

# 降低压缩空气电气比的改造

许德鹏, 杨文勇

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

**摘要:**介绍轮胎厂降低空气压缩机(以下简称空压机)电能消耗及减少空气损耗所进行的相关改造工作。在原有设备的基础上,通过在高压空气管道与中压空气管道之间加装调节阀、选择能耗偏高的中压空压机供低压空气和性能稳定的中压空压机采用变频控制、在离心空压机三级冷却器排水管路上安装新型冷凝液自动排除器、在储气罐底部安装零气耗无堵塞自动排水装置及选择组合式干燥机除水,压缩空气电气比和空气损耗明显下降,经济效益显著。

**关键词:**压缩空气;空气压缩机;调节阀;变频控制;电气比

**中图分类号:**TQ330.4<sup>+</sup>93

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-8171(2020)12-0752-04

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2020.12.0752



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

轮胎制造是一个高耗能的过程,在保证产品质量的前提下,如何有效地开展节能工作是轮胎制造企业需长期持续研究的问题<sup>[1-2]</sup>。在轮胎制造中,几乎每个生产工序都需要使用压缩空气,压缩空气的消耗量较大。同时,各生产车间的气动元器件较多,对压缩空气含水量有严格的要求<sup>[3-4]</sup>。为此,我公司工程技术人员通过多次在轮胎生产现场摸底和评估分析及论证,进行了相关改造及控制优化,降低了压缩空气电气比,同时提高了压缩空气的质量。

## 1 可行性分析

### 1.1 现状调查

(1)公用工程空气压缩站负责向整个厂区提供压缩空气。根据生产现场的不同需求,需要供应高压、中压、低压3种不同压力等级的压缩空气。原供气方式为高压空气压缩机(以下简称空压机)供高压空气,低压空气由中压空气减压而得,供气方式不尽合理。高压空压机的产气量与车间的用气量不匹配,高压空压机卸载时间较长,电能消耗大。中压空气减压至低压空气不经济。

(2)空气储气罐排水方式为利用时控开关实现定时排水,时控开关可设置开关时间最短为1

min。通过现场调查发现,储气罐排水时,约20 s就能将储气罐中的水排完,剩余时间排的大部分都是压缩空气,压缩空气的损耗较大。

(3)离心空压机原三段冷却器排水方式为手动排水,为防止离心空压机转轮含水较多而发生锈蚀,离心空压机三段冷却器排水阀手动开启一定角度排水,压缩空气损耗较多。

(4)中压空气3台冷干机为组合式干燥机,由冷干机和吸干机组成,二者可独立开启也可同时开启。通过现场试验数据对比,开启吸干机时,吸干机吸附再生过程空气损耗较大。

### 1.2 改造可行性分析

(1)公用工程空气压缩站所有空压机均采用冷却水冷却方式,冷却效果较为理想。通过单台设备试验证明,在保证冷却水温度和压力达到要求及空压机冷却系统完好的情况下,空压机可以长时间处于加载状态,不会出现设备温度过高而导致停机现象。

(2)通过现场调查发现,中压空气用气量较大,而高压空气用气量偏小,且波动较大,现有控制方式为:压力达到设定上限空压机卸载,压力设定低于下限空压机加载。空压机加载、卸载比较频繁,卸载时间较短时,空压机电动机不停机,但不产气,单台设备电气比高。通过现场论证,在高压空气管道与中压空气管道之间加装调节阀,保证空压机出口压力介于空压机设定上下限压力之

**作者简介:**许德鹏(1985—),男,云南曲靖人,贵州轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事设备自动化改造与节能控制工作。

**E-mail:**xudepeng@gtc.com.cn

间,高压空压机一直处于加载状态,可降低单台空压机电气比,提高空压机效率。

(3)通过现场单台设备试验表明,在不同空压机出口压力情况下,出口压力偏低时设备的电能消耗低,效率高,电气比低。现场低压空气用量统计发现,开启一台空压机不能满足现场低压空气用量需求,而开启两台则有剩余,因此,完全可以开启一台空压机供低压,不足部分再由中压空气减压补充。

