

2018年4月10日

金融工程



# 基于指数重构的债券基金收益分解八因子模型

## ——FOF 专题系列报告之六

金融工程深度

作为 FOF 专题系列报告中第一篇关于基金筛选的报告，本文以开放式债券型基金为主要研究对象，从战术角度出发，研究如何从时间序列角度对债券型基金的收益进行合理分解，并探讨是否可获得优选债券型基金的  $\alpha$  因子。

### 分析师

刘均伟 (执业证书编号：S0930517040001)  
021-22169151  
[liujunwei@ebcn.com](mailto:liujunwei@ebcn.com)

### 联系人

古翔  
021-22169325  
[guxiang@ebcn.com](mailto:guxiang@ebcn.com)

### 相关研究

《基于 RSRs 策略改进的资产配置研究》  
--FOF 专题系列报告之五  
.....2018-03-05  
《基于动态风险预算的多策略资产配置》  
--FOF 专题系列报告之四  
.....2017-09-01  
《量化资产配置与 FOF 投资》--FOF 专题  
系列报告之三  
.....2017-07-25  
《目标风险引关注，目标日期待时机》  
--FOF 系列报告研究之二  
.....2017-06-28  
《探寻投资策略，迎接公募 FOF》--FOF  
专题系列报告之一  
.....2017-06-05

- ◆ **债券基金规模稳增，标的资产种类丰富。**我国债券型基金数量和规模在过去的 10 年中快速增长。根据 Wind 数据显示，截止至 2018 年 2 月底我国债券型基金已达到 1209 只，占全市场所有公募基金数量的 25.07%；其资产规模达到 16,174.47 亿元，占全市场所有公募基金规模的 14.30%。其中，中长期纯债基金和混合债券型二级基金占据了开放式债券型基金数量的 90% 左右。债券型基金不同于股票型基金，债券作为核心标的资产，其种类和结构复杂度与股票市场截然不同。
- ◆ **从标的资产出发，探寻债券型基金收益分解因子。**债券型基金的标的资产主要分为固定收益类、权益类和现金类三大板块，其中债券占据了其资产净值的 80% 以上。利率风险和信用风险是影响债券收益的最主要因素，从利率期限结构理论出发：债券收益率曲线的平行移动 ( $R_{level}$ )、非平行移动 ( $R_{slope}$ 、 $R_{curvature}$ ) 涵盖了系统风险和期限管理风险；从债券信用评级出发：信用风险溢价 ( $R_{credit}$ ) 和信用利差带来的违约风险补偿 ( $R_{default}$ ) 作为信用影响因素两个代表性因子。此外，少量的权益资产和现金资产则分别用股票市场和货币基金市场指数笼统指代。
- ◆ **基于指数重构的债券型基金收益分解因子构造。**选定了利率期限结构变动因素、信用风险因素、权益市场因素和货币市场因素四大类共八个因子后，通过构造免疫策略对股票、债券和货币市场指数收益率进行重构，剔除因子之间的相关性，获得最终的债券基金收益分解八因子。除了可转债因子和权益因子外，其他六个因子的净值走势基本与中债-总财富指数呈正向或反向一致的趋势。其中，衡量利率曲线结构斜率变化、凹凸性变化和违约风险补偿的三个因子风险收益结构表现突出。
- ◆ **时间序列上滚动回归，寻找债券基金收益的  $\alpha$ 。**借鉴股票多因子体系的研究方法，以基金净值收益率为因变量，以构造的八个因子为自变量，在时间序列上做回归取残差 (residual)。通过对样本内 694 只基金做回测发现：向前回溯的窗口长度为 20 个交易日时，回归模型的拟合效果最好，并且获得的  $\alpha$  因子均匀分布在零点两侧，基本满足回归模型的正态性假设。通过  $\alpha$  因子进行基金优选及构建 FOF 投资组合的策略效果将在后续报告中逐步呈现。
- ◆ **风险提示：**本报告数据均来自于历史公开数据，仅基于历史数据搭建策略，模型及因子随经济环境变化存在失效的风险。

## 目 录

1、 债券基金规模稳增，标的资产种类丰富 .....	5
1.1、 债券型基金规模逐年扩张.....	5
1.2、 债券型基金标的资产种类繁多 .....	7
2、 债券基金收益分解因子构造 .....	9
2.1、 债券收益分解因子探索 .....	9
2.2、 因子初步构造逻辑.....	12
3、 收益分解因子特征分析 .....	14
3.1、 因子间相关性显著降低 .....	14
3.2、 寻找债券基金收益的 alpha .....	16
4、 Alpha 因子应用小结.....	19
5、 风险提示.....	19

## 图目录

图 1：2007-2018 年我国债券型基金数量及增速变化 .....	5
图 2：2007-2018 年我国债券型基金规模及增速变化 .....	5
图 3：我国债券型基金存量数据（数量及规模占比） .....	6
图 4：我国开放式债券型基金分类（Wind 开放式基金分类） .....	7
图 5：我国开放式债券型基金数量分布（Wind 开放式基金分类） .....	7
图 6：我国债券型基金主要投资标的（不完全列举） .....	8
图 7：债券收益率曲线变化示意图 .....	10
图 8：债券收益分解因子构造概览 .....	12
图 9：构造债券基金收益分解因子基础指数相关系数图 .....	15
图 10：债券基金收益分解因子净值曲线 .....	16
图 11：债券基金收益分解因子风险收益分布 .....	16
图 12：债券基金回归模型 $R^2$ 与 Alpha 因子散点图（ $T = 20, 60, 80, 120$ ） .....	18
图 13：债券基金回归模型 Alpha 因子分布直方图（ $T = 20, 60, 80, 120$ ） .....	19

## 表目录

表 1：我国信用评级标识符号（长期&短期） .....	9
表 2：构造债券型基金业绩分解因子所用基础指数简介 .....	13
表 3：债券基金收益分解因子之间相关系数矩阵 .....	15
表 4：债券基金收益分解八因子与基金收益率之间相关系数矩阵 .....	17
表 5：回归模型 $R^2$ 占比（ $T = 20, 60, 80, 120$ ） .....	18

提起基金筛选，FOF 产品是首先想到的应用方式。FOF 产品的完整投资过程可一般可分为三个步骤：大类资产配置、基金筛选和基金择时。大类资产配置是构建投资组合的基石，根据市场变化及各类资产的风险收益特征动态的调整组合中不同资产的权重，实现从根源上优化组合风险收益比。我们的 FOF 专题系列报告中已从不同角度构建了多个大类资产配置策略，并取得了良好的效果。

作为 FOF 系列报告中第一篇关于基金筛选的报告，本文以开放式债券型基金为主要研究对象（剔除指数基金），从战术角度出发，研究如何对债券型基金收益进行合理分解，并探讨是否可获得优选债券型基金的 alpha 因子。

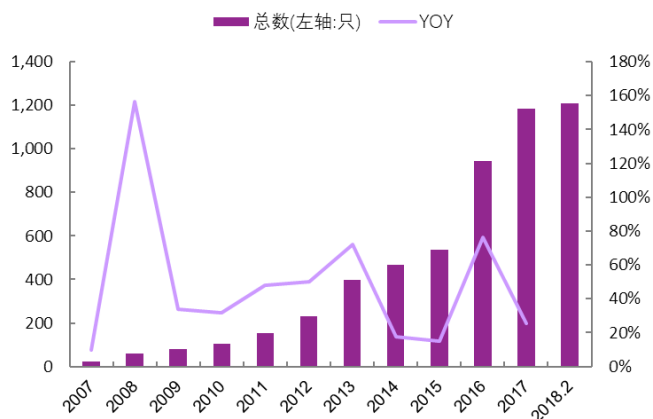
从基金对标的资产的持仓角度进行横截面收益分解是最直观的做法，但债券型基金仅在基金半年报和年报中公布期末占基金净资产比例排名前五的债券明细及所有股票投资明细，持仓数据的频率、完整度和及时性均不足以进行横截面收益分解。进而考虑时间序列层面的收益分解，通过分析债券型基金标的资产的收益特征，探寻合理的收益分解因子。

