

中文说明书

pHAb Amine and Thiol Reactive Dyes

适用产品目录号：
G9831, G9835, G9841 与 G9845



pHAb Amine and Thiol Reactive Dyes

所有技术文献的英文原版均可在 www.promega.com/protocols 获得。请访问该网址以确定您使用的说明书是否为最新版本。
 如果您在使用该试剂盒时有任何问题，请与 Promega 北京技术服务部联系。
 电子邮箱：chinatechserv@promega.com

1. 描述.....	1
2. 产品组分和储存条件.....	5
3. pHAb 氨基反应性染料.....	5
3.A 使用 pHAb 氨基反应性染料进行溶液中抗体偶联.....	5
3.B 使用 pHAb 氨基反应性染料进行珠上抗体偶联.....	6
4. pHAb 巯基反应性染料.....	8
4.A 使用 pHAb 巯基反应性染料进行溶液中抗体偶联.....	8
4.B 使用 pHAb 巯基反应性染料进行珠上抗体偶联.....	9
5. 计算染料相对于抗体的比率.....	11
6. 测量与 pHAb 染料偶联的抗体的 pH 响应（可选）.....	11
7. 疑难解答.....	12
8. 缓冲液及溶液的组分.....	13
9. 参考文献.....	14
10. 相关产品.....	14
11. 变更总结.....	14

1. 描述

pHAb 染料

pHAb 染料是一种 pH 传感器染料，其在 pH > 7 时荧光强度极低，随着溶液酸性增强，荧光强度显著增加。pHAb 染料的激发波长最大值 (E_x) 位于 532nm，发射波长最大值 (E_m) 位于 560nm。pHAb 染料是专门为标记抗体而设计的，有适合抗体偶联的两种活性形式。其中，pHAb 氨基反应性染料^(a) 包含琥珀酰亚胺酯基团，该基团能够与抗体上赖氨酸氨基酸残基上存在的伯胺基发生反应（图 1，A 面板）。

1. 描述 (续)

pHAb 巯基反应性染料^(a) 含有马来酰亚胺基团，能与巯基反应。当抗体较链区的胱氨酸二硫键通过还原剂（如 DTT 或 TCEP）还原成巯基后，该马来酰亚胺基团即与抗体结合（见图 1，B 面板）。

pHAb 染料的一个关键特性是每个染料分子含有两个磷酸盐基团，这提高了其在水中的溶解度，并减少了在其他非磷酸化染料常出现的聚集现象。即使在与抗体结合后，pHAb 染料仍能保持对 pH 变化的荧光响应，这一点在图 1，C 面板中得以展示。尽管抗体偶联是其主要应用，但任何在赖氨酸残基上含有伯胺基或半胱氨酸残基上含有巯基的蛋白质均可与 pHAb 染料进行偶联。

将 pHAb 反应性染料偶联至抗体

pHAb 反应性染料可通过两种不同的工作流程与抗体进行偶联。第一种是传统溶液法（或溶液内）化学反应流程（见图 2，A 面板），需要纯化抗体浓度在 1.0-5.0 mg/ml 之间，并经过多个缓冲液交换步骤。第二种工作流程是磁珠上偶联的方法（见图 2，B 面板），采用磁性的蛋白 A 和蛋白 G 亲和珠子从纯化抗体溶液或直接从表达抗体的生物样本（例如细胞培养基）中选择性捕获抗体。随后在珠上的抗体上进行偶联步骤，之后利用低 pH 缓冲液洗脱得到 pHAb 偶联抗体并迅速中和。

磁珠上偶联的优点：

- 不需要纯化抗体。在一个工作流程中即可实现抗体纯化和偶联。
- 磁珠可支持多个抗体样品平行偶联。
- 含有 50µg/ml 抗体的稀释样本可以轻松偶联，回收率极佳。
- 1.0-50ml 的样本体积均可轻松进行偶联。

pHAb 偶联抗体的应用

pHAb 偶联抗体可用于监测受体介导的抗体内吞作用。当与 pHAb 染料偶联的抗体与细胞膜上的抗原结合时，其荧光强度极低。然而，在受体介导的内吞过程中，抗体-pHAb 偶联物会经过内体和溶酶体系统，在这些部位 pH 变得更酸性，导致抗体-pHAb 偶联物发出荧光。可以通过多种技术检测这种内吞后荧光强度的增加，包括细胞成像、流式细胞术以及基于荧光的板式读数器（1）。为了检测荧光，我们建议在仪器上使用 TAMRA 或 Cy[®] 3 滤光片设置。以下是一些推荐的仪器参数设置示例：

