

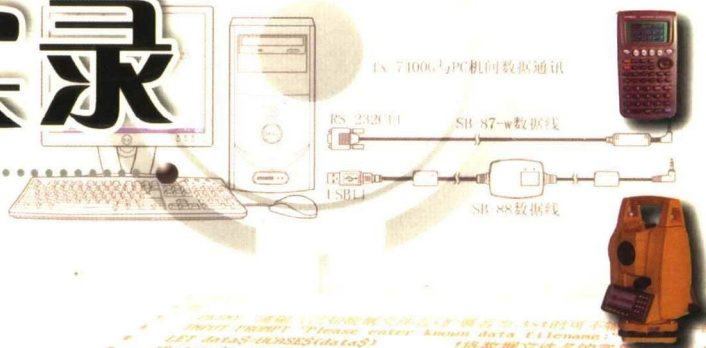


建设工程问答实录丛书

Jianshe Gongcheng Wenda Shilu Congshu

◆ 周新力 编著

建筑工程测量 问答实录



True BASIC here. Version 2.03
Copyright (c) 1988 by True BASIC, Inc. All rights reserved.
Open SPLIT to see a menu of the function keys.
old pg6-5

!如已知数据文件名的前两个字符
pg6-5

JIANZHU GONGCHENG CELIANG WENDA SHILU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建设工程问答实录丛书

建筑工程测量问答实录

周新力 编著



机械工业出版社

本书是“建设工程问答实录丛书”之一。全书共分5章,每一章都围绕着一个中心问题展开设问:第一章测量坐标的建立,主要回答“测量什么?”(What)的问题,包括高程系统、大地坐标系、平面坐标系和空间三维直角坐标系等内容;第二章测量仪器的使用,主要回答“用什么测量?”(Which)的问题,包括水准仪、经纬仪、全站仪和光电测距仪等内容;第三章测量工作的实施,主要回答“怎么测量?”(How)的问题,包括高程测量、平面坐标测量和三维坐标测量等内容;第四章测量误差的处理,主要回答“为什么要进行测量平差?”(Why)的问题,包括系统误差和偶然误差两方面内容;第五章测量技术的应用,主要回答“在哪里进行测量?”(Where)的问题,包括地形测量、房屋工程测量和道路工程测量等内容。以上5个问题简称4W1H,前四章为基础内容,第五章为专业内容。

本书可供在生产实践第一线的建筑施工工程技术人员使用,也可作为相关专业高职高专院校和中等职业技术学校的广大师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量问答实录/周新力编著. —北京:机械工业出版社, 2006.12

(建设工程问答实录丛书)

ISBN 7-111-20524-3

I. 建… II. 周… III. 建筑测量-问答

IV. TU198-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第150953号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:薛俊高 版式设计:张世琴 责任校对:张莉娟

封面设计:张静 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年1月第1版·第1次印刷

169mm×239mm·7.125印张·276千字

定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

前 言

《测量学》是房屋、道路、园林、水利和煤炭地质等专业的一门基础课。尽管根据这些专业编写出的测量学相关书籍有很多版本，但由于大多数参考书理论深奥、概念抽象，很难适应中、低层专业技术人员阅读；而针对高职高专院校和中等职业技术学校编写的教材虽然品种也不少，但在使用上却难近人意，主要体现在以下两个方面：

1. 教材的内容在深度上过于简单和肤浅。有些专科教材和培训教材的编写往往只是简单地对教材中难度较大的内容加以删减和浅化，这样做不仅没能给中、低层专业技术人员提供方便，反而使不少高职高专院校的学生在自学该书过程中遇到难度较大的问题时，只能再购买一本本科用教材来帮助理解。因此，不论针对哪个层次编写的教材，其内容和知识都不应该存在差别。换句话说，中、低层技术人员并不是只掌握“简单的东西”，“难的东西”就不要掌握了。要让中、低层技术人员把书中“难的东西”消化掉，不是简单地将书中“难的东西”去掉，而是要把枯燥、深奥、难以理解的东西通过形象化、趣味性的形式表现出来，使之更易理解、消化。即将书的逻辑形式进行简化。例如，用改正数计算中误差的公式（即贝塞尔公式），其推导过程很复杂难懂，在对其简化描述时，只要说明“对某量观测 n 次，有 $n-1$ 次是多余观测，故而贝塞尔公式的分母为 $n-1$ ”即可。

