

Salamo类Schiff碱过渡金属配合物的结构调控、光物理机制与功能应用综述

蔡 张, 杨晓雯, 李小刚

兰州交通大学化学化工学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年8月4日; 发布日期: 2026年8月14日

摘 要

基于2020~2024年发表的51篇代表性文献, 本文系统综述了salamo类Schiff碱过渡金属配合物在配体设计、结构调控、理论分析、光学性质与功能应用方面的研究进展。重点归纳了多腔体配体、不对称修饰、裸露甲酰基、喹啉或酰肼引入以及Salamo-Salen-Salamo杂化等设计策略, 总结了溶剂、阴离子、辅助配体和原位转化对核数、构型与组装层级的调控规律, 并评述了相关体系在荧光识别、聚集诱导发光、力致发光变色、光催化降解及化学动力学治疗中的应用表现。综述认为, 该领域已由以新结构报道为主逐步转向结构-性质-功能协同设计, 但在可预测合成、激发态机理解析和复杂环境应用等方面仍需加强。

关键词

Salamo类配体, 过渡金属配合物, 结构调控, 光物理机制, 理论计算, 功能应用

A Review on Structure Regulation, Photophysical Mechanisms and Functional Applications of Salamo-Related Schiff Base Transition Metal Complexes

Zhang Cai, Xiaowen Yang, Xiaogang Li

School of Chemistry and Chemical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

Received: April 15, 2026; accepted: August 4, 2026; published: August 14, 2026

文章引用: 蔡张, 杨晓雯, 李小刚. Salamo 类 Schiff 碱过渡金属配合物的结构调控、光物理机制与功能应用综述[J]. 物理化学进展, 2026, 15(3): 215-226. DOI: 10.12677/japc.2026.153021

Abstract

Based on 51 representative papers published from 2020 to 2024, this review systematically summarizes the recent progress of salamo-, half-salamo-, single-salamo-, bis(salamo)-, and Salamo-Salen-Salamo-hybrid ligand-based transition metal complexes in ligand design, structural regulation, theoretical analysis, optical properties, and functional applications. The key molecular design strategies, including multicavity construction, asymmetric modification, bare formyl-group exposure, quinoline/acylhydrazone decoration, and hybrid chain engineering, are first compared. The review then analyzes how metal-ion preferences, solvent effects, counter-anion effects, auxiliary ligands, and in situ ligand transformations jointly govern nuclearity evolution, bridging modes, supramolecular assembly, and property outputs. Particular attention is paid to the combined use of Hirshfeld surface analysis, DFT/TD-DFT, IRI, and ESP/MESP methods for revealing structure-property relationships. On this basis, the advances in fluorescence/colorimetric sensing, AIE/ESIPT behavior, luminescent mechanochromism, photocatalytic degradation, and chemodynamic therapy are critically discussed. It is concluded that this research line has evolved from structure-oriented synthesis toward mechanism-guided and application-oriented coordination design. Nevertheless, major challenges remain in predictable synthesis, excited-state mechanism elucidation, quantitative performance evaluation, and practical operation in highly aqueous or biologically relevant environments. Future progress will depend on the deep integration of multicavity hybrid-ligand design, in situ characterization, advanced computation, and scenario-oriented validation.

Keywords

Salamo Ligands, Transition Metal Complexes, Structure Regulation, Photophysical Mechanisms, Theoretical Calculations, Functional Applications

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

Schiff 碱金属配合物因配位模式灵活、结构可编程以及易于耦合发光、催化、磁性和识别单元而长期处于配位化学研究前沿。Salamo 类配体是在传统 salen 骨架基础上通过引入氧原子形成多腔结构后发展起来的重要配体家族，其更高的稳定性、柔性以及多腔体特征，为构筑多核、异核和功能导向型金属配合物提供了独特平台。近年来，随着不对称设计、裸露甲酰基修饰、喹啉/酰胺装饰以及 Salamo-Salen-Salamo 杂化策略的引入，该领域已明显由“结构报道”迈向“结构-性质-功能耦合”的研究范式。

本文以用户提供的 51 篇文献为分析样本，文献时间主要集中于 2020~2024 年，研究对象覆盖 half-salamo、single-salamo、bis(salamo)及杂化多腔体体系，金属中心涉及 Cu、Ni、Co、Zn、Cd、Mn 以及 La、Ce、Pr 等离子[1]-[51]。这些文献来源连续、主题集中、方法相近，能够较好反映同一研究链条内部从配体设计、结构调控到性能拓展的演化逻辑。

与一般按单篇罗列现象的综述不同，本文重点围绕三个核心问题展开：其一，哪些配体设计因素和外部条件决定了配合物的核数、构型与组装层级；其二，晶体结构、弱相互作用和电子结构如何共同影响光物理行为；其三，这类体系在传感、光催化与生物相关应用中的真实优势、局限与下一步突破口何在。通过这一逻辑主线，本文力求从“总结现象”提升到“归纳规律”和“提出判断”。

之所以选择这 51 篇文献作为一个整体进行综述,而不是简单并入更大范围的 Schiff 碱文献集合,原因在于它们在配体骨架、研究方法与问题意识上具有连续性:既共享 salamo 类多胍骨架这一核心出发点,又在多年连续工作中逐渐把研究重心从“是否能形成新结构”推进到“哪些因素控制结构、这些结构如何决定性质、哪些功能输出具有真正应用潜力”。这使得本文不仅可以做横向比较,也能够讨论一条相对完整的研究演进路线。

2. 配体体系的演化与研究对象特征

从配体类型看,这批文献覆盖了 half-salamo、single-salamo、bis(salamo)、不对称 salamo、含甲酰基 salamo、喹啉修饰 half-salamo、酞腈型 Schiff 碱,以及 Salamo-Salen-Salamo 杂化多腔体配体等多个系列。早期工作更多围绕单一 N_2O_2 腔体展开,重点在于获得可解析的单核、双核或三核结构;随后研究逐步转向通过甲氧基、甲酰基、卤素、喹啉、香豆素和萘酚等基团引入额外配位位点或发光基元,使配体兼具构筑功能与响应功能。

从金属中心分布看,Cu(II)、Ni(II)、Co(II/III)和 Zn(II)是出现频率最高的四类金属,其次为 Cd(II)、Mn(III)以及 La(III)、Ce(III)、Pr(III)等稀土离子。[5]-[17][21]-[31][37]-[50]其中,Cu(II)体系通常表现出多变的核数和桥连模式,Ni(II)体系更容易形成稳定的多核或桥连结构,Co(II/III)体系在价态变化和配位构型上表现出鲜明特征,而 Zn(II)/Cd(II)体系则常被用于研究配位数变化、超分子组装及发光行为。

