

文章编号: 1007-4619(2007)04-0595-06

# 土地利用动态遥感监测控制点 影像库管理系统建设

温 礼, 柴 渊, 田立瑛, 战 鹰, 王 锦

(中国土地勘测规划院, 北京 100035)

**摘 要:** 随着遥感技术的飞速发展及其在新一轮国土资源大调查土地利用动态遥感监测项目中的广泛应用, 对遥感数字正射影像图 (DOM) 的制作精度和效率有了更高要求。为适应新技术发展和监测任务的顺利实施, 本文开发了“国家级土地利用动态遥感监测控制点影像库管理系统”。该系统控制点选自影像上点位清晰且相对固定、周围有明显参照地物的点, 采集方法是 GPS 外业实测, 实测精度满足 0.5m。对各点建立详细的外业实测点之记文件, 包括仪器标称精度、点位各类坐标值、点位描述及影像与实地示意图等。采用该控制点对影像精纠正后, 以此为中心截取 200×200 像素大小范围的标准影像。该系统通过输入指定的条件或输入坐标方式、屏幕选取范围方式或输入行政辖区检索出所需要的控制点, 通过系统的影像模式识别功能, 实现对原始遥感影像的自动、半自动匹配、纠正等功能, 同时计算残差值, 用于检查匹配和纠正精度。本文着重阐述了为提高遥感正射影像图制作精度而建立实测控制点影像库的作业方法和技术指标。2005 年度的工作实践业已证明该方法切实可行, 满足实现预期目标的要求。

**关键词:** 土地利用; 动态遥感监测; 控制点; 影像库; 管理系统

**中图分类号:** TP79 **文献标识码:** A

## Study on Technique of Measuring Reference Point for Remote Sensing Image in Land Use Dynamic Monitoring

WEN Li CHAI Yuan TIAN Liying ZHAN Ying WANG Jin

(China Land Surveying and Planning Institute Beijing 100035, China)

**Abstract:** With the rapid development of remote sensing technology and comprehensive applications of land use dynamic remote sensing monitoring project in the latest land resources surveying there are more demands on precision and efficiency of remote sensing digital orthographic map. The purpose of this study is to develop up to date national level management system of land use dynamic remote sensing monitoring reference point image database for ensuring the development of new technology and implementation of monitoring successfully. The method of GPS field surveying is employed whose precision reaches halfmeter. The chosen reference point of this system has fixed position and immovable with evident reference around on the image. The system can carry out the function of automatic or semi-automatic matching and correcting as well as calculating residual error for checking on match and correcting precision by the ways of input designated condition or coordinate screen selecting range input requested reference point of administration zone searching and image model identifying function. This study displays the established exercising method and technology index of field surveying reference point image database for improving orthography map's precision of remote sensing. The practicability of the method has already been testified in 2005 year's work and meets the demand on realizing

**收稿日期:** 2006-09-01; **修订日期:** 2006-10-30

**基金项目:** 国土资源大调查专项经费资助。

**作者简介:** 温礼 (1971-), 男, 工程师, 毕业于沈阳农业大学土地管理专业, 现从事国土资源大调查土地利用动态遥感监测组织实施和研究工作。E-mail: wli1978@163.com.

the anticipated objective

Key words land use dynamic monitoring by remote sensing reference point image

## 1 项目目标

### 1.1 总体任务

土地利用动态遥感监测项目是新一轮国土资源大调查“土地资源监测调查工程”的旗舰项目,是国家一项基础性、公益性、战略性的综合调查评价工程,由国土资源部负责计划管理,中国土地勘测规划院具体组织实施。

项目目标是在年度土地利用变更调查、详查及县市级土地利用数据库建设的基础上,充分利用最新遥感数据(RS)、全球卫星定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)以及地面调查和计算机网络通讯等技术手段,建立土地利用动态遥感监测体系,实现对重点地区、热点地区和特定目标土地利用状况连续的、多周期的快速监测。主要对 50 万人口以上城市、国家级开发区(园区)、部有关重点工作涉及区域、领导关心的特定地区及其他经济建设热点地区,开展以新增建设用地及其占用耕地、土地利用总体规划执行情况、基本农田保护状况和资源与生态环境变化为中心内容的遥感监测,为国土资源调查、规划、管理、保护与合理利用提供基础信息和技术支持。

