

制冷降温的方法在郭屯煤矿矿井建设中的应用

臧燕杰

国网能源和丰煤电有限公司, 新疆 和丰
Email: zangyanjiesjh@sina.com

收稿日期: 2021年5月4日; 录用日期: 2021年6月4日; 发布日期: 2021年6月11日

摘 要

本文介绍了郭屯煤矿在建井时期治理矿井热害所采用的方法, 在地面设置制冷机组与喷淋室, 降低进风风流温度, 取得了良好的效果, 确保矿井安全生产。

关键词

煤矿, 热害, 降温, 制冷系统

The Application of Cooling Method in the Construction of Guotun Coal Mine

Yanjie Zang

State Grid Energy Hefeng Coal & Power Co., Ltd., Hefeng Xinjiang
Email: zangyanjiesjh@sina.com

Received: May 4th, 2021; accepted: Jun. 4th, 2021; published: Jun. 11th, 2021

Abstract

This paper describes the Guotun coal mine under construction in wells during the heat treatment method used by victims set up refrigeration units and spray chambers on the ground to reduce the temperature of the inlet air flow and achieve good results to ensure safe production in the mine.

Keywords

Coal Mines, Thermal Damage, Cooling, Refrigeration Systems

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 矿井概况

郭屯井田位于巨野煤田中北部，山东省郓城县境内。井田北邻郓城县城，西距菏泽市约 60 km，东距济宁市约 75 km。井田中部距郓城县城约 10 km，京九铁路从井田西部 4 km 处通过。郓城至附近主要县市均有公路相通：滨州至郑州 220 国道经过郓城，日东高速公路通过本矿井南部，济菏泽高速经过本区东部，交通十分便利。本矿井是一对在建矿井，其生产水平绝对标高-808 m，煤层埋藏深、地温高，属于高温矿井，原岩地温为 35℃~42℃；伴随矿井大量的高温涌水，在炎炎夏季工作面若不采取降温措施，工作面温度将超过 35℃，造成工人体温升高，身体健康受到损害，劳动生产率大大降低，不利于矿井的安全生产。

2. 郭屯煤矿降温技术

2.1. 设计参数

井下降温采用 3℃ 冷水(低浓度盐水)冷却空气,由于受送风工艺性局限,最大有效通风距离为 1500 m。

2.2. 系统简介

设备主要结构由制冷主机、空冷器和井下局部通风机组成。

2.2.1. 制冷机组工作原理

制冷机组主要由制冷压缩机、冷凝器、节流装置和蒸发器组成。其工作原理：制冷压缩机排出的高温高压制冷剂气体，在冷凝器中与冷却水进行换热，使冷凝器内制冷剂蒸汽冷却凝结成液体，液体再经膨胀阀节流成低温低压液体，低温低压液体进入蒸发器蒸发与冷冻水进行换热，变成低温低压的气体，低温低压的制冷剂气体被压缩机吸回，压缩成高温高压蒸汽再送到冷凝器，进入下一个制冷循环；冷冻水经冷冻水循环泵输送到空冷器，井下高温空气的热量与空冷器换热、使空气温度降低，实现降温[1] [2] [3]，工作原理如图 1。