2. 教材的内容在广度上过于狭窄。一些针对不同专业编写的测量书通常有五分之四的内容是相互重叠和交叉的，比如一些从事房建的技术人员，因业务的需要，改行从事道路建设，以前的建筑工程测量书中有关道路测量的内容太少，于是只好又购买一本道路工程测量，其中很多基础性内容是重叠的。结果，既浪费这些读者的金钱又浪费读者的时间。可见，在教材内容的广度上不能把教材内容与教学内容混为一谈。根据教学内容编写的讲义或教案可以是专材，即它可以针对不同专业在其教学内容的广度上有所侧重；而教材应当是通材，即它的内容在广度上应能适合不同专业人员阅读为宜。例如，点位测设方法中直角坐标法和极坐标法是所有工程施工放样的基础，后面道路细部放样的偏角法实质就是极坐标法，支距法实质就是直角坐标法。因此，只要把这两种方法在其他专业的应用弄清楚就可以了。

鉴于上述两个问题，笔者曾打算编著一本通用性、形象性较强的测量学

参考书，以供高职高专学生用；但最终因许多问题尚未实现。这次，有幸得到机械工业出版社建筑分社薛俊高先生的信任和支持，使我有机会完成编著该书的愿望，在此，我表示由衷的感谢。

当然，由于本人的精力、能力和水平有限，难免有错、漏及不妥之处，敬请广大读者、专家和同行们赐教。

编 者

2006 年 10 月

目 录

前言

第一章 测量坐标的建立

1. 测量的含义和对象是什么?	1
2. 测量坐标的基准面是怎样确定的?	1
3. 地面点的高低位置是如何描述的?	2
4. 我国的高程系统是怎样建立的?	3
5. 地面各点的高低位置关系是怎样表示的?	3
6. 为什么要定义参考椭球体?	4
7. 何谓地面点的大地坐标?	5
8. 我国的大地坐标系统是怎样建立的?	6
9. 不同椭球参数的坐标系之间是怎样进行转换的?	7
10. 在什么情况下可以把椭球面当成是水平面?	8
11. 地面点的平面位置是怎样描述的?	10
12. 我国的平面坐标系统通常采用的是什么投影?	11
13. 地面各点在平面上的相互位置关系是怎样表示的?	12
14. 大地坐标系与高斯平面坐标系之间有什么关系?	13
15. 坐标基准方向是如何确定的?	14
16. 地球的空间三维直角坐标系是如何表示的?	16
17. 目前 GPS 全球定位导航系统所使用的是哪一类坐标系统?	17
18. 地面上各点连线的空间位置关系是如何表示的?	18
19. 大地坐标系和空间三维直角坐标系之间有什么关系?	19

第二章 测量仪器的使用

20. 测量的元素和对应的仪器是什么?	21
21. 水准仪测高的原理是什么?	22
22. 水准仪的望远镜主要包括哪些部件?	22
23. 水准仪上的圆水准器和管水准器各有什么作用?	23
24. 光学水准仪的水准尺一般有哪几种类型?	24
25. 仪器在安置时为什么要使三脚架的架头高度适中、大致水平?	24

