

《六合文稿——空—地协同建筑信息技术》

张玉坤 主编

建筑低空摄影

李哲 李严 赵曙光 著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

《六合文稿——空—地协同建筑信息技术》

张玉坤 主编

建筑低空摄影

李哲 李严 赵曙光 著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑低空摄影 / 李哲, 李严, 赵曙光著. —天津: 天津大学出版社, 2016.8

(六合文稿 / 张玉坤主编. 空—地协同建筑信息技术)

ISBN 978-7-5618-5635-2

I. ①建… II. ①李… ②李… ③赵… III. ①无人驾驶飞机—低空飞机—建筑摄影—摄影艺术 IV. ①J419.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 195050 号

策划编辑 金磊 韩振平

责任编辑 郭颖

装帧设计 逸凡

出版发行 天津大学出版社

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)

电话 发行部: 022 - 27403647

网址 publish.tju.edu.cn

印刷 廊坊市海涛印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 165mm × 239mm

印张 13.25

字数 210 千

版次 2016 年 8 月第 1 版

印次 2016 年 8 月第 1 次

定价 56.00 元





前言

无人机等微型飞行器的出现和成熟，填补了低空航拍平台的缺环，航空摄影的门槛越来越低，航拍器的购置、操作、维护越来越简便，众多摄影爱好者、建筑师可以像购买和使用普通相机一样购买和使用航拍器。

自然景观和城乡建筑是航空摄影的两大拍摄对象，建筑作为大体量的拍摄对象，与周边环境紧密联系的人工构筑物，对空中拍摄存在大量的刚性需求，因此低空航拍技术的进步主要惠及了建筑摄影领域，设备购置数量呈现井喷式发展。当前急需总结低空拍摄经验、更新已有的建筑摄影理论，以保持新设备和新方法之间的平衡发展，让无人机为建筑摄影插上翅膀。只有新的建筑低空摄影理论才能给航拍器赋以灵魂。

无人机等小型、微型航拍器的特点是非常机动灵活，和地面建筑摄影相比机位更加自由。它和传统的载人机航拍亦有区别，虽然两者都可以在近千米的高空拍摄城市风貌，但无人机还可以到距离仅有几米的地方拍摄古建筑顶部精美的装饰，因此无人机低空拍摄方法、技巧和传统的载人机“大航拍”存在很大差别。本书主要阐述利用无人机低空平台进行多种类建筑目标空中摄影的技巧和方法，因此命名为“建筑低空摄影”。

◀前言配图：无人机拍摄的蔚县南安寺塔塔刹

除了引入无人机等空中硬件平台之外，当前建筑摄影也已经与数字化图像技术紧密结合在一起，适当的后期图像处理不仅可以修正透视等建筑摄影的常见问题，而且使得建筑摄影从单纯的拍摄记录延伸到立体摄影、全景拍摄、三维测绘甚至建筑与城市虚拟漫游等领域。因此，操作者仅掌握基本的相机操作技巧、摄影知识、建筑审美知识是不够的，相关的图像软件处理技术和无人航拍器的购置、操作、调试、维护等基本知识都是必须掌握的。

摄影是“遗憾的艺术”。理想的场景、环境、光线、事件是摄影作品成功的必要条件，但机遇稍纵即逝，既不能人工收集，也难于预期。本书要讨论的不仅是如何抓住机遇，更主要的是帮助读者选择、购置适合的软、硬件系统，掌握基本的操作技巧与低空摄影艺术规律，并在此基础上去寻找自己的拍摄对象与契机。

书中绝大部分拍摄技巧都是根据作者亲身经历和经验教训总结而来的，书中的摄影照片也大多出自作者，设备器材也大多为日常所用，并非风景名胜之地或哗众取宠之器。与同道分享朴素的案例甚至失败教训的同时，浅述低空摄影的基本知识技巧，期在现实的城市、乡村实景中避免干扰，获得最佳的拍摄效果，表达建筑的特色，展现设计的精髓。