(4)通过与其他企业交流得知,目前空气储气罐排水系统已有较为先进的排水装置,排水过程基本可以实现零气耗,空气的损耗率较低。

## 2 方案实施

为降低压缩空气的电能消耗及减少压缩空气的损耗,进行以下改造。

### 2.1 优化高压、中压、低压压缩空气的供给方式及空压机的控制方式

#### 2.1.1 在高压空气管道与中压空气管道之间加装调节阀

为提高高压空压机的工作效率,在高压空气管道与中压空气管道之间加装调节阀,如图1所示,优先保证高压空气的使用,高压空气用量偏小时向中压供气,空压机出口压力基本稳定,空压机长时间处于加载状态,单台设备电气比较低。



图1 高压空气管道与中压空气管道之间的调节阀

#### 2.1.2 选择能耗偏高的中压空压机供低压空气

对中压空压机的出口管路进行优化,如图2所示,中压空压机既能供中压空气也能供低压空气。选择能耗偏高的中压空压机优先供低压空气,如图3所示,不足部分再由中压空气通过调节阀补充,保证低压空气压力稳定。改造完成后,空气压缩站高压、中压、低压空气供气原理如图4所示。



图2 中压空压机出口管道



图3 中压空压机供低压空气控制台

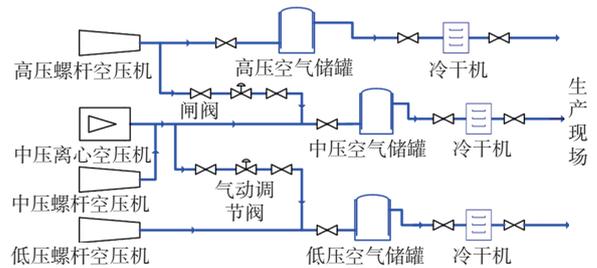


图4 空气压缩站高压、中压、低压空气供气原理

#### 2.1.3 选择性能稳定的中压空压机采用变频控制实现恒压供气

中压空气用量偏大,大部分直接供现场各区域使用,小部分向低压补充。由于现场用气量波动较大,为保证中压空气压力满足生产需求,需额外加开一台中压空压机,加开的设备加载、卸载次数较为频繁,单台设备的能耗较高。为提高中压空气的稳定性及降低设备的能耗,选择性能较为稳定的设备,利用从老厂搬迁的旧变频器(见图5)进行改造,实现恒压供气功能,如图6所示,既提高了中压空气系统的稳定性,同时可降低单台设备的能耗。

### 2.2 减少压缩空气的损耗

#### 2.2.1 优化空气储气罐的排水系统

在离心空压机三级冷却器排水管路上安装新型的冷凝液自动排除器(见图7),替代手动排水球阀(见图8);在储气罐底部安装零气耗无堵塞自动



图5 空压机变频器控制面板



图6 空压机恒压供气控制面板



图7 冷凝液自动排除器



图8 手动排水球阀

排水装置(见图9),替代传统的定时排水电磁阀(见图10),根据液位实现自动排水,减少压缩空气的损耗。

### 2.2.2 选择组合式干燥机除水

中压空气采用组合式干燥机(见图11)进行除水,室外气温高于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,可同时开启冷干机和吸干机,也可单独开启冷干机或吸干机;室外气温低于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,为防止压缩机结冰导致管路堵塞现



图9 零气耗无堵塞自动排水装置



图10 定时排水电磁阀



图11 组合式干燥机面板

象,只能开启吸干机,吸干机运行时空气损耗量较大。现场试验发现,只开启冷干机时,处理后的空气露点温度达到现场使用需求( $\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),如图12所示。



图12 压缩空气露点控制面板

因此,室外气温高于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时开启冷干机,低于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时开启吸干机,可最大限度减小空气损耗。