- 荧光板读数器：Tecan Infinite[®] M1000 Pro (E_x : 532nm/ E_m : 560nm)
- 流式细胞仪：Millipore Guava easyCyte 8HT，使用黄色荧光参数 (E_m 滤镜 583/26)
- 荧光显微镜：Olympus FV 500；TAMRA 设置 (E_x : 543/ E_m : 565)
- 荧光成像系统：Life Technologies EVOS-FL 细胞成像系统，RFP 红色立方滤光片组 (E_x : 531nm/ E_m : 593nm)
- 荧光凝胶扫描仪：GE Typhoon[®] 9410；TAMRA 设置 (E_x : 532nm/ E_m : 580nm)

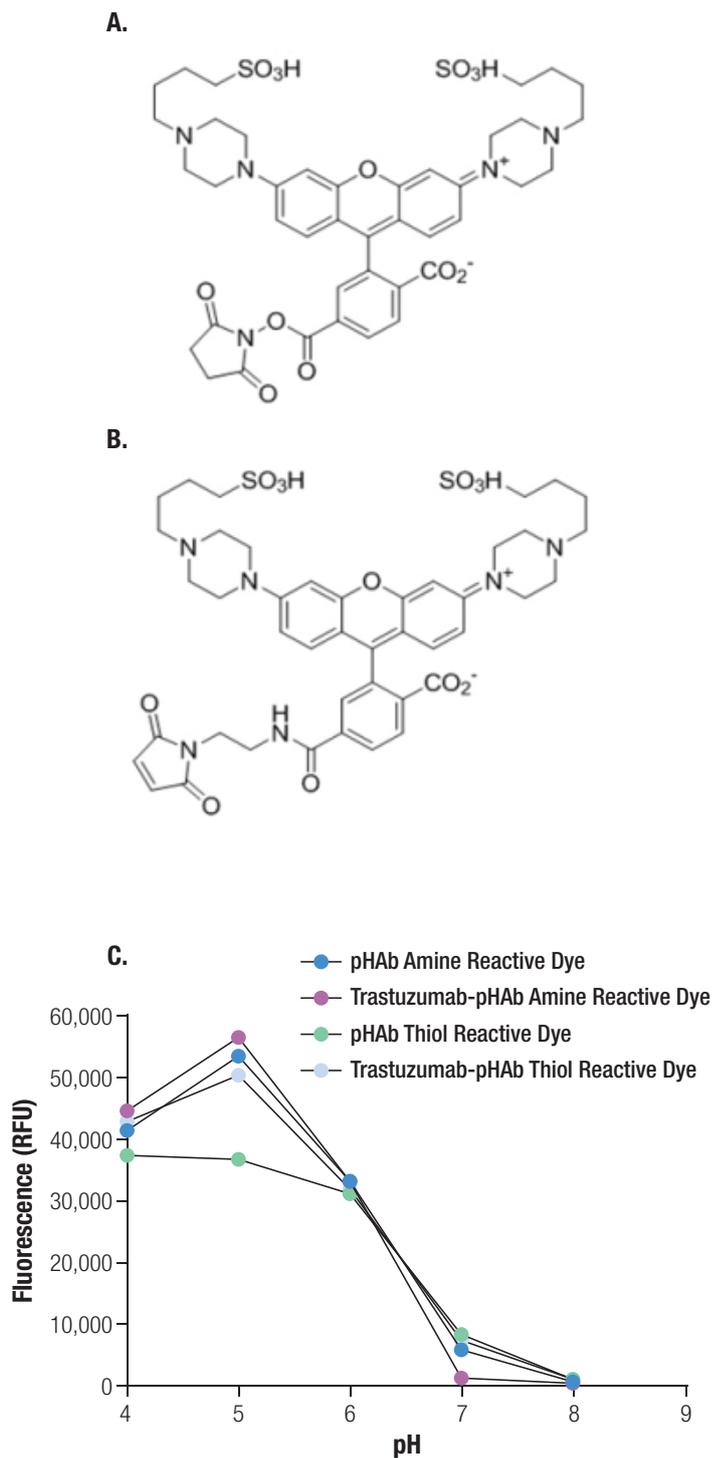
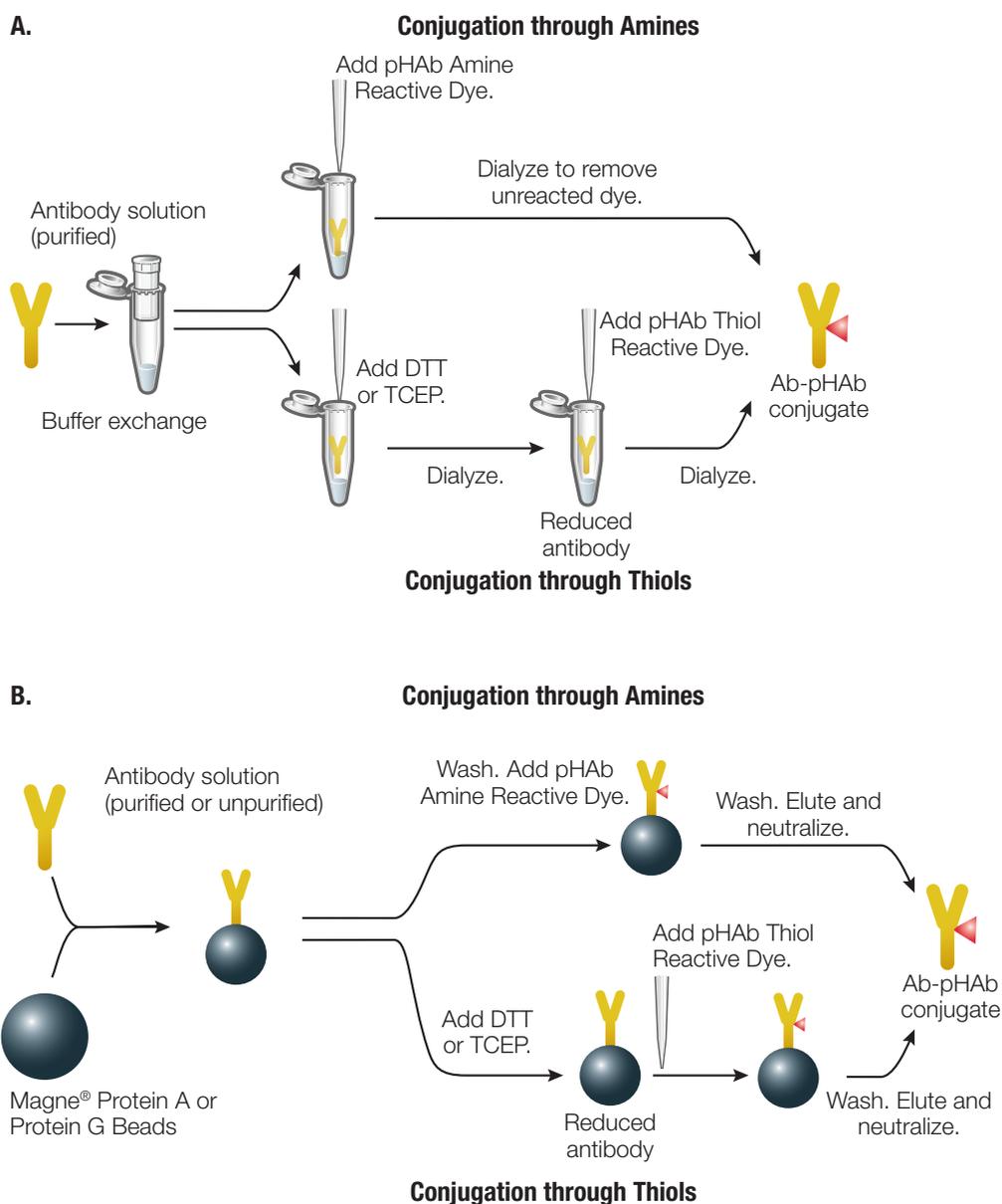