本书假定读者已经具备基本的摄影常识，因此省略这部分基础性的内容，如有需要可参阅其他摄影书籍。

在当今无人机航拍作为全新手段大量应用到建筑摄影的大背景下，本书期望能够抛砖引玉，凝练低空建筑摄影的新方法。

李哲

2015 年 12 月

于瑞士苏黎世联邦工业大学校园

目 录

008

序

010

第一章 建筑低空摄影常用器材选购

010

1.1 飞行平台分类、比较与选择

010

(1) 轻型载人航空器介绍

012

(2) 无人航空器介绍

040

(3) 无人航空器的选购和使用基本原则

043

1.2 构成完整低空摄影系统的其他要件

043

(1) 低空摄影用相机选择

045

(2) 低空摄影用相机云台选择

048

(3) 飞行控制系统选择

053

(4) 其他辅助器材的选择

058

第二章 低空摄影的基本拍摄原则

058

2.1 无人机操作基本原则

058

(1) 专业化的训练

061

(2) 处境意识的培养

066

(3) 良好场地作业习惯的养成

068

(4) 设备的日常调整、保养与维护

070

2.2 低空建筑拍摄的基本原则

070

(1) 根据照片使用目的确定拍摄任务

071

(2) 从空间及文化、内涵等角度熟悉被摄建筑及其周边环境

071

(3) 根据任务、目的和踏勘结果, 决定作业计划及相机器材选用

072

(4) 培养空中构图的预判能力

073

(5) 对照片可以进行裁切等有限度的调整、优化

074

第三章 低空建筑摄影的技巧

074

3.1 低空摄影的用光

074

(1) 用光决定了低空摄影的成败

077

(2) 时间与日光影调、角度

082

(3) 被摄主体的特点与用光

088

(4) 低空摄影用光技巧小结

091

3.2 低空摄影与气候、季节、地理条件

091

(1) 季节与低空摄影

096

(2) 季节与天气的合并作用

103	(3) 地区特点与低空摄影
107	3.3 低空摄影的构图
107	(1) 构图——低空摄影与地面拍摄的最大区别
107	(2) 构图与飞行高度的关系
124	(3) 拍摄机位与镜头方向的确定
132	3.4 地面线性元素的影响
133	(1) 自然线性元素
135	(2) 人工线性元素
143	(3) 建筑摄影中隐含线性元素的利用
148	3.5 建筑空间的特点与低空摄影
148	(1) 建筑单体的空间特点与构图
156	(2) 建筑文化内涵与低空摄影
167	3.6 把握低空摄影中的不可预见性
167	(1) 摄影充满不可预见性
168	(2) 特殊视角的不可预见性
170	(3) 拍摄时机转瞬即逝
174	第四章 建筑低空摄影的后期处理
174	4.1 照片透视问题的软件纠正
178	4.2 超广角全景照片合成
178	(1) 超广角照片拼接的优缺点
183	(2) 超广角拼接的缺点和合理利用
187	4.3 低空 360 度全景影像拍摄与制作
187	(1) 360 度全景影像的拍摄
188	(2) 360 度全景互动漫游影像的制作
191	4.4 特殊的全景合成照片——空中俯拍球形全景
196	第五章 建筑低空摄影的其他用途简介
196	5.1 低空摄影用于建设工程记录
198	5.2 低空摄影用于建筑调查与记录
201	5.3 低空摄影用于建筑测绘和空间分析
210	结语

《六合文稿——空—地协同建筑信息技术》

张玉坤 主编

建筑低空摄影

李哲 李严 赵曙光 著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑低空摄影 / 李哲, 李严, 赵曙光著. —天津: 天津大学出版社, 2016.8

(六合文稿 / 张玉坤主编. 空—地协同建筑信息技术)

ISBN 978-7-5618-5635-2

I. ①建… II. ①李… ②李… ③赵… III. ①无人驾驶飞机—低空飞机—建筑摄影—摄影艺术 IV. ①J419.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 195050 号

策划编辑 金磊 韩振平

责任编辑 郭颖

装帧设计 逸凡

出版发行 天津大学出版社

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)

电话 发行部: 022 - 27403647

网址 publish.tju.edu.cn

印刷 廊坊市海涛印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 165mm × 239mm

印张 13.25

字数 210 千

版次 2016 年 8 月第 1 版

印次 2016 年 8 月第 1 次

定价 56.00 元



前言

无人机等微型飞行器的出现和成熟，填补了低空航拍平台的缺环，航空摄影的门槛越来越低，航拍器的购置、操作、维护越来越简便，众多摄影爱好者、建筑师可以像购买和使用普通相机一样购买和使用航拍器。

自然景观和城乡建筑是航空摄影的两大拍摄对象，建筑作为大体量的拍摄对象，与周边环境紧密联系的人工构筑物，对空中拍摄存在大量的刚性需求，因此低空航拍技术的进步主要惠及了建筑摄影领域，设备购置数量呈现井喷式发展。当前急需总结低空拍摄经验、更新已有的建筑摄影理论，以保持新设备和新方法之间的平衡发展，让无人机为建筑摄影插上翅膀。只有新的建筑低空摄影理论才能给航拍器赋以灵魂。

无人机等小型、微型航拍器的特点是非常机动灵活，和地面建筑摄影相比机位更加自由。它和传统的载人机航拍亦有区别，虽然两者都可以在近千米的高空拍摄城市风貌，但无人机还可以到距离仅有几米的地方拍摄古建筑顶部精美的装饰，因此无人机低空拍摄方法、技巧和传统的载人机“大航拍”存在很大差别。本书主要阐述利用无人机低空平台进行多种类建筑目标空中摄影的技巧和方法，因此命名为“建筑低空摄影”。



