第 44 卷 第 3 期 天 文 学 报 Vol.44 No.3
2003 年 8 月 ACTA ASTRONOMICA SINICA Aug., 2003

ON2 中部以西区域 OH1665 和 1667 MHz 脉泽的观测和研究*

俞志尧

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

摘要 利用法国巴黎天文台的南锡射电望远镜对 ON2 中部以西区域 OH1665 和 1667 MHz 脉泽进行观测，结合模型对中部以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 脉泽谱线频谱图进行分析和研究. 利用薄盘模型，得到相应于 ON2 中部以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 峰的脉泽斑的位置及其 Keplerian 运动速度.

关键词 星际介质：个别天体： ON2, 微波激射，恒星：形成
中图分类号： P 155.22

1 引言

OH 脉泽源 ON2 位于朝着 Cygnus X 方向的恒星形成区之内. Cygnus X 是众所周知的分子云复合体. ON2 源是沿着南北方向拉长的，其中包括了 3 个区域：北部、中部和南部，分别被称为 ON2(N) 、 ON2(C) 和 ON2(S)(见文 [1] 的图 1).

在 ON2 源中观测到许多分子辐射. Matthew 等 [2] 曾对其中 ^{12}CO 和 ^{13}CO 进行观测，并成图. Lekht 等 [1] 对其中 H_2O 脉泽做了长达 14 年的观测. Pent 等 [3] 观测了其中 NH_3 、 HCO^+ 分子谱线，也成了图. Norris 等 [4] 测量了其中位于中部区域的 OH1612MHz 脉泽源的位置. 对分子云恒星形成区中的 OH 脉泽进行观测，可提供恒星形成区的许多运动学和动力学特征.

我们利用法国巴黎天文台的南锡射电望远镜对 ON2 的中部区域以及其以西区域的 OH1612 、1665 和 1667 MHz 脉泽进行观测. 在中部观测的位置为 $\alpha\ (1950) = 20^h19^m51.^s93$, $\delta(1950) = 37^\circ\,16'59''$[5]. 对中部区域仅观测到 OH1665 和 1667 MHz 脉泽辐射，没有观测到 OH1612 MHz 脉泽幅射. 对中部以西区域的观测的位置在 $\alpha\ (1950) = 20^{\rm h}19^{\rm m}34.^{\rm s}3$, $\delta(1950) = 37^\circ\,16'59''$. 观测结果表明， ON2 源中部以西区域的 OH1612 MHz 脉泽辐射频谱为单峰结构 [6]. 本文将给出对 ON2 源中部以西区域 OH1665 和 1667 MHz 脉泽的新观测结果的研究.

2003-01-02 收到原稿， 2003-01-18 收到修改稿
* 国家自然科学基金项目 (项目号： 19673013) 资助

2 观测

1997 年 11 月利用巴黎天文台的南锡射电望远镜进行了观测. 该望远镜是一架改进型的 Kraus 射电望远镜, 它具有许多特点, 适合于做跟踪观测. 在 1665 和 1667 MHz 频率上, 天线的半功率束宽为 $3'.5(\alpha) \times 19'(\delta)$; 系统温度为 45 K; 在 1 小时内, 速度分辨率为 2.6 km/s 情况下, 典型的灵敏度为 15 mk (r.m.s.), 自相关频谱仪覆盖了整个频道, 它分为 4×256 个通道.

观测源在 α (1950) = $20^{\rm h}19^{\rm m}34.^{\rm s}3$, $\delta(1950) = 37^\circ\,16'59''$, 中心速度位置在 2.2 km/s 上.

3 结果和讨论

(1) 图 1(a) 和 (b) 给出 ON2 中部以西区域的 OH1665 MHz 左旋和右旋偏振的谱线频谱图. 根据图 1(a) 和 (b) 可以分别测出 ON2 中部以西区域的 OH1665 MHz 左旋和右旋偏振的双峰的物理参数 (见表 1).

表 1 ON2 中部以西区域的 OH1665 MHz 左旋和右旋偏振的双峰的物理参数

Table 1 Physical parameters of double peaks of both OH 1665 MH$_Z$ left and right circular polarizations towards the west of ON2(C).

