

流体输送采用电机调速控制及其节能效果

张玉润 (浙江大学化工研究分所)

徐裕项 (浙江大学电工研究分所)

徐鸿寿 (浙江桐乡电机厂调速电机研究所)

一、前言

流体输送在工农业生产、生活设施等各个部门是相当广泛和极其重要的部分。它的动力消耗约占厂、矿用电量的13.1~58%^[7]。输送系统普遍采用笼型异步电动机,驱动泵与风机恒速运转,再利用阀门节流来控制流量。节流是要损耗能量的。合理的方法应是按需要作变速运行,取消阀的控制,以减少动力损耗。

本文通过离心泵的恒、变速运行,说明流体输送采用变速运行的目的及其效果。

二、流量调节采用泵或风机调速控制的合理性及其节能原理

对于图1所示输送系统所需的离心泵的轴功率 P_{bc}

$$P_{bc} = \frac{H_{\text{总}} Q \gamma}{102 \eta_{bc}} \quad (\text{千瓦}) \quad (1)$$

式中 Q ——流量 (升/秒);
 γ ——重度 (公斤/米³);
 η_{bc} ——泵恒速时的效率;
 $H_{\text{总}}$ ——泵扬程。

$$H_{\text{总}} \approx 10 (p_2 + \Delta p_1 + \Delta p_2) \quad (\text{米水柱})$$

其中 p_2 ——工艺静压头 (公斤/厘米²);
 Δp_1 ——调节阀上压降 (公斤/厘米²);
 Δp_2 ——管路其他部分损失的总压降 (公斤/厘米²)。

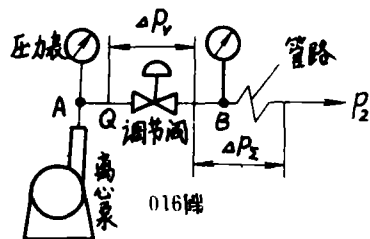


图1 流体输送示意图

可见,采用改变阀门开度控制流体流量的输送系统中,其相应的节流损耗是不可避免的,而流量调节在工业生产中又往往是必须的。

采用改变管路阻力来达到流量调节的过程如图2所示。设工艺要求流量从 Q 变为 Q_2 ,扬程 H_0 已满足要求。此时,为满足离心泵的 $H-Q$ 特性,必然采用关闭阀门、增加流阻及改变管路状态由“1”状态变为“2”状态,工作点由 A 转移到 A_2 。显然,泵的输出中 $(H_2 - H_0)$,一部分扬程损失在阀的节流过程中。因而系统的能耗增加,效率下降。此外,阀的磨损与噪音也将随着阀上压降的增加而加剧。

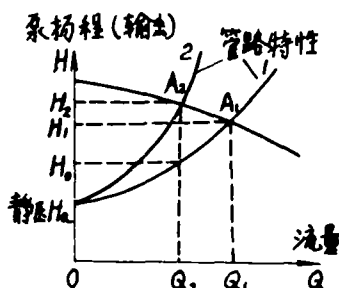


图2 泵、管、路的 $H-Q$ 特性

由[1]知,离心泵工作在不同转速下,同一泵的 $H-Q$ 特性如图3所示。在一定的输送系统中,改变泵的转速就可方便地调节流量。若工艺要求同前($Q_1 \rightarrow Q_2$, H_0 已满足要求),则在保持管路状态“1”不变的情况下,将泵的转速由 n_1 降到 n_2 ,就可达到调节流量的目的。避免了阀门的节流损耗。

离心泵在理想工作状态下,按比例律得出转速 n' 、扬程 H 、流量 Q 和消耗功率 P 的关系[1]

$$\left. \begin{aligned} \frac{H_1}{H_2} &= \left(\frac{n'_1}{n'_2} \right)^2 \\ \frac{Q_1}{Q_2} &= \frac{n'_1}{n'_2} \\ \frac{P_1}{P_2} &= \left(\frac{n'_1}{n'_2} \right)^3 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

