

Research on the Corrosion Mechanism of Concrete Structure in High Temperature and High Humidity Corrosion Environment

Mangang Huang Xuetao Xue Junke Wang

Henan Provincial Construction Engineering Quality Testing Center Station Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450053, China
Henan Provincial Academy of Building Research Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450053, China

Abstract

Among all sectors of society, the metallurgical industry has always been closely related to national economy and people's livelihood. In the actual production process of a metallurgical enterprise, the objects that accompany the production include harmful liquid or gaseous media, and in the high-temperature roasting environment, the corrosion of the material itself is very common, which poses a very serious threat to the production safety of metallurgical enterprises. Therefore, in the paper, the metallurgical industry is discussed in the high temperature and high humidity corrosion environment or the corrosion mechanism of the concrete structure, and related countermeasures are proposed to solve the corrosion effect.

Keywords

high temperature and high humidity; concrete structure; corrosion; mechanism

高温高湿腐蚀环境下混凝土结构腐蚀机制研究

黄满刚 薛学涛 王军柯

河南省建筑工程质量测试中心站有限公司, 中国·河南 郑州 450053
河南省建筑科学研究院有限公司, 中国·河南 郑州 450053

摘要

在社会各行业当中, 冶金行业一直以来都是与国计民生息息相关的行业。在冶金企业实际生产过程中, 伴随生产所产生的物体包括有害的液态或者是气体的介质, 并且在高温的炙烤环境下, 材料本身的腐蚀现象非常普遍, 对于冶金企业的生产安全来讲产生了非常严重的威胁。因此, 在论文中针对冶金行业当中, 高温高湿腐蚀环境下或混凝土结构被腐蚀机理进行论述研究, 并就腐蚀作用提出相关对策进行解决。

关键词

高温高湿; 混凝土结构; 腐蚀; 机制

1 引言

对于冶金企业来讲, 在实际生产过程中混凝土结构被腐蚀的现象是普遍存在的, 这主要是因为在实际使用过程中, 混凝土结构出现了物理、化学和生物三种作用, 在三者功能作用下, 混凝土结构本身的结构特性被破坏, 因此遭破坏之后的混凝土结构在继续使用过程中, 会导致冶金企业实际生产安全性大大降低, 造成不必要的安全事故发生。因此, 论文针对现如今冶金企业当中, 高温高湿腐蚀环境下和混凝土结构被腐蚀发生过程以及相关机制进行论述, 并提出相应对策

进行解决。

2 分析对象与方法

2.1 分析对象

论文所研究的对象主要是在高温高湿腐蚀性气体影响下, 某冶金工程所应用的混凝土框架结构, 就该结构在长期使用过程中所出现的腐蚀现象进行分析。通过观察发现所选择结构, 其本身在长期腐蚀环境下的保护层已经疏松开裂, 甚至是出现剥落的现象, 混凝土本身内部所包含的钢筋出现了大量锈蚀。这种情况下, 混凝土结构本身的物理性能已经

被大大破坏, 在使用过程中安全隐患将增加^[1]。

2.2 分析研究方法

第一, 是进行抗压强度的试验。抗压强度的实验主要是针对混凝土结构本身物理性能当中的抗压强度进行检测, 在现场针对所选起结构来进行部分的混凝土芯样钻取, 将所选取的样品经过切割以及磨平干燥处理之后, 在压力试验机上对样品本身的抗压强度进行测试。

第二, 是对混凝土样本当中腐蚀性介质成分进行分析。介质分析工作需要进行分析, 并且保证分析的全面性, 所以需要对所选取的混凝土结构进行多个位置的腐蚀性介质样品采集, 通过化学方法以及分光光度计方法, 对介质含量以及成分进行测定。以及测定过程中, 主要包括了对混凝土结构当中所存在钠离子以及钾离子和铁离子等阳离子以及硝酸根和硫酸根等阴离子的测定^[2]。

第三, 则是进行 x 射线衍射分析。该分析方法主要是对混凝土结构内部以及外部的物相变化情况进行分析, 所以也通过钻取的方法选择混凝土结构内部 20~25cm 的混凝土芯样, 将所选择样品以每 5cm 作为一个区间分割开形成不同的样品, 将样品当中所含粗骨粒和粒径较大的细骨粒进行剔除之后, 使用无水酒精对样品进行脱水处理, 使样品水化作用终止。在结束之后对样品进行细磨处理, 然后将细膜后的样品粉末在 0.045mm 的方孔筛上进行筛选, 筛选之后剩余率需要小于 2%, 然后进行真空处理, 处理之后对这些粉末进行抽滤和干燥, 最后进行密封保存。X 射线衍射分析是在密封保存之后所进行的。

