



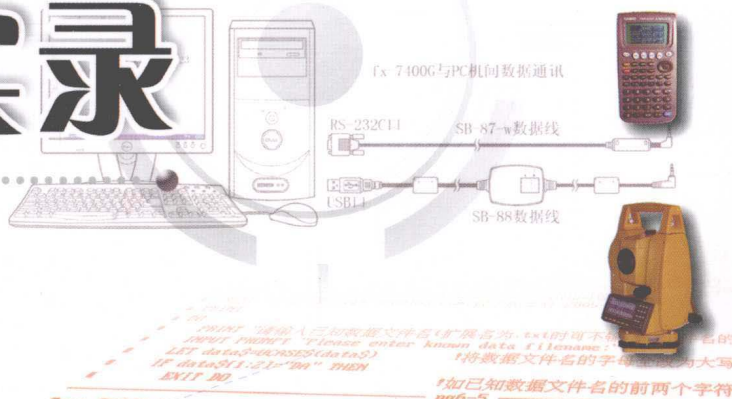
建设工程问答实录丛书

Jianshe Gongcheng Wenda Shilu Congshu

◆ 周新力 编著

建筑工程测量 问答实录

第 **2** 版



True BASIC here, Version 2.03
Copyright (c) 1988 by True BASIC, Inc. All rights reserved.
Type **SPRIT** to see a menu of the function keys.
aid 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

第 2 版

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,前4章为基础性内容,第五章为专业性内容。从局部上看,全书就测量从业人员在测量工作实践中所面临的或遇到的一些基本问题进行了翔实的解答;从整体上看,全书系统地回答了测量工作的核心问题(简称4W1H),即“测量什么(What)?用什么测量(Which)?怎样测量(How)?为什么要进行测量平差(Why)?在哪里进行测量(Where)?这5个问题。

本书既可供在施工生产实践一线的从业人员使用,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. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2011.3
(建设工程问答实录丛书)
ISBN 978-7-111-33284-8

I. ①建… II. ①周… III. ①建筑测量-问答 IV. ①TU198-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第017315号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高 陈将浪
版式设计:霍永明 责任校对:吴美英
封面设计:张静 责任印制:杨曦
北京京丰印刷厂印刷
2011年3月第2版·第1次印刷
169mm×239mm·17印张·330千字
标准书号:ISBN 978-7-111-33284-8
定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066
销售一部:(010) 68326294
销售二部:(010) 88379649
读者服务部:(010) 68993821

门户网:<http://www.cmpbook.com>
教材网:<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

前言

测量工作对测量从业人员的要求始终是把实践技能摆在第一位的，而这个实践技能的内涵不仅仅是指只掌握几台测量仪器的使用和操作就可以了，更重要的是指能够针对不同地区、不同地形采取相应的最佳、最有效或最合理的测量工作方法，使整个测量过程不跑废点、不走冤枉路或者不浪费时间，在满足测量精度的前提下提高测量的工作效率。随着电子水准仪、全站仪、GPS 全球定位系统等现代测绘技术的发展和普及，以及建筑业由传统的承、发包经营方式向“交钥匙”经营方式的逐渐转变，加上各地区高层建筑和高速公路的兴建，对测量从业人员的“实践技能”的要求则有了更新、更高的标准，因此鉴于以上情况，本书的编写系统地围绕“测量什么（What）？用什么测量（Which）？怎样测量（How）？为什么要进行测量平差（Why）？在哪里进行测量（Where）？”这 5 个问题展开设问，具体为：

1. 测量坐标的建立

其涉及的问题就是测量的对象。而测量的对象就是地面点的三维坐标，则弄清楚测量的坐标系和参照系是如何建立的就显然至关重要了。

2. 测量仪器的使用

其涉及的问题就是测量的仪器、设备和工具。这里除了要了解普通测量设备（如微倾式水准仪、普通光学经纬仪等）的测量原理与工作方法外，还要弄清楚现代电子测量设备（如全站仪）和当代先进测量系统（如 GPS 全球定位系统）等的测量原理和工作方法。

