

# 控制、设计、统筹、中介

## ——基于社会网络的《工程做法》大木作要素研究

Control, Design, Power, Medium——Research on the Elements of Wooden Structures in *Gongcheng Zuofa* Based on Social Network

李东祖 | LI Dongzu 曹鹏 | CAO Peng 徐苏斌 | XU Subin

中图分类号: TU-092 文献标志码: A 文章编号: 1001-6740(2024)05-0088-09 DOI: 10.12285/jzs.20230329001

**摘要:** 清工部《工程做法》作为清代官式建筑范式源本,是解读木大木作设计原法的根本。但由于传统分析方法难以理清其记载的各构件尺寸之间的庞杂关系,故本文首次利用社会网络分析方法,确定其卷一大木范式的节点与关系并以此构建出大木作尺寸关系网络,科学量化分析网络整体特征,以中心度指标分析各尺寸于关系网络中的联系与作用,探究出籍本暗含的尺寸灵活特性,总结并阐释其中具备控制、设计、统筹、中介属性的四类要素,并提出清代官式建筑大木作尺寸“变化”及尺寸间“权衡”的思考。以期挖掘清代官式建筑大木作设计原法,科学修正长期以来程式化与标准化的清代官式建筑认知,并为同类古代文献的进一步研究提供创新思路,为中国文化基因的传承表达贡献力量。

**关键词:** 社会网络分析、清代官式建筑、大木作、《工程做法》、要素、尺寸、设计

**Abstract:** As the source of the official buildings in the Qing Dynasty, the *Gongcheng Zuofa* issued by the Qing Dynasty, is the foundation for interpreting the design principles of wooden structures. However, it is difficult for traditional analysis methods to clarify the complicated relationship between the dimensions of each component recorded, so this paper uses Social Network Analysis for the first time to determine the nodes and relationships and build the relationship network of wooden structure. The characteristics of the network are analyzed quantitatively, and the relationship and role of dimensions in the system were analyzed using the index of centrality. The characteristics of flexibility in dimensions implied in the literature have been explored. The four important dimensions of the network that have the attributes of control, design, power, and medium have been explained. The “change” in the dimensions of official architectures in the Qing Dynasty and the “balance” between the dimensions have been proposed. It hopes to explore the original design method of wooden structure of official architectures in the Qing Dynasty, scientifically revise the long-standing standardized and standardized cognition of official architectures in the Qing Dynasty, and provide innovative ideas for further research on similar ancient literature, contributing to the inheritance and expression of Chinese cultural genes.

**Keywords:** Social Network Analysis, Official buildings in the Qing Dynasty, Wooden structure, *Gongcheng Zuofa*, Element, Dimension, Design

### 作者:

李东祖, 天津大学建筑学院博士研究生;

曹鹏 (通讯作者), 天津大学建筑学院副教授、博士生导师;

徐苏斌, 天津大学建筑学院教授、博士生导师。

国家重点研发计划“明清官式建筑营造技艺科学认知与本体保护关键技术研究” (项目编号: 2020YFC1522400);

国家社会科学基金重大项目“中国文化基因的传承与当代表达研究” (项目批准号: 21ZD01)。

录用日期: 2023-08

## 一、引言

中国营造学社通过解读文献与实物,把中国古代建筑设计原法研究引向模数体系,取得了开拓性成果。而后陈明达、傅熹年、王贵祥、王其亨、张十庆、肖旻、王南等学者以不同角度探究了古代建筑尺度控制的多种方法。

于清代官式建筑而论,作为大木作范式源本的清工部《工程做法》<sup>①</sup>,其所载的二十七例大木范式均为整套的建造逻辑语言,是挖掘设计原法、窥探设计思维的根本。梁思成先生对其深入解读并著《清式营造则例》,图例遗稿则由清华大学整理发表为《清工部〈工程做法则例〉图解》。故宫博物院古建管理部亦将《做法》之解

读作为科研项目，历经三十余载终成《工程做法注释》。井庆升、马炳坚、白丽娟、王景福等前辈学者亦针对《做法》，逐步开展了结合实物遗存的清代官式建筑大木作解读。前辈学者们或文本解读，或图释解析，或史实印证，或工匠探访，对《做法》范式的建造逻辑挖掘深入，成果斐然。

然而，随着近年研究的不断深入，学界发现大量清代官式建筑实测数据及做法册数据与《做法》范式数据差异较大，这无疑是对长期以来清代官式建筑程式化与标准化认知的冲击，亦突显出了设计原法与设计思维探究的必要，而针对相关探究最佳源本的《做法》，如何科学分析其记载的各构件尺寸之间的庞杂关系则为研究的重难点。因此，本文利用社会网络分析方法尝试突破传统分析的桎梏，通过量化分析各尺寸于大木作体系中的联系与作用来挖掘清代官式建筑大木作设计原法，研究成果亦可为各异性较强的建筑实测数据及做法册数据的进一步探究提供思路，以期为正视我国建筑思想史发展环节、促进遗产保护与文化遗产贡献力量。

## 二、社会网络建立

### 1. 可行性

#### (1) 数据选择

清工部《工程做法》共七十四卷，前二十七卷为二十七例大木范式做法。作为首卷的“九檩单檐庑殿周围廊单翘重昂斗科斗口二寸五分大木做法”，针对柱、梁、枋、桁等诸多大木构件尺寸之描述，较其他卷更为完整与详尽，所载数据能够支撑研究分析，以获得针对本例范式的完整认知，且可形成以此方法探究其他二十六例大木范式的良好基础。

#### (2) 网络建立

根据《做法》卷一行文，可明确构建出大木作体系下各木构件尺寸的关系网络，且具有方向性特征，以文中两部分文字举例说明：根据文中的“面阔、进深

以斗科攒数而定，每攒以口数十一份定宽”<sup>②</sup>，可知面阔与进深受斗科攒数与攒档尺寸的影响，攒档尺寸受斗口的影响（图1蓝色部分）；根据“檐柱以斗口七十份定高……内除平板枋、斗科之高，即得檐柱净高尺寸……以斗口六份定径寸”<sup>③</sup>，可知檐柱净高受檐柱通高、平板枋高、斗科通高的影响，檐柱通高与檐柱柱径受斗口的影响（图1红色部分）；结合上述两部分文字，即可通过“斗口”联系两部分网络（图1）。

### 2. 文本预处理

#### (1) 文本语言

《做法》卷一中部分语义与现代语言存在偏差，略如“檐柱以斗口七十份定高……内除平板枋、斗科之高，即得檐柱净高尺寸”中的“除”，对应现代的“减法”；另有“并”对应现代的“加法”等。然而，针对本文所建立的关系网络，并未涉及具体的数值计算，而仅为具有方向属性的关系，即如上述尺寸关系网络建立的示例，仅明晰檐柱净高受檐柱通高、平板枋高、斗科通高的影响即可（图1红色部分）。

