

研究简讯

银河系分子云总体性质的研究及 恒星形成区成协天体的探测 *

向 德 琳

(中国科学院紫金山天文台 南京 210008)
(中国科学院射电天文联合实验室 南京 210008)

摘 要

综述了作者通过 ^{13}CO 观测来研究银河系分子云总体特征和展示大尺度结构, 以及探测恒星形成区新成协天体。评述了研究结果及其应用和有关研究课题的深入与发展, 并与同类工作作了比较。

关键词 脉泽 — 恒星: 形成 — 星际介质: 分子 — 星际介质: 云 — 银河系: 结构

1 银河系分子云总体性质及大尺度结构

星际分子云是银河系主要组成部分, 它还是恒星的诞生地。探索分子云总体特征和大尺度结构, 深化对恒星早期演化相的了解是我们的目的。

1.1 主要研究结果

1.1.1 ^{13}CO 分子谱线巡视: 自 60 年代发现星际分子以来, 首先用 CO 谱线展现个体分子云及其总体结构, 见图 1^[1]。它展示出 CO 云弥漫成片, 云与云间速度混迭, 不能分解。但 ^{13}CO 谱线相对光学薄, 在银道面上其发射度比 CO 的低, 线较窄, 且不易饱和。图 2 示出与图 1 相应的部分天区的 ^{13}CO 的 $l-v$ 图^[2]。国际上十多年来四项主要 ^{13}CO 巡视项目见表 1。用美国 NRAO 12m 毫米波镜完成的项目^[2] 是开展最早、分辨率最高、取样间隔最小和噪声水平最低的一项, 获得了最好的分子云细节。其结果首先证明了 ^{13}CO 是比 ^{12}CO 分子更好的示踪分子云核和分子云结构的探针。而 ^{12}CO 谱线由于具有高激发和自屏蔽的优点, 看来是示踪大尺度云包层 (在云的包层中包含了分子云大部分质量) 的更好探针。它们从此被同行广泛同时采用于研究和描述分子云、银河系和星系结构。用 Bell Labs 7m 镜作的 ^{13}CO 巡视点集最大, 包括了银河系中心区^[10,11]。用 1983 年装在智利 Cerro-Tololo 的 Columbia-S(1.2m 镜) 于 1988 年作了南天巡视^[12]。