从结构层级看,研究对象已经涵盖单核、双核、三核、四核、六核以及一维配位聚合物和三维超分子网络等多层次结构。这说明该系列工作并不是简单重复某一类配体,而是在持续追踪“配体-反应条件-配位结果-性质表现”之间的对应关系,具有明显的体系化特征[3]-[51]。

2.1. 配体设计策略

half-salamo 配体由于仅保留单侧胍氧或 N_3O 腔体,往往更容易形成单核或较低核数结构,但当引入喹啉、吡啶、醛基等辅助位点后,其配位模式会显著复杂化。例如,喹啉修饰 half-salamo 体系可分别构筑 Cu(II)、Ni(II)和 Co(II)配合物,并表现出由五配位平方锥、六配位八面体到多核结构的差异。

single-salamo 和不对称 salamo 体系是这批文献中数量最多的一类。研究者通过在单臂 salamo、不对称 salamo 或裸露甲酰基 salamo 骨架上引入甲氧基、甲酰基和卤素等官能团,使配体同时具备 N_2O_2 腔体和额外的 $O_3/O_4/NO_2$ 配位环境,从而为多核结构、自组装桥连和后续功能化提供了可能。

bis(salamo)配体则进一步扩大了柔性与多腔体优势,在 Cu、Ni、Co、Zn、Cd 和 3d-4f 异核体系中都展示出更高的结构复杂度,常出现双螺旋、双金属夹心、四核桥连和六核簇状结构。近年的 Salamo-Salen-Salamo 杂化配体研究尤其值得注意:这类配体同时包含 salen 与 salamo 结构单元,不仅能比较不同腔体的优先配位能力,还能通过长链柔性调节和混合阴离子/溶剂效应实现核数和构型的跃迁[5]-[50]。

2.2. 研究脉络的阶段演化

如果按照研究重点变化来划分,这 51 篇文献大体可以分为三个阶段。2020~2021 年的工作以基础结构构筑为主,重点是获得可解析的 Zn、Ni、Cu、Co 等配合物晶体,并建立“辅助配体/溶剂存在与否会改变核数和超分子结构”的初步认识。这一阶段的功能研究相对有限,更多表现为配位前后荧光增强或淬灭的描述。

2022 年是体系快速扩张阶段。一方面,single-salamo、bis(salamo)、不对称 salamo 以及 3d-4f 异核体系大量出现,结构类型从双核、三核拓展到四核、六核、配位聚合物和双螺旋簇;另一方面,离子识别研究显著增多,双通道检测、级联识别和试纸条验证开始成为常见设计思路。可以说,这一阶段完成了从

“单纯做结构”向“结构兼具初步功能”的过渡。

2023~2024 年的研究则更强调多腔体设计、杂化配体和应用边界扩展。以 Salamo-Salen-Salamo 杂化体系、含裸露甲酰基或喹啉/酰胺装饰的配体为代表, 研究开始关注不同位点的优先配位能力、阴离子诱导的核数跃迁、原位转化路径以及 AIE、力致发光、光催化、化学动力学治疗等更复杂的功能输出。从这个意义上说, 这一系列工作已经呈现出从“结构积累”走向“规律提炼与应用指向”的清晰演化[1]-[51]。

3. 配位结构的主要调控规律

综合这 51 篇文献可以发现, 结构调控主要受四类因素支配: 一是金属离子本身的配位偏好; 二是配体几何柔性或多腔体竞争; 三是溶剂、阴离子与辅助配体的共同诱导; 四是反应过程中可能发生原位断裂、缩合、重排或去质子化过程。其中, 后两类因素在本批文献中表现尤为突出, 是导致“同一配体产生截然不同结构”的关键。

在很多体系中, 最终结构并非简单由金属/配体计量比决定, 而是由阴离子桥连能力、配位溶剂参与程度以及配体构象自由度共同决定。因而, 这些研究的意义不仅在于获得新配合物, 更在于为如何通过外场条件进行“定向结构构筑”提供了具体案例[1]-[50]。

3.1. 溶剂效应

溶剂效应是这批文献中出现频率最高的结构调控因素之一。最典型的例子包括: 不同醇溶剂诱导双核 Ni(II)配合物形成不同的超分子网络; 不同混合溶剂条件下三核 Ni(II)配合物是否包含配位甲醇分子; 以及不同有机溶剂导致 Salamo-Salen-Salamo-Cu(II)杂化配合物呈现单核/双核及长链空间取向差异, 这些现象说明溶剂不仅影响晶体生长过程中的溶解度和扩散速率, 还可能直接进入第一配位层, 改变配位数、桥连模式和弱相互作用网络[1] [38] [43] [50]。

在三核 Ni(II)体系中, 同一配体与同一金属盐在不同溶剂体系下可分别得到 1D、2D 和 3D 超分子结构, 这一结果直接揭示了配位溶剂、结晶溶剂与分子间氢键/ π - π 堆积之间的协同作用[1]。而在更近年的不对称 Ni(II)硝酸盐体系中, 仅仅改变组合溶剂的类型, 就会导致一个体系出现配位甲醇、另一个体系则不含配位溶剂, 但两者又保持相近的核心配位骨架, 这说明溶剂在“局部配位层”和“全局超分子堆积层”上可能发挥不同层级作用[38]。

对于 Cu(II)或 Ni(II)的杂化体系, 溶剂还会影响长链 salamo 臂的伸展方向和自由区域分布, 从而改变分子间 C-H $\cdots\pi$ 与 $\pi\cdots\pi$ 作用及整体构型稳定性。因此, 在此类体系中, 溶剂不应被视为惰性介质, 而应被视为参与结构生成的调控单元[43]-[50]。

3.2. 阴离子与辅助配体效应

阴离子效应是另一条主线。乙酸根、硝酸根、氯离子、高氯酸根、NCS⁻、甲氧基桥和乙酰丙酮阴离子等在不同体系中表现出明显不同的桥连能力与空间占位能力, 可显著影响核数、几何构型乃至发光行为。例如, 同一单臂 salamo 配体与不同 Zn(II)/Cu(II)盐反应可形成双核与四核结构, 其根本原因在于 OAc⁻、Cl⁻或 OMe⁻在桥连方式和电荷平衡上的不同作用[5] [10] [12]。