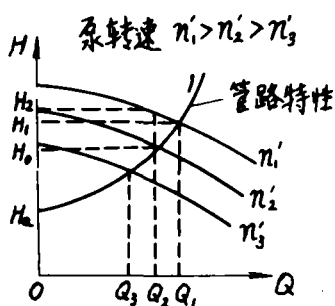


图3 泵变速时管路 $H-Q$ 特性

这样, 当泵的输送量从 Q_1 降到 Q_2 时, 其功耗

功率将随 $\left(\frac{n_2'}{n_1'}\right)^3$ 下降 ($n_2' < n_1'$); 而用恒速、阀门

控制时, 系统的功耗功率近似于 $\frac{Q_2}{Q_1}$ 下降 ($Q_2 < Q_1$)。

尽管实际工况与理想工况有差异, 然而采用泵变速调节流量较恒速、阀门控制调节流量的节约动力消耗的优势仍是明显的。结合实际工况, 离心泵变速运行时所需轴功率, 在工艺要求保持不变下, 由恒速、阀门节流控制改为变速调节控制时, 其值为

$$P_{bi} = \frac{H_{\star} Q_2}{102 \eta_{bi}} \quad (\text{千瓦}) \quad (3)$$

式中 $H_{\star} \approx 10 (p_2 + \Delta p_{\Sigma})$ (米水柱);

η_{bi} ——变速后泵的效率。

若一般异步电动机的效率为 η_g , 调速电动机的效率为 η_{gi} , 则两种控制方式下的功耗之比

$$R = \frac{P_{bi}}{P_{bc}} = \frac{(p_2 + \Delta p_{\Sigma}) \eta_{bc} \eta_{gi}}{(p_2 + \Delta p_{\Sigma} + \Delta p_i) \eta_{bu} \eta_{gi}} \quad (4)$$

显然, 当 $R < 1$ 时, 调速控制可以节能。否则反而费能。这就是说, 调速控制能否比恒速、阀门控制节能要看调速电机和泵的效率以及应用场合的不同而论。

随着电力电子技术的发展和在电机控制中的广泛应用, 交流电机各种调速方法日趋完善, 泵变速控制调节流量也就具备了条件。为探讨流体输送, 采用电机调速控制的现实性和它的节能效果, 我们进行了初步的试验和研究。

本试验系统为论证流量在大范围内调节时的运行性能, 考虑到配套方便, 使用和维护简单, 投资合理, 以及在实际使用部门便于推广应用, 选用了浙江桐乡电机厂按系统需要设计和生产的 JZ T-21-2 电磁调速异步电动机来调节离心泵的转速, 以实现流量的调节。

电磁调速异步电动机由鼠笼式异步电动机、电磁滑差离合器和控制装置三部分组成。调速依靠电磁滑差离合器来实现。为此先简述一下在整个调速范围内, 电磁滑差离合器的损耗和效率。

电磁滑差离合器的损耗主要是滑差损耗, 其他损耗 (包括励磁损耗、风阻损耗和机械摩擦损耗等) 相对于滑差损耗均较小, 为便于分析, 就忽略不计。

电磁滑差离合器的输入功率 P_1 和输出功率 P_2 分别为

$$P_1 = K M_1 n_2 \quad (5)$$

$$P_2 = K M_2 n \quad (6)$$

式中 K ——比例系数;

M_1 ——输入转矩;

n_2 ——原动机 (异步电动机) 转速;

M_2 ——输出转矩, 即离心泵的输入转矩;

n ——输出转速, 即离心泵的转速。

由于忽略了其他损耗, 故

$$M_1 = M_2 = M \quad (7)$$

由公式 (2) 知, 当离心泵转速为 n 时, 它所需的转矩 M 与转速平方成正比, 即 $M \propto n^2$ 。

电磁滑差离合器效率近似为

$$\eta_i = \frac{P_2}{P_1} = \frac{n}{n_2} = \frac{n_2(1-S)}{n_2} = 1-S \quad (8)$$

式中 $S = \frac{n_2 - n}{n_2}$ 即电磁滑差离合器的转差率

电磁滑差离合器的滑差损耗

$$\begin{aligned} P_s &= P_1 - P_2 = \frac{P_2}{\eta_i} - P_2 \\ &= P_2 \left(\frac{n_2}{n} - 1 \right) = K M n \left(\frac{n_2}{n} - 1 \right) \end{aligned}$$

当电磁滑差离合器的负载为离心泵时

$$\begin{aligned} P_s &= K M n \left(\frac{n_2}{n} - 1 \right) \\ &= K' n^3 \left(\frac{n_2}{n} - 1 \right) = K' n^3 \left(\frac{n_2}{n} \right) \left(1 - \frac{n}{n_2} \right) \end{aligned}$$

$$\text{即 } P_s = K' n^3 \left(\frac{n_2}{n_2} \right)^2 \left(1 - \frac{n}{n_2} \right) \quad (9)$$

上式可以看出损耗功率在 $\frac{n}{n_2}$ 值较大和较小时均较小。最大的损耗将发生在 $\frac{n}{n_2} = \frac{2}{3}$ 处。故从能