3. 测量工作的实施

其涉及的问题主要是测量的基本工作路线和工作方法。这里主要是要弄清楚三大测量系统即现代电子测量设备（如全站仪）、GPS 全球定位系统、RS 遥感系统等在控制测量、地形图测绘和施工放样中具体的工作路线和工作方法的异同。

4. 测量误差的处理

其涉及的问题主要是指测量的误差和精度的评定。具体要掌握测量误差产生的原因、误差的类型、误差大小的评定和处理误差的主要方法等。

5. 测量技术的应用

其涉及的问题实质上是指测量技术的应用问题，其中最具有代表性的房屋

工程测量和线路工程测量是必须重点掌握。

本书在第一版的基础上根据测量技术的最新发展和应用进行了补充、删减和修订，以便能更好地展现建筑工程测量发展的现状和读者的需求。同时，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。

湖南邵阳学院 周新力

2011 年 1 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? 其坐标系统有哪些类型?	1
2. 什么是参心坐标系?	1
3. 什么是地心坐标系?	2
4. 测量坐标的基准面是怎样确定的?	2
5. 为什么要定义参考椭球体?	3
6. 什么是正常高和大地高? 两者之间具有什么关系?	4
7. 我国的高程系统是怎样建立的?	4
8. 什么是相对高程? 它与绝对高程之间有什么关系?	5
9. 什么是水平面? 在什么范围内可以用水平面代替水准面?	6
10. 什么是地理坐标和测图平面坐标? 两者之间是怎样进行转换的?	8
11. 我国的大地坐标系是如何设立的?	9
12. 我国的平面坐标系采用的是什么投影理论?	11
13. 什么是独立平面直角坐标? 它与测图平面坐标之间是怎样换算的?	12
14. 什么是空间三维直角坐标系? 它与大地坐标系之间是怎样转换的?	13
15. GPS 全球定位系统使用的坐标系是如何建立的?	14
16. 不同椭球体坐标系之间是如何进行转换的?	15
17. 测量的标准方向线是怎样确定的?	17
18. 什么是方位角? 什么是真方位角和磁方位角? 它们之间有何关系?	17
19. 什么是坐标方位角? 什么是正反方位角? 它们之间有何关系?	18
20. 什么是坐标象限角? 它与坐标方位角之间是怎样换算的?	19
21. 什么是水平角和竖直角? 它们对描述地面点的空间位置有何作用?	20

第二章 测量仪器的使用

22. 测量的实质是什么? 其技术设备有哪几类?	22
23. 电子水准仪是一种什么样的测量设备?	22
24. 全站仪是一种什么样的测量设备?	23
25. GPS 全球定位系统是怎样的一种测量设备?	24

