

星光谱线红移的一种可能机制

陈拖顺

(吕梁高等专科学校建筑系 ,033000 ,山西离石 53 岁 ,男 ,讲师)

摘要 光子在真空中运动时由于受到微小的阻力而使其谱线发生了红移. 星体的视星等将会由于星际消失的影响而增大. 由此得到的星等 - 红移关系与观测数据符合的很好.

目前,暗能量问题正困扰着天文学界,而星光谱线的红移是由于宇宙的膨胀所致的解释正是其问题的根源. 一种很自然的对星光谱线红移的解释便是光子在真空中运动时由于受到微小的阻力而使其谱线产生了红移.

1 星光谱线的阻力红移

假设光子在运动过程中所受到的真空阻力 \vec{f} 与其动量 $m\vec{c}$ 成正比,则有

$$\vec{f} = - Hm\vec{c}. \quad (1)$$

式中, H 为阻力系数,取其为哈勃常数. 根据功能原理,光子有位移 $d\vec{r}$ 时将有能量的改变 dE ,即

$$dE = - Hmcd\vec{r}. \quad (2)$$

由于 $\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{c}$, $E = mc^2$,故有

$$dE = - HEdt. \quad (3)$$

积分(3)式便有

$$E = E_0 e^{-Ht}, \quad (4)$$

式中, E_0 为光子在 $t=0$ 时的能量. 利用 $E = h\nu$ 及 $c = \nu\lambda$,有

$$\lambda = \lambda_0 e^{Ht}. \quad (5)$$

于是便可得阻力红移

$$Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda}{\lambda_0} - 1 = e^{Ht} - 1. \quad (6)$$

由于光子传播距离 $D = ct$,故有

$$D = \frac{c}{H} \ln(1 + Z). \quad (7)$$

此即光子在真空中运动时的红移 - 距离关系.

2 星等与距离的关系

直接测量遥远星体的距离是很困难的. 为了检验红移 - 距离关系式(7)在大红移下是否成立,还需考查星等与距离的关系.

射向地球的星光除受到真空阻力外,有些星光将会受到星际物质的散射、吸收等,即存在星际消光. 这样,星体的观测光度 L 和亮度 E_r 将会随距离 r 的增加而减小. 设光线在传播距离 dr 时光度损失系数为 H/c ,则有

