



中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXX—202X

锂渣粉在混凝土中应用技术规范

Technical specification for the application of lithium slag powder in concrete

(征求意见稿)

202× - ××××发布

202× - ××××实施

中华人民共和国工业和信息化部

发布

目 次

前言..... III

1 总则1

2 术语和符号 2

 2.1 术语 2

 2.2 符号 2

3 原材料4

 3.1 锂渣粉 4

 3.2 其他原材料 4

4 混凝土性能 6

 4.1 拌合物性能 6

 4.2 力学性能 6

 4.3 耐久性能 6

5 配合比设计 8

 5.1 一般规定 8

 5.2 配合比计算和确定 8

6 生产与施工 10

 6.1 一般规定 10

 6.2 原材料贮存和计量 10

 6.3 搅 拌11

 6.4 运 输11

 6.5 浇 筑 12

 6.6 养 护 12

7 质量检验与验收 14

 7.1 原材料质量检验 14

 7.2 混凝土拌合物质量检验 14

 7.3 硬化混凝土质量检验 15

 7.4 混凝土工程验收 15

附录 A 初凝时间比测试方法 16

本规范用词说明 18

引用标准名录 19

条文说明20

Contents

Foreword.....	III
1 General provisions.....	1
2 Terms and symbols.....	2
2.1 Terms.....	2
2.2 Symbols.....	2
3 Materials.....	4
3.1 Lithium slag powder.....	4
3.2 Other raw materials.....	4
4 Concrete performance.....	6
4.1 Mixture performance.....	6
4.2 Mechanical performance.....	6
4.3 Long-term performance and durability.....	6
5 Mix design.....	8
5.1 General requirements.....	8
5.2 Calculation and determination of mix proportion.....	8
6 Production and construction.....	10
6.1 General requirements.....	10
6.2 Storage and metering raw materials.....	10
6.3 Mixing.....	11
6.4 Transportation.....	11
6.5 Casting.....	12
6.6 Curing.....	12
7 Quality inspection and acceptance.....	14
7.1 Quality inspection of raw materials.....	14
7.2 Property inspection of mixture.....	14
7.3 Property inspection of hardened concrete.....	15
7.3 Acceptance of concrete engineering.....	15
Appendix A Test method of initial setting time ratio.....	16
Explanation of wording.....	18
List of quoted standards.....	19
Addition: Explanation of provisions.....	20

前 言

根据工业和信息化部办公厅《关于印发 2024 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科〔2024〕18 号）要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范共分 7 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、原材料、混凝土性能、配合比设计、生产与施工、质量检验与验收等。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本规范由中国建筑材料联合会负责管理，由建筑材料工业技术情报研究所负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送建筑材料工业技术情报研究所（北京市朝阳区管庄东里甲 1 号，邮政编码：100024）。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主要起草人员：

主要审查人员：

1 总 则

1.0.1 为有效利用锂渣粉资源，规范锂渣粉在混凝土中的应用，做到技术先进、质量可靠、安全适用、经济合理，制定本规范。

条文说明：

1.0.1 随着锂电产业快速发展，锂渣粉的可持续资源化利用已成为亟待解决的问题。锂渣粉是一种性能优良的混凝土矿物掺合料，其应用实现了“变废为宝”，在提升混凝土综合性能的同时，带来了显著的经济和环境效益，完全符合绿色、低碳、高性能的现代混凝土技术发展方向。为积极践行绿色发展理念，推动工业固废在混凝土中的科学应用，特制定本规范。

本规范依据现行国家和行业标准、规范的有关规定，在对近年来我国锂渣粉在混凝土中应用情况调研的基础上进行编制，本规范从材料、设计、施工、质量验收等方面，为锂渣粉在混凝土中的应用提供统一的技术依据和质量要求。

1.0.2 本规范适用于以锂辉石锂渣为原料生产的锂渣粉作为矿物掺合料在混凝土中的应用，锂辉石锂渣应满足 GB 18599 规定的第 I 类一般工业固废要求。

条文说明：

1.0.2 锂冶炼渣主要包含以锂辉石矿石或锂云母矿石为原料提锂产生的浸出渣，锂云母矿石提锂所产生的锂渣，因其物化特性、潜在不利因素及现有研究与应用成熟度等方面均与锂辉石锂渣存在较大差异，暂不纳入本规范适用范围。为确保锂渣粉安全应用，对锂辉石渣提出环保要求。

