

Jiexun — A Hybrid Hero



Jiexun (杰勋) 新型マイルドハイブリッド車のハイブリッド制御機能開発
(ChangAn 社)



向上した低エミッション/低燃費：
Jiexun マイルドハイブリッド

ChangAn Automotive 社にお
ける HIL (Hardware-in-the-Loop)
テスト



ChangAn 社（長安汽車）は新型マイルドハイブリッドモデル Jiexun（杰勋）を 2008 年 12 月に量産ラインから出荷を開始しました。この Jiexun が搭載するハイブリッドコントローラの開発には多くの dSPACE ツールが活用されています。2008 年の北京オリンピック開催中に、ChangAn 社は発売に先駆けて Jiexun をタクシーおよびブレス用にフリートとして提供しましたが、そのハイブリッドコントローラ制御コードの約 80 % が dSPACE TargetLink によって生成されました。また、ChangAn 社はコントローラの開発とテストに dSPACE MicroAutoBox と dSPACE シミュレータも使用しました。

エミッションと燃費の低減

中国市場の低エミッション/低燃費乗用車へのニーズに応えるために、ChangAn 社は Jiexun（杰勋：英雄+輝かしい偉業；発音：jié xūn [dʒiɛ ɛyn]）ハイブリッドプロジェクトを、数社のパートナーとの密接な協力のもとに、2005 年後半に開始しました。マイルドハイブリッド方式を採用する Jiexun は、モーターによるパーキング運転（ガソリンエンジンはアイドル状態）、パワーアシスト、回生ブレーキなどの機能を備えます。フルハイブリッド車とは異なり、現在の Jiexun ハイブリッドはモーター単独による運転はできません。しかし単独運転能力を備えたモーターとガソリンエンジンの組み合わせによるフルハイブリッドバージョンが現在開発中であり、まもなく中国市場へ投入される予定です。現在のマイルドハイブリッド式 Jiexun は、平均燃費として 6.8 l/100 km または

34.6 mile/gallon（市街値と高速道路の複合）を達成し、Euro IV エミッション規制に適合します。中華人民共和国は自国のエミッション規制として Euro IV に準じた規制の適用を進めています。2008 年の北京オリンピック開催中に、Jiexun は「グリーン・オリンピック、ハイテク・オリンピック」という理念の実現に貢献しました。この期間中、ChangAn 社は発売に先駆けて約 25 台のマイルドハイブリッド Jiexun をタクシーおよびブレス用車両として提供しました。ChangAn 社は

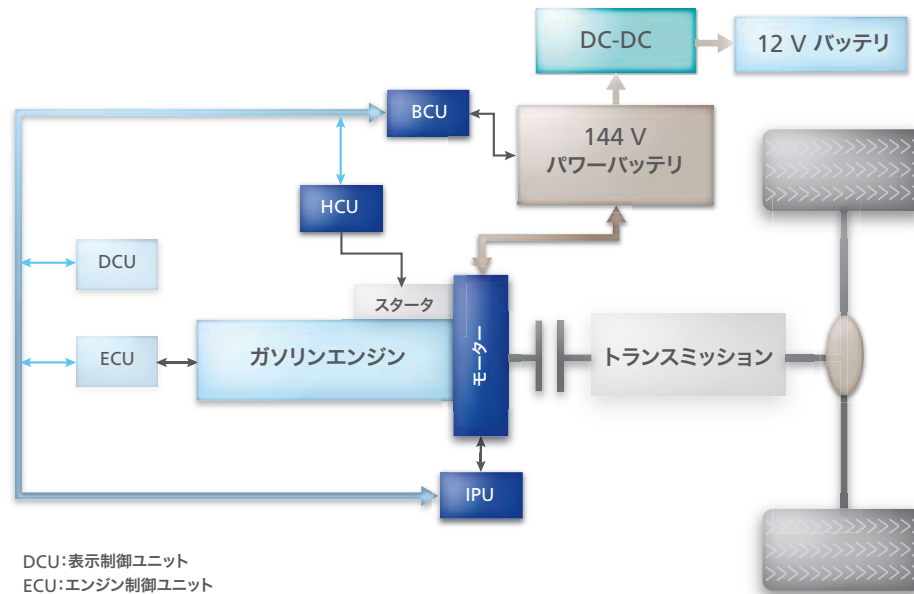
さらに 1,000 台のマイルドハイブリッド Jiexun を重慶市に提供しました。これは政府の呼びかける「10 都市 1000 台の新エネルギー車普及計画」に応じたもので、重慶市は全国に先駆けてこれに応えたこととなります。

制御ユニットの新開発

ChangAn 社の Jiexun 開発プロジェクトは 3 つの主要開発フェーズで構成され、各フェーズからは A、B、C の 3 つのサンプル車両（機能的サンプル車、性能的サ

「Jiexun マイルドハイブリッドの制御アルゴリズムの開発には TargetLink を使用しました。80 % のコードは Targetlink によって自動的に生成されたものです」

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive 社



ChangAn 社製ハイブリッド車のパワートレインシステムに搭載される3つの新開発制御ユニット：ハイブリッド制御ユニット（HCU）、バッテリー制御ユニット（BCU）、インテリジェントパワーユニット（IPU）

ンプル車、最終製品サンプル車）が作製されました。このプロジェクトでは特にエネルギー管理システム、バッテリーシステム技術、モーター技術に重点が置かれました。ChangAn 社は上位コントローラとなるハイブリッド制御ユニット（HCU）と、バッテリー制御ユニット（BCU）およびインテリジェントパワーユニット

アプリケーションに特化した高効率ツールチェーンが不可欠となります。ChangAn 社は開発プロセス全体を通して dSPACE ツールチェーンを使用し、将来の高度な技術を要するプロジェクトにも dSPACE ツールを継続して使用する予定です。