量损耗情况来看,用电磁滑差离合器带动离心泵(或离心式风机)是比较合理的,即在低速运转时不会使电磁滑差离合器过热。

对于整个流量输送系统来说,当用调节阀控制流量时,其总效率

$$\eta_{总} = \eta_g \eta_{bc} \eta_l \tag{10}$$

式中 η_l ——调节阀输送效率。

而用电磁调速异步电动机控制流量时,其总效率

$$\eta_{总} = \eta_g \eta_l \eta_{bl} \tag{11}$$

上述二式中,除异步电动机效率 η_g 各不相同,且随负载变化而变化以外,泵效率 η_{bc} 、 η_{bl} 、调节阀输送效率 η_l 和电磁滑差离合器效率 η_l 也与负载的大小有关,分析颇为复杂。我们用实测法取得两种控制方法下的消耗功率和系统有效的输送功率,求得系统的总效率,从而对二种控制方法作出评定。

三、流量输送系统采用调节阀控制与电磁调速异步电动机调速控制试验

1. 试验装置及流程 (图 4)

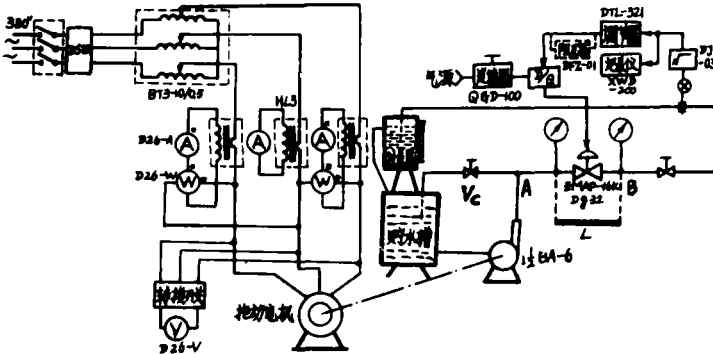


图 4 试验装置及流程

说明:采用调速控制时,以JZT—21—2电磁调速异步电动机代替JO 2—21—2异步电动机;并以直管L取代ZMAP—16K D₃₂调节阀。

2. 试验内容及测试结果

(1) 开环特性测试

(a) 采用常规调节阀控制时的广义对象静特性。

由[6]知,调节阀、对象皆为线性特性,当 $S^*=1$ 时(注: S^* 为管路系统中调节阀全开,阀二端压力损失占整个管路输送系统压力降的比值),其广义对象输出与输入信号之比是非线性的。本广义

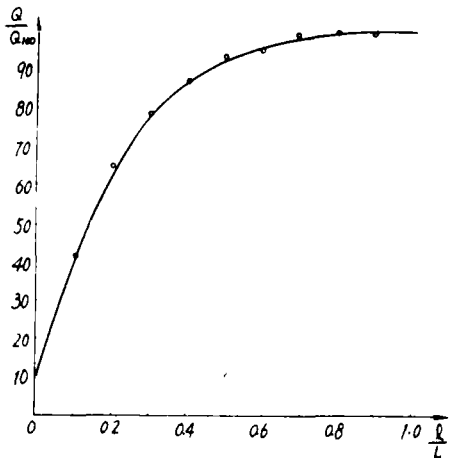


图 5 采用调节阀的广义对象静特性
 Q_{100} ——系统满负荷流量 l ——调节阀行程
 L ——调节阀全程

对象的静特性如图 5 所示。

(b) 采用滑差电机控制时系统特性

温差电机静特性与滑差电机和流量系统联合广义对象静特性分别如表1、表 2 及图6曲线1、2所示。

表 1 滑差电机输入—
输出特性 ($I_{\lambda} - n$)

I_{λ} (毫安)	1.0	2.5	4.0	5.3	6.5	8.0	10.0
n (转/分)	—	860	1200	1430	1650	2000	2300

表 2 联合广义对象特性

I_{λ} (毫安)	3	4	5	6	7
$Q_{出}$ (吨/小时)	1.25	2.45	3.40	4.05	5.00

由图 6 可见,联合广义对象特性是线性的,而采用调节阀的流量系统是非线性的。

联合广义对象的动态特性可由图 4 系统(系统开环状态)作DTL—321的给定值阶跃变化得到,如图 7 所示。由图可见,在阶跃作用后,系系输出从原来的稳态变到新的稳态,其经历时间很短,在几秒以内。故本系统可忽略惯性时间。

