

摘要

进气歧管是发动机最关键的部件之一，其核心功能是为发动机各缸提供充足而均匀的混合气，因此，它是影响发动机动力性和经济性的关键因素，一直以来，进气歧管都是采用铝合金产品，但塑料进气歧管以其重量轻、成本低、性能好等特点迅速取代了铝合金进气歧管，成为新型发动机的首选。

本论文在讲述塑料进气歧管的设计，主要利用 Proe、Catia 两门常用软件，对产品进行设计，涉及塑料进气歧管的概念、基本的设计标准、塑料制品的加工工艺，根据这些基本内容，一般可以初步掌握塑料进气歧管的设计流程以及行业内的设计要点，并且谈及塑料进气歧管的加工工艺，涵盖了模具及焊接工艺，可以将产品的设计与实际加工相结合，在实际应用中可以参照所述标准检查塑料产品的设计缺陷等，防止塑料产品设计的问题产生。

关键词：塑料进气歧管 Proe Catia

第1章 前言

本文本指南介绍了汽车发动机塑料进气歧管总成产品设计开发、结构分析要点、以及产品技术要求及材料性能规范。

1. 首先了解产品的结构特征，及一些汽车发动机上的专业术语。
2. 对塑料产品的分析具备一定的了解，熟悉产品的设计流程，及一些主要的设计标准和规范。
3. 了解塑料产品的工艺，基本掌握一些常用的结构分析判断手段及运用技巧。

1.1 术语与定义

1.1.1 进气歧管

进气歧管是将新鲜空气(直喷机型)或燃油混合气(非直喷机型)送入发动机缸盖的一个组件。

1.1.2 稳压腔

在进气歧管结构中，使进入进气歧管的新鲜空气获得稳定的气体压力，并使气体均匀分配至各进气支管的腔体。

1.1.3 进气支管

连接缸盖各气道与进气歧管稳压腔的管路。

1.1.4 进气总管

连接电子节气门与进气歧管稳压腔的管路。

1.1.5 惯性效应

进气门打开初期，由于活塞向下运动和气流惯性，产生一定的压力波，对进气循环的进气量产生影响。

1.1.6 波动效应

进气门关闭之后，进气歧管内的气体仍在继续波动，对下一个进气循环的进气量产生影响。

1.1.7 VIS系统

VIS系统即可变进气歧管系统是根据发动机不同转速的性能需求，通过控制进气歧管内阀门的启闭，调整进气歧管支管气道的长短及截面积，提供发动机最佳的进气效率。

第 2 章 设计概述

2.1 进气歧管功用

进气歧管是将燃油混合气送入发动机缸盖的一个组件，起到引导空气流向的作用。同时也是其它管路和较小附件的一个支撑体。

一般来说，进气歧管在发动机上的作用主要有三点：

2.1.1 发动机动力性能

进气歧管属于发动机里面一个非常重要的组件，它直接影响到发动机的性能。当发动机处于大功率的时候，就要燃烧更多的燃油，当然也就需要更多的空气，而另外在怠速稳定时，又需要调节空气量来保证少量燃油的燃烧，从而满足燃油经济性要求，进气歧管设计的好坏对发动机的输出功率和扭矩有着直接影响。

2.1.2 发动机噪音

汽车和发动机产生的噪音中，进排气系统传递的压力波占很大比例。歧管的几何形状对于由压力波产生的频率和振幅有重要的作用。歧管部分设计要削弱压力波的振幅和作用于特殊的频率成分，同时不会对能够提高发动机性能的波产生不利的影响。

