

## AI 缀合中的人机耦合

莫伯峰 首都师范大学 出土文献与中国古代文明研究协同创新中心

张重生 门 艺 河南大学

**摘 要：**本文结合我们近期的计算机缀合实践，以五组新缀甲骨为例，探讨了 AI 时代如何利用计算机的优势，并结合专家知识，共同推进古文字研究发展的一些经验。认为 AI 和专家各有所长，二者需要密切合作，人机耦合是现阶段利用 AI 技术最为有效的一种方式。

**关键词：**甲骨 缀合 人工智能

天下难事必作于易，天下大事必作于细。

——《道德经》

2018 年第 22 届古文字年会上，吴振武会长提出了古文字研究与人工智能 (Artificial Intelligence, 以下简称 AI) 相结合的构想。经过两年多时间的摸索，AI 已经在一些古文字问题上展现出一定的应用潜力，对学科发展起到了一些助力作用，说明这一方向的确非常值得尝试和期待。

AI 与古文字研究的结合，现在还处在非常初级的阶段，今后还会有很漫长的道路需要探索。我们认为，在这一过程中，采取“人机耦合”的策略极为重要。所谓“人机耦合”，就是在 AI 擅长的领域，解决人类智能比较困难的问题；在人类智能比较擅长的领域，解决 AI 比较困难的问题。通过这种“耦合”，最终完整地解决整个问题，并在此过程中对问题本质有一个更深刻的认识。

这一选择是两方面因素决定的：一方面是 AI 发展的现状决定的。AI 在一些特定领域的表现已经达到或超过了人类智能。但与此同时，在可预见的时间内，AI 又还不可能全面超越人类智能（当然，AI 是否一定会全面超越人类智能也并不确定）。另一方面是古文字学的发展水平所决定的。中国古文字学有着非常悠久的历史 and 深厚的学术积淀，已有的各种学科知识，既是 AI 可以利用的，也是 AI 必须要利用的。因此，在比较长的一段时间里，“人机耦合”将会是我们与 AI 共存的一种主要形态。

下面我们通过近期取得一定突破的 AI 缀合工作，来试述古文字领域人机耦合如何实

现,具有什么样的优势,又需要注意哪些问题。

—

黄天树师曾在《甲骨拼合集》序言中归纳总结了甲骨缀合的四种方法:据字体缀合;据残字缀合;据碴口缀合;据同文缀合。<sup>①</sup>过去的缀合实践,基本上都没有超出这几种方法的范畴。但是在这几种方法中,据碴口缀合主要被视作一种验证缀合的方法,很难作为一种寻找缀合的方法。这是因为,我们人脑对碴口的记忆,远远达不到对同文、残字和字体的记忆水平。因此,虽然从理论上来说,甲骨断裂处的碴口也能成为寻找缀合的一个线索。但是在实际操作中,却很少有学者完全基于碴口来实现缀合。也正因为这个原因,对于边缘没有残字,也缺乏同文的一些甲骨,缀合难度就显得大很多。而这也就成为了缀合工作的一个盲区。

与之相反,人脑比较困难的碴口记忆和匹配能力,恰恰是 AI 比较擅长的领域。现时的 AI 技术,在人脸识别、物品识别等方面都已经相当成熟,而甲骨的碴口本质上也是一种线形图形,处理起来并没有特殊的困难。因此,在我们近期缀合的一些甲骨中,就主要依靠了 AI 的碴口匹配能力。以下试举几例来说明:

第一例:《合集》954(《粹》187、《善》86)+《合集》4248(历拓 10371)

《合集》954



《合集》4248

缀合释文如下:

