



中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0153—2014
代替 DZ/T 0153—1995

物化探工程测量规范

Engineering survey specification for geophysical and geochemical prospecting

2014-09-28 发布

2014-12-01 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 坐标系统与高程基准 3

 4.3 测网(点)三维定位精度 3

 4.4 仪器设备检验与检定 4

5 技术设计 4

 5.1 设计原则 4

 5.2 主要内容 5

 5.3 设计编写 5

6 加密控制测量 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 常规测量 6

 6.3 GPS加密控制测量 9

7 测网(点)定位测量 13

 7.1 一般规定 13

 7.2 常规测量方法 13

 7.3 GPS定位测量 14

 7.4 航测法定位测量 16

 7.5 地形图定点 18

 7.6 剖面测量 19

8 资料整理 20

 8.1 原始记录 20

 8.2 内业计算 20

 8.3 精度评定 21

 8.4 工作报告 21

9 质量检查与验收 22

 9.1 质量检查 22

 9.2 验收 22

10 提交资料项目 22

附录 A (资料性附录) 大地坐标系的地球椭球基本参数 23

附录 B (规范性附录) 全站仪的检验与维护 25

附录 C (规范性附录) GPS仪器的检验与维护 26

附录 D (规范性附录)	加密控制点标志埋设图与点之记	27
附录 E (规范性附录)	GPS 测量手簿记录格式	29
附录 F (规范性附录)	GPS 坐标系统转换方法	31
附录 G (规范性附录)	航测法布设规则测网	33
附录 H (规范性附录)	精度评定公式	35
附录 I (资料性附录)	测量工作技术设计及工作报告编写提纲	39

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 DZ/T 0153—1995《物化探工程测量规范》。本标准与原 DZ/T 0153—1995 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改与调整了加密控制测量的精度指标及方法技术;
- 修改与调整了测点定位测量的精度指标及方法技术;
- 补充、完善了 GPS 定位测量方法技术要求。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位:陕西省地质调查院。

本标准主要起草人:姚元生、杨春阁、梁敏中、李德林、洪海军。

本标准的历次版本发布情况为:

- 1964 年地质部颁发《地球物理、地球化学探矿中测量工作规范》;
- 1981 年地质矿产部颁发《物化探测量工作规范》;
- DZ/T 0153—1995。

物化探工程测量规范

1 范围

本标准规定了物化探工程测量的工作方法和技术要求。
本标准适用于我国陆地开展地质工作中各种比例尺物化探勘查的工程测量工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 18341 地质矿产勘查测量规范
- DZ/T 0070 时间域激发极化法技术规定
- DZ/T 0082 区域重力调查规范
- DZ/T 0144 地面磁勘查技术规程
- DZ/T 0167 区域地球化学勘查规范比例尺 1 : 200 000
- DZ/T 0170 浅层地震勘查技术规范
- DZ/T 0171 大比例尺重力勘查规范
- DZ/T 0180 石油、天然气地震勘查技术规范
- DZ/T 0186 直流充电法技术规程
- DZ/T 0187 地面瞬变电磁法技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

物化探工程测量 **engineering survey of geophysical and geochemical prospecting**
应用大地测量、航空摄影测量及工程测量等解决物化探测点定位的测量方法。

3.2

物化探测点 **station of geophysical and geochemical prospecting**
物化探工作中需要二维、三维定位测量的工程点。包括数据采集点、观测点、采样点、异常标志点、剖面点等。

3.3

规则测网 **regular observation-net**
按照物化探工作比例尺所规定的测点点距、线距构成的矩形或方形面积型测网。

3.4

非规则测网 **nonregular observation-net**
按照物化探工作比例尺所规定的测点密度,在一定范围内构成具有一定自由度的面积型测网。又称自由网。

3.5

精测剖面 **fine-surveyed profile**
为研究物化探异常,进行定量推断解释或确定勘探工程位置时所布设的剖面。

3.6

典型剖面 typical profile

为了解物化探异常特征,以定性解释为主或作概略定量推断解释时所布设的剖面。

3.7

常规测量 usual survey

使用经纬仪、水准仪、测距仪、全站仪等测量仪器所进行的物化探工程测量工作。

3.8

航测法定位测量 location survey by air photograph

应用航空摄影像片上地物或地貌特征点的影像,于实地确定测点位置,并通过内业解析法解求测点三维坐标的方法。

3.9

地形图定点 location by topographic map

利用地形图上明显地物、地貌特征点,在实地采用判读法、图解交会法、特征点量距法等确定测点位置的方法。

3.10

物化探 GPS 定位测量 GPS survey of geophysical and geochemical prospecting

采用全球定位系统 GPS 测量三维定位技术,测定物化探加密控制点及测点平面位置与高程的测量方法。

3.11

基准站 base station

在一定的观测时间内,由固定在一个测站的 GPS 接收机持续跟踪观测卫星,为其余在周围一定范围内流动作业的接收机提供必要的的数据资料,这个固定测站称为基准站(也称固定站或参考站)。

3.12

流动站 roving station

在基准站控制范围内流动作业的 GPS 接收机所设立的测站。

3.13

实时差分测量 real time differential survey

将基准站卫星点位接收机采集的数据,通过通讯链实时地传送给流动站卫星点位接收机,从而实时解算两站点相对位置的测量方法,称为实时差分测量。它包括实时相位差分测量(简称 RTK)和实时伪距差分测量(简称 RTD)。

3.14

坐标转换参数 parameter of coordinate exchange

为表述两个不同坐标系统之间相互转换的数学关系所必需的参数。

3.15

2000 国家大地坐标系 china geodetic coordinate system 2000

由国家建立的高精度、地心、动态、实用、统一的大地坐标系,其原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心。

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 本标准取两倍中误差为限差指标。

4.1.2 在满足本标准所列精度指标的前提下,可采用本标准未列入的新技术、新方法,但应在项目设计书中明确规定。

4.1.3 在不违背本标准所规定的基本原则和精度要求的前提下,作业单位可结合具体情况,制定供本

单位使用的作业细则或补充规定。

4.2 坐标系统与高程基准

4.2.1 平面坐标系优先采用 2 000 国家大地坐标系,亦可延用 1980 西安坐标系及 1954 年北京坐标系(大地坐标系的地球椭球基本参数见附录 A)。平面控制采用高斯正形投影平面直角坐标系。当物化探工作比例尺大于或等于 1 : 10 000 时采用 3°分带计算平面坐标,小于 1 : 10 000 时采用 6°分带计算平面坐标。

4.2.2 高程系统采用 1985 国家高程基准。

4.2.3 当测区无条件与国家控制点联测时,允许采用其他坐标系,但应与国家坐标系相联系。若为假定坐标时,其起算点概略坐标与高程值可在已出版的地形图上量取。起算点应埋设固定标志,以便必要时与国家控制网点联测。

4.3 测网(点)三维定位精度

4.3.1 物化探各类方法的点位中误差、相邻点距相对中误差、方向偏差及高程中误差等项规定见表 1、表 2。

表 1

物化探方法	精度级别	平面点位中误差 (图上 mm)	相邻点距 中误差 %	电极接地 点间误差 %	方向偏差 (°)	高程中误差 m
磁法、放射性		1.0	12.5			图上 1.0 mm
自然电场法		1.25	2.5			
瞬变电磁法	A	1.0	3.0		5	
	B	1.25	5.0		10	图上 1.0 mm
甚低频电磁法	I	0.6	2.5			
	II	1.25	5.0			图上 0.75 mm
充电法	A	1.0	2.0		5	图上 0.6 mm
	B	1.25	4.0		10	
电偶源频率 电磁测深法		1.0	收发距误差<±0.5; 极距误差<±1			目的层埋深的 2%; 目的层埋深 小于 50 m 为 1.0 m
大地电磁测深		0.5				≤1/2 等高距
电阻率剖面法	I	0.6	1.3		5	图上 0.6 mm
	II	1.0	2.0		5	
	III	1.25	4.0		10	
电阻率测深法	I	1.0		±1	3	目的层埋深的 2%; 目的层埋深 小于 50 m 为 1.0 m
	II			±2	5	
	III			±3	10	
激发极化法	A	1.0		±3	5	图上 1.0 mm
	B	1.25		±5	10	

表 2

物化探方法	工作比例尺	平面点位中误差 (图上 mm)	相邻点距中误差 %	高程中误差 m	
				平原丘陵区	山 区
地震法	1:5 000	1.0		0.5	
	1 : 10 000	0.6		0.8	
	1 : 25 000	0.35		1.4	
	1 : 50 000	0.25		1.7	
	1 : 100 000	0.4		2.0	
重力法详查	1 : 2 000	1.0	10.0	0.2	0.4
	1 : 5 000	1.0			
	1 : 10 000	1.0			
重力法普查	1 : 25 000	0.4		0.2	0.4
	1 : 50 000	0.2		0.4	0.6
区域调查	1:100 000	0.1		0.6	1.6
	1 : 200 000	0.05		1.6	
	1 : 1 000 000	0.01		3.5	
化探详查、普查		1.25	12.5		
化探区域调查		0.75			
精测剖面		0.6	12.5	图上 0.6 mm	
典型剖面		1.0	12.5	图上 0.6 mm	
注：表中所列精度指标参见规范性引用文件及参考文献。					

4.3.2 表 1、表 2 中所列物化探各类方法的点位中误差、相邻点距相对中误差、方向偏差及高程中误差等项精度指标参见 DZ/T 0070、DZ/T 0082、DZ/T 0144、DZ/T 0167、DZ/T 0170、DZ/T 0171、DZ/T 0180、DZ/T 0186、DZ/T 0187 等技术标准。

4.3.3 表 1、表 2 中未列入的其他工作比例尺物化探方法，可在满足相应的精度指标原则下，自行规定作业方法和技术要求。

4.4 仪器设备检验与检定

仪器检验可由仪器使用者进行；仪器检定应由法定的检测机构完成，检定周期一般不超过 1 年。仪器检验与维护见附录 B、附录 C。

5 技术设计

5.1 设计原则

5.1.1 以满足物化探工作需要为前提，保证作业符合本标准规定的技术精度指标，尽量采用先进技术与设备，提高工作效率与质量。

5.1.2 测量工作的技术设计，一般应单独编写，也可以作为物化探工作设计的一部分。

5.1.3 由于某种原因不能按照本标准实施作业时,应在设计中阐明原因,并作出新的规定,报上级主管部门审批后执行。

5.2 主要内容

5.2.1 项目概况

5.2.1.1 收集测区及周边地区、能够满足控制测量需要的地形图、控制点成果、航空摄影测量等测绘成果资料。

5.2.1.2 收集测区及周边地区相关的交通图、行政区划图以及交通、供电、气象等方面的资料。

5.2.2 作业技术依据

5.2.2.1 实地了解测区地形、地理、交通、通讯、供电、气象及对空遮蔽干扰因素等情况。

5.2.2.2 实地查勘测区已有控制点的位置,检查控制点标志的完整性、可靠性及可利用情况等。

5.2.2.3 实地踏勘了解工作区的施工条件,明确存在的技术难点及应对措施。

5.2.3 作业技术方案

应说明控制测量方法、测网(点)施测方法、采用的特殊方法、测量标志埋置等内容及技术要求。

5.2.4 资料整理与检查验收

应明确资料整理内容及格式、质量评定要求、检查验收规定及提交资料项目等。

5.2.5 人员与装备

应说明计划投入的各类人员的数量及上岗条件,使用仪器的类型、型号、数量及技术要求,其他交通工具及特殊的生活装备等。

5.2.6 管理措施

应包括项目管理措施、项目质量保证措施、项目安全保密措施、项目安全生产措施等。

5.3 设计编写

5.3.1 设计编写应章节安排合理、内容齐全、工作部署满足项目目标任务要求,方法技术可行,具有较强的可操作性。

5.3.2 技术设计编写提纲参见附录 I。

6 加密控制测量

6.1 一般规定

6.1.1 测区已有的国家等级控制点、5"、10"级三角点、一、二级导线点、水准点等,均可作为加密控制测量的起算点。当测区控制点稀少时,可采用插网、插点、导线或独立控制网建立测区首级控制。首级控制点的精度要求按照 5"、10"级三角点或 GPS E 级网的精度进行测量,有关规定见 GB/T 18341。

