



中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 36—2026

冲击危险性评价的综合指数方法

Evaluation of rock burst risk based on comprehensive index method

2026-04-27 发布

2026-05-01 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价原则及适用条件	2
5 评价流程	2
6 评价指标	3
7 取值规则	7
8 评价指标选取	9
9 冲击危险等级划分	10
10 综合指数计算及冲击危险等级确定	10
11 特殊情况下冲击危险等级确定原则	11
附录 A(资料性) 综合指数方法评价流程图	12
附录 B(资料性) 顶板岩层厚度特征参数计算方法	13
附录 C(资料性) 煤层厚度变异系数计算方法	14
附录 D(资料性) 保护层的保护效果确定方法	15
附录 E(资料性) 矿井、水平、煤层冲击危险综合指数计算表	16

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。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会冲击地压(岩爆)防治分技术委员会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、江苏徐矿能源股份有限公司、煤炭科学技术研究院有限公司、上海大屯能源股份有限公司、中煤科工开采研究院有限公司、辽宁大学、煤炭科学研究总院有限公司、辽宁工程技术大学、山东能源集团有限公司、中国中煤能源集团有限公司、徐州弘毅科技发展有限公司、华亭煤业集团有限责任公司。

本文件主要起草人：窦林名、牟宗龙、潘一山、李剑锋、齐庆新、翁明月、潘俊锋、曹安业、张修峰、丁传宏、赵善坤、张宁博、巩思园、贺虎、王书文、韩军、马志锋、孙振于、李云鹏、毛伟、杜涛涛。

本文件为首次发布。

冲击危险性评价的综合指数方法

1 范围

本文件规定了综合指数方法评价冲击地压危险性的术语和定义、评价原则及适用条件、评价流程、评价指标、取值规则、评价指标选取、冲击危险等级划分、综合指数计算及冲击危险等级确定等内容。

本文件适用于新建、改建、扩建、生产矿井的冲击危险性评价,以及矿井的水平、煤层、采(盘)区、掘进工作面、回采工作面、煤层大巷(包括煤层硐室以及准备巷道)等的冲击危险性评价,既可以用于生产前的预评价,也可以用于生产过程中的现状评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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/T 16414—2008 煤矿科技术语 岩石力学

GB/T 25217.1—2010 冲击地压测定、监测与防治方法 第1部分:顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法

GB/T 25217.2—2010 冲击地压测定、监测与防治方法 第2部分:煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法

GB/T 25217.12—2019 冲击地压测定、监测与防治方法 第12部分:开采保护层防治方法

3 术语和定义

GB/T 16414、GB/T 25217.1、GB/T 25217.2 和 GB/T 25217.12 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冲击地压 **rock burst or coal burst**

井巷或工作面周围煤(岩)体,由于弹性变形能的瞬时释放而产生的突然、剧烈破坏的动力现象。

3.2

综合指数方法 **comprehensive index method**

又称综合指数法,一种综合分析区域内地质类和开采类因素对冲击地压的影响权重、计算冲击危险综合指数、确定冲击危险等级的冲击地压预测方法。

3.3

冲击危险性 **risk of rock burst**

又称冲击地压危险性,指发生冲击地压的危险程度或可能性大小。

3.4

冲击危险等级 **risk level of rock burst**

又称冲击地压危险等级,指按冲击危险性高低进行的分级,分为无冲击、弱冲击、中等冲击和强冲击4个等级。

3.5

地质类指标 geological index

又称自然类指标,由对冲击危险性有主要影响作用的地质因素确定的指标。

3.6

开采类指标 mining index

又称技术类指标,由对冲击危险性有主要影响作用的开采因素确定的指标。

3.7

指标分值 index value

根据指标对冲击危险的影响程度确定的指标值。

3.8

冲击危险综合指数 comprehensive index of rock burst risk

经综合指数方法确定的评价对象的最终冲击危险指数。

3.9

局部评价 evaluation of rock burst hazard in partial area

指相对于矿井、煤层、水平、采(盘)区等大区域而言的较小区域的(包括采、掘工作面,煤层大巷和煤层硐室等)冲击危险性评价,根据地质与开采技术条件,采用综合指数法或者其他经实践证实有效的方法确定对象的冲击地压危险等级。

4 评价原则及适用条件

4.1 若现场实际地质或开采条件发生较大变化,或因其他因素可能导致评价结果发生较大改变时,应重新进行评价。

4.2 当评价对象具有冲击危险时,应进行防冲设计并制定针对性卸压措施。

4.3 预评价时不应考虑制定的卸压措施的弱化作用。但对于预评价结果为强冲击危险等级的回采工作面、掘进工作面、煤层大巷(硐室)等局部评价对象,则必须采取卸压措施降低冲击危险性后方可进行采(掘)作业,若采(掘)前不具备卸压施工条件,则应对措施的卸压效果进行预评估(可结合前期生产实践经验进行预估,无类似经验时,可综合考虑实际条件和卸压参数进行预估,并在具备施工条件后进行修正),根据预估卸压效果调整指标取值,然后采用综合指数法重新评价,冲击危险等级降低后方可进行采(掘)作业。预评价结果为强冲击危险等级的局部评价对象的评价报告应包含预评价、卸压效果预评估和调整指标取值后重新评价的全过程内容。

