

doi: 10.3969/j.issn.1000-8349.2017.02.04

基于 LAMOST 光谱新证认 12 个 H II 区

赵东伟^{1,2}, 罗阿理¹, 侯文¹

(1. 中国科学院 光学天文重点实验室 (国家天文台), 北京 100012; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 基于 LAMOST(大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜)DR3 的单个曝光光谱, 分析了集中在反银心方向 H II 区及 H II 候选区中的恒星和天光光谱。通过测量 H II 区及 H II 候选区的 $\lg(H\alpha/[S II]\lambda\lambda 6717+6731)$ 和 $\lg(H\alpha/[N II]\lambda\lambda 6548+6584)$ 线强比, 并使用线强比在理论诊断图中的位置对这些候选区进行 H II 区的判定。对比 H II 候选区与参照区的 $H\alpha$ 等值宽度, 辅以搜索候选区内的早型恒星对 H II 候选区进行证认, 最终从 65 个 H II 候选区中证认了 12 个 H II 区。

关键词: H II 区; LAMOST; 线强比; $H\alpha$ 等值宽度

中图分类号: P155.1⁺4 **文献标识码:** A

1 引言

H II 区是年轻的大质量恒星通过高能紫外辐射电离周围气体星云而形成的发射星云, 通常为恒星形成时产生的低密度电离气体, 这些气体主要由氢构成, 伴有 $H\alpha$ 发射特征。H II 区对研究银河系的结构具有重要的意义。

近年来, 尽管对银河系的 H II 区进行过多次观测, 然而气体的空间分布仍然十分不清楚, 不同文献的研究结果有很大差异。通过对 H II 区观测可获得银河系的旋转曲线及恒星的运动学特性, 对其进一步的研究可用于估计银河系的质量分布。从银河系的化学演化角度来看, 人们普遍认为银河系存在不同的化学丰度梯度, 可以对更远处的 H II 区化学成分分析提供更多的限制。

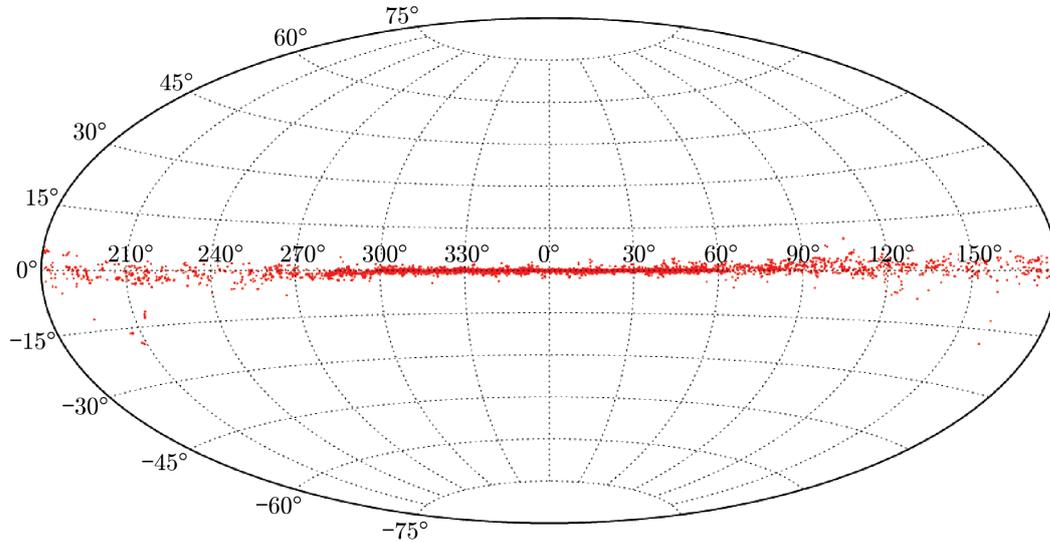
目前最完备的银河系 H II 区目录^[1]基于 WISE 巡天项目, 此目录发布了 8 399 个 H II 区和 H II 候选区, 主要分布在银纬 $\pm 8^\circ$ 之间。其中 1 524 个区域有射电复合线或 $H\alpha$ 的测量, 并确认为 H II 区; 6 110 个区域有射电连续辐射或中红外辐射, 但没有射电复合线或 $H\alpha$ 的

收稿日期: 2016-10-13; 修回日期: 2016-11-28

资助项目: 国家自然科学基金 (11390371); 973 项目 (2014CB845704)

通讯作者: 罗阿理, lal@nao.cas.cn

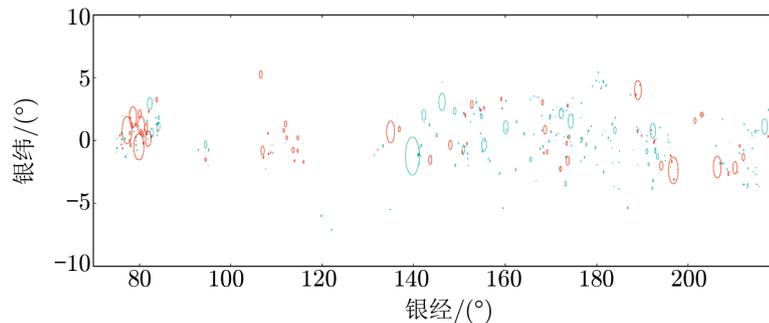
测量, 被认为是 HII 候选区; 另外还有 700 多个特殊的区域。图 1 描述了基于 WISE 的 HII 区目录中所有 HII 区和 HII 候选区在银道坐标系中的空间分布。



