

联合支护技术在软岩大洞室中的应用

柏伟伟

湖南涟邵建设工程(集团)有限责任公司, 湖南 长沙 410000

[摘要]针对软岩大洞室支护研究和工程实践少、支护困难的问题, 工作人员提出了基于支护原理的软岩洞室联合支护原则, 软岩洞室从增加围岩联合支护的角度, 对大断面软岩洞室的刚度、支护范围和稳定性进行了扩展, 加固后软岩大洞室的变形明显减小。实践证明, 采用预应力锚杆、锚索和适时的二次注浆加固, 可以较好地解决大断面软岩空间支护问题, 可为同类工程提供一定的效益和借鉴。因此, 本篇文章对于联合支护技术在软岩大洞室中的应用进行响应的分析, 仅供参考。

[关键词]联合支护技术; 联合支护技术; 应用方法

DOI: 10.33142/ec.v6i4.8082

中图分类号: TD354

文献标识码: A

Application of Combined Support Technology in Large Soft Rock Caverns

BAI Weiwei

Hunan Lianshao Jiangong (Group) Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: In response to the lack of research and engineering practice on the support of large soft rock caverns, and the difficulties in supporting them, the staff proposed the principle of combined support for soft rock caverns based on the support principle. From the perspective of increasing the combined support for surrounding rocks, the stiffness, support range, and stability of large cross-section soft rock caverns were expanded, and the deformation of the large soft rock caverns after reinforcement was significantly reduced. Practice has proven that using prestressed anchor rods, anchor cables, and timely secondary grouting reinforcement can better solve the problem of large cross-section soft rock spatial support, and can provide certain benefits and reference for similar projects. Therefore, this article provides a response analysis of the application of combined support technology in large soft rock caverns for reference only.

Keywords: combined support technology; combined support technology; application method

引言

由于软岩大洞室周围的岩石多为泥岩和砂质泥岩, 围岩节理、缝隙发育、岩体本身强度较差, 在高压作用下会产生变形比较剧烈的塑性和低强度, 加之细小裂缝的切割作用, 公路周围岩石破碎较多, 岩体承载能力较弱, 影响到软岩大洞室自身的支撑能力。原有支护设计采用锚网喷支护, 加强了围岩面的承载力, 由于锚杆支撑处的杆腹板长度有限, 无法锚固到深部、稳定、坚硬的岩层中, 整个支撑区域容易发生变形。

1 软岩大洞室围岩破坏特点及失稳原因分析

1.1 软岩大洞室围岩破坏特点

工作人员通过对软岩大洞室的现场进行实验之后, 发现软岩大洞室的变形有以下特点: 一是在临时支撑软岩大洞室时, 没有考虑岩石的识别不同。锚网索喷涂支撑时, 达不到支撑洞口规定的要求, 就会出现洞口的变形和破损; 结果, 软岩大洞室周围的岩石与煤层和软岩混合在一起, 因为软岩大洞室周围的岩石中有大量的水, 围岩的变形更严重; 围岩变形破坏后的特点是软弱、疏松、流动、破碎, 大块岩石在受挤压时会倒转, 导致围岩破坏呈倒人字形。

1.2 软岩大洞室破坏失稳原因

通过数值模拟结果分析和对软岩大洞室损伤的综合物理模拟, 得出导致软岩大洞室围岩临时支护失稳的原因

及机理: 一是软岩大洞室围岩应力较大。且应力场分布复杂, 这是造成腔体失稳的最重要因素, 道路开挖时会出现应力集中现象, 导致围岩破坏, 这种裂缝可以释放集中应力, 使高度集中的应力向围岩深处弯曲, 从而加固周围岩石的破坏。二是围岩破碎并伴有膨胀, 直接受流变时间影响, 变形现象较为严重。第三, 造成深部高压软岩公路围岩失稳的主要原因是支护次数不当、支护形状和支护参数不合理。