2.1.3 发动机的排放

发动机进气歧管内的非稳态流动的流体对排放水平有重要的影响。提高涡流比可使燃烧加速并且燃烧完全，可以有效的改善排放水平。

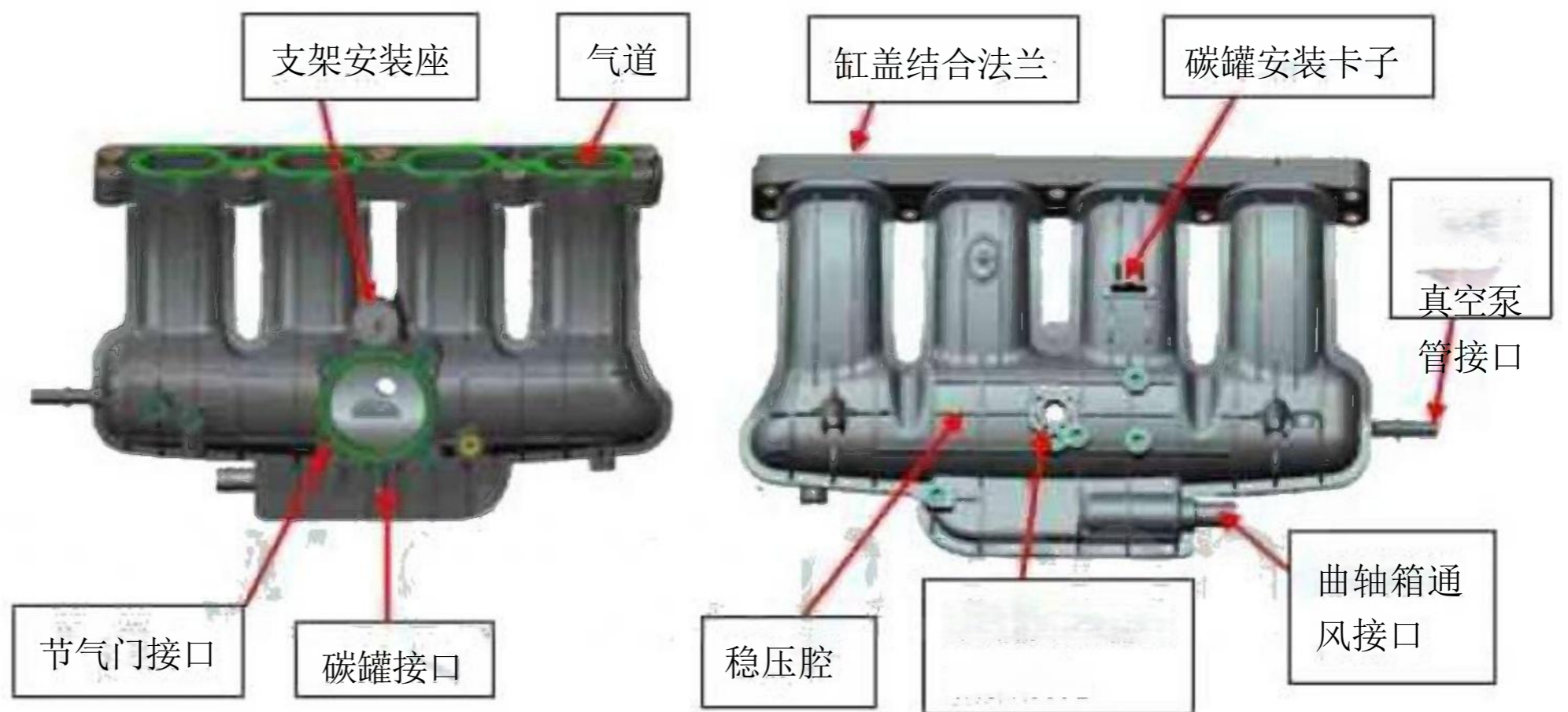
另外，进气歧管还有一个促进EGR 废气、曲轴箱通风系统混合气与空气的混合作用，保证进气的均匀。同时它还是发动机一个真空源，为真空系统零件提供真空的作用。

