

T/SERA

山东省能源研究会团体标准

T/SERA 7—2024

煤矿制冷降温技术要求

Technical requirements of refrigeration and cooling in coal mines

2024 - 04 - 19 发布

2024 - 04 - 26 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语及定义	3
4 矿井气候条件预测	4
5 矿井热害防治	6
5.1 一般规定	6
5.2 非机械制冷降温	6
5.3 机械制冷降温	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省能源研究会归口。

本文件起草单位：兖矿能源集团股份有限公司、兖煤菏泽能化有限公司、山东科技大学

本文件主要起草人：姚刚、辛嵩、李士栋、简俊常、刘尚校、刘恒、张震、赵志文、骆伟、杨岩、刘铭铭、周忠桥、孟洋洋、王守合、杨昆

煤矿制冷降温技术要求

1 范围

本标准规定了热害煤矿井下的专业术语和定义、气候条件预测、非机械制冷降温、机械制冷降温等内容。

本标准适用于山东省热害煤矿，用于指导井下热害防治。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50418-2017 煤矿井下热害防治设计规范
- GB 50215-2015 煤炭工业矿井设计规范
- GB/T 50466-2018 煤炭工业供暖通风与空气调节设计标准
- GB 50015-2019 建筑给水排水设计标准
- GB/T50050-2017 工业循环冷却水处理设计规范
- GB 50416-2017 煤矿井下车场及硐室设计规范
- 中华人民共和国应急管理部令（2022）第8号《煤矿安全规程》

3 术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿井热害 thermal disaster in mine

指矿井中对影响人体健康、降低劳动生产率和危及安全生产的热、湿作业环境。

3.2

矿井制冷降温 refrigeration cooling

采用制冷措施，冷却井下作业地点的进风流，使作业地点进风条件达到规定标准的方法。

3.3

矿井气象条件 underground meteorological conditions

指矿井井下的干球温度、相对湿度、风速和大气压力等的综合状态。

3.4

等效温度 equivalent temperature

在风速为零、相对湿度为100%的条件下，使人产生某种热感觉的空气干球温度（饱和气温），代表使人产生同一热感觉的不同风速、相对湿度和干球温度的组合，该饱和气温定义为等效温度。

3.5

原始岩温 virgin rock temperature

井下围岩未受采掘活动影响时的温度。

3.6

机械制冷降温 mechanical refrigeration and cooling

矿井存在严重热害时采取的通过制冷机械制取冷冻水、冷冰而降低井下环境温度的制冷降温方式，区别于传统的增加风量等降温方式。

3.7

空冷器 air cooler

空气冷却器的简称。用于巷道风流与制冷系统制取的低温冷冻水之间的热湿交换。

3.8

载冷剂 secondary refrigerant

在间接冷却方式工作的制冷装置中，将被冷却物体的热量传给正在蒸发的制冷剂的工质。

3.9

融冰池 ice melting tank

热害矿井采用冰制冷降温系统时，在井底车场附近设置的专门用于融化冷冰的装置。

3.10

非制冷降温 non refrigeration cooling

采用增加通风量、改善通风系统等非制冷措施，使井下作业地点的气象条件达到规定指标的方法。

3.11

制冷剂 refrigerant

在制冷循环中，利用液体气化过程来吸收被冷却物体中的热量，而后在外功的作用下，又将热量传送给周围介质（一般是水或空气）的工作物质。

4 矿井气候条件预测**4.1 矿井气候条件预测应具备下列基础资料，并应对其进行分析：**

- a) 矿井所在地与地温相关的地质资料；
- b) 当地气象台站最近 10 年及以上的气象材料；
- c) 邻近生产或在建矿井最近 3 年以上的最热月实际地热资料和作业环境气象资料；
- d) 矿井的开拓、开采、通风设计及设备安装、人员配备等资料；
- e) 井巷所穿过岩层的各种岩石热物理性质：如岩石的导热系数，密度，比热，导温系数（热扩散系数）等。
- f) 井下主要涌、漏、渗水点的水温、水量。

4.2 改建、扩建和生产矿井井下气象条件预测的基础资料可使用实测统计资料，统计数据不宜少于 3 年。

4.3 矿井气候条件预测应包括下列内容：

- a) 采煤工作面的气象条件控制地点最热月平均空气温度、相对湿度；
- b) 掘进工作面的气象条件控制地点最热月平均空气温度、相对湿度；
- c) 机电设备硐室内最热月平均空气温度、相对湿度、硐室内设备运行台数最多时月平均空气温度、相对湿度；
- d) 采掘工作面 and 主要机电设备硐室气温超限的月份；
- e) 热害分析、论证或评价所需的热源分析结果及其它参数。