在 Cu(II)和 Co(II)体系中, 硝酸根往往可通过单齿、双齿或桥连方式进入配位层, 从而把单核结构推进到四核甚至更高核数; 而乙酸根则更倾向于形成 μ -OAc⁻或 μ 3-OAc⁻桥, 诱导双核、三核或立方簇结构[17] [31] [41] [47]-[49]。在 Salamo-Salen-Salamo 杂化体系中, 阴离子甚至能够诱导“核数变化”和“构型转变”同时发生, 使四核 Ni、三核 Zn、双螺旋三核 Cu 与单核 Ni 等多种结构在同一配体平台上出现[37]。

辅助配体同样具有重要作用。4,4'-bpy 的引入可将原本的双核 Zn(II)配合物转化为一维配位聚合物,

并同时改变 Zn 的配位数和荧光行为；在 Co(II)体系中，4,4'-bpy 还能作为桥连体形成更高层级的超分子链[2] [31]。因而，辅助配体与阴离子实际上共同构成了“软模板”，决定了金属离子是停留在局部配位单元，还是进一步扩展为聚合结构。

3.3. 配体原位转化与重构

除常规的溶剂与阴离子诱导外，这批文献还反复出现配体原位断裂、重组和转化现象，这是该研究链条中最具特色的内容之一。一些体系中原始 bis(salamo)或 half-salamo 配体并未直接生成预期配合物，而是在 Cu(II)、Ni(II)或碱性条件催化下发生 N-O 键断裂、Claisen-Schmidt 反应、去氢或羟基重排，继而由新生成的配体单元再与金属离子组装出完全不同的结构[27] [39] [40] [42]。

例如，某些所谓“unexpected complex”实际上揭示了配位化学中的动力学重构路径：研究者最初设计的是 bis(salamo)配体，但最终得到的却是由新生 single-salamo 配体构筑的单核 Cu(II)结构[40]。含裸露甲酰基的单 salamo 配体在 Zn(II)体系中能够保持原始 O4 环境，而在 Ni(II)体系中则因碱催化反应导致配体骨架改变，进而形成四核 Ni(II)结构[42]。这类现象表明，配体设计不应只考虑静态结构，还应考虑其在金属盐、碱、溶剂和空气条件下的化学稳定性与可演化性。

从综述角度看，原位转化既是挑战也是机会。挑战在于其降低了结构预测性；机会在于它能够在同一反应平台上打开新的结构空间，使研究者获得常规设计难以直接到达的金属簇和功能材料。

3.4. 金属中心偏好与位点竞争

除溶剂、阴离子和原位转化外，金属中心自身的配位偏好也是理解结构分化不可绕开的因素。总体上看，Zn(II)/Cd(II)等 d10 体系更容易保留配体发光并表现出配位数变化带来的构型重构，Cu(II)体系由于 Jahn-Teller 效应、可变桥连方式以及与 N/O 位点的复杂匹配关系，常表现出更高的结构多样性；Ni(II)则倾向形成较为稳定的多核桥连骨架，Co(II/III)体系则常伴随价态、几何构型及顺磁效应带来的独特行为[11]-[50]。

更值得注意的是，在多腔体或杂化配体中，不同金属往往会对不同空腔产生明显选择性。例如，某些 Salamo-Salen-Salamo 体系中 Ni(II)或 Cu(II)优先进入 salen 的 N₂O₂ 平面腔，而 salamo 长链位点并不立即参与配位；在 3d-4f 异核体系中，过渡金属更偏好 N₂O₂ 位点，而 La(III)、Ce(III)、Pr(III)等则更容易占据 O5/O6 开放腔体。这说明多腔体配体真正的价值不只是“位点更多”，而在于能够通过硬软酸碱匹配和空间尺寸差异实现位点分工[15] [16] [37] [43] [46] [50]。

4. 理论计算与弱相互作用分析的协同作用

这 51 篇文献的一个鲜明特点是普遍把单晶结构解析与理论计算结合起来，形成了“晶体学 - 表面分析 - 电子结构 - 性质解释”的研究范式。在方法层面，使用最频繁的是 Hirshfeld 表面分析、二维指纹图、DFT、TD-DFT、ESP/MESP 和 IRI 分析，部分工作还引入自由区域分析、键价和软硬酸碱视角来讨论分子柔性与其构型稳定性[37]-[50]。Hirshfeld 表面及二维指纹图主要用于定量比较 H...H、C...H/H...C、O...H/H...O、 $\pi\cdots\pi$ 等短程相互作用在晶体堆积中的贡献，并解释为什么某些体系形成一维链、二维层或三维网络。IRI 分析则进一步在实空间中显示氢键、范德华作用和 π 相互作用分布，可用来比较不同构型或不同结晶条件下作用强弱差异[14]-[50]。

DFT 与 TD-DFT 在这批文献中的作用至少有三点。第一，计算 HOMO-LUMO 能隙及前线轨道组成，用于判断配体与配合物的软硬程度、电子跃迁来源以及发光变化趋势；第二，通过 MESP/ESP 预测金属最可能进攻的配位位点，从理论上验证实验结构；第三，借助吸收谱计算结果解释 LMCT、 π - π 、n- π 等

跃迁峰来源。因而,这些理论工具已经从“辅助说明”发展为理解结构生成机制的重要组成部分[21]-[50]。

理论方法的贡献与边界

需要强调的是,这批文献在理论分析方面已经明显超出了“给出一张前线轨道图”的初级阶段,开始形成多工具协同的解释框架: Hirshfeld 与指纹图用于定量比较分子间接触贡献, IRI 用于直观显示弱相互作用空间分布, ESP/MESP 用于判断亲核/亲电位点与金属进攻方向, DFT/TD-DFT 则承担电子结构、能隙和跃迁来源解释功能。这种方法组合对于结构化学研究非常有效,尤其适合阐明为什么外部条件稍有变化就会导致核数、构型或光谱行为发生明显差异[35]-[50]。

但从更严格的物理化学标准看,这些方法也存在边界。首先,多数计算仍以晶体静态构型或气相优化构型为基础,对真实溶液中存在的构象涨落、溶剂化、竞争配位以及结晶动力学过程考虑不足;其次,对发光、传感和催化等功能问题的解释,大多还停留在“能隙变小”“电子更易跃迁”这一层面,尚未充分建立从反应路径、势能面到性能输出的定量联系。因此,理论部分未来最值得加强的不是工具堆砌,而是围绕关键科学问题开展更有针对性的建模。

5. 光学性质及其结构关联

几乎所有文献都对配体或配合物的 UV-Vis 与荧光性质进行了讨论,这表明发光行为已成为该研究链条最核心的表征维度之一。从总体趋势看,配位作用通常会通过三类方式影响发光:一是刚性增强抑制非辐射跃迁,导致荧光增强;二是顺磁金属离子或电荷转移过程引起荧光淬灭;三是由于构型变化、共轭程度改变或分子内质子转移引起发射峰位移动[32]-[50]。