26. 怎样操作才能使仪器的圆水准器气泡快速居中?	25
27. 在调节对光螺旋进行对光时如何有效地消除望远镜的视差?	26
28. 在瞄准过程中为什么一定要求立尺员立尺要直?	26
29. 转动望远镜读数时, 若管水准器和圆水准器的气泡都发生了微移该怎么办?	27
30. 水准仪各轴线之间应具备怎样的几何关系?	28
31. 当水准仪的圆水准器轴与竖轴不平行时应如何进行检验和校正?	28
32. 怎样检校仪器的管水准器轴是否平行于望远镜的视准轴?	29
33. 高差法水准测量是怎样进行的?	30
34. 视高法水准测量是怎样进行的?	32
35. 电子水准仪是怎样进行测量的?	33
36. 经纬仪测水平角的原理是什么?	34
37. 经纬仪竖直角测量的原理是什么?	34
38. 经纬仪的照准部主要有哪些部件?	36
39. 经纬仪上的水平度盘和竖直角度盘各有什么功能?	36
40. 光学经纬仪的读数装置一般有哪几类?	37
41. 经纬仪在安置时为什么要进行垂球对中?	38
42. 光学对中时为什么应先调节脚螺旋使基座的圆水准器气泡居中?	39
43. 怎样操作才能使经纬仪照准部的管水准器气泡居中?	40
44. 在经纬仪角度测量过程中为什么要求尽量向标杆根部瞄?	40
45. 光学经纬仪在读数时要注意哪些问题?	41
46. 经纬仪各轴线之间应具备怎样的几何关系?	42
47. 如何检校经纬仪的管水准器轴是否垂直于仪器的竖轴?	42
48. 如何检校经纬仪的视准轴是否垂直于仪器的横轴?	43
49. 如何检校经纬仪的横轴是否垂直于仪器的竖轴?	43
50. 测回法测水平角是怎样进行的?	44
51. 方向观测法测水平角是怎样进行的?	45
52. 怎样用经纬仪进行竖直角观测?	46
53. 经纬仪视距测量是怎样进行的?	47
54. 在不量仪器高的情况下, 经纬仪是怎样测高的?	49
55. 全站仪是怎样进行测量的?	49
56. 光电测距的原理是什么?	51
57. 光电测距仪的基本构造是什么?	52
58. 光电测距仪主要有哪些类型?	53
59. 光电测距仪是如何进行照准操作的?	53
60. 光电测距仪是怎样进行读数操作的?	54
61. 光电测距仪使用时应注意哪些事项?	55
62. 光电测距仪各轴线之间存在什么关系?	55
63. 如何检验测距仪的发射轴和接收轴是否平行于望远镜的视准轴?	56

64. 脉冲式测距仪是怎样进行测距的?	56
65. 相位式测距仪是怎样进行测距的?	57

第三章 测量工作的实施

66. 测量工作的基本原则和程序是什么?	58
67. 高程测量的方式主要有哪些?	59
68. 三、四等水准测量工作是如何实施的?	59
69. 三角高程测量工作是如何实施的?	62
70. 水准测量的路线布设形式主要有哪些?	63
71. 如何对闭合水准路线的观测成果进行内业整理和计算?	63
72. 如何对附合水准路线的观测成果进行内业整理和计算?	65
73. 闭合水准测量和附合水准测量之间有何异同?	66
74. 布设水准点时应注意些什么?	67
75. 平面坐标测量的方法主要有哪些?	68
76. 角度交会法测量是怎样进行的?	70
77. 距离交会法测量是怎样进行的?	71
78. 平面坐标测量的路线布设方法有哪些?	73
79. 平面导线测量的网形设计形式主要有哪些?	74
80. 如何对闭合导线的观测成果进行内业整理和计算?	74
81. 如何对附合导线的观测成果进行内业整理和计算?	77
82. 闭合导线测量和附合导线测量之间有何异同?	80
83. 选择平面导线点时应注意些什么?	81
84. 平面三角测量的路线布设形式主要有哪些?	82
85. 如何对单三角锁的观测成果进行内业平差?	84
86. 如何对线三角锁的观测成果进行内业平差和计算?	87
87. 如何对中间多边形的观测成果进行内业整理和计算?	91
88. 布设平面三角点时应注意些什么?	95
89. 空间三维坐标的测量手段有哪些?	96
90. 全站仪是如何对地面点的三维坐标进行测量的?	97
91. GPS 接收机是怎样对空间点的三维坐标进行测量的?	98
92. GPS 控制网的布设形式主要有哪些?	99
93. GPS 三边网的主要技术指标是什么?	101
94. GPS 网是如何进行平差的?	102
95. 选择 GPS 控制网时应注意些什么?	103