图 1. pHAb 反应性染料的结构及 pH 响应。 **A 面板** . pHAb 氨基反应性染料 (分子量 =882) , 用于标记抗体上赖氨酸残基的氨基。 **B 面板** . pHAb 巯基反应性染料 (分子量 =907) , 用于标记抗体铰链区还原后的半胱氨酸巯基基团。 **C 面板** . 显示了曲妥珠单抗分别标记 pHAb 氨基反应性染料和 pHAb 巯基反应性染料后, 随 pH 变化的荧光强度, 同时与单独的 pHAb 氨基反应性染料和 pHAb 巯基反应性染料在不同 pH 下的荧光强度进行了对比。

1. 描述 (续)



125041MA

图 2. pHAb 氨基和巯基反应性染料与抗体偶联的两种工作流程示意图。A 面板 . 传统的抗体溶液内偶联流程。 B 面板 . 使用 Magne® Protein A 磁珠或 Magne® Protein G 磁珠进行抗体磁珠上偶联流程。

2. 产品组成与储存条件

产品	规格	目录号
pHAb Amine Reactive Dye	1 × 250µg	G9841
	4 × 250µg	G9845
pHAb Thiol Reactive Dye	1 × 250µg	G9831
	4 × 250µg	G9835

储存条件: 将染料储存在 -30° C 至 -10° C 条件下可存放 1 个月, 若需长期存储, 则应置于 -65° C 以下。

注意: 每管染料仅限一次性使用。

3. pHAb 氨基反应性染料

3.A. 使用 pHAb 氨基反应性染料进行溶液中抗体偶联

以下提示将帮助您获得最佳结果。用 pHAb 氨基反应性染料标记抗体的理想缓冲液为 10mM 碳酸氢钠缓冲液 (pH 8.5)。另外, 也可以使用 10mM 磷酸盐缓冲液 (phosphate buffer; PB; pH 7.0)。为了确保成功偶联, 抗体必须完全不含其他蛋白质或含有伯胺的缓冲液。此外, 我们建议抗体浓度大于 2.0mg/ml, 低于此浓度可能会降低偶联效率。

用户需自行提供的材料

(缓冲液和溶液的组成在第 8 节提供)

- 氨基偶联缓冲液
- 二甲基亚砜 (DMSO)
- 高纯水 (NANOpure® 水)
- 脱盐柱 (例如, Pierce 公司的 Zeba™ 柱, 目录号: 87766, 或类似产品) 或透析装置

溶液内抗体偶联操作方案

1. 使用脱盐柱将抗体在氨基偶联缓冲液中进行缓冲液交换。
2. 快速离心 pHAb 氨基反应性染料 (例如, 在台式离心机中以 14,000 × g 离心 5-10 秒), 然后加入 25µl 的 DMSO- 水混合液 (体积比 1:1 混合) 将其溶解至 10mg/ml 浓度。通过涡旋振荡混匀。染料可能需要 1-3 分钟才能完全溶解。请在即将使用前才制备此溶液。
3. 对于 100µg 抗体, 添加 1.2µl 的 pHAb 氨基反应性染料, 以达到染料的摩尔量相对于抗体摩尔量 20 倍过量。

抗体用量 (µg)	pHAb 氨基反应性染料用量 (µl)
100	1.2
250	3
1,000	12

溶液内抗体偶联操作方案（继续）

4. 混合状态下孵育 60 分钟。
5. 使用脱盐柱去除未反应的染料。可能需要连续使用多个脱盐柱才能完全去除未反应的染料。
6. 按照第 5 节所述的方法计算抗体浓度和染料 - 抗体比

3.B. 使用 pHAb 氨基反应性染料进行珠上抗体偶联

以下提示有助于您成功完成氨基抗体偶联。磁珠上偶联方法适用于浓度较低或无法获得纯化形式并因此不适合传统溶液内偶联的抗体。对于珠上偶联，推荐使用 Magne[®] Protein A Beads（目录号：G8781）；如果要偶联的是小鼠 IgG1 抗体，在这种情况下推荐使用 Magne[®] Protein G Beads（目录号：G7471）（2）。磁珠持续混合对于有效偶联至关重要。以下操作方案设计用于标记含有 100µg/ml 抗体的 1.0ml 样品。我们强烈建议至少使用 100µg 抗体进行偶联，但通过进一步优化也可对更小量的抗体进行偶联。

pHAb 染料偶联抗体的回收率根据抗体亚型和抗体量的不同可在 50%-80% 之间变化，其中 pHAb 染料偶联的小鼠 IgG1 抗体的回收率可能会更低。通过使用适当大小的磁性支架，该工作流程可以按比例扩大到处理 50ml 样品。针对特定抗体亚型可能需要优化操作方案。