5 评价流程

冲击危险性评价的综合指数方法评价流程为:

- a) 确定评价对象的冲击危险性评价指标和综合指数计算表;
- b) 确定评价对象各评价指标的分值;
- c) 计算地质类和开采类指标的冲击危险综合指数;
- d) 确定评价对象的冲击危险综合指数;
- e) 确定冲击危险等级(有冲击危险时需制定防冲及卸压措施,其中局部评价对象具有强冲击危险时须评估卸压措施的卸压效果,并调整对应的指标取值,然后重新进行评价,直至将冲击危险等级降低后方可进行生产)。

评价流程图见附录 A。

6 评价指标

6.1 地质类指标

6.1.1 冲击地压历史发生次数

冲击地压历史发生次数是指矿井开采历史期间本矿井或本煤层冲击地压发生的次数。

示例：

某矿有2层煤，如果1号煤层开采历史期间发生过冲击，2号煤层开采历史期间未发生过冲击，则评价矿井及1号煤层时按有冲击历史取值，评价2号煤层时按无冲击历史取值。

6.1.2 开采深度

开采深度是指评价对象有采掘活动的开拓或开采深度范围。

按评价对象对应的深度取值，埋深变化不超过200 m时，按平均埋深取值；埋深变化超过200 m时，既可按最大采深取值，也可分区间取值（此时对应多个指数）。

当采深在 $400\text{ m} < H \leq 1\,000\text{ m}$ 时，该指标既可根据表1中给定的深度区间取值，也可按照公式(1)计算分值：

$$w = H/200 - 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

矿井、煤层、水平等开采一段时间（如开采5年或更长时间）后重新评价时，可按剩余可采区域的深度取值。

6.1.3 煤层厚度

煤层厚度是指实际采出的煤层厚度；评价矿井、煤层、水平、采（盘）区等时指煤层实际采高，评价掘进工作面、煤层大巷、煤层硐室等时指巷道的实际高度。

对于分层开采是指分层开采的实际厚度（评价矿井、水平、煤层或采区等时按厚度最大的分层厚度计算）；对于煤层硐室以及煤层巷道等是指硐室及巷道的实际高度；对于充填开采是指实际采煤厚度减去充填厚度（充填物压实后的厚度）后的等效采厚。对于厚及特厚煤层，如果生产实践验证煤层厚度对冲击危险性影响较小，例如某采区已完整回采完一个或几个工作面，回采期间未出现强矿压及煤岩动力显现，微震、钻屑、应力等监测指标未达到强冲击危险预警值，则该采区后续工作面评价时可将对对应指标分值适当降低1~2。

6.1.4 煤的弹性能量指数

煤的弹性能量指数是指原煤的弹性能量指数，可按GB/T 25217.2—2010描述的方法测定。

局部评价对象在采用爆破、钻孔等措施对煤体进行卸压后，可根据实际卸压效果，如卸压前后煤体应力变化、微震活动、巷道变形等对比结果，适当降低指标取值。

6.1.5 煤的冲击倾向性

煤的冲击倾向性是指煤层的冲击倾向性测定结果。当煤层为无冲击倾向，但顶板具有冲击倾向时，按顶板测定结果对应的指标进行取值。顶板的冲击倾向性按GB/T 25217.1—2010描述的方法测定，煤的冲击倾向性按GB/T 25217.2—2010描述的方法测定。

对于强冲击倾向性煤层的局部评价对象，首先根据浸水试验判断煤是否可以改性，如果可以改性，则在采用注水或注化学材料等方式（不含采用爆破、钻孔、割缝等物理松散煤体方式）充分软化煤体后，可按弱冲击倾向性对应的指标进行取值。

6.1.6 坚硬厚岩层与煤层的厚距关系

坚硬厚岩层与煤层的厚距关系是指煤层顶板上方 100 m 范围内坚硬厚岩层与煤层距离之间的关系,该指标用于表征坚硬厚岩层产生的动载对冲击的影响程度。

岩层下界面进入 100 m 范围内的厚岩层按整层厚度计算;100 m 范围内存在多层坚硬厚岩层时,需分别计算,并取其中对应的最大分值,100 m 范围内无坚硬厚岩层时该项取值为 0。局部评价对象在采用区域性(较大范围)顶板预裂措施后,可根据预裂范围(涵盖的应力集中区域、预裂的岩层高度)、强度(钻孔长度、装药量等)以及卸压效果(钻屑、微震及应力变化等),指标取值适当降低 1~2。