2.2 进气歧管结构图

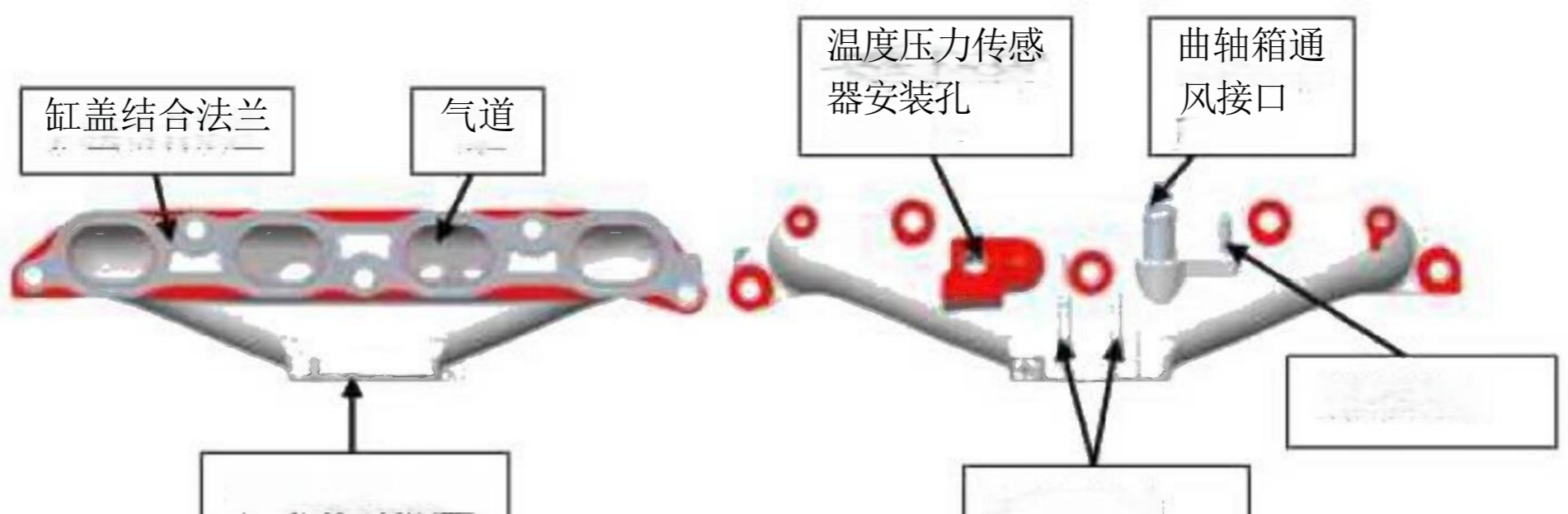
2.2.1 自然吸气式塑料进气歧管



2.2.2 增压式塑料进气歧管



2.2.3 铝合金进气歧管



碳管接入口

节气门安装法兰

真空取气口

2.3 进气歧管的设计

2.3.1 进气歧管设计原则

1) 进气歧管一般采用等长度设计原则，即每个气道中心型线保持长度相等，保证各缸的进气均匀性；

2) 进气歧管应尽量避免支管急转弯，支管与稳压腔连接处圆滑过渡，歧管内表面应光滑平整，减少进气沿程阻力；

3) 进气歧管应尽量避免由于流通截面大小、形状以及流动方向的急剧变化，在局部产生涡旋区；

4) 自然吸气发动机进气歧管应考虑气流的波动效应和惯性效应对充气效率的影响；

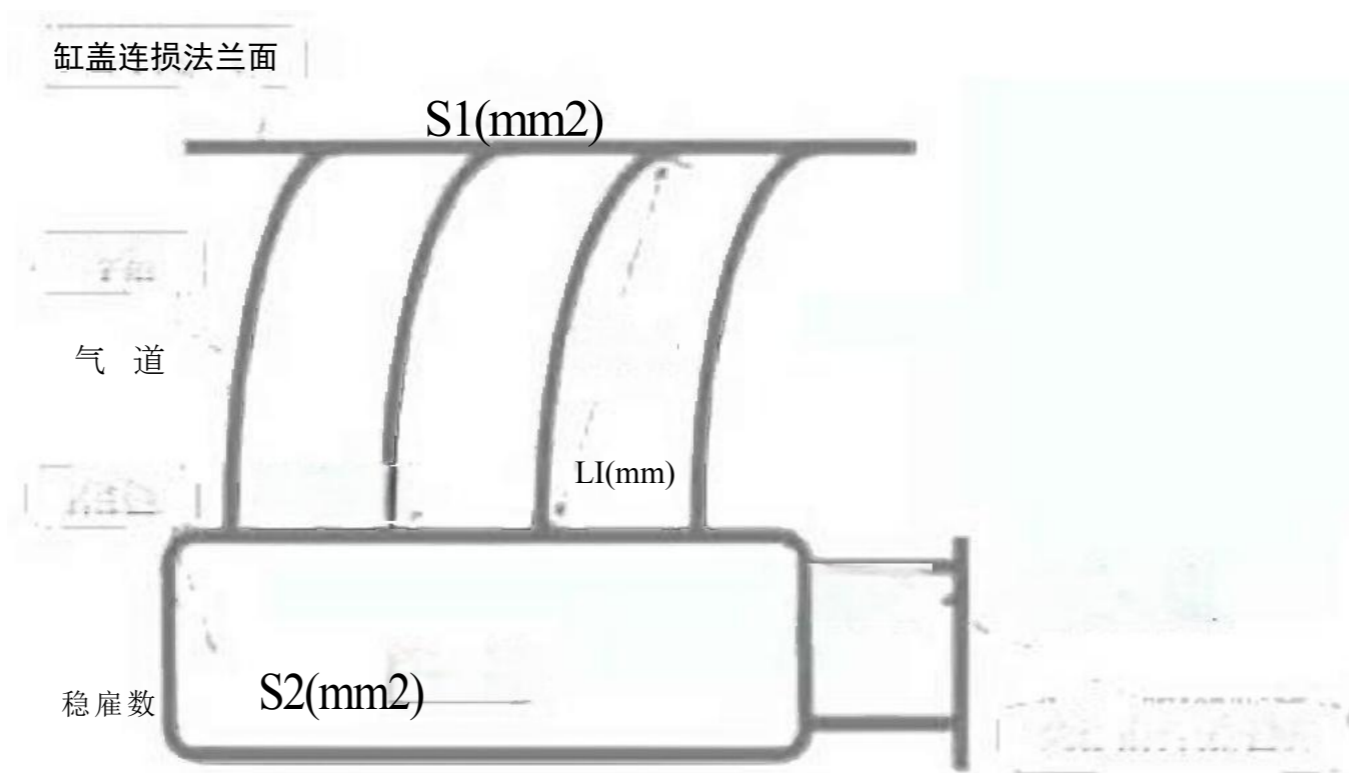
5) 进气歧管设计脱模斜度通常为 $0.5^{\circ} \sim 1.5^{\circ}$ ，表面需哑光处理为 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ，表面需皮纹处理为 $4^{\circ} \sim 6^{\circ}$ ；

