

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50448 – 2008

---

# 水泥基灌浆材料应用技术规范

Code for application technique of cementitious grout

2008 – 03 – 31 发布

2008 – 08 – 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 水泥基灌浆材料应用技术规范

Code for application technique of cementitious grout

**GB/T 50448 - 2008**

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 0 8 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2008 北 京

中华人民共和国国家标准  
**水泥基灌浆材料应用技术规范**

GB/T 50448-2008

☆

中国冶金建设协会 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168 毫米 1/32 1.875 印张 45 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—20100 册

☆

统一书号:1580177·061

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 7 号

## 关于发布国家标准 《水泥基灌浆材料应用技术规范》的公告

现批准《水泥基灌浆材料应用技术规范》为国家标准,编号为 GB/T 50448—2008,自 2008 年 8 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇八年三月三十一日

## 前 言

本规范是根据建设部建标函〔2005〕124 号文《关于印发“2005 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)”的通知》的要求,由中国冶金建设协会组织中冶集团建筑研究总院会同有关设计、施工、生产厂家组成编制组,在广泛调研、开展专题试验研究、总结工程实践经验、参考国内外标准及有关资料、广泛征求各方意见的基础上共同编制完成。

本规范的主要内容有:总则、术语、基本规定、材料、进场复验、工程设计、施工、工程验收,共 8 章和 3 个附录。

本规范由建设部负责管理,由中冶集团建筑研究总院负责具体技术内容的解释。为提高标准质量,请各单位在执行本规范过程中,注意总结经验,积累资料,随时将建议和意见反馈给中冶集团建筑研究总院(地址:北京市海淀区西土城路 33 号;邮编:100088;E-mail:bnvc@bjnvc.com),以供今后修订时参考。

**主 编 单 位:**中冶集团建筑研究总院

**参 编 单 位:**中国京冶工程技术有限公司

北京纽维逊建筑工程有限公司

中国建筑材料科学研究总院

中冶京诚工程技术有限公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中国石化工程建设公司

上海宝冶工程技术公司

中国石化洛阳石化工程公司

中国联合工程公司

北京市建筑设计研究院

北京国电华北电力工程有限公司  
煤炭工业西安设计研究院  
中国第二十二冶金建设公司中心实验室  
天津水泥工业设计研究院  
巴斯夫建材系统(中国)有限公司  
湖南省白银新材料有限公司  
黑龙江省火电第三工程公司

**主要起草人:**王 强 邹 新 郑 旗 邵正明 田 培  
王立军 薛尚铃 张立华 聂向东 郑昆白  
刘 武 鄢 磊 束伟农 郑洪有 王志杰  
高连松 Frans de Peuter(德) 王成明 李洪生

# 目 次

1	总 则	( 1 )
2	术 语	( 2 )
3	基本规定	( 3 )
4	材 料	( 4 )
4.1	水泥基灌浆材料性能	( 4 )
4.2	检 验	( 5 )
5	进场复验	( 7 )
5.1	一般规定	( 7 )
5.2	编号及取样	( 7 )
5.3	试样及留样	( 7 )
5.4	技术资料	( 8 )
6	工程设计	( 9 )
6.1	地脚螺栓锚固	( 9 )
6.2	二次灌浆	( 9 )
6.3	混凝土结构改造和加固	(10)
6.4	后张预应力混凝土结构孔道灌浆	(12)
7	施 工	(13)
7.1	施工准备	(13)
7.2	拌和	(13)
7.3	地脚螺栓锚固灌浆	(14)
7.4	二次灌浆	(14)
7.5	混凝土结构改造和加固灌浆	(15)
7.6	后张预应力混凝土结构孔道灌浆	(15)
7.7	冬期施工	(16)

7.8 高温气候环境施工 .....	(16)
7.9 常温养护 .....	(16)
7.10 冬期施工养护 .....	(17)
8 工程验收 .....	(18)
附录 A 检验方法 .....	(19)
附录 B 锚固地脚螺栓施工工艺 .....	(25)
附录 C 二次灌浆施工工艺 .....	(26)
本规范用词说明 .....	(27)
附:条文说明 .....	(29)



