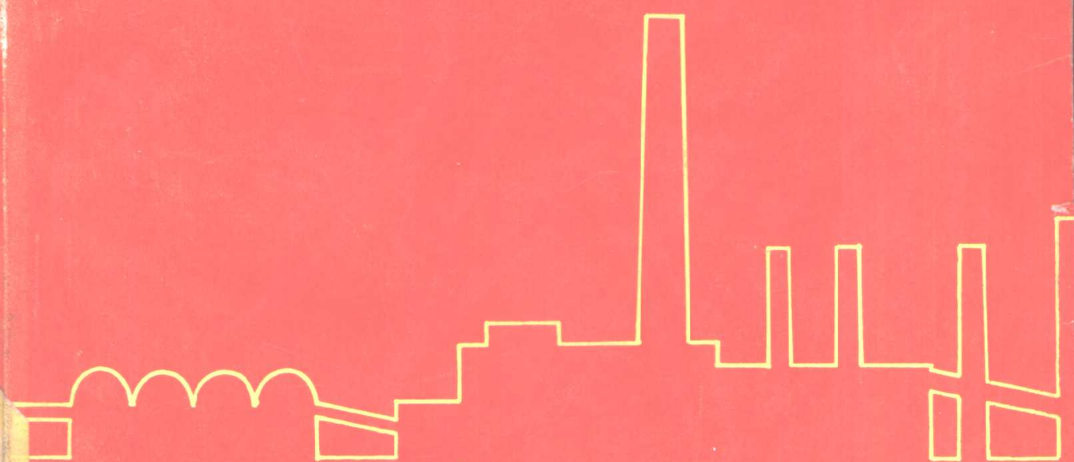


工程测量经验丛书

大型钢铁联合企业 施工测量

DAXINGGANGTIELIANHEQIYIESHIGONGCELIANG

虞定麒 黄秋生 戴永芳 编著



测绘出版社

86.17
9300477

大型钢铁 联合企业施工测量

虞定麒 黄秋生 戴永芳 编著

测绘出版社

(京)新登字 065 号

内 容 简 介

本书以大型钢铁联合企业的施工测量为主,介绍工业建筑测量的基本原理和施测方法。内容包括施工控制测量(厂区控制测量和厂房控制测量);各种配合施工的定线放样,如场地平整测量,基础施工测量,厂房结构安装测量,工业炉施工测量,机械设备安装测量,管线施工测量;还有竣工总平面图的编绘和建筑物施工期间的变形观测。

本书可供从事工程测量实际工作的技术人员和大专院校工程测量专业的师生学习参考。

大型钢铁联合企业施工测量

虞定麒 黄秋生 戴永芳 编著

*

测绘出版社出版·发行

北京大兴星海印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本 850×1168 1/32·印张 7.25·插页 2·字数 184 千字

1993 年 1 月第一版·1993 年 1 月第一次印刷

印数 0 001—2 000 册·定价 8.00 元

ISBN 7-5030-0554-8/P·213

前 言

本书以大型钢铁联合企业的施工测量为主，讲述工业建筑测量的基本理论和施测方法。内容包括施工控制测量，建、构筑物的定线放样，竣工总平面图的编绘和建筑物施工期间的变形观测。

全书共分十章。第一、二、十章由虞定麒编写；第三、四、五、七、八章由黄秋生编写；第六、九章由戴永芳编写。各章初稿完成后曾互相审阅，最后由虞定麒统校。

本书由高等学校教师和生产单位工程师联合编写。本书既有一定的理论分析，并反映新技术的应用，又紧密联系生产实际，介绍工业建设中行之有效的测量经验，是一本理论联系实际的教学参考书。

本书承湖北勘察设计院孙秀实高级工程师和武汉测绘科技大学刘友光副教授对初稿进行全面审阅并提出许多宝贵的修改意见，在此向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中的缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