* 国家自然科学基金和中国科学院天文口支持项目

1994 年 3 月 26 日收到

1995 年 3 月 31 日收到修改稿

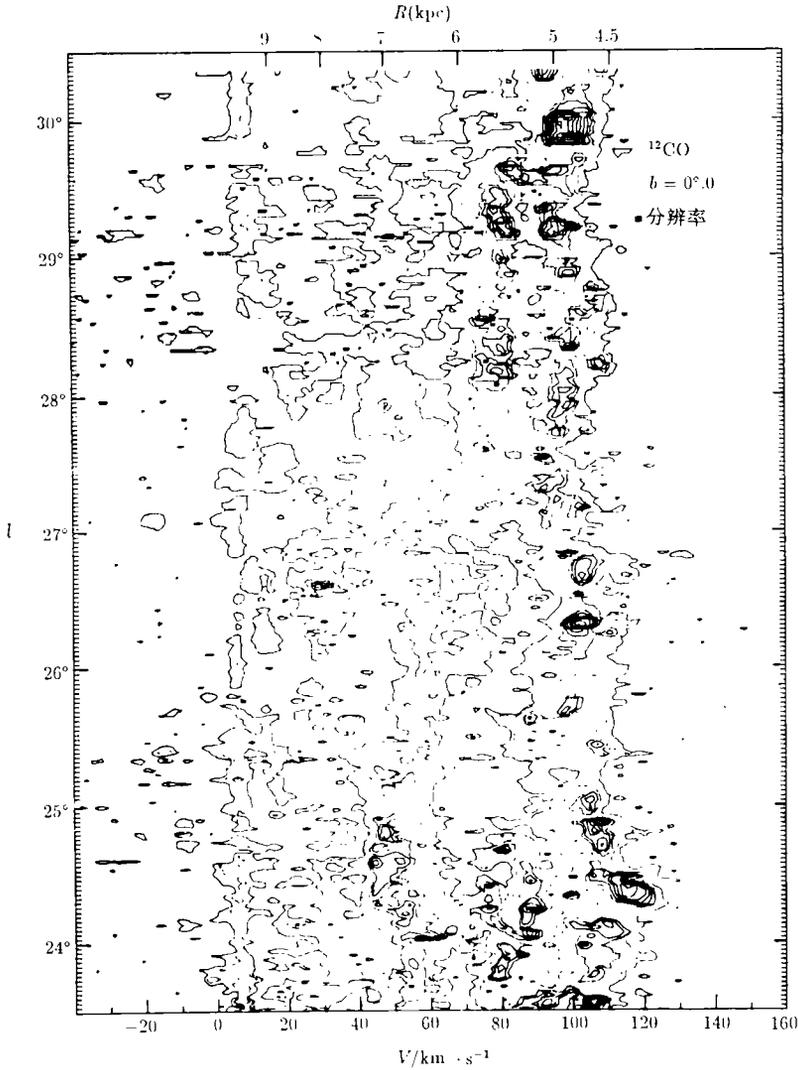


图 1 ^{12}CO 发射的银道面 $l-v$ 图 [1]

表 1 银河系的 ^{13}CO 巡视

Survey	Line Sampling in l	θ	No. of position	Δl	Δb	%Sky Covered	$\sigma(\text{K})$ (500kHz)	Ref.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Bordeaux	5'	4'.4	282	38 - 67°.5	$b = 0^\circ$	0.004	0.09	[9]
NRAO	3'	66''	391	20 - 40°	$b = 0^\circ$	0.0003	0.07	[2]
Bell Labs	3'	1'.8	73000	355 - 122°	$-1^\circ + 1^\circ$	0.16	0.1	[10, 11]
Columbia-S	0°.25	9'	200	300 - 350°	$b = 0^\circ$	0.01	0.08	[12]

注：(1) 巡视，(2) 银经取样间隔，(3) 有效分辨率，(4) 观测点数，(5) l 的观测范围，(6) b 的观测范围，(7) 天空覆盖 (%)，(8) 噪声水平，(9) 参考文献

表 2 由 $^{13}\text{CO}(J=1-0)$ 谱线导出的分子云和银河系的特征参量

分子云个体固有特征参量		
平均直径	$\langle D \rangle$	25pc
平均质量	$\langle m \rangle$	$2 \times 10^5 M_{\odot}$
平均密度	$n_{\text{H}_2}(\text{non-LTE})$	$300\text{cm}^{-3}(R \sim 5\text{kpc})$
分子云总体特征参量		
分子云质量谱	f_m	$\propto \left(\frac{m}{M_{\odot}}\right)^{-\frac{2}{3}} \exp \left[1.46 - 0.043 \left(\frac{m}{M_{\odot}}\right)^{\frac{1}{3}} \right]$
分子云尺度谱	f_D	$\propto \exp \left[- \left(\frac{D}{\text{pc}} - 16\right) / 11 \right]$
云际速度弥散度	$\sigma_{\text{C-C}}$	$4.2\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$
H_2 空间平均数密度	$\langle n_{\text{H}_2} \rangle(\text{non-LTE})$	$2.5\text{cm}^{-3}(R \sim 5.5\text{kpc})$
H_2 柱密度	N_{H_2}	$1.8 \times 10^{22}\text{cm}^{-2}$
银河系特征参量		
H_2 与 HI 的质量比	$\langle m(\text{H}_2) \rangle / \langle m(\text{HI}) \rangle$	$\sim 6(R = 2 - 10\text{kpc})$
H_2 面密度	σ_{H_2}	$14M_{\odot}\text{pc}^{-2}$
H_2 与 HI 的面密度比	$\sigma_{\text{H}_2} / \sigma_{\text{HI}}$	$6(R \sim 5\text{kpc})$
银河系总质量	M_{tot}	$1.6 \times 10^9 M_{\odot}(R = 4.5 - 10\text{kpc})$
银河系分子云总数	N	$\geq 8000(R = 4.5 - 10\text{kpc})$