#### (2) 节点属性

《做法》卷一中各构件之间的制约与影响，是通过构件具体的长、宽、高、径

等尺寸或数据的关系而形成的。由于构件名称不参与到具体的制约与影响中，因此不应成为网络节点，即节点应均为实际作用于关系网络的数据。举例说明：如檐柱、小额枋、七架梁、正心桁、斗拱等构件名称不应作为节点。檐柱柱径、小额枋高、七架梁厚、正心桁径、斗口等具体尺寸或数据作为节点。

#### (3) 暗含信息

《做法》卷一的描述虽较其他卷更为详尽，但亦存在部分描述因设计逻辑相同而省略为“同”的情况。若不针对其中暗含信息进行解读并于网络中建立节点与关系，则无法得出有效分析结果。此类信息有二：

一为文中大量出现的“两山做法同”相关描述，实则表明山面设计逻辑需对照檐面设计逻辑，而非对照檐面具体尺寸，因此诸多尺寸需区分檐面与山面。

一为“下金垫板长与老檐<sup>④</sup>垫板同”（图2左），“上金枋之长……与老檐枋同”（图2右）等构件之间的对照，亦表设计逻辑，而非尺寸。以前者为例说明：下金垫板与老檐垫板在明、次间长度为面阔尺寸减去所搭交架梁的梁头厚，由于下金垫板与老檐垫板分别交于五架梁与七架梁，且五架梁与七架梁的梁头厚度相异，故实际尺寸无法实现“下金垫板长与老檐垫板同”，对照“老檐垫板……内除七架梁头

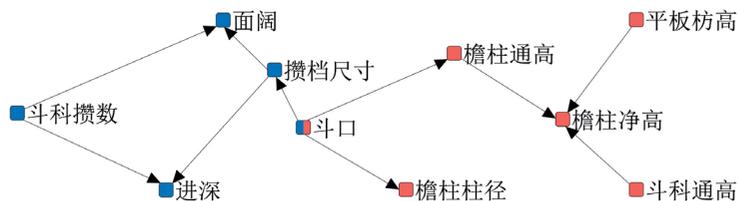


图1：清工部《工程做法》卷一大木作尺寸关系网络建立示例（箭头指向表约束方向）

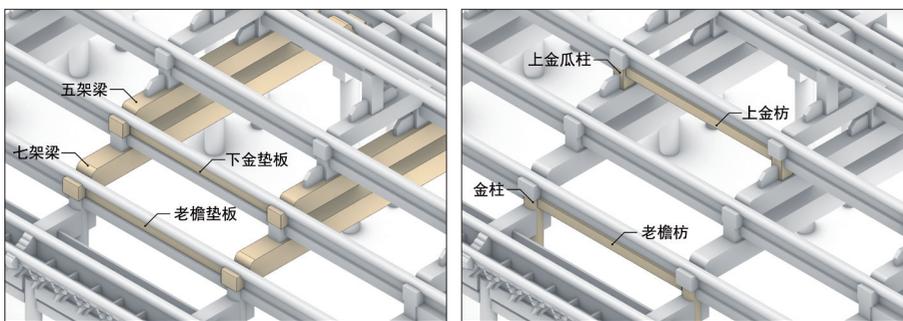


图2：清工部《工程做法》卷一中构件对照表设计逻辑示例

厚”，下金垫板长应减去五架梁头厚。

针对上述二类文本信息，需要根据设计逻辑所指导的真实做法建立网络中的节点与关系。

(4) 补充信息

补充信息系研究者经验，故特殊说明以确保分析的可重复性。斗科形制、斗科层数、斗科出跳，为本文补充的三处数据。此三数据虽未于《做法》卷一正文中陈述，但隐藏于标题的“单翘重昂斗科”之中。由于斗科层数、斗科出跳直接影响文中出现的斗科通高、外拽尺寸，且被斗科形制控制，因此上述三数据需于关系网络中补充，以得到全面性的分析结果。

(5) 省略信息

由于构件出入榫尺寸，均与相交或相连构件的尺寸直接相关，与其他构件无显著关联或影响，故应以微观视角单独论之，本文于此不予讨论。

3. 网络建立

根据《做法》卷一数据整理分析，利用 Ucinet<sup>⑤</sup> 形成 270 行列一模方形矩阵，通过 Netdraw 可视化可证其网络为连通图

(图 3)，无孤立点，表明体系中所有尺寸数据均有联系对象。

三、量化分析

1. 整体指标

利用 Ucinet 计算网络密度<sup>⑥</sup>、平均距离<sup>⑦</sup>、互惠度<sup>⑧</sup>，分别为 0.005、2.378、0。网络密度仅为 0.005，表明网络中节点之间的联系不紧密，这是由于大量节点仅受某单一节点影响（详见下文“度中心度”）。因此，大量尺寸的改变所造成的影响于大木作完整体系而论是较小的，表明了构件尺寸于建造层面具备较强灵活性；平均距离为 2.378，即大木作中尺寸与尺寸之间的制约平均需要 2.378 步实现，进一步回应了网络较低密度特征；互惠度为 0，表明范式体系中所有约束均为单向，不存在尺寸之间的权衡。

2. 度中心度<sup>⑨</sup> (Degree Centrality)

度中心度是刻画节点中心性最直接的指标。在本有向网中，出度中心度 (图 4

左) 表示某节点直接制约其他节点的数量，入度中心度 (图 4 右) 反映了节点受其他节点直接制约的数量。

于清工部《工程做法》卷一网络中，面阔、进深、斗口、檐椽椽径的出度中心度显著大于其他构件 (图 5 左)，即这些尺寸所直接制约其他尺寸的数量显著大于大木作体系中的其他参数。因此于范式层面，这些参数是其他大量尺寸的设计前提，而于建造层面，这些参数则是控制大量尺寸建造的源头。

此外，虽面阔、进深、檐椽椽径均由斗口间接制约或控制<sup>⑩</sup>，但论直接影响，斗口 (图 6 左下) 弱于面阔与进深，且仅略大于檐椽椽径。面阔 (图 6 左上)、进深 (图 6 右上) 的制约数量之大是由于其直接约束枋类、桁类、梁类、垫板等大量构件的长度尺寸。而连檐、瓦口等檐部与各类架椽尺寸则由檐椽椽径直接约束 (图 6 右下)。

网络中 59% 的节点无出度中心度 (图 5 右)，即此类尺寸并未约束其他尺寸，较大程度影响了网络的低密度，可进一步分为两类。其一为某尺寸受其他单一或多个尺寸制约后，无法改变，随其他尺

