

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4015—2013

代替 MH/T 4015—2003

世界大地测量系统-1984 (WGS-84) 民用航空应用规范

Specification of civil aviation application for WGS-84

2013 - 09 - 10 发布

2013 - 12 - 01 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 民用航空数据质量	3
6 WGS-84 坐标获取方法	3
7 数据测量	4
8 计算和导出数据	7
9 数据管理和质量保障	7
附录 A (规范性附录) 测量数据的要求	9
附录 B (规范性附录) 电子地形、障碍物区域划分	13
附录 C (资料性附录) WGS-84 坐标系	17
附录 D (规范性附录) 质量分析报告	18
附录 E (规范性附录) 埋石	19
附录 F (规范性附录) 测量点的位置描述	22
附录 G (规范性附录) 跑道入口坐标的计算	36
附录 H (规范性附录) 测量报告	37
参考文献	39

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替并废止 MH/T 4015—2003《世界大地测量系统-1984（WGS-84）民用航空应用规范》，与 MH/T 4015—2003 相比主要技术变化如下：

- 修改了文章的总体结构，2003 年版包括 6 章，修订后的版本包括 9 章，并且增加了 8 个附录（见附录 A～附录 H）；
- 增加了术语“机场标高”、“似大地水准面”、“高程异常”、“电台磁偏角”、“质量记录”、“可追溯性”、“源数据”、“计算和导出数据”及其定义（见 3.4～3.7、3.14～3.17）；
- 将术语“精[确]度”修改为“精度”（见 3.8，2003 年版的 3.4）；
- 将术语“完整性”修改为“完好性”（见 3.10，2003 年版的 3.6）；
- 增加了缩略语“BIH”、“CTP”、“ITRF”、“ITRS”（见第 4 章）；
- 将 2003 年版第 5 章“民用航空应用 WGS-84 坐标系的要求”修改为第 5 章“民用航空数据质量”和附录 A “测量数据的要求”，并更改了以下数据项的要求：
 - 增加了“地形数据要求”表格（见表 A.1）；
 - 增加了“障碍物数据要求”表格（见表 A.2）；
 - 修改“经纬度的要求”中机场基准点、直升机起降坪基准点条目名称为机场基准点、直升机机场基准点，修改其数据类型中的测量值为测量值或计算值（见表 A.3，2003 年版的表 1）；
 - 修改“经纬度的要求”中最后进近定位点和构成仪表进近程序的其他重要定位点条目名称为最后进近定位点（或最后进近点）和构成仪表进近程序的其他重要定位点（或构成仪表进近程序的其他重要点），其公布分辨率从 1/100″ 改为 1/10″（见表 A.3，2003 年版的表 1）；
 - 删除了“经纬度的要求”中进近和起飞区内的重要障碍物数据项（2003 年版的表 1）；
 - 修改“经纬度的要求”中跑道中线位置点的公布分辨率 1/100″ 为“—”（见表 A.3，2003 年版的表 1）；
 - 修改“经纬度的要求”中滑行道中线位置点条目名称为滑行道中线位置点或停靠引导线位置点（见表 A.3，2003 年版的表 1）；
 - 修改“经纬度的要求”中跑道入口、直升机起降坪 TLOF 或 FATO 入口的几何中心条目名称为直升机机场 TLOF 或 FATO 入口的几何中心（见表 A.3，2003 年版的表 1）；
 - 增加了“经纬度的要求”中直升机机场地面滑行道中线位置点、空中滑行道和过渡航道位置点数据项，跑道等待位置数据项，滑行道相交标志线数据项，出口引导线数据项，机坪边界（多边形）数据项，除冰、防冰设施（多边形）数据项，1、2、3 区内的障碍物数据项（见表 A.3）；
 - 修改“标高、高度和高的要求”中机场标高、直升机起降坪标高条目名称为机场标高、直升机机场标高，修改其数据精度 0.5 m 为 0.1 m，修改其公布分辨率 1 m 为 0.1 m（见表 A.4，2003 年版的表 2）；
 - 修改“标高、高度和高的要求”中机场、直升机起降坪标高位置的 WGS-84 大地水准面波幅条目名称为机场、直升机机场标高位置的 WGS-84 高程异常，修改其数据精度 0.5 m 为

- 0.1 m, 修改其公布分辨率 1 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
- 修改“标高、高度和高的要求”中非精密进近跑道入口标高、FATO 着陆入口标高, 修改其数据精度 0.5 m 为 0.1 m, 修改其公布分辨率 1 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 修改“标高、高度和高的要求”中非精密进近跑道入口、FATO 着陆入口、TLOF 几何中心的 WGS-84 大地水准面波幅为非精密进近跑道入口、FATO 着陆入口、TLOF 几何中心的 WGS-84 高程异常, 修改其数据精度 0.5 m 为 0.1 m, 修改其公布分辨率 1 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 修改“标高、高度和高的要求”中精密进近的跑道或 FATO 着陆入口为精密进近跑道入口标高、FATO 着陆入口标高, 修改其数据精度 0.25 m 为 0.1 m, 修改其公布分辨率 0.5 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 修改“标高、高度和高的要求”中精密进近的跑道或 FATO 着陆入口、TLOF 几何中心的 WGS-84 大地水准面起伏为精密进近跑道入口、FATO 着陆入口、TLOF 几何中心的 WGS-84 高程异常, 修改其数据精度 0.25 m 为 0.1 m, 修改其公布分辨率 0.5 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 修改“标高、高度和高的要求”中精密进近的着陆入口飞越高的公布分辨率 0.5 m 为 0.1 m (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 删除了“标高、高度和高的要求”中进近和起飞区内的障碍物数据项, 机场、直升机起降坪及盘旋区内的障碍物数据项, 航路障碍物数据项 (见 2003 年版的表 2);
 - 修改“标高、高度和高的要求”中仪表进近程序高度的数据精度 5 m 为根据 PANS-OPS 的规定, 修改公布分辨率 5 m 为“—” (见表 A. 4, 2003 年版的表 2);
 - 增加了“标高、高度和高的要求”中超障高度或高 (OCA/H) 数据项, 1、2、3 区内的障碍物数据项, 跑道中线位置点数据项, 滑行道中线位置点或停靠引导线位置点数据项, 直升机机场地面滑行道中线位置点、空中滑行道和过渡航道位置点数据项 (见 2003 年版的表 2);
 - 修改“方位的要求”中装备航路段为航路上的航段, 修改其公布分辨率 $1/10^\circ$ 为 1° (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中航路和终端方位形成航路和终端区定位点的定位线 (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中终端区进(离)场航段的公布分辨率 $1/10^\circ$ 为 1° (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中仪表进近程序方位形成仪表进近程序定位点的定位线 (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中 ILS 航向台对准为 ILS 航向信标方位 (真), 修改其数据类型计算值为测量值 (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中 MLS 零方位对准为 MLS 跑道对正方位 (真), 修改其数据类型计算值为测量值 (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“方位的要求”中跑道和 FATO 的方位为跑道方位 (真)、FATO 方位 (真) (见表 A. 6, 2003 年版的表 4);
 - 修改“长度、距离和范围的要求”为“长度、距离的要求” (见表 A. 7, 2003 年版的表 5);
 - 修改“长度、距离和范围的要求”中装备航路段的长度为航路上的航段长度 (两导航台之间), 修改其精度和公布分辨率 $1/100 \text{ n mile}$ 为 $1/10 \text{ km}$ (见表 A. 7, 2003 年版的表 5);

- 修改“长度、距离和范围的要求”中航路和终端方位形成距离为航路上定位点间的距离，修改其精度和公布分辨率 1/100 n mile 为 1/10 km，修改其完好性等级 1×10^{-5} 重要数据为 1×10^{-3} 常规数据(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中终端进场、离场航线段长度为终端区进(离)场航段长度(两导航台之间)，修改其精度和公布分辨率 1/100 n mile 为 1/100 km(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中仪表进近程序方位形成距离为终端区进(离)场程序定位点间的距离、仪表进近程序定位点间的距离，修改其精度和公布分辨率 1/100 n mile 为 1/100 km(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中跑道长度、FATO 长度、TLOF 范围为跑道长度、FATO 长度、TLOF 面积，修改其航图分辨率 1 m(机场图)、0.5 m(机场障碍物图)为 1 m，修改其完好性等级 1×10^{-5} 重要数据为 1×10^{-8} 关键数据(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中停止道长度为停止道长度和宽度，修改其航图分辨率 0.5 m(机场障碍物图)为 1 m，修改其完好性等级 1×10^{-5} 重要数据为 1×10^{-8} 关键数据(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中可用的着陆距离为可用着陆距离，修改其航图分辨率 1 m(机场图)、0.5 m(机场障碍物图)为 1 m，修改其完好性等级 1×10^{-5} 重要数据为 1×10^{-8} 关键数据(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 ILS 航向信标天线至跑道末端距离的数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 ILS 下滑道天线至跑道入口距离(沿跑道中线)为 ILS 下滑台天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)，修改其数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 ILS 指点标至着陆入口距离为 ILS 指点标至跑道(着陆)入口距离，修改其数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 ILS 测距仪天线至着陆入口距离(沿跑道中线)为 ILS 测距仪天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)，修改其数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 MLS 方位天线至跑道末端距离的数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 MLS 仰角天线至着陆入口沿中线的距离为 MLS 下滑天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)，修改其数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 修改“长度、距离和范围的要求”中 MLS 精密测距仪天线至着陆入口距离(沿跑道中线)为 MLS 精密测距仪天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)，修改其数据类型测量值为计算值，修改其精度 1 m 为 3 m(见表 A. 7，2003 年版的表 5)；
- 增加了“长度、距离和范围的要求”中跑道宽度数据项，跑道入口内移距离数据项，净空道长度和宽度数据项，可用起飞滑跑距离数据项，可用起飞距离数据项(见表 A. 7)；
- 将 2003 年版第 6 章“测量点的要求”修改为附录 F“测量点的位置描述”，并修改了以下位置点的描述：
 - 增加了机场基准点的测量位置图(见图 F. 1)；
 - 增加了机场标高的测量位置图(见图 F. 2)；

- 修改了导航设施的测量位置(见 F. 6, 2003 年版的 6. 4);
- 增加了 WGS-84 坐标获取方法、数据测量、计算和导出数据、数据管理和质量保障 (见第 6 章～第 9 章)。

本标准由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位: 中国民航大学、中国民用航空局空中交通管理局。

本标准主要起草人: 陶媚、宋晔、于喜军、戴福青、孟爱民、刘菲。

本标准于2003年10月首次发布。

世界大地测量系统-1984（WGS-84）民用航空应用规范

1 范围

本标准规定了民用航空应用世界大地测量系统-1984（WGS-84）的数据质量、WGS-84坐标获取方法、数据测量、数据计算和导出、数据管理和质量保障的要求。

本标准适用于民用航空WGS-84坐标数据的测量、使用和维护。

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，仅所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 18314 全球定位系统（GPS）测量规范

MH 5001 民用机场飞行区技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标高 **elevation**

地球表面上一个点或一个平面至平均海平面的垂直距离。

3.2

高度 **altitude**

平均海平面至一个平面、一个点或作为一点的物体的垂直距离。

3.3

高 **height**

从某一规定基准至一个平面、一个点或作为一点的物体的垂直距离。

3.4

机场标高 **aerodrome elevation**

着陆区内最高点的标高。

3.5

似大地水准面 **quasi-geoid**

从地面点沿正常重力线量取正常高所得端点构成的封闭曲面。

3.6

高程异常 height anomaly

似大地水准面与参考椭球面之间的距离。

3.7

电台磁偏角 station declination

在对甚高频全向信标电台进行校准时确定的甚高频全向信标零度经线与真北之间的校准磁差。

3.8

精度 accuracy

测量值或计算值与真实值的符合程度。

注：航空器导航定位精度通常用相对真值的偏差的统计值表示。

3.9

分辨率 resolution

表示位置测量值和计算值所用的单位和位数要求。

注：航空数据分辨率通常用经过舍、入后的整数值表示。

3.10

完好性 integrity

确保航空数据及其数值自产生后或授权修订后不发生丢失和畸变的程度。

3.11

关键数据 critical data

使航空器安全飞行和着陆遭受严重灾难性风险概率高的航行数据。

3.12

重要数据 essential data

使航空器安全飞行和着陆遭受严重灾难性风险概率低的航行数据。

3.13

常规数据 routine data

使航空器安全飞行和着陆遭受严重灾难性风险概率很低的航行数据。

3.14

质量记录 quality record

说明已取得所需结果和为确保质量跟踪而提供的文件记录。

3.15

可追溯性 traceability

根据记录的识别特性能够追踪某一实体的历史、用途或位置。

3.16

源数据 source data

由相关单位提供可直接用于计算的基础数据。

3.17

计算和导出数据 **calculated and derived data**

基于源数据通过一定的数学法则得到的数据。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BIH 国际时间局 (Bureau International de l'Heure)

CTP 协议地极 (Conventional Terrestrial Pole)

DME 测距仪 (Distance Measuring Equipment)

DME(P) 精密测距仪 (Precision Distance Measuring Equipment)

DVOR 多普勒甚高频全向信标 (Doppler Very High Frequency Omni-directional Range)

FATO 最后进近和起飞区 (Final Approach and Take-off Area)

GPS 全球定位系统 (Global Positioning System)

ICAO 国际民用航空组织 (International Civil Aviation Organization)

ILS 仪表着陆系统 (Instrument Landing System)

INS 惯性导航系统 (Inertial Navigation System)

ITRF 国际地球参考框架 (International Terrestrial Reference Frame)

ITRS 国际地球参考系统 (International Terrestrial Reference System)

MLS 微波着陆系统 (Microwave Landing System)

NDB 无方向信标 (Non-directional Beacon)

PANS-OPS 航行服务程序—航空器运行 (Procedures for Air Navigation Services—Aircraft Operation)

TLOF 接地和离地区 (Touchdown and Lift-off Area)

VHF 甚高频 (Very High Frequency)

VOR 甚高频全向信标 (Very High Frequency Omni-directional Range)

WGS 世界大地测量系统 (World Geodetic System)