1.1.2 分子云总体是宏观很不透明的, ^{12}CO 谱线虽未必饱和, 但它对于云数和柱密度相对不敏感, 且受到空间和速度混迭的影响, 云的直径不能可靠地由 ^{12}CO 观测得到。而 ^{13}CO 经受较少的谱征混迭, 是分子柱密度和个别谱征的尺度谱的较好探针。以较高分辨率由 ^{13}CO 线导出的一系列分子云固有特征和总体特征参量, 如云的密度、质量谱, 云-云速度弥散度、银河系 H_2 密度分布等, 直接揭示了银河系结构和运动学特征。见表 2 和表 3^[2,4-6]。

表 3 在 $b = 0^\circ$, ^{13}CO 的积分发射度和 H_2 的空间平均数密度的径向分布 (LTE)

银心距 d (kpc)	$A_{^{13}\text{CO}}$ ($K \cdot \text{kms}^{-1} \cdot \text{kpc}^{-1}$)	$\langle n_{\text{H}_2} \rangle$ (cm^{-3})
4.5—5.0	4.03	1.89
5.0—5.5	4.32	2.12
5.5—6.0	3.06	1.36
6.0—6.5	1.76	0.74
6.5—7.0	0.97	0.40
7.0—7.5	2.27	0.96
7.5—8.0	1.70	0.71
8.0—8.5	0.90	0.36
8.5—9.0	0.40	0.16
9.0—9.5	1.03	0.43
9.5—10.0	0.16	0.06

$$(n_{\text{H}_2} / n_{^{13}\text{CO}} = 10^6)$$

1.1.3 一方面由导出的云的实测质量谱算出云的寿命值 ($\tau \geq 1 \times 10^9 \text{yr}$, 这是通称的长寿命值^[5]), 另一面把密度波理论的约束条件, 通过谱线发射度和云数面密度等实测参量, 用在银面旋臂区和臂间区对比度上, 确定了分子云存在于臂区和臂间区。论证了分子云的长寿命性质^[7], 从而获得了分子云是长寿命天体的自洽结论。

研究还表明, 在银面第一象限大部区域分子云多半不示踪 H I 旋臂和射电 H II 区拟合的旋臂^[8]。

1.2 上述研究结果的应用和研究课题的发展

(1) 应用分子云的云-云速度弥散度^[2,4]为其研究的立论基础, 十多年来持续从事巨分子云运动机制的理论研究^[15-19]。

(2) 80年代以来多次使用星际介质密度和银河系总质量作理论模型计算的基础参量, 发展分子云生长模型, 研究云的演化、寿命和银河系旋臂问题^[20,21]。

(3) 引用银面太阳圈内¹³CO云弦和云尺度谱指数以及¹²CO/¹³CO径向分布^[2,4]作建立太阳圈外区域尺度谱模型的基本依据, 并肯定引用者对圈外该比值的测量结果^[22]。

(4) 以文献^[2,4,5]作摹仿蓝本扩展观测天区至 $l = 67^\circ.5$, 又研究了181个分子云以及银河系旋臂^[9]。

(5) 用云的特征直径^[2]作观测取样的选择判据, 发展疏散星团CO巡视^[24]。

(6) 在确定H₂面密度工作中发展了用 γ 射线和CO谱线作比较研究^[25], 肯定了用CO($J = 1 - 0$)的结果^[13]为“best estimate”, 而¹³CO($J = 1 - 0$)的结果为“best CO”。