注: 红色点标示出 8 399 个 HII 区和候选区的中心位置, 这些区域主要分布在银纬 $\pm 8^\circ$ 之间, 在银心方向分布较为集中, 在反银心方向相对疏散。

图 1 WISE HII 区目录中 HII 区及 HII 候选区在银道坐标系中的空间分布

LAMOST^[2]是世界上口径最大的大视场和光谱观测获取率最高的望远镜。LAMOST DR3 发布了超过 575 万条光谱数据, 其中恒星光谱 526 万条。反银心方向巡天是 LAMOST 银河系巡天的的重要组成部分, 该区域主要集中在银经 $150^\circ \sim 210^\circ$, 银纬 $b \leq 30^\circ$ 的 3 400 平方度范围区域。图 2 描述了 WISE 目录中集中在反银心方向有 LAMOST 数据覆盖的 HII 区和 HII 候选区的分布情况。



注: 红色代表已证认的 HII 区, 青色代表 HII 候选区, 共 278 个区域。

图 2 有 LAMOST 数据覆盖的 HII 区及 HII 候选区在银道坐标系的空间分布

位于 HII 区的光谱通常会表现为 $H\alpha$ 、 $H\beta$ 、 $[OII]$ 、 $[OIII]$ 、 $[SII]$ 和 $[NII]$ 发射线, 对 HII

区光谱的研究,常用的方法是检测和测量 H II 区的发射线。由于部分发射线(如 $[\text{N II}]\lambda 5755$ 和 $[\text{O III}]\lambda 4363$) 在光谱中表现较微弱, Pagel 等人^[3] 和 Allion 等人^[4] 最早使用强发射线研究 H II 区。Sabbabin 等人^[5] 提出了一种基于线强比诊断图的方法用于区分 H II 区、行星状星云和超新星遗迹,这种方法在诊断图中使用 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{S II}])$ 与 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{N II}])$ 线强比, H II 区、行星状星云和超新星遗迹会集中在诊断图中的不同区域。这种方法被认为是经验和理论可行的,之后被应用于三角座星系^[6]、船底座星云^[7]、银河系行星状星云^[8] 和系外行星状星云^[9] 等。在这篇论文中,我们引入线强比诊断图,计算 LAMOST DR3 覆盖的 H II 区及 H II 候选区中天光光谱的 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{S II}])$ 与 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{N II}])$ 线强比,从而对 H II 候选区进行证认。此外, H II 区在 $\text{H}\alpha$ 表现为强烈的发射特征,而恒星光谱在 $\text{H}\alpha$ 通常表现为吸收特征。我们分析了 H II 区对恒星光谱在 $\text{H}\alpha$ 处的影响,并与非 H II 区的光谱做了统计对比;同时,我们搜寻了 H II 候选区中的早型星。

2 数据选择与处理

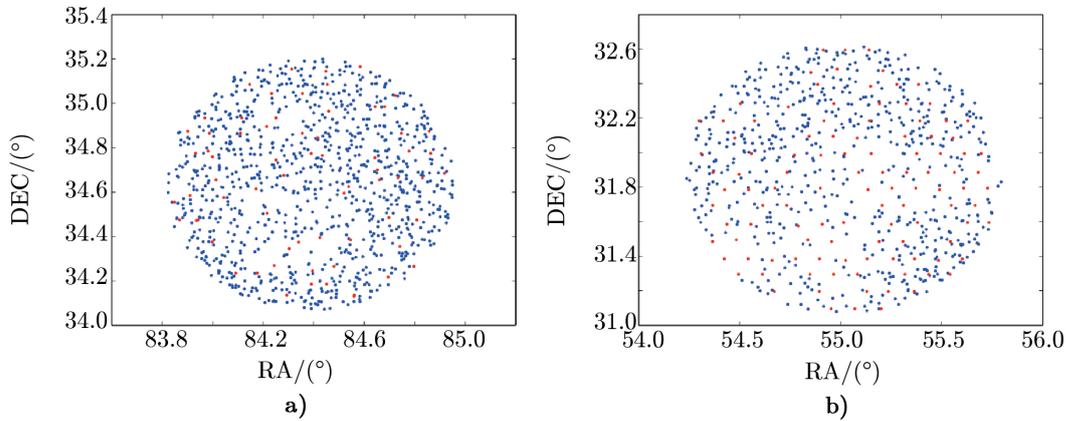
根据 WISE H II 区目录提供的赤经、赤纬和半径信息,我们搜寻了 LAMOST DR3 中所有坐标落在 H II 区及 H II 候选区的恒星和天光光谱,其中 H II 区光谱 20 584 条, H II 候选区光谱 10 025 条。我们对光谱的信噪比进行筛选,过滤了 SDSS 定义的 r 波段信噪比小于 5 的恒星光谱和信噪比很低的天光光谱;同时对光谱进行人工检查,去除了在 $\text{H}\alpha$ 、 $[\text{S II}]\lambda 6717$ 、 $[\text{S II}]\lambda 6731$ 、 $[\text{N II}]\lambda 6584$ 处质量较差的光谱。经过信噪比筛选后,得到的光谱总量为 25 547 条, H II 区及 H II 候选区的光谱数量分别为 7 846 和 17 701 条,在反银心方向覆盖的 WISE 目录中的 H II 区和 H II 候选区数量分别为 100 和 269 个。表 1 描述了部分 H II 候选区的基本信息,给出 H II 候选区的中心位置坐标、区域半径和 LAMOST DR3 在空间区域内的光谱数量。