5 民用航空数据质量

5.1 测量的民用航空数据项的精度应符合附录 A 的规定。

5.2 测量的民用航空数据的出版要求和规范应符合附录 A 的规定。

5.3 民用航空数据测量精度应高于或等于计划出版数据的最大精度。

5.4 测量数据质量要求分为地形数据要求、障碍物数据要求和与导航相关的设施数据要求，见附录 A 和附录 B。

6 WGS-84 坐标获取方法

6.1 方法一

- 6.1.1 将 1954 年北京坐标系的数据直接转换为 WGS-84 坐标数据，WGS-84 坐标系的地球椭球基本参数及主要几何和物理常数参见附录 C。
- 6.1.2 转换时应委托符合资质要求的单位实施，并满足坐标转换的质量要求。
- 6.1.3 为了满足坐标转换的质量要求，应确保所获得的原始数据满足以下条件：
 - a) 各点的标牌未被相互变换或未被错误地识别；
 - b) 坐标可通过其他辅助冗余的测量数据进行验证；
 - c) 坐标的精度可估计并且满足要求。
- 6.1.4 1954 年北京坐标系坐标数据的审核通过附录 D 的质量分析报告实现。
- 6.1.5 转换参数、转换软件应确保转换后的数据满足质量要求。

6.2 方法二

按本标准规定的测量方法进行测量。

7 数据测量

7.1 建立机场测量控制网的基本原则

- 7.1.1 为了确定机场内及其附近的导航设备或指定点的位置，应在每个机场建立一个测量控制网。
- 7.1.2 机场测量控制网宜至少由四个测量控制点组成，以确保任一测量控制点有问题时，测量控制网仍能正常使用。测量控制点的安装位置应考虑今后持续的或长期的测量应用。
- 7.1.3 如果获取机场坐标数据的主要测量方法采用传统的光学仪器（全站仪等），机场测量控制网应包括至少两个以上相互可视的测量控制点，点与点的距离不大于 500 m。
- 7.1.4 采用 GPS 建立测量控制点的最佳实施准则见 GB/T 18314。

7.2 机场测量控制网的精度

- 7.2.1 测量控制网的每一个测量控制点应在国际地球参考框架（ITRF）中的每个坐标分量（地心空间直角坐标系）上保证 0.1 m 的精度（ 2σ 或者 95% 的置信度）。
- 7.2.2 机场测量控制网应保证其测量控制点间相对精度高于 0.1 m。
- 7.2.3 测量机场内新的坐标点时应核查机场测量控制网的各个测量控制点坐标，核查时可采用联测国家高等级控制点的方法。
- 7.2.4 如果经核查测量控制点与国家控制点间的距离变化超过 50 mm，则该测量控制点应重新测量和确认。

7.3 测量控制点的埋石

7.3.1 测量控制点结构

测量控制点应由标准测量埋石组成，埋石类型见附录 E。在安装测量控制点之前应进行实地调查，以确保埋设过程不会损坏地下电缆和公共设施。当测量控制网由少于推荐的 4 个点组成时，控制点的埋石应尽可能耐用和牢固，以保证其长期可靠性。

7.3.2 测量控制点的编码方式

一个机场内的所有测量控制点应采用一个明确的编码系统，该系统应能识别测量控制点所属的机场、年代以及编码。每个测量控制点应有单独的编码，且机场内的所有测量控制点应采用统一的标牌，标牌的制作应易于识别控制点和明确控制点的位置。

7.3.3 测量控制点位置图

应绘制一张机场测量控制网图，采用1：2 000的比例尺或其他适当的标准制图比例尺，并标记出所有测量控制点的位置以及重要的地形、地貌。

7.3.4 测量控制点的档案记录

机场测量控制点的档案记录应包括测量控制点的文字描述和图形资料，应清楚地描述相关尺寸及该测量控制点相对于机场测量控制网中的其他可见控制点的方位，方位应以真北为基准，否则应对方位基准进行文字描述。在测量控制点的档案记录中应有包括背景细节的测量控制点的照片。

7.4 控制点坐标的测定方法

应采用以下方法之一确定机场测量控制网控制点的坐标：

- a) 直接联测：将机场测量控制网与国际大地测量参考框架进行联测，在联测的过程中，应使联测的误差不会影响到机场测量控制网的坐标误差。观测及后续的处理工作应符合 GB/T 18314 的相关规定；
- b) 系统转换：如果已知现有大地测量控制网与 WGS-84 的当地转换关系符合本标准的精度要求，则可将机场测量控制网与现有大地测量控制网络进行联测，然后使用国家批准的转换方法来确定机场测量控制网的 WGS-84 坐标。若采用这种方法，在测量报告中应包含转换方法的完整描述，并应包含机场测量控制网与现有的大地测量控制网联测方案的全部详细内容。

7.5 机场相关元素的测量

7.5.1 机场基准点

7.5.1.1 对于单跑道机场，机场基准点一般位于跑道的中心，应按附录 F 的位置测量跑道中心点的坐标作为机场基准点的坐标。

7.5.1.2 对于多跑道机场，机场基准点一般位于主跑道的中心，应按附录 F 测量主跑道中心点的坐标作为机场基准点的坐标。

7.5.1.3 如果机场基准点不位于跑道中心，应直接测量实际的机场基准点位置处坐标，并提供图示说明测量点的位置。

7.5.2 跑道中心点

应测量各条跑道的跑道中心点坐标。

7.5.3 机场标高

7.5.3.1 对于单跑道机场，应测量跑道中线上最高点位置处的标高作为机场标高。见附录 F 中的图示位置。

7.5.3.2 对于多跑道机场，应测量每条跑道中线上最高点位置处的标高，取其中最高点的标高作为机场标高。

7.5.3.3 对于直升机机场，应测量 FATO 区域内最高点的标高作为机场标高。

7.5.3.4 应测量机场标高点处的高程异常。

7.5.4 跑道入口

7.5.4.1 应测量跑道入口的经纬度坐标、标高以及高程异常。

7.5.4.2 如果跑道入口处标绘有入口标志，应按附录 F 选取测量位置。

7.5.4.3 如果没有标绘跑道入口标志,应由该机场管理部门来确定跑道入口,并按 MH 5001 的规定进行标记。

7.5.4.4 如果已经选取并测量的位置点在跑道中心线上,但与跑道入口点不一致,入口坐标可通过计算获得,计算方法见附录 G。

7.5.4.5 为了道面重新铺装或者标绘标志后核查时能够复原测量位置点,应安装测量参考标点。

7.5.5 跑道中线

7.5.5.1 在跑道中线上选取间隔不小于跑道长度 10%的两个点进行辅助共线性测试,在处理测量数据的过程中,测量人员应测定并报告跑道中线上三个位置点的共线性。

7.5.5.2 如果该跑道是双向跑道,应测量两个跑道入口以及跑道中线上另外两个点的坐标,并应测定该组四个点的共线性。

7.5.5.3 应对通过计算获取的跑道入口坐标进行共线性检查。

7.5.6 停机位

7.5.6.1 应测量鼻轮停止点(即导入线和停止线的交点)的坐标,作为停机位公布坐标,见附录 F。

7.5.6.2 停机位上其他各待测点的位置见附录 F。

7.5.6.3 由于不同停机位的标志可能不同,因此应准备各种不同类型的停机位标志图,并且在图中标出测量点。如果机场所有的停机位都使用了统一的标志,则只需准备一张图即可。

7.5.7 直升机场

7.5.7.1 对于要求公布位置点坐标的直升机场,其坐标公布应符合附录 A 的相关规定。

7.5.7.2 应测量直升机场的基准点、直升机场 TLOF 或 FATO 入口、瞄准点的坐标,测量时应按附录 F 的规定选取适当的测量点。

7.6 导航设施的测量

7.6.1 应测量无线电导航设施的坐标、DME 台发射天线标高、无线电导航设施处磁差。

7.6.2 无线电导航设施的坐标精度应符合附录 A 的规定。如果不能确定现有坐标的质量,应按附录 A 的规定重新测量其坐标。

无线电导航设施的标准化测量点见附录 F。对于附录 F 中没有包括的无线电导航设施,应测量设备天线几何中心点的水平坐标。

对于 NDB 和指点标合装的导航台,应测量 NDB 台发射天线的中心点。

如果对共轴的 VOR、DME 合装导航台进行测量,应以 DME 导航台的位置点作为整个合装导航台的位置点。

如果 VOR、DME 导航台天线是非共轴的,且彼此间隔不足 30 m,应以 DME 导航台的位置点作为整个合装导航台的位置点;若彼此间隔超过 30 m,应分别测量各自的导航台天线。

7.6.3 应测量 DME 台发射天线的顶点高度作为 DME 台发射天线标高。

7.6.4 应测定 VHF 电台、NDB 导航台、ILS 航向台天线、MLS 方位天线处磁差。

7.6.5 VHF 电台磁偏角应由导航系统的供应商提供,其应包含磁差的测量日期和年变率,且电台磁偏角与当前磁差的差值应不大于 1.5°。

7.7 测量技术报告

7.7.1 测量技术报告分为三种基本类型的报告,即大地测量、机场或直升机机场内无线电导航设备测量、机场或直升机机场外无线电导航设备测量。

7.7.2 测量技术报告的格式和要求见附录 H。

8 计算和导出数据

8.1 用于计算和导出数据的源数据

源数据的精度、分辨率和完好性应符合附录 A 的规定。

8.2 数据的计算和导出

8.2.1 参考坐标系

8.2.1.1 应采用 WGS-84 作为所有坐标数据的参考坐标系。

8.2.1.2 垂直参考面应为国家高程系统（1985 国家高程基准）的平均海平面或者标准大气压。

8.2.2 计量单位

所有位置、方位、磁差、高或高度、距离应按附录 A 的规定予以公布。计量单位应与源数据的计量单位保持一致。

8.2.3 坐标数据

坐标数据应通过以下方法之一获取：

- a) 根据大地测量算法对基于 WGS-84 坐标系的源数据进行计算，如：
 - 1) 与某个点的相对方位和距离；
 - 2) 与两个点的相对方位线的交叉点；
 - 3) 与三个点的距离的交点；
- b) 由基于 WGS-84 坐标系的源数据派生而来，如：人工沿经度或纬度线选取的位置点。

8.2.4 方位数据

方位数据应根据大地测量算法对基于 WGS-84 坐标系的源数据进行计算来获取。

8.2.5 高或高度数据

高或高度数据应通过以下方法之一获取：

- a) 通过大地测量的方法直接测定；
- b) 由满足精度要求的数字地形模型来确定；
- c) 通过 a) 和 b) 两种方法得出的数据加上特定的数值（如最小超障余度等）计算而得；
- d) 由空域设计者指定，同时考虑由 a)～c) 三种方法得到的最低高度或最低飞行高度层。

9 数据管理和质量保障

9.1 通则

9.1.1 数据维护和管理应从第一次测量、计算以及导出的时刻开始。

9.1.2 数据维护和管理过程中应遵守相关的保密规定。

9.2 质量保障

9.2.1 测量单位

9.2.1.1 应具有《测绘资质证书》，且符合资质证书中的业务范围要求。

9.2.1.2 应建立符合 ISO 9000 系列要求的质量系统，该系统应包含实施质量管理的每个职责阶段所必需的程序、办法和资源。

9.2.2 测量设备

9.2.2.1 所有采用的和本标准涵盖的相关测量仪器和设备应经过国家法定计量检测机构检验合格并在有效期内，且具备测量任务所需的精度。

9.2.2.2 测量仪器和设备的检验过程和结果应记入测量报告。

9.2.3 质量记录

9.2.3.1 所有坐标应能通过一个完整的审核线索查询出其数据的源头。

9.2.3.2 关于数据来源的信息应包括：

- a) 测量员的姓名；
- b) 测量机构；
- c) 测量时间；
- d) 测量数据、计算和导出数据；
- e) 测量方法、计算方法；
- f) 所使用的仪器、设备；
- g) 如果测量的为机场道面上的点，应描述道面标志的类型；
- h) 已测量位置点的描述（可由解释性的图片支持原文，以正确识别测量位置点）。

9.2.3.3 质量记录应按相关规定归档保存。

9.3 可追溯性

9.3.1 质量记录应由执行数据修改的组织负责保存。

9.3.2 质量记录应采用电子与纸质形式。为了提供闭合的数据检查环路，在数据处理和使用过程中，变更信息应同数据一起保存。变更信息包括：

- a) 数据精度；
- b) 数据来源；
- c) 数据的详细变更；
- d) 数据变更的原因；
- e) 与数据变更原因有关的文件；
- f) 引起数据变更的源数据；
- g) 进行数据变更的人员；
- h) 变更日期等。

9.4 数据完好性

9.4.1 应确保航空数据从其测算、签发直至传送给下一个预定用户的整个数据传送过程中始终保持其完好性。航空数据的完好性要求应以数据损坏造成的潜在危险以及有关数据项的预定用途为依据。

9.4.2 为确保数据的完好性，应清楚地规定数据处理的全部过程，包括从数据来源到使用的整个过程。除严格的人工独立验证外，还应选择合适的电子化存储方法以保证数据的完好性，但存储方法的选择应考虑到数据损坏造成的潜在危险。

附 录 A

(规范性附录)

测量数据的要求

A.1 地形数据

数据原创人应保证所有的地形数据符合表A.1的要求（1、2、3、4区的定义见附录B）。

表A.1 地形数据要求

地形数据	1区	2区	3区	4区
水平精度	50.0 m	5.0 m	0.5 m	2.5 m
垂直精度	30.0 m	3.0 m	0.5 m	1.0 m
垂直分辨率	1.0 m	0.1 m	0.01 m	0.1 m
置信度	90%	90%	90%	90%
地形数据库 位置点间距	3.0 arc sec (大约90 m)	1.0 arc sec (大约 30 m)	0.6 arc sec (大约20 m)	0.3 arc sec (大约9 m)

A.2 障碍物数据

重要障碍物应按表A.2的要求进行测量。

表A.2 障碍物数据要求

障碍物数据	1区	2区	3区	4区
水平精度	50.0 m	5.0 m	0.5 m	2.5 m
垂直精度	30.0 m	3.0 m	0.5 m	1 m
垂直分辨率	1.0 m	0.1 m	0.01 m	0.1 m
置信度	90%	90%	90%	90%