第四, 进行孔结构分析。和上文论述相同, 同样选择样品, 然后以 5cm 为一区间将其分为不同的样品, 然后再从混凝土内部进行砂浆的凿取, 将这些砂浆破碎之后形成 3~5mm 的小块, 利用无水酒精对这些小块进行脱水处理之后再真空抽滤干燥, 然后进行密封保存。孔结构分析是在密封保存工作结束之后所进行的, 实际分析时所分析的孔径范围是在 40~4000 纳米之间。

第五, 是扫描电子显微镜分析。同上文论述相同, 混凝土结构外部之内部选择样品之后, 将其以 5cm 作为一个区间进行不同样品的处理。然后凿取内部的砂浆, 将其进行破碎处理, 使破碎后的小块粒径保证在 3~5mm, 之后同样是利用无水酒精进行脱水终止水化处理, 然后进行真空抽滤干燥,

最后进行密封保存。在密封保存结束之后进行扫描电子显微分析^[3]。

3 分析结果

首先, 是混凝土本身的抗压强度变化。因为在抗压强度进行分析时, 所选择样品是从 1 层柱以及 2 层柱和三层柱以及 2 层楼面梁和 3 层楼面梁来进行分析的, 所以也进行抗压强度测试之后, 发现各部位本身的抗压强度数值分别为 39.4、38.2、40.9、28.6 以及 38.8。

其次, 是混凝土结构腐蚀介质成分的分析。经过分析之后发现在混凝土腐蚀部位结构当中, 介质主要包含了硫酸根和氯离子, 并且所测试结构部位的 pH 值是 6.3 呈现弱酸性, 所以从这些离子的存在以及 pH 值, 能够发现混凝土有非常明显的腐蚀作用。

最后, 是混凝土中性化测试。同混凝土抗压强度测试相同, 同样是针对这 5 个部位来进行中性化测试, 测试结果所得碳化深度分别为 6mm、12mm、11mm、6mm 和 4mm。

4 讨论

4.1 腐蚀作用讨论

从所得分析结果来看, 因为混凝土结构建筑物所存在环境当中有大量的硫酸根离子以及氯离子这些腐蚀性介质, 所以建筑物本身混凝土和钢筋非常容易出现腐蚀现象。而从宏观力学角度来看, 被腐蚀部位最严重的是建筑物结构的 2 层楼面梁, 该部位的混凝土强度在将表面所存在的疏松层进行剔除之后进行分析, 发现其强度相比较与其他构件本身的混凝土强度来讲, 强度性能要下降 25% 以上, 而且有一些部位的钢筋已经被腐蚀的非常严重, 完全丧失了相应强度^[4]。

腐蚀作用发生的整个过程是带有腐蚀性介质的液体从混凝土表面流过之后, 液体会在混凝土表面上留存, 并且逐渐渗透到混凝土内部所存在缝隙当中, 这些液体会与混凝土当中的水化铝酸盐以及氢氧化钙发生反应。而整个反应发生的过程又分别为内部反应以及外部反应, 在混凝土外部所发生反应生成的物质包括了碳酸钙以及单碳铝酸钙和二水石膏。碳酸钙以及单碳铝酸钙是因为氢氧化钙和水化铝酸盐与空气当中所存在的二氧化碳出现碳化反应所形成的, 这和混凝土中性化所测试的结果是一致的。而后者主要是所流经混凝土表面当中的液体存在的硫酸根离子和水泥水化产物氢氧化