1991年12月

目 录

第一章 厂区控制测量	(1)
§ 1-1 概 述	(1)
§ 1-2 建筑方格网	(3)
§ 1-3 小三角网	(48)
§ 1-4 导线网	(51)
§ 1-5 厂区水准网	(52)
第二章 厂房控制网的测设	(56)
§ 2-1 概 述	(56)
§ 2-2 厂房控制网的精度	(58)
§ 2-3 厂房控制网的施测	(62)
第三章 建筑场地土方平整测量	(74)
§ 3-1 测设土方方格的必要性	(74)
§ 3-2 土方方格的规划	(75)
§ 3-3 土方方格的实测	(78)
§ 3-4 土方量的计算	(82)
第四章 厂房基础施工测量	(91)
§ 4-1 厂房柱基础的定位放样	(91)
§ 4-2 设备基础的定位放样	(102)
第五章 厂房结构安装测量	(113)
§ 5-1 厂房柱子的安装测量	(113)
§ 5-2 吊车梁、轨的安装测量	(121)
第六章 工业炉施工测量	(127)
§ 6-1 焦炉工程测量	(128)
§ 6-2 高炉工程测量	(135)

§ 6-3	烟囱工程测量	(151)
第七章	机械设备安装测量	(155)
§ 7-1	控制网和设备基础的验收	(155)
§ 7-2	基准线和基准点的施测	(156)
§ 7-3	设备就位与找平、找正	(161)
§ 7-4	设备安装的误差分析	(166)
§ 7-5	机械设备安装测量的特点	(167)
§ 7-6	安装期间的沉降观测	(170)
§ 7-7	几种主要机械设备的安装测量	(171)
第八章	管道、厂区铁路及通廊施工测量	(183)
§ 8-1	管道施工测量	(183)
§ 8-2	厂区铁路测量	(196)
§ 8-3	皮带机通廊测量	(198)
第九章	竣工总平面图的编绘	(201)
§ 9-1	概述	(201)
§ 9-2	竣工总平面图的编绘	(202)
§ 9-3	地下管网竣工测量	(205)
第十章	建筑物施工期间的变形观测	(211)
§ 10-1	沉降观测	(211)
§ 10-2	倾斜观测	(217)
§ 10-3	位移观测	(222)
参考文献		(225)

第一章 厂区控制测量

§ 1-1 概 述

为工业建设进行的测量工作，应满足整个建设过程各阶段的需要。建设过程一般分为三个阶段。

第一阶段：在选择厂址进行设计之前，对建设场地进行勘测。其主要任务是测绘地形图、平面图、剖面图等，为设计工作提供所需的地形资料。

第二阶段：设计完成之后，在施工之前，要将所设计的工程建筑物的位置正确地转移到地面上，即进行施工定线和细部放样，以满足施工的需要。

第三阶段：在建筑完工后将各个工程对象移交使用之前进行竣工测量，即把已竣工的各个工程的实际尺度和位置进行测定，并与设计比较，以便验收移交。另外，为了满足今后生产管理以及工程改、扩建的需要，还要进行竣工总平面图的测绘和变形观测等。

无论哪一阶段的测量工作，都是根据所建立的控制网进行的。各阶段的控制网既有联系又有区别，要想一次建成能完全满足各阶段所需要的控制网是有一定困难而且也是不现实的。

为测图而建立的控制网一般不能作为施工控制网，这是因为：

1. 由于测图控制点是在设计之前进行，而不可能了解总图上各个建筑物的位置，所以是按地形条件布置的。到了开始平整土方时，很多控制点或因位置不适宜，或因施工的需要，或由于频繁的车辆运输而遭到破坏，按我国施工的实际情况，其损坏

程度往往达到 40~60%，最严重时达到 80%。

2. 用作总平面图设计依据的地形测图的坐标系一般是采用国家测量坐标系。其控制点的密度是根据测图比例尺决定的。这种坐标系统及控制点密度，对于工业建设的设计和实地定线放样显然是不合适的。为了使设计工作简化，避免复杂的计算，一般采用坐标轴方向与建筑物轴线方向相符的施工坐标系。施工坐标系控制点的密度则根据建筑物的定点需要来确定。所以说，测图控制网对施工放样的作用是不大的。

3. 现代化的工业厂房，一般都有复杂的机械设备，并采用机械化施工，对车间之间的中心线须有精密的联系，各种建筑物和工业管线也须有正确的配置；因此，定线放样的精度要求较高，而按测图比例尺确定的测图控制网的精度往往不能满足定线放样的需要。

