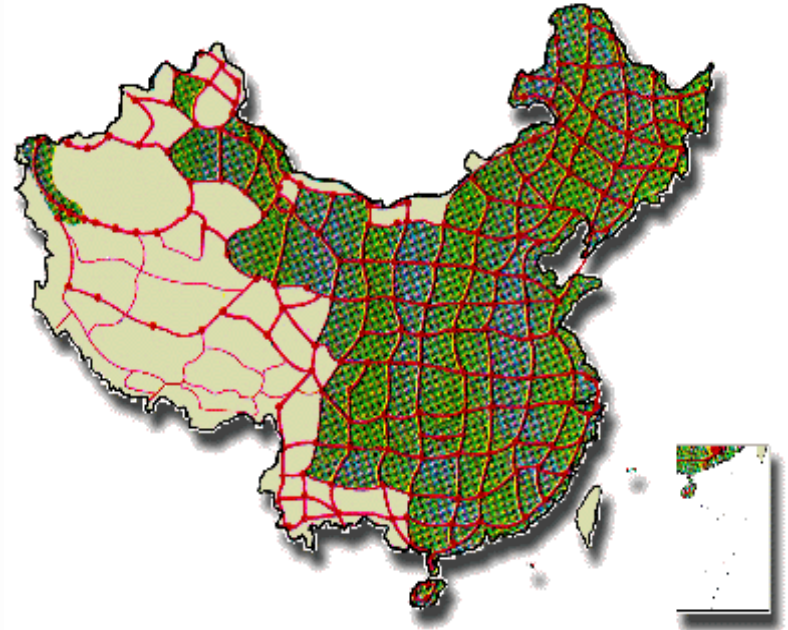


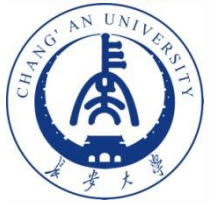
1. 水平控制网的建立

三、国家水平大地控制网的布设方案

● 天文大地网

2003年我国又完成了**地面网与空间网的联合平差**工作，它是在1982年平差的基础上，增加了全国高精度GPS网等空间测量数据，获得了全国约5万个点的地心坐标，建立了我国新一代的坐标系 - CGCS2000。





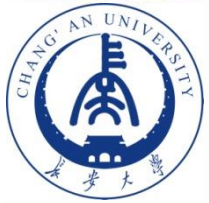
1. 水平控制网的建立

四、水平大地控制网的布设

- 技术设计
- 实地选点
- 造 标
- 埋 石

技术设计包括收集资料和图上设计，即在地形图上选出满足设计要求的点的位置及最佳图形。**实地选点**就是将图上设计内容落实到实地，按点的位置要求选定点的最佳位置。





1. 水平控制网的建立

四、水平大地控制网的布设

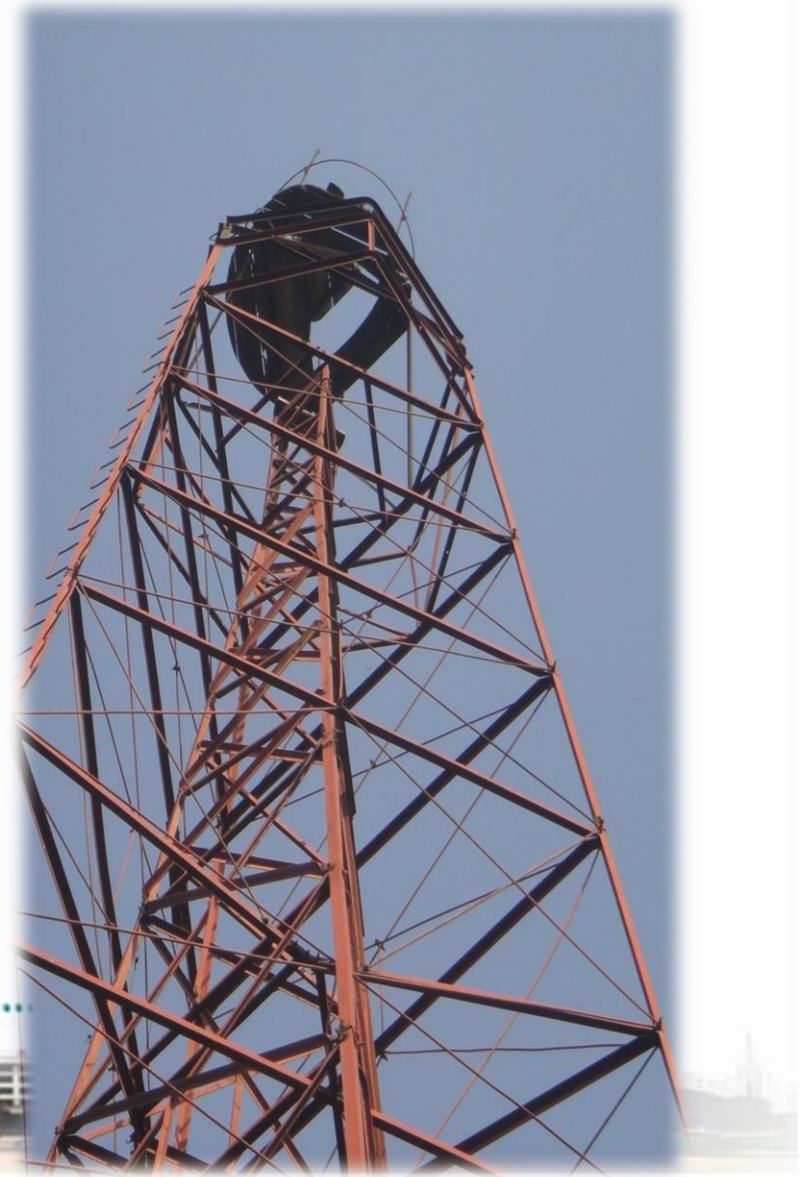
- 技术设计
- 实地选点
- 造 标
- 埋 石

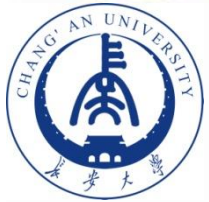
国家三角点或导线点之间相距一般较远，直接看不到对方，常要**造大地觐标**用来指示点的具体位置。**埋石**，即埋设中心标石，将其作为控制点位的永久性标志。





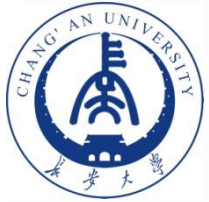
长安大学大地测量站标





长安大学大地测量站标



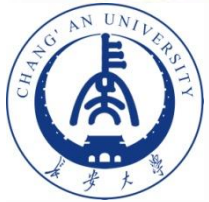


2. 高程控制网的建立

国家高程控制网基本概况

目前，**国家高程控制网**主要是用水准测量方法建立起来的，也称为国家水准网，它是确定地面高程的基础。国家水准测量分为四个等级，其中**一、二等称为精密水准测量**，**三、四等称为普通水准测量**。





2. 高程控制网的建立

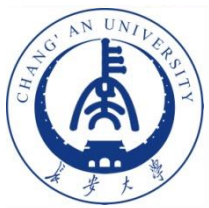
一、国家高程控制网的作用

国家高程控制网在全国范围内按统一规格布设测定，它的**主要作用**是：

- ① 作为各种比例尺地形图的高程控制基础；为各项工程建设和国防建设提供高程数据。
- ② 精密水准测量取得的结果可以确定大地水准面和海面地形，是研究地球形状、大小的重要资料，

也是研究地壳垂直形变、地震预报的重要数据。

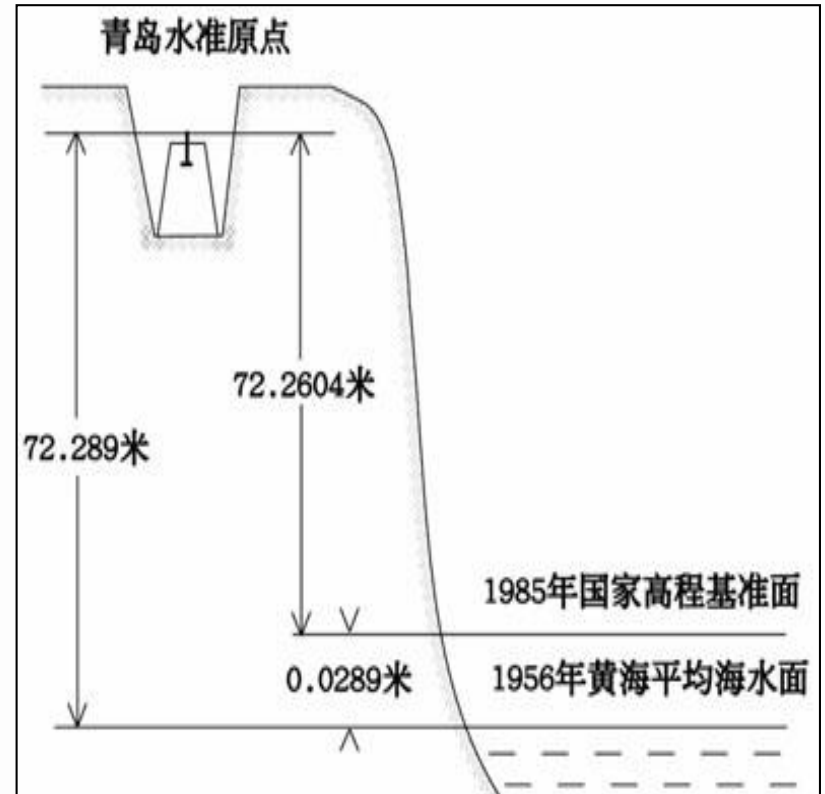


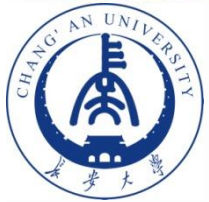


2. 高程控制网的建立

二、高程起算面及水准原点

世界上绝大多数国家和地区都选取海水面的平均位置作为高程起算面。我国：
1956年黄海平均海面
1985年国家高程基准
水准原点：高程的起算点，位于青岛观象山。

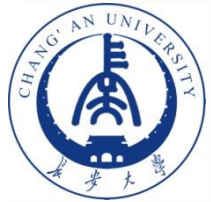




中华人民共和国水准原点

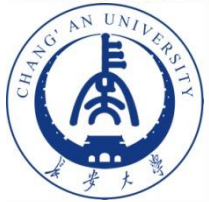


思考： 国家水准零点的高程如何获取？



国家海洋局常州吕泗验潮站





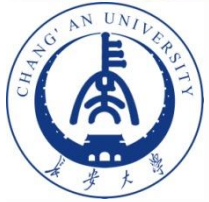
国家海洋局常州吕泗验潮站





国家海洋局常州吕泗GPS验潮站



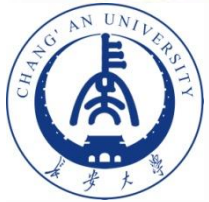


2. 高程控制网的建立

三、国家水准网的布设原则

国家水准网的布设原则与水平控制网布设原则类似，也采用由高级到低级，从整体到局部的方法分四个等级布设，逐级控制，逐级加密。而且各级水准路线一般都要求自身构成闭合环线，或闭合高一级水准路线上构成环形，以控制系统误差的积累和便于低一级水准路线的加密。



