

Condensation Reactivities and Crystal Structures of Schiff Base from Aromatic Aldehyde or Ketone with Diamine

Yan Pan, Minghua Chen, Yuguo Zheng, Junming Yi*

Key Laboratory of Chemical Synthesis and Environmental Pollution Control-Remediation Technology, College of Biology and Chemistry, Xingyi Normal University for Nationalities, Xingyi Guizhou
Email: *yijunming9999@126.com, 595578736@qq.com

Received: Feb. 12th, 2019; accepted: Feb. 27th, 2019; published: Mar. 5th, 2019

Abstract

Five Di-schiff base compounds were synthesized in a simple method from condensation reaction of three aromatic aldehydes and two aromatic ketones with hydrazine hydrate under reflux using ethyl alcohol as solvent, and their structures were characterized by ¹H NMR, ¹³C NMR, elemental analysis and single X-ray diffraction. The experiment result showed that these Schiff base structures of C=N were E configurations, and aromatic aldehyde or ketone with electron withdrawing group improving the condensation reaction activity, while the electron-donating group reducing its activity.

Keywords

Hydrazine Hydrate, Aromatic Aldehyde, Aromatic Ketone, Schiff Base, Crystal Structure

芳香醛酮与联胺的缩合反应及其晶体结构

潘 嫵, 陈明华, 郑玉国, 易君明*

兴义民族师范学院, 生物与化学学院, 化学合成及环境污染控制和生态修复技术实验室, 贵州 兴义
Email: *yijunming9999@126.com, 595578736@qq.com

收稿日期: 2019年2月12日; 录用日期: 2019年2月27日; 发布日期: 2019年3月5日

摘 要

在乙醇溶剂中以具有不同取代基的苯甲醛分别与水合肼进行缩合反应制备联亚胺席夫碱化合物, 其结构
*通讯作者。

通过 ^1H NMR、 ^{13}C NMR、元素分析及单晶X-射线衍射技术进行表征。实验结果表明：相对于苯甲醛与水合肼进行缩合反应而言，吸电子基团有利于缩合反应且产率较高，而供电子基团使反应困难且产率较低，所得席夫碱化合物晶体结构均为E构型。

关键词

水合肼，芳香醛，芳香酮，席夫碱，晶体结构

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

席夫碱是一类由伯胺与醛、酮类活泼羰基化合物缩合反应生成具有亚胺基(-CH=N-)结构化合物的总称，由于席夫碱氮原子上具有未成对电子，因而其容易和不同的金属离子配位得到结构各异新颖的化合物，某些席夫碱配合物具有良好的杀菌、抗病毒以及抗肿瘤等多种生物活性而得到广泛的应用，部分席夫碱配合物具有特殊的催化反应性能和酶模拟功效，一些席夫碱及其配合物具有独特的磁性、光学、电化学等性质而倍受化学工作者关注[1] [2] [3] [4] [5]。因此，近年来席夫碱及其金属配合物的发展受到普遍重视，发展迅速，其合成及性质和应用研究已有多篇综述文献进行报道[6]-[11]。水合肼是联氨的水溶液，又称为水合联胺，具有很强的亲核性，易与芳香醛发生缩合反应得到双亚胺基席夫碱化合物，该席夫碱具备与金属离子配位时形成单核或双核配合物的结构，因此，近年来关于水合肼与芳香醛缩合反应制备席夫碱的合成研究逐步引起化学工作重视，如2011年 Mahmoodi N O 等[12]在 KSF 催化下合成系列结构对称的席夫碱，2012年吉林大学 Mu Ying 等[13]以水合肼和取代芳香醛为原料在乙醇溶剂中回流反应合成联亚胺基席夫碱，2014年 Khan K M 等[14]以水合肼与芳香醛为原料在 BiCl_3 催化下超声波高效合成系列席夫碱，2016年张秀清等[15]采用邻羧基苯甲醛和水合肼两种物质通过混合溶剂法得到邻羧基苯甲醛缩水合肼席夫碱，但是关于水合肼与芳香醛、酮发生缩合反应生成联亚胺基席夫碱及其晶体结构的研究报道并不多见[16] [17]。

水合肼又称为水合联胺，是氨分子中一个氢原子被氨基取代后的一水合物。为了进一步了解不同类型取代基的芳香族醛或酮与水合肼进行缩合反应生成联亚胺基席夫碱的反应情况及其晶体结构，为合成新型席夫碱及开展席夫碱金属配合物的性质和应用研究提供理论参考，我们以苯甲醛、对氟苯甲醛、对甲氧基苯甲醛、苯乙酮为原料，在乙醇溶剂中分别与水合肼进行缩合反应制备联亚胺基席夫碱进行比较，通过单晶 X-射线衍射表征化合物晶体结构。