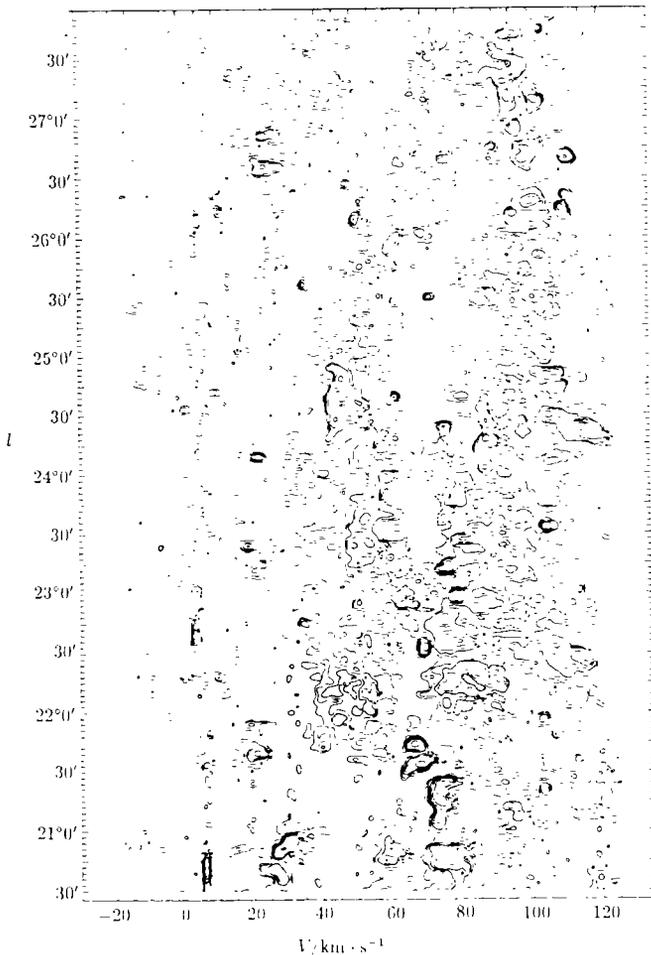


图2 ¹³CO发射的银道面 $l-v$ 图^[2]

2 恒星形成区成协新天体的探测

在恒星形成区高速水脉泽是与分子外流成协的观测现象之一^[26,27]。但早期对这两类成协天体所用的分析样本只十多个^[29,30]。我们首次查明^[33-36]已知两类成协天体仅 55 对, 其中 46 个成协外流具有中心 IRAS 点源^[31]。建立和研究银河系恒星形成区几类天体间的成协关系和演化序列, 揭示其总体特征是深化了解恒星早期演化相的另一途径。

总结两类天体的成协特征, 确定判据, 用两类望远镜分别以成协天体之一作目标发现新的成协天体对, 迅速扩大成协样本, 是达到总目标的必要组成部分。

表 4 与外向流成协的待探测水脉泽目标分类及观测结果

在外向流区域中待测目标分类		IRAS 点源搜寻	待测目标位置分类	参考文献	待测目标数	新发现水脉泽数 Δ	命中率	总命中率
(1) 附近没有水脉泽的外向流	(1) 有中心 IRAS 点源和可能的驱动星	(1) 与中心 IRAS 点源重合	1. 外向流中心 IRAS 点源的位置	26, 31, 33, 34, 37	98	15	15%	13%
		(2) 与中心 IRAS 点源不重合	2. 搜到的 IRAS 点源的位置	26, 37-41	12	2	17%	
	(2) 没有中心红外点源, 但有可见星	在外向流区域中, 在 1'.5 半径内, 以下述三类目标为中心 ((1) 可能的驱动星; (2) 中心可见星; (3) 各类伴随天体) 搜寻 IRAS 点源。	3. 所有的中心可见星, 可能的驱动星和选择的附近没有 IRAS 点源的各类伴随天体的位置, 以及引用的文献给出的位置	26, 34, 37-40, 42-48	18	0	0	
(2) 附近有水脉泽的外向流, 但中心 IRAS 点源与驱动星不重合	(3) 在外向流区域中的各类伴随天体		4. 中心 IRAS 点源位置	34	3	0	0	

Δ 参考文献: [31, 32]

2.1 已获结果和讨论

用美国国家射电天文台 (NRAO*) 的 43m 格林斑克望远镜在恒星形成区发现了 17 个与分子外流成协的新水脉泽。平均流量误差 $\pm 0.67\text{Jy}$, 平均位置精度 $22''$ 。占已知 55 个这类成协天体的 31%, 参量见表 5, 谱图、其他细节及水脉泽待测源表见文献 [31,32,52]。表 4 给出与外向流成协的新水脉泽探测目标分类和观测结果总结。由表可见 86% 的待测指向目标是选择 IRAS 天体。100% 新发现源由 IRAS 点源引导探测所得。而以 18 个第 III 类目标引导的探测命中率则是零, 虽然它们或涉及 CO 外流的重要部位或就是与 CO 外流有重要关系的伴随天体位置。用日本野边山射电天文台 (NRO)45m 毫米波射电镜发现了 4—5 个可能的与水脉泽成协的新分子外向流, 待再次观测证认。我们的统计分析结果连同这批新发现使成协样本扩大了 5—6 倍。

