

Générateurs d'hydrogène pour voitures : une solution plus propre pour les moteurs

L'hydrogène est de plus en plus utilisé dans les moteurs, principalement dans les moteurs à combustion interne à hydrogène pur et Kit voiture HHO'. Les deux méthodes offrent un rendement de combustion plus élevé et des émissions plus faibles par rapport aux moteurs à essence et diesel traditionnels.

Shelef et coll. [1] ont mené des études expérimentales sur l'hydrogène pur, l'essence et les moteurs électriques, révélant que les moteurs à combustion interne à hydrogène pur ont le rendement énergétique le plus élevé. L'utilisation de l'hydrogène comme carburant pour les moteurs à combustion interne améliore efficacement leur économie et leurs émissions sans nécessiter de modifications importantes de la structure du moteur. En conséquence, la combustion interne de l'hydrogène est considérée comme une méthode simple et réalisable pour améliorer la puissance du moteur et une approche pratique pour les économies d'énergie et la réduction des émissions.

Défis liés à l'énergie hydrogène dans les moteurs à combustion interne

Même si l'énergie hydrogène présente un grand potentiel dans les moteurs à combustion interne, il existe des défis liés à la production et au stockage de l'hydrogène. L'infrastructure incomplète des stations d'hydrogène rend le ravitaillement difficile et le stockage de grandes quantités d'hydrogène à haute pression présente de sérieux risques pour la sécurité. Par conséquent, les moteurs à combustion interne à hydrogène pur ne constituent pas encore une solution pratique pour une utilisation généralisée dans les véhicules.

kit voiture générateur d'hydrogène, d'autre part, mélanger l'hydrogène et l'oxygène avec de l'essence pour alimenter le moteur. Le système de production d'hydrogène peut générer de l'hydrogène en temps réel, éliminant ainsi le besoin d'un stockage étendu. Par ailleurs, les modifications du moteur sont minimales, car la combustion hydrogène-oxygène ne nécessite qu'un tuyau d'admission d'hydrogène supplémentaire pour l'admission d'air du moteur. Cela fait du kit de voiture hho une option plus viable pour les véhicules à l'heure actuelle.

Comparaison de l'hydrogène et des combustibles fossiles conventionnels

L'hydrogène, source d'énergie verte renouvelable, possède quatre fois la diffusivité et cinq fois la vitesse de propagation de la flamme de l'essence (tableau 1-1). Ces caractéristiques font de l'hydrogène un carburant de remplacement idéal pour les moteurs à combustion interne à allumage commandé [2-4]. Contrairement à d'autres carburants alternatifs, l'hydrogène ne contient aucun atome de carbone, ce qui n'entraîne aucune émission d'hydrocarbures, de monoxyde de carbone ou de dioxyde de carbone lors de la combustion. De plus, une combustion stable réduit les émissions de NOx.

La diffusivité élevée de l'hydrogène permet un mélange de carburant plus uniforme dans le moteur à combustion interne, favorisant une combustion rapide et complète du carburant. En conséquence, les moteurs à combustion interne utilisant de l'hydrogène atteignent une durée de combustion plus courte que les moteurs traditionnels à essence et diesel, améliorant finalement le rendement thermique.

En conclusion, le kit voiture générateur d'hydrogène présente une alternative prometteuse aux moteurs traditionnels. Ils offrent une économie de carburant améliorée, des émissions réduites et une solution plus propre pour les transports. Toutefois, des recherches et des développements d'infrastructures plus poussés sont nécessaires pour faire de l'hydrogène une source d'énergie largement adoptée pour les véhicules.

Carburant	Hydrogène	Essence	Diesel	Gaz Naturel
Rapport air-carburant	34.3	14.6	14.5	17.1
Énergie minimale d'allumage (mJ)	0,02	0,24	-	0,28

Température d'auto-inflammation (K)	858	530	493	632.2
Vitesse de propagation de la flamme (cm/s)	237	41,5	30	37.3
Limite de concentration de combustion (Air vol%)	4.1-75	1,5-7,6	0,7-5	5.1-15
Valeur nette de la chaleur (MJ/kg)	120	44	42.7	32.5

Installation et tests du kit de voiture HHO

1.Kit de voiture HHO

Le générateur d'hydrogène PEM fonctionne à une tension de travail de 5 V. Un transformateur convertit la tension 12 V de la batterie de la voiture en une sortie 5 V, qui alimente le générateur d'hydrogène PEM pour électrolyser l'eau pure, produisant de l'hydrogène et de l'oxygène. Une bouteille de séparation eau-gaz filtre l'eau avant de réintroduire le mélange hydrogène et oxygène dans le moteur, où il se combine avec l'air et l'essence pour la combustion.



2.Voiture d'essai

Le véhicule d'essai est équipé d'un moteur quatre cylindres turbocompressé de 2,0 L produit par GAC Group. Les paramètres spécifiques du moteur d'origine se trouvent dans le paramètre du moteur du tableau.



