

目录

CONTENTS

第一章 列车运行监控装置	1
第一节 概 述	1
第二节 LKJ 系统各部分介绍	13
第三节 LKJ 附属设备及数字输入、输出信号	28
第四节 LKJ 相关设备	32
第五节 LKJ 系统设备连接及各插头信号的输入、输出	42
第六节 LKJ 运行记录数据分析	47
复习思考题	65
第二章 机车信号系统	67
第一节 概 述	67
第二节 机车信号相关标准	72
第三节 通用式机车信号	74
第四节 JT-C 系列一体化机车信号	80
第五节 机车信号分析	114
复习思考题	128
第三章 轨道车运行控制设备	129
第一节 概 述	129

◎ 车载信号设备维修与故障处理

第二节 GYK 构成与功能	133
第三节 GYK 操作	145
第四节 数据分析、编辑软件说明	156
第五节 GYK 功能及指标检测	161
第六节 GYK 电路检验和故障处理	163
复习思考题	180
第四章 车载信号设备故障处理	182
第五章 车载信号设备检修与维护	191
参考文献	302

第一章 列车运行监控装置

第一节 概 述

列车运行监控装置简称监控装置(LKJ),是中国技术人员研究开发的以防止列车冒进信号、运行超速和辅助司机提高操纵能力为主要目标的列车速度控制系统,同时又是铁路信息化的列车中枢设备,更是中国铁路列车运行控制系统控制系统体系的组成部分。LKJ2000 型装置是在 LKJ-2H、LKJ-93 型基础上研发的第三代列控设备,自 2001 年批量投入使用以来,属其控制功能防范范围的列车冒进信号和超速事故基本上被杜绝,其辅助司机提高操纵能力和辅助机务部门安全管理的功能被使用者认可,逐步成为我国列车控制系统的主流装备。

一、基本原理

LKJ 通过实时检测列车运行的速度,依次调出事先存入装置内的相关 LKJ 车载基础数据,不断计算出列车距目标控制点或前方信号机的距离,再结合机车信号显示状态及列车编组等条件,实时计算出允许列车运行的最高限制速度。当列车超速或有可能冒进关闭的信号机,即当列车实际运行速度达到或超过限制速度时,LKJ 将启动常用或紧急制动设备,使列车减速甚至停车,以防止列车冒进信号和运行超速。

二、LKJ 应用范围

(1) LKJ 适合安装在电力机车、内燃机车、动车组及其他铁路自轮运转设备上。能够适应自动及半自动闭塞方式;并能适应移频(含 18 信息移频)、UM71、ZPW-2000、交流计数、极频等轨道电路信号制式,甚至在无轨道电路的部分特殊区段, LKJ2000 型装置仍然具有控制功能。

(2) LKJ 既适用于列车运行速度不大于 160 km/h 的不同速度等级各种旅客列车(包括动车组)及货运列车的运行控制,也适用于调车机、小运转机车及其他铁路自轮运转设备的运行控制。监控装置的控制软件具有通用性,可通过调整设置 LKJ 运用区段控制参数来满足不同情况下的控制需求。

三、LKJ 主要特点

(1) LKJ 的基本工作方式是将列车运行全程线路的 LKJ 基础数据事先存储于主机中作为控制的基本依据,并能够与地面设备进行信息交换,可采用车载数据和车载数据与地面信息相结合的控制方式。

(2) 系统采用主从机热备冗余方式(模块级冗余)。当工作主机出现故障的情况下,自动切换到热备主机工作,当任意一个单元或通道出现故障的情况下,自动启用热备单元或通道。

(3) 采用先进的 32 位微处理 MC68332 作为系统主 CPU,具有较高的执行速度、控制精度,较高的稳定性和很强的数据处理能力。

(4) 采用控制器局域网(CAN)作为系统内部通信方式进行数据交换。CAN 总线器件本身带校验功能,具有高强的检错与

容错的能力,使数据传输可靠性进一步提高。

(5)控制功能的控制曲线采用实时计算,并参考列车种类、列车编组、制动机种类、线路纵断面等因素对制动距离的影响,使制动距离尽量接近于实际。

(6)LKJ 故障导向安全功能比较完善。对速度信息故障、机车信号信息故障、过绝缘节校正故障、设备通信故障等都有具体的处理。

(7)采用图形化人机交互方式。以图形、文字、曲线的方式预示列车运行前方的桥隧、坡道、曲线、车站、道岔、线路允许速度等信息,使 LKJ 能够辅助司机平稳操纵列车。

(8)具备大容量 IC 卡读写功能,能够方便司机的临时控制参数载入、LKJ 临时数据的载入、LKJ 运行记录文件的及时转储及管理部门对 LKJ 运行记录文件的分析。