26. RS 遥感系统是怎样的一种测量设备?	24
27. 水准仪的望远镜观测装置主要包括哪些部件? 各有什么功能?	25
28. 水准仪望远镜的读数装置有什么功能?	26
29. 水准仪的调平装置具有什么作用?	26
30. 微倾式水准仪是怎样产生的? 其读数特点是什么?	27
31. 自动安平水准仪是怎样产生的? 其结构有什么特点?	29
32. 精密水准仪是怎样产生的? 它是怎样读数的?	29
33. 电子水准仪是怎样产生的? 它是怎样读数的?	30
34. 水准仪在安置时为什么要求三脚架的架头要高度适中、大致水平?	31
35. 怎样操作才能使水准仪的圆水准器气泡快速居中?	32
36. 水准仪是如何进行瞄准与对光的?	33
37. 水准仪测量高程的原理是什么?	33
38. 水准仪是如何测量平面坐标的?	36
39. 水准仪主要有哪几条轴线? 各轴线之间应具备怎样的几何关系?	38
40. 当水准仪的圆水准器轴不平行于仪器的竖轴时应如何进行检校?	38
41. 怎样检校水准仪的管水准器轴是否平行于望远镜的视准轴?	39
42. 经纬仪的照准部观测装置主要有哪些部件? 各有什么功能?	40
43. 经纬仪的水平度盘和竖直度盘各有什么作用?	41
44. 光学经纬仪是怎样产生的? 它是怎样读数的?	43
45. 自动归零光学经纬仪的结构有什么特点?	45
46. 电子经纬仪是怎样产生的? 它是怎样测角的?	46
47. 电子经纬仪是如何发展成电子全站仪的? 两者的测距方式有何不同?	47
48. 电子全站仪的发展情况如何?	49
49. 经纬仪或全站仪在安置时要注意什么?	50
50. 经纬仪或全站仪在进行光学对中时为什么要先进行粗平?	50
51. 怎样操作才能使经纬仪或全站仪的照准部管水准器气泡快速居中?	51
52. 经纬仪或全站仪是怎样进行瞄准与对光的? 操作时应注意什么?	52
53. 经纬仪或全站仪测量平面坐标的原理是什么?	53
54. 经纬仪或全站仪是怎样测量高程的?	54
55. 经纬仪或全站仪主要有哪几条轴线? 各轴线之间应具备怎样的几何关系?	56
56. 如何检校经纬仪或全站仪的水准管轴是否垂直于仪器的竖轴?	56
57. 如何检校经纬仪或全站仪的望远镜的视准轴是否垂直于仪器的横轴?	57
58. 如何检校经纬仪或全站仪的仪器竖轴是否垂直于仪器的横轴?	58
59. GPS 全球定位系统的空间星座部分是如何工作的?	58
60. GPS 全球定位系统的地面控制部分由哪些部分组成?	60
61. GPS 全球定位系统的用户接收部分的工作原理是什么?	60
62. 无线电导航系统的特点是什么?	62
63. 多普勒卫星导航定位系统是如何产生的? 其特点是什么?	62

64. GPS 全球定位系统是如何产生的? 其测距的方式是什么?	63
65. GPS 全球定位系统测量三维坐标的原理是什么?	64
66. 如何求解 GPS 的坐标转换参数?	67
67. GPS 全球定位系统的发展经历了哪几个阶段?	68
68. 目前, 各国的全球定位系统的发展状况如何?	68
69. RS 遥感系统的信息源部分指的是什么?	69
70. 获取遥感信息的传感器设备主要有哪些类型?	70
71. 遥感平台指的是什么? 分为哪几类?	72
72. 遥感信息的处理部分主要包括哪些内容?	72
73. 近景摄影测量是在什么背景下产生的? 其特点是什么?	73
74. 航空摄影测量是在什么背景下产生的? 其特点是什么?	74
75. 卫星遥感测量是在什么背景下产生的? 其特点是什么?	74
76. RS 遥感系统的测量原理是什么?	75
77. 怎样才能将摄影影像的像平面坐标转换成地面坐标?	76
78. 摄影测量发展经历了哪几个阶段?	79
79. 目前, 各国在 RS 遥感平台方面有哪些发展?	80
80. 目前, 在遥感的传感器设备方面有哪些发展?	81

第三章 测量工作的实施

81. 测量的基本工作程序是什么?	83
82. 什么是控制测量?	83
83. 什么是碎部测量?	84
84. 高程控制测量的水准路线是如何布设的?	86
85. 平面控制测量的导线是如何布设的?	87
86. 平面三角测量的路线是如何布设的?	89
87. GPS 测量的控制网形式是如何设计的?	90
88. 怎样布设水准点?	91
89. 怎样布设平面导线点?	92
90. 怎样布设平面三角点?	93
91. 如何布设 GPS 控制网网点?	93
92. 水准测量的外业观测是如何进行的?	94
93. 导线测量的外业观测是如何进行的?	96
94. 三角测量的外业观测是如何进行的?	98
95. GPS 控制网测量的外业工作是如何进行的?	99
96. 如何对水准测量的成果进行内业整理?	101
97. 如何对平面导线测量的成果进行内业整理?	102
98. 如何对平面三角测量的成果进行内业整理?	106
99. 如何对 GPS 控制网的测量成果进行平差?	111