## 1、债券基金规模稳增，标的资产种类丰富

### 1.1、债券型基金规模逐年扩张

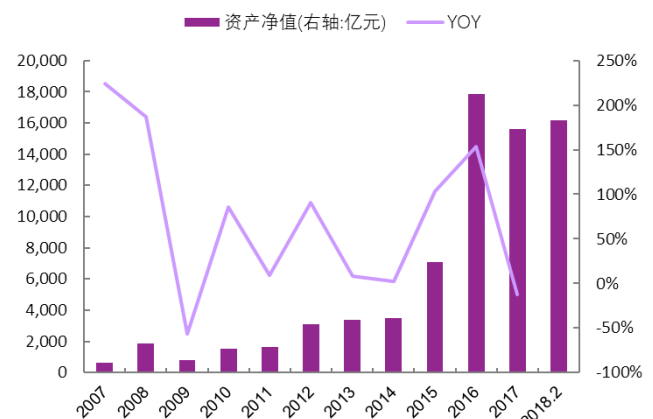
我国债券型基金数量和规模在过去的 10 年中快速增长。根据 Wind 资讯数据显示截止至 2018 年 2 月底我国债券型基金已达到 1209 只，占全市场所有公募基金数量的 25.07%；其资产规模达到 16,174.47 亿元，占全市场所有公募基金规模的 14.30%。债券型基金在 2015 和 2016 两年间迅速扩张，为今后基金的优选奠定基础；自 2017 年以来，债券型基金的增长速度有所放缓。

图 1：2007-2018 年我国债券型基金数量及增速变化



资料来源：Wind，光大证券研究所，（注：截止至 2018/2/28）

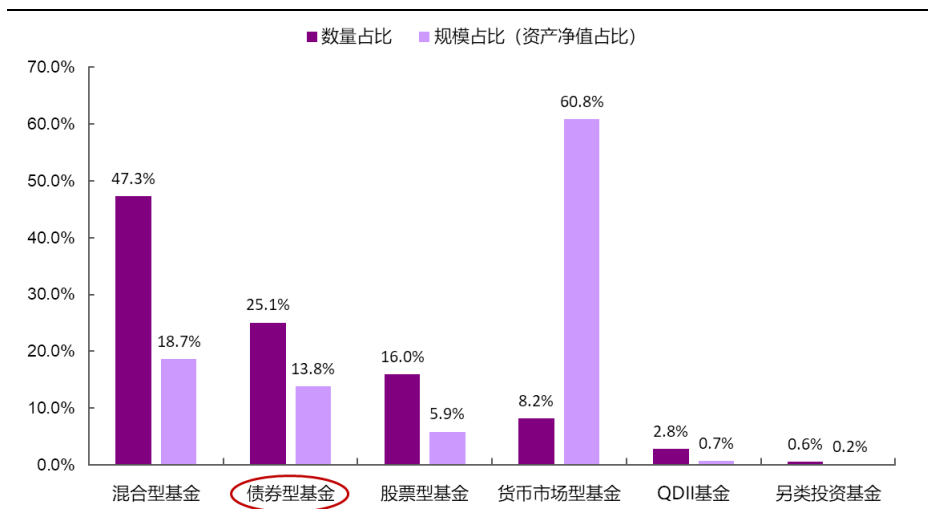
图 2：2007-2018 年我国债券型基金规模及增速变化



资料来源：Wind，光大证券研究所，（注：截止至 2018/2/28）

存量数据显示，债券型基金目前已是我国公募基金市场的重要组成部分。从数量占比来看，债券型基金占全部公募数量的 1/4 左右，数量仅次于混合型基金；从规模占比来看，债券型基金占比尚不足 15%，但除去货币型基金后，仍在其他各类基金中居第二位。

图 3：我国债券型基金存量数据（数量及规模占比）

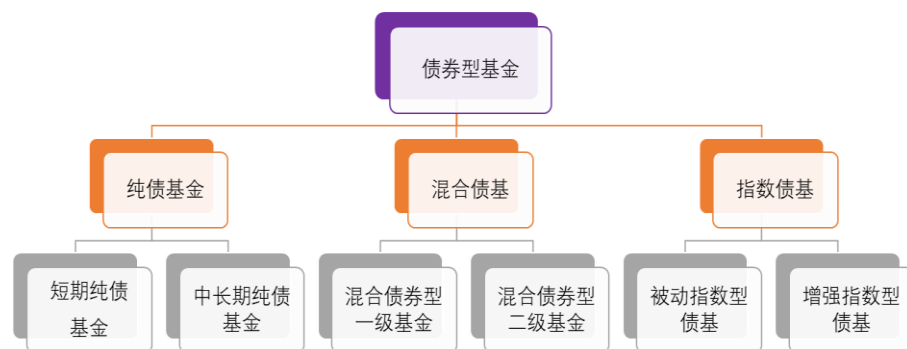


资料来源：Wind，光大证券研究所，（注：截止至 2018/2/28）

依据 Wind 开放式债券基金的分类，我国的债券型基金根据投资范围和投资方式主要分为三大类：纯债基金、混合债券基金和指数债券基金，其中每一类还可根据具体的投资标的差异进一步细分。本篇报告的后续分析样本仅包括纯债基金和混合债券型基金。

- ◆ **纯债基金**：根据投资标的配置期限差异可分为短期纯债型基金和中长期纯债型基金，主要投资于具有良好流动性的金融工具，即各类债券、央行票据、银行存款等，不参与一级市场新股申购和增发，也不直接从二级市场买入股票、权证等权益类资产。
- ◆ **混合债券型基金**：分为混合债券型一级债基和混合债券型二级基金。主要投资于各类债券、央行票据、银行存款等，混合一级债基可参与一级市场新股申购或增发，不直接从二级市场买入股票、权证等权益类资产；混合二级债基可直接从二级市场上买入股票和权证，也可参与一级市场新股申购或增发新股。
- ◆ **指数债券型基金**：分为被动指数型债券基金和增强指数型债券基金。被动指数型债券基金可投资于指数成分券和备选成分券；增强指数型债券基金；增强指数型债券基金在保证债券资产比例的情况下可投资二级市场股票。

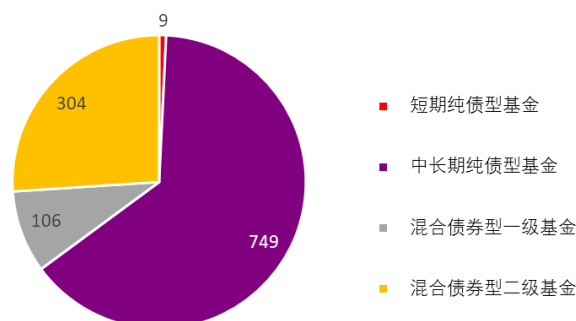
图 4：我国开放式债券型基金分类（Wind 开放式基金分类）



资料来源：Wind，光大证券研究所

中长期纯债基金在债券型基金中占据绝对主导低位。根据 Wind 开放式基金分类,截止 2018 年 2 月底开放式债券型基金中共有中长期纯债基金 749 只、短期纯债基金 9 只、混合债券型一级基金 106 只、混合债券型二级基金 304 只。其中中长期纯债基金和混合债券型二级基金几乎占据了开放式债券型基金数量的 90%，也是本文最主要的分析样本。