根据上述三方面情况，为了进行施工定线和细部放样，必须建立施工控制网。

在工业建设中，由于建筑物轴线相互之间几何关系的精度要求，比之它们的细部相对于各自轴线的精度要求低得多，因此，在布设工业场地施工控制网时，采用两级布网是合适的。即，首先建立布满整个建筑场地的厂区控制网，用以放样各建筑物的主轴线，然后根据由厂区控制网所定出的厂房主轴线建立厂房控制网，根据它来进行厂房骨架及其内部独立设备的放样。

厂区平面控制网，根据建筑场地的地形和建筑物的布置情况，可采用不同的布网形式。对于地势平坦、建筑物布置规则而且密集的工业场地，以采用建筑方格网较为适宜，它使得放样工作简单方便；而对于地势平坦、建筑物布置不很规则的工业场地，则可采用一般的导线网作为施工控制网，此时网点的布置就比较灵活；当建筑场地的地形起伏较大时，则采用三角网作为厂区控制网比较合适。

厂区高程控制网是建、构筑物以及管线高程放样的基础，一

般以三等水准网作为首级控制，并以四等水准路线加密。通常，平面控制点均联测在高程控制网中，兼作高程控制点使用。

§ 1-2 建筑方格网

一、建筑方格网的意义

前已述及，对于地势平坦、建筑物布置规则并且密集的工业建设场地，宜用建筑方格网作为厂区控制网。建筑方格网的作用主要是满足施工放样的要求，保证准确地将设计的建筑物转移到地面上；并且还可以作为竣工检查验收建筑物位置和编测竣工总平面图的控制依据；此外，还可留作企业投产后生产管理上的应用，以及扩建、改建的控制依据。

建筑方格网测设的要求是保证设计总平面图正确地转移到地面。因而，建筑方格网就必须依据总平面图进行设计。总平面图是一个综合性技术文件，它阐明整个工业企业的组织原则，在大比例尺地形图（通常是1:1000地形图，有时也采用1:500地形图）上布置和设计一切建筑物、构筑物、运输线路、工业管道，生活福利和卫生设施等工程。工业企业总平面图设计的特点是，大多数建筑物都是矩形的，而且在每一个建筑系统中，各建筑物的轴线是互相平行或垂直的。因而，将厂区控制网布设成与建筑物轴线平行的矩形导线网即建筑方格网，不仅有利于应用直角坐标法进行放样使得放样工作简化，而且有严格的检查条件保证放样的精度，同时简化了计算工作。

建筑方格网所采用的施工坐标系必须与测图控制网所采用的测量坐标系取得联系。通常由设计单位给出施工坐标系与测量坐标系的坐标换算公式。如图1-1，设 $X-O-Y$ 为测量坐标系， $X'-O'-Y'$ 为施工坐标系，则 P 点在两个坐标系中的坐标 x 、 y 和 x' 、 y' 的关系式为

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} \quad (1-1)$$

及

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} \quad (1-2)$$

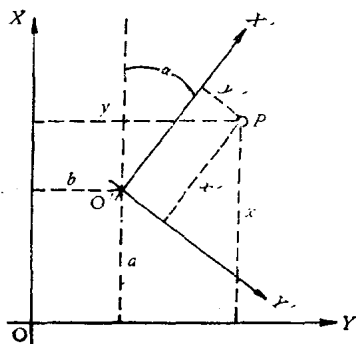


图 1-1

式中： α 为施工坐标系 X' 轴在测量坐标系中的方向角；

a 和 b 为施工坐标系原点 O' 在测量坐标系中的坐标值。

建筑方格网的测设过程也是按照由“整体到局部”的原则进行的。先根据勘测控制网测设建筑方格网的主轴线，即进行整个建筑方格网的定位、定向；再根据建筑方格网主轴线

测设主格网（“十”字形或“田”字形），它是建筑方格网的首级网，然后根据主格网测设细部方格网，形成布满整个工业厂区的建筑方格网。

二、建筑方格网的精度

在工业建设中，如果有大型的、复杂的、精度要求高的连续性生产设备，则为了配合其基础施工、设备安装，可在厂房控制网的基础上测设大型设备专用控制网，用以保证基础施工时各地脚螺栓组之间以及和埋设件之间的相互关系，保证设备安装时各设备中心线之间的相互关系。设备控制网是根据厂房控制网测设其纵、横两条轴线，然后根据其轴线扩展成独立的、局部的设备控制网，其精度视具体设备而定。至于厂房骨架和独立设备轴线的放样，一般都要根据所放样的厂房轴线建立厂房控制网，以作