2. 实验部分

2.1. 主要试剂和仪器

苯甲醛、对氟苯甲醛、对甲氧基苯甲醛、苯乙酮均为分析纯，水合肼(85%)，均购自山东西亚化学工业有限公司，其余试剂均为市售分析纯，实验前未作纯化处理。

单晶 X-射线衍射仪：Bruker Smart APEX II CCD 单晶 X-射线衍射仪(石墨单色化 $\text{Mo-K}\alpha$ 射线， $\lambda = 0.071073$ nm，扫描方式为 φ - ω ，德国 Bruker 公司)，JEOL-ECX 400 NMR 核磁共振仪(日本电子株式会社)，Sartorius-BS110S 电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司)，Vario EL III 元素分析仪(德国 Elementar

公司)。

2.2. 标题化合物的合成

参照文献[13]进行, 合成路线如图 1 所示, 图中 DBH 为二苯甲醛缩联胺、BMBH 为二对甲氧基苯甲醛缩联胺、BPEH 为二苯乙酮缩联胺、BFBH 为二对氟苯甲醛缩联胺。以合成化合物 DBH 为例: 在装有回流冷凝装置的 250 mL 三口瓶中依次加入无水乙醇 150 mL、2 滴冰乙酸、水合肼(85%) 1.0 mL 和苯甲醛 5.0 mL (0.05 mol), 搅拌下缓慢加热至回流反应 4 小时, 薄层析跟踪至反应结束, 析出大量浅黄色沉淀, 抽滤, 反复用无水乙醇洗涤除杂, 固体烘干后 DMF 溶解加热成饱和溶液, 放置, 针刺穿孔薄膜封口, 数天后即可析出大量浅黄色条形晶体, 收集晶体, 除少许用于单晶结构测试外, 其余全部烘干即得黄色固体产物。

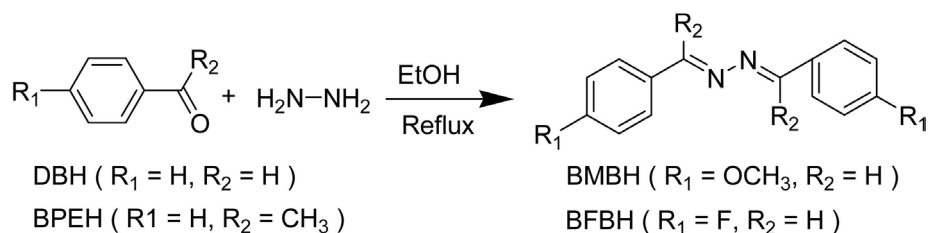


Figure 1. The synthetic Route of Schiff base compounds

图 1. 几个席夫碱化合物的合成路线图

DBH: yield: 81.92%; $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 8.71 (s, 2H, $-\text{CH}=\text{N}-$), 7.8~7.88 (d, $J = 4$ Hz, 4H, ArH), 7.49~7.51 (d, $J = 8$ Hz, 6H, ArH); $^{13}\text{C NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 162.00, 134.08, 131.84, 129.56, 128.81; Anal. Calcd for $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2$, C = 80.77, H = 5.77, N = 13.46. Found: C = 80.80, H = 5.72, N = 13.40.

BFBH: yield (93.85%); $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 8.71 (s, 2H, $-\text{CH}=\text{N}-$), 7.91~7.95 (q, $J = 16$ Hz, 4H, ArH), 7.32~7.36 (d, $J = 16$ Hz, 4H, ArH); $^{13}\text{C NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 161.05, 131.1~131.09 (d, $J = 36$ Hz), 116.64, 116.42; Anal. Calcd for $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{F}_2\text{N}_2$, C = 68.85, H = 4.13, N = 11.48. Found: C = 68.80, H = 4.21, N = 11.44.

BMBH: yield (80.02%); $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.91~7.89 (m, $J = 8$, 4H, $-\text{CH}=\text{N}-$, ArH), 7.45~7.44 (t, $J = 4$ Hz, 6H, ArH), 2.26 (s, 6H, $-\text{CH}_3$); $^{13}\text{C NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 157.68, 138.30, 130.22, 128.79, 127.06, 15.18, Anal. Calcd for $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2$, C = 71.62, H = 6.02, N = 10.44. Found: C = 70.95, H = 6.11, N = 10.50.

