

文章编号:1006-2106(2006)06-0067-04

# 特长隧洞施工运输车辆调度控制系统\*

唐 健 陈 馈\*\*

(中铁隧道集团有限公司, 河南 洛阳 471009)

**摘要:**研究目的:根据青海省引大济湟调水总干渠引水隧洞工程采用双护盾 TBM 快速施工和长距离运输的特点,研究如何通过调度集中控制系统对隧洞内的有轨运输车辆实施远距离集中自动调度控制,从而保证隧洞内运输车辆安全、快速、连续、有效运转,提高运输效率。

**研究方法:**在分析研究轨道施工运输特点和铁路信号闭塞设备的基础上,通过调度集中控制系统对隧洞内的有轨运输车辆实施远距离集中自动调度控制。确定了特长隧洞采用单线运输轨线,并根据进度目标所需的运输量及运输系统的能力,每隔一定里程设一固定会车站来完成运输作业。

**研究结果:**总结了特长隧洞施工有轨运输车辆调度控制系统的设备组成、控制原理及车站联锁控制与道岔转换实现区间闭塞的技术;提出了列车进路控制和区间闭塞接发车控制两种控制模式,提出了采用光缆传输、计算机联锁、PLC 控制的现场总线式分布控制系统的方案。

**研究结论:**特长隧洞施工有轨运输车辆调度控制系统可极大地提高单线运输轨线的运输能力和效率。

**关键词:**特长隧洞;有轨运输;车辆调度;车站联锁;区间闭塞;控制系统;电视监视

**中图分类号:**U455 **文献标识码:**A

## Dispatch and Control System of Carrier Vehicle Used for Construction of Extreme - long Tunnel

TANG Jian, CHEN Kui

(China Railway Tunnel Group Co., Ltd., Luoyang, Henan 471009, China)

**Abstract: Research purposes:** According to the features of rapid construction of Qinghai General Main Water Diversion Channel Project from Datong River to Huang River conducted by double - shield TBM and its long - distance transport, the research was made on how to realize the long - distance centralized automatic dispatch and control of railed vehicles inside tunnel by dispatch centralization control system so as to ensure safety, continuity, effective operation and efficiency of the vehicles during rapid construction of TBM driven long tunnel.

**Research methods:** Based on the research and analysis of the features of railed carrier vehicle and railway signal blocking equipment, the technical measures were proposed for long - distance centralized automatic dispatch and control of railed carrier vehicles inside tunnel by dispatch centralization control system. It was decided to adopt single - track transport railed line to undertake transport with some fixed passing stations at a certain interval for construction of extreme - long tunnel based on the transport value and transport system capacity.

**Research results:** The introduction was given to equipment composition and control principle of dispatch and control system of railed carrier vehicle for construction of extreme - long tunnel, and the technology of realizing section blocking with station interlocking control and switching. Two control modes were presented for train entering control and section blocking control of arriving and departing trains. It proposed to adopt the field bus distribution control system with optical

\* 收稿日期:2006-03-15

\*\* 作者简介:唐健,1959 年出生,男,高级工程师;陈馈,1963 年出生,男,高级工程师。

cable transmission, computer interlock and PLC control.

**Research conclusions:** The dispatch and control system of railed carrier vehicle used for construction of extreme - long tunnel could much increase transport capacity and efficiency of single - track railed line and provide technical reference to long - distance railed transport system for the rapid construction of TBM driven long tunnel.

**Key words:** extreme - long tunnel; railed transport; vehicle dispatch; station interlocking; control system; section blocking; TV monitoring

青海引大济湟调水总干渠引水隧洞工程采用双护盾 TBM 施工,隧洞全长 24.17 km,掘进速度快,运输距离长。如果铺设双线运输轨线,则钢轨与轨枕的需要量大,不利于降低施工成本,因此采用单线运输轨线,并根据进度目标所需的运输量及运输系统的能力,每隔约 5 km 设一固定会车站来完成运输作业。固定会车站由两付双开道岔和约 165 m 双线运输轨线及斜坡轨等组成,每股道可停一列车,随着隧洞里程的延伸,隧洞内共设 3 个固定会车站,加上双护盾 TBM 后面紧跟的 1 个移动式浮放道岔会车站(该会车站随 TBM 移动,其每股道长度可以同时停两列车)和洞外的 1 个会车站,运输轨线全长共有 5 个会车站。