除了引入无人机等空中硬件平台之外，当前建筑摄影也已经与数字化图像技术紧密结合在一起，适当的后期图像处理不仅可以修正透视等建筑摄影的常见问题，而且使得建筑摄影从单纯的拍摄记录延伸到立体摄影、全景拍摄、三维测绘甚至建筑与城市虚拟漫游等领域。因此，操作者仅掌握基本的相机操作技巧、摄影知识、建筑审美知识是不够的，相关的图像软件处理技术和无人航拍器的购置、操作、调试、维护等基本知识都是必须掌握的。

摄影是“遗憾的艺术”。理想的场景、环境、光线、事件是摄影作品成功的必要条件，但机遇稍纵即逝，既不能人工收集，也难于预期。本书要讨论的不仅是如何抓住机遇，更主要的是帮助读者选择、购置适合的软、硬件系统，掌握基本的操作技巧与低空摄影艺术规律，并在此基础上去寻觅自己的拍摄对象与契机。

书中绝大部分拍摄技巧都是根据作者亲身经历和经验教训总结而来的，书中的摄影照片也大多出自作者，设备器材也大多为日常所用，并非风景名胜之地或哗众取宠之器。与同道分享朴素的案例甚至失败教训的同时，浅述低空摄影的基本知识技巧，期在现实的城市、乡村实景中避免干扰，获得最佳的拍摄效果，表达建筑的特色，展现设计的精髓。

本书假定读者已经具备基本的摄影常识，因此省略这部分基础性的内容，如有需要可参阅其他摄影书籍。

在当今无人机航拍作为全新手段大量应用到建筑摄影的大背景下，本书期望能够抛砖引玉，凝练低空建筑摄影的新方法。

李哲

2015 年 12 月

于瑞士苏黎世联邦工业大学校园

目录

008

序

010

第一章 建筑低空摄影常用器材选购

010

1.1 飞行平台分类、比较与选择

010

(1) 轻型载人航空器介绍

012

(2) 无人航空器介绍

040

(3) 无人航空器的选购和使用基本原则

043

1.2 构成完整低空摄影系统的其他要件

043

(1) 低空摄影用相机选择

045

(2) 低空摄影用相机云台选择

048

(3) 飞行控制系统选择

053

(4) 其他辅助器材的选择

058

第二章 低空摄影的基本拍摄原则

058

2.1 无人机操作基本原则

058

(1) 专业化的训练

061

(2) 处境意识的培养

066

(3) 良好场地作业习惯的养成

068

(4) 设备的日常调整、保养与维护

070

2.2 低空建筑拍摄的基本原则

070

(1) 根据照片使用目的确定拍摄任务

071

(2) 从空间及文化、内涵等角度熟悉被摄建筑及其周边环境

071

(3) 根据任务、目的和踏勘结果, 决定作业计划及相机器材选用

072

(4) 培养空中构图的预判能力

073

(5) 对照片可以进行裁切等有限度的调整、优化

074

第三章 低空建筑摄影的技巧

074

3.1 低空摄影的用光

074

(1) 用光决定了低空摄影的成败

077

(2) 时间与日光影调、角度

082

(3) 被摄主体的特点与用光

088

(4) 低空摄影用光技巧小结

091

3.2 低空摄影与气候、季节、地理条件

091

(1) 季节与低空摄影

096

(2) 季节与天气的合并作用

103	(3) 地区特点与低空摄影
107	3.3 低空摄影的构图
107	(1) 构图——低空摄影与地面拍摄的最大区别
107	(2) 构图与飞行高度的关系
124	(3) 拍摄机位与镜头方向的确定
132	3.4 地面线性元素的影响
133	(1) 自然线性元素
135	(2) 人工线性元素
143	(3) 建筑摄影中隐含线性元素的利用
148	3.5 建筑空间的特点与低空摄影
148	(1) 建筑单体的空间特点与构图
156	(2) 建筑文化内涵与低空摄影
167	3.6 把握低空摄影中的不可预见性
167	(1) 摄影充满不可预见性
168	(2) 特殊视角的不可预见性
170	(3) 拍摄时机转瞬即逝
174	第四章 建筑低空摄影的后期处理
174	4.1 照片透视问题的软件纠正
178	4.2 超广角全景照片合成
178	(1) 超广角照片拼接的优缺点
183	(2) 超广角拼接的缺点和合理利用
187	4.3 低空 360 度全景影像拍摄与制作
187	(1) 360 度全景影像的拍摄
188	(2) 360 度全景互动漫游影像的制作
191	4.4 特殊的全景合成照片——空中俯拍球形全景
196	第五章 建筑低空摄影的其他用途简介
196	5.1 低空摄影用于建设工程记录
198	5.2 低空摄影用于建筑调查与记录
201	5.3 低空摄影用于建筑测绘和空间分析
210	结语

