



矿区无人驾驶专用线控系统硬件
标准套件使用说明

主函数智能装备

版本说明

版本号	修订时间	修订人	备注
V1.0	2022.02.25	何银涛	通用燃油线控版本
V1.1	2023.08.03	庞亚娜	增加线控系统-控制说明（对自动驾驶系统模式）

目 录

1. 范围	1
2. 线控功能说明	1
2.1. 模式说明	1
2.2. 线控功能列表	1
2.3. 应急巡检功能操作方法	2
2.3.1. 应急转向巡检操作方法	2
2.3.2. 应急制动巡检操作方法	2
2.3.3. 应急驻车巡检操作方法	2
2.4. 人工接管	3
2.4.1. 制动踏板接管	3
2.4.2. 方向盘接管	3
2.4.3. 油门接管	3
2.4.4. 一键切换开关接管	3
2.4.5. EPB 开关接管	3
3. 线控车基本操作	3
3.1. 发动机	5
3.2. 变速箱	5
3.3. 液力缓速器	5
3.4. EBS	5
3.5. EPS	5
3.6. EPB	5
3.7. 灯光及附件	5
3.8. 仪表符号片说明	6
4. 线控车电气接口和控制端说明	10
4.1. 通讯协议见《线控车通讯协议》	10
4.2. 调试口 OBD 位置和定义	10
5 线控系统-控制说明（对自动驾驶系统模式）	10

主函数智能-线控系统使用说明

5.1 前提 1	10
5.2 前提 2	11
5.3 自动驾驶与线控系统交互流程	11
6. 故障排查	14
6.1 故障类型	14
6.1.1 零部件自身故障	14
6.1.2 VCU 检测的故障	14
6.2 故障等级说明	14
6.3 故障信息	15
6.4 安全保护设置说明（可能被误认为是故障）	15
6.4.1 握手	15
6.4.2 驾驶模式切换（一键切换）条件	15
6.4.3 接管退出无人驾驶	15
6.4.4 车辆不响应无人驾驶指令	16
6.4.5 灯光操作开关说明	16
6.4.6 应急系统触发说明	16
7. 注意事项	16
7.1 车辆使用完毕	16
7.2 定期检修	16
7.2.1 定期对车辆底盘做常规保养	16
7.2.3 应急系统巡检	17
7.2.4 线控系统零部件检查	17

1. 范围

本文档是西安主函数智能科技有限公司对于适配主函数线控系统的同力 TLI65、TLI90 车型提供的使用说明和应用指南。

西安主函数智能科技有限公司保留对线控系统升级、改进和修改的权力。由于产品设计和开发是持续进行，本文内容如有改动，另行通知。

2. 线控功能说明

2.1. 模式说明

具有自动驾驶和人工驾驶两种控制模式，通过操控驾驶室内的模式切换翘板开关（自动驾驶开关）进行一键切换。

切换自动模式成功后，仪表上会显示图标 ，变速箱操作面板显示屏上会显示“**”。

自动驾驶模式与人工驾驶模式切换成功需要满足的条件：N 挡、车速为 0、驻车状态。

2.2. 线控功能列表

序号	项目	控制方式 1	控制方式 2
1	油门	油门踏板	CAN 指令
2	变速箱换挡	换挡面板	CAN 指令
3	转向系统	方向盘	CAN 指令
4	取力器（仅限变速箱取力用）	翘板开关	CAN 指令
5	举升系统	翘板开关	CAN 指令
6	行车制动	制动踏板	CAN 指令
7	驻车制动	EPB 开关	CAN 指令
8	排气制动	翘板开关	CAN 指令
9	缓速器	缓速器手柄	CAN 指令
10	轴差	翘板开关	CAN 指令
11	位置灯	翘板开关	CAN 指令
12	近光灯	翘板开关	CAN 指令
13	远光灯	翘板开关	CAN 指令

主函数智能-线控系统使用说明

14	前工作灯	翘板开关	CAN 指令
15	后照灯	翘板开关	CAN 指令
16	侧照灯	翘板开关	CAN 指令
17	转向灯	组合开关	CAN 指令
18	紧急双闪	翘板开关	CAN 指令
19	倒车灯、倒车喇叭	翘板开关	CAN 指令
20	前雾灯	翘板开关	CAN 指令
21	旋转报警灯	翘板开关	CAN 指令
22	气喇叭	喇叭开关	CAN 指令
23	应急系统	巡检开关	被动触发
24	紧急制动（选配）	紧急制动开关	无