### 1.2 开发要求

随着遥感技术的飞速发展,多种高分辨率遥感数据大量涌现,各种先进遥感处理技术得到普遍发展和实际应用,这些已经在土地利用动态遥感监测项目中得到了充分的体现。

本项目使用的数据源主要是国内外各类高分辨率遥感卫星数据,分辨率均大于 2.5m。因此,随着遥感技术在土地资源管理领域的拓宽与深入,DOM 制作精度要求越来越高(表 1),监测信息提取要求越来越精细,已经从单一的发现新增建设用地,逐步扩展到用来核实规划修编基数、辅助建设用地审批等需从影像上直接获取土地基础数据的精细技术。同时,监测周期要求也越来越短,比如,快速执法监察任务,一般都要求在几个工作日内完成遥感数据处理、监测信息提取、外业调查与成果汇交,监测内容涉及土地利用类型变化、规划执行情况、基本农田保护情况(甚至包括变化图斑的用地行业类型等多目标调查。所以,为了保证信息提取精确,外业调

表 1 土地利用动态遥感监测精度指标表

Table 1 Precision index of land use dynamic remote-sensing monitoring

地形类别	控制点 残差 像素	配准控制点 残差 像素	点位中 误差 像素
平原	≤ 1	≤ 0.5	≤ 2
丘陵	≤ 1	≤ 1	≤ 2
困难地区	≤ 2	≤ 1.5	≤ 3

注:困难地区是指明显地物点稀疏的山区、沙漠、沼泽等(下同)。

查充分,必须在遥感数据处理中提高精度和效率,为后期工作奠定良好的基础,提供稍微充足的时间。

这样,在制作正射影像图过程中,影像的几何纠正和配准精度与效率将成为重要的决定因素,而控制点的获取又是该技术的关键环节。在以往的影像处理中,几何纠正和配准技术以目视寻找控制点方法为主,处于手工操作阶段。这种方法耗时耗力,很难达到一致标准,对地形复杂地区来说,选择控制点尤为困难,几何纠正的误差也较大。同时,控制点多从相关地形图上选取,由于地形图的精度、现势性及地物、地貌的变化,使所选控制点点位误差大,分布不均匀,直接影响影像图的精度,使产品质量下降。为了解决几何纠正由于手工作业造成的上述问题,提出统一纠正和配准的标准,加快速度,提高精度,建立全国的控制点影像库是重要途径之一。建立控制点影像库的目的在于有效地组织和管理控制点文件,在统一坐标系中,按照某一影像范围快速提取相应的控制点,对影像进行纠正或配准,逐步实现基于计算机对遥感影像几何纠正和配准的自动化处理<sup>[1]</sup>。

## 2 建立实测控制点影像库管理系统

控制点影像库管理系统功能构成如图 1 所示。系统建设的基础是控制点采集,首先选择点位清晰且相对固定、周围有明显参照地物的点(诸如道路拐点、桥梁的端点等)作为控制点。并以此为中心截取 200×200 像素大小范围的影像块,将其认定为控制点的标准影像(简称标准影像)。标准影像的获取需要通过利用明显地物点的外业 GPS 实测数据对影像精纠正后获取,或实测有困难地区,利用符合精度要求的参考数据,如大比例尺航片、数据库