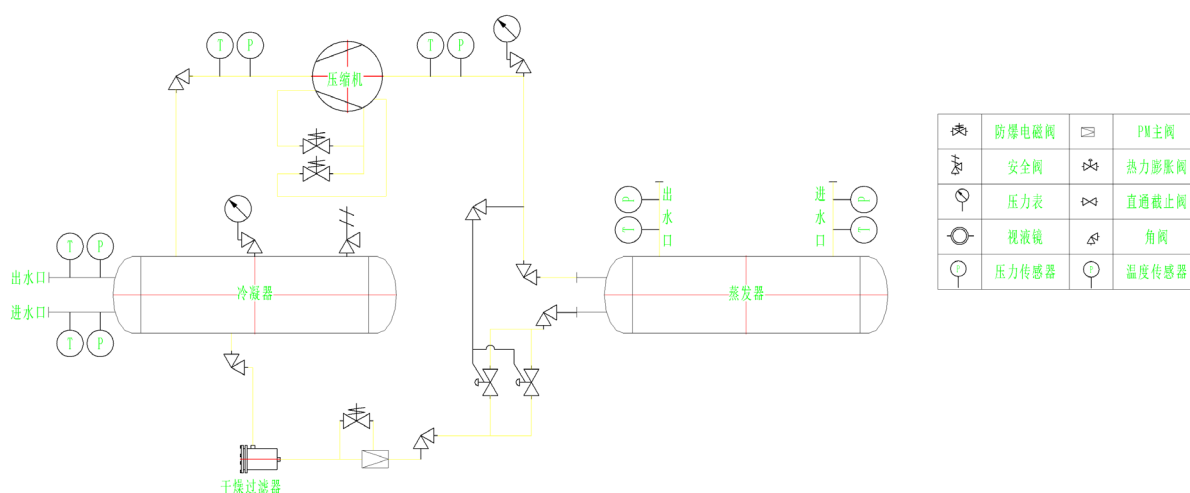


Figure 1. Working principle diagram

图 1. 工作原理图

2.2.2. 制冷机组控制特点

1) 机组控制采用智能型防爆(PLC 程序)控制器,操作控制在电子显示面板上进行,可对制冷装置的容量调节、启动停止实现自动控制,并对制冷装置的温度、压力、过流、过载等信号报警、保护,通过 PLC 的通讯接口,可实现远程监控[4] [5]。

2) 控制装置的电机为直接启动方式。机组出厂时已全部连接好压缩机电机配线和控制回路配线,并经过了绝缘测试及耐电压试验。安装现场接上动力电源和必要的水泵连锁线后即可运转。智能型防爆控制器具有状态显示、温控设定、运转方式选择及异常显示等功能。容量控制通过智能型防爆控制器对温度传感器的监测,根据风温度变化向负载电磁阀发出动作指令,对压缩机进行 40%~100%的容量调节控制。

3) 可按用户需要分别对冷却水入口或出口温度、超温、超压进行设定、保护控制。

4) 机组发生异常时,显示面板自动显示异常原因信号,易于准确地确定异常原因,并及时迅速排除故障[6] [7]。

2.2.3. 制冷压缩机优势

1) 单螺杆制冷压缩机具有结构简单、体积小和无气阀组件等特点外,还具有许多独特的优点。这些优点主要是由于两个星轮在螺杆两侧对称配置所致。结构合理,具有理想的力平衡性,作用于单螺杆压缩机螺槽内的气体径向负荷必然相互抵消,因此,螺杆不受任何径向或轴向气体力的作用。因此,单螺杆压缩机的寿命比双螺杆压缩机轴承寿命高三到四倍。

2) 单机容量大,无余隙容积:单螺杆压缩机工作时,螺杆上的每一个螺槽在一转中均被使用两次,使螺槽空间的以充分利用,因此与其他回转式压缩机相对比,其结构尺寸更小。此外,螺杆的螺槽空间的以充分利用,因此与其他回转式压缩机相比,其结构尺寸更小。此外,螺杆的螺槽深度随压缩腔力的增大而变浅,在排气结束时深度为零,因此,不存在余隙容积。

3) 能量调节,实现精准控制冷冻水温的功能。

单螺杆压缩机采用了无级调节,提供了完善的水温控制,使压缩机随时适应制冷负荷的变化要求,从而保证恒定的冷冻水出水温度,这极大的降低了压缩机的功耗,特别是在运行时间最长的部分负荷工况下更为显著[8] [9]。

4) 节能性:由国家标准 10525《一般用喷油单螺杆空气压缩机》的表 3 与 JB/T6430《一般用喷油螺杆空气压缩机》表 3 的比较可以看出:单螺杆压缩机比双螺杆压缩机比功率均低 1~2 个百分点。也就是说:在相同容积流量和压力下单螺杆压缩机的能耗仅是双螺杆压缩机能耗的 90%以下。

3. 矿用制冷装置的主要参数

矿用制冷装置的主要参数如下表 1。

Table 1. The main parameters of the refrigeration device

表 1. 制冷装置的主要参数

制 冷 装 置	型号	ZLS-800
	制冷量 kW	800
	额定排气压力 MPa	≤1.85
	制冷剂	R22
	电压等级	660/1140
	轴功率 kW	256
	性能系数	≥3.85

Continued

压缩 冷凝 机组	压缩机型号	OLG-20Z-00	
	压缩机最大工作压力 MPa	1.98	
	噪声(声功率级) dB (A)	104	
	振动烈度 mm/s	≤25	
	电机规格型号	YBK3-355L1-2	
	电机功率 kW	280	
	电机电压等级 V	660/1140	
	电机转速 r/min	2980	
	冷凝器水侧承压 MPa	4.125	
	润滑系统型式	背压供油系统	
	冷冻机油牌号	4GS	
	冷冻机油闪点℃	>215	
	蒸发器	蒸发器结构型式	干式壳管式
	冷冻水	冷冻水流量 m ³ /h	137
冷冻水进水温度℃		19	
冷冻水出水温度℃		14	
阻力 KPa		16.6	
冷凝器	冷凝器结构型式	卧式壳管式	
冷却水	冷却水进水温度℃	30	
	冷却水出水温度℃	35	
	阻力 KPa	16.6	
重量	机组 kg	6000	