2.3. 应急巡检功能操作方法

说明：巡检人员使用驾驶室仪表台上巡检翘板开关和三种不同操作，对应急转向、应急驻车、应急制动功能有效性进行检查。

注：操作前确认后方安全，尽量在平坦路面上。

2.3.1. 应急转向巡检操作方法

人工模式下，钥匙上电（不打着发动机），挡位空挡，打开巡检开关，此时应急转向单元启动（可听到工作声音），巡检人员可轻松转动方向盘。关闭巡检开关，应急转向关闭。

注：应急转向电机长时间工作会过热保护，同时为防止电瓶亏电，影响发动机打火，建议应急转向巡检操作时间不超过 10s。

2.3.2. 应急制动巡检操作方法

人工模式下，打着发动机，打开巡检开关，挂 D 挡，松脚刹，松手刹，此时应急制动作用，阻止车辆行进。关闭巡检开关，应急制动关闭，车辆正常行进。

注：操作前确认前、后方安全，尽量在平坦路面上。

2.3.3. 应急驻车巡检操作方法

人工模式下，打着发动机，打开巡检开关，挂 R 挡，松脚刹，松手刹，此时应急驻车作用，阻止车辆行进。关闭巡检开关，应急驻车关闭。

注：操作前确认前、后方安全，尽量在平坦路面上。

2.4. 人工接管

人工接管指车辆在自动驾驶模式运行的过程中，驾驶员通过操作驾驶室内的某个或某些功能按键或装置实现一个或多个控制功能的接管。

说明：安全保护模式指运动过程中，车辆制动停车，停车后挂空挡、拉手刹，不执行无人驾驶系统除转向、灯光外的其它指令，安全保护模式执行过程中，若主控制零部件 3 级故障，应急系统会激活以保证减速停车及驻车。

2.4.1. 制动踏板接管

自动驾驶过程中，驾驶员或安全员踩制动踏板超过 20%开度，线控车会执行刹车操作，与此同时发动机怠速，但不会退出自动驾驶模式。

2.4.2. 方向盘接管

自动驾驶过程中，驾驶员或安全员转动方向盘（角度大于 30° 、速度大于 $6^{\circ}/s$ ），线控车会进入安全保护模式。

2.4.3. 油门接管

自动驾驶过程中，驾驶员或安全员踩油门踏板超过 20%，线控车会进入安全保护模式。

2.4.4. 一键切换开关接管

自动驾驶过程中，驾驶员或安全员将一键切换开关（自动驾驶开关）切换至人工模式一侧，此时不退出无人驾驶模式，线控车会进入安全保护模式，车停后，空挡、手刹驻车条件达到后，切换至人工模式。

2.4.5. EPB 开关接管

自动驾驶过程中，驾驶员或安全员操作 EPB 开关指令与无人驾驶系统发送的指令相反，线控车会进入安全保护模式。

3. 线控车基本操作

一键切换翘板开关在人工模式时，驾驶员可按传统车辆操作方法，操作驾驶室操作器控制车辆行进和工作，自动模式下需要无人驾驶系统按照通讯协议要求进行握手和报文发送。以下基本操作主要对人工操作进行简要说明。

驾驶室内操作装置或操作器的图片如下：





3.1. 发动机

踩踏油门踏板，控制开度，控制油门大小。

3.2. 变速箱

操作换挡器面板，进行 D、N、R 挡的切换，注意换挡时需要踩刹车踏板。向上和向下箭头控制最高前进挡的选择。

3.3. 液力缓速器

操作缓速器挡杆，控制缓速器作用大小，三个挡位 33%、66%、99%。

3.4. EBS

踩踏制动踏板，控制开度，控制主制动刹车力度。

3.5. EPS

操作方向盘转动前桥转向轮转向。

3.6. EPB

操作 EPB 开关控制车辆驻车、释放和线性刹车。

3.7. 灯光及附件

灯光及附件开关均在驾驶室驾驶台上。

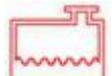
3.8. 仪表符号片说明

序号	名称	标志符号
1	前雾灯符号片	
2	倒车灯符号片	
3	近光灯指示	
4	前工作灯符号片	
5	发动机故障指示灯	
6	发动机诊断	
7	变速箱故障 1	
8	气压报警	
		