坚硬厚岩层是指裂隙不发育、单层厚度大于 10 m、单轴抗压强度超过 60 MPa 的岩层。

实体煤巷道掘进评价时,不考虑此项指标。

6.1.7 顶板岩层厚度特征参数

顶板岩层厚度特征参数是指煤层上方 100 m 范围内多层岩层组合形成的等效厚度特征参数,该指标用于表征上覆岩层组合形成的结构及产生的静载对冲击的影响程度。

顶板岩层厚度特征参数计算方法见附录 B。

6.1.8 地质构造复杂程度

地质构造复杂程度的确定以断层、褶曲、岩浆岩等影响采区合理划分的因素为主。

简单构造是指含煤地层沿走向、倾向的产状变化不大,断层稀少,没有或很少受岩浆岩的影响,不影响采区的合理划分和采煤工作面的连续推进,主要包括:产状接近水平,很少有缓波状起伏;缓倾斜的简单单斜、向斜或背斜;为数不多和方向单一的宽缓褶曲。

中等构造是指含煤地层沿走向、倾向的产状有一定变化,断层较发育,局部受岩浆岩的影响,对采区的合理划分和采煤工作面的连续推进有一定影响,主要包括:产状平缓,沿走向和倾向均发育宽缓褶曲,或伴有一定数量的断层;简单单斜、向斜或背斜,伴有较多断层,或局部有小规模的褶曲及倒转。

复杂构造是指含煤地层沿走向、倾向的产状变化很大,断层发育,有时受岩浆岩的严重影响,影响采区的合理划分,只能划分出部分正规采区,主要包括:受几组断层严重破坏的断块构造;在单斜、向斜或背斜的基础上,次一级褶曲和断层均很发育;紧密褶曲,伴有一定数量的断层。

极复杂构造是指含煤地层的产状变化极大,断层极发育,有时受岩浆岩的严重破坏,很难划分出正规采区,主要包括:紧密褶曲、断层密集;形态复杂的褶曲,断层发育;断层发育,受岩浆岩的严重破坏。

矿井、煤层、水平等开采一段时间(如开采 5 年或更长时间)后重新评价时,可按剩余可采区域的地质构造赋存情况进行取值。

采(盘)区、工作面、巷道等评价时可按对象所在区域的实际地质构造情况酌情取值。

6.2 开采类指标

6.2.1 工作面布置形式

工作面布置形式是指工作面的尺寸偏小、形状不规则、工作面过老巷、边角煤工作面等因素对应力集中的影响程度。

考虑工作面走向或倾向长度偏小、扩面、缩面、拐弯、过老巷、边角煤开采等情况,当工作面局部区域具备以上情况时酌情取值。以下情况视为极不规则布置:

- a) 工作面长度或宽度小于 50 m;
- b) 工作面整体呈类三角形或非矩形等不规则形状;
- c) 工作面推进方向上存在 3 处及以上缩面、扩面或拐弯等情况;

d) 工作面过 2 条及以上老巷(同一煤层),或推进方向上有贯穿整个工作面的老巷(同一煤层)。

6.2.2 顶板管理方式

顶板管理方式是指采空区顶板的处理方式,包括全部垮落法、部分充填法和完全充填法。

6.2.3 与邻近采空区的关系

与邻近采空区的关系是指工作面、煤层大巷(硐室)、掘进巷道等周边采空区分布情况。工作面分为实体煤布置、一侧邻空、两侧邻空、三侧及四侧邻空等。巷道分为实体煤布置、一侧邻空、两侧邻空等,巷道沿老巷掘进或双巷掘进时,可根据老巷分布或双巷布置情况,参照实体煤布置或一侧邻空取值。

这里的采空区是指在评价对象采掘前其周边已经存在且覆岩已基本稳定的采空区,不包括评价对象采掘过程中动态形成的采空区。

6.2.4 保护(区段)煤柱宽度

保护(区段)煤柱宽度是指掘进工作面、回采工作面等与相邻采空区之间留设的煤柱宽度。

当工作面采高较大时(如开采厚及特厚煤层),可根据矿井实际留设的煤柱稳定性情况,适当将表 2 中的窄煤柱宽度上限 4 m 增加至 5 m。不规则煤柱时,先按平均宽度取值,再根据不规则程度酌情将分值增加 1~2。对较大煤柱进行卸压后,可根据实际卸压范围(涵盖的应力集中区域)、卸压强度(孔径、孔深、装药量等)以及卸压效果(钻屑、微震及应力变化等),指标取值适当降低 1~2。

6.2.5 终采线保护煤柱宽度

终采线保护煤柱宽度是指煤层硐室、煤层大巷等与工作面终采线之间留设的煤柱宽度。当煤层倾角大于 25°时,可适当考虑垂直距离的影响。

留设不规则煤柱时,先按平均宽度取值,再根据不规则程度酌情将分值增加 1~2;当工作面采高较大时(如开采厚及特厚煤层),保护煤柱宽度应适当增加,反之应适当减小,可根据类似条件已回采的工作面超前扰动距离及矿压监测情况酌情调整指标分值。