6.1.2 在首级控制的基础上,根据需要可扩展两级加密控制点,即物控 I 级和物控 II 级。其末级加密点的点位中误差相对于最近控制点,应不大于图上 0.1 mm。

6.1.3 加密控制测量方法,一般采用 GPS 定位测量及光电测距导线,也可采用其他常规方法测量。

6.1.4 加密控制点的密度应能满足物化探测网控制联测的需要。

6.1.5 加密控制点均应埋设标志。控制点的标志可采用钢管、水泥桩标石或木桩等埋设。标志应稳固并设立中心标志,中心标志的半径应小于 2 mm。所选点位应目标明显、易于寻找,并于现场绘制点位略图、填写点之记。标石埋设的规格及点之记格式见附录 D。

6.2 常规测量

6.2.1 平面控制

6.2.1.1 水平角观测的测回数、三角形闭合差和限差要求分别按表 3 和表 4 执行。

表 3

级	测角中误差 (")	测回数		三角形闭合差 (")
		J ₂ 型经纬仪	J ₆ 型经纬仪	
5"级	5	3	6	±15
10"级	10	2	3	±30
15"(物控Ⅰ级)	15	1	2	±45
20"(物控Ⅱ级)	20	1	1	±60

表 4

项目	限 差 /(")	
	J ₂ 型经纬仪	J ₆ 型经纬仪
光学测微器两重合读数之差/(")	3	
半测回归零差/(")	12	24
各测回同一方向较差/(")	12	24
一测回内 2C 值互差/(")	18	

6.2.1.2 各种交会法的交会边长一般不应超过表 5 的规定。

表 5

测角中误差 (")	各种比例尺最大边长/km					
	1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000	1 : 10 000	1 : 25 000	1 : 50 000
15	0.3	0.7	1.7	3	8	16
20	0.25	0.5	1.2	2.5	6	12

6.2.1.3 交会点分组计算,两组坐标之差应小于 M/5 000,由坐标反算的检查角与观测角之差 Δε" 应满足式(1)要求。

$$\Delta\epsilon'' \leq \frac{M}{7\,000} \cdot \frac{\rho''}{S}$$

.....(1)

式中:

Δε" ——检查角应观测角之差,单位为秒(");

M ——比例尺分母;

S ——检查方向边长,单位为米(m)。

6.2.1.4 光电测距平面导线测量,可在首级控制点间布设成附和(闭合)导线、结点或导线网。有关方法技术规定如下:

a) 光电测距仪的精度分级,依测距仪标称精度,按 1 km 测距中误差 m_D 划分为两级:

I 级: $m_D \leq 15\text{ mm}$;

II 级: $5\text{ mm} < m_D \leq 10\text{ mm}$ 。

b) 测距中误差 m_D 按式(2)计算:

$$m_D = \pm (a + b \cdot D)$$

.....(2)

式中:

m_D ——测距中误差,单位为米(m);

a ——标称精度固定误差,单位为毫米(mm);

b ——标称精度比例误差系数,单位为毫米每千米(mm/km);

D ——测距边长度,单位为千米(km)。

c) 光电测距主要技术要求按表 6 执行。

表 6

测量等级	观测次数	每边测回数	测回读数间较差 mm	单程各测回较差 mm	往返较差
5"级	≥1	≥2	≤7	≤10	≤√2m _D
10"级	≥1	≥1	≤12	≤17	
物控Ⅰ级	≥1	≥1	≤15	≤22	
物控Ⅱ级	≥1	≥1	≤18	≤25	
注 1: 测回是指照准目标一次,读数 4 次的过程。					
注 2: m _D 为测距中误差,单位为米(m)。					

d) 光电平面导线测量主要技术要求按表 7 执行。

表 7

等级	附和导线长度 km	平均边长 km	测边相对 中误差	测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	全长相对 闭合差
物控 I 级	8	0.8	1/30 000	15	$45\sqrt{n}$	1/8 000
物控 II 级	4	0.4	1/15 000	20	$60\sqrt{n}$	1/5 000
注: n 为转折角个数。						

6.2.2 高程测量

6.2.2.1 高程测量一般应以国家等级水准点为基础,也可以根据工作需要建立独立高程控制网,采用等外水准或等外光电高程导线方法施测。

6.2.2.2 等外水准测量各项精度技术要求按表 8、表 9 执行。

表 8

仪器类型	每千米高程偶然中误差 mm	视线长度 m	前、后尺视距不等差 m	累计视距差 m	同一标尺黑、红面读数不符值 mm	同一站黑、红面高差不符值 mm	水准间歇前、后高差不符值 mm
S ₃	±10	150	10	40	5	7	7
S ₁₀	±10	120					
S ₁₀	±15	150	15	60	8	11	11
S ₁₀	±20~30	170	20	80	9	13	13

表 9

高程精度 m	每千米高差偶然中误差 mm	允许环线长度 km	允许结点间长度 km	允许支线长度 km	环线闭合差测段往返测不符值 mm		左右路线高差不符值 mm	最弱点相对于上一级点高程中误差 mm
					平地、丘陵	山区		
0.05	10	25	16	8	$40\sqrt{R}$	$50\sqrt{R}$	$30\sqrt{R}$	50
	15	11	7	3	$60\sqrt{R}$	$75\sqrt{R}$	$40\sqrt{R}$	
0.10	10	64	42	21	$40\sqrt{R}$	$50\sqrt{R}$	$30\sqrt{R}$	80
	15	28	19	9	$60\sqrt{R}$	$75\sqrt{R}$	$40\sqrt{R}$	
	20	16	10	5	$80\sqrt{R}$	$100\sqrt{R}$	$55\sqrt{R}$	
0.20	20	72	48	24	$80\sqrt{R}$	$100\sqrt{R}$	$55\sqrt{R}$	170
	25	46	30	15	$100\sqrt{R}$	$120\sqrt{R}$	$70\sqrt{R}$	
	30	32	21	10	$120\sqrt{R}$	$150\sqrt{R}$	$85\sqrt{R}$	
注 1: R 为水准路线长度,单位为千米(km)。水准支线长度取单程长度。								
注 2: 高程精度计算公式 $M = \sqrt{M_{\text{环}}^2 + M_{\text{测}}^2 + M_{\text{联}}^2}$ 。								

6.2.2.3 等外光电测距高程导线一般与其平面测距导线同时施测,也可以单独施测,以代替等外水准测量。其主要技术要求按表 10 规定执行。

表 10

等级	距离测回数	闭合路线长度 km	平均边长 km	路线闭合差 mm	垂直角测回数	往返观测高差较差 mm
物控Ⅰ级	1	25	0.6	$40\sqrt{\Sigma D}$	1	$60\sqrt{D}$
物控Ⅱ级	1	28	0.5	$60\sqrt{\Sigma D}$	1	$80\sqrt{D}$
注: D 为测距边长度,单位为千米(km)。						

6.3 GPS 加密控制测量

6.3.1 布网原则

- 6.3.1.1 GPS 加密控制网的布设,应根据测区实际需要、预期精度指标、仪器类型、测区自然地理及交通状况等因素,按照优化设计的原则进行。
- 6.3.1.2 在一个测区内,一般宜布设全面网,也可以根据需要分级布网。网型设计可采用三角网、附和导线网、星形网等多种形式进行布设。
- 6.3.1.3 GPS 网应与国家控制点联测,联测点数一般不得少于 3 个,困难地区不得少于 2 个,并应均匀分布于网内。
- 6.3.1.4 GPS 高程测量,一般伴随平面控制同步进行,其观测技术要求同平面控制测量。高程网内应联测 4 个以上不低于等外水准精度的高程点,且应均匀分布。
- 6.3.1.5 为方便常规测量方法的应用,每个 GPS 控制点应至少与另外一个控制点保持通视。

6.3.2 技术精度指标

6.3.2.1 GPS 加密控制网是在已有国家三角点(导线点)或 GPS 网 E 级以上等级控制点基础上扩展的,按相邻点平均距离和精度划分为一、二级。其主要技术指标按表 11 规定执行。

表 11

级别	相邻点间平均距 km	附和路线或异步环的边数	基线最弱边 相对中误差	固定误差 <i>a</i> mm	比例系数 <i>b</i> 1×10 ⁻⁶
一级	15	≤10	1/20 000	≤10	≤15
二级	5	≤10	1/10 000	≤15	≤20

6.3.2.2 GPS 网的观测边长可根据测区情况及仪器类型确定。一般情况下,相邻点间最小距离不应小于平均距离的 1/3,最大距离不应超过平均距离的 3 倍。特殊工种、特殊困难地区,可以适当放宽,但不应小于平均距离的 1/5 和超过平均距离的 5 倍。

6.3.2.3 特殊困难地区,在满足测点定位精度要求前提下,允许在二级加密控制点下再扩展 1 级~2 级。

6.3.2.4 GPS 网相邻点间基线向量弦长中误差(标准差)按式(3)计算:

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- σ ——基线向量弦长中误差,单位为毫米(mm);
- a ——固定误差,单位为毫米(mm);
- b ——比例误差系数(1×10⁻⁶);
- d ——相邻点间的距离,单位为千米(km)。

6.3.2.5 各等级 GPS 加密控制测量观测作业的基本技术要求应符合表 12 的规定。

表 12

项目	观测方法	等级	
		一 级	二 级
卫星高度角/(°)	静态	≥15	≥15
	快速静态	≥15	≥15
有效观测卫星总数	静态	≥4	≥4
	快速静态	≥5	≥5
有效时段长度/min	静态	≥45	≥40
	快速静态	≥15	≥10
施测时段数	静态	≥1	≥1
	快速静态	≥1	≥1
数据采样间隔/s	静态	10~30	10~30
	快速静态	5~15	5~20
点位几何图形强度(PDOP)		≤6	≤6

6.3.3 控制点施测

6.3.3.1 仪器选择与检验要求如下：

- a) 用于加密控制测量的 GPS 仪器,应选用 2 台或 2 台以上单频、双频 GPS 接收机。
- b) 仪器检验应按照附录 C 的有关规定执行。

6.3.3.2 选点、埋石要求如下：

- a) 点位应选在视野开阔、地基稳定、有利于安全作业的地区。
- b) 点位应远离大功率无线电辐射源(电视台、电台、微波站)200 m 以上,距高压输电线、微波无线电传送通道 100 m 以上。

6.3.3.3 观测要求：

- a) 严格按照计划规定的时间进行作业,保证同步观测同一组卫星。
- b) 三角架安置天线时,需严格对中整平,对中误差≤3 mm。
- c) 检查电源电缆和天线电缆连接无误后,方可启动接收机。
- d) 及时输入站名、日期、时段号、天线高等信息,并记录在手簿上,记录格式见附录 E。接收机开始记录数据后,应随时注意卫星信号和信息存储情况。
- e) 同一观测时段内不得进行中途关机、开机、自测试、改变卫星仰角限、改变采样间隔、改变天线位置、关闭文件和删除文件等项操作。
- f) 数据采集完成后应及时做好各项记录,检查无误后方可迁站。
- g) 每日观测结束后应及时将数据传至计算机,并作备份,以防数据丢失。