偏振类型 (Polarization)	峰 1 (Peak 1)		峰 2 (Peak 2)	
	LSR 速度 (km/s) (LSR veocity)	流量密度 S(Jy) (Flux density)	LSR 速度 (km/s) (LSR velocity)	流量密度 S(Jy) (Flux density)
左旋偏振 (Left circular)	2.34	0.7	−3.71	0.5
右旋偏振 (Right circular)	2.62	2.4	-3.71	1.0

根据图 1(a) 和 (b) 和上述的物理参数, 用下列流量密度函数形式

$$S(\mathrm{Jy}) = \frac{1}{A(V_{\rm LSR} - Vp)^2 + B}$$

来拟合中部以西区域的 OH1665 MHz 左、右旋偏振脉泽的双峰是比较合适的 [5].

左旋偏振:

对峰 1: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{15.5(\mathrm{V_{LSR}} - 2.34)^2 + 1.5}$, $1.84\,\mathrm{km/s} \leq V_{LSR} \leq 2.84\,\mathrm{km/s}$.

对峰 2: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{11.6(V_{\rm LSR} + 3.71)^2 + 2.2}$, $-4.21\,\mathrm{km/s} \leq V_{\rm LSR} \leq -3.21\,\mathrm{km/s}$.

右旋偏振:

对峰 1: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{4.3(V_{\rm LSR} - 2.62)^2 + 0.4}$, $2.12\mathrm{km/s} \leq V_{\rm LSR} \leq 3.12\ \mathrm{km/s}$.

对峰 2: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{7.2(V_{\mathrm{LSR}}+3.71)^2+1.0}$, -4.21km/s $\leq V_{\mathrm{LSR}} \leq$-3.21km/s.

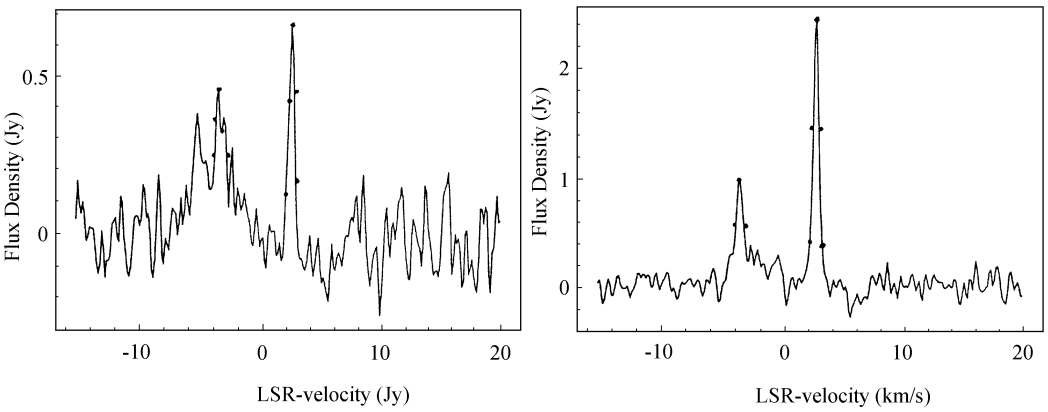

图 1　ON2 中部以西区域 OH1665 MHz 左旋 (a) 和右旋 (b) 偏振的谱线频谱图

Fig. 1　The emission spectra of OH 1665 MHz with both left(a) and right(b) circular polarizations towards the west of ON2(C)

(2) 图 2(a) 和 (b) 给出 ON2 中部以西区域的 OH1667MHz 左旋和右旋偏振的谱线频谱图. 根据图 3 可以分别测出 ON2 中部以西区域的 OH1667MHz 左旋和右旋偏振的双峰的物理参数见表 2:

表 2　ON2 中部以西区域的 OH1667 MHz 左旋和右旋偏振的双峰的物理参数

Table 2　Physical parameters of double peaks of both OH1667 MHz left and right circular polarizations on the west of ON2(C)

偏振类型 (Polarization)	峰 1 (Peak 1)		峰 2 (Peak 2)	
	LSR 速度 (km/s) (LSR veocity)	流量密度 S(Jy) (Flux density)	LSR 速度 (km/s) (LSR velocity)	流量密度 S(Jy) (Flux density)
左旋偏振 (Left circular)	2.90	0.6	−4.82	0.9
右旋偏振 (Right circular)	2.62	0.5	−4.12	2.7

根据图 2(a) 和 (b) 和上述的物理参数, 用下列流量密度函度形式 $S(\mathrm{Jy}) = \frac{1}{A(V_{\mathrm{LSR}}-V_P)^2+B}$ 来拟合中部以西区域的 OH1667MHz 左、右旋偏振脉泽的双峰是比较合适的.