当采(盘)区大巷(硐室)全部布置在岩层中时,此项取值为 0。

6.2.6 留底煤厚度

留底煤厚度是指巷道设计留底煤的厚度,沿底掘进过小断层等构造时遗留的少量底煤及厚度小于 1 m 或大倾角煤层三角底煤宽度小于巷道设计宽度 1/2 时不属于此情况。

对于特厚煤层分层开采时,如果生产实践验证底煤厚度对冲击危险性影响较小,例如某分层已完整回采完一个或几个工作面,回采期间煤层底板未出现动力显现,微震、钻屑、应力等监测指标未达到强冲击危险预警值,则该分层后续工作面可将对应指标分值适当降低;局部评价对象在采用爆破、钻孔等措施对底煤进行卸压后,可根据实际卸压效果,适当降低指标取值。

6.2.7 掘进工作面前方有采空区

掘进工作面前方有采空区是指掘进工作面中线延长线穿过采空区,该指标按巷道与采空区的最小距离进行取值。当煤层倾角大于 25°时,可适当考虑垂直距离的影响。

前方无采空区或对采空区采取完全充填时,此项取值为 0。

6.2.8 回采工作面前方有采空区

回采工作面前方有采空区指回采工作面推进前方存在采空区,该指标按工作面与采空区的最小距离进行取值。当煤层倾角大于 25°时,可适当考虑垂直距离的影响。

前方无采空区或对采空区采取完全充填时,此项取值为 0。

6.2.9 与断层(组)的距离

与断层(组)的距离是指掘进工作面、回采工作面等与较大断层(指落差大于煤层平均厚度的断层)或断层组的距离。当煤层倾角大于 25° 时,可适当考虑垂直距离的影响。

以采掘工作面、煤层硐室以及煤层大巷等至断层(组)的最小距离计算;当距离变化较大时可按平均距离计算,也可根据断层(组)赋存及落差情况,取值适当变动 ± 1 。对断层(组)采取卸压措施后,可根据实际卸压效果,指标取值适当降低 1~2。

无断层(组)时,此项取值为 0。

6.2.10 与煤层相变带或褶曲轴部的距离

与煤层相变带或褶曲轴部的距离是指掘进工作面、回采工作面等与煤层相变带的距离。当煤层倾角大于 25° 时,可适当考虑垂直距离的影响。

煤层相变带包括煤层侵蚀、尖灭、煤种变化、陷落柱、分岔、合层或厚度变化带等(指厚度变异系数高于 50% 的区域,变异系数计算方法见附录 C);褶曲轴部指煤层倾角变化大于 15° 的褶曲轴部,以采掘工作面、煤层硐室以及煤层大巷等至煤层相变带或褶曲轴部的最小距离计算;当距离变化大时可酌情按平均距离计算。

无相变带或褶曲时,此项取值为 0。

6.2.11 煤层大巷(硐室)与回采工作面距离

煤层大巷(硐室)与回采工作面距离是指煤层大巷(硐室)与周边正在回采的工作面的距离,表征工作面开采对煤层大巷(硐室)的扰动程度。当煤层倾角大于 25° 时,可适当考虑垂直距离的影响。

该指标可根据表 2 中给定的距离区间取值,也可根据回采工作面实测的扰动距离取值。

无回采工作面时,此项取值为 0。

该指标专门用于评价煤层大巷(硐室)。

6.2.12 保护层的保护效果

保护层的保护效果是指上或下保护层或分层开采的卸压保护效果。

可采用理论计算法、实测法或估算法确定保护层的保护效果,见附录 D。以应力指标为例,若无保护层时的煤岩某类型应力(最大主应力或其他类型应力)为 σ_0 ,保护层卸压后的对应类型的应力为 σ_1 ,卸压效果可用卸压系数 $k = (\sigma_0 - \sigma_1) / \sigma_0$ 表示,当 $k \geq 0.75$ 时为充分卸压, $0.5 \leq k < 0.75$ 时为中等卸压, $0.25 \leq k < 0.5$ 时为一般卸压, $k < 0.25$ 时为基本压实。采用钻屑量、微震等指标时也可参照上述方法进行取值。

无保护层或无分层开采时,不考虑此项。

6.2.13 遗留煤柱的影响程度

遗留煤柱的影响程度是指上、下煤层保护层开采或分层开采时遗留煤柱(含采空区边界煤体应力集中区)的影响程度;如果遗留煤柱宽度不大于 4 m(当保护层采高较大时,如开采厚及特厚煤层,此种情况下煤柱宽度不大于 6 m),则视为无遗留煤柱。

当采用完全充填法或部分充填法开采时的充填物形状及尺寸具备煤柱特征时,也视为遗留煤柱。应综合考虑上、下煤层或本煤层分层开采时遗留煤柱的位置、尺寸和影响范围,可采用理论计算法、实测法或估算法确定影响程度,以应力指标为例,若无遗留煤柱影响时的煤岩某类型应力(最大主应力或其他类型应力)为 σ_0 ,煤柱影响的对应类型的应力为 σ_1 ,则煤柱影响程度可用应力影响系数 $k = (\sigma_1 - \sigma_0) / \sigma_0$ 表示,当 $k < 0.2$ 时为无影响, $0.2 \leq k < 0.4$ 时影响较小, $0.4 \leq k < 0.6$ 时影响中等, $0.6 \leq k < 0.8$ 时影

