未完成建筑：来自人工智能

Elena Merino Gómez，巴利亚多利德大学，elena.merino.gomez@uva.esFernando Moral Andrés，内布里哈大学，fmoral@nebrija.esPedro Reviriego Vasallo，马德里理工大学，pedro.reviriego@upm.es

摘要
未完工建筑贯穿建筑史始终，并引发了关于是否应将其建成的激烈讨论，同时也为人们提供了理论探讨的契机，使其能够结合已完成部分，思考各种构图可能性。

人工智能（AI）的发展为提出未完成建筑的续建方案开辟了新途径。具体而言，随着 DALL-E 等能够根据文本描述补全图像的工具近期问世，我们可以借助人工智能完成建筑设计任务。本文探讨了运用这些新型人工智能工具补全历史寺庙未完工立面的做法，并分析了其在建筑图形构成领域仍处于萌芽阶段的发展现状。

关键词： 未完成建筑、人工智能、DALL-E、图像外扩

引言

人工智能新应用的涌现，似乎正以不同程度的成效惠及各个知识领域。在过去十年中，人工智能经历了指数级发展，其能够提升人类表现的任务清单也迅速扩大。例如，深度学习的引入，加上可用于训练的大型数据集，使人工智能系统在计算机视觉和图像处理应用中的性能显著提升（Elgendy，2020年）。这些应用包括基于医学图像的诊断（Barragán-Montero，2021年）、车辆对行人的检测（Boukerche，2021年），以及手写签名识别等。近来，能够根据文本描述生成图像的人工智能工具也已问世（Ramesh，2021年）。DALL-E、MidJourney、Text2Art 和 Stable Diffusion 等工具使用数亿乃至数十亿组文本/图像对进行训练，并采用包含数千万乃至数亿个参数的模型。这使它们在许多情况下能够生成高质量结果，不过仍存在一些局限，例如输入文本不是英语或使用了生僻词时。无论如何，这些新工具正在为视觉艺术领域开辟前所未有的可能性。

然而，正如19世纪的情况一样，当时建筑师相信自己有能力推导出未完成项目的正确解决方案；如今，图像补全工具所引发的期待似乎也正将我们引向同样热切的道路。19世纪的信念认为，人们能够提出

未完成项目这一谜题的正确解答（Mangone，2018年，第10页），如今似乎借助人工智能获得了第二次机会。然而，“正确解决方案”这一思路本身预设了一个明确无歧义的结果，这与图像创作的自然过程格格不入；在这一过程中，修正与修改痕迹始终十分常见。

永无止境的故事

未完成建筑所散发的魅力，与人类历史一样古老。对诸神的*ὕβρις*（傲慢僭越）有时会招致惩罚，建筑工程因此中断。巴比伦人便四散离去，留下未建成的塔（图1）和城市。同样的不幸也降临在雅典奥林匹翁神庙身上 [1]，，其未完成状态被归因于神明对庇西特拉图家族暴虐傲慢的惩戒[2]。尽管传说与神意的阴影试图为某些未竟之作作出解释，但经济、政治、文化或宗教因素，才是欧洲各地大量历史建筑未能完工最常见的原因。



图1：巴别塔。（局部）。老彼得·勃鲁盖尔。1563年。维也纳艺术史博物馆。

1547年，也就是塞巴斯蒂亚诺·塞利奥关于神庙的《第五卷》初版问世之年，他曾为意大利在本世纪及此前几个世纪开工的许多宏伟教堂未能完工而惋惜。当时，许多巨型建筑正在施工，例如他的故乡博洛尼亚的圣白托略大殿、米兰大教堂、佛罗伦萨的圣母百花大教堂，以及罗马圣彼得大教堂那项雄心勃勃的工程。它们始终面临着永远无法竣工的威胁，原因或是经济资源一如既往地变幻无常，或是脆弱的政治平衡：