表 1 LAMOST DR3 覆盖的部分 H II 候选区的基本信息

编号	银经/(°)	银纬/(°)	半径/(°)	光谱数量
1	174.254	1.555	0.570 3	1 219
2	159.916	-18.649	0.785 7	1 138
3	139.746	-1.228	1.517 2	678
4	172.231	2.168	0.416 1	538
5	192.274	0.784	0.601 4	486
6	160.142	1.069	0.528 6	431
7	183.947	0.835	0.283 1	264
8	146.144	3.093	0.690 8	193
9	173.156	-3.442	0.202 2	167
10	82.254	2.954	0.492 2	156

图 3 描述了编号为 1 和 2 的 H II 候选区中 LAMOST 拍摄的恒星与天光光谱在赤道坐标

系的空间分布。两个 H II 候选区中的天光光谱数量分别为 175 和 236 条, LAMOST DR3 拍摄的天光光谱约占总光谱的 15%, 天光光谱能够直接反映 H II 候选区天光发射线的情况, 是我们用于证认 H II 区的重要数据组成部分。



注: a) 为编号为 1 的 H II 候选区; b) 为编号为 2 的 H II 候选区。蓝色代表恒星, 红色代表天光。

图 3 H II 候选区中恒星与天光光谱分布

269 个 H II 候选区的平均半径为 $5.16'$, 中值半径为 $2.75'$ 。由于部分 H II 候选区的半径较小, LAMOST DR3 的光谱在这些区域的分布数量较少, 这样的区域在数据计算和统计时会产生较大的误差, 为确保数据的准确性, 只保留光谱数量大于等于 10 的 H II 候选区, 共计 65 个。我们在下面的章节中对这 65 个区域进行分析和证认。

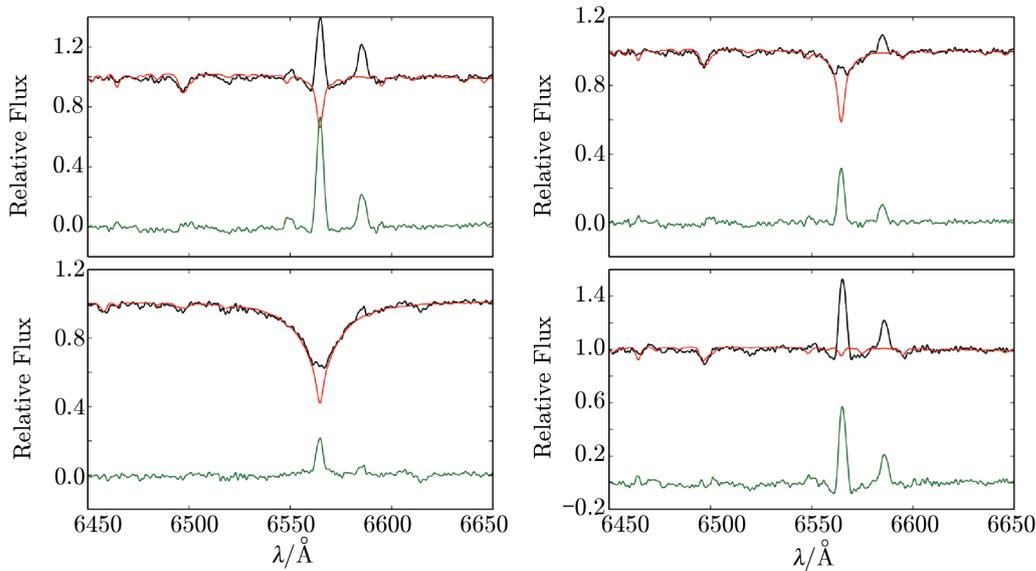
LAMOST DR3 发布的光谱数据已对天光做了消除处理, 天光光纤拍摄的天光光谱在消除天光时会将 H II 区的天光特征消除, 因此我们使用消除天光之前的单次曝光光谱。对于同一目标源, LAMOST 进行了多次曝光, 我们对目标源使用多次曝光光谱中信噪比最高的单次曝光光谱。