A.3 与导航相关的设施数据

- A.3.1 表A.3给出了经纬度的要求。
- A.3.2 表A.4给出了标高、高度和高的要求。
- A.3.3 表A.5给出了电台磁偏角和磁差的要求。
- A.3.4 表A.6给出了方位的要求。
- A.3.5 表A.7给出了长度、距离的要求。

表A.3 经纬度的要求

经纬度	数据类型和精度	公布分辨率	航图分辨率	完好性等级
飞行情报区边界点	公布值 2 km	1′	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
禁区、限制区、危险区边界点（位于管制区、管制地带界线以外的）	公布值 2 km	1′	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
禁区、限制区、危险区边界点（位于管制区、管制地带界线以内的）	计算值 100 m	1″	根据航图精度	1×10^{-5} 重要数据
管制区、管制地带边界点	计算值 100 m	1″	根据航图精度	1×10^{-5} 重要数据
航路导航设施和定位点、等待点、标准仪表进（离）场程序上的点	测量值或计算值 100 m	1″	1″	1×10^{-5} 重要数据
机场基准点、直升机机场基准点	测量值或计算值 30 m	1″	1″	1×10^{-3} 常规数据
位于机场、直升机机场的导航设施	测量值 3 m	1/10″	根据航图精度	1×10^{-5} 重要数据
最后进近定位点（或最后进近点）和构成仪表进近程序的其他重要定位点（构成仪表进近程序的其他重要点）	测量值或计算值 3 m	1/10″	1″	1×10^{-5} 重要数据
跑道（着陆）入口	测量值 1 m	1/100″	1″	1×10^{-8} 关键数据
跑道末端	测量值 1 m	1/100″	1″	1×10^{-8} 关键数据
跑道中线位置点	测量值 1 m	—	—	1×10^{-8} 关键数据
滑行道中线位置点或停靠引导线位置点	测量值 0.5 m	1/100″	1/100″	1×10^{-5} 重要数据
停机位位置点或INS校准点	测量值 0.5 m	1/100″	1/100″	1×10^{-3} 常规数据
直升机机场TLOF或FATO入口的几何中心	测量值 1 m	1/100″	1″	1×10^{-8} 关键数据
直升机机场地面滑行道中线位置点、空中滑行道和过渡航道位置点	测量值或计算值 0.5 m	—	—	1×10^{-5} 重要数据
跑道等待位置	测量值 0.5 m	1/100″	1″	1×10^{-8} 关键数据
滑行道相交标志线	测量值 0.5 m	1/100″	1″	1×10^{-5} 重要数据
出口引导线	测量值 0.5 m	1/100″	1″	1×10^{-5} 重要数据
机坪边界（多边形）	测量值 1 m	1/10″	1″	1×10^{-3} 常规数据
除冰、防冰设施（多边形）	测量值 1 m	1/10″	1″	1×10^{-3} 常规数据
1区内的障碍物	测量值 50 m	1″	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
2区内的障碍物	测量值 5 m	1/10″	1/10″	1×10^{-5} 重要数据
3区内的障碍物	测量值 0.5 m	1/10″	1/10″	1×10^{-5} 重要数据

表A.4 标高、高度和高的要求

标高、高度和高	数据类型和精度	公布分辨率	航图分辨率	完好性等级
机场标高、直升机机场标高	测量值 0.1 m	0.1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
机场、直升机机场标高位置的WGS-84高程异常	测量值 0.1 m	0.1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
非精密进近跑道入口标高、FATO着陆入口标高	测量值 0.1 m	0.1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
非精密进近跑道入口、FATO着陆入口、TLOF几何中心的WGS-84高程异常	测量值 0.1 m	0.1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
精密进近跑道入口标高、FATO着陆入口标高	测量值 0.1 m	0.1 m	0.5 m	1×10^{-8} 关键数据
精密进近跑道入口、FATO着陆入口、TLOF几何中心的WGS-84高程异常	测量值 0.1 m	0.1 m	0.5 m	1×10^{-8} 关键数据
精密进近的着陆入口飞越高	计算值 0.5 m	0.1 m	0.5 m	1×10^{-8} 关键数据
DME(P)	测量值 3 m	3 m	—	1×10^{-5} 重要数据
DME	测量值 30 m	30 m	30 m	1×10^{-5} 重要数据
仪表进近程序高度	根据PANS-OPS 的规定	—	根据PANS-OPS 的规定	1×10^{-5} 重要数据
最低高度	计算值 50 m	50 m	50 m	1×10^{-3} 常规数据
超障高度或高 (OCA/H)	根据PANS-OPS 的规定	—	根据PANS-OPS 的规定	1×10^{-5} 重要数据
1区内的障碍物	测量值 30 m	1 m	3 m	1×10^{-3} 常规数据
2区内的障碍物	测量值 3 m	1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
3区内的障碍物	测量值 0.5 m	0.1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
跑道中线位置点	测量值 0.25 m	—	—	1×10^{-8} 关键数据
滑行道中线位置点或停靠引导线位置点	测量值 1 m	—	—	1×10^{-5} 重要数据
直升机机场地面滑行道中线位置点、空中滑行道和过渡航道位置点	测量值 1 m	—	—	1×10^{-5} 重要数据

表A.5 电台磁偏角和磁差的要求

电台磁偏角和磁差	数据类型和精度	公布分辨率	航图分辨率	完好性等级
VHF导航台的电台磁偏角, 用于技术校准	测量值 1°	1°	—	1×10^{-5} 重要数据
NDB导航设备处磁差	测量值 1°	1°	—	1×10^{-3} 常规数据
机场磁差、直升机机场磁差	测量值 1°	1°	1°	1×10^{-5} 重要数据
ILS航向台天线处磁差	测量值 1°	1°	—	1×10^{-5} 重要数据
MLS方位天线处磁差	测量值 1°	1°	—	1×10^{-5} 重要数据

表A.6 方位的要求

方位	数据类型和精度	公布分辨率	航图分辨率	完好性等级
航路上的航段	计算值 $1/10^\circ$	1°	1°	1×10^{-3} 常规数据
航路和终端区定位点的定位线	计算值 $1/10^\circ$	$1/10^\circ$	$1/10^\circ$	1×10^{-3} 常规数据
终端区进(离)场航段	计算值 $1/10^\circ$	1°	1°	1×10^{-3} 常规数据
仪表进近程序定位点的定位线	计算值 $1/100^\circ$	$1/100^\circ$	$1/10^\circ$	1×10^{-5} 重要数据
ILS航向信标方位(真)	测量值 $1/100^\circ$	$1/100^\circ$	1°	1×10^{-5} 重要数据
MLS跑道对正方位(真)	测量值 $1/100^\circ$	$1/100^\circ$	1°	1×10^{-5} 重要数据
跑道方位(真)、FATO方位(真)	测量值 $1/100^\circ$	$1/100^\circ$	1°	1×10^{-3} 常规数据

表A.7 长度、距离的要求

长度、距离	数据类型和精度	公布分辨率	航图分辨率	完好性等级
航路上的航段长度(两导航台之间)	计算值 $1/10$ km	$1/10$ km	1km	1×10^{-3} 常规数据
航路上定位点间的距离	计算值 $1/10$ km	$1/10$ km	$2/10$ km	1×10^{-3} 常规数据
终端区进(离)场航段长度(两导航台之间)	计算值 $1/100$ km	$1/100$ km	1 km	1×10^{-5} 重要数据
终端区进(离)场程序定位点间的距离、仪表进近程序定位点间的距离	计算值 $1/100$ km	$1/100$ km	$2/10$ km	1×10^{-5} 重要数据
跑道长度、FATO长度、TLOF范围	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
停止道长度和宽度	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
可用着陆距离	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
ILS航向台天线至跑道末端距离	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
ILS下滑台天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
ILS指点标至跑道(着陆)入口距离	计算值 3 m	1 m	$2/10$ km	1×10^{-5} 重要数据
ILS测距仪天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-5} 重要数据
MLS方位天线至跑道末端距离	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
MLS下滑天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-3} 常规数据
MLS精密测距仪天线至跑道(着陆)入口距离(沿跑道中线)	计算值 3 m	1 m	根据航图精度	1×10^{-5} 重要数据
跑道宽度	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-5} 重要数据
跑道入口内移距离	测量值 1 m	1 m	—	1×10^{-3} 常规数据
净空道长度和宽度	测量值 1 m	1 m	—	1×10^{-5} 重要数据
可用起飞滑跑距离	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
可用起飞距离	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
可用加速停止距离	测量值 1 m	1 m	1 m	1×10^{-8} 关键数据
跑道道肩宽度	测量值 1 m	1 m	—	1×10^{-5} 重要数据
滑行道宽度	测量值 1 m	1 m	—	1×10^{-5} 重要数据
滑行道道肩宽度	测量值 1 m	1 m	—	1×10^{-5} 重要数据

附 录 B

(规范性附录)

电子地形、障碍物区域划分¹⁾

电子地形和障碍物数据集覆盖区域划分为：

——1 区：一个国家的全部领土；

——2 区：机场周围区域，细分如下：

- 2a 区：由升降带加上任何现有净空道组成的一个围绕跑道的长方形区域；
- 2b 区：自 2a 区的末端每侧呈 15% 扇面向离场方向延伸 10 km 长度的一个区域；
- 2c 区：自 2a 区和 2b 区的外面延伸至距离 2a 区边界不超过 10 km 的区域；
- 2d 区：自 2a 区、2b 区和 2c 区的外面从机场基准点向外延伸 45 km 距离或延伸至现有机场管制区边界的区域（取较小值者）；