图 5：我国开放式债券型基金数量分布（Wind 开放式基金分类）



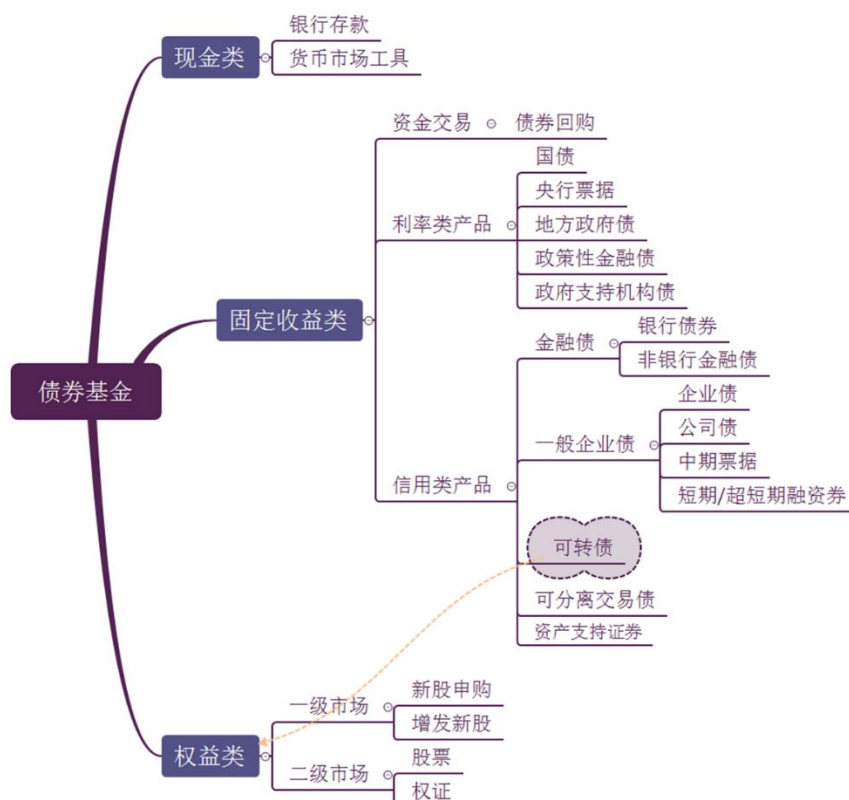
资料来源：Wind，光大证券研究所，（注：成立日截止 2018 年 2 月 28 日）

## 1.2、债券型基金标的资产种类繁多

对债券型基金进行收益分解之前必须了解我国目前债券型基金的投资标的，标的资产的收益和持仓情况直接决定了基金的收益率。我们根据 Wind 开放式基金分类中的债券型基金（不包含指数基金）投资范围整理了我国目前债券型基金的主要投资标的，主要包括现金类、固定收益类和权益类三大类产品，每一个大类中根据资产的特性还可分为不同产品。由于开放式债券型基金 80%以上的资产配置于各类债券，因此下文将主要对固定收益产品——债券的收益特征进行分析，寻找影响债券型基金收益变化的根本因素。



图 6：我国债券型基金主要投资标的（不完全列举）



资料来源：Wind，光大证券研究所

从债券型基金的核心资产债券出发根据发行主体、担保情况、付息方式、募集方式、债券形态等不同，债券的种类可以有多种划分方式，发行主体的不同对于债券的性质影响较大，为了便于归类分析债券情况，我们从发行主体的角度分类。根据发行主体的信用程度分类，一般可分为利率债和信用债：

- ◆ **利率债：**发行人为国家或信用等级与国家相当的机构，因而债券信用风险极低，收益率变动主要和利率变动有关。利率债主要包括国债、地方政府债、政策性银行金融债、政府支持机构债（汇金债、铁道债）。
- ◆ **信用债：**发行人没有国家信用背书，存在不同程度的违约风险，发行人信用水平是影响债券收益率的重要因素。信用债主要包括金融债（银行债券和非银金融债）、一般企业债（企业债、公司债、非金融企业债务融资工具）和资产支持证券等。我国目前对债券的信用评级标准如表 1 所示，根据时间长短分为长期标识体系和短期标识体系。长期债券的评级体系将不同等级的债券分为两大类：投资级和投机级，BBB 以下的等级均归为投机级债券，此类债券虽然收益率较高，但投资者不可避免的要承担更多的风险。



表 1：我国信用评级标识符号（长期&短期）

长期			短期		
等级	含义		等级	含义	
投资级	AAA	偿还债务能力极强，基本不受经济环境的影响，违约风险极低	A 等	A-1	最高级短期债券，其还本付息能力最强，安全性最高
	AA	偿还债务能力很强，受不利经济环境的影响不大，违约风险很低		A-2	还本付息能力较强，安全性较高
	A	偿还债务能力较强，轻易受不利经济环境的影响，违约风险较低		A-3	还本付息能力一般，安全性易受不良经济环境变化的影响
	BBB	偿还债务能力一般，受不利经济环境影响较大，违约风险一般		B 等	B
投机级	BB	偿还债务能力较弱，受不利经济环境影响很大，违约风险较高	C 等	C	还本付息能力很低，违约风险较高
	B	偿还债务的能力极大地依赖于良好的经济环境，违约风险很高	D 等	D	不能按期还本付息
	CCC	偿还债务的能力极度地依赖于良好的经济环境，违约风险极高			
	CC	在破产或重组时可获得保护较小，基本不能保证偿还债务			
	C	不能偿还债务			

\*除 AAA 级和 CCC 级以下的等级，每一个信用等级可用“+”、“-”微调，表示略高/低于当前等级

\*每一个信用等级均不可微调

资料来源：中国人民银行，光大证券研究所

## 2、债券基金收益分解因子构造

本文将借鉴股票型基金收益分解的经典方法——Fama 多因素模型类似的回归方法，不同之处则在于回归变量的选取。由于债券型基金 80%以上的资产均投资于债券，因此分析各类债券的收益结构是构造债券型基金收益分解因子的关键步骤。第二部分已经对债券型基金的投资对象做了详细的梳理，接下来将根据不同类别的资产构造合理的解释因子。

### 2.1、债券收益分解因子探索

债券基金投资对象中的利率类产品主要包含国债、央行票据、地方政府债、政策性金融债和政府支持机构债等，利率类债券的发行人基本都有国家或者中央政府机构背书，可以认为基本不存在信用风险，因此仅分析利率变化对此类债券收益的影响。

#### ◆ 债券到期收益率（YTM）

债券作为固定收益类产品，其收益和股票收益有着显著的区别。债券的价格本质上是一个现金流贴现模型，与息票率、到期期限、到期收益率密切相关。

$$P = \frac{C_0/f}{(1 + \frac{ytm}{f})^w} + \frac{C_1/f}{(1 + \frac{ytm}{f})^{w+r}} + \dots + \frac{C_n/f + F}{(1 + \frac{ytm}{f})^{w+nt}}$$

上式中 P 代表债券价格即债券的现值， $C_i$  (Coupon) 代表债券每期支付的票息，f 代表每年付息的次数，F 代表债券到期时所支付的本金，w 代表距离下次付息的时间，n 代表从当前时点计算的剩余支付周期次数，T 代表支付的周期长度，ytm 代表债券的到期收益率。

可以明显的看出债券价格和其收益率之间不是线性关系。固定收益理论中债券价格对收益率变化的敏感程度称为久期（Duration），是债券价格对到期收益率的一阶导数，计算公式如下（假设 f=1）：

$$\frac{dp}{dy} = \frac{C_0}{(1 + ytm)^1} + \frac{2 * C_1}{(1 + ytm)^2} + \dots + \frac{n * (C_n + F)}{(1 + ytm)^n}$$

