

中 冷 器

简介

涡轮增压的发动机为何会比普通发动机拥有更大的动力，其中原因之一就是其换气的效率比一般发动机的自然进气更高。当空气进入涡轮增压后其温度会大幅升高，密度也相应变高，而中冷器正是起到冷却空气的作用，高温空气经过中冷器的冷却，再进入发动机中。如果缺少中冷器而让增压后的高温空气直接进入发动机，则会因空气温度过高导致发动机损坏甚至死火的现象。

中冷器的作用

中冷器的作用是降低发动机的进气温度。那么为什么要降低进气温度呢？

(1) 发动机排出的废气的温度非常高，通过增压器的热传导会提高进气的温度。而且，空气在被压缩的过程中密度会升高，这必然也会导致空气温度的升高，从而影响发动机的充气效率。如果想要进一步提高充气效率，就要降低进气温度。有数据表明，在相同的空燃比条件下，增压空气的温度每下降 10℃，发动机功率就能提高 3%~5%。

(2) 如果未经冷却的增压空气进入燃烧室，除了会影响发动机的充气效率外，还很容易导致发动机燃烧温度过高，造成爆震等故障，而且会增加发动机废气中的 NO_x 的含量，造成空气污染。

为了解决增压后的空气升温造成的不利影响，因此需要加装中冷器来降低进气温度。

中冷器的分类

中冷器一般由铝合金材料制成。按照冷却介质的不同，常见的中冷器可以分为风冷式和水冷式 2 种。

中冷器的维护方法

空-空冷却的中冷器与水箱散热器装在一起，安装在发动机前方，靠吸风风扇和汽车行驶的通面风进行冷却，中冷器若冷却不良将导致发动机动力不足、油耗增加，因此，应定期对中冷器进行检查与维护，主要内容是：

外部清洁(就车清洗法)

由于中冷器安装在最前方，中冷器散热片通道常被树叶、油泥(转向油罐内溢出的液压油)等堵塞，使中冷器散热受阻，因此应定期对该处清洗。清洗的方法是用压力不太高的水枪以垂直于中冷器平面的角度，自上而下或自下而上缓慢冲洗，但决不可斜冲以防损坏中冷器。

内部清洗、检查(拆检清洗法)

中冷器内部管道常附有油泥、胶质等脏物，不仅使空气流通变窄，而且冷却热交换能力降低，为此，也必须进行维护和清洗。一般每年或发动机大修、焊修水箱的同时，应对中冷器内部进行清洗并进行检查。

清洗方法：将含 2% 纯碱的水溶液(温度应在 70—80℃)加入中冷器内，注满，等待 15 分钟，看中冷器有无渗漏水处。如有应对其进行拆检，焊修(同修水箱一样)；如没有渗漏水，前后晃动，反复数次，将洗液倒出，再充入干净的含 2% 纯碱的水溶液进行冲洗，直到较为清洁为止，再加注清洁的热水(80—90℃)清洗，直到放出的水清洁为止。如中冷器外部沾上油污，亦可用碱水进行清洗，方法是：将油污处浸泡于碱液中，用毛刷清除，直到干净为止。清洗完后，用压缩空气将中冷器内的水吹干或自然凉干或在安装中冷器时先不接中冷器与发动机连接管，起动发动机，待中冷器出气口无水分时，再接上发动机进气管。若发现中冷器芯内严重脏污，应仔细检查空滤器及进气各管路何处有漏洞，并排除故障。