- (1) 贞: 𠄎土𠄎。一。
- (2) 丙辰卜争贞: 自出𠄎。一。

<sup>①</sup> 黄天树主编:《甲骨拼合集》,北京:学苑出版社,2010年。

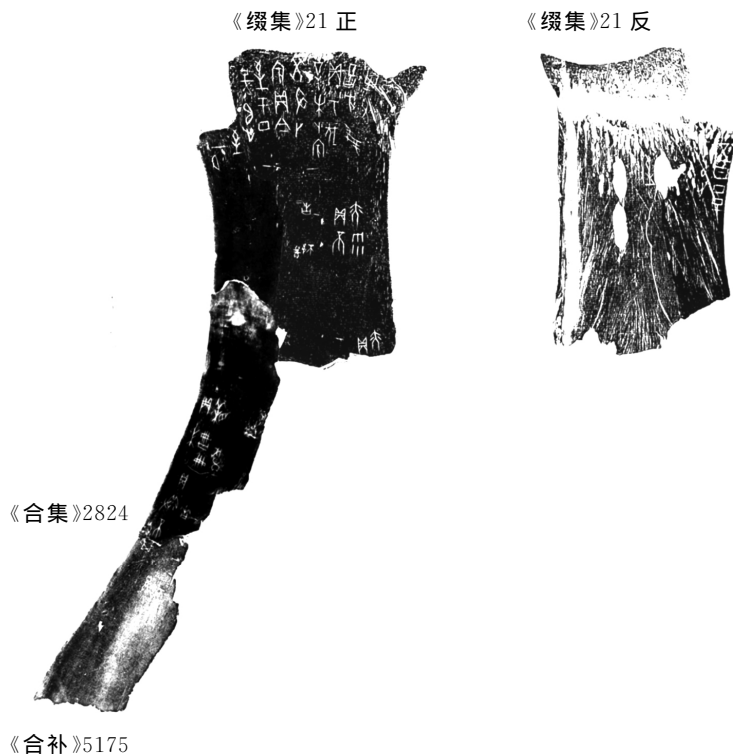
(3) 贞:莫于丘绝<sup>①</sup>。不<sub>彳</sub>龜。一。

(4) 甲辰卜争贞:出伐于大甲。

从缀合线索上来看,《合集》954 与《合集》4248 之间既没有残字也没有残辞,因此不能根据文字方面的信息进行缀合。而就同文来看,《合集》4248 与《合集》779、《合集》780 存在一定同文关系。但这三片甲骨恰恰都只是骨条部分,与《合集》954 骨首部分不存在同文的情况。因此,碴口成为了缀合唯一可以依靠的线索。而 AI 也就成为解决这一问题的最佳途径。

通过碴口进行的缀合,通常具有较大的材料创新性。无论是残字、残辞还是同文,对于将要缀合的卜辞内容,我们都会有一些心理预期。而很多时候,依靠碴口进行的缀合,对于将要缀合的内容则完全不能预计。以本则缀合为例,《合集》954 上的卜辞为祭祀祖先的内容,而《合集》4248 上的三条卜辞则主要讨论了如何处置服属者<sup>②</sup>以及军队的情况。所以两版甲骨上的内容关联性不强,也从未存在共版的情况。通过碴口实现缀合,才发现了这种共版关系。

第二例:《合集》2824(《簠杂》89、历拓 10130)+《合补》5175(历拓 12874)+《缀集》21(《合集》6232+《合集》870)






① 施谢捷:《释“索”》,《古文字研究》第 20 辑,北京:中华书局,2000 年,第 209 页。

② 裘锡圭:《说殷墟卜辞的“奠”——试论商人处置服属者的一种方法》,《裘锡圭学术文集·古代历史、思想、民俗卷》,上海:复旦大学出版社,2012 年。

缀合释文如下：

正：

- (1) 不其得。
- (2) 贞：得。一。小告。
- (3) 贞：妇  册 册 斐。一。小告。
- (4) 贞：[其]亦[雨]。一。
- (5) 贞：不亦雨。不  龜。一。二告。
- (6) 癸丑卜宾贞：今至于丁巳追至。一月。一。
- (7) 辛未卜宾贞：乎伐方，受  又。一。

反：

五日丁巳追允至。

本则缀合中，《合集》2824 与《缀集》21 的缀合也完全依靠特征性磕口实现。二者之间既没有残字，也缺乏同文参照，磕口是唯一可以将二者进行缀合的因素。缀合完成后，得到了一版比较完整的甲骨，看到了战争和气象等事类的共版情况。