可以看出，其他条件都不变的情况下，剩余期限越长的债券久期越大，该债券对利率的变化越敏感。当利率变化不明显时，久期尚可以比较精确的衡量债券价格的变化，但当利率发生较大的变化时，久期将不能完全反应利率变化的敏感性，于是自然引入凸性（Convexity）即债券价格对到期收益率的二阶导数，计算公式如下：

$$\frac{d^2P}{dy^2} = \frac{-\Delta D}{\Delta y}$$

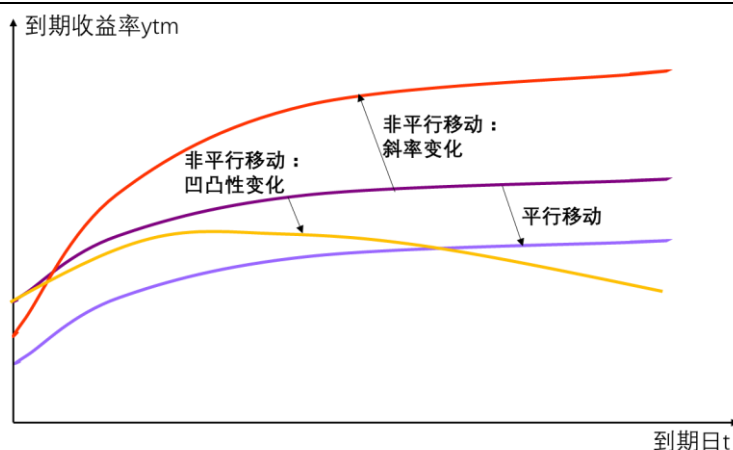
债券价格对到期收益率做二阶泰勒展开，并在等式两边同除价格时便得到债券价格、久期和凸性之间的关系式：

$$\frac{\Delta P}{P} = -\frac{1}{1+ytm} * \text{久期} * \Delta y + \frac{1}{2} \text{凸度} * \Delta y^2$$

#### ◆ 债券利率曲线结构

利率期限结构是指在某一时点上不同期限债券的收益率与其到期期限之间的一种非线性关系。收益率曲线是利率曲线结构理论的直观表达，其中横轴表示到期时间  $t$ ，纵轴表示债券的到期收益率  $ytm$ 。常见的利率曲线结构有向上倾斜型、向下倾斜型、驼峰型和平直型几种形式。

图 7：债券收益率曲线变化示意图



资料来源：光大证券研究所

利率期限结构反应了不同期限的债券之间的供求关系，同时也揭示了利率水平的整体变化情况。从收益率曲线的几何变化方式上来看可分为平行移动（level）、非平行移动斜率（slope）变化和非平行移动曲度（curvature）变化三种方式<sup>1</sup>：

（1）当收益率曲线平行移动是指所有期限的利率变动是相同的（或相似的），则意味着市场整体利率水平发生变化，一般是由市场风险引起的，也就是我们寻找的第一个因子——**系统性因素**（ $R_{level}$ ）；

<sup>1</sup> 吴央、蔡红丽等，2004，《上交所利率期限结构的变动因素分析》

(2) 当收益率曲线斜率变化时，一般指市场对长期利率和短期利率的预期相反时导致，则意味着收益率曲线发生旋转，即收益率曲线斜率发生变化，即第二个影响因子——**倾斜度** ( $R_{slope}$ )；

(3) 当收益率曲线凹凸性即曲率发生变时则与利率的波动变化相关，特定期限的债券供求失衡或利率期限风险溢价发生变化都有可能造成收益率曲线曲度变化，即第三个影响因素——**曲度** ( $R_{curvature}$ )。

结合上述 3 种利率期限结构的变化结构分析，利率风险的管理离不开债券期限的合理配置。

利率是影响债券价格变化最根本的要素，因此利率风险管理对组合的价值至关重要，实践中常用的利率风险管理策略是从利率变化的敏感度出发：主要有久期中性策略和凸性中性策略。同时，在构造债券基金收益分解因子的过程中需要通过剥离因子中非自身特征性因素来降低因子之间的相关性，从而提升回归模型的稳定性。

#### ◆ 久期中性免疫策略

**久期免疫策略可以应对利率的平行移动。**应对利率期限结构的经典方式就是构造久期中性的债券组合。久期中性策略即通过合理地配置债券组合的权重，使得组合的久期为零，即达到了久期中性。久期中性策略也意味着当债券市场收益率发生小幅波动时，组合的价值基本不发生改变。

$$\begin{aligned}\sum_i w_i d_i &= 0 \\ \sum_i w_i &= 1, \quad w_i \geq 0\end{aligned}$$

$w_i$  代表组合中每种债券的权重， $d_i$ 代表组合中每种债券的久期。

#### ◆ 凸性中性免疫策略

但是如果债券市场收益率发生较强的波动，久期中性策略也可能面临失效的危险。久期是债券价值对利率的一阶敏感性，无法反应和管理债券资产的全部利率风险，此时可结合利率的二阶敏感性凸性构造凸性中性策略。假设组合包含三种债券资产，其久期分别为： $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ，凸性分别为  $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ ，构造同时满足久期中性和凸性中性的策略即得到方程组：

$$\begin{cases} w_1 d_1 + w_2 d_2 + w_3 d_3 = 0 \\ w_1 c_1 + w_2 c_2 + w_3 c_3 = 0 \\ w_1 + w_2 + w_3 = 1 \end{cases}$$

只需求解该三元一次方程组即可得到满足久期中性和凸性中性的债券组合资产配置比例。

#### ◆ 信用影响因素

债券基金投资对象中的信用债除了考虑利率风险之外，发行人的信用风险是不可忽视的影响因素。信用风险又称违约风险，是指债务人不能按照约定履行合同条件而造成债权人蒙受损失的可能性。信用风险的不同，直接影

响到债券最终的收息率。因此信用风险溢价也是债券基金收益的来源之一，第四个影响因素——信用风险溢价（ $R_{credit}$ ）。

信用利差也称为质量利差（quality spread），是指仅因信用等级不同而导致收益率不同的两种债券之间的收益率差额，代表为了补偿信用违约风险而增加的收益率。在二级市场上，信用利差指同期限信用债券与无风险债券收益率之差，源于投资者对信用债券的信用风险以及流动性不足等风险所要求的风险补偿。区别不同信用等级的债券之间收益差异的信用利差则作为第五个影响因素——违约风险补偿（ $R_{default}$ ）。

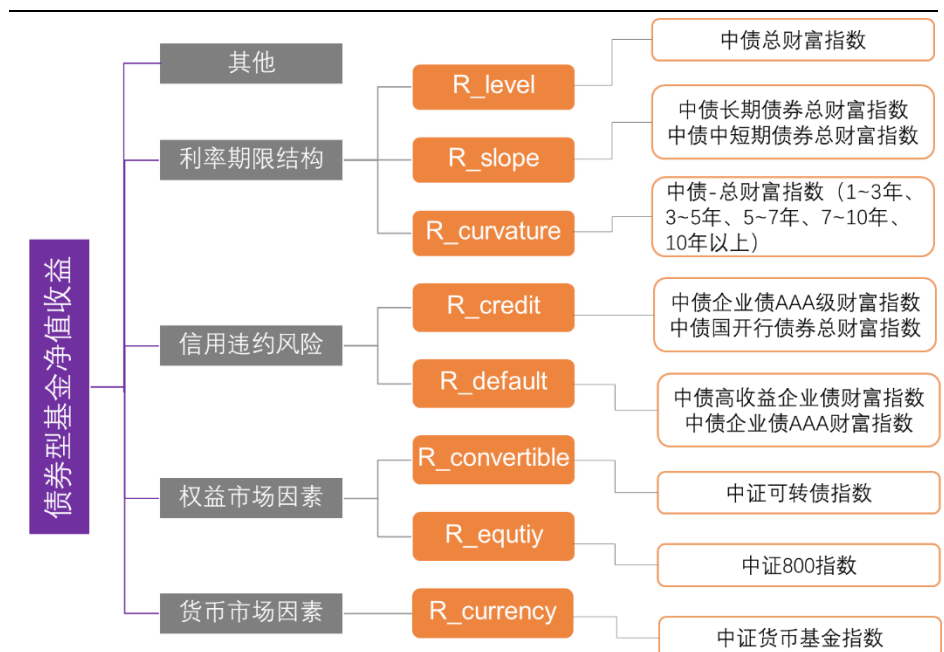
#### ◆ 现金因素和权益类因素

债券基金的投资标的中除了债券资产外，还有少部分投资于银行存款等现金资产和一级市场新股、二级市场股票等权益类资产，此外，可转债作为债券中的特殊品种，其兼有债券和股票收益的双重特征。最终我们将现金因素的影响称为货币因子，即第六个因子 $R_{currency}$ ；可转债和股票市场的影响因素分别作为第七和第八个因子——可转债因素（ $R_{convertible}$ ）和股票市场因素（ $R_{equity}$ ）。