涡轮增压器最大的问题就在于吸取新鲜空气的进气口与高温的排气之间距离很近，而且吸进来的新鲜空气被压缩后温度也会升高很多，所以就算是没有排气高温影响的机械增压发动机也需要通过中冷器来冷却进气。空气被压缩温度会升高，最简单的例子就是给轮胎充气的气泵，不相信的朋友可以摸一下正在充气的气泵，就会知道空气压缩积攒的热量有多么可怕。另外我们通过化学以及物理知识可以知道，温度越低的空气内的氧气含量越高，也许有人会问：这个有什么关系？要知道，燃料燃烧需要的就是空气里的氧气，氧气越多才能让更多的燃料燃烧，从而爆发出更多的动力。想要了解更多的朋友可以参考下《吸气系统》内的相关介绍。中冷器就是一个高效的散热器，主要作用就是在新鲜空气进入发动机之前对其进行冷却。你可以设想一下，中冷器位于散热水箱之前，所以可以直接受到迎面吹来的冷空气的冲击，而且还要位于空气滤清器、涡轮增压器或者是机械增压器的后面。实际的情况也确实是这样，大部分车子装备的都是位于散热水箱前的中冷器，而且冷却效果确实比一些顶置布局的中冷器好，但是，这样多多少少都会影响吹到散热水箱的气流，所以在一些极限情况下，例如赛道上，就必须同时升级散热水箱来控制发动机温度。

工作原理

使用设计良好的中冷器可以额外多获得 5%-10% 的动力。

也有一些车子使用顶置中冷器，通过发动机盖上的开孔来获得冷却空气，所以在车子起步之前，中冷器只会受到一些从发动机舱吹来的热风的吹拂，虽然散热效率受到了影响，不过因为进气温度在这样的情况下会升高，所以发动机的油耗会下降不少，这样也间接降低了发动机的工作效率，但是对于功率强劲的增压车来说，过大的动力导致的起步不稳反而会在这种情况下缓解，Subaru 斯巴鲁的 Impreza 车系就是顶置中冷器的典型。除此之外，顶置中冷器布局最大的优势还在于可以有效的缩短压缩气体到达发动机的行程。

顶置中冷并不是 STI 的专利

所有的涡轮增压车使用中冷器都会有好处，而且原厂标配的中冷器一般也都有改进的余地。因为我们追求的就是尽可能多的将空气吸进发动机，所以如果中冷器内部的构造会影响到气流的话，也就意味着发动机会损失一些动力。中冷器好坏最关键的两个参数分别是其内部的气流通道造型以及散热鳍片的设计，理想状态下的中冷器设计就是散热鳍片的面积能够尽可能的大，而气流通道内最好不出现生硬的折曲以及会妨碍气流的焊接痕迹。有人认为既然所有的中冷器都会影响到进气气流，那么使用中冷器到底划不划算呢？考虑到如果装备上一个设计良好、对气流影响比较小而且质量良好的中冷器可以获得的动力增加，我们觉得使用中冷器还是比较划算的。设想一下，如果原车的增压值为 15psi，根据资深专家估计，中冷器带来的压力损失一般也就是 0.5-0.9psi，即便使用的是比较次的中冷器带来的压力损失也不会超过 1.3psi，而且因为增加压力会导致进气温度的升高，所以降低进气的温度也会相应带来压力的损失，所以不要把进气压力的损失都怪罪到中冷器的设计上。

对于高性能车来说，重量是一个很重要的问题，而现在的情况是大部分改装用中冷器相对于原厂配备的中冷器来说都会轻一些，而且性能还会好不少。一般来说，中冷器越大的话，其内部的气流损失越小而且冷却效率也越高，因为气流停留在中冷器内部的时间越长，受到的冷却越好。更为夸张的做法就是安装一个喷嘴向中冷器喷水，水在中冷器上蒸发可以吸收很多压缩气流的热量，所以降低进气温度的效果非常好。一般的中冷器在正常的情况下可以降低进气温度 35-40 摄氏度，从而可以帮助发动机获得 5%-10% 的动力增幅，不过这并不是绝对的，而是与周围的大气温度息息相关-----大气温度比进气温度低的越多，那么中冷器的冷却效果就会越好。

如何选择中冷器

对于许多车迷而言，前保杆内的中冷器是心中梦寐以求的改装部品，也是不可或缺的性能象征，就如同泄压阀的声音一般。然而外表看似相同的各式中冷器，其中有何学问在呢？若想升级或安装又有哪些事项需注意呢？上述这些问题将在本单元中一一为各位解答，有兴趣的读者不妨继续看下去！为何需加装中冷器