响较大, $k \geq 0.8$ 时影响极大。采用钻屑量、微震等指标时也可参照上述方法进行取值。

无保护层或无分层开采时, 不考虑此项。

7 取值规则

7.1 地质类评价指标取值规则

地质类评价指标及取值见表 1。

表 1 地质类评价指标及取值汇总表

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(ω)
1	W_1	冲击地压历史发生次数(N)	$N=0$	0
			$N=1$	1
			$N=2$	2
			$N \geq 3$	3
2	W_2	开采深度(H)	$H \leq 400$ m	1
			400 m $< H \leq 600$ m	2
			600 m $< H \leq 800$ m	3
			800 m $< H \leq 1\ 000$ m	4
			$H > 1\ 000$ m	5
3	W_3	煤层厚度(M_c)	$M_c \leq 1.3$ m	1
			1.3 m $< M_c \leq 3.5$ m	2
			3.5 m $< M_c \leq 8$ m	3
			$M_c > 8$ m	4
4	W_4	煤的弹性能量指数* (W_{ET})	$W_{ET} < 2$	0
			$2 \leq W_{ET} < 5$	1.5
			$W_{ET} \geq 5$	3
5	W_5	煤的冲击倾向性*	无	0
			弱	1.5
			强	3
6	W_6	坚硬厚岩层与煤层的 厚距关系* (M, d)	A 区间: $M - 0.9d \leq 10$	0
			B 区间: $\begin{cases} M - 0.9d > 10 \\ M - 1.35d \leq 15 \end{cases}$	1
			C 区间: $\begin{cases} M - 1.35d > 15 \\ M - 1.8d \leq 20 \end{cases}$	2
			D 区间: $M - 1.8d > 20$	3
7	W_7	顶板岩层厚度特征参数(L_{st}) (煤层上方 100 m 范围内)	$L_{st} \leq 80$ m	0
			80 m $< L_{st} \leq 90$ m	1
			$L_{st} > 90$ m	2

表 1 (续)

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(w)
8	W_8	地质构造复杂程度	简单	0
			中等	1
			复杂	2
			极复杂	3
注：* 表示该指标为卸压后可变指标因素。				

7.2 开采类评价指标取值规则

开采类评价指标及取值见表 2。

表 2 开采类评价指标及取值汇总表

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(w)
1	W'_1	工作面布置形式	规则	0
			较规则	1
			不规则	2
			极不规则	3
2	W'_2	顶板管理方式	完全充填法	0
			部分充填法	1
			全部垮落法	2
3	W'_3	与邻近采空区的关系	实体煤工作面	1
			一侧采空	2
			两侧采空	3
			三侧及四侧采空	4
4	W'_4	保护(区段)煤柱宽度* (D_m)	$D_m \leq 4 \text{ m}$, 或 $D_m \geq 50 \text{ m}$	0
			$4 \text{ m} < D_m \leq 10 \text{ m}$, 或 $30 \text{ m} < D_m < 50 \text{ m}$	1
			$20 \text{ m} < D_m \leq 30 \text{ m}$	2
			$10 \text{ m} < D_m \leq 20 \text{ m}$	3
5	W'_5	终采线保护煤柱宽度(D_d)	$D_d \geq 200 \text{ m}$	0
			$150 \text{ m} \leq D_d < 200 \text{ m}$	1
			$100 \text{ m} \leq D_d < 150 \text{ m}$	2
			$50 \text{ m} \leq D_d < 100 \text{ m}$	3
			$D_d < 50 \text{ m}$	4
6	W'_6	留底煤厚度* (T_d)	$T_d = 0 \text{ m}$	0
			$0 \text{ m} < T_d \leq 1 \text{ m}$	1
			$1 \text{ m} < T_d \leq 2 \text{ m}$	2
			$T_d > 2 \text{ m}$	3

表 2 (续)

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(w)
7	W'_7	掘进工作面前方有采空区(L_j) (无采空区时取 0)	$L_j \geq 150\text{ m}$	0
			$100\text{ m} \leq L_j < 150\text{ m}$	1
			$50\text{ m} \leq L_j < 100\text{ m}$	2
			$L_j < 50\text{ m}$	3
8	W'_8	回采工作面前方有采空区(L_c) (无采空区时取 0)	$L_c \geq 300\text{ m}$	0
			$200\text{ m} \leq L_c < 300\text{ m}$	1
			$100\text{ m} \leq L_c < 200\text{ m}$	2
			$L_c < 100\text{ m}$	3
9	W'_9	与断层(组)的距离*(L_d) (无断层时取 0)	$L_d \geq 100\text{ m}$	0
			$50\text{ m} \leq L_d < 100\text{ m}$	1
			$20\text{ m} \leq L_d < 50\text{ m}$	2
			$L_d < 20\text{ m}$	3
10	W'_{10}	与煤层相变带或褶曲轴部的距离(L_b) (无相变带或褶曲时取 0)	$L_b \geq 50\text{ m}$	0
			$20\text{ m} \leq L_b < 50\text{ m}$	1
			$10\text{ m} \leq L_b < 20\text{ m}$	2
			$L_b < 10\text{ m}$	3
11	W'_{11}	煤层大巷(硐室)与回采工作面 距离(L)	$L \geq 500\text{ m}$	0
			$350\text{ m} \leq L < 500\text{ m}$	1
			$200\text{ m} \leq L < 350\text{ m}$	2
			$L < 200\text{ m}$	3
12	W'_{12}	保护层的保护效果 (无保护层或无分层时不考虑)	充分	-4
			中等	-3
			一般	-2
			基本压实	-1
13	W'_{13}	遗留煤柱的影响程度 (无保护层或无分层时不考虑)	无	0
			较小	1
			中等	2
			较大	3
			极大	4
注：* 表示该指标为卸压后可变指标因素。				