4. 控制系统

本制冷降温系统的控制采用了昆仑通态触摸屏、德国西门子 PLC 智能控制装置，它集先进的进口可编程控制和防爆技术于一体，对制冷机机组的电机、控制阀、传感器等实施自动控制。

控制方式是：通过系统的温度、压力传感器及温度开关所发出的信号经 PLC 进行智能处理，对制冷系统的主电机、控制阀实施自动控制，实现制冷机组在各种工况的自动运行，特别是能根据蒸发器的送风温度，控制制冷压缩机容量调节阀的工作状态，使制冷机组能从 40%~100%制冷量自动调节，实现机组的轻载启动和节能运行作用；对于参数异常的情况第一时间进行报警或停机保护[10] [11]。

此外、本机组的控制还具有信息显示和远程控制功能。通过机组的触摸屏显示器，可随时显示当前的工作状态和故障信息，方便用户处理。利用 PLC 通信模块，可按用户通信协议要求，设置远程接口，实现计算机远程监控与操作功能。

5. 工程介绍

郭屯矿井下降温工程于 2018 年 2 月 28 日进点，基础土建工程 3 月 1 日开始施工，3 月 15 日完成基础土建施工；3 月 16 日开始系统工程安装，先后完成蒸发式冷凝器、螺杆机组、板式换热器、氨液分离器、氨油分离器、风室、离心泵、贮氨桶、风机等设备的安装就位以及压力管道、冷媒水管道铺设；5 月 16 日顺利通过菏泽技术监督局的检验验收；井上送风系统于 6 月 8 日完成[12]。

机房运行系统、冷媒水系统在 6 月 16 日完成了调试工作, 并与 6 月 18 日实现了降温制冷工程的正式开机运行。

井下降温工程受环境温度影响较大, 因此施工工期主要集中在 6 月~10 月之间, 郭屯降温工程计划竣工日期 2019 年 10 月份。

6. 冷风输送方式

郭屯煤矿主井与副井与 2017 年 12 月 7 日实现贯通, 两井间形成稳定的自然通风系统, 该区域同时展开施工的掘进工作面有 5 个, 掘进工作面 32℃到 33℃之间, 掘进工作面职工劳动强度大, 温度高, 容易疲劳, 劳动效率低下, 直接影响掘进进尺, 影响矿井安全生产[13]。

降温冷风量需求大, 为此主井冷风输送采取全井筒送风方式, 在主井底通过压入式局扇将冷风送到各需风地点。郭屯风井由于受 M4 含水层影响, 在 2018 年夏季到来之前未能与其他两井实现贯通, 作为一个独立区域施工。为节约冷量, 提高运行效率, 在井筒内利用玻璃钢风筒将冷风输送井下, 然后改接布质风筒到各需风迎头。冷风送到井下时温度为 21℃~23℃, 再通过局扇将冷风运到各工作面。降温系统启用前后工作面温度通过对比发现, 工作面温度下降了 6℃~9℃左右, 降温效果非常明显。当冷风输送到各迎头, 因为相对湿度较低, 风吹到人体上, 体表汗水迅速蒸发, 带来较好的降温效果, 大大缓解了井下的闷热感。炸药库回风巷输送距离最远且有 40℃左右的临水, 冷风送到迎头上能使温度下降到 27℃~28℃左右, 凉爽的冷风使井下工作人员感受到温馨与舒适, 保证井下职工作业安全, 提高了劳动效率, 使-808 轨道大巷提前 1 个月完成进尺, 缩短了工程周期, 产生 500 万元的经济效益[14] [15] [16]。

