

文章编号:1671-251X(2015)05-0044-05 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.05.011
张振东.连采工作面设备选型评价准则和选型系统研究[J].工矿自动化,2015,41(5):44-48.

连采工作面设备选型评价准则和选型系统研究

张振东

(中煤科工集团太原研究院有限公司,山西太原 030006)

摘要:为了实现地质条件复杂多变情况下连采工作面设备选型的科学化、智能化和快速化,根据现场经验和统计数据提出了连采工作面设备选型评价准则,使连采工作面设备选型标准更加定量化,并借助LabVIEW设计了连采工作面设备选型系统。该系统可通过调用设备数据库合理地选择出适应工作面条件的设备型号。对系统选型结果和人工选型结果进行了对比,结果表明,系统选型结果更加全面、快速和准确有效。

关键词:连续采煤机;工作面;设备选型;评价准则

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:2015-04-30 08:37

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150430.0837.011.html>

Research of evaluation criterion of equipment selection of mining face
using continuous miner and selection system

ZHANG Zhendong

(CCTEG Taiyuan Research Institute, Taiyuan 030006, China)

Abstract: In order to realize scientization, intelligentization and rapidity of equipment selection in complex geological conditions of working face, a set of mining equipment selection criterion was summarized according to field experience and statistical data, which made the criterion more quantitative, and equipment selection system was designed using LabVIEW. The system can select reasonable equipments to adapt to working face conditions by calling equipment database. The comparing results of system selection and artificial selection results show that the system selection results are more comprehensive, fast, accurate and effective.

Key words: continuous miner; mining face; equipments selection; evaluation criterion

0 引言

连续采煤机短壁机械化开采技术起源于20世纪50年代的美国。目前,该技术在美国、澳大利亚、南非、印度及加拿大等国得到了广泛的应用,并取得了良好的经济效益。我国自20世纪90年代在神东矿区成套引进设备以来,对该技术的研究取得了长足的进展,目前该技术已在许多矿区得到了应用,并逐步应用到煤柱、不规则块段、边角煤以及“三下”压

煤开采等问题上,取得了较好的成绩。

随着连续采煤机短壁机械化开采技术的迅速发展,以连续采煤机为龙头的短壁开采装备日益成熟和完善,品种丰富的开采装备使得短壁开采技术的适用性越来越强,但工作面条件的复杂多变也使得连采设备在选型和配套时受更多因素的制约,变得更加复杂和不确定。为了能快速、准确地选择出适合不同工作面的连采设备,满足不同的短壁开采工艺要求,建立连采设备选型专家系统势在必行。本

收稿日期:2014-09-02;修回日期:2015-03-16;责任编辑:胡娴。

基金项目:中国煤炭科工集团有限公司科技创新基金青年基金项目(2013QN002)。

作者简介:张振东(1986—),男,山东潍坊人,助理研究员,硕士,主要从事连续采煤机短壁开采工作面设备的配套选型、配套设计与供电设计工作, E-mail: zhangzhendong0311@126.com。

文分析了连采工作面设备配套选型评价准则,结合连采技术和连采设备的特点,运用专家系统的理论和方法,介绍了能直接应用于煤矿生产实际的连采工作面设备选型系统。

1 连采工作面设备配套选型评价准则

1.1 连续采煤机选型

连续采煤机选型原则:① 截割能力应与工作面设计生产能力相适应。② 应满足煤层厚度、硬度要求。③ 应满足巷道断面和工人操作空间的要求。④ 循环空顶距大于6 m时,应配备遥控操作装置。⑤ 工作面倾角大于 8° 时,应配备可靠的制动和防滑装置。⑥ 要有可靠的瓦斯和粉尘报警断电装置。⑦ 喷雾装置应符合《煤矿安全规程》中的规定。

影响连续采煤机选型的主要因素:煤层顶板情况;煤层硬度、厚度和工作面倾角;工作面设计生产能力;工作面瓦斯涌出量。

连续采煤机主要性能参数确定:

(1) 采高。连续采煤机的采高 H_c 应与煤层厚度 M 相适应,既要保证连续采煤机能够正常工作,又要保证资源回收率,煤层平均厚度 M_a 应处于最大采高 H_{cmax} 和最小采高 H_{cmin} 之间^[1],即

$$H_{cmin} \leq M_a \leq H_{cmax} \quad (1)$$

(2) 生产能力。连续采煤机小时生产能力 Q_c 与工作面设计年生产能力 Q_y ^[2]的关系为

$$T_d T_y Q_c \kappa = (1.1 \sim 1.2) Q_y \quad (2)$$

式中: T_d 为每天的生产小时数,h; T_y 为每年的生产天数,一般取300 d; κ 为连续采煤机开机率,一般取0.3~0.5。

1.2 中间运煤设备选型

中间运煤设备包括履带刮板式连续运输系统和胶轮式运输设备,设备的选型不仅要考虑设备本身性能参数,还要结合环境影响因素。

中间运煤设备选型原则:① 工作面设计角度大于 8° 时,优先选用履带刮板式连续运输系统。② 巷道宽度小于5.5 m时,优先选择胶轮式运输设备。③ 工作面单进、单产较高时,应选择履带刮板式连续运输系统或多台胶轮式运输设备。④ 工作面设计采用履带刮板式连续运输系统时,可根据要求调整履带刮板式连续运输系统的单元数量。⑤ 破碎能力应与运输设备的运输能力相匹配,破碎粒度可调节,满足带式输送机对粒度的要求。⑥ 应设有缓冲链条,防止瞬间卸入给料破碎机的煤量过大。

影响中间运煤设备选型的主要因素:工作设计角度;运输巷道宽度;工作面设计生产能力。

运输能力的确定:选用连续运输设备时既要保证将连续采煤机装运的煤炭及时运出,又要保证出现瞬时大煤量时不压机,确定运输能力 Q_{s1} 时要有有一定的余量^[3],即

$$Q_{s1} = (1.1 \sim 1.2) Q_c \quad (3)$$

选用间断运输设备时要保证连续采煤机的开机率,应满足以下条件:

$$Q_{s2} \geq 0.1 Q_c \quad (4)$$

式中: Q_{s2} 为单台运输设备的理论运输能力。

1.3 支护设备选型

支护设备选型原则:

(1) 锚杆钻车通常用于连续采煤机巷道掘进中的锚杆支护作业,其选型原则:① 应满足巷道断面、巷道角度、锚杆支护间排距和锚杆尺寸的要求,并与连续采煤机的掘进速度相匹配。② 顶板岩性硬度较大时宜选用湿式打眼方式,顶板岩石泥化较严重时宜采用干式打眼方式。③ 采用锚索支护时,宜选用带有锚索支护功能的锚杆钻车。

(2) 履带行走式支架通常用于连续采煤机机械化开采中的三角区顶板支护作业,其选型原则:① 应满足巷道宽度、高度和坡度的要求,同时,工作阻力应与工作面顶板压力相适应。② 行走支架的结构高度应与工作面的采高相适应。支架之间及其与两侧煤帮之间应留设一定的移架空间。③ 应具有较强的行走和逃逸功能。④ 应根据工作面开采工艺确定支架的数量,同一工作面宜选用同一型号的支架。⑤ 应具有无线遥控器控制功能。⑥ 支架两侧应配置专用的挡矸帘。

影响支护设备选型的主要因素:工作面设计角度;巷道宽度;锚杆长度;锚杆支护间排距;顶板压力。

主要性能参数确定:

(1) 锚杆钻车臂数的确定。双巷掘进时,优先选用四臂及以上锚杆钻车。每排锚杆数量为偶数时,选用偶数臂的锚杆钻车;每排锚杆数量为奇数时,选用奇数臂的锚杆钻车。

(2) 为保证顶板支护安全,行走支架的最大工作阻力 F 应留有一定余量,即 $F \geq 1.2 F_n$ (F_n 为顶板压力)。

(3) 行走支架的结构高度 H 应与工作面的采高 H_c 相适应,即^[4]

$$\begin{cases} H_{\max} - 0.2 \geq H_{\max} \\ H_{\min} + 0.2 \leq H_{\min} \end{cases} \quad (5)$$

式中: $H_{\max}$, $H_{\min}$ 分别为行走支架结构高度的最大值和最小值。

1.4 辅助运输设备选型

辅助运输设备选型原则:① 应采用防爆柴油动力设备或防爆蓄电池动力设备。② 应满足巷道断面和巷道坡度的要求。③ 防爆多功能柴油动力铲运车尾气排放应满足 MT 220—1990《煤矿用防爆柴油机械排气中一氧化碳、氮氧化物检验规范》要求。④ 选择防爆蓄电池动力铲运车时,应设置专用的充电硐室。

