

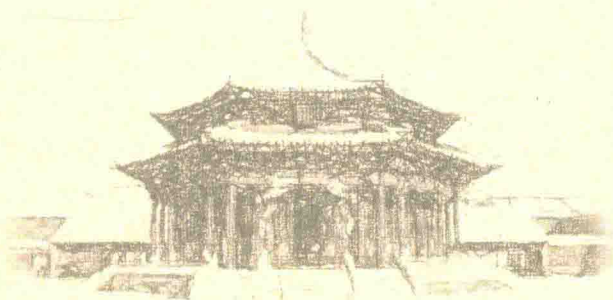
THEORY
AND
PRACTICE
OF
LANDSCAPE SERIES

风景园林理论与实践系列丛书
北京林业大学园林学院 主编

Forest Resources Assessment for the Renovation of Historical Wooden Buildings in China

森林资源评估在中国传统木结构 建筑修复中的应用

殷炜达 著



中国建筑工业出版社

风景园林理论与实践系列丛书
北京林业大学园林学院 主编

Forest Resources Assessment for the Renovation of Historical Wooden Buildings in China

森林资源评估在中国传统木结构 建筑修复中的应用

殷炜达 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

森林资源评估在中国传统木结构建筑修复中的应用 / 殷炜达著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 5

(风景园林理论与实践系列丛书)

ISBN 978-7-112-20643-8

I. ①森… II. ①殷… III. ①森林资源—评估—应用—木结构—古建筑—修复—研究—中国 IV. ①S757.2
②TU-87

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第069768号

责任编辑: 杜洁 兰丽婷

书籍设计: 张悟静

责任校对: 焦乐 李美娜

风景园林理论与实践系列丛书

北京林业大学园林学院 主编

森林资源评估在中国传统木结构建筑修复中的应用

殷炜达 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 880×1230毫米 1/32 印张: 2 $\frac{3}{4}$ 字数: 89千字

2017年8月第一版 2017年8月第一次印刷

定价: 35.00元

ISBN 978-7-112-20643-8

(30211)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

学到广深时，天必奖辛勤

——挚贺风景园林学科博士论文选集出版

人生学无止境，却有成长过程的节点。博士生毕业论文是一个阶段性的重要节点。不仅是毕业与否的问题，而且通过毕业答辩决定是否授予博士学位。而今出版的论文集是博士答辩后的成果，都是专利性的学术成果，实在宝贵，所以首先要对论文作者们和指导博士毕业论文的导师们，以及完成此书的全体工作人员表示诚挚的祝贺和衷心的感谢。前几年我门下的博士毕业生就建议将他们的论文出专集，由于知行合一之难点未突破而只停留在理想阶段。此书则知行合一地付梓出版，值得庆贺。

以往都用“十年寒窗”比喻学生学习艰苦。可是作为博士生，学习时间接近二十年了。小学全面启蒙，中学打下综合的科学基础，大学本科打下专业全面、系统、扎实的基础，攻读硕士学位培养了学科专题科学研究的基础，而博士学位学习是在博大的科学基础上寻求专题精深。我唯恐“博大精深”评价太高，因为尚处于学习的最后阶段，博士后属于工作站的性质。所以我作序的题目是有所抑制的“学到广深时，天必奖辛勤”，他们的辛勤就自然要受到人们的褒奖。