——3 区：与机场活动区相连、沿跑道边缘从跑道中心线向外水平延伸 90 m 和从机场活动区其他各部分边缘向外延伸 50 m 的区域；

——4 区：在 II 类或 III 类精密进近跑道上自跑道入口朝进近方向延伸 900 m 长度、沿跑道中线延长线每侧延伸 60 m 宽度的区域。

各数据收集面见图 B.1～图 B.4。

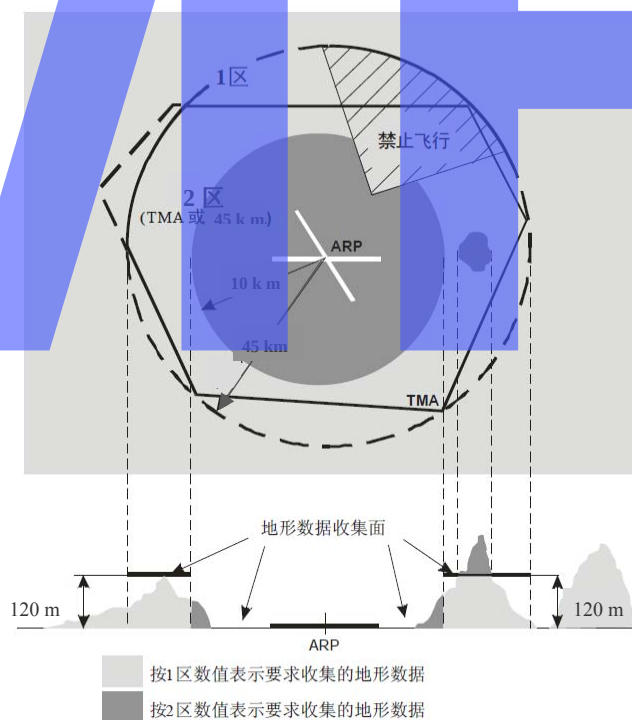


图 B.1 地形数据收集面—1区和2区

1) 本附录内容摘自《国际民用航空公约》附件 15 第十三版(2010.7)。

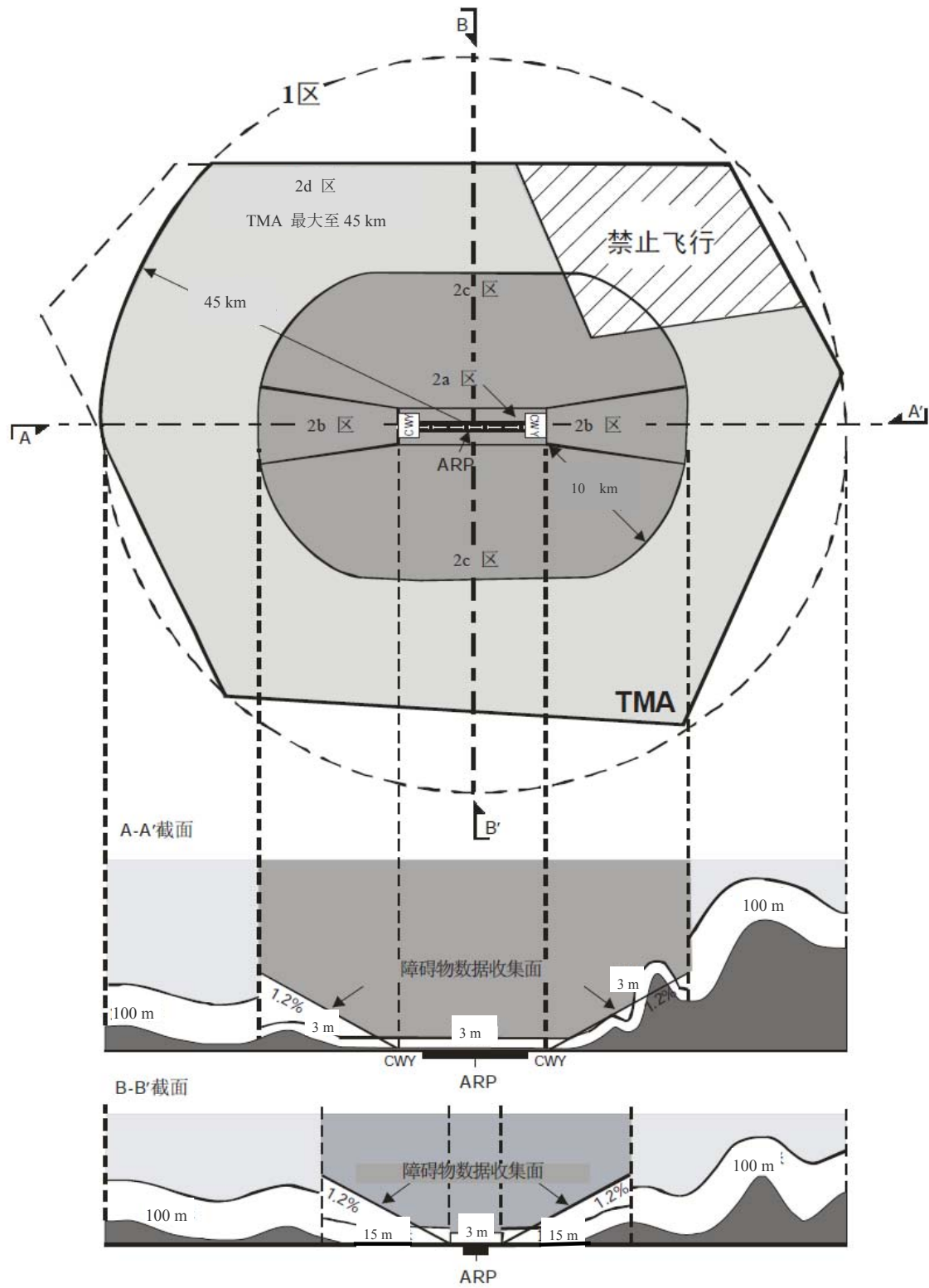


图 B.2 障碍物数据收集面—1区和2区

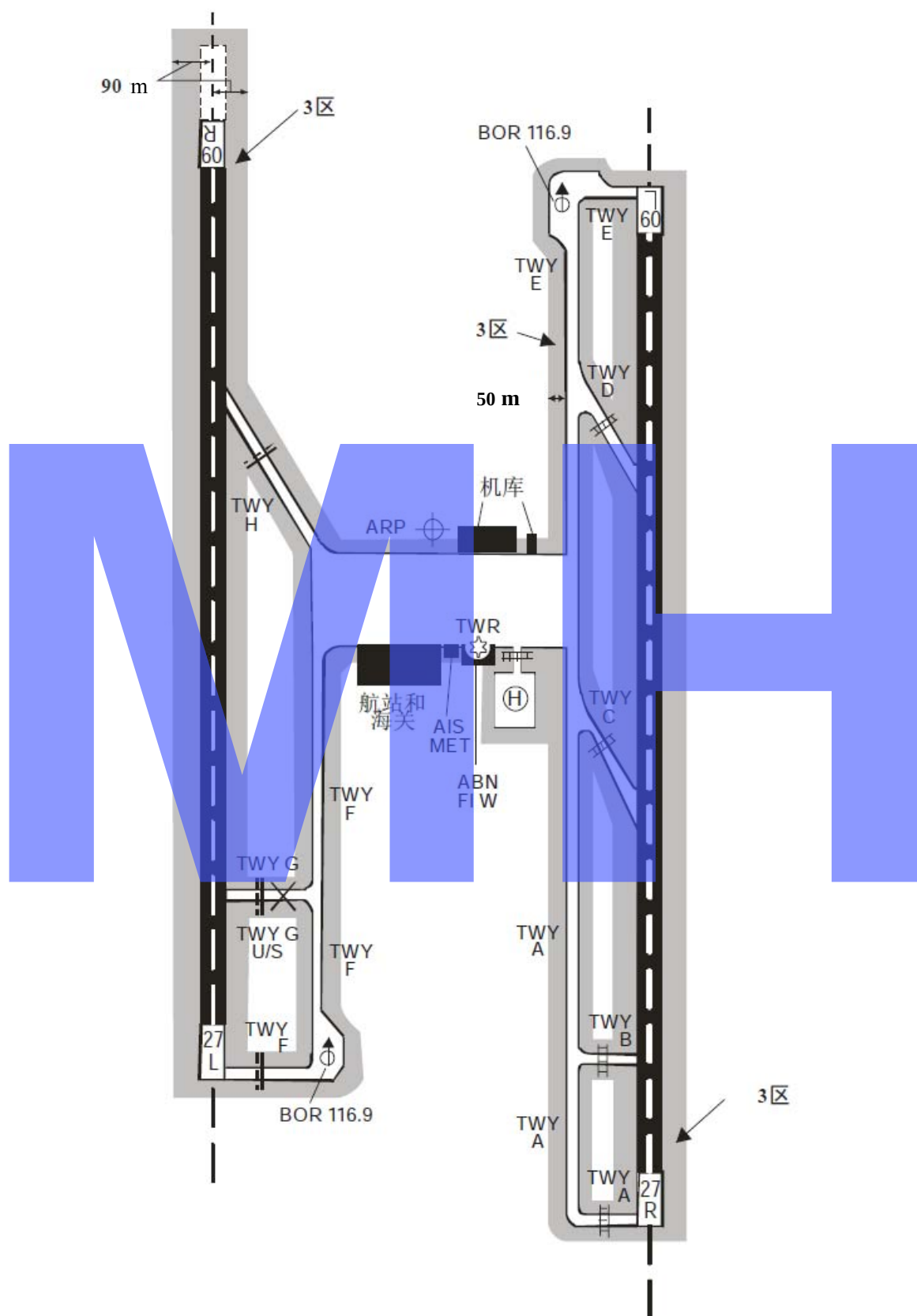


图 B.3 地形和障碍物数据收集面—3区

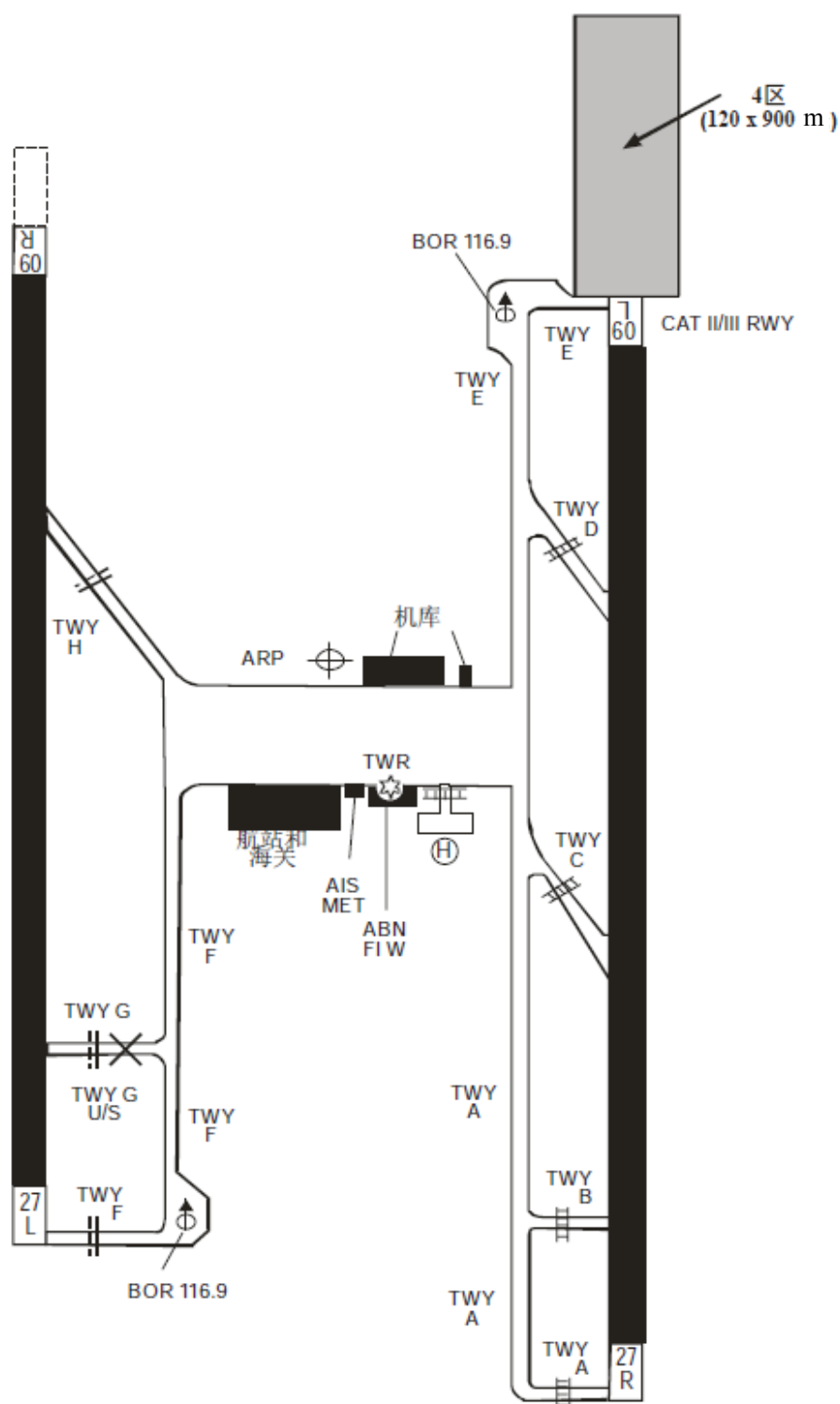


图 B.4 地形和障碍物数据收集面—4区

附 录 C

(资料性附录)

WGS-84 坐标系

C.1 WGS-84 坐标系及其基本参数

WGS-84坐标系 (World Geodetic System-1984 coordinate system) 是一种国际上采用的地心坐标系, 坐标原点为地球质心, Z轴指向BIH1984.0定义的协议地极CTP, X轴指向BIH1984.0定义的零子午面与CTP相应的赤道的交点。Y轴与Z轴、X轴垂直构成右手正交坐标系。如图C.1所示。

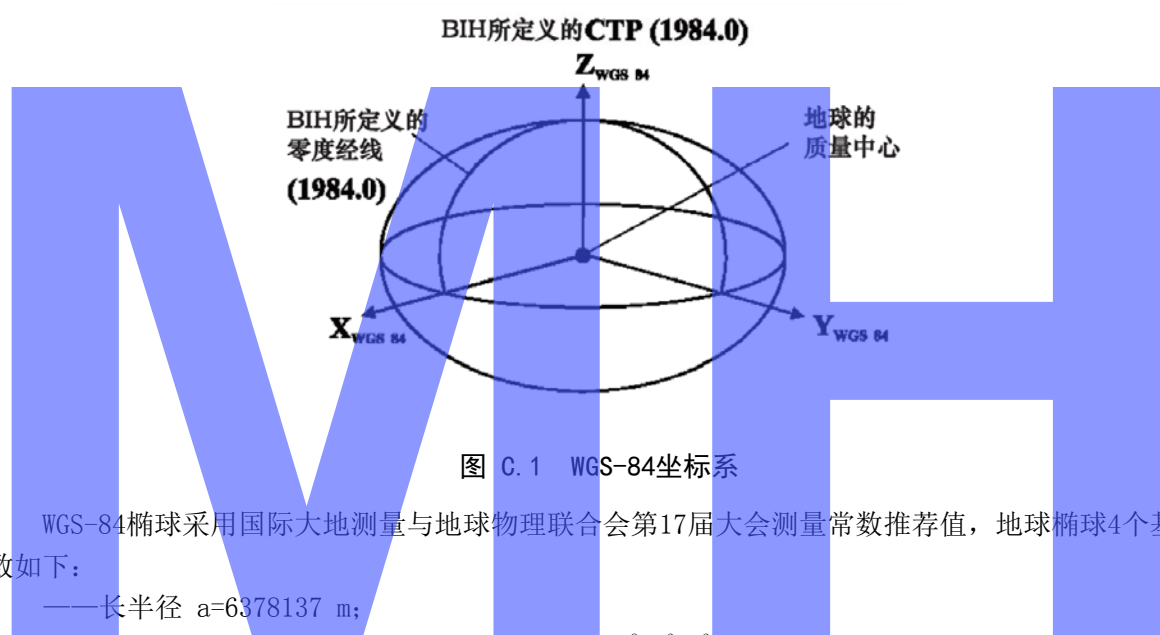


图 C.1 WGS-84坐标系

WGS-84椭球采用国际大地测量与地球物理联合会第17届大会测量常数推荐值, 地球椭球4个基本参数如下:

- 长半径 $a=6378137 \text{ m}$;
- 地球引力常数 (含大气层) $GM=3986005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$;
- 正常化二阶带谐系数 $C_{2,0}=-484.16685 \times 10^{-6}$;
- 地球自转角速度 $\omega=7292115 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$ 。

C.2 主要几何和物理常数

主要几何和物理常数如下:

- 短半径 $b=6356752.3142 \text{ m}$;
- 扁率 $\alpha=1/298.257223563$;
- 第一偏心率平方 $e^2=0.00669437999013$;
- 第二偏心率平方 $e'^2=0.006739496742227$;
- 椭球正常重力位 $U_0=62636860.8497 \text{ m}^2/\text{s}^2$;
- 赤道正常重力 $r_0=9.9703267714 \text{ m/s}^2$ 。

附 录 D
(规范性附录)
质量分析报告

D.1 航路导航设备坐标

航路导航设备坐标的质量分析报告应包括以下内容：

- a) 导航设备坐标测量的单位、资质以及测量人员的姓名；
- b) 采用的坐标和高程系统；
- c) 测量方法的书面描述；
- d) 测量的精度；
- e) 对于合装的导航设备，应明确公布的坐标为哪一个导航设备的，是否保存有两个导航设备的距离数据；
- f) 已有导航设备的坐标记录是否与航行资料中公布的数据一致。

D.2 机场内坐标

机场内坐标的质量分析报告应包括以下内容：

- a) 机场是否存在测量控制网；
- b) 建立和测量机场测量控制网的单位；
- c) 建立机场测量控制网的时间；
- d) 机场测量控制网采用的坐标和高程系统；
- e) 控制点联测连接方法的描述；
- f) 机场测量控制网的相对测量精度；
- g) 机场测量控制点使用的埋石类型和识别编码；
- h) 各点坐标的测量精度；
- i) 是否保存有原始测量资料和测量报告；
- j) 各个测量控制点的核查记录；
- k) 已有坐标记录是否与航行资料中公布的数据一致。