第四章 测量误差的处理

96. 测量误差的含义及其影响是什么?	104
97. 系统误差的含义和性质是什么?	105

98. 产生系统误差原因主要有哪些?	106
99. 系统误差对测量精度的影响是怎样进行评定的?	107
100. 函数值的系统误差是怎样衡量的?	108
101. 如何有效地消除系统误差?	111
102. 水准仪望远镜的十字丝横丝是如何进行检校的?	111
103. 如何对经纬仪的光学对中器进行检校?	112
104. 用钢尺丈量时应如何消除拉力、温度和倾斜等因素的影响?	113
105. 如何测定光电测距仪的加常数和乘常数?	115
106. 怎样测定导航型 GPS 的坐标转换参数?	116
107. 水准测量时为什么要前、后视尺成对相间交替进行?	117
108. 水准测量中采用前后视距等长可以消除哪些系统误差?	119
109. 角度观测中盘左盘右取平均值法可消除哪些系统误差?	119
110. GPS 测量为什么要采用差分定位的方式?	120
111. 偶然误差的含义和性质是什么?	122
112. 产生偶然误差的原因主要有哪些?	123
113. 如何衡量偶然误差对测量精度的影响?	124
114. 函数值的偶然误差是怎样衡量的?	125
115. 如何有效地减小偶然误差?	128
116. GPS 接收机的定位精度是由什么决定的?	129
117. 如何提高导航型 GPS 接收机的坐标转换精度?	130
118. 如何求观测值的最可靠值?	130
119. 多余观测的次数是否越多越好?	132
120. 怎样计算不等精度观测值的最可靠值?	134
121. 对测量数据的处理为什么不能简单地采取“四舍五入”?	136
122. 测量中如何剔除不稳定因素引起的误差?	137
123. 如何对导线测量的闭合差进行超限差检查?	138
124. GPS 测量时采取什么方式最能有效降低外界因素的影响?	139

第五章 测量技术的应用

125. 测量的领域和任务是什么?	142
126. 测图前的准备工作应包括哪些内容?	143
127. 测图时应如何确定测站点?	144
128. 测图时应怎样选择碎部点?	145
129. 经纬仪测图是怎样进行的?	146
130. 地形图测绘的方法有哪些?	147
131. 地形图内的地物是怎样表示的?	148
132. 地形图内的等高线表示什么?	150
133. 地形测量后如何展绘地物和地貌?	152

134. 全站仪数字化测图是如何进行的?	153
135. 相邻图幅之间的地形线条是如何进行拼接的?	156
136. 测图后如何对所测地形图进行检查?	157
137. 测图后整饰地形图的要点是什么?	158
138. 地形图是怎样进行分幅与编号的?	159
139. 施工放样前要熟悉哪些图样?	162
140. 工程测量前怎样获取放样数据?	165
141. 施工平面放样的方案一般有哪些?	166
142. 如何对工程图纸上点的设计高程进行放样?	167
143. 怎样测设已知水平角?	168
144. 怎样进行已知平距的放样?	169
145. 全站仪是如何对测量元素进行放样的?	169
146. 房屋工程测量包括哪些内容?	171
147. 进行建筑设计时如何在地形图上求解建筑区的面积?	172
148. 如何在施工场地布设建筑方格网?	174
149. 方形建筑物是如何进行放样的?	175
150. 圆形建筑物是如何进行测设的?	176
151. 如何对房屋施工场地进行平整测量?	177
152. 如何测设房屋的轴线控制桩或龙门板?	178
153. 房屋的基础施工测量包括哪些内容?	180
154. 房屋的墙体施工测量包括哪些内容?	181
155. 全站仪是如何进行房屋施工放样的?	182
156. 进行道路设计时如何在地形图上绘制地形剖面图?	184
157. 道路工程测量包括哪些内容?	185
158. 如何测设道路直线的交点?	186
159. 如何测设道路中心线的转点?	187
160. 道路的中桩是如何设置的?	189
161. 如何测设道路的直线?	190
162. 如何测设道路圆曲线的主点?	191
163. 如何对圆曲线进行细部放样?	193
164. 道路的纵断面测量是怎样进行的?	195
165. 道路的横断面测量是怎样进行的?	199
166. 道路施工控制桩的测设是怎样进行的?	201
167. 道路边桩的测设是如何进行的?	202
168. 道路坡度线是怎样测设的?	203
169. 全站仪在道路桥梁测设中是如何应用的?	205
170. 建筑物的变形观测有哪些要求?	207
171. 如何对建筑物进行沉降观测?	209