## 3 实施效果

降低压缩空气电气比的改造工作于2019年6

月完成,统计改造方案实施前后的压缩空气电气比,结果如表1所示。

表1 改造前后压缩空气电气比统计结果

时 间	空压机总用电量/(kW·h)	车间总用气量/Nm <sup>3</sup>	电气比/(kW·h·Nm <sup>-3</sup> )
2018年7月	1 548 913	12 754 262	0.121 4
2018年8月	1 578 494	13 011 916	0.121 3
2018年9月	1 519 617	12 682 458	0.119 8
2018年10月	1 498 333	12 435 463	0.120 5
2018年11月	1 576 634	13 018 429	0.121 1
2018年12月	1 550 685	12 787 752	0.121 3
2019年1月	1 598 972	13 210 063	0.121 0
2019年2月	1 089 341	8 905 095	0.122 3
2019年3月	1 588 711	13 214 311	0.120 2
2019年4月	1 481 405	12 302 168	0.120 4
2019年5月	1 602 327	13 357 687	0.120 0
2019年6月	1 406 926	11 816 253	0.119 1
2019年7月	1 399 190	11 890 242	0.117 7
2019年8月	1 453 591	12 530 037	0.116 0
2019年9月	1 430 056	12 215 212	0.117 1
2019年10月	1 325 879	11 439 189	0.115 9
2019年11月	1 434 462	12 482 526	0.114 9
2019年12月	1 527 757	13 204 606	0.115 6

从表1可以看出,改造后压缩空气电气比明显下降,节能效果显著。

#### 4 经济效益

改造前(2018年7月至2019年6月)压缩空气电气比的平均值为0.120 7 kW·h·Nm<sup>-3</sup>,

改造后(2019年7—12月)的平均值则为0.116 2 kW·h·Nm<sup>-3</sup>,达到了电气比为0.120 0 kW·h·Nm<sup>-3</sup>的改造目标。改造后压缩空气节约的电能为0.004 5 kW·h·Nm<sup>-3</sup>,以2019年总用气量为146 567 389 Nm<sup>3</sup>计算,一年可节约电能659 553.250 5 kW·h,以电价为0.60元计算,一年可节约电能成本约为395 732元。

#### 5 结语

通过进行相关改造,降低了空气压缩机的电能消耗,减少了压缩空气的损耗量,降低了压缩空气电气比,实现了节能降耗的目标。采用零气耗无堵塞自动排水装置替代定时排水电磁阀后,现场的噪声及工作环境有了较大改善,达到一次投入、长期节能的目的,同时对公司异地建厂降低压缩空气能耗具有一定的借鉴作用。

#### 参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [2] 许德鹏, 何勇, 石墩崧. 轮胎厂乏气的回收利用[J]. 轮胎工业, 2019, 39(3): 187-191.
- [3] 李盼, 杨晨, 陈雯, 等. 压缩空气储能系统动态特性及其调节系统[J]. 中国电机工程学报, 2020(7): 2295-2305, 2408.
- [4] 李再有. 谈生产车间压缩空气系统的设计[J]. 液压气动与密封, 2020(3): 48-49, 54.

收稿日期: 2020-08-08

## Modification to Reduce the Power/Air Ratio of Air Compressor

XU Depeng, YANG Wenyong

(Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550008, China)

**Abstract:** The modification work was carried out by the tire factory to reduce the power consumption of the air compressor and reduce the air loss. On the basis of the original equipment, by adding a regulating valve between the high-pressure air pipe and the medium pressure air pipe, selecting the medium-pressure air compressor with high energy consumption to supply low-pressure air, adopting frequency conversion control for the medium-pressure air compressor to achieve stable performance, installing a new type of automatic condensate drain on the drainage pipe of the three-stage cooler of the centrifugal air compressor, installing a zero-air consumption and non-blocking automatic drainage device at the bottom of the air tank, and selecting a combined dryer for water removal, the power/air ratio of the air compressor and air loss were significantly reduced, the economic benefits were significant.

**Key words:** compressed air; air compressor; regulating valve; frequency conversion control; power/air ratio