(9)具备运行数据实时记录功能,便于使用管理部门对列车运行、操纵情况进行分析。

四、LKJ 主要功能

(一)监控功能

LKJ 根据工作状态的不同实施相应的控制:

(1)列车按照规定的控制模式运行,在列车速度超过安全行车允许的速度时输出制动指令;当列车速度低于安全行车允许的速度时,不得影响列车正常运行。

(2)防止列车越过关闭的信号机。

(3)防止列车超过线路允许速度、机车允许速度、车辆允许的构造速度及其他允许速度中的最低值。

(4)防止列车超过规定的调车限制速度。

(5)在列车停车情况下,防止列车溜逸。

(6)监控列车按运行揭示规定的速度运行。

(7)启动制动设备实施列车制动后,对于紧急制动方式,必须停车后才可缓解;对于常用制动方式,在列车速度低于设定的速度时,提供人工缓解条件。

(二)记录功能

(1)LKJ 监控列车具有运行数据实时记录功能。能够记录日期、时间、里程坐标、机车条件变化、运行状态、按键、检修人员/司机输入、系统自检、运行揭示控制、司机鸣笛操作、电力机车主断路器操作、插件故障记录、系统自检、点式信息等内容。

(2)记录的数据能够通过转储器、专用 IC 卡或无线传输方式转录到地面计算机机系统中,通过相应的应用软件进行统计、分析及打印等工作。揭示控制、点式信息等内容。

(三)显示功能及语音提示功能

(1)显示日期、时间。

(2)显示列车运行的实际速度及限制速度(或目标速度)。

(3)显示距前方信号机距离及前方信号机种类。

(4)显示运行线路的纵断面及电分相、曲线、道口、桥梁、隧道、电话柱等信息。

(5)显示机车优化操纵曲线及其他指导类信息。

(6)显示与其他 ATP 结合使用的状态。

(7)运行中各类信息的声音提示:LKJ 常态和非常态报警信息;机车信号变化;前方限速变化;解除牵引力、常用制动或紧急制动;允许缓解;车机联控;侧线股道或支线的选择;季节性防洪地点提示。

五、LKJ 系统组成

(一) LKJ 系统组成

LKJ 系统由 LKJ 设备与 LKJ 相关设备组成。

LKJ 设备由监控主机、人机交互单元(又称屏幕显示器)、LKJ 功能扩展盒、GPS 信息接收装置、压力传感器、速度传感器、鸣笛转换器、本/补切换装置、事故状态记录器、调车灯显接口盒、专用连接线缆等组成。

LKJ 相关设备由装设于机车、动车组上的机车安全信息综合监测装置(TAX)、机车语音记录装置、地面信息接收处理单元、列车运行状态信息系统车载设备(LAIS 车载设备)、铁路车号自动识别系统(ATIS)、机车车号识别设备等组成。为了便于维护或扩充接口,具体安装时可能会增减相应的设备及其接线盒。

(二) LKJ 配套与辅助设备

LKJ 正常运用需要 LKJ 配套设备的支持,LKJ 配套设备包括:LKJ 转储器、LKJ 专用 IC 卡(简称 IC 卡)、LKJ 专用读卡器(简称读卡器)、EPROM 芯片擦除器、编程器等。