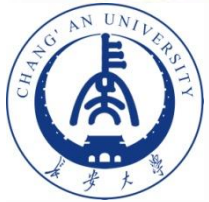


2. 高程控制网的建立

四、高程控制网的布设

- 技术设计
- 实地选点
- 造 标
- 埋 石



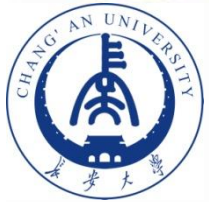


3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

- IGS网（国际GPS服务网）
 - 国家GPS A、B级网
 - 国家GPS 一、二级网
 - 中国地壳运动观测网络
-

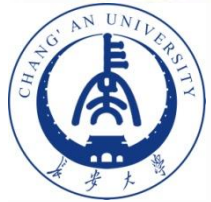




3. 三维控制网的建立



高精度GPS静态测量

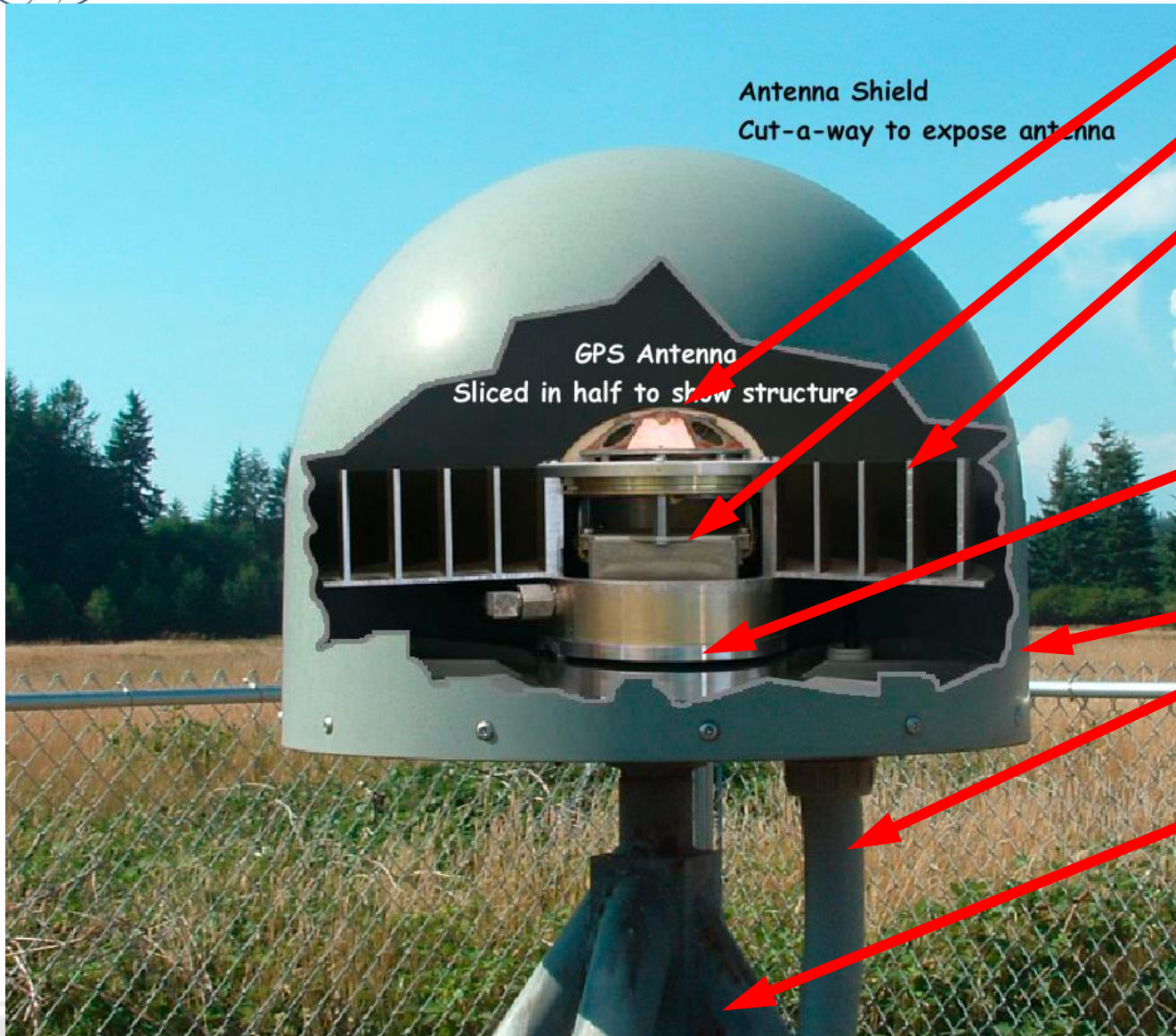


长安大学GPS连续跟踪站（CORS站）





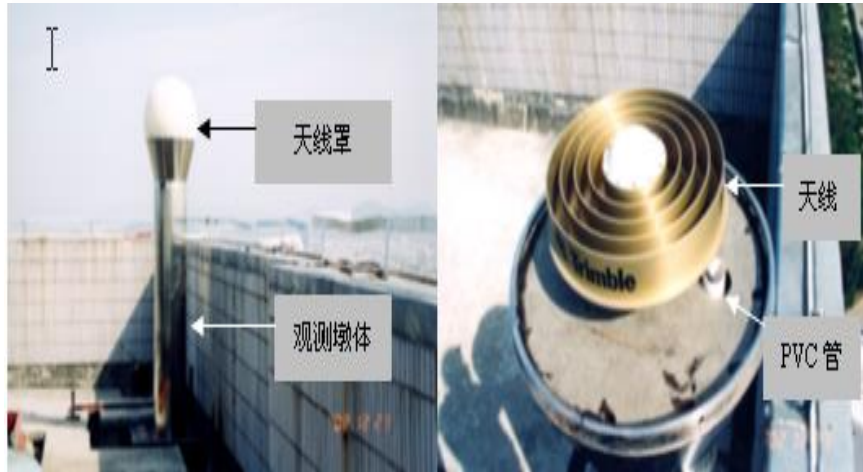
Anatomy of a GPS Antenna

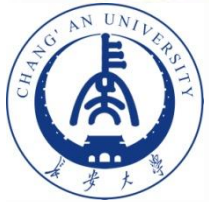


- Antenna
- Signal Amplifier
- Choke ring (to dampen unwanted signals)
- Antenna mount
- Dome
- Power & signal cable
- Tripod supports

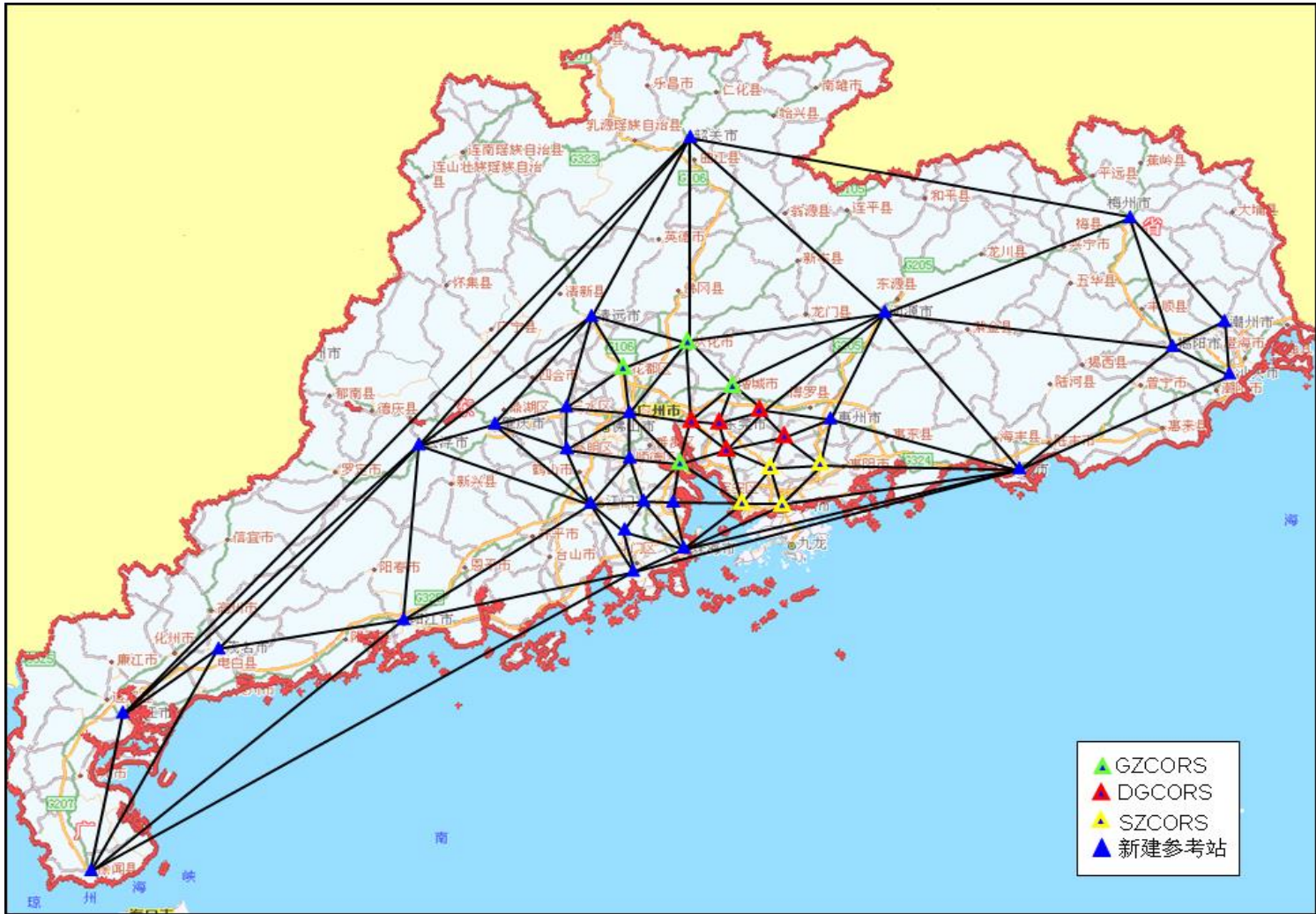
3. 三维控制网的建立

广东东莞连续运行CORS系统

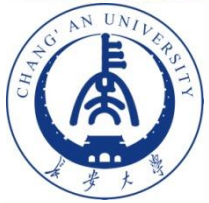




3. 三维控制网的建立



广东省CORS系统



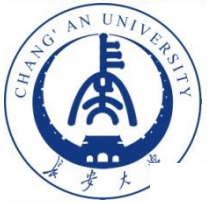
3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

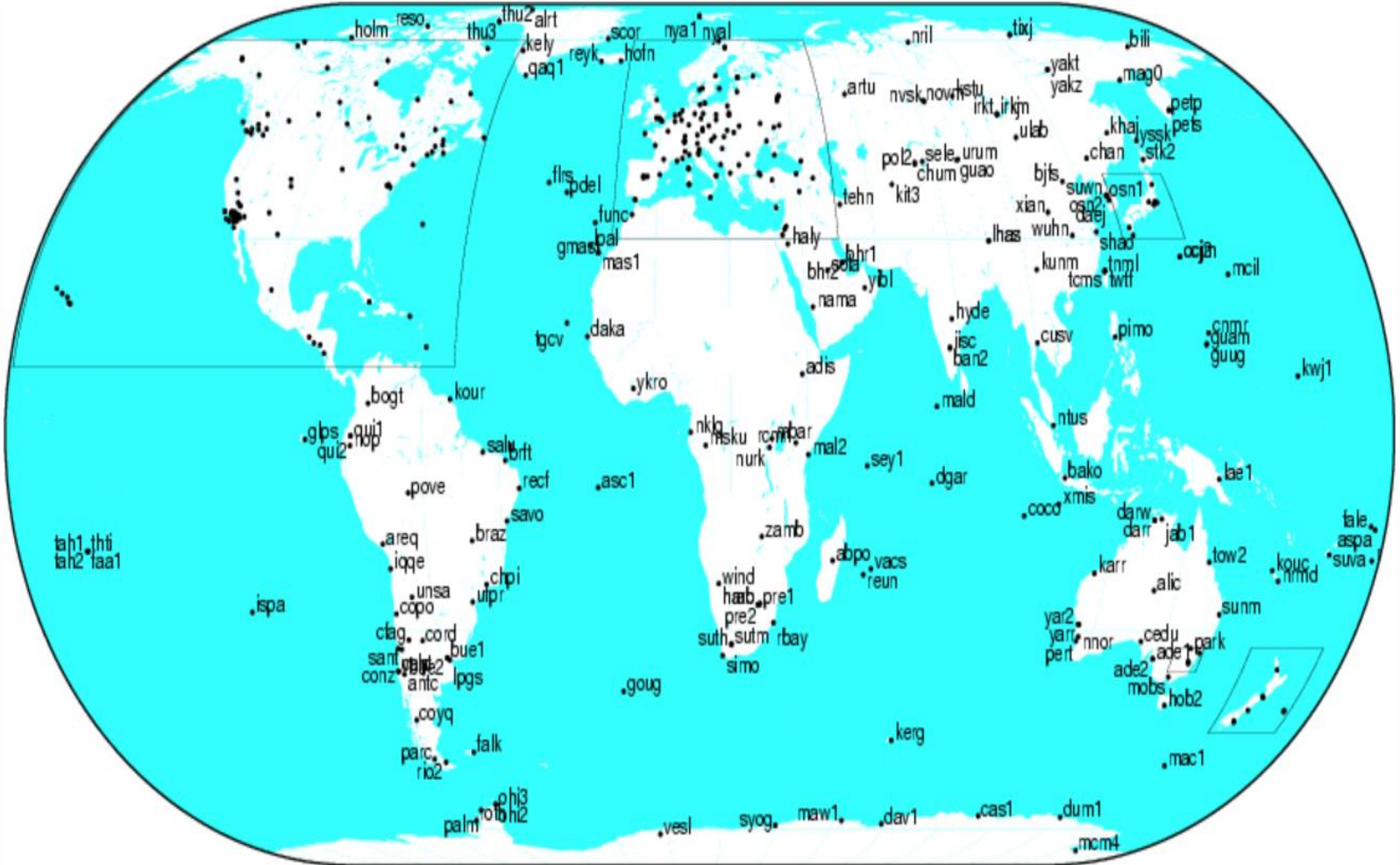
● IGS网（国际GPS服务）

IGS由IAG成立于1992年，1994年正式运行。它无偿向全球用户提供各种GPS信息，在大地测量和地球动力学方面可以支持电离层、气象、参考框架、精密时间传递、地球自转速率及其变化、地壳运动等研究。我国的IGS站有北京、上海、武汉、西安、昆明、拉萨、乌鲁木齐，IGS服务提供这些站的精确地心坐标及速度。