6.3.4 数据处理

6.3.4.1 数据质量检查与分析要求如下：

- a) 按照规范或技术设计的规定,对外业提供的全部数据应进行全面检查和分析,重点检查原始观测数据是否符合规范与设计的要求,项目是否齐全,编号是否统一,有无重号现象等。
- b) 采用不同类型 GPS 接收机时,应将观测数据转换成标准格式。

- c) 检查每个测站上的星历、相位、测站数据是否齐全。
- d) 检查观测数据中的整周间隔断点所占的比例,确定能否采用数据编辑技术恢复正常整周数。
- e) 在计算分析时,同一时段有效观测值的数据剔除率应小于 20%。
- f) 残差状态分析,包括统计偶然误差和系统误差所占比例,用手工删除不合格卫星信号。

6.3.4.2 基线解算方案要求如下:

- a) 基线解算时,根据基线长度可以分别采用双差相位观测值和三差相位观测值。
- b) 基线解算起算数据的选择,应优先选用国家各等级控制点、水准点等。
- c) 相同等级的 GPS 网,根据基线长度不同,应采用不同的数学处理模型:基线短于 8 km 时,须采用双差固定解;长度为 8 km~30 km 的基线,可在双差固定解和双差浮点解中选择最优结果;30 km 以上的长基线,可采用三差解作为基线解算的最终结果。

6.3.4.3 基线解算的质量检验:

- a) 同一条基线不同时段观测解算结果其长度较差 d_s 应符合式(4)规定:

$$d_s \leq 2\sqrt{2}\sigma \dots\dots\dots(4)$$

式中:

d_s ——长度较差,单位为毫米(mm);
 σ ——相应等级基线的规定精度,单位为毫米(mm)。

- b) 同步观测环检验的限差应满足式(5)的要求:

$$\left. \begin{aligned} W_x &\leq \frac{\sqrt{n}}{2}\sigma \\ W_y &\leq \frac{\sqrt{n}}{2}\sigma \\ W_z &\leq \frac{\sqrt{n}}{2}\sigma \\ W &= \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq \frac{\sqrt{3n}}{2}\sigma \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

W_x 、 W_y 、 W_z ——坐标分量闭合差,单位为毫米(mm);
 W ——同步环坐标闭合差,单位为毫米(mm);
 n ——闭合环中的边数;
 σ ——基线测量中误差,单位为毫米(mm)。

- c) 对由同一种数学模型处理所得的基线解,三边同步环的坐标分量相对闭合差和全长相对闭合差不应超过表 13 的规定。

表 13

项 目	观测方法	限差/mm	
		一 级	二 级
坐标分量相对 闭合差/mm	同步观测环	9.0	9.0
	异步观测环	10.0	11.0
环线全长相对 闭合差/mm	同步观测环	10.0	15.0
	异步观测环	35.0	60.0

- d) 异步(独立)观测环的坐标分量闭合差和全长闭合差应符合式(6)的规定,其限差不能超过表

13 的规定。

$$\left. \begin{aligned} W_x &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_y &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_z &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W &= \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq 3\sqrt{3n}\sigma \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- W_x, W_y, W_z ——坐标分量闭合差,单位为毫米(mm);
 W ——同步环坐标闭合差,单位为毫米(mm);
 n ——闭合环中的边数;
 σ ——基线测量中误差,单位为毫米(mm)。

6.3.4.4 GPS 网平差处理:

a) 无约束平差

当基线向量各项质量检核符合要求时,以所有独立基线向量组成闭合图形(GPS 空间向量网),在 WGS-84 坐标系内以一个点三维坐标为依据进行三维无约束平差。在无约束平差中,基线向量的改正数绝对值($V_{\Delta x}, V_{\Delta y}, V_{\Delta z}$)应符合式(7)规定:

$$\left. \begin{aligned} V_{\Delta x} &\leq 3\sigma \\ V_{\Delta y} &\leq 3\sigma \\ V_{\Delta z} &\leq 3\sigma \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- $V_{\Delta x}, V_{\Delta y}, V_{\Delta z}$ ——基线向量改正数,单位为毫米(mm);
 σ ——基线测量中误差,单位为毫米(mm)。

当基线改正数超限时,可能存在粗差基线,可采取随机软件提供的或手动处理的方法剔除个别粗差基线,做检核处理。

b) 约束平差

在无约束平差的精度满足式(7)的基础上,用国家或独立坐标系下的精度可靠的起算数据,进行二维或三维约束平差。约束平差后的精度应满足 6.3.2.1 中的规定,同时约束平差中基线向量的改正数与无约束平差结果的同名基线向量的相应改正数的较差($dV_{\Delta x}, dV_{\Delta y}, dV_{\Delta z}$)应符合式(8)规定:

$$\left. \begin{aligned} dV_{\Delta x} &\leq 2\sigma \\ dV_{\Delta y} &\leq 2\sigma \\ dV_{\Delta z} &\leq 2\sigma \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- $dV_{\Delta x}, dV_{\Delta y}, dV_{\Delta z}$ ——基线向量改正数的较差,单位为毫米(mm);
 σ ——基线测量中误差,单位为毫米(mm)。

c) GPS 加密控制点高程计算

首先利用已联测的具有等外水准测量以上等级的 GPS 点的海拔高程(正常高)和经无约束平差后的 GPS 高(大地高)计算高程异常值,然后用似大地水准面模型法或高程拟合法计算各点正常高。

d) 平差后输出各点的三维坐标、基线向量改正数、基线边长的精度、转换参数及其精度。

e) 数据处理中,三维坐标与边长均取位至 0.001 m。

f) 数据处理后应进行成果整理,对基线解算无约束平差和约束平差(或整体平差)的结果均要求拷贝到光盘上,装入盒内,贴上标签,注明资料内容,最后对成果进行打印,并装订成册,归档保存。

6.3.5 精度统计与质量评定

6.3.5.1 精度统计：

- a) 中间精度统计包括：同步与异步观测环坐标分量闭合差、环线全长相对闭合差、基线重复观测闭合差及其相对中误差、三维坐标转换参数中误差。
- b) 最终结果精度统计包括：最弱边相对中误差、最弱点三维坐标中误差及各点的点位误差。

6.3.5.2 质量评定：

- a) 数据处理完成后，根据规范与技术设计规定的技术指标与精度指标，对平差成果的中间精度及最终精度进行评定，全部符合限差规定的为合格，有任一指标低于限差规定的为不合格。
- b) 对于产品中不合格的部分应在室内分析原因，进行处理。若无法补救，应于野外进行补测或重测。补测或重测的理由应写入数据处理报告中。

7 测网(点)定位测量

7.1 一般规定

7.1.1 根据物化探工作任务及精度要求，确定测网布设形式、联测方案、使用仪器类型及方法技术。

7.1.2 物化探测网布设分为规则网与非规则网。规则网一般适用于大于 1:50 000 比例尺测网的布设；非规则网一般适用于小于 1:50 000 比例尺测网的布设。

7.1.3 物化探测网的方位、点线距、点位活动半径、工作面积等应与物化探工作设计相一致。点线编号应由南向北、由西向东递增。

7.1.4 测网基线(或导线)点应以木桩标定并编号。测点也应设置木桩或明显标志。

7.1.5 测网布设测量一般采用下述方法：

- a) 常规测量。
- b) GPS 定位测量。
- c) 航测法定位测量。
- d) 地形图定点。

7.2 常规测量方法

7.2.1 视距法

7.2.1.1 视距法指使用普通视距经纬仪直接布设测网的方法。一般适用于大于 1:10 000 比例尺规则测网的布设。

7.2.1.2 采用经纬仪视距法布设测网时，应按照设计布设测网基线与测线。一般应先布设测网基线，然后再布设测线。

7.2.1.3 测网基线一般附合在两控制点间，也可按闭合环法布设。测网基线水平角按方向观测法——测回测定， $2c$ 值互差不大于 $60''$ ，方位角闭合差不得大于 $2' \sqrt{n}$ (n 为测站数)。

7.2.1.4 测线应垂直于测网基线布设，且应起闭于两相应测网基线点之间。测线水平角按方向观测法半测回测定。当测线为直线布设时，可使用“一次倒镜法”，但应盘左盘右交替进行。

7.2.1.5 视距法布设测网基线、测线技术要求及限差见表 14、表 15。

表 14

测网比例尺	最大视距长度/m	直反视较差
1 : 2 000	300	1/200
1 : 5 000	400	1/150
1 : 10 000	450	1/100

表 15

测网比例尺	基 线		测 线	
	最大长度/ km	闭合差/m	最大长度/ km	闭合差/m
1 : 2 000	1.2	3.5	1.0	3.5
1 : 5 000	4.0	8.6	2.7	8.6
1 : 10 000	8.0	17.3	4.8	17.3

7.2.1.6 当配合高精度重力等物化探测网测量时,高程测量可采用等外水准或同精度高程导线测量方法测定。

7.2.2 测距法

7.2.2.1 测距法指使用全站仪、测距仪等光电测距仪器布设测网的方法。一般适用于大于 1:100 000 比例尺规则网布设,也可用于非规则网布设。

7.2.2.2 采用光电测距仪布设测网时,可在控制点间布设光电测距控制导线,以导线点作为测站点直接放样并测定测点平面坐标与高程。

7.2.2.3 光电测距仪施测控制导线、测点各项技术要求见表 16。

表 16

比 例 尺	控 制 导 线				测点最大边长/ km
	最大边长/ km	导线长度/ km	方位闭合差/(′)	坐标闭合差/m	
1 : 10 000	1.0	10.0	$1\sqrt{n}$	5.0	1.5
1 : 25 000	2.0	22.0	$1\sqrt{n}$	11.0	3.5
1 : 50 000	3.0	42.0	$1\sqrt{n}$	22.0	4.5
注: n ——转折角个数。					

7.2.2.4 当使用光电测距仪同时测定测点平面坐标与高程时,其观测技术要求按施测高程导线的有关规定执行。

7.3 GPS 定位测量

7.3.1 仪器选择

7.3.1.1 测地型单频或双频 GPS 接收机,适用于物化探各种方法的测点定位测量。在有条件的情况下,优先选用具有实时动态 RTK 测量功能的接收机。

7.3.1.2 手持式导航型 GPS 接收机,目前适用于小于或等于 1:10 000 比例尺的化探采样点定位及磁法、电法等物化探测点的定位测量。

7.3.2 测地型 GPS 接收机作业技术要求

7.3.2.1 基准站设置要求如下:

- a) 基准站应设在地基稳定、交通方便、环境安全的开阔地带。
- b) 基准站周围不应有强烈干扰接收卫星信号的物体,如大型建筑物、高压线、电视台、无线电发射站、微波站等干扰源,并应尽量避免大面积水域。
- c) 基准站的控制半径依工作比例尺及精度要求而定,困难地区在满足规范要求的前提下,经过试验,可适当放宽。
- d) 基准站应按照加密控制点精度要求予以施测。

7.3.2.2 测站作业技术要求:

- a) 在基准站设置一台 GPS 接收机连续跟踪卫星观测,另外一台或多台 GPS 接收机流动至任一测点进行同步观测。
- b) 记录或输入测站名、日期、时段号、天线高、开关机时间等信息。
- c) 测点定位测量的基本技术要求同 6.3.2.4。
- d) 当天接收机存储的资料在转入室内后,应利用随机软件及时传送到计算机内进行编辑、整理、打印、保存,并进行数据处理。其数据处理方法同 6.3.4。