> “[……] 在′我们这个时代，或因虔诚不足，或因人们′贪婪，如今已不再兴建宏伟的教堂，连已动工的也未能完工。” [3]

(塞利奥与马丁，1547年，第202页)

关于是否应继续建造未完工建筑的讨论与其停工原因一样，也呈现出诸多复杂面向。人们最常将经济原因作为一般已建成作品，尤其是通常被视为多余的立面遭到弃置的理由。

直到19世纪末和20世纪初，未完成建筑都注定处于未完成状态。然而，无论是公众舆论还是专业意见，都对未完成建筑所呈现的醒目瑕疵十分敏感。在建筑物的各个部分中，立面堪称未竟状态最突出的标志，直接影响城市景观，也令人想起昔日失败的尝试。一些立面完工方案曾引发激烈争议，甚至超越建筑专业领域，牵涉广大民众共同决定如何完成立面。

CORAM POPULO

没有哪种建筑元素比建筑物的立面更经受得起公众舆论的严格审视。集体归属感使立面成为人们经常批评的对象；在非专业公众眼中，立面与建筑之间还存在一种无意识的认同。让市民有机会决定建筑或城市偏好的全民投票活动，很少关注建筑物内部，而是将目光转向外部。

几个世纪以来，各种参与式流程都在立面的建成史上留下了印记，而这一历程往往充满挫折。传统竞赛（Savorra，2012）无论是公开还是限制参与，评审者都形形色色 [4]：从13世纪佛罗伦萨的贵族家族投票选定圣母百花大教堂的不同方案（Saalman，1964年，第490页），到全民公投，例如19世纪末为其最终加冕而组织的公投（Franceschini，1883年）（图2），以及20世纪30年代为完成博洛尼亚圣彼得罗尼奥大教堂立面而举行的公投（Piacentini，1935年）。

20世纪最初几十年，修复领域的历史主义思潮逐渐退潮，此后，完成未竟立面的尝试似乎也基本销声匿迹。20世纪的前三分之一见证了最后几场旨在完成历史建筑的竞赛；这些竞赛深受意识形态环境影响（Savorra，2018年），往往缺乏严谨的理论推理。尽管当代修复思潮已彻底放弃以历史主义方式完成建筑，2009年至2014年担任佛罗伦萨市长的马泰奥·伦齐，仍于2011年提议按照米开朗基罗的设计完成佛罗伦萨圣洛伦佐教堂的立面 [5]。

19世纪的实证主义催生了这样一种看法：借助新的分析工具，建筑师能够完成建筑物，正如其作者在当时若未因故无法完成工程计划，也会亲自完成它们一样（Mangone，2018年，第10页）。Viollet那句著名的格言——“修复一座建筑物，不是维护、修缮或重建它，而是将它恢复到一种完整状态，而这种状态或许从未在任何特定时期存在过” [6] ——明确表达了他的坚定信念：在他之前的时代，没有任何文明会有意进行修复，就像人们在

19世纪下半叶所理解的那样[7]。无法“唤醒死者”（Ruskin，1889年，第194页）这一点将成为尖锐批评的依据[8] 他的同时代人和后继者将以此抨击他，甚至使他坚实的理论基础黯然失色。



图2. 1884年1月3日提交征询意见的侧廊立面冠顶方案（Zuffanelli 和 Faggia，1887年，第16页）。左侧为典型的巴西利卡式冠顶模型，右侧为三尖式模型。Niccolò Barducci，《圣母百花大教堂景观》及 De Fabris 的立面，1876—1883年，佛罗伦萨大教堂博物馆