## 2.2、因子初步构造逻辑

对于债券型基金投资对象收益结构和来源逐一分析后，我们初步选定了利率期限结构变动因素、信用风险因素、权益市场因素和货币市场因素四大类共八个因子作为债券基金收益分解的因子。随后针对不同的因子选择对应的指数收益率构造零成本组合（类似于多因子模型中的多空组合）作为最终的回归模型的解释变量，具体的因子对应的指数组合如图8所示。

图8：债券收益分解因子构造概览



资料来源：光大证券研究所



收益分解因子的具体构造选取中债系列指数、股票市场指数和货币市场指数的日收益率作为基础指标。其中，中债指数根据是否将利息和利息再投资计入指数可分为三种情形：财富指数、全价指数和净价指数。其中“财富指数”是以债券全价计算的指数值，考虑了付息日利息再投资因素，在样本券付息时利息再投资计入指数之中。本文构造因子时均选用中债财富指数，在所有因子的构造过程中均需剔除无风险利率的影响。

表 2：构造债券型基金业绩分解因子所用基础指数简介

指数简称	指数成分券及简介
中债-国债总财富指数	该指数成份券由银行间市场、柜台以及交易所市场流通的记账式国债组成，是一个反应记账式国债整体价格走势情况的分类指数。
中债-总财富指数	由记账式国债、央行票据和政策性银行债组成，是一个反映境内利率类债券整体价格走势情况的分类指数。
中债-长期债券财富指数	由待偿期在十年以上的记账式国债和政策性银行债组成，是发布较早的一个表征型分类指数。
中债-中短期债券财富指数	由待偿期在十年以下的记账式国债、央行票据和政策性银行债组成，是发布较早的一个表征型分类指数。
中债-总财富（1-3 年/3-5 年/5-7 年/7-10 年/10 年以上）指数	由记账式国债、央行票据和政策性银行债组成，是一个反映境内利率类债券整体价格走势情况的分类指数。债券代偿期限分别为 1-3 年、3-5 年、5-7 年、7-10 年、10 年以上。
中债-国开行债券总财富指数	包含国家开发银行公开发行的在银行间债券市场可流通债券，是一个反映境内国开行债券价格走势情况的分类指数。
中债-企业债 AAA 财富指数	包含主体信用评级 AAA 的中央企业债、地方企业债，是一个反映该类债券整体价格走势情况的指数。
中债-高收益企业债财富指数	包含主体信用评级 AA 级以下的企业债（含集合企业债），是一个反映高收益企业债整体价格走势情况的指数。
中证货币型基金指数	包含市场上所有的开放式货币型基金。
中证可转换债券指数	由沪深证券交易所上市的可转债构成，以反映沪深全市场可转换债券的整体表现。
中证 800 指数	反映市场上不同规模特征股票的整体表现，包含沪深 300 指数和中证 500 指数成分股。

资料来源：Wind，中证指数官网，光大证券研究所

1、 $R_{level}$ ：系统因子代表市场的利率曲线水平，根据固定收益证券投资理论，利率曲线水平直接影响债券的内在价值，我们用中债总财富指数减去无风险利率作为利率曲线水平因子。中债总财富指数成份券由记账式国债、央行票据和政策性银行债组成，是一个反映境内利率类债券整体价格走势情况的分类指数，故采用该指数来构造系统性因子更为合理。

2、 $R_{slope}$ ：斜率因子是刻画了当收益率曲线的倾斜程度改变时对债券投资组合价值的影响，为了降低与 $R_{level}$ 因子之间的相关性，在构造斜率因子的过程需要实现组合久期中性，以剔除收益率曲线水平移动的影响。收益率曲线斜率变动是由于市场对长期利率和短期利率的预期相反时导致，因此采用中债长期债券总财富指数日收益率和中债中短期债券总财富指数日收益率的多空组合来构造久期中性的 $R_{slope}$ 因子。

3、 $R_{curvature}$ ：凸性因子并非直接以债券凸性作为指标值，而是使得债券指数组合同时满足久期中性和凸性中性。反应由于市场对不同期限债券预期收益的差异导致利率曲线结构凹凸性变化带来的风险溢价。选用中债系列指数中的中债-总财富指数（1~3 年、3~5 年、5~7 年、7~10 年、10 年以上）共 5 个指数，不考虑组合顺序每 3 个一组共有 10 种情况，对每个组合分别做久期中性和凸性中性后得到 10 个新指数，再对每一个组合等权求和，使得

到了凸性因子。该组合通过免疫策略剔除了收益率曲线水平变化、斜率变化的影响，反应了各个期限债券供求关系发生突变时对债券基金收益的影响。

4、 $R_{credit}$ ：信用风险主要来源于债券型基金所投资的信用债所产生的风险。信用债指政府之外的主体发行的、约定了确定的本息偿付现金流的、不以公司任何资产作为担保的债券，风险较大。选择买入中债-企业债 AAA 级财富指数同时卖出中债-国开行债券总财富指数（几乎不含违约风险），并使得组合达到久期中性，构造信用风险因子。

5、 $R_{default}$ ：不同信用主体之间由于信用等级的差异，其违约风险也不尽相同。本文通过买入中债-高收益企业债财富指数同时卖出中债-企业债 AAA 财富指数，并使得组合达到久期中性，构造衡量违约风险因子。其中中债-高收益企业债财富指数涵盖了评级 AA 及以下的债券，而中债-企业债 AAA 财富指数主要包含信用评级 AAA 的企业债。

6、 $R_{convertible}$ ：可转债因子属于权益类因素。可转债是债券中比较特殊的一类，其具有债券和期权的双重属性，是连接债券市场和股票市场的一道桥梁，此类债券在一定条件下可被转换成公司股票。直接选择中证可转换债券指数与无风险利率的差值作为可转债因子。

7、 $R_{equity}$ ：细观债券基金的投资标的会发现，部分债券基金可将少量资产直接投资于一级市场新股和增发及二级市场股票，纳入股票的收益率进一步丰富了债券收益的影响因素。鉴于债券型基金中股票资产的占比相对较少，直接选用股票指数作为替代性指标更为合理，本文选取中证 800 指数作为股权因子。