左旋偏振:

对峰 1: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{25.2(V_{\mathrm{LSR}}-2.90)^2+1.6}$, $2.40\,\mathrm{km/s} \leq V_{\mathrm{LSR}} \leq 3.40\,\mathrm{km/s}$.

对峰 2: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{5.8(V_{\mathrm{LSR}}-4.82)^2+1.2}$, $-5.32\,\mathrm{km/s} \leq V_{\mathrm{LSR}} \leq -4.32\ \mathrm{km/s}$:

右旋偏振:

对峰 1: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{8.6(V_{\mathrm{LSR}}-2.62)^2+2.2}$, $2.12\,\mathrm{km/s} \leq V_{\mathrm{LSR}} \leq 3.12\,\mathrm{km/s}$.

对峰 2: $S(\mathrm{Jy}) = \dfrac{1}{0.4(V_{\mathrm{LSR}} + 4.12)^2 + 0.4}$, $-4.62\,\mathrm{km/s} \leq V_{\mathrm{LSR}} \leq -3.62\,\mathrm{km/s}$.

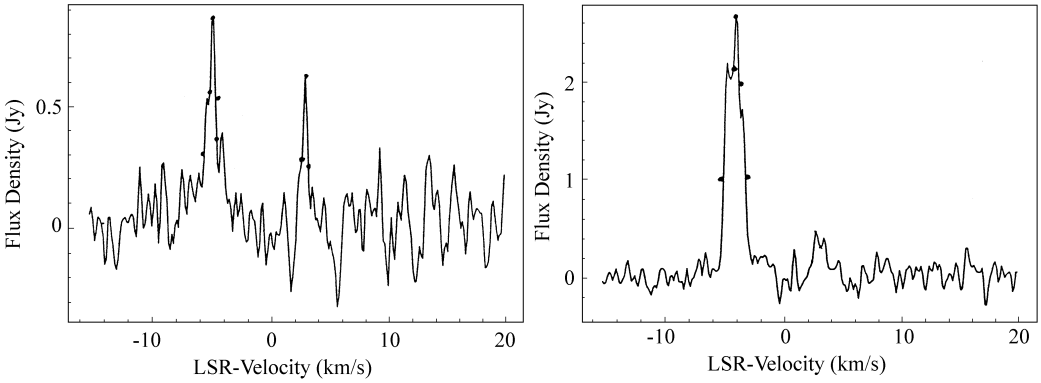

图 2 ON2 中部以西区域 OH1667 MHz 左旋 (a) 和右旋 (b) 偏振的谱线频谱图

Fig. 2 The emission spectra of OH 1667 MHz with both left(a)and right(b) circular polarization towards the west of ON2(C)

(3) 把本文所得到的结果与文 [5] 所得到的 ON2 中部区域的结果相比较可以发现二者谱线频谱轮廓比较接近, 并且那些相应峰的 LSR 速度也比较接近.

对于 ON2 中部区域和其以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 峰脉泽斑的 LSR 速度比较接近的原因有待进一步探讨. 从这一点可以看出在这两个区域内 OH1665 和 1667 MHz 峰脉泽斑的运动学特征比较接近.

但是中部位置观测所得到的相应峰的流量密度比中部以西区域观测所得到的相应峰的流量密度大得多. 这说明来自于 ON2 的 OH 主线的脉泽辐射主要来自于中部区域.

二者物理参数的详细比较见表 3:

把本文所得到的结果与文 [6] 的同样是 ON2 中部以西区域的 OH1612 MHz 右旋偏振脉泽的红移单峰的结果相比较可以发现后者 LSR 速度的绝对值要大得多, 同时也比 ON2 中部地区的 OH1665 和 1667 MHz 脉泽峰的 LSR 速度的绝对值要大得多. 这说明在 ON2 中部以西区域的 OH1612 MHz 右旋偏振红移单峰脉泽斑的运动学特征比较特别.

(4) 对于 ON2 中部以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 脉泽的观测是一次新的观测. ON2 中部以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 脉泽是处在银河系内恒星形成区的脉泽源. 对于银河系内恒星形成区的脉泽源多数被认为是饱和放大的脉泽源.