7.3.3 实时动态 RTK 测量作业技术要求

7.3.3.1 建立工程文件:在 RTK 随机手簿中建立一个工程,正确输入工程名称、坐标系统、高程基准、中央子午线经度等。

7.3.3.2 测定坐标转换参数:在测区内至少 3 个以上控制点上采集各点 WGS-84 坐标,利用随机软件求出转换参数,建立测区坐标转换模型。当尺度因子 K 值接近 1、各方向平差精度 $\leq \pm 0.2$ m 时,方可开始作业。否则,分析转换精度差的点重新采集 WGS-84 坐标,然后重复上述过程,直至满足精度要求为止。

7.3.3.3 基准站设置要求:

- a) 基准站设置的一般条件同 7.3.2.1。
- b) 基准站的位置应能有效控制流动站作业,其控制半径依电台功率及接收信号强弱而定,一般地形条件下不应超过 15 km,特殊地区可适当放宽。

7.3.3.4 测站作业技术要求:

- a) 在计算机上生成物化探测点的理论坐标或测线起、终点坐标,输入 RTK 手簿内存。
- b) 正确连接接收机电源、电缆和天线后开机。当显示接收到固定站电台信号且坐标解为固定解后,在导航列表中选择测点名称,导航至该点位,测量并记录测点的三维坐标。
- c) 每日野外作业完成后需将 RTK 手簿内存的当日测量的测点的三维坐标利用随机软件传输到计算机内,编辑整理成所需格式后存盘保存。

7.3.4 手持式 GPS 接收机作业技术要求

7.3.4.1 测定坐标转换参数:

- a) 在手持式 GPS 接收机内设置测区中央子午线经度、坐标系统、高程基准等信息。
- b) 在测区内或测区周围选择 3 个以上控制点,分别测定各点的三维坐标转换参数,当各点转换参数间对应值的最大差值 ≤ 15 m,平均差值 ≤ 10 m 时,取其平均值作为整个测区的坐标转换参数,输入 GPS 仪器中。

c) 若控制点在各坐标系下的值为已知时,可参照附录 F 计算坐标转换参数。

7.3.4.2 定位测量作业技术要求:

- 在室内计算测点理论坐标值,输入手持式 GPS 接收机中。
- 在导航状态下,用手持 GPS 接收机导航至测点点位,读取并记录该点三维坐标值。
- 将手持式 GPS 接收机中测得的数据传输到计算机上,编辑、整理、存储,防止数据丢失。

7.3.5 GPS 测点定位精度检查

7.3.5.1 检查方法,一般采用同精度重复观测和高精度同步观测等方法进行检查。

7.3.5.2 采用同精度检查时,检查点的数量应不小于总点数的 3%。其三维坐标的较差应不大于测点中误差的 2 倍。

7.3.5.3 采用高精度检查时,一般以优于 GPS 定位的常规测量方法进行,检查工作量应不小于同精度检查测点总数的 10%。其三维坐标的较差应不大于测点中误差的 2 倍。

7.3.5.4 检查点相对中误差按式(9)计算。

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{2n}} \\ m_y &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta y_i)^2}{2n}} \\ m_z &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta z_i)^2}{2n}} \\ m_p &= \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

m_x 、 m_y 、 m_z ——测点定位坐标 x 、 y 、 z 的相对中误差;单位为米(m);

m_p ——测点定位平面位置中误差,单位为米(m);

Δx_i 、 Δy_i 、 Δz_i ——检查点 x 、 y 、 z 的坐标较差,单位为米(m);

n ——检核点总数。

7.4 航测法定位测量

7.4.1 规则测网

7.4.1.1 采用航空摄影像片布设规则测网,一般适用于 1:10 000~1:50 000 比例尺的磁法、化探、放射性等物化探平面测网的布设。

7.4.1.2 在平坦地区,可采用纠正后的固定比例尺像片平面图或正射影像图布设测网。在丘陵、山区可采用视差测图仪布设测网。其作业方法见附录 G。

7.4.2 非规则测网

7.4.2.1 采用航空像片定点、解析空中三角测量解求测点平面坐标与高程的方法布设非规则测网,一般适用于 1:50 000~1:200 000 比例尺区域重力调查等物化探测网测量。

7.4.2.2 资料收集要求如下:

- 参照表 17 收集相应比例尺的航摄资料与地形图,复制航空像片及透明正片。

表 17

工作比例尺	航摄比例尺	地形图比例尺
1 : 50 000	1 : 5 000~1 : 15 000	1 : 25 000
1 : 100 000	1 : 8 000~1 : 25 000	1 : 50 000
1 : 200 000	1 : 30 000~1 : 40 000	1 : 50 000~1 : 100 000

b) 收集测区已有的像片控制测量成果。若需进行像片控制测量,有关要求参见 GB/T 18341。

7.4.2.3 航空像片判读定点的要求如下:

- a) 判刺法:采用航空像片判刺法确定测点点位时,应首先在地形图上按照测点密度概略圈定测点位置,然后在实地持像片通过立体观察判读选定测点,刺出点位。
- b) 判定法:采用航空像片判定法确定测点点位时,首先通过室内立体观察像片,选定测点点位,并刺点整饰,然后持像片于实地判读定位。室内解析空三加密作业可超前或同步进行。当野外因地物变迁无法判定测点时,可另行选刺,同时应将所改点位通知内业进行补测。
- c) 实地判读定点工作,一般应由一人作业,另一人检查。

7.4.2.4 解析空中三角测量的要求如下:

- a) 在作业透明正片上转刺像控点、测点、模型连接点及检查点,其刺点误差不应大于像片上 0.1 mm。
- b) 像对量测、计算工作参见 GB/T 18341 有关规定。
- c) 模型相对定向精度及模型连接限差按表 18 规定执行。

表 18

像 幅	相 对 定 向 /mm		模 型 连 接 /mm	
	标准点/ ΔQ	检查点/ ΔQ	平面较差/ ΔS	高程较差/ ΔZ
18 cm×18 cm	0.02	0.04	0.12	$0.07 M \frac{f}{b}$
23 cm×23 cm	0.02	0.03		
注 1: M 为航空像片比例尺分母; 注 2: f 为航空摄影机焦距,单位为毫米(mm); 注 3: b 为像片基线长度,单位为毫米(mm)。				

d) 模型大地定向后,定向点残差、检查点不符值及公共点较差不应超过表 19 的规定。

表 19

地 形 条 件	平面坐标与 高程分类	工作比例尺	定向点残差 m	检查点不符值 m	公共点较差 m
平 原、丘 陵 地 区	平 面	1 : 50 000	1.5	2.5	4.5
		1 : 100 000	2.6	4.4	8.8
		1 : 200 000	8.0	10.0	18.0
	高 程	1 : 50 000	0.6	0.9	1.8
		1 : 100 000	0.8	1.3	2.6
		1 : 200 000	1.6	2.8	5.6

表 19 (续)

地形条件	平面坐标与 高程分类	工作比例尺	定向点残差 m	检查点不符值 m	公共点较差 m
山地	平面	1 : 50 000	2.0	4.0	6.0
		1 : 100 000	3.8	6.2	12.5
		1 : 200 000	10.0	15.0	28.0
	高程	1 : 50 000	0.8	1.8	2.5
		1 : 100 000	1.2	1.9	3.8
		1 : 200 000	3.0	6.0	10.0

e) 测点加密计算的坐标值可展绘在地形图上,读取测点图面高程并与计算的高程相比较,检查加密点计算高程是否存在粗差。若高程差超出一根等高距,则应检查测点刺点的正确性。

7.5 地形图定点

7.5.1 规则测网

7.5.1.1 用于布设物化探规则测网的地形图应是国家正式出版图,其比例尺应大于或等于物化探工作比例尺。

7.5.1.2 地形图布设规则测网作业步骤:

- a) 按照物化探设计提供的面积和起点坐标、测线方位、测网密度等计算测区边界点坐标,并展绘到地形图上。
- b) 在边界点之间(大工区可根据图幅计算边界点),按点、线距准确标绘测点点位,注明点、线号。
- c) 按照地形、地物等特征点进行实地布点(布点应由另一人检查),打桩注记点线号。无特征点可判时,可用半仪器法或经纬仪交会法、极坐标法等进行实地布点。
- d) 需图解交会测点平面坐标及高程时,应由二人分别进行。由二人图解的坐标较差应小于图上 0.5 mm,高程较差应小于 1/3 基本等高距。

7.5.1.3 大面积草原、戈壁、沙漠、林区等无明显地物地带,不宜使用地形图布设测网。

7.5.2 非规则测网

7.5.2.1 用作判定测点平面位置的地形图,其要求同 7.5.1.1。若需在图上直接读取高程,所用地形图比例尺应符合表 20 的规定。

表 20

工作比例尺	定点方式	
	平面定位	直读高程
1 : 50 000	1 : 10 000	1 : 5 000
1 : 100 000	1 : 50 000	1 : 10 000
1 : 200 000	1 : 50 000	1 : 50 000
1 : 500 000	1 : 100 000	1 : 50 000
1 : 1 000 000	1 : 100 000	1 : 50 000

7.5.2.2 按照物化探工作的要求,在图上圈定物化探测点的范围,于实地判读定点。

7.5.2.3 测点点位应尽量选取图上高程注记点或明显地物点。若测点选在非明显地段时,可用图解交会法确定点位,内插等高线读取高程。

7.5.3 点位质量检查

- 7.5.3.1 利用地形图布设测网,应进行测点点位质量检查,检查方法:
- a) 利用图幅内已知控制点作为起算点,按导线或极坐标法对测点进行联测检查。
 - b) 当图幅内无已知控制点时,可选择明显地物点作为测站点和方向点,按极坐标法对测点进行检查。
- 7.5.3.2 检查点数量应不少于总点数的 1%。
- 7.5.3.3 检查计算的测点点位中误差应满足测点定位精度要求。

7.6 剖面测量

7.6.1 典型剖面测量

- 7.6.1.1 剖面线上物化探测点相对于最近控制点的平面位置中误差,应符合表 1 规定。
- 7.6.1.2 采用常规测量方法施测典型剖面时,可起闭于首级控制点、物控点或导线点上,也可以起闭于物化探测网基线点上,其最大视距长度、距离直反觇较差、全长闭合差等与测线测量的要求相同。
- 7.6.1.3 剖面高程测量直反觇高差不符值应符合表 21 的要求。

表 21

地面倾角	直反觇视距每百米高差不符值/cm			
	250 m	200 m	150 m	100 m
4°	6	6	8	11
8°	9	11	14	20
12°	12	15	20	29
16°	15	19	25	38
20°	18	23	30	46
25°	22	27	36	54
30°以上	25	30	40	60
注:当视距小于 100 m 时,按 100 m 规定要求。				

- 7.6.1.4 采用 GPS 定位测量时,可按照三维定位施测测网(点)的要求执行。
- 7.6.1.5 利用地形图绘制典型剖面时,即用图解法在地形图上直接横切剖面,其所采用的地形图比例尺应大于或等于所作剖面图的横比例尺。

7.6.2 精测剖面测量

- 7.6.2.1 精测剖面上物化探测点相对于最近控制点的平面位置及高程中误差,应符合表 1 规定。
- 7.6.2.2 精测剖面可采用常规测量方法或 GPS 定位测量施测。采用常规测量方法施测精测剖面时,应起闭于首级控制点、物控点或导线点上。采用 GPS 定位测量时,可按照三维定位施测测网(点)的要求执行。
- 7.6.2.3 精测剖面点高程应采用等外水准或等外光电测距导线施测。