LKJ 辅助设备指对 LKJ 系统设备进行维护、检修、检测用的工具及设备。

LKJ 系统组成示意图如图 1-1 所示。

六、技术特点

(一) 系统主处理器

系统主 CPU 采用 32 位微处理器 MC68332。

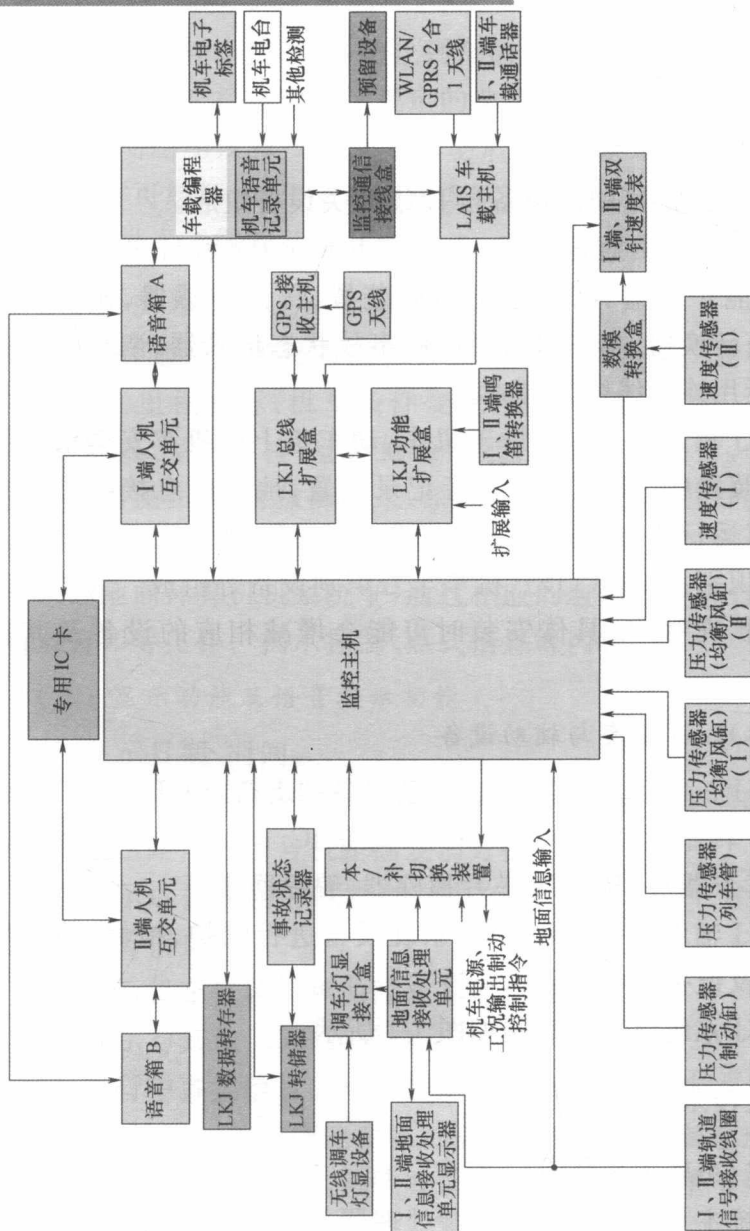


图 1-1 LKJ 系统组成示意图

(二) 系统冗余方式

(1) 系统采用双机热备冗余方式。系统主机由 A、B 两组完整的信号输入及控制输出接口模块(即插件)组成,其中监控记录模块、地面信息处理模块、通信模块、扩展通信模块自带 CPU,带 CPU 的插件之间采用 CAN 标准串行总线来交换信息。模拟量输入/输出插件、数字量输入插件、数字量输入/输出插件 B 及电源模块不带 CPU,采用 VME 并行总线与监控记录模块连接。

(2) 在正常情况下,双机中两个单元互为热备,两个单元同时工作,一组为主机工作状态,另一组为热备工作状态。一旦主机单元任何一块插件或插件上的某一通道发生故障时,备机单元的相应插件或通道将马上投入工作(监控记录插件或电源插件除外)。当主机单元的监控记录插件或电源插件发生故障时,备机单元将马上转为主机工作状态,故障单元将自动退出主机工作状态。

(3) 系统内部 CAN 串行通信网络也采用 A、B 组冗余方式工作。A、B 两组总线同时进行发送和接收,复位是系统以 CANA 为主,当 CANA 出现故障时自动切换至以 CANB 为主。

(4) 为了保证记录数据的完整性及唯一性,备机不进行主动记录,备机记录的数据来源于主机。

(三) 系统通信网络

采用控制局域网(CAN)作为系统内部通信网络,所有带 CPU 的模块通过双路 CAN 总线进行数据交换(不带 CPU 的模块通过 VME 并行总线交换数据),如图 1-2 所示。系统内各模块之间可以进行大量、快速的数据传输,从而提高控制与显示的实时性以及数据记录的准确性。

