

# 严寒地区混凝土电通量性能试验研究

孙金龙

(中铁六局集团呼和浩特铁路建设有限公司, 内蒙古呼和浩特 010050)

**摘要:** 在本次进行试验研究, 28d 龄期的标养混凝土试件(温度 18~22℃, 湿度 95%以上)电通量及不同等级混凝土试件冻融循环后进行模拟严寒地区环境条件, 并利用试验室内在试验箱内温度调整至保持在(-20 至-18)℃后影响电通量性能试验指标的关系, 从而严寒地区使用耐久性混凝土提供理论依据和技术支撑。为混凝土工程施工打造精品工程, 带来较好的经济效益、浇筑顺畅、使用耐久性长的优点, 为工程质量的保障奠定基础。

**关键词:** 严寒地区、混凝土、电通量性能、试验研究

## 引言

我国气候变化的分类中有严寒地区, 耐久性混凝土是指混凝土各项性能指标的综合性的评价而定论是否满足要求; 根据调查验证, 因空气中水蒸气、水或土壤中含有腐蚀混凝土自由氯离子, 它能长时间的侵蚀混凝土结构中不断的损害混凝土结构及钢筋原材的性能, 导致混凝土结构易膨胀和产生裂纹, 在裂纹的缝隙中进入水蒸气或者雨水内浸泡, 在严寒条件下造成混凝土冻融状态, 更加严重影响对混凝土结构耐久性电通量指标值之一; 由此, 本试验研究, 对严寒地区耐久性混凝土与电通量试验性能的研究, 其中电通量法是应用较为广泛的一种混凝土抗氯离子渗透性能试验方法。电通量试验是在已被制样的混凝土试件的两端安装至直流电压线, 按混凝土中的氯离子渗透量, 由此得出不同冻融循环等级下的混凝土电通量值。

## 1 试验准备

### 1.1 试验原材料和配合比

混凝土中使用粗骨料、胶材、细骨料、水、外加剂等材料的检测项目均符合《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB10424-2010 的要求。大青山的天然河砂, 2.7 的细度模数; 青松水泥; 采用饮用水; 普通硅酸盐 P·O42.5; 大青山砂石厂天然碎石 5 至 20 mm、6 至 31.5mm 的两级配, 掺配比例为 0.6:0.4, 托克托电厂的 F 类 II 级粉煤灰; 内蒙古雨星建材聚羧酸系高性能减水剂, 减水率 28%, 掺量 1.0%。

C35 混凝土配合比 表 1

材料名称	混凝土用量 (kg/m <sup>3</sup> )					
	水泥	粉煤灰	细骨料	粗骨料	水	外加剂
规格	P·O42.5	F 类 II 级	中砂	5~31.5mm	饮用水	聚羧酸减水剂
用量	336	84	693	1101	180	4.20

选定混凝土配合比, 依据《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011, 使用标准方法选定的配合比(水胶比 0.43、砂率 38.6%、坍落度 180~220mm)。通过试验, 选定各项参数性能技术均符合混凝土设计要求的配合比, 如下。

### 1.2 试样的制作及养护

按选定配合比的比例进行对原材料质量称取搅拌均匀, 试验力学性能满足要求的情况下, 制作 10 组(30 块)200×200×200mm 尺寸试件样品, 预制作试件样品进行静止 24 小时后拆模进行养护, 已养护 28d 的试件取出, 加工切取标准试件, 期间保证试件样品尺寸范围 φ100×(48~52)mm 的圆柱体试件, 试件加工时无缺棱角、保证完整性尺寸, 再次试件浸泡在水中养护至试验龄期。

## 2 试验检测过程

### 2.1 常温状态下电通量试验

把混凝土试件从养护室中取出, 将试件洗干净及表面多余的水分。然后应使用测量精度 0.1mm 的游标卡尺测量试件的直径和高度; 在 28d 的养护龄期时, 对试件进行加工钻芯制件, 直径(99~101)mm 和高(48~52)mm 的试件, 试验检测时 1 组(3 块); 混凝土试件中骨料漏出表面至光滑规整尺寸, 拿硅橡胶或树脂密封材料来密封试件边侧, 也可试件侧边全包起来密封; 真空饱水处理的试件试验前准备, 启动真空泵, 5min 真空器内压力应达到(1~5)Pa, 3 小时的恒压真空处理, 在真空压力(相同压力)状态下, 蒸馏水注入真空箱内, 水位淹没试件为止; 试件浸泡一小时后解开真

空状态, 连续浸泡 16h 至 20h; 从真空箱把试件取出, 并擦干净。试件安装在电通量试验仪上, 确保溶液不漏, 3% 的氯化钠和 0.3mol/L 的氢氧化钠溶液分别注入电通量仪试验槽中, 其中负极试验槽内注入氯化钠溶液, 正极注入氢氧化钠溶液; 接通直流恒电压 60 伏, 并记录电流初始读数, 期间不能漏液。开始 15 分钟电流值记录一次, 直到通电量 6h 为止。