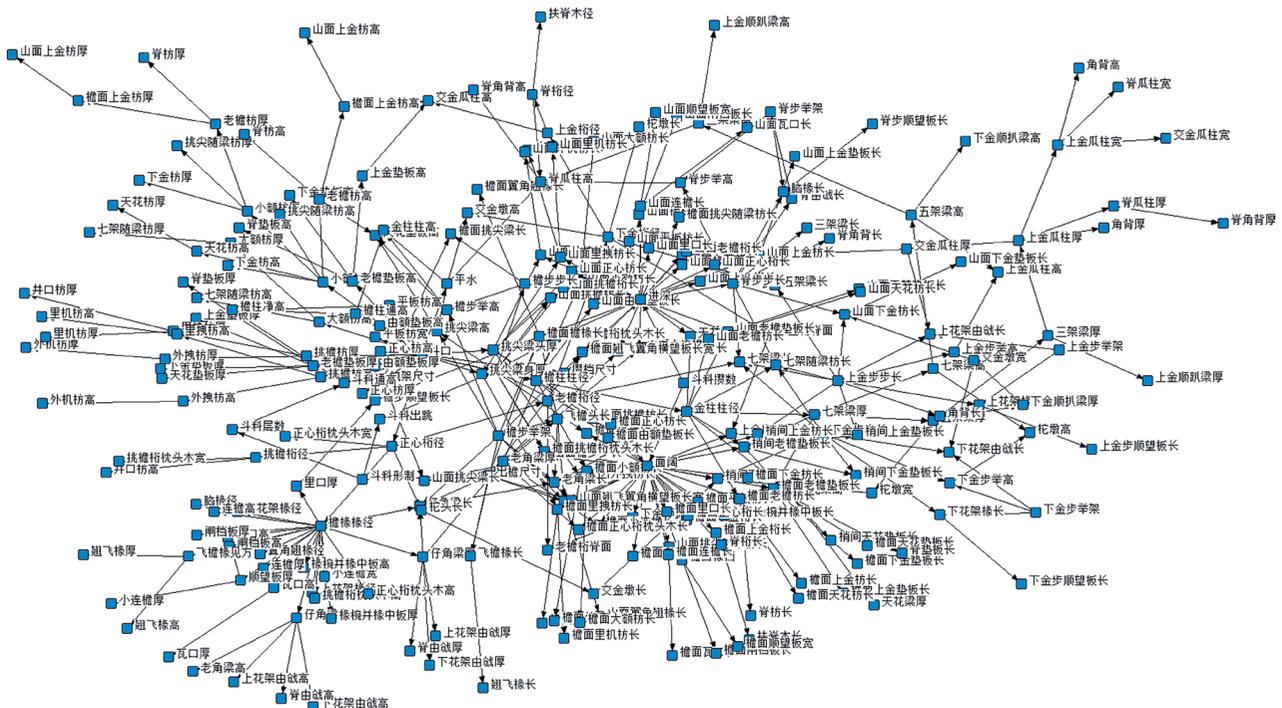


图 3：清工部《工程做法》卷一大木作尺寸关系网络

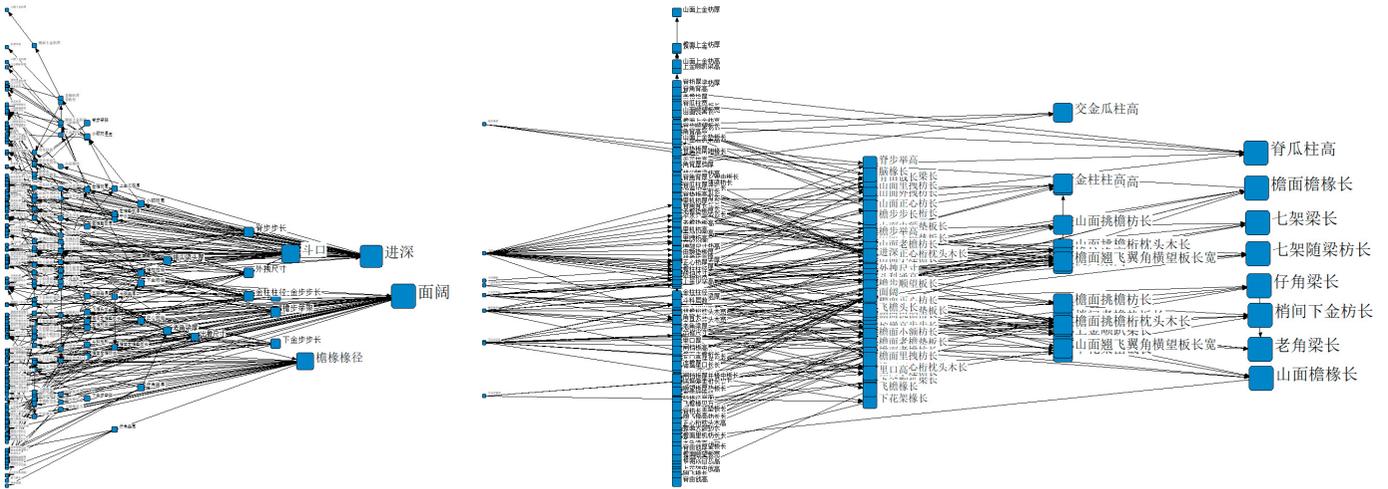


图 4: 清工部《工程做法》卷一网络节点出(左)、入(右)度中心度可视化

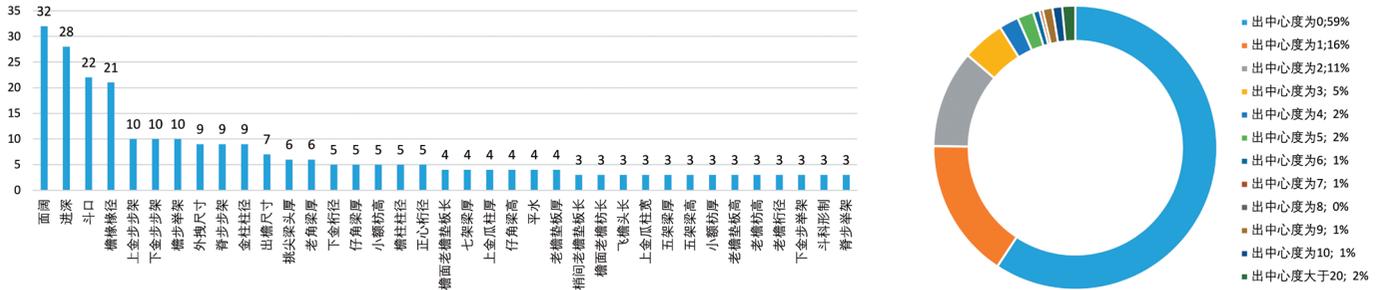


图 5: 清工部《工程做法》卷一网络节点出度中心度统计(左: 值为 2 以上的节点, 右: 分布图)