在 Zn(II)和部分 Cd(II)体系中,由于 d10 电子构型对荧光淬灭影响相对较弱,配位后往往更容易观察到由配体刚化带来的发光增强或发射位移;而在 Cu(II)、Co(II)和 Ni(II)体系中,顺磁性与 LMCT 过程更常导致荧光降低。一些文章还通过浓度滴定、Benesi-Hildebrand 拟合或 Stern-Volmer 分析获得结合常数与淬灭常数,把光谱变化与配位行为进行了定量关联[7]-[50]。

此外,近年来部分工作开始从“普通荧光”转向更具特色的光学现象,例如 AIE、ESIPT、力致发光变色、比例型响应与固态/溶液双发光行为等。这说明该研究方向正在从单纯的结构报道逐渐走向性能导向和机制导向[20] [27] [39] [45] [51]。

5.1. 荧光淬灭、增强与电荷转移

在多数 Co(II)、Ni(II)和 Cu(II)配合物中,配体发光常因金属引入而减弱,这通常被解释为配体到金属电荷转移、顺磁淬灭或轨道混合后能量耗散加剧。不少文献还指出,辅助配体或阴离子进入配位层后会改变前线轨道分布,使发射行为进一步发生差异,例如 4,4'-bpy 占据 LUMO/HOMO 贡献后导致 Zn(II)聚合物相对双核结构出现明显淬灭[11]-[50]。

与之相对,某些 Zn(II)和有机配体本身则表现出配位诱导增强发光,原因在于配位约束了 C=N 或肟键附近的旋转,自由体积缩小,非辐射衰减受抑。在喹啉酰肼 Zn(II)体系和 AIE 型 Al³⁺识别体系中,这种刚化效应表现得尤其明显[20]-[51]。

值得注意的是,少数 Cu(II)体系呈现“反常增强”或“先淬灭后恢复”现象,其背后往往涉及配位诱导结构重排、去质子化、竞争配位或可逆解离过程。这类行为对于构筑“on-off-on”响应体系具有重要启示[27]-[45]。

5.2. AIE、ESIPT 与力致发光变色

AIE 和 ESIPT 是近两年出现的两个亮点。QANS 等单臂 salamo 传感分子在 DMF/H₂O 混合体系中表

现出明显的聚集诱导发光特征,而 Ni-DAS 则同时展示 AIE 与 ESIPT 效应,并被进一步用于 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 识别。这类结果说明,在 salamo 骨架中通过引入大共轭片段、含氮杂环或限制分子内旋转的结构单元,可以突破传统多肽体系“溶液发光弱、固态易猝灭”的局限[20]-[45]。

另一类值得关注的现象是机械变色发光。喹啉酰胺配体及其 Zn(II)配合物在研磨或机械刺激后发射颜色发生可逆或半可逆变化,作者将其归因于分子堆积方式改变以及氢键网络被扰动后导致的激发态行为变化。这一方向与传统金属配合物光谱研究相比,更接近功能材料的应用场景,为后续应力检测、信息存储和防伪材料开发提供了新思路[51]。

5.3. 从光谱现象到激发态机制

尽管现有文献普遍能够较好描述荧光增强、淬灭、红移、蓝移及可逆开关等现象,但真正触及激发态机制的工作仍然有限。多数论文将荧光变化解释为配位刚化、LMCT、顺磁猝灭、PET 或 ESIPT 等,这些判断在定性上通常成立,但支持证据多来自稳态光谱、前线轨道和结构推断,缺少寿命测试、量子产率变化、瞬态吸收或时间分辨发射数据的进一步支撑。因此,部分“机理”实际上更接近合理解释,而非已被严格证实的激发态路径[20] [27] [45] [51]。

这也意味着,今后对光物理过程的研究应从“配位前后谱线有何变化”进一步走向“哪一条非辐射衰减通道被打开或关闭、哪种构象变化主导了发射行为、不同弱相互作用对激发态耦合的贡献如何”这样更深层的问题。对于 AIE、力致发光和比例型响应等更复杂现象,若缺少激发态动力学数据,往往难以真正区分是构型刚化、聚集形态变化,还是电荷转移路径改变所起的主导作用。

6. 功能应用研究进展

如果说前述研究主要回答“能形成什么结构、为什么形成”两个问题,那么功能应用部分则试图回答“这些结构能做什么”。在这 51 篇文献中,功能应用主要集中于离子/小分子识别,其次是光催化降解、环境检测和化学动力学治疗。这些工作虽然应用深度尚不完全一致,但已经显示出从结构化学向功能化学拓展的明显趋势[32]-[51]。

从识别对象看,已报道的靶标包括 Glu、 Ni^{2+} 、 HPO_4^{2-} 、 Fe^{3+} 、 OH^- 、 Al^{3+} 、 CN^- 、Cys/Cys-Cys、 H_2S 、 S^{2-} 、 Cr^{3+} 、 Cu^{2+} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等。这些识别体系常利用金属配位、去质子化、竞争配位、氧化断键、氢键作用或结构转化等机理实现发光增强/淬灭或比色变化,因此具有鲜明的结构响应耦合特征[45]。

6.1. 离子与小分子识别

传感研究是这 51 篇文献中最成熟的应用板块。双通道和级联识别是其中两类最有代表性的设计策略。前者如 AMS 对谷氨酸的荧光/比色双通道识别、TBS 和 H_2L 对 $\text{H}_2\text{S}/\text{S}^{2-}$ 的双通道检测、 $\text{Fe}^{3+}/\text{OH}^-$ 和 $\text{Cu}^{2+}/\text{Cys}$ 等体系的可视化响应;后者如 $\text{Ni}^{2+}/\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cu}^{2+}/\text{Cys}$ 、 Cr^{3+} 识别后继续识别 S^{2-} 等体系则体现了“先构筑金属配合物,再利用其二次响应”的思路。

从识别机理看,可大致分为四类。第一类是金属离子与配体的直接配位引起发光变化,如 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Cr^{3+} 等;第二类是目标阴离子或小分子诱导金属离子被捕获、配体释放或体系重新配位,如 Cys、 HPO_4^{2-} 等;第三类是 CN^- 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等通过亲核反应或氧化水解导致 $\text{C}=\text{N}$ 键断裂或结构重排;第四类是 H_2S 、 S^{2-} 、 OH^- 等通过去质子化或氢键作用改变分子共轭与电荷分布。

部分工作已经开始重视实际样品验证,如水样检测、试纸条检测、医用拭子平台检测以及在斑马鱼和植物中的示踪。这些研究虽然还处于验证阶段,但说明该类体系在环境监测和生物检测中的应用潜力正在上升[45]。