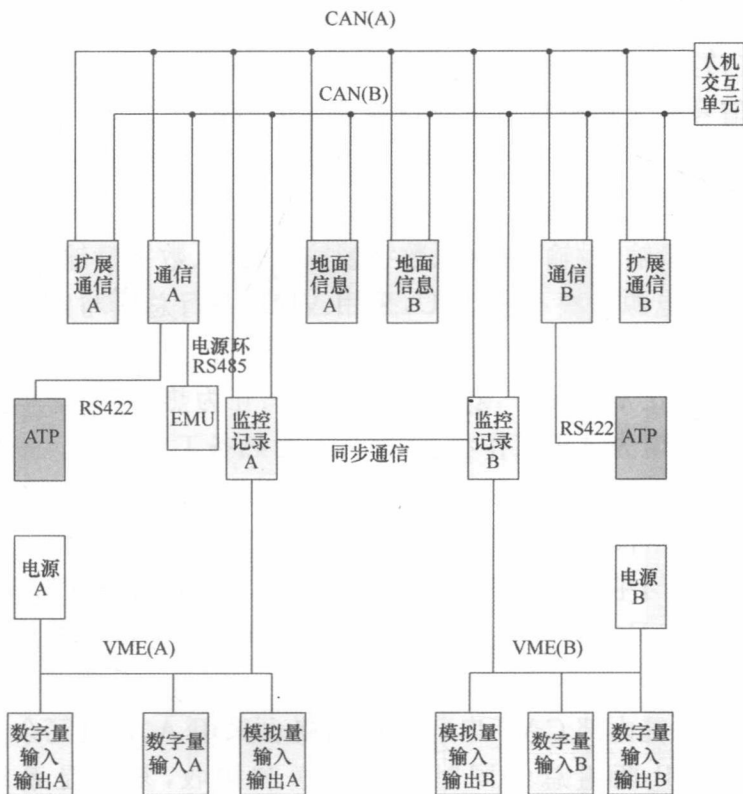


图 1-2 系统通信结构示意图

(四) 系统的控制模式

1. 速度监控的依据

LKJ 以轨道电路及机车信号作为列车运行指令信息源,以预置于主机的车载线路数据方式获取运行线路参数信息,采用计算机智能处理对列车运行速度进行安全监控。

为了实现速度监控,LKJ 需要获得行车指令信息、运行线路状态和列车自身状态等信息,依据 LKJ 控制模式设定规范的要

求进行一系列的计算、判断和控制,完成速度监控功能。

2. 速度监控的基本原理

LKJ 实时采集行车指令信息和列车运行速度,结合对应列车位置所在的线路状况信息确定目标点的出口限速,计算出列车运行当前必须限定的速度值(限速值),将采集的实际运行速度与限速值进行比较,并依据 LKJ 控制模式设定规范的要求,通过输出语音提示、解除牵引力、常用制动、紧急制动控制指令达到对列车进行速度监控的目的。

3. 速度控制模式

LKJ 可采用速度连续控制方式和速度分级控制方式。速度连续控制方式是指 LKJ 以列车运行前方为停车信号的信号机或限速地点为控制目标点,计算产生平滑的控制曲线,防止列车越过关闭的信号机或超过目标点限制速度。速度分级控制方式是指 LKJ 以列车运行前方第一架信号机或道岔为控制目标点,计算产生控制曲线,防止列车越过关闭的信号机或超过道岔的限制速度。

模式限速值和模式限速曲线是 LKJ 输出各种控制指令速度值的基础,模式限速值分为固定模式限速值和计算模式限速值。固定模式限速值取线路允许速度、接触网限制速度、机车最高运行速度、车辆最高运行速度、动车组最高运行速度和特定限速(铁路管理部门规定或 LKJ 逻辑需要,为保证列车运行安全特别规定的限制速度值)等的最低值进行确定。计算模式限速值是指为了防止列车越过关闭的信号机或超速运行,LKJ 计算产生的限速值。