用户需自行提供的材料

（缓冲液和溶液组成在第 8 节提供）

- 抗体结合缓冲液
- 氨基偶联缓冲液
- 洗脱缓冲液
- 中和缓冲液
- 二甲基亚砜（DMSO）
- 高纯水（NANOpure[®] 水）
- 用于一般抗体偶联的 Magne[®] Protein A Beads（目录号：G8781）或用于小鼠 IgG1 偶联的 Magne[®] Protein G Beads（目录号：G7471）
- 基于 MagneSphere[®] 技术的磁分离架（两孔位；目录号：Z5332）
- 试管用摇床或翻转混匀器

平衡 Magne[®] Protein A Beads

1. 轻轻摇动或使用翻转混匀器均匀重悬 Magne[®] Protein A Beads。分装珠子时保持悬浮液均匀一致。
2. 在 1.5ml 微量离心管中加入 50 μ l 磁珠混悬液。将其置于磁性支架上静置 10 秒钟。
3. 移除并丢弃储存缓冲液。
4. 加入 250 μ l 抗体结合缓冲液。
5. 混匀后再次置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃缓冲液。

结合抗体

6. 将含有 100 μ g 抗体的 1.0ml 样品加入珠子中。
7. 室温下持续混合样品 60 分钟，确保珠子始终处于悬浮状态。
8. 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃上清液。
9. 加入 250 μ l 抗体结合缓冲液并混匀，再次置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃该洗涤缓冲液。
10. 加入 250 μ l 氨基偶联缓冲液并混匀，同样置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃该洗涤缓冲液。

偶联抗体

11. 向珠子中加入 100 μ l 氨基偶联缓冲液。
12. 快速离心 pHAb 氨基反应性染料（例如，在台式离心机中以 14,000 \times g 离心 5-10 秒），然后加入 25 μ l 的 DMSO-水混合液（体积比 1:1 混合）将其溶解至 10mg/ml 浓度。通过涡旋振荡混匀。染料可能需要 1-3 分钟才能完全溶解。请在即将使用前才制备此溶液。
13. 对于 100 μ g 抗体，添加 1.2 μ l 的 pHAb 氨基反应性染料，以达到染料的摩尔量相对于抗体摩尔量 20 倍过量。
14. 混合 60 分钟，持续混合以确保珠子始终保持悬浮状态。
15. 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃上清液。
16. 加入 250 μ l 抗体结合缓冲液并混匀，再次置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃该洗涤缓冲液。重复此洗涤步骤总共两次。

洗脱抗体

17. 向珠子中加入 100 μ l 洗脱缓冲液。
18. 室温下混合 5 分钟。
19. 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟，移出包含已洗脱样品的上清液，将其转移到一个新的含 5 μ l 中和缓冲液的微量离心管中。
20. 根据第 5 节描述的方法测定抗体浓度和染料与抗体的比例。

4. pHAb 巯基反应性染料

4.A. 使用 pHAb 巯基反应性染料进行溶液中抗体偶联

以下提示有助于您成功完成巯基抗体偶联。用 pHAb 巯基反应性染料标记抗体的理想缓冲液为含有 1mM EDTA 的 10mM 磷酸盐缓冲液 (pH 7.0)。推荐使用 EDTA 螯合可能重新氧化已被还原巯基的任何金属离子。我们建议使用浓度大于 2.0mg/ml 的抗体，浓度较低可能会影响偶联效率。

用户需自行提供的材料

(缓冲液和溶液组成在第 8 节提供)

- 巯基偶联缓冲液
- 二甲基亚砜 (DMSO)
- 高纯水 (NANOpure® 水)
- 1M DTT 储备溶液; 或者, 可以使用 0.5M TCEP (缓冲至 pH 7)
- 脱盐柱 (例如, Pierce 公司的 Zeba™ 柱, 目录号: 87766, 或类似产品) 或透析装置