(2) 系统的闭环运行

图 4 装置按恒速与变速分别组成闭环控制系统,在相同工况下,得到流量调节的过渡过程如图 8、9 所示。

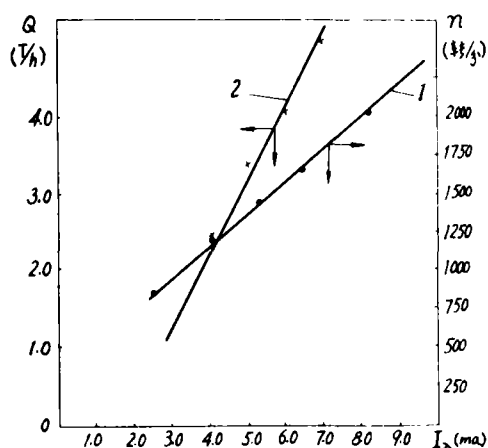


图 6 调速控制开环特性

I_A ——由调节器(DTL-321)输出的控制信号

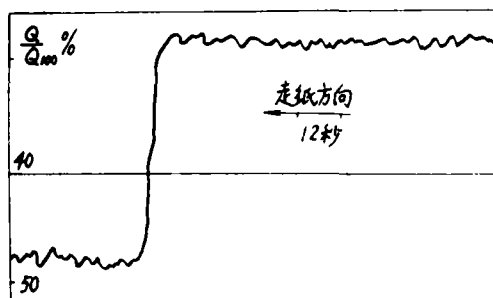


图 7 JZT 流量系统开环阶跃响应

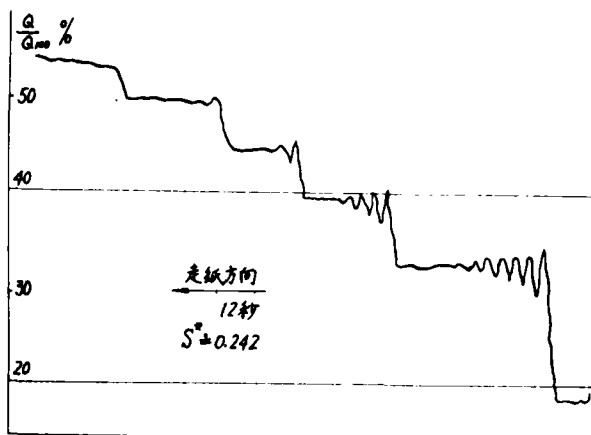


图 8 采用调节阀的调节过程流量曲线
从图中看到:

(a) 采用恒速、调节阀控制的系统, 在低 S^* 值 ($S^* = 0.242$), 小流量 (如 $\frac{Q}{Q_{100}} = 0.3$), 过渡过程振荡得很厉害; 而在大流量时 (如 $\frac{Q}{Q_{100}} = 0.6$), 其过渡过程已不再振荡。这表明系统为非线性。

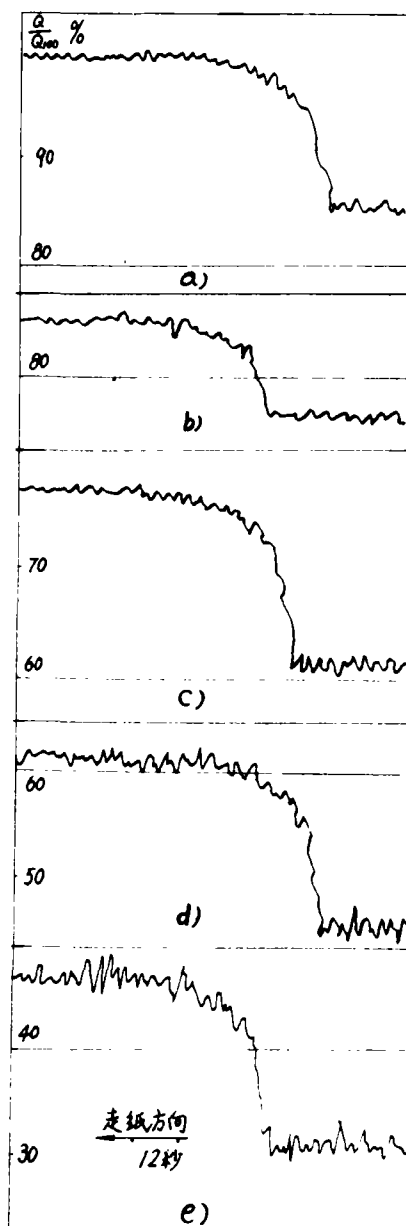


图 9 JZT 调速过程流量曲线

$S^* \approx 0.1$ (上列各图皆同)

