

浅谈圆形筒仓加固工艺原理及施工要点

李国元

江苏华美建设投资有限公司建筑分公司

摘要：筒仓使用一段时间后，因经常在空中、满仓状态下反复作用，筒仓结构易出现疲劳，筒仓表面砼经常出现裂缝，甚至出现表面砼剥落，内部钢筋快速锈蚀。为延长筒仓使用寿命，须对筒仓进行加固。本文以煤仓为例进行工艺原理分析，并在施工中实践，掌握其施工要点，为类似工程提供参考。

关键词：筒仓；加固；施工要点

一、工艺原理分析

根据大型圆形筒仓结构及储物量、储物状态确定筒仓应力分布，并确定拟加固筒仓各段高的高强不锈钢绞线规格、间距及施加预应力等技术参数，形成应力协调自平衡体系，增加筒仓整体刚度。

(一) 大型圆形筒仓应力分布图根据筒仓结构尺寸、储物的物理特性通过计算确定。作用于仓壁单位面积上的水平压力 P_h 如图1-1所示。

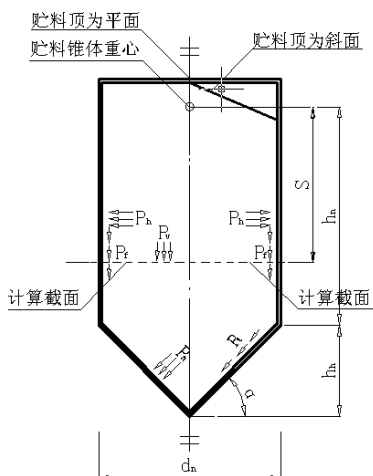


图1-1 深仓尺寸及压力示意图

图中： P_h ——贮料作用于仓壁单位面积上的水平压力，kPa；

P_t ——贮料作用于计算截面以上仓壁单位周长上的总竖向摩擦力，kPa；

P_v ——贮料作用于仓底或漏斗顶面处单位面积上的竖向压力，kPa；

P_t ——漏斗壁切向力，kPa；

P_n ——贮料作用于漏斗斜壁单位面积上的法向压力，kPa；

S ——贮料锥体重心以下距离，m；

H_n ——贮料计算高度，m；

H_b ——漏斗高度，m；

α ——漏斗壁与水平面的夹角，°；

d_n ——圆形筒仓内径，m。

(2) 采用高强聚合物砂浆抹面对不锈钢绞线起到保护作用，从而解决了原筒仓刚度不足、筒壁应变、裂缝、钢筋锈蚀等方面的问题。

二、施工要点

(一) 高强不锈钢绞线选择

高强不锈钢绞线网规格、间距应根据筒仓应力分布图、筒仓砼强度及配筋综合考虑，其预应力既要平衡煤仓储物产生的部分应力，又不能对筒仓结构产生破坏。

(二) 砼基面处理

对加固部位的砼表面进行打磨处理直至见到结构坚硬面为止，用底涂和高强聚合砂浆搅拌后对砼基面的凹陷部位进行修补。

(三) 高强不锈钢绞线张拉操作要点

(1) 钢绞线网片施工从筒仓顶部从上往下逐片进行。

(2) 钢绞线网片的搭接位置应按设计位置错缝搭接，设计无规定时可按筒仓结构形式分四个搭接面。

(3) 钢绞线网片的裁切必须做到钢绞线网片首端和末端齐整。裁切长度=经计算的筒仓外壁周长+2×锁紧器将固定圈长度+15×钢丝绳直径。用锁紧器将固定圈锁定在钢绞线网片首端及末端，每根钢绞线的端头上各锁定一个。

(4) 根据钢绞线网片的宽度，用专用定位尺在结构面的一端定位，用 $\phi 6$ mm钻头沿定位尺孔在结构面上钻出深度为30mm的孔。用铁锤将弹性圆销砸入混凝土内，做好后将固定销钉穿入首端固定圈的孔中，最后用铁锤将其打入弹性圆销内，依次类推，做好所有钢绞线网片的首端锚固。

