

## 抗体结构详解

抗体是一种免疫球蛋白，由 B 淋巴细胞产生。抗体的单体是一个 Y 形的分子，有 4 条多肽链组成。其中包括两条相同的重链，以及两条相同的轻链，之间由双硫键连接在一起。每条重链 50kDa，每条轻链 25kDa，轻重链间存在二硫键链接。

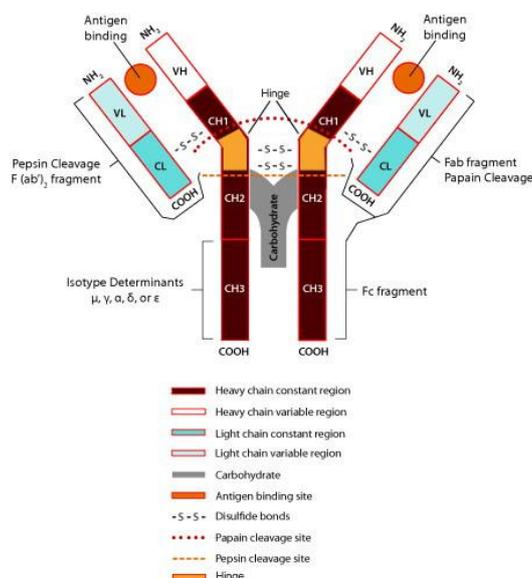


图 1：抗体结构图

### 轻链

轻链包括可变区和恒定区，可变区约占轻链的 1/2。

### 重链

重链包括可变区和恒定区。根据重链的不同，可以将抗体分为不同的种类，例如哺乳动物 Ig 的重链有 $\alpha$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ 、 $\gamma$ 和 $\mu$ 五种,相对应可以将哺乳动物 Ig 分为 IgA、IgD、IgE、IgG 和 IgM 五类。

### 可变区

抗体分子的 N 端存在一段端氨基酸序列变化较大的区域，该区域称为可变区。可变区中存在可以与抗原特结合的部位，即抗原结合位点。一个抗体有两个抗原结合位点，可以同时结合两个抗原分子。在可变区中有三个区域的序列高度变化，成为高变区 (hypervariable region, HVR) 又称为抗原互补决定区 (complementarity determining region, CDR)。可变区主要通过其 3 个 CHR 区形成 3 个环状结构与抗原特异性结合。可变区中非 CDR 部分成

为骨架区 ( framework region , FR ) , 其氨基酸组成和排列变化相对 CDR 较少。可变区中 CDR 与 FR 的组成方式为 “FR1-CDR1-FR2-CDR2-FR3-CDR3-FR4”

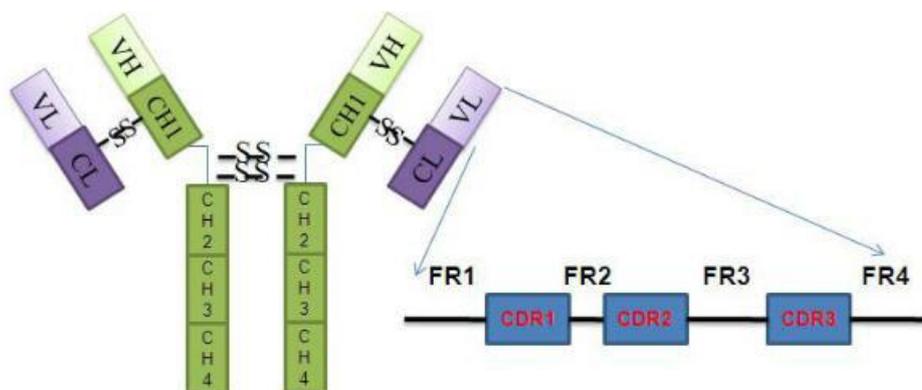


图 2 : IgG 抗体结构示意图

## 恒定区

抗体分子 C 端氨基酸序列相对稳定, 该区域称为恒定区。同一种抗体的恒定区是相同的。抗体轻链的恒定区由一个 Ig 结构域构成; 重链的恒定区由 3-4 个串联的 Ig 结构域及一个用于增加灵活性的铰链区构成。IgA、IgE、IgG 有三个结构域 (  $C_{H1}$ 、 $C_{H2}$ 、 $C_{H3}$  ) , IgD、IgM 有四个结构域 (  $C_{H1}$ 、 $C_{H2}$ 、 $C_{H3}$ 、 $C_{H4}$  ) 。不同种类抗体的铰链区存在一定的差异, IgA 的铰链区较短, IgD 的铰链区较长, IgM 和 IgE 无铰链区。