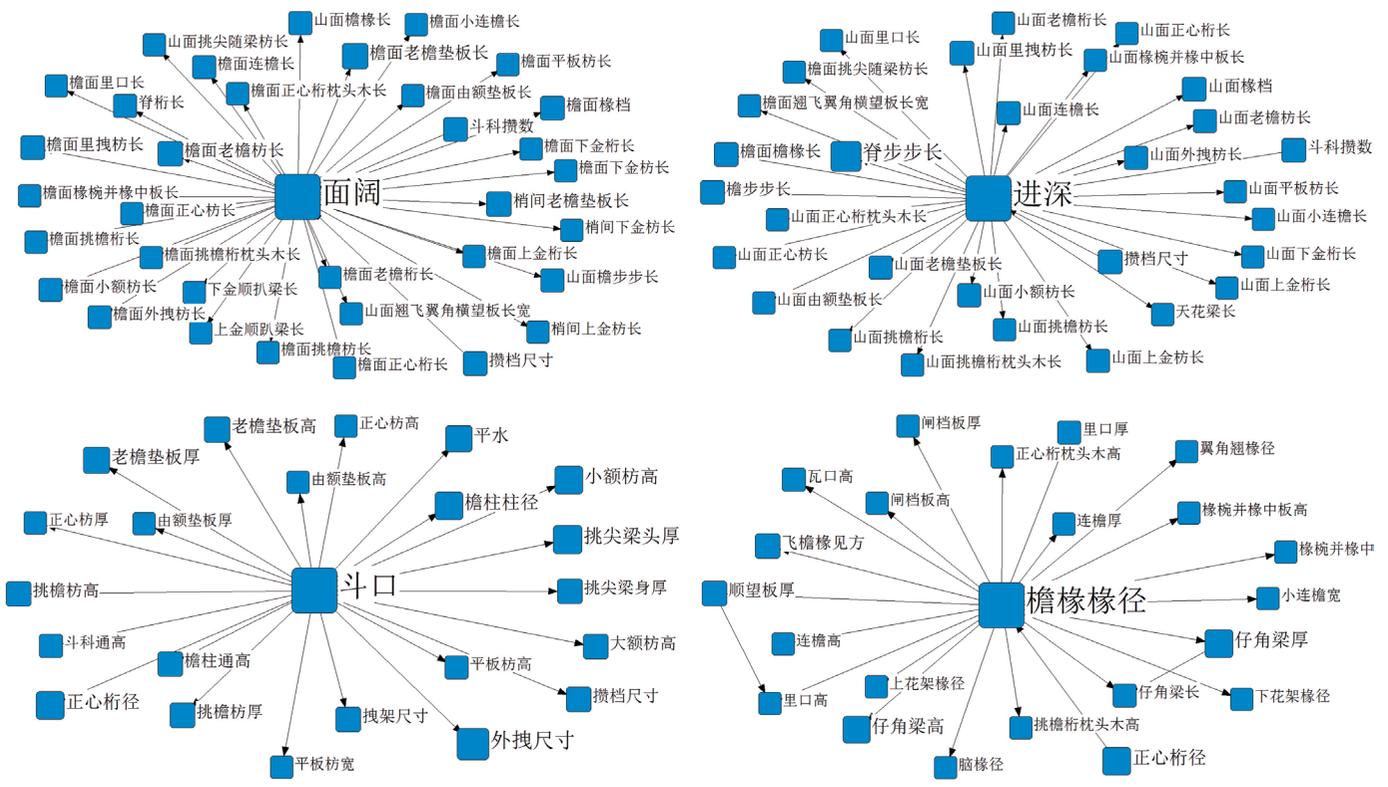


图 6: 面阔、进深、斗口、檐椽椽径度中心度可视化

寸的变化而增减，仅为结果。略如檐柱净高尺寸，其为檐柱通高、平板枋高与斗科通高<sup>⑪</sup>三者共同作用的结果（图7）。其二为某尺寸虽受制约，但于建造层面仍有变化空间，然而由于其出度中心度为0，即不产生影响其他尺寸的结果。略如《做法》虽规定下金枋“高、厚与小额枋同”<sup>⑫</sup>，但其高厚均可于建造层面改变（图7）。

因此针对清代官式建筑大木作尺寸的研究，由于前一类仅为其他尺寸约束的结果，后一类仍具变化的可能，故后一类构件更需关注。

网络中入度中心度为0的节点共有9个（图8左），即不受其他节点约束的节点，包括斗口、各步举架、上金步步架、下金步步架、斗科形制、斗科攒数。此类

参数为给定数据，应根据不同建筑的需求最先设计。如本例名为“九檩单檐庑殿周围廊单翘重昂斗科斗口二寸五分大木做法”，即斗口<sup>⑬</sup>、斗科形制被确定，而各步步架与举架、斗科攒数则于行文中规定。而由于檐步步架即为出檐并廊深尺寸、脊步步架即为山明间进深尺寸半份<sup>⑭</sup>，故此二种步步架约束于其他尺寸，具有入度中心度。此外，入度中心度值为1的节点占69%（图8右），即此类尺寸仅受某单一尺寸影响，较大程度影响了网络的低密度。

### 3. 接近中心度<sup>⑮</sup> (Closeness Centrality)

接近度中心度反映了某节点与其他节点的近邻程度。本体系统中出接近中心度（图9左）是衡量节点辐射能力的重要指标，入接近中心度（图9右）则表示节点被他节点约束的难易程度，入接近中心度最低的节点与入度中心度为0的9个节点对应。

