

无人机摄影测量 职业技能等级标准

(2021年1.0版)

天水三和数码测绘院有限公司 制定
2021年3月 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 适用院校专业	8
5 面向职业岗位（群）	9
6 职业技能要求	9
参考文献	15

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：天水三和数码测绘院有限公司、国家冰川冻土沙漠科学数据中心、自然资源部职业技能鉴定指导中心、甘肃省测绘工程技术研究中心、兰州资源环境职业技术学院、甘肃工业职业技术学院。

本标准主要起草人：陈重奎、靳娟丽、陈冠臣、芦君成、吕志伸、周金宝、曾晨曦、张耀南、张晓东、韩立钦、王利军、张军。

声明：本标准的知识产权归属于天水三和数码测绘院有限公司，未经天水三和数码测绘院有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了无人机摄影测量职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能的要求。

本标准适用于无人机摄影测量职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

CH/Z 3004-2010 低空数字航空摄影测量外业规范

GB/T 7931-2008 1:500、1:1000、1:2000 地形图航空摄影测量外业规范

GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 23236-2009 数字航空摄影测量空中三角测量规范

CH/T 2009-2010 全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范

CH/Z 3003-2010 低空数字航空摄影测量内业规范

CH/T 9020.1-2013 基础地理信息数字成果1:500、1:1000、1:2000生产技术规程 第1部分 数字线划图

CH/T 9020.2-2013 基础地理信息数字成果1:500、1:1000、1:2000生产技术规程 第2部分 数字高程模型

CH/T 9020.3-2013 基础地理信息数字成果1:500、1:1000、1:2000生产技术规程 第3部分 数字正射影像图GB/T 20257.1-2017 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500、1:1000、1:2000地形图图式

GB/T 20001.1-2001 标准编写规则 第1部分 术语

GB/T 17941-2008 数字测绘成果质量要求

CH/H 3021-2018 倾斜数字航空摄影技术规程

GB/T 24356-2009 测绘成果质量检查与验收

3 术语和定义

GB/T 14950-2009界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 无人机 unmanned aerial vehicle

是由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，也称远程驾驶航空器（RPA: Remotely Piloted Aircraft）。

3.2 控制站 control station

也称遥控站、地面站，是无人机系统的组成部分，包括用于操纵无人机的设备。

3.3 无人机系统 unmanned aircraft system

也称远程驾驶航空器系统（RPAS: Remotely Piloted Aircraft Systems），是指由无人机、相关控制站、所需的指令与控制数据链路以及批准的型号设计规定的任何其他部件组成的系统。

3.4 无人机载荷 UAV payload

装备到无人机上为完成任务的设备。

3.5 飞控 flight control

飞控也称自驾仪，是无人机的飞行控制器，可通过地面端的电脑或手机控制飞机的自主起飞、自主导航、自主降落。

3.6 相机检校/相机报告 camera calibration

使用数码相机获取测量数据时，需要对相机进行检校，即求解相机内外方位元素与多种畸变参数。

3.7 无人机摄影测量 UAV aerial photogrammetry

以无人驾驶飞机作为空中平台，以机载遥感设备，如高分辨率CCD数码相机、轻型光学相机、红外扫描仪、激光扫描仪、磁测仪等获取信息，用计算机对获取的影像进行处理，并按照一定精度要求制作成图像。

3.8 摄站 camera Station

摄影瞬间物镜前节点所在的空间位置。

[GB/T14950-2009，定义4.33]

3.9 摄影航线 flight line of aerial photography

航空摄影时，飞机航行的路线。

[GB/T14950-2009，定义4.34]

3.10 摄影分区 flight block

摄影区域因摄区过大或地形变化而被划分成的摄影单元。

[GB/T14950-2009，定义4.35]

3.11 绝对航高 absolute flying height

摄影平台相对平均海水面的垂直距离。

[GB/T14950-2009，定义4.40]

3.12 相对航高 relative flying height

摄影平台相对于地面上某一基准面的垂直距离。

[GB/T14950-2009，定义4.41]

3.13 航摄飞行质量 flight quality of aerial photography

航摄像片的航向重叠度、旁向重叠度、像片倾斜角、旋偏角、航线弯曲度、实际航高与预定航高之差、摄区和摄影分区的边界覆盖等质量要求的总称。

[GB/T14950-2009, 定义4.45]

