

风机基础施工中大体积混凝土温控防裂技术分析

郭千钰

华润新能源投资有限公司宁夏分公司 宁夏 银川 750000

【摘要】：在风机基础施工中，大体积混凝土温控防裂技术关乎工程质量。由于混凝土体积大，水泥水化热易造成内外温差，引发裂缝，威胁结构安全。本文剖析裂缝成因，涉及水泥水化热、约束条件、气温变化及收缩变形等因素；阐述温控防裂措施，如优化配合比、控制浇筑温度、实施温度监测与养护，旨在为施工提供技术支持，保障风机基础稳定运行。

【关键词】：风机基础；大体积混凝土；温控防裂；水泥水化热；温度监测

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.058

1 混凝土裂缝成因剖析

大体积混凝土在风机基础施工中的裂缝问题，犹如隐藏在坚固表象下的暗涌，其形成机制复杂且具有系统性特征。首要诱因在于水泥水化热的持续积聚，当大量水泥与水发生化学反应时，如同在混凝土内部点燃了无形的热源。由于混凝土材料本身导热性差，热量难以快速散发，导致内部温度如同被密封加热的容器般不断攀升。这种内部高温与外部低温环境的强烈反差，在混凝土内部形成了显著的温度梯度，由此产生的温度应力如同紧绷的弓弦，一旦超过混凝土自身的抗拉极限，便会撕开第一道裂缝的缺口。这种温度应力的破坏力不仅体现在表面，更深层的内部结构也会受到损伤，为后续裂缝的扩展埋下隐患。

内外约束条件的存在，如同给混凝土的变形戴上了无形的枷锁。内部约束源自混凝土内部各部分在温度变化时的不同步响应，如同人体不同部位对温度感知的差异，在升温或降温过程中，混凝土内部不同区域因热胀冷缩程度不一致而相互牵制，产生内应力。外部约束则来自基础、地基等外部结构的限制，当混凝土试图通过变形释放温度应力时，外部的刚性约束使其无法自由伸缩，这种对抗性的应力积累，使得混凝土如同被困在狭小空间内的膨胀物体，最终在薄弱部位产生裂缝。内外约束条件的叠加效应，进一步加剧了裂缝产生的风险，使得原本细微的应力集中点逐渐发展成贯穿性裂缝。

外界气温变化与混凝土收缩变形如同“双生推手”，共同加速裂缝的形成。在风机基础施工的自然环境中，气温的剧烈波动如同无形的雕刻刀，不断作用于混凝土表面。昼夜温差大的地区，混凝土在白天吸收太阳辐射热量迅速升温，表面如同被炙烤的岩层，而夜间热量快速散失又使表面急剧收缩，这种反复的热胀冷缩如同机械挤压般，在混凝土表面形成持续的拉应力。与此混凝土自身的收缩变形也在持续进行，

水分蒸发导致的干缩与水泥水化引发的化学收缩相互交织，使得混凝土体积不断减小。

2 温控防裂技术措施

优化混凝土配合比是遏制裂缝产生的关键措施。在混凝土配合比中，采用低水化热水泥，如普通硅酸盐水泥或低热水泥，能够有效降低水泥水化热的释放量，从而减少混凝土内部的温升幅度。严格把控骨料含泥量，就像筛选建筑材料中的“杂质隐患”，砂石骨料中过多的泥土不仅会削弱骨料与水泥浆体之间的粘结力，还会降低混凝土整体的抗拉强度，增加裂缝产生的敏感性。在混凝土配合比中加入粉煤灰和减水剂，可以有效降低水泥水化热。粉煤灰的掺入减少了水泥用量，从而降低水化热总量，同时改善混凝土的和易性，使其在浇筑过程中更易于成型。减水剂的使用在不改变用水量的前提下，显著提高了混凝土的流动性和强度，并延缓了水化热的释放速率，为混凝土的温度控制争取了时间。

混凝土浇筑温度的精准调控对施工质量起着至关重要的作用。在夏季高温环境下，采取一系列措施对骨料进行处理，如洒水降温、搭设遮阳设施等。这些措施就如同给混凝土原材料“冲凉解暑”，能有效降低混凝土的出机温度。因为如果混凝土的初始温度过高，会导致其内部温升失控，进而影响混凝土的性能和质量。而在冬季低温环境中，通过加热水或骨料来提升混凝土的入模温度，这就好比给混凝土披上了一件“保暖外衣”，使其在低温条件下仍能正常凝结硬化，保证施工的顺利进行。