4.4 矿井气候条件预测时期应符合下列规定：

- a) 新设计矿井应预测移交生产和达到设计产量时期及热害最严重时期；
- b) 改建、扩建、延深矿井和生产矿井应预测热害防治工程建成使用时期和热害最严重时期。

4.5 确定矿井气候条件预测方法应遵循下列原则：

- a) 应根据矿井实际条件选择数学分析法、实测统计法或实验室模型模拟法，采用的预测方法应经过验证或鉴定；
- b) 井下气象条件预测应包括井下主要热源、湿源与风流的湿热交换，主要热源包括围岩、井下热水、空气压缩（或膨胀）、机电设备和煤岩氧化等；
- c) 在风流汇合处应考虑汇入风流的影响并计算混合风流相关参数（温度、湿度、风速和风量等）；
- d) 生产矿井、改建、扩建和延深矿井设计时，可采用邻近矿井或现有矿井经验证的预测方法。

4.6 井下作业地点环境气象条件

4.6.1 井下采、掘工作面等人员工作地点及影响设备正常运行的场所，应对环境气象条件进行控制。

4.6.2 采煤工作面的气象条件控制地点应为工作面进风口距进风巷3m处至距回风巷15m的全长范围内。

4.6.3 掘进工作面的气象条件控制地点应为距迎头2m处。

4.6.4 机电设备硐室的气象条件控制地点应为机电设备硐室风流出口前2m处。

4.6.5 井下作业地点环境气象条件可用等效温度进行评价。

4.7 当出现下列情况之一的矿井，应根据井田勘探（精查）地质报告及建设单位提供的有关资料，进行矿井气温预测及热害程度的论证。

- a) 生产水平的原始岩温超过31℃；
- b) 矿井有热水涌出，水量较大；
- c) 开采深度大于600m，采掘工作面距进风口的通风距离长，原始岩温达到31℃；
- d) 生产水平的原始岩温超过28℃，且主要作业地点进风路机电设备容量大于1000kW；
- e) 邻近生产矿井采掘工作面已出现气温超限。

5 矿井热害防治

5.1 一般规定

5.1.1 矿井热害防治本着防、治结合的原则。

5.1.2 井下采掘工作面和机电硐室的气温，均应符合《煤矿安全规程》六百五十五条。

5.1.3 矿井热害防治设计方案，应根据矿井地质条件、开拓开采系统、巷道布置、矿井通风系统、制冷降温范围、采深、冷负荷、矿井涌水量及水质和水温、回风风量和温度、采掘机械化程度、热源及条件类似矿井的经验等进行技术经济论证。

5.1.4 热害矿井应设置热害防治管理机构和专职热害防治人员。

5.2 非机械制冷降温

5.2.1 采用非机械制冷降温，应根据矿井的具体条件，综合采用利用天然冷源、增加供风量或提高作业人员集中处的局部风速、下行通风等有利于降温的通风方式，回避井下热源、隔绝或减少热源向进风流散热、疏放或封堵热水、加强个体防护等措施。

5.2.2 矿井热害防治应充分利用天然冷源或已有冷源。

5.2.3 采用增加风量降温时，应符合下列规定：

a) 宜采用对角式或分区式通风；当井田面积较大时，初期可采用中央式通风，逐步过渡为对角式或分区式通风；

b) 矿井需风量应分水平计算，经调整后再确定矿井的总风量；

c) 井巷中的风流速度应符合《煤矿安全规程》的有关规定。

5.2.4 气候参数超限的机电设备硐室宜采用独立通风，其回风风流宜引入采区回风巷。

5.2.5 当条件适宜时，宜采用有利于采煤工作面降温的下行风通风方式，并应符合现行《煤矿安全规程》的有关规定。

5.2.6 选择有利于热害防治的采煤方法及工艺。

5.2.7 采煤工作面的长度和日产量等参数，应经过风流热力计算校核。矿井有热水涌出时，主要进风巷布置应符合下列规定：

a) 宜避开热水涌出等局部高温区和含水层、透水性强的岩层及断层裂隙带；

b) 进风井巷布置在有热水涌出、渗出的地带或含水裂隙带时，应根据矿井的具体情况，分别采用封水、截水、堵水、导水、防水隔热等治理措施；

c) 应对开发利用热水进行可行性评价。

5.2.8 有井下热水涌出时，井底水仓与井底车场巷道间宜设置隔热处理措施。

5.2.9 输冷管道宜布置在进风巷中；热水管或热水沟，宜布置在回风巷中。热水管或热水沟布置在进风井巷中时，应采取隔热措施。热害严重的区域可设置独立通风的专用泄水巷。