抗体还原步骤

1. 使用脱盐柱将抗体与巯基偶联缓冲液进行缓冲液交换。
2. 向完成缓冲液交换的样品中添加 DTT 储备溶液至最终浓度为 2.5mM。
3. 混合状态下孵育 1 小时。
4. 使用脱盐柱再次用巯基偶联缓冲液对抗体样品进行缓冲液置换以去除 DTT。

注: 任何残留的 DTT 都可能干扰下游应用。

5. 通过测量在 280nm 处吸光度来计算抗体浓度。 A_{280} 值为 1.4 对应于 1.0mg/ml 的抗体浓度。

抗体 -pHAb 偶联

6. 快速离心 pHAb 巯基反应性染料 (例如, 在台式离心机中以 $14,000 \times g$ 离心 5-10 秒), 然后向 0.25mg 染料中加入 25 μ l 的 DMSO- 水混合液 (体积比 1:1 混合) 将其溶解至 10mg/ml 浓度。通过涡旋振荡混匀。染料可能需要 1-3 分钟才能完全溶解。请在即将使用前才制备此溶液。
7. 对于 100 μ g 抗体, 添加 1.2 μ l 的 pHAb 巯基反应性染料, 以达到染料的摩尔量相对于抗体摩尔量 20 倍过量。

抗体用量 (μ g)	pHAb 氨基反应性染料用量 (μ l)
100	1.2
250	3
1,000	12

8. 在混合状态下孵育 60 分钟。
9. 使用 Zeba™ 柱去除未反应的染料。可能需要连续使用多个柱子才能彻底去除未反应的染料。
10. 根据第 5 节所示方法, 计算抗体浓度和染料与抗体的比例。

4.B. 使用 pHAb 巯基反应性染料进行珠上抗体偶联

为了达到最佳效果，请遵循以下建议：磁珠上偶联方法适用于浓度较低或无法获得纯化形式并因此不适合传统溶液内偶联的抗体。对于珠上偶联，推荐使用 Magne[®] Protein A Beads（目录号：G8781）；如果要偶联的是小鼠 IgG1 抗体，在这种情况下推荐使用 Magne[®] Protein G Beads（目录号：G7471）。

磁珠的持续混合对于高效偶联至关重要。以下操作方案设计用于标记含有 100µg/ml 抗体的 1.0ml 样品。我们强烈建议至少使用 100µg 抗体进行偶联，但通过进一步优化也可对更小量的抗体进行偶联。

pHAb 染料偶联抗体的回收率根据抗体亚型和抗体量的不同可在 50%-80% 之间变化，其中 pHAb 染料偶联的小鼠 IgG1 抗体的回收率可能会更低。通过使用适当大小的磁性支架，该工作流程可以按比例扩大到处理 50ml 样品。针对特定抗体亚型可能需要优化操作方案。

用户需自行提供的材料

（缓冲液和溶液组成在第 8 节提供）

- 抗体结合缓冲液
- 巯基偶联缓冲液
- 1M DTT 储备溶液（或者，可以使用 pH 7 缓冲的 0.5M TCEP）
- 洗脱缓冲液
- 中和缓冲液
- 二甲基亚砜（DMSO）
- 高纯水（NANOpure[®] 水）
- Magne[®] Protein A Beads（目录号：G8781）；对于小鼠 IgG1 则使用 Magne[®] Protein G Beads，目录号：G7471）
- 基于 MagneSphere[®] 技术的磁分离架（两孔位；目录号：Z5332）
- 试管用摇床或翻转混匀器

平衡 Magne[®] Protein A Beads

1. 轻轻摇动或使用翻转混匀器均匀重悬 Magne[®] Protein A Beads。分装珠子时保持悬浮液均匀一致。
2. 在 1.5ml 微量离心管中加入 50µl 磁珠混悬液。将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟。
3. 移除并丢弃储存缓冲液。
4. 加入 250µl 抗体结合缓冲液，混匀后再次置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃缓冲液。

结合抗体

5. 将含有 100µg 抗体的 1.0ml 样品加入珠子中。
6. 室温下持续混合样品 60 分钟，确保珠子始终处于悬浮状态。
7. 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟，移除并丢弃上清液。