长距离的单线轨线系统仅依靠常规的人工通讯进行运输车辆调度指挥,势必造成运输效率低下甚至造成安全事故。因此,通过调度集中控制系统对隧洞内的施工运输车辆实施远距离集中自动调度控制,以提

高运输效率和保证 TBM 施工的快速及高效。隧洞施工运输车辆调度控制系统由调度集中控制系统和电视监视系统组成。

## 1 调度集中控制系统

调度集中控制系统采用列车调度集中、车站电气集中、列车进路控制和区间闭塞接发车控制方式。

在隧洞内设 4 个会车站,车站采用电气集中,计算机联锁。每 2 个会车站之间的区间采用闭塞控制的方法进行防护,这样可保证同时有多趟列车在隧洞内安全运行。调度室采用调度集中,调度员在隧洞外的控制室内可监控每趟列车在线路上所处的位置,并可控制每个会车站的道岔和进站、出站信号机,进行调度指挥。采用调度集中控制系统可有效地防止列车碰撞事故的发生,保证生产安全,提高运输效率。隧洞线路平面和信号机布置如图 1 所示。

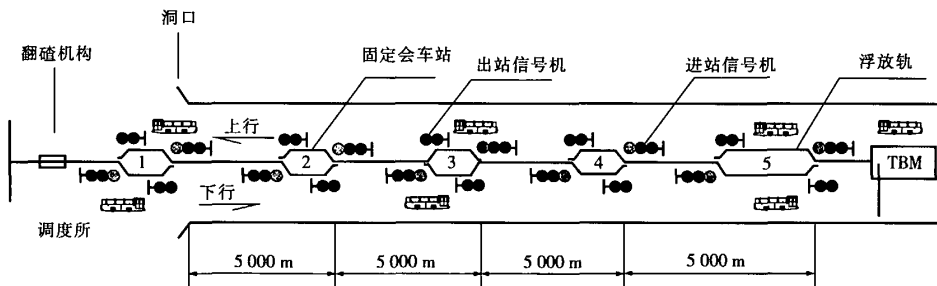


图 1 隧洞线路平面和信号机布置示意图

列车进路控制的原理是:将整个隧洞相当于一个大车站来控制,区间和车站都作为股道,由调度员排列进路,指挥列车运行。区间闭塞接发车控制方式的原理是:将隧洞划分成 5 个车站和相应的区间,由调度员办理接车和发车进路,指挥列车运行。本系统同时具备这两种控制功能。实际使用时根据具体情况选择其中一种。

### 1.1 设备组成

每个道岔安装 1 台交流转辙机和 2 台 LED 信号机(1 台进站信号机和 1 台出站信号机),每个股道、道岔区段和区间安装相应的轨道电路(采用电子踏板式轨道电路)。

由于隧洞区间长,采用分布式控制系统,在每个道岔区安装 1 个控制箱,控制箱内安装相应的信息采集模块和控制模块,通过光缆,采用现场总线方式采集、传送现场信息和输出控制信息。由于控制箱内控制模块采用 PLC 控制,因此,可靠性高,通信方便,显示容易。