6.2. 光催化降解与环境治理

相较于传感领域,光催化研究数量虽少,但创新性较强。 Cu(II) 二聚体和 Co(II) 立方簇被用于甲基橙、亚甲基蓝和罗丹明 B 的光催化降解,证明 salamo 类配合物不仅可作为识别材料,也可能作为污染物处理的功能单元[39]。这类工作的重要意义在于,它打破了该系列配体长期主要服务于发光和结构研究的传统路径,使配合物进入“检测-分析-净化”一体化的应用框架。

从机理上看,金属中心类型、配位环境、桥连模式和前线轨道分布都会影响光吸收与活性物种生成效率。虽然现有文献对自由基路径、活性氧定量与循环稳定性讨论尚不够充分,但已经初步表明调节配合物刚性、共轭体系与金属电子结构有可能改善光催化性能[39]。

6.3. 化学动力学治疗与生物相关应用

最具跨学科特征的工作是 Cu(II) -half-salamo 配位聚合物用于增强化学动力学治疗。该体系能够在肿瘤细胞内被 GSH 还原并消耗 GSH,同时释放 Cu(I) 促进类 Fenton 反应,从而提高 OH 生成并增强抗肿瘤效果。该工作显示 salamo 类配体体系已不再局限于传统配位化学,而是开始向生物材料和医学化学延伸[24]。

此外,部分研究已经将配合物或探针用于斑马鱼、生物成像或模拟生理环境检测。从研究链条来看,这种发展趋势很可能在未来继续增强,即通过将多腔体配体、发光单元和生物可响应基团整合起来,构筑同时具有结构可控性和应用指向性的配位功能材料[20] [24] [37]。

6.4. 应用评价的可比性问题

需要指出的是,目前应用研究虽然已经覆盖传感、光催化与生物治疗等多个方向,但不同文献之间的评价体系并不统一,这在一定程度上削弱了综述比较的深度。例如,有些传感工作强调检测限和选择性,有些则更重视肉眼可视化和试纸条演示;有些光催化研究强调染料降解率,但对循环稳定性、自由基归属和催化剂结构保持性讨论不足;生物相关工作则多聚焦初步细胞实验,而对体液稳定性、金属离子泄漏和长期生物相容性评价仍然偏少。因而,从今后的研究规范看,建立“结构参数-性能指标-场景条件”三位一体的评价框架,将比继续增加新的单点应用更为重要[24] [39] [45]。

从这一角度看, salamo 类配合物的真正优势并不只是“能做出多种响应”,而是其在同一骨架上同时调控刚性、位点暴露、电子分布和桥连方式的能力。若能把这种结构可编程优势转化为统一的应用设计逻辑,例如针对水相传感优先引入高亲水性位点、针对光催化优先构建有利于电荷分离的桥连骨架、针对生物应用优先降低游离金属风险,那么该领域的应用研究会从“现象验证”走向“任务驱动设计”。

7. 存在问题与发展趋势

尽管这 51 篇文献已构成较为完整的研究谱系,但若以正式综述论文的学术标准审视,当前领域仍存在若干关键短板。首先,结构创新与功能创新之间尚未真正建立强耦合关系。大量工作已经能够稳定获得新颖单核、多核甚至杂化配位骨架,但功能部分往往停留于常规荧光响应或初步光催化验证,尚缺少围绕特定结构单元开展的定量比较与机制闭环。因此,未来研究应更加重视把“桥连方式、空腔类型、构象柔性、前线轨道组成”等结构参数转化为可比较的性能指标[37]-[50]。

其次,复杂体系的可预测构筑能力仍然不足。原位断裂、缩合、重排和去质子化等过程虽然极大拓展了可获得的结构空间,但也削弱了目标产物的可控性与重复性。尤其在多腔体杂化配体和高核数体系中,最终结构往往由阴离子、溶剂和动力学因素共同决定,单纯依赖经验筛选难以形成真正可复制的方法学。后续应更多结合原位光谱、时间分辨表征、反应动力学分析与过程模拟,以建立从反应路径到产

物结构的预测框架[27] [39] [40] [42]。

再次，理论计算虽然已广泛用于解释实验结果，但“会算”并不等于“算得充分”。现有多数工作仍主要停留在 HOMO-LUMO 能隙、表面静电势和弱相互作用图示层面，而对激发态衰减路径、溶剂化效应、构象互变、能量转移与反应中间体稳定性的讨论仍显不足。[35] [37]-[50]若能进一步引入更系统的 TD-DFT、分子动力学、非绝热跃迁分析及数据驱动的结构预测方法，将显著提升该领域从经验解释走向机理解析的深度。

最后，从应用导向看，今后最值得重点推进的方向至少包括四类：第一，发展位点可分工、多腔体可协同的杂化配体，实现结构调控与多响应输出的统一；第二，构筑可在高含水、复杂离子背景或生物介质中稳定工作的传感平台，提升从“概念验证”到“实际检测”的可信度；第三，系统评估 salamo 类配合物在光催化、环境净化、CO₂ 转化等场景中的循环稳定性、活性来源和工程适配性；第四，推动具有生物响应特征的配位聚合物或纳米化体系在成像、治疗和体内外机制研究中的实质性进展。总体而言，真正提高这一研究方向影响力的关键，不再只是获得更多新晶体，而是建立更强的结构可预测性、机理解释力和应用说服力。

结合这批文献已经显露出的研究趋势，后续工作若要实现真正意义上的突破，建议从“可设计、可验证、可比较、可转化”四个维度同时推进。所谓可设计，是指在配体层面建立更明确的位点分工原则，例如将主配位腔体、次配位位点、发光基元和响应基团分别承担结构构筑、核数扩展、信号输出和环境适配的功能，而不是依赖偶然形成的新结构。所谓可验证，是指应在单晶结构之外，引入原位紫外、原位荧光、原位质谱、时间分辨光谱和可重复结晶实验，对“结构如何形成、性质为何变化”给出更完整的动态证据链。

所谓可比较，则要求未来论文不仅报告“本体系可以识别什么、降解什么、是否发光”，更要把检测限、结合常数、响应时间、抗干扰能力、循环稳定性、量子产率、降解速率常数、实际样品回收率等指标纳入统一评价框架。只有在同一口径下展开横向比较，才能真正回答“哪类配体设计更有效、哪种结构单元更值得优先保留”的问题。所谓可转化，是指应用研究需要从理想有机溶剂体系逐步走向高含水量体系、复杂离子背景、生物缓冲液、细胞或生物模型以及可重复器件化平台，推动 salamo 类配位体系从实验室概念走向具有说服力的功能材料。