5.2.10 矿井热害防治，应考虑减少进风风流的煤、矸石冷却过程中的散热量和机电设备散热量进入。

5.2.11 在热害严重的区段，短时作业人员宜采用冷却服等个体防护措施。

5.2.12 主要机电设备硐室，宜采取增加风量、局部通风排热、加大局部风速或采用水冷电机等措施。

5.2.13 掘进工作面宜选用高效节能局部通风机。

5.2.14 井下大型机电设备冷却宜采用水冷的方式。

5.2.15 有条件的热害矿井宜采用充填法开采。

5.2.16 热害矿井采煤工作面宜采用双巷或多巷布置方式。

5.3 机械制冷降温

5.3.1 应根据矿井的具体条件，主要采取以下一种或多种组合的降温方式：

a) 井下移动式降温系统；

b) 井下集中式降温系统。

c) 地面集中式降温系统

d) 地面与井下联合降温系统。

5.3.2 矿井采用机械制冷降温时，应首先计算矿井所需要的冷负荷，计算制冷降温系统的年运行时间及费用等。

5.3.3 采掘工作面及机电设备硐室的冷负荷的计算应符合 GB 50418-2017 的有关规定。

5.3.4 矿井制冷量可用于矿井进风风流、采区进风风流或作业地点进风风流的分配。具体制冷量的分配，应结合具体矿井生产条件，经技术经济比较确定。

5.3.5 集中式降温系统的制冷量应根据制冷站位置分别由下列有关各项累加计算后，再乘以 1.1~1.2 的富裕系数确定：

a) 矿井制冷降温所需要的冷负荷；

b) 作业用水的损失引起的附加冷负荷；

c) 输冷或换冷环节的冷量损失引起的附加冷负荷；

d) 其他环节需要的冷负荷。

5.3.6 制冷降温系统硐室应符合 GB50416-2017、GB50418-2017 的有关规定。

5.3.7 井下降温系统硐室应独立通风。

5.3.8 井下制冷站和载冷剂高低压耦合装置硐室的位置和布置应有利于供冷和排除冷凝热，并满足设备的搬运、安装、维修、操作和安全等要求。其配电室和控制室宜与制冷站联合布置，配电室和控制室设在制冷站内部时，应设隔离设施。

5.3.9 井下制冷硐室的尺寸应根据制冷机组和配套设施的规格和数量及设备的搬运、安装、维修、操作和安全要求确定；

5.3.10 融冰池硐室的位置和布置应有利于冰的输送，其尺寸应根据融冰池的尺寸和清理要求等确定。

5.3.11 当制冷降温系统需要在井下排放冷凝热时，喷淋硐室和冷凝热排放硐室的位置和布置应有利于喷淋降温和冷凝热的排放，宜靠近制冷站硐室，其尺寸应根据喷淋降温和冷凝热的排放及喷嘴布置计算确定。

5.3.12 喷淋硐室和冷凝热排放硐室的支护宜采用混凝土拱碯支护，硐室底板混凝土铺设厚度不应小于 0.1m，向积水坑方向的坡度大于 5‰。

5.3.13 井下喷淋硐室的空气流速宜为 2.5~7.5m/s，喷嘴及喷淋硐室的布置应使该喷淋硐室的通风阻力不大于 150Pa，水气比宜为 0.5~2.5，回水应采取沉淀、过滤等处理措施。