“广”是学习的境界，而不仅是数量的统计。1951年汪菊渊、吴良镛两位前辈创立学科时汇集了生物学、观赏园艺学、建筑学和美学等多学科的优秀师资队伍对学生进行了综合、全面系统的本科教育。这是可持续的、根本性的“广”，是由风景园林学科特色与生俱来的。就东西方的文化分野和古今的时域而言，基本是东方的、中国的、古代传统的。汪菊渊先生和周维权先生奠定了中国园林史的全面基石。虽也有西方园林史的内容，但缺少亲身体验的机会，因而对西方园林传授相对要弱些。伴随改革开放，我们公派了骨干师资到欧洲攻读博士学位。王向荣教授在德国荣获博士学位，回国工作后带动更多的青年教师留学、进修和考察，这样学科的广度在中西的经纬方面有了很大发展。硕士生增加了欧洲园林的教学实习。西方哲学、建筑学、观赏园艺学、美学和管理学都不同程度地纳入博士毕业论文中。水源的源头多了，水流自然就宽广绵长了。充分发挥中国传统文化包容的特色，化西为中，以中为体，以外为用。中西园林各有千秋。对于学科的认识西比中更广一些，西方园林除一方风水的自然因素外，是由城市规划学发展而来的风景园林学。中国则相对有独立发展的体系，基于导师引进西方园林的推动和影响，博士论文的内容从研究传统名园名景扩展到城规所属城市基础设施的内容，拉近了学科与现代社会生活的距离。诸如《城市规划区绿地系统规划》、《基于绿色基础理论的村镇绿地系统规划研究》、《盐

水湿地“生物—生态”景观修复设计》、《基于自然进程的城市水空间整治研究》、《留存乡愁——风景园林的场所策略》、《建筑遗产的环境设计研究》、《现代城市景观基础建设理论与实践》、《从风景园到园林城市》、《乡村景观在风景园林规划与设计中的意义》、《城市公园绿地用水的可持续发展设计理论与方法》、《城市边缘区绿地空间的景观生态规划设计》、《森林资源评估在中国传统木结构建筑修复中的应用》等。从广度言，显然从园林扩展到园林城市乃至大地景物。唯一不足是论题文字烦琐，没有言简意赅地表达。

学问广是深的基础，但广不直接等于深。以上论文的深度表现在历史文献的收集和研究、理出研究内容和方法的逻辑性框架、论述中西历史经验、归纳现时我国的现状成就与不足、提出解决实际问题的策略和途径。鉴于学科是研究空间环境形象的，所以都以图纸和照片印证观点，使人得到从立意构思到通过意匠创造出生动的形象。这是有所创造的，应充分肯定。城市绿地系统规划深入到城市间空白中间层次规划，即从城市发展到城市群去策划绿地。而且从城市扩展到村镇绿地系统规划。进一步而言，研究城乡各类型土地资源的利用和改造。含城市水空间、盐水湿地、建筑遗产的环境、城市基础设施用地、乡村景观等。广中有深，深中有广。学到广深时是数十年学科教育的积淀，是几代师生员工共铸的成果。

反映传承和创新中国风景园林传统文化艺术内容的博士论文诸如《景以境出，因借体宜——风景园林规划设计精髓》是吸收、消化后用学生自己的语言总结的传统理论。通过说文解字深探词义、归纳手法、调查研究和投入社会设计实践来探讨这一精髓。《乡村景观在风景园林规划与设计中的意义》从山水画、古园中的乡村景观并结合绍兴水渠滨水绿地等作了中西合璧的研究。《基于自然进程的城市水空间研究》把道法自然落实到自然适应论、自然生态与城市建设、水域自然化，从而得出流域与城市水系结构、水的自然循环和湖泊自然演化诸多的、有所创新的论证。《江南古典园林植物景观地域性特色研究》发挥了从观赏园艺学研究园林设计学的优势。从史出论，别开蹊径，挖掘魏晋健康植物景观格局图、南宋临安皇家园林中之梅堂、元代南村别墅、明清八景文化中与伦题相符的内容和“松下焚香、竹间拨阮”、“春涨流江”等文化内容。一些似曾相见又不曾相见的史实。

为本书写序对我是很好的学习。以往我都局限于指导自己的博士生，而这套书现收集的文章是其他导师指导的论文。不了解就没有发言权，评价文章难在掌握分寸，也就是“度”、火候。艺术最难是火候，希望在这方面得到大家的帮助。致力于本书的人已圆满地完成了任务，希望得到广大读者的支持。广无边、深无崖，敬希不吝批评指正，是所至盼。