$$dL = - \frac{H}{c} L dr. \quad (8)$$

积分上式,便有

$$L = L_0 e^{-\frac{Hr}{c}}. \quad (9)$$

式中, L_0 为星体的原始光度. 于是得亮度与光度的关系

$$E_r = \frac{L_0}{4r^2} e^{-\frac{Hr}{c}}. \quad (10)$$

利用视星等与亮度的关系 $m = -2.5 \lg E_r$ 及绝对星等 M 的定义,并用 D 表示星体离地球的距离,则有

$$m - M = 5 \lg D + 2.5 \lg e^{\frac{H(D-10)}{c}} - 5 \quad (11)$$

表 1

<i>SN</i>	<i>Z</i>	μ_0^a	<i>m - M</i>	<i>m - M - \mu_0^a</i>
SN 1997do	0.010 4	33. 73	33. 54	- 0. 19
SN 1998bp	0.010 4	33. 21	33. 54	+ 0. 33
SN 1999cp	0.010 4	33. 56	33. 54	- 0. 02
SN 1999da	0.012 1	34. 05	33. 87	- 0. 18
SN 1999dk	0.014 1	34. 43	34. 21	- 0. 22
SN 1999aa	0.015 7	34. 58	34. 44	- 0. 14
SN 1998V	0.017 0	34. 47	34. 62	+ 0. 15
SN 1998ef	0.017 0	34. 18	34. 62	+ 0. 44
SN 1998co	0.017 1	34. 68	34. 63	- 0. 05
SN 1997cn	0.017 5	34. 52	34. 68	+ 0. 16
SN 1998eg	0.023 4	35. 36	35. 32	- 0. 04
SN 1999X	0.025 7	35. 41	35. 52	+ 0. 11
SN 1997dg	0.029 7	36. 12	35. 84	- 0. 28
SN 1999cc	0.031 6	35. 85	35. 98	+ 0. 13
SN 1998cs	0.032 7	36. 08	36. 05	- 0. 03
SN 1998dx	0.053	36. 97	37. 12	+ 0. 15
SN 2002kc	0. 216	40. 33	40. 30	- 0. 03
SN 1997bj	0. 334	40. 92	41. 32	+ 0. 40
SN 1997am	0. 416	42. 10	41. 85	- 0. 25
SN 1998bh	0. 420	41. 76	41. 87	+ 0. 11
SN 2002ab	0. 422	42. 02	41. 89	- 0. 13
SN 1998ba	0. 430	42. 36	41. 93	- 0. 43
SN 1997aw	0. 440	42. 57	41. 99	- 0. 58
SN 1997ce	0. 440	42. 08	41. 99	- 0. 09
SN 1998ac	0. 460	41. 83	42. 10	+ 0. 27
SN 1999Q	0. 460	42. 56	42. 10	- 0. 46
SN 2002dc	0. 475	42. 14	42. 17	+ 0. 03
SN 1997cj	0. 500	42. 74	42. 30	- 0. 44
SN 1999U	0. 500	42. 75	42. 30	- 0. 45
SN 1997as	0. 508	41. 64	42. 34	- 0. 30
SN 2002ad	0. 514	42. 39	42. 37	- 0. 02
SN 1997bb	0. 518	42. 83	42. 39	- 0. 44
SN 2002hr	0. 526	43. 01	42. 42	- 0. 59
SN 1997eq	0. 538	42. 66	42. 48	- 0. 18
SN 1997af	0. 579	42. 86	42. 66	- 0. 20
SN 1998M	0. 630	42. 62	42. 87	+ 0. 25
SN 1998ay	0. 638	43. 30	42. 90	- 0. 40
SN 2003be	0. 64	43. 07	42. 91	- 0. 16
SN 1998be	0. 644	42. 78	42. 93	+ 0. 15
SN 2003bd	0. 67	43. 19	43. 02	- 0. 17
SN 2002P	0. 719	43. 22	43. 20	- 0. 02
SN 2002kd	0. 735	43. 09	43. 26	+ 0. 17
SN 1998bi	0. 740	43. 35	43. 27	- 0. 08
SN 1997ez	0. 778	43. 81	43. 40	- 0. 41
SN 1998J	0. 828	43. 61	43. 56	- 0. 05
SN 1997ap	0. 830	43. 85	43. 56	- 0. 29
SN 2003eq	0. 839	43. 86	43. 59	- 0. 27
SN 1997ek	0. 860	44. 03	43. 65	- 0. 38
SN 1998I	0. 886	42. 91	43. 73	+ 0. 82
SN 2003eb	0. 899	43. 64	43. 78	+ 0. 14
SN 2001kd	0. 935	43. 99	43. 87	- 0. 12
SN 2003lv	0. 94	43. 87	43. 88	- 0. 01
SN 2002dd	0. 95	44. 06	43. 91	- 0. 15
SN 2003es	0. 954	44. 28	43. 92	- 0. 36
SN 1997ck	0. 970	44. 13	43. 96	- 0. 17
SN 2002ki	1. 140	44. 84	44. 38	- 0. 46
SN 2003az	1. 265	45. 20	44. 65	- 0. 55
SN 2002fw	1. 30	45. 27	44. 72	- 0. 55
SN 2002hp	1. 305	44. 70	44. 73	+ 0. 03
SN 2003dy	1. 340	45. 05	44. 80	- 0. 25
SN 2002fx	1. 40	45. 09	44. 91	- 0. 18
SN 2003ak	1. 551	45. 30	45. 18	- 0. 12
SN 1997ff	1. 755	45. 53	45. 50	- 0. 03