## Fab 片段

IgG 分子在木瓜蛋白酶的作用下可以被降解为两个 Fab 段及一个 Fc 段。Fab 段由抗体轻链的可变区、轻链的恒定区、重链的可变区及重链恒定区构成。可变区是与抗原结合的部位, 因此 Fab 段又称为抗原结合段 ( [详细 Fab 片段介绍](#) ) 。

## Fc 段

Fc 段包含了所有抗体分子共有的蛋白质序列以及各个类别独有的决定簇。Fc 段有多种生物学活性, 具有结合补体、结合 Fc 受体、通过胎盘等作用。

## 人 Ig 属性表

抗体	IgG				IgA		IgM	IgD	IgE
重链类型	γ				α		μ	δ	ε
重链亚型	γ1	γ2	γ3	γ4	α1	α2	/	/	/
重链 MW( kDa )	50	50	60	50	55	55	70	62	70
轻链 MW( kDa )	23		23	23	23	23	23	23	23
总 MW ( kDa )	150	150	170	150	160( 血清) 160( 血清) 600( 分泌) 600( 分泌)		970	180	190
补体结合	弱	弱	强	无	无	无	强	无	无
Fc 受体结合	强	弱	强	弱	有	有	有	有	有
胎盘转移	强	弱	强	强	无	无	无	无	无

## 鼠 Ig 属性表

抗体亚型	IgG				IgA	IgM	IgD	IgE
重链类型	γ				α	μ	δ	ε
重链亚型	γ 1	γ 2a	γ 2b	γ 3				
抗体 MW (kDa)	160				160 ( 单体) 350-400	900	180	190
血清半衰期 (天)	8-11	3-12	2.6-3.5	4-8	0.5-1	0.5-1	<1	<1
碳水化合物比例 (%)	2-3				7-11	9-12	12-15	12
补体结合	弱	强	强	中	弱	强	/	/
沉降系数	6.6				6.7	19	6.8	8

# 更多优质服务推荐



SingleB® mAb Discovery Service

## SingleB® 单B细胞快速单抗发现

德泰生物提供SingleB®单B细胞快速单抗发现服务,利用SmartFlow® FACS记忆B细胞筛选平台与DeepLight®浆细胞筛选平台,实现记忆B细胞与浆细胞的双筛选。平台适用于小鼠、兔、羊驼、人源化小鼠、绵羊等多种免疫对象,从动物免疫到获得单抗,快至29天,比传统杂交瘤技术至少节省120天。

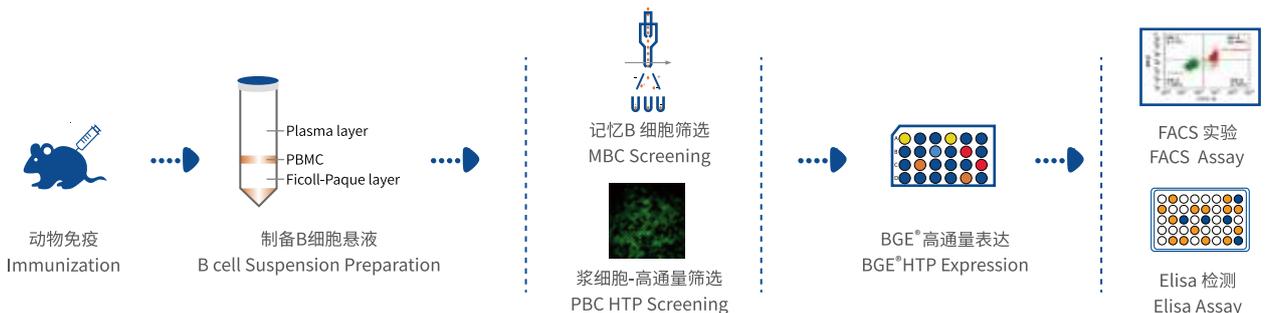
### 平台优势

- 支持蛋白、多肽、细胞、病毒等多种类型抗原免疫
- 记忆B细胞 & 浆细胞双筛选,保证B细胞多样性
- 单细胞扩增阳性率高,无需刺激培养,减少多样性损失
- 重轻链天然配对,亲和力更优
- 高通量,周期短,单抗发现快至29天
- ELISA、FACS、WB、IHC等多平台验证