4.B. 使用 pHAb 巯基反应性染料进行抗体珠上偶联 (续)

还原抗体

- 加入 250 μ l 巯基偶联缓冲液并混匀, 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 移除并丢弃缓冲液。重复此洗涤步骤总共两次。
- 加入 100 μ l 巯基偶联缓冲液。
- 添加 DTT 至最终浓度为 2.5mM。
- 在室温下持续混合样品 60 分钟, 期间不断混合以保持珠子悬浮。
- 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 丢弃缓冲液。
- 再次加入 250 μ l 巯基偶联缓冲液并混匀, 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 移除并丢弃缓冲液。重复此洗涤步骤总共两次。
- 加入 100 μ l 巯基偶联缓冲液。

偶联抗体

- 快速离心 pHAb 巯基反应性染料 (例如, 在台式离心机中以 14,000 \times g 离心 5-10 秒), 然后向 0.25mg 染料中加入 25 μ l 的 DMSO-水混合液 (体积比 1:1 混合) 将其溶解至 10mg/ml 浓度。通过涡旋振荡混匀。染料可能需要 1-3 分钟才能完全溶解。请在即将使用前才制备此溶液。
- 对于 100 μ g 抗体, 添加 1.2 μ l 的 pHAb 巯基反应性染料, 以达到染料的摩尔量相对于抗体摩尔量 20 倍过量。
- 持续混合 60 分钟, 期间保持珠子悬浮。
- 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 移除并丢弃上清液。
- 加入 250 μ l 巯基偶联缓冲液并混匀, 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 移除并丢弃该洗涤缓冲液。
- 重复步骤 19, 完成总共两次洗涤。

洗脱抗体

- 向珠子中加入 100 μ l 洗脱缓冲液。
- 室温下混合 5 分钟。
- 将试管置于磁性支架上静置 10 秒钟, 移出包含已洗脱样品的上清液, 将其转移到一个新的含有 5 μ l 中和缓冲液的微量离心管中。
- 根据第 5 节所描述的方法测定抗体浓度和染料与抗体的比例。

5. 计算染料相对于抗体的比率 (Dye-to-Antibody Ratio; DAR)

$$\text{抗体浓度 (mg/ml)} = \frac{A_{280} - (A_{532} \times 0.256)}{1.4}$$

$$\text{染料与抗体比率 (DAR)} = \frac{(A_{532} \times 150,000)}{\text{Ab Concentration (mg/ml)} \times 75,000}$$

其中:

抗体分子量 = 150,000

pHAb 反应性染料的消光系数 = 75,000

pHAb 反应性染料校正因子 = 0.256

6. 测定与 pHAb 染料偶联的抗体的 pH 响应 (可选)

与 pHAb 染料偶联的抗体在酸性环境中荧光强度应有所增加。分析抗体 -pHAb 染料偶联物在 pH4 和 pH8 条件下的荧光响应。

1. 将 1 μ l 抗体 -pHAb 染料偶联物加入 100 μ l 100mM 柠檬酸缓冲液 (pH 4) 中。将 1 μ l 抗体 -pHAb 染料偶联物加入 100 μ l 100mM 磷酸盐缓冲液 (pH 8) 中。对于低浓度样品, 可能需要增加抗体 -pHAb 染料偶联物的用量。
2. 在荧光读数器上以 E_x 532nm/ E_m 560nm 的条件读取数据。
3. 计算荧光响应的倍增如下:

$$\text{荧光增强倍数} = \frac{\text{抗体 -pHAb (pH 4) - 荧光强度 - 空白孔 (pH 4) 荧光强度}}{\text{抗体 -pHAb (pH 8) - 荧光强度 - 空白孔 (pH 8) 荧光强度}}$$