Détail	Valeur
Déplacement (ml)	1991
Méthode d'admission	Turbocompresseur
Disposition de cylindres	En ligne
Nombre de cylindres	4
Puissance (kw)	185
Horespower (ps)	252
Alimentation	Injection directe

3. Instruments d'essai

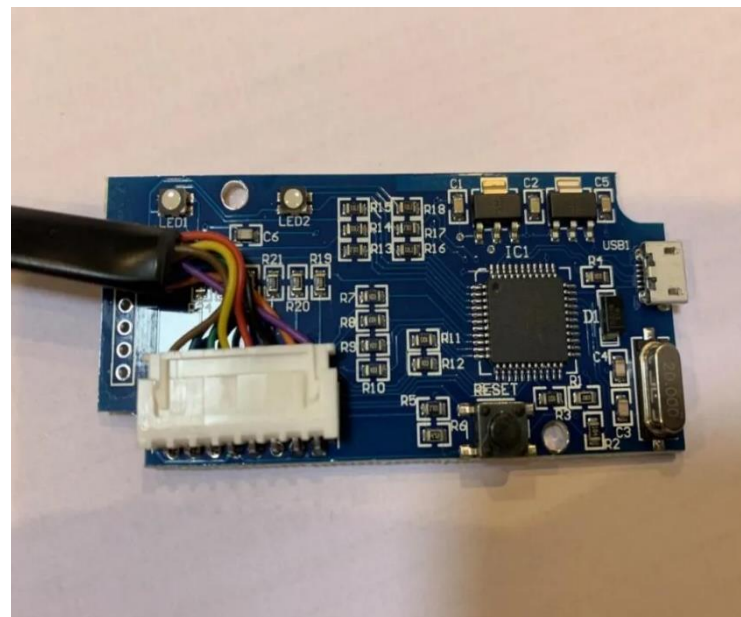
Ordinateur de diagnostic de véhicule

L'ordinateur de diagnostic du véhicule surveille les valeurs en temps réel de divers paramètres du moteur, notamment l'angle d'avance à l'allumage, la largeur de l'impulsion d'injection de carburant et l'ouverture du papillon.



Contrôle de l'angle d'allumage IC

L'angle d'avance à l'allumage affecte considérablement les performances du moteur d'allumage, et des angles d'allumage inappropriés peuvent avoir un impact négatif sur les performances du moteur. Dans cet essai, l'angle d'allumage est réglé par un système de commande informatique après mélange d'hydrogène. L'étude examine l'effet de l'angle d'avance à l'allumage sur les performances d'un moteur équipé d'un kit voiture HHO. L'ordinateur ajuste manuellement l'angle d'avance à l'allumage du moteur dans une plage de sécurité en fonction des signaux pertinents des paramètres du moteur et du véhicule, ainsi que de la teneur en hydrogène et en oxygène.



Dynamomètre de puissance

Le dynamomètre de puissance mesure la puissance et le couple de l'ensemble du véhicule, avec une puissance d'essai maximale de 400 kilowatts. L'objectif premier est de déterminer l'influence du kit voiture hydrogène sur les performances dynamiques du véhicule.



Analyseur d'émissions automobiles

L'analyseur portable de gaz d'échappement peut être placé dans le véhicule pour tester les performances d'émission du moteur en déplacement. Le modèle de produit est SV-5QC.

Pour HC, la plage de mesure est de $(0-9999) * 10^{-6}$, avec une erreur de $\pm 5 \%$;

pour le CO, la plage de mesure est $(0-16) * 10^{-2}$, avec une erreur de $\pm 5 \%$;

pour le CO₂, la plage de mesure est de $(0-18) * 10^{-2}$, avec une erreur de $\pm 4 \%$;

pour O₂, la plage de mesure est $(0-25) * 10^{-2}$, avec une erreur de $\pm 5 \%$;

pour le NO, la plage de mesure est $(0-4000) * 10^{-6}$, avec une erreur de $\pm 4 \%$



Recherche sur les performances du moteur à essence HHO dans des conditions fixes

Nous avons mené une étude étape par étape sur un moteur à essence équipé d'un générateur d'hydrogène PEM et d'un véhicule complet. Nous avons choisi deux conditions représentatives de vitesse fixe et deux pressions d'admission absolues pour les tests : 1 500 tr/min pour représenter les conditions routières urbaines à basse vitesse et 2 000 tr/min pour les conditions suburbaines et à grande vitesse. Pour la pression absolue du collecteur d'admission (MAP), nous avons sélectionné 45 kPa et 70 kPa pour représenter respectivement les conditions de charge moyenne-basse et moyenne-haute. Nous avons testé quatre conditions différentes en associant les conditions à deux vitesses aux deux conditions de charge.

Au cours de l'expérience, nous avons stabilisé le régime moteur et le MAP dans les quatre conditions de fonctionnement. Nous avons utilisé le générateur d'hydrogène PEM pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène, qui ont ensuite été introduits dans le moteur pour la combustion. Nous avons maintenu l'angle de soumission de l'allumage du véhicule d'origine à des fins de comparabilité. Nous avons arrêté d'augmenter les niveaux d'hydrogène et d'oxygène gazeux si un cognement du moteur se produisait pour protéger le moteur. Nous avons sélectionné six débits différents pour le taux de production d'hydrogène et d'oxygène du générateur d'hydrogène à échange de protons à 45 kPa MAP et quatre débits à 70 kPa MAP. Nous avons assuré la stabilité des paramètres pendant l'essai et enregistré l'indice de puissance du moteur à partir du dynamomètre de puissance.