单次曝光的恒星光谱中包含了 H II 候选区的天光光谱和恒星自身的光谱, 理论上单次曝光光谱扣除恒星自身的光谱后的残差光谱能够表示此坐标处的天光光谱, 消除恒星自身光谱的影响。我们使用 Kurucz 模版作为理论恒星光谱模版, 对于 LAMOST DR3 中测量过恒星参数的光谱, 我们通过温度、表面重力加速度、金属丰度参数匹配最佳理论模版, 匹配方式是选取由 3 个恒星参数构成的三维空间中离待匹配光谱距离最近的模版。对于没有测量恒星参数的光谱, 我们通过计算卡方的方法选取与待匹配光谱卡方最小的模版, 匹配过程中对理论模版乘以 2 次多项式, 以消除连续谱的影响, 达到与待匹配模版的最佳拟合。

综上所述, 我们用于测量 H II 候选区的天光光谱包含两种: 一种是天光光纤拍摄的单次曝光天光光谱, 另一种是使用恒星单次曝光光谱扣除对应的恒星理论模板后的天光光谱。

3 H II 区对恒星光谱的影响

我们选择了具有 H II 区特征的强发射线用来研究 H II 候选区, 分别为 $H\alpha$ 、 $[SII]\lambda 6717$ 、 $[SII]\lambda 6731$ 、 $[NII]\lambda 6548$ 和 $[NII]\lambda 6584$ 。在恒星光谱中, 多数恒星 $H\alpha$ 谱线表现为吸收特征, 而 H II 区在 $H\alpha$ 处表现为发射特征。受 H II 区影响, 恒星吸收线与 H II 区发射线相互叠加, 在光谱中也会表现出不同的形态。图 4 描述了 H II 候选区中 4 种最常见的光谱形态: 黑色代表恒星单次曝光光谱, 红色代表匹配的 Kurucz 恒星理论光谱, 绿色为单次曝光光谱扣除理论模板后的天光光谱, 单次曝光光谱和理论模板光谱均除以各自的连续谱拉平到同一流量尺度。



注: 黑色为恒星单次曝光光谱, 红色为匹配的 Kurucz 恒星理论光谱, 绿色为单次曝光光谱扣除理论光谱后的天光光谱。

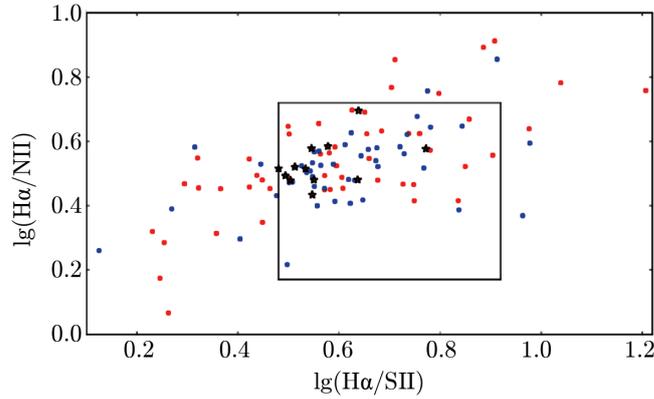
图 4 H II 区恒星光谱的常见形态

若 H II 区 $H\alpha$ 发射特征强于恒星自身 $H\alpha$ 的吸收特征, 则恒星的单次曝光光谱会表现为 $H\alpha$ 发射特征; 若弱于恒星自身 $H\alpha$ 吸收特征, 则表现为吸收特征。两者相互叠加的强度不同, 光谱表现的形态也不同。

4 线强比

线强是衡量发射线的重要指标之一, 线强比是判别 H II 区的重要指标, 光谱流量定标对波长较近的线强比的影响较小, 可以忽略。我们测量了 H II 区及 H II 候选区内天光光谱在 $H\alpha$ 、 $[SII]\lambda 6717$ 、 $[SII]\lambda 6731$ 、 $[NII]\lambda 6548$ 和 $[NII]\lambda 6584$ 的积分线强, 统计出各个

区域 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{S II}])$ 与 $\lg(\text{H}\alpha/[\text{N II}])$ 线强比的均值, 给出了这些区域在线强比诊断图中的位置。[S II] 使用 [S II] $\lambda 6717$ 和 [S II] $\lambda 6731$ 的线强之和; [N II] 使用 [N II] $\lambda 6548$ 和 [N II] $\lambda 6584$ 的线强之和, 由于 [N II] $\lambda 6548$ 在光谱中离 $\text{H}\alpha$ 较近, 在有些情况下会受到 $\text{H}\alpha$ 的干扰, 我们使用 [N II] $\lambda 6584$ 线强的三分之一来估计 [N II] $\lambda 6548$ ^[5]。图 5 描述了 HII 区及 HII 候选区在线强比诊断图中的位置: 矩形区域表示 HII 区在诊断图中的位置, 范围为: $0.48 \leq \lg(\text{H}\alpha/[\text{S II}]) \leq 0.92$, $0.17 \leq \lg(\text{H}\alpha/[\text{N II}]) \leq 0.72$ 。



注: 图中的矩形区域为理论的 HII 区区域, 蓝色点表示 HII 区, 红色圆点和星号表示 HII 区候选区, 其中红色星号表示我们证认的 12 个 HII 区。