表 2

<i>GRB</i>	<i>Z</i>	μ^a	μ^b	<i>m - M</i>	<i>m - M - \mu^a</i>	<i>m - M - \mu^b</i>
030329	0. 17	39. 88 \pm 0. 38	39. 83 \pm 0. 40	39. 74	- 0. 14	- 0. 09
020903	0. 25	40. 79 \pm 1. 14	40. 93 \pm 1. 13	40. 64	- 0. 15	- 0. 29
990712	0. 43	41. 63 \pm 0. 53	41. 50 \pm 0. 56	41. 93	+ 0. 30	+ 0. 43
010921	0. 45	42. 35 \pm 0. 60	42. 22 \pm 0. 59	42. 04	- 0. 31	- 0. 18
050525	0. 61	43. 34 \pm 0. 42	43. 14 \pm 0. 43	42. 79	- 0. 55	- 0. 35
050416	0. 65	42. 84 \pm 0. 84	42. 76 \pm 0. 83	42. 95	+ 0. 11	+ 0. 19
970228	0. 70	42. 79 \pm 0. 71	42. 56 \pm 0. 70	43. 13	+ 0. 34	+ 0. 57
020405	0. 70	43. 68 \pm 0. 51	43. 43 \pm 0. 52	43. 13	- 0. 55	- 0. 30
991208	0. 71	41. 69 \pm 0. 67	41. 46 \pm 0. 67	43. 17	+ 1. 48	+ 1. 71
041006	0. 71	43. 91 \pm 0. 45	43. 72 \pm 0. 46	43. 17	- 0. 81	- 0. 55
030528	0. 78	44. 30 \pm 0. 59	44. 22 \pm 0. 59	43. 41	- 0. 89	- 0. 81
051022	0. 80	43. 95 \pm 0. 42	43. 69 \pm 0. 45	43. 47	- 0. 48	- 0. 22
050824	0. 83	43. 35 \pm 1. 29	43. 35 \pm 1. 29	43. 56	+ 0. 21	+ 0. 21
970508	0. 84	43. 92 \pm 0. 43	43. 68 \pm 0. 44	43. 59	- 0. 33	- 0. 09
990705	0. 84	43. 77 \pm 0. 46	43. 59 \pm 0. 47	43. 59	- 0. 18	+ 0. 00
000210	0. 85	42. 45 \pm 0. 67	42. 18 \pm 0. 67	43. 62	+ 1. 17	+ 1. 44
040924	0. 86	43. 84 \pm 0. 61	43. 62 \pm 0. 61	43. 65	- 0. 19	+ 0. 03
970828	0. 96	43. 58 \pm 0. 46	43. 32 \pm 0. 48	43. 93	+ 0. 35	+ 0. 61
980703	0. 97	44. 07 \pm 0. 40	43. 91 \pm 0. 42	43. 96	- 0. 11	+ 0. 05
021211	1. 01	43. 57 \pm 0. 61	43. 37 \pm 0. 61	44. 06	+ 0. 49	+ 1. 23
991216	1. 02	43. 32 \pm 0. 43	43. 00 \pm 0. 44	44. 09	+ 0. 77	+ 1. 09
000911	1. 06	45. 10 \pm 0. 68	44. 70 \pm 0. 68	44. 19	- 0. 91	- 0. 51
980613	1. 10	45. 85 \pm 1. 33	45. 63 \pm 1. 30	44. 28	- 1. 57	- 1. 35
050408	1. 24	45. 51 \pm 0. 84	45. 25 \pm 0. 83	44. 59	- 0. 92	- 0. 66
020813	1. 25	44. 11 \pm 0. 41	43. 89 \pm 0. 42	44. 62	+ 0. 51	+ 0. 73
050126	1. 29	45. 71 \pm 0. 57	45. 58 \pm 0. 57	44. 70	- 1. 01	- 0. 88
990506	1. 31	44. 31 \pm 0. 57	43. 99 \pm 0. 57	44. 74	+ 0. 43	+ 0. 75
050318	1. 44	45. 71 \pm 0. 47	45. 51 \pm 0. 49	44. 98	- 0. 73	- 0. 53
010222	1. 48	44. 48 \pm 0. 42	44. 10 \pm 0. 45	45. 06	+ 0. 58	+ 0. 96
060418	1. 49	45. 45 \pm 0. 56	45. 18 \pm 0. 56	45. 07	- 0. 38	- 0. 11
060502	1. 51	44. 71 \pm 0. 66	44. 55 \pm 0. 65	45. 11	+ 0. 40	+ 0. 56
030328	1. 52	44. 78 \pm 0. 46	44. 58 \pm 0. 48	45. 13	+ 0. 35	+ 0. 55
051111	1. 55	44. 58 \pm 0. 69	44. 44 \pm 0. 68	45. 18	+ 0. 60	+ 0. 74
990123	1. 61	44. 99 \pm 0. 45	44. 63 \pm 0. 47	45. 28	+ 0. 29	+ 0. 65