9	发动机预热符号片	
10	EBS 故障指示	
11		
12	侧照灯符号片	

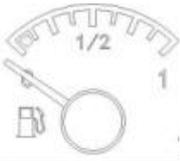
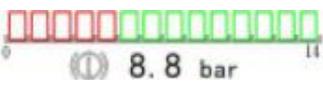
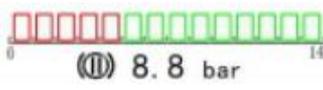
主函数智能-线控系统使用说明

13	驻车符号片	
14	EPB 故障符号片	
15	远光灯符号片	
16	左转向灯符号片	
17	右转向灯符号片	
18	后工作灯符号片	
19	排气制动符号片	
20	缓速器工作指示	
21	取力器符号片	
22	轴差符号片	
23	发动机充电指示	
24	位置灯指示	
25	刹车灯指示	
26	空滤报警指示	

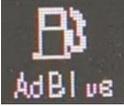
主函数智能-线控系统使用说明

27	货箱举升指示	
28	发动机高温报警	
29	发动机故障码输出报警	
30	发动机油中含水指示	
31	发动机有故障或停机时点亮	
32	当潍柴发动机转速 $\geq 2100\text{r}/\text{min}$	
33	当发动机机油压力低时点亮	
34	当发动机冷却水位低时点亮（备用）	
35	当燃油中含水时报警（备用）	
36	旋转报警灯指示	
37	转向油滤堵塞报警	
38	车辆控制模式	
39	档位	N、R、D1~D6