7.6.3 其他规定

- 7.6.3.1 进行剖面测量时,除测定各剖面点的高程外,还应加测剖面点间的地形变换点。

7.6.3.2 剖面高程可采用绝对高程或假定高程。当采用绝对高程时,应以三角高程或视距高程导线与临近控制点进行联测。当采用假定高程时,其起测点的概略高程,可以从地形图上量取或假设。组成面积性剖面网时网中的高程系统应统一。

8 资料整理

8.1 原始记录

8.1.1 原始观测值和记录项目,应在现场用铅笔或钢笔记录在规定格式的手簿中,字迹要清楚、正确、整齐、美观,不得涂改、转抄。不同测区、不同方法、不同内容的观测资料不得混记在同一记录本上,不同日期不得记在同一页上。外业手簿应按顺序编号,不得撕毁。

8.1.2 外业手簿中记录和计算的修改及观测值的淘汰,不得涂改及刮补,应用横线整齐划去,把正确数据记在被划去的数据上方。凡划去的数字应在备注栏内说明原因,并注明重测成果所在页数。同一测站不能同时划改两个相关数据。

8.1.3 水平方向观测,秒值读记错误应重新观测,度、分读记错误可现场改正,但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。垂直角观测中的分值读数在各测回中不得连环更改。距离测量和高程测量中,厘米级以下的数值不得更改,同一距离,同一高差的往返或两次测量的相关数字不得连环更改。

8.1.4 各条测线应在其末端测量记录所在记录本页次绘出线路闭合示意图,注明方位、距离和闭合差。

8.1.5 采用电子手簿记录时,其打印输出的主要项目应与手记相同,各项限差打印后应附在记录本内。

8.1.6 物化探 GPS 定位测量记录包括:

- a) 测量手簿记录应在现场按作业顺序完成,不允许事后补记或追记。记录格式见附录 G。
- b) 数据文件应及时拷贝成一式两份分别保存在专人保管的防水、防静电的资料箱内。
- c) 数据光盘应贴制标签,注明文件名、网区名、点名、时段号、采集日期、测量手簿编号。

8.2 内业计算

8.2.1 一般规定

8.2.1.1 计算前应对起算数据、野外观测记录仔细校对,进行 100% 的检查。当确认各项限差符合设计和相关规范的规定后方可进行计算。

8.2.1.2 物化探加密控制与联测由一人计算,另一人检查,全部计算应在专门计算表格或计算用纸上进行。采用电子计算器或计算机进行平差计算时,应对输入的数据仔细校对,打印成果亦应进行校验。

8.2.1.3 计算中数值的凑整,按四舍六进,遇五单进双舍的原则。若采用电算工具计算时,也可按四舍五入原则计算。

8.2.1.4 野外观测、内业计算取位见表 22 与表 23。

表 22

工作方法	观测值取位		角度计算取位 (")	坐标计算取位 m	最终坐标取位 m	坐标方位角取位 (")
	距离 m	水平角 (")				
加密控制	0.01	1	1	0.01	0.01	1 或 0.1'
连测点	0.1	1 或 0.1'	1 或 0.1'	0.01	0.1	1 或 0.1'
基测线、剖面	0.1	0.1'	0.1'	0.1	0.1	

表 23

工作方法	观测值取位	高程计算取位 m	最终高程取位 m
光电测距	0.001 m	0.001	0.01
三角高程	垂直角 1"或 0.1'	0.01	0.01
等外水准	0.001 m	0.001	0.01
地形剖面	垂直角 1"或 0.1'	0.01	0.1

8.2.1.5 加密控制点应在高斯平面上采用简易平差法进行计算,当三角形边长或导线边长大于 4 km 时应进行曲率改正。

8.2.1.6 平差计算所使用的程序应准确可靠,所采用的数学模型、计算精度、输出项目等应进行审定,并经行业主管部门鉴定合格后方可使用。

8.2.1.7 用计算器(包括带程序的计算器)计算的资料,应按表格填写观测数据、起算数据及计算结果,计算结果应校核。

8.2.2 平差计算

8.2.2.1 加密控制测量中经纬仪交会点、光电测距(高程)导线点测量应按有关公式,分别进行平面坐标与高程计算。GPS 定位点应利用 GPS 接收机相应配套的软件进行三维坐标计算。光电测距导线交结成网时,平差计算应根据布设图形采用多边形平差、结点平差或等权代替法平差。角度闭合差按全部观测角平均值反符号配赋于各角内;坐标闭合差按边长成正比反符号配赋于各增量中;三角高程测量及光电测距高程导线测量的高程闭合差符合要求时,应将闭合差按边长或测站数成正比反符号配赋于各点中。当高程路线布设成网或结点时,应进行平差计算。

8.2.2.2 测网基线、测线和剖面计算:

- a) 测网基线平差按 8.2.2.1 执行,也可用图解法。
- b) 当工区处在 6°投影带边缘或高原区且基线较长时,应在闭合差中加入基线长度化归到高斯平面或椭圆体面上的改正数(应仍用原闭合差配赋)。
- c) 测线与典型剖面一般须进行平差,并按设计位置展绘于图上。因特殊困难地形需要变更点位时,应提交平差后的全部测点成果或点位变更后的成果,按实际点位绘图。当测线闭合差小于最大允许闭合差 1/4 时,可不进行平差。
- d) 精测剖面闭合差按照 8.2.2.1 中有关原则进行平差。

8.3 精度评定

8.3.1 全部计算工作结束后,应编制成果表,并进行精度评定。评定结果应符合本规范精度要求。

8.3.2 精度评定公式见附录 H。

8.4 工作报告

8.4.1 测区工作结束后,应编写物化探工程测量工作报告。小面积工区可不单独编写报告,但有关内容应在物化探工作报告中予以阐明。

8.4.2 测量工作报告编写提纲(参见附录 I)。

9 质量检查与验收

9.1 质量检查

9.1.1 物化探工程测量产品实行二级检查(即过程检查,最终检查)、一级验收制。

9.1.2 测量单位对产品质量实行过程检查和最终检查。质量检查的精度指标应符合本规范的规定。检查比例应按照项目技术设计执行。

9.1.3 过程检查要求如下:

- a) 过程检查由测量施工单位检查人员负责。
- b) 在作业组自查的基础上,检查人员负责对作业过程的质量检查。对不符合质量要求的问题,应及时提出处理意见。
- c) 检查人员应对作业组各项原始记录、计算资料进行 100% 的检查。

9.1.4 最终检查要求如下:

- a) 最终检查由测量单位管理部门负责实施。
- b) 对外业资料检查比例一般为 1%~3%,检查点位应分布均匀,并将关键异常点列为重点。
- c) 对原始记录、计算资料检查比例应不低于 5%。
- d) 最终检查后,应按照项目技术设计等规定对测量产品进行质量评定。质量评定合格后,提交质量检查报告。
- e) 有下列情况之一的为不合格品:
 - 1) 加密控制测量精度指标有一项不符合要求;
 - 2) 测点点位误差超过规定范围的点数大于总点数的 2%;
 - 3) 点位中误差及高程中误差超过规范规定的精度指标。

9.2 验收

9.2.1 验收工作是在项目最终检查合格后进行。

9.2.2 验收工作由项目任务的委托单位组织实施,或由该单位委托具有检验资格的检验机构验收。

10 提交资料项目

物化探工程测量项目经检查验收后,应按规定提交资料。提交资料项目:

- a) 文字资料包括:
 - 1) 技术设计;
 - 2) 工作报告;
 - 3) 质量检查报告。
- b) 原始资料包括:
 - 1) 野外观测记录手簿;
 - 2) 固定标志埋设委托保管书及点之记;
 - 3) 仪器检验检定资料。
- c) 计算资料包括:
 - 1) 控制点、测点平面坐标与高程计算成果资料;
 - 2) 控制点平面坐标与高程成果表;
 - 3) 物化探测点平面坐标与高程成果表。

附录 A (资料性附录)

大地坐标系的地球椭球基本参数

A.1 WGS-84 大地坐标系的地球椭球基本参数及主要几何和物理常数

A.1.1 地球椭球基本参数:

长半径 $a = 6\,378\,137\text{ m}$

地球引力常数(含大气层) $GM = 3\,986\,005 \times 10^8\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

正常化二阶带谐系数 $C_{2,0} = -484.166\,85 \times 10^{-6}$

地球自转角速度 $\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11}\text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

A.1.2 主要几何和物理常数:

短半径 $b = 6\,356\,752.314\,2\text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.257\,223\,563$

第一偏心率平方 $e^2 = 0.006\,694\,379\,990\,13$

第二偏心率平方 $e'^2 = 0.006\,739\,496\,742\,227$

椭球正常重力位 $U_0 = 62\,636\,860.849\,7\text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

赤道正常重力 $\gamma_e = 9.970\,326\,771\,4\text{ ms}^{-2}$

A.1.3 WGS-84(G730)大地坐标系 $GM = 3\,986\,004.418 \times 10^8\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$, 其他地球椭球基本参数及主要几何和物理常数同 A.1.1、A.1.2。

A.2 1954 年北京坐标系参考椭球的基本几何参数

长半径 $a = 6\,378\,245\text{ m}$

短半径 $b = 6\,356\,863.018\,8\text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.3$

第一偏心率平方 $e^2 = 0.006\,693\,421\,622\,966$

第二偏心率平方 $e'^2 = 0.006\,738\,525\,414\,683$

A.3 1980 西安坐标系的参考椭球基本参数及主要几何和物理常数

A.3.1 参考椭球基本参数

长半径 $a = 6\,378\,140\text{ m}$

地球引力常数(含大气层) $GM = 3\,986\,005 \times 10^8\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

二阶带谐系数 $J_2 = 1\,082.63 \times 10^{-6}$

地球自转角速度 $\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11}\text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

A.3.2 主要几何和物理常数

短半径 $b = 6\,356\,755.288\,2\text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.257$

第一偏心率平方 $e^2 = 0.006\ 694\ 384\ 999\ 59$

第二偏心率平方 $e'^2 = 0.006\ 739\ 501\ 819\ 47$

椭球正常重力位 $U_0 = 6\ 263\ 683 \times 10\ \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

赤道正常重力 $\gamma_e = 9.780\ 318\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

A.4 2000 国家大地坐标系(CGCS2000)的基本椭球参数

A.4.1 地球椭球基本常数

长半径 $a = 6\ 378\ 137\ \text{m}$

扁率 $\alpha = 1/298.257\ 222\ 101$

地球引力常数(含大气层) $GM = 3.986\ 004\ 418 \times 10^{14}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

地球自转角速度 $\omega = 7.292\ 115 \times 10^{-5}\ \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

A.4.2 主要几何和物理常数

短半径 $b = 6\ 356\ 752.314\ 140\ 355\ 8$

第一偏心率平方 $e^2 = 0.006\ 694\ 380\ 002\ 900\ 8$

第二偏心率平方 $e'^2 = 0.006\ 739\ 496\ 775\ 479\ 0$

椭球正常重力位 $U_0 = 62\ 636\ 851.714\ 9$

赤道正常重力 $\gamma_e = 9.780\ 325\ 336\ 1$

附 录 B
(规范性附录)
全站仪的检验与维护

B.1 全站仪的鉴定

应由法定的检测机构按照规定的周期进行鉴定。

B.2 全站仪的检验

B.2.1 开箱检查:

- a) 仪器外箱应完好无损。
- b) 仪器型号、编号应正确无误。
- c) 仪器配件应齐全完好。

B.2.2 通电检验:

- a) 电源信号灯、按键工作是否正常。
- b) 显示系统工作是否正常。

B.3 全站仪的维护

B.3.1 电源的维护:

- a) 在主机(全站仪主机、计算机等)处于关闭状态下插拔电源插头及数据接口。
- b) 每年度施工完毕或仪器长时间不使用时,应将电池从仪器中取出。
- c) 非施工期间的电池保养、通电周期、保养环境按仪器厂商提供的说明书要求执行。
- d) 电源插头及插座要保持清洁。

B.3.2 主机的维护:

- a) 望远镜未加盖太阳滤光镜不得直接照准太阳。
- b) 在强光、雨天及潮湿空气中作业时,应给仪器撑伞。
- c) 作业中停止使用仪器时,应盖上镜头盖、罩上仪器罩。
- d) 作业中仪器发出警告信号,应停止观测,并根据提示查找原因。
- e) 有闪电、雷击时应关闭主机停止观测。
- f) 不应将仪器箱作为坐垫工具。
- g) 用柔软毛刷清扫仪器灰尘,镜头有污物时,用仪器附属镜头刷揩去灰尘。
- h) 严禁用有机溶液擦拭显示窗、键盘及运输箱。
- i) 若仪器被水淋湿,应将其擦干,并增加仪器箱中干燥剂数量。
- j) 仪器长途搬运时应做到:主机放入仪器箱前将内部电池从仪器支架上取下,将仪器及附件箱放入特制的防震箱内。

B.3.3 附件的维护:

- a) 随时检查三脚架螺丝,发现松弛现象立即紧固;
- b) 随时检查棱镜固定螺丝;
- c) 保持棱镜镜面清洁;
- d) 随时检查棱镜基座螺丝,长途搬运时应紧固三角基座锁紧螺丝。

附 录 C
(规范性附录)
GPS 仪器的检验与维护

C.1 GPS 仪器设备的检验

C.1.1 一般检验:

- a) 接收机天线、仪器箱及其配件应匹配、齐全和外观良好、完整无损,紧固部件不得松动和脱离;
- b) 仪器操作手册、后处理软件、使用手册及其软盘应齐全。

C.1.2 通电检验:

- a) 有关电源信号灯等工作应正常。
- b) 按键和显示系统工作应正常。
- c) 利用自测试命令进行测试,检验接收机接收的信号强弱、锁定 GPS 卫星数据快慢和卫星失锁等情况。

C.1.3 实测检验:

- a) 测量状态检验:在开机测量后,应随时能够查看每个通道上跟踪的卫星高度角和方位角、采集的连续观测值个数与全部观测值,计算出的经纬度、高程、PDOP、HDOP、VDOP 和 TDOP 等各种几何误差因子,水平或垂直的速度、日期和时间信息,观测开始和停止的条件,软件版本和接收机号码等。
- b) 接收机内部噪声水平检验:采用零基线测量法检验,即利用同一天线,以功分器连接两台接收机,同步接收 4 颗以上卫星 1 h,交换功分器与接收机接口,再观测一个时段。计算基线长度,其误差应小于 1 mm,否则应送厂检修或降级使用。
- c) 天线相位中心稳定性检验:在标准基线场,于基线两端放置天线及接收机,天线精确对中,定向指标线指向正北,观测一个时段。然后交换接收机与天线,再观测一个时段。按上述方向将一个接收机天线固定指北,另一接收机天线绕轴顺时针转动 90°、180°、270°,进行观测。解算各时段三维坐标,计算各时段坐标差和基线长,其误差不应超过仪器标称精度的二倍固定误差,否则应送厂返修或降级别使用。
- d) 光学对点器检验:把基座安置在三角架上,整平后,将轮廓画在三角架上。在地板上放一张方格厘米纸,读出十字的位置。然后转动基座在其他两个位置上依次读出十字的位置。如果 3 次读数不相符,则需进行校正。
- e) 电池检验:蓄电池经 8 h 充电后,可达到 90% 的充电度,能支持接收机工作 8 h。若达不到此种状态,则应考虑更换电池。

C.1.4 新购置或维修后以及使用期超过 3 年的测地型 GPS 接收机,应送国家级仪器鉴定中心进行全面检验。

C.2 GPS 仪器的维护

C.2.1 每天工作后,应用毛刷将尘土、脏物揩刷干净,装入箱中。若被雨淋湿,应放在通风处自然晾干。

C.2.2 仪器长途搬运。应将仪器及附件装入防震箱内,防止仪器受到冲击和剧烈震动。

C.2.3 若较长时间不使用仪器,应用软布、毛刷清洁仪器各部分,放入仪器箱内。箱内应放置干燥剂。同时每一个月应对仪器进行定期保养、通电,通电时间不少于 1 h。

C.2.4 仪器若出现故障或使用不慎摔坏、进水等,不要擅自打开仪器,应及时送固定维修点维修。

C.2.5 应建立 GPS 接收机及天线等设备的使用维修档案,以便掌握每台设备的质量和使用情况。

附录 D
(规范性附录)
加密控制点标志埋设图与点之记

D.1 固定标志的规格

规格要求如下：
a) 混凝土质或石质标志(见图 D.1)

单位为米

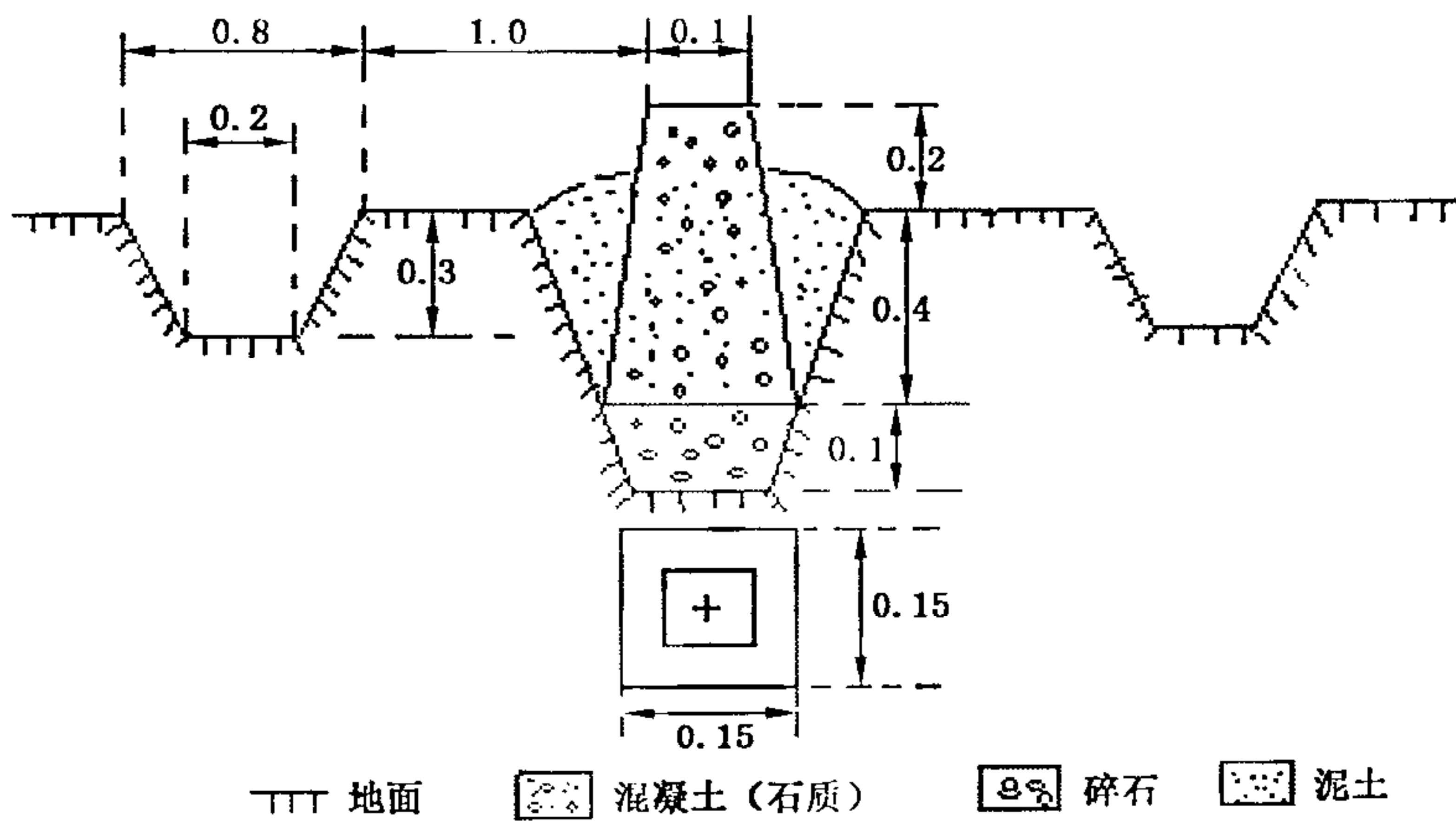


图 D.1

b) 大木桩(见图 D.2)

单位为米

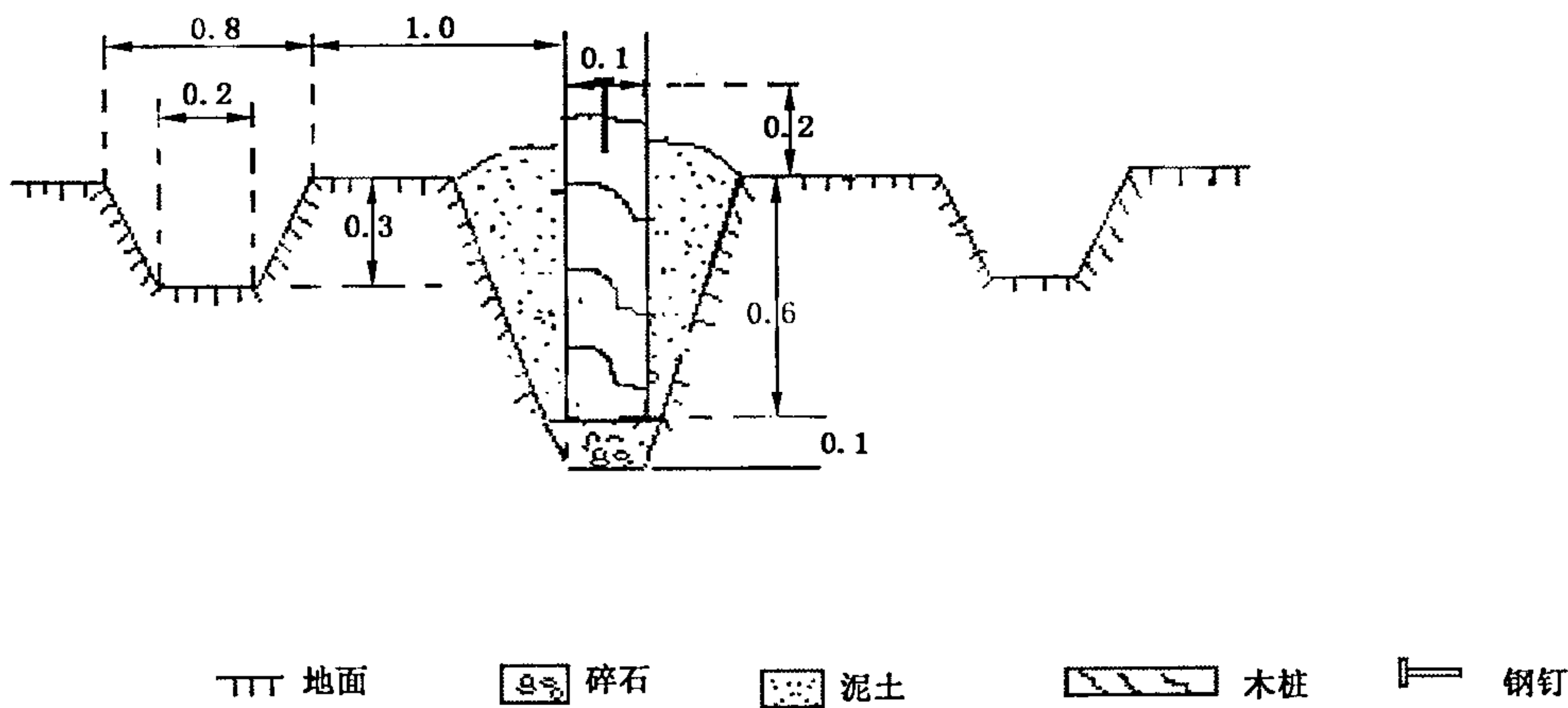


图 D.2

附 录 E
(规范性附录)
GPS 测量手簿记录格式

E.1 GPS 加密控制测量手簿记录表(见表 E.1)