100. 如何对导线测量闭合差的超限进行检查?	111
101. 如何用经纬仪或全站仪测绘地形图?	113
102. 地形测量时如何选择碎部点?	116
103. 地形测量后如何展绘碎部点?	117
104. 地形测量后如何对所绘制的地形图进行检查?	119
105. 怎样用电子水准仪测设已知高程?	121
106. 怎样用经纬仪或全站仪测设已知坐标?	122
107. 如何利用 GPS (RTK) 技术进行碎部测量?	124
108. 如何利用遥感技术进行地形图的测绘? 它与 GPS 或全站仪测图有何区别?	126
109. 如何识读地形图的图廓、图名、接图表和图外注记?	128
110. 什么是地形图的比例尺? 它有哪些类型?	130
111. 地形图的图号具有什么意义?	131
112. 如何识读地形图内的地物?	135
113. 如何识读地形图内的地貌?	139
114. 施工测量前怎样在地形图上获取放样数据?	141

第四章 测量误差的处理

115. 测量误差的含义及其种类是什么?	143
116. 什么是系统误差?	143
117. 什么是偶然误差?	144
118. 测量仪器的什么因素会对测量误差产生影响?	144
119. 观测者的哪些因素会对测量产生误差?	145
120. 外界环境有哪些因素会产生测量误差?	145
121. 系统误差具有什么特点?	146
122. 偶然误差具有什么特点?	148
123. 真误差和似真误差的含义各是什么?	149
124. 测量的精度是用什么来表示的?	150
125. 测量误差的大小是用什么指标来衡量的?	151
126. 函数值的测量精度是如何评定的?	152
127. 系统误差的消除主要有哪些措施?	154
128. 采取哪些措施可以降低偶然误差的影响?	156
129. 等精度观测值的最可靠值是如何计算的?	159
130. 不等精度观测值的最或然值是如何计算的?	160
131. 对测量数据的处理为什么不能简单地采取“四舍五入”?	162
132. 如何处理水准仪望远镜十字丝分划板的横丝与仪器纵轴不垂直的误差?	163
133. 水准测量过程中为什么要采用前、后视尺成对相间交替进行读数?	164
134. 什么是视差? 如何判断和消除视差?	165
135. 如何降低或消除水准尺倾斜所引起的误差?	166

136. 如何有效地降低或消除水准仪沉降引起的读数误差?	166
137. 水准测量时如何有效地降低或消除地球曲率所引起的读数误差?	167
138. 水准测量时如何有效地降低或消除大气折光引起的读数误差?	167
139. 如何处理经纬仪光学对中器的光学垂线与仪器的竖轴不重合的误差?	168
140. 如何处理经纬仪水平度盘的偏心差?	168
141. 如何处理经纬仪竖直度盘的指标差?	169
142. 如何处理全站仪光电测距仪的测距光轴与望远镜视准轴不平行的误差?	170
143. 如何测定光电测距常数?	171
144. 角度测量中所产生的对中误差与什么有关?	172
145. 角度测量中目标偏心所引起的读数误差与什么有关?	172
146. 与 GPS 卫星有关的误差主要有哪些?	173
147. 与 GPS 卫星信号传播有关的误差主要有哪些?	173
148. 与 GPS 接收设备有关的误差主要有哪些?	175
149. 美国政府对 GPS 采取了哪些限制性政策?	175
150. 如何对航空摄影的相片投影误差进行纠正?	176
151. 怎样衡量 GPS 测量的精度?	177