Engine speed rpm	MAP kPa	HHO Rate ml/min	Engine speed rpm	MAP kPa	HHO Rate ml/min
1500	45	0	2000	45	0
		150			150
		300			300
		450			450
		600			600
		750			750
1500	70	0	2000	70	0
		150			150
		300			300
		450			450
		600			600
		750			750

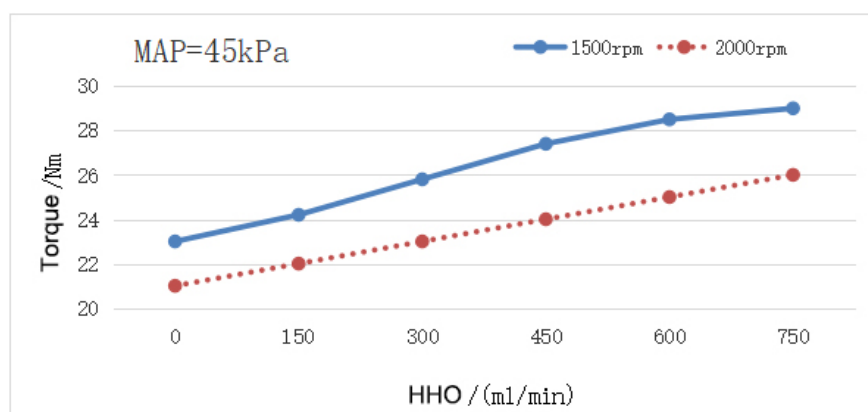
Résultats des tests

Effet de l'augmentation du HHO sur la puissance des moteurs à essence

Le couple de sortie est un indicateur important des performances de puissance du moteur. Dans des conditions de charge moyenne et faible, l'augmentation de la teneur en hydrogène et en oxygène améliore le couple, avec des améliorations plus significatives à des concentrations d'hydrogène et d'oxygène plus faibles.

L'augmentation du HHO augmente le pouvoir calorifique du mélange, ce qui améliore la puissance et le couple de sortie du moteur.

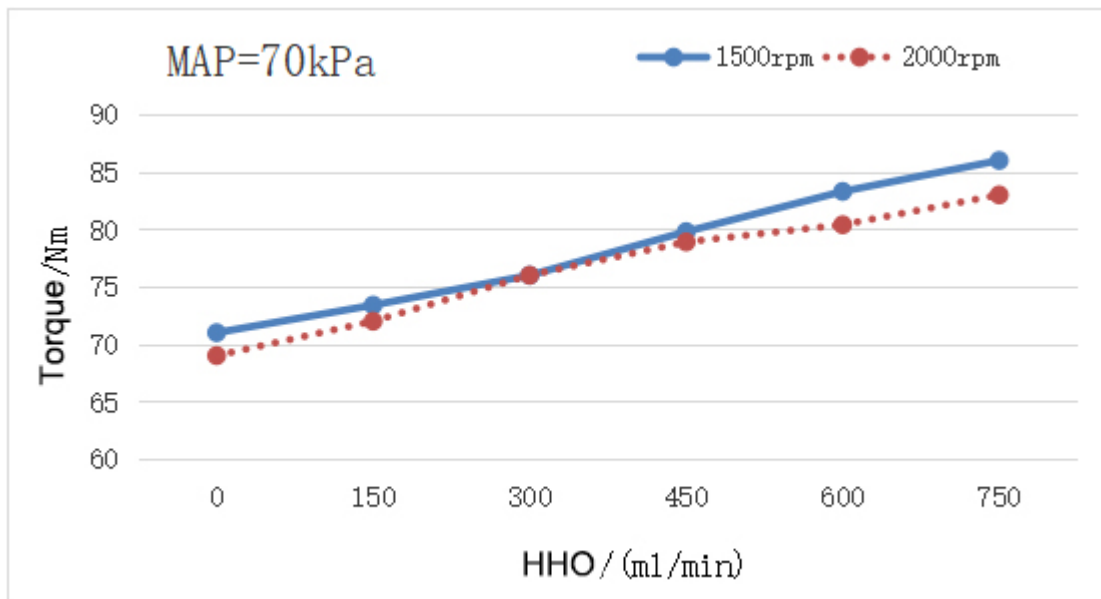
Dans des conditions de charge moyenne et élevée, l'augmentation du HHO favorise la croissance du couple. À 1500 RPM, l'augmentation de HHO pousse le couple de 71 Nm à 86 Nm, soit une augmentation de 21 %. À 2 000 tr/min, le couple passe de 69 Nm à 83 Nm, soit une augmentation de 20 %. L'augmentation du HHO améliore considérablement le rendement thermique du moteur, ce qui se traduit par une augmentation du couple.