为其放样的依据。因此，在工业场地中，建筑方格网的主要作用是用以放样厂房轴线以及各生产车间的联系设备，例如皮带运输机、管道和铁路等。厂房轴线放样的误差，主要影响轴线的间隔，由于这种间隔较大，所以这方面的精度要求不是很高。而联系设备则布满整个工业场地，并且各处同时施工，如果放样的误差较大则将影响连接，而不能保证工程质量。所以可根据建筑限差的要求，在保证联系设备的连接质量的前提下，来分析建筑方格网所应达到的精度要求。

1. 联系设备的建筑限差

建筑方格网的作用既然在于保证联系设备的工程质量，那么工程质量的要求是怎样的呢？现将各项联系设备的工程质量标准说明如下：

(1) 皮带运输机：如图 1-2 所示，在生产单位对于皮带运输机的验收，其要求为：在试车时，皮带运转一周，机头及机尾的滚筒边缘与皮带边缘之间的距离 b 应满足下列要求：即对于皮带宽度 B 大于 1m 的皮带运输机， b 不应小于 50mm；当 B 小于 1m 时， b 不应小于 25mm。一般皮带运输机的宽度为 1.2m 或 1.4m，其滚筒长度 l 则分别为 1.4m 或 1.6m。由图 1-2 可以看出，相邻的两滚筒轴线的容许横向误差为 100mm。而整体安装的皮带运输机的长度一般为 260m，故得其容许的横向相对误差为 $1/2600$ ，其容许的纵向误差较横向的可以大些（因为皮带运输机在运转过程中均采取不同形式的紧张装置，以控制皮带的长度），故可取 $1/2600$ 作为皮带运输机的建筑限差。

(2) 管道：工业场地中的管道分为自流管道（如排水管道）和压力管道（如给水管道及热力管道）。自流管道多为钢筋混凝土管，其施工的质量在高程方面要求较高，而在平面位置方面则较低。压力管道多为铸铁管或钢管，由于其管节接头处的结构特殊，在施工的精度要求方面比自流管道严格。下面就将压力管道建筑限差加以分析说明。