主函数智能-线控系统使用说明

40	油量表	
41	水温表	
42	电压表	
43	机油压力表	
44	气压表 1	
45	气压表 2	
46	车速表	
47	发动机转速表	

主函数智能-线控系统使用说明

48	提示油箱需加油标志	
49	车辆故障指示	
50	尿素液位标志	

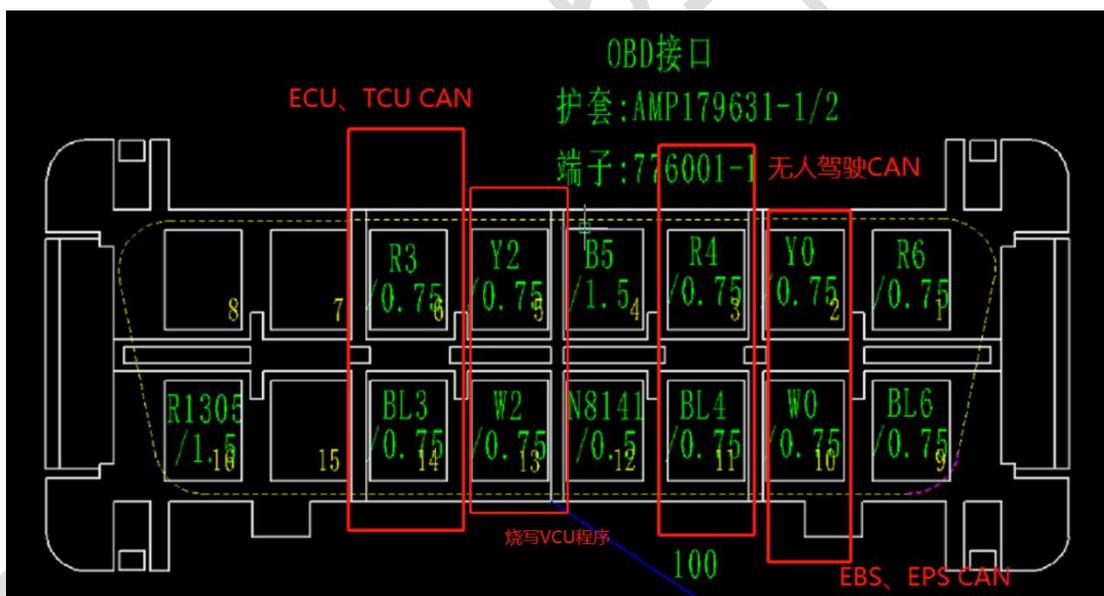
4. 线控车电气接口和控制端说明

4.1. 通讯协议见《线控车通讯协议》

4.2. 调试口 OBD 位置和定义

OBD 调试口位于驾驶室副驾驶座下靠近驾驶座一侧，OBD 口定义如下：

注：图示位置为插线端。



5 线控系统-控制说明（对自动驾驶系统模式）

5.1 前提 1

一键切换模式开关优先级最高(人工模式下，只能人工操作进行控制；无人驾驶模式下，若无人驾驶不激活零部件控制或无人驾驶掉线，人工也可以操作)。

原因：因诸多自动驾驶客户的项目目前在不同矿区不同进展阶段，考虑目前底盘设定有驾驶室，会有安全员，有意识或无意识的对仪表台面或者方向盘、油门、刹车等实施操作导致车辆在自动驾驶模式下频繁停车，或者非系统常规运

行故障发生，目前线控系统将“模式开关”优先级别设为最高，以便于线控车在现场实施过程中因外部认为因素导致的诸多不确定因素影响系统停车或接管等问题。

5.2 前提 2

握手协议必须发（可以在人工模式，也可以在无人驾驶模式，建议每次使用时在人工模式下握手以确保整车通讯正常）。

原因：确保信息交互的安全性和一致性。

5.3 自动驾驶与线控系统交互流程

5.3.1 第一步 握手

须知：具体信息见**通讯协议**，自驾系统握手发送（通讯协议中，自驾发送 ID 0x1820FF2F）

和线控控制器握手检测（通讯协议中，线控反馈 0x1830FF21）；

当握手成功时，总线上可检测到“整车--> 无人驾驶”涉及通讯协议所有实时反馈信息；

当握手失败时，总线上只能检测到“整车--> 无人驾驶”报出的“0x1830FF21”。

5.3.2 第二步 若第一步（成功）可执行

1) 须知 1：常规控制和激活；

自动驾驶要控制线控各执行子系统，必须并行发送激活命令，否则线控系统不执行任何自驾系统指令。

2) 须知 2：接管保护和激活；

（1）人工接管指车辆在自动驾驶模式运行的过程中，驾驶员通过操作驾驶室内的某个或某些功能按键或装置实现一个或某些功能按键或装置实现一个或多个控制功能的接管。

（2）VCU 中设置接管保护激活参数，可配置成激活/不激活。（说明：接管保护指运动过程中，发生人工接管，车辆制动停车，停车后挂空挡、拉手刹，不执行无人驾驶系统除转向、灯光外的其它指令）

(3) 当配置接管保护激活时说明如下

a、线控系统具有自动驾驶和人工驾驶两种控制模式，通过操控驾驶室内的模式切换翘板开关（自动驾驶开关）进行一键切换。

b、切换自动模式成功后，仪表上会显示图标，变速箱操作面板显示屏上会显示“**”。此时，人无法操作变速箱面板换挡。

c、模式切换成功需要满足的条件：N挡、车速为0、驻车状态。

d、接管操作包括：一键切换开关接管、EPB开关接管、方向盘接管、油门踏板接管。

e、自动驾驶过程中，驾驶员或安全员踩制动踏板超过20%开度，线控车会执行刹车操作，与此同时发动机怠速，但不会退出自动驾驶模式。

(4) 当配置接管保护未激活时，在自动模式下，只上报接管信号，不进行接管保护。

3) 须知 3: 各线控子系统控制执行控制信号

(1) 转向系统:

自动驾驶系统通过**模式选择**，可通过控制轮偏角，或目标转角控制线控转向（指令参数范围见通讯协议），线控**控制器**解析滤波后实施开环控制，实时反馈数据以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）。

设置格式[浩东 张]: 突出显示

删除[浩东 张]: 制

设置格式[浩东 张]: 突出显示

(2) 制动系统:

自动驾驶系统发**制动减速度和车辆空满载状态**（指令参数范围见通讯协议），线控**控制器**解析滤波后实施开环控制，实时反馈数据（见通讯协议）以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）。