Recherche sur le couple de sortie du kit de voiture HHO

Le couple de sortie d'un véhicule est le reflet le plus direct de l'effet de la méthode de combustion hydrogène-oxygène sur le moteur. L'objectif de Hydro-Ecotech est de concevoir et de fabriquer un système de kit de voiture HHO pour les véhicules généraux. Les propriétaires de véhicules sont les plus préoccupés par l'effet direct du système sur les performances de puissance.

Dans ce test, nous avons comparé la puissance de sortie de la voiture d'origine avec la puissance de sortie après l'installation du système de kit de voiture HHO. La voiture d'origine avait une puissance de 89 chevaux à 2 640 tr/min dans des conditions d'accélération rapide. Après avoir installé le kit de voiture HHO, le moteur avait une puissance de 82 chevaux à 2 300 tr/min, ce qui entraînait une accélération plus rapide du véhicule que la voiture d'origine. À 2640 tr/min, le couple de sortie du moteur de la voiture d'origine était de 238 Nm et la puissance était de 89 ch. Après l'installation du kit de voiture HHO, le couple de sortie du moteur a augmenté à 293 Nm, et la puissance de sortie a augmenté à 110 ch à la même vitesse, soit une amélioration de 23 % par rapport à la voiture d'origine.

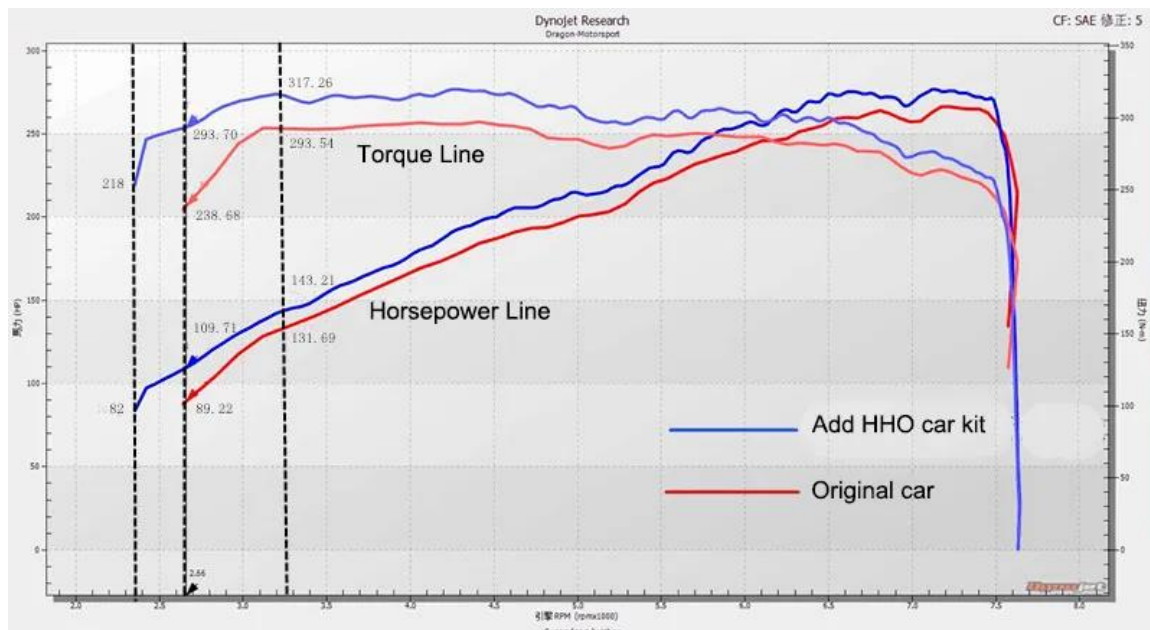


Recherche sur le couple de sortie du kit de voiture HHO

Le couple de sortie du véhicule est le reflet le plus direct de l'effet de la méthode de combustion hydrogène-oxygène sur le moteur. L'objectif de Hydro-Ecotech est de concevoir et de fabriquer un système de kit automobile HHO pour véhicules sociaux. Le conducteur est naturellement plus préoccupé par l'effet le plus direct du système sur le véhicule, et la performance de puissance est ce que le propriétaire veut vraiment. Dans ce test, la puissance de sortie de la voiture d'origine et la puissance de sortie de l'ensemble du véhicule après le système de kit voiture HHO ont été respectivement testées. L'image montre que la voiture d'origine n'a qu'une puissance de 89 chevaux à 2