(5) 通过张紧器对钢绞线网片上面第一根钢绞线进行第一次张紧，调整捋顺钢绞线网片，继续张拉至设计预应力值后用元宝卡卡紧钢绞线重叠部位的中部，再对钢绞线末端进行锚固，最后松开张紧器。依次类推，逐根向下张拉钢绞线。

(6) 每片钢绞线网片张紧完成后，从首端至末端按顺序逐段钻孔锚固，固定销钉时必须贴近双线回收位置，挡住钢丝绳网片回收，销钉以梅花形布置。

(7) 筒仓外带楼梯及两个或两个以上圆仓联体处加固施工要点：钢绞线网片分两片加工，钢绞线网片裁剪好后，一段用端头锁片锁住，固定在L30×3角钢上（其间距根据网片间距而定），角钢用M10胀栓固定在楼梯梁处或联体交界处，另一段用固定圈锁定。

对一端固定在角钢上的两片钢绞线进行张拉，钢绞线的张拉固定方法同上。

(四) 渗透性聚合物砂浆操作要点

(1) 施工前应再次用高压水冲掉浮灰，并湿润砼基层；

(2) 底涂使用应先将甲、乙组份按比例调配均匀后，加入适量高强聚合物砂浆后使用，具体配合比如下：甲组份：乙组份：YCPM高强聚合物砂浆（重量比）=3：1：（4~12）；

(3) 将调配好的底涂，用毛刷均匀涂刷于基层和钢丝绳网片表面进行拉毛，不漏涂。

(4) 待界面剂表层固化时，将已搅拌均匀的砂浆揉搓压抹在已拉毛的基层上，第一次抹灰厚度5~10mm，抹完后超出钢丝绳网片表面即可。前几次不用抹光滑，应留有毛面，抹灰层的平均总厚度应符合设计要求且覆盖钢绞线、固定圈、元宝卡、固定销钉等的砂浆厚度不小于10mm。

(5) 水泥砂浆拌好后，应在初凝前用完，结硬砂浆不得使用，抹灰层与基层之间及每抹灰层之间必须黏结牢固。最后一次抹灰时再进行修整、收光，然后进行保湿养护。

(6) 砂浆厚度较厚时须分层抹灰，每层抹灰的厚度应便于操作，且不得超过1cm。每层砂浆初凝后，方可进行上一层抹灰。

(7) 搅拌优先采用机械搅拌2~3min，也可人工拌和5min左右；

(8) 高强聚合物砂浆施工完毕后，及时进行养护不少于7d。

（下转第48页）

从图1可以看出, ZK0+800断面处围岩压力明显存在偏压, 左拱脚、左边墙和左拱腰处的围岩压力明显大于右拱脚、右边墙和右拱腰处的围岩压力, 因此, 在施工过程中要加以注意由于偏压而导致的隧道左边开裂等, 要加强隧道左边的支护。

(二) 钢拱架应力监测分析

为了探明施工过程中钢拱架的受力情况, 对钢拱架的应力进行了监测, 拱顶钢架的最大应力为-232MPa, 发生在拱架的外侧。钢架在第2天时, 应力上升速率较大, 外侧钢架的应力值达到-164MPa, 钢架内侧应力值达到-88MPa, 且钢架的内外侧所受应力均为压应力。第5天至第20天, 钢架内侧应力变换缓慢, 钢架外侧应力增长缓慢, 分析原因是钢架的支护效果分解掉围岩的压应力, 围岩稳定性良好。第25天后, 钢架内外侧应力发展平和, 围岩稳定性良好。第30天后, 钢架的内外侧应力基本保持不变, 围岩稳定性良好, 二衬的施做有助于提高隧道的支护能力。

对各特征点的峰值拱架应力进行提取, 画出断面钢拱架内侧和外侧上的整体应力分布图如图2所示。

由图2可知, 整体上看, 左拱腰钢架应力最大, 达到-309MPa, 其次是拱顶, 拱脚部位最小, 说明该断面拱顶下沉和拱腰水平收敛引起的围岩压力非常大, 是导致该断面初支变形的主要原因。