控制曲线包括语音提示控制曲线、解除牵引力控制曲线、常用制动控制曲线和紧急制动控制曲线。

(五)运行数据的记录与分析处理

LKJ 对列车运行状态的相关参数及乘务员输入参数(包括 IC 卡输入参数)进行记录,并根据列车运行情况形成相应的数据文件储存在非易性数据存储器中,通过数据转储器送入地面计算机机分析处理。数据记录采用条件触发记录方式,当设定的记录条件满足时则产生一项相应参数记录。地面分析处理软件将车载记录的列车运行数据经过翻译、整理,以直观的全程记录、运行曲线、各种报表等形式再现列车运行全过程。

(六)制动控制输出说明

LKJ2000 型列车运行监控装置对机车控制手段主要分五个等级。

(1)报警:当列车运行速度超过报警速度时,显示器发出语音报警(由监控装置完成)。

(2)卸载:当列车运行速度超过允许值时,切除机车牵引电流(将牵引力减为零,但电制动工况时不切除)。

(3)常用制动:当卸载不能时列车减速,此时由监控装置发出指令使列车实施常用制动,迫使列车减速。常用制动后,当列车速度低于规定的安全速度时,允许司机缓解。

(4)紧急制动:在使用常用制动时不能使列车减速至允许的限速值,监控装置将发出指令实施紧急制动,迫使列车立即停车。紧急制动不允许司机缓解,当列车速度为 0 时,自动缓解。

(5)系统故障:当系统中 A、B 机同时故障时,显示器发出故障报警。要求司机在 3 min 内关掉主机电源,否则实施紧急制动。

卸载、常用制动、紧急制动是由监控装置发出指令,机车控制装置予以实施。

七、LKJ 设备

(一) 监控主机

监控主机为 LKJ 系统控制中心,其内部由 A、B 二组完全相同的控制单元组成(左边为 A 组,右边为 B 组),每组有八个插件位置,各插件位置以机箱垂直中心线为基准对称排列,从中心线开始往左、右,各插件排列顺序依次为:监控记录、地面信息、通信、模拟输入输出、扩展通信、数字输入、数字入出、电源。监控主机各插件排布置意图如图 1-3 所示。

电	数字	数字	扩展	模	通	地	监	监	地	通	模	扩	数	数	电
源	入	入	通	拟	信	面	控	控	面	信	拟	展	字	字	源
A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B

图 1-3 监控主机插件布置示意图

1. A 机和 B 机

监控主机分为左右两组插件;左边的一组插件共用同一电源插件,定名为 A 机;右边的一组插件共用另一电源插件,定名为 B 机。A 机和 B 机相互独立,电源隔离。

2. 单机与双机

双机是指两块同类插件同时处于正常工作状态,相互之间能正常通信,知道对方的存在。当两块插件中只有一块在工作时,称为单机。

(二) 技术指标

1. 电源技术参数

(1) 输入电压:77~137.5 V。

(2)输出:

+5 V($1\pm 2\%$)	3A;	
+12 V($1\pm 5\%$)	1A;	
-12 V($1\pm 5\%$)	1A;	
+24 V($1\pm 2\%$)	0.4A;	
+15 V($1\pm 5\%$)	0.65A	供速度传感器用;
+15 V($1\pm 5\%$)	0.65A	供压力传感器用。

2. 供电电源

额定供电电源为直流 110 V, 允许电压波动范围为 77~137.5 V。

3. 绝缘节检测接口

适用于国内已有的移频、交流计数、双频点式及极频制式。

4. 通信接口

与转储器通信接口:符合 RS232 规范;

与显示器通信接口:双路 CAN 通信;

与 IC 卡通信接口:符合 RS485 规范;

与机车或车辆总线接口:符合 RS485/422(HDLC)规范(预留);与事故状态记录器接口:双路 CAN 通信。

(三)工作状态

LKJ 根据不同工作条件或需求分为:

(1)通常(监控)工作状态;

(2)出入段工作状态;

(3)调车工作状态;

(4)非本务工作状态;

(5)20 km/h 限速工作状态;

(6)降级工作状态;

(7)与其他 ATP 结合工作状态等多种控制状态。

第二节 LKJ 系统各部分介绍

一、各插件的功能及面板灯显说明

LKJ2000 型监控装置主机上电自检后,对每个插件的核心部件都会自检。通过观察面板指示灯和查询屏幕显示器设备状态的方法,可以很好地判断部分故障部位。利用这一功能,对于简单判断、查找故障源头十分有用。但是判断的前提条件是 CPU 及其总线工作正常,必须确保监控主机程序正常运行。