3.14 航摄比例尺 flight scale

航摄像片上的线段长度与相应实地水平距离之比。

3.15 摄影航迹 flight trace of photography

航空飞行器投影在地面上的飞行轨迹。

[GB/T14950-2009, 定义4.46]

3.16 航迹角 angle of flying trace

航空摄影中, 摄影轨迹与设计航线间的夹角。

[GB/T14950-2009, 定义4.47]

3.17 航线弯曲度 strip deformation

一条摄影航线内各张像片主点至首末两张像片主点连线的最大偏离度。

[GB/T14950-2009, 定义4.48]

3.18 航向重叠 longitudinal overlap; end overlap; forward overlap

本航线内相邻像片上具有同一地区影像的部分, 通常以百分比表示。

[GB/T14950-2009, 定义4.53]

3.19 旁向重叠 lateral overlap; side overlap; side lap

相邻航线的相邻像片上具有同一地区影像的部分, 通常以百分比表示。

[GB/T14950-2009, 定义4.54]

3.20 像片倾斜角 tilt angle of photograph

航空摄影时，航空摄影机主光轴与铅垂线的夹角或地面摄影时，摄影机主光轴相对于水平面的夹角。

[GB/T14950-2009，定义4.57]

3.21 航向倾角 longitudinal tilt;roll

像片倾斜角在航线方向上的分量。

[GB/T14950-2009，定义4.58]

3.22 旁向倾角 lateral tilt

像片倾斜角在垂直于航线方向上的分量。

[GB/T14950-2009，定义4.59]

3.23 像片旋角 swing angle;yaw

在像片平面内，所选定的像片坐标轴绕主光轴旋转的角度。

[GB/T14950-2009，定义4.60]

3.24 像片控制点测量 photo control point measurement

实地测定像片控制点的方法。

3.25 像片控制点 photo control point

为摄影测量加密或测图需要，直接在实地测定的控制点。

[GB/T14950-2009，定义4.127]

3.26 人工标志(点) artificial target;signalized point;artificial point

摄影前，地面上人工设置的在像片或影像上有构像的目标点。

[GB/T14950-2009，定义4.132]

3.27 航向控制点跨度 bridging distance of control points along strips;control point interval along strips

同一航线段内相邻像片控制点之间跨越像片基线的数量。

[GB/T14950-2009, 定义4.138]

3.28 旁向控制点跨度 bridging distance of control points cross strips; control point interval cross strips

垂直于摄影航线方向, 相邻像片控制点之间跨越摄影航线的数量。

[GB/T14950-2009, 定义4.139]

3.29 空中三角测量 aerotriangulation; aerial triangulation

利用航空航天影像与所摄目标之间的空间几何关系, 根据少量像片控制点, 计算出像片外方位元素和其他待求点的平面位置、高程的测量方法。

[GB/T14950-2009, 定义5.72]

3.30 区域网平差 block adjustment

利用多条航线构成的区域网模型进行整体平差的空中三角测量平差方法。

[GB/T14950-2009, 定义5.83]

3.31 加密点 pass point; densification point

在像片控制点基础上用摄影测量方法所确立的用于内业测图、模型连接、定向辅助等的点。

[GB/T14950-2009, 定义5.85]

3.32 连接点 tie point

用于相邻模型连接的同名像点。

[GB/T14950-2009, 定义5.86]

3.33 检查点 checking point

用来检查地形、模型正确性的点。

注：改写[GB/T14950-2009，定义5.88]

3.34 同名像点 corresponding image point; homologous image points

同一目标点在不同影像上的构像点。

[GB/T14950-2009，定义5.49]

3.35 数字高程模型 digital elevation model; DEM

以规则格网点的高程值表达地面起伏的数据集。

[GB/T14950-2009，定义6.29]

3.36 数字地表模型 digital surface model; DSM

以一系列离散点或规则点的三维坐标表达物体表面（包括树冠、屋顶等）起伏形态的数据集。

3.37 数字正射影像图 digital orthophoto map; DOM

经过正射投影改正的影像数据集。

[GB/T14950-2009，定义6.26]

3.38 数字线划图 digital Line graph; DLG

以矢量数据形式表达地形要素的地理信息数据集。

[GB/T14950-2009，定义6.25]