第五章 测量技术的应用

152. 什么是工程测量? 它主要有哪些方面?	179
153. 房屋建筑物工程测量主要包括哪些内容?	179
154. 线路工程测量主要包括哪些内容?	180
155. 怎样布设建筑场地的平面控制网?	181
156. 施工现场的建筑基线是如何布设的?	183
157. 施工现场的建筑方格网是如何布设的?	184
158. 建筑场地的水准基点是如何布设的?	185
159. 施工场地的平整测量是如何进行的?	186
160. 怎样在地形图上求解施工场地的区域面积?	188
161. 如何对方形建筑物进行定位测量?	189
162. 如何对圆形建筑物进行定位测量?	191
163. 民用建筑物的轴线控制桩是如何设置的?	192
164. 房屋基础的施工测量包括哪些内容?	193
165. 民用建筑物墙体的施工测量包括哪些内容?	195
166. 工业建筑物的柱基础施工测量是如何进行的?	197
167. 厂房柱子的安装测量主要包括哪些内容?	199
168. 厂房吊车梁的吊装测量主要包括哪些内容?	200
169. 厂房屋架的安装测量主要包括哪些内容?	201
170. 建筑物的沉降观测是如何进行的?	202
171. 如何对建筑物进行倾斜和水平位移的观测?	205



172. 建筑物竣工测量的目的和方法是什么?	207
173. 建筑施工图包括哪些图样?	208
174. 结构施工图主要包括哪些图样?	213
175. 设备施工图包括哪些图样?	216
176. 线路工程平面控制网的建立应注意些什么?	217
177. 线路工程的中线测量主要包括哪些内容?	217
178. 如何测设线路中线的交点?	218
179. 怎样测设线路中线的转点?	219
180. 线路中线的直线段是如何放点的?	220
181. 线路中线的直线段是怎样穿线的?	221
182. 线路中线的圆曲线主点是怎样测设的?	222
183. 线路中线的圆曲线细部点是如何测设的?	224
184. 线路中线的中桩是如何设置的?	226
185. 线路的纵断面水准测量是怎样进行的?	227
186. 线路的横断面水准测量是如何进行的?	231
187. 道路设计时怎样在地形图上绘制某测段的地形剖面图?	233
188. 道路施工的控制桩是如何测设的?	234
189. 道路路基的边桩是怎样测设的?	234
190. 道路路基的边坡是如何测设的?	235
191. 如何测设道路的坡度线?	236
192. 如何测设道路的竖曲线?	237
193. 开槽法管道施工测量主要有哪些内容?	238
194. 顶管法管道施工测量是怎样进行的?	240
195. 隧道洞外的控制桩是如何设置的?	241
196. 隧道竖井的定向测量是如何进行的?	243
197. 隧道竖井的高程测量是如何进行的?	244
198. 隧道掘进的方向是如何测量的?	245
199. 隧道的中线桩是如何测设的?	246
200. 隧道的腰线是如何测设的?	247
201. 隧道洞内的施工控制测量是如何进行的?	247
202. 隧道的横断面测量是如何进行的?	248
203. 中小型桥梁的施工控制测量是如何进行的?	249
204. 中小型桥梁的桥墩位置是如何测设的?	251
205. 桥梁的桥墩(台)施工测量是如何进行的?	254
参考文献	257

第一章



测量坐标的建立

1. 测量的含义和对象是什么？其坐标系有哪些类型？

“测量”（Surveying）一词最早出现于古希腊，意思是“土地划分”。在我国，《史记·夏本纪》中所记载的“左准绳，右规矩，载四时，以开九州，通九道，陂九泽，度九山。”指的就是当时测量的情景。随着人类生产和科学技术的发展，测量的含义也有了更深的内容。目前，从工程建设的角度而言，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。

由于空间里任何一个点的位置和运动轨迹的描述都离不开一个参照基准，因此测量的对象实质上就是测量某点相对于参照基准的坐标关系，这就要首先建立一个特定的坐标系，测量上通常采用的就是固联在地球上、随同地球自转的地球坐标系，该系统一般有参心坐标系和地心坐标系两种类型，如图 1-1 所示。