1. 监控记录插件

(1)监控记录插件集监控、记录功能于一体,是系统的核心单元。主要进行测速、测距、监控逻辑判断、制动距离计算及监控控制功能的执行;机车运行参数记录和暂存、文件的转储发送。

(2)自检时面板灯状态

监控记录插件面板上共有 8 排指示灯用于正常或故障状态指示,其中 1A、B~5A、B 指示灯在自检和正常工作时,含义见表 1-1。

监控记录插件上电后(断电后再上电须间隔 30 s 以上),面板指示灯全亮后全灭。然后对外部芯片逐一检查,当芯片工作正常时,与该芯片相对应的灯亮,否则灯灭。1A、B~5A、B 灯亮,表示上电自检正常。监控记录插件自检完毕后就进入正常工作状态。插件正常工作时,面板指示灯状态及定义见表 1-2。

表 1-1 监控记录插件自检时面板指示灯定义

1A	(亮)程序芯片(U3,U4)自检正确	1B	(亮)地面数据芯片(U5,U6)自检正确
2A	(亮)CPU 内部 RAM 自检正确	2B	(亮)实时时钟(U15)RAM 自检正确
3A	(亮)外部 RAM(U13)自检正确	3B	(亮)外部 RAM(U14)自检正确
4A	(亮)外部 RAM(U11)自检正确	4B	(亮)外部 RAM(U12)自检正确
5A	(亮)CANA 内部 RAM 自检正确	5B	(亮)CANB 内部 RAM 自检正确
6A	无定义	6B	无定义
7A	无定义	7B	无定义
8A	无定义	8B	无定义

表 1-2 监控记录插件自检完毕后指示灯状态及含义

1A	(闪)工作正常(A 机快闪、B 及慢闪)	1B	(亮/灭/闪)主机/备机/单机
2A	(亮):实时时钟正常	2B	(亮/灭)CANA/B
3A	(灭):同步通信停止	3B	(亮)CAN 通信正常
4A	(亮):数字输入自检正常	4B	(亮)模拟插件自检正常
5A	(亮):数字入/出插件输入部分正常	5B	(亮)数字入/出插件输出部分正常
6A	(亮)程序及数据一致	6B	记(亮)录同步
7A	(亮)复位标志	7B	空
8A	空	8B	(亮)记录/转储

2. 地面信息处理插件

(1)地面信息处理插件主要是完成地面轨道电路绝缘节点的识别,为监控记录板插件提供信号校正距离的绝缘节信号。

(2)地面信息处理插件的工作原理是把从地面感应器感应上来的信号经过本插件的放大处理,并传送给 DSP 处理器,然后由 DSP 处理器进行滤波、逻辑判断等处理,检测过绝缘节的条件,并把产生的过绝缘节信息以脉冲的形式传送给监控记录

插件。

(3)地面信息插件面板上的指示灯用于指示信号制式和该插件的工作状态。观察前面板指示灯状态,应显示相应的轨道码型,并与监控记录插件上车载基础数据中的轨道信息保持一致。地面信息插件面板指示灯含义见表 1-3~表 1-6。

表 1-3 地面信息插件自闭/半自闭交流计数面板指示灯定义

1A:(闪)CANA 工作	1B:(闪)CANB 工作				
2A:(亮/灭)半自闭/自闭	2B:(闪)移频制式(10 Hz)				
3A、4A、5A、6A、7A、8A 无定义	3B、4B、 5B 检测 频率	3B	4B	5B	检测频率
		0	0	1	550 Hz
		0	1	0	650 Hz
		0	1	1	750 Hz
		1	0	0	850 Hz
	6B:无定义				
	7B:无定义				
	8B:(亮)绝缘节提示				

表 1-4 地面信息插件自闭 UM71 面板指示灯定义

1A:(闪)CANA 工作	1B:(闪)CANB 工作				
2A:(亮/灭)半自闭/自闭	2B:(闪)UM71 制式(25 Hz)				
3A、4A、5A、6A、7A、8A 无定义	3B、4B、 5B 检测 频率	3B	4B	5B	检测频率
		0	0	1	1 700 Hz
		0	1	0	2 000 Hz
		0	1	1	2 300 Hz
		1	0	0	2 600 Hz
	6B:无定义				
	7B:无定义				
	8B:(亮)绝缘节提示				