利用上述对 ON2 中部以西区域的 OH1665 和 1667 MHz 左、右旋偏振脉泽的双峰拟合参数以及文 [5] 中的模型可以得到相应于上述谱线频谱图中峰的 OH 脉泽斑的位置参数和 Keplerian 运动速度如下 (表 4):

$$r_o = 100\,\mathrm{AU}, V_{\mathrm{ro}} = 10\mathrm{km/s}, V_{\mathrm{to}} = -10\mathrm{km/s}, \varepsilon = 0.5, \beta = -0.5, \vartheta = 45^\circ\ .$$

表 3　OH 1665 与 1667 MHz 谱线物理参数的详细比较

Table 3　The detail comparison of physical parameters of OH 1665 and 1667 MHz lines

频率 (Frequency) (MHz)	偏振 (Polarization)	峰 1 (Peak 1) |LSR 速度差 (km/s)| (Absolute value of differences between LSR velocities)	峰 1 (Peak 1) 流量密度 S(Jy)| (Absolute value of flux density)	峰 2 (Peak 2) |LSR 速度差 (km/s)| (Absolute value of differences between LSR velocities)	峰 2 (Peak 2) | 流量密度 S(Jy)| (Absolute value of flux density)
1665	左旋 (Left circular)	0	15.0	0.28	9.8
	右旋 (Right circular)	0.14	47.3	0.14	17.9
1667	左旋 (Left circular)	0	10.6	0.14	28.0
	右旋 (Right circular)	0.14	5.6	0	43.2

表 4　谱线频谱图中峰的 OH 脉泽斑的位置参数和 Keplerian 运动速度

Table 4　Position parameters and Keplerian velocities of OH maser spots corresponding with the peaks in the emission spectra

频率 (Frequency) (MHz)	偏振 (Polarization)	峰 (Peak)	r(AU)	x(AU)	y(AU)	V_r(km/s)	V_t(km/s)
1665	左旋 (Left circular)	1	118.0	117.99	1.7	10.86	−9.21
		2	116.9	116.88	−2.7	10.81	−9.25
	右旋 (Right circular)	1	117.0	116.98	1.9	10.82	−9.25
		2	116.1	116.07	−2.6	10.77	−9.28
1667	左旋 (Left circular)	1	113.0	112.98	2.0	10.63	−9.41
		2	119.0	118.95	−3.6	10.91	−9.17
	右旋 (Right circular)	1	115.7	115.69	1.8	10.76	−9.30
		2	131.0	130.95	−3.5	11.45	−8.74

在表 4 中 x 、 y 分别为 OH 脉泽斑的坐标， r 为 OH 脉泽斑离中心源的距离 (半径), V_r 为沿半径方向运动速度， V_t 为沿切线方向运动速度. 图 3 给出这些物理量的相互关系.

从表 4 可以看出，相应于 ON2 中部以西区域的 OH 1665 和 OH1667 MHz 左、右旋偏振脉泽的双峰的 OH 脉泽斑的位置离中心源的距离 (半径 r) 分布的范围为 113—131 AU, 而垂直于视线方向上的截距 (y 的绝对值) 分布的范围为 1.7—3.6 AU. 无论是 1665 还是 1667 MHz 或者是左旋偏振还是右旋偏振，峰 1 和峰 2 的位置分别在中心源的两侧，它们与垂直于视线方向上的截距 (y) 的符号相反. 这与星际 OH 脉泽成协的恒星形成区的旋转、膨胀的薄盘模型是相一致的 [7,8]. 文 [6] 给出相应于 ON2 中部以西区域的 OH 1612 MHz 脉泽红移单峰的 OH 脉泽斑的离中心源的距离比 OH 1665 和 OH1667 脉泽斑相应的距离小. 而把 OH 1665 MHz 的相应距离与 OH1667 MHz 的相应的距离作比较，无