1.0.3 锂渣粉在混凝土中的应用除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 锂冶炼渣 lithium smelting slag

以锂云母、锂辉石等硬岩型矿石为主要原料，经火法、湿法冶炼生产碳酸锂、氢氧化锂等锂盐产品过程中，焙烧熟料浸出工序产生的浸出渣，主要成分为硅铝酸盐、铁及其它微量金属化合物，简称锂渣。

2.1.2 锂渣湿粉 wet lithium slag powder

锂辉石矿石提锂后产生的锂渣，经破碎、筛分等均化处理得到的潮湿粉体材料。

条文说明：

2.1.2 锂渣湿粉是锂辉石提锂后的工业废渣，由于提锂工艺中包含水浸工序，产生的锂渣含有大量附着水和毛细水，经均化处理后呈潮湿粉状。

2.1.3 锂渣干粉 dry lithium slag powder

锂辉石矿石提锂后产生的锂渣，经干燥、粉磨达到一定细度的粉体材料。

条文说明：

2.1.3 锂渣干粉的初始原料与“锂渣湿粉”完全相同，通过烘干和粉磨去除锂渣湿粉中的大部分物理结合水，使其含水率通常降至 2% 以下，并且达到一定细度。此过程显著降低了物料的粘性，进一步增加其比表面积，充分激发其火山灰活性，保证产品细度的均匀性和稳定性。

2.1.4 锂渣粉 lithium slag powder

锂渣湿粉与锂渣干粉的总称。

2.1.5 胶凝材料 binder

用于配制混凝土的水泥与矿物掺合料的总称。

2.1.6 锂渣粉混凝土 concrete with lithium slag powder

采用质量不低于胶凝材料总质量的 5% 锂渣粉配制的混凝土。

条文说明：

2.1.6 锂渣粉混凝土是指采用含有一定比例锂渣粉（干基）的胶凝材料配制的混凝土，以区别于仅将其作为微量添加剂或未使用的普通混凝土。一般情况下，锂渣粉占胶凝材料的质量比不应低于 5%，且不宜高于 20%。

2.1.7 锂渣粉影响系数 influence coefficient of lithium slag powder

在推算掺加锂渣粉的胶凝材料 28d 胶砂抗压强度时，用于折减水泥 28d 胶砂抗压强度的系数，为无量纲的数值。

条文说明：

2.1.7 锂渣粉影响系数的含义类似于粉煤灰影响系数、粒化高炉矿渣粉影响系数，可参见《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55。锂渣粉系数是在推算掺加锂渣粉的胶凝材料 28 d 胶砂抗压强度时，用于折减水泥 28d 胶砂抗压强度的一个无量纲系数。

2.2 符 号

f_b ——胶凝材料 28 d 胶砂抗压强度（MPa）；

f_{ce} ——水泥 28 d 胶砂抗压强度（MPa）；

γ_m ——锂渣粉影响系数；

γ_f ——粉煤灰影响系数；

γ_s ——粒化高炉矿渣粉影响系数；

T ——锂渣粉初凝时间比；

I_m ——对比净浆初凝时间；

I ——试验净浆初凝时间。

3 原材料

3.1 锂渣粉

3.1.1 锂渣粉的技术要求及试验方法应符合表3.1.1的规定。

表 3.1.1 锂渣粉的技术要求和试验方法

项目		技术要求		试验方法
		锂渣湿粉	锂渣干粉	
密度（g/cm ³ ）		≥2.4		现行国家标准《水泥密度测定方法》GB/T 208
细度（45μm 方孔筛筛余）		≤45%	≤25%	现行国家标准《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345，其中锂渣湿粉按水筛法的规定进行，锂渣干粉按负压筛析法的规定进行
流动度比		≥80%		现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
强度活性指数	7d	≥60%	≥70%	现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
	28d	≥90%	≥95%	
含水量		≤20%	≤2.0%	
氯离子含量		≤0.06%		现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176
三氧化硫含量		≤8.0%		
初凝时间比		≤130%		附录A
安定性（水浸法）		合格		现行行业标准《用于水泥和混凝土中的锂渣粉》YB/T 4230
碱含量（Na ₂ O+0.658K ₂ O）		≤1.5%		现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176