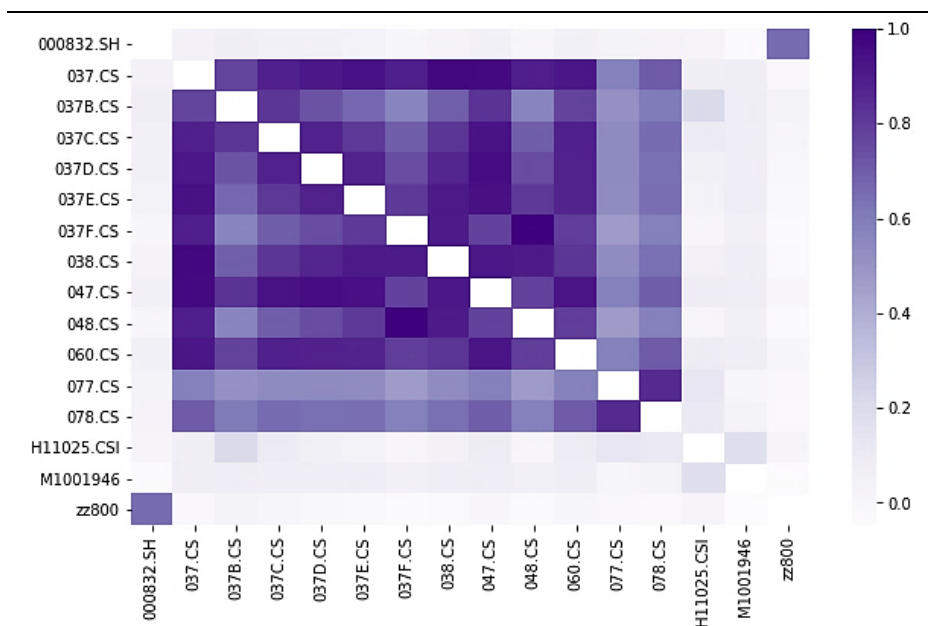
8、 $R_{currency}$ ：债券型基金的投资标的中不乏货币类资产，如银行存款、库存现金等。选择中证货币基金指数与无风险利率的差值作为货币型资产收益代表因子。

### 3、收益分解因子特征分析

#### 3.1、因子间相关性显著降低

通过对债券型基金标的资产的收益来源进行逐一分析后，共得到了四大类八个细分因子作为回归模型的解释变量，涵盖了利率变化、期限配置、信用风险补偿、货币资产增值和权益收益等方面。观察构造因子的基础指数收益率之间的相关图，中间深蓝色部分的各个债券指数的相关性均高于 0.6。而通过合理的搭配不同指数以及免疫策略的使用，重构后的八个因子之间的相关性显著降低，除了可转债指数与中证 800 指数之间的相关性仍相对较高外，其他指数收益率之间的相关性绝对值均降至 0.2 以下，因子基本可以独立反应本身的收益特征。

图 9：构造债券基金收益分解因子基础指数相关系数图



资料来源：光大证券研究所，（注：2007.01.01-2018.01.31）

表 3：债券基金收益分解因子之间相关系数矩阵

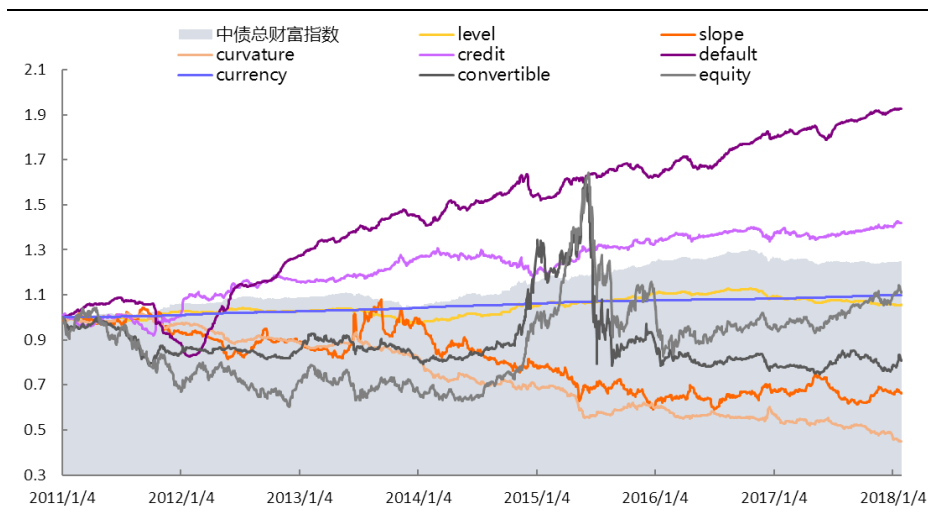
	$R_{level}$	$R_{slope}$	$R_{curvature}$	$R_{credit}$	$R_{default}$	$R_{currencev}$	$R_{convertible}$	$R_{equity}$
$R_{level}$	1.00	-0.09	0.20	-0.10	-0.08	0.06	0.04	-0.01
$R_{slope}$	-0.09	1.00	-0.06	0.04	-0.03	-0.13	-0.08	-0.05
$R_{curvature}$	0.20	-0.06	1.00	-0.14	-0.04	-0.19	-0.04	-0.04
$R_{credit}$	-0.10	0.04	-0.14	1.00	-0.06	0.04	-0.01	-0.04
$R_{default}$	-0.08	-0.03	-0.04	-0.06	1.00	0.05	-0.00	0.01
$R_{currencev}$	0.06	-0.13	-0.19	0.04	0.05	1.00	0.02	0.02
$R_{convertible}$	0.04	-0.08	-0.04	-0.01	-0.00	0.02	1.00	0.66
$R_{equity}$	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	0.01	0.02	0.66	1.00

资料来源：光大证券研究所，（注：2007.01.01-2018.01.31）

对比八个解释因子与债券基准指数（中债-总财富指数）的走势，除了可转债因子和权益因子与债券基准指数走势差异较明显外，其他六个因子均与债券基准指数呈现正向或反向一致的趋势。其中  $R_{slope}$ 、 $R_{curvature}$  和  $R_{default}$  三个因子的收益曲线相比于其他因子净值走势相对突出，此结果也说明了利率曲线结构的斜率变化、凹凸性变化以及信用利差的变化是影响债券收益的核心因素，基金经理对于债券久期、期限配置和信用利差的管理将极大的影响债券型基金的收益水平。



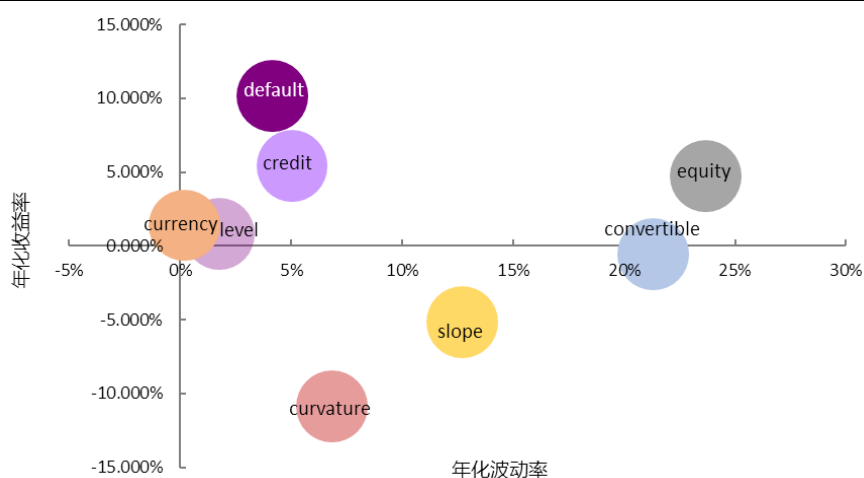
图 10：债券基金收益分解因子净值曲线



资料来源：光大证券研究所

从八个因子的收益风险收益分布可以看出各因子间风险收益水平差异明显。利率曲线结构的凹凸性变化因子和信用风险因素相关的两个因子的风险收益结构表现突出，权益因子 $R_{equity}$ 虽整体收益水平尚可，但同时也承担了更多的风险，缺乏稳健性。

图 11：债券基金收益分解因子风险收益分布



资料来源：光大证券研究所

### 3.2、寻找债券基金收益的 alpha

已经通过指数收益率构造了债券基金收益分解的八个解释因子，在剔除了所有的风险因素之后是否还存在可以作为债券筛选的 alpha 指标？基于已选定的八个收益分解因子，我们通过对每只基金在时间序列上做滚动回归取残差的方式，进一步检验该指标是否可以作为一个有效的筛选债券基金的 alpha 因子。