6) 进气歧管局部壁厚尽量保证与腔体壁厚一致，一般局部壁厚不超过腔体壁厚的2倍。

2.3.2 进气歧管参数确定

进气歧管设计时必须具备基本参数包括，气道长度 L_1 、气道出口截面积 S_1 （当量直径中1）、稳压腔容积 V 、总管入口截面积 S_3 （当量直径中2）、总管长度 L_2 、发动机缸心距。

进气歧管结构参数简图



1) 进气歧管总口直径

进气管总口直径影响发动机的总进气量，此参数是由CAE一维热力学计算以及气门厂家的匹配获得的。

2) 进气歧管支管出口直径

进气支管的直径影响发动机各缸的进气量，此参数由一维热力学计算以及缸盖进气道分析计算获得的。也可以由以下公式粗略计算：

$$V = nQN\eta_v / (2 \times 60A) \text{ (m/s)}$$

$$\text{气缸排量}(Q) = \pi D^2 S / 4 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{进气管系统的横截面积}(A) = \pi d^2 / 4 \text{ (m}^2\text{)}$$

式中 n = 进气管连接的气缸数

Q = 气缸排量

N = 发动机转速(r/min)

η_v = 容积效率(%)

A = 进气管横截面积(m²)

D = 气缸直径(m)

d = 进气管直径(m)

S = 活塞行程

V = 进气速度(m/s)

3) 进气歧管支管长度

进气歧管长度影响动力进气效应，此参数是由一维热力学计算与benchmark对标获得的。对于增压和非增压发动机，进气支管长度的对于性能的影响是完全不同的：

对于增压发动机(包括汽油机和柴油机)来说, 因为进气压力不再是负压, 所以对于进气歧管的动力进气效应要求不高, 进气支管的长度较长反而会提高进气阻力,

所以很多增压柴油机的进气歧管只是做成了一个稳压腔的结构安装在缸盖上，进气支管长度就是缸盖上气道的长度。

对于非增压发动机来说，由于进气压力是负压，所以进气歧管内的波动效应和惯性效应对于发动机的充气效率影响很大，由于进气过程是动态过程，在进气歧管内存在周期变化的压力波，这种压力波直接影响进气效果，对于不同的转速，需要匹配相应的管长，可改善进气效果，因此合理选取长度将对发动机充气效率有很大帮助，在进气管结构优化计算中，将进气歧管长度作为目标参数进行优化。