### 2.2 冻融条件下电通量试验

经 28 天标准养护试件后, 开始冻融第一次循环试验, 把试件提前四天拿出来, 观察, 并水中浸泡, 水温度为 18~22℃, 水面至少应高出试件顶面 20 毫米至 30 毫米; 每次抗冻融试验应在两至四小时结束, 冷冻时间在零下十八摄氏度时开始计算, 冻融箱内温度控制在零下二十至零下十八摄氏度; 冻融结束后, 立刻加入十八摄氏度至二十摄氏度的水, 试件开始融化状态等, 连续冻融至融化至规定时间; 其中冻融时间不大于融化的时间的 25%; 试件从冻融循环 25 次和 50 循环次开始, 每隔 50 次至 300 次循环为止, 测试电通量试验。

### 2.3 试验仪器

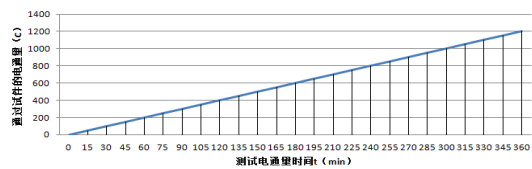
本次混凝土电通量试验性能研究中使用设备: 电通量试验仪 rcm-10, 真空饱水机 KX-6, 3.0% 氯化钠溶液, 0.3mol/L 的氢氧化钠溶液, 混凝土快速冻融实验装置 TDR 型, 防冻液, 温度计(-20~20)℃。

## 3 试验结果与讨论

### 3.1 试验结果计算依据

经绘制电流与时间的关系图, 把各试验数据点连接成曲线图, 按照面积积分(梯形法计算), 可以计算出该试件 6h 通过的电通量值。

梯形法分析公式示意图



公式计算:

$$Q=900(I_1+2I_{15}+2I_{30}+2I_{45}+2I_{60}+\dots+2I_{345}+I_{360})$$

式中: Q—试件通过的总电通量值(C);

I<sub>1</sub>—开始电流(A), 精确至 0.001A;

I<sub>t</sub>—在时间 t (min) 的电流(A), 精度至 0.001A。

试验结果 3 块试件的平均值; 如 3 块试件中有两块试件值超出 15% 中间值时, 取中间值为该组试件的电通量值; 如其中 1 块值超出中间值的 15% 时, 另两块试件的平均值。

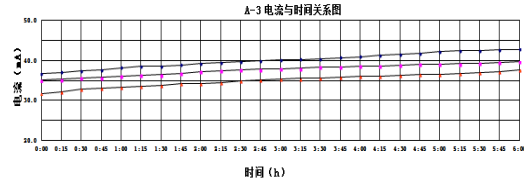
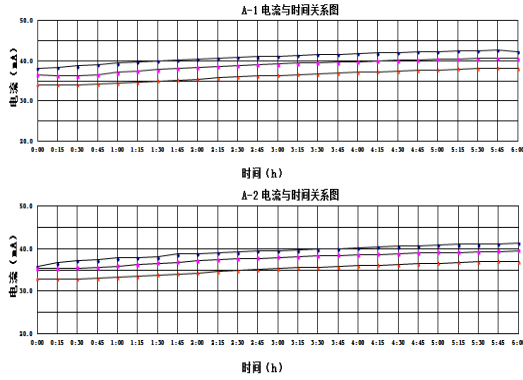
### 3.2 试验结果与分析