3.1.2 锂渣粉的放射性核素限量应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的规定，放射性试验样品为锂渣粉与基准水泥或符合现行国家标准GB 175要求的硅酸盐水泥按质量比1：1均匀混合制备而成。

条文说明：

3.1.2 锂渣粉的放射性含量限值参照现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的规定执行。参照现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596和《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046对放射性试验样品进行了规定。

3.2 其他原材料

3.2.1 水泥应采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，且水泥最高入机温度不宜超过60℃。

3.2.2 骨料应符合国家现行标准《建设用砂》GB/T 14684、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685及《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定。人工砂应符合现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241的规定。

3.2.3 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的规定；粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T

18046的规定；硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690的规定；其他掺合料应符合相关标准的规定。

3.2.4 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB/T 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定，且外加剂与锂渣粉、水泥和其他矿物掺合料之间应具有良好的相容性。

3.2.5 混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

4 混凝土性能

4.1 拌合物性能

4.1.1 锂渣粉混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不应离析泌水。

条文说明：

4.1.1 锂渣粉的性能和掺量会影响混凝土的工作性能，因此，在配制掺锂渣粉混凝土时应保证混凝土拌合物的流动性、黏聚性和保水性。

4.1.2 锂渣粉混凝土的坍落度和扩展度等级划分及其允许偏差应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。锂渣粉混凝土配制泵送混凝土时，坍落度经时损失不宜大于 30mm/h，并应满足施工要求。配制自密实混凝土时，扩展度不宜小于 600mm，并应满足施工要求。

条文说明：

4.1.2 本条规定与《混凝土质量控制标准》GB 50164 一致。

4.1.3 锂渣粉混凝土拌合物的凝结时间应满足施工技术要求。

条文说明：

4.1.3 试验研究表明，锂渣粉会延缓水泥早期水化放热，对混凝土有缓凝作用，因此，掺加锂渣粉的混凝土拌合物需要采取合理措施控制好凝结时间。

4.1.4 锂渣粉混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量实测值应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的规定，试验方法应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 规定的。

条文说明：

4.1.4 本条规定的掺加锂渣粉的混凝土拌合物水溶性氯离子含量与现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 规定的一致。

4.1.5 锂渣粉混凝土拌合物性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

4.2 力学性能

4.2.1 锂渣粉混凝土强度等级应按 28d 立方体抗压强度标准值划分为：C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80、C85、C90、C95 和 C100。

条文说明：

4.2.1 本条文参照现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 中“素混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C20”，就最低强度等级提出了要求。

4.2.2 锂渣粉混凝土的强度应满足设计要求，力学性能试验方法应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定，强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。

4.3 耐久性性能

4.3.1 当有预防碱骨料反应要求时，锂渣粉混凝土应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的规定。

条文说明：

4.3.1 试验表明，锂渣粉中碱含量很低，因此一般情况下锂渣粉对混凝土发生碱骨料反应的潜在危害很低。当然不排除有的其他原材料含有较高的有效碱，因此当掺加锂渣粉的混凝土可能存在碱骨料反应危害时，掺加锂渣粉的混凝土应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的规定。

4.3.2 锂渣粉混凝土长期性能与耐久性能试验方法应符合现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定，耐久性能等级划分和检验评定应符合国家现行标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 锂渣粉混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定，并应满足设计和施工要求。用于高强混凝土的锂渣粉混凝土配合比设计尚应符合现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 的规定；用于大体积混凝土的锂渣粉混凝土配合比设计尚应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定；用于清水混凝土的锂渣粉混凝土配合比设计尚应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的规定；用于其他有特殊要求的混凝土配合比设计应符合相关标准的规定。

条文说明：

5.1.1 现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 关于混凝土配合比试配、调整与确定的规则同样适用于掺锂渣粉混凝土。用于高强混凝土、大体积混凝土、清水混凝土等的锂渣混凝土尚应符合相关标准的规定。