バックはモーターへ接続されるとともに、DC-DC コンバータを介して 12 V バッテリーを含む車両の 12 V 電気システムへも接続されます。両バッテリーに対するバッテリー管理は BCU によって行われます。HCU はそれらに対する上位のコントローラとして機能します。

「ChangAn 社は、他のコードジェネレータに比べて TargetLink がコードの品質と効率に優れていることを確認しました」

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive 社

(IPU) を開発しました。

Jiexun は中国初のハイブリッド車です。したがってそのハイブリッドコンポーネントもすべて新たに開発する必要がありました。ChangAn 社はハイブリッド車に必要な新型制御ユニットの開発において、サプライヤからユニットを購入するのではなく、その大部分をエンジニアリングパートナーとの協力のもとに自社で開発しました。これは、同社が中国自動車産業の将来を見据えて、ハイブリッド車の独自開発／生産が可能な技術力の確立と新技術の獲得を大きな目標としているためです。このようなタスクに対しては、

Jiexun のハイブリッド電気システム

ChangAn 社はガソリンエンジンとモーターの組み合わせによるマイルドハイブリッド方式を採用しました。モーターは IPU によって制御されます。この IPU は状況に応じたトルク配分の制御など、モーターとガソリンエンジンを連動させるための制御も行います。モーターへの電力供給には専用のバッテリーパックが使用されます。ChangAn 社はニッケル水素バッテリーパックを採用し、最大電圧 200 V / 最大電流 ±200 A の電力供給を可能としました。このバッテリーパックの動作出力電圧は 144 V です。バッテリー

開発プロセスと開発ツールチェーン

コントローラソフトウェアと制御ユニットの開発において、ChangAn 社はプロジェクト全体を通してモデルベース設計プロセスに従いました。車両コントローラのソフトウェアは、ロジック設計、ラピッドプロトタイプリング、ECU の自動コード生成、HIL (Hardware-in-the-Loop)、ECU 適合などの典型的な開発ステップに従って、スクラッチ開発されました。制御ロジックは MATLAB®/Simulink®内で設計されました。車載テストにおける制御ロジックの開発／テストと、プラットフォームの信頼性テストにおけるテスト信号の生成には、dSPACE MicroAutoBox とセンサ／アクチュエータ接続用周辺回路との組み合わせが集中的に使用されました。制御ロジックの検証と CAN 通信のテストには dSPACE シミュレータと、dSPACE ControlDesk が試験用ソフトウェアとして使用されました。シミュレーションモデルに関しては、ChangAn 社がその一部を自社で開発し、残りはエンジニアリングパートナーからの提供を受けました。



「新型 Jiexun ハイブリッドのコントローラ開発では、開発プロセスの全体を通して dSPACE ツールチェーンが信頼に添えてくれました。将来の技術的に高度なプロジェクトでも dSPACE ツールを使用し続ける予定です」

Dr. Ling Su, ChangAn Automotive 社

テストオートメーションはエンジニアリングパートナーによって行われ、そこでは dSPACE AutomationDesk が使用されました。ChangAn 社は、計測および適合タスクに dSPACE CalDesk とその他の計算ツールを使用しました。このようにシームレスなツールチェーンの使用によって、日程内で開発目標を達成することができました。

制御ロジックの設計から ECU ソフトウェアまで

性能サンプル車のソフトウェア開発では、TargetLink が中心的な開発ツールとしての役割を果たし、Simulink ブロックからの C コードの自動生成に使用されました。コントローラモデルのサブモジュールのテストには、MIL (Model-in-the-Loop) テストが集中的に使用されました。MIL テストは「フロントローディング」の一環として、ChangAn 社に貴重な品質改善と以降のプロセスの時間短縮をもたらしました。同社は SIL (Software-in-the-Loop) テストを行い、生成されたコードの挙動を MIL テストの結果と比較しました。最後に ChangAn 社は、PIL (Processor-in-the-Loop) シミュレーションの支援のもと、S12XDP512 マイクロコントローラ用のコードを作成しました。以上のように TargetLink の包括的なシミュレーション技術がプロジェクトを効果的に加速しました。

包括的な HIL テスト

HCU、ECU、IPU、BCU を同時にかつ自動的にテストするために、ChangAn 社はここでも dSPACE シミュレータを使用して、多数のテストケースを実行しました。たとえば同社は、急激な電圧変化に対するネットワーク全体の挙動をシミュレートし、CAN 通信ネットワーク内のエラーイベントをシミュレートしました。ここでもテストオートメーションはエンジニアリングパートナーによって行われ、同様に dSPACE AutomationDesk が使用されました。最終的な適合には CalDesk とその他の適合ツールが使用されました。 ■

Dr. Ling Su
ChangAn Automotive
中華人民共和国

まとめと 今後の展望

ChangAn 社は、ハイブリッドドライブ分野の核心技術/独自開発能力の獲得と、ハイブリッド車の完全な開発/生産プロセスの確立を目標としています。最新のハイブリッドテクノロジーと、それらの車両への統合は困難な技術課題でした。中国ではそれまでハイブリッド車開発の前例がなかったため、多数のソフトウェア/ハードウェア要素をスクラッチ開発する必要がありました。そのような中、dSPACE ツールは ChangAn 社がハイブリッド車開発分野で大きく前進するための支援を提供してくれました。ChangAn 社はプロフェッショナルな研究/開発チームを結成し、中国および海外のリソースを統合してそれぞれの長所をフル活用することによって、技術的難題に果敢に取り組みました。ChangAn 社は、電子制御ユニット、ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池、太陽エネルギーなどの技術開発に dSPACE 社製品をさらに活用する予定です。