7. 疑难解答

问题	原因和参考建议
抗体 -pHAb 染料沉淀	<p>高染料与抗体比率可能导致沉淀。减少偶联反应中使用的 pHAb 染料量。</p> <p>一些抗体易于聚集，即使染料与抗体比率很低也可能有一小部分发生聚集。样品使用前先离心去除聚集物。尝试在样品中加入 10% 甘油。</p> <p>将抗体 -pHAb 染料偶联物透析到氨基偶联缓冲液中。</p>
经 Zeba™ 柱脱盐后抗体回收率低	脱盐过程中可能会导致样本稀释和损失。损失程度取决于抗体亚型，特别是在还原步骤后损失可能显著。尝试磁珠上偶联操作方案。
珠上偶联后抗体 -pHAb 染料偶联物回收率低	珠上抗体偶联效率取决于抗体来源和亚型。尝试溶液内偶联操作方案。
针对小鼠 IgG1 的偶联	小鼠 IgG1 与 Protein A 的亲合力非常低，因此对于小鼠 IgG1 的珠上偶联，强烈推荐使用时 Magne® Protein G Beads (目录号: G7471)。
染料与抗体比率低	<p>增加偶联过程中添加的染料量。</p> <p>染料失去活性，染料储存不当会导致其活性降低。反应过程中增加染料量可能有所帮助。同时确保染料正确储存，避免活性降低。</p>

8. 缓冲液和溶液的组成

- **氨基偶联缓冲液**（10mM 碳酸氢钠缓冲液）

0.084g 碳酸氢钠

将碳酸氢钠溶解在去离子水中，调整 pH 至 8.5。最后用去离子水调节总体积至 100ml。

- **巯基偶联缓冲液**（10mM 磷酸盐缓冲液 +1mM EDTA）

0.0378g 磷酸二氢钠，一水合物

0.195g 磷酸氢二钠，七水合物

将磷酸盐溶解在去离子水中，加入 EDTA 至终浓度 1.0mM。调整 pH 至 7，最后用去离子水调节总体积至 100ml。

- **抗体结合缓冲液**（10mM 磷酸盐缓冲液）

0.0378g 磷酸二氢钠，一水合物

0.195g 磷酸氢二钠，七水合物

将磷酸盐溶解在去离子水中，调整 pH 至 7，最后用去离子水调节总体积至 100ml。

- **洗脱缓冲液**（50mM 甘氨酸 - 盐酸）

0.188g 甘氨酸

将甘氨酸溶解在去离子水中，用 HCl 调整 pH 至 2.7，最后用去离子水调节总体积至 50ml。

- **中和缓冲液**（2M Tris 缓冲液）

0.472g Tris 碱

2.54g Tris 盐酸盐

将 Tris 碱和 Tris 盐酸盐溶解在去离子水中，调整 pH 至 7.5，最后用去离子水调节总体积至 10ml。

9. 参考文献

1. Nath, N. *et al.* (2016) Homogeneous plate based antibody internalization assay using pH sensor fluorescent dye. *J. Immunol. Methods.* **431**, 11–21.
2. Nath, N. *et al.* (2015) On-bead antibody-small molecule conjugation using high-capacity magnetic beads. *J. Immunol. Methods.* **426**, 95–103.

10. 相关产品

产品	规格	目录号
Magne [®] Protein G Beads, 20% Slurry	1ml	G7471
	5ml (5 × 1ml)	G7472
	50ml	G7473
Magne [®] Protein A Beads, 20% Slurry	1ml	G8781
	5ml (5 × 1ml)	G8782
	50ml	G8783
MagneSphere [®] Technology Magnetic Separation Stand (two-position)	1.5ml	Z5332
MagneSphere [®] Technology Magnetic Separation Stand (twelve-position)	1.5ml	Z5342
PolyATtract [®] System 1000 Magnetic Separation Stand	1each	Z5410

11. 变更总结

在本文件 12/17 修订版中做了以下更改：

1. 新增了参考文献。

^(a) Patent Pending.

© 2015, 2017 Promega Corporation. All Rights Reserved.

Magne, MagneSphere and PolyATtract are registered trademarks of Promega Corporation.

Cy and Typhoon are registered trademarks of GE Healthcare Bio-Sciences. Infinite is a registered trademark of Tecan AG Corporation. NANOpure is a registered trademark of Barnstead/ThermoFisher Corporation. Zeba is a trademark of Life Technologies.

Products may be covered by pending or issued patents or may have certain limitations. Please visit our Web site for more information.

All prices and specifications are subject to change without prior notice.

Product claims are subject to change. Please contact Promega Technical Services or access the Promega online catalog for the most up-to-date information on Promega products.