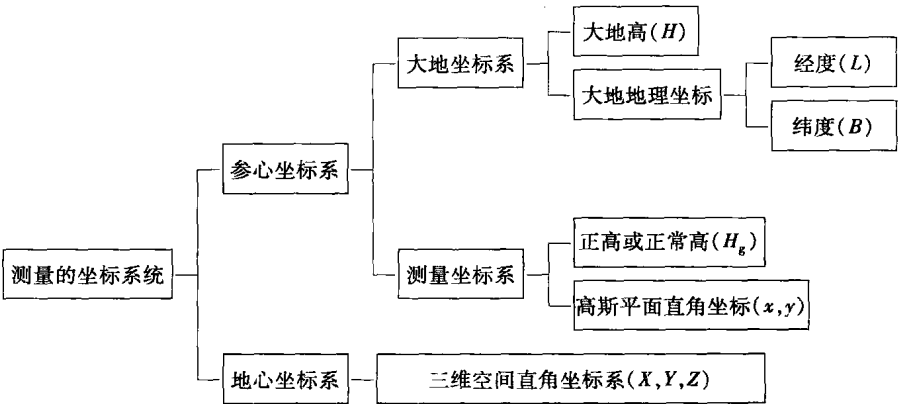


图 1-1 地球坐标系类型

2. 什么是参心坐标系？

参心坐标系是指由原点、参考面和基准方向所定义的坐标系，该坐标系一般以参考椭球体为基准，其中心通常与地球的质心不一致，所以称这一类的坐标系为参心坐标系，其表现的形式主要是以大地坐标系或测量坐标系来表示的，即由

点到基准面的垂直距离和点在基准面上的投影坐标所表示的坐标系，例如我国的西安大地坐标系（ C_{80} ）和北京坐标系（BJ-1954）就属于这类坐标系。在常规的大地测量中，世界上绝大多数国家均采用此坐标系作为测绘各种大、中比例尺地形图的测量坐标系。

（1）大地坐标系

由大地高（ H ）和大地地理坐标（经度 L 、纬度 B ）所表示的坐标系（如图 1-2a 所示）。

（2）测量坐标系

由正高或正常高（ H_g ）和高斯平面直角坐标（ x, y ）所表示的坐标系（如图 1-2b 所示）。

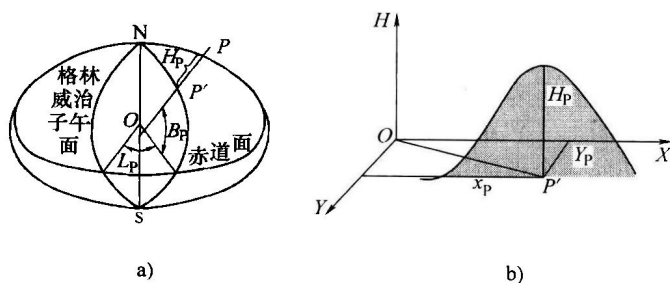


图 1-2 参心坐标系

3. 什么是地心坐标系？

地心坐标系指用原点和三个坐标轴方向所定义的坐标系，该坐标系以地球的质心为坐标原点，所以也称地心坐标系，其表现的形式主要是以空间三维直角坐标系来表示的（如图 1-3 所示），即由 X, Y, Z 三个互相垂直的坐标轴所表示的坐标系，对于各种先进的空间卫星大地测量技术如 GPS 全球定位系统所采用的世界大地坐标系（WGS-1984）就属于这种坐标系。