### 可开发单抗物种



### 服务流程





Recombinant Antibody Expression Service

## 重组抗体表达

德泰生物拥有完善的重组抗体表达与纯化体系、抗体多工艺质量验证体系。已交付的重组抗体项目种类包括scFv、Fab、(Fab')<sub>2</sub>、VHH、嵌合抗体、双特异性抗体、Fc融合蛋白、全长IgG、IgM。cGMP标准的百级洁净细胞房及生物反应器用于HEK293/CHO细胞的小试及大量培养。HPLC纯度、内毒素、浓度等要求均可以根据您的下游应用进行定制。

### 服务优势



### 服务流程

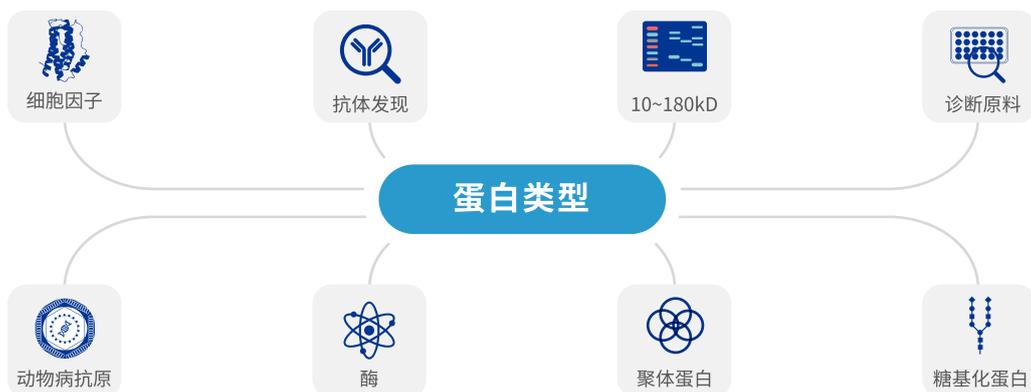


Recombinant Protein Expression Service

## 重组蛋白表达

原核蛋白表达系统、哺乳动物细胞蛋白表达系统

德泰生物拥有完善的原核蛋白表达与纯化体系和哺乳动物细胞蛋白表达与纯化体系。基于细胞因子、酶、诊断原料蛋白的工业化需求，我们配备了发酵设备并推出了大规模发酵制备服务；我们还配备了cGMP标准的百级洁净细胞房及生物反应器，用于HEK293/CHO等真核细胞的小试及大量培养。



# 4

Hybridoma Antibody Gene Sequencing Service

## 杂交瘤抗体基因测序

德泰生物拥有mRNA全长测序平台和Failsafe®假基因排除技术,能够提供快速、可靠的杂交瘤抗体基因测序服务。

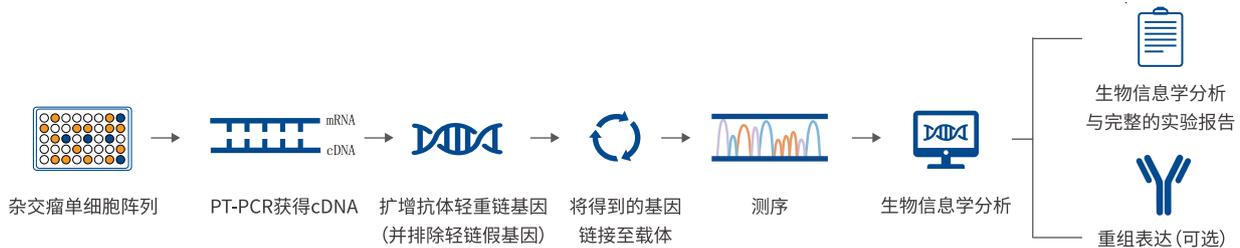
### 应用场景

- 抗体序列保护:获取抗体基因序列后可通过专利对CDR区进行保护。
- 生产方式备份:杂交瘤存在退化转阴风险,抗体序列可通过基因工程方式轻松转化为抗体样品。
- 抗体工程改造:获得的抗体序列可用于抗体人源化、双特异性抗体等抗体工程改造。