孟兆祯

2015年1月

前 言

中国的古木建筑在世界建筑历史上具有举足轻重的地位，但由于历史原因以及自然原因，很多古木建筑在维修过程中遇到了大木构件缺乏的情况。主要原因可以总结为对于大面积古木构件的材积估算及对于用于古建筑修复的森林资源评估不足。目前的相关研究也仅仅是在建筑修复、古迹保护和森林资源评估的领域中各自进行，缺少相关的跨学科研究。

因此，本书横跨建筑、森林资源管理、遥感等学科，以国际古迹遗址理事会（ICOMOS）拟定的对于古木建筑的维修纲领为基础，以世界文化遗产沈阳故宫为实例进行大木构件材积估算方法模型的建立，对大面积范围内的古木建筑的大木构件的材积进行快速预测。进而，为中国传统木结构建筑修复建立一套较为完整的森林资源评估体系，为我国古建修复提供技术支撑。

本书的研究内容主要分为三个方面。一是基于《营造法式》和《工程做法则例》的模数理论建立材积估算模型，并应用该模型对沈阳故宫木质构件的材积进行估算。其次，在信息转化研究部分（建筑木制构件和天然林立木之间的信息转化），基于中国东北长白山地区的天然林实际，建立有效的树木上直径识别方法。应用该方法将建筑木构件信息转化成立木胸径信息，并进一步估算用于沈阳故宫修复的立木资源。最后，结合外业测量，利用遥感技术，开发用户精度为55%的算法进行单木树冠描绘，并利用该算法对整个研究范围（25km²）内的大型树木资源进行探测和评估。

研究结果显示，超大型落叶松资源较为罕见，可能无法完全满足目前的修复需求，尤其是对于一些超常规的大木构件的修复。因此，基于《奈良文件》的大纲精神，目前的天然林保护工程（NFCP）政策仍有提升空间，以支持中国传统木结构建筑的修复。

目 录

学到广深时，天必奖辛勤

——挚贺风景园林学科博士论文选集出版 / 孟兆祯

前言

第1章 绪论 / 001

1.1 中国传统木结构建筑 / 002

1.2 中国自然森林资源 / 003

1.3 木结构建筑修复 / 003

第2章 中国传统木结构建筑大木构件总材积估算 / 005

2.1 中国建筑结构理论 / 006

2.2 沈阳故宫概述 / 007

2.3 大木构件界定 / 009

2.4 大木构件总材积估算 / 013

2.5 小结 / 017

第3章 用于传统木结构建筑修复的立木评估 / 019

3.1 大木构件数量界定 / 020

3.2 树种选择及采样 / 021

3.3 建筑构件与立木规格算法 / 022

3.4 沈阳故宫修复所需落叶松数量 / 024

3.5 小结 / 033

第4章 利用高分辨率卫星影像图进行
面向对象的落叶松树冠描绘 / 035

4.1 单木树冠判定 / 037

4.2	研究区域概况	/	038
4.3	面向对象的树冠描绘方法	/	040
4.4	落叶松树冠描绘结果评价	/	048
4.5	算法评价	/	053
4.6	落叶松资源评估	/	056
4.7	小结	/	063
第5章	森林资源评估在传统木结构建筑修复中的应用	/	065
5.1	沈阳故宫预测模型的适用性	/	066
5.2	采集的森林样本的应用	/	066
5.3	人工林的潜在用途	/	067
5.4	对于奈良文件大纲的反思及天然林保护 工程政策修改的可能性	/	067
5.5	关于“原真性”的建议	/	069
	参考文献	/	072

第 1 章

绪论

1.1 中国传统木结构建筑

建筑产生于人们的实际需求。由于受到自然环境的制约,建筑的结构和形式因建筑材料和使用环境的不同而有所差异。建筑也会着随社会风俗、宗教信仰、意识形态、政治和经济体制的发展而有所变化,是一种文明兴衰更替的缩影(梁思成全集,2001)。