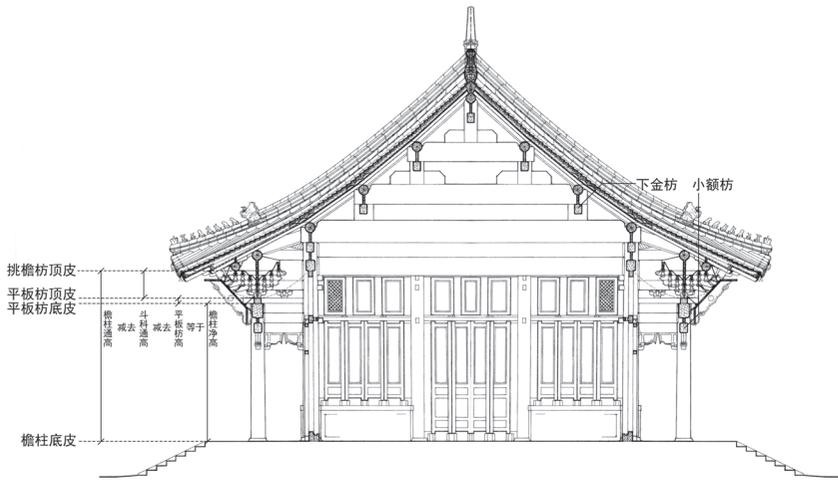


图7：两类节点出度中心度为0示例

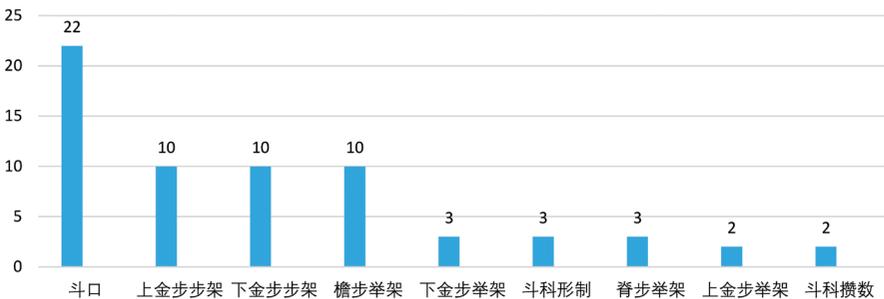


图8：清工部《工程做法》卷一网络入度中心度值为0的节点出度值统计图、入度中心度分布图

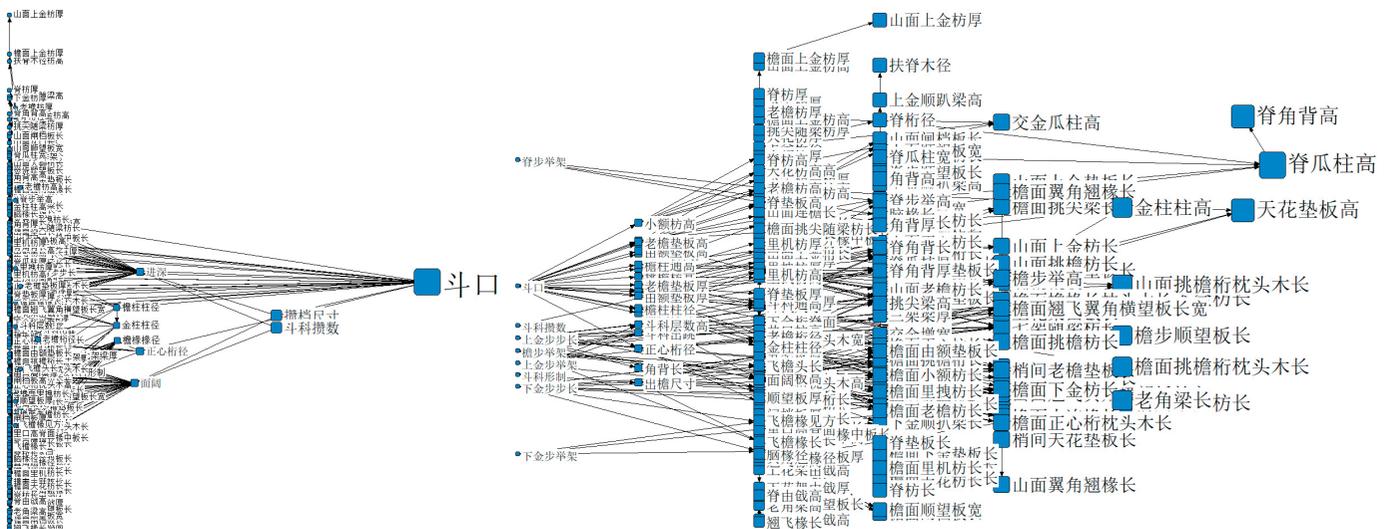
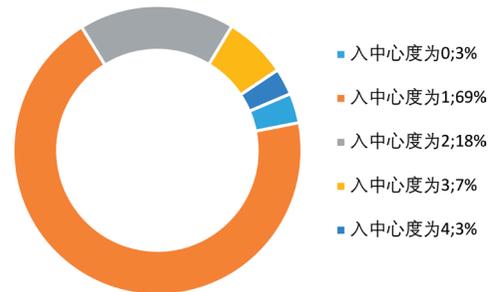


图9：清工部《工程做法》卷一网络节点出（左）、入（右）接近中心度可视化

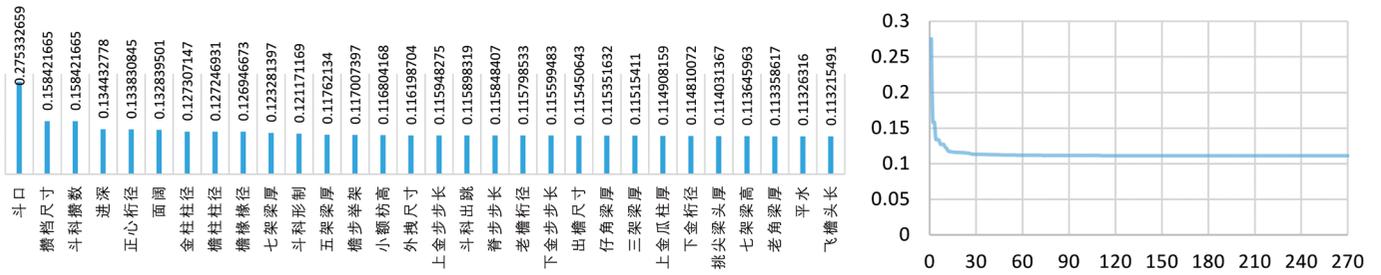


图 10: 清工部《工程做法》卷一网络节点出接近中心度统计(左: 前 30 节点, 右: 全部 270 节点)

斗口的出接近中心度显著大于其他节点(图 10), 即其于大木作完整体系中具有较强的统筹能力。除斗口之外, 在上文出度中心度指标中表现较差的攒档尺寸与斗科攒数却居二、三位置, 而出度中心度指标表现较好的面阔、进深、檐椽椽径却与其他节点在出接近中心度中表现相近。综上所述斗口的影响力是覆盖整个网络的, 而面阔、进深、檐椽椽径等则仅能辐射到网络中的部分数据。

除斗口外, 其余节点的出接近中心度无显著性特征, 因此需进一步通过数学方法拆分整体网络至多子集网络, 以探究各部分的统筹节点。本网络以 GN 算法<sup>16</sup>凝聚子集较为合理, 即各子集内部顶点的连

接稠密, 而与其他子集内的顶点连接稀疏。

虽该算法利用 Q 值评定划分子集的最优数量, 但本研究旨在探究核心要素, 子集不宜拆分过多, 故采用 Q 值显著突变的 4 子集划分(图 11), 节点数分别为 78、52、36、104, 分析子集数据可证范式体系的尺寸设计并非以“构件”为逻辑, 构件的长、高、厚等尺寸通常分属不同子体系, 受到不同制约(图 12)。