设置格式[浩东 张]: 突出显示

删除[浩东 张]: 制

设置格式[浩东 张]: 突出显示

(3) 动力系统:

自动驾驶系统发**油门踏板行程**（指令参数范围见通讯协议），线控控制器解析后结合车辆标定参数解析下发，实时反馈数据（见通讯协议）以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）。

(4) 传动系统

自动驾驶系统发**变速箱要求挡位和最高前进挡**（指令参数范围见通讯协议），线控控制器解析后结合车辆标定参数解析下发，实时反馈数据（见通讯协议）以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）

（5）驻车系统：

自动驾驶系统发**电子手刹状态**（指令参数范围见通讯协议），线控控制器解析后结合车辆标定参数解析下发，实时反馈数据（见通讯协议）以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）。

（6）举升系统：

自动驾驶系统发举升状态指令和举升速度模式（指令参数范围见通讯协议），线控控制器解析后结合车辆标定参数解析下发，有保护机制并和实时反馈数据（见通讯协议）以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）。

（7）底盘车身系统：

自动驾驶系统发**车身电器如灯光系统、雨刮系统、空调系统等指令**（指令参数范围见通讯协议），线控控制器解析后根据车辆底盘状态执行控制车身电气执行动作和实时反馈数据上报以及故障等级和故障码（见通讯协议和故障码表）

5.3.3 与第二步并行考虑

当线控系统控制器报整车故障（故障等级（通讯协议 ID18FECA21）、故障码（通讯协议 ID18FECA21 和 18FECB21 ）、故障标志（通讯协议 ID1830E621）），其他故障等级（如 VCU 故障等级，零部件故障等级，故障码）仅作为车辆维保参考，不作为自动驾驶执行故障判定的模式必要条件。

建议自动驾驶系统针对整车故障等级和对应故障码对监控系统进行车辆实时状态报警，同时对一级、二级、三级故障分别实现故障预警，故障监控关注**不****作也**情况下进行车辆检修和故障排查，故障停车排查。

设置格式[浩东 张]: 突出显示

设置格式[浩东 张]: 突出显示

删除[浩东 张]: 业

6. 故障排查

6.1 故障类型

6.1.1 零部件自身故障

零部件故障码表详见《主函数线控车故障报文定义及零部件故障码表》

6.1.2 VCU 检测的故障

ID 号	周期	字节	位	参考输出范围	描述	故障等级
1830E621	10ms	1	1	0b/1b	VCU 供电电压欠压故障	2
			2	0b/1b	VCU 供电电压超限故障	2
			3	0b/1b	VCU 供电电压过低	3
			4	0b/1b	VCU 供电电压过高	3
			5	0b/1b	发动机启动电压不足	3
			6	0b/1b	EPS 液压油流量不足	3
			7	0b/1b	发动机启动失败故障	2
			8	0b/1b	车架倾角仪掉线	2
		2	1	0b/1b	货箱倾角仪掉线	2
		3	1	0b/1b	ADCU 心跳异常	3
		4	1~4	0/1/2	无熄火故障/原地熄火故障/行进中熄火故障	3
		5	1	0b/1b	一键切换从有人切无人时, 变速箱模式未切换成功	3
			2	0b/1b	气瓶气压低故障	3
			3	0b/1b	胎压低故障	3
			5	0b/1b	油门踏板接管标志	3
			6	0b/1b	EPB 开关接管标志	3
			8	0b/1b	自动驾驶一键切换故障	3
		6	1	0b/1b	无人驾驶 CAN 故障	3
			2	0b/1b	整车 CAN1 故障	3
			3	0b/1b	整车 CAN2 故障	3
			5	0b/1b	转向接管标志	3
			6	0b/1b	近程强制接管标志	3
			7	0b/1b	远程强制接管标志	3
			8	0b/1b	油量告警信号(燃油量低于 30%)	2

6.2 故障等级说明

线控系统故障分为三级：0 级-无故障；1 级-一般故障；2 级-严重故障；3 级-致命故障。

故障等级说明		
故障等级文字描述	故障数等级描述	故障等级判定标准

一般故障	1	一般故障是指那些一段时间后会自行消失，或不影响车辆目前工作状态的故障，可等车辆空闲时再去检查。
严重故障	2	严重故障是指影响车辆性能，且一般不会自行消失的故障，可在完成当前作业循环后进行检查处理。
致命故障	3	致命故障是指影响行车安全、车辆性能的故障，须立即停车进行检查处理。