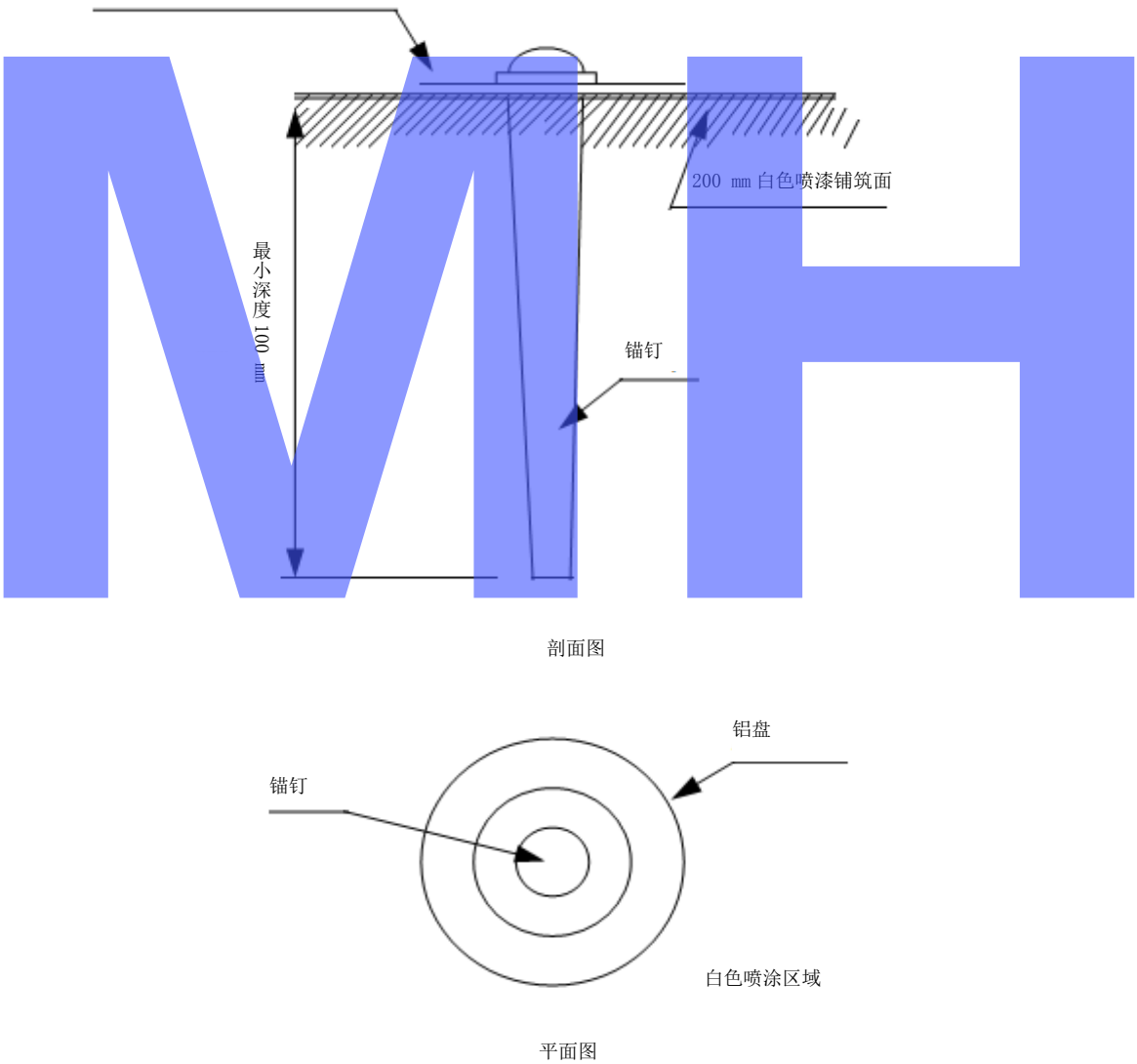
附 录 E
(规范性附录)
埋石

E.1 总则

测量埋石安装时，应根据测量任务、安装表面以及土地的类型选择合适的埋石类型。

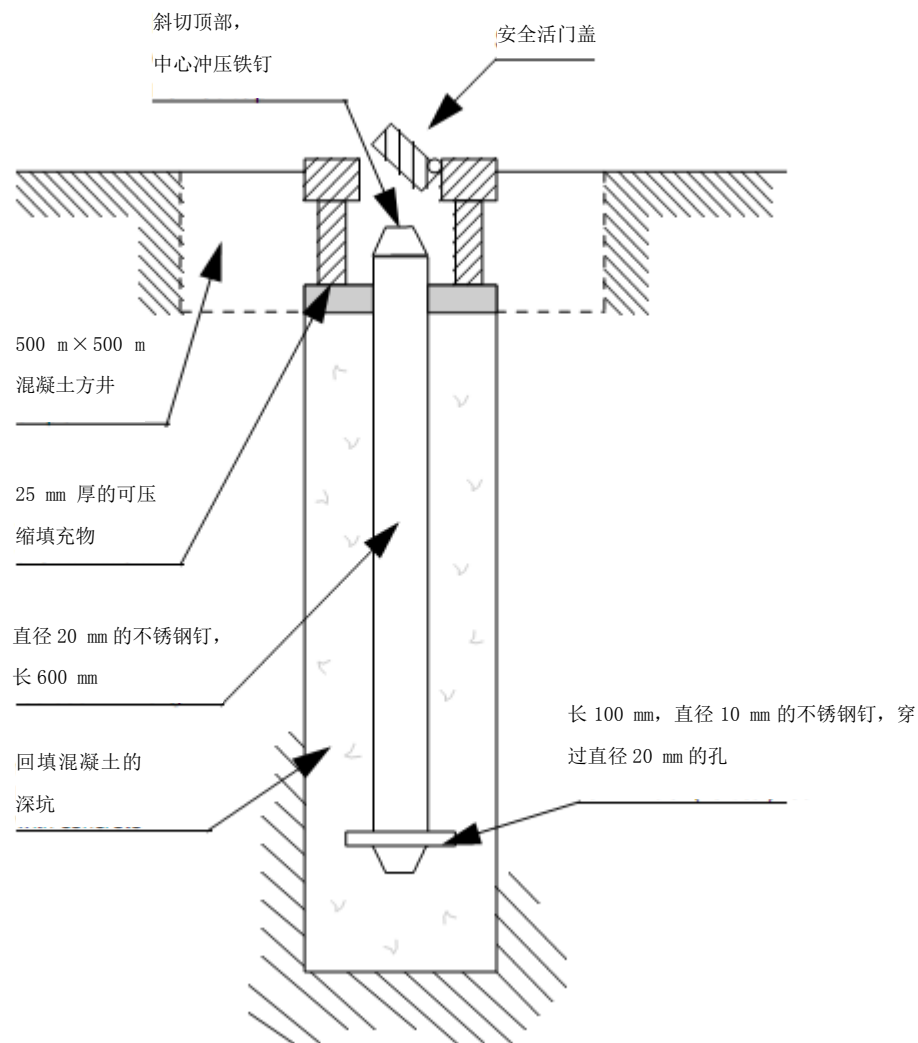
E.2 埋石类型

E.2.1 测量埋石类型1见图E.1所示。



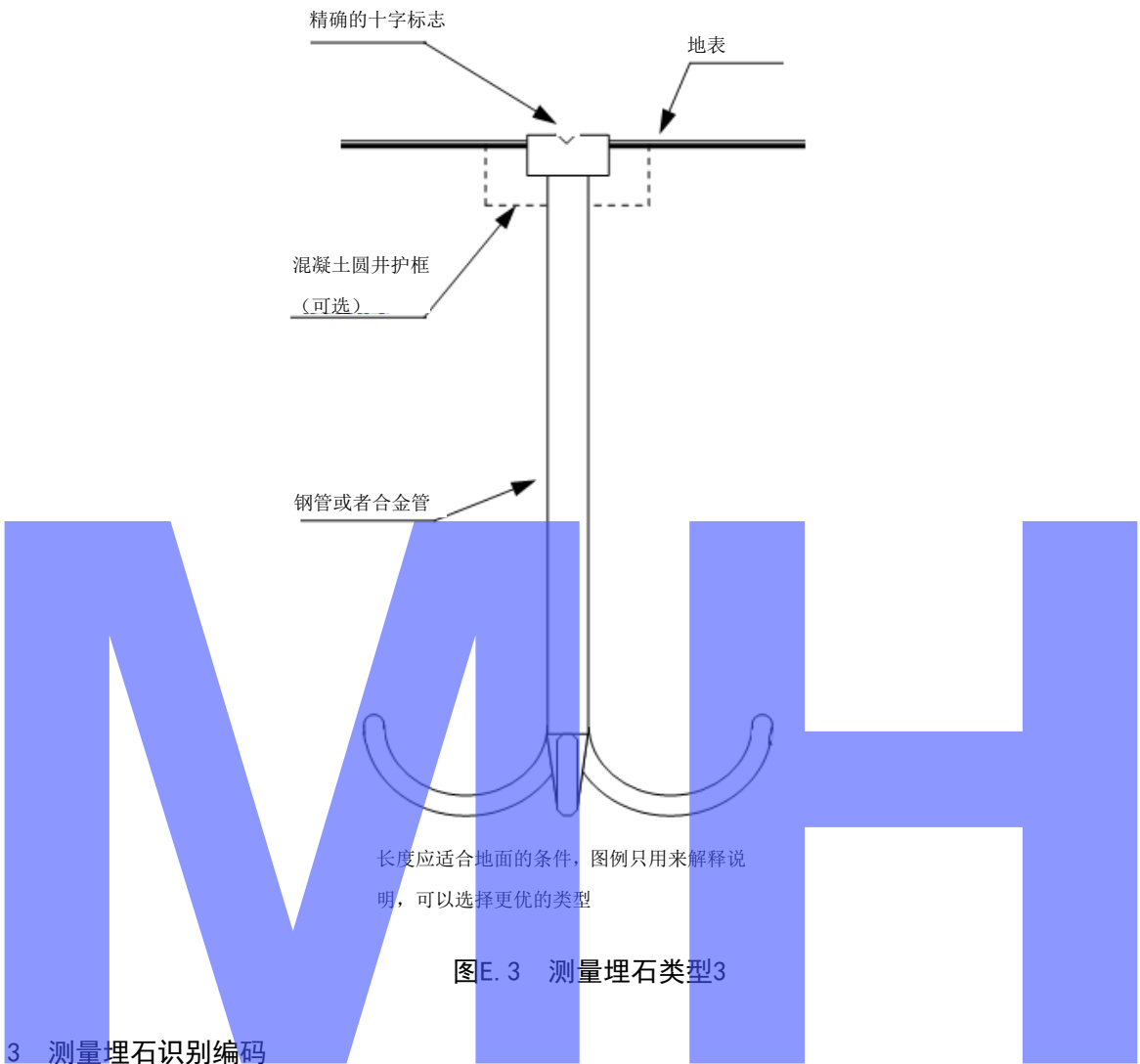
图E.1 测量埋石类型1

E. 2. 2 测量埋石类型2见图E. 2所示。



图E. 2 测量埋石类型2

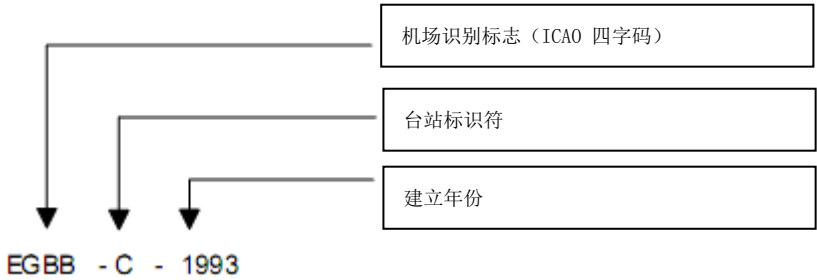
E. 2. 3 测量埋石类型3见图E. 3所示。



E. 3 测量埋石识别编码

- E. 3. 1 测量控制网的每一个测量控制点均应具有唯一的识别编码。
- E. 3. 2 测量埋石识别编码应包括机场四字地名代码、台站标识符和建立年份。台站标识符（采用字母或者数字）宜按台站建设的时间顺序进行编号，建立年份宜使用台站的建立年份，从而避免台站被替换时造成混淆。

示例：



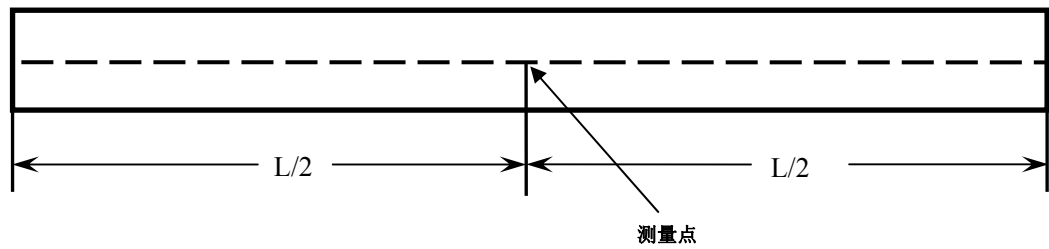
附录 F
(规范性附录)
测量点的位置描述

F.1 总则

- F.1.1 本附录给出了机场基准点、机场标高、跑道入口和导航设备的标准测量位置。
F.1.2 当不能采用本附录中提供的标准测量位置时，应提供一张图说明测量点的位置。
F.1.3 当根据需要测量图上之外的点时，应提供清楚的测量记录，测量记录中应明确测量点的位置。