5.1.2 锂渣粉可单独使用，也可将锂渣粉和粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰及其他矿物掺合料复合使用，复掺比例应通过试验验证。

条文说明：

5.1.2 锂渣粉作为一种活性矿物掺合料，既可以作为单一的掺合料替代部分水泥，也可以与粉煤灰、矿渣粉、硅灰等矿物掺合料复合使用，这种灵活性为配合比设计和材料优化提供了更多选择，根据工程要求、材料供应情况及成本控制等因素，选择最适宜的复合使用方案。复合使用不同特性的掺合料，可以利用其“叠加效应”或“优势互补”原理，综合提升混凝土性能。规定复掺比例必须通过试验确定，是确保混凝土性能满足设计要求、保证工程质量与安全的关键环节，任何复合掺配方案在应用于工程前，都必须进行严格的实验室试配与性能验证。

5.1.3 锂渣粉混凝土的配合比试配应采用工程实际使用的原材料，进行混凝土拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能试验，试验结果应满足设计和施工的要求。

条文说明：

5.1.3 本条的规定是为了从根本上避免配合比设计的随意性。通过基于实际材料的全面系统试验，确定锂渣粉混凝土的最佳配合比，从而在源头上保障混凝土的性能。

5.1.4 锂渣粉混凝土的设计配合比应在生产和施工前通过试配调整，必要时应进行试生产及试泵送试验，确定施工配合比。

条文说明：

5.1.4 采用设计配合比进行试生产并对配合比进行相应调整是确定施工配合比的重要环节。

5.2 配合比计算和确定

5.2.1 锂渣粉在混凝土中的掺量应根据工程所处的环境条件和结构特点通过试验确定，且宜进行系统配合比试验。

5.2.2 锂渣粉最大掺量不宜超过胶凝材料总质量的 20%，当超过该掺量时，应经过试验验证后方可使用。其他矿物掺合料的最大掺量应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 的规定。与其他掺合料复掺使用时，总掺量应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 中复合掺合料的规定。

条文说明：

5.2.2 本条规定锂渣粉最大掺量不宜超过胶凝材料总质量的 20%，此限值是基于当前对锂渣粉的物理化学特性、活性效应及其对混凝土主要性能（工作性、力学性能、长期耐久性）影响的系统性试验研究与大量工程实践经验总结而提出。试验表明，适宜的锂渣粉掺量可以改善混凝土拌合物性能，降低混凝土水化热，减小收缩，对混凝土强度及耐久性影响不大，掺量过大则会对混凝土的强度及抗冻、抗硫酸盐等耐久性能产生较大影响。现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 对其他矿物掺合料的最大掺量以及复合掺合料的使用也均作出了明确规定。

5.2.3 配合比计算时，锂渣粉的掺量应计入胶凝材料用量。

5.2.4 锂渣湿粉以及骨料所含水分应计入拌合用水量。

条文说明：

5.2.4 锂渣湿粉和骨料均含水，应计入拌合用水量。

5.2.5 单位体积锂渣粉混凝土中的三氧化硫的最大含量不应超过胶凝材料总量的 4%。

条文说明：

5.2.5 锂渣粉的三氧化硫含量比其他矿物掺合料的三氧化硫含量较高，本条规定了锂渣粉混凝土中三氧化硫最大含量的限制，具有特别重要的预防意义，是保障其长期体积稳定性的关键控制性指标。依据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 进行了规定。

5.2.6 配合比计算时，胶凝材料 28d 胶砂抗压强度宜根据试验确定。当胶凝材料 28d 胶砂抗压强度无实测值且锂渣粉掺量不超过 20%时，胶凝材料 28d 胶砂抗压强度值可按下式计算：

$$f_b = \gamma_m \gamma_f \gamma_s f_{ce} \tag{5.2.1}$$

式中： f_b ——胶凝材料 28d 胶砂抗压强度（MPa）；
 γ_m ——锂渣粉影响系数，可按表 5.2.1 取值；
 γ_f 、 γ_s ——分别为粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数，可按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定取值；
 f_{ce} ——水泥 28d 胶砂抗压强度（MPa）。