根据子集出接近中心度(图 13), 补充七架梁厚、正心桁径、檐椽椽径、斗科攒数、攒档尺寸, 为不同集合的统筹节点。

#### 4. 介数中心度<sup>17</sup> (Betweenness Centrality)

介数中心度是衡量节点具备中介属性的能力, 网络中节点在间接制约其他节点

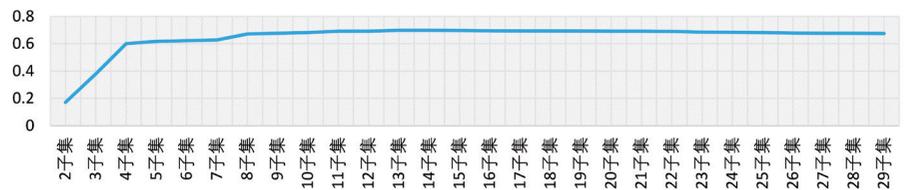


图 11: 本网络以 GN 算法凝聚不同数量子集的 Q 值

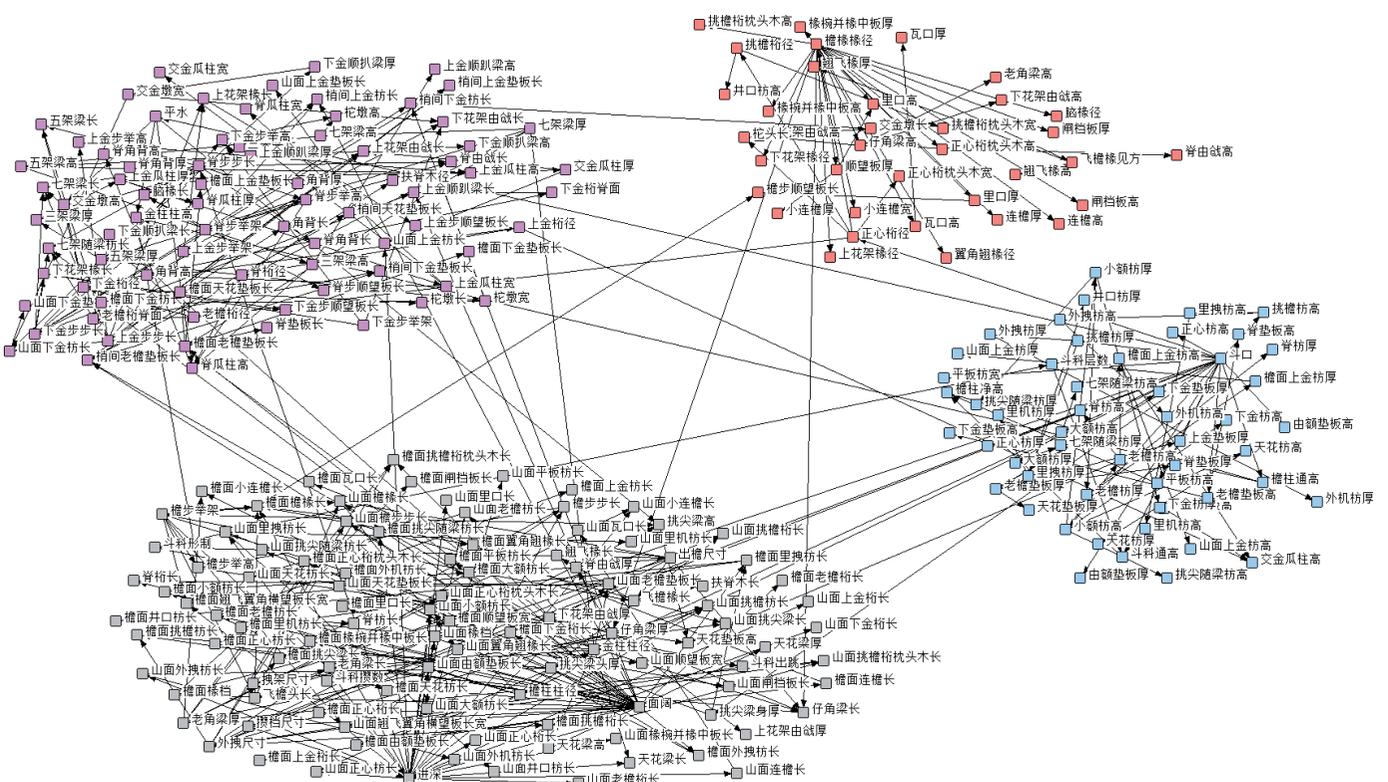


图 12: 本网络以 GN 算法凝聚 4 子集可视化

时，需要经过某节点的次数越多，则此节点的介数中心度越大。由于中介节点的改变将抑制以其作为中介的间接控制，因此介数中心度越大的节点，其承担大木作体

系依照设计而建的责任越重。介数中心度大于100的仅有进深与面阔，占总节点数1%，而63%的构件无中介中心度，即不作为间接控制的中介节点（图14）。

此外，根据子集中介中心度（图15），补充上金瓜柱厚、三架梁厚、五架梁厚、小额枋高、小额枋厚、檐椽椽径，为不同集合的中介节点。

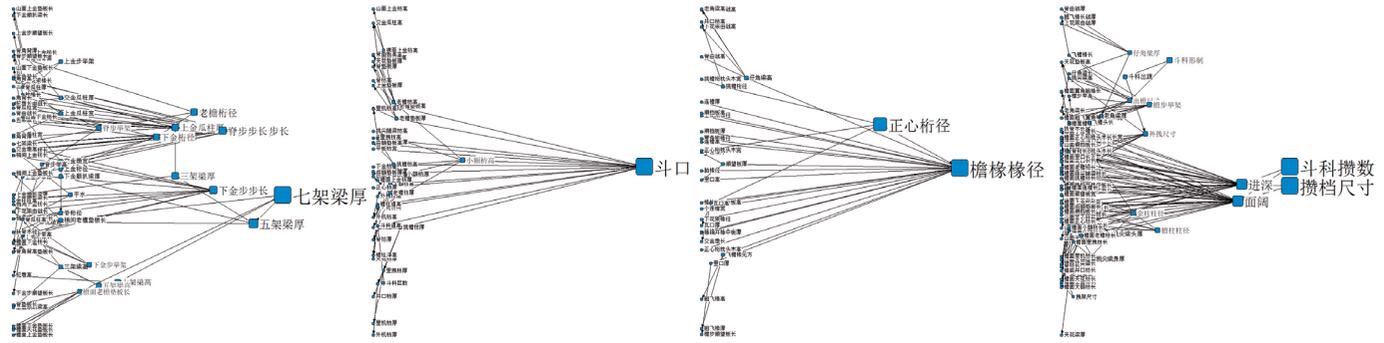


图 13：子集出接近中心度可视化

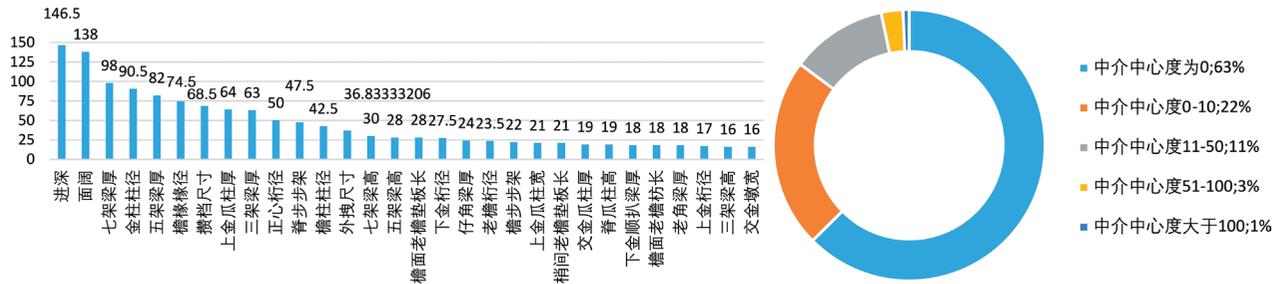


图 14：清工部《工程做法》卷一网络节点介数中心度统计（左：前 30 节点，右：分布图）

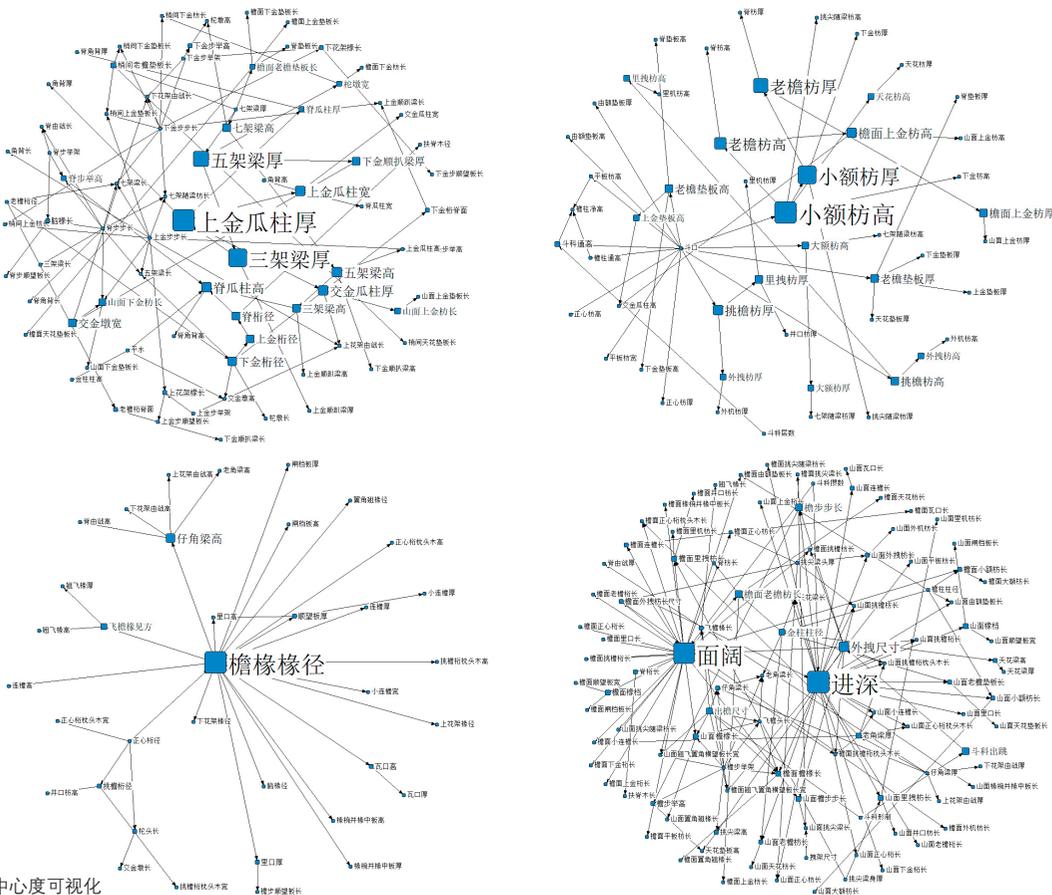


图 15：子集中介中心度可视化

#### 四、结论与思考

在清工部《工程做法》卷一所规定的大木作范式体系中，虽未曾出现如《营造法式》“随宜加减”的描述，但通过量化分析可证其暗含构件尺寸于建造层面具备较强灵活性的信息，这是由于大量尺寸仅受单一尺寸约束、大量尺寸不约束其他尺寸，亦解释了学界已经发现的大量清代官式建筑实测数据及做法册数据与《做法》范式数据之间的差异性。此外，范式体系的尺寸设计并非以“构件”为逻辑，构件的长、高、厚等尺寸通常分属不同子体系，受到不同制约。