(b) 采用滑差电机调速控制的系统, 在与恒速控制系统的相同工况下, 流量由小到大, 其过渡过程的振荡基本上一致, 表明系统的线性度较前一系统好。

在工作状态下系统有好的线性度, 这是控制系统所要求的, 为线性系统实现最优控制提供了条件。

(c) 电磁调速控制流量系统的抗干扰能力。

当外部干扰破坏了系统的稳定运行时, 控制系统能否迅速克服外部干扰的影响, 使系统回复到原稳定运行工况, 这是衡量控制系统性能优劣的标准。

JZT滑差电机-离心泵组成的调速流量控制系统的抗干扰能力是良好的, 实测情况如图10所示。

(d) 电磁调速控制流量系统的运行稳定性

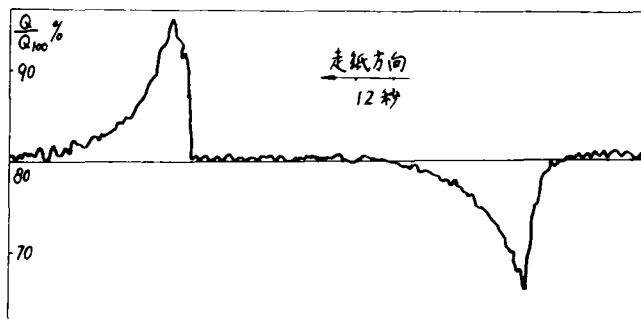


图10 JZT调速控制系统的抗干扰能力
干扰: 开关图4系统的V₁阀门

系统在低速 (约 $<40\%n_{max}$)、小流量运行时, 其稳定过程有 $\pm 1 \sim \pm 3\%$ 的波动幅度, 如图9d)、e)所示。但其波动幅值的均值近于“0”, 并且波动周期约为3秒。这样的波动情况在工业装置中是能允许的。而且, 波动的幅度还可以通过调整调节器DTL-321的参数加以改善, 如图11所示。而当转速提高, 流量增大时, 系统稳定运行的波动

幅度渐趋减小, 如图9、c)、b)、a)所示。

系统经较长时间与多次投入运行表明: 稳定、无漂移现象。

调速系统的开环特性和闭环运行证明, 采用JZT滑差电机-离心泵组成的调速流量控制系统能满足常规调节系统品质的要求, 并在一定程度上有所提高。这样, 进一步验证能否节约动力消耗就具有现实意义。

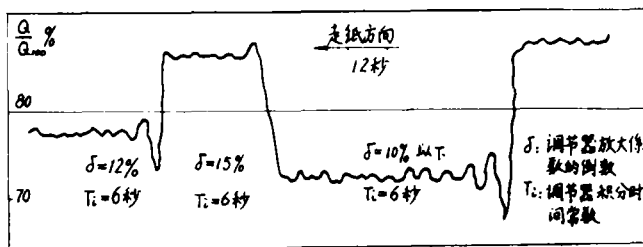


图11 调速流量系统, 调节参数对调节过程的影响

(3) 能耗比较

由异步电动机-离心泵-调节阀和JZT电磁调速异步电动机-离心泵-直管段分别构成的二种闭环调节系统, 试验测定时, 保持二种控制方法下原调节阀阀后测压点(图1中B点)处的流量与压头之积, 即必要的输送功率一致, 分别测得所消耗的电功率 $P_{恒}$ 和 $P_{调}$ 。试验是在对应于调节阀控制时的 S^* 值分别为0.2、0.5, 工艺静压头为1.6米水柱(即式(1)、(3)中 $p_2 = 0.16$ 公斤/厘米²)条件下进行的, 调速控制时, 保持工艺静压头和管路状态不变。测试结果如表3、4、5、6及图12、13所示。

分析试验结果可以得出:

(1) 当流量 $\frac{Q}{Q_{max}}$ (Q_{max} 为系统可提供的最

大流量)为85%以下时, 调速控制较恒速-阀门节流控制所消耗的输送功耗少。当 $\frac{Q}{Q_{max}}$ 处在75~35%这一较常用范围内时, 调速控制可比恒速-阀门节流控制节电9.1~31%左右, 如表6中R值。

(2) 采用调节阀控制(或手操阀控制)的流体输送系统中, S^* 值越大, 用调速控制替代后, 节电效果也就越显著。如图12、13, 在相同工况下运行, 调速控制的节能率(或节能量) $S^* = 0.5$, 大于恒速阀门控制的节能率 $S^* = 0.2$, 效率 η 对 $\frac{P'}{P_{max}}$ 与 $\frac{Q}{Q_{max}}$ 的关系同样反映了调速控制比恒速阀门控制的节能率(或节能量)高($S^* = 0.5$ 大于 $S^* = 0.2$)。