钙反应所形成的, 这些所生成的二水石膏在进行电子显微分析时能够从照片当中观测的非常明显, 主要体现为许多粒状晶体。

4.2 X 射线衍射结果讨论

对于中外部混凝土, 也就是建筑结构外部约 5~10cm 深的混凝土来讲, 这些混凝土内部存在非常多的硫酸根离子和氯离子与铝酸盐矿物共同作用下所形成的产物, 并且在 x 射线衍射图上该矿物产物的眼色峰值非常明显。不仅仅在 x 射线颜色图上能够发现该矿物的峰值, 在扫描电子显微镜照片当中也能够观测到该晶体。这一现象说明硫酸根离子和氯离子对于混凝土的渗入深度已经达到 5~10cm, 这已经超过了混凝土对内部钢筋的保护层深度, 所以在这种情况下, 混凝土内部钢筋会被大面积的腐蚀以及锈蚀, 对于混凝土建筑结构的安全来讲会产生严重威胁。而对于外层的混凝土结构来讲, 混凝土碳化反应所形成的碳酸钙会与铝酸盐矿物产生直接反应进而形成单碳铝酸钙, 会使混凝土结构当中的铝酸盐矿物被大量消耗, 而硅酸盐矿物的消耗则又会使混凝土本身内部结构相关晶体出现大量消失, 进而使混凝土结构遭到破坏。混凝土内部 10cm 以上的结构, 在分析过程中发现其在本质上并未受到腐蚀性介质的影响, 因此其内部的腐蚀作用非常小^[5]。

4.3 混凝土结构防腐蚀对策

首先, 是混凝土原材料水泥的选择, 因为对于混凝土来讲, 水泥是最主要的成分, 所以混凝土本身的耐久性以及抗腐蚀性都受到水泥性质的影响。根据所处腐蚀环境的不同, 需要对混凝土制备过程中水泥品种进行合理的选择。对于混凝土内部的钢筋来讲, 水泥当中所存在的碱性物质是能够在钢筋表面形成钝化膜的, 这也是混凝土内部钢筋能够被保护不被锈蚀的最主要因素。所选择水泥本身的 pH 值应该尽可能大于 11.5, 因为当大于 11.5 时, 水泥本身所含有的碱含量会急剧增加, 在这个时候其本身所出现的钝化状态以及钝化作用会非常的完整。如果不能实现对水泥 pH 值的控制, 那么则应该尽可能的降低水泥当中的钾离子以及钠离子, 这样能够使混凝土本身的高碱环境得到保证。

其次, 则是就混凝土内部使用钢筋需要进行涂层的增加, 主要包括了钢筋阻锈剂以及环氧涂层钢筋。这种方法主要是

通过对钢筋的保护, 来降低混凝土本身对钢筋的保护作用。在新入军的混凝土建筑物当中, 特种钢筋的应用数量非常多, 因为特种钢筋本身的耐腐蚀性能要非常好, 相比较与普通钢筋来讲, 具有非常大的优势, 尤其是在一些高温高湿环境当中^[6]。

最后, 是增加外加剂来提升混凝土的性能。对于混凝土的制备来讲, 外加剂属于一种增加含量极小, 但是对混凝土性能能够产生巨大影响的材料, 也是在现如今进行高性能混凝土制备过程当中不可缺少的成分。虽然其拥有的优点非常多, 但是仍然存在一些缺点, 因此在实际应用外加剂时, 需要就实际的使用情况以及后期工作激励来进行外加剂的选择和添加, 对于外加剂的有害杂质含量要进行严格的控制, 并且积极就外加剂进行产品的创新。

5 结语

综上所述, 对于冶金行业当中的混凝土建筑物结构来讲, 腐蚀作用的存在是不可避免的。我们需要做的是就腐蚀作用发生机理进行分析, 然后在此基础上, 对腐蚀作用所产生影响进行判定, 然后采取针对性的措施对复试作用进行防范。通过对腐蚀作用的作用影响降低, 以提升混凝土建筑物本身的使用年限以及使用质量, 保证冶金生产的安全性。

参考文献

- [1] 孟涛, 钱匡亮, 詹树林. 高温高湿腐蚀环境下混凝土结构腐蚀机理研究 [J]. 施工技术, 2006(04):82-84.
- [2] 陈春华, 周有淮, 孟涛, 等. 高温高湿腐蚀环境下混凝土结构腐蚀机理研究 [C]. 全国高强与高性能混凝土及其应用专题研讨会, 2005.
- [3] 孟涛, 詹树林, 钱晓倩, 等. 高温高湿腐蚀环境下混凝土结构腐蚀机理研究 [C]. 全国建筑腐蚀防护学术交流会, 2004.
- [4] 刘明. 海洋环境下高强耐蚀低合金钢筋的腐蚀行为与机理研究 [D]. 北京: 北京科技大学, 2017.
- [5] 徐锦平. 盐碱干燥大温差环境下桥梁混凝土结构腐蚀机理与防护研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
- [6] 裘智超, 赵志宏, 叶正荣, 等. 在湿 H₂S 环境中金属腐蚀行为和机理研究概述 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 2013(04):297-302.