影响辅助运输设备选型的主要因素:工作面角度;巷道宽度;工作面设计产量;空气质量要求。

主要性能参数确定:

(1) 尾气排放量必须符合 MT 220—1990 中 4.7 节的规定,即矿用柴油机车在煤矿井下正常运行时,排气中 CO , NO_x 的排放浓度被巷道中风流稀释后,井下空气中的 CO , NO_x 不得超过下列规定: CO : $0.002\ 4\%$ (24×10^{-6}); NO_x (换算成 NO_2): $0.000\ 25\%$ (2.5×10^{-6})。

(2) 根据 Q_y 确定铲运车的运量: $Q_y \leq 60$ 万 t 时,一台 4 t 铲运车可满足工作面的浮煤清理的需求; 80 万 $t \leq Q_y \leq 100$ 万 t 时,一台 7 t 铲运车可满足工作面的浮煤清理需求; $Q_y > 100$ 万 t 时,一台 10 t 铲运车可满足工作面的浮煤清理需求。

1.5 整套设备的配套选型

1.5.1 各环节设备空间位置的配套

采用连续运输方式时,可伸缩带式输送机与连续运输系统并列布置,运输巷道宽度^[5]为

$$W_1 = W_c + W_b + W_r + 2W_p \quad (6)$$

式中: W_c 为连续运输系统的宽度, m; W_b 为可伸缩带式输送机的宽度, m; W_r 为以上 2 种设备之间的运行间隙,一般不小于 0.2 m; W_p 为巷道两侧的行人通道,一般不小于 0.5 m。

采用间断运输方式时,可伸缩带式输送机与运输设备串列布置,运输巷道宽度为

$$W_2 = W_g + W_b + 2W_p \quad (7)$$

式中: W_g 为给料破碎机的宽度, m。

1.5.2 各环节设备性能的配套

为保证各环节效率的充分发挥,需根据开采工艺对配套设备进行合理选型,在进行连续采煤机双巷掘进时,一般要求采用连续采煤机配置锚杆钻车

双巷平行交互作业,且锚杆钻车的臂数不小于 4。单巷掘进时配置两臂锚杆钻车虽然不能实现平行作业,但是比人工支护方式支护效率高。

采用间断运输方式时,需要合理确定运输车辆的运行距离。为保证运输能力的匹配,一般运输车辆的运行距离不大于 80 m。采用连续运输方式时,各级运输设备的运量应满足以下关系:

$$Q_L \leq Q_c \leq Q_b \quad (8)$$

式中: Q_L 为连续采煤机运输量, t/h; Q_b 为可伸缩带式输送机运量, t/h。

2 连采工作面设备选型系统

连采工作面设备选型系统采 LabVIEW 图形化编程工具设计^[6-7],该系统主要由以下模块组成:① 用户登录管理模块:实现用户身份权限判断、用户管理等功能。② 连采设备数据库:通过搜集多家国内外连采设备用户和生产厂家的设备信息,建立基础性数据库,该数据库几乎包含了当前已知的所有连采设备型号,为了保证数据库的更新,允许有管理员权限的用户查看和修改数据库。③ 推理选型模块:是连采工作面设备选型评价准则的程序化实现。④ 选型结果保存模块:用户可通过选型结果文件夹查询历次的选型结果。

用户进入设备选型界面后,输入连采工作面计划生产能力、煤层厚度、工作面倾角等地质条件参数;程序自动根据用户输入的信息和内置的选型评价原则,在界面上显示出采、掘、装、运、支各个环节的设备型号,并实现设备的配套。

3 实例研究

中煤平朔安家岭井工二矿 29213 工作面可采煤层厚度为 3.65~5.7 m,平均厚度为 4.47 m;倾角为 $2^\circ \sim 9^\circ$,平均倾角为 3.6° ;顶部采用 $\Phi 22$ mm $\times$ 2 100 mm 螺纹钢锚杆压钢带支护,每排 6 根,间排距为 1 000 mm $\times$ 1 000 mm;煤质硬度为 3~4;煤层容重为 1.4 t/m³;主运输巷断面:宽 $\times$ 高 = 5.2 m $\times$ 3.5 m;回采支巷断面:宽 $\times$ 高 = 5.4 m $\times$ 3.8 m;最大支巷长度为 78.92 m;采用单巷掘进方式;工作面瓦斯含量低,计划年产量 50 万 t。9 号煤层直接顶板以黑色、灰黑色泥岩为主,属 I 类 II 级顶板;9 号煤层直接底板以泥质岩类为主,属 II 类松软底板。