调度所安装 1 套调度集中控制台和区间控制人机界面系统,1 套简易电源屏和相关接口柜,控制和显示隧洞内全部运输状况。

### 1.2 控制原理

调度所安装有 CRT 显示器和调度集中控制台。由调度员根据行车路线按压进路始、终端按钮,排列列车进路,当区间和道岔锁闭后,相应的信号机开放,列

车按信号行车。道岔区内的输入信息模块实时采集道岔信息、信号机开放信息以及区间空闲信息,通过总线传送到调度所,作为联锁控制运算信息;道岔转动控制

信息和信号机开放信息以及区间闭塞信息通过总线发送到现场,驱动现场设备。系统全部采用计算机联锁和 PLC 控制,调度集中控制系统如图 2 所示。

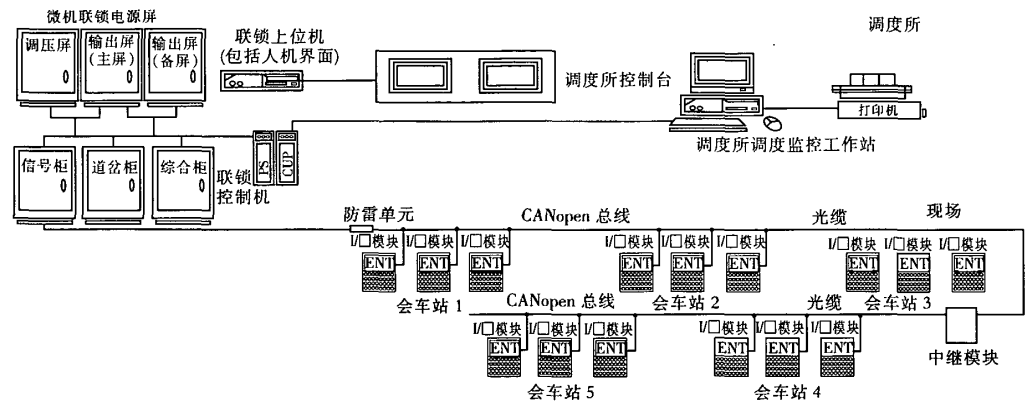


图 2 调度集中控制系统结构框图

1.3 区间闭塞

因区间内没有列车交会或避让设备,为了防止在区间运行的列车发生对向或尾追冲撞,相邻两车站之间出站信号机进行联锁,以保证同一时间只允许 1 列车占用区间。只允许列车按所建立的进路运行。

确定列车的运行方向,就确定了接车站和发车站,也就确定了方向电路。改变运行方向电路的作用是转换电子踏板式轨道电路入口端和出口端。方向控制由调度员按压进路按钮的顺序确定。

1.4 车站联锁控制与道岔转换

车站是列车交会和避让的场所,站内设有道岔,列车在站内运行的经路叫进路。进路由道岔位置决定。为了防护进路,在进路的入口处设置信号机。

1.4.1 车站联锁设备组成及功能

车站联锁设备(也称为电气集中)组成如图 3 所示。调度员通过控制台控制现场设备,并通过控制台上的站场模型盘,来监视现场设备的工作状态(现场设备的状态反映在模型盘上)。为了保证行车安全,控制现场设备时,需通过联锁机构进行逻辑运算,符合安全要求时,控制命令才能发送到现场去执行,否则由联锁机构阻止执行。为了进行逻辑运算,现场设备的状态必须反映到联锁机构里来,即联锁机构要根据控制命令和现场设备的状态,进行是否符合安全要求的逻辑运算。