3.39 实景三维模型 real three dimensional model

以二维像片或倾斜影像生成高分辨率且带有逼真纹理贴图的三维模型。

4 适用院校专业

中等职业学校：地图制图与地理信息系统、地质与测量、国土资源调查、地质灾害调查与治理施工、环境监测技术、地质调查与找矿、城镇建设、道路与桥梁工程施工、工程测量、数字影像技术等专业。

高等职业学校：林业调查与信息处理、国土资源调查与管理、地质调查与矿产普查、工程地质勘察、地球物理勘探技术、地质灾害调查与防治、环境地质工程、岩土工程技术、工程测量技术、摄影测量与遥感技术、测绘工程技术、测绘地理信息技术、地籍测绘与土地管理、矿山测量、测绘与地质工程技术、导航与位置服务、地图制图与数字传播技术、地理国情监测技术、国土测绘与规划、飞行器制造技术、飞机机载设备制造技术、无人机应用技术等专业。

应用型本科学校：测绘工程、遥感科学技术、导航工程、地理国情监测、地理空间信息工程、地质工程、资源勘查工程、人文地理与城乡规划、地理信息科学等专业。

5 面向职业岗位（群）

主要面向自然资源、住房和城乡建设、林业和草原、生态环境、交通运输、水利水电、农业农村、文化和旅游、应急管理、国防、公安消防等部门，从事自然资源调查、农林监测、电力巡检、国土测绘、智慧城市建设、城市规划、道路勘测、智慧旅游、应急监测、生态环境监测、矿产地质勘查、智慧消防等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技术等级划分

无人机摄影测量职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级。三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【无人机摄影测量】(初级)：掌握摄影测量基本概念、基本原理；掌握无人机构造及飞行操作；了解像控点布设方法，按照规范要求对像控点进行测量；初步掌握空三加密、DSM、DOM数据生产方法。

【无人机摄影测量】(中级)：掌握无人机航空摄影技术要求；掌握无人机地

面站参数设置及航空摄影操作；掌握像控点布设及测量的技术要求；熟练掌握空三加密、DEM、DOM 和 DLG 数据生产流程。

【无人机摄影测量】(高级): 掌握技术设计书、技术总结编写；掌握无人机飞行原理、无人机保养、维修；掌握倾斜摄影航摄流程；掌握无人机航摄成果的可靠性检测；完成空三加密成果的接边、格式转换；掌握实景三维模型制作及编辑；掌握无人机摄影测量数字产品的行业应用。

6.2 职业技能等级描述

表 1 无人机摄影测量职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.无人机航摄	1.1 设备检测	1.1.1 能完成机体、机臂安装检查； 1.1.2 能完成发动机转速、转向检查； 1.1.3 能完成螺旋桨旋转方向检查； 1.1.4 能完成无人机航电线路检查； 1.1.5 能完成无人机与遥控设备连接检查； 1.1.6 能完成地面站通讯连接检查。
	1.2 像片航拍	1.2.1 能根据三维地图软件判定测区高差； 1.2.2 能根据任务要求选择起降场地； 1.2.3 能使用地面站进行航线规划。
	1.3 成果整理	1.3.1 能检查原始像片与 POS（航摄轨迹）数据的一致性； 1.3.2 能对 POS 数据进行预处理； 1.3.3 掌握像片成果的质量要求。
2.像控点采集	2.1 像控点布设	2.1.1 能根据布点方案从原始像片中挑选刺点像片； 2.1.2 能按规范要求从刺点像片上标注像控点点位； 2.1.3 能对像控点按规定进行编号； 2.1.4 能制作像控点测量线路图。
	2.2 像控点测量	2.2.1 能依据布设方案实地选择合理的像控点点位； 2.2.2 能在 GNSS 设备中设置椭球参数、投影参数； 2.2.3 能在 GNSS 设备中设置平面及高程坐标转换参数； 2.2.4 能进行像控点坐标测量； 2.2.5 能采集像控点点位照片。