结论

通过对人民东隧道围岩压力和钢拱架受力情况的监测, 主要得出以下结论:

(一) 监测断面左边墙处的围岩压力最大, 为644kPa; 整体上左半断面上的围岩压力大于右半断面上的围岩压力, 隧道存在偏压现象; 各特征点围岩压力在30天后均趋于稳定状态。

(二) 监测点钢拱架内外侧应力存在差异, 不同部位内外应力大小不一; 钢拱架外侧应力分布较内侧均匀, 在左拱腰处最大, 为309MPa, 在左边墙处出现拉应力; 钢拱架内侧应力呈对称分布, 在左、右拱腰处应力最大。

(三) 由于监测结果受诸多因素的影响, 会对监测数据有一定的影响, 但从监测结果来看, 目前隧道围岩压力已经处于稳定状态, 说明隧道设计支护参数较合理, 隧道处于安全状态。

参考文献

[1] 王后裕, 陈上明, 言志信. 地下工程动态设计原理 [M]. 化学工业出版社, 2008.
 [2] 蒋树屏, 赵阳. 复杂地质条件下公路隧道围岩监控量测与非确定性反分析研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23 (20): 3460-3464.
 [3] 李元海, 靖洪文, 王文龙. 隧道工程施工监测信息管理系统研究现状与发展趋势 [J]. 中国科技论文, 2011, 06 (11): 863-870.
 [4] 樊纯坛, 梁庆国, 吴旭阳, 等. 宝兰客专魏家嘴黄土隧道受力特性试验研究 [J]. 铁道科学与工程学报, 2015 (5): 1006-1014.

(上接第35页)

加强对室内环境的构建。企业可以以行业经验以及相关的检验标准为基础, 对室内环境对试验结果的影响进行测试和研究, 并通过反复探究的方式, 对室内环境的影响程度和影响方式等进行总结, 进而建立一套比较完善的的试验室内环境参数标准, 要求试验室操作人员严格按照标准的参数进行试验, 如果出现违规操作需要给予严厉的处罚, 通过对室内环境指标的明确和贯彻, 提升实验数据的准确性。

结语

综上所述, 岩土工程勘察工作需要以土工试验的数据为基础, 所以土工试验结果的准确性直接影响岩土建筑的安全性和工程的稳定性。同时也是岩土工程设计和施工中的重要参考依据, 对岩土工程建设的质量和成本控制等都具有重要的影响, 因此必

须要对土工试验中存在的不足进行分析, 并针对这些问题加强试验人员队伍建设, 完善试验仪器设备, 同时做好实验室内环境检测工作, 保证试验结果的准确性, 为岩土勘察工作的开展提供有效的依据。

参考文献

[1] 苏剑平. 岩土工程勘察室内土工试验质量及管理 [J]. 建筑技术与设计, 2019 (1): 1722.
 [2] 兰佼. 岩土工程勘察中的岩土室内试验技术分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2018 (20): 80.
 [3] 韦 荣. 浅谈岩土工程勘察室内土工试验质量及管理 [J]. 建筑技术与设计, 2018 (23): 137.

(上接第34页)

(五) 施工过程安全控制要点

- (1) 施工中落实好技术安全措施, 施工前要保证人员、安全设施、机具、临时用电的安全状态, 确保安全。
- (2) 加固前应清仓并在过程中保持空仓, 养护期后方可储料。
- (3) 仓壁打凿清理后, 及时用同规格型号钢筋替换锈蚀严重钢筋, 及时用高强聚合物砂浆修补仓壁砼缺陷。
- (4) 钢绞线张拉施工时严格控制张拉值, 确保结构安全。

(5) 脚手架按规范搭设并做好防护。

三、结语

通过在其它筒仓的实践, 取得了良好效果, 可以在以后类似工程中使用。

参考文献

[1] 张晓东. 圆形筒体结构滑模技术改进 [J], 山西建筑, 2007年34期。