4) 进气歧管稳压腔容积

稳压腔的容积影响进气的谐振效应，此参数的选择是CAE一维热力学计算与benchmark对标获得的，对于同种类的发动机，其作用也是有所差别的。

对于增压发动机(包括增压汽油机和增压柴油机)来说，稳压腔的作用是提供一个相对稳定的压力环境，消除各缸进气干扰，可改善各缸进气的均匀性。

对于非增压发动机(包括自然吸气的汽油机和自然吸气的柴油机)来说，除了在增压发动机中提到的作用外，还有谐振进气的作用。

2.3.3 进气歧管内腔设计

此阶段进行进气管的内腔数模概念模型。这个概念模型只是因为布置的概念模型，所以比较简单，而且不需要带很多特性信息。

功能：进气歧管内腔作为气体流动的主要通道，其结构形式直接影响发动机的充气效率与各缸进气均匀性。

1) 设计输入

1. 进气歧管设计边界输入。
2. 节流阀体安装法兰的位置。
3. 缸盖进气道入口形状。

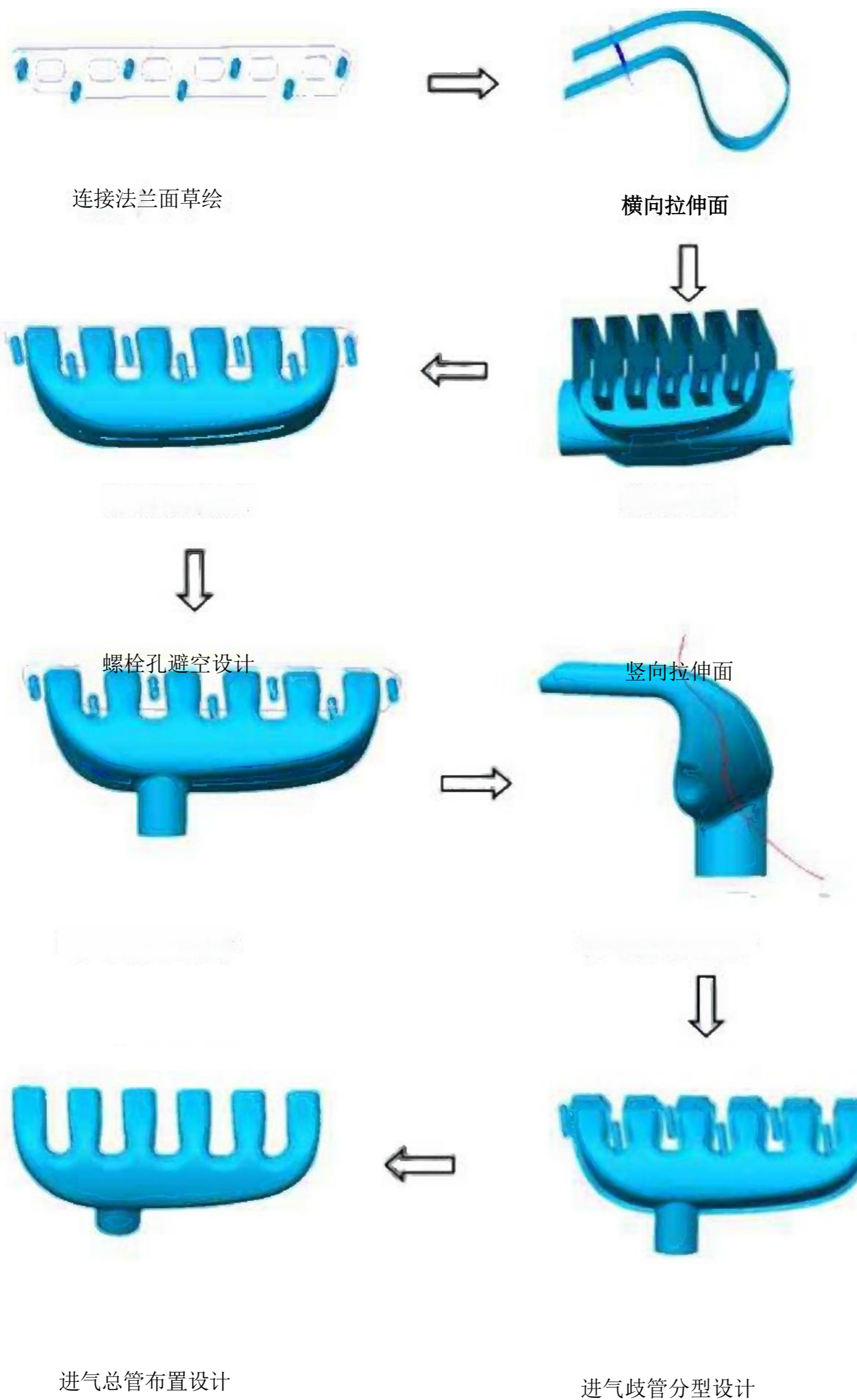
4.CAE 提供进气歧管一维计算参数：进气歧管支管及总管长度、截面积、稳压腔。

2) 设计输出

1. 确定进气歧管气道