8. 结论

总体来看，这 51 篇文献清晰展示了 salamo 类及其相关 Schiff 碱过渡金属配合物研究在近五年内的演进轨迹：研究起点主要是围绕单核/多核结构构筑、桥连模式和超分子组装的拓展；随后逐步发展为通过不对称修饰、裸露甲酰基、喹啉/酰胺引入和杂化长链设计来实现更复杂的位点工程；进一步则借助溶剂、阴离子、辅助配体和原位转化实现对核数、构型和功能输出的协同调控。由此可见，该领域已经从“获得新结构”转向“调控结构并服务性能”的阶段升级。

从方法论层面看，这一研究链条最有价值之处在于逐步形成了较完整的研究闭环：以多腔体配体设计为起点，以单晶衍射确证结构，以 Hirshfeld、IRI、ESP、DFT/TD-DFT 等方法解释弱相互作用和电子特征，再把这些结构差异与荧光、识别、光催化乃至生物相关行为建立联系。今后若能在可预测合成、激发态动力学、复杂环境适用性以及跨学科验证方面进一步突破，salamo 类配位体系有望从当前的特色研究方向成长为兼具结构化学深度、物理化学解释力和应用材料潜力的重要分支。

致 谢

感谢相关文献作者在 salamo 类 Schiff 碱配位体系研究方面的持续积累，为本文的比较分析与规律归

纳提供了坚实基础。

参考文献

- [1] Chang, J., Zhang, S.Z., Wu, Y., Zhang, H.J. and Sun, Y.X. (2020) Three Supramolecular Trinuclear Nickel(II) Complexes Based on Salamo-Type Chelating Ligand: Syntheses, Crystal Structures, Solvent Effect, Hirshfeld Surface Analysis and DFT Calculation. *Transition Metal Chemistry*, **45**, 279-293. <https://doi.org/10.1007/s11243-020-00379-8>
- [2] Zhang, S.Z., Guo, G., Ding, W.M., Li, J., Wu, Y., Zhang, H.J., *et al.* (2021) Synthesis and Spectroscopic Properties of Two Different Structural Schiff Base Zn(II) Complexes Constructed with/without Auxiliary Ligands. *Journal of Molecular Structure*, **1230**, Article ID: 129627. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129627>
- [3] Zhang, S.Z., Chang, J., Zhang, H.J., Sun, Y.X., Wu, Y. and Wang, Y.B. (2020) Synthesis, Crystal Structure and Spectral Properties of Binuclear Ni(II) and Cubane-Like Cu₄(μ₃-O)₄ Cored Tetranuclear Cu(II) Complexes Based on Coumarin Schiff Base. *Chinese Journal of Inorganic Chemistry*, **36**, 503-514.
- [4] Zhang, P., Xu, X., Cui, Y.F., Wei, X.H., Meng, S.J. and Sun, Y.X. (2021) A Highly Sensitive and Selective Bissalamo-Coumarin-Based Fluorescent Chemical Sensor for Cr³⁺/Al³⁺ Recognition and Continuous Recognition S²⁻. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **408**, Article ID: 113066. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.113066>
- [5] Li, S.Z., Li, W.D., Yan, Y.B., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2022) Investigations of Stable Penta- and Hexa-Coordinate Polynuclear Zn(II) and Cd(II) Complexes Derived from a Single-Armed Salamo-Based Ligand. *Journal of Coordination Chemistry*, **76**, 28-44. <https://doi.org/10.1080/00958972.2022.2159396>
- [6] Yue, Y.N., La, Y.T., Zhang, J. and Dong, W.K. (2022) Synthesis, Crystal Structure, Fluorescence Properties and Theoretical Calculations of Heterobimetallic 3d-4f Complex with a Flexible Bis(Salamo)-Type Ligand. *Journal of Molecular Structure*, **1264**, Article ID: 133272. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133272>
- [7] Li, M., Li, S.Z., Huang, Y. and Dong, W.K. (2022) A Dual-Channel Chemosensor Based on 2-Hydroxy-5-Methyl-1,3-Benzenedialdehyde for Fluorescence Detection and Colorimetric Recognition of Glutamic Acid. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **431**, Article ID: 114053. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114053>
- [8] Na, L.P., Dou, L., Yan, Y.J., Li, R.Y. and Dong, W.K. (2022) A New Reversible Aldehyde-Appended Salamo-Like Fluorogenic Probe for Cascade Sensing of Ni²⁺ and HPO₄²⁻ Ions in Aqueous Medium. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **432**, Article ID: 114061. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114061>
- [9] Man, L.L., Dou, L., Li, W.D., La, Y.T. and Dong, W.K. (2022) A Dual-Signal Half-Salamo-Based Sensing Platform for Simultaneous Colorimetric and Fluoremetric Detection of Fe³⁺ and Reversible Recognition of OH⁻ Ions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **431**, Article ID: 114068. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114068>
- [10] Li, S.Z., Wei, Y.X., Huang, Y. and Dong, W.K. (2022) Counteranion-Driven Self-Assembly of di- and Tetra-Nuclear Zn(II) Single-Armed Salamo-Type Complexes. *Journal of Molecular Structure*, **1265**, Article ID: 133473. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133473>
- [11] Han, X.J., Yan, Y.J., Dou, L., Peng, Y.D., Huang, F. and Dong, W.K. (2022) The Investigation on First Co(III) Pyridine-Including Half-Salamo-Like Complexes. *Journal of Molecular Structure*, **1265**, Article ID: 133475. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133475>
- [12] Li, S.Z., Tong, L., Li, X. and Dong, W.K. (2022) New Insight into Two Penta-Coordinated Multinuclear Copper(II) Single-Armed Salamo-Based Complexes. *Inorganica Chimica Acta*, **540**, Article ID: 121047. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2022.121047>
- [13] Feng, L.C., Dou, L., Li, X.X. and Dong, W.K. (2022) Investigation of Two Novel di- and Tetra-Nuclear Cu(II) Bis(Salamo)-Type Complexes. *Polyhedron*, **224**, Article ID: 116024. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2022.116024>
- [14] Zhang, J., Feng, L.C., Li, S.Z. and Dong, W.K. (2022) Studies on Two Phenoxo-Bridged Homopolynuclear Cu(II) Bis(Salamo) Type Complexes Based on Theoretical Calculations and Fluorescence Properties. *Polyhedron*, **226**, Article ID: 116113. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2022.116113>
- [15] Dou, L., Tong, L., Yan, Y.B., Deng, Y.H. and Dong, W.K. (2022) Experimental and Theoretical Study of a Sandwich-Like Phenoxo-Bridged Heterobimetallic Zinc(II)-Manganese(III) 3-Meosalphen Complex. *Journal of Structural Chemistry*, **63**, 1242-1255. <https://doi.org/10.1134/s0022476622080054>
- [16] Dou, L., Cai, J.Q., Feng, L.C., Dong, W.K. and Duan, J. (2022) Structure and Luminescence of Two Coordination Polymers with Nonsymmetrical Salamo-Based Ligand. *Journal of Coordination Chemistry*, **75**, 1679-1690. <https://doi.org/10.1080/00958972.2022.2118053>
- [17] Dou, L., Hu, Z.F., Feng, L.C. and Dong, W.K. (2022) Differential Study on the Transition from a New Polyhalogen-Substituted Unsymmetric Salamo-Based Ligand to Its Cu(II) and Co(II) Complexes. *Journal of Coordination Chemistry*,