第三例：《合集》11759(《珠》108)+《合集》15149(《前》6·5·2、历拓 6550)

《合集》11759



《合集》15149

缀合释文如下：

- (1) 王孚。
- (2) 王孚。
- (3) 贞：乎往。
- (4) 庚子卜韦贞：雨。

本则缀合同样只能依靠碴口的线索来实现,两片甲骨之间没有残字可以利用。从同文方面来看,“王孚”一语在甲骨卜辞中罕见,因此难以找到类似的同文进行比照。也正由于辞例罕见,所以大家对于“王孚”将与哪些卜辞有关联,也非常希望了解。通过本则缀合复原,让我们看到了更加完整的甲骨,对“王孚”含义的理解带来一些新的线索。

利用 AI 匹配碴口缀合,在没有残字和同文线索的缀合中,能够发挥无法取代的作用。而在一些有残字和同文的缀合中,依然能够发挥主导作用。如以下两例:

第四例:《上博》49003.250+《合补》2684(《日天》61)

《上博》49003.250



《合补》2684

缀合释文如下:

- (1) 贞:求牛于𪛗。一。
- (2) 𪛗不𪛗。

本则缀合中有一个残字“牛”,而近似的辞例也还可见于《合集》940 和《合集》7565 等。但是《合补》2684 上的残字“牛”在《上博》49003.250 上只遗留了很少的残笔,非常难以进行拟补。同时,近似辞例中也并没有完全一致的同文。例如《合集》940“贞:王求牛于夫。○贞:勿求牛于夫”与此版缀合内容还是有些差异,并不能起到很好的提示作用。

第五例:《合补》1913(历拓 5724)+《合补》2161(《日天》216)

《合补》1913 正

《合补》1913 臼



《合补》2161

缀合释文如下：

正：

□□卜争贞：𠄎往归方，其辜。二月。一。

白：

壬□屯。

本则缀合有一个残字“其”，但是由于墨拓不佳，《合补》2161 上的残笔十分模糊。而从同文角度来看，本则缀合的内容同样罕见，“其辜”的辞例虽然很常见，但并不能有效地缩小缀合范围。因此，在 AI 的帮助下，通过碴口的匹配，也是这类甲骨最有效率的缀合方法。

由以上例子可以看出，AI 在图形匹配方面，的确展现了高人一筹的能力，克服了人工劳动的一些局限性。在缀合过程中我们还发现，依靠 AI 复原的缀合图像，基本上不用再进行角度的调整，便已经处于最恰当的缀合位置。可见，AI 对于碴口密合的认识与人类专家已经非常相似。而 AI 进行比对的效率，却是人类专家完全无法比拟的。古文字研究中这种性质的任务，交由 AI 完成会更为有效。

## 二

在感受到 AI 对研究工作帮助作用的同时，我们也看到，现在 AI 能够充分发挥作用的领域还十分有限，在很多任务面前，人类专家更为灵活有效。在古文字研究人机耦合过程中，古文字学家还大有用武之地，人机耦合中“人”的因素也是不可或缺的，以下我们结合 AI 缀合中的一些具体事例来谈下这方面的情况。

前文已述，缀合的四种方法中，据字体缀合也是一种主要方式。辨析字体类型在缀合工作中非常重要，是寻找缀合必须考虑的因素。那么是否可以让 AI 来承担这项工作呢？

我们曾在《利用深度神经网络判别甲骨文字体的初步测试——以字形为依据》<sup>①</sup>一文中专门从字形角度进行了测试论证，认为 AI 可以依据字形的差异进行字体类型的区分，但要达到人类专家的水平还需要持续优化。同时，基于字形进行字体分类的前提，是 AI 能够具有甲骨文字的检测和识别能力，也就是说 AI 还需要先会认字。这方面，我们也曾进行过一些研讨，在《利用深度神经网络进行甲骨文单字识别和检测的初步测试》<sup>②</sup>和《基于人工智能的甲骨文识别技术与字形数据库构建》<sup>③</sup>两文中都有过讨论，认为 AI 在文字识别方面同样也可以达到较高的识别率。但要完全达到人类专家的识别水平，则又必须对甲骨语言有所