172. 如何对建筑物进行位移观测?	212
173. GPS 在建筑物变形观测中是如何应用的?	214
参考文献	217



测量坐标的建立

1. 测量的含义和对象是什么?

“测量”(surveying)一词最早出现于古希腊,是“土地划分”的意思。在我国,早在夏禹治水的时候就已产生了测量,《史记·夏本纪》中记载:“左准绳,右规矩,载四时,以开九州,通九道,陂九泽,度九山。”说的就是当时测量的情景。随着人类生产和科学技术的发展,测量的定义也有了更深的内容。目前,从工程建设的角度来讲,测量的含义主要是指确定地面上(包括空中、地下和海底)点的位置和位移状况。

地面空间上任何一个点的位置和运动轨迹都是在一个特定的坐标系内进行描述的,这个坐标系就是固联在地球上、随同地球自转的地球坐标系。它一般有两种表示形式:

1) 由原点、基准面和基准方向所定义的坐标系,该坐标系包括高低位置和平面位置两大系统。如图 1-1 所示,地面上点的高低位置是指

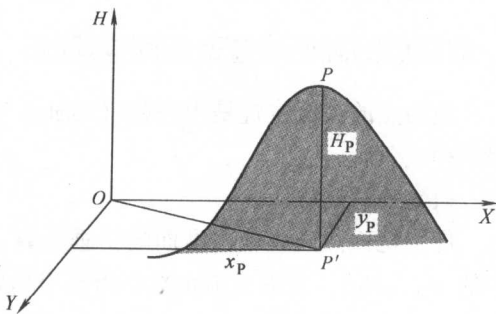


图 1-1 地面点位置的坐标系表示形式

该点距离人为确定的一个基准面的高度,用 H 表示;地面上点的平面位置是指该点投影在所确定的这个基准面上点的坐标,用 x_P 、 y_P 表示。

2) 用原点和三个坐标轴方向所定义的坐标系,用 X 、 Y 、 Z 表示。

可见,测量的具体对象实质上就是指地面点的高度和平面坐标或者指地面点的空间三维坐标。

2. 测量坐标的基准面是怎样确定的?

任何一项测量工作都离不开一个基准,因此,为了准确描述目标点在地球上的位置,需要在地球表面确定一个基准面。

(1) 水准面的确定

我们所看到的地球表面是由海平面和陆地地面组成,其中海平面约占地球整个表面积的 71%,且比较平缓,而陆地地面则高低不平。因此,可以设想用静止的海平面延伸并穿过陆地地面而形成的一个闭合曲面来代替地球的自然表面,这就是水准面(level surface),该曲面的特点是处处与重力线(gravity)方向即铅垂线(plumb line)方向垂直。

(2) 大地水准面的确定

由于地球的自转,使海平面潮汐涨落而时刻在变化,以致形成无数个水准面。为了准确地描述地球形体,人们把其中通过平均海平面的那一个水准面称为大地水准面。由这个曲面所包围的地球形体,称为大地体(geoid),如图 1-2 所示。

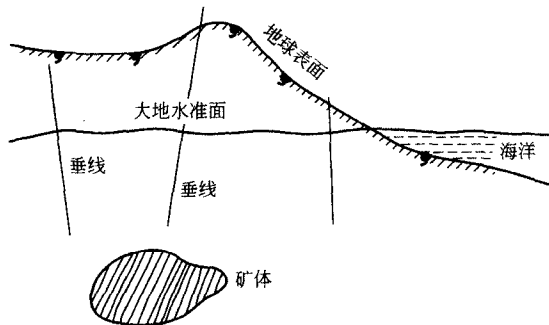


图 1-2 大地水准面示意图

3. 地面点的高低位置是如何描述的?