BPEH: yield (70.69%); $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.91~7.90 (m, $J = 4$, 4H, ArH), 7.45~7.44 (t, $J = 4$ Hz, 6H, ArH), 2.26 (s, 6H, $-\text{CH}_3$); $^{13}\text{C NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 157.75, 138.30, 130.22, 128.74, 126.92, 15.13; Anal. Calcd for $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_2$, C = 81.36, H = 6.78, N = 11.86. Found: C = 80.32, H = 6.80, N = 11.88.

2.3. 晶体结构测试

选取尺寸适当大小的透明晶体置于 Bruker Smart Apex II CCD 单晶 X-射线衍射仪上, 以石墨单色化的 $\text{Mo-K}\alpha$ (0.071073 nm) 辐射光源在 $\theta = 1.00^\circ \sim 25.00^\circ$ 的范围内, 以 ω - ϕ 扫描方式在室温 293~296 K 下进行晶胞参数测定和收集衍射数据, 晶体结构解析和精修使用 Shelxtl-97 程序包。粗结构由直接法解出, 非氢原子坐标用差值 Fourier 合成确定, 并参照各向异性参数用全矩阵最小二乘法修正, 氢原子用理论加氢方

式获得。晶体结构测试条件及其晶体学数据如表 1 所示。

Table 1. Main crystal data of Schiff base compounds
表 1. 几个席夫碱化合物的主要晶体学数据表

参数	DBH	BFBH	BMBH	BPEH
经验分子式	C ₁₄ H ₁₂ N ₂	C ₁₄ H ₁₀ F ₂ N ₂	C ₁₆ H ₁₆ N ₂ O ₂	C ₁₆ H ₁₆ N ₂
相对分子质量(g/mol)	208.26	244.24	268.31	236.31
测试温度/K	293(2)	293(2)	296(2)	293(2)
辐射波长/nm	0.071073	0.071073	0.71073	0.71073
晶系	正交	单斜	单斜	单斜
空间群	Pbcn	P21/c	Cc	P21/n
晶胞参数	a = 1.3081(3) nm	0.38418(9) nm	1.73837(14) nm	1.1709(3) nm
	b = 1.1760(3) nm	1.3615(3) nm	1.06955(14) nm	0.7549(2) nm
	c = 0.7577(2) nm	1.1045(3) nm	0.84188(8) nm	1.4840(4) nm
	$\alpha = 90^\circ$	90°	90°	90°
	$\beta = 90^\circ$	93.049(6)°	113.756(4)°	97.468(8)°
	$\gamma = 90^\circ$	90°	90°	90°
晶胞体积(nm ³)	V = 1.1655(5) nm ³	0.5769(2) nm ³	1.4327(3) nm ³	1.3006(6) nm ³
z 值	12	10	4	4
晶体密度(g/cm ³)	1.824	1.436	1.244	1.207
单胞中电子数目 F (000)	2530	1512	568	504
晶体尺寸(mm)	0.23 × 0.21 × 0.18	0.22 × 0.19 × 0.17	0.22 × 0.20 × 0.18	0.22 × 0.20 × 0.18
扫描范围(deg)	2.33~12.46	2.38~24.92	2.29~22.44	2.70~24.45
极限指数	-7 ≤ h ≤ 7	-4 ≤ h ≤ 4	-20 ≤ h ≤ 18	-14 ≤ h ≤ 14
	-7 ≤ k ≤ 7	-15 ≤ k ≤ 16	-12 ≤ k ≤ 10	-9 ≤ k ≤ 9
	-4 ≤ l ≤ 4	-11 ≤ l ≤ 12	-9 ≤ l ≤ 10	-11 ≤ l ≤ 17
最终偏离因子(>2(I))	R1 = 0.0316	0.0398	0.0464	0.0449
	Rw = 0.0534	0.0965	0.1088	0.1106
偏离因子(all)	R1 = 0.0318	0.0609	0.0704	0.0616
	wR2 = 0.0541	0.1099	0.1267	0.1304