几千年来,中国古代建筑发展出了自己独特的建筑结构体系。中国的木结构建筑充分体现了人与自然和谐共生的关系。这些古建筑拥有极高的历史、文化和艺术价值,是中国乃至全世界人民的瑰宝。

尽管许多传统木结构建筑在历史变迁中受到了人为或自然灾害的破坏,但中国仍然现存有丰富多样的古代木结构建筑。截至2010年,中国有29处古迹被列入世界文化遗产名录,其中14处古迹拥有木结构建筑^①。在国家级文化遗产层面,有1080处历史建筑群被列入保护名录,其中超过半数都是木结构建筑^②。

这些木结构建筑是古代中国工程建造技术的最佳例证。现存关于中国传统建筑的文字多集中于构造原理,例如由北宋李诫编纂的《营造法式》和清工部《工程做法则例》等。中国建筑的创新发展必须重视这些传统技术。采用系统、科学的方法和手段对文化遗产进行保护和修复是我们的责任。

梁思成先生总结了中国传统建筑的两大主要特征:

(1) 中国传统建筑以木材为主要材料,而建筑结构由材料决定。在中国,建筑建造中充分运用木料的历史由来已久。木结构建筑的大规模建设出现在公元前2世纪的秦汉时期,宏伟壮观的阿房宫便是在此期间的战争中付之一炬。木结构建筑的发展在7~8世纪的唐朝达到顶峰,建设了大量的寺庙和佛塔,宫殿和园林也在这一时期不断涌现。现存这一时期最具代表性的建筑便是始建于782年的五台山南禅寺正殿,以及随后建成的五台山佛光寺东大殿。在11~12世纪的宋代,寺庙大规模建设。中国现存古建筑以明清时代的建筑为主,如其中的重要代表北京故宫、天坛、颐和园等。这些传统木结构建筑代表了中国在木结构建造技术上的高度。

(2) 另一特征是中国传统建筑的结构框架通常采用“梁柱式”结构。所谓“梁柱式”结构,即平坦地面上以四根立柱作为支撑物,并在四根垂直立柱的上端,用两根横枋和两根横梁互相架构

① 世界遗产名录, <http://whc.unesco.org/en/statesparties/cn>, 2012/12/4。

② 中国国家文物局报告, <http://www.sach.gov.cn/tabid/96/InfoID/16/frtid/96/Default.aspx>, 2012/12/4。

组成一个“间架”。梁可多层重叠形成“梁架”。这样的结构可以使建筑物上部的所有荷载全部由结构承担，立柱、梁和梁上的枋共同组成了古建筑的支撑系统。由于这一构造方法对于承重构件（柱、梁、枋）的要求十分精细，因此，很难找到符合要求的大直径优良木材。

1.2 中国自然森林资源

数量如此庞大的现存木结构建筑需要优质的木材用于建设和修复。在古代，由于没有适当的森林资源管理，木结构建筑的建设和修复对自然森林资源造成了巨大的伤害。

中国的森林资源主要由天然林构成，具有生态系统稳定、物种丰富和产出率高的特点。中国森林资源及其保护对维持全球生态系统的稳定具有重要意义。由于历史原因，中国的天然林资源急剧减少。1975年中国天然林面积为9817万 hm^2 ，1985年减少到8680万 hm^2 （Shen, 1999）。自20世纪80年代末以来，中国本已失衡的自然林持续流失，并已造成了严重的生态后果。

天然林保护工程（NFCP）是一项重要的国家措施，旨在通过保护、培育和发展森林资源，保证经济和社会的可持续发展。该政策的一项重要组成部分便是禁止天然林的商业采伐。长江上游及黄河中上游地区已经全面禁止天然林的商业采伐，中国东北地区和内蒙古地区大型国有林场的木材产量也出现大幅下降。也就是说，除了满足特定地区基本生活需求的木材消费（如木柴）和获批的人造速生林消费以外，任何森林消耗行为是严格禁止的（Liao, 2005）。

