

# 采用闭式静液传动技术的 机械走行液压系统调试方法分析

王 晖

## Adjusting Method Analysis of Mobile Hydraulic System with Closed Circuit Hydrostatic Transmission

Wang Hui

(昆明中铁大型养路机械集团公司,云南 昆明 650109 电话:13888610727)

**摘 要** SPZ-200 型双向道床配碴整形车是当前国内大型铁路养路机械中的一个重要产品,它采用了当今世界上许多先进的技术,它的使用和操作控制非常简单易行,但生产制造和调试过程则较复杂,特别是液压走行系统调试。该文针对这一问题从理论分析切入,结合实际的工作经验对液压走行系统的调试方法进行分析并归纳出了具体步骤。

**关键词** 闭式静液传动技术 液压走行系统 调试方法

中图分类号:TH137 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2004)10-0072-03

### 1 引言

SPZ-200 配碴车是我国大型铁路养路机械中的一个重要产品,它的液压走行采用了当今世界上先进的闭式静液传动技术,具有技术新颖、结构原理复杂、操作控制安全可靠的特点。对用户来说,使用和操作控制非常简单易行,但生产制造和调试过程则较复杂,技术含量高,这要求组装调试人员必须具备相关的知识和一定的经验。针对 A4VG 泵和 A6V 马达的特点,为确保两者具有最佳的匹配特性,确保整个机械的液压走行系统具有良好的加速性能,在通过实践的基础上,本文总结了具体的调试方法和步骤,供参考。

### 2 基本原理

SPZ-200 配碴车走行液压系统采用 20 世纪 80 年代新发展起来的静液传动技术。由发动机输出动力经分动箱带动两个 A4VG 泵,两个 A4VG 泵与前后车轴齿轮箱(配碴车为两轴车)的 A6V 马达等组成闭式静液循环回路,由两个 A4VG 泵自带的补油泵提供控制压力,经先导阀控制两个泵的 Y1、Y2 和两个马达的 X 口的压力,从而控制 A4VG 泵的输出和 A6V 马达的输入排量及闭式系统的工作流向,使整机在 0~80 km/h 内两个方向无级变速。

A4VG 泵是斜轴柱塞式双向变量的组合泵,泵上

有双向工作腔(A、B)的压力控制阀和安全压力截止阀,自带补油泵提供可调压力(由补油泵调压阀设定)为系统补油,同时提供控制压力油源。

根据设计要求,A4VG 泵的工作腔压力 PA、PB 调定为 28 MPa,安全截止阀压力设定为 25 MPa,补油泵压力设定为 2.8 MPa。

泵的流量与泵的转速和泵的排量有关,当转速恒定时,流量与排量成正比,当排量恒定时,流量与转速成正比。

泵的转速与发动机转速成正比,配碴车当发动机在额定转速 2300 r/min 工作时,泵的转速恒定为 2130 r/min(分动箱减速比为 27/25)。

A4VG 泵的排量与泵的斜盘的摆角成正比,斜盘摆角的大小与 Y1、Y2 口的压力差成正比,因此,排量与 Y1、Y2 口的压力差成正比。当 Y1 或 Y2 口的压力在 0.6~1.8 MPa 之间变化时,泵的排量在 0 至最大之间线性变化(见图 1a),即泵响应的最低压力为 0.6 MPa,响应的最高压力为 1.8 MPa。当压差  $\geq 1.8$  MPa