分子外流源和水脉泽的成协研究表明: 如外向流导致冲击波产生, 水脉泽则由解离的冲击波加热的气体抽运而形成。两者的寿命和形成条件是类似或因果相关的^[52]。

2.2 近期发表的同类工作及其比较

80 年代末以来分别对新水脉泽的探测与搜索和对分子外流源的发现与收集均有所增加。对 H₂O 脉泽, 如 Churchwell *et al.*^[14], Palla *et al.*^[23], Henning *et al.*^[28], Kompe *et al.*^[49] 所作, 目标导引分别是超致密 H II 区, 致密分子云和超致密 H II 区, 年轻星体 (YSO), Sharpless 247/252 气体复合体中的 IRAS 点源; 以及对 CO 分子外向流, Wu *et al.* 的工作^[50] 等等。H₂O 脉泽和分子外流源表的总数分别 (独立的) 都有相当数量的增加。但这不等同于这两类天体成协对的增长。探测与分子外流成协的水脉泽, 除本文总结的 XT^[31,32,52] 的工作外, 相互独立、几乎同期开展的 (真正) 同类工作只见一例 (以下简称 FPT)^[51]。相比之下, XT 工作有几点特色: (1) 其探测方案涉及与分子外流成协的水脉泽以及与水脉泽成协的分子外流, 上述各项探测 (包括 FPT 工作) 都只含其中一个部分; (2) XT 对全部待测源逐一作 9 点栅格观测, 并对全部所获有线谱 ($S \geq 5\sigma$) 均作多次迭代证认, 对新水源提供了具有一定精度的位置信息。其他方案只含单点观测, 多半只能给出导引源位置; (3) 研究并考虑了成协水脉泽大多与红外点源有密切联系, XT 大部分待测目标是利用判据从 IRAS 星表搜寻到的“中介” IRAS 天体。FPT 探测方案目标直接指向 CO 外向流峰值, 这是其命中率 (5%) 较 XT 的 (13%) 低的原因之一 (见表 4 分类和结果分析); (4) XT 选用的望远镜的口径、天线效率和系统温度 (分别为 43m, 23% 和 60K) 均较 FPT 采用的 (相应为 32m, 15% 和 160K) 为好, 所获可探测信号下限是 FPT 的 1/7, 得到 FPT 所不可能得到的若干新弱源。结果是: 对于所选几乎相同数量的待测目标取样, FPT 给出 6 个新水脉泽 (H₂O 6₁₆—5₂₃), 还包括了 XT 证认中删除的“污染源”, 而 XT 证认出 17 个新水脉泽。

