

# 北京市地下鉄1号線車両用電機品

Electric Equipments for the Electric Vehicle  
of Beijing Mass Transit Railway for Line 1

## 1. まえがき

2008年8月開催の北京オリンピックのため、北京市は交通網の改善に取り組んでいるが、特に地下鉄の新規路線開業、既存路線の設備などの改良は大きな課題となっている。

市内を東西に走る1号線(苹果園-四惠東)には、1998～2000年にかけて当社の電機品によるVVVFシステム車両を31編成納入してきたが、残りの旧型車を置換えするため2007～8年にかけて増備車両として新型のVVVFシステム車両を20編成納入した。車両外観を図1に示す。

■ 図1 車両外観  
Fig.1 Exterior of vehicle



この車両に対して当社を含む連合体として主回路用電機品、補助電源システム、運転台機器、列車情報システム、ブレーキシステムなどを納入したが、主電動機、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、各種スイッチ箱など湘潭电机股份有限公司が担当、VVVFインバータ装置、補助電源装置の組立と試験は湘潭电机と当社の合弁による湖南湘電東洋電気有限公司が担当、ブレーキシステムはナブテスコ株式会社が担当した。

## 2. 車両諸元

車両主要諸元を表1に示す。

今回の増備車両は、1号線の東側延長部分の八通線(四惠-土橋)の車両システム(2003～4年納入、2008年増備納入)に類似したものとなっている。前回の1号線の車両システムに対しては、VVVFインバータ装置の主回路素子をIGBTに変更、回生・発電併用ブレーキ装置の採用、空調装置、CCTV装置(客室乗客情報装置)などのサービス機器が設けられたた

め補助電源装置の容量を増加、運転台の主幹制御器からの指令に制御伝送方式の採用により車体引き通し線の削減などが特長となっている。

■ 表1 車両主要諸元  
Table 1 Major features of vehicle

項目	仕様
編成	Tc—M—T—M1—M—Tc
車両質量 ton	Tc : 30.0, M, M1 : 35.0, T : 29.0
定員AW2(超員AW3)人	Tc : 226(290), M, M1, T : 244(310)
車体	B型車 長さ19000mm×幅2800mm×高さ3800mm ステンレス鋼製
軌間	1435mm
電気方式	DC750V 第三軌条
主電動機	三相かご形誘導電動機 180kW×4台/両
駆動方式	中実軸平行カルダン式 TD継手
制御方式	速度センサレスベクトル制御方式 VVVFインバータ制御 回生・発電ブレンディング 電気指令ブレーキ
制御電圧	DC110V
補助電源装置	三相AC380V 180kVA 50Hz (DC110V, DC24Vを含む)
歯数比	100/13=7.69
車輪径	840mm(新製), 770mm(最小)
最高運転速度	80km/h
加速度	0.83m/s <sup>3</sup> (3.0km/h/s)
減速度	1.0m/s <sup>3</sup> (3.6km/h/s) (常用最大), 1.2m/s <sup>3</sup> (4.32km/h/s) (非常)

## 3. 納入主要機器

### 3.1 VVVFインバータ装置

装置の外観を図2に示す。

主回路システムは、VVVFインバータ装置、断流器、フィルタリアクトル、ブレーキ抵抗器、主電動機より構成されている。VVVFインバータ装置は2個主電動機駆動・ブレーキチョップ付の2群構成となっているが、2群を一括制御する方式を採用している。

インバータ制御は、主電動機に速度センサを設けない速度センサレスベクトル制御で、検知の速い推定速度を使用することにより、空転・滑走時等の高速トルク制御を実現している。

更にブレーキチョップ回路を有し、回生・発電ブレンディング制御により安定した電気ブレーキ動作を確保している。このブレーキチョップ制御に関しては、八通線における実績を踏まえ、電車線電圧が高い領域までブレーキチョップ動作領域を広げ、ブレーキ抵抗温度推定による過熱保護も充実さ

せており、システムの安定性向上も実現している。

■ 図2 VVVFインバータ装置外観  
Fig.2 VVVF Inverter



### 3.2 主電動機

1時間定格出力180kWの誘導電動機で、北京市地下鉄10号線用と同様に鋼網併用重力式ストレーナを採用している。軸受部近傍に温度感知用サーミスタセンサを取り付け、あらかじめ設定した温度以上になった場合は運転台のモニタ表示器に警告を表示するようにしている。

### 3.3 駆動装置

TD継手を用いた平行カルダン駆動方式で、歯車装置は、はすば歯車による一段減速である。歯車の諸元は、歯数比100/13=7.69, モジュール6mm, 中心距離362mm, 圧力角20°, ねじれ角20°である。

歯車箱は上下二分割式で、材質には騒音、振動の低減が期待できる球状黒鉛鋳鉄(FCD)を採用している。歯車と各軸受への潤滑は、共通の潤滑油によって行い、大歯車の回転による完全飛沫方式である。

### 3.4 補助電源装置

装置の外観を図3に示す。

インバータ装置及び整流装置により構成されている。高速度遮断器はインバータ装置に内蔵されている。

出力は三相AC380V 180kVA(直流出力含む)であり、中国地下鉄向け大容量負荷に対応し、低圧入力装置として当社としては最大級の容量となっている。なお直流出力はDC110V(16kW)及びDC24V(1kW)である。

■ 図3 補助電源インバータ装置外観  
Fig.3 SIV



1編成に2台のSIVが搭載され、万が一1台故障時は受給電装置を経て、故障ユニット側に延長給電される。延長給電は列車情報装置の指令による自動受給電を行っている。

### 3.5 列車情報装置

列車情報システムは、接続された機器の状態情報監視や空調装置などのサービス機器の制御を行う。伝送系としてPROFIBUS伝送方式を採用し、伝送速度は1.5MBit/sである。伝送系は二重化され、システム全体のアベイラビリティの向上を図っている。

両先頭車にはモニタ伝送系の親局となる中央装置と車両に設置された各種機器に接続されたデジタル信号の入出力及びRS485伝送を行うIO/IFユニット、伝送系の伝送異常を検出して伝送路を開放する装置(PCH)からなるモニタ中央・端末装置が搭載されており、中間車にはIO/IFユニットからなるモニタ端末装置が搭載されている。更に運転台には車両状態等の表示を行うモニタ表示器・表示制御器が搭載されている。その表示例を図4に示す。

■ 図4 モニタ表示器の表示例  
Fig.4 Display sample of monitor display



## 4. むすび

今回の増備車両の第1編成となるG432編成は2007年11月6日に営業運転に投入され順調に稼動している。残りの19編成も引き続き営業運転に入っている。

最後に、本システムの完成にあたりご指導を賜った北京市地下鉄运营有限公司、南車四方机车車輛股份有限公司、三井物産株式会社、ナブテスコ株式会社、湘潭电机股份有限公司並びにご協力頂いた関係メーカ各位に厚くお礼を申し上げます。

### 参考文献

- (1)土屋, 大塚, 海老原, 小野:「北京市地下鉄総局向け車両用電機品」東洋電機技報103号, 1999年4月, pp.39-44
- (2)海老原:「北京地下鉄10号線用列車情報システム」東洋電機技報116号, 2007年9月, pp.12-15