收稿日期 2004-06-07

作者简介:王晖(1971—),男,云南个旧人,工程师,学士,主要从事机械和液压技术方面的工作。

时,泵的排量最大,配碴车 A4VG 泵的最大排量是 125 mL/r。

关于泵的流量方向,当 Y1 口有压力, Y2 口无压力时,泵的 A 腔吸油, B 腔输出压力油,反之, B 腔吸油, A 腔输出压力油。

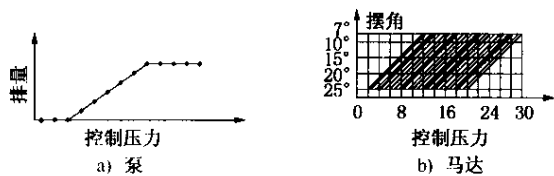


图 1 泵和马达的性能曲线

6V 马达是斜轴柱塞式双向变量马达,马达上装有控制起点调整和摆角限位调整螺钉。

进出口的压差取决于负载情况,当压差恒定时,输出转矩与马达的排量成正比。当 A4VG 泵的输出流量恒定时,马达的输出转速与马达的排量成反比。

A6V 变量马达的排量与马达的摆角成正比,摆角增大,排量增大,摆角减小,排量减小。A6V 马达的摆角由先导阀的控制压力控制(同时控制 A4VG 泵的变量),与控制压力成反比,当控制压力增大时,摆角减小,当控制压力减小时,摆角增大。因此,马达的排量与控制压力成反比。可见,当 A4VG 泵的输出流量恒定时,马达的输出转速与控制压力成正比。马达的输出转矩与控制压力成反比。

A6V 马达通过控制压力改变摆角大小来实现马达排量及输出转速的无级变化。配碴车 A6V 马达的摆角变化范围是  $25^{\circ} \sim 7^{\circ}$ ,排量的变化范围是 107 mL/r ~ 30.8 mL/r。从最大摆角到最小摆角时控制压力的变化值为 1 MPa(产品特性值),相对应的控制压力开始调整值在 0.2 ~ 2 MPa 之间可选。例如,当摆角为  $25^{\circ}$  时,如果控制压力为 1.2 MPa,则当摆角变化到  $7^{\circ}$  时,控制压力要从 1.2 MPa 变化到 2.2 MPa。当流量恒定时,在这个变化过程中输出转速也呈线性变化,见图 1b。

在以上变化过程中,马达的输出转矩随控制压力的增大和输出转速的提高而减小。

A6V 马达输出转速的方向取决于 A4VG 泵的供油方向,取决于是 A 腔还是 B 腔输出压力油,也即受控于控制压力 Y1、Y2 的压力差。

综上所述,配碴车的动力传输和控制过程是发动机(额定转速 2300 r/min)驱动(通过传动比 25/27)

A4VG 泵,输出变化的流量(最大流量 266 L/min)驱动 A6V 马达。

整车的走行控制变速过程主要由先导阀控制,使 A4VG 泵 Y1、Y2 口和 A6V 马达 X 口获得无级变化的压力油,从而达到整机走行速度无级变化的目的。从以上分析看,当发动机在额定转速(2300 r/min)工作时,配碴车 A4VG 泵的变量范围是当控制压力在 0.6 ~ 1.8 MPa 之间时。A6V 马达的变量控制范围是可选的,控制压力变化量为 1 MPa,而变量控制压力的起点在 0.2 ~ 2 MPa 之间可调。为使整车速度控制范围连续、稳定,当控制压力达到 A4VG 泵的变量控制终点压力 1.8 MPa 时,应使 A6V 马达的变量开始,即把马达的控制起始压力调定为 1.8 MPa。这样,整个变速控制过程中,泵和马达的变量过程正好衔接上,没有重叠和间隔的控制区域,马达变量的终点控制压力为 2.8 MPa(1.8 MPa + 1 MPa)。整个过程中控制压力和马达的输出转速的关系都是线性变化,只是泵和马达的两个变量区域内,变化曲线的斜率略有不同,见图 2。

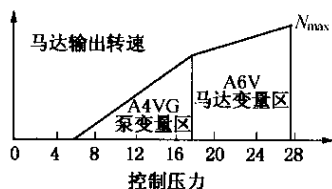


图 2 配碴车控制变速曲线

在全控制过程中,马达的输出转速随控制压力线性增大,马达的输出转矩则随压力的增加而减小,从而整车获得平稳的加速性能。

### 3 A4VG 泵调式方法

根据原理分析,对 A4VG 泵,主要调试的内容如下:

A、B 腔工作压力阀压力调定为 28 MPa;安全截止阀压力调定为 25 MPa;补油泵压力阀压力设定为 2.8 MPa。

从液压原理图分析,两个 A4VG 泵的 A、B 腔,补油泵的供油口,控制压力供油的 Y1、Y2 口都是相通的,因此,在调试前,需将两个 A4V 泵分别完全隔离。对不调试的一个泵的 A、B 口,补油泵供油口,控制压力的 Y1、Y2 口用堵头分别隔离。注意,曾有一种方法认为 A、B 口可以不隔离,只要隔离 Y1、Y2 口,让泵不供油就可调试另一个泵的 A、B 腔及安全截止压