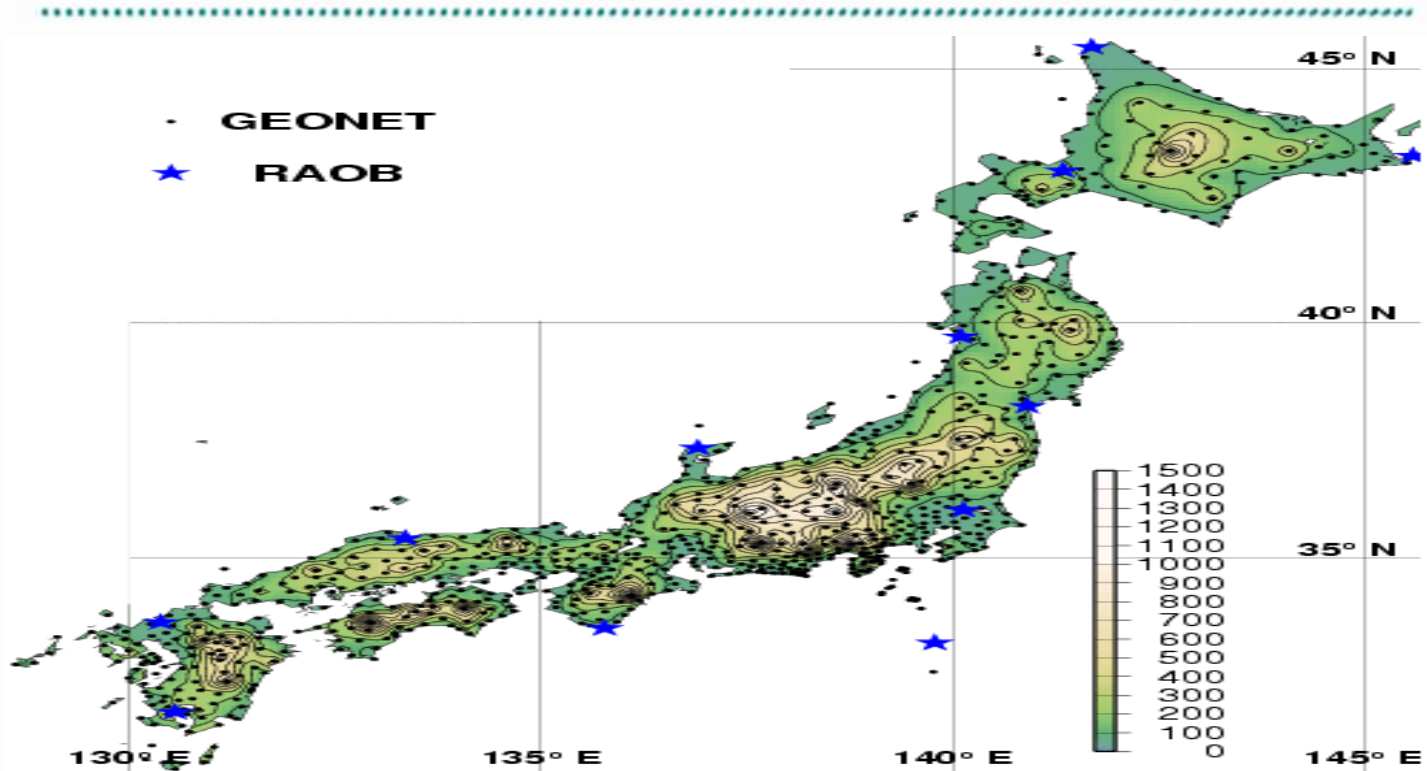


全球最大的CORS系统--IGS





全球最密集CORS系统—日本的GeoNet

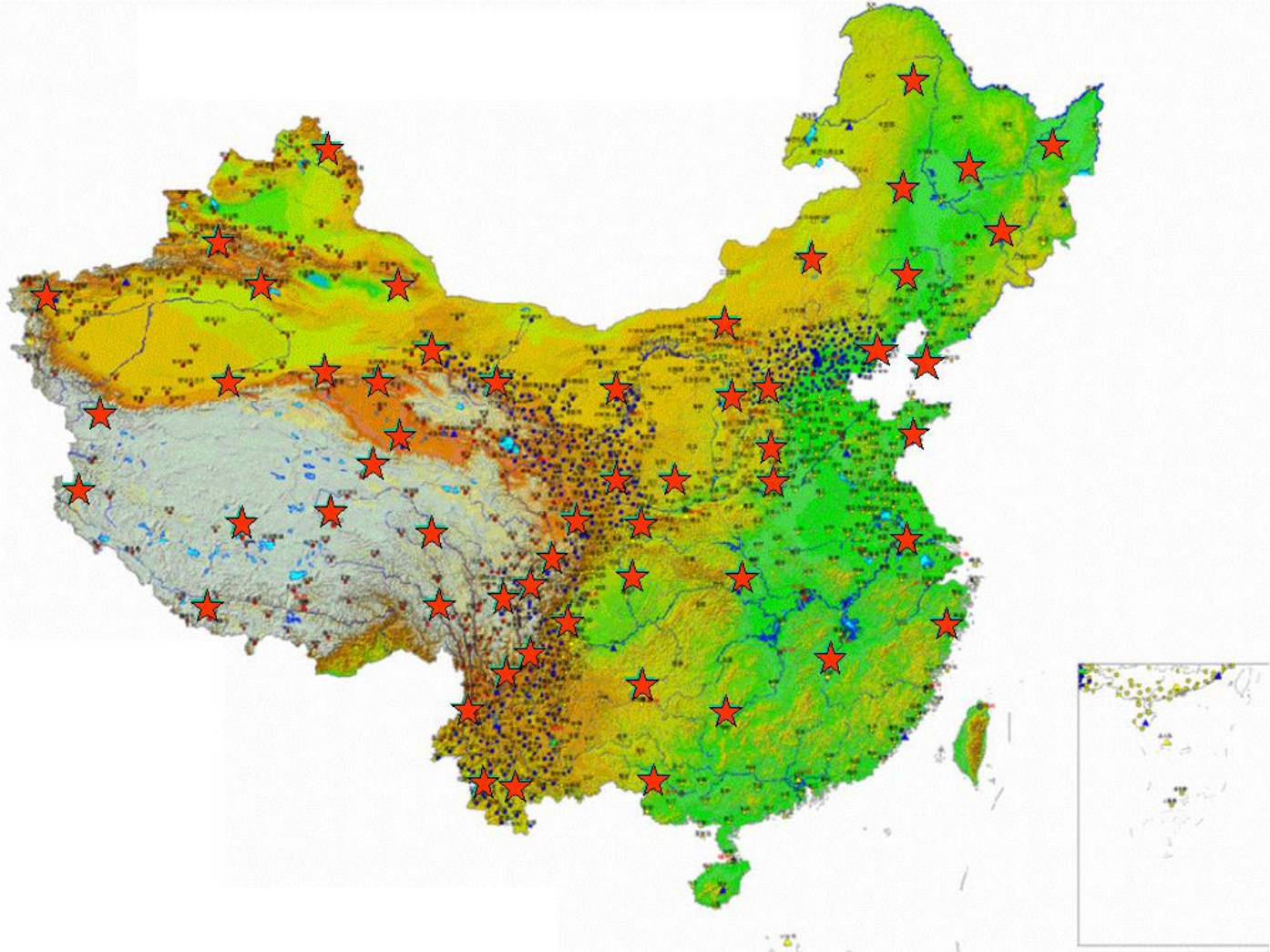


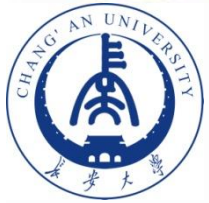
GeoNet网大约由1200个GPS站组成，站间距为15~30Km，这是目前世界上最密集的用于地球科学研究的CORS观测网络。





中国地壳运动观测网络CMONOC





中国大陆构造环境监测网络

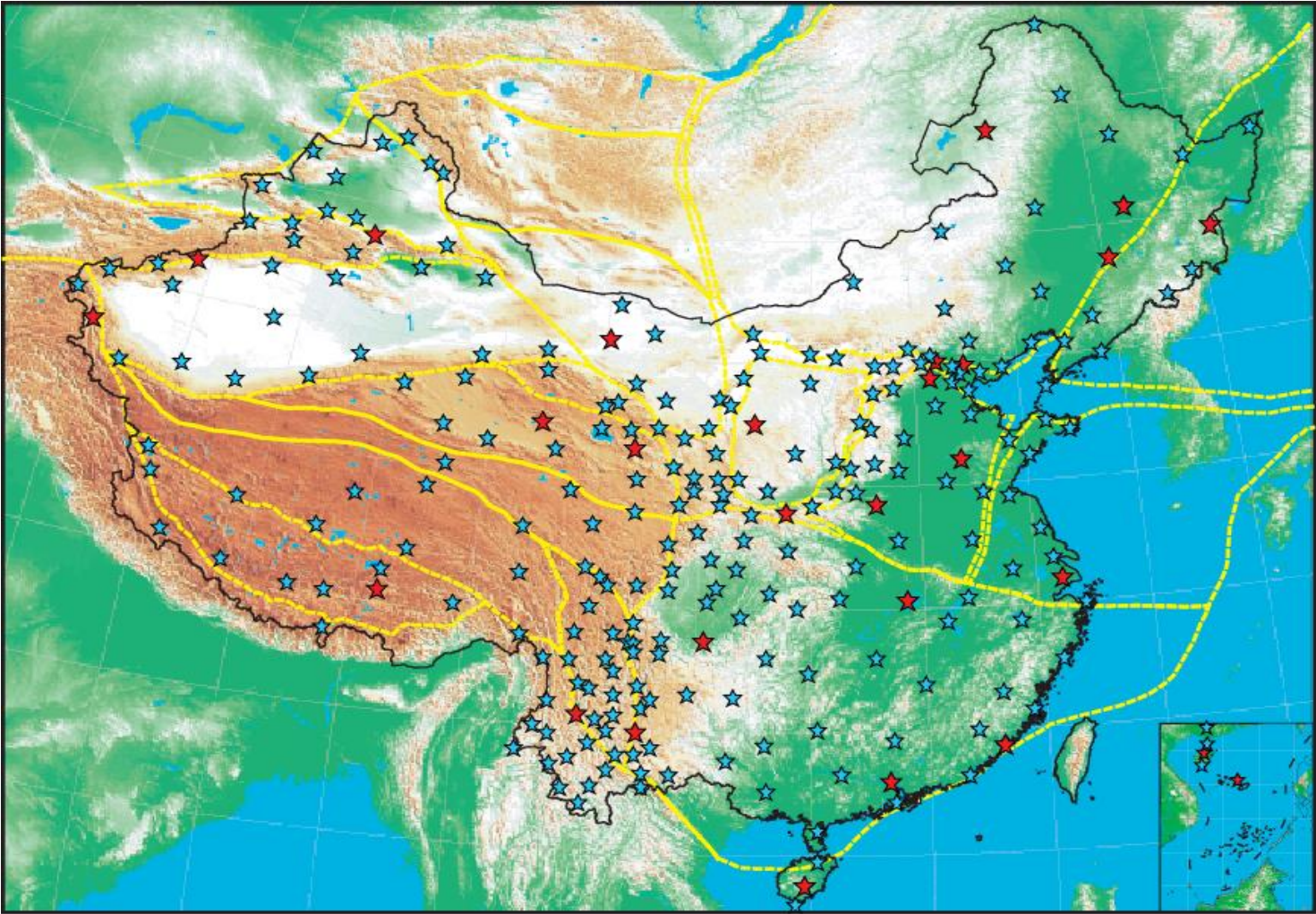
2007年由**中国地震局、总参测绘局、中国科学院、国家测绘局、中国气象局和教育部**六部门联合在“十一五”期间开展国家重大科学工程“**中国大陆构造环境监测网络**（简称“**陆态网络**”）”建设并启动实施，于2011年竣工的陆态网络工程将在全国建成**260**个GPS跟踪站，同时也将成为全国最大的GPS综合服务网。

<http://www.igs.org.cn:8080/>



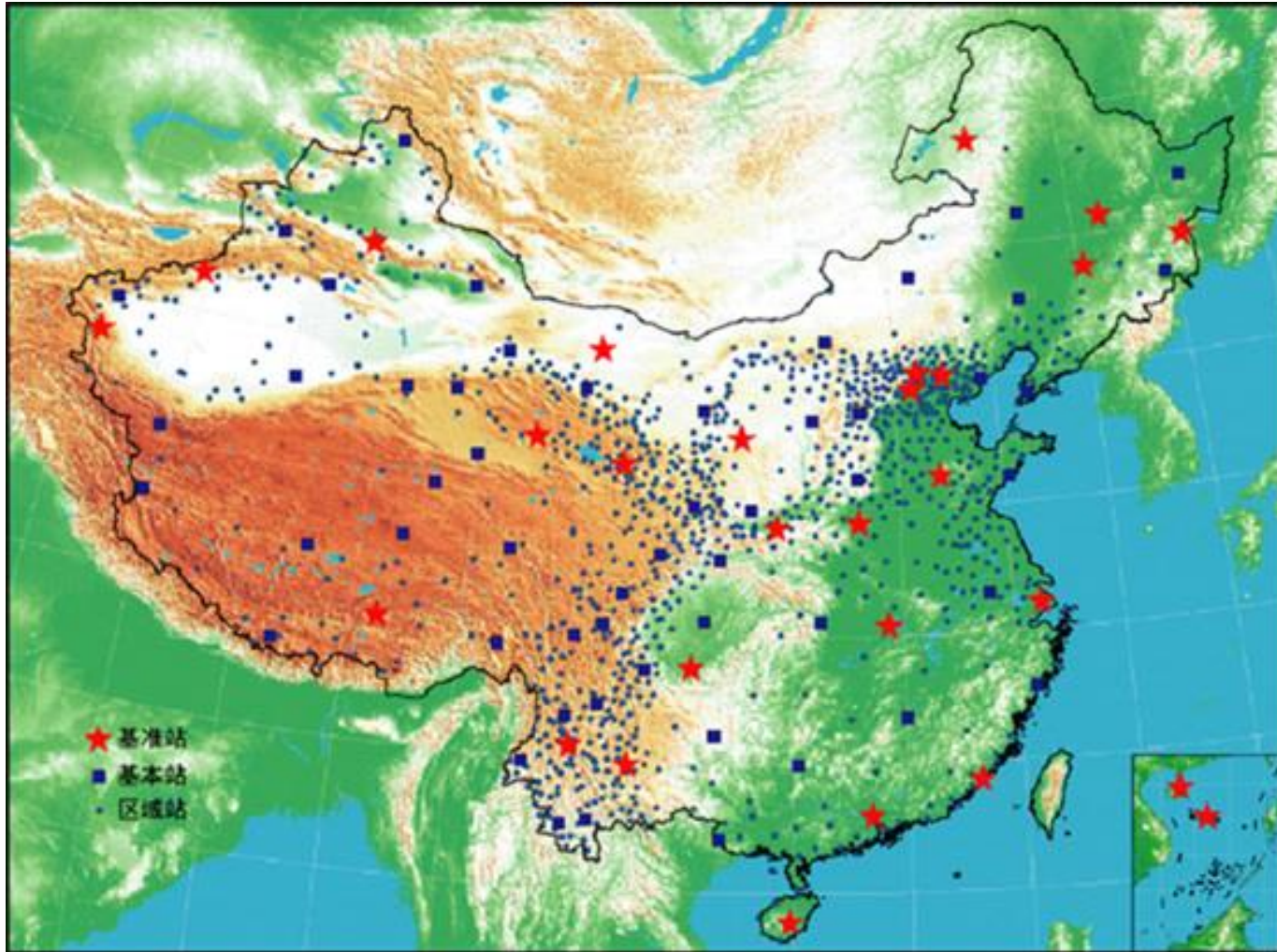


中国大陆构造环境监测网络 (一期)





中国大陆构造环境监测网络 (260个站)