- 75, 2228-2244. <https://doi.org/10.1080/00958972.2022.2124509>
- [18] Li, X., Feng, S.S., Wei, Y.X. and Dong, W.K. (2022) An Investigation of a Relatively Rigid Acyclic Salamo-Type Ligand and Its Square Planar Cu(II) Complex. *Journal of Coordination Chemistry*, **75**, 2245-2257. <https://doi.org/10.1080/00958972.2022.2123738>
- [19] Man, L.L., Tong, L., Gan, L.L., Li, R.Y., Mu, H.R. and Dong, W.K. (2022) A N₂O₂-Tetradentate Dioxime Fluorescence Probe for Highly Efficient Sensing of S²⁻ and Solution Discoloration Detection of H₂S Gas. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements*, **197**, 1263-1272. <https://doi.org/10.1080/10426507.2022.2088758>
- [20] Man, L.L., Li, S.Z., Zhang, J., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2023) A New Single-Armed Salamo-Based Sensor with Aggregation-Induced Emission Characteristic for Selective Sensing of Aluminium Ions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **437**, Article ID: 114433. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114433>
- [21] Huang, Y., Li, X., Li, W.D. and Dong, W.K. (2023) Experimental and Theoretical Investigation of a New Non-Symmetric Salamo-Like Ligand and Its Tri-Nuclear Zn(II) and Ni(II) Complexes. *Inorganica Chimica Acta*, **546**, Article ID: 121303. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2022.121303>
- [22] La, Y.T., Yan, Y.J., Gan, L.L., Xu, L. and Dong, W.K. (2023) Novel Phenoxo-Bridged Di- and Tri-Nuclear Cu(II) Salamo-Like Complexes Driven by Various Counter-Anions. *Inorganica Chimica Acta*, **546**, Article ID: 121336. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2022.121336>
- [23] Man, L.L., La, Y.T., Feng, L.C., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2022) Investigation of Syntheses, Structures, Theoretical Calculations, and Fluorescence Properties of Two N₃O-Donor Half-Salamo-Type Cu(II) Complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, **76**, 413-430.
- [24] Guo, W.T., Ji, T.X., Deng, Y.H., Liu, J., Gou, Y.T. and Dong, W.K. (2022) Facile Synthesis of a Glutathione-Depleting Cu(II)-Half-Salamo-Based Coordination Polymer for Enhanced Chemodynamic Therapy. *Dalton Transactions*, **51**, 11884-11891. <https://doi.org/10.1039/d2dt01786c>
- [25] Xie, K.F., Huang, Y., Li, S.Z., Li, L.L. and Dong, W.K. (2022) An Investigation into the Impact of Introduced Thiocyanate Anions on the Trinuclear Co(II) Salamo-Based Complex. *Journal of Structural Chemistry*, **63**, 1262-1273. <https://doi.org/10.1134/s0022476622080078>
- [26] Ma, L.J., Li, X., Yan, Y.J., Yue, Y.N. and Dong, W.K. (2023) An Investigation of Two Heterobimetallic [Cu(II)₂Ln(III)] (Ln = La and Ce) Complexes of a More Flexible Bis(Salamo)-Type Ligand. *Journal of Molecular Structure*, **1275**, Article ID: 134617. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134617>
- [27] Pu, L.M., Li, R.Y., Chen, Z.Z., Xu, W.B., Long, H.T. and Dong, W.K. (2022) An Aldehyde-Appended Salamo-Type Turn-On Optical Probe: Rapid Detection of Trace Cyanide Ions by Structural Conversion Program. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **428**, Article ID: 113883. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.113883>
- [28] Pu, L.M., Zhang, T., La, Y.T., Long, H.T., Xu, W.B. and Dong, W.K. (2022) A Study on Two Unusual Heterohexanuclear [Cu^{II}₄Ln^{III}₂] (Ln^{III} = La^{III} and Ce^{III}) Complexes with a N₂O₂- and O₆-Donor Bis(Salamo)-Based Ligand. *Inorganic Chemistry Communications*, **146**, Article ID: 110113. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.110113>
- [29] Peng, Y.D., Yan, Y.J., La, Y.T., Han, X.J., Huang, F. and Dong, W.K. (2022) Two Novel Cu(II) and Ni(II) Quinolone-Containing Half-Salamo-Like Complexes: Theoretical and Experimental Studies. *Inorganic Chemistry Communications*, **146**, Article ID: 110121. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.110121>
- [30] Feng, T., Guo, S.Z., Li, M. and Zhao, L. (2022) A Insight into Structural Characterization, Hirshfeld Surface Analysis and DFT Theoretical Calculation of New Hexanuclear Ni(II) Complex Containing Two Different Coordination Modes of N₃⁻ Anions. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, **54**, 508-517. <https://doi.org/10.1080/24701556.2022.2034007>
- [31] Zhang, Y., Li, L.L., Huang, Y., Feng, T. and Dong, W.K. (2021) Investigations of New Five-Coordinate Dinuclear Co(II) and Cu(II) Salamo-Based Complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, **74**, 2912-2926. <https://doi.org/10.1080/00958972.2021.2018576>
- [32] Zhang, J.Q., Yao, G.X., Yan, Y.J., Xu, L., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2022) Structurally Characterized Salamo-Based Mononuclear Cu(II) Complex Fluorogenic Sensor with High Selectivity for CN⁻ and Cys-Cys. *Journal of Molecular Structure*, **1260**, Article ID: 132772. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.132772>
- [33] Han, X.J., Li, R.Y., Yue, Y.N., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2022) Studying Anion-Dependent Paradoxically Fluorescent Cu(II) Complexes Bearing a Pyridine-Decorated Tetradentate Half-Salamo-Like Ligand. *Inorganica Chimica Acta*, **529**, Article ID: 120634. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2021.120634>
- [34] Hu, Z.F., Dou, L., Zhang, J., Zhang, Y., Sun, Y.X. and Dong, W.K. (2022) A Novel "On-Off-On" Halogen-Substituted Bis(Salamo)-Like Fluorogenic Chemosensor for Sequentially Identifying Cu²⁺ Ions and Cysteine. *Inorganica Chimica Acta*, **541**, Article ID: 121090. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2022.121090>
- [35] Huang, Y., Li, W.D., Wei, Y.X., Wang, L. and Dong, W.K. (2023) Structural, Theoretical and Optical Investigations of Two Lateral Twisting Trinuclear Co(II) and Ni(II) Salamo Type Complexes. *Journal of Molecular Structure*, **1272**, Article ID: 134194. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134194>