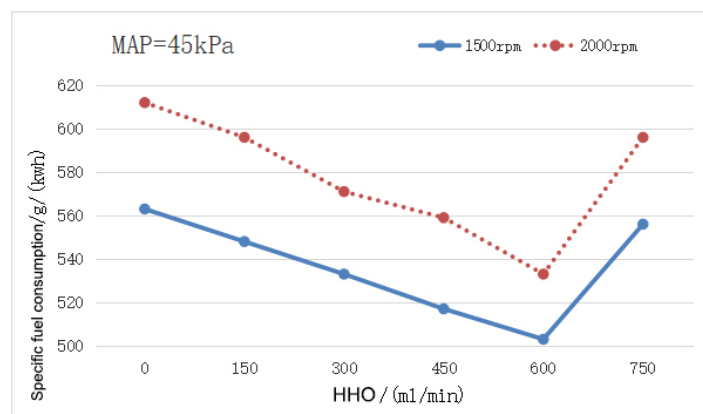
640 tr/min dans des conditions d'accélération rapide ; une fois le kit automobile HHO équipé, le moteur commence à avoir une puissance de 82 chevaux à 2 300 tr/min et le véhicule démarre plus vite que la voiture d'origine. Lorsque le régime moteur de la voiture d'origine était de 2 640 tr/min, le couple de sortie était de 238 Nm et la puissance de 89 ch ; après l'installation du kit automobile HHO, le couple de sortie du moteur a été augmenté à 293 Nm et la puissance de sortie a été augmentée à 110 ch à la même vitesse, ce qui était plus élevé que la voiture d'origine. 23%.

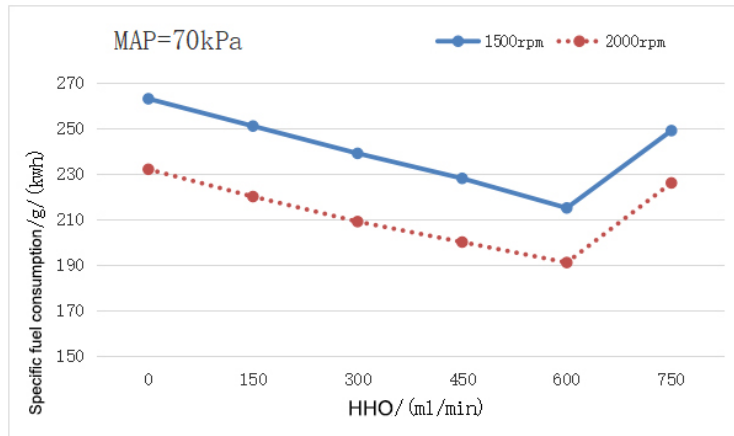
<https://youtu.be/JkdPIK5jDXo>



Test d'efficacité énergétique HHO

Un autre aspect essentiel des performances du moteur est le rendement énergétique. Nous avons analysé l'impact du kit voiture HHO sur la consommation de carburant dans les différentes conditions testées. Les résultats ont indiqué qu'avec l'augmentation de la teneur en hydrogène et en oxygène, le taux de consommation de carburant s'est amélioré. Cette amélioration peut être attribuée à une combustion plus efficace et plus complète du combustible, conduisant à un rendement thermique plus élevé.





Impact du HHO sur l'efficacité énergétique

Dans des conditions de charge moyenne-basse, le taux de consommation de carburant s'est amélioré jusqu'à 15 %. Dans des conditions de charge moyenne-élevée, la consommation de carburant s'est améliorée jusqu'à 18 %. Ces résultats démontrent que le kit voiture HHO améliore non seulement la puissance du moteur mais contribue également aux économies de carburant, ce qui en fait une solution intéressante pour les propriétaires de véhicules.

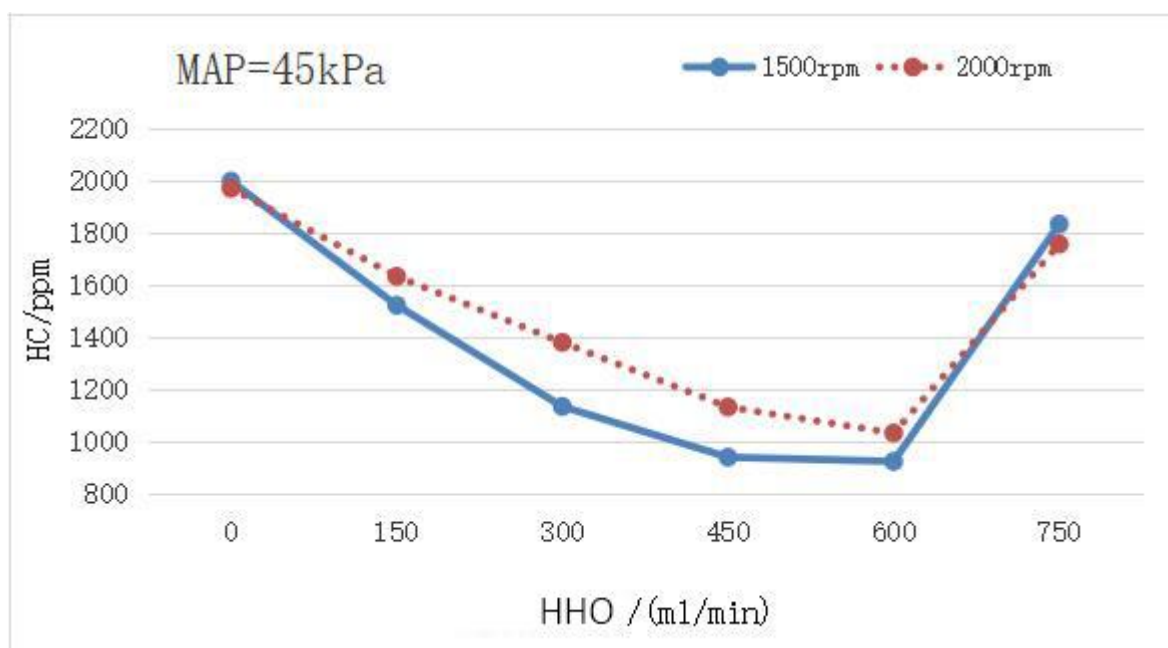
Analyse des raisons de ce phénomène : Avec l'augmentation du HHO, l'hydrogène et l'oxygène sont soigneusement mélangés et brûlés avec le carburant, et l'efficacité de la combustion du carburant est améliorée en utilisant les caractéristiques de propagation rapide de la flamme de l'hydrogène et de combustion de l'hydrogène ; lorsque la quantité d'hydrogène et d'oxygène produite par le kit automobile HHO atteint 600 ml/min La puissance restante fournie par le générateur de voiture au kit de voiture HHO a atteint la limite supérieure. Si la production d'hydrogène continue d'augmenter, le moteur doit brûler plus d'essence pour fournir de l'énergie au générateur, et la consommation de carburant augmentera également. De plus, lorsque la quantité d'hydrogène et d'oxygène produite augmente, la combustion dans le cylindre du moteur se fait dans un environnement riche en oxygène. Lorsque le capteur d'oxygène du collecteur d'échappement du moteur détecte que la concentration d'oxygène dépasse la norme, la quantité d'injection de carburant au cours du cycle suivant sera augmentée. La combinaison des deux raisons ci-dessus provoquera une consommation spécifique de carburant qui augmentera après que la production d'hydrogène ait atteint une certaine valeur. Le traditionnel générateur d'hydrogène alcalin ne réduit pas la consommation de carburant des automobiles dans les applications pratiques à cause de sa puissance élevée (12 v ; 10 A-20 A). Le Générateur d'hydrogène PEM convient mieux comme générateur d'hydrogène au kit de voiture HHO en raison de sa faible puissance (2 v-3,8 v ; 5 A-20 A) et de son rendement élevé de