1.3 木结构建筑修复

木材作为一种生物质材料有其自身固有的天然缺陷，易受到微生物的侵害，亦会受到物理和化学因素的影响。因此，木结构古建的修复意义重大。

由联合国教科文组织下属的国际古迹遗址理事会起草的《奈良文件》（*Nara Document*）提出了历史建筑修复的要点。《奈良文件》第13条指出：“文化遗产的原真性，指的是遗产产生时及随后形成的特征以及这些特征的意义和信息来源，包括形式与设计、材料与实施、利用与影响，传统与技术、位置与环境、精神与感

① 关于原真性的《奈良文件》，<http://whc.unesco.org/uploads/events/documents/event-833-3.pdf>. 2012/12/4。

受。”这就要求我们必须从艺术、历史、社会和科学的角度认真审视文化遗产^①。

中国关于历史古建修复的法规还指出，用于建筑修复的材料应尽量与原始建筑材料相同。然而，由于社会经济变化，导致近年来大直径、高质量木材产量的急剧下降。此外，虽然有利于生态保护，但天然林保护工程政策也影响了国内的木材产量。历史建筑修复需要从天然林获取大量木材，这给推动森林资源保护工作带来了一定的挑战。但这不是中国独有的问题，日本、瑞典等其他国家也曾经历这一过程（Osawa等，2004）。

第 2 章

中国传统木结构建筑 大木构件总材积估算

木结构建筑在中国建筑史上具有举足轻重的作用,是中国古代建筑的重要组成部分(Ma, 2003)。这些建筑结构精巧、形式优美,对中国建筑研究具有重要的意义,对世界文化遗产也是重要的补充。对这些木结构建筑不断地进行修复需要详细的资料。由于历史和社会原因,这些历史建筑的原始图纸资料不尽其详,有的图纸在某些情况下甚至无法使用(梁思成全集, 2001)。此外,对现存古建筑逐一进行建筑测绘耗时漫长,且需要大量资金。即使有可用的建筑图纸资料,计算建筑各构件的材积也不是一件容易的事。

2.1 中国建筑结构理论

中国的《营造法式》成书于北宋(960~1127年),是北宋官方颁布的一部关于建筑标准的书籍。木材本身的广度作为长度的度量模数,叫1材,将1材均分为15份,每份为1分°,木材本身的厚度为10分°。简单来说,所有建筑的各个木结构构件(如斗拱等)的广度和厚度以“材”及划分的“10分°”为模数,确定木材规格。建筑所用的木材规格按照建筑等级和木材横断面的大小,分为8个等级(梁思成全集, 2001),见表2-1。清代颁布的《工程做法则例》也采用了相似的模数体系,另创“斗口”模数制,用以取代“材分°”模数制。简单来说,一些基本模数或结构构件与影响建筑规模的建筑形式结构之间关系密切。

中国传统古建筑分为八个等级,建筑开间越多,相应的大木构件尺寸也随之增大。“寸”是宋代通用的长度度量单位。许多现、当代学者(Chen, 1993; Liang, 2001; Ma, 2003; Zhang and Liu, 2007)已经对不同时期的木结构建筑的各个构件进行了系统的研究,并取得了令人满意的研究成果。但上述的研究重点多是单体建筑结构的建筑模数和构造研究,缺少更为宏观的层面,就某一建筑结构所需材积进行研究。本研究主要假设基于以下事实,即如果存在基于模数的建造技术并且建筑各构件相互之间存在联系,那么建筑面积和大木构件材积之间存在一定的关系,并可作为行之有效的已建成木结构建筑木制构件用木总量估算方法得到应用。