表 E.1

测站号		点名		图幅编号	
观测记录员		观测日期		接收机名称及编号	
天线类型及编号		时段号		存储介质编号数据文件名	
纬度(B)	° ' "N	经度(L)	° ' "E	近似高程 H	m
定位模式及采样间隔/s		开始记录时间	h min	结束记录时间	h min
天线高测定		天气状况	点位略图		
<div>测前：测后：</div> <div><div></div><div></div><div></div></div> <div>平均值： m</div>					
接收卫星号(PRN)		信噪比		PDOP	接收历元数
记 事					

E.2 GPS(差分或单点定位)测点定位测量手簿记录表(见表 E.2)

表 E.2

测区： 观测员： 定位模式： 仪器型号： 日期：

点号	图幅	开始记录时间	结束记录时间	WGS-84 坐标(B,L,H)			PDOP	备注
				2000 国家大地坐标系				

附录 F
(规范性附录)
GPS 坐标系统转换方法

F.1 平面坐标转换方法

F.1.1 七参数转换方法:在测区内或其外围选择 4 个已知控制点,采用测地型 GPS 仪器按载波相位静态观测 1 h~2 h,利用随机软件进行计算,以多余控制点进行外符合检核。检核精度一般要求应小于 0.5 m,符合要求后可供使用。

F.1.2 三参数转换方法:在测区内或其附近选择 3 个已知控制点,采用测地型 GPS 仪器按载波相位静态观测 1 h,利用随机软件进行计算,以多余控制点进行外符合检核。检核精度一般要求应小于 0.7 m,符合要求后可供使用。

F.2 高程转换方法

F.2.1 应尽量选用适宜的大地水准面模型,如 CQG2000 似大地水准面模型(精度达 0.6 m)或区域大地水准面精化成果。

F.2.2 可根据测区地形条件选定转换方法,如高程拟合方法等。即用 GPS 联测多个已知高程点数据,以一次或二次多项式拟合法确定测区大地水准面差距或高程异常值。当工区面积小于 100 km²,应联测 4 个~7 个高程点;当工区面积大于 100 km²,须联测 7 个以上高程点。拟合后应有 1 个以上多余点进行检核。

F.2.3 当测区内已有高程异常值时,也可以直接用来将 GPS 加密点的大地高转换为正常高。

F.3 手持式导航型 GPS 坐标系统转换方法

F.3.1 收集应用区域内控制点的 WGS84 坐标系 B 、 L 、 H 值及我国坐标系(B54 或西安 80) B 、 L 、 h 、 X 值。(B 、 L 、 H 分别为大地坐标系中的大地纬度、大地经度及大地高, H_i 、 h 分别为大地坐标系中的高程及高程异常。)

F.3.2 不同坐标系三维直角坐标值计算见式(F.1)。

$$\left. \begin{aligned} X &= (N + H) \cos B \cos L \\ Y &= (N + H) \cos B \sin L \\ Z &= (N(1 - e^2) + H) \sin B \\ N &= a / (1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2} \\ H &= H_i + h \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:
 X 、 Y 、 Z ——大地坐标系中的三维直角坐标,单位为米(m);
 a ——大地坐标系对应椭球之长半轴,单位为米(m);
 e ——大地坐标系对应椭球之第一偏心率;
 H_i ——大地坐标系中的高程异常;
 N ——计算点的卯西圈曲率半径;
 H ——BJ54 或 80 坐标系中的大地高,单位为米(m)。

F.3.3 计算坐标系统转换参数:利用 WGS84 坐标系的 X 、 Y 、 Z 及 a 、 α 值,减去我国坐标系的对应值,得出实现坐标系统转换的 5 个参数,即 DX 、 DY 、 DZ 、 Da 、 $D\alpha$ 。(α 为扁率)。

参数验证:将求得的参数输入导航仪后,在应用区域内选择一个以上(根据应用区域面积确定个数)控制点进行实测,实测值与已知坐标成果对比,如果最大误差不超过 15 m,平均误差不超过 10 m,则计算出的参数可以应用,否则应查找出现问题的原因或重新计算。

附录 G
(规范性附录)
航测法布设规则测网

G.1 布设方法

- G.1.1 像片平面图:采用纠正后的固定比例尺像片平面图或正射影像图,直接布设物化探测网,一般适于在平坦地区开展大、中比例尺磁法、化探、放射性等物化探勘查工作。
- G.1.2 视差测图仪:采用 X₂ 型视差测图仪转刺物化探测点,一般适用于在丘陵、山区开展大、中比例尺磁法、化探、放射性等物化探勘查工作。

G.2 资料收集

G.2.1 航空摄影像片比例尺的选择,见表 G.1。

表 G.1

测网工作比例尺	布网方法	航摄比例尺	编制像片平面图比例尺
1 : 10 000	像片平面图	1 : 10 000~1 : 25 000	1 : 5 000~1 : 10 000
	视差测图仪	1 : 10 000~1 : 150 000	
1 : 25 000	像片平面图	1 : 20 000~1 : 40 000	1 : 10 000~1 : 25 000
	视差测图仪	1 : 15 000~1 : 35 000	
1 : 50 000	像片平面图	1 : 35 000~1 : 50 000	1 : 25 000
	视差测图仪	1 : 35 000~1 : 50 000	

- G.2.2 像片控制测量,应尽量利用测区已有像控点成果。若测区无可供利用的像控点成果,则需进行像片控制测量。具体要求如下:
- a) 像片控制点采用全野外布点或室内解析空三加密测量方法测定。其作业方法参见 GB/T 18341。加密点相对于最近控制点平面高程中误差应符合表 G.2 规定。大地定向后定向点残差、检查点不符值及公共点较差应符合表 G.3 规定。

表 G.2

地形条件	工作比例尺	平面坐标中误差/m	高程中误差/m
平原、丘陵地	1 : 5 000	2.0	3.0
	1 : 10 000	4.0	3.0
	1 : 25 000	10.0	3.0
	1 : 50 000	20.0	3.0

表 G.2 (续)

地形条件	工作比例尺	平面坐标中误差/m	高程中误差/m
山地	1 : 10 000	4.0	6.0
	1 : 25 000	10.0	6.0
	1 : 50 000	20.0	6.0

表 G.3

地形条件	工作比例尺	定向点残差/m		检查点不符值/m		公共点较差/m	
		平面坐标	高程	平面坐标	高程	平面坐标	高程
平原、丘陵地	1 : 5 000	1.5	2.2	2.5	3.8	5.0	7.5
	1 : 10 000	3.0	2.2	5.0	3.8	10.0	7.5
	1 : 25 000	7.5	2.2	12.5	3.8	25.0	7.5
	1 : 50 000	15.0	2.2	25.0	3.8	50.0	7.5
山地	1 : 10 000	3.0	4.5	5.0	7.5	10.0	15.0
	1 : 25 000	7.5	4.5	12.5	7.5	25.0	15.0
	1 : 50 000	15.0	4.5	25.0	7.5	50.0	15.0

b) 利用 X₂ 视差测图布设测网,其解析空三加密成果表还需计算打印 f 、 H_0 、 B 、 b_0 、 β 、 θ 、 X_0 、 Y_0 等定向元素。

G.3 作业步骤

G.3.1 像片平面图布设规则测网作业步骤：

- a) 纠正、拼接像片平面图：以像控点、纠正点、明显地物地貌点为依据划界剪接，根据纠正点、像控点逐片拼接，或经光学镶嵌成像片平面图。纠正点对点误差不超过 0.5mm。作业要求参见 GB/T 18341。
- b) 展绘物化探测网点：在像片平面图上展绘设计的物化探测网点，也可在聚酯薄膜上展绘好后套合于像片平面图上。注记点线号并加以整饰。
- c) 野外定点：持像片平面图于实地对照地物、地貌影像确定测点点位。

G.3.2 视差测图仪布设规则测网作业步骤：

- a) 在聚酯薄膜图上展绘物化探测网点、像控点、加密点等，展点误差应小于 0.2 mm。
 - b) 根据像对数制作像对结合图，并注记点线号，编制仪器作业手簿。
 - c) 在 X₂ 视差测图仪上进行像片平面、高程定向，按照测网点标准点位逐点转刺于像片上。其对点误差应小于 0.1 mm，每一像对检查误差应小于 0.2 mm，全区检查点点位中误差应小于 0.2 mm。
 - d) 根据像片定点需要的数量，复制已转刺好测网的像片。
- 野外定点：持转刺有测网点的像片，于实地根据像片影像相关位置等特征，确定测点位置。

附 录 H
(规范性附录)
精度评定公式

H.1 加密控制测量成果的精度评定

H.1.1 平面控制测量点位中误差估算公式

H.1.1.1 前方交会点；

a) 单图形交会时采用式(H.1)。

$$m = \frac{m_{\beta}}{206 \sin \gamma} \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (H.1)$$

式中：
 m ——点位中误差，单位为米(m)；
 m_{β} ——测角中误差，单位为秒(")；
 γ ——推算角，单位为度(°)；
 $a、b$ 分别为已知点至未知点的距离，单位为千米(km)。

b) 双图形交会时采用式(H.2)。

$$m = \frac{m_{\beta}}{413} \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{\sin^2 \gamma_1} + \frac{a^2 + b^2}{\sin^2 \gamma_2}} \dots\dots\dots (H.2)$$

式中：
 m ——点位中误差，单位为米(m)；
 m_{β} ——测角中误差，单位为秒(")；
 $\gamma_1、\gamma_2$ ——推算角，单位为度(°)。
 $a、b$ 分别为已知点至未知点的距离，单位为千米(km)；

H.1.1.2 侧方交会点：

a) 两点交会时采用式(H.3)。

$$m = \frac{m_{\beta}}{206 \sin \beta} \sqrt{a^2 + c^2} \dots\dots\dots (H.3)$$

式中：
 m ——点位中误差，单位为米(m)；
 m_{β} ——测角中误差，单位为秒(")；
 β ——观测角，单位为度(°)；
 $a、c$ 分别为已知点至未知点的距离，单位为千米(km)。

b) 两点交会且有检查角时采用式(H.4)。

$$m = \frac{m_{\beta}}{206 \sin \gamma} \sqrt{a^2 + \frac{1}{2} c^2} \dots\dots\dots (H.4)$$

式中：
 m ——点位中误差，单位为米(m)；
 m_{β} ——测角中误差，单位为秒(")；
 γ ——观测角，单位为度(°)；

a 、 c 分别为已知点至未知点的距离,单位为千米(km)。

H.1.1.3 后方交会点采用式(H.5)。

$$m = \frac{m_\beta}{206 \sin \gamma} \cdot \frac{b}{\sin(\gamma + \delta)} \sqrt{\left(\frac{a_1}{s_1}\right)^2 + \left(\frac{a_2}{s_2}\right)^2} \dots\dots\dots (H.5)$$