	2.3 成果资料整理	2.3.1 能输出像控点原始坐标文件; 2.3.2 能编辑像控点成果文件; 2.3.3 能整理像控点点位照片。
3.数据生产	3.1 空三加密	3.1.1 能编辑 POS 数据; 3.1.2 能对航摄像片进行畸变纠正; 3.1.3 能建立空三加密工程; 3.1.4 能自动匹配同名像点; 3.1.5 能进行像控点转刺; 3.1.6 能进行区域网平差。
	3.2 DEM 生产	3.2.1 能进行密集点云匹配密度、最少匹配数设置; 3.2.2 能进行密集点云滤波、平滑表面设置; 3.2.3 能根据需求设置 DSM 格网间距; 3.2.4 能输出不同格式的 DSM 成果。
	3.3 DOM 生产	3.3.1 能快速拼接正射影像图; 3.3.2 能设置正射影像分辨率; 3.3.3 能设置正射影像数据格式; 3.3.4 能根据正射影像图进行面积、长度量算。

表 2 无人机摄影测量职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 无人机航摄	1.1 设备检测	1.1.1 能通过遥控器测试无人机动力; 1.1.2 能正确连接任务载荷; 1.1.3 能通过试拍照片检查挂载相机工作状态; 1.1.4 能正确架设无人机通讯电台及定位设备; 1.1.5 能完成校准磁罗盘;
	1.2 像片航拍	1.2.1 能完成航线文件的格式转换; 1.2.2 能根据地形与气象因素实时规划飞行航线; 1.2.3 能通过地面站设置飞行参数; 1.2.4 能操作地面站进行航线的下载、上传; 1.2.5 能检查任务航线和降落航线的正确性和完整性; 1.2.6 能通过地面站监测无人机影像采集过程。
	1.3 成果整理	1.3.1 能检查像片的航向重叠度、旁向重叠度、像片的倾角、航线弯曲度; 1.3.2 能检查像片的色彩、清晰度、曝光度; 1.3.3 能按照作业要求对像片重命名; 1.3.4 能对像片进行色彩、亮度调整。
2. 像控点采集	2.1 像控点布	2.1.1 能将 POS 数据和快拼影像图套合;

	设	<p>2.1.2 能根据成果精度要求选择航向控制点和旁向控制点跨度;</p> <p>2.1.3 能按照航向控制点和旁向控制点跨度确定像控点点位;</p> <p>2.1.4 能根据规范要求及地形情况对不满足测量条件的像控点点位进行调整;</p> <p>2.1.5 能整理像控点布设成果资料。</p>
	2.2 像控点测量	<p>2.2.1 能根据实际地形调整像控点点位;</p> <p>2.2.2 能完成像控点坐标测量;</p> <p>2.2.3 能正确填写像控点观测手簿。</p>
	2.3 成果资料整理	<p>2.3.1 能输出像控点原始坐标文件;</p> <p>2.3.2 能编辑像控点成果文件;</p> <p>2.3.3 能整理像控点点位照片;</p> <p>2.3.4 能汇总像控点成果资料。</p>
3. 数据生产	3.1 空三加密	<p>3.1.1 能检查连接点的精度;</p> <p>3.1.2 能人工添加连接点;</p> <p>3.1.3 能根据项目精度要求设置定向点和检查点的标准差;</p> <p>3.1.4 能检查空三加密成果的精度;</p> <p>3.1.5 能导出空三加密成果。</p>
	3.2 DEM 生产	<p>3.2.1 能利用等高线、高程点数据生产 DEM;</p> <p>3.2.2 能采集地形特征线;</p> <p>3.2.3 能利用地形特征线编辑 DEM;</p> <p>3.2.4 能通过立体模型编辑 DEM;</p> <p>3.2.5 能进行 DEM 成果质量检查。</p>
	3.3 DOM 生产	<p>3.3.1 能利用 DEM 数据生成单张 DOM;</p> <p>3.3.2 能完成单张 DOM 的匀光、匀色;</p> <p>3.3.3 能生成、编辑拼接线, 完成影像拼接;</p> <p>3.3.4 能利用检查点检测 DOM 精度。</p>
	3.4 DLG 生产	<p>3.4.1 能进行影像的内定向、相对定向和绝对定向;</p> <p>3.4.2 能进行像对的立体观察、立体量测;</p> <p>3.4.3 能进行全要素地形图的采集;</p> <p>3.4.4 能进行地形图的编辑、整饰;</p> <p>3.4.5 能利用检查点检测地形图精度。</p>