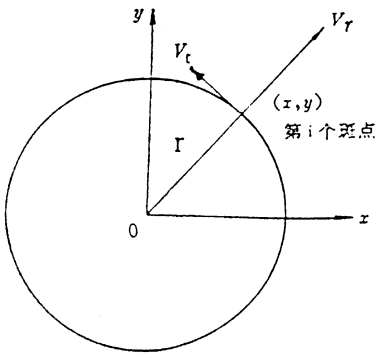

图 3 OH 脉泽斑的位置参数和 Keplerian 运动速度

Fig. 3 Parameters and Keplerian velocities of OH maser spots

论对左旋偏振还是右旋偏振都有这样的规律： OH1665 脉泽斑的峰 1 的相应距离比 OH1667 脉泽斑的峰 1 相应距离大，而 OH1665 脉泽斑的峰 2 的相应距离比 OH1667 脉泽斑的峰 2 的相应距离小. 文 [6] 又给出相应于 ON2 中部以西区域的 OH 1612 MHz 脉泽红移单峰的 OH 脉泽斑的在垂直于视线方向上的截距 (y 的绝对值) 都大于 OH1665 和 OH1667, 以及左旋偏振和右旋偏振的 OH 脉泽斑位置的相应的截距. 而对于 OH1665 脉泽斑来说，无论在左旋偏振还是右旋偏振，相应位置距离较大的 OH 脉泽斑的位置截距较小；而对于 H1667 脉泽斑来说正好相反，无论是左旋偏振还是右旋偏振，相应位置距离较大的 OH 脉泽斑的位置截距较大；相应位置距离较小的 OH 脉泽斑的位置截距较小. 从以上分析可以看出，在 ON2 中部以西区域的 OH 脉泽发射区的旋转，膨胀的薄盘特征是很明显的.

(5)Reid 等 [7] 指出 OH 脉泽存在，直到电离区域膨胀到大约 3×10^{17} cm. Elitzur[8] 则指出 OH 脉泽处在 HII 区的中性气体激波被压缩在壳层里.

(6) 本文和文 [5,6] 给出了我们对 ON2 中部及其以西区域的 OH 脉泽的观测和研究. 在 ON2 中 OH 脉泽主要分布在中部和北部区域. 我们这次没有对在 ON2 的北部区域中的 OH 脉泽进行观测. 我们的观测结果发现在 ON2 的中部以西区域中有 OH1667 、OH11665 和 OH1612 MHz 的脉泽辐射，在 ON2 的中部区域只发现 OH1667 和 OH1665 MHz 的脉泽辐射，没有发现 OH1612 MHz 的脉泽辐射. 从这些观测结果可知，除了在 ON2 的中部以西区域的 OH1612 MHz 脉泽辐射外，其他已观测到的 OH 脉泽辐射均为双峰结构. 因此在 ON2 中部及其以西区域的薄盘特征是很明显的. 但是在 ON2 的中部以西区域的 OH1612 MHz 的脉泽辐射却为单峰结构. 在 ON2 的中部区域没有发现 OH1612 MHz 的脉泽辐射，同时在 ON2 的中部以西区域却发现 OH1612 MHz 单峰脉泽辐射. 这个观测结果是值得关注和进一步研究. 本文所得到的结果表明在 ON2 的中部和中部以西区域各自存在着一个作膨胀和旋转运动的 Keplerian 薄盘. OH 脉泽斑分布在这些 Keplerian 薄盘上.

总之，本文研究所揭示的 ON2 中部以西区域恒星形成区的运动学特征薄盘所围绕的星源处在薄盘的中心位置， OH 脉泽处在 HII 区的中性气体激波被压缩的盘的壳层里，这些盘壳作径向膨胀运动和旋转运动. 通过对 ON2 中部以西区域的 OH 1665 和 OH1667 MHz 脉泽的观测，结合薄盘模型，得到相应于这些峰的 OH 脉泽斑的位置和其 Keplerian 运动速度.

致谢 感谢法国巴黎－默东天文台的 E.Gerard 教授和 J.M. Martin 教授在观测和处理中给予的帮助.

参 考 文 献

1 Lekht E E, Marqnez A, Mendoza Torres J E. A&AS, 1996, 120: 415
2 Matthews N, Andersson M, Macdonald G H. A&A, 1986, 155: 99
3 Dent W R F, Macdonald G H, Andersson M. MNRAS, 1988, 235: 1398
4 Norris R P, Booth R S, Davis R J. MNRAS, 1980, 190: 163
5 Yu Zhi-yao. Ap&SS, 2000, 274: 689
6 Yu Zhi-yao. 中国科学院上海天文台年刊, 2002, 23: 102
7 Reid M J, Moran J M. ARA&A, 1981, 19: 231
8 Elitzur M. ARA&A, 1992, 30: 75

Observation and Study of OH1665 and OH1667 MHz Masers in the West Region of ON2(C)

YU Zhi-Yao

(*Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai* 200030)

Abstract Using the Nancay radio telescope of Paris Observatory,France,OH 1665 and 1667MHz masers in the west region of ON2 have been firstly observed.With a model of thin-disk the emission spectra are analysed and studied.The peak positions of maser spots,and their Keplerian velocities are obtained.

Key words ISM: individual object: ON2, Masers, stars: formation