表 5.2.1 锂渣粉影响系数（ γ_m ）

掺量（%）	锂渣粉影响系数	
	锂渣湿粉	锂渣干粉
0	1.00	1.00
5	0.90~0.95	0.95~1.00
10	0.85~0.90	0.90~0.95
15	0.80~0.85	0.85~0.90
20	0.75~0.80	0.80~0.85

条文说明：

5.2.6 在混凝土配合比水胶比计算中，胶凝材料 28 d 胶砂抗压强度值应根据试验确定，在试验无实测值时，锂渣粉影响系数可按本条规定取值。

6 生产与施工

6.1 一般规定

6.1.1 锂渣粉混凝土的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

6.1.2 采用预拌方式生产的锂渣粉混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。

6.1.3 锂渣粉混凝土拌合物在运输和浇筑过程中严禁加水。

条文说明：

6.1.3 在混凝土拌合物中加水会增大混凝土的水胶比，降低混凝土的力学性能及耐久性能。在混凝土拌合物中加水将严重损害混凝土性能，必须严格禁止。

6.2 原材料贮存和计量

6.2.1 锂渣湿粉和锂渣干粉应分别贮存，不得与水泥和其他矿物掺合料相混，并应防止被其他杂物污染，锂渣干粉应防止受潮。

条文说明：

6.2.1 锂渣粉需要单独贮存。搅拌站可以使用筒仓，有利于投料和防潮。

6.2.2 其他原材料的贮存应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

6.2.3 各种原材料贮存处应有显著标识，标识应注明材料品名、产地、厂家、等级、规格等信息。

条文说明：

6.2.3 原材料分别标识清楚有利于避免混乱和用料错误。

6.2.4 原材料计量应采用电子计量设备，其精度应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171 的规定。设备应至少每个月进行计量自检 1 次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

条文说明：

6.2.4 采用电子计量设备有利于保证计量精度，保证掺加锂渣粉的混凝土生产质量。

6.2.5 锂渣粉混凝土原料计量允许偏差应符合表 6.2.1 的规定，并应每班检查 1 次。

表 6.2.1 锂渣粉混凝土原材料计量允许偏差（%）

原材料	水泥	骨料	水	外加剂	锂渣粉	其他掺合料
每盘计量允许误差	±1	±3	±1	±1	±2	±2
累计计量允许误差	±1	±2	±1	±1	±1	±1

注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

6.2.6 在原材料计量过程中，锂渣湿粉应使用单独的计量仓，计量仓和计量系统应进行改造，保证锂渣湿粉在使用过程中下料顺利且计量准确。

条文说明：

6.2.6 锂渣湿粉具有含水率较高、粘附性强、内聚力大、流动性差等特点，若将其与其它干性粉料共用计量仓，或使用为干粉设计的标准计量系统，湿粉会大量粘附在仓壁、锥斗及输送设备表面，造成有效容积减小、排料不畅，且清理困难。不稳定的下料状态会使计量设备无法正常工作，导致配料比例严重失调，从而影响混凝土性能。

6.2.7 在原材料计量过程中，根据骨料和锂渣湿粉的含水量变化，调整骨料、锂渣湿粉和水

的称量。

条文说明：

6.2.7 骨料和锂渣湿粉的含水量发生变化，而称量不变，对水胶比和用水量会有影响，从而影响掺加锂渣粉的混凝土的性能。

6.2.8 在原材料计量过程中，应控制计量过程中粉尘排放，并定期对除尘装置进行滤芯更换。

条文说明：

6.2.8 本条文旨在保护职业健康、改善工作环境、保障生产安全、满足环保要求，并确保计量设备的长期稳定运行。

6.3 搅 拌

6.3.1 锂渣粉宜与其他胶凝材料一起投料搅拌；应采用强制式搅拌机搅拌，并应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142有关的规定。

条文说明：

6.3.1 锂渣粉作为一种掺合料，宜与其他胶凝材料一起投料，采用强制式搅拌机有利锂渣粉在混凝土中均匀分散。

6.3.2 搅拌应保证锂渣粉混凝土拌合物质量均匀，同一盘混凝土的拌制均匀性应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

条文说明：

6.3.2 现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164关于同一盘混凝土的搅拌匀质性的规定有两点：①混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于0.8%；②混凝土稠度两次测值的差值不应大于混凝土拌合物稠度允许偏差的绝对值。