1.3 软岩大洞室变形的主要原因

1.3.1 构造应力机制

在地质历史的演变过程中, 地层受到多次构造应力场的影响, 岩层本身也会发生变形, 从而形成一种储存形式, 使软岩大洞室自身的弹性变形能。当工作人员地层中挖掘巷道时, 这种变形能量会排放到临空区, 宏观经济上体现为岩体的扩张和增长, 而在巷道成形过程中, 岩石的应力位况会从三维转化为二维, 受结构应力的作用, 极易引起损坏, 并形成非线性弹塑性变形。

1.3.2 岩体结构及力学性质的影响

岩体结构和力学性质对巷道围岩的影响是显著的, 当围岩为砂质和粉砂岩时, 单块岩石的强度会更高; 但是由于煤层互层和构造面的形成, 岩体的强度会受到影响, 存在各向异性的问题, 整体强度较低。由于该巷道围岩的岩

性普遍不良,再加之高应力位、地温和水的作用,它显示出强烈的软岩特征,安全性较低,从而导致岩体结构与力学性质出现一定的影响与改变。

1.3.3 自重力的影响

由于地层自重引起的自重应力为垂向应力,对应的为水平应力,1号煤层由于项目场地周围岩石的可塑性高,5号煤层作为底板,围岩在自重压力作用下产生的竖向位移较大,相应的水平方向的分解扩散也使位移逐渐增大。当超过围岩和腔室支护的临界荷载时,围岩支护和腔室通过变形减压达到新的压力平衡,并以腔室变形破坏的形式出现,对软岩大洞室的安全性与支撑力造成很大的影响。

1.3.4 支护结构不合理

采用锚、网、索、浇筑联合支护的结构不合理,无法高效地将支护体的力学特性与围岩的力学特性相结合,进而使得围岩的承载力受到限制,也无法有效地解释围岩的变化能,进而使巷道从某一重要位置出发,最终造成整体支撑体系的失稳,联合支护技术也无法彻底地发挥出其应用与价值,为软岩大洞室的支撑与建设造成影响。

2 联合支护技术在软岩大洞室中的应用

2.1 支护方式的选择

为了解决软岩支撑难题,需要考虑一种结合卸压、让压和保护围岩以进一步提高围岩自承力量的办法。如果使用料石砌碇的支撑方式,不但程序繁杂,养护周期时间长,人员疲劳强度大,生产成本高,而且由于砌体材质是刚性的,无法起到卸压、让压的功能,当围岩位置变化时,容易损坏,因此无法有效解决软岩支撑难题。相比之下,使用U型钢支架保护,尽管具备较高的承重和可缩性,但由于软岩大洞室高程和跨度较大,因此在保护设计中可能会出现一些困难。在荣华斜井一采区的实际情况下,由于实施困难、生产成本较高,以及无法对巷道围岩起到主动支护功能,因此,经过工作人员进行详细的分析,最终决定使用以高浓度左旋无纵筋螺纹钢树脂锚索为首的锚、网、索与浇筑钢筋共同支撑,以达到最佳的支撑功效。

使用高浓度的左旋无纵筋螺纹钢树脂锚索,对围岩施行有效的主动保护措施,以确保围岩的稳定性和安全性。岩的完整性,限制围岩松动范围的增大。挂网是一项行之有效的防护措施,它能够有效防止围岩表层碎裂体片落,控制其松动区域向围岩深部进一步快速发展,同时也能够采用喷洒水泥的方式,将压风高速喷洒到围岩表层的节理、裂隙中,将岩体结合开来,有效防止岩块的松动和滑移。此外,喷洒水泥还能够产生一个贴近岩面的密闭层,隔绝水和室内空气对围岩的风化和剥蚀影响,能够高效维持巷道的稳定性,确保巷道的安全。预应力锚索是一项加固技术,它利用增加预紧力来成为锚杆、金属网、水泥和预应力锚索的结合体,与围岩一同组成刚性梁,以抵抗外力的作用,并借助刚性梁将压力传递到围岩深部,进而确保巷