在正式进入本单元前，笔者还是先说明一下安装中冷器的原理为何。中冷器的安装目的，主要是为降低进气温度，或许读者会问：为何需要降低进气温度？这就得提到涡轮增压的原理。涡轮增压的工作原理，简单说是利用引擎排废气来冲击排气叶片，然后带动另一侧进气叶片，强制压缩空气并送往燃烧室中，由于排废气的温度通常都高达 8、9 百度，连带使涡轮本体同样处于极高温的状态，如此便会提高流过进气涡轮端空气的温度，加上压缩过的空气同样也会产生热度(因为压缩过的空气分子距离变小，会相互挤压、磨擦产生热能现象)，如果这股高温气体未经冷却就进入汽缸中，很容易导致引擎燃烧温度过高，接着就会使汽油预燃发生爆震，让引擎温度更加上升，同时压缩空气的体积也会因热膨胀而大幅降低含氧量，如此一来便会降低增压效益，自然无法产生该有的动力输出。另外，高温也是引擎的隐形杀手，若不设法降低运转温度，一旦

遇到天气较热的环境，或是长时间操驾的情况下，很容易增加引擎故障机率，因此才需加装中冷器来降低进气温度。知道中冷器的功能后，接着我们来探讨它的构造及散热原理为何。

请读者们先看图一，这张类似千层糕的东西，就是中冷器的剖面图，由此图中我们可看出中冷器主要是由两个部分所组成。第一部分名称为 **Tube**，也就是图中第一层，其功能在于提供一个信道，容纳压缩空气使之流过，因此 **Tube** 必须是密闭空间，如此压缩空气才不至于发生泄漏压力的问题，且 **Tube** 的外形还分成四方形、椭圆形与长锥形三种，其差别在于风阻与冷却效率间的取舍。第二部分名称为 **Fin**，也就是俗称的鳍片，通常位于上下两层 **Tube** 间，并紧密的与 **Tube** 相黏在一起，其功能在于散热，因为当压缩热空气流经 **Tube** 时，会将热量经由 **Tube** 的外壁传达到鳍片上，此时若有外界温度较低的空气流经鳍片时，就能顺便将热量带走，达到冷却进气温度的目的。经由上述两部分不断重叠一起，直到 10~20 层的结构物，则称为 **Core**，这部分就是所谓的中冷器主体。另外，为了使来自涡轮的压缩气体在进入 **Core** 前，能有缓冲及蓄压的空间，及出 **Core** 后能提升空气流速，通常都会在 **Core** 两侧，再装上名为 **Tank** 的零件，其外型像漏斗状一般，其上还会设置圆形进出口，以方便连接硅胶管，而中冷器就是经由上述四个部分所组成。至于中冷器散热的原理就如同刚才提到的一般，是利用众多的横向 **Tube** 分割压缩空气，然后来自车头的外界直向冷风，再经过与 **Tube** 相连的散热鳍片，就可达到冷却压缩空气的目的，使进气温度较为接近外界温度，因此若要增加中冷器的散热效率，只要加大其面积及厚度，以增加 **Tube** 数量、长度和散热鳍片等，就可达到此目的。但有这么容易吗？其实不然，因为愈长、面积愈大中冷器，就愈容易产生进气压力耗损的问题，而这也是本单元主要探讨的问题之一。为何会产生压力损失

虽然大容量中冷器，因热交换时间延长有更好的冷却效能，但却会发生空气流速变慢及压力损失的问题，且进一步使涡轮迟滞现象更为严重，为什么？这要从两个方面谈起。相信曾经自己洗过车的读者都知道，要让水管里的水柱喷的较远、较快，只需挤压水管头就可达成，为什么会这样？那是因为在水压不变的情况下，单位时间的流量不会因管径大小而改变，因此为达到这目的，只要缩小管径，流速自然变快，相反的一增加管径、流速就会变慢，而这情况也发生在整个进气管路里。因为当空气由原先容纳空间较小的进气管路中，流经空间较大的中冷器时，就会产生流速变慢的现象，且此问题对于小出风量涡轮增压搭配大型中冷器时尤其严重，如此一来将使涡轮迟滞现象更为严重。