6.4 运 输

6.4.1 运输锂渣粉混凝土的搅拌运输车应符合现行行业标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408的规定；翻斗车应仅限于现场运输坍落度小于90 mm的混凝土拌合物。

6.4.2 锂渣粉混凝土从搅拌机装入搅拌运输车至卸料的时间不宜大于90 min；当采用翻斗车时，运输时间不宜大于45 min；运输应保证浇筑连续性。

6.4.3 锂渣粉混凝土在运输过程中，应控制混凝土不分层、不离析，并应控制混凝土拌合物性能满足施工要求。

条文说明：

6.4.3 本条文旨在确保出机时质量合格的锂渣粉混凝土，在经历运输环节后，仍能保持其匀质性和工作性，为后续的施工质量奠定基础。此规定是基于锂渣粉的材料特性及混凝土在运输中的普遍规律而制定的。

6.4.4 搅拌运输车到达浇筑现场时，应使搅拌罐高速旋转20 s~30 s后再将混凝土拌合物卸出。当混凝土拌合物因稠度原因出罐困难或不能满足施工要求时，可适量掺加外加剂，应符合下列规定：

- 1 应采用同品种外加剂；
- 2 外加剂掺量应有经试验确定的预案；
- 3 外加剂掺入混凝土拌合物后，应使搅拌罐高速旋转不少于90 s，搅拌均匀后方可使用；
- 4 混凝土拌合物接近初凝、完全失去流动性后应遗弃，不得再次使用。

6.5 浇 筑

6.5.1 锂渣粉混凝土浇筑前，应根据工程特点、环境条件、温控要求、施工工艺和施工条件制定浇筑方案，包括浇筑起点、浇筑方向、浇筑厚度等。

6.5.2 锂渣粉混凝土浇筑前，应检查模板支撑稳定性及接缝的密合情况，应保证模板在混凝土浇筑过程中不失稳、不跑模和不漏浆。模板、钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置的偏差值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

6.5.3 当在相对湿度较小、风速较大的环境下浇筑锂渣粉混凝土时，应采取适当挡风措施，防止混凝土失水过快，并应避免浇筑较大暴露面积的构件。

6.5.4 暑期施工时，锂渣粉混凝土拌合物入模温度不应高于 35℃；现场温度高于 30℃时，混凝土施工宜采取下列措施：

- 1 充分利用早、晚气温较低的时间段施工；
- 2 适量加大混凝土的坍落度；
- 3 掺入缓凝型减水剂；
- 4 采取措施，降低骨料与水的温度；
- 5 改善混凝土运输和浇筑条件，防止暴晒，并采取相应的散热措施；
- 6 混凝土浇筑完毕后应及早覆盖，终凝后及时养护，如采用潮湿养护，增加浇水养护次数和养护时间。

6.5.5 冬期施工时锂渣粉混凝土入模温度不宜低于 10℃，不应低于 5℃。其他要求应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定。

6.5.6 泵送设备和管道的选择、布置及泵送操作可按现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的有关规定执行。

6.5.7 不同强度等级锂渣粉混凝土现浇对接处应设在低强度等级锂渣粉混凝土构件中，与高强度等级构件间距不宜小于 500 mm；现浇对接处可设置密孔钢丝网拦截混凝土拌合物，浇筑时应先浇筑高强度等级混凝土，后浇筑低强度等级混凝土；低强度等级混凝土不得流入高强度等级混凝土构件中。

6.5.8 浇筑竖向构件时，应根据拌合物不同的坍落度确定振捣棒插入间隔、振捣时间长短；一般浇筑厚度应在振捣棒有效长度的 1.25 倍之内；一次浇筑厚度不应大于 500 mm，并宜附设附着式振捣器。振捣上面一层混凝土时，振捣棒应插入到下一层内 50mm 以上。应避免欠振和过振，每点的振捣时间以表面泛浆和不冒大气泡为准，一般不宜超过 30 s。

6.5.9 浇筑大体积锂渣粉混凝土时，应采用温控措施，温控应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的规定。

6.5.10 锂渣粉混凝土拌合物从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间不应大于混凝土的初凝时间。