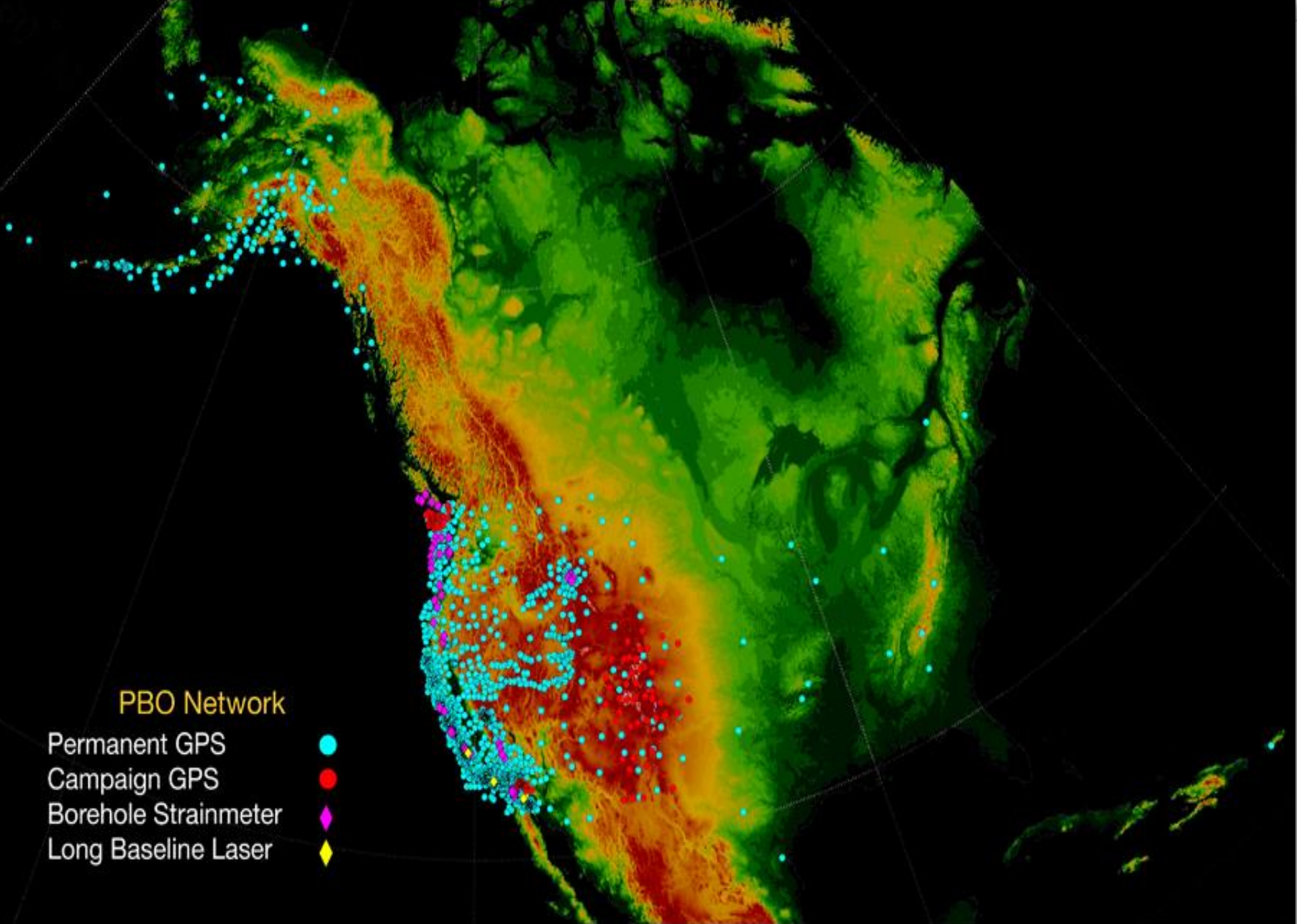




美国PBO监测网

为了充分挖掘GPS技术在全方位立体实时监测地球活动中的潜力，全球众多部门开展了满足不同监测目的GPS监测研究计划，例如全球最大的CORS网IGS、美国科学项目“地球透镜计划”（Earthscope）中的板块边界观测PBO（Plate Boundary Observation）、美国南加州GPS观测网SCIGN计划（The Southern California Integrated GPS Network）、日本的密集GPS观测台阵、中国地壳运动观测网络（二期陆态网络）以及各城市开展GPS综合服务网络等。



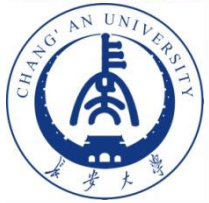


PBO Network

- Permanent GPS
- Campaign GPS
- Borehole Strainmeter
- Long Baseline Laser

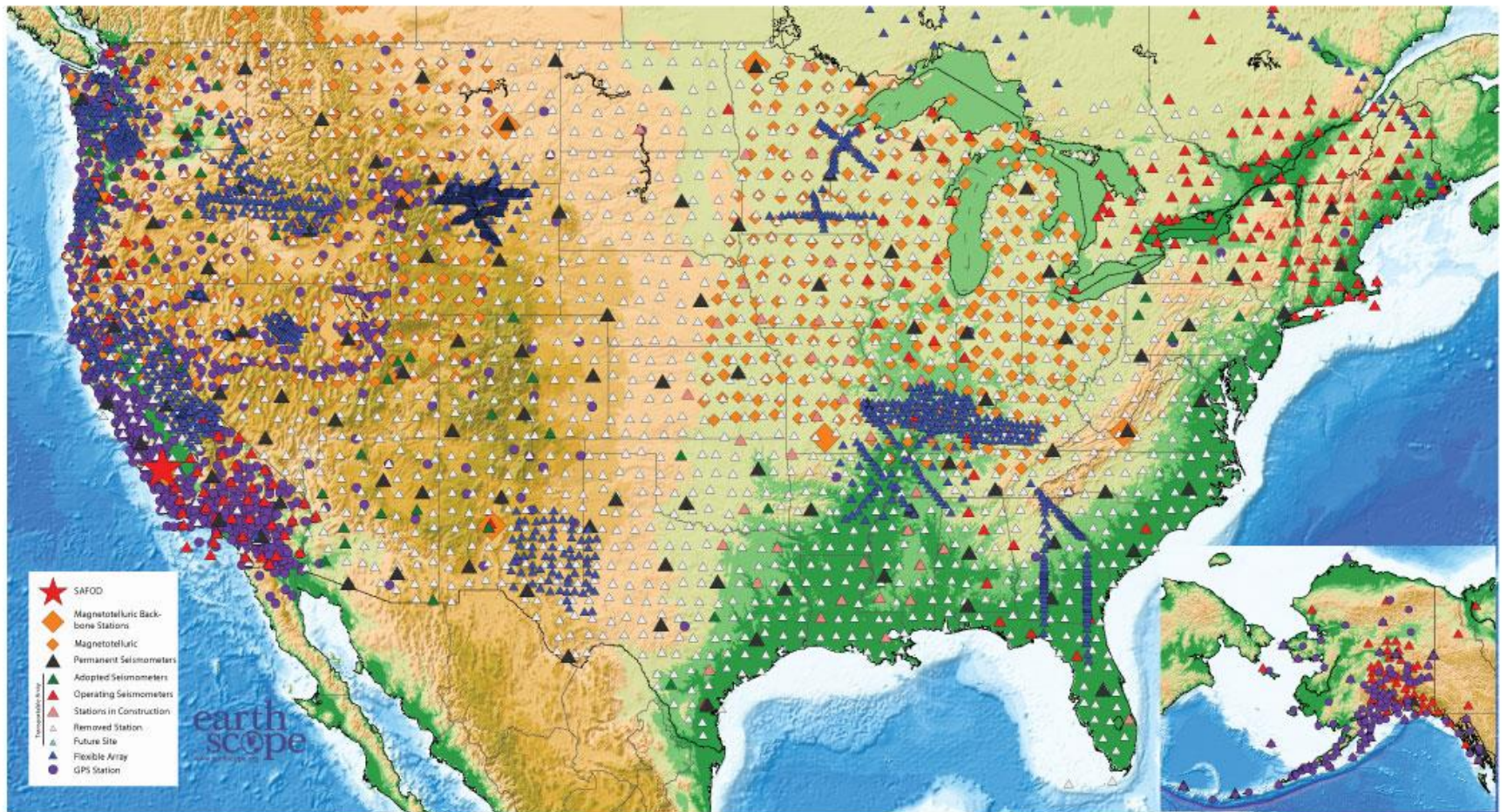


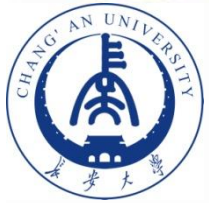
PBO GPS, strainmeter, and seismic network



美国PBO监测网

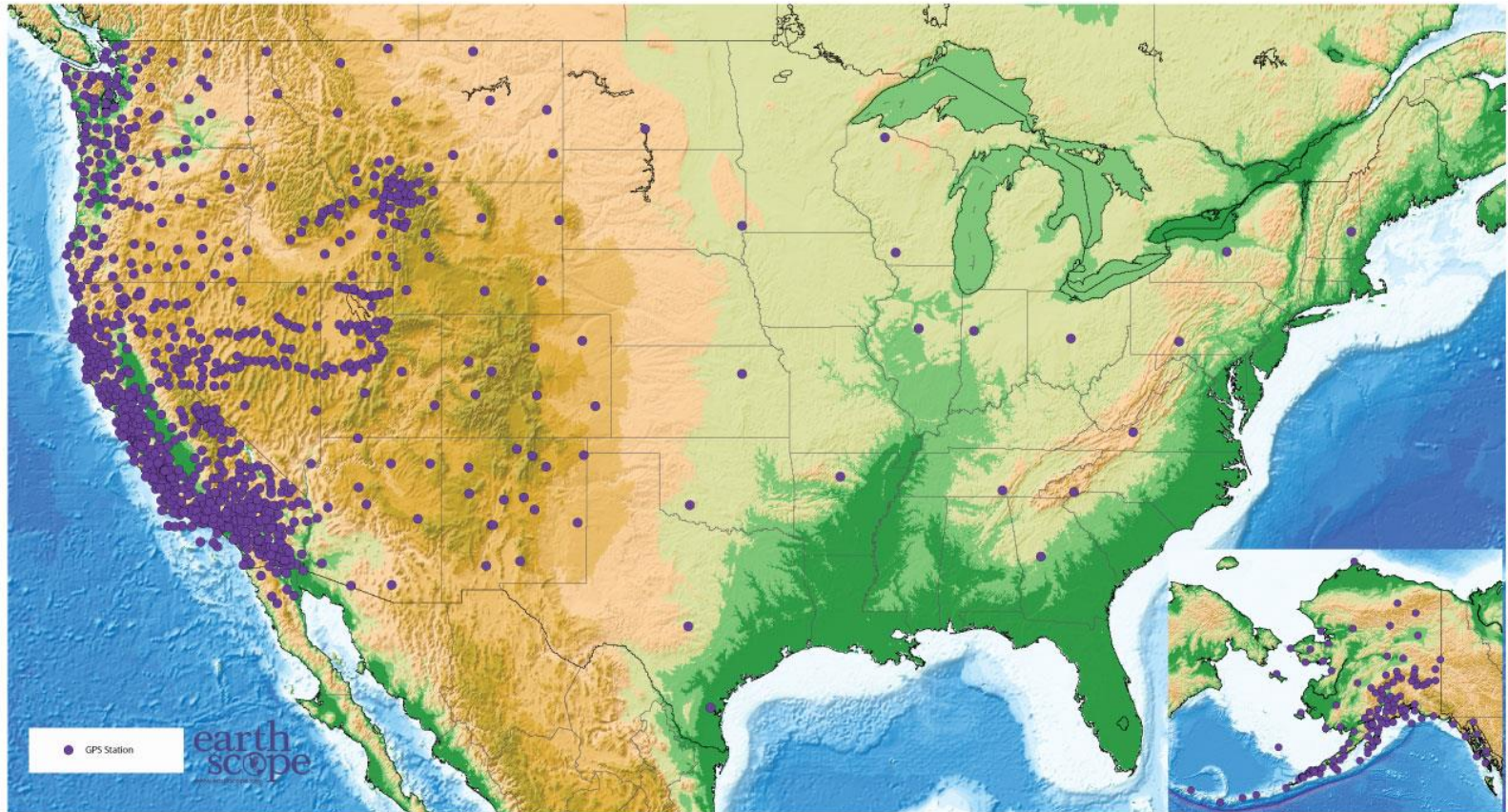
EarthScope Stations Status as of June 2015

