

智利矿难救援中的科学

10月13日,智利圣何塞铜矿33名被困矿工成功获救。他们自8月5日以来,已经创造了被困地底时间最长、且成功生还的世界纪录。在长达69天的救援过程中,智利政府动用了所有可能的力量对被困矿工进行救援。

在救援中所运用到的各种新科技,大到30吨大型钻井机、“胶囊”救生舱,小到安慰矿工心灵的投影仪和铜金属丝抗病短袜等高技术的运用,都对救援的最终成功起到了重要作用。有美国媒体评论说,智利成功救援的公式,是75%的科学加25%的奇迹。



航天科技保证

矿工健康

8月22日,33名矿工被发现依然幸存后,智利卫生部长海梅·马纳尔特说,营救“预备计划”的第一步是让受困矿工“恢复营养”,接受专业治疗。

由于被困矿工所处的封闭地下环境与宇航员所处环境相似,来自美国和日本航天局的救援物资能让被困矿工在井下保持健康、舒适,每天定时的体检也防止了疾病在矿井下爆发。

为了给矿工运送食品和药品,营救人员还设计了一种名叫“白兰鸽”的救援器材。这是一根直径约1.5米的空心圆柱,工作原理相当于气体导管,能穿梭于地上和地下。救援人员向“白兰鸽”里装入补给品,然后通过通风管送到矿工避难处。这一套设备每天要往返40次,为被困矿工送去食物和其他必需品,并带回信件和脏衣物。

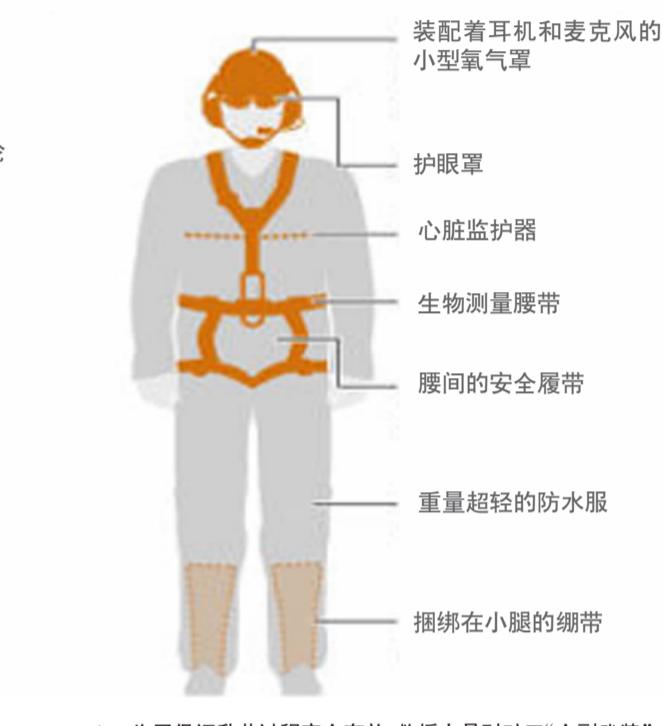
英国朴茨茅斯大学生理学教授迈克·迪普敦认为,在一个密闭的空间长期生活,防止生病和传染是一项极为艰巨的任务。考虑到地下长期居住的环境,与国际空间站有相似之处,智利政府向美国宇航局求助。

9月,来自美国的营养师为被困矿工制定了特殊的食谱,限定矿工每人每天摄入热量不超过2200卡路里,以防止肥胖。考虑到矿工身处的敏感环境,营养学家们将食品打包后,在等待通过管道运送至井下的几分钟时间,对食品进行高温加热,以防它们被细菌感染。

有些矿工称想喝酒、抽烟解闷。但智利政府咨询了美国宇航局(NASA)的相关专家,NASA专家组领队迈克尔·邓肯给出的答复是:不允许。他表示,在一个封闭的空间,烟草对矿工的健康是有害的。不过救援人员给矿工们送去了戒烟贴片和尼古丁胶糖,这些东西有助于克服烟瘾发作。

抗菌短袜防皮肤病

太空内衣更舒适



▲ 为了保证升井过程安全有效,救援人员对矿工“全副武装”。



▲ 在升井救援过程中,最引人关注设备“凤凰号”。



▲ 重30吨大型钻井机开凿救援通道。



▲ 有关部门给矿工们提供了加入铜金属丝的特制抗菌短袜,防止他们出现皮肤问题。

此外,由于井下温度几乎一直维持在32摄氏度,环境闷热潮湿,为了让被困矿工更加健康舒适,救援人员通过“白兰鸽”给他们送了一些用透气布料制成的T恤和短裤。

此外,矿工们还得到了一些袜底加入铜金属丝的特制抗菌短袜,防止他们出现皮肤问题。后来,被困矿工还搬到了一处更干燥、凉爽的隧道作为营地,这里的温度为15℃到18℃,而原来的避难所成了洗浴的地方。在地面上用太阳能加热的水被送到地下,让矿工可以洗澡。多余的水流到

依靠点亮熄灭头灯

调节生物钟

智利卫生部长海梅·马纳尔特

9月1日表示,为帮助受困矿工更舒服地度过等待救援的这段时间,建议井下模拟昼夜环境。为了保证正常的生物钟,矿工们依靠点亮和熄灭头灯来区分昼夜。“救援预备计划”要求受困矿工把所在区域划分成三部分,一个用于睡觉,一个用于工作,另一个用作厕所。

被困矿工约尼·巴里奥斯曾经接受过医护训练,他每天要检查所有矿工的生命体征,如进行验血和验尿,检查是否有皮肤感染,并密切关注他们的体重。所有的检查结果都被送给地面的医务人员作详细分析。8月28日,救援人员把一些破伤风和白喉疫苗送下井,由约尼·巴里奥斯为所有矿工注射。