3. 结果与讨论

醋酸用作催化剂对产率的影响: 苯甲醛和对氟苯甲醛在室温下均能与水合肼发生明显化学反应现象, 不同的是苯甲醛和水合肼在乙醇溶剂中混合均匀后放置片刻才发生明显化学反应并产生大量黄色沉淀, 而对氟苯甲醛则在加入的过程中就能快速发生反应生成大量黄色沉淀; 对甲氧基苯甲醛和苯乙酮在室温下与水合肼进行反应均观察不到明显的化学反应现象, 需要在加热条件下才能观察到有沉淀现象产生, 加入少许醋酸可以适当增加沉淀质量提高产率, 推测醋酸在反应体系中起着催化剂作用。在合成目标产物(席夫碱)的过程中, 醋酸用作催化剂对合成目标产物的产率有着不同的影响, 其中在合成 DBH 和 BFBH 时醋酸的加入对产率几乎没有明显变化, 推测可能是氟原子作为强吸电子基团使苯环上电子云密度降低, 从而使苯环上的醛基与联胺分子中的氨基反应活性增强, 产率相对较高, 几滴醋酸可使 DBH 产率提高约 15%, 而对 BFBH 的产率提高还不到 5%, 影响不是很大。醋酸用作催化剂对 BMBH 或 BPEH 产率有着较大影响, 在没有加入醋酸时, 尽管采用加热回流反应 12 小时的办法试图提高产率, 但是结果是产率还不到 5%, 但是在加入几滴醋酸作为催化剂后, 均可使产率提高到 70%以上, 推测除了空间位阻影响因素

外,可能是甲氧基或甲基作为供电子基团可使苯环上的电子云密度升高,从而使醛基与联胺分子中的氨基反应活性降低导致其产率不高。

产物的分离纯化与单晶培养:由于原料芳香醛及水合肼在乙醇溶剂中均能溶解,而席夫碱产物在乙醇或水及其混合溶剂中均不溶解或溶解度不大,故产物后处理可采用抽滤后沉淀用乙醇反复洗涤以便除去未反应的原料和其他杂质进行分离纯化。固体烘干后用 DMF 加热溶解成饱和透明溶液,放置数天后便可析出长条状的浅黄色晶体,推测可能是 DMF 暴露在空气中会吸收空气中的水分从而导致产物能够结晶析出而且能够稳定存在;尽管产物用 DMSO 作溶剂也可以析出晶体,但是对相同质量的产物而言,DMSO 作溶剂所析出晶体的量没有用 DMF 作溶剂时多,推测可能是产物在 DMSO 中溶解度较大且溶解度受温度变化影响较小所致。

3.1. 二苯甲醛缩联胺席夫碱(DBH)晶体结构

关于二苯甲醛缩水合肼席夫碱(DBH)的合成方法文献[14]进行报道,其结构通过核磁共振和质谱技术进行表征,但为了进一步了解二苯甲醛缩水合肼席夫碱化合物的晶体结构,我们用 DMF 进行重结晶,得到浅黄色长条状晶体,晶体结构及晶胞图如图 2 所示。DBH 为正交晶系, Pbcn 空间群,经验分子式为 $C_{14}H_{12}N_2$,每个晶胞内有 12 个化合物分子。从晶体结构中可以看出,分子中两个碳氮双键均为 E 构型,相邻分子之间主要是通过分子两端的苯环发生 C-H π 作用,作用距离分别为 0.3598 nm 和 0.3604 nm,平均值为 0.3601 nm。C=N 键长值均为 0.1264 nm,与文献[18]报道 C=N 键长值相似;N-N 键长值为 0.1401 nm,苯环上的碳键的键长值分别为 0.1398 nm、0.1352 nm、0.1390 nm、0.1380 nm、0.1379 nm、0.1382 nm,平均为 0.1382 nm。从键角方面来看,C(7)-N(1)-N(1)键角为 111.76°,N(1)-C(7)-C(6)键角为 122.84°,苯环上的键角分别为 120.26° [C(5)-C(6)-C(4)]、121.34° [C(3)-C(4)-C(5)]、117.53° [C(2)-C(3)-C(4)]、121.59° [C(1)-C(2)-C(3)]、120.91° [C(2)-C(1)-C(6)]、118.35° [C(1)-C(6)-C(5)],平均键角为 120.00°,与苯环的平均键角值相吻合;分子中两个苯环中心点之间的距离为 0.8656 nm,两端苯环共平面,分子中所有的碳、氢、氮原子几乎在同一平面,因此可以认为整个分子式一个平面型分子。

