



文章编号:1671-251X(2013)08-0001-05

DOI:

孙继平. 安全高效矿井通信系统技术要求[J]. 工矿自动化, 2013, 39(8):1-5.

安全高效矿井通信系统技术要求

孙继平

(中国矿业大学(北京), 北京 100083)

摘要:提出了矿用有线调度通信系统、矿井广播通信系统、多基站矿井移动通信系统、矿井漏泄通信系统、矿井感应通信系统、矿用透地通信系统、矿井救灾通信系统的技术要求。矿井广播通信系统应具有音频和视频全播、组播、选播及录音和记录功能;具有调度台与井下终端双向通话功能;具有井下终端呼叫地面调度功能等。多基站矿井移动通信系统应具有移动台与移动台、移动台与固定电话之间通话功能;具有短信和数据传输功能;具有移动台位置登记和越区切换功能;具有优先权设置、用户限时、非法用户禁用、中继汇接、自诊断和故障指示功能。矿井救灾通信系统应具有移动台与移动台、移动台与基站、移动台与地面基地通信终端、基站与地面基地通信终端通话功能;具有发起急呼、全呼和组呼的功能;具有基站和移动台脱网工作功能;具有图像监视功能;具有 CH_4 、 CO 、 O_2 及温度等监测功能;具有救护队员心跳、体温、姿态监测功能等。

关键词:矿井通信;调度通信;移动通信;广播通信;漏泄通信;感应通信;透地通信;救灾通信

中图分类号:TD655.3

文献标志码:A

网络出版时间:

网络出版地址:

Technical requirements of communication system for safe and efficient mine

SUN Ji-ping

(China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Technical requirements of mine wired dispatching communication system, mine broadcast communication system, mine mobile communication system with multi base stations, mine leakage communication system, mine inductive communication system, mine through-the-earth communication system, mine rescue communication system were put forward. Mine broadcast communication system should have functions such as audio and video broadcast, multicast, anycast, tape recording and recording. It should also have function of intercommunication between dispatching desk and underground terminal. The underground terminal could call the dispatching desk on the ground. Mine mobile communication system with multi base stations should have functions of communication among mobile stations and between mobile station and fixed telephone. It should have abilities to transfer data and short message, to

收稿日期:2013-05-27。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(51134024);国家自然科学基金项目(51074169);国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2012AA062203)。

作者简介:孙继平(1958—),男,山西翼城人,教授,博士研究生导师,博士,中国矿业大学(北京)副校长;获国家科技进步二等奖 3 项(其中第 1 完成人 2 项、第 2 完成人 1 项);作为第 1 完成人获省部级科技进步一等奖 6 项;作为第 1 完成人主持制定中华人民共和国煤炭行业 and 安全生产行业标准 26 项;主持制定《煤矿安全规程》第 3 章通风安全监控;作为第 1 作者或独立完成著作 11 部,发表论文 100 余篇(其中被 SCI 和 EI 检索的第 1 作者论文 60 余篇);作为第 1 发明人获国家专利权和软件著作权 36 项;作为国务院煤矿事故调查专家组组长参加了 10 起煤矿特别重大事故调查工作,E-mail: sjp@cumt.edu.cn。

register location information of mobile stations, to handover between different regions, to set priority, time limit of different users and to forbid illegal users. It should also have functions of relay-tandem, self diagnosis and failure indication. Mine rescue communication system should have functions of communication between mobile stations, communication between mobile station and base station, communication between mobile station and base communication terminal on the ground and communication between base station and base communication terminal on the ground. It should have abilities to launch urgent calling, general calling and group calling. It should also have functions such as talkaround of base station and mobile station, video monitoring, monitoring of CH_4 , CO , O_2 and temperature, and monitoring of heartbeat, temperature, posture of rescuer.