990510	1. 62	45. 46 \pm 0. 40	45. 20 \pm 0. 41	45. 29	- 0. 17	+ 0. 09
050802	1. 71	45. 59 \pm 1. 05	45. 38 \pm 1. 03	45. 44	- 0. 15	+ 0. 06
030226	1. 98	46. 51 \pm 0. 47	46. 32 \pm 0. 48	45. 82	- 0. 69	- 0. 50
060108	2. 03	47. 43 \pm 1. 04	47. 19 \pm 1. 03	45. 89	- 1. 54	- 1. 30
000926	2. 07	45. 62 \pm 0. 69	45. 32 \pm 0. 68	45. 94	+ 0. 32	+ 0. 62
011211	2. 14	45. 64 \pm 0. 53	45. 52 \pm 0. 56	46. 03	+ 0. 39	+ 0. 51
050922	2. 20	45. 92 \pm 0. 57	45. 60 \pm 0. 57	46. 10	+ 0. 18	+ 0. 50
060124	2. 30	47. 02 \pm 0. 44	46. 73 \pm 0. 45	46. 22	- 0. 80	- 0. 51
021004	2. 32	46. 45 \pm 0. 52	46. 26 \pm 0. 52	46. 24	- 0. 21	- 0. 02
051109	2. 35	45. 82 \pm 0. 83	45. 56 \pm 0. 82	46. 28	+ 0. 46	+ 0. 72
050406	2. 44	47. 92 \pm 0. 78	47. 71 \pm 0. 76	46. 38	- 1. 54	- 1. 33
030115	2. 50	46. 44 \pm 0. 63	46. 21 \pm 0. 62	46. 44	+ 0. 00	+ 0. 23
050820	2. 61	46. 70 \pm 0. 66	46. 45 \pm 0. 65	46. 56	- 0. 14	+ 0. 11
030429	2. 66	46. 46 \pm 0. 56	46. 27 \pm 0. 57	46. 61	+ 0. 15	+ 0. 34
060604	2. 68	46. 48 \pm 0. 63	46. 31 \pm 0. 63	46. 63	+ 0. 15	+ 0. 32
050603	2. 82	45. 45 \pm 0. 61	45. 08 \pm 0. 60	46. 77	+ 1. 32	+ 1. 69
050401	2. 90	46. 67 \pm 0. 59	46. 32 \pm 0. 58	46. 84	+ 0. 17	+ 0. 52
060607	3. 08	46. 48 \pm 0. 59	46. 26 \pm 0. 58	46. 99	+ 0. 51	+ 0. 73
020124	3. 20	46. 98 \pm 0. 44	46. 75 \pm 0. 45	47. 10	+ 0. 12	+ 0. 35
060526	3. 21	47. 35 \pm 0. 46	47. 13 \pm 0. 47	47. 11	- 0. 24	- 0. 02
050319	3. 24	48. 06 \pm 1. 01	47. 73 \pm 0. 99	47. 14	- 0. 92	- 0. 59
050908	3. 35	46. 97 \pm 0. 79	46. 76 \pm 0. 79	47. 23	+ 0. 26	+ 0. 47
030323	3. 37	47. 13 \pm 1. 07	46. 90 \pm 1. 05	47. 24	+ 0. 11	+ 0. 48
971214	3. 42	48. 44 \pm 0. 62	48. 06 \pm 0. 61	47. 28	- 1. 16	- 0. 78
060115	3. 53	47. 80 \pm 0. 82	47. 54 \pm 0. 81	47. 37	- 0. 43	- 0. 17
050502	3. 79	48. 06 \pm 0. 67	47. 72 \pm 0. 66	47. 56	- 0. 50	- 0. 16
060605	3. 80	47. 21 \pm 0. 72	46. 97 \pm 0. 72	47. 56	+ 0. 35	+ 0. 77
060210	3. 91	48. 08 \pm 0. 46	47. 70 \pm 0. 47	47. 64	- 0. 44	- 0. 06
060206	4. 05	46. 63 \pm 0. 64	46. 37 \pm 0. 63	47. 73	+ 1. 10	+ 1. 36
050505	4. 27	47. 76 \pm 0. 60	47. 48 \pm 0. 60	47. 88	+ 0. 12	+ 0. 40
060223	4. 41	47. 93 \pm 0. 61	47. 65 \pm 0. 60	47. 96	+ 0. 03	+ 0. 31
000131	4. 50	47. 72 \pm 0. 69	47. 37 \pm 0. 68	48. 02	+ 0. 30	+ 0. 65
060510	4. 90	48. 71 \pm 0. 95	48. 42 \pm 0. 93	48. 24	- 0. 47	- 0. 18
050904	6. 29	49. 34 \pm 0. 53	49. 00 \pm 0. 55	48. 91	- 0. 43	- 0. 09
060116	6. 60	48. 42 \pm 0. 95	48. 10 \pm 0. 94	49. 04	+ 0. 62	+ 0. 94