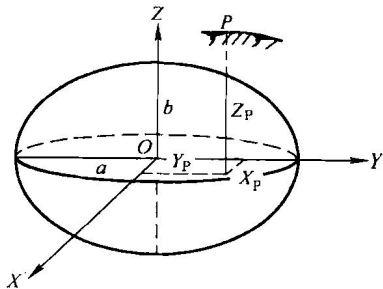


图 1-3 地心坐标

4. 测量坐标的基准面是怎样确定的？

为了准确地描述地球表面上任意一点的高低位置，需要在地球表面确定一个

基准面，测量上称为水准面，如图 1-4 所示。

(1) 水准面

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。

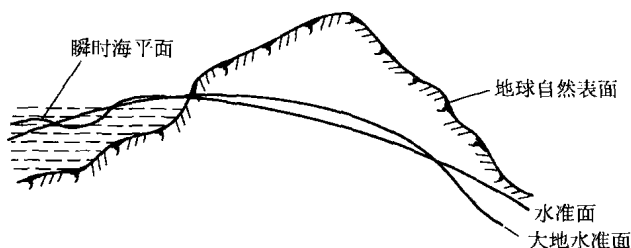


图 1-4 水准面与大地水准面

(2) 大地水准面

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）。

5. 为什么要定义参考椭球体？

用大地体来描述地球形体，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（最高的珠穆朗玛峰高达 8848.13m、最低的马里亚纳海沟深达 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 1-5 所示。

描述参考椭球体的几何特性参数有长半径 a 和短半径 b , 还有根据 a 、 b 定义的椭球扁率 f 、第一偏心率 e 和第二偏心率 e' 等, 分别为

$$\begin{cases} f = \frac{a-b}{a} \\ e = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a} \\ e' = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{b} \end{cases} \quad (1-1)$$

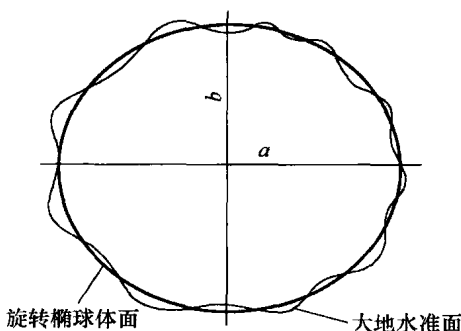


图 1-5 参考椭球体

(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, 还可以不考虑地球扁率的影响而把大地体作为圆球体来看待, 其半径 R 为

$$R = \frac{a + a + b}{3} \quad (1-2)$$

6. 什么是正常高和大地高? 两者之间具有什么关系?

地面某点的高低位置就是指该点距离所确定的某个基准面的高度, 通常用高程 (height) 来描述, 如图 1-6 所示。

(1) 正常高

通过测量所获得的地面某点的绝对高程一般称之为正高或者是正常高, 它是以大地水准面作为高程起算的基准面, 表示地面点到大地水准面的铅垂距离, 俗称“海拔”, 用 H_g 表示。

(2) 大地高

在地形图上所标注的地面某点的绝对高程通常指的是大地高, 它是以参考椭球面作为高程起算的基准面, 表示地面点沿法线方向到参考椭球面的距离, 用 H 来表示。大地高与正常高之间存在如下关系

$$H_g = H - \zeta \quad (1-3)$$

式中, ζ 为高程异常, 它是大地水准面至参考椭球面的垂直距离。

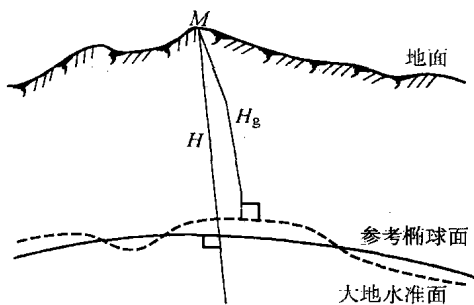


图 1-6 大地高和正常高的关系

7. 我国的高程系统是怎样建立的?

