

立井井筒裂缝原因分析及预防对策

冯俊杰

(河南省平顶山市兴平监理公司,河南 平顶山 467000)

摘要:针对平煤集团香山公司副立井井筒出现的局部裂缝情况,分析了裂缝产生的原因及处理方案,并探讨了预防井筒裂缝的对策措施。

关键词:立井井筒;裂缝;原因分析

中图分类号:TD262.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0052-02

现代煤矿立井井筒绝大部分采用混凝土浇筑,部分地质条件复杂的井筒采用加大壁厚,另外加单层或双层钢筋。此施工工艺井筒整体强度高,施工进度快,有利于大型机械施工。但部分井筒井壁存在局部裂纹、裂缝,脱落掉块,甚至会出现井筒错位,不仅使井筒提升设备无法正常运转,也给安全生产带来严重隐患,必须引起设计、施工及建设单位的高度重视。

1 工程概况

平煤集团香山公司副立井工程由平煤集团设计院设计。井筒设计深度 540 m,实际深度 518.4 m,净直径 6.0 m,净断面 $S=28.3 \text{ m}^2$;井颈临时锁口段 3.0 m,采用红砖临时支护,壁厚 $T=600 \text{ mm}$;井颈段 17.0 m,钢筋混凝土支护,壁厚 $T=1000 \text{ mm}$;表土段 20.0 m,锚网及素砼支护,壁厚 $T=600 \text{ mm}$;基岩段 478.4 m,锚网及素砼支护,壁厚 $T=450、600 \text{ mm}$;井筒水窝 21.1 m,壁厚 $T=450 \text{ mm}$;砼设计标号为 C30。在井深 99~101 m 和 486~488 m 处分别设一壁座,钢筋混凝土支护。施工单位为平煤建安公司,开工日期 2005 年 2 月 5 日,竣工日期 2005 年 10 月 21 日。

2 井筒裂缝的发现过程及状态

香山公司副立井井筒于 2006 年 9 月 6 日交安装处进行井筒装备安装,矿建与安装专业交接验收时未发现裂缝。2006 年 10 月 16 日安装处在施工标准层第 43 层时,发现井筒第 63、64 段(每段井壁高 4 m)井壁有严重裂缝,井深 213~221 m 处,裂缝分布在井筒东西两侧井壁上,其中西侧裂缝较严重,

呈纵向 S 形,高度刚好位于 63~64 段井壁,长约 8 m。裂缝往井壁里面向偏南及深部延伸,裂缝宽度最大处约 50 mm,已脱落掉块,沿裂缝成纵向不太规则多带状,长约 500 mm,最厚处约 100 mm。东侧裂缝较轻,仅为一北低南高 40°左右倾角一道裂缝,缝宽度不大,且无脱落掉块。

现场观测裂缝处混凝土致密,无蜂窝、疏松、离析现象,裂缝处较干净,没有污水、灰尘侵蚀痕迹。

2006 年 11 月 5 日,安装处施工至标准层 50~51 层处(井深 243~248 m),井壁出现 4 处微裂纹,长度在 4~8 m 之间,裂纹都很细,多数在 1 mm 以内,方向多为北高南低,呈 45°左右倾角。井筒没有变形,没有开裂掉块发生。部分裂纹发现有水浸出痕迹,说明裂纹已穿透井壁直接与基岩连接。

3 矿建施工情况

发现井筒裂缝后,我们查阅当时施工日志、监理日记以及有关工程验收情况,砼强度试验报告等资料,情况如下。

(1)设计依据的井筒预测柱状图描述为:在井深 203~207 m 处,揭露戊 9~10 组煤层,层厚 2.5 m。

(2)2005 年 5 月 20~21 日施工至井筒 213~217 m,实际揭露戊 9~10 组煤层,发现是采空区(有碎坑木发现)。用锚网临时支护,但当时未采取针对性的过采空区加强支护及壁后充填等措施。竣工图上显示煤层位置在井深 213~217 m,倾角 40°。

(3)当时工程验收情况是:井筒壁厚度、基岩掘进尺寸、井筒成井后尺寸达到了设计要求,混凝土强度达到 C30 标准要求。

收稿日期:2007-07-12

作者简介:冯俊杰(1964-),男(汉族),河南郑县人,河南省平煤集团兴平监理公司副总工程师、高级工程师,机电工程专业,工程硕士,从事工程监理工作,河南省平顶山市新华区迎宾路 12 号,fengjunjiepm@126.com。