① 莫伯峰：《利用深度神经网络判别甲骨文字体的初步测试——以字形为依据》，《甲骨文入选“世界记忆名录”发布会暨“甲骨收藏与绝学振兴”高峰论坛纪实》，北京：故宫出版社，2019 年。

② 莫伯峰：《利用深度神经网络进行甲骨文单字识别和检测的初步测试》，《出土文献综合研究集刊》第 9 辑，成都：巴蜀书社，2019 年。

③ 门艺、张重生：《基于人工智能的甲骨文识别技术与字形数据库构建》，待刊。

认识。例如：甲骨卜辞中表示干支的“巳”和表示一种身份的“子”，使用的是同一字形“𠂔”，这就只能根据语境才能加以辨别。因此，为了解决字体分类问题，就需要先解决字形识别问题，为了解决字形识别问题，又还需要先解决语言理解问题，这就变成了一个一环套一环的问题链。而彻底解决这些问题中的任何一个，AI 都需要花费相当长的时间。

除此以外，字体分类本身就是一个复合型工作，它除了与字形因素相关外，还与书体、贞人、行款、卜辞内容等很多方面因素都有关联，我们人类专家进行字体分类的时候，也都需要综合考虑这些因素，才能最终确定类型属性。AI 要具有完善的字体分类功能，同样也需要把这些因素全都考虑进去，这就更加大了任务的难度。

由此可见，对于人类专家而言，看似性质很单纯的字体分类工作，对于 AI 而言则是很多不同性质工作的集合。而现在 AI 最主要的问题，就在于迁移能力不强和综合能力不够，每考虑一个因素就需要重起炉灶新建一个模型。因此，以缀合为目标的 AI 字体分类工作无疑困难重重。

与此相反，依靠人类专家来解决甲骨文字体分类工作，无疑要有效得多。这种有效性集中体现于以下两个方面：

一方面是小数据驱动。AI 近年来取得了很多重大进展，深度学习发挥了重要的作用。而深度学习与大数据有密切的联系，甲骨文材料总字数虽然也可达百万字以上，但仍难视作大数据级别。在小样本数据面前，人类专家的分类效果往往都要比 AI 更好。而且，由于甲骨卜辞的总量是有限的，人类专家逐片分类所需要的时间，会低于开发 AI 系统所需的时间。因此，从效率角度来看，人类专家无疑也更占优势。

另一方面是已有知识和成果的利用。甲骨文字体分类研究有着很悠久的历史，今天的分类工作是站在前人已有的认知基础上进行的。对已有知识的充分利用，对甲骨文字体分类工作非常重要，但这一代 AI 还不完全具备这样的能力，<sup>①</sup>在这方面人类专家无疑也要比 AI 强很多。而且，还需要考虑另一个因素，人类的很多研究都有成果积淀。甲骨卜辞的逐片字体分类工作，有很多已有成果可以直接加以应用，<sup>②</sup>这就更不需要 AI 重起炉灶了。基于以上分析，在我们的 AI 缀合过程中，字体分类方面的工作，都是利用了专家已有的成果。

因此，在人机耦合过程中，我们有一个明显的感觉：性质比较单纯的工作，AI 具有非常大的优势；性质比较复杂，综合性要求高的工作，人类专家的灵活性和创造性都是 AI 无法比拟的。

### 三

通过上述“人”和“机”两方面的分析可以看到，AI 与人类专家在各自擅长的领域都有

① 张钹、朱军、苏航：《迈向第三代人工智能》，《中国科学：信息科学》2020 年第 9 期。

② 对甲骨卜辞进行了逐片字体分类的成果已经较为丰富，例如杨郁彦《甲骨文合集分组分类总表》、莫伯峰《殷墟甲骨刻辞字体分类表》（待刊）、崎川隆《宾组甲骨文字体分类研究》以及“汉达文库”等各种已有研究成果都非常具有利用价值。