#### 3.2.1 常温状态下电通量试验结果

经标准养护龄期为 28d 混凝土试件进行电通量试验, 开始测试每间隔 15min 电流值记录一次, 直至通电量 6h。以下三组试件试验数据的统计表及试验分析图。

C35 混凝土电通量结果 表 3

等级	28d 标准养护		
编号	A-1	A-2	A-3
电通量(C)	911	899	905

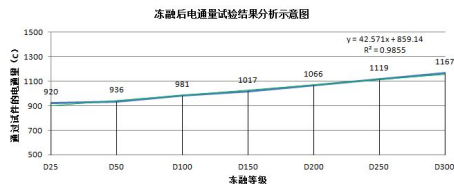
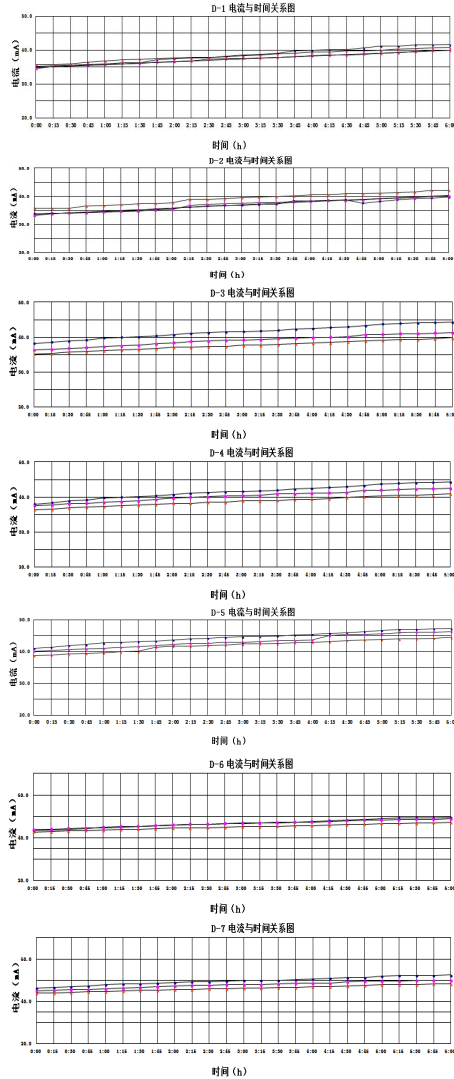


3.2.2 冻融后电通量试验结果

按照实际室内试验，模拟严寒地区混凝土电通量性能研究，同一个配合比拌制混凝土试件，经过 7 组试件（21 块），28d 的标准养护后分别进行 D25、D50、D100、D150、D200、D250 及 D300 等级冻融，在不同冻融等级下进行电通量试验检测结果统计及分析图如下。

C35 混凝土电通量结果 表 4

组数	1	2	3	4	5	6	7
编号	D-1	D-4	D-5	D-8	D-9	D-12	D-14
冻融等级	D25	D50	D100	D150	D200	D250	D300
电通量 (C)	920	936	981	1017	1066	1119	1167



通过模拟严寒条件下混凝土耐久性电通量指标性能试验的论证，同一个混凝土配合比拌制养护，不同等级冻融循环条件下，混凝土电通量结果有所不同，从冻融循环次数逐渐增加而电通量结果变大；原因有：混凝土 28d 标准养护龄期时最佳耐久性状态，经 D25 ~ D300 等级逐步冻融循环次数的增加，其中 D50 等级时候有明显拐点，分析数据图证明混凝土有一定的冻融循环后，影响混凝土电通量指标；也能证明严寒条件下，足够破坏混凝土结构质量及耐久性，导致混凝土自身耐久性性能减低。

4 结论

通过本次试验论证，混凝土电通量的内外因素，研究出混凝土耐久性指标电通量的严寒地区的主要措施。能够提供有效的试验研究数据；通过本次研究今后严寒地区耐久性混凝土的设计与施工给予间接指导作用。还可以多次月试验论证进行，提高混凝土的耐久能力，在混凝土工程施工中有配合比优化、经济、抗压、耐久的优点，可以为有效控制施工质量提供更大的保障。所以，在实际施工当中一定要对桥梁混凝土的选定加以高度重视，有效运用科学理论指导施工，进而提升质量水平。若在保证工程安全及质量的前提下，追求效益最大化，就要在施工前对混凝土配合比进行科学化的设计，还要确保各项施工环节得到有效的控制，利用各种资源，发挥其最大的作用，从而达到效益最大化的目标。

参考文献

- [1] 金伟良, 赵羽习. 混凝土结构耐久性 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.133 ~ 134 页
- [2] 牛全林, 冯乃谦, 李崇智. 影响混凝土电通量诸因素的分析 [J]. 混凝土, 2004 (1): 33 ~ 35
- [3] 巴恒静, 张满武. 水灰比与应力水平对混凝土氯离子渗透性影响 [J]. 武汉理工大学学报, 2006 (5): 46 ~ 47
- [4] 鲍长春, 雷晓刚, 畅亚文, 王保江. 铁路高性能混凝土电通量试验影响因素 [J]. 中国建材科技, 2009, 18(02): 20 ~ 24.
- [5] 姜正平, 张敏杰, 明维. 不同强度等级混凝土电通量研究 [J]. 施工技术, 2016, 45(23): 105 ~ 108.
- [6] 赵健, 高玉生, 谢凯军. 京沪高速铁路高性能混凝土电通量试验 [J]. 混凝土与水泥制品, 2009(05): 19 ~ 20.
- [7] 王秀芬. 客运专线高性能混凝土电通量影响因素试验研究 [J]. 铁道工程学报, 2008(07): 79 ~ 82.
- [8] 丛晓红, 丛晓强, 张玉栋, 白启敬. 电通量法测试纤维混凝土抗氯离子渗透性能的试验研究 [J]. 河北建筑工程学院学报, 2017, 35(01): 48 ~ 51
- [9] 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准 GB/T50082-2009