4 井筒裂缝处理措施

针对副立井出现的裂缝问题,集团公司基建处、香山公司、建安公司、兴平监理公司进行了认真的研究,制定出处理方案。

(1)两侧井壁裂缝有脱落掉块处,局部挖补处理。把已松动和位移比较大的采用锚杆、钢耙网、加井圈喷射砼加固处理。

(2)在井壁适当位置和地面井口附近设置观测点,掌握井壁及大地位置变化情况。

(3)由香山公司组织调查本矿和附近小煤矿采动情况及其对本井筒的影响。

(4)视调查采动影响及位移变化情况再决定是否进行壁后注浆加固,或为保险起见,加固井壁后,即开始进行壁后注浆加固。

井筒修整处理工作由建安公司负责,主要任务是:对产生变形发生位移、松动的井壁进行局部开挖,然后用标号为C30素混凝土支护;对其它地方采用锚网喷素砼进行加固,锚杆采用 $\varnothing 20$ mm树脂锚杆,间排距为 $600\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ 。金属网采用 $\varnothing 8$ mm钢筋编制,网格为 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$,规格为 $900\text{ mm} \times 2250\text{ mm}$ 。处理部位为裂缝出现的63、64段井壁上,井深212~221 m处,高度约9 m。

井筒加固处理由安装处施工,主要任务是:用30槽钢制做 $\varnothing 6$ m的井圈,井圈用 $\varnothing 27$ mm、长400 mm锚杆每隔500 mm紧帖井壁固定,井圈之间每隔1 m用20槽钢焊接。全部加固工程共用9道井圈套,加固高度9 m。对其它细微裂纹的处理采取超长锚杆加金属网固定的方法。锚杆规格为 $\varnothing 25$ mm $\times 3500$ mm,金属网规格为 $900\text{ mm} \times 2250\text{ mm}$,金属网钢筋为 $\varnothing 8$ mm。

为便于观察、掌握修整后井筒变化情况,在加固井圈上设置4个观测部位,每个部位有8个检查点。

5 原因分析

(1)施工时混凝土浇筑过程中如果浇筑体积过大,在凝固时因混凝土内部外部温差较大,使其内部产生很大压力,当压力大于混凝土强度临界值时,就会产生开裂。这种现象在大体积混凝土浇筑时,时常发生,如混凝土大坝,就有无坝不裂的说法。

香山公司副立井井筒直径6 m,壁厚450 mm,段高4.8 m,每次浇筑混凝土量大约在 50 m^3 ,但由于壁厚较薄,其内、外部温差不大,不会因此产生裂纹。在众多的井筒浇筑过程中,也没有发现这样的先例。因此,可以断定,井筒裂缝的产生原因不是由

此产生的。

(2)混凝土的质量问题,如配合比严重超标、水泥等原材料不合格、养护不到位,浇筑过程中发生严重偏析现象,所有这些问题都会造成裂纹的产生,并且会产生混凝土强度降低现象。

在实际生产过程中,有时也会发生混凝土配合比超标,特别是水灰比过大等问题(因水灰比大些有利于混凝土从溜灰管下料),会引起强度降低,但通过增加早强剂、减水剂等措施,使混凝土强度能够达到设计要求,从试验报告也可以证明这个结论。原材料全部经过现场检验,达到标准要求。因此,井筒混凝土的质量也不会引起井筒如此严重的开裂变形。

(3)当外部压力大于混凝土自身强度极限时,会产生混凝土开裂、变形,甚至错位现象。

由于在开裂处发现有4 m高的采空区,虽然在井筒位置已被填充压实,但井筒周围很可能有面积较大的采空区,在放炮等因素影响下,采空区上层岩层会下落冲击下层岩面,引起巨大冲击波和侧压力,如果压力大于井壁混凝土强度,就会引起井壁变形开裂,甚至发生较大的位移。

另外,在安装处施工副立井井筒装备时,施工人员及监理人员经常听到非常响的放炮声,有时站在数十吨重的吊盘上还有非常强烈的震感。附近强大的放炮冲击波,会对井壁造成损伤,也会使其产生裂纹。

还有一点,在井筒裂缝处,施工的时间是2005年5月20日,井筒验收时间是2005年10月21日,在施工检查及最终验收时均没有发现井筒裂缝及裂纹,而施工产生的裂缝一般会在混凝土凝固初期。在2006年8月份拆除井筒临时设施,以及2006年9月初井筒由矿建交安装处时,香山公司、监理公司、建安公司、安装处又共同对井筒进行一次检查,均没有发现井壁裂缝。因此,可以证明,井壁裂缝产生的时间是2006年9~11月,而且裂缝发展以至局部破坏、脱落掉块,是非常迅速的。

由以上原因分析可以得出结论,井筒裂缝产生的主要原因是:井筒掘砌施工时发现采空区但未加强支护,也未采取加强支护措施,在井筒周围采空区上部岩层塌落,产生巨大压力,应力集中超过井壁强度,导致井筒变形开裂;附近巨大的放炮冲击波也是井筒裂纹产生的原因之一。