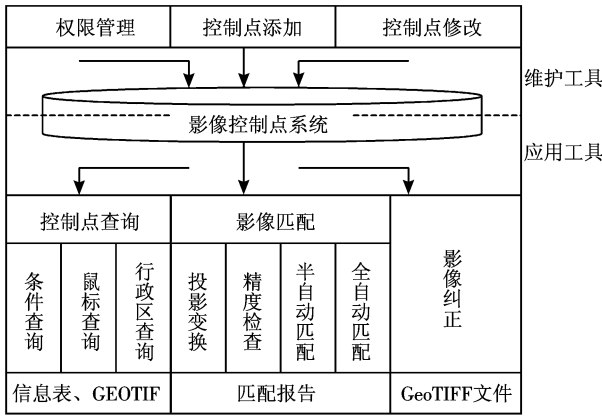


图 1 系统功能构成

Fig 1 Function configuration of the system

等,对影像做精纠正后获取。标准影像应记录控制点坐标信息等相关属性,作为一条记录。所有的控制点信息均由 Oracle数据库进行组织管理,管理员可以对其进行添加、删除、查询、输出等操作,并兼有影像纠正功能。在进行查询时,可以按照用户指定的条件检索符合条件的一个或多个控制点,并且可以生成控制点信息表,也可以将这些控制点生成标准图像格式 GeoTIFF文件;在使用影像纠正功能时,用户可以通过输入纠正范围(可以用输入坐标方式、屏幕选取范围方式或输入行政辖区)检索出所需要的控制点,然后通过系统的影像模式识别功能,将控制点与待纠正影像进行计算机自动或半自动匹配,再进行影像的纠正,将纠正结果以标准图像格式 GeoTIFF文件输出,同时计算残差值,用于检查匹配和纠正精度。最终实现国家级土地利用动态遥感监测控制点影像库的管理,并可利用影像库里的控制点作为参考点,对待精纠正的影像进行纠正和配准。

### 3 控制点实测方法

作为整个系统建设的基础,也是库功能得以实现的基本素材,高质量标准影像的获取成为系统建设与功能正常发挥的决定因素。土地利用动态遥感监测项目从开始就把该系统建设的标准控制得非常高,立足于系统长远功效的发挥。所以,标准影像采用外业 GPS实测控制点精纠正后获取。同时,制作标准影像的目的是实现今后卫星数据的高精度自动匹配与纠正,而不同于纯粹的工程控制测量。所以,外业实测控制点的精度指标确定,是着眼于近几年已经发射或正在研制的最高分辨率商业卫星。经分

析,确定实测控制点的点位精度控制在 0.5m 范围内。技术流程图如图 2所示。

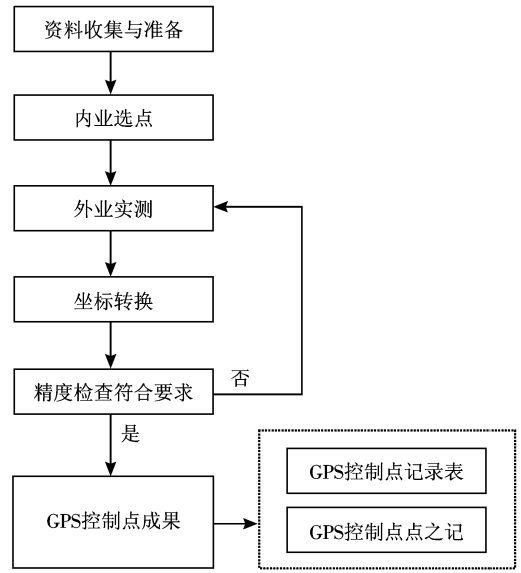


图 2 GPS控制点实测技术流程图

Fig 2 Technique process to survey GPS control point

#### 3.1 测前准备

##### (1) 资料收集

收集测区已有资料,包括测区大地控制点、地形图、测区范围内的卫星影像图片及有关附件。

##### (2) 方案编制

下载当地星历预报,认真比较分析有关数据和图表,编制 GPS卫星可见性预报表,定好观测计划。

##### (3) 图上预选点

在选点工作开始之前,应充分收集和了解有关测区的地理情况以及原有测量标志点的分布及保持情况,以便确定适宜的观测站位置。选取控制点要求是惟一、固定的特征地物点,均匀分布整个监测区,且覆盖范围要扩大到外 3km,数量要略多于纠正方式所需实际数量,如接近正交的线状地物交点某个近直角或明显地物的拐角顶点(图 3),弧形地物、道路中心及阴影等处均不宜选作点位目标(图 4)。