另外，当空气由进气管路进入中冷器的 **Tube** 时，会因管径粗变细的分流转换，产生流速阻力，造成一定程度的压力损失，再加上许多中冷器为增加冷却效率，都会在 **Tube** 里设置鳍片(**Tube** 不一定是中空的)，这样也会产生气流阻力，两者相加，涡轮迟滞问题相对会更加明显。值得一提的，上述提到的压力损失，指的并非是增压值的减少，因为进气管路是密闭的，所以排气泄压阀的泄压动作，一定需达到车主设定的增压值才会进行，因此恒压值是不会降低，只不过会延长到达的时间(因为部分压力被消耗掉)及影响增压反应，而这也是压力损失造成的最大影响。既然加装中冷器会使涡轮迟滞更加明显，可是又不能不装，

因此如何兼顾冷却效率及压力维持，则成了改装中冷器的首要课题。改装中冷器的两难

一个强调性能化的中冷器，除要有良好的散热能力外，压力损失的减低亦必须考量进去，不过抑制压损与提升冷却效率，在技巧上是完全相反的，譬如一个体积大小相同的中冷器，倘若完全以散热为出发点来设计，里面的 **Tube** 就需做得更细且增加鳍片数量，如此就会增加空气阻力；但如果就维持压力层面来着手，又得加粗 **Tube** 及减少鳍片，相形之下热交换的效能便较差，所以中冷器的改装绝不如我们想象中的简单。因此要兼顾冷却效率与维持压力的方法，大部分会从 **Tube** 与鳍片两部分来着手。首先是 **Tube** 部分，其中又分成两种方式，第一：使用管径较粗但管壁极薄的式样，以粗管径来增加空气流通的顺畅度，并利用管壁薄的特点提高散热性。第二：在管径较粗的 **Tube** 里，额外设置鳍片在里头的方式，来增加热空气接触金属片面积，以提高热传达量，自然散热效率也就能增加，不过此种设计大多使用在竞技车或是高增压车辆的中冷器里，如此才不至于产生太大的迟滞现象。

接下来是鳍片部分，一般型中冷器的鳍片，就如同图二一般，其形状通常为直条状无任何开口，且中冷器的宽度多长，鳍片就有多长，不过既然鳍片在整个中冷器里，扮演散热功能的主要角色，因此只要增加其接触冷空气的面积，就能提高热交换功率，因此许多中冷器的鳍片，后来都改用图三中，各种形式的设计，其中又以波浪状或是俗称百叶窗设计的鳍片最为流行。不过就散热效率来说，还是以图四中所谓交迭散热鳍片为最佳，但产生的风阻力量也最为明显，因此较常见于[日本](#) D1 参赛车上，因为这些比赛车辆的速度都不快，可是却需良好的散热效果，来保护游走于高转速的引擎。进行中冷器改装

以涡轮容量而定

谈完中冷器的各项改装理论后，接着我们来了解一下，实际改装时需注意的事项有哪些。一般来说，改装用的中冷器大多分成原厂交换型式，以及需要大幅改变管路配置的大容量套件。直接交换式的规格和原厂相差不多，差异仅在于内部 **Tube** 与鳍片设计不同与厚度稍微加宽，此套件适合原厂未改的车辆，或改装幅度不大的场合，能将原厂引擎潜力激发出来。至于大容量的中冷器，则除了加大迎风面积强化散热性以外，更会提高厚度以确保温度恒定，以濠阳生产的中冷器为例，一般型约在 5.5 至 7.5 公分左右(适合 1.6~2.0 升车辆使用)，加强型约在 8 至 10.5 公分左右(适合 2.5 升以上车辆使用)，加上还会运用大漏斗状的蓄气 **Tank**，使气流通过的抵抗能减至最小限度，当然使用加强型中冷器的场合，出现在配置中大型涡轮时才较为适用，例如 6 号涡轮以下的引擎，就不建议使用，因为这样迟滞的状况会较为严重，不利于低速增压反应，不过在 NA 改 Turbo 的车辆里，中冷器还是大一点较好，因为原厂设计的冷却效率可能不够，另外就算是低增压设定亦不可省去中冷器，毕竟较低的进气温度，不但能延长引擎耐用度，对于动力输出的稳定也有助益。