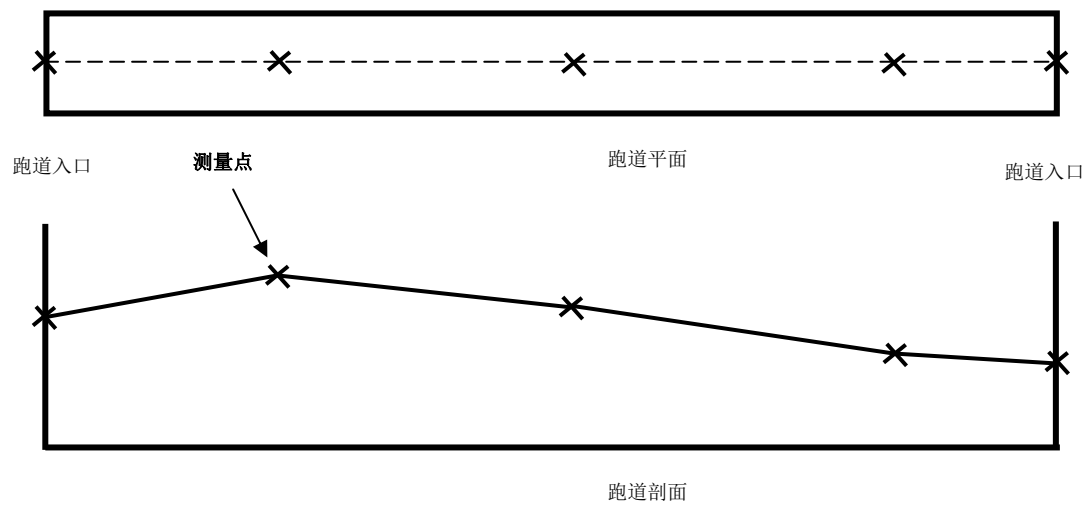
F.2 机场基准点和机场标高的测量位置

F.2.1 机场基准点的测量位置见图F.1。



图F.1 机场基准点的测量位置

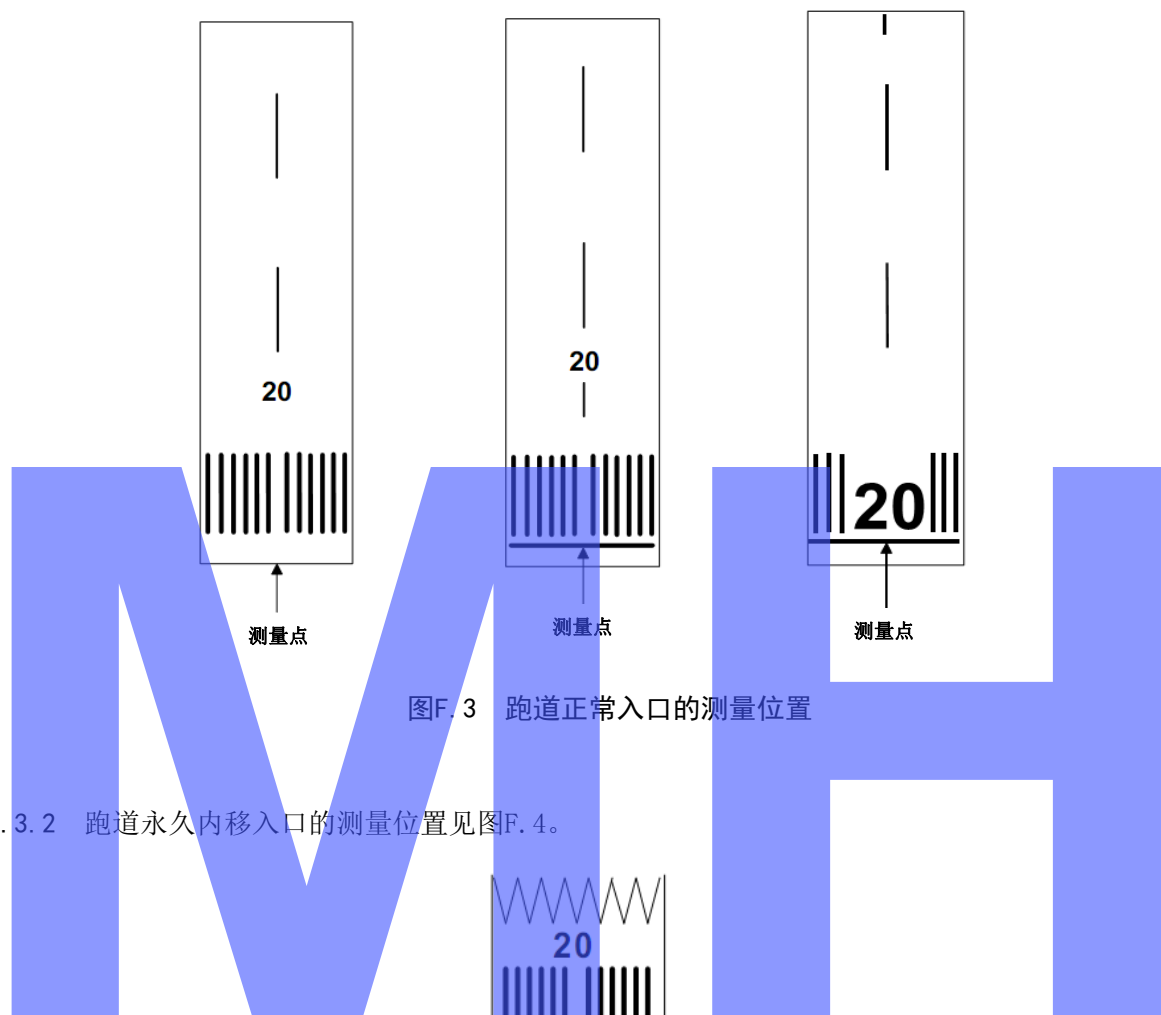
F.2.2 机场标高的测量位置见图F.2。



图F.2 机场标高的测量位置

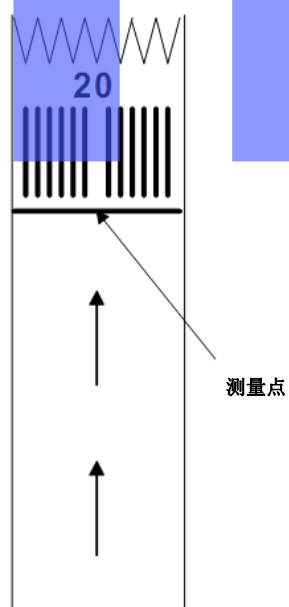
F.3 跑道的测量位置

F.3.1 跑道正常入口的测量位置见图F.3。



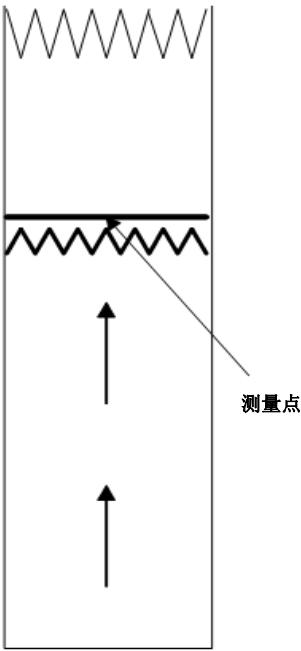
图F.3 跑道正常入口的测量位置

F.3.2 跑道永久内移入口的测量位置见图F.4。



图F.4 跑道永久内移入口的测量位置

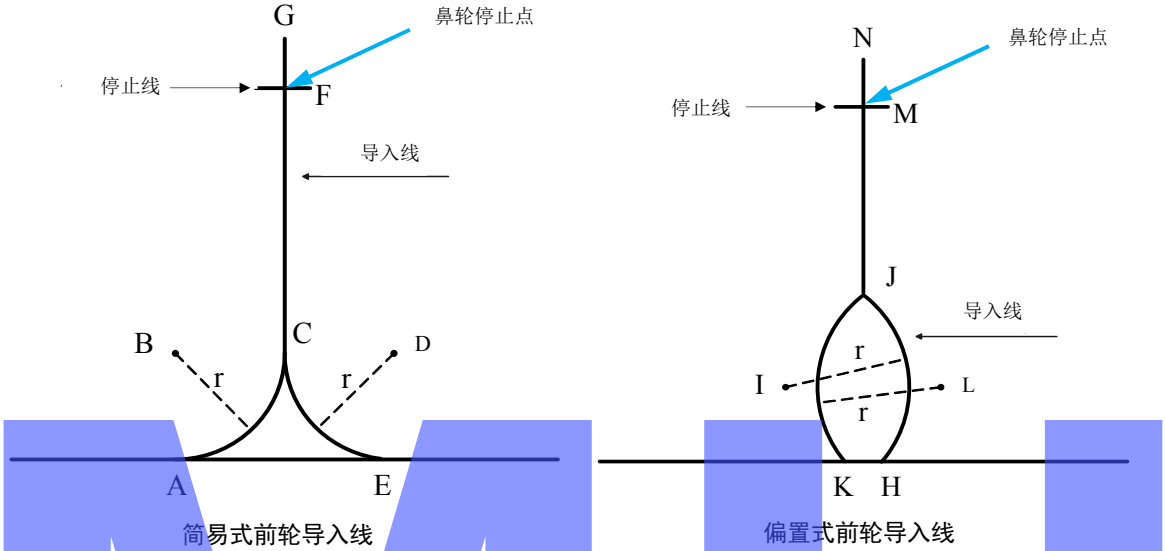
F.3.3 跑道临时内移入口的测量位置见图F.5。



图F.5 跑道临时内移入口的测量位置

F.4 停机位的测量位置

F.4.1 前轮导入线的测量位置见图F.6。

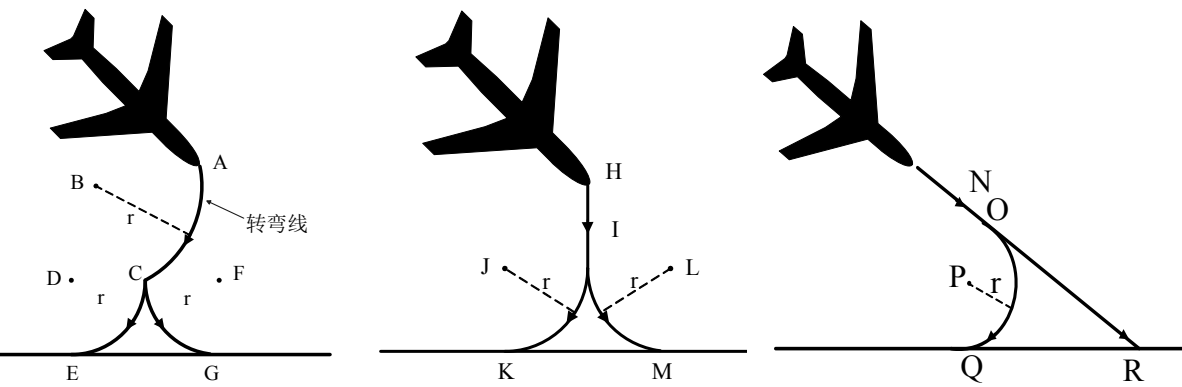


表F.1 前轮导入线待测点的位置描述

待测点的代号	待测点的描述
A	导入圆弧与滑行线的切点
B	导入圆弧的中心
C	导入圆弧与导入线的切点
D	导入圆弧的中心
E	导入圆弧与滑行线的切点
F	停放飞机的前轮位置
G	导入线标志的末端
H	导入线和滑行线的交点
I	导入线圆弧的中心
J	导入线直线部分的起点
K	导入线和滑行线的交点
L	导入线圆弧的中心
M	停放飞机的前轮位置
N	导入线标志的末端

图F.6 前轮导入线的测量位置

F.4.2 前轮导出线的测量位置见图F.7和图F.8。

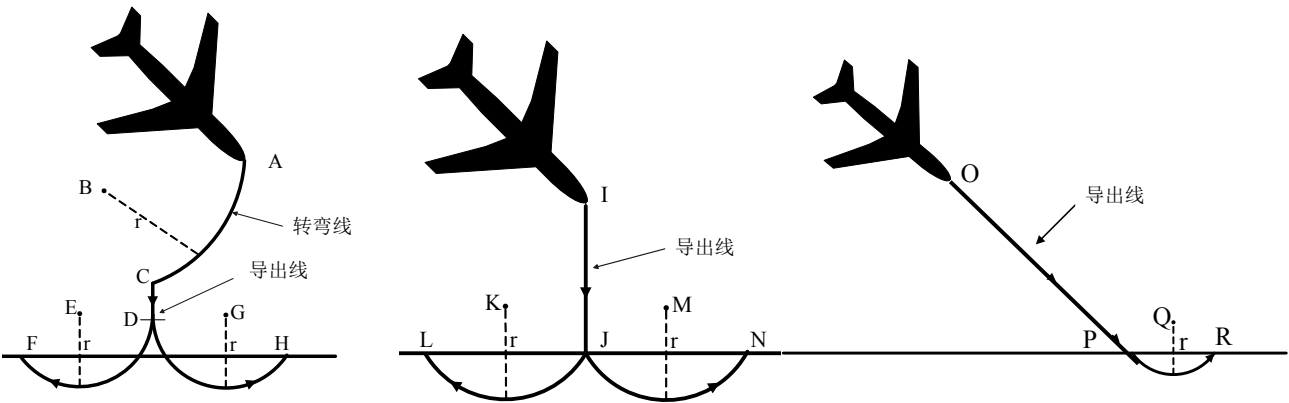


简易式前轮导出线待测点的位置描述见表F.2。

表F.2 简易式前轮导出线待测点的位置描述

待测点的代号	待测点的描述
A	转弯圆弧的起点
B	转弯圆弧的圆心
C	转弯圆弧与导出线的交点
D	导出圆弧的圆心
E	导出圆弧与滑行线的切点
F	导出圆弧的圆心
G	导出圆弧与滑行线的切点
H	导出线的起点
I	导出圆弧的起点
J	导出圆弧的圆心
K	导出圆弧和滑行线的交点
L	导出圆弧的圆心
M	导出圆弧和滑行线的交点
N	导出线的起点
O	导出圆弧的起点
P	导出圆弧的圆心
Q	导出圆弧与滑行线的切点
R	导出线与滑行线的交点