Key words: mine communication; dispatching communication; mobile communication; broadcast communication; leakage communication; inductive communication; through-the-earth communication; rescue communication

1 矿井通信系统通用技术要求

矿井通信系统应满足电源波动适应能力、工作稳定性、抗干扰性能、可靠性、防爆性能等要求:

① 供电电源在规定的电压波动范围内变化时,系统应能正常工作,系统性能和技术指标等应符合要求。② 系统应进行工作稳定性试验,通电时间不小于 7 d,系统应能正常工作,系统性能和技术指标等应符合要求。③ 系统应能通过 GB/T 17626.3—2006 规定的、试验等级不低于 1 级的射频电磁场辐射抗扰度试验^[1],系统应能正常工作。④ 系统应能通过 GB/T 17626.4—2008 规定的、试验等级不低于 1 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验^[2],系统应能正常工作。⑤ 系统应能通过 GB/T 17626.5—2008 规定的、试验等级不低于 1 级的浪涌(冲击)抗扰度试验^[3],系统应能正常工作。⑥ 系统平均无故障工作时间(MTBF)应不小于 800 h。⑦ 系统中用于煤矿井下的设备应为防爆型电气设备,其输入输出信号应是本质安全型。防爆电气设备应优选本质安全型。移动台应为本质安全型防爆电气设备。防爆型设备应符合 GB 3836.1—GB 3836.4 的规定^[4-7]。

2 矿用有线调度通信系统

矿用有线调度通信系统一般由矿用本质安全防爆电话、调度交换机(含程控交换机、IP 交换机等)、安全栅、调度台、录音设备、矿用通信电缆、接线盒、避雷器和其他必要设备组成。

系统主要功能要求:① 系统应具有双向呼叫和通话功能。调度能通过对讲或扩音方式与系统内任一用户实现无阻塞通话;调度呼叫用户时,调度台有

发铃显示,被呼话机有收铃响应,用户摘机后交换机自动截铃;用户呼叫调度时,调度台可闻振铃和地址显示。② 系统应具有双向紧急呼叫、通话和自动录音功能。用户能紧急呼叫调度,调度台有区别于正常呼叫的可见可闻信号及地址显示;调度能紧急呼叫任一个、一组或全部用户,调度台有相应显示,话机有区别于正常振铃的可见可闻信号。③ 系统应具有用户通话状态显示、监听、插入和强拆功能。④ 系统应具有交换功能。通过人工接续或自动接续,实现用户间呼叫通话,调度台有相应操作和用户状态显示。⑤ 系统应具有通播功能。调度能将井下用户话机全部或部分打开,实现话音通播,并自动录音。⑥ 系统应具有会议电话功能。⑦ 系统应具有移动通信系统和广播通信系统接入功能。⑧ 系统应具有汇接功能。通过中继线路实现与其他通信系统的连接等^[8]。

系统主要技术指标要求:① 系统最大通信距离应不小于 15 km。② 系统最大接入话机数量应能满足用户需要。③ 系统调度话路应不少于 2 路。④ 系统交换绳路应不小于总容量的 10%。⑤ 系统中继线路应不小于 6 路。⑥ 井下用户话机振铃响度应不小于 80 dB(A);地面调度台振铃响度应不小于 60 dB(A)。⑦ 话机供电电压应在 60、48、24 V 中选取等^[8]。

3 矿井广播通信系统

按采用的技术不同,矿井广播通信系统可分为基于有线调度通信的矿井广播通信系统和基于光纤以太网的矿井广播通信系统。基于有线调度通信的矿井广播通信系统一般由调度交换机(含程控交换

机、IP 交换机等)、安全栅、调度台、录音及记录设备、井下防爆广播设备、井下防爆显示屏、矿用通信电缆、避雷器和其他必要设备组成。基于光纤以太网的矿井广播通信系统一般由地面网络交换机、调度台、录音及记录设备、井下防爆网络交换机、井下防爆广播设备、井下防爆显示屏、防爆电源、光缆和其他必要设备组成。

系统主要功能要求:① 系统应具有音频和视频全播、组播、选播及录音和记录功能。② 系统应具有调度台与井下终端双向通话功能。③ 系统应具有井下终端呼叫地面调度功能等。

系统主要技术指标要求:① 系统最大通信距离应不小于 15 km。② 系统最大接入广播设备和显示屏数量应能满足用户需要。③ 显示屏光信号强度应在黑暗中 20 m 处可见。④ 广播设备声音信号响度应符合表 1 的要求^[9]。