建筑用木材的等级与木制构件尺寸规格之间的关系

表2-1

木材等级	建筑类别	1 材 (寸)		每分° (分)	1 槩 (寸)		备注
		广度	厚度		广度	厚度	
一等	9~11开间的 大殿	9 (15分°)	6 (10分°)	材宽1/10 0.6	(6分°) 3.6	(4分°) 2.4	1. 材高15分°, 宽10分°。
二等	5~7开间的 殿堂	8.25	5.5	0.55	3.3	2.2	2. 分°高为材宽1/10。
三等	3~5开间 殿、7开间堂	7.5	5	0.5	3.0	2.0	3. 材槩的高度比为3:2。
四等	3开间的殿、 5开间的厅堂	7.2	4.8	0.48	2.88	1.92	4. 槩高6分°, 宽4分°。
五等	小3开间殿、 大3开间厅堂	6.6	4.4	0.44	2.64	1.76	5. 一般提到×材×槩, 均指高度而言。
六等	亭榭、小厅堂	6	4	0.4	2.4	1.6	
七等	亭榭、小殿	5.25	3.5	0.35	2.1	1.4	
八等	小亭榭、藻井	4.5	3	0.3	1.8	1.2	6. 表中的寸均为宋营造式。

资料来源: 梁思成先生已有的研究成果, 梁思成全集第7卷(梁思成, 2001)。

2.2 沈阳故宫概述

沈阳故宫始建于1624~1625年(清代), 并于1783年达到鼎盛(图2-1), 位于北纬 $41^{\circ}47'39''\sim 41^{\circ}47'49''$, 东经 $123^{\circ}26'49''\sim 123^{\circ}27'03''$, 是中国目前保存最为完好的两大宫殿建筑群之一。1961年被国务院确定为全国重点文物保护单位, 2004年7月1日, 联合国教科文组织第28届世界遗产委员会批准了沈阳故宫作为明清皇宫文化遗产扩展项目列入世界遗产名录。沈阳故宫按建筑空间布局可分为西路、中路、东路3个部分, 南北长280m, 东西宽260m, 总占地面积约 60000m^2 。据估计, 沈阳故宫共有建筑67处(Piao and Chen, 2007)。本研究将选取其中28处具有代表性的建

筑作为研究对象，图2-2显示了沈阳故宫的总平面及其中28处具有代表性的研究对象。

图2-1 沈阳故宫鸟瞰
(图片来源: 沈阳故宫申报世界文化遗产材料)

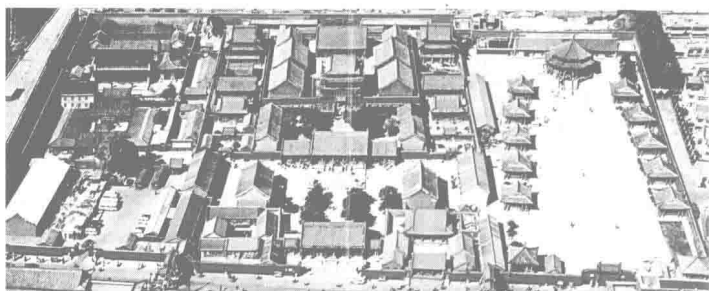
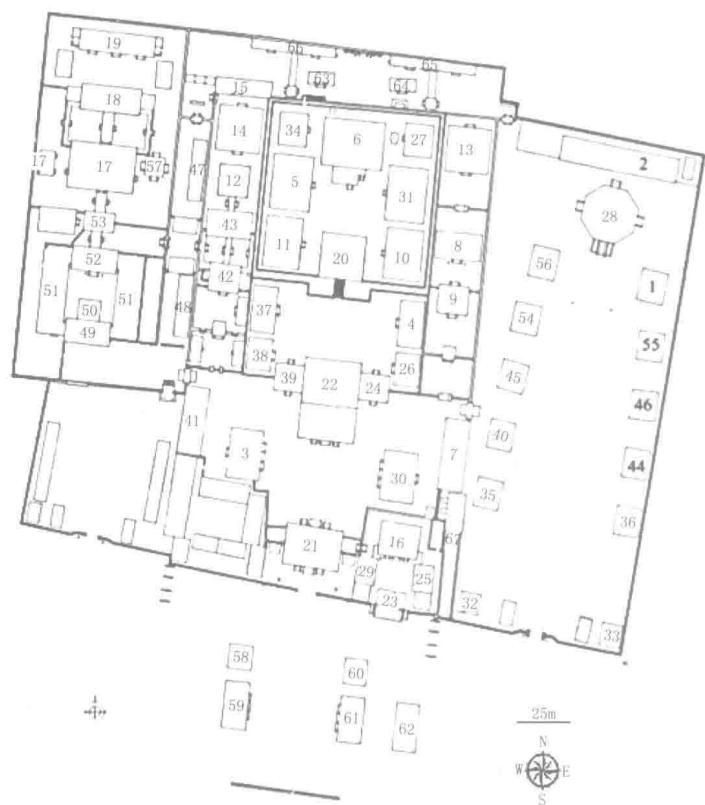