#### 3.2 实地测量

##### (1) 基准点与联测

外业实测前,应首先对基准点坐标进行检核。并根据测区面积的大小与 GPS测量规范,确定测区采用何种级别的 GPS控制网布设。

##### (2) 基本要求

实测过程中观测各项技术指标由联测方式和



图 3 理想点位影像图与实地照片示意图  
Fig.3 The perfect point in the image and on the spot

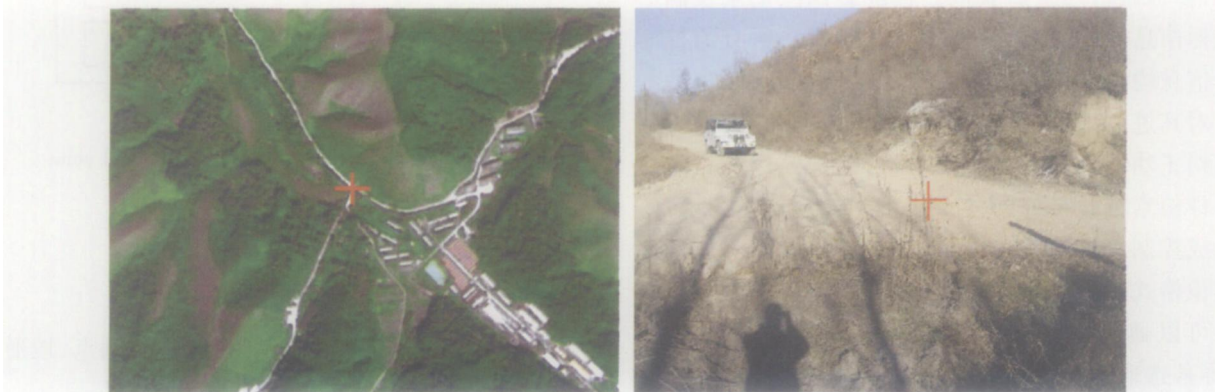


图 4 不理想点位影像图与实地照片示意图  
Fig.4 The unperfect point in the image and on the spot

GPS观测级别决定<sup>[2]</sup>。如 GPS静态相对定位模式技术规范如表 2。

表 2 各级 GPS测量基本技术要求规范

Table 2 Basal technical criterion for all levels GPS measure

项目	级别				
	A	B	C	D	E
卫星截止高度角 / (°)	10	15	15	15	15
同时观测有效卫星数	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4
有效观测卫星总数	≥ 20	≥ 9	≥ 6	≥ 4	≥ 4
观测时段数	≥ 6	≥ 4	≥ 2	≥ 1.6	≥ 1.6
基线平均距离 / km	300	70	10-15	5-10	0.2-5
时段长度 / min	≥ 540	≥ 240	≥ 60	≥ 45	≥ 40

注：本项目要求参照 D级点以上测量规范即可。

(3) 外业选点与标注

外业选点除满足实地相对准、固定外，为满足 GPS观测要求，该点位还应符合下列条件<sup>[3]</sup>：

- 观测站周围障碍物的高度角，根据情况一般应大于 10°- 15°；
- 观测站远离大功率的无线电发射台和高压输电线；
- 观测站附近不应有大面积的水域或对电磁波反射 (或吸收) 强烈的物体；
- 观测站选在交通方便、地面基础稳固的地方。

外业选点时，点位特征符合上述条件时，则直接在工作底图上准确刺点。对于室内选点不符合上述条件、实地测量有困难者，可在其点位周围选择新的控制点点。刺点误差和刺孔直径不得大于 0.1mm。

(4) 实际观测

在选定点位进行实际观测时，为切实保证所测点位与图上刺点点位一致，实现仪器架设准确定位，对像控点实地作相应标记，并拍摄实地照片。至此，可以对标记的实地特征地物点作 GPS坐标值观测，对每个特征地物点记录其影像的像元点坐标并说明所在位置，每一个特征地物点建立一张点之记文件 (表 3)。

表 3 DOM 实测控制点影像库

Table 3 Image database of DOM control point

practically measured

(控制点类型:  基准点  纠正点  检查点)

监测城市	监测日期		
测定单位	测定日期		
数据源	分辨率		
数据时相	轨道编号		
GPS型号	GPS精度		
点位编号	1:1万图幅号		
点位坐标	WGS-84	BJ-54	XA-80
X(E)			
Y(N)			
Z			
点位精度	(基准点和检查点为点位绝对误差值,纠正点为点位纠正残差值;单位:m,保留小数点后 2位)		
点位描述	(点位具有惟一性且相对固定,保持与高大建筑物的一定距离)		

GPS 点位示意图(DOM)



GPS 点位示意图(实地)



GPS 点位示意图(LUDRG)