式中:

m ——点位中误差,单位为米(m);

m_β ——测角中误差,单位为秒(");

γ 、 δ ——推算角,单位为度(°);

s_1 、 s_2 ——已知边长,单位为千米(km);

a_1 、 a_2 、 b 分别为已知点到未知点的距离,单位为千米(km)。

H.1.1.4 独立三角形采用式(H.6)。

$$m = \frac{m_\beta}{356 \sin \gamma} \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} \dots\dots\dots (H.6)$$

式中:

m ——点位中误差,单位为米(m);

m_β ——测角中误差,单位为秒(");

γ ——观测角,单位为秒(°);

a 、 b 、 c 分别为已知点至未知点的边长,单位为千米(km)。

H.1.1.5 光电测距导线最弱点点位中误差估算采用式(H.7)。

$$m = \frac{1}{2.5} \sqrt{m_s^2 n + \frac{n+3}{12} \cdot \left(\frac{m_\beta}{\rho} L\right)^2} \dots\dots\dots (H.7)$$

式中:

m ——点位中误差,单位为米(m);

m_s ——边长测量中误差,单位为米(m);

n ——导线边数;

L ——导线总长,单位为千米(km);

m_β ——测角中误差, $m_\beta = \frac{f_\beta}{\sqrt{n+1}}$, 单位为秒(");

其中, f_β ——导线角度闭合差,单位为秒(")。

H.1.2 高程测量精度评定

H.1.2.1 每公里高差测量中误差按式(H.8)计算。

$$m = \pm \sqrt{\frac{[PVV]}{N-K}} \dots\dots\dots (H.8)$$

式中:

m ——点位中误差,单位为米(m);

K ——结点数;

$P = \frac{1}{L}$ ——每公里高程之权;

V ——改正数;

N ——线路数。

H.1.2.2 利用高程线路闭合差计算测区每千米高差中误差按式(H.9)计算。

$$m = \pm \sqrt{\frac{[f^2]}{N}}$$

.....(H.9)

式中：
 m ——点位中误差，单位为米(m)；
 L ——线路长度，单位为千米(km)；
 f ——线路闭合差，单位为毫米(mm)；
 N ——路线数。

H.1.2.3 测区内最弱点高程测量中误差按式(H.10)计算。

$$m_h = \pm \frac{m}{2} \sqrt{L_0}$$

.....(H.10)

式中：
 m_h ——最弱点高程中误差，单位为米(m)；
 m ——高程测量中误差，单位为米(m)；
 $L_0 = \frac{[L]}{N}$ ——平均路线长度，单位为千米(km)；其中 N 为路线数。

H.2 物化探测网的精度评定

H.2.1 物化探测网基、测线平面测量

H.2.1.1 用重复观测检查结果计算点距中误差：

a) 同精度检查时采用式(H.11)。

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{2n}}$$

.....(H.11)

b) 高精度检查时采用式(H.12)。

$$m = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{n}}$$

.....(H.12)

式中：
 m ——点距中误差，单位为米(m)；
 δ ——检查点距与测量点距之差值，单位为米(m)；
 n ——检查点数。

H.2.1.2 利用质量检查数据计算点位中误差：

a) 同精度检查时采用式(H.13)计算。

$$m_D = \pm \sqrt{\frac{[\Delta D \Delta D]}{2n}}$$

.....(H.13)

b) 高精度检查时采用式(H.14)计算。

$$m_D = \pm \sqrt{\frac{[\Delta D \Delta D]}{n}}$$

.....(H.14)

式中：
 m_D ——点位中误差，单位为米(m)；
 $\Delta D = \sqrt{(X_0 - X')^2 + (Y_0 - Y')^2}$ ——检测坐标值与测量坐标值之差值，单位为米(m)；其中 X_0 、 Y_0 为测量坐标值， X' 、 Y' 为检测坐标值；
 n ——检查点数。

H.2.1.3 全区测点最弱点点位中误差：

a) 检查点起闭于控制点时，采用式(H.15)计算。

$$m_{\text{点}} = \pm \sqrt{m_{\text{控}}^2 + m_{\text{D}}^2} \dots\dots\dots (\text{H.15})$$

b) 检查点起闭于联测点时，采用式(H.16)计算。

$$m_{\text{点}} = \pm \sqrt{m_{\text{控}}^2 + m_{\text{联}}^2 + m_{\text{D}}^2} \dots\dots\dots (\text{H.16})$$

式中：

- $m_{\text{点}}$ ——最弱点点位中误差，单位为米(m)；
- $m_{\text{控}}$ ——加密控制点点位中误差，单位为米(m)；
- m_{D} ——测点点位测量中误差，单位为米(m)；

$$m_{\text{联}} = \pm \sqrt{\frac{\left[\left(\frac{f_s}{2}\right)^2\right]}{N}}$$
 ——联测点点位中误差，单位为米(m)；其中 f_s ——测量闭合差； N 为 f_s 的个数。

H.2.2 剖面测量最弱点相对高程中误差按式(H.17)计算。

$$m_{\text{弱}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{8}} \dots\dots\dots (\text{H.17})$$

式中：

- $m_{\text{弱}}$ ——最弱点相对高程中误差，单位为米(m)；
- Δ ——直反视高差较差，单位为米(m)。

附录 I
(资料性附录)

测量工作技术设计及工作报告编写提纲

I.1 技术设计编写提纲

I.1.1 项目概述

I.1.1.1 项目来源、目标任务、测区范围和行政隶属等基本情况。

I.1.1.2 测区自然地理概况和已有资料情况。

I.1.2 引用标准及技术指标

I.1.2.1 技术设计编写中所引用的规范、规程、项目任务书或其他技术文件。

I.1.2.2 坐标系统、高程基准、时间系统、精度技术等级及其他作业技术指标等。

I.1.3 布置与技术要求

I.1.3.1 控制测量

I.1.3.1.1 控制点选点、标志布设、点之记绘制的基本要求；点名及其编号的规定要求等。

I.1.3.1.2 控制网布网方案、观测方式、成果记录及其相关技术要求。

I.1.3.1.3 数据处理、检查、整理的内容和要求，平差计算方案的确定等。

I.1.3.2 测点定位测量

I.1.3.2.1 依据项目精度要求，确定测点定位测量方式。

I.1.3.2.2 确定观测方式、成果记录格式及其相关技术要求。

I.1.3.2.3 确定数据处理检查、整理的内容和要求。

I.1.4 资料检查、验收与提交

I.1.4.1 确定资料检查方式、检查比例及有关要求。

I.1.4.2 依据项目任务书，确定验收程序及提交资料目录。

I.1.5 项目保障措施

I.1.5.1 制定相关的安全、质量及资料保密管理措施。

I.1.5.2 制定必要的应急预案。

I.1.5.3 经费预算。

I.1.6 附件(附图、附表等)

I.2 工作报告编写提纲

I.2.1 项目概述

I.2.1.1 说明任务要求、工作内容、项目的组织实施、产品交付与接收情况等。

I.2.1.2 说明项目执行情况：生产任务完成情况，经费执行情况等。

I.2.1.3 说明测区概况、已有资料的利用情况等。

I.2.2 技术设计执行情况

I.2.2.1 说明所依据的项目技术设计书及有关的技术标准和规范等执行情况。

I.2.2.2 说明项目实施过程中出现的主要技术问题和应对措施。

I.2.2.3 说明生产过程中采用新技术、新方法的应用情况。

I.2.3 质量评价

I.2.3.1 说明原始记录资料、最终成果成图的质量情况及必要的精度统计。

I.2.3.2 说明成果成图达到的技术指标。

I.2.4 结论与建议

中华人民共和国地质矿产
行 业 标 准
物化探工程测量规范
DZ/T 0153—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

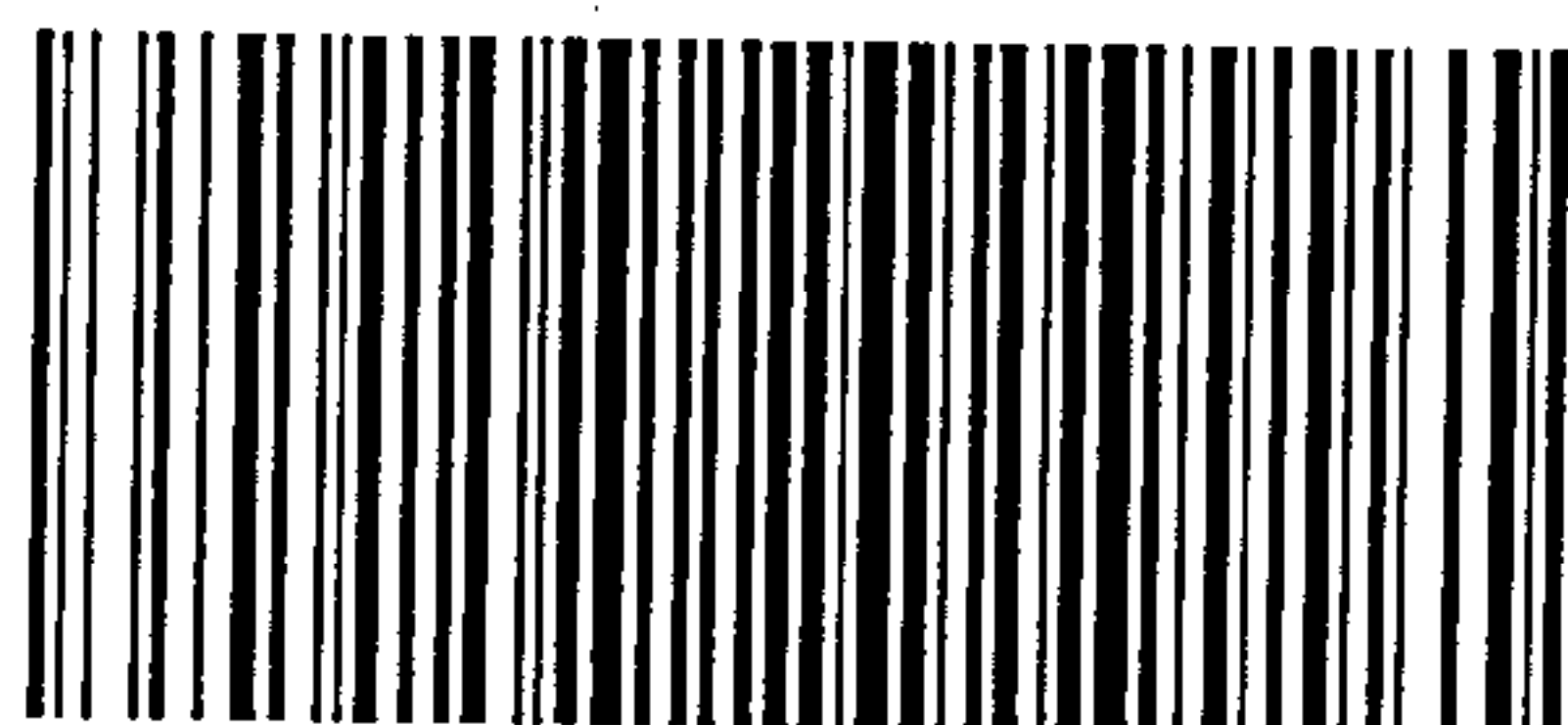
*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 79 千字
2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月第一次印刷

*

书号: 155066·2-28091

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DZ/T 0153-2014