#### ◆ 滚动回归模型

每个交易日收盘后，以当前时点向前回溯  $T$  个交易日作为回归的样本长度， $T$  分别取 20、60、80、120 个交易日做样本长度敏感性分析。具体的回归模型如下：

$$R_{ft} = \beta_1 R_{level,t} + \beta_2 R_{slope,t} + \beta_3 R_{curvature,t} + \beta_4 R_{credit,t} + \beta_5 R_{default,t} + \beta_6 R_{currency,t} + \beta_7 R_{convertible,t} + \beta_8 R_{equity,t} + \varepsilon_t$$

$$t = t - 0, t - 1, \dots, t - T$$

其中  $R_{ft}$  表示不同基金  $f$  的每日复权净值收益率； $R_{i,t}$  表示每日因子值， $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_8$  表示回归模型中八个收益解释因子对应的回归系数，所有的变量均已标准化处理。

#### ◆ 收益分解因子与基金收益率之间相关性

计算每类债券型基金的平均收益率与各个因子之间的相关系数。(1)  $R_{level}$  因子、 $R_{slope}$  因子和  $R_{curvature}$  因子均与短期纯债基金之间的相关性最高，说明短期纯债基金对于利率的变化更加敏感；(2) 短期纯债基金与  $R_{currency}$  因子之间的相关性也较高，短期纯债基金由于期限的限制，其配置的现金资产的比例相对较多，结果与理论认知相符。(3) 权益类因子  $R_{convertible}$  和  $R_{equity}$  均与短期纯债基金的相关性最低，除了能够配置可转债和二级市场股票的混合型债基，未配置权益类资产的中长期纯债基与权益类因子的相关性亦较高。究其原因主要是在整个金融市场中，并不存在完全独立的大类资产，长期来看股票、债券、大宗商品等大类资产之间同样存在相互影响和制约的机制。

表 4：债券基金收益分解八因子与基金收益率之间相关系数矩阵

	中长期纯债基金	短期纯债基金	混合一级债基	混合二级债基
$R_{level}$	0.422	0.509	0.316	0.170
$R_{slope}$	-0.156	-0.262	-0.141	-0.127
$R_{curvature}$	-0.007	-0.124	-0.043	-0.053
$R_{credit}$	0.069	0.027	0.043	0.007
$R_{default}$	0.013	-0.008	-0.000	0.013
$R_{currency}$	0.098	0.375	0.060	0.045
$R_{convertible}$	0.472	0.062	0.694	0.794
$R_{equity}$	0.348	0.034	0.608	0.779

资料来源：光大证券研究所

#### ◆ 回归方程拟合效果 $R^2$ 分布：窗口长度为 20 交易日时效果较优。

选取截止 2018 年 1 月 31 日成立满 15 个月的共 694 只债券型基金做滚动回归测试，测试区间 2007.01.01 至 2018.01.31，回归结果显示：随着滚动回归窗口长度增加，回归模型的拟合效果越差；当滚动回归样本长度为 20 个交易日的时候效果较好，各类基金回归 R-square 大于 0.7 的比例均超过了 60%。

表 5：回归模型  $R^2$  占比 (T = 20, 60, 80, 120)

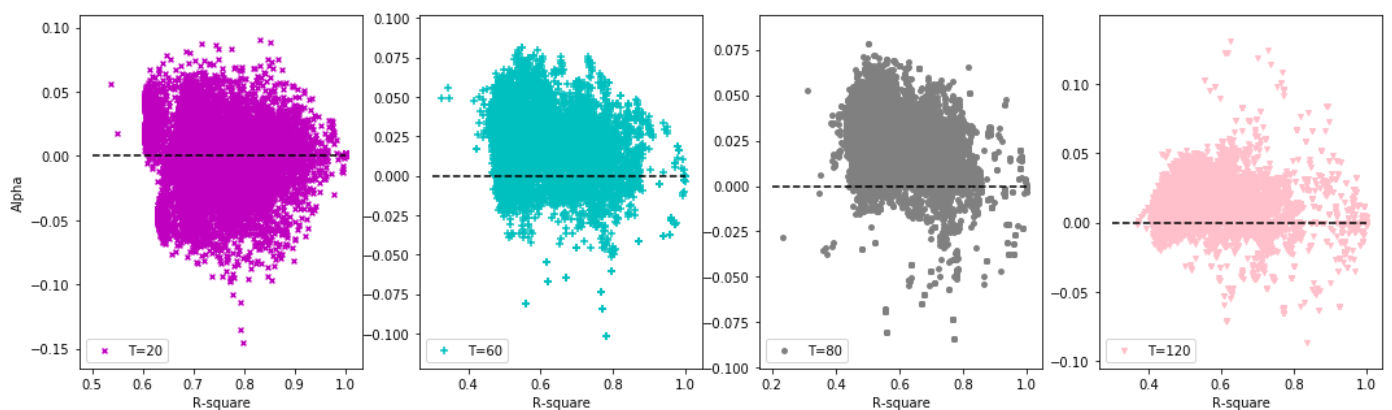
$R^2$ 数量占比	中长期纯债基金	短期纯债基金	混合一级债基	混合二级债基
滚动回归窗口长度 T=20				
$R^2 \geq 0.7$	63.28%	67.81%	71.90%	81.98%
$R^2 \geq 0.8$	34.34%	39.37%	44.77%	57.70%
$R^2 \geq 0.9$	8.70%	8.88%	9.99%	18.54%
滚动回归窗口长度 T=60				
$R^2 \geq 0.7$	31.92%	32.20%	35.13%	54.39%
$R^2 \geq 0.8$	11.91%	6.77%	7.02%	19.91%
$R^2 \geq 0.9$	8.20%	2.98%	1.22%	3.01%
滚动回归窗口长度 T=80				
$R^2 \geq 0.7$	28.84%	26.97%	27.78%	47.23%
$R^2 \geq 0.8$	12.29%	6.36%	4.93%	15.27%
$R^2 \geq 0.9$	9.01%	3.19%	1.22%	2.53%
滚动回归窗口长度 T=120				
$R^2 \geq 0.7$	27.46%	21.19%	20.45%	39.58%
$R^2 \geq 0.8$	13.45%	7.13%	3.82%	11.51%
$R^2 \geq 0.9$	9.49%	2.41%	1.16%	2.15%

资料来源：光大证券研究所

#### ◆ 窗口长度为 20 日时，alpha 因子相对均匀分布在零点两侧

观察回归模型  $R^2$  与因子散点图分布发现：截取 2018 年 1 月的样本内基金每日回归数据，绘制回归模型 R-square 与 alpha 的散点图，当滚动回归的窗口长度为 20 个交易日时，alpha 因子基本均匀的分布在零点两侧，而其他窗口长度 60、80、120 个交易日的因子则大部分分布在正向一侧。

图 12：债券基金回归模型  $R^2$  与 Alpha 因子散点图 (T = 20, 60, 80, 120)