此即考虑了星际消光的星等 - 距离关系(式中距离的单位为 pc)。

3 星等 - 红移关系及其检验

若星光谱线的重力红移和多普勒红移可忽略时,将式(7)代入式(11)即得星等 - 红移关系

$$m - M = 51g\left[\frac{c}{H}\ln(1 + Z)\right] + 2.5 \lg\left[\ln(1 + Z) - 10\frac{H}{c}\right] - 5$$

(12)

Ia 型超新星和 射线爆的红移范围较大,距离模数 $m - M$ (或 μ)的测量值也有较高的可信度,故其测量数据可用于检验星等 - 红移关系式(12)。对于式(12),若取 $\gamma = 1.842$, $H = 61.238 \text{ km/s/Mpc}$,对应于红移值 $z^{[1]}$,计算所得的距离模数 $m - M$ 及其与 μ_0^a 的差值的结果如表 1(根据红移值由小到大排列)。

由式(12)计算所得的距离模数 $m - M$ 及其与 μ^a 及 μ^b 的差值的结果如表 2(根据红移值由小到大排列)。

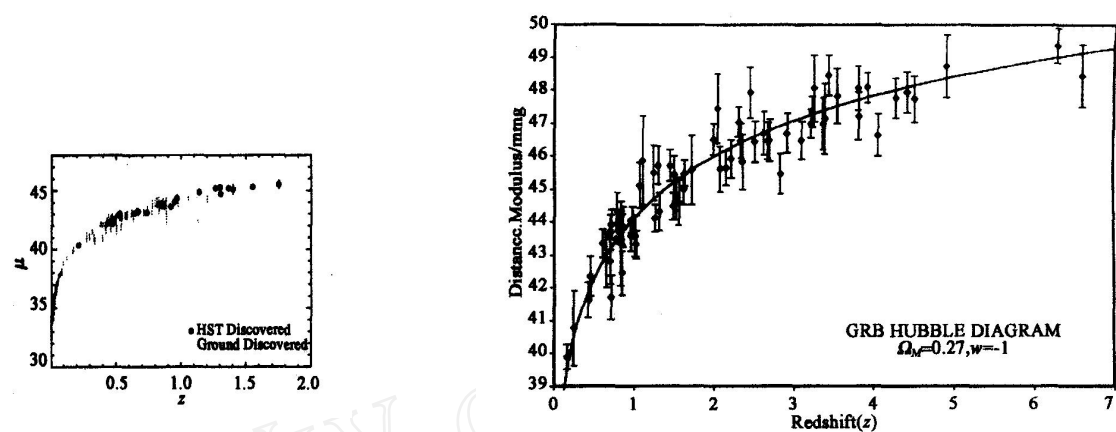


图 1

图 2

图 1 是 $z - \mu$ 关系图^[1]。

图 2 是 $z - \mu$ 关系图^[2]。由以上计算结果以及和 $z - \mu$ 关系图验证可知,星等 - 红移关系式(12)与观测数据符合的很好。

4 结束语

由阻力红移的思想得出的结论由于与大量的大范围观测数据相符合,它很可能是星光谱线红移的一种主要机制。

5 参考文献

[1] Adam G Riess ,Louis - Gregory Strolger ,John Tonry ,et al. Type Ia Supernova Discoveries at $z > 1$ From the Hubble Space Telescope : Evidence for Past De-
celeration and Contraints on Dark Energy Evolution. arXiv :astro - ph/0402512 v2 31 Mar ,2004

[2] Bradley E ,Schaefer. The Hubble Diagram to Redshift > 6 from 69 Gamma - Ray Bursts. arXiv :astro - ph/0612285 ,2006. 11

[3] 陈寿元. 万有阻力定律几点天文观测证实[J]. 山东师大学报(自然科学版) ,2000 ,15 (4) :461 ~ 463