表 5a 新发现的 17 个分子外流成协的 H₂O 脉泽参量

No.	Source	Idf.date	R.A.(1950)DEC.(1950)		S	V _{LSR}	HPLW	V _{spd}		ΔV	Ref.
			(h m s)	(° ' ")				V _{min}	V _{max}		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
1	IC1805-W	91 01 24	02 25 12.9	61 20 12	10.7 ± 0.42	-33.3	0.79	-34.1 -31.7	0.26	34	
2	AFGL5142	92 04 13	05 27 30.0	33 45 10	45.4 ± 1.20	-5.1	0.79	-10.8 8.3	0.13	34	
3	HH-3	92 04 13	05 33 31.1	-06 46 08	3.1 ± 0.24	10.1	1.58	8.5 11.2	0.53	26,40	
4	L1641-N	91 01 22	05 33 54.7	-06 23 58	12.1 ± 0.80	8.6	0.53	7.5 9.1	0.53	34	
5	AFGL5157	92 04 13	05 34 36.9	31 57 42	45.7 ± 1.22	-20.8	1.84	-23.9 -8.0	0.13	34	
6	NGC2023	92 04 13	05 39 04.1	-02 17 56	59.2 ± 0.61	12.8	2.11	8.0 15.9	0.53	26, 38	
7	RNO73	92 04 14	06 30 50.0	04 03 10	12.0 ± 0.30	16.4	2.11	6.4 37.0	0.53	34	
8	S287-A	91 01 25	06 57 54.5	-04 32 19	5.5 ± 0.77	31.2	0.53	30.1 32.2	0.53	34	
9	L483	91 01 25	18 14 50.4	-04 40 15	10.1 ± 0.54	5.9	0.53	5.4 7.5	0.26	34	
10	L379IRS3	91 01 25	18 26 32.6	-15 17 17	9.6 ± 0.60	-50.7	1.04	-54.9 20.0	0.26	34	
11	L379IRS2	91 01 25	18 27 43.1	-15 16 43	192.0 ± 0.65	20.4	0.53	14.6 27.8	0.26	34	
12	20126 + 4104	92 04 13	20 12 41.0	41 04 25	44.2 ± 1.23	-4.1	1.58	-8.3 4.9	0.53	34	
13	20188 + 3928	91 01 25	20 18 50.4	39 28 20	9.5 ± 0.44	4.1	0.53	-4.3 5.3	0.26	34	
14	IC1396-N	91 01 25	21 39 07.9	58 02 31	33.9 ± 0.60	-3.6	0.79	-7.2 3.0	0.26	34	
15	L1204-A	91 01 25	22 19 45.6	63 36 04	96.0 ± 0.62	-22.0	3.38	-26.7 -17.3	0.26	34	
16	L1204-B	91 01 25	22 19 52.6	63 21 14	6.8 ± 0.59	-7.0	0.79	-15.7 0.9	0.26	34	
17	L1251-A	92 04 14	22 34 24.1	75 00 55	1.3 ± 0.63	-64.7	3.69	-65.2 -62.6	0.53	34	

注: (1) 新发现成协水脉泽的序号; (2) 引用参考文献中所用的源名; (3) 给出 (4) — (9) 栏 H₂O 脉泽谱特征参量的证认日期 (yyymmdd); (4)、(5) 误差 ≤ 22" 的 H₂O 脉泽证认位置; (6) — (8) 在证认日期 H₂O 脉泽最

强谱征的流密度, LSR 速度和半功率宽度; (9) LSR 速度延展 (V_{spd}): 证认日期 H_2O 脉泽谱图^[31,32] 中示出的 $\text{H}_2\text{O}_{6_{16}-5_{23}}$ 脉泽发射范围。定义的 V_{min} 和 V_{max} 是 H_2O 脉泽谱相距最远的两个谱征的外边缘 $S = 3\sigma$ 处的速度; (10) 速度分辨率; (11) 参考文献

表 5b 与新发现 H_2O 脉泽成协的已知 CO 外流的
中心 IRAS 点源的参量^[26,31,32,34,38,40]

No.	Source	IRAS No.	R.A.(1950) (h m s)	DEC.(1950) (° ' ")	D (kpc)	Structure	$\Delta\alpha$ "	$\Delta\delta$ "
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	IC1805-W	02252 + 6120	02 25 14.5	61 20 10	2.3	bipolar	11.5	2
2	AFGL5142	05274 + 3345	05 27 27.6	33 45 37	1.8	bipolar	29.9	27
3	HH-3	05335 - 0645	05 33 31.1	-06 45 31	0.5		0.0	37
4	L1641-N	05338 - 0624	05 33 52.7	-06 24 02	0.5	bipolar	29.8	4
5	AFGL5157	05345 + 3157	05 34 32.6	31 57 40	1.8	bipolar	54.7	2
6	NGC2023	05391 - 0217	05 39 06.8	-02 17 18	0.5		40.5	38
7	RNO73	06308 + 0402	06 30 52.7	04 02 27	1.6	bipolar	40.4	43
8	S287-A	06579 - 0432	06 57 54.5	-04 32 22	2.3	bipolar	0.0	3
9	L483	18148 - 0440	18 14 50.6	-04 40 49	0.25	bipolar	3.0	34
10	L379IRS3	18265 - 1517	18 26 32.9	-15 17 51	0.2	bipolar	4.3	34
11	L379IRS2	18277 - 1516	18 27 43.4	-15 16 45	2.0	bipolar	4.3	2
12	20126 + 4104	20126 + 4104	20 12 41.0	41 04 20	1.7	bipolar	0.0	5
13	20188 + 3928	20188 + 3928	20 18 50.7	39 28 18	4.0	bipolar	3.5	2
14	IC1396-N	21391 + 5802	21 39 10.3	58 02 29	0.75	bipolar	19.1	2
15	L1204-A	22198 + 6336	22 19 50.7	63 36 33	0.9	bipolar	34.0	29
16	L1204-B	22199 + 6322	22 19 55.7	63 22 12	0.9	blue	20.8	58
17	L1251-A	22343 + 7501	22 34 22.0	75 01 32	0.2	bipolar	8.2	37