地面点的高低位置是用高程(height)来描述的,一般有绝对高程和相对高程两种表示:

(1) 绝对高程

即指地面点到大地水准面的铅垂距离,俗称“海拔”,用 H 表示(如图 1-3 中的 H_A 、 H_B),它以大地水准面为高程起算的基准面。

(2) 相对高程

当个别地区在引用绝对高程有困难时,一般可以采用假定高程系统,即以任意

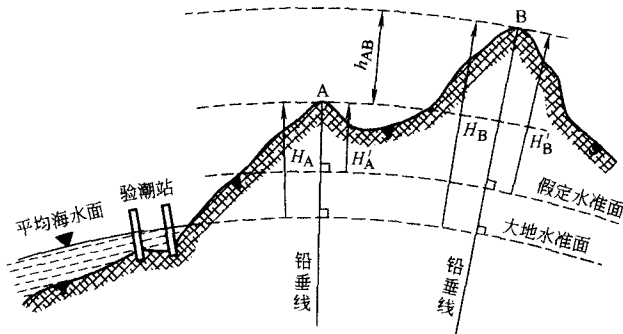


图 1-3 地面点的高程示意图

假定的水准点为高程零点,地面点到过这个水准点的水准面的铅垂距离即为该点的相对高程,用 H' 表示(如图 1-3 中的 H'_A 、 H'_B)。在建筑设计与施工中,为了计算方便,常采用设计高程,即把建筑物室内地坪的高程定为零,记作 $\pm 0.000\text{m}$ 标高。其余部位的高程均从 $\pm 0.000\text{m}$ 起算。高出 $\pm 0.000\text{m}$ 为正,低于 $\pm 0.000\text{m}$ 为负。

4. 我国的高程系统是怎样建立的?

由于各个地区海洋的水面高度存在着差异,平均海平面的高度也随地点的不同而不同。在我国,解放前就有吴松口系统、珠江口系统、黄河口系统等。

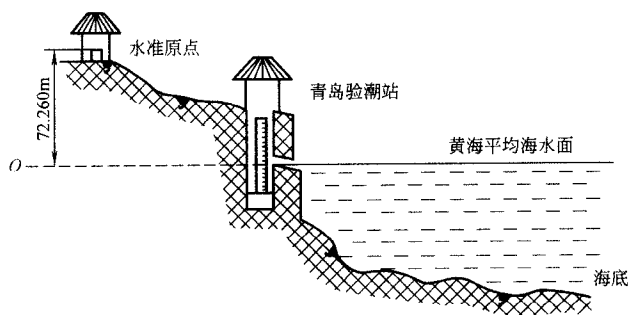


图 1-4 1985 年国家高程基准示意图

(1) 1956 年黄海高程系

解放后,我国采用的统一高程系统是黄海高程系统。这个系统就是在青岛设立一个验潮站 (tide gauge station), 长期观测和记录黄海海平面的高低变化, 并取其平均值作为大地水准面的位置, 即高程起算面或高程基准 (height datum)。我国于 1955 年在青岛市观象山上建立了一个与青岛验潮站相联系的水准原点 (leveling origin), 用精密测量方法测定了它们之间的高差。根据 1956 年推算的结果, 水准原点高出黄海平均海平面的数值是 72.289m, 通常称其为“1956 年黄海高程系” (Huanghai height system 1956)。

(2) 1985 年国家高程基准

由于验潮资料不足等原因, 我国自 1987 年启用“1985 年国家高程基准” (Chinese height datum 1985), 它是采用青岛验潮站 1953 ~ 1979 年的潮汐资料计算确定的, 依此推算的青岛国家水准原点高程为 72.260m (如图 1-4 所示)。

5. 地面各点的高低位置关系是怎样表示的?