现场设备包括进站和出站信号机、道岔以及轨道电路,进路由轨道电路和道岔组成。对道岔的控制,是指改变道岔的位置。对进路的控制,是指闭锁进路或解锁进路。

电气集中联锁设备可确保列车通过道岔时,该道

岔不可能转换;列车占用进路时,有关信号机不可能开放;能监督是否挤岔,发生挤岔时,防护该进路的信号机会自动关闭。

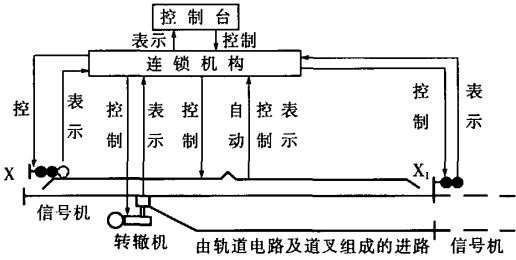


图 3 车站联锁设备组成框图

1.4.2 信号机、道岔、进路三者间的联锁关系

本隧洞为专用运输线,通过列车少,且在同方向行驶的列车无级别限制,因此,一般情况下无需考虑待避工况,仅在某列车出现故障时,可让其在到发线上待避,正常情况下只需考虑会车工况,因此站内逻辑控制关系相对于铁路线上的车站而言比较简单。规定出隧洞的列车为上行,进隧洞的列车为下行,正常情况下列车在车站会车时,上行列车停在左侧股道(面向隧洞方向),下行列车停在右侧股道(面向隧洞方向)。列车按右侧信号显示行车。车站的信号机、道岔及线路如图 4 所示。S 为上行进站信号机,S<sub>1</sub> 为上行出站信号机,X 为下行进站信号机,X<sub>1</sub> 为下行出站信号机,下行进站端的道岔为 1 号道岔,定位方向开通到发线,上行进站端的道岔为 2 号道岔,定位方向开通正线。这样设置的目的是:当联锁关系失效时,可防止两趟对向列车进入同一股道。由于股道固定使用因此每个股道只设 1 台出站信号机,股道固定使用的好处是调度员

可以通过列车在车站的停车位置,清楚地确定列车将要行驶的方向。联锁关系如表 1 所示。

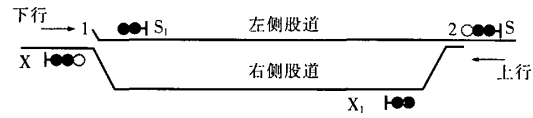


图 4 车站线路、道岔及信号机示意图

表 1 联锁关系表

方 向	进 路	进 路 号 码	信 号 机		道 岔	敌对 进路
			名 称	显 示		
通 过		1/2	S/S <sub>1</sub>	绿/绿	2、(1)	3、4
上 接车	至左侧股道	1	S	黄	2	4
行 发车	由左侧股道	2	S	绿	(1)	3
通 过		3/4	X/X <sub>1</sub>	绿/绿	(1)、2	1、2
下 接车	至右侧股道	3	X	黄	1	2
行 发车	由右侧股道	4	X <sub>1</sub>	绿	(2)	1

1.5 电动道岔

电动道岔用电动转辙机进行控制。电动转辙机一般由转换、锁闭和表示三部分组成。转换部分用于改变尖轨的位置,锁闭部分用于将尖轨牢固地锁在与基本轨密贴的位置上,表示部分用于反映道岔所处的状态,以便与进路、信号机取得联锁。

根据现场情况,拟采用交流转辙机,交流转辙机使用交流 220V 电源,现场只需提供交流 220V 电源即可,

同时交流转辙机维修量少,防水性能好。

1.6 轨道电路

列车的占用股道和区间的情况,必须利用轨道电路来反映。铁路常用的交流 480 轨道电路对两根钢轨之间的绝缘以及同一根钢轨不同轨道电路区段之间的绝缘都有较高的要求。由于隧洞内比较潮湿,而且采用钢枕,绝缘处理比较困难,无法安装交流 480 轨道电路,因此根据情况确定采用电子踏板式轨道电路(也称为点式轨道电路)。电子踏板式轨道电路是一种电磁感应式轨道电路,每个轨道电路区段和闭塞区间需设 2 个电磁感应式轨道电路(一端设 1 个),道岔区段需设 3 个(岔前 1 个,岔后 2 个,设置位置与信号机对应)。

2 电视监视系统

为了及时、准确、全面地监视列车在隧洞内的运行情况,设置了电视监视系统。在每个会车站的道岔区各设 1 台摄像机,在 TBM 装碴处和洞外卸碴处各设 1 台摄像机,共 12 台摄像机,系统采用多头单尾式,在调度室设 1 台 16 画面分割器和 2 台监视器,其中一台用于显示 16 路分割画面,另一台用于显示重点监视画面。由于隧洞距离长,摄像机的视频信号采用光缆传输,为节省投资,可与调度集中控制系统共用一根多芯光缆。电视监视系统如图 5 所示。