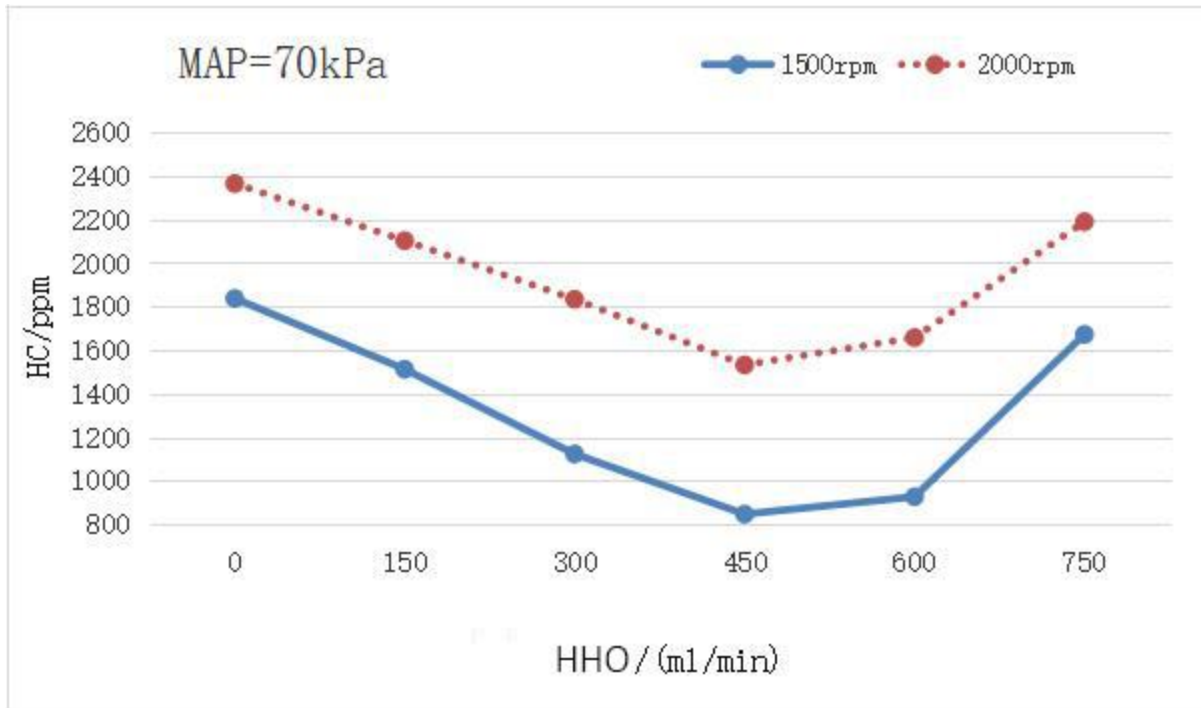
production d'hydrogène. Si vous êtes intéressé par l'expérience d'application de l'électrolyseur alcalin sur la voiture, veuillez laisser un message sous l'article.