表 1 广播设备声音信号响度要求					dB
环境噪声	75	80	85	90	≥95
信号响度	85	90	90	95	100

4 多基站矿井移动通信系统

多基站矿井移动通信系统一般由移动台、基站、基站电源(可与基站一体化)、系统控制器、调度终端(可与控制中心一体化)、电缆(或光纤、漏泄电缆)、接线盒、中继器(可缺省)、避雷器和其他必要设备组成^[10]。

系统主要功能要求:① 系统应具有移动台与移动台、移动台与固定电话之间互联互通功能。② 系统宜能对不同用户设置不同的优先权,并能对申请信道的用户按优先权的不同和申请的先后顺序排队。③ 系统宜具有连续服务功能。④ 系统宜具有用户限时功能。⑤ 系统宜具有分布管理功能,以提高系统抗故障能力,扩大应用范围。⑥ 系统宜具有移动台位置登记功能。⑦ 系统应具有越区切换功能。⑧ 系统应具有非法用户禁用功能。⑨ 系统应具有自诊断和故障指示功能。系统应具有对调度终端、控制中心、基站等进行定时或连续诊断功能,当发生故障时,及时报警并指示故障位置。⑩ 系统应具有数据传输功能。⑪ 系统应具有备用电池过放电告警及过充过放保护功能。⑫ 系统宜具有计费功能。⑬ 系统应具有中继汇接功能。⑭ 系统宜具有短信功能。

移动台主要功能要求:① 移动台应具有选呼功能。② 经授权的移动台应具有组呼和全呼功能。③ 移动台应具有急呼功能。④ 移动台宜具有重拨功能。⑤ 移动台宜具有脱网工作功能。⑥ 移动台应具有超出服务区域提示功能和当前信道繁忙提示功能。⑦ 移动台宜具有短信收发功能。⑧ 移动台应具有低电压报警功能。

调度终端主要功能要求:① 调度终端应无阻塞呼叫内部用户,可强拆、强插中继或用户,应符合调度通信畅通无阻的要求。② 调度终端应能接收内部用户的紧急呼叫,显示紧急呼叫的用户号码,声光报警,优先处理并自动录音。③ 调度终端应具有全呼和组呼功能。④ 调度终端宜具有召开多方会议的功能,用户可随时发言,调度终端也可控制某用户发言或终止发言,外线入中继用户也可参加会议。⑤ 调度终端应能同时处理多路呼叫而互不干扰,具体路由由相关标准规定。⑥ 调度终端应具有中继汇接功能。⑦ 调度终端应具有扬声通话和通话录音功能。⑧ 调度终端应具有用户或中继的状态指示,用户对调度终端的各种呼叫均可通过不同的声、光提示及号码显示,用户状态明了,调度员可方便地运用强插、强拆等功能实施监控。

系统主要技术指标要求:① 移动台到基站天线之间的无线通信距离应不小于10 m;基站至系统控制器之间的有线通信距离应不小于 10 km。② 基站数量、移动台数量、基站内可同时通话移动台数量和基站间可同时通话移动台数量由相关标准规定。③ 基站和移动台无线发射功率不大于 6 W,满足本质安全防爆要求,且对人身健康无伤害,由相关标准规定。④ 基站和移动台无线接收灵敏度由相关标准规定。⑤ 基站和移动台无线发射频率由相关标准规定。⑥ 移动台蓄电池连续工作时间应不小于 11 h,其中,通话时间应不小于 2 h。⑦ 电网停电后,基站备用电源向基站连续供电时间应不小于 2 h。

5 矿井漏泄通信系统

矿井漏泄通信系统一般由移动台、基站、基站电源(可与基站一体化)、基地台(可与基站一体,也可缺省)、漏泄电缆、中继器(可缺省)等组成^[11-15]。

系统主要功能要求:① 系统应具有基地台与移动台之间双向通话功能。② 系统应具有移动台与

移动台之间双向通话功能。③ 系统宜具有急呼、全呼、组呼、选呼功能。④ 系统宜具有短信功能。⑤ 系统宜具有移动台位置登记功能。⑥ 系统宜具有中继汇接功能。⑦ 系统宜具有打点信号功能。⑧ 系统宜具有数据传输功能。⑨ 系统宜具有自诊断和故障指示功能。⑩ 系统宜具有录音功能。⑪ 基站(或基站电源)应具有备用电池过放电告警及过充过放保护功能。⑫ 移动台宜具有超出服务区域提示功能和当前信道繁忙提示功能。⑬ 移动台应具有低电压提示功能。⑭ 移动台宜具有重拨功能。⑮ 移动台宜具有脱网通信功能。