图 5 HII 区及 HII 候选区在线强比诊断图中的分布

经过信噪比和光谱数量筛选后, HII 区和 HII 候选区的数量分别为 47 和 65 个, 在矩形区域内的数量分别为 35 和 42 个, 占比分别为 74% 和 65%。这些区域大部分落入诊断图中 HII 区的位置, 少部分区域分散在 HII 区周围, 我们分析了这样结果的原因: (1) 部分光谱, 尤其是天光光纤拍摄的天光光谱在 $\text{H}\alpha$ 谱线处信噪比偏低, 光谱质量较差, 导致计算的结果存在一定的误差; (2) 恒星光谱的模板匹配过程存在一定的误差。我们看到, 已经证认的 HII 区并非全部区域分布在矩形区域之内, 因此矩形区域对 HII 区的限制更加严格, 由此矩形区域筛选出的 HII 候选区更加可靠。

5 $\text{H}\alpha$ 等值宽度

等值宽度 (EW) 的测量通过 Lick 线指数^[10]实现, Lick 线指数定义了中心波长及红蓝两端连续谱波段的起止波长, 在红蓝两端构造一条伪连续谱, 中心波段的流量与伪连续谱流量差值的积分决定了其等值宽度。等值宽度的计算公式为:

$$EW = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \left(1 - \frac{F_{I\lambda}}{F_{C\lambda}} \right) d\lambda, \quad (1)$$

其中, λ_1 和 λ_2 表示中心波段的起始波长, $F_{I\lambda}$ 和 $F_{C\lambda}$ 分别表示中心波段的光谱流量和伪连

续谱的流量。Cohen 等人^[11]定义了 $H\alpha$ 线指数, 中心波段 $6\,548\sim 6\,578\text{ \AA}$, 红蓝两端波段分别为: $6\,420\sim 6\,455\text{ \AA}$ 、 $6\,600\sim 6\,640\text{ \AA}$ 。我们针对 LAMOST DR3 在 $H\alpha$ 附近的光谱特征, 对中心波段做了调整, 调整后的中心波长是 $6\,561.61\sim 6\,567.61\text{ \AA}$, LAMOST 光谱为真空光谱, $H\alpha$ 线心为 $6\,564.61\text{ \AA}$ 。

我们对 65 个 HII 候选区的 7 207 条光谱分别计算 $H\alpha$ 的等值宽度, 平均值为 -1.786 。 $H\alpha$ 为发射线时, 其等值宽度为负值; $H\alpha$ 为吸收线时, 为正值。等值宽度的绝对值表征线的强弱。等值宽度的分布直方图如图 6 所示。在 7 207 条光谱中, 等值宽度小于 0 的光谱数量为 6 037, 占比为 83.88%。HII 候选区内光谱大多表现为 $H\alpha$ 发射线特征, 等值宽度大于 0 的光谱通常无明显的吸收特征或吸收线很微弱。

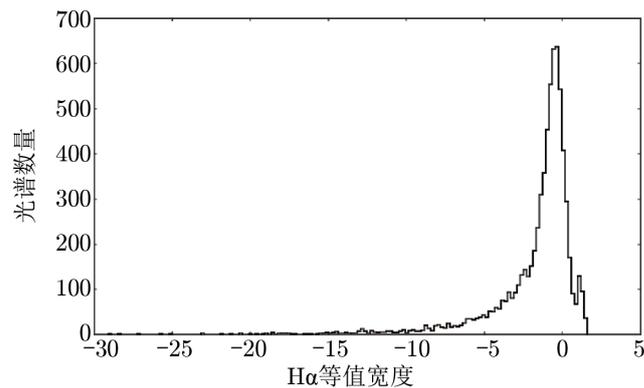


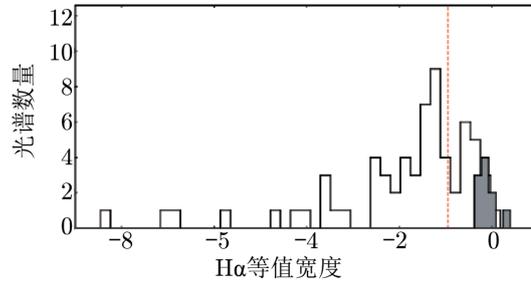
图 6 65 个 HII 候选区中 7 207 条光谱的 $H\alpha$ 等值宽度分布, 其平均值为 -1.786

我们选取了 10 个半径为 $13.4'$ 的非 HII 区范围内的区域作为参照区, 对比分析这些区域光谱的 $H\alpha$ 等值宽度分布情况, 选取的区域部分分布在银河系中 HII 区或 HII 区候选区附近, 部分分布在高银纬区域。表 2 给出了参照区的基本信息, 包括参照区中心的位置坐标、区域半径和参照区光谱的平均等值宽度。