在混凝土浇筑过程中，预埋温度传感器用于实时监测混凝土的入模温度。施工人员根据监测数据及时了解混凝土的实际温度情况，并据此调整浇筑策略。这样能够确保混凝土在适宜的温度条件下成型，避免因温度不合适而出现质量问题。这不仅有助于保障混

凝土的施工质量,还为后续的温控防裂工作打下了坚实的基础,对整个工程的顺利实施和质量保证都有着重要意义。

温度监测与养护是混凝土施工中的重要保障措施。在混凝土内部合理布置温度传感器,能够实时监测内部温度变化,确保混凝土温度处于可控状态。在温度上升阶段加密监测频率,如同在高温预警期加强巡逻,确保及时发现温度异常;温度下降阶段适当延长监测间隔,如同在稳定期进行常规巡查,全面掌握温度场的变化趋势。当混凝土内外温差接近临界值时,及时采取覆盖保温材料、增加洒水养护等措施,就像为混凝土搭建“保暖帐篷”和“保湿屏障”,有效减小温差应力。

3 技术应用效果探讨

温控防裂技术在风机基础施工中的实际应用,犹如一场精心设计的工程实践实验,最终收获了令人瞩目的成果。从混凝土配合比优化的角度来看,采用低水化热水泥和合理掺加掺合料,有效降低了水泥水化热的释放量,减少了混凝土内部的温升幅度。这种从材料本质上的优化,不仅减少了温度裂缝产生的内在驱动力,还改善了混凝土的工作性能,使其在施工过程中更易于操作和成型。对骨料含泥量的严格控制,如同剔除了混凝土中的“薄弱环节”,增强了混凝土整体的密实度和抗拉强度,为抵御裂缝提供了更坚实的基础。

混凝土浇筑温度的精准控制和实时温度监测系统的有效运行,构成了抵御裂缝的第二道防线。通过对浇筑温度的精细化管理,避免了因温度过高或过低对混凝土性能造成的不利影响,就像为混凝土的“成长过程”营造了舒适的环境。温度监测系统如同工程现

场的“预警雷达”,能够及时捕捉混凝土内部温度变化的异常信号。当监测数据显示温差接近或超过控制标准时,施工人员可以迅速启动应急预案,采取覆盖保温材料、增加洒水养护等措施,有效降低了混凝土内外温差,如同为混凝土“退烧降温”,将裂缝产生的风险扼杀在萌芽状态。这种动态的温度调控机制,确保了混凝土在整个施工过程中始终处于安全的温度区间。

保温法和保湿法相结合的养护方式,如同为混凝土穿上了“保暖保湿套装”,既防止了水分过快蒸发导致的干缩裂缝,又通过减少表面热扩散降低了温度梯度,有效避免了表面裂缝的产生。在养护期内,混凝土在适宜的温湿度环境中逐渐硬化,内部结构不断密实,如同幼苗在精心呵护下茁壮成长。从实际工程案例来看,应用温控防裂技术的风机基础,混凝土表面裂缝数量大幅减少,基础结构的整体性和耐久性得到显著提升。这种性能的改善不仅保障了风机基础在施工阶段的质量安全,更为风机的长期稳定运行奠定了坚实基础,确保其在复杂的自然环境中能够持续稳定地发挥作用。

4 结语

风机基础施工中大体积混凝土温控防裂技术对保障风力发电设施安全稳定运行意义重大。当前技术在优化配合比、控制浇筑温度及加强监测养护等方面已取得成效,有效减少裂缝,提升基础质量。展望未来,随着科技发展,应借助物联网、大数据等技术实现温度实时精准监测与智能调控;研发绿色环保、抗裂性能强的新型混凝土材料,进一步完善温控防裂技术体系,为风机基础施工提供更有有力支持,推动风力发电产业高质量发展。

参考文献:

- [1] 李明,张伟.大体积混凝土温控防裂技术在高层建筑中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(15):112-114.
- [2] 王强,刘辉.大跨度桥梁大体积混凝土温控防裂技术研究[J].交通世界,2023(12):134-135.
- [3] 赵刚,孙悦.水利工程中大体积混凝土温控防裂技术实践[J].水利科技与经济,2024,30(8):89-92.