系统主要技术指标要求:① 移动台至漏泄电缆之间的无线通信距离不小于 5 m;用于大、中、小各种矿井的系统,基站至移动台的通信距离不小于 10 km;用于局部通信的系统,基站至移动台的通信距离应满足使用要求,由相关标准规定;中继器之间通信距离不小于 150 m。② 移动台数量和可同时通话数量由相关标准规定。③ 基站、移动台、中继器最大发射功率应符合 GB 3836.1—2010 的规定,并由相关标准规定。④ 基站、移动台、中继器接收灵敏度由相关标准规定。⑤ 系统工作频率宜在 30、80、150、450、900、1 800、2 400 MHz 等中选取,并在相关标准中规定。⑥ 移动台蓄电池连续工作时间应不小于 11 h,其中,通话时间应不小于 2 h。⑦ 电网停电后,基站备用电源向基站和基地台连续供电时间应不小于 2 h。⑧ 中继器宜由具有备用电源的本质安全电源供电,电网停电后,正常工作时间不小于 2 h。

6 矿井感应通信系统

矿井感应通信系统一般由移动台、基站、基站电源(可与基站一体化)、通信终端(可与基站近距离连接,可置于地面,也可缺省),感应线(含专用感应线和非专用感应线;若专用感应线有匹配终端,也应包含在内)等组成^[11-15]。

系统主要功能要求:① 系统应具有通信终端与移动台之间双向通话功能。② 系统应具有移动台与移动台之间双向通话功能。③ 通信终端宜具有全呼、组呼、选呼和急呼功能。④ 移动台宜具有全呼、组呼、选呼和急呼功能。⑤ 移动台宜具有脱网工作功能,在没有基站无线覆盖条件下,移动台之间可直接通话。⑥ 系统宜具有中继汇接功能。⑦ 系

统宜具有数据传输功能。⑧ 移动台宜具有低电压提示功能。⑨ 基站应具有备用电池过放电报警及过充过放保护功能。⑩ 系统宜具有短信功能。

系统主要技术指标要求:① 基站与移动台之间的传输距离不小于 300 m;移动台至移动台之间的传输距离不小于 300 m;移动台至感应线之间的传输距离不小于 5 m;置于地面的通信终端与基站之间的距离不小于 10 km。② 系统可配置的移动台数量应不小于 18 台。③ 基站和移动台的无线发射功率由相关标准规定,移动台发射功率宜不大于 5 W。④ 基站和移动台的接收灵敏度由相关标准规定。⑤ 基站和移动台的无线发射频率由相关标准规定。⑥ 移动台、通信终端的语音音质应不低于 3 级。⑦ 蓄电池使移动台连续工作时间应不小于 11 h。⑧ 电网停电后,基站备用电源向基站连续供电时间应不小于 4 h。

7 矿用透地通信系统

矿用透地通信系统一般由移动台、基站、基站电源(可与基站一体化)、基站天线、通信终端等组成^[11-15]。

系统主要功能要求:① 系统应具有通信终端向移动台选发和群发短信功能。② 系统宜具有移动台向通信终端发送短信功能。③ 系统宜具有移动台之间选发和群发短信功能。④ 系统宜具有通信终端向移动台单向语音通话、选呼、急呼、全呼和组呼功能。⑤ 系统宜具有移动台至通信终端双向语音通信功能。⑥ 系统宜具有移动台至移动台双向语音通信功能。⑦ 系统宜具有移动台至移动台的选呼、急呼、全呼和组呼功能。⑧ 系统宜具有数据传输功能。⑨ 移动台宜具有低电压提示功能。⑩ 基站宜具有备用电池过放电报警及过充过放保护功能。

系统主要技术指标要求:① 通信距离宜不小于 500 m。② 系统可配置的移动台数量由相关标准规定。③ 基站和移动台的无线发射功率由相关标准规定,移动台发射功率宜不大于 5 W。④ 基站和移动台的接收灵敏度由相关标准规定。⑤ 基站和移动台的无线发射频率由相关标准规定。⑥ 移动台蓄电池连续工作时间应不小于 11 h。⑦ 电网停电后,基站备用电源向基站连续供电时间应不小于 2 h。