8 评价指标选取

各评价对象的冲击危险性评价指标见表 3, 矿井、水平、煤层冲击危险综合指数计算表见附录 E。

表 3 各评价对象冲击危险性评价指标表

对象	矿井、水平、煤层	采(盘)区		回采工作面		掘进工作面		煤层大巷(硐室)
序号	地质类	地质类	开采类	地质类	开采类	地质类	开采类	地质和开采类
1	W_1	W_1	W'_1	W_1	W'_1	W_1	W'_3	W_1
2	W_2	W_2	W'_2	W_2	W'_2	W_2	W'_4	W_2
3	W_3	W_3	W'_3	W_3	W'_3	W_3	W'_6	W_3
4	W_4	W_4	W'_4	W_4	W'_4	W_4	W'_7	W_4
5	W_5	W_5	W'_5	W_5	W'_6	W_5	W'_9	W_5
6	W_6	W_6	W'_6	W_6	W'_8	W_6	W'_{10}	W_7
7	W_7	W_7	W'_9	W_7	W'_9	W_7	W'_{12}	W_8
8	W_8	W_8	W'_{10}	W_8	W'_{10}	W_8	W'_{13}	W'_3
9			W'_{12}		W'_{12}			W'_5
10			W'_{13}		W'_{13}			W'_6
11								W'_{11}
12								W'_{12}
13								W'_{13}

9 冲击危险等级划分

将冲击危险综合指数划分为 4 个区间,分别对应冲击危险的 4 个等级(无冲击、弱冲击、中等冲击、强冲击),冲击危险综合指数与危险等级对照及防治对策见表 4。

表 4 冲击危险综合指数与危险等级对照及防治对策表

冲击危险综合指数	指数区间划分	冲击危险等级	防治对策
$W_t = \frac{\sum_{i=1}^n \tau \omega_i}{\sum_{i=1}^n \tau \omega_{imax}}$	$W_t \leq 0.25$	无	正常生产
	$0.25 < W_t \leq 0.5$	弱	采取针对性防冲(防治)措施
	$0.5 < W_t \leq 0.75$	中等	
	$W_t > 0.75$	强	

10 综合指数计算及冲击危险等级确定

冲击危险综合指数 W_t 按公式(2)计算:

$$W_t = \frac{\sum_{i=1}^n \tau \omega_i}{\sum_{i=1}^n \tau \omega_{imax}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:
 $\tau \omega_i$ ——第 i 个指标对应的分值;
 $\tau \omega_{imax}$ ——第 i 个指标对应的最大分值;

n ——实际对应的指标数量。

其中,采(盘)区、掘进工作面以及回采工作面需分别计算地质类综合指数 W_{cl} 和开采类综合指数 W_{c2} ,然后取两者中的最大值作为最终综合指数,并根据表 4 中划分的综合指数对应区间确定冲击危险等级。各指数计算结果取小数点后 2 位数。

示例:

若某回采工作面地质类指标综合指数 $W_{\text{cl}}=0.62$,开采类指标综合指数 $W_{\text{c2}}=0.48$,则最终综合指数为 $W_{\text{t}}=\text{Max}(0.62,0.48)=0.62$,对应冲击危险等级为中等冲击危险。

11 特殊情况下冲击危险等级确定原则

11.1 深度不超过 400 m 的评价对象(具有厚表土层、薄基岩或浅埋坚硬顶板条件的除外),若地质类和开采类指标分别确定的 2 个危险等级中,任意 1 个为无冲击且另 1 个为弱冲击,则可考虑定为无冲击。

11.2 完全处在保护层卸压范围和有效期限内且不受遗留煤柱影响的采掘工作面以及采用完全充填法开采的回采工作面,如果评价的危险等级不是强冲击且前期类似条件采掘实践过程中动力现象不明显,则可考虑定为无冲击。

11.3 直接顶、基本顶、煤层和直接底均为软弱条件下的评价对象,如果前期类似条件采掘实践过程中动力现象不明显且围岩变形量较大,当评价的危险等级不是强冲击时,则可考虑定为无冲击。