地面上两点的高程之差称为高差, 也就是通过这两点的水准面之间的垂直距离, 用 h 表示。如图 1-5 所示, 设地面两点 A、B 的高程为 H_A 、 H_B , 则两点间

的高差 h_{AB} 为

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B \quad (1-1)$$

上式表明,地面两点之间的高差其实质是地面一点对另一点的相对高程,它与高程的起算面无关。

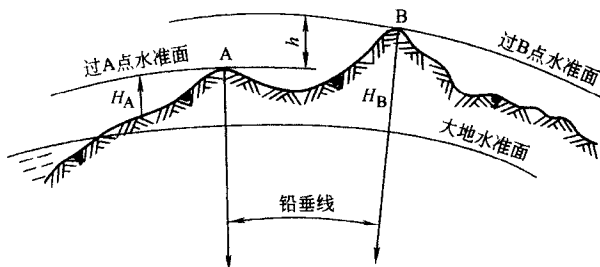


图 1-5 地面两点间的高差示意图

【例 1】 已知某栋房屋室内地坪 ($\pm 0.0001\text{m}$ 标高) 的高程为 514.200m , 该栋房屋的基础底部比室内地坪低 3.5m , 即它的设计高程是 -3.5m , 其绝对高程为

$$514.200\text{m} - 3.5\text{m} = 510.700\text{m}$$

又知该栋房屋二楼地面的设计高程是 $+3.0\text{m}$, 即它比室内地坪高 3.0m , 其绝对高程为

$$514.200\text{m} + 3.0\text{m} = 517.200\text{m}$$

【例 2】 某地要建一个足球场, 现要对场址所在地进行土地平整测量。已知在场址附近山上有一个水准点 P, 该点的海拔为 89.743m 。足球场地面 Q 的设计标高 H 为 63.5m , 通过测量得知足球场所在地的地面标高在水准点以下 25.385m , 求足球场地的添挖深度 H' 。

由式 (1-1) 得出:

$$H_Q = H_P + h_{PQ} = 89.743\text{m} + (-25.385)\text{m} = 64.358\text{m}$$

$$H' = H - H_Q = 63.5\text{m} - 64.358\text{m} = -0.858\text{m}$$

计算结果表明, 该足球场应向下挖 0.858m 深。

6. 为什么要定义参考椭球体?

用大地水准面来描述地球形状, 本来是恰当的。但由于地球内部质量分布的不均匀, 使得地球上各点受到的吸引力不同, 引起各点的铅垂线方向产生不规则的变化, 从而使大地水准面成为一个有微小起伏的不规则曲面。在这个面上无法用简单的数学公式来计算和表达测量的成果, 为了便于进行测量数据的处理, 人们自然要寻找一个在形状和大小与大地体非常接近, 并与大地体有着固定关系的

数学体来代替大地体，作为建立地球坐标系的基准。

(1) 参考椭球体

根据长期的研究和实测结果证明，地球是一个旋转的均质流体，其平衡状态是一个两极稍扁、赤道略鼓的旋转椭球体，考虑到地表的高低落差（最高峰珠穆朗玛峰高达 8848.13m、最低谷马里亚纳海沟深达 11022m）与地球半径（6371km）相比微不足道。因此，能模拟地球形体的最简单的数学体是以地球南

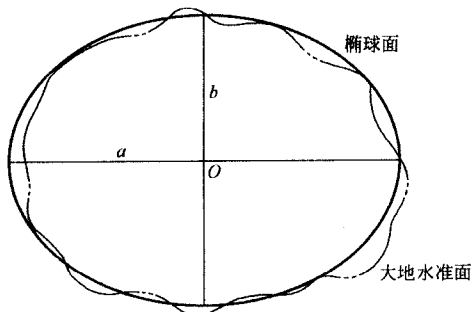


图 1-6 参考椭球体示意图

北极为轴旋转而成的几何椭球体，称为参考椭球体（reference ellipsoid），如图 1-6 所示。描述参考椭球体的几何特性参数有：

$$\begin{cases} \text{长半径 (major radius)} a = 6378.137\text{km} \\ \text{短半径 (secondary radius)} b = 6356.752\text{km} \\ \text{扁率 (flattening)} e = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.253} \end{cases}$$

(2) 圆球体

由于椭球体的扁率 e 很小，在测区面积不大、精度要求不高的情况下，可以把大地体作为圆球体来看待，其半径为

$$R = \frac{a + a + b}{3} \approx 6371\text{km}$$

7. 何谓地面点的大地坐标?