注: 1 监测区所有控制点及编号,应清晰地标注于全辖区遥感影像底图上,附于本记录表之前。2 控制点中心用十字丝表示,并在影像图上准确定位。3 实测时要求天气情况良好、卫星高度角  $>15^\circ$ 。4 DRG/LUDRG 无法收集或时效、精度较差的监测区,可不附此图。5 点位较差要求控制在影像一个像素大小之内(实测点位精度原则上要求  $\leq 0.5m$ )。

### 3.3 数据处理

#### (1) 基线处理

每天的观测数据都利用仪器随机软件进行基线处理,及时解算各条基线的可靠性,发现问题,及早查明原因,采取对策。

#### (2) 数据检核

全网正式平差前,应利用随机软件对同步边观测数据进行检核,分析观测值残差;计算观测值的剔除率(应  $<10\%$ );计算各时段差值的中误差及相对中误差。

#### (3) 平差

经检核分析,各种数据无误后,方可进行全网平差。平差结果显示各控制点位的点位较差及中误差值。从中可看出观测结果精度是否满足要求。

#### (4) 坐标转换

在 GPS 测量与应用中,通常采用 WGS-84 坐标系,而中国测绘图件广泛采用的是 BJ-54 坐标系和 XA-80 坐标系。所以,在实际工程应用中,可以采用实测或进行坐标系转换的方法。而在上步平差处理中,即可以得到每个点位平差后的 BJ-54 坐标系和 XA-80 坐标系大地坐标值。

### 3.4 精度评价

#### (1) 实测点平差精度评价

以本年度西部某市为例,且本年度所有监测城市影像控制点实测精度普遍都处于该水平。通过对其 74 个影像实测控制点平差后坐标和点位精度分析,得图 5。

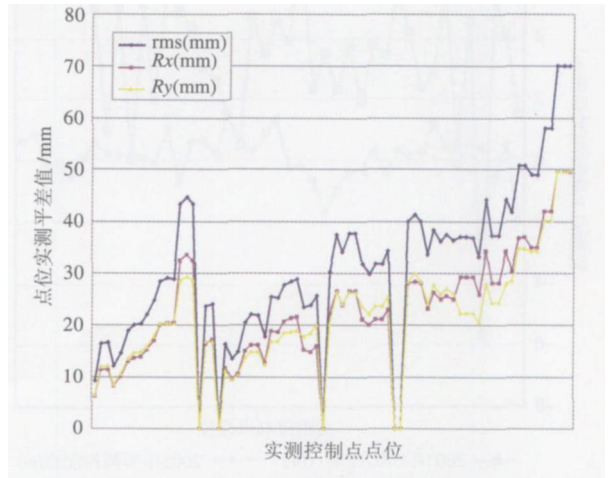


图 5 某市实测控制点平差精度分析图

Fig. 5 Precision analysis to DOM control point in a certain city practically measured in certain city

从图中可以看出,平差结果  $m_s$  最大值为 70.177mm, 最小值为 9.142mm, 平均值为 30.926mm;  $R_x$  的最大值为 49.553mm,  $R_y$  的最大值为 49.691mm, 分析结果表明采用该技术路线实测影像控制点精度完全可以控制在 0.5m 范围内。

(2) 实测点 DOM 制作精度评价

图 6 和图 7 是某市利用 SPOT5 卫星数据, 分别在 2003 年采用 DRG 做控制资料和 2005 年采用实测控制点做控制资料, 加 1:1 万 DEM 制作 DOM, 精

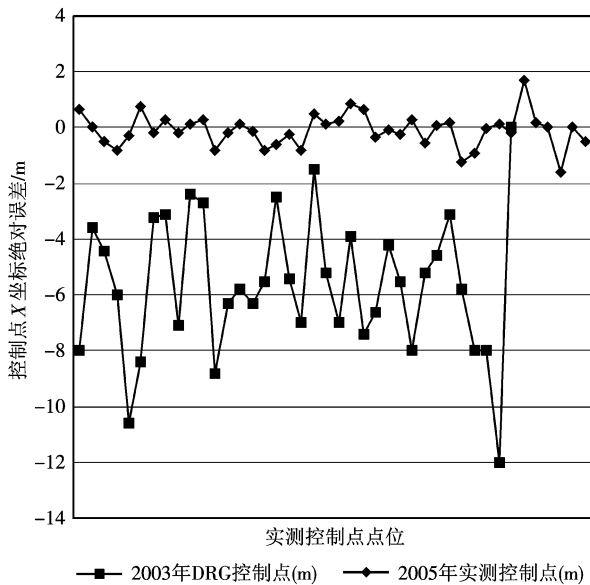


图 6 DOM 精度检查 X 坐标绝对误差分析图  
Fig 6 X coordinate absolute error analysis in DOM precision test