8 矿井救灾通信系统

矿井救灾通信系统一般由移动台、基站(含话机)、基站电源(可与基站一体化)、地面基地通信终端、电缆、光缆(可缺省)、接线盒、中继器(可缺省)、避雷器、软件和其他必要设备组成^[16]。

系统主要功能要求:① 基站应具有与移动台通话、与地面基地通信终端通话功能,语音通信宜采用双工制。② 移动台之间应具有通话功能,语音通信宜采用双工制。③ 移动台应具有与地面基地通信终端通话功能,语音通信宜采用双工制。④ 地面基地通信终端、基站和移动台应具有发起急呼的功能。⑤ 地面基地通信终端、基站和移动台应具有发起全呼的功能。⑥ 基站应能脱网独立工作,基站与其无线覆盖范围内的移动台、移动台之间应具有通话功能。⑦ 移动台宜具有脱网工作功能,在没有基站无线覆盖的条件下,移动台之间可直接通话。⑧ 系统宜具有图像监视功能。⑨ 系统宜具有CH₄、CO、O₂及温度等监测功能。⑩ 系统宜具有组呼功能。⑪ 系统宜具有图像、声音和数据存储功能。⑫ 系统宜具有网络通信功能。⑬ 系统宜具有救护队员心跳、体温、姿态监测功能等。

系统主要技术指标要求:① 地面基地通信终端、基站、移动台之间的传输距离应符合下列要求:基站至地面基地通信终端之间的传输距离应不小于10 km;移动台到基站之间的传输距离应不小于300 m,宜不小于500 m;移动台到移动台之间的传输距离应不小于300 m,宜不小于500 m。② 系统可配置的移动台数量应不少于18台。③ 地面基地通信终端、基站、移动台的话音音质均应不低于3级。④ 当基站与移动台之间采用无线通信时,基站和移动台无线发射功率由相关标准规定,移动台发射功率不宜大于5 W。⑤ 当基站与移动台之间采用无线通信时,基站和移动台无线接收灵敏度由相关标准规定。⑥ 当基站与移动台之间采用无线通信时,基站和移动台无线发射频率由相关标准规定。⑦ 蓄电池使移动台连续工作时间应不小于11 h,其中通话时间应不小于2 h(收、发用时相等时)。⑧ 地面基地通信终端及基站在蓄电池供电的

情况下,连续工作时间应不小于11 h。

9 结语

安全高效现代化矿井需要可靠、及时和便捷的矿井通信系统。为满足安全高效现代化矿井的通信需求,矿用有线调度通信系统、矿井广播通信系统、多基站矿井移动通信系统、矿井漏泄通信系统、矿井感应通信系统、矿用透地通信系统、矿井救灾通信系统应符合有关主要功能和技术指标要求。

参考文献:

- [1] GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验[S].
- [2] GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验[S].
- [3] GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验[S].
- [4] GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求[S].
- [5] GB 3836.2—2010 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的設備[S].
- [6] GB 3836.3—2010 爆炸性环境 第3部分:由增安型“e”保护的設備[S].
- [7] GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備[S].
- [8] MT 401—1995 煤矿生产调度通信系统通用技术条件[S].
- [9] MT 287—1992 煤矿信号设备通用技术条件[S].
- [10] MT/T 1115—2011 多基站矿井移动通信系统通用技术条件[S].
- [11] 孙继平. 矿井通信技术与系统[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(12): 1-3.
- [12] 孙继平. 煤矿安全生产监控与通信技术[J]. 煤炭学报, 2010, 35(11): 1925-1929.
- [13] 孙继平. 现代化矿井通信技术与系统[J]. 工矿自动化, 2013, 39(3): 1-5.
- [14] 孙继平. 矿用无线电系统及设备工作频段选择[J]. 工矿自动化, 2013, 39(4): 1-5.
- [15] 孙继平. 煤矿井下宽带无线传输技术研究[J]. 工矿自动化, 2013, 39(2): 1-5.
- [16] MT/T 1129—2011 矿井救灾通信系统通用技术条件[S].