表 2 参照区基本信息

编号	银经/(°)	银纬/(°)	光谱数量	$H\alpha$ 等值宽度均值/ \AA	$H\alpha$ 等值宽度标准差/ \AA
1	58.895 896	78.837 308	112	0.393 637 152	0.911
2	163.323	1.126 57	60	-0.050 681 017	0.567
3	156.368 69	0.815 966	38	-0.067 161 395	0.651
4	207.339 75	20.503 569	58	-0.078 755 828	0.513
5	199.583	6.679 04	105	-0.174 229 79	0.6
6	161.545	-0.608 58	64	-0.188 848 578	0.507
7	144.403 12	2.135 579	31	-0.206 136 452	0.808
8	109.423 99	69.474 076	55	-0.230 957 055	0.638
9	209.483	2.514 69	52	-0.289 281 442	0.592
10	213.446 73	15.893 045	44	-0.381 423 114	0.331

图 7 描述了 65 个 HII 候选区和 10 个参照区的平均 $H\alpha$ 等值宽度分布: HII 候选区中, 除了一个区域为正值 0.18 外, 所有区域的平均等值宽度均为负值。从表 2 的参照区 $H\alpha$ 等值宽度的均值和标准差看, 参照区中有不少光谱的 $H\alpha$ 等值宽度在 0 到 -1 之间。为了严格筛选候选区, 我们把 $H\alpha$ 等值宽度 ≤ -1 作为 HII 区的限制条件之一。



注: 白色代表 HII 候选区的分布, 灰色代表参照区的分布, 红色的竖线表示等值宽度为 -1 的区分线。

图 7 65 个 HII 候选区和 10 个参照区的平均等值宽度分布

6 HII 候选区中的早型星

HII 区中通常会存在早型恒星 (OB 型恒星), 早型恒星能够产生紫外光子使周围的气体电离, 从而形成 HII 区。经过信噪比和光谱数量筛选后的 65 个区域中, 有 23 个区域观测到了早型恒星, 表 3 给出了 HII 候选区中心的位置坐标信息及区域内早型恒星的数目。早型恒星的参数信息如表 4 所示, 给出了这些早型恒星的位置坐标、温度、 Fe/H 、表面重力加速度 (lgg) 及 WISE 测光信息, 同时给出对应表 3 中 HII 区的编号。

表 3 HII 候选区中早型星的数量

编号	银经/(°)	银纬/(°)	早型星数量	编号	银经/(°)	银纬/(°)	早型星数量
1	139.746	-1.228	17	13	176.783	0.144	2
2	183.37	1.316	5	14	173.168	-1.299	1
3	174.254	1.555	5	15	208.445	-18.994	1
4	160.142	1.069	4	16	150.86	-0.666	1
5	192.274	0.784	4	17	207.44	1.711	1
6	213.845	-12.186	2	18	206.778	-1.76	1
7	173.156	-3.442	3	19	159.916	-18.649	1
8	146.144	3.093	2	20	186.764	-5.375	1
9	142.152	2.044	2	21	183.947	0.835	1
10	173.598	0.282	1	22	187.438	3.674	1
11	172.231	2.168	2	23	182.505	0.232	1
12	171.171	0.446	2				

表 4 早期恒星的参数信息

银经 /(°)	银纬 /(°)	温度 /k	lgg /dex	Fe/H /dex	温度误差 /k	lgg 误差 /dex	Fe/H 误差 /dex	W1 /mag	W2 /mag	W3 /mag	W4 /mag	对应 HII 区 编号
172.338	2.145	12 318	2.74	-0.51	88	0.021	0.029	11.416	11.272	9.097	6.576	11
172.572	2.162	17 844	3.86	-0.16	67	0.042	0.021	10.037	10.143	9.836	6.625	11
160.38	-18.604	19 505	3.8	-0.14	226	0.071	0.042	13.129	13.161	11.972	8.823	19
173.148	-1.251	16 043	3.77	-0.12	72	0.038	0.022	11.653	11.388	8.142	7.079	14
160.546	0.897	15 262	3.93	0.0	87	0.034	0.025	11.738	11.756	12.444	9.009	4
159.775	1.078	11 440	4.18	0.29	74	0.031	0.027	11.63	11.681	12.018	8.922	4
160.129	0.915	18 408	4.04	-0.06	176	0.057	0.037	12.298	12.295	12.069	8.415	4
160.546	0.897	15 582	3.7	0.06	67	0.032	0.021	11.738	11.756	12.444	9.009	4
139.673	-1.2	16 104	3.1	0.14	1178	0.268	0.247	11.995	11.958	11.306	8.498	1
139.796	-1.167	12 319	2.94	-0.35	250	0.075	0.091	12.053	12.041	11.343	9.261	1
140.181	-1.537	13 853	4.16	-0.18	230	0.088	0.074	11.927	11.92	11.221	8.579	1
139.669	-1.697	13 232	3.94	0.26	134	0.077	0.045	11.751	11.75	12.092	9.061	1
139.212	-1.31	12 978	2.96	-0.43	254	0.067	0.08	12.095	12.102	11.159	8.901	1
140.541	-1.275	12 240	2.84	-0.14	173	0.048	0.054	11.585	11.564	11.847	8.795	1
140.217	-2.42	16 701	3.62	-0.17	147	0.063	0.036	12.489	12.561	12.596	9.076	1
139.833	-1.424	15 813	3.82	-0.32	198	0.108	0.068	10.954	10.931	10.673	9.159	1
140.369	-0.979	12 492	4.02	-0.08	123	0.058	0.041	11.202	11.204	11.413	9.01	1
140.556	-2.329	16 889	3.65	-0.12	160	0.072	0.042	11.689	11.715	11.585	8.763	1
140.418	-0.78	15 068	3.94	0.11	109	0.054	0.034	11.165	11.181	11.385	8.647	1
140.364	-1.725	15 562	3.28	-0.33	186	0.053	0.045	11.671	11.703	12.174	9.116	1
140.355	-2.075	18 562	3.75	-0.08	100	0.043	0.023	11.225	11.251	10.806	8.453	1
139.896	-2.09	17 426	3.75	-0.08	79	0.041	0.021	10.52	10.537	11.387	9.011	1
140.351	-1.687	12 258	2.85	-0.22	89	0.024	0.029	10.707	10.721	10.587	9.2	1
139.761	-0.883	20 594	3.31	-0.01	132	0.018	0.012	8.756	8.768	8.703	7.849	1
139.047	-1.634	22 161	3.35	0.09	189	0.021	0.012	8.591	8.598	8.595	8.802	1
213.858	-12.131	16 184	3.4	-0.11	79	0.025	0.018	9.665	9.392	7.668	4.149	6
213.849	-12.19	17 537	3.98	-0.17	123	0.043	0.028	-	-	-	-	6