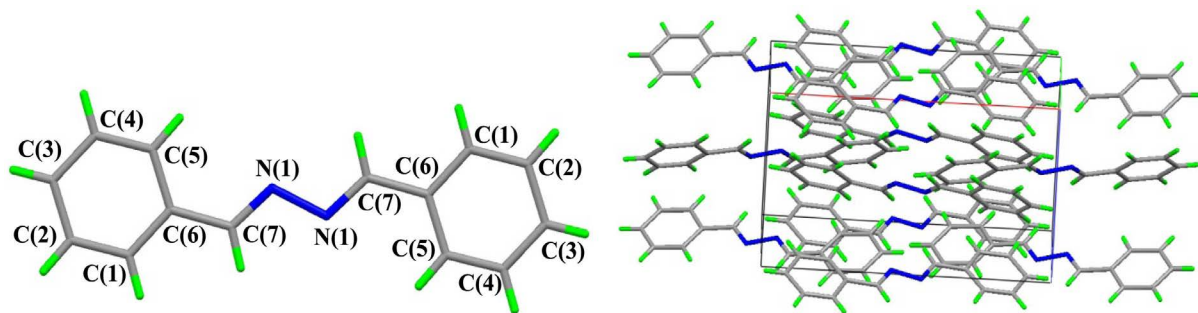


Figure 2. The crystal structure and packing diagram of compound DBH

图 2. DBH 的晶体结构及晶胞图

3.2. 二对氟苯甲醛缩联胺席夫碱(BFBH)晶体结构

为了进一步了解芳香醛缩联胺席夫碱的化学反应活性及其晶体结构,我们在苯环上醛基的对位引入强吸电子基团氟原子,把反应物苯甲醛换为对氟苯甲醛进行实验对比观察,结果是在其它条件不变的情况下,观察到滴入对氟苯甲醛到乙醇和水合肼的过程中快速产生浅黄色沉淀,随着对氟苯甲醛的逐渐加入,沉淀逐渐增多,醋酸的加入以及加热对产率影响几乎没有影响。二对氟苯甲醛缩联胺席夫碱(BFBH)的晶体结构及晶胞图如图 3 所示,化合物 BFBH 为单斜晶系, P21/c 空间群,经验分子式为 $C_{14}H_{10}F_2N_2$,

每个晶胞内有四个化合物分子。从晶体结构中可以看出,分子中两个碳氮双键均为 E 构型,相邻化合物分子之间主要通过多个氢键(C-H-F)发生相互作用,这些氢键主要发生在氟原子与苯环上的氢原子和醛基碳上的氢原子之间,如 C(7)-H-F(1) (0.3503 nm)和 C(2)-H-F(1) (0.3520 nm)等,对相邻分子之间的氢键进行扩展链接,可以观察到层状结构,相邻两层平面之间的距离为 0.3495 nm。分子中的碳氟键键长值为 0.1358 nm,碳氮双键的键长值为 0.1266 nm。分子中的苯环上的碳键键长及链上碳氮双键的键长值均与化合物 DBH 很相似,处于正常的范围值之内,分子中氟原子、碳原子、氮原子和氢原子几乎处于同一平面,因此整个分子也是一个近平面型分子。

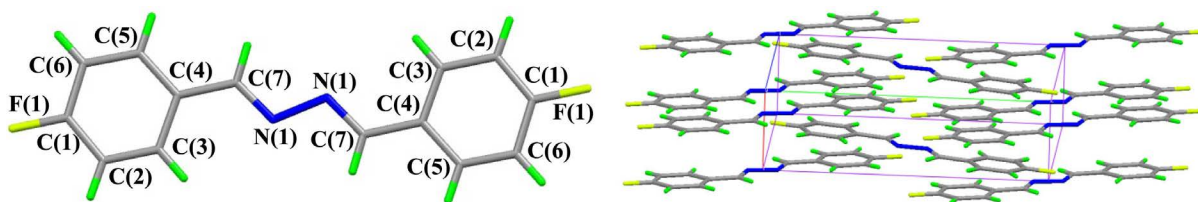


Figure 3. The crystal structure and packing diagram of compound BFBH
图 3. BFBH 的晶体结构及晶胞图