范式体系要素尺寸或参数可分为以下四类(图16):其一为控制数据,面阔、进深、斗口、檐椽椽径为其他大量尺寸于范式层面的设计前提,而于建造层面则是控制尺寸建造的源头;其二为设计数据,斗口、各步举架、上金步步架、下金步步架、斗科形制、斗科攒数为建筑设计的给定值,应根据不同建筑的需求最先设计;其三为统筹数据,斗口于大木作完整体系中具有极强的辐射能力,而七架梁厚、正心桁径、檐椽椽径、斗科攒数、攒档尺寸,则辐射于不同集群;其四为中介数据,进深、面阔为大木作完整体系的重要中介角色,上金瓜柱厚、三架梁厚、五架梁厚、小额枋高、小额枋厚、檐椽椽径则中介于不同集群,承担大木作体系依照设计而建的重要责任。

纵观四类数据结果可证四种属性并非互斥,而作为范式体系中需最先给定,即最为重要的设计数据,除斗口、斗科攒数具有多重属性外,其余参数均未展现出于控制、统筹、中介中的较强

作用。此结果说明设计数据并非拘于构件尺寸的控制,亦关注空间与形象的营造:各步举架、上金步步架、下金步步架的设计与建筑空间直至相关,且其所影响的桁条位置亦影响着屋面形象;斗科形制则是塑造立面形象的重要组成。此外,控制、统筹、中介数据于建造层面具较强影响,而控制数据均具备多重属性,影响力最强。因此,虽除斗口外,其他三种控制数据并非为范式层面的设计数据,但由于其较强的影响力,而展现出了成为建造层面的设计数据的可能性。

范式体系中未展现出数据之间的相互作用,或称权衡。但由于建造层面大量尺寸具备灵活性,部分尺寸的变化将呈现出数据权衡的结果,而这会导致针对尺寸结果的研究将指向数据具有相互作用的结论,略如诸多《做法》指导的清代官式建筑,其面阔尺寸不为斗科攒数与11斗口攒档尺寸的相乘结果,而展现出面阔、斗科攒数、攒档尺寸三者之间的相互权衡,而这种结果可能仅是由于攒档尺寸的变化。针对清代官式建筑尺寸的“变化”以及尺寸之间的“权衡”,仍需更多的挖掘与探索,但就范式而论,仅存在“变化”。

社会网络是由节点与关系所建立的结构体系,通过数学方法,可以科学量化“宏观”体系属性,以及各“微观”节点于“宏观”体系中的影响与作用。因此,诸多存在节点与关系的古代文献,均可尝试此方法科学分析,略如本文虽仅探讨了《做法》木作之一例,但书中的石作、瓦作、土作做法,甚至各匠作用料做法,均具有节点与关系特征,具备以此方法分析的可行性,期本文之尝试可为古代文献的进一步探究提供创新思路。