通过连采工作面设备选型系统得出 29213 工作面设备选型方案,如图 1 所示。



图 1 连采工作面设备选型系统选型方案

选型结果：

- (1) 符合要求的连续采煤机共 12 种型号,其中包括 9 种进口型号和 3 种国产型号。进口型号:JOY 公司生产的 12CM12D,12CM15D,12CM27D,12CM15-10D,12CM27-11D;Sandvik 公司生产的 MC470;CAT 公司生产的 CM345N,CM445,CM845;国产型号:中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 EML340;佳木斯煤矿机械有限公司生产的 LC520;上海创力集团股份有限公司生产的 ML360。
- (2) 中间运输环节采用胶轮式运输设备,其中包括 12 种梭车和 3 种运煤车。除中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 SC10/182 梭车外,其余梭车均为进口产品:JOY 公司生产的 21SC04,10SC32AA,10SC32A,10SC32-48B-5,10SC32-5,10SC32AB,10SC32B;PHILLPS 公司生产的 HC12BC,HC12BE,FC12B,HC14B。3 种运煤车均为进口产品:LONG AIRDOX 公司生产的 CH848;JOY 公司生产的 BH10;CAT 公司生产的 FH110。
- (3) 转载破碎机共有 10 个型号符合要求,除中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 PZL460/150 和 GP2000/300 两个型号外,其余均为进口产品:LONG AIRDOX 公司生产的 1030;JOY 公司生产的 BF-14,BF-17,BF-22;CAT 公司生产的 FB75,FB85,FB110,FB140。
- (4) 顶板支护设备选用 1 台两臂锚杆钻车(中

- 煤科工集团太原研究院有限公司生产的 CMM2-25、北京景隆重工机械有限公司生产的 CMM2-15),采用湿式打眼方式,便于单巷掘进时的快速支护。对于三角区支护设备,有 9 种型号的履带行走支架符合要求,其中包括 4 种国产型号和 5 种进口型号。国产型号:中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 XZ7000/25.5/50,XZ7000/24.5/46,XZ7000/21/40;三一重装国际控股有限公司生产的 ZZL1000/30/50。进口型号:CAT 公司生产的 2009SH/960SD-1,2009SH/961SD-1,MRS-17,MRS7260/16.8/38.1,MRS7260/25.0/49.0。
- (5) 4 种型号的浮煤清理铲运车符合要求,其中包括 3 种国产型号和 1 种进口型号。国产型号:中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 WJ-4FB,CLX3;莱州亚通重型装备有限公司生产的 WJ-4FB。进口型号:CAT 公司生产的 SU482。
- 采用人工选型方式对 29213 工作面连采设备进行选型,选型结果:1 台 EML340 连续采煤机,1 台 SC10/182 梭车,1 台 GP2000/300 给料破碎机,2 台 XZ7000/25.5/50 履带式液压行走支架;未配置锚杆钻车,采用人工支护方式;配置 1 台中煤科工集团太原研究院有限公司生产的 WJ-4FB 型 4 t 防爆柴油铲运车,用于浮煤的清理和辅助运输。
- 对比 2 种选型结果发现,人工选型结果包含于系统选型结果中,系统选型结果更加全面,各个环节设备均能给出型号,且选型时间更短。

4 结语

连采工作面设备选型系统能够实现选型和配套的一体化。实例研究表明,该系统提高了连采工作面设备选型和配套的效率和准确性。评价准则的选取准确、可靠,能够真实反映选型要求。连采工作面设备配套选型评价准则的建立为连采设备的选型提供了依据,使连采设备的选型从定性化走向量化,更加有据可依。

参考文献:

[1] 陈楠,郁钟铭.综采工作面设备配套选型专家系统[J].煤炭科学技术,1999,27(7):12-15.

[2] 刘泽宇,周逛,刘混举,等.综采设备配套选型专家系统研究[J].机械工程与自动化,2011(5):77-79.

[3] 方春慧.综放工作面设备配套与专家系统技术研究[D].青岛:山东科技大学,2009:48-56.

[4] AMIRKHANIAN S N, BAKER N J. Expert system for equipment selection for earth-moving operations [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 1992,118(2): 318-331.

[5] 王国法.高效综合机械化采煤成套设备技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2008:481-490.

[6] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8.20 程序设计从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2007.

[7] 阮奇桢.我和 LabVIEW:一个 NI 工程师的十年编程经验[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.