3.3. 二对甲氧基苯甲醛缩联胺席夫碱(BMBH)晶体结构

为了观察苯环上具有不同类型取代基的芳香醛与联胺进行缩合反应情况及其相对应的席夫碱化合物晶体结构,我们在苯环上引入供电子基团即甲氧基,观察对甲氧基苯甲醛与联胺的化学反应实验情况,结果是在室温下混合均匀放置几乎观察不到明显的化学反应现象,即使在加热回流反应 12 个小时的条件下也只生成少许浅黄色沉淀,但是在加入几滴醋酸作为催化剂后,产率可以得到较大提高。对甲氧基苯甲醛缩联胺席夫碱(BMBH)的晶体结构及晶胞图如图 4 所示,化合物为单斜晶系, Cc 空间群,经验分子式为 $C_{16}H_{16}N_2O_2$,每个晶胞内有 4 个化合物分子,分子中两个碳氮双键仍均为 E 构型。分子之间主要通过多个弱的氢键(C-H-O、C-H-N 及 C-H-C)和 C-H- π 发生相互作用,这些 C-H-O 氢键的键长值为 0.3442 nm [C(11)-H-O(1)]、0.3415 nm [C(16)-H-O(1)]、0.3379 nm [C(1)-H-O(2)]等,C-H-N 氢键如 C(1)-H-N(2)为 0.3620 nm, C-H-C 氢键如 C(1)-H-C(8)为 0.3514 nm,苯环之间通过 C-H- π 作用如 C(11)到 C(2)之间的作用距离为 0.3534 nm。分子两端甲氧基上氧原子之间的距离为 1.4132 nm,甲基碳原子之间的距离为 1.5540 nm。分子两端的 C(1)-O(1)-C(2)和 C(13)-O(2)-C(16)键角依次为 119.08°和 118.22°,两个甲氧基朝向相反,整个分子由于受到分子两端甲氧基的影响,两个苯环所在平面之间呈现 8.17°的扭转角。

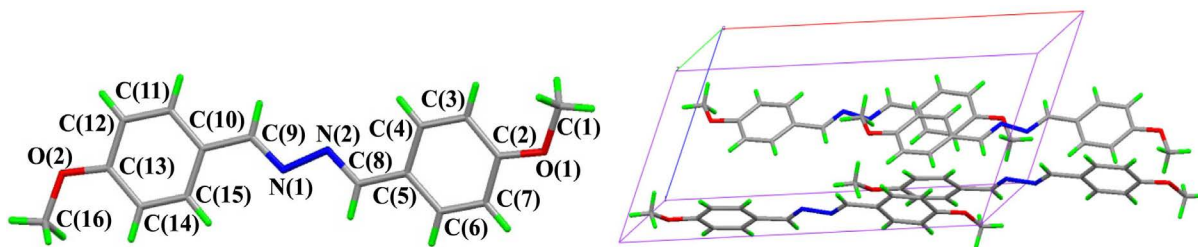


Figure 4. The crystal structure and packing diagram of compound BMBH
图 4. BMBH 的晶体结构及晶胞图

3.4. 二苯乙酮缩联胺席夫碱(BPEH)晶体结构

通过苯环上不同类型取代基的苯甲醛与水合肼反应情况可知,苯环上具有吸电子基团时反应活性增

强, 供电子基团使反应活性减弱。为了进一步验证具有供电子基团的芳香醛或酮与水合肼进行反应时化学反应活性降低的实验现象, 我们用苯乙酮与水合肼反应进行实验观察, 结果是室温下二者几乎不反应, 即使在加热回流反应 12 小时后也只有极少许的沉淀产生, 但是在加入少许醋酸作为催化剂后, 产率可以得到明显改善, 推测可能受到甲基作为供电子基团和空间位阻的双重影响。苯乙酮与水合肼缩合产物席夫碱(BPEH)的晶体结构及晶胞图如图 5 所示, 化合物为单斜晶系, $P21/n$ 空间群, 经验分子式为 $C_{16}H_{16}N_2$, 每个晶胞内有 4 个化合物分子, 碳氮双键为 E 构型, 相邻化合物分子之间主要通过弱的 C-H-N 氢键和 C-H- π 发生相互作用。由于甲基的空间位阻比氢原子大, 致使两个甲基碳原子所在平面[C(6)-C(7)-C(8)]和[C(9)-C(10)-C(11)]具有 44.30° 角度, 两个碳氮双键的键长值分别为 0.1277 nm [N(2)-C(9)]和 0.1278 nm [N(1)-C(7)], 两个苯环所在平面之间呈现出 64.33° 的扭转角。