表 3 无人机摄影测量职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作内容	职业技能要求
1. 无人机航摄	1.1 设备检测	1.1.1 能检查飞控各项设置参数； 1.1.2 能通过地面站检查无人机内部高度传感器、气压传感器工作状态； 1.1.3 能对遥控器操纵模式、信号连接情况、电量情况、键位复位情况、天线位置进行检查； 1.1.4 能按任务要求选择无人机机型及挂载设备； 1.1.5 能设置挂载设备的参数。
	1.2 像片航拍	1.2.1 能根据项目情况编写航测技术设计书； 1.2.2 能计算航高、拍照间距、航线间距等航摄因子； 1.2.3 能完成倾斜摄影航线规划及参数设置； 1.2.4 能处理无人机飞行过程中突发紧急情况。
	1.3 成果整理	1.3.1 能对倾斜摄影 POS 数据进行预处理； 1.3.2 能对倾斜摄影像片进行质量检查； 1.3.3 能利用软件对航摄成果进行质量检查； 1.3.4 能编写航摄实施说明。
2. 像控点采集	2.1 像控点布设	2.1.1 能完成 GNSS、IMU/GNSS 辅助航摄区域网布点； 2.1.2 能进行平面像控点航向基线数跨度估算； 2.1.3 能进行高程像控点航向基线数跨度估算； 2.1.4 根据成果质量要求及测区情况确定检查点点位； 2.1.5 能编写像控点布设方案技术设计书、技术总结。
	2.2 像控点测量	2.2.1 能根据实际地形调整像控点点位； 2.2.2 能根据像控点方案设立人工标志； 2.2.3 能根据控制点资料计算坐标转换参数； 2.2.4 能利用控制点资料校核坐标转换参数； 2.2.5 能编写像控点测量技术总结。
	2.3 成果资料整理	2.3.1 能输出像控点原始坐标文件； 2.3.2 能编辑像控点成果文件； 2.3.3 能整理像控点点位照片； 2.3.4 能完成像控点数字刺点片制作； 2.3.5 能完成像控点点之记制作； 2.3.6 能汇总像控点成果资料。
3. 数据生产	3.1 空三加密	3.1.1 能对空三加密成果格式转换； 3.1.2 能完成空三加密成果接边； 3.1.3 能编写空三加密技术总结。

	3.2 DEM 生产	3.2.1 能进行 DEM 数据接边; 3.2.2 能进行 DEM 格式转换; 3.2.3 能制作 DEM 元数据; 3.2.4 能利用 DEM 进行坡度、坡向分析; 3.2.5 能利用 DEM 进行地形特征提取;
	3.3 DOM 生产	3.3.1 能完成正射影像重采样; 3.3.2 能进行 DOM 数据接边; 3.3.3 能进行 DOM 分幅; 3.3.4 能制作 DOM 元数据; 3.3.5 能利用 DEM 和 DOM 生产三维场景; 3.3.6 能正确判读、解译正射影像图上的各类地理信息。
	3.4 DLG 生产	3.4.1 能利用采编建库一体化软件生产 DLG 并录入属性; 3.4.2 能进行地形图坐标系统转换; 3.4.3 能制作地形图元数据; 3.4.4 能利用地形图进行断面图、坡度图制作。
	3.5 实景三维模型生产	3.5.1 能对原始像片及 POS 数据进行预处理; 3.5.2 能使用专业软件进行空三加密; 3.5.3 能使用空三加密成果建立三维模型; 3.5.4 能输出三维模型成果; 3.5.5 能对三维模型结构及纹理进行编辑; 3.5.6 能对三维模型进行单体化。

参考文献

- [1] GB/T14950—2009 摄影测量与遥感术语
- [2] 4-08-03-02—2009 摄影测量员国家职业技能标准
- [3] GB/T20001.1—2001 标准编写规则 第1部分 术语
- [4] 《国务院关于印发国家职业教育改革实施方案的通知》 国发〔2019〕4号
- [5] 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知 教职成〔2020〕6号
- [6] 《开展职业院校专业目录动态调整调研论证工作的通知》 教职成司函〔2020〕13号
- [7] 《中等职业学校专业目录（2019完整版）》
- [8] 《普通高等学校高等职业教育（专科）目录》
- [9] 《普通高等学校本科专业目录（2020年版）》
- [10] 《职业技能等级标准开发指南（试行）》