着显著的优势,人机耦合将是较长时间里一种主要的共存模式。古文字研究者明确自己的优势所在,着力发挥自己的专长,或将受益匪浅。从我们合作的经验来看,至少在以下三个方面,AI 还非常需要人类专家的协助:

一是对问题的规划求解。面对古文字中的现实问题,AI 还难以对它进行合理分析,自行设计出可行的解决路线。人类专家在问题求解方面一定会发挥主导作用,AI 只能发挥辅助性作用。

二是对语义的理解。自然语言理解问题,一直被视为 AI 领域皇冠上的明珠,也是 AI 研究最为困难的问题之一。而古文字研究必然涉及语义理解方面的问题,这在相当长的时间里,仍将是人类专家充分发挥优势的领域。

三是创造新的知识。人类专家可以基于已有的认知,结合新的数据,发现新的知识。而这对于 AI 而言,应该是最终极的发展目标,现在 AI 离这个目标还比较遥远。

当然,人机耦合将是一个动态过程,AI 发展的方向必然是让计算机在更多问题上代替人类智能。比如对甲骨缀合的验证,人类专家需要根据同文、辞例等因素作出判断,现在我们还没有复现这种能力。但这方面的内容较为容易描述清楚,因此也是较容易被 AI 模拟的一种能力。我们相信,通过下一阶段的努力,可以让 AI 复现这方面的能力,并让现有的缀合模型进一步提升效率。

以上,是我们在实践 AI 与古文字研究结合过程中的一点粗浅经验认识,研究还非常初级,所论也还难言深入,祈请大家指正。

引书简称表:

《合集》	《甲骨文合集》
《合补》	《甲骨文合集补编》
《粹》	《殷契粹编》
《善》	《善斋藏契》
《簠杂》	《簠室殷契征文》
《缀集》	《甲骨缀合集》
《上博》	《上海博物馆藏甲骨文字》
《珠》	《殷契遗珠》
《前》	《殷虚书契前编》
《日天》	《天理大学附属天理参考馆甲骨文字》
历拓	中国社会科学院历史研究所藏拓本

(责任编辑:宋专专)



## Abstracts of Major Papers

---

### A Possible Lost Classic :The ‘She ming’ ,or ‘Command to She’

Edward L. Shaughnessy

**Abstract:** Volume 8 of Tsinghua bamboo manuscripts contains a manuscript entitled by the editors “She ming 摄命”(“Command to She”), which they argue is the original version of the ancient-script “Jiong ming 罔命”(“Command to Jiong”) chapter of the *Shangshu* 尚书. I review the evidence for this and further provide a full translation of the text. I also consider possible implications of the “She ming” for Western Zhou history, and how the text may have been transmitted from the time of its original composition, perhaps in the ninth century BCE, to the time that the Tsinghua manuscript was copied, probably in the fourth century BCE.

**Key words:** *Shangshu* 尚书, paleography, Western Zhou, bronze inscriptions, manuscripts, ancient-script

### Rejoining Oracle Bones through Human-Machine Coupling

Mo Bofeng & Zhang Chongsheng & Men Yi

**Abstract:** Based on our recent five groups of rejoined oracle bones, this paper discusses how to make use of the advantages of computers in the Artificial Intelligence(AI) era, which can be combined with experts’ knowledge, jointly contributing to the promotion of the research of ancient Chinese characters. We hold that AI and experts have their own advantages, and they need to cooperate closely. Human-machine coupling is the most effective way to use AI technology at this stage.

**Key words:** oracle bones, rejoining, AI

### On Some Important Information of Graphic Form in Copying Oracle Bone Inscriptions

Jiang Yubin

**Abstract:** The copying of oracle bone inscriptions seems to be a procedural work. In fact, the copier needs to “recognize the graphic form”, which is not only related to the accuracy of the copy and its interpretation, but also directly affects the identification of single characters and their variants, the textual research, and the summary of configuration and engraving rules. In this paper, the author discusses notable points to improve the copying, mainly divided into five aspects: (1) Attention should be paid to the analysis of the character structure and its rationale; (2) the writing characteristics of the writer should be noticed; (3) the allogeneic or related forms in other places should be linked;