力。实践证明这是错误的,当所调的一个泵的安全截止阀是坏的(而另一个是好的)时,不能从压力表示值上判断出。

#### 4 A4VG 泵调试步骤

(1) 发动机转速稳定在 2300 r/min;

(2) 调补油泵压力 2.8 MPa,注意,补油泵压力会因油液的黏度变化而略有变化,刚开始发动车时调好的压力值到整车工作一段时间后会因油温升高油黏度下降而略微下降(约 0.1 MPa)。因此要等到整机发动一段时间后再进行调压;

(3) 对车轮施加足够的制动力,可用外力;

(4) 把安全截止阀的调整螺丝往里紧几圈,确保截止压力高于 28 MPa;

(5) 按前进方向,操纵先导阀至最大控制压力(确保前面施加的制动力足够让车不动),调整 B 腔的压力为 28 MPa,按后退方向,同样的方法调整 A 腔的压力为 28 MPa;

(6) 按前进或后退方向,操纵先导阀至最大控制压力(确保前面施加的制动力足够让车不动),调整安全截止阀的压力为 25 MPa(此时走行压力表上瞬间显示的压力值是 28 MPa,而后稳定在 25 MPa。)

用同样的方法调整另外一台 A4VG 泵。

#### 5 A6V 马达调试方法

对于 A6V 马达,调节的重要内容就是起始控制压力的调定和最小排量(最高转速)的限位调节。马达起始控制压力的调节比较复杂,根据原理分析,可以采用定点取值调定。

在发动机以额定转速 2300 r/min 工作时,当控制压力为 1.8 MPa,则 A4VG 泵输出最大排量 125 mL/r,这时如果 A6V 马达的起始控制压力为 1.8 MPa,则马达的排量也是最大值 107 mL/r,由此,可算出此时马达的输出转速及车轮转速。

根据配碴车的设计要求,最高时速为 80 km/h(车轮转速为 505 r/min)。因此,在控制压力达到马达的变量终点压力 2.8 MPa 时,车轮转速应达到 505 r/min 以上。配碴车 A6V 马达在最小流量时的最高转速为 4000 r/min,车轮转速最高可达到 567 r/min。因此配碴车设计要求控制压力达到最高值时,车轮转速达到 550 r/min。

根据原理分析,理论上马达及车轮的输出转速与控制压力的关系是两个阶段的线性变化,就此可以算

出,控制压力在各压力值时,车轮的输出转速,如表 1。

表 1 车轮的输出转速

控制压力 0.1 MPa	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
车轮转速 r/min	0	0	59	118	177	235	294	353	392	432	472	511	550

在配碴车实际的运用中,控制压力由 A4VG 泵的补油泵提供,补油泵压力为 2.8 MPa,控制压力经先导阀到达 A4VG 泵和 A6V 马达后有压力损耗,最高只达到 2.6 MPa。因此,A6V 马达的最高控制压力为 2.6 MPa,而起始控制压力为 1.6 MPa,上述分析结果表 1 的数值实际运用中应改为表 2 的值,如下。

表 2 车轮的输出转速

控制压力 0.1 MPa	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
车轮转速 r/min	0	0	0	59	118	177	235	294	392	432	472	511	550

#### 6 A6V 马达调试步骤

(1) 隔离一个 A4VG 泵,可以采用调泵的隔离方法,也可采用简化的隔离方法,只需把 Y1、Y2 口堵上,因为一个马达只需一个泵的流量,只要其中一个泵不供油就可,不必全部隔离;

(2) 发动机转速稳定在 2300 r/min;

(3) 把后车轮架空,让其可以空载运转;

(4) 先导阀压力稳定在 1.8 MPa;

(5) 调整马达的起始控制压力螺钉,使车轮转速为 392 r/min;

(6) 先导阀压力稳定在 2.6 MPa;

(7) 调整马达最小流量限制螺钉,使车轮转速为 550 r/min;

(8) 参照表 2 的数值,验证在各控制压力下车轮的转速,并记录各点实测值;

(9) 操纵先导阀,使车轮转速为 505 r/min,此时车速为 80 km/h,校对里程表,实测并记录车速在 87 km/h、80 km/h 和 70 km/h 时的示值误差。

按(1)至(8)的步骤调试前轮。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 第三版,北京:化学工业出版社,1993.
- [2] 吕宁生. 配碴整形车[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.