2. 确定进气歧管结构形式

3. 确定进气歧管的技术方案

3) 设计过程

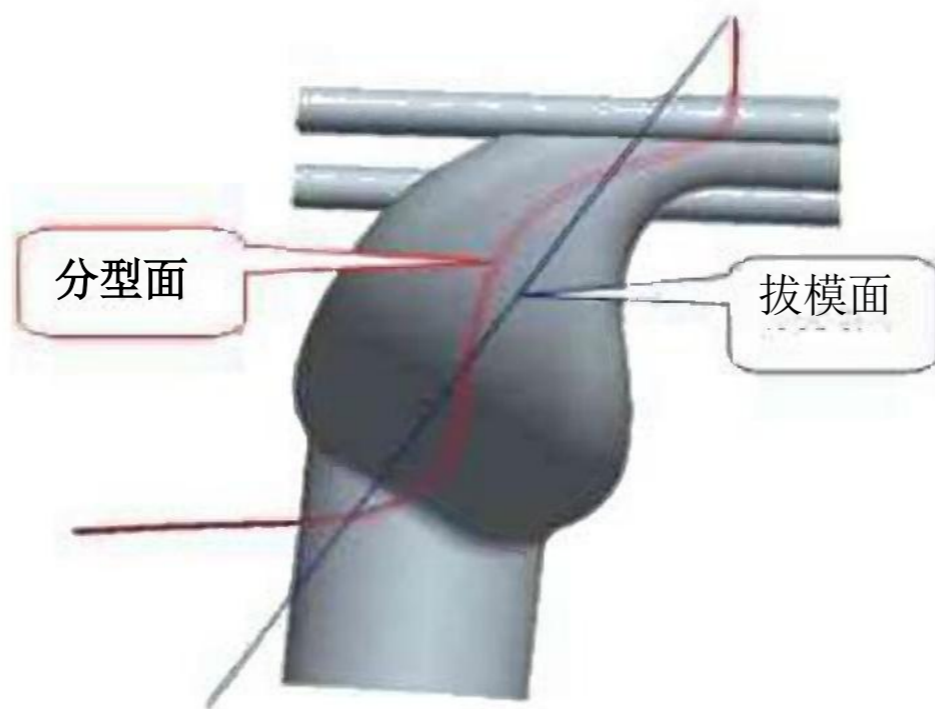


进气歧管内腔布置数模

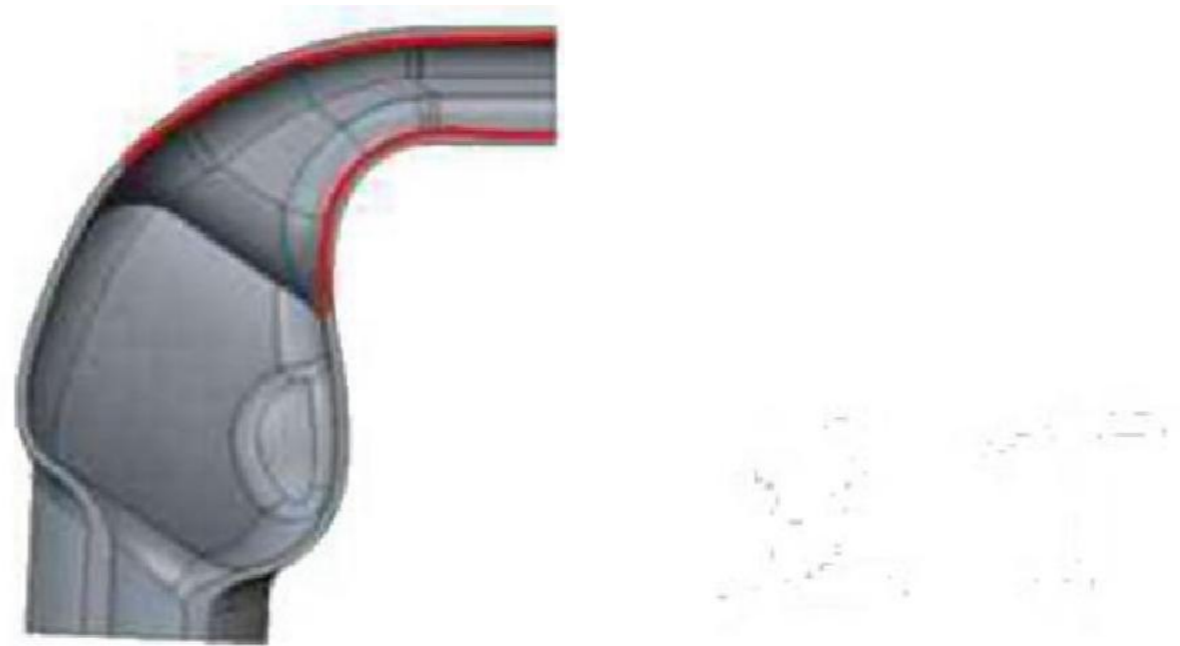
进气歧管分型面设计

4) 设计要点

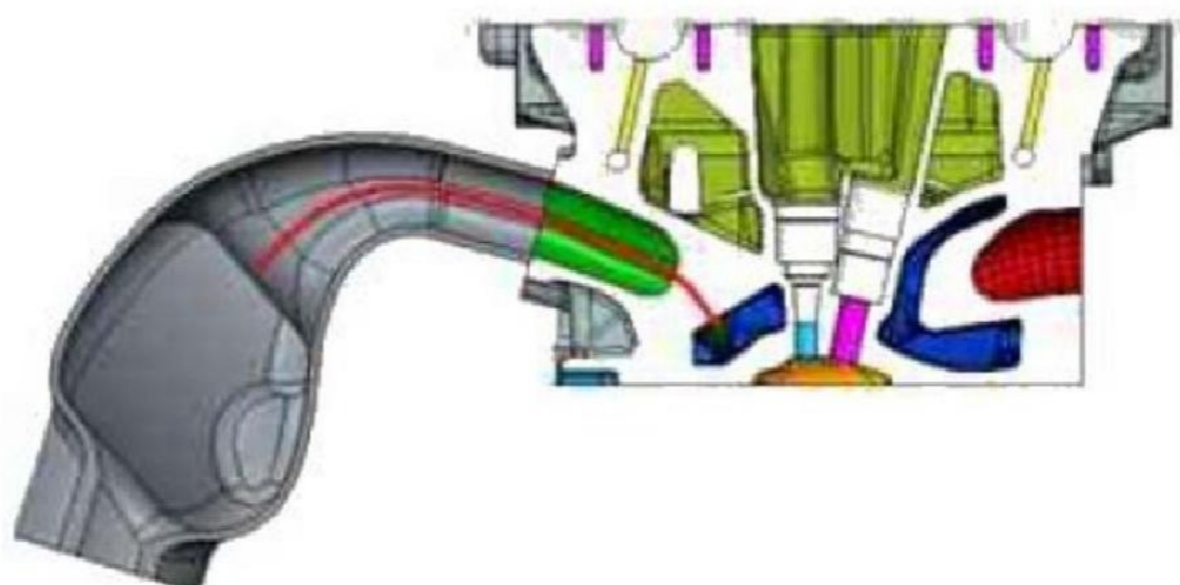
1. 进气歧管在设计时，优先设计进气歧管的上下片分型面及模具出模方向(拔模面)，保证进气歧管制作工艺性。