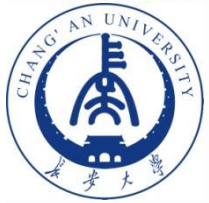




美国PBO监测网

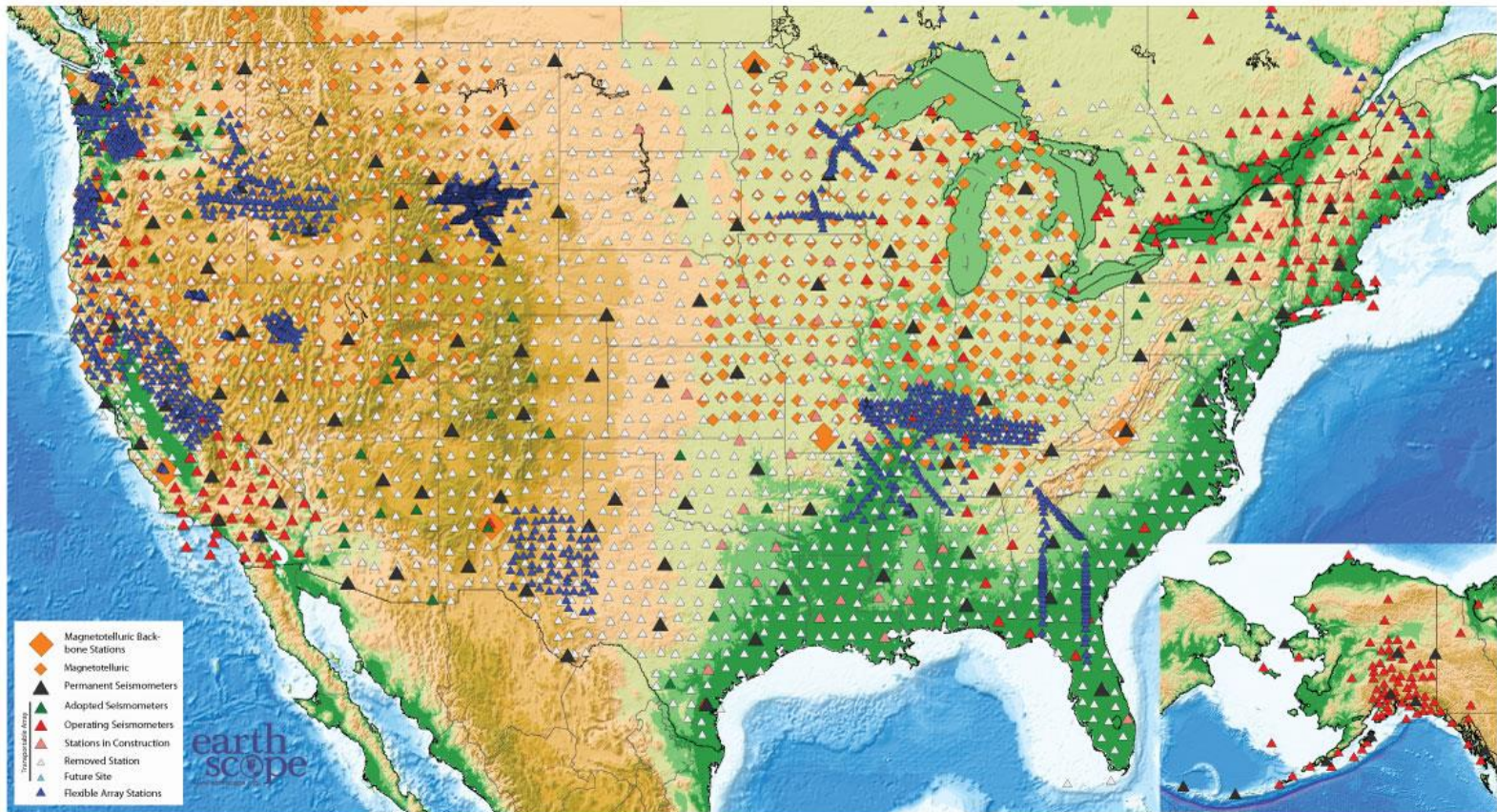
Plate Boundary Observatory Stations

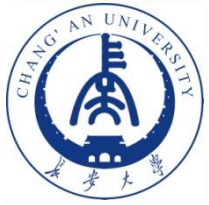




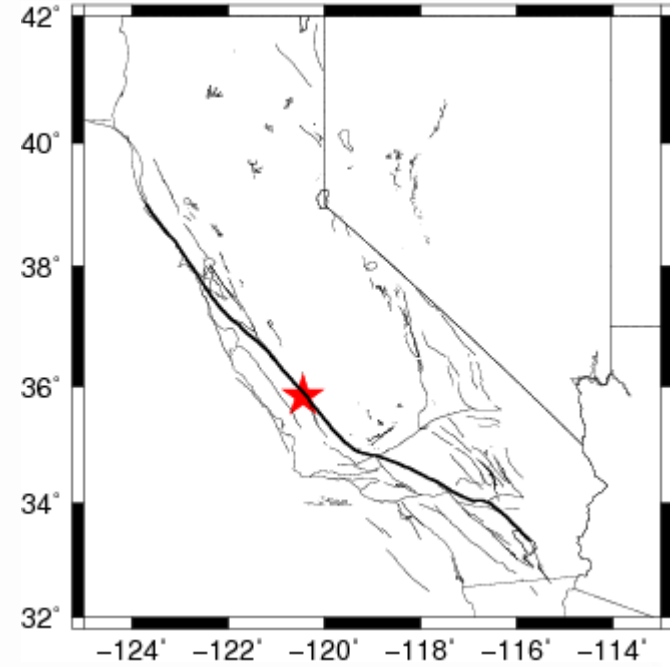
美国PBO监测网

USArray Status as of June 2015



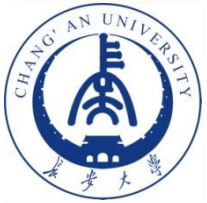


地壳形变监测

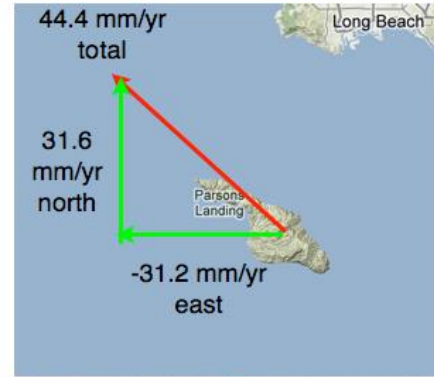
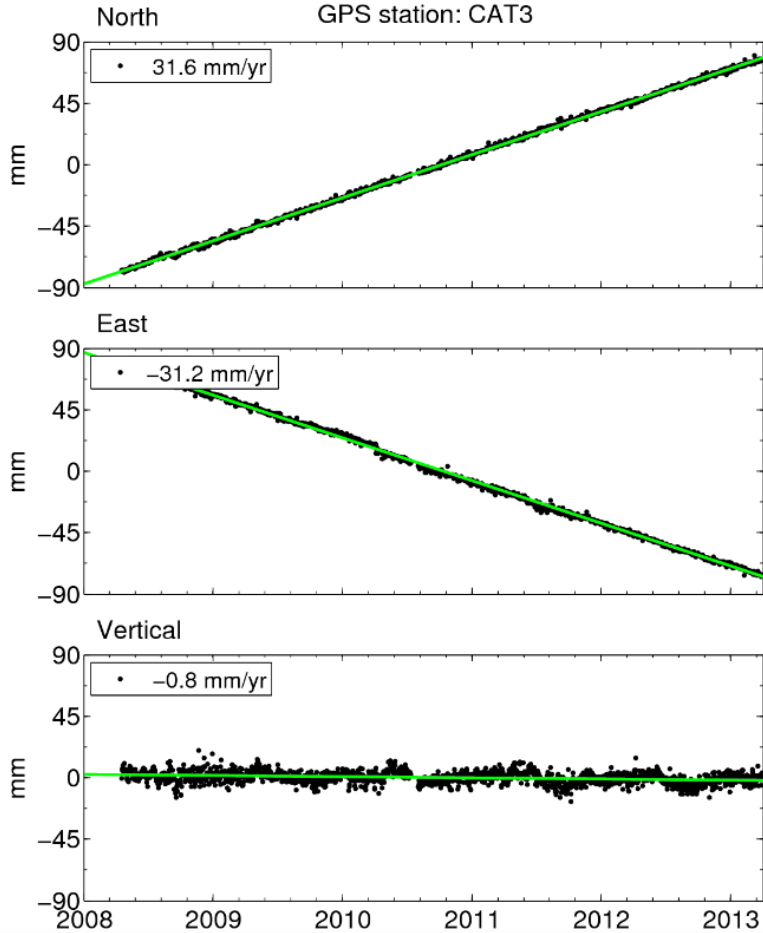


Site MASW is located about 10 km from the San Andreas Fault.

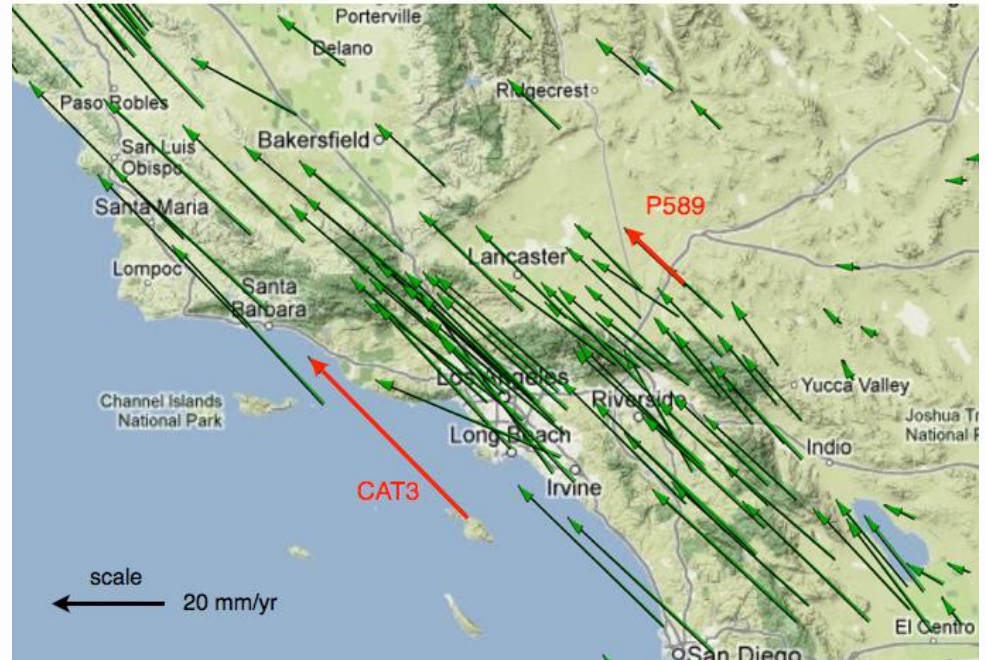




地壳形变监测

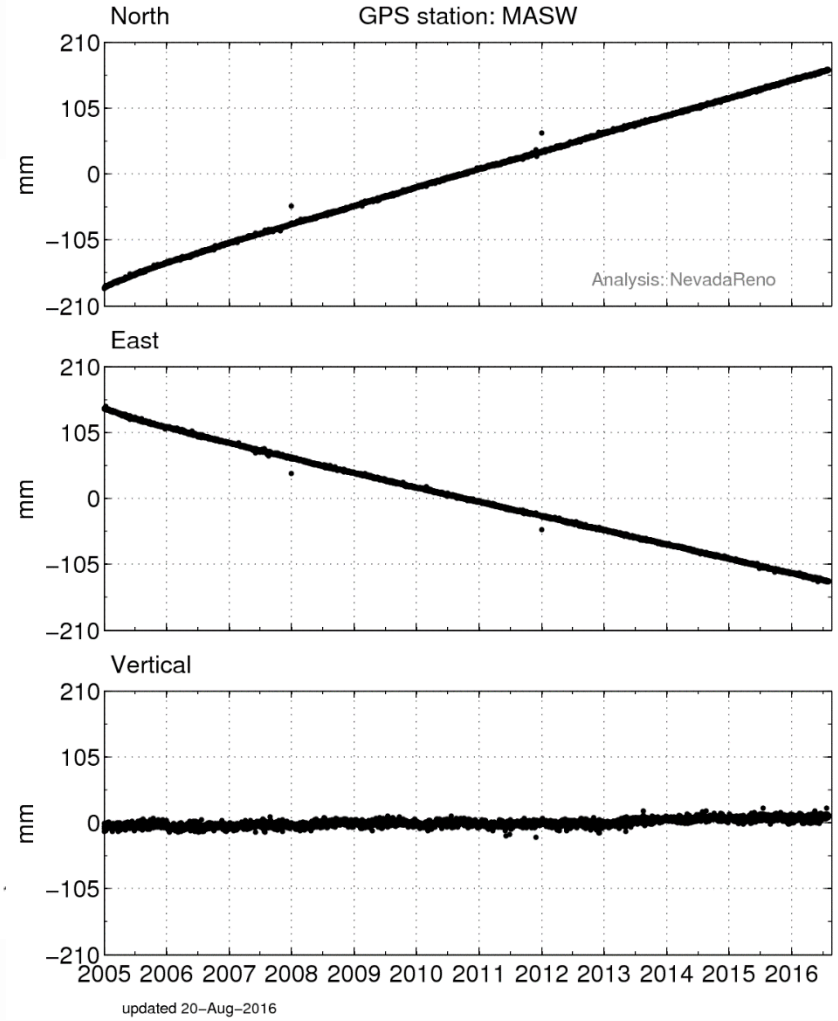
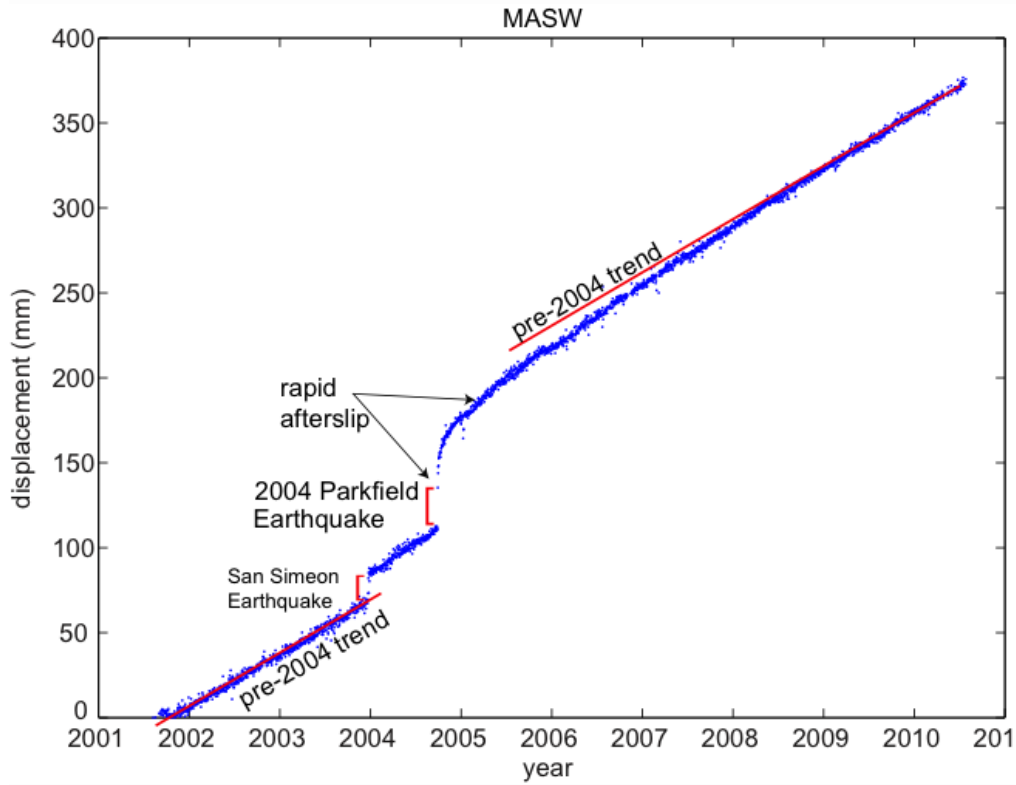