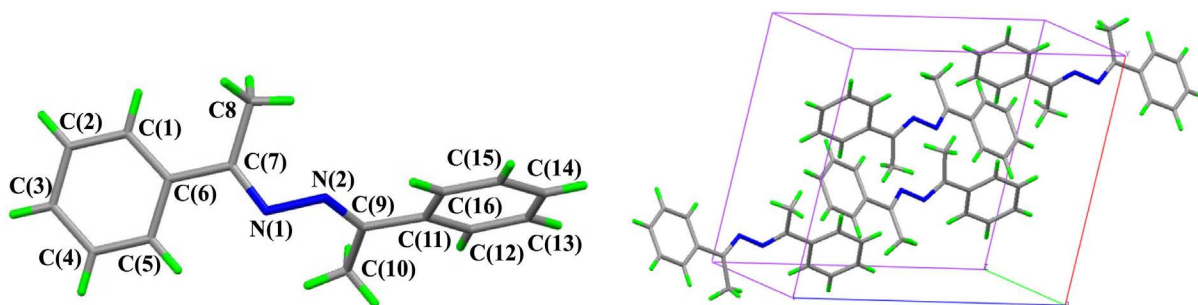


Figure 5. The crystal structure and packing diagram of compound BPEH

图 5. BPEH 的晶体结构及晶胞图

以上讨论了不同类型取代基(供电子基团与吸电子基团)的芳香族醛或酮与联胺进行缩合反应的情况及晶体结构, 相对于苯甲醛与联胺进行缩合反应而言, 除收到空间位阻的影响外, 供电子基团可使化学反应活性降低, 而吸电子基团则使反应活性增强。这一结论在 4-二甲氨基苯甲醛与水合肼的反应中得到了进一步验证, 即使在醋酸作为催化剂的情况下加热回流反应 12 小时也只能得到约 72% 的产率, 产物仍为黄色固体, 图 6 为二(4-二甲氨基)苯甲醛缩联胺席夫碱的晶体结构和晶胞图。该化合物为单斜晶系, 分子式为 $C_{18}H_{22}N_4$, E 构型, 分子量为 294.40 g/mol , $P21/c$ 空间群, 主要晶胞参数为: $a = 0.59819(6)\text{ nm}$, $b = 0.73650(7)\text{ nm}$, $c = 1.89711(16)\text{ nm}$, $\beta = 90.430(3)^\circ$, $Z = 4$, $V = 0.83578(14)\text{ nm}^3$, $-5 \leq h \leq 7$, $-7 \leq k \leq 8$, $-22 \leq l \leq 20$, $F(000) = 2686$, $\mu = 0.608\text{ mm}^{-1}$ 。

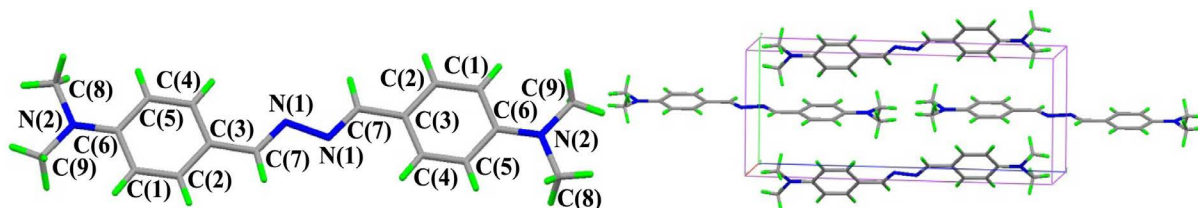


Figure 6. The crystal structure and packing diagram of (1E,2E)-1,2-di(4-(dimethylamino) benzylidene) hydrazine

图 6. (1E,2E)-二(4-N,N-二甲氨基)苯甲醛缩联胺席夫碱的晶体结构及晶胞图

4. 结论

报道了不同类型取代基的芳香醛酮与联胺缩合反应制备席夫碱的反应情况及其晶体结构, 所得化合物的碳氮双键均为 E 构型。芳香族醛酮化合物与水合肼进行反应, 其反应活性不仅受空间位阻的影响, 而且取代基类型的影响, 其中供电子基团使化学反应活性减弱, 吸电子基团使反应活性增强。