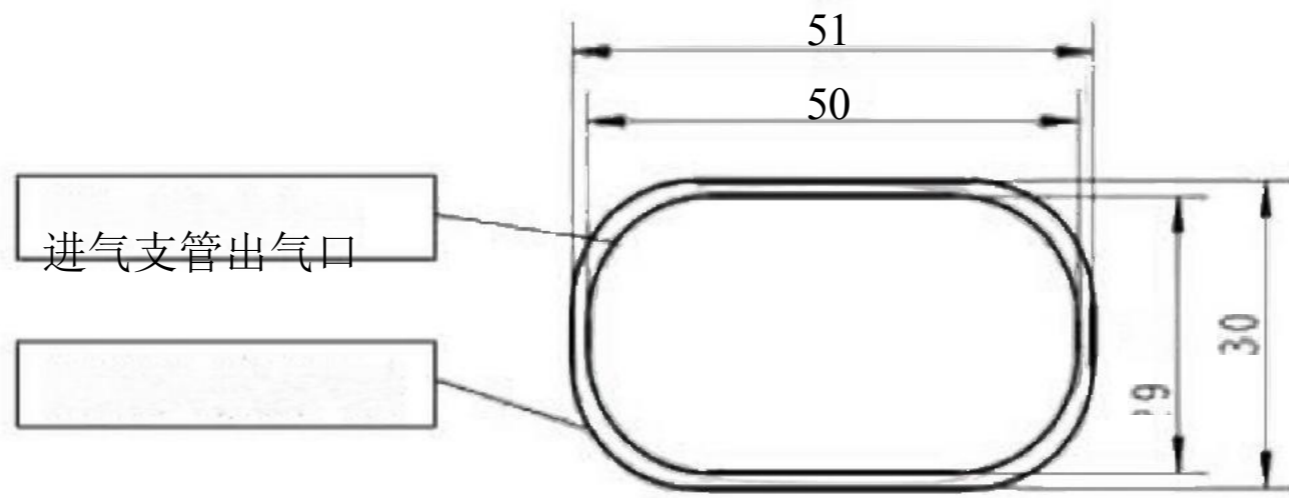
2. 进气支管设计一般采用减缩的形式，有利于进气的加速作用及提高进气充气效率。



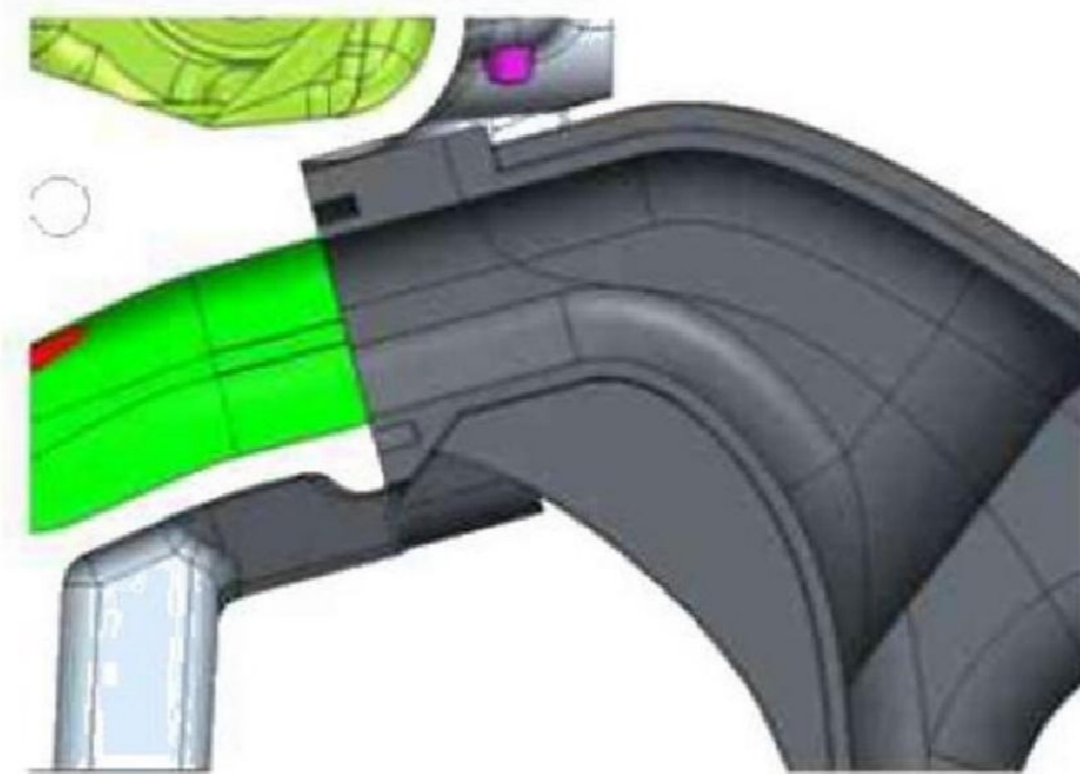
3. 进气歧管支管气道中心线与缸盖进气道中心线保持在一条线上，保证气流的导向，减少流动损失。



4. 进气支管的出口直径小于缸盖进气道入口直径1-2mm (原因是根据流体流向的原理, 目的是为了以防出现节流现象)。



进气歧管与缸盖连接简图



进气歧管与缸盖连接实体图

2.3.4 进气歧管加强筋设计

(1) 加强筋的布置一般有以下两种形式(六边形和四边形)；



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/545131031240011313>