Catalina Island
California



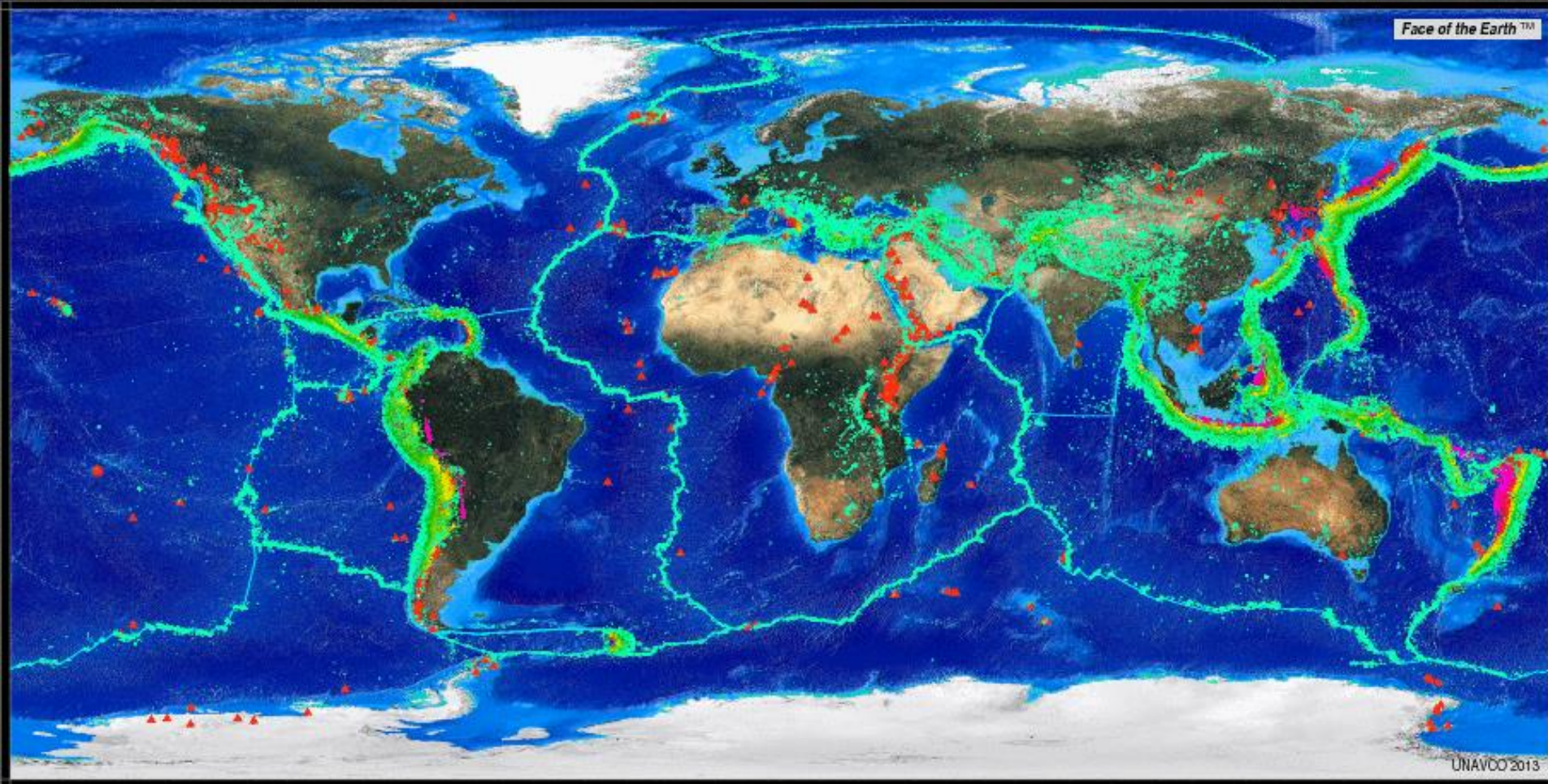


地震监测





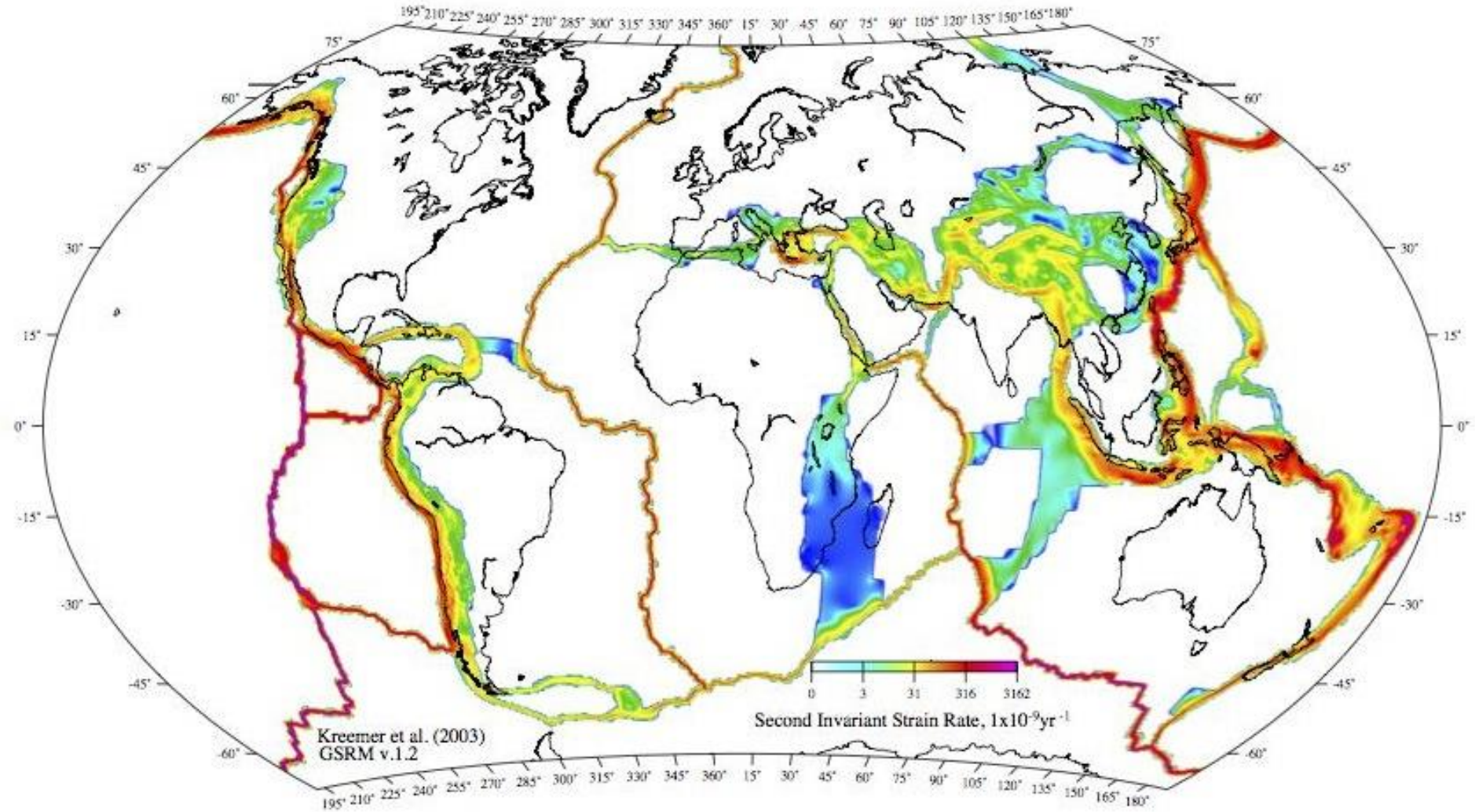
全球火山地震分布

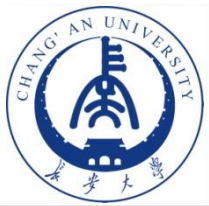


The locations of earthquakes are shown as colored dots. Volcanoes are shown as red triangle; plate boundaries are shown as green lines. (Credit: [UNAVCO Jules Verne Voyager](#) interactive map tool)

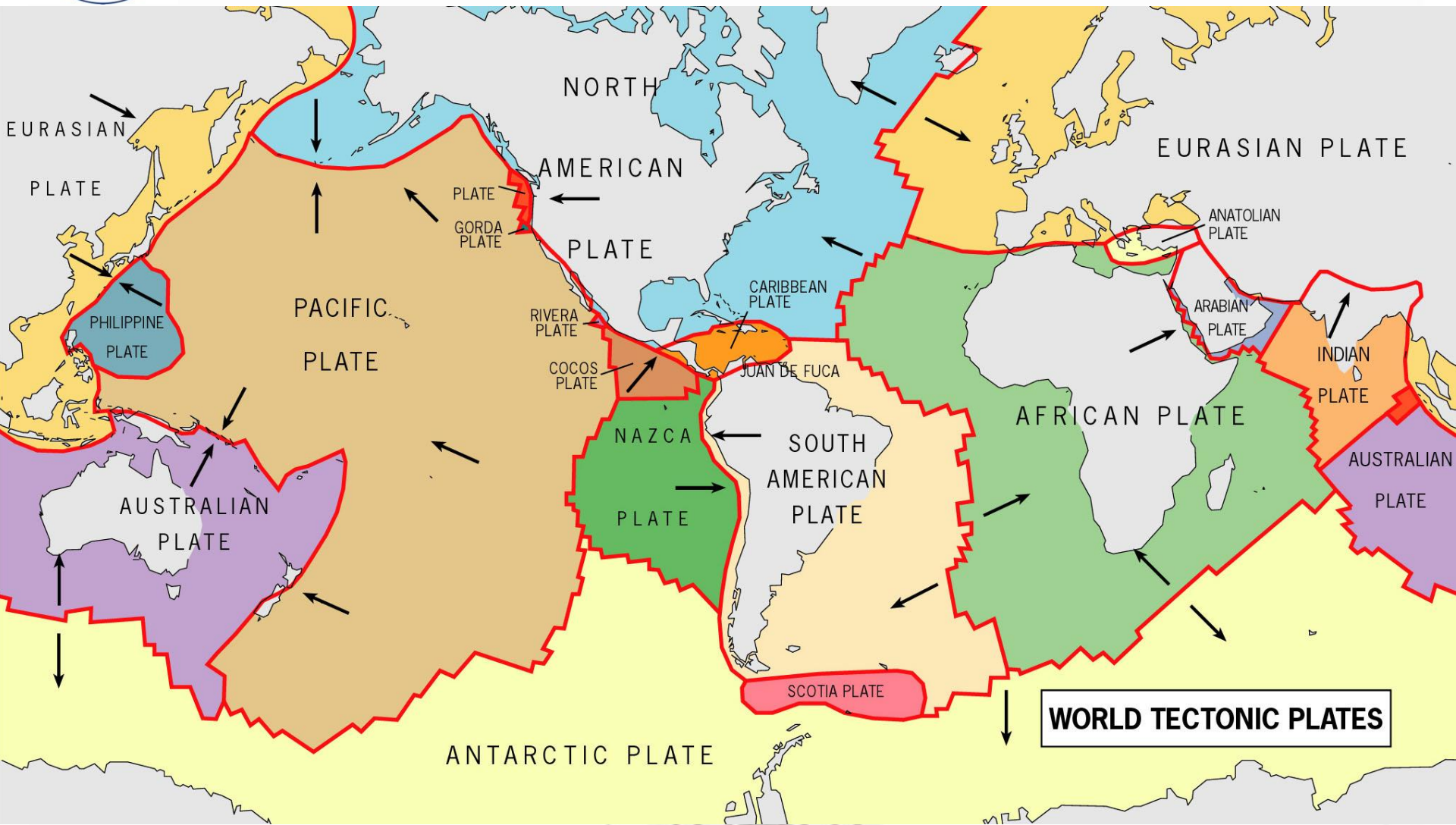


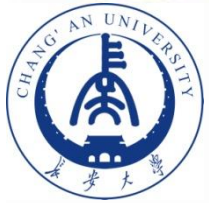
全球应力应变场分布





地壳运动监测





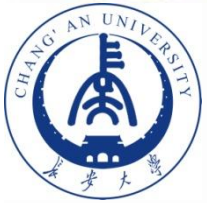
3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

● 国家GPS A、B级网

国家GPS **A级网**于1992年由国家测绘局、中国地震局等单位布测，全网27个点，平均边长约800km。**B级网**由国家测绘局于1991-1995年布测，包括A级点共818个点。B级网的结构在东部点位较密集；中部地区点位密度适中；西部地区点位密度较稀疏。B级网60%的点与我国一、二等水准点重合，其余进行了水准联测。

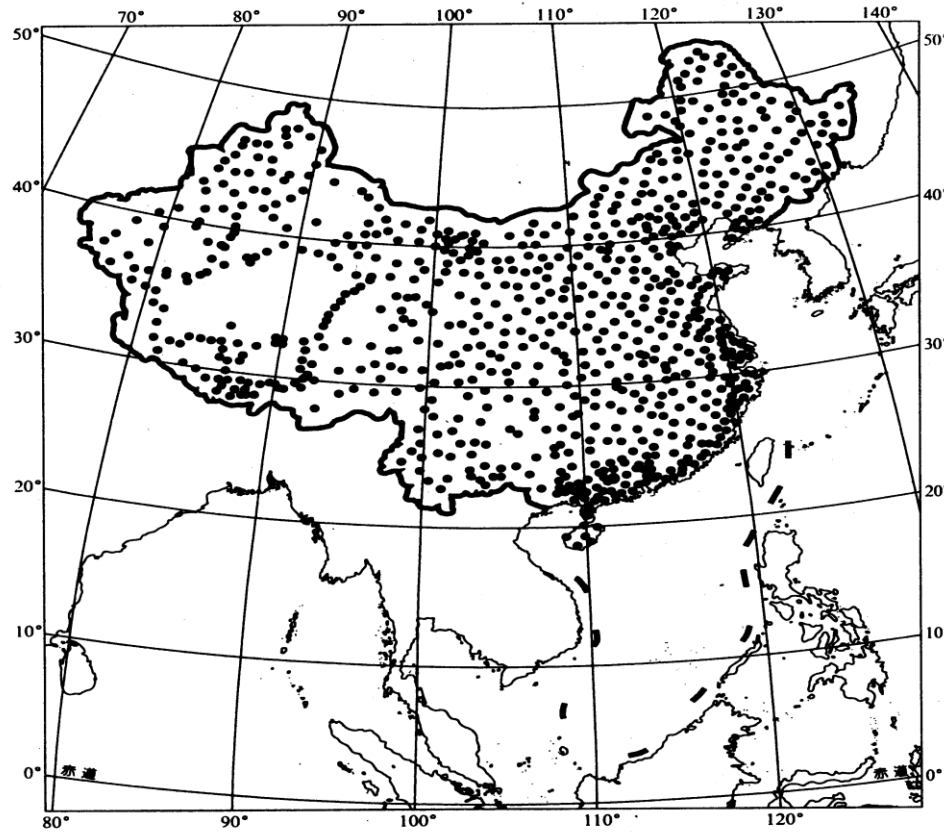


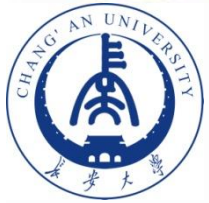


3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

● 国家GPS A、B级网





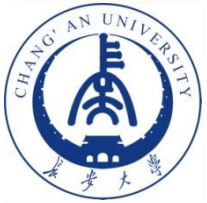
3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