地面点的大地坐标（geographical reference system）又称大地地理坐标，即地面点在参考椭球面上的投影位置，用大地经度 L 、大地纬度 B 和大地高 H 来表示（如图 1-7 所示）。

1) 地面某点的大地高是指该点到参考椭球面的铅垂距离（图 1-7 中的 H_P ）。

2) 地面某点的大地经度（geodetic longitude）是指通过该点的子午面（geodetic meridian plane）与通过格林威治天文台的起始子午面（International

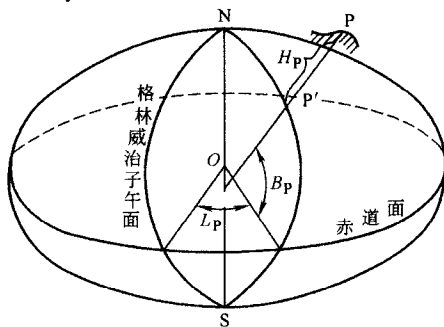


图 1-7 大地坐标示意图

meridian plane) 之间所夹的二面角 (图 1-7 中的 L_P)。

3) 地面某点的大地纬度 (geodetic latitude) 是指过该点的法线 (normal line) 即在该点与椭球体面垂直的线与赤道 (equator) 面的交角 (图 1-7 中的 B_P)。

地面点的大地经度和大地纬度通常也被称为地球的球面坐标。

8. 我国的大地坐标系统是怎样建立的?

表 1-1 各国常用的椭球参数

椭球体名称	推算年代	长半轴 a	1/扁率 $\frac{1}{e}$	使用国家和地区或公布组织
埃弗瑞斯特	1830	6377276	300.8	印度及南亚
白塞尔	1841	6378397	299.15	(前)苏、德(1946年前)及中欧大部分国家
克拉克	1866	6378206	294.98	美国(包括夏威夷)和加拿大
克拉克	1880	6378249	293.46	法国、非洲大部分地区
海福特	1909	6378388	297.0	美、中(1952年前)及阿根廷、比利时等国
克拉索夫斯基	1942	6378245	298.3	苏联、东欧、中国(北京 54 坐标)
费希尔	1960	6378166	298.3	南美
165	1970	6378165	298.3	澳大利亚
WGS-72	1972	6378135	298.26	美国国防部
CEM-76	1976	6378145	298.256	美国哥达德宇航中心
IAG-75	1975	6378140	298.257	国际大地测量协会、中国西安 80 坐标
IAG-80	1980	6378137	298.257	国际大地测量协会
WGS-84	1984	6378136	298.257	国际大地测量协会、GPS 机

由于世界各国用的椭球体参数是采用不同资料推算的, 因此, 所得到的坐标系是各不相同的 (如表 1-1 所示)。在我国, 主要有以下两类坐标系。

(1) 1954 北京坐标系

解放前我国没有统一的大地坐标系统。新中国成立之后, 为了建立我国的天文大地网, 鉴于当时历史条件, 在原苏联专家的建议下, 我国根据当时的具体情况, 在东北黑龙江边境上同原苏联大地网进行联测, 并把推算出的坐标作为我国天文大地网的起算数据; 随后, 通过锁网的大地坐标计算, 推算出了北京点的坐标, 并定名为 1954 年北京坐标系 (Beijing geodetic coordinate system 1954)。因此, 该坐标系是苏联 1942 年坐标系的延伸, 其坐标原点不在北京, 而在前苏联的普尔科沃; 它采用克拉索夫斯基椭球作为参考椭球, 该椭球并未依据当时我国的天文观测资料进行重新定位, 而是由前苏联西伯利亚地区的一等锁, 经我国的东北地区传算过来的。该系统存在椭球参数精度不高、参考椭球面与大地水准面存在