想象与科学

尽管科学主义的理念试图寻求一种“正确”、因而唯一的解决方案，但为一些最重要的意大利教堂尚未完成的立面所提出的各种迥异、甚至有些疯狂的方案，证实了从同一先例出发可以提出无穷无尽的解决方案。在许多情况下，这些都是发挥创意自由的尝试，或多或少依据各个时期流行的修复潮流以及建筑构图规则。即使在今天，在官方竞赛范围之外，人们仍不断提出各种方案，有时甚至近乎挑衅。前文提到的圣白托略大殿案例，曾有一项名为*Bosco San Petronio*的终结方案（图3和图4），由Mario Cucinella Architects出色地提出（Totaro，2020年）。Mario Mariotti于1980年在佛罗伦萨圣灵教堂朴素无饰的立面上所作的投影（图5），则展现了更具概念性与奇思妙想的构思。





图3 和 4：*Bosco San Petronio*，意大利博洛尼亚。Mario Cucinella Architects。图片由 Mario Cucinella Architects 和 MCA Visual 惠允

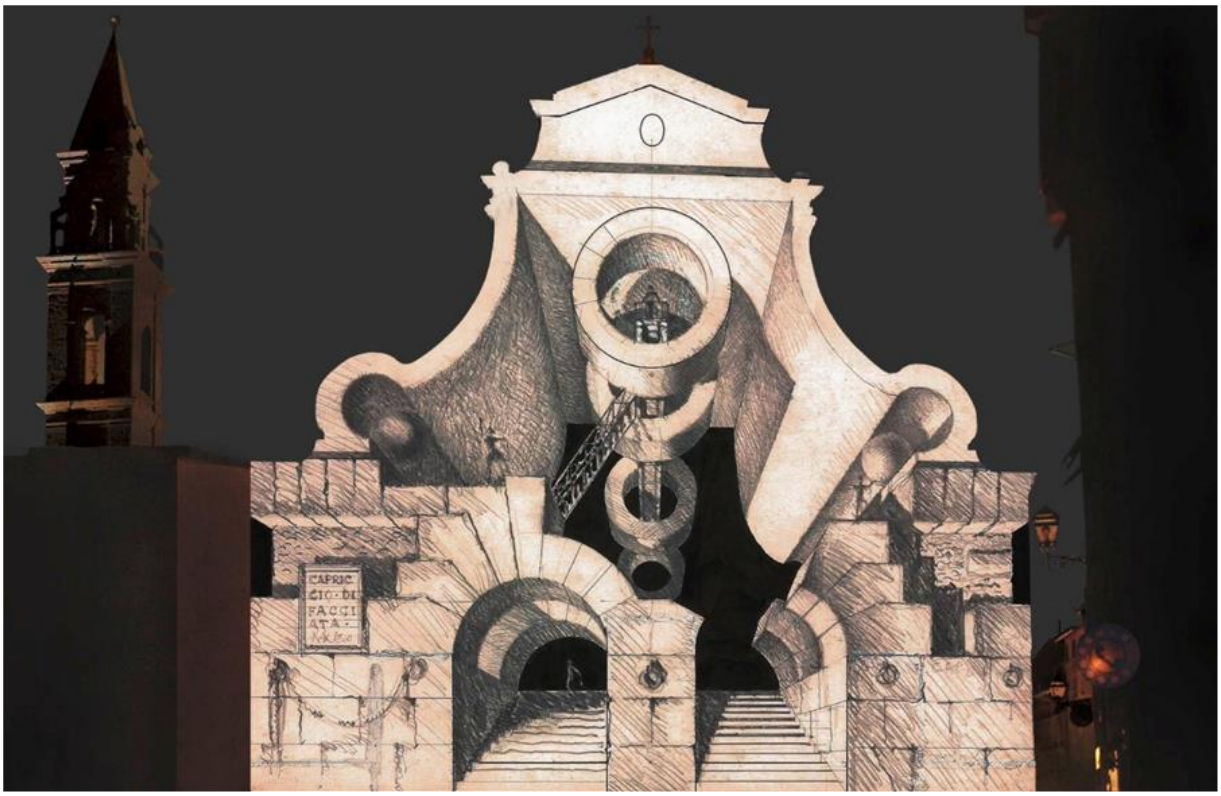

图 5：Mario Mariotti（1980年）。“圣灵教堂立面完工方案”的投影方案。项目 *Piazza della Palla*。佛罗伦萨。

在本研究中，我们将采用意大利中部一些已成为经典案例的十五世纪未完成立面，考察人工智能如何对其进行完工设计（表1）。为便于观察，我们区分了三种情况：部分建成的立面（未完成）、裸露的立面（裸露）和延期建成的立面（*PERFECTA DILATA*），也就是说，这些立面的完工时间远晚于最初的设计方案。