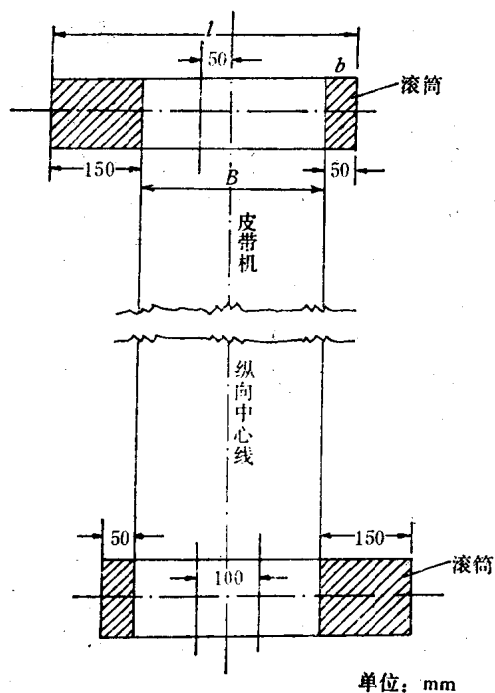


图 1-2

压力管道中铸铁管的连接方式是承插接合(图 1-3)。按照《建筑安装工程施工及验收技术规范(草案)》的规定:直线管道

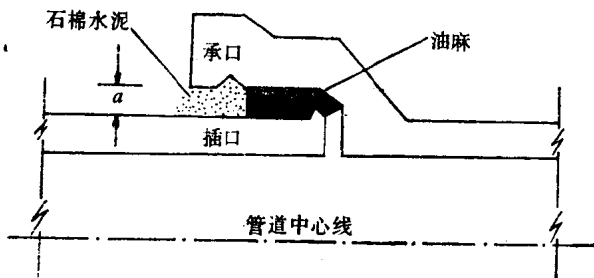


图 1-3

的接口连接时，必须保证承插口环形空隙宽度 a 的数值符合表 1-1 要求：

表 1-1

管径 $D(\text{mm})$		200	300	400	500	600	700	800	900	1000
a 值 (mm)	正常	10	11	11	12	12	12	12	12	13
	最大	13.5	14.7	15.2	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5
	最小	8.0	9.0	8.8	9.7	9.7	9.6	9.4	9.5	10.5

管道工程一般每隔 150m 放样一点，而管节长度 l 则随管径的变化而有所不同。根据我国生产的普通压力管道的管节长度求得其建筑限差如表 1-2 所示。

根据表 1-2 所列的数据，我们可以取 $1/3000$ 的相对精度作为压力管道的建筑限差。

(3) 铁路：根据工业场地内铁路施工的方法，当轨道铺设以后，还要用撬杆进行拨道，以使在直线段上达到目视顺直。一般顺直的标准，当实际轨道中心线的横向误差每 50m 小于 30mm

时，则认为合乎要求。因此，铁路的建筑限差可以取 $\frac{1}{T} = \frac{30}{50000}$
 $= \frac{1}{1700}^{\circ}$

2. 控制网误差与建筑限差的关系

建筑限差一般是指竣工以后的最低质量要求，它应理解为极限误差，故工程竣工后的中误差 (m) 应为建筑限差 (Δ) 的一半。此中误差 m 值包括施工误差 $m_{\text{施}}$ 与测量误差 $m_{\text{测}}$ 两部分：

$$m = \pm \sqrt{m_{\text{施}}^2 + m_{\text{测}}^2} \quad (1-3)$$

施工测量的任务是保证工程建筑物的几何形状和大小，而不应使得由于测量误差的累积，影响了工程质量。此外，在测量工作中可以有很多措施来提高作业的精度，而在施工过程中，则由

表 1-2

管径 D (mm)	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
有效管节长度 l (m)	5	6	6	6	6	6	6	4	4
每节管道容许的横向 偏差 $\delta = \sigma_{正常} - \sigma_{最大}$ (mm)	2.0	2.0	2.2	2.3	2.3	2.4	2.6	2.5	2.5
150m 长度上的接头数目 $n = \frac{L}{l} - 1$	29	24	24	24	24	24	24	37	37
每150m 长度上所能容 许的横向误差 $\Delta = n\delta$	58.0	48.0	52.8	55.2	55.2	57.6	62.4	92.5	92.5
建筑限差 $\frac{1}{T} = \frac{\Delta}{L}$	1/2600	1/3100	1/2800	1/2700	1/2700	1/2600	1/2400	1/1600	1/1600

于施工设备、施工方法以及现场条件的限制，欲达到比较高的精度是相当困难的。因此，我们取测量误差为施工误差的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，即