图2-2 沈阳故宫总平面图
(图片来源: 作者改绘自 Piao and Chen, 2010 未在研究范围内的建筑名称在此省略)



1. 左翼王亭; 2. 銮驾库; 3. 翔凤阁; 4. 师善斋; 5. 麟趾宫; 6. 清宁宫; 7. 东七间楼; 8. 介祉宫; 9. 颐和殿; 10. 衍庆宫; 11. 永福宫; 12. 继思斋; 13. 敬典阁; 14. 崇谟阁; 15. 东七间阁; 16. 太庙; 17. 文溯阁; 18. 仰照斋; 19. 九间殿; 20. 凤凰楼; 21. 大南门; 22. 崇政殿; 23. 太庙正门; 24. 崇政殿东门; 25. 太庙东厢房; 26. 日华楼; 27. 东翼宫; 28. 大政殿
(注: 作者根据Piao and Chen (2010) 的研究对建筑标号进行了修改, 未在研究范围内的建筑名称在此省略)

2.3 大木构件界定

通过对沈阳故宫进行实地调研,确定建筑大木构件数据主要包括以下几种:

(1) 建筑测绘图,包括由天津大学^①绘制的平面图、建筑剖面图、建筑横截面图(比例尺为1:30、1:40、1:50),用以进行各建筑大木构件的三维数据测量。

(2) 实地调研包括测量各个建筑的檐柱直径(由下层台基起),将已有的建筑测绘图纸数据与所选的28个建筑研究样本实地测量结果相比较,以确定图纸数据的精确度。采用Wang等人(Wang *et al.*, 2006)的数据统计检验方法。

(3) 每个建筑物的建筑面积指的是屋檐所围合的区域的面积。数据基于沈阳故宫申请作为明清皇宫文化遗产扩展项目列入世界遗产名录的报告^②。

2.3.1 大木构件的界定

中国古建木制构件可分为大木作和小木作两种。大木作是木结构建筑的承重部分,是木构架的主要结构部分,小木作是木结构建筑中非承重木构件,包括窗、门、天花等(Gong, 2002)。本研究选取四种主要木制构件(表2-2)作为大木作的代表,并定义为大木。大木作原则上还包括斗拱(连接柱、梁和屋顶的连接构件),但在本研究中其不作为大木构件,因此不予涉及。这主要是因为沈阳故宫中有斗拱构件的建筑数量较少(67处建筑中仅有8处建筑有斗拱)(Piao and Chen, 2007),并不会对研究结果产生重要影响。

研究的木制构件类型

表2-2

构件类型	构件名称
柱	檐柱、金柱、山柱
梁	七架梁、五架梁、三架梁、抱头梁
桁(檩)	脊檩、金檩、檐檩
枋	额枋、脊枋、金枋、老檐枋

① 这些图纸保存于沈阳故宫博物院,可供查阅。测绘图纸(包括平面图、立面图和剖面图)由天津大学的教授和学生测绘完成,原始测量数据保存于天津大学。沈阳故宫仅存有测绘图纸(无测量数据),因此,只能通过测量图纸获得木构件尺寸规格。

② 沈阳故宫申请作为明清皇宫文化遗产扩展项目列入世界遗产名录的报告,目前于沈阳故宫博物院归档。