本研究将使用 DALL-E 图像扩展工具 [9]，它能够基于已有图形元素扩展图像，因此可以推测，它会运用连贯的视觉素材来补全未完成的图像。本研究旨在探讨人工智能对历史建筑立面不同类型未完成状态的响应。输入内容是一张 1024 × 1024 像素的未完成立面图像。还需为图像配上一段文字，以引导用户期望的结果。文本和图像处理完成后，图像外扩工具会生成一个方案；每次尝试生成的方案都独一无二，因此即使输入相同的文本序列，每次得到的图像也会有所不同。

立面	立面年代	类型
圣巴托洛梅奥修道院 巴托洛梅奥 （菲耶索莱）	1456年。中央门道的立面覆层 以及两个相邻构件	未完成
圣彼得罗尼奥大教堂 （博洛尼亚）	1425年。Porta Magna 1524-1530年。相邻区域的立面覆层 通往Porta Magna的门	未完成
圣洛伦佐教堂 （佛罗伦萨）	1418。（美第奇时期）	NUDA
圣灵教堂 （佛罗伦萨）	1487	NUDA
圣母玛利亚 新圣母大殿（佛罗伦萨）	直到1470年仍未完成。由 L. B. 完成。 阿尔伯蒂。	PERFECTA DILATA
圣十字圣殿 （佛罗伦萨）	直到1863年才完工。由尼科洛 ·马塔斯 完成	PERFECTA DILATA

表 1. 分析案例

文本序列中仅加入“立面”一词，以提供观察人工智能表现所必需的最少信息，并尽可能减少干扰。每个示例展示两种结果，以考察不同变化并探索连续试验之间的差异程度，同时让读者有机会通过更多试验复现并扩展这项研究。

IMPERFECTA PERFICERE：完成未完成之事

用于分析未完工立面如何完成的案例，是菲耶索莱修道院（图6）和博洛尼亚的圣彼得罗尼奥大教堂（图7）。这两处建筑都为人工智能提供了视觉指引，使其能够依据色彩和几何元素进行重建。