5.3.14 当制冷站设在地面时，制冷机房设计与布置应符合 GB/T 50466-2018 有关规定。

5.3.15 当制冷站设在井下时，制冷硐室的位置和布置应有利于供冷和排除冷凝热，并满足设备的搬运、安装、维修、操作和安全等要求。

5.3.16 地面制冷站采用制冰机组时，输冰系统应有防冲击和防堵措施。

5.3.17 采用冷水机组时，制冷机组冷冻水出水温度应符合下列规定：

a) 采用地面集中制冷降温方式时，不应高于 3℃；

b) 采用井下集中制冷降温方式时，不应高于 5℃；

c) 采用地面与井下联合制冷降温方式，制冷机位于地面时，出水温度不应高于 3℃；制冷机位于井下时，出水温度不应高于 5℃。

5.3.18 载冷剂的选择，应符合防火、不爆炸、无毒、环保等要求。

5.3.19 载冷剂宜选用冰、清水、乙二醇或盐水。选用乙二醇、盐水作载冷剂时，配置的溶液浓度应使乙二醇或盐水的凝固点低于蒸发温度。载冷剂传输系统应采用防腐蚀措施。

5.3.20 井深大于 600m 时，采用地面集中空调系统的冷量传输必须有耦合装置。耦合方式的选择应考虑安全、节能、高效、维护管理方便等因素。

5.3.21 载冷剂循环系统应考虑 5%~10%的补给量。

5.3.22 载冷剂传输管道的管径，应根据载冷剂流量确定，并应进行流速校核。同时，还应考虑管网的水力平衡。载冷剂流速宜采用 1.9m/s~2.5m/s。

5.3.23 冷量传输管道的冷冻水管道应隔热。冷量传输应符合下列规定：

a) 管道隔热材料与结构应能防火、防潮、隔气、无毒，避免“冷桥”产生，温升不应高于 0.6℃/1000m；

b) 冷量传输管道系统的输出效率不宜低于 90%；

c) 低温冷媒宜根据原材料的来源、腐蚀性、水溶性、冷媒温度和价格等因素，采用氯化钙溶液、乙二醇水溶液或丙三醇等水溶液，溶液的浓度应根据冷冻水温度确定。

5.3.24 载冷剂传输水泵流量的确定，应符合下列规定：

a) 闭式水系统应根据循环载冷剂的循环流量乘以 1.1~1.2 的附加系数确定；

b) 开式水系统应结合其特点根据计算确定。

5.3.25 载冷剂传输水泵扬程应符合 GB 50418-2017 的有关规定。

5.3.26 井下空气处理应符合 GB 50215-2015 的有关规定。

5.3.27 空气冷却器的空气冷却处理方式宜采用水冷式或直接蒸发式。

5.3.28 空气冷却器的选型应符合 GB50418-2017 的有关规定。

5.3.29 采煤工作面降温时，空气冷却器布置应符合 GB50418-2017 的有关规定。

5.3.30 掘进工作面空气冷却器布置应符合 GB50418-2017 的有关规定。

5.3.31 空气冷却器排出的冷凝水宜回收作为降温工作面的洒水或空气冷却器冲洗用水。

5.3.32 空气冷却器的位置应有利于作业地点的降温，并应放置在不易受损坏，且不影响正常作业的地方。

5.3.33 采用水冷式空气冷却器时，风流与载冷剂应逆向流动，空气冷却器内的迎面风速宜采用 5~7m/s。空气冷却器进、出口风温温差宜为 6~15℃；载冷剂进、出口温差宜为 7~15℃。

5.3.34 制冷机冷凝热排放方式应根据降温方式、冷凝热量、水源的水质和水量及水温、矿井回风量及温度、采深等因素确定，并应符合下列规定：

a) 地面排放冷凝热时，可采用冷却塔或天然水体；

b) 当采用井下集中空调系统降温方式时，如果井下水质、水量、水温合适或经处理合适，应优先采用地下水排除冷凝热；地下水不适用时，应用矿井回风排除冷凝热、将冷凝器循环冷却水排至地面进行降温处理等排放方式进行技术经济比较后确定；

5.3.35 冷却水循环系统应考虑 5%~10%的补给水量。

5.3.36 冷却水泵的扬程应符合 GB 50418-2017 的有关规定。

5.3.37 矿井制冷系统中的供冷系统和冷却水系统的管网应进行水力平衡计算。水系统设计应符合 GB 50015-2019 和 GB / T50466-2018 的有关规定。

5.3.38 矿井降温系统中的冷却水系统的水质和水处理设计应符合 GB 50050-2017 的有关规定。

5.3.39 矿井降温系统中的输冷管道可采用壁挂、架空或地沟形式敷设。

5.3.40 载冷剂、输冷管道不宜布置在回风巷中。