L'influence de l'introduction du gaz HHO sur les émissions des moteurs à essence

1.Émissions de HC

Comme le montrent les figures 3 à 5 et 3 à 6 : dans des conditions de charge moyenne et faible, l'augmentation du volume d'hydrogène-oxygène d'admission améliore considérablement les émissions de HC. À une vitesse de 1500 tr/min et MAP de 45 kPa, lorsque le volume d'admission hydrogène-oxygène passe de 0 à 450 ml/min, les émissions de HC diminuent de 1998 ppm à 937 ppm, soit une réduction de 53 % par rapport au moteur d'origine. À une vitesse de 2000 tr/min, MAP de 45 kPa, et la teneur en oxygène d'admission passant de 0 à 450 ml/min, les émissions de HC diminuent de 42 % par rapport au moteur d'origine, de 1970 ppm à 1130 ppm. À une vitesse de 1500 tr/min, MAP de 70 kPa, et le volume d'admission hydrogène-oxygène augmentant de 0 à 450 ml/min, les émissions de HC diminuent de 1873 ppm à 847 ppm, soit une réduction de 54 % par rapport au moteur d'origine. À une vitesse de 2000 tr/min, MAP de 70 kPa et le volume d'hydrogène-oxygène d'admission augmentant de 0 à 450 ml/min, les émissions de HC diminuent de 2 364 ppm à 1 532 ppm, soit une réduction de 35 % par rapport au moteur d'origine. Lorsque l'hydrogène et l'oxygène entrent dans le moteur, le moteur peut atteindre une combustion complète même dans un état de pulvérisation riche, et les émissions de HC diminueront en conséquence. Cependant, lorsque le volume de production d'hydrogène dépasse 600 ml/min, la consommation électrique de la machine de production d'hydrogène augmente, la charge du moteur augmente et provoquera également davantage d'injection de carburant, ce qui entraînera une tendance à la hausse des émissions de HC.