《六合文稿——空—地协同建筑信息技术》

序

十几年前，六合建筑工作室在做明长城堡寨调查时遇到了一些困难，李哲提出一个主意：用无人机拍摄长城沿线的军事堡寨，可解决大规模信息采集和处理的难题。当时，我们聘请国内航模高手赵曙光先生做指导，开始了步履蹒跚的“无人机信息采集”之旅。期间有失败和教训，也有收获和喜悦，经过不断摸索和改进，义无反顾地坚持到现在，已成为天津大学建筑学院低空信息采集和处理的一项新技术、一个新平台。

低空信息采集技术平台以无人机为载体，与地面三维激光扫描、多光谱遥感、物理采样、摄影测量等低空信息采集、传感和分析手段相结合，就形成了“空—地协同建筑信息采集系统”，可以实现低空和地面信息的技术整合和对接。有了这一平台，可以节省大规模操作的人力、时间和费用，大幅提高现场信息获取与分析作业的精度和效率，具有明显的技术优势和广阔的应用前景。

将这一平台应用到古建筑测绘，它能及人所不及，可以在各种地形条件下测绘高耸的楼阁塔刹、宏大的宫殿庙宇、精致的鸱头脊饰，不仅没有攀爬脚手架之苦和人身安全之虞，还可实现古建筑的无接触、无损伤的安全测绘。应用到古村落、古城镇的调研，它可以在短时间内获取海量的三维空间信息，经过数日内业处理，完整的村落或城镇的三维矢量数据即赫然在目，快速、高效、准确、可靠。给它装上红外相机，它就有了一双“透视眼”，能够看穿地下遗迹的原有格局，发现和探测潜在的历史遗迹；它也可以准确定位建筑的冷桥（热桥），评测古建筑屋顶的内部损伤或一般建筑的节能水平。当然，这一技术平台还有更多的开发潜力和技术应用的可能性。带上不同的装备，它可以更广泛地应用于大型建筑室内或住区快速物理环境采样、城市热岛效应评估、国土资源环境监控，甚至巨大构筑物每一个微小裂缝的病害探查……可以说，在遗产保护、城乡建设、土木水利、人文地理、资源环境等各个领域，以无人机为载体的低空信息采集技术平台都能够准确、高效地获取大量空间信息和数据。

诸多的技术优势和独特魅力使无人机低空信息采集技术受到许多专业人员的青睐,在建筑及相关的工程建设领域得到越来越广泛的应用。的确,在地形复杂、环境多变、手工作业难度大、高空航天遥感技术普及率低、成果分辨率不足的现实条件下,以无人机为平台的低空信息采集不失为一项适宜的技术选择。然而,这项技术目前尚处于不太成熟的探索阶段,其软硬件系统配置、操作规程和使用方法尚不完备;尤其是市场上的无人机和技术装备并非专为某一行业量身定做,难以满足不同行业的个性化需求。因此,如何在纷繁的技术设备中进行遴选,如何正确使用和操作软硬件系统,如何处理采集的原始数据以及分析和展示采集成果,甚或如何根据行业的特殊需求重新进行系统研发,都是目前亟待解决的关键问题。

三位作者经过十余年的研究与实践,在失败与成功的交织中不断前行,比较充分地掌握了多种类型无人机飞行平台的研发和操作技术,解决了从低空信息采集、空一地协同数据对接到测绘数据矢量化表达的一系列难题,建立了空一地协同建筑信息技术平台,终于汇集成这一系列丛书。

作为系列丛书的第一本,《建筑低空摄影》简要介绍了低空信息采集平台的构成特性和建筑低空拍摄的基本原理与操作方法,增添了传统建筑摄影课程不曾涉及的新内容,为更为复杂的建筑低空测绘和环境信息采集等技术工作打下基础。本书可供建筑设计、城乡规划、遗产保护、历史考古、地理信息等相关专业技术人员和低空摄影爱好者参考使用。

空一地协同建筑信息技术平台走到现在,除了三位作者和六合建筑工作室同人的共同努力,更得到了国家自然科学基金、科技部科技支撑计划、国家文物局重点科研项目和天津大学“985”工程、“211”工程资金的大力支持;得到了国内外科研单位和学界、业界许多专家朋友的热情指导和积极配合;得到了建筑学院领导的热情支持和学院建筑历史、建筑技术同事的无私帮助。饮水思源,恕难回报,谨以此《六合文稿——空一地协同建筑信息技术》系列丛书向所有提供支持、指导和帮助的单位和朋友致以诚挚谢意。

六合建筑工作室

张玉坤

2016年4月