道的高度、稳定性和安全性。

2.2 支护参数

喷锚加固拱剪支护软岩洞室的原理是用普通锚喷支护在洞室周围形成围岩加固环、厚度小、强度低等特点,具有一定的让压性。在软岩大洞室中的围岩减压后,工作人员在洞室周围安装长锚杆,同时悬挂钢网,形成弧形网架结构,然后安装11#矿用工字钢弧形棚,最后喷灌混凝土完成对永久性的支持。站位支撑参数如下:临时支撑采用金属管缝螺栓,长1.6m,排距700mm,吊网规格长2m,宽1m,8#金属网,混凝土喷涂100毫米;永久支护采用2m长树脂支护螺栓,行距800mm,12mm圆钢制作150mm150mm方孔钢筋网,拱棚间距800mm,400mm喷射混凝土填充。

工作人员在使用正步法构建腔室的时候,需要在软岩大洞室开挖工程中临时支护跟随头部,临时支护采用初喷30~50mm混凝土封闭围岩,然后挂网重喷,重喷厚度为50~70mm观察点,通过研究表明,洞室开挖30天后,围岩变形趋于稳定,此时进行永久支护。进行永久支护时,长锚杆外露200mm,钢网与长锚杆端部的特制钢板焊接在一起,同时,钢网之间的所有搭接点应焊接。安装曲棚时,除了将所有的曲棚连接起来外,还必须将曲棚与钢网焊接在一起,使锚杆、钢网与曲棚形成一个整体结构,最后喷洒混凝土,棚外混凝土层厚度必须超过50mm,浇水养护28天。

2.3 考虑永久支护方式应用的因素

如何选择合理的永久支护方式应遵循以下原则:首先考虑围岩的承载能力,并利用该承载力尽可能采取有效的主动支护加固方式。二是提高支护结构的可靠性和承载力,使公路在静、动应力作用下不失稳。三是通过合理分析空间特点和使用寿命,合理采用全断面支撑,加强对底角等重要部位的维护保养,防止楼板的发生鼓包的情况。第四,对于因破碎而释放压力的大松环中破碎的围岩,由于松动幅度较大,需要提高洞周岩石的整体性及其最大承载力,进而加大支撑力度,实现主动支撑。综合考虑支护成本、劳动强度和影响生产的因素,研究决定采用“U型钢+高预拉锚杆+注浆全断面锚杆+锚索”联合支护形式进行公路支护。为增加拱形棚结构的整体抗压强度,防止洞室下沉,拱形棚各段弧及棚腿间采用特制道夹板连接并焊牢,同时在洞室两侧棚腿下分别预埋并焊接了11.5m长11号矿用工字钢整体铁鞋,该整体铁鞋也使今后防止洞室底鼓而安设底板反拱时能和拱形棚连接成全封闭的整体结构。

2.4 永久支护方案确定

对于变形较大的围岩道路,由于其中的松动圈范围较大。首先,一方面要增加机房部分以满足支护要求,并及时进行永久性支护;另一方面,要提高围岩的完整性和自抗能力,在现场施工过程中防止松动。围岩将出现大规模剥落和顶板坍塌。二是加强对底板和腔体底角的支撑,控

制腔体鼓底现象。因此,宜选用普通灌浆螺栓支护、U型收缩钢支架及锚喷网支护、屋面底板自钻式锚栓或高预应力锚索等支护方式。

此外,在确定永久支护方案的时候,工作人员所要做的就是:一是实现主动支撑,加强支撑结构承载力。可采用锚固灌浆加固、锚喷网支护、U型钢支护相结合的复合支护方式,充分有效地利用围岩的自承载力。其次,为了保证炉膛支撑结构的整体稳定性,可以通过在炉膛底板加装加强筋来实现,从而控制炉膛底鼓。最后,为保证道路的长期稳定,使软岩道路的支护加固要求达标,采用U型钢支架+锚喷网+锚注+可采用高应力锚索组合支护,采用该支护方式,空间顶板下沉及两侧位移不大于0.03m,可达到目的。