表 4 续表

银经 /(°)	银纬 /(°)	温度 /k	lgg /dex	Fe/H /dex	温度误差 /k	lgg 误差 /dex	Fe/H 误差 /dex	W1 /mag	W2 /mag	W3 /mag	W4 /mag	对应 HII 区 编号
213.859	-12.131	17 012	3.84	0.08	45	0.026	0.014	9.665	9.392	7.668	4.149	6
183.364	1.301	13 137	2.76	-0.58	288	0.066	0.104	12.268	12.108	9.223	6.309	2
183.359	1.292	19 300	3.67	-0.04	140	0.052	0.026	11.137	11.148	9.994	6.34	2
183.375	1.299	13 669	2.72	-0.38	512	0.113	0.169	12.689	12.705	9.195	6.117	2
183.364	1.301	15 778	3.58	-0.29	240	0.119	0.069	12.268	12.108	9.223	6.309	2
183.359	1.292	20 184	3.73	-0.07	120	0.047	0.023	11.137	11.148	9.994	6.34	2
206.786	-1.759	30 897	3.46	-0.53	1045	0.054	0.113	-	-	-	-	18
182.515	0.229	17 521	3.26	-0.26	422	0.085	0.081	11.562	11.307	7.613	5.021	23
207.464	1.704	16 098	3.86	-0.16	64	0.041	0.022	10.886	10.924	8.124	6.166	17
173.14	-3.43	17 279	3.07	-0.6	744	0.13	0.152	9.082	9.069	8.677	7.105	7
173.248	-3.356	18 885	3.64	-0.02	78	0.027	0.014	10.325	10.358	9.898	8.184	7
173.186	-3.538	17 800	3.8	-0.1	39	0.019	0.011	9.516	9.547	8.758	6.89	7
187.436	3.677	17 411	3.86	-0.17	138	0.058	0.036	10.799	9.855	6.388	3.631	22
173.534	0.234	16 276	3.0	-0.39	283	0.057	0.066	11.302	10.992	10.003	8.746	10
173.534	0.234	16 873	3.14	-0.18	197	0.044	0.042	11.302	10.992	10.003	8.746	10
192.575	0.383	22 060	3.87	0.08	560	0.147	0.073	11.865	11.834	12.005	8.778	5
191.851	1.045	17 140	3.53	-0.22	328	0.1	0.067	12.022	11.983	10.522	7.766	5
191.9	0.493	17 129	4.01	-0.12	234	0.094	0.062	12.799	12.76	11.798	8.826	5
183.912	0.73	16 695	3.81	-0.28	483	0.253	0.146	11.72	11.752	11.634	9.001	21
142.302	1.769	13 539	4.19	0.13	155	0.048	0.043	10.376	10.24	8.502	7.635	9
141.996	2.095	12 623	4.27	0.4	71	0.024	0.022	10.928	10.904	10.102	8.227	9
171.22	0.443	15 013	3.98	0.03	152	0.069	0.047	12.807	12.757	11.338	8.69	12
171.179	0.453	18 932	3.36	-0.28	625	0.115	0.092	10.901	10.868	7.976	5.272	12
186.769	-5.384	18 359	3.78	-0.26	139	0.065	0.035	9.908	9.837	6.95	4.851	20
208.364	-19.125	16 898	3.97	-0.41	152	0.081	0.047	-	-	-	-	15
192.11	0.973	17 317	3.76	-0.25	218	0.078	0.052	12.775	12.791	11.791	9.033	5