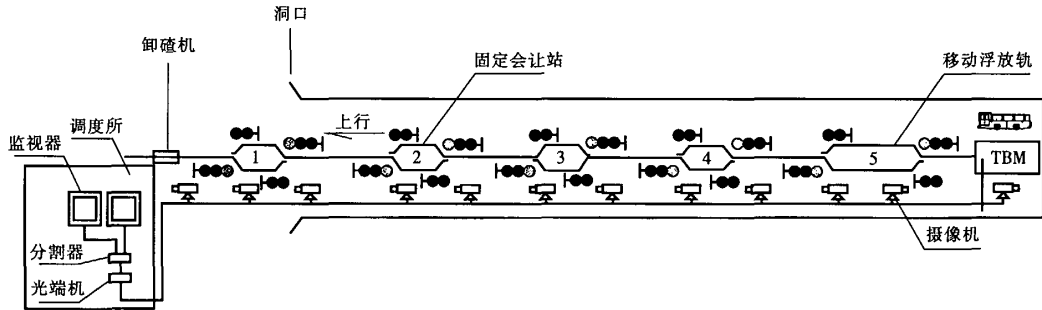


图 5 电视监视系统示意图

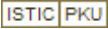
3 结束语

通过车辆调度集中控制系统,整条运输线路上的各运输车辆均显示在调度所的中央调度显示屏上,行车调度通过排列进路,给区间和固定会车站上的信号机发出信号,可以使轨线上的各运输车辆有序运行。理论上可以做到每个区间都有列车在行驶,可以极大地提高单线运输轨线的运输能力和效率。

参考文献:

[1] TB/T 3027-2002, 计算机联锁技术条件[S].  
[2] 徐洪泽. 车站信号计算机联锁控制系统原理及应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.  
[3] 林瑜筠. 新型移频自动闭塞(第二版)[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003.  
[4] 郭宗任. 可编程控制器及其通讯网络技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.

(编辑 马 丽)

作者: 唐健, 陈馈, [TANG Jian](#), [CHEN Kui](#)  
作者单位: [中铁隧道集团有限公司, 河南, 洛阳, 471009](#)  
刊名: [铁道工程学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)  
年, 卷(期): 2006 (6)

参考文献(4条)

1. [TB/T 3027-2002. 计算机联锁技术条件](#)
2. [徐洪泽. 车站信号计算机联锁控制系统原理及应用](#) 2005
3. [林瑜筠. 新型移频自动闭塞](#) 2003
4. [郭宗任. 可编程序控制器及其通讯网络技术](#) 1999

本文读者也读过(10条)

1. [宋德果. 孙伟亮. 武隆隧道运输方式的选择及设备配套](#)[期刊论文]-[铁道建筑技术](#)2002 (z1)
2. [黄湘勇. 水柏铁路松河隧道有轨运输施工机械化配套](#)[期刊论文]-[建设机械技术与管理](#)2002, 15 (6)
3. [郭西森. 新建铁路长大隧道“单洞双线轨道运输”工序改良](#)[会议论文]-2009
4. [吴建元. 天心山隧道有轨运输技术研究](#)[期刊论文]-[石家庄铁道学院学报](#)2004, 17 (z1)
5. [赵喜斌. 郭得福. ZHAO Xibin. GUO Defu. 象山铁路隧道斜井有轨运输溜车分析及防控措施](#)[期刊论文]-[隧道建设](#) 2008, 28 (5)
6. [李昌. LI Chang. 大坡度长斜井有轨运输系统优化技术](#)[期刊论文]-[隧道建设](#)2009, 29 (5)
7. [李培忠. 蒋大良. 张可诚. 秦岭II线隧道有轨运输采用钢枕的尝试](#)[会议论文]-2002
8. [邱波. 刁广伟. Qiu bo. Diao guangwei. 矿区铁路区间闭塞技术改造](#)[期刊论文]-[煤矿现代化](#)2011 (1)
9. [宾凌涛. 黄州坝隧道有轨运输和无轨运输施工方案比较](#)[期刊论文]-[山西建筑](#)2002, 28 (11)
10. [悬臂式井下有轨运输车复轨器的设计](#)[期刊论文]-[煤矿机械](#)2009, 30 (12)

引用本文格式: [唐健. 陈馈. TANG Jian. CHEN Kui. 特长隧洞施工运输车辆调度控制系统](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2006 (6)