6.3 故障信息

零部件故障码表详见《主函数线控车故障报文定义及零部件故障码表》、VCU检测的故障详见 5.1.2 节

6.4 安全保护设置说明（可能被误认为是故障）

6.4.1 握手

客户根据通讯协议按约定的握手报文内容发送报文，握手成功后，线控系统反馈正常的工作报文。握手不成功或无人驾驶系统掉线的情况下，线控系统只反馈一条握手失败“Link_Err”报文，周期 100ms。

需要注意的是波特率标准的设置为 250kps，客户特殊需求情况下有可能设置成其他数值，如 500kps。如果无人驾驶系统设置的发送波特率不对，通讯异常，并且收不到报文。

6.4.2 驾驶模式切换（一键切换）条件

车速为 0 且挡位 N 挡且驻车状态才能满足模式切换的条件，否则即使切换一键切换开关，也不能实现模式切换。

6.4.3 接管退出无人驾驶

对于接管的详细说明见 3.4 节。

4.2.1.1. 方向盘接管后，方向的控制由驾驶员操作。

4.2.1.2. 油门接管后，油门不响应驾驶员操作，需要切换至人工模式，才能进行油门踏板的操作。

4.2.1.3. EPB 开关接管后，EPB 响应驾驶员操作 EPB 开关的驻车/释放操作。

4.2.1.4. 自动驾驶开关（一键切换开关）接管指在自动模式下出现的人为误操作切换到人工模式的操作。

6.4.4 车辆不响应无人驾驶指令

首先检查是否握手成功，其次检测车辆是否报故障，再次如配置紧急制动开关，检测紧急制动开关是否激活。

6.4.5 灯光操作开关说明

在人工模式和自动模式下驾驶员均可对灯光开关进行打开操作，且可以打开相应灯光。在人工模式下，关闭灯光开关，可关闭相应灯光；在自动模式下，关闭灯光开关且无人驾驶系统未打开相应灯光时，才会关闭相应灯光。

6.4.6 应急系统触发说明

1、应急系统范围

应急系统包括应急转向、应急制动、应急驻车。应急系统的作用是无人驾驶模式下，主要零部件出现致命故障失效时，保证一定程度的制动、转向、驻车能力，避免车辆失控，其不能替代主要零部件功能。

2、应急系统启动条件

应急系统启动条件		
功能	触发方式	触发条件说明
应急制动	被动	1、EBS 发生 3 级故障且车速不为 0 时触发 2、EBS 所在 CAN 回路出现通讯故障时触发
应急转向	被动	转向油路流量过小时且车速不为 0 条件下触发
应急驻车	被动	1、EPB 发生 3 级故障且车速为 0 无法驻车时触发。 2、EPB 所在 CAN 回路出现通讯故障时触发

7. 注意事项

7.1 车辆使用完毕

车辆使用完毕后，建议一键切换开关切换至人工模式，关闭车上灯光附件及其它用电器，拉手刹，关闭电瓶开关（注意：四阶段发动机钥匙下电后，需要延时 3min 以上才允许关闭电瓶）。

7.2 定期检修

7.2.1 定期对车辆底盘做常规保养

如空滤、油滤更换，刹车片磨损情况检查等。参照常规人工驾驶非公路宽体车保养手册。

7.2.3 应急系统巡检

建议 1 个月或根据使用情况使用应急开关对应急系统功能有效性进行检查。
详见 3.3 节。

7.2.4 线控系统零部件检查

1、定期（建议 1 个月）对线控零部件电插件进行逐个检查，包括配电模块、驱动模块（2 个）、流量开关、EBS、EPS、EPB、倾角仪、接近开关。

2、定期（建议 1 个月）对举升用接近开关进行检查，检查项包括接线是否正常、指示灯是否正常亮和灭、接近开关上有没有覆盖泥土。

3、定期（建议 1 个月）对货箱上倾角仪接线进行检查，检查项包括连接线有无破损。