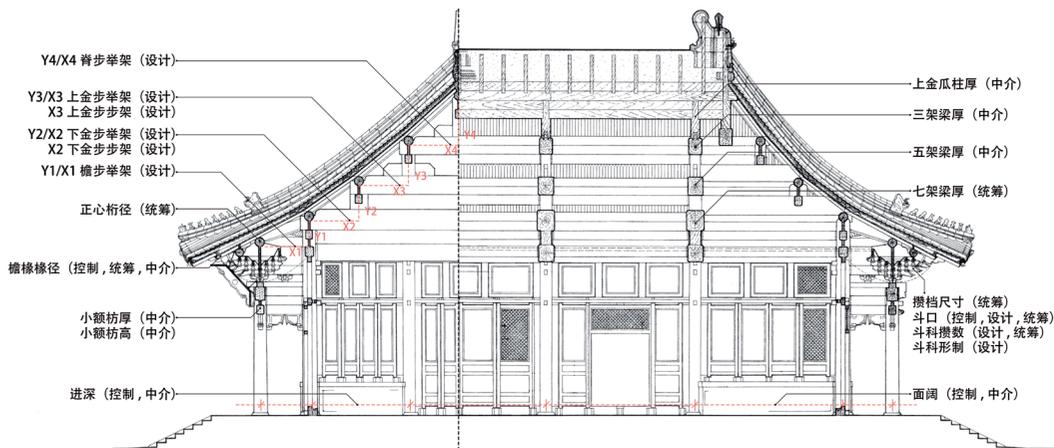


图16: 四类范式体系要素图示

## 注释

- ① 清工部《工程做法》下文简称《做法》。
- ② 同 [14]: 73。
- ③ 同 [14]: 73。
- ④ 老檐缝即为金柱缝, 本文遵清工部《工程做法》而选用“老檐”名称。
- ⑤ 本文以 Ucinet 软件分析网络并利用其内置的 Netdraw 进行可视化呈现。Ucinet 软件的网络整体指标分析、中心度分析与子集分析满足本文分析要求。
- ⑥ 网络密度表明各节点之间联络的紧密程度, 固定规模的节点之间连线越多, 网络密度越大。有向图中密度  $=l/n(n-1)$ ,  $n$  为节点数量,  $l$  为节点有向关系数量,  $n(n-1)$  为最大关系数量。
- ⑦ 网络中两节点之间长度最短的路径称“距离”。
- ⑧ 有向网中两节点之间具备相互联系的程度。
- ⑨ 度中心度为节点  $v$  与其他  $N-1$  个节点直接联系的数量。
- ⑩ 清工部《工程做法》卷一载“凡面阔、进深以斗科攒数而定, 每攒以口数十一份定宽”, 面阔、进深由斗科攒数与攒档尺寸直接控制, 攒档尺寸受斗口控制, 即面阔、进深间接由斗口制约。详见 [14]: 73; 清工部《工程做法》卷一载檐椽椽径为“以桁条径每尺用三寸五分定径”, 而(正心)桁条“以斗口四份定径”, 即檐椽椽径间接由斗口控制。详见 [14]: 78。
- ⑪ 清工部《工程做法》卷一载“凡檐柱以斗口七十份定高……内除平板枋、斗科之高, 即得檐柱净高尺寸”。详见 [14]: 73。
- ⑫ 清工部《工程做法》卷一载“下金枋……高、厚与小额枋同”。详见 [14]: 76。
- ⑬ 斗口规定于清工部《工程做法》卷二十八“斗口有头等才, 二等才, 以至十一等才之分。头等才迎面安翘昂斗口宽六寸, 二等才斗口宽五寸五分, 自三等才以至十一等才各递减五分, 即得斗口尺寸”。详见 [14]: 170。
- ⑭ 上金桁与山柱对位是普遍做法, 故默认山明间进深即为脊步二份。
- ⑮ 接近中心度表达式如下, 即节点  $v$  到其余各点平均距离的倒数。

$$CC_{(v)} = \frac{1}{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N d_{(vj)}}$$

⑯ Girvan-Newman 社团发现算法, 用边介数来标记每条边对网络连通性的影响, 社团间连边的边介数较大, 而社团内部边的边介数较小。

⑰ 介数中心度表达式如下, 其中  $\sigma_{st(v)}$  表示经过节点  $v$ , 且为最短路径的路径数量,  $\sigma_{st}$  表示连接  $s$  和  $t$  最短路径的数量。

$$CB_{(v)} = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st(v)}}{\sigma_{st}}$$

## 参考文献

- [1] (民国) 中国营造学社. 中国营造学社汇刊[M]. 北京: 知识产权出版社, 2006。
- [2] 陈明达. 应县木塔[M]. 北京: 文物出版社, 2001。
- [3] 陈明达. 蓟县独乐寺[M]. 天津: 天津大学出版社, 2007。
- [4] 王贵祥. 唐宋单檐木构建筑平面与立面比例规律的探讨[J]. 北京建筑工程学院学报, 1989 (02): 49-70。
- [5] 王其亨主编. 风水理论研究[M]. 天津: 天津大学出版社, 1992。

- [6] 王其亨, Li Yingchun. 清代样式雷建筑图档中的平格研究——中国传统建筑设计理念与方法的经典范例[J]. 建筑遗产, 2016 (01): 24-33。
- [7] 王南. 规矩方圆, 天地之和——中国古代都城、建筑群与单体建筑之构图比例研究[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018。
- [8] 傅熹年. 中国古代建筑外观设计手法初探[J]. 文物, 2001(1): 16。
- [9] 傅熹年. 中国古代城市规划、建筑群布局及建筑设计方法研究[M]. 2版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015。
- [10] 张十庆. 中日古代建筑大木技术的源流与变迁[M]. 天津: 天津大学出版社, 2004。
- [11] 肖昱. 唐宋古建筑尺度规律研究[J]. 南京: 东南大学出版社, 2006。
- [12] 梁思成. 清式营造则例[M]. 中国营造学社, 1934。
- [13] 梁思成. 清工部《工程做法则例》图解[M]. 北京: 清华大学出版社出版, 2006。
- [14] 王璞子. 工程做法注释[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995。
- [15] 井庆升. 清式大木作操作工艺[M]. 北京: 文物出版社, 1983。
- [16] 马炳坚. 中国古建筑木作营造技术[M]. 北京: 科学出版社, 2003。
- [17] 白丽娟, 王景福编著. 古建清代木构造[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2007。
- [18] (美) Linton C. Freeman. 社交网络中的中心性: 概念澄清 (Centrality in Social Networks: Conceptual clarification) [J]. 社交网络 (Social Networks), 1978, 1 (3): 215-239。
- [19] (美) Linton C. Freeman, 张文宏等译. 社会网络分析发展史: 一项科学社会学的研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2008。
- [20] (美) Thomas W. Valente, Robert K. Foreman. 整合性和辐射性: 衡量个人在网络中的连通性和可达性 (Integration and radiality: Measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network) [J]. 社交网络 (Social Networks), 1998, 20 (1): 89-105。
- [21] (美) Girvan M., Newman M. E. J. 社会和生物网络中的社区结构 (Community structure in social and biological networks) [J]. 美国国家科学院院刊 (Proc. Natl. Acad. Sci. USA), 2002, 99 (12): 7821-7826。
- [22] 吴思竹, 张智雄. 网络中心度计算方法研究综述[J]. 图书情报工作, 2010, 54 (18): 107-110+148。
- [23] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004。
- [24] 李娜, 包平. 方志类古籍中物产名与别名关系的可视化——基于社会网络分析技术视角[J]. 图书馆论坛, 2017, 37 (12): 108-114。

## 图片来源

- 图1、图3、图4、图6、图9、图12、图13、图15: 基于 Ucinet 与 Netdraw 自绘
- 图5、图8、图10、图11、图14: 基于 Ucinet 自绘
- 图2: 基于清工部《工程做法》卷一自绘
- 图7、图16: 转绘于参考文献 [13]: 14-15。