图F.7 简易式前轮导出线的测量位置



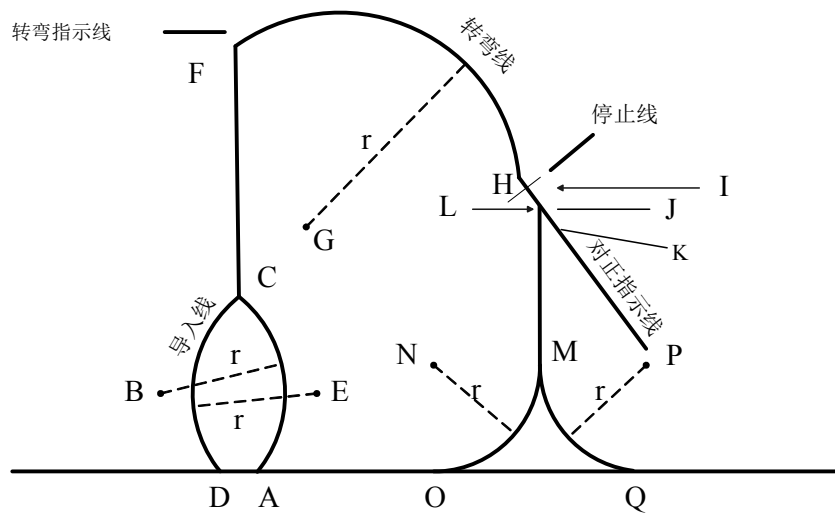
偏置式前轮导出线待测点的位置描述参见表F.3。

表F.3 偏置式前轮导出线待测点的位置描述

待测点的代号	待测点的描述
A	转弯圆弧的起点
B	转弯圆弧的圆心
C	转弯圆弧与导出线的交点
D	导出圆弧的起点
E	导出圆弧的圆心
F	导出圆弧与滑行线的交点
G	导出圆弧的圆心
H	导出圆弧与滑行线的交点
I	导出线的起点
J	导出圆弧的起点
K	导出圆弧的圆心
L	导出圆弧和滑行线的交点
M	导出圆弧的圆心
N	导出圆弧和滑行线的交点
O	导出线的起点
P	导出圆弧的起点
Q	导出圆弧的圆心
R	导出圆弧和滑行线的交点

图F.8 偏置式前轮导出线的测量位置

F.4.3 转弯线的测量位置见图F.9。



转弯线待测点的位置描述参见表F.4。

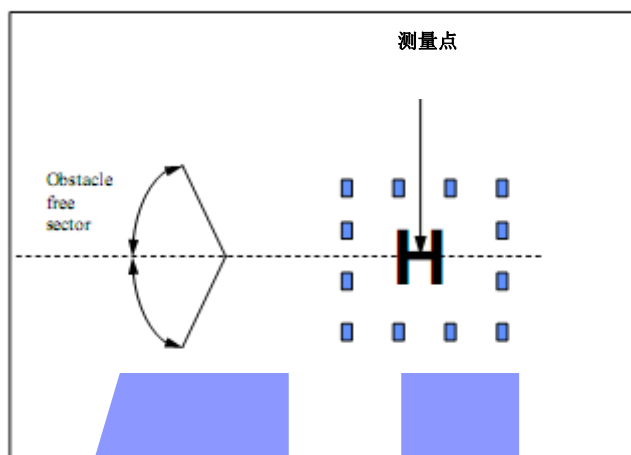
表F.4 转弯线待测点的位置描述

待测点的代号	待测点的描述
A	导入圆弧的起点
B	导入圆弧的圆心
C	导入线直线部分的起点
D	导入圆弧的起点
E	导入圆弧的圆心
F	导入线直线部分的末端
G	转弯圆弧的圆心
H	转弯圆弧的末端
I	停放后飞机的前轮位置
J	直线部分的末端
K	对正线的真方位
L	导出线的起点
M	导出圆弧的起点
N	导出圆弧的圆心
O	导出圆弧和滑行线的切点
P	导出圆弧的圆心
Q	导出圆弧和滑行线的切点