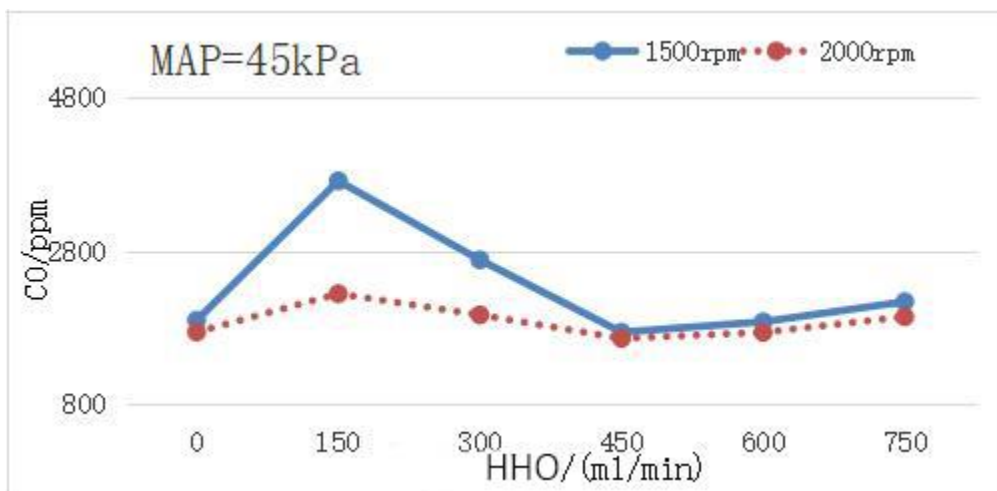


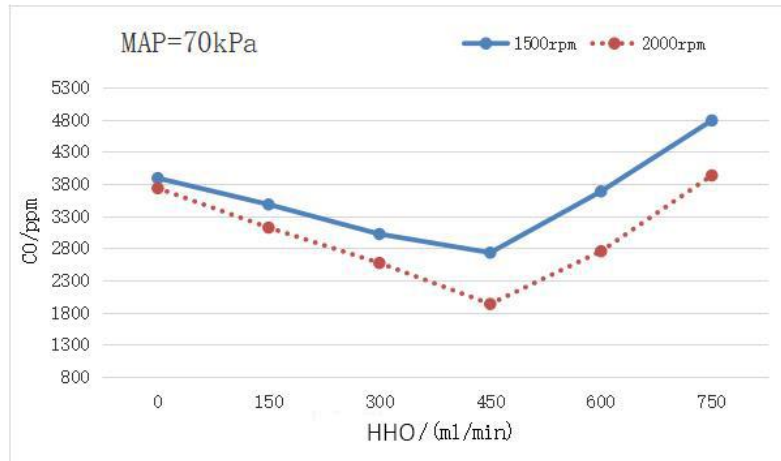
2.Émissions de CO

Comme le montre la figure 3-7 : dans des conditions de charge faible et moyenne, à mesure que la quantité d'hydrogène et d'oxygène augmente, les émissions de CO montrent une première augmentation suivie d'une baisse. Lorsque la vitesse de rotation est de 1 500 tr/min et que le MAP est de 45 kPa, les émissions de CO augmentent progressivement de 1 890 ppm à 3 712 ppm à mesure que la teneur en hydrogène et en oxygène augmente, et commencent à diminuer lorsque la teneur en hydrogène et en oxygène atteint 300 ml/min. Lorsque la vitesse de rotation est de 2 000 tr/min et que le MAP est de 45 kPa, les émissions de CO augmentent progressivement de 1 736 ppm à 2 237 ppm et commencent à diminuer lorsque la teneur en oxygène atteint 300 ml/min. Au début de l'hydrogène et de l'oxygène entrant dans le moteur, le carburant contenu dans le cylindre du moteur brûle rapidement, créant une zone pauvre. L'essence est susceptible de produire du CO lorsqu'elle est brûlée dans un environnement pauvre. À mesure que la quantité d'hydrogène et d'oxygène augmente, notamment avec l'augmentation de la teneur en oxygène, la zone pauvre est réduite ou éliminée, la combustion de l'essence devient normale et complète et les émissions de CO diminuent rapidement. D'après l'analyse des données expérimentales, les émissions de CO sont les plus faibles dans la plage de 300 ml/min à 600 ml/min d'apport d'hydrogène et d'oxygène, les plus faibles lorsque la production d'hydrogène et d'oxygène est de 450 ml/min.

Comme le montre la figure 3-8 : dans des conditions de charge moyenne et élevée, les émissions de CO sont exactement à l'opposé des conditions de charge faible et moyenne, à mesure que la teneur en hydrogène et en oxygène augmente, les émissions de CO montrent une baisse initiale suivie d'une augmentation. Lorsque la vitesse de rotation est de 1 500 tr/min et que le MAP est de 70 kPa, les émissions de CO diminuent de 3 890 ppm à 2 730 ppm, et à mesure que la teneur en hydrogène et en oxygène atteint 600 ml/min, les émissions de CO commencent à augmenter, avec l'augmentation continue de l'apport d'hydrogène et d'oxygène. Les émissions de CO augmentent à 4 788 ppm. Lorsque la vitesse de rotation est de 2 000 tr/min et que le MAP est de 70 kPa, les émissions de CO diminuent de 3 733 ppm à 1 932 ppm, et lorsque la concentration d'hydrogène et d'oxygène atteint 450 ml/min, les émissions de CO commencent à augmenter, et à mesure que la teneur en hydrogène et en oxygène augmente encore, les émissions de CO augmentent à 3 932 ppm.

Dans des conditions de charge moyenne et élevée, le moteur a une admission suffisante et il n'y aura pas de zones pauvres dans le cylindre pendant la combustion. Avec l'introduction de l'hydrogène et de l'oxygène pour faciliter la combustion, l'essence brûle complètement et les émissions de CO sont réduites. Cependant, à mesure que la production d'hydrogène et d'oxygène augmente, la consommation électrique du générateur d'hydrogène augmente et le moteur doit pulvériser davantage de carburant pour maintenir sa puissance de sortie. À ce stade, les émissions de CO rebondissent et commencent à augmenter.





Réduction des émissions avec kit voiture HHO

L'un des avantages significatifs de l'utilisation de l'hydrogène et de l'oxygène dans les moteurs à combustion interne est le potentiel de réduction des émissions. Pour évaluer l'impact du kit voiture HHO sur les émissions, nous avons mesuré les niveaux de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC) produits par le moteur dans diverses conditions.

1. Les émissions de HC diminuent d'abord, puis augmentent avec l'augmentation de la teneur en hydrogène et en oxygène, la valeur d'émission la plus faible étant celle de l'hydrogène et de l'oxygène étant de 600 ml/min. **Les émissions de HC peuvent être réduites de 30 %.**

2. Les émissions de CO augmentent d'abord, puis diminuent avec l'augmentation de la teneur en hydrogène et en oxygène dans des conditions de charge faible et moyenne, avec les émissions les plus faibles lorsque la teneur en hydrogène et en oxygène est de 450 ml/min ; dans des conditions de charge moyenne et élevée, les émissions de CO diminuent d'abord, puis augmentent, les émissions les plus faibles lorsque la teneur en hydrogène et en oxygène est de 450 ml/min. **Les émissions de CO peuvent être réduites de 25 %.**

Conclusions

Nos recherches sur les performances des moteurs à essence HHO dans des conditions fixes ont révélé plusieurs résultats clés :

1. L'ajout d'hydrogène et d'oxygène au moteur via le kit automobile HHO entraîne une augmentation du couple, ce qui entraîne une amélioration des performances énergétiques.
2. Le kit automobile HHO améliore l'efficacité énergétique, ce qui permet aux propriétaires de véhicules de réaliser des économies de carburant potentielles.

3. Le kit voiture HHO contribue à une réduction significative des émissions nocives, ce qui en fait une solution respectueuse de l'environnement pour les moteurs à combustion interne.

Ces résultats démontrent que le kit de voiture HHO peut être une solution efficace et pratique pour améliorer les performances du moteur, le rendement énergétique et la réduction des émissions dans les moteurs à essence. La poursuite de la recherche et du développement de cette technologie peut contribuer à ouvrir la voie à une adoption plus généralisée dans l'industrie automobile, contribuant ainsi à terme à des transports plus propres, plus efficaces et plus durables.