美国宇航局 对矿工进行心理救援

救援专家们表示,为了防止矿工们由于被困在狭小的空间里,产生恐惧感或造成其他心理问题,要运用高科技技术,让矿工们与外界实现书信、电话、视频交流沟通。

为了让受困矿工保持更好的状态,智利政府与NASA取得了联系,希望就如何保持长时间处于密闭空间内人员的情绪和心理健康征询建议。一名智利官员表示,矿井狭窄、密闭,和宇航员身处的太空站差不多,相信他们能提供有效的指导。

据了解,“白兰鸽”将三台微型投影仪送入地下,矿工们可以通过投影仪看电影或者与家属的视频。一名智利科技记者给被困矿工一台便携音箱,仅有20厘米长。智利矿业部长戈尔沃内说,他们组织井下被困矿工参加各种团队活动,以保持他们的心理健康。为了使他们不空虚,救援人员通过“白兰鸽”向矿工们提供了扑克、掌上游戏和图书。

伦敦大学博士、高级心理学家詹姆斯·汤姆森认为,33名矿工心中充满了与家人诀别的恐惧。在救援中,救援人员尽快满足被困矿工与亲人交流的需要,在8月29日把电话线送至井下。被困矿工时常通过“白兰鸽”与家人互通书信。救援人员还对家属通话的内容给予指导,所有的内容都朝着积极的目标,给被困矿工以鼓励。

从9月4日开始,被困矿工可通过柔韧性超强的光导纤维电缆与救援者和家属进行视频交流,这种电缆即便是在地下蜿蜒崎岖的岩壁间也能顺利传输。在整个地下生活与营救行动过程中,光纤通讯设备也担负起了现场直播的任务。

高科技手段助力

升井救援全程

10月13日凌晨,首位成功升井的矿工阿瓦洛斯走出救援舱。至13日晚间33名被困矿工全部获救。海梅·马纳尔特13日说,圣何塞铜矿被困矿工的最后阶段救援行动进展非常顺利,情况好于预期。

殊不知,在这最后的救援过程中,每一个细节都经过各方专家慎重的考虑和科学的考量。

为将矿工平安救出,救援方制定了A、B、C行动计划,分别使用三台不同挖掘机械。根据救援B计划,他们将用一种特殊的钻机,穿透坚硬岩层,开凿出救援隧道,直通矿工被困的空间。13日8时5分,救援计划B的工程人员成功使用重型挖掘机完成了隧道全程624米的挖掘,接下来的几天,工程

人员对隧道进行拓宽和加固工作。10月11日用金属管完成救援通道内壁加固,以防矿工升井时通道墙体出现塌方险情。

此次参与智利被困矿工救援任务的三一SCC4000履带起重机被誉为“神州第一吊”,在电控、力限系统、液压装置等方面都处于世界先进水平。它起重达400吨,是目前中国出口到南美洲最大吨位的履带起重机。“神州第一吊”刚刚结束了智利两大水电站建设的吊装任务,还参与了该国大型风电项目的吊装工作,工作性能非常稳定。一旦测算和准备工作结束后,起重机将首先完成救援通道内壁的吊装工程,随后根据现场情况决定如何吊装“救援胶囊”(即救人用搭载舱)。

在救援过程中,最引人关注的设备是“凤凰号”,命名寓意矿工们依靠它重获新生。

“凤凰号”外形如子弹,上部白色,下部红色,看上去类似胶囊,因此媒体用“胶囊”形容它。

这个救生舱由智利海军制造,看上去像一个由铁丝网围起来的笼子,内部高度约1.9米,直径大约70厘米,仅稍宽于人的肩部,重约400公斤,只能容纳一人在其间站立。救生舱内装备有供氧系统、内置音视频通讯系统和逃生设备,配备防护手套、眼罩和安全带。在救援通道被拓宽后,它从700米深的地下依次搭载33名矿工升井,被困矿工进入舱内10至15分钟即可到达地面。

升井过程

特制衣服保持体温

救援开始前,各方专家为矿工在生理和心理上可能出现的问题做了充分准备。矿工们从三天前开始服用阿司匹林来预防血液凝固,以防在接近地面的上坡路段出现血压骤升或骤降的情况,并穿上了保持体温的特制衣服,戴上了能监控心率和体温的生物测量腰带。

由于是在晚上升井,矿工还面临着短时间内从井下高温到地面0℃以下低温的考验。为此,美国宇航局特意为他们准备了高热量流食,在升井前12小时开始进食。富含钾镁元素的流食能帮矿工们克服在旋转升井的“凤凰号”内的眩晕恶心感。

救援时,智利政府派出一名矿业救援专家和一名医护人员,乘坐搭载舱到达地下,他们对矿工们进行了身体检查,并把升井过程中可能会遇到的问题包括如何呼吸等细节都告诉矿工们。随后,一名名矿工依次乘坐救生舱升井。

为了保证升井过程的安全,救援人员对矿工们“全副武装”,采用多种方法确保他们的安全。在救援舱内,矿工直立,身上绑好安全带,并穿上特制的、重量超轻的防水服。他们还戴上了各种监护仪器,监测心跳、呼吸频率、体温等,随时向地面传送数据,以便地面人员随时监控任何细微的身体变化。

医生们担心在经历长时间无光照环境后,矿工们的眼睛将无法承受瞬间的变化,为此,矿工们在升井过程中还戴上舱内配备的护眼罩。

有国外媒体评价智利的救援行动,犹如“外科手术般精准的运行”。美国《华尔街日报》撰文说,智利成功救援的公式,是75%的科学加25%的奇迹。此次智利矿难成功救援,给全世界,特别是中国留下很多有益的经验和启示。