$$m_{\text{测}} = \frac{1}{\sqrt{2}} m_{\text{施}}$$

则

$$m_{\text{施}} = \sqrt{2} m_{\text{测}} \quad (1-4)$$

将 (1-4) 式代入 (1-3) 式，并进行解算 $m_{\text{测}}$ ，可得

$$m_{\text{测}} = \frac{1}{\sqrt{3}} m \quad (1-5)$$

测量误差 $m_{\text{测}}$ 中包括控制测量的误差 $m_{\text{控}}$ 及细部放样的误差 $m_{\text{放}}$ 两部分：

$$m_{\text{测}} = \pm \sqrt{m_{\text{控}}^2 + m_{\text{放}}^2} \quad (1-6)$$

由于工业场地上的控制网点较密，所以细部放样的操作比较容易进行，误差也比较小。根据这个前提，我们取两者的比例为

$$m_{\text{控}} = \frac{1}{\sqrt{2}} m_{\text{放}}$$

则

$$m_{\text{放}} = \sqrt{2} m_{\text{控}} \quad (1-7)$$

将 (1-7) 式代入 (1-6) 式，并进行解算 $m_{\text{控}}$ ，可得

$$m_{\text{控}} = \frac{1}{\sqrt{3}} m_{\text{测}} \quad (1-8)$$

将 (1-8) 式代入 (1-5) 式，可得

$$m_{\text{控}} = \frac{1}{3} m = \frac{1}{6} \angle \quad (1-9)$$

(1-9) 式表示工业场地上控制测量误差（即建筑方格网误差）与联系设备建筑限差之间的比例关系。

3. 建筑方格网的必要精度

我们知道，工业场地上各种建、构筑物只是相邻部分才有工程结构上的联系，因而对相邻部分的相对位置提出精度要求。因

此，为工程施工服务的定线放样工作的精度主要体现在相邻点相对位置上，而各点相对于起始点的误差则一般与定线放样的关系不大，所以我们用边长精度作为衡量建筑方格网精度高低的指标。

根据所求得的关系设备的建筑限差和控制测量误差与联系设备建筑限差之间的比例关系（1-9）式，可得建筑方格网的精度要求如表 1-3 所示：

表 1-3

建筑物名称	建筑限差	建筑方格网精度
皮带运输机	1/2600	1/15600
压力管道	1/3000	1/18000
铁 路	1/1700	1/10200

由表 1-3 所列的数据可见，建筑方格网的边长精度应为 1:20000。这与 1988 年《冶金建筑安装工程施工测量规范》（简称“冶金测量规范”）所规定的建筑方格网的精度是一致的。

三、建筑方格网主轴线的测设

建筑方格网的测设过程是先根据勘测控制网测设建筑方格网的主轴线，再根据建筑方格网的主轴线测设方格网。因此，主轴线测设是建立建筑方格网工作的第一步。

1. 建筑方格网主轴线的设置

在总平面图上进行建筑方格网主轴线设计时应注意以下几点：

（1）主轴线应选在整个厂区的中部，与总平面图上设计建筑物平行；一般是选在厂区中心的中央通道的人行道边缘；为防

止破坏, 尽量避免落在通道上和管线上。主轴线选择在工业场地中间, 使上、下两边离场地边线大致相等, 保证各部分方格网的精度比较均匀。

如果整个厂区不只一个施工坐标系时, 必须首先决定一个主要的施工坐标系统的轴线, 其它坐标系统的轴线均依附在这个坐标系统轴线上, 不是独立测定各个坐标系统的轴线。

(2) 横轴线应与主轴线互相垂直, 形成“十”字轴线。对于狭长形工业场地, 当主轴线很长时, 可布置几条横轴线, 横轴线的间距以 600~800m 为宜。有时, 也可以生产区域的不同来布置横轴线。如大型钢铁联合企业的焦化区、烧结区、炼铁区、炼钢区和轧钢区等区域有不同的施工时间和要求, 可以将方格网分成几个部分, 因而横轴线的布置是随分部的要求而考虑确定。如上海宝钢建筑方格网就布置了多条横轴线, 如图 1-4 所示。

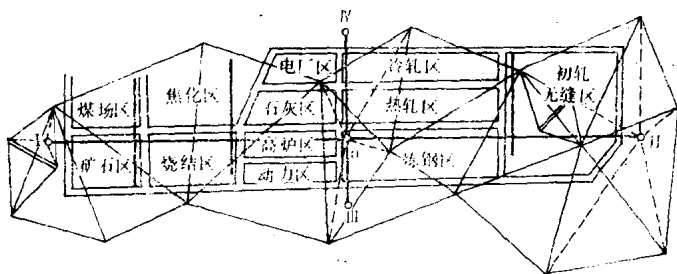


图 1-4

(3) 主轴线和横轴线均应延伸到施工场地边缘, 要能控制整个厂区。考虑到主轴线有可能遭到施工破坏, 最好能把主轴线的两端点延伸到工业场地外, 埋设永久标桩, 必要时可以根据这些点来恢复主轴线。

(4) 在所设计的主轴线上选择三个以上主轴线点。根据地形图作主轴线纵断面图(水平比例尺 1:5000, 垂直比例尺 1:500),