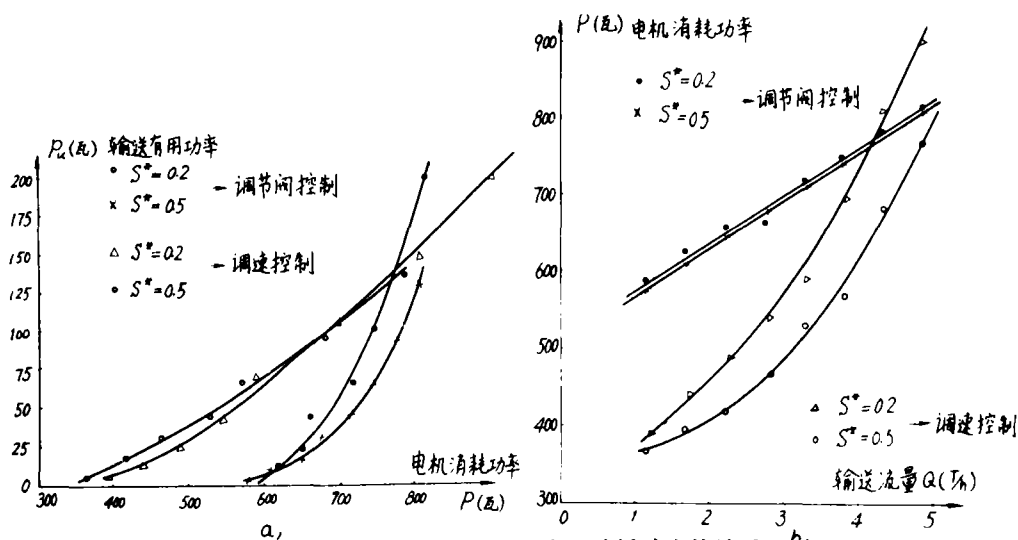


图12 流量输送与拖动电机消耗功率的关系

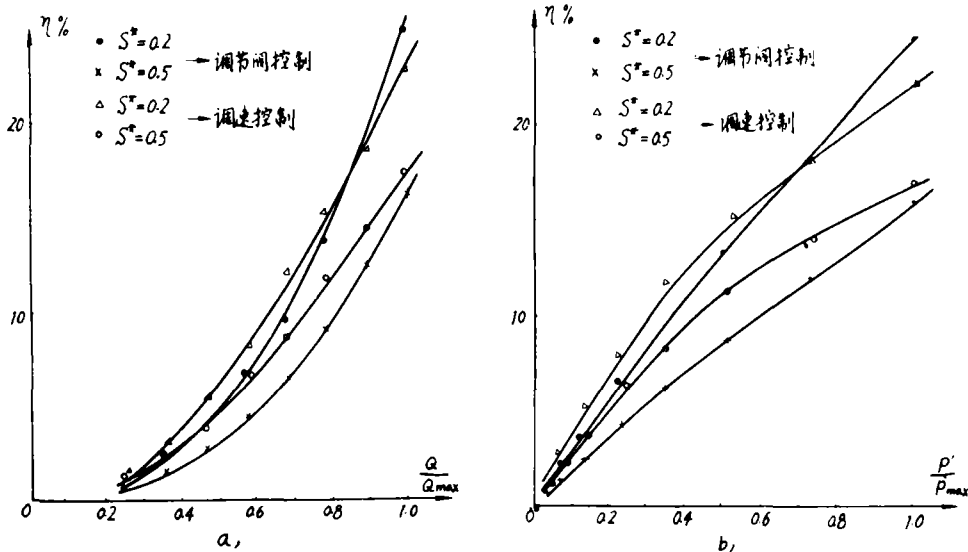


图13 调节阀控制和调速控制对应的输送效率 η 与 $\frac{Q}{Q_{max}}$ 、 $\frac{P'}{P_{max}}$ 的关系

η = 有用功率 P_u / 电机消耗功率 P

表3 异步电动机拖动, 采用调节阀控制的测试数据

参量 序号	电机消耗 功率 P (W)	差变信号 (mA)	流 量 Q (t/h)	阀前压力 (A点) (kgf/cm ²)	阀后压力 (B点) (kgf/cm ²)	阀后有效功率 P_u (W)	效 率 $\eta = \frac{P_u}{P}$ (%)	调节阀 $S \cdot$
1	813.6	9.65	4.82235	2.00	1.53	201.0	24.7	0.2
2	827.6	8.6	4.28268	2.05	1.23	143.9	18.4	
3	748	7.6	3.76871	2.07	0.98	100.6	13.4	
4	718.4	6.6	3.25473	2.10	0.75	66.5	9.3	
5	660	5.62	2.75104	2.12	0.58	43.5	6.6	
6	652	4.58	2.21651	2.15	0.40	24.1	3.7	
7	624	3.53	1.67684	2.15	0.27	12.3	2.0	
8	580	2.55	1.17315	2.15	0.17	5.4	0.9	