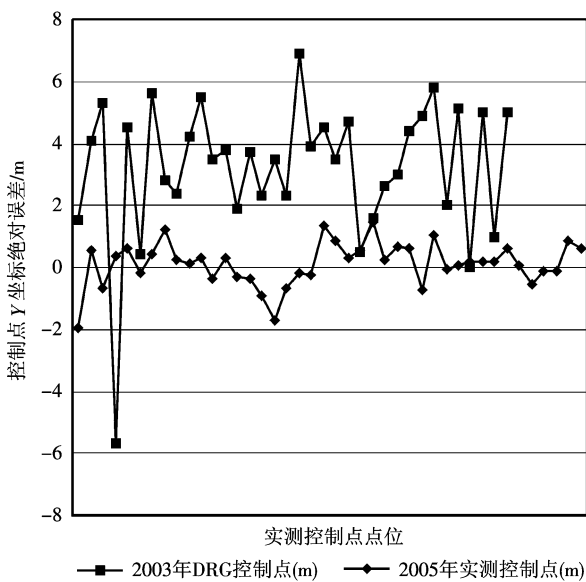


图 7 DOM 精度检查 Y 坐标绝对误差分析图  
Fig 7 Y coordinate absolute error analysis in DOM precision test

度评价 X、Y 坐标绝对误差的对比分析。

从图 6 和图 7 可看出, 2005 年采用实测控制点加 1:5 万 DEM 制作 DOM 的精度水平明显, 高于 2003 年采用 DRG 制作 DOM。其中, X 坐标 2003 年最大误差 12.00m, 平均误差 5.64m, 而 2005 年最大误差仅有 1.68m, 平均误差仅有 0.44m。Y 坐标 2003 年最大误差 6.90m, 平均误差 3.54m, 而 2005 年最大误差仅有 1.96m, 平均误差也仅有 0.55m。整体上该城市 DOM 中误差值由 2003 年的 7.5m, 提高到 2005 年 0.93m, 提高了近 3 个像素的精度水平。

4 结束语

为适应土地利用动态遥感监测项目的可持续发展, 以便更好地服务于国家级土地管理工作的各项业务需要, 本文从土地资源监测调查自身特点出发, 参考国家标准 GPS 测量规范与要求, 系统地研究、制定了一套适用于土地利用动态遥感监测项目的影像控制点实测方法。该方法已经在 2005 年土地利用动态遥感监测项目实施中得到了广泛应用, 并取得良好的效果。运用实测控制点对原始影像作纠正、配准处理后, 融合影像纹理更清晰, DOM 检查点中误差较以前普遍运用 DRG /LUDRG 做控制资料提高了大约 2—3 个像素的精度水平。目前, 本项目正在对首批实测控制点标准影像作进一步标准化处理, 很快即输入“国家级土地利用动态遥感监测控制点影像库管理系统”。这样在今后项目实施中, 就可以发挥该系统高精度实测控制点自动匹配功能, 大大提高数字正射影像图制作, 乃至整个土地利用动态遥感监测项目监测信息的精度水平和工作效率。

参考文献 (References)

[ 1 ] Cadastre Management Bureau of Ministry of Land and Resource China Land Surveying and Planning Institute Land Use Dynamic Remote-sensing Monitoring Technical Project in 2005 [S]. [国土资源部地籍管理司, 中国土地勘测规划院. 2005 年土地利用动态遥感监测项目技术方案 [S], 2005.]

[ 2 ] Xu S S Zhang H H Yang Z Q et al GPS Measuring Theory and Application [M]. Wuhan: Wuhan University Publishing Company, 1996. [徐绍拴, 张华海, 杨志强等. GPS 测量原理及应用 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.]

[ 3 ] Li D R GPS Application in Photography Measuring and Remote-sensing [M]. Beijing: Measuring and Mapping Publishing Company, 1996. [李德仁. GPS 用于摄影测量与遥感 [M]. 北京: 测绘出版社, 1996.]