由于各地区海洋水平面的高度存在着差异, 平均海平面的高度也随地点的不

同而不同。在我国，新中国成立前就有吴淞口系统、珠江口系统、黄河口系统等。新中国成立后，我国采用统一的高程系统，即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）。

（1）1956 年黄海高程系

我国于 1955 年在青岛市观象山上建立了一个与青岛大港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），如图 1-7 所示。

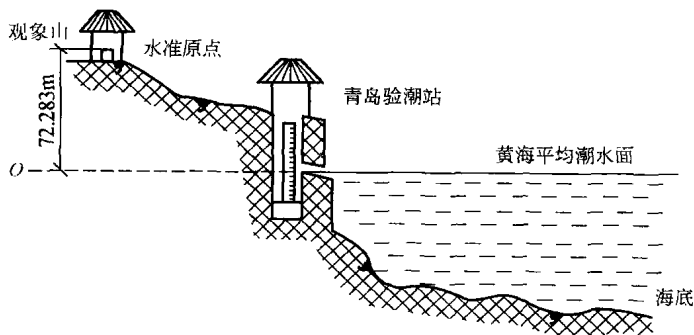


图 1-7 我国的高程系统

（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），它是采用青岛大港验潮站 1953 ~ 1979 年的潮汐资料经计算确定的，依此推算的青岛国家水准原点高程为 72.260m。

8. 什么是相对高程？它与绝对高程之间有什么关系？

（1）相对高程

由于个别地区在进行高程测量时引用绝对高程是很困难的，因此测量上通常采用假定高程系统，即先在测区内任意假设一个点为高程原点（任意水准点），然后测区内其他点到该任意水准点的水准面的铅垂距离，实质上就是这些点的相对高程，也称假定标高，用 H' 表示。建筑上则常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。

（2）高差

通过地面上任意两点的水准面之间的垂直距离就是这两个点的高程之差，简

称高差，用 h 表示。它是用于描述地面两个点之间的高低位置关系的量。如图 1-8 所示，设地面两点 A 、 B 的高程分别为 H_A 、 H_B ，则这两点间的高差 h_{AB} 为

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (1-4)$$

若假设 A 点的相对高程 $H'_A = 0$ （即 A 点为假定高程零点）， B 点的相对高程（相对于 A 点）为 H'_B ，则相对高程与绝对高程具有如下关系

$$H_B - H_A = H'_B - H'_A = H'_B \quad (1-5)$$

式（1-5）表明两点间的高差实质上就是一点对另一点的相对高程，它与高程的起算面无关。

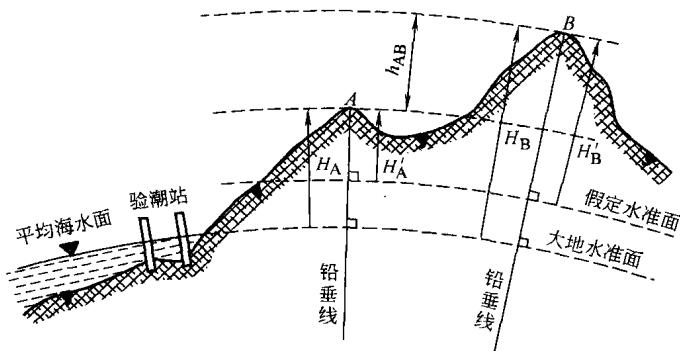


图 1-8 相对高程和绝对高程

【例】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。已知在场地附近的一座山上有一个水准点 P ，该点的海拔 H_P 为 89.743m，通过测量得知该足球场地面某点 Q 的高程 H_Q 比水准点 P 低 25.385m，假设足球场地的 $\pm 0.000\text{m}$ 标高点的的设计高程 H_0 为 63.500m，求足球场地 Q 点处的填挖高度 h 。

解：由式（1-4）得

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

$$h = H_0 - H_Q = 63.500\text{m} - 64.358\text{m} = -0.858\text{m}$$

计算结果表明，足球场地 Q 点处应向下挖 0.858m。

9. 什么是水平面？在什么范围内可以用水平面代替水准面？

水平面就是与水准面相切并且在切点处与铅垂线正交的平面。由于地球椭球体对局部测量工作而言是非常不方便的，例如在赤道上 $1''$ 的经度差或纬度差所对应的地面距离约为 30m。为了满足各种工程测量和大、中比例尺地形图测绘的需要，在测区范围很小时，可以不考虑地球曲率的影响，而把大地水准面近似地看做与其相切的水平面。