注: 恒星参数及误差计算来自 LASP 软件; W1 到 W4 来自 WISE 数据。

7 结 论

我们从线强比诊断图, $H\alpha$ 等值宽度以及测量早型恒星三个方面分析和统计了在反银心方向 LAMOST DR3 覆盖的 HII 候选区。表 5 给出了我们从 65 个 HII 候选区中筛选出的 12 个 HII 候选区的基本信息, 描述了 HII 候选区中心的银经银纬、HII 候选区的半径、LAMOST 覆盖候选区的光谱数量、候选区的平均 $\lg(H\alpha/[S II])$ 和 $\lg(H\alpha/[N II])$ 、候选区的平均等值宽度。这些区域位于线强比诊断图中 HII 区的理论位置, 区域天光光谱的 $H\alpha$ 平均等值宽度小于 -1 , 区域中包含早型恒星, 我们相信这 12 个区域为 HII 区。

表 5 认证的 HII 候选区信息

银经/(°)	银纬/(°)	半径/(°)	光谱数量	$\lg(H\alpha/[S II])$	$\lg(H\alpha/[N II])$	$H\alpha$ 等值宽度
159.916	-18.649	0.784 722	1 138	0.512 6	0.520 5	-1.526 6
174.254	1.555	0.570 278	1 219	0.480 3	0.515 7	-2.513 8
171.171	0.446	0.068 889	18	0.578	0.584 6	-2.361 0
172.231	2.168	0.416 111	538	0.493 9	0.493 3	-2.240 5
173.156	-3.442	0.202 222	167	0.545 4	0.578 4	-3.348 4
173.168	-1.299	0.083 333	42	0.547	0.433 8	-5.853 8
176.783	0.144	0.144 444	63	0.550 4	0.480 3	-1.351 2
182.505	0.232	0.076 389	34	0.638 6	0.695 5	-1.229 1
183.37	1.316	0.102 778	70	0.636 8	0.480 6	-1.966 2
183.947	0.835	0.283 056	264	0.503 9	0.478 2	-1.863 8
186.764	-5.375	0.111 111	28	0.772 1	0.577 2	-1.416 5
192.274	0.784	0.601 389	486	0.533 7	0.514 8	-2.350 8

参考文献:

- [1] Anderson L D, Bania T M, Balser D S, et al. *ApJS*, 2013, 212: 397
- [2] Cui X Q, Zhao Y H, Chu Y Q, et al. *RAA*, 2012, 12: 1197
- [3] Pagel B E J, Edmunds M G, Blackwell D E, et al. *MNRAS*, 1979, 189: 95
- [4] Alloin D, Collinsoffrin S, Joly M, et al. *A&A*, 1979, 78: 200
- [5] Sabbadin F, Minello S, Bianchini A. *A&A*, 1977, 60: 147
- [6] Viironen K, Delgado-Inglada G, Mampaso A, et al. *MNRAS*, 2007, 381: 1719
- [7] Damiani F, Bonito R, Magrini L, et al. *A&A*, 2016, 591: 74
- [8] Garcia Lario P, Manchado A, Riera A, et al. *A&A*, 1991, 249: 223
- [9] Magrini L, Perinotto M, Corradi R L M, et al. *A&A*, 2003, 400: 511
- [10] Worthey G, Faber S M, Gonzalez J J, et al. *ApJS*, 1994, 94: 687
- [11] Cohen J G, Blakeslee J P, Ryzhov A. *AJ*, 1998, 496: 808

Identification of 12 H II Regions with LAMOST

ZHAO Dong-wei^{1,2}, LUO A-li¹, HOU Wen¹

(1. Key Laboratory of Optical Astronomy, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: H II region is one type of emission nebula which is excited by massive stars through ultraviolet radiation. Study of H II regions provides an insight into understanding the structure of the Galaxy. We newly identify 12 H II regions based on the single-exposure spectra of Galactic Anti-Center from LAMOST (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope) survey in this paper. Firstly, we pick out the sky and stellar spectra from LAMOST DR3 that locate in 65 H II region candidates from Anderson et al.'s catalog of H II regions based on WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) data. For sky spectra and stellar spectra subtracting the stellar components, we calculate the line intensity ratio of both $H\alpha/[SII]$ and $H\alpha/[NII]$. According to the distribution of line intensity ratio in the theoretical criteria diagram, 42 out of 65 H II region candidates are preliminarily selected. Besides, the average equivalent width of $H\alpha$ and early-type stars (O or B type) harbouring in the H II region candidates are also taken into account in order to provide further constraints on the identification of H II regions. We calculate the $H\alpha$ equivalent width of 7202 spectra in 65 H II region candidates, and take the average value as the equivalent width of corresponding H II region candidates. So the $H\alpha$ equivalent width ≤ -1 is considered as one of the limitations to identify H II region. Additionally, O or B-type stars are also counted in H II region candidates since OB stars usually exist in H II region. We find that B-type stars are observed in 23 H II region candidates using LAMOST data. Finally, we confirm 12 out of 65 H II regions candidates are H II regions using the criteria of line intensity ratio in combination with both $H\alpha$ equivalent width ≤ -1 and existence of O, B-type stars in the regions.

Key words: H II region; LAMOST; line intensity ratio; $H\alpha$ equivalent width