附录 A
(资料性)
综合指数方法评价流程图

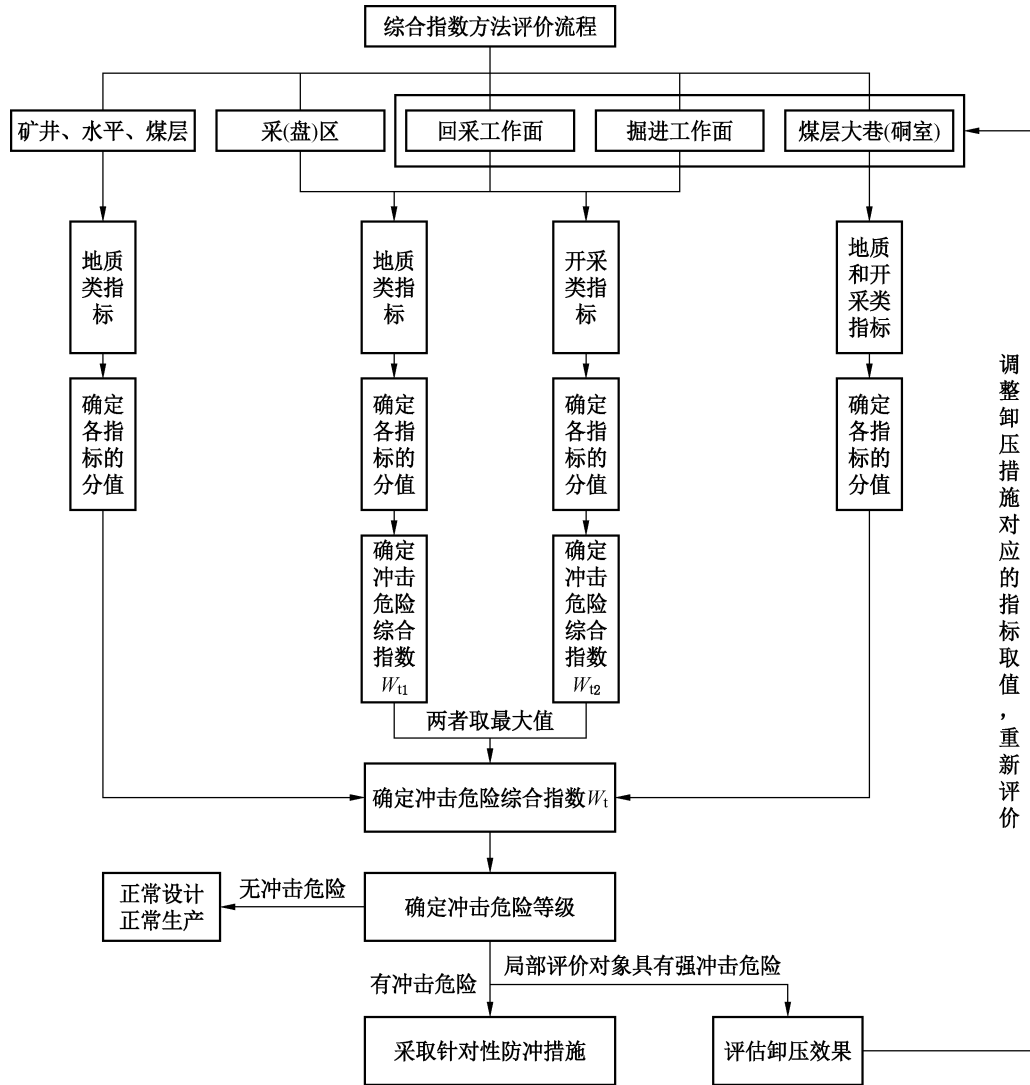


图 A.1 综合指数方法评价流程图

附 录 B

(资料性)

顶板岩层厚度特征参数计算方法

以砂岩为标准的顶板岩层厚度特征参数 L_{st} 计算见公式(B.1)。

$$L_{st} = \sum_{i=1}^n h_i r_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

n ——煤层上方 100 m 范围内的岩层数量;

h_i ——100 m 范围顶板内第 i 层岩层的厚度;若第 n 层岩层实际厚度为 20 m,当累加到第 $(n-1)$ 层岩层时,总厚度为 90 m,则第 n 层岩层厚度取 10 m;

r_i ——第 i 层岩层的弱面系数。

计算结果取小数点后 2 位数。

定义砂岩层的弱面系数为 1.0,则各岩层的弱面系数见表 B.1。

表 B.1 岩层的弱面系数

岩层	砂岩	泥岩	页岩	煤	采空区冒矸
弱面系数 r_i	1.0	0.62	0.46	0.31	0.04

注:表中未列出的岩性,可根据其物理力学性质并参照表中性质相近的岩性确定弱面系数。

示例 1:

某对象上方 100 m 范围内岩层如下:

- (1)砂岩:厚度 30 m,弱面系数 1.0;
- (2)泥岩:厚度 20 m,弱面系数 0.62;
- (3)页岩:厚度 25 m,弱面系数 0.46;
- (4)煤层:厚度 5 m,弱面系数 0.31;
- (5)砂岩:厚度 30 m(取至 100 m 上限,本层按 20 m 计算),弱面系数 1.0;

则顶板岩层厚度特征参数为:

$$L_{st} = 30 \times 1.0 + 20 \times 0.62 + 25 \times 0.46 + 5 \times 0.31 + 20 \times 1.0 = 75.45(\text{m})。$$

示例 2:

某对象上方 100 m 范围内岩层如下:

- (1)砂岩:厚度 30 m,弱面系数 1.0;
- (2)泥岩:厚度 20 m,弱面系数 0.62;
- (3)页岩:厚度 25 m,弱面系数 0.46;
- (4)煤层(已回采完毕):厚度 5 m,按采空区冒矸计,冒矸总高度为 3.5 倍采高,即 $5 \times 3.5 = 17.5$ m,弱面系数 0.04;
- (5)砂岩:厚度 30 m,取至 100 m 上限,本层按 20 m 计算,再减去下方煤层开采导致的垮落高度(根据岩石碎胀系数确定垮落高度,此处按碎胀系数为 1.4,即垮落高度为 2.5 倍采高计),剩余厚度为 $20 - 12.5 = 7.5$ m,弱面系数 1.0。

则顶板岩层厚度特征参数为:

$$L_{st} = 30 \times 1.0 + 20 \times 0.62 + 25 \times 0.46 + 17.5 \times 0.04 + 7.5 \times 1.0 = 62.20(\text{m})。$$

附 录 C

(资料性)

煤层厚度变异系数计算方法

煤层厚度变异系数是指评价区域内煤层厚度变化偏离平均厚度程度的指标,按公式(C.1)计算:

$$C_v = \frac{S}{m_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

C_v ——煤层厚度变异系数, %;

S ——煤层厚度变化标准差;

m_i ——第 i 个见煤点的实测厚度,单位为米(m)。

S 按公式(C.2)计算:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$\bar{m}$ ——计算区域内的煤层平均厚度,单位为米(m);

n ——参加计算的见煤点数。

附 录 D

(资料性)

保护层的保护效果确定方法

D.1 保护效果

D.1.1 理论计算法。综合考虑保护层(或分层开采)开采厚度、层间距、中间岩层赋存特征、卸压期限、压实率等因素,可采用数值模拟、理论计算等方法确定卸压效果。

D.1.2 实测法。可通过微震、应力、钻屑等实测方法确定保护层的卸压效果。

D.1.3 估算法。可参照国标 GB/T 25217.12 相应规定确定卸压期限与卸压效果的关系。

D.2 其他情况

若被保护层位于计算的保护范围之外,则等同于无保护层开采。

附 录 E

(资料性)

矿井、水平、煤层冲击危险综合指数计算表

表 E.1 矿井、水平、煤层冲击危险综合指数计算表

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(τ)	取值依据	实际取值
1	W_1	冲击地压历史发生次数(N)	$N=0$	0		
			$N=1$	1		
			$N=2$	2		
			$N \geq 3$	3		
2	W_2	开采深度(H)	$H \leq 400$ m	1		
			$400 \text{ m} < H \leq 600$ m	2		
			$600 \text{ m} < H \leq 800$ m	3		
			$800 \text{ m} < H \leq 1\,000$ m	4		
			$H > 1\,000$ m	5		
3	W_3	煤层厚度(M_c)	$M_c \leq 1.3$ m	1		
			$1.3 \text{ m} < M_c \leq 3.5$ m	2		
			$3.5 \text{ m} < M_c \leq 8$ m	3		
			$M_c > 8$ m	4		
4	W_4	煤的弹性能量指数(W_{ET})	$W_{ET} < 2$	0		
			$2 \leq W_{ET} < 5$	1.5		
			$W_{ET} \geq 5$	3		
5	W_5	煤的冲击倾向性	无	0		
			弱	1.5		
			强	3		
6	W_6	坚硬厚岩层与煤层的 厚距关系(M, d)	A 区间: $M - 0.9d \leq 10$	0		
			B 区间: $\begin{cases} M - 0.9d > 10 \\ M - 1.35d \leq 15 \end{cases}$	1		
			C 区间: $\begin{cases} M - 1.35d > 15 \\ M - 1.8d \leq 20 \end{cases}$	2		
			D 区间: $M - 1.8d > 20$	3		
7	W_7	顶板岩层厚度特征参数(L_{st}) (煤层上方 100 m 范围内)	$L_{st} \leq 80$ m	0		
			$80 \text{ m} < L_{st} \leq 90$ m	1		
			$L_{st} > 90$ m	2		

表 E.1 (续)

序号	评价指标	指标因素	指标区间划分	指标分值(w)	取值依据	实际取值
8	W_8	地质构造复杂程度	简单	0		
			中等	1		
			复杂	2		
			极复杂	3		
最大分值之和		26	实际分值之和			
			综合指数值			