基金项目

贵州省科技厅资助项目(黔科合 LH 字[2016] 7038)、贵州省教育厅资助项目(2016 年教改项目 163 号)。

参考文献

- [1] 张奇龙, 王焕宇, 江峰, 冯广卫, 徐红, 黄亚励. 基于季戊四胺席夫碱的 Ni(II)和 Cu(II)配合物的合成、结构及其抑菌活性[J]. 无机化学学报, 2016, 32(3): 464-468.
- [2] 易君明, 张玲菲, 张云黔, 陶朱. 芳醛缩 N-(2-乙胺)-9,10-二氢葱-9,10-桥- α,β -琥珀酰亚胺 Schiff 碱衍生物的合成及晶体结构[J]. 分子科学学报, 2013, 29(1): 17-22.
- [3] 王建华, 雷文, 王远亮. Schiff 碱及其金属配合物的抑菌活性[J]. 化学通报, 2002, 65: 1-7.
- [4] 赵佳楠, 张宇, 李响, 沙靖全, 张羽男, 王朝兴. 基于肿瘤靶向的水飞蓟宾-氨基酸席夫碱的合成及性质研究[J]. 分子科学学报, 2015, 31(2): 134-139.
- [5] 刘琳, 禅景辉, 王海宇, 徐杰, 李瑶, 朱玲玲, 崔术新. 双亚甲胺席夫碱为配体的双核吡啶铜配合物的磁性理论研究[J]. 分子科学学报, 2016, 32(6): 510-514.
- [6] Kumar, A.P.A. (2015) A Review: An Overview on Synthesis of Some Schiff Bases and Their Metal Complexes with Anti-Microbial Activity. *Chemical and Process Engineering Research*, **35**, 84-86.
- [7] Hameed, A., Al-Rashida, M., Uroos, M., Ali, S.A. and Khan, K.M. (2017) Schiff Bases in Medicinal Chemistry: A Patent Review (2010-2015). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, **27**, 63-79. <https://doi.org/10.1080/13543776.2017.1252752>
- [8] Zoubi, W.A., Al-Hamdani, A.A.S. and Kaseem, M. (2016) Synthesis and Antioxidant Activities of Schiff Bases and Their Complexes: A Review. *Applied Organometallic Chemistry*, **30**, 810-817. <https://doi.org/10.1002/aoc.3506>
- [9] Utreja, D., Vibha, S.S. and Manpreet, K. (2015) Schiff Bases and Their Metal Complexes as Anti-Cancer Agents: A Review. *Current Bioactive Compounds*, **11**, 215-230. <https://doi.org/10.2174/1573407212666151214221219>
- [10] El-Bindary, A.A., El-Sonbati, A.Z., Dia, M.A., Ghoneim, M.M. and Sera, L.S. (2016) Polymeric Complexes-LXII. Coordination Chemistry of Supramolecular Schiff Base Polymer Complexes—A Review. *Journal of Molecular Liquids*, **216**, 318-329. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.12.113>
- [11] Yimer, A.M. (2015) Review on Preparation and Description of Some First Series Divalent Transition Metal Complexes with Novel Schiff's Base Ligands. *Review of Catalysts*, **2**, 14-25. <https://doi.org/10.18488/journal.96/2015.2.1/96.1.14.25>
- [12] Mahmoodi, N.O., ZanJanchi, M.A., Aliakbar, A., Behzadi, T. and Ghanbari, F. (2011) Synthesis of Novel Symmetric Schiff Bases Using KSF. *Oriental Journal of Chemistry*, **27**, 517-522.
- [13] Wang, L., Su, Q., Wu, Q.L., Gao, W. and Mu, Y. (2012) Synthesis of New Substituted Benzaldazine Derivatives, Hydrogen Bonding-Induced Supramolecular Structures and Luminescent Properties. *Comptes Rendus Chimie*, **15**, 463-470. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2011.12.006>
- [14] Khan, K.M., Jamil, W., Ambreen, N., Taha, M., Perveen, S. and Morales, G.A. (2014) An Expedient Synthetic Approach towards the Synthesis of Bis-Schiff Bases (Aldazines) Using Ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, **21**, 1200-1205. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.12.011>
- [15] 倪萌, 李家星, 范超逸, 韦华传, 张秀清. 邻羧基苯甲醛缩水合肼席夫碱的合成、晶体结构及表征[J]. 化学试剂, 2016, 38(11): 1051-1054.
- [16] Duan, X.M., Zheng, P.W. and Zhou, B. (2005) N,N'-Bis(3-hydroxy-4-methoxybenzylidene)hydrazine. *Acta Crystallographica Section E*, **E61**, o3449-o3451. <https://doi.org/10.1107/S1600536805030205>
- [17] Zheng, P.W., Wang, W. and Duan, X.M. (2005) N,N'-Bis(3-nitrobenzylidene)hydrazine. *Acta Crystallographica Section E*, **E61**, o3485-o3486. <https://doi.org/10.1107/S1600536805030631>
- [18] 刘巧茹, 赵亚新, 彭勤龙, 薛灵伟, 赵干卿. 4-氨基安替比林希夫碱的合成、晶体结构及其荧光性质研究[J]. 有机化学研究, 2017, 5(1): 1-7.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8844，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjcet@hanspub.org