另一方面，中冷器除利用空气散热外，还有利用水冷式样，丰田铭机 3S-GTE 就是一个例子，它的优点主要就是其 Cooler 本体刚好位于节气门前，因此进气

管路极短有着高反应的特色，加上水本身的恒温性非常高，对进气温度的恒定性也有很大帮助，尤其是车头无撞风效应时更加明显，如塞车。不过，由于它需要另接专用水泵浦及水箱散热排，而且降温幅度不如直接空气冷却来得大，因此目前还是以空冷式中冷器为主流。进气管路的配置

以直线化为首要

至于中冷器的安装位置，大体上分成前置式与上置式两种，就散热性来看当然是位在前保杆内的前置式较为优秀，不过论及反应性的话，则属上置式较占便宜，这便是其管路短带来的增压直接效果，例如 **Impreza WRC** 为缩短前置中冷器的管路，便将节气门反置来降低因管路过长带来的压力耗损，由此不难想见进气管路的整体搭配，亦是改装中冷器时不得不注意的重点。因此在升级或加装中冷器时，除要注意中冷器的大小外，管路的长度尽量减短，并拉成直线化以减少弯角、焊接点等，都是增加空气流速的方法，因为如果有太多焊点与折角的话，气流的顺畅性一定会不佳而发生压损现象。

其次就像前面所谈的中冷器原理，中冷器的 **Tube** 过细易增加抵抗影响反应，并且管壁里的温度会较高，同理稍微加粗进气管径也是不错的方法，至于这个管径大小的匹配，主要还是要看涡轮出风口与节气门口径而定。值得一提的是，中冷器前后的进出口管路直径，应该是出口后的管径比入口前粗 10% 左右，原因在于较大的出口管径，能让出 **Core** 的冷却空气，以较快的速度通过中冷器，对于流速的增加，能产生正面的帮助。再来关于中冷器的材质部分，通常都是使用铝合金材质制成，不但富质感增加美观程度，还可因铝质的高热传导性增加散热效果，另外轻量化的优点，也是选择铝合金材质的主要原因之一。至于金属管之间的橡胶连接管，建议大家尽可能采用三或五层包覆的硅橡胶制品，这种硅胶管的延展性极佳、耐高温、高压又不会硬化，所以小至真空管、中至水管、大至整个进气管路都是非常不错的原厂代用品，相当适合运用在高热的涡轮引擎上，再加上宽型对夹不锈钢束环的固定，可避免爆管或漏气的问题产生，且有别于原厂的黑色，对于提升车辆战斗气息，有相当大的帮助，如此才可使车主放心驾驭爱车。

上置还是前置好

相信许多 **Impreza** 车主在升级涡轮时，都产生不知沿用原厂上置设计的加大型中冷器好，还是直接改用前置式较佳呢？要解决此问题就要需以升级的涡轮号数来决定。由于水平对卧引擎排气头段，相较于直式引擎而言显得较长，连带使得低速增压反应较为迟缓，因此原厂才会设计上置式中冷器来减轻涡轮迟滞问题，倘若升级的涡轮号数不超过六号、排气量未到 2.2 升以上时，笔者不建议改用前置式中冷器，因为加长的管路及加大的中冷器会使迟滞问题更加严重，不过当你达到上述条件时，倒是可以考虑改用前置式中冷气，一方面是因为上置式中冷器冷却效率已不敷使用，另一方面则是因为大型涡轮空气供给量较多、流速较快，对于加长管路带来的影响可减到最小，因此才较适合使用前置式中冷器。