6.6 养 护

6.6.1 锂渣粉混凝土浇筑成型后，应及时对混凝土暴露面进行覆盖。混凝土终凝前，应用抹子搓压表面至少两遍，平整后再次覆盖。早期性能发展较快，应特别注意混凝土的早期养护条件。

6.6.2 锂渣粉混凝土可采取潮湿养护，并可采取蓄水、浇水、喷淋洒水或覆盖保湿等方式，养护水温与混凝土表面温度之间的温差不宜大于 20℃；潮湿养护时间不宜少于 14 d。

6.6.3 在风速较大的环境下养护时，应采取适当的防风措施。

6.6.4 对于大体积锂渣粉混凝土，宜采取保温养护等温控措施；混凝土内部和表面的温差不

宜超过 25℃，表面与外界温差不宜大于 20℃。

6.6.5 模板拆除应避免在气温骤降时拆模。在气温较低季节，当预计拆模后有气温骤降，应推迟拆模时间；如必须拆模，应在拆模的同时采取保护措施。模板拆除时，除构件必须达到规定强度外，混凝土内外温差不应大于 20℃。

6.6.6 采用锂渣粉混凝土生产预制构件或制品的养护应符合下列规定：

1 采用蒸汽养护或湿热养护时，养护时间和养护制度应满足混凝土构件及制品性能的要求；

2 采用蒸汽养护时，应分为静停、升温、恒温 and 降温四个养护阶段。升温速度不宜超过 15℃/h，降温速度不宜超过 20℃/h，恒温养护温度不宜超过 65℃；

3 混凝土构件或制品在出池或撤除养护措施前，应进行温度测量，当表面与外界温差不大于 20℃时，构件方可出池或撤除养护措施。

条文说明：

6.6.6 预制构件生产过程中常采用热养护来加速构件强度增长速度，从而达到快速脱模和吊装的要求。锂渣粉混凝土生产预制构件或制品同样可以采取热养护措施，控制升温 and 降温速度慢一些，可以减少温度应力对混凝土的不利影响；锂渣粉作为活性掺合料，水化产物中有大量钙矾石，在 80℃至 90℃之间发生显著的、导致其胶凝性能丧失的分解，其最高养护温度控制在 65℃以内较为合理，以期控制芯部温度不超过 80℃。

7 质量检验与验收

7.1 原材料质量检验

7.1.1 混凝土原材料进场时，应按规定批次验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品尚应有使用说明书。

条文说明：

7.1.1 混凝土原材料质量检验应包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。

7.1.2 混凝土原材料进场时，应对材料的外观、规格、等级、生产日期等进行检查，并按检验批随机抽取样品进行检验。每个检验批检验不得少于 1 次。

条文说明：

7.1.2 混凝土原材料进场时需要检验把关，不合格的原材料不能进场。

7.1.3 锂渣粉进场检验项目应包括：细度、流动度比、强度活性指数、含水量、初凝时间比，必要时应抽检三氧化硫含量和安定性。

7.1.4 锂渣粉的取样与检验规则应符合下列规定：

1 锂渣粉取样应按现行国家标准《水泥取样方法》GB/T12573 的有关规定执行，取样应有代表性，可连续取样，也可在 20 个以上不同部位取等量样品，抽取的样品总质量不应少于 10 kg；样品混合均匀后，按四分法取出比试验需要量大一倍的试样；

2 锂渣粉应按每 200 t 为一个检验批，每个检验批的锂渣粉应为同一厂家、同一矿源，非连续供应不足 200 t 应作为一个检验批；当锂渣粉来源稳定且连续三次进场检验均一次检验合格时，后续的检验批量可扩大一倍。

7.1.5 其他混凝土原材料的检验项目、取样与检验规则应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

7.1.6 原材料的质量要求应符合本规范第 3 章的规定。

7.2 混凝土拌合物质量检验

7.2.1 锂渣粉混凝土拌合物检验应为抽样检验。在生产施工过程中，应在搅拌地点和浇筑地点分别对混凝土拌合物进行抽样检验。

条文说明：

7.2.1 和易性检验在搅拌地点和浇筑地点都要进行，搅拌地点检验为控制性自检，浇筑地点检验为验收检验，凝结时间和氯离子含量检验可以在搅拌地点进行。

7.2.2 锂渣粉混凝土拌合物的检验频率应符合下列规定：

1 混凝土坍落度/扩展度的检验取样频率应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107中规定的强度检验频率执行；