(下转第66页)

回测定。

4.3 监测结果

经对变形观测数据进行平差及整理后,最大水平位移量 5.1 mm,各变形观测点位移量详见表 1。

表 1 位移观测数据表

点号	位移量/mm	移位方向	观测日期
G1	4.1	往 165°58'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G2	5.0	往 143°08'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G3	4.5	往 206°34'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G4	2.8	往 315°00'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G5	1.4	往 135°00'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G6	3.6	往 146°19'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
G7	2.2	往 153°26'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
K1	5.1	往 348°41'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
K2	5.1	往 348°41'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
K3	5.0	往 0°00'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30
K4	2.2	往 333°26'方向移位	2006.3.30/9.30/2007.3.30

5 工程质量控制要点

(1) 施工前必须对进场的原材料质量严格控制,对材料进行“双控”,确保材料质量合格。水泥、钢筋、钢绞线必须有出厂合格证或质量检验报告,同时对进场的材料现场验证取样送检,试验合格后方可使用。

(2) 严格各工序质量检查验收制度,确保各工序质量合格后才能进行下一工序施工,以工序质量保分项工程质量。

(3) 混凝土、砂浆的配合比必须现场取样送有资质的试验室进行试配后确定,现场混凝土、砂浆的搅拌必须严格按试验室提供的配合比投料拌合,且要求搅拌均匀,和易性好。

(4) 抗滑桩桩身混凝土浇灌必须采用串筒或溜槽进行,且串筒或溜槽底部离桩底不得超过 2 m,避免产生混凝土离析现象。同时应分层浇筑、分层捣实,分层厚度控制在 0.3~0.5 m。

(5) 锚索制作前,应对钢绞线进行除锈、防腐处

理。锚固段锚索清污除锈,砂浆保护层厚度 ≥ 25 mm;自由段锚索采用双层防腐措施,即对杆体表面除锈,二次涂抹润滑油,缠绕塑料薄膜,再在塑料薄膜上涂抹润滑油,后装入塑料管内。

(6) 本工程设计锚索为预应力锚索,必须按设计要求和现行国家施工规范要求要求进行施工,必须先对锚固段进行注浆。待锚固段水泥砂浆达到设计强度要求后,方能进行锚索张拉锁定,再对自由段进行二次注浆,禁止一次性满孔注浆。

(7) 预应力锚索张拉锁定前,应先对单根钢绞线逐一进行张拉,张拉力应为设计轴向拉力值的 20%,使每根钢绞线拉直后放张;再整体(7 根)按设计张拉锁定值进行张拉锁定。

(8) 格构梁混凝土施工缝应设置在相邻两锚杆中间部位,施工缝不得设置在锚杆附近。

6 结语

(1) 本滑坡地质灾害治理工程是我院由岩土工程勘察转型后第一个大型地质灾害治理工程项目,得到领导大力支持,领导亲临施工现场指导;施工现场管理有条不紊,施工管理人员到位,工程质量优秀,同时为院创造了良好的经济效益。

(2) 本工程抗滑桩采用 $\varnothing 2000$ mm 的圆桩,桩护壁稳定性较好,且施工方便,但抗剪能力不及方桩,在滑坡剩余下滑力较大时,建议采用方桩可提高或较充分发挥其滑动的支挡能力且工程成本较低。

(4) 本工程因征地、迁坟等问题,工程设计变更更多,应及时做好工程量施工现场签证工作,减少不必要的经济损失。

(5) 总体规划,合理布局,可获得良好的效果。合理布置分部分项工程流水施工和搭接施工,有计划安排施工机械设备、人力和材料用量,既可减少资源过于集中造成的浪费,又可缩短工期。

(上接第 53 页)

6 预防措施

为防止井筒产生裂缝、变形,可采用以下几种处理方案。

(1) 在井筒经过采空区、厚度大于 1.2 m 以上的煤层,特别是周围情况不明的老、空巷时,在采空区上部 5 m 处开始加厚井筒壁厚度,到采空区下部 5 m 处恢复到正常设计壁厚。

(2) 增加井筒壁厚时,应增加不小于 $\varnothing 20$ mm 的

双层钢筋。增加及恢复井壁厚度时,要有过渡区,防止因尖角效应产生应力集中,对井筒强度不利。

(3) 增加的壁厚为原设计厚度的 1~1.5 倍,可根据具体情况设计。

(4) 较大面积的采空区可在井筒周围砌筑料石或壁后注浆充填,注浆深度距井筒外壁不低于 10 m。

(5) 井筒近距离不得放炮,特别不得放大炮,避免对井筒产生损坏。