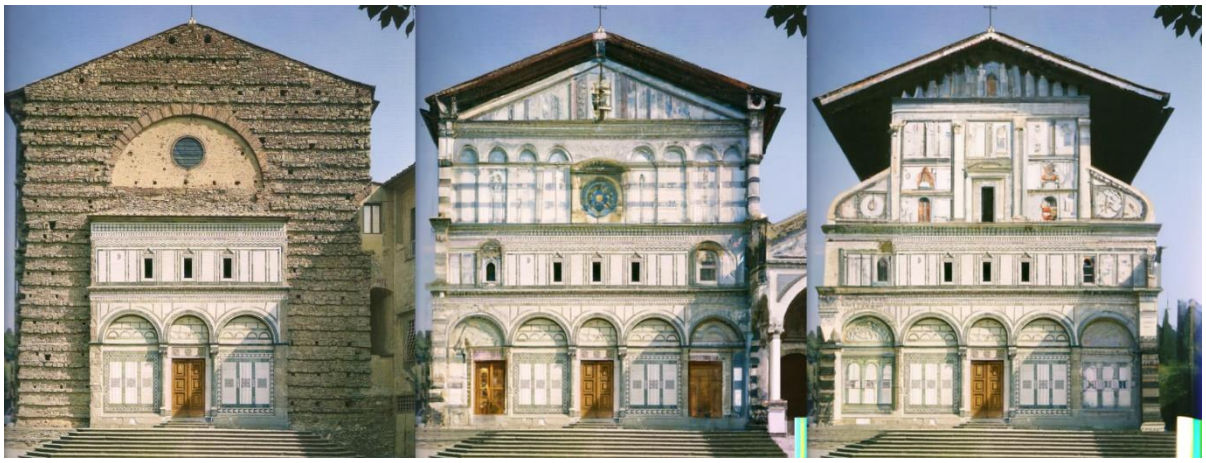

图 6：菲耶索莱修道院（菲耶索莱）。从左至右：现状，以及使用 DALL-E 2 外绘工具生成的两个连续修复方案



图 7：圣白托略大殿（博洛尼亚）。从左至右：现状，以及使用 DALL-E 2 外绘工具生成的两个连续修复方案

可以看出，在这一案例以及所有已考察的案例中，人工智能都遵循以垂直中轴线为基准的对称原则，这是现代运动之前历史建筑的典型特征。总体而言，这些方案在形式上似乎与意大利中部和北部十五世纪的神庙建筑有关。菲耶索莱修道院采用了当地传统的白色饰面，并以普拉托产的蛇纹大理石装饰，这或许使人工智能联想到新圣母大殿的范例；后者是立面采用绿白双色装饰的最具辨识度的案例之一。这就是为什么图6的第二种方案中出现了对侧向涡卷饰的模仿，它们无疑令人想起佛罗伦萨大教堂阿尔伯蒂式立面的形制。

对于圣彼得罗尼奥大教堂，人工智能在色彩限制所允许的自由度内进行创作，生成的方案与罗马式甚至文艺复兴建筑风格相协调；至少在所展示的方案中，并未呼应侧门所体现的哥特式特征（非哥特式）。

完成未竟之作：完成裸露之作

为了考察在除立面平坦轮廓之外没有其他参照点的情况下人工智能如何运作，我们选取了两个具有代表性的经典案例：

佛罗伦萨的圣洛伦佐圣殿（图 8）和圣灵大殿（图 9）。



图 8：圣洛伦佐圣殿（佛罗伦萨）。从左至右：现状，以及使用 DALL-E 2 外绘工具生成的两个连续修复方案



图 9：圣灵大殿（佛罗伦萨）。从左至右：现状，以及使用 DALL-E 2 外绘工具生成的两个连续修复方案

DALL-E 2 使用一种称为“扩散”的生成过程：它从随机点构成的图案开始，在识别出所提供图像中的特定元素后，逐渐将该图案转变为图像 [10]。这一过程在缺少任何覆层的立面上表现得十分明显：就本节分析的实例而言，人工智能判定这种未完成状态是原始图像的特征，因此生成的方案也明显保留了这种未完成状态。圣洛伦佐教堂的例子清楚地呈现了这一问题：人工智能让部分立面仍未覆盖。至于圣灵教堂，立面渲染图的复制生成了一个看似更加完整的实例，因为该工具自然无法察觉未完工立面上涂层原本只是临时性的。

除了轮廓和开口的定义之外，缺少参照性视觉元素，使人工智能无法识别连贯的建筑元素以选择一种样式，并决定了它为两座大殿提供的结果。尽管代表立面现状的图像定义不够清晰，所得结果也不理想，但在本例中仍只提供了“立面”一词，因为目标是在三个案例研究部分中获得一份可供比较的方案清单。为了避免人工智能在网络上识别相似图像，研究者刻意省略了更明确的文本序列，例如“意大利文艺复兴教堂”或

类似的词语，以免诱使工具据此进行操作，从而实现完整的重建。本研究始终尝试迫使系统根据图形语境元素生成方案。

为验证这些示例中的运行局限性，除本文展示的结果外，我们还进行了大量连续尝试。无论采用何种变化，DALL-E-2 提供的所有方案都一再呈现出相同的问题：圣洛伦佐教堂的结果无法得出明确结论；而在圣灵教堂的案例中，立面现有的饰面砂浆则造成了混淆。