- [36] Tong, L., Man, L.L., Li, X. and Dong, W.K. (2023) Two Novel Quinoline-Decorated Half-Salamo-Type Co(II) Complexes: Synthesis, Crystal Structure, Hirshfeld Surface Analysis, DFT Calculation and Fluorescence Properties. *Journal of Molecular Structure*, **1294**, Article ID: 136372. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136372>
- [37] La, Y.T., Yan, Y.J., Li, X., Zhang, Y., Sun, Y.X. and Dong, W.K. (2023) Coordination-Driven Salamo-Salen-Salamo-Type Multinuclear Transition Metal(II) Complexes: Synthesis, Structure, Luminescence, Transformation of Configuration, and Nuclearity Induced by the Acetylacetone Anion. *Inorganic Chemistry*, **62**, 9945-9963. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.3c01149>
- [38] Ma, C.Y., Li, X.X., Du, M.X., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2024) Deep Insights into Novel Hexa-Coordinated Phenoxy-Bridged Trinuclear Ni(II) Asymmetric Salamo-Like Complexes Affected by Different Types of Combined Solvents. *Journal of Molecular Structure*, **1298**, Article ID: 137071. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137071>
- [39] Na, L.P., Li, X., Du, M.X., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2023) A New Application of Salamo-Type Compounds: As a Photocatalyst of Designed Self-Assembling Cu(II) Dimer and Tetranuclear Co(II) Cuboidal Cluster. *Journal of Molecular Structure*, **1286**, Article ID: 135594. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.135594>
- [40] Niu, H.Y., Zheng, Y.R., Ding, Y.F., Wei, Y.X., Zhang, J., Guo, S.L., *et al.* (2023) The Unexpected Salamo-Type Copper(II) Complex: Synthesis, Structure, Theoretical Calculations and Fluorescence Properties. *Journal of Molecular Structure*, **1293**, Article ID: 136250. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136250>
- [41] Tong, L., Gan, L.L., Zhang, H.W., Sun, Y.X., Niu, H.Y. and Dong, W.K. (2023) Synthesis, Structure, Theoretical Studies, and Properties of Dinuclear Cu(II) and Novel Trinuclear Co(II) Complexes with a More Flexible 3-Meosalamo-Like Ligand. *Journal of Molecular Structure*, **1294**, Article ID: 136465. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136465>
- [42] Yan, Y.J., La, Y.T., Li, X., Zhang, Y., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2023) Investigating Poly-Nuclear Zn(II) and Ni(II) Complexes Based on a Formyl-Appended Single Salamo-Type Ligand. *Journal of Molecular Structure*, **1288**, Article ID: 135843. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.135843>
- [43] Zhang, J., Dou, L., Hu, Z.F. and Dong, W.K. (2023) The Investigation of Two Bis(Phenoxo)-Acetate-Bridged Binuclear Nickel(II) Complexes Driven by Different Alcohol Solvents. *Journal of Coordination Chemistry*, **76**, 596-611. <https://doi.org/10.1080/00958972.2023.2201656>
- [44] Ding, Y.F., Man, L.L., Tong, L., Li, X., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2024) Differently Structural Cu(II) and Ni(II) Complexes of a Nonsymmetrical Tetradentate Half-Salamo Like N₃O-Donor Ligand: Synthesis, Crystal Structure, Spectral Properties and Theoretical Studies. *Journal of Molecular Structure*, **1301**, Article ID: 137341. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137341>
- [45] Du, M.X., Li, X.X., Ma, C.Y., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2024) A Unique N-Heterocyclic Oligo(N,O-Donor) Salamo-Ni(II)-Based Probe for Highly Selective Fluorescence Detection of Cr₂O₇²⁻. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **310**, Article ID: 123909. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2024.123909>
- [46] Zhang, Y., Du, M.X., La, Y.T., Yan, Y.J. and Dong, W.K. (2024) Synthesis, Structural Characterizations and Theoretical Calculations of the Ni(II) Complex Based on a Novel Salamo-Salen-Salamo-Type Hybrid Ligand. *Journal of Molecular Structure*, **1296**, Article ID: 136841. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136841>
- [47] Peng, Y.D., Huang, F., Du, M.X., La, Y.T., Yu, J., Hu, X. and Dong, W.K. (2024) Rare Formyl-Coordinated Homotrinuclear Copper(II) Salamo-Based N₂O₃-Donor Complex: Experimental and Theoretical Studies. *Inorganica Chimica Acta*, **560**, Article ID: 121815. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2023.121815>
- [48] Gan, L.L., Tong, L., Liu, L.L., Yue, Y.N. and Dong, W.K. (2024) Investigating Two Structurally Different Penta-Coordinated Trigonal Bipyramidal Co(II) Non-Symmetric Salamo-Type Complexes. *Journal of Molecular Structure*, **1296**, Article ID: 136907. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136907>
- [49] Gan, L.L., Niu, H.Y., Liu, L.L., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2024) The Effect of Different Counter-Anions on Two Nonsymmetric Salamo-Type Copper(II) Complexes with Different Structures. *Journal of Molecular Structure*, **1302**, Article ID: 137526. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.137526>
- [50] Gan, L.L., Li, X., Du, M.X., Yan, Y.J., Zhang, Y., Dong, W.K. and Ding, Y.J. (2024) Study on Solvent Effect and Coordination Characteristics of Two Different Types of Cu(II) Salamo-Salen-Salamo-Hybrid Complexes. *Journal of Molecular Structure*, **1299**, Article ID: 137199. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137199>
- [51] Yan, Y.B., Yang, R.W., Zhang, H.W., Zhang, Y. and Dong, W.K. (2024) Crystal Structure and Luminescent Mechanochromism of a Quinoline-Appended Acylhydrazone Ligand and Its Zn(II) Complex. *Journal of Molecular Structure*, **1299**, Article ID: 137148. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137148>