

冰浆降温系统在解决矿井热害中的应用

栗兴华¹, 沈春明¹, 轩大洋², 江丙友¹

(1. 中国矿业大学 安全工程学院, 江苏 徐州市 221116;

2. 中国矿业大学 矿业工程学院, 江苏 徐州市 221116)

摘要:热害作为矿井的自然灾害之一,不仅严重地影响井下作业人员的身体健康和生命安全,而且影响矿山的经济效益。冰浆降温系统具有冷量输送能力强,水泵负荷小,经济效益明显等优点,通过对冰浆降温系统的井下实际应用介绍,证明了冰浆降温技术是解决矿井热害的一种实用、方便、经济的方法。

关键词:高温矿井;冰浆降温系统;矿井热害

目前,我国煤矿开采已经向深部发展,许多矿井的开采深度已达 900 ~ 1300 m,其中山东新汶孙村矿延深水平的深度达 1300 m,由此带来的矿井高温热害问题十分严重:据不完全统计,我国目前已有 130 多对矿井采掘工作面风流温度超过 30℃,全国 82% 的大型煤矿采掘工作面气温高达 28 ~ 35℃,部分有色和稀贵金属矿甚至高达 40℃。在我国高温矿井中,某些矿山劳动生产率仅为常规的 30% ~ 40%。井下高温对工人的健康与安全、井下设备的安全运行及生产效率造成了极大的危害和影响,矿井高温热害及其治理被国内外采矿界认为是两大科技难题之一,是制约我国采矿工业发展的瓶颈。

1 冰浆特性介绍

1.1 冰浆特性

冰浆是指含有大量悬浮冰晶粒子的固液两相溶液,也称“流体冰”或“可泵冰”,其中冰晶颗粒的平均尺寸不超过 1 mm。冰浆具有巨大的相变潜热和低温显热,如含冰率 IPF (Ice Packing Factor) 5% ~ 30% (wt) 的冰浆,其传热系数为 $3 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$,是相同条件下常规冷冻水冷却能力的 5 ~ 6 倍。

1.2 冰浆降温的优点

以冰浆作为集中供冷输送冷量有以下优点:

(1) 冰晶潜热大 (335 kJ/kg),冷流密度大,单位体积流体所能输送的冷量也大,以冰浆作为输送介质,供回水温度为 $-2^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$ 时,与 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$ 的冷冻水相比,输送能力是后者的 3.4 倍;

(2) 在一定的含冰率下,冰浆能在某种程度上起到减阻剂的效果,其阻力比清水低,水泵电耗因而

减少。

2 冰浆降温系统应用

在地面建立制冰站,安装制冰系统。制冰站生产的片冰通过安装在井筒中的输冰保温管路被送至井底车场的融冰池,融化后,供水泵将融冰池中的低温水通过保温管道输送到工作面机巷。通过 3 种方式进行散热:一方面通过空冷器进行热交换,冷却进风流,流动的低温水带走部分热量,降低工作面的温度;另一方面,通过在工作面的上部安装喷淋装置,喷洒降温系统的低温冷水,冷却工作面的气体及岩壁,以降低工作面温度;最后,通过工作面的“三机”等机械的冷却用水使用降温系统的低温水,减少工作面的机械的散热量。综合三种方式来降低工作面温度,满足工作面生产要求 (见图 1)。对于输送至采面进行热交换以后的回水再通过管路返回融冰池融冰,循环使用。

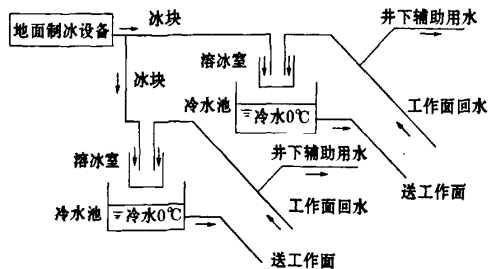


图1 冰冷却系统

2.1 地面制冰站

根据设计,在地面安装两套成套制冰设备并联工作,每套制冰设备包括压缩机 1 台,制冰机 3 台,

蒸发式冷凝器1台,每套设备每小时产冰7.5 t,设备型号分别是:

(1) 制冷压缩机2台,AEJH-TKA02型,电动机功率为450 kW,制冷量为1006 kW。

(2) 片冰机6台,型号X60T,每小时产冰量2.5 t/台。该机是为适应当今大型矿井降温制冰工程而最新研发的制冰机,制冰量目前为世界最大。该设备是一个连续产冰装置,主要由蒸发器双层圆筒壳体、片冰机主轴及冰刀、循环水泵、接水盘组成。制冷系统将冷源氟利昂送入片冰机的蒸发器壳体,在壳体内蒸发,在内壁形成-25℃的低温,供水水泵将水喷淋到内壁上,水立刻被冻结成鳞片冰附在筒内壁上,长形冰刀不断旋转,连续将冰刮落,并沿出口排出。

(3) 蒸发式冷凝器2台,EXV-II-530型,大连亿斯德制冷公司生产。

2.2 输冰溶冰系统

(1) 制冰站到上井口输冰。地面制冰机生产的片冰通过架空的螺旋输冰装置输送至井口立管上口——即井筒输冰管。片冰则靠自重通过输冰管下落至井底融冰硐室。螺旋送冰装置的输冰能力为30 t/h。

(2) 井筒输冰管。输冰管规格为 $\Phi 402$ mm的双层保温管,保温层厚度40 mm,外保护层为3 mm厚的螺旋钢管。同时为解决输冰管易堵冰及融冰慢的难题,采用了高压循环水回流反冲技术和数字监控系统。

(3) 溶冰系统。在井底车场施工融冰池巷,长 $\times$ 宽 $\times$ 高为46 m $\times$ 3.8 m $\times$ 3.2 m,作为制冷硐室。并制作专用融冰池,融冰池长、宽、高分别为:40 m $\times$ 2.5 m $\times$ 2 m,并进行保温处理。采用循环水及回水融冰技术对下落片冰进行防堵及快速融冰。水池补充水由矿井除尘洒水系统供给。

2.3 供水泵

供水水泵采用D155-67 $\times$ 5型多级离心水泵2台,1用1备。流量 $Q=155$ m³/h,扬程 $H=335$ m,同

时,在水泵出口处设一旁通管,安装闸阀来调节水量。

2.4 输冷管道

输冷管道采用了双层保温管道:内管采用钢管作为承压管,外管采用玻璃钢管道作为保护层,内管和外管的中间充填聚氨酯。

3 运行效果及展望

河南梁北矿的应用表明,与制冰降温前相比,回采工作面温度平均降低5.6℃,井底1号中央泵房和井底3号中央泵房分别降温5.4℃和9.4℃,有着很好的降温效果。该系统运行后,职工的出勤率和原煤产量均同比提高10%,每月多产煤3~5万t,净增利润1000~1500万元,产生了巨大的经济效益。

目前,国内外矿井空调措施归纳起来有两方面:其一,非人工制冷空调措施;其二,人工制冷空调措施。非人工制冷空调仅能用于热害不太严重的矿井或作为人工制冷空调的辅助措施。在矿井深部开采或地处热带及氧化放热较严重的浅部开采矿井,采用人工制冷空调(制冷降温)是必不可少的。通过以上的实例可知,冰浆降温系统相比其他人工制冷空调具有降温能力强,管网的输送能力强,水泵的电耗少,铺设管道投资少等优点。可以预见,冰浆制冷技术在井下降温中具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 王文,桂祥友,王国君. 矿井热害的产生与治理[J]. 工业安全与环保,2003,(4):33~35.
- [2] 王秉权,左树勋,梁昌才. 采矿工业卫生学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,1991.
- [3] 胡春胜,周秀隆,张铁岗,等. 真空冰降温工艺技术分析[J]. 矿业安全与环保,2007,(1):70~71.
- [4] 郭建伟. 矿井热源分析及热害治理技术研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2007.
- [5] 王虬飞,苏彦涛,吕少华. 制冰降温系统在梁北矿的应用[J]. 煤炭科技,2007,(2):69~71.

(收稿日期:2008-09-01)

作者简介:栗兴华(1986-),男,河北石家庄人,在校学生,方向为矿山安全工程。

招金矿业挺进天山南北

招金矿业将在未来3~5 a内,在新疆全力推进“四个二”工程,即:打造金、铜两个产业;拓展金铜精矿与硫酸两个市场;加速人力资源由实用型向人才型转换,矿产资源由初级产品向多元素综合回收和高附加值转换;追求两个效益,经济效益与社会效益。

徐元君副总经理充满信心地说:“在未来3年内,我们将坚持‘北跨南扩,金铜并举,技术创新,占领市场’的战略方针,努力实现‘再造招金’的宏伟战略目标。”一个“再造招金”的梦想,正在从新疆、从招金矿业新疆团队的手中,一步步由规划变为现实。