完美重制：重做已完成之作

最后，本文将分析那些立面完成时间远远晚于建筑物竣工时间的案例。佛罗伦萨的一些实例颇具代表性，其中尤以新圣母大殿（图10）和佛罗伦萨的圣十字圣殿（图11和图12）为突出。从新圣母大殿主体建成到阿尔伯蒂为其立面设计方案，历时一个多世纪；而圣十字圣殿竣工后，又过了四个多世纪，其立面才于19世纪下半叶完成。



图 10：新圣母大殿（佛罗伦萨）。从左至右：约在1350 [11] 时立面的状态假设，以及使用 DALL-E 2 的图像扩展工具生成的两个连续修复方案



图 11：圣十字圣殿（佛罗伦萨）。从左至右：1853年之前立面的状态，以及使用 DALL-E 2 的图像扩展工具生成的两个连续修复方案



图12：圣十字圣殿（佛罗伦萨）。从左至右：立面的现状（1853年之后），以及使用DALL-E 2 的图像扩展工具生成的两个连续修复方案

此处旨在考察最终建成的立面与人工智能生成的方案之间的差距，尽管这些立面的完成时间有所延后，并将其与人类原创者提出的方案进行比较。

对于新圣母大殿，我们以 3dSign Studio[11] 根据重建结果提出的假设为起点，探讨莱昂·巴蒂斯塔·阿尔贝蒂介入之前立面的状态。图像外扩返回了一些基于该假设生成的方案，与阿尔贝蒂设计的真实立面有几分相似。既有建筑所确立的格局，使人工智能能够在生成方案时达到尚可接受的一致性。

对于圣十字圣殿，我们进行了双重观察。由于有未饰面立面的摄影记录，我们将其以这种方式输入工具，生成的结果与圣洛伦佐教堂的观察结果相似。图像外扩识别出其未完成状态，并给出了同样显得未完成的方案。

第二次尝试时，将一张当代照片输入工具，并擦除其中与立面在1853年之前状态相当的覆盖部分，只标出圣十字圣殿的轮廓和开口。人工智能生成的结果与当前立面的自然形态相符。我们的假设是，人工智能识别出了背景右侧的巴卡尼钟楼，并依据圣十字圣殿当前图像集进行重建。事实证明了这一点：移除钟楼并进行新的尝试后，人工智能生成的结果便与真实立面大相径庭（图13）。



图13：圣十字圣殿（佛罗伦萨）。从左至右：立面的现状；裁去标志性钟楼后的立面；以及使用DALL-E 2 的图像扩展工具生成的两个连续修复方案

结论

DALL-E-2 外绘工具生成的未完工立面补全结果，通常符合基于人工智能能够在网络上识别的图像资源进行照片级真实感重建的预期。

人工智能提出的方案，其陌生感与其能够识别的视觉语境化数据的局限性直接成正比。纵观历史，许多建筑师针对部分受分析立面提出的自然方案，在这方面表现出更大的独立性。因此，具有明确起始模式的立面，例如博洛尼亚的圣白托略大殿，既催生了不同竞赛中内敛而连贯的项目，也催生了形式基础颇有争议、创意迸发的方案。

从这个意义上说，可以认为建筑师无论好坏，想发挥创造力时便能做到；而人工智能只有在别无他法时才会如此。从这一观察可以推断，人工智能更加客观，因此也更具科学性，因为其运作方式更加规律。然而，显然，本文展示的一些方案可以依据风格、历史、形式或美学标准予以剔除（例如图 8、11 和 13）。

尽管这项工具尚处于萌芽阶段，但考虑到其目的是基于文字和视觉语境创作新的图像，我们可以预见，随着未来在历史视觉语境中识别建筑元素和构图规则的能力不断提升，其生成结果也会有所改善，或许由此能够得出更加一致的命题实例。目前，这种工具更适合被归入纯粹艺术创作领域，而非建筑理论学科。