● 全国GPS 一、二级网

全国GPS一、二级网于1991-1997年由总参测绘局布测，全网534个点，在全国陆地（除台湾省）、海域均匀分布，还包括南沙重要岛礁。一级网44点，平均边长约800km，于1991~1992年观测；二级网490点，在一级网基础上布设，于1992~1997年施测，平均边长约200km。一、二级网点均进行了水准联测。



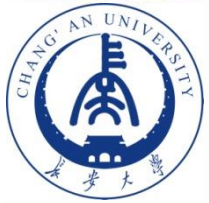


3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

● 全国GPS 一、二级网





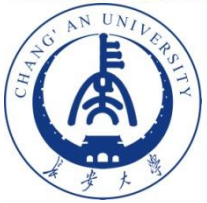
3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

● 中国地壳运动观测网络

由中国地震局、总参测绘局、国家测绘总局、中国科学院四个单位于1998年开始布测，是以地震预报为主兼顾测量需要的监测网，共1081点，主要分布在大板块和地震活跃区附近。**基准网点**间距1000km左右，为GPS常年连续观测点；**基本网点**间距约500km，为定期复测点；**区域网点**间距约几十到百公里，不定期复测。

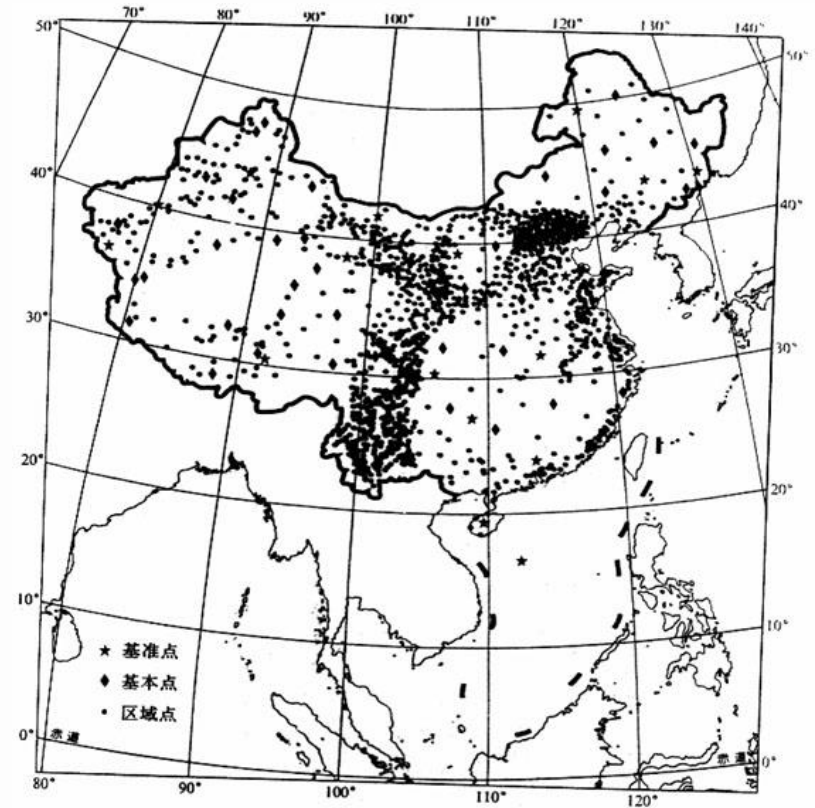
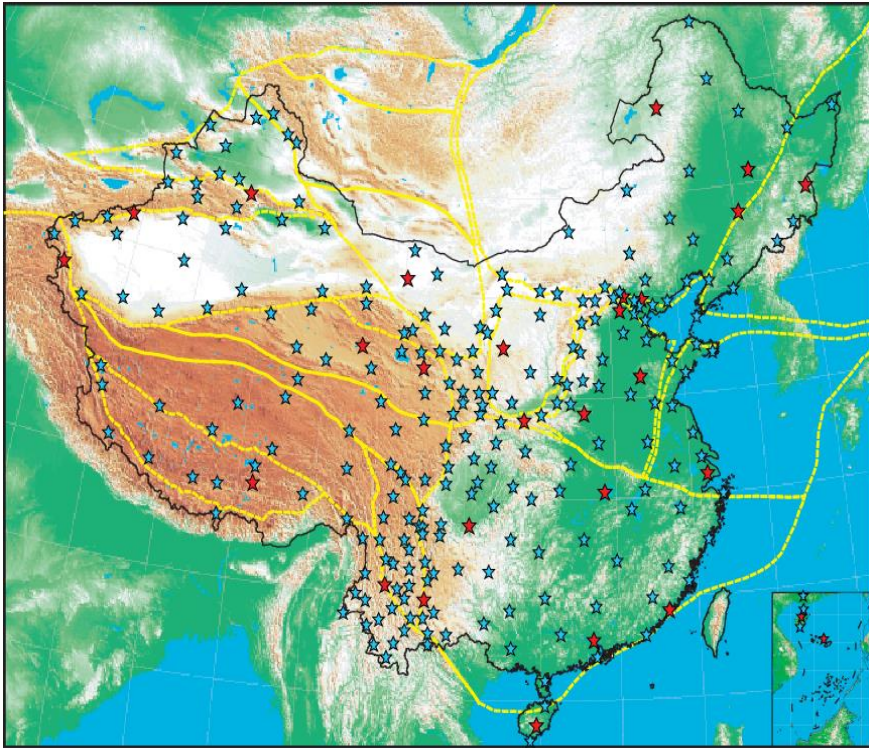




3. 三维控制网的建立

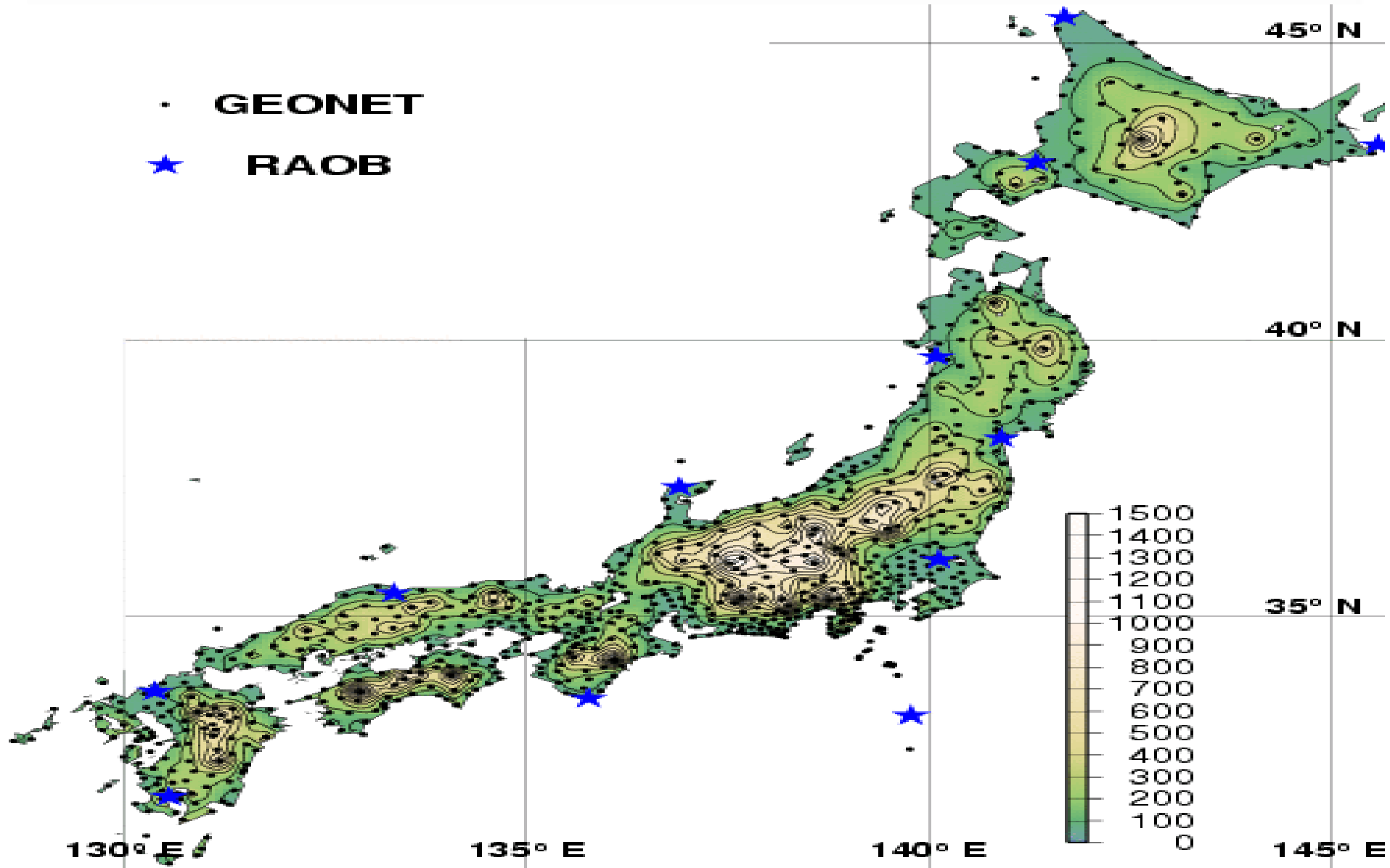
一、全球及全国性的高精度GPS控制网

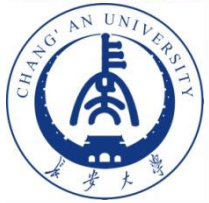
● 中国地壳运动观测网络





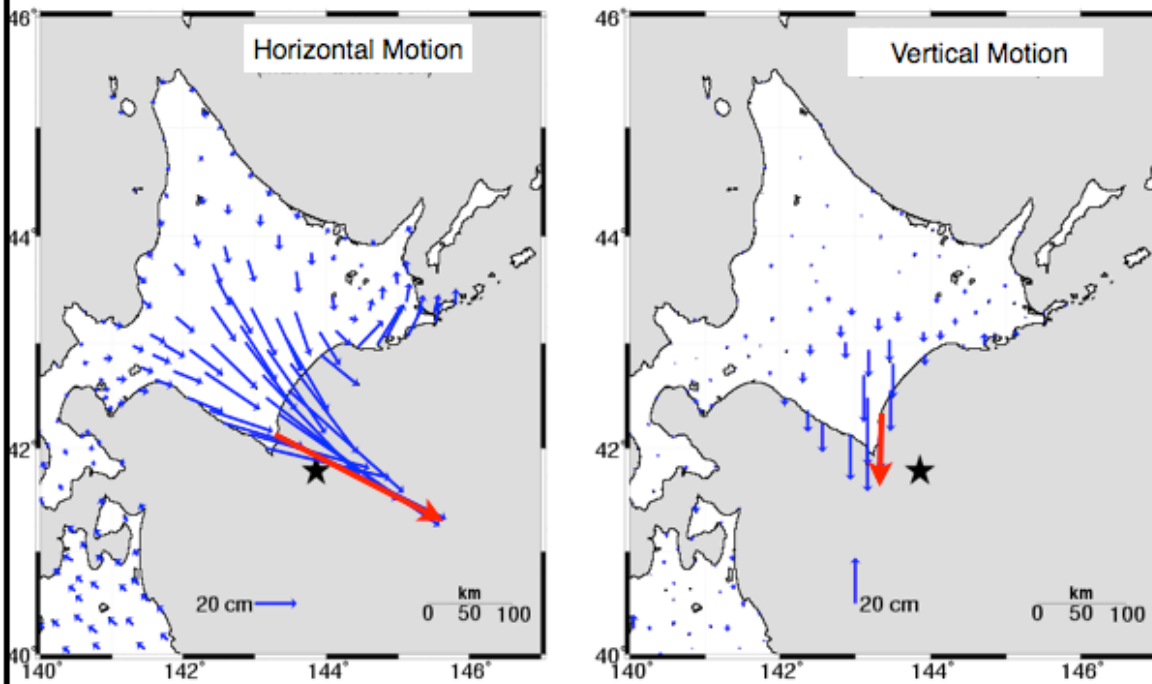
日本GEONET网





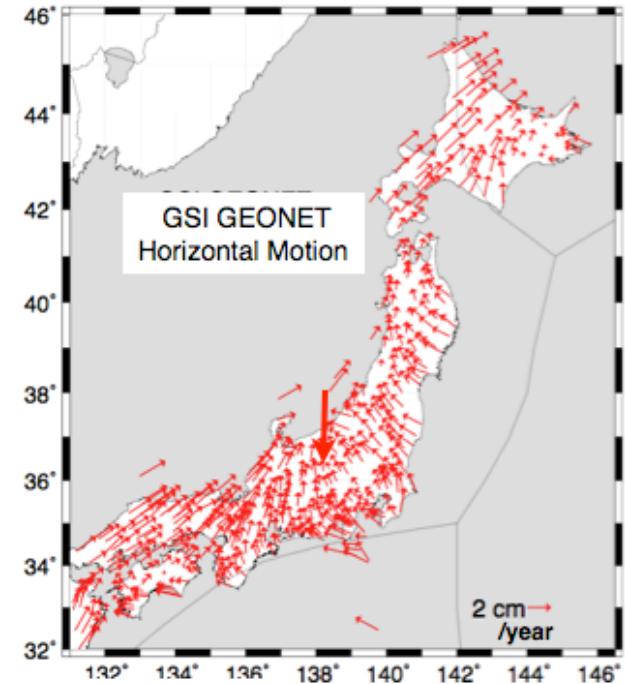
日本大地震

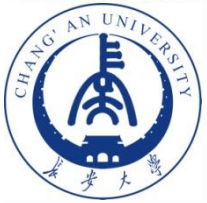
Tokachi-Oki Earthquake



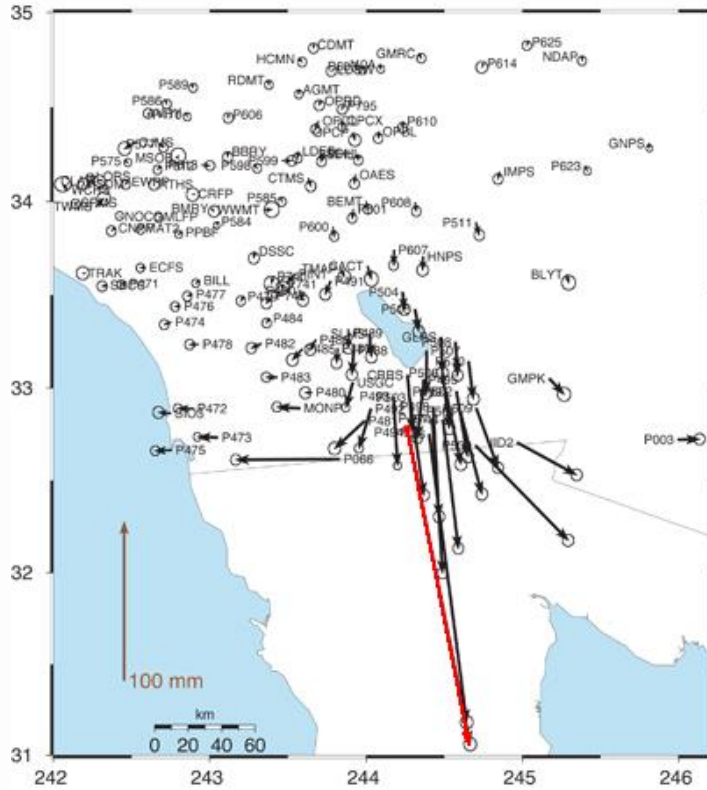
The earthquake rupture began offshore - at the black star.