### 服务优势

- 极速体验:测序5天,表达5天,全程高通量
- 细胞需求少:只需1~5个细胞,可以接收孔板样品
- 保证测序结果准确:采用Failsafe®假基因排除技术,可排除κ轻链假基因
- 测序范围广:可测小鼠、大鼠、兔、羊等物种的IgM和IgG的所有亚型
- 一站式服务:德泰生物拥有丰富经验,可提供表达验证服务

### 服务流程



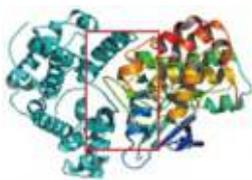
# 5

Biomolecular Interaction Analysis Service

## 分子间相互作用检测

德泰生物提供的分子间相互作用检测服务基于表面等离子共振 (SPR) 平台及生物膜干涉技术 (BLI) 平台,能够实现对分子间亲和力的定量和定性分析。与传统的GST pull down, 免疫共沉淀, 酵母双杂交等相比, 具有更高的灵敏度、检测通量及较低的样品要求等优点。

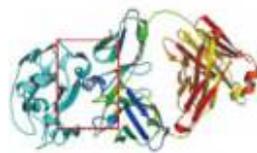
### 检测范围



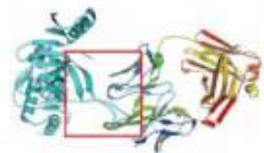
蛋白和蛋白



蛋白和小分子



蛋白和抗体



蛋白和抗体Fab片段

检测范围包括蛋白-蛋白、抗体-抗原、抗体片段-抗原、蛋白-抗体、蛋白-小分子、抗体-多肽、蛋白-DNA、DNA-DNA间的相互作用。

# 6

Antibody Humanization Service

## 抗体人源化

德泰生物人源化改造服务基于人工智能之深度学习算法,通过构建抗体结构模型、CDR移植与回复突变、识别关键氨基酸及人源化运算,获得人源化程度高且突变能低的抗体序列。

### 服务优势



重链和轻链同时参与优化



改造后的抗体人源化程度>90%



人源化抗体的亲和力与初始抗体相当



可进行多物种的抗体人源化

### 服务流程

- 1 Antibody sequence confirmation
- 2 Human germline acceptor selection
- 3 CDR grafting
- 4 Back mutation
- 5 Mutation energy ranking
- 6 Antibody expression
- 7 Affinity ranking

# 7

Stable Cell Line Development Service

## 生产型稳转细胞株构建

德泰生物提供高表达哺乳动物稳定细胞株构建服务,筛选过程使用先进的可视化DeepLight®单克隆细胞筛选平台,较传统筛选流程快近100天,大大缩短了稳定细胞株的开发周期。

### DeepLight®细胞筛选平台的优势

	有限稀释法筛选	DeepLight® On-chip筛选
筛选时间	8周	1天
细胞分离效率	低	高
筛选通量	低	高
单细胞水平筛选	否	是

### 服务流程



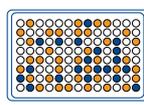
基因合成&质粒抽提



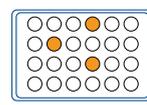
稳定转染



On-chip筛选



压力筛选



扩大培养



交付单克隆细胞株

### 服务优势



更快的筛选速度

从DNA到细胞株  
较传统方法快近100天



百k级筛选通量

一次筛选640k细胞  
优选高表达细胞株



可视化筛选结果

先进DeepLight®平台  
高表达细胞株实时成像



稳定高产

可稳定转代50代  
重组单抗可达5 g/L