表3 异步电动机拖动, 采用调节阀控制的测试数据 (续)

参 量 序 号	电机消耗 功 率 P (W)	差变信号 (mA)	流 量 Q (t/h)	阀前压力 (A点) (kgf/cm ²)	阀后压力 (B点) (kgf/cm ²)	阀后有效功率 P_u (W)	效 率 $\eta = \frac{P_u}{P} (\%)$	调节阀 S^*
1	808	9.65	4.82235	2.00	0.98	128.7	15.9	0.5
2	776	8.6	4.28268	2.05	0.80	93.3	12.0	
3	744	7.55	3.74301	2.08	0.64	65.2	8.8	
4	712	6.6	3.25473	2.10	0.50	44.3	6.2	
5	676	5.62	2.75104	2.13	0.40	30.0	4.4	
6	648	4.56	2.20623	2.15	0.28	16.8	2.6	
7	606	3.55	1.68712	2.15	0.20	9.2	1.5	
8	576	2.5	1.14745	2.16	0.13	4.06	0.7	

表4 采用电磁调速异步电动机调速控制的测试数据

参 数 序 号	电机消耗 功 率 P' (W)	差变讯号 (mA)	流 量 Q (t/h)	阀后测压点压 力 (B点) (kgf/cm ²)	阀后测压点 (B点)有效功 率 $P_{u'}$ (W)	效 率 $\eta = \frac{P_{u'}}{P'} (\%)$	滑差电机 输出转速 n (rpm)	管 路 状 况
1	904	9.65	4.82235	1.54	202.24	22.4	2630	相 当 于 表 三 中 $S^* = 0.2$
2	808	8.65	4.30838	1.26	147.84	18.3	2400	
3	696	7.65	3.79441	1.02	105.40	15.1	2180	
4	592	6.65	3.28043	0.78	69.68	11.8	1880	
5	544	5.65	2.76646	0.58	43.70	8.0	1650	
6	483	4.65	2.25249	0.43	26.33	5.4	1420	
7	440	3.65	1.73352	0.28	13.26	3.0	1150	
8	392	2.60	1.19885	0.19	6.20	1.58	1000	
1	768	9.65	4.32235	0.99	130.0	16.9	2230	相 当 于 表 三 中 $S^* = 0.5$
2	630	8.65	4.30838	0.81	95.0	14.0	2000	
3	563	7.55	3.74301	0.64	65.2	11.5	1770	
4	528	6.6	3.25473	0.50	44.3	8.4	1600	
5	464	5.65	2.76646	0.40	30.1	6.5	1400	
6	410	4.56	2.20623	0.28	16.8	4.0	1200	
7	392	3.55	1.63712	0.20	9.2	2.3	1070	
8	368	2.50	1.14745	0.14	4.37	1.2	870	

表5 变速运行与恒速运行的效率比较

调 节 阀 控 制	$S^* = 0.2$	Q/Q_{max}	1.0	0.888	0.782	0.675	0.570	0.460	0.348	0.243
		P_u/P_{max}	1.0	0.716	0.501	0.331	0.217	0.120	0.061	0.027
		$\eta_{恒} \%$	24.7	18.4	13.4	9.3	6.6	3.7	2.0	0.9
	$S^* = 0.5$	Q/Q_{max}	1.0	0.888	0.776	0.675	0.570	0.458	0.350	0.238
		P_u/P_{max}	1.0	0.725	0.507	0.344	0.233	0.131	0.071	0.032
		$\eta_{恒} \%$	15.9	12.0	8.8	6.2	4.4	2.6	1.5	0.7
调 速 控 制	管路状态对应于上述 $S^* = 0.2$	Q/Q_{max}	1.0	0.893	0.781	0.680	0.574	0.467	0.361	0.249
		P_u/P_{max}	1.0	0.731	0.521	0.345	0.216	0.130	0.066	0.031
		$\eta_{变} \%$	22.4	18.3	15.1	11.8	8.0	5.4	3.0	1.58
	管路状态对应于上述 $S^* = 0.5$	Q/Q_{max}	1.0	0.893	0.776	0.675	0.574	0.458	0.350	0.238
		P_u/P_{max}	1.0	0.731	0.502	0.341	0.232	0.129	0.071	0.034
		$\eta_{变} \%$	16.9	14.0	11.5	8.4	6.5	4.0	2.3	1.2