注释

1/ “[...] propter interpellationem reipublicae incepta reliquerunt”。（维特鲁威，1997年，第169页）

2/ “雅典人[...] 有意将雄心勃勃的奥林匹亚宙斯神庙留作未完成状态，以此纪念暴政的傲慢。”（Stuttard，2021年）。

3/ “[...] 在这个时代，由于缺乏虔诚或人们贪婪成性，大型教堂不再动工，已经动工的也无法完工。”由作者翻译。

4/ 关于佛罗伦萨为完成圣母百花大教堂而举行的公投，该项目始于13世纪（Saalman，1964年，第490页）；关于1872年圣母百花大教堂的竞赛（Cresti、Cozzi、Carapelli，1986年，第169页）；关于1886年圣彼得罗尼奥大教堂的竞赛：[...] 委员会[...] 竟想出一个馊主意，举行全民公投，以决定三个被评为并列第一的方案中，哪一个才是真正最好的（Piacentini，1935年，第401页）。尽管如此，1933年还是将举办一场新的竞赛；关于21世纪完成佛罗伦萨圣洛伦佐圣殿的提议（Repubblica，2011年）。

5/ “完成佛罗伦萨的圣洛伦佐圣殿，建造大理石立面，该立面由米开朗基罗于1515年设计，却从未建成：这项提议将提交佛罗伦萨人公投。以便在2015年之前作出决定：届时距米开朗基罗的设计已有500年，距佛罗伦萨成为首都已有150年”。“通过建造米开朗基罗于1515年设计、但从未建成的大理石立面，完成佛罗伦萨的圣洛伦佐圣殿：这项提议将提交佛罗伦萨人公投，以便在2015年之前作出决定：届时距米开朗基罗的设计已有500年，距佛罗伦萨成为首都已有500年” (Repubblica，2011年)。（作者译。）

不出所料，这项提案甚至还没提交给佛罗伦萨人公投，就被搁置了。

6/“修复一座建筑，并非维护、修理或重建它，而是使它恢复到一种完整的状态，而这种状态在某个时期或许从未存在过”。（维奥莱-勒-迪克，1866年，第14页）

7/“在过去的时代，没有任何文明、没有任何民族曾试图进行我们今天所理解的那种修复”。（维奥莱-勒-迪克，1866年，第14页）

8/“在这件重要的事情上，我们不要自欺欺人；要修复任何曾在建筑领域达到过伟大或美丽境界的事物，都是不可能的，就像让死者复生一样不可能。”（Ruskin，1889年，第194页）。

9/ https://openai.com/blog/dall-e-introducing-outpainting/

10/ < https://openai.com/dall-e-2/>

11/ 为展览《文艺复兴时期的人：莱昂·巴蒂斯塔·阿尔伯蒂与佛罗伦萨的理性之美艺术》制作的数字重建（佛罗伦萨，2006年3月11日至7月23日），见：https://www.youtube.com/watch?v=i3FYkjcY4uA&t=172s

参考文献

BARRAGÁN-MONTERO, A. 等。2021年。用于医学影像的人工智能与机器学习：技术综述。《医学物理》，83，242-256。

BOUKERCHE, Azzedine 和 SHA, Mingzhi。2021年。基于深度学习的行人检测方法设计指南：支持自动驾驶汽车。《ACM计算调查（CSUR）》，54(6)，第1-36页。

CRESTI, Carlo，COZZI, MAURO 和 CARAPELLI, Gabriella。1986年。《佛罗伦萨大教堂 182》*2-1887*年。立面的冒险。佛罗伦萨：Edizioni il Bossolo。