7. 降温效果图

郭屯煤矿 2018 年 8 月份主井井下各迎头降温前后如图 2。

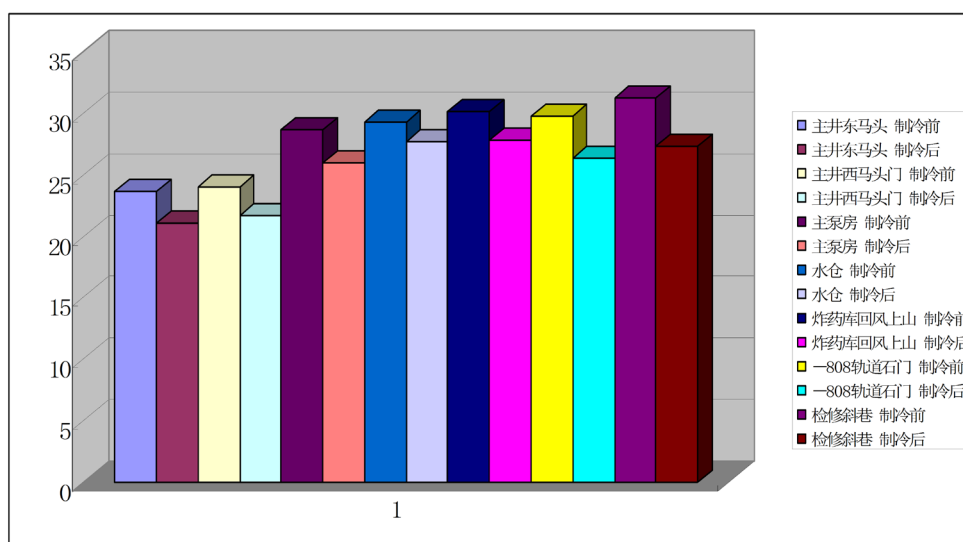


Figure 2. Temperature comparison before and after the use of the refrigeration device

图 2. 制冷装置使用前后温度对比

8. 结束语

郭屯煤矿主、副、风三井进行了 4 个半月的井下降温制冷施工, 形成了完整的降温设施, 降低进风风流温度, 大大改善了工人的劳动环境, 取得了良好的效果, 确保矿井安全生产, 除此之外, 临时制冷

降温还具有的一个重要作用,在风井形成的风压差有利于空气的循环。在此基础上,郭屯煤矿继续努力探索制冷工艺,学习研究更加先进的井下降温制冷技术,向矿井永久性建设看齐,并最终建立服务于矿井降温的永久性系统。随着开采深度的加大,制冷系统将被广泛的应用。

参考文献

- [1] 余恒昌. 矿山地热与热害治理[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991.
- [2] 王洪, 陈启永, 刘桂平. 平顶山矿区热害产生原因及治理对策[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(9): 19-22.
- [3] 杨丽, 陈宁, 刘方, 等. 矿井降温的新方法[J]. 煤矿机械, 2008, 29(6): 140-143.
- [4] 孙艳玲, 桂详友. 煤矿热害及其治理[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2003, 22(增刊): 35-37.
- [5] 刘璐, 梅国栋, 文虎, 等. 关于改善矿井环境气候的探讨[J]. 煤炭工程, 2005(12): 47-49.
- [6] 金学玉. 利用恒温水源进行矿井降温[J]. 煤矿安全, 2016, 35(6): 7-9.
- [7] 国家安全生产监督管理局, 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[Z]. 2016.
- [8] 程力, 吴钦正, 朱明德, 李桂林. 局部制冷降温技术在三山岛金矿深部巷道掘进中的应用[J]. 采矿工程, 2021(1): 37-41.
- [9] 刘召胜, 朱坤磊, 周育, 等. 极厚大矿床深井开采通风降温技术研究[J]. 金属矿山, 2016(6): 144-148.
- [10] 刘何清, 吴超, 王卫军, 等. 矿井降温技术研究述评[J]. 金属矿山, 2005(6): 43-46.
- [11] 李新成, 周世霖, 苏建军, 等. 基于 Ventsim 软件的深井高温矿床通风降温模拟[J]. 现代矿业, 2014(8): 117-119.
- [12] 黄寿元, 赵晓雨, 李刚, 等. 金属矿山深井人工制冷降温系统模式分析[J]. 金属矿山, 2018(5): 165-171.
- [13] 石乃敏, 潘爱民, 沈雁醒. 某金属矿山深部开采人工制冷降温技术方案分析[J]. 中国矿业, 2016, 25(7): 161-165.
- [14] 黄冲红, 李杰林, 等. 大红山铜矿西矿段热害分析与人工制冷方案研究[J]. 现代矿业, 2020(11): 228-230.
- [15] 王燕华. 矿井热害产生原因及防治措施[J]. 现代矿业, 2019(7): 274-275, 277.
- [16] 罗勇东, 王海宁, 张迎宾. 矿井高温掘进巷道降温技术研究及应用[J]. 有色金属科学与工程, 2020, 11(1): 85-91.