2.5 采用浅孔分次爆破工艺施工试验

结果表明,在进行道路开挖之后,由于周围塑性变形区的大小与围岩性质、路段及支护方式有关,也与破岩方式有关。而巷道在爆破工作面,对围岩的破坏程度与炸药爆轰的强度和烈度成正比,现场采用浅孔分段爆破的机理是通过降低装药密度,避免爆轰波多次叠加形成的压力峰值,降低炸药的威力和烈度,从而减少对围岩的破坏和扰动。具体方法是:选择正台阶法建房时,上下台阶每圈深度不得超过1m,必须先放中间导炮,并加自由面外围枪。中心导向洞开火后,根据破岩效果在预留的外石柱上布置外围孔,间距300—350mm,每个外围孔必须根据阻力线大小填满,开挖所需的药量控制在75g左右,周边炮放过后,用手镐或风镐清除膛段未开挖部分,及时喷锚作初始支护。实践表明,采用这种破岩技术进行施工与挖掘,会使容器表面形成规则,贯入的程度不超过50毫米,这也有利于围岩的稳定。

2.6 支护效果评价

软岩大硐室采用上述工艺建造,仅用38天竣工,比同类砌体支撑的软岩大硐室缩短12天,历时近2年建成,石料无裂缝,无剥落现象。软岩大硐室中发现石体,可见采用了这种方法。在软岩中支护大硐室技术必要、可靠、经济。从腔体底部体积小直观表现,可以看出联合支撑腔体可以增加腔体的使用率。首先,锚网的使用不仅可以随着时间的推移封闭周围的混凝土,保护周围的混凝土不受天气、水胀和开裂的影响,从而导致低强度降低,而且

还允许发生一些变化和变形。围岩释放部分黏聚力。爆破开挖采用修整爆破法,预留修整层,预留部分人工修整整形,保证周围石料冲击最小,减少松动周围的石头。二是先支护腔室,卸压后再做永久支护,符合软岩支护“先做事,保高保平衡”的原则。永久支护采用锚杆、钢筋网、拱棚组成的“三位一体”结构,既能保证支护体系承载的完整性和强度,又能与周围的石块、喷石配合形成主体。因此,围岩处于三维应力平衡状态,可以防止围岩塑性破坏的扩展。第三,与石砌法相比,不仅施工时间很短,而且拆除墙体后石材周围裸露和未实现填充的结果,可以避免架空工作,可以减少工作量,工作环境可以得到改善,安全性更好。通过设置试验室两侧的变化变形两项试验,采用U型钢支撑+锚喷网+锚船注浆+高强锚索永久支撑的设备可靠性。检查腔室。经观察,一体式试验箱使用6个月后,试验箱处于稳定状态,顶板仅15mm,两侧平均内挤压小于30mm。变形试验结果表明,为满足大截面混凝土腔室周围高应力软裂缝支护需要,可采用锚船—注浆U型支护与锚注相结合的支护结构。

3 结束语

纵观全文来看,通过工作人员进行系统分析,从不同角度为联合支护技术的应用创造条件,充分发挥支护技术应用的性能,提高软岩大硐室及施工设备综合效率,延长软岩大硐室工作寿命,减缓软岩大硐室在我国社会上发展的紧张局势,并取得了显著的经济效益和社会效益。在软岩大硐室应用联合支护技术的过程当中,不仅具有高产、高效、高质量的工作效率,对类似地质条件下的开采技术与支护技术具有很好的借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 王晓勇,王艳俊,李以虎. 软岩、大水矿井大硐室施工技术[J]. 中州煤炭, 2015(8): 65-67.
- [2] 张俊福. 大断面软岩硐室联合支护技术[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2012, 25(4): 38-40.
- [3] 石键. 联合支护技术在软岩大硐室施工中的应用[J]. 煤炭技术, 2008(12): 109-111.

作者简介: 柏伟伟(1988.9-),男,毕业院校:本科 湖南科技大学,所学专业:采矿工程,当前就单位:湖南涟源建设(集团)有限责任公司,职务:技术质量部副部,职称级别:助理工程师。