Long-Term Deformation Field



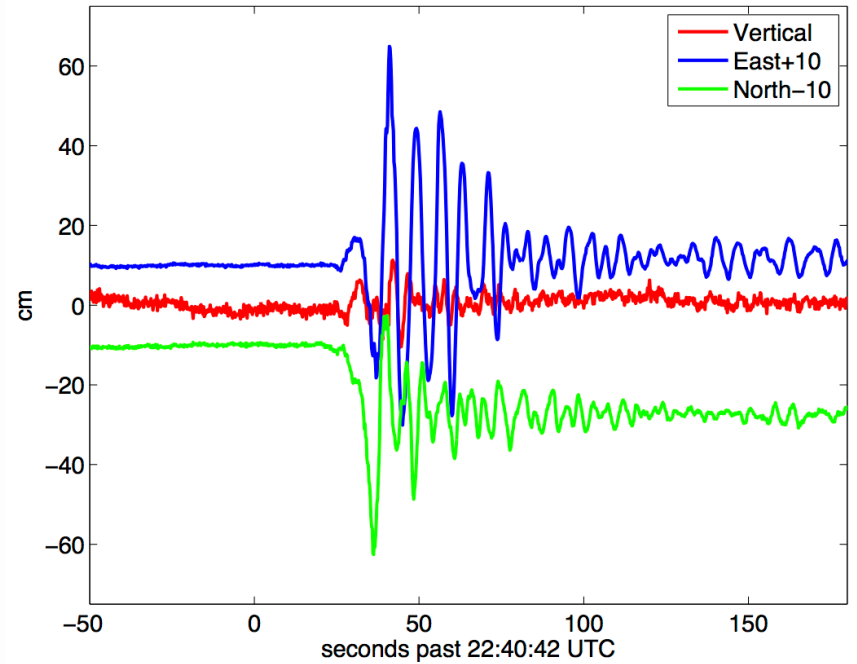


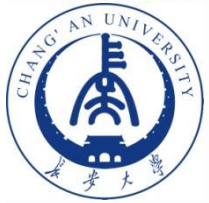
GNSS地震监测



Velocities relative to NONE Input file : baja_frat_100520.txt
Confidence interval : 95 ChiSquare / dof : 0.00 Formal Errors Scaled by 1.00
Fri May 21 14:27:47 EDT 2010

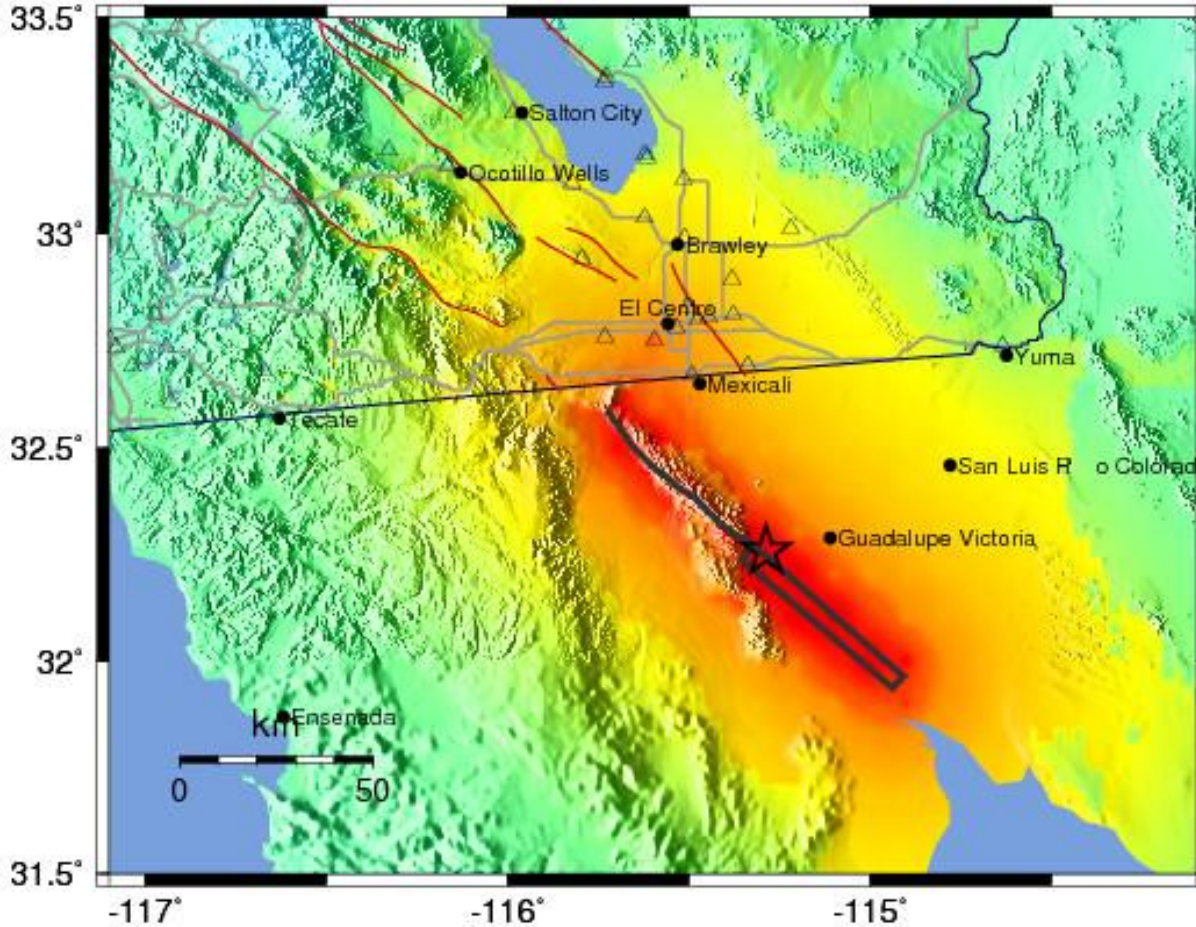
Baja Earthquake PBO Site p496y





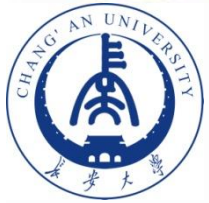
CISN ShakeMap for Sierra El Mayor Earthquake

Sun Apr 4, 2010 03:40:42 PM PDT M 7.2 N32.26 W115.29 Depth: 10.0km ID:14607652



Map Version 14 Processed Thu Aug 12, 2010 02:37:31 PM PDT, -- NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+



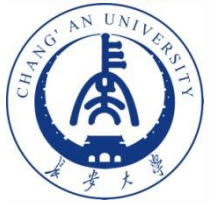
3. 三维控制网的建立

一、全球及全国性的高精度GPS控制网

全国三大GPS网的意义

三大GPS网共包含两千多个点，已成为我国现代大地测量和基础测绘的基本框架，取得了一系列的成就，并将在国民经济建设中发挥越来越重要的作用。比如，地壳运动观测网络中连续观测的基准站可为任何作业的GPS测量提供同步观测数据，并作为起算点，可使GPS测量作业更方便、效率更高。





3. 三维控制网的建立

二、GPS三维控制网的布设

GPS三维控制网的分级布设原则

首先在全国范围内用GPS建立一个高精度的稀疏骨架控制网，根据需要的测区可在以上控制网基础上进一步加密。在进一步加密时，应用GPS技术可以不预先作全面的大地网，而是按照用户所需要的精度要求随用随做。可以使用GPS测量从几百公里以外直接获取已知点，既节省人力、物力，又满足了实际生产的需要。





3. 三维控制网的建立

二、GPS三维控制网的布设

GPS三维控制网的等级分类

国家GPS网的点间距离和精度指标

项目 \ 级别	A	B	C	D	E
固定误差 a (mm)	≤ 5	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 10
比例误差系数 b (ppm)	≤ 0.1	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20
相邻点最小距离 (km)	100	15	5	2	1
相邻点最大距离 (km)	2000	250	40	15	10
相邻点平均距离 (km)	300	70	15~10	10~5	5~2

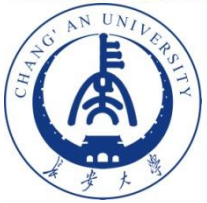
绝对精度

$$\sigma_d = \pm \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2}$$

相对精度

$$\sigma_d / d$$





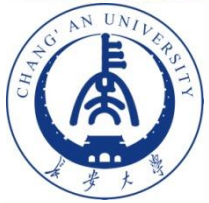
3. 三维控制网的建立

二、GPS三维控制网的布设

- 技术设计
- 实地选点
- 造 标
- 埋 石

为长期地保存GPS点位，控制点一般应设置在具有中心标志的标石上以精确标志点位。其标石可以深埋地下、也可以建造观测墩或带有强制归心装置的观测墩。



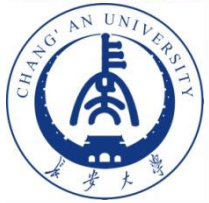


3. 三维控制网的建立

三、其它三维控制网

除可由GPS建立三维控制网之外，还可以由SLR、VLBI建立，前者目前已大量在生产中应用，而后者由于设备昂贵，主要用于全球或长边的洲际联测等科学任务，目前在上海、昆明、西安、乌鲁木齐等若干个城市建立了基站并获得了大量有价值的数据，这对提高主要由GPS网建立的三维控制网的精度并进行外部检核具有十分重要的意义。





4. 重力网的建立

一、国际重力测量基准

重力测量分**绝对重力测量**和**相对重力测量**，前者直接测量重力加速度，后者测量两点间重力加速度之差。相对重力测量需要一个已知精确重力值的点作为相对重力测量的起算点，经国际测量会议认可的绝对重力点，称为**国际重力原点**。历史上曾设过两个原点，它们分别是**维也纳重力原点**和**波茨坦重力原点**。





4. 重力网的建立

一、国际重力测量基准

国际重力基准情况

名称	测量年代	使用年代	精度
维也纳重力原点	1884	1900~1908	± 10 毫伽
波茨坦重力原点	1898~1904	1909~1971	± 3 毫伽
1971 国际标准重力网	1950~1970	1971~1983	± 0.1 毫伽
国际绝对重力基准网	1983 年开始建立		± 0.01 毫伽





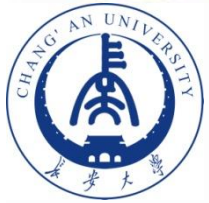
4. 重力网的建立

二、我国重力基本网

我国重力基本网简况

名称	点数			测量精度(mgal)		系统
	基准点	基本点	I等点	基准点	基本点	
1957 国家重力基本网		21	82		±0.15	波茨坦系统
1985 国家重力基本网	6	46		±0.01	±0.02	IGSN71
2000 国家重力基本网	18	119		±0.005	±0.01	绝对重力系统





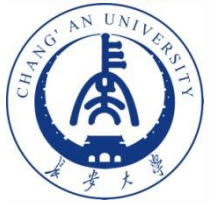
4. 重力网的建立

三、国家重力网的建立

建立国家重力网的基本原则

- ① 国家重力网应覆盖全国；
- ② 网中绝对重力点的分布应当均匀；
- ③ 既要顾及经济发展的需要，又要兼顾国防建设和防震减灾方面的需要；
- ④ 联测线路的网形结构要进行优化设计；
- ⑤ 新建的重力网点应尽可能与老的网点及地壳运动观测网络基本网衔接连测。





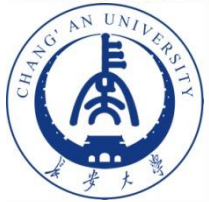
4. 重力网的建立

三、国家重力网的建立

重力网建立的方案

根据重力测量的用途和精度，可将重力测量分成两大类，即“**重力控制测量**”和“**加密重力测量**”。前者的任务是建立控制网，它包括基本重力点、一等重力点和二等重力点三个等级。后者则是在重力控制点的基础上，根据各单位、部门特殊任务的需
要所进行的加密重力测量。

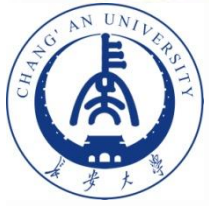




习题与思考题

- ① 建立国家平面大地控制网的方法有哪些？各等级平面控制网有何作用？目前主要采用哪些方法建立平面控制网？
 - ② 阐述建立国家平面大地控制网的布设原则。
 - ③ 国家高程控制网的布设原则有哪些？各等级高程控制网有何作用？
 - ④ 国家三维控制网如何建立？
-





第三章讲解结束，谢谢！