注: (3—6) 分别列出中心 IRAS 点源的编号、位置和距离; (7) 外向流的结构; (8—9) 中心 IRAS 点源和新发现的水脉泽间的位置差 (分别是 R.A. 和 DEC.)。

致谢 作者感谢中国科学院黄授书天体物理学研究基金对观测经费的支持。

参 考 文 献

- [1] Solomon P M, Sanders D B and Scoville N Z. In: Burton W B ed. The large-scale characteristics of the Galaxy, IAU symp. No. 84, Dordrecht: Reidel, 1979; 35
- [2] Liszt H S, Xiang Delin, Burton W B. Ap. J., 1981, 249: 532
- [3] Combes F. Annu. Rev. Astron. Astrophys., 1991, 29: 195
- [4] Liszt H S, Burton W B, Xiang Delin. Astron. Astrophys., 1984, 140: 303
- [5] Xiang Delin, Liszt H S, Burton W B. Chin. Astron. Astrophys., 1984, 8: 105; 天文学报, 1983, 24: 362
- [6] 向德琳, Liszt H S, Burton W B. 紫金山天文台台刊, 1983, 2(3): 1
- [7] Xiang Delin. Acta Astrophysica Sinica. 1991, 11: 154
- [8] Xiang Delin. Acta Astrophysica Sinica. 1992, 12: 13
- [9] Jacq T, Despois D, Boudry A. Astron. Astrophys., 1988, 195: 93
- [10] Stark A A, Bally J, Knapp G R et al. In: Dickman R L, Snell R L, Young J S eds. Molecular clouds in the Milky Way and in external galaxies. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. 303