Mohamed Elgendy。2020年。视觉系统深度学习。纽约：Manning Publications。

Pietro Franceschini。1883年。圣母百花大教堂的立面。佛罗伦萨：希腊人街*25*号作者兼书商处。

MANGONE, Fabio。2018年。序言，载于：M. Savorra（著）《立面问题：意大利教堂的“完工”与建筑的政治维度，*1861—1905*年》。米兰：Franco Angeli，第9—10页。

MARIOTTI, Mario. (1980年). *Piazza della Palla*，载于：Mariotti档案馆< https://www.mariomariotti.net/proiezioni> [访问日期：12/12/2022]。

PIACENTINI, Marcello. 1935年. 博洛尼亚圣彼得罗尼奥教堂立面全国竞赛，载于：《建筑：国家法西斯建筑师工会杂志》，第八期，1935年7月。第399-408页。可查阅：http://digitale.bnc.roma.sbn.it/tecadigitale/visore/#/main/viewer?idMetadato=20276494&type=bncr [访问日期：22/12/2022]。

RAMESH, Aditya 等。2021年。零样本文本到图像生成。arXiv 预印本。https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.12092

《共和国报》. 2011年. 圣洛伦佐教堂公投. 按照米开朗基罗的设想重建立面？载于：《共和国报》，佛罗伦萨地方版，2011年7月25日. 可查阅：

https://firenze.repubblica.it/cronaca/2011/07/25/news/una_facciata_per_san_lorenz o_il_sindaco_sta_pensando_di_completare_il_progetto_di_michelangelo-19604644/[访问日期：19/12/2022]。

RUSKIN, John. 1889年.《建筑的七盏明灯》. 肯特郡奥平顿 Sunnyside：George Allen。

SAALMAN, Howard. 1964年. 圣母百花大教堂：1294—1418年，载于：《艺术通报》，6:4，第471—500页。doi：https://doi.org/10.1080/00043079.1964.10788790

SAVORRA, Massimiliano. 2012年。《仿制立面与国家纪念碑：政治用途与起源探究之间的教堂完工竞赛》，载于 V. Ferreti 与 M. Savorra 编，《佛罗伦萨圣洛伦佐教堂大殿立面。从米开朗基罗到*1900*年竞赛的设计方案》。米兰：Silvana Editoriale，第 12–21 页。

SAVORRA, Massimiliano. 2018年。立面问题：意大利教堂的“完工”与建筑的政治维度，*1861—1905*年。米兰：Franco Angeli。

塞巴斯蒂亚诺·塞尔里奥与 MARTIN, J. 1547年。塞巴斯蒂亚诺·塞尔里奥·博洛尼亚人的《建筑第五书》，论述基督教习俗与古代方式下圣殿的多种形式。巴黎：米歇尔·德·瓦斯科桑印刷所。

STUTTARD, David. 2021年。《晚期古风时期雅典的民主建设》，（书评），英文：< classicsforall.org.uk。可访问：https://classicsforall.org.uk/reading-room/book-reviews/building-democracy-late-archaic-athens> [访问日期：27/12/2022]。

TOTARO, Romina. 2020. 马里奥·库奇内拉与充满挑衅意味的 Bosco San Petronio：“与环境建立一种新的友谊”，载于*Domus*，2020年12月31日。网址：https://www.domusweb.it/en/architecture/2020/12/24/mario-

cucinella-and-the-provocation-of-bosco-san-petronio-a-new-friendship-with-the-environment.html [访问日期：15/12/2022]。VIOLLET-LE-DUC，Eugène。1866年。《法国建筑词典（十一世纪至e十六e 世纪》，第8卷。巴黎：Morel。维特鲁威·波利翁，M.，1997年。《建筑十书》。马德里：Alianza Forma。ZUFFANELLI，Giuseppe 与 FAGLIA，Francesco。1887年。《佛罗伦萨大教堂立面》。佛罗伦萨：恰尔代利印刷所。

我们感谢戴维·斯塔塔德教授为本研究作出的善意贡献，尤其是在古典建筑物结论不明确这一部分。