表6 变速运行与恒速运行的能耗比较

状态	参数	Q (吨/小时)	4.822	4.308	3.794	3.200	2.766	2.254	1.739	1.1999	备 注
		Q/Q_{max}	1.00	0.888	0.782	0.675	0.570	0.460	0.348	0.243	Q_{max} 为系统最大流量
S = 0.2	有效功率	P_e (瓦)	202	148	105	69.7	43.7	26.4	13.3	6.2	阀后输送功率
	变 速	P' (瓦)	904	808	698	592	544	488	440	392	变速消耗电功率
	恒 速	P (瓦)	913	827	750	718	661	655	631	585	恒速消耗电功率
	R	P'/P	0.99	0.97	0.93	0.82	0.80	0.73	0.69	0.67	
	转 速 比	n/n_N	0.90	0.80	0.75	0.65	0.50	0.48	0.39	0.34	n_N 约为2900转/分
S = 0.5	有效功率	P_e (瓦)	130	95.0	65.2	44.3	30.1	16.8	9.2	4.4	同 上
	变 速	P' (瓦)	768	680	568	528	464	416	392	360	同 上
	恒 速	P (瓦)	800	776	744	712	676	648	606	576	同 上
	R	P'/P	0.96	0.87	0.76	0.73	0.68	0.64	0.63	0.64	
	转 速 比	n/n_N	0.76	0.68	0.60	0.54	0.44	0.40	0.36	0.30	同 上

四、调速控制应用于流体输送系统的现实意义

1. 用调速控制实现流量调节既可应用于以电动离心式泵和风机为输送源的流体自控系统,也可方便地应用在非自控系统中。

2. 调速控制时,系统运行特性得到改善,调节过程为线性。电磁滑差离合器可以控制停转,从而避免了调节阀关闭时存在的泄漏现象。

3. 节约电能,降低系统运行费用。

前面已叙述,当 $\frac{Q}{Q_{max}}$ 为85%以下时,就有节电效果,而实际运行系统又存在非满载运行情况:

(1) 常规工艺与自控设计中,其最大输送流量与管路阻力都留有较大的安全系数。一般流量安全系数取1.1~1.3 [7],美国、苏联取1.25 [8],阻力安全系数则更大。

(2) 按设计所需的电机、泵容量,经圆整、靠档,加之我国电机、泵的容量级差大,结果使选用的电机、泵容量超过正常所需的输送功率。

由于以上原因,加上其他因素的影响,恒速运行时的流量为30~80%的满载值比较常见,反映在调节阀的正常开度为30~70%的运行工况。

4. 减少流体输送系统设备,提高运行的可靠性和安全性。

调速控制时,无需调节阀控制时的供气设备和管道。

若原来调节阀安装在高空、高压或高温等部位,采用调速控制后,可以避免阀的漏、卡以及高空作业等困难。

避免输送有毒物质在使用调节阀时因阀的泄漏所带来的危险。

克服腐蚀性物质输送系统中调节阀制造和保养的困难。

5. 设备改装、使用、维修和操作方便,投资合理,回收及时,宜于较大范围内推广应用。

当然,是否采用调速控制应作具体分析,它不能作为解决节约动力消耗的万灵之方。况且调速电机的作用不能完全取代调节阀的作用。同时,对于投资少、使用维护方便和耗能少的调速方案,有待进一步探讨,以满足不同容量和不同使用场合的需要。

参 考 文 献

1. 《化工过程及设备》上册 华东化工学院等编 1960
2. 杨兴瑶 “电动机调速的原理及系统” 水利电力工业出版社 1981
3. “电磁调速异步电动机”、“滑差电机”上海先锋电机厂,电器成套设备厂,电机综合研究所 《小型电机》1972
4. “电磁调速电机控制器”说明书 浙江桐乡电机厂1982
5. 袁天祥 “恒速电机驱动变动负载的能量损失及节能途径” 《能源》 1982. 2. P 27
6. 张玉润、祝和云 “实现调节阀的低S值运行” 《炼油化工自动化》 1982. 4
7. 汪述诠 “从工艺系统分析看调节阀的节能” 吉化公司设计院 1982. 11
8. D. Johnson “Variable-Speed drives can cut pumping costs” 《Ch. E》 Aug. 10. 1981.