- [11] Stark A A, Bally J, Wilson R W *et al.* In: Morris M ed. The center of the Galaxy, IAU Symp. No. 136, Dordrecht: Kluwer, 1989: 129
- [12] Bronfman L, Bitran M, Thaddeus P. In: Dickman R L, Snell R L, Young J S eds. Molecular clouds in the Milky Way and in external galaxies. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. 318
- [13] Gordon M A, Burton W B. *Ap. J.*, 1976, 208: 346
- [14] Churchwell E, Walmsley C M, Cesaroni R. *Astron. Astrophys. Space Sci.*, 1990, 83: 119
- [15] Fukunaga M *et al.* *Pub. Astron. Soc. Jpn.*, 1983, 35: 173
- [16] Fukunaga M *et al.* *Pub. Astron. Soc. Jpn.*, 1984, 36: 417
- [17] Fukunaga M *et al.* *Pub. Astron. Soc. Jpn.*, 1984, 36: 433
- [18] Fukunaga M *et al.* *Pub. Astron. Soc. Jpn.*, 1989, 41: 241
- [19] Tosa M and Fukunaga M. *Pub. Astron. Soc. Jpn.*, 1986, 38: 335
- [20] Kwan J and Valdes F. *Ap. J.*, 1983, 271: 604
- [21] Kwan J and Valdes F. *Ap. J.*, 1987, 315: 92
- [22] Terebey S *et al.* *Ap. J.*, 1986, 308: 357
- [23] Palla F, Brond J, Cesaroni R *et al.* *Astron. Astrophys.*, 1991, 246: 249
- [24] Leisawitzet D *et al.* *Astrophys. Space Sci.* 1989, 70: 731
- [25] Riley P A, Wolfendale A W. In: Burton W B, Israel F P eds. Surveys of the southern Galaxy. Dordrecht: Reidel, 1983. 86
- [26] Lada C J. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, 1985, 23: 267
- [27] Myers P C *et al.* *Ap. J.*, 1988, 324: 907
- [28] Henning T, Cesaroni R, Walmsley M *et al.* *Astron. Astrophys. Suppl.*, 1992, 93: 525
- [29] Genzel R and Downes D. In: Roger R S, Dewdney P E eds. Regions of recent star formation. Dordrecht: Reidel, 1982.251
- [30] Wouterloot J G A, Walmsley C M. *Astron. Astrophys.*, 1986, 168: 237; *天文学报*, 1992, 33: 87
- [31] Xiang Delin, Turner B E. *Chin. Astron. Astrophys.*, 1992, 16: 307
- [32] Turner B E, 向德琳. *天文学报*, 1995, 36: 107
- [33] Fukui Y. In: Beipurth B ed. Low mass star formation and pre-main sequence objects, ESO workshop, Garching: [s.n.], 1989: 95
- [34] Fukui Y *et al.* In: Levy E ed. Protostars and planets III. Arizona: Arizona Univ. Press, 1992
- [35] Comoretto G *et al.* *Astron. Astrophys.*, 1990, 84: 179
- [36] 凌兆芬, 夏一飞, 毛昌鉴. *紫金山天文台台刊*. 1989, 8: 199
- [37] Levreault R M. Tech. Report. No. 1985-1. MWO, EERL, and Astron. Dept., Univ. Tex. at Austin
- [38] Bally J, Lada R L. *Ap. J.*, 1983, 256: 84
- [39] Edwards S, Snell R L. *Ap. J.*, 1983, 270: 605
- [40] Edwards S, Smell R L. *Ap. J.*, 1984, 281: 237
- [41] Joint IRAS Science Working Group, Astronomical Data Center, the NASA Goddard Space Flight Center. IRAS catalog of point sources. version 2.0 on magnetic tape. Washington DC: GPO, 1985
- [42] Frerking M A, Langer W D. *Ap. J.*, 1982, 256: 523
- [43] Goldsmith P F *et al.* *Ap. J.*, 1984, 286: 599
- [44] Lichten S M. *Ap. J. Lett.*, 1982, 255: L119
- [45] Gwinn C R *et al.* *Ap. J.*, 1988, 330: 817
- [46] Henkeo C, Haschick A D, Gusten R. *Astron. Astrophys.*, 1986, 165: 197
- [47] Genzel R, Downes D. *Astron. Astrophys. Suppl.*, 1977, 30: 145
- [48] Levreault R M. *Ap. J. Suppl.*, 1988, 67: 283
- [49] Kompe C *et al.* *Astron. Astrophys.*, 1989, 221: 295
- [50] Wu Yefang, Huang Maohai, He Jun. Morphology and spatial distributions of high velocity molecular outflows, preprint, Geophysics Dept. Peking University, 1994

- [51] Flli M, Palagi F L and Tofani G. *Astron. Astrophys.*, 1992, 255: 293
[52] Xiang Delin, Turner B E. *Ap. J. Suppl.*, 1995, 99: 121

(责任编辑 刘金铭)

The Study of the Properties of the Galactic Molecular Cloud Ensemble and the Detection of the Associated Objects in Star Forming Regions

Xiang Delin

(*Purple Mountain Observatory, The Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

(*Joint Radio Astronomy Research Laboratory, The Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

Abstract

In this paper, the study of properties of the molecular cloud ensemble and the revelation of the large-scale structure of the Galaxy from observations of ^{13}CO , and the detection of new associated objects in star forming regions are summarized. The results, their applications and the developments of the related problems in the research are reviewed as well. Finally, comparisons of the similar research works are also presented.

Key words masers-stars: formation-ISM: molecules-ISM: clouds-Galaxy: structure