2 同一工程、同一配合比的混凝土的凝结时间应至少检验1次；

3 同一工程、同一配合比的混凝土的氯离子含量应至少检验1次。

条文说明：

7.2.2 水泥和外加剂及其相容性是影响混凝土凝结时间的主要因素，且不同批次的锂渣粉、水泥和外加剂对混凝土凝结时间的影响可能会有变化。

7.2.3 锂渣粉混凝土拌合物性能应符合本规范4.1节的规定。

7.3 硬化混凝土质量检验

7.3.1 锂渣粉混凝土强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土抗压强度检验评定标准》GB/T 50107的规定，其他力学性能检验应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

条文说明：

7.3.1 本条规定了掺加锂渣粉的混凝土强度检验评定及其他力学性能检验的标准依据。

7.3.2 锂渣粉混凝土耐久性能检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

条文说明：

7.3.2 本条规定了掺加锂渣粉的混凝土耐久性能检验评定的标准依据。

7.3.3 锂渣粉混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应分别符合本规范4.2节和4.3节的规定。

7.4 混凝土工程验收

7.4.1 锂渣粉混凝土工程施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

7.4.2 锂渣粉混凝土验收时，应符合本规范对混凝土长期性能和耐久性能的规定。

附录 A 初凝时间比测试方法

A.0.1 本方法适用于锂渣粉初凝时间比的测试。

A.0.2 试验样品：

1 对比水泥：符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定的 42.5 强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

2 试验样品：由对比水泥和锂渣粉按质量 7：3 组成。

A.0.3 锂渣粉初凝时间比试验步骤及结果计算：

1 按表 A.1 水泥净浆配比称料。

表 A.1 水泥净浆配比

水泥净浆种类	对比水泥/g	锂渣粉/g	水/g
对比净浆	500	——	标准稠度用水量
试验净浆	350	150	标准稠度用水量
注：锂渣湿粉的质量应扣除含水量。			

2 按 GB/T 1346 进行对比净浆和试验净浆初凝时间的测定。

3 锂渣粉初凝时间比按式(A.1)计算，计算结果保留至整数。

$$T = \frac{I}{I_m} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：T——锂渣粉初凝时间比；

I_m ——对比净浆初凝时间，单位为分（min）；

I——试验净浆初凝时间，单位为分（min）。

附录 A 初凝时间比测试方法

附录 A 给出了初凝时间比测试方法的具体做法和步骤。

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
《混凝土质量控制标准》GB 50164
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《大体积混凝土施工规范》GB 50496
《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733
《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003
《混凝土结构通用规范》GB 55008
《水泥化学分析方法》GB/T 176
《水泥密度测定方法》GB/T 208
《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345
《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
《通用硅酸盐水泥》GB 175
《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
《混凝土外加剂》GB/T 8076
《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142
《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
《水泥取样方法》GB/T 12573
《建设用砂》GB/T 14684
《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
《预拌混凝土》GB/T 14902
《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408
《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690
《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565
《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
《混凝土用水标准》JGJ 63
《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169
《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241
《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281
《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322
《用于水泥和混凝土中的锂渣粉》YB/T 4230

中华人民共和国行业标准

锂渣粉在混凝土中应用技术规范

Technical specification for the application of lithium slag
powder in concrete

JC/T 600XX-202X

条 文 说 明

制 订 说 明

《锂渣粉在混凝土中应用技术规范》JC/TXXXX-XXXX，经工业和信息化部 XXXX 年 XX 月 XX 日以第 XX 号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组对锂渣粉的生产和应用现状进行了广泛的调查研究，总结了我国锂渣粉在混凝土中应用的实践经验，同时也参考了国内先进技术标准和规范，并通过大量的调研及验证试验，提出锂渣粉的性能、锂渣粉混凝土的性能、配合比设计、施工及质量验收要点。

为便于广大技术和管理人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《锂渣粉在混凝土中应用技术规范》编制组按照章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。