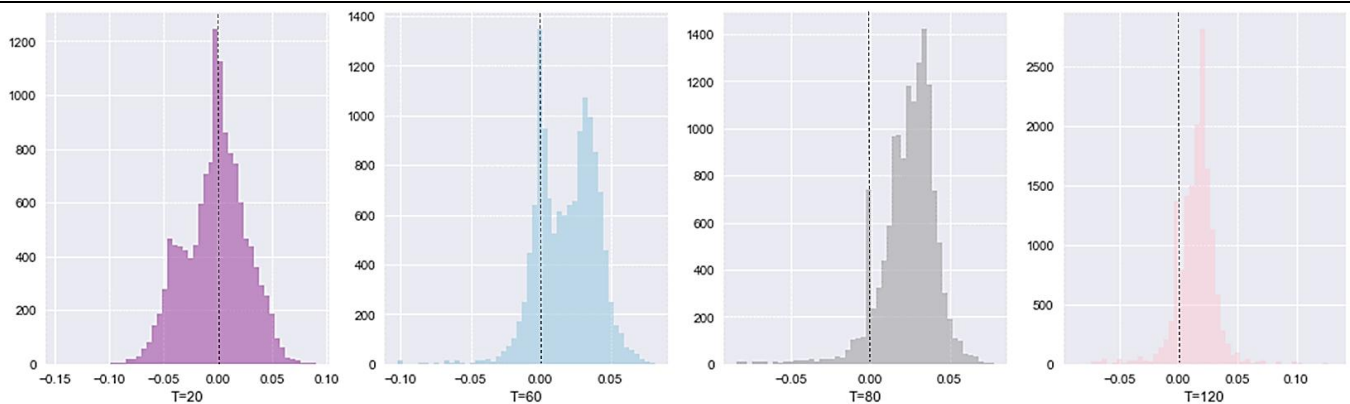
资料来源：光大证券研究所（注：基于 2018/01/01~2018/1/31 所有样本内基金每日回归数据）

#### ◆ 窗口长度为 20 日时，alpha 因子基本满足正态性假设

从因子的分布直方图可以更加直观的看出：滚动回归窗口为 20 个交易日的 alpha 因子呈现出一定的正态性，此结果不仅与回归模型的假设（残差项服从正态分布）更加贴合，其分布情况也更接近于一般市场

状态；而窗口长度为 60、80、120 个交易日的因子均呈现出的不同程度左偏性。

图 13：债券基金回归模型 Alpha 因子分布直方图（T = 20, 60, 80, 120）



资料来源：光大证券研究所（注：基于 2018/01/01~2018/1/31 所有样本内基金每日回归数据）

## 4、Alpha 因子应用小结

本篇报告我们从债券型基金的投资标的入手，逐一分析影响基金收益的风险来源，最终选定了利率期限结构变动因素、信用风险因素、权益市场因素和货币市场因素四大类共八个因子作为债券基金收益分解模型的解释变量，债券型基金每日净值收益率作为收益分解模型的被解释变量，对 Wind 开放式债券型基金分类下的 694 只样本基金做实证检验，结论如下：

- ◆ **通过免疫策略对债券市场指数、股票市场指数等重构后，因子间相关性显著降低。**选择市场指数代表某一类风险因素，通过“久期中性 & 凸性中性”策略构造零成本投资组合作为收益分解因子，免疫策略一定程度上降低了因子之间的相关性。
- ◆ **剔除标的资产风险后的 alpha 因子基本满足正态性假设。**通过不同窗口长度的滚动回归取残差的方式获得剔除标的资产风险后的 alpha 因子。对回归窗口长度灵敏度测试的结果显示：向前回溯 20 个交易日的回归模型拟合效果更好，且获得的 alpha 因子具备一定的正态分布特征，符合回归模型的基本假设之一。
- ◆ 本篇报告仅提供了一个通过市场指数构造债券基金收益分解因子的初步思路，剔除标的资产风险因素后的 alpha 因子仅从统计意义上说明了不同基金之间存在一定的差异，通过 alpha 因子进行基金优选及构建 FOF 投资组合的策略效果将在后续报告中逐步呈现。

## 5、风险提示

本报告数据均来自于历史公开数据，仅基于历史数据搭建策略，模型及因子随经济环境变化存在失效的风险。

## 行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。

**基准指数说明：**A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，光大证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本证券研究报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。报告中的信息或所表达的意见不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议，本公司不就任何人依据报告中的内容而最终操作建议做出任何形式的保证和承诺。在任何情况下，本报告中的信息或所表达的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表达的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅向特定客户传送，未经本公司书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络本公司并获得许可，并需注明出处为光大证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。



## 光大证券股份有限公司

上海市新闸路 1508 号静安国际广场 3 楼 邮编 200040

总机：021-22169999 传真：021-22169114、22169134

机构业务总部	姓名	办公电话	手机	电子邮件
上海	徐硕		13817283600	shuoxu@ebcn.com
	胡超	021-22167056	13761102952	huchao6@ebcn.com
	李强	021-22169131	18621590998	liqiang88@ebcn.com
	罗德锦	021-22169146	13661875949/13609618940	luodj@ebcn.com
	张弓	021-22169083	13918550549	zhanggong@ebcn.com
	丁点	021-22169458	18221129383	dingdian@ebcn.com
	黄素青	021-22169130	13162521110	huangsuqing@ebcn.com
	王昕宇	021-22167233	15216717824	wangxinyu@ebcn.com
	邢可	021-22167108	15618296961	xingk@ebcn.com
	陈晨	021-22169150	15000608292	chenchen66@ebcn.com
	李晓琳	021-22169087	13918461216	lixiaolin@ebcn.com
	陈蓉	021-22169086	13801605631	chenrong@ebcn.com
	郝辉	010-58452028	13511017986	haohui@ebcn.com
	梁晨	010-58452025	13901184256	liangchen@ebcn.com
北京	高菲	010-58452023	18611138411	gaofei@ebcn.com
	关明雨	010-58452037	18516227399	guanmy@ebcn.com
	吕凌	010-58452035	15811398181	lvling@ebcn.com
	郭晓远	010-58452029	15120072716	guoxiaoyuan@ebcn.com
	张彦斌	010-58452026	15135130865	zhangyanbin@ebcn.com
	庞舒然	010-58452040	18810659385	pangsr@ebcn.com
	黎晓宇	0755-83553559	13823771340	lix1@ebcn.com
	李潇	0755-83559378	13631517757	lixiao1@ebcn.com
	张亦潇	0755-23996409	13725559855	zhangyx@ebcn.com
	王渊锋	0755-83551458	18576778603	wangyuanfeng@ebcn.com
	张靖雯	0755-83553249	18589058561	zhangjingwen@ebcn.com
	陈婕	0755-25310400	13823320604	szchenjie@ebcn.com
	牟俊宇	0755-83552459	13827421872	moujy@ebcn.com
	陶奕	021-22169091	18018609199	taoyi@ebcn.com
国际业务	梁超		15158266108	liangc@ebcn.com
	金英光	021-22169085	13311088991	jinyg@ebcn.com
	傅裕	021-22169092	13564655558	fuyu@ebcn.com
	王佳	021-22169095	13761696184	wangjia1@ebcn.com
	郑锐	021-22169080	18616663030	zhui@ebcn.com
	凌贺鹏	021-22169093	13003155285	linghp@ebcn.com
	黄怡	010-58452027	13699271001	huangyi@ebcn.com
	丁梅	021-22169416	13381965696	dingmei@ebcn.com
	徐又丰	021-22169082	13917191862	xuyf@ebcn.com
	王通	021-22169501	15821042881	wangtong@ebcn.com
	陈樑	021-22169483	18621664486	chenliang3@ebcn.com
	赵纪青	021-22167052	18818210886	zhaojq@ebcn.com
	谭锦	021-22169259	15601695005	tanjin@ebcn.com
	曲奇瑶	021-22167073	18516529958	quqy@ebcn.com
私募业务部	王舒	021-22169134	15869111599	wangshu@ebcn.com
	安玲娟	021-22169479	15821276905	anlx@ebcn.com
	戚德文	021-22167111	18101889111	qidw@ebcn.com
	吴冕		18682306302	wumian@ebcn.com
	吕程	021-22169482	18616981623	lvch@ebcn.com
	李经夏	021-22167371	15221010698	lijxia@ebcn.com
	高霆	021-22169148	15821648575	gaoting@ebcn.com
	左贺元	021-22169345	18616732618	zuohy@ebcn.com
	任真	021-22167470	15955114285	renzhen@ebcn.com
	俞灵杰	021-22169373	18717705991	yulingjie@ebcn.com