图F.9 转弯线的测量位置

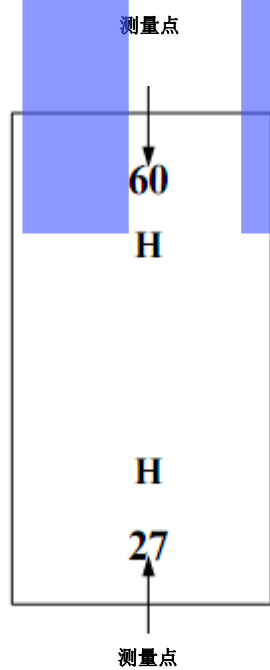
F.5 直升机机场的测量位置

F.5.1 直升机机场基准点的测量位置见图F.10。



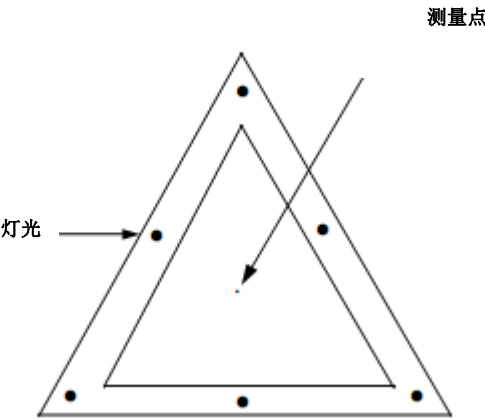
图F.10 直升机机场基准点的测量位置

F.5.2 直升机机场最后进近和起飞区跑道入口的测量位置见图F.11。



图F.11 直升机机场最后进近和起飞区跑道入口的测量位置

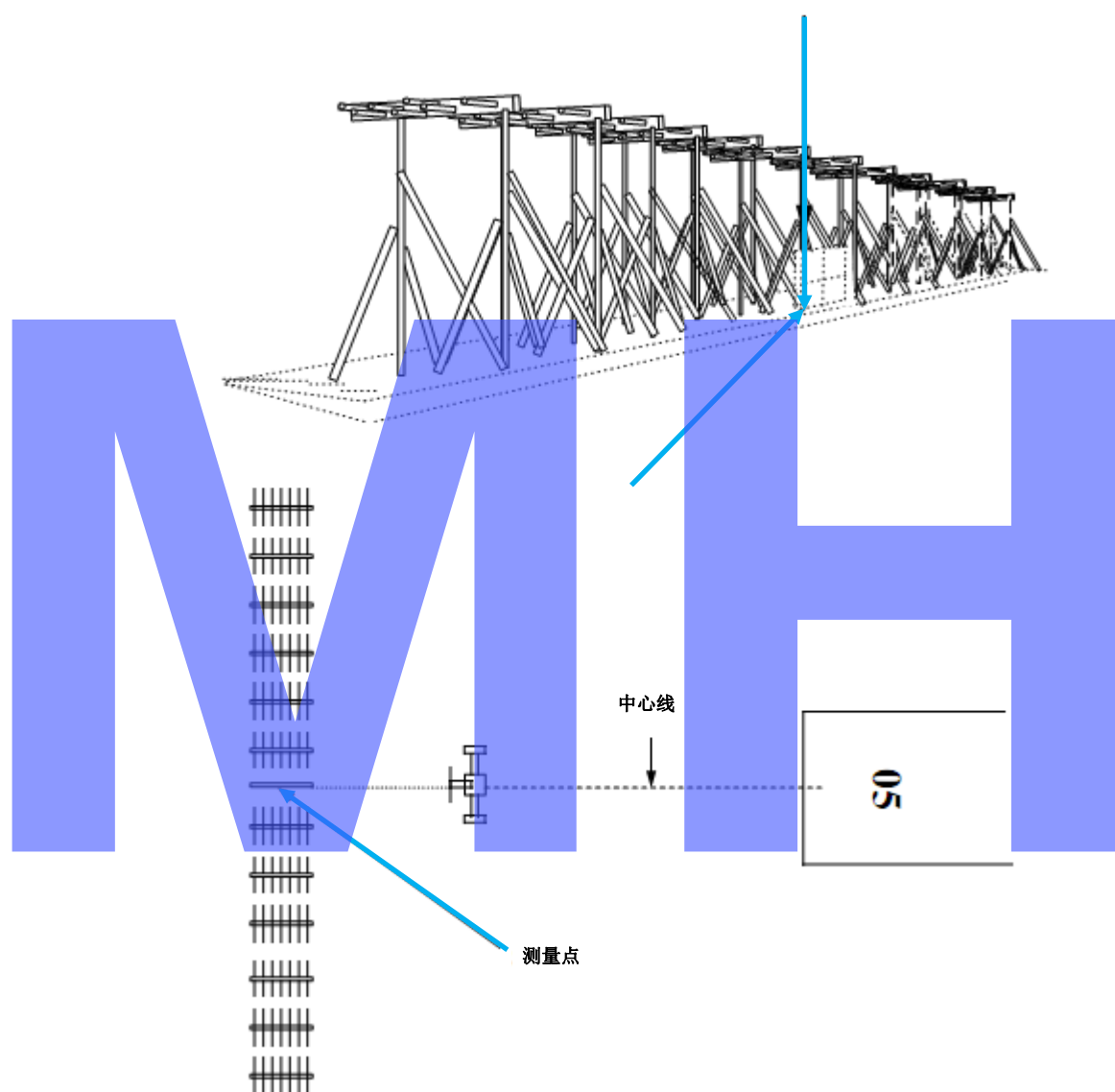
F. 5. 3 瞄准点的测量位置见图F. 12。



图F. 12 瞄准点的测量位置

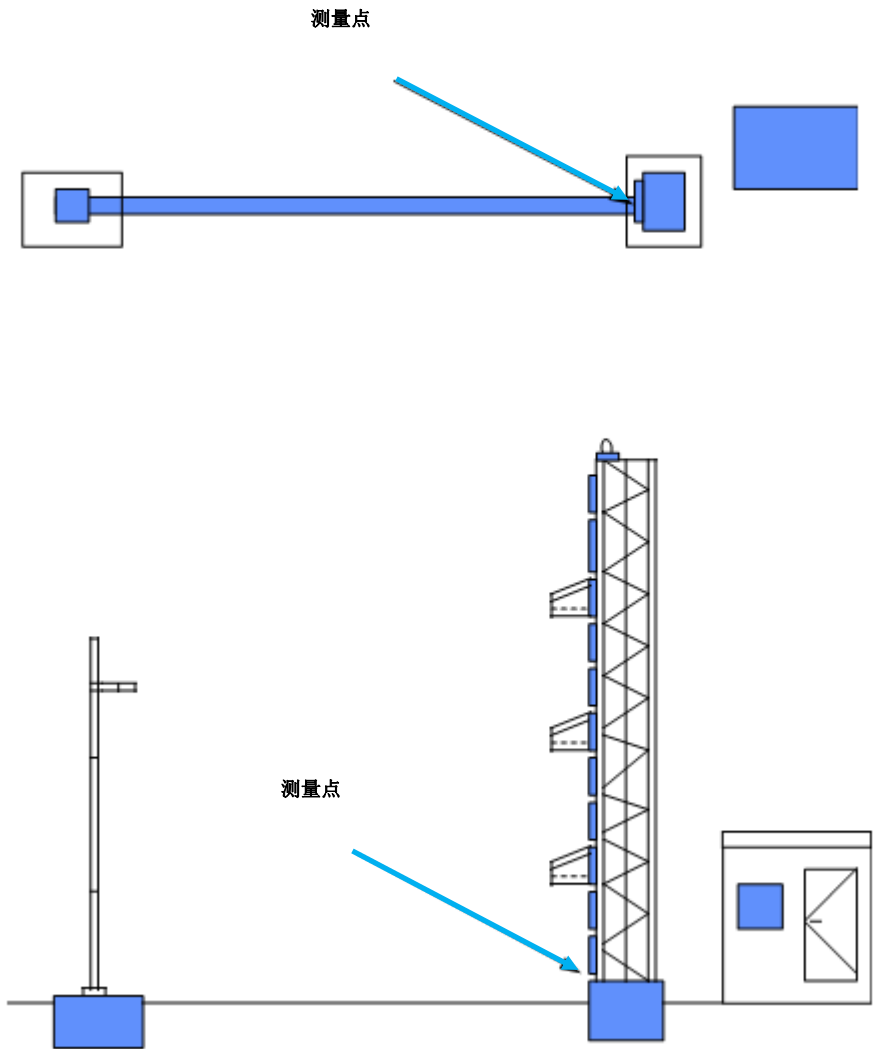
F.6 导航设施的测量位置

F.6.1 仪表着陆系统航向台的测量位置见图F.13。



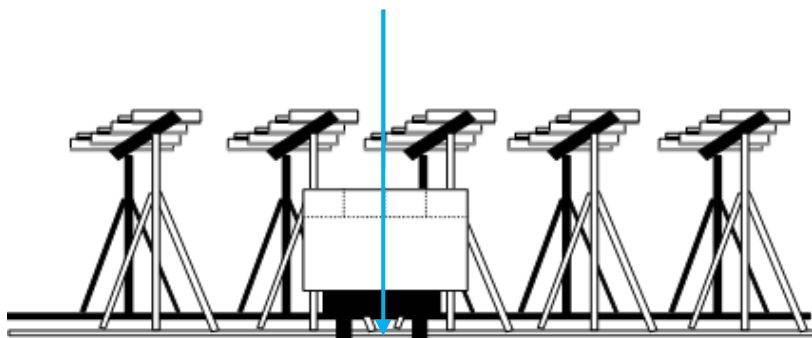
图F.13 仪表着陆系统航向台的测量位置

F. 6. 2 仪表着陆系统下滑台的测量位置见图F. 14。



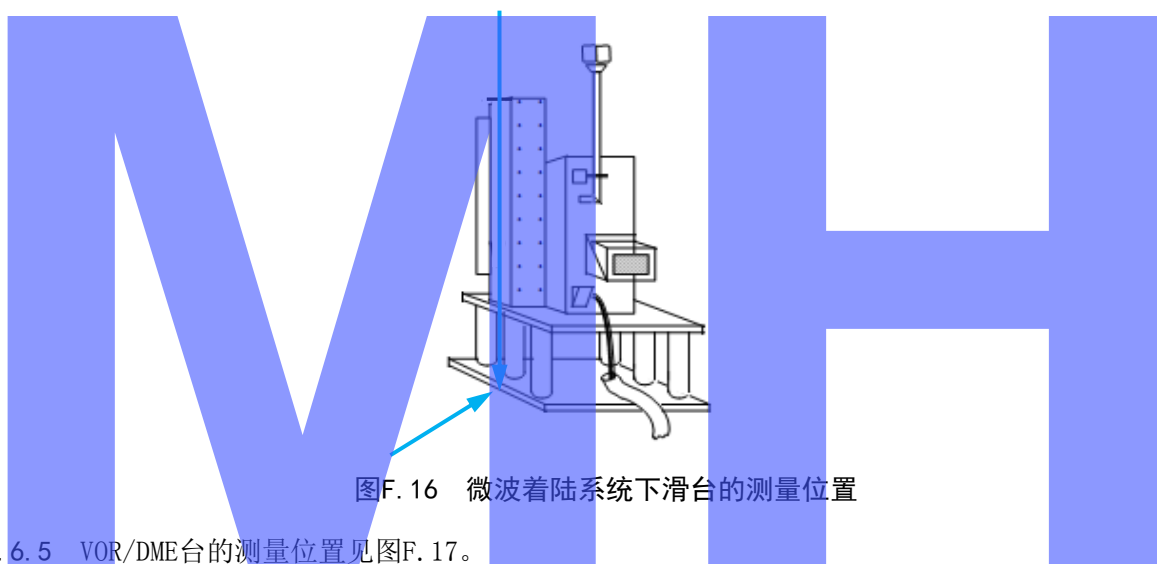
图F. 14 仪表着陆系统下滑台的测量位置

F. 6. 3 微波着陆系统方位台的测量位置见图F. 15。



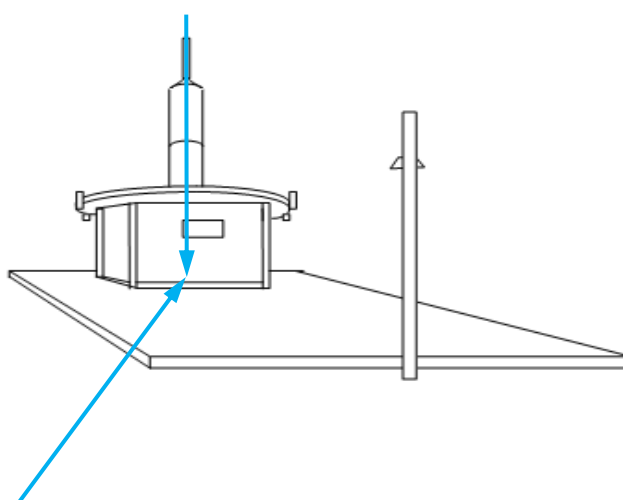
图F. 15 微波着陆系统方位台的测量位置

F. 6. 4 微波着陆系统下滑台的测量位置见图F. 16。



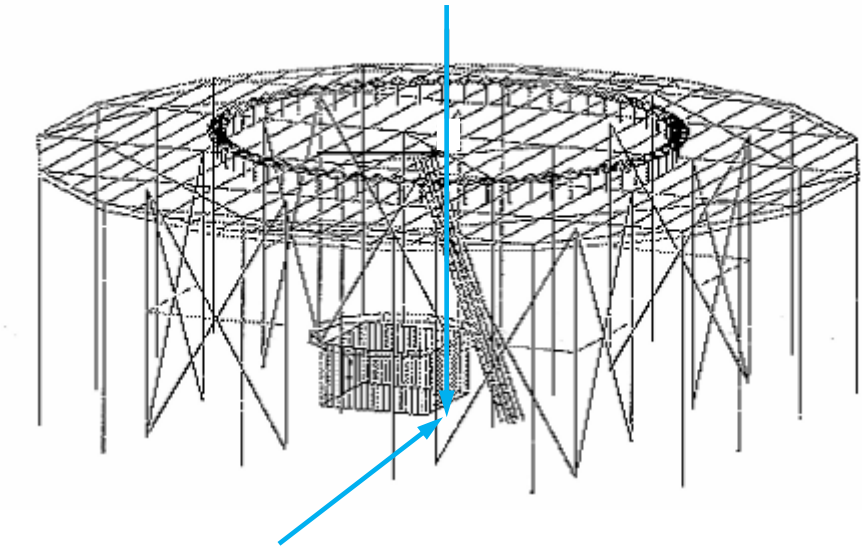
图F. 16 微波着陆系统下滑台的测量位置

F. 6. 5 VOR/DME台的测量位置见图F. 17。



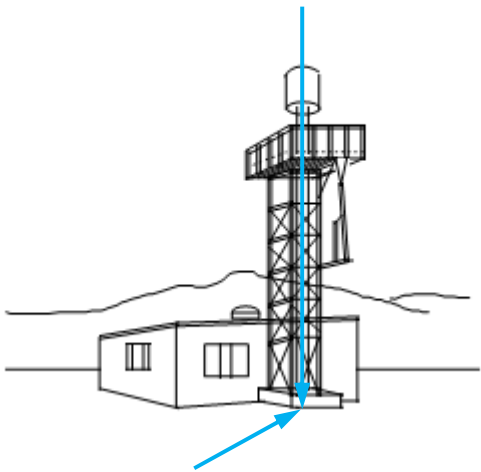
图F. 17 VOR/DME台的测量位置

F. 6. 6 DVOR/DME的测量位置见图F. 18。



图F. 18 DVOR/DME的测量位置

F. 6. 7 塔康的测量位置见图F. 19。



图F. 19 塔康的测量位置

F. 6. 8 VOR台的测量位置见图F. 20。

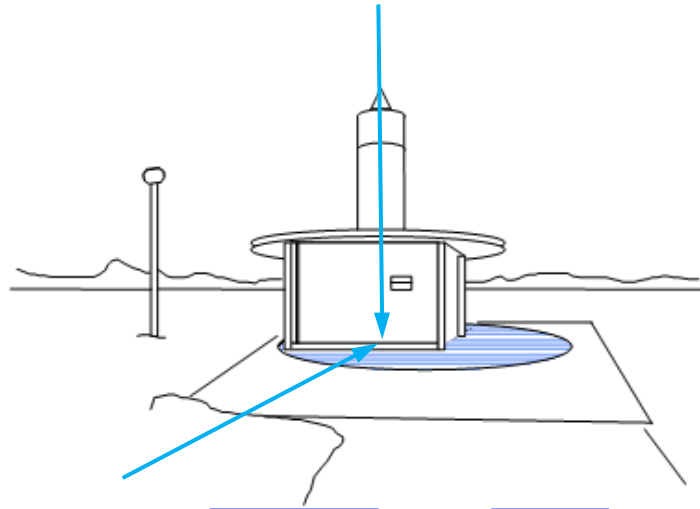
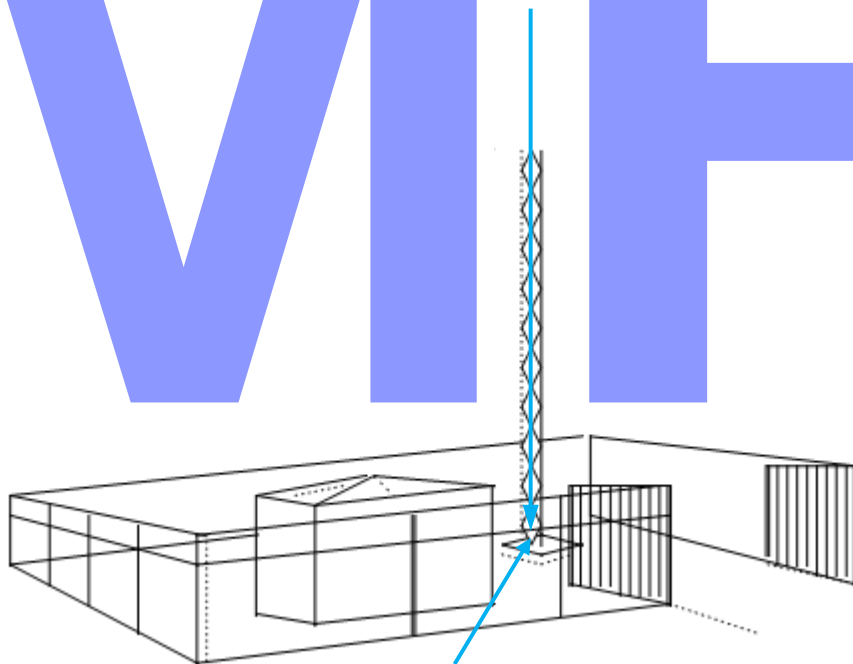


图 F. 20 VOR 台的测量位置

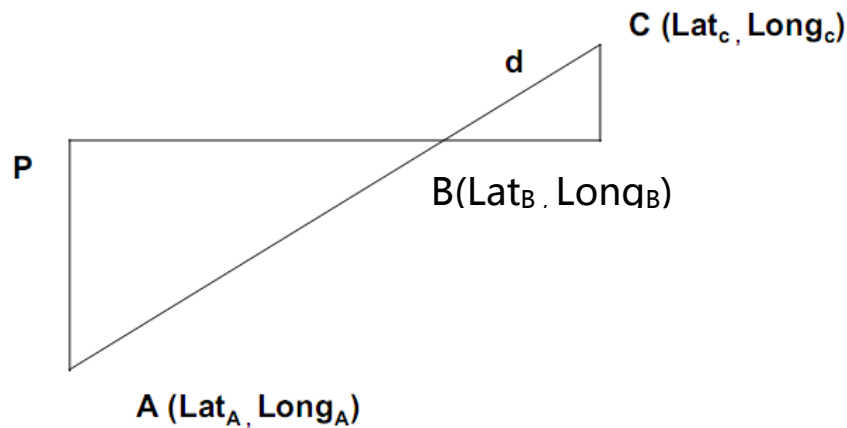
F. 6. 9 NDB台、指点标的测量位置见图F. 21。



图F. 21 NDB台、指点标的测量位置

附 录 G
(规范性附录)
跑道入口坐标的计算

当实际测量的中心点和跑道入口不一致时，跑道入口坐标应用以下方法进行计算。
跑道入口纵向偏离测量点时，跑道入口坐标的计算：



已知：A (Lat_A, Long_A) 跑道中线上的点
 B (Lat_B, Long_B) 已测量点
 d (米) 新跑道入口的纵向偏移
 求： C (Lat_C, Long_C) 跑道入口

$$PB = (Long_B - Long_A) \times 1852 \times 60 \times \cos((Lat_B + Lat_A) / 2)$$

$$PA = (Lat_B - Lat_A) \times 1852 \times 60$$

$$AB = \sqrt{PB^2 + PA^2}$$

$$k = d / AB$$

$$Lat_C = Lat_B + k (Lat_B - Lat_A)$$

$$Long_C = Long_B + k (Long_B - Long_A)$$

注1：按所描述的命名约定，以上公式适用于所有情况。如果从B到A的偏移量为d，则输入为负。

注2：格林威治以西的经度输入为负。

注3：以上为近似的公式，且只适用于d值较小的情况（例如小于200 m）。

附录 H (规范性附录) 测量报告

H.1 总则

测量报告分为三种基本类型的报告，即大地测量报告、机场或直升机机场内无线电导航设备测量报告、机场或直升机机场外无线电导航设备测量报告。

测量报告应以单独的索引卷提供数据获取方法、实际观测记录以及观测对照表。

H.2 大地测量

大地测量报告中应包括：

- 签署收据：记录测量报告的接收日期以及报告完好性的认可；
- 历史数据：测量者姓名、测量机构、测量日期、测量方法、使用的测量设备；
- 测量方法：对实际采用的测量方法详细描述；
- 已存在的机场测量控制网络与现存的大地网络联测的详细信息；
- 机场测量控制网方案图；
- 测量控制点描述和(或)照片，包括测量站的编号；
- 测量点的进度表：包括埋石的日期和测量过程；
- 质量控制报告：包括仪器校准信息、设备符合精度要求的论据、测量检查方法和误差分析的详细描述。

H.3 机场或直升机机场内无线电导航设备测量

机场或直升机机场内无线电导航设备测量报告中应包括：

- 签署收据：记录测量报告的接收日期以及报告完好性的认可；
- 历史数据：测量者姓名、测量机构、测量日期、测量方法、使用的测量设备；
- 测量方法：对实际采用的测量方法详细描述；
- 被测导航设备的详细描述和(或)照片；
- 设备测量方案和参考图（必要的话）；
- 测量点的进度表：包括水平坐标、垂直坐标、磁差、电台磁偏角和测量日期，这些测量数据的要求见附录 A；
- 质量控制报告：包括仪器校准信息、外业观测数据质量分析与野外数据检核情况、数据处理方案、所采用的软件、所采用的星历、起算数据、坐标系统，以及无约束平差、约束平差情况；误差检验及相关参数和平差结果的精度估计。

H.4 机场或直升机机场外无线电导航设备测量

机场或直升机机场外无线电导航设备测量报告中应包括：

- 签署收据：记录测量报告的接收日期以及报告完好性的认可；

- 历史数据：测量者姓名、测量机构、测量日期、测量方法、使用的测量设备；
- 测量方法：对实际采用的测量方法进行描述；
- 无线电导航设备的当地联测细节。对机场外无线电导航设施测量，未安装埋石测量控制点时，应充分详细的对大地联测进行说明；
- 被测导航设备的详细描述和(或)照片；
- 提供描述获取设备中心坐标的局部联测的测绘图；
- 测量点的进度表：包括水平坐标、垂直坐标、磁差、电台磁偏角和测量日期，这些测量数据的要求见附录 A；
- 质量控制报告：包括仪器校准信息、外业观测数据质量分析与野外数据检核情况、数据处理方案、所采用的软件、所采用的星历、起算数据、坐标系统，以及无约束平差、约束平差情况，误差检验及相关参数和平差结果的精度估计。

参 考 文 献

- [1] 《国际民用航空公约》附件4 第十一版（2009.7）
- [2] 《国际民用航空公约》附件11 第十三版（2001.7）
- [3] 《国际民用航空公约》附件14 第 I 卷 第五版（2009.7）
- [4] 《国际民用航空公约》附件14 第 II 卷 第五版（2009.7）
- [5] 《国际民用航空公约》附件15 第十三版（2010.7）