# 1 总 则

**1.0.1** 为使水泥基灌浆材料在工程设计、施工和使用中做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于水泥基灌浆材料应用的检验与验收,灌浆工程的设计、施工、质量控制与工程验收。

**1.0.3** 应用水泥基灌浆材料的工程除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 水泥基灌浆材料 cementitious grout

一种由水泥、集料(或不含集料)、外加剂和矿物掺合料等原材料,经工业化生产的具有合理级分的干混料。加水拌和均匀后具有可灌注的流动性、微膨胀、高的早期和后期强度、不泌水等性能。

### 2.0.2 二次灌浆 baseplate grouting

在地脚螺栓锚固灌浆完毕后,对设备或钢结构柱脚的底板底面与混凝土基础表面之间进行的填充性灌浆工艺,以满足紧密接触底板并均匀传递荷载的要求。

### 2.0.3 自重法灌浆 self-leveling grouting

水泥基灌浆材料在灌浆过程中,利用其良好的流动性,依靠自身重力自行流动满足灌浆要求的方法。

### 2.0.4 高位漏斗法灌浆 high-level funnel grouting

水泥基灌浆材料在灌浆过程中,当其自行流动不能满足灌浆要求时,利用高位漏斗提高位能差,满足灌浆要求的方法。

### 2.0.5 压力法灌浆 pressure grouting

水泥基灌浆材料在灌浆过程中,采用灌浆增压设备,满足灌浆要求的方法。

### 2.0.6 早期膨胀 early age expansion

水泥基灌浆材料在加水拌和后产生且持续至初凝的体积膨胀。

### 2.0.7 硬化后膨胀 post-hardening expansion

水泥基灌浆材料在凝结硬化过程中,伴随着膨胀性水化产物的生成而产生的体积膨胀。

### 2.0.8 复合膨胀 combination expansion

同时具有早期膨胀和硬化后膨胀。

### 3 基本规定

**3.0.1** 水泥基灌浆材料适用于地脚螺栓锚固、设备基础或钢结构柱脚底板的灌浆、混凝土结构加固改造及后张预应力混凝土结构孔道灌浆。

**3.0.2** 水泥基灌浆材料应用设计应根据强度要求、设备运行时的环境温度、灌浆层厚度、地脚螺栓表面与孔壁的净间距、施工环境温度、养护措施等因素选择材料。水泥基灌浆材料应有生产厂家提供的工作环境温度范围、施工环境温度范围及相应的性能指标。

**3.0.3** 水泥基灌浆材料拌和用水的质量应符合国家现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。水泥基灌浆材料在施工时,应按照产品要求的用水量拌和,不得通过增加用水量来提高其流动性。

**3.0.4** 水泥基灌浆材料应用过程中,应采取措施避免操作人员吸入有害粉尘和造成环境污染。

## 4 材 料

### 4.1 水泥基灌浆材料性能

4.1.1 水泥基灌浆材料主要性能应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 水泥基灌浆材料主要性能指标

类 别		I类	II类	III类	IV类	
最大集料粒径 (mm)		$\leq 4.75$			$> 4.75$ 且 $\leq 16$	
流动度 (mm)	初始值	$\geq 380$	$\geq 340$	$\geq 290$	$\geq 270 *$	$\geq 650 **$
	30min 保留值	$\geq 340$	$\geq 310$	$\geq 260$	$\geq 240 *$	$\geq 550 **$
竖向膨胀 率 (%)	3h	0.1~3.5				
	24h 与 3h 的膨胀 值之差	0.02~0.5				
抗压强度 (MPa)	1d	$\geq 20.0$				
	3d	$\geq 40.0$				
	28d	$\geq 60.0$				
对钢筋有无锈蚀作用		无				
泌水率 (%)		0				

注:1 表中性能指标均应按产品要求的最大用水量检验;

2 \* 表示坍落度数值,\*\* 表示坍落扩展度数值;

3 水泥基灌浆材料类别的选择应按本规范第 6 章中的有关规定执行;

4 快凝快硬型水泥基灌浆材料的性能指标除 30min 流动度(或坍落度和坍落扩展度)保留值、24h 与 3h 的膨胀值之差及 24h 内抗压强度值由供需双方协商确定外,其他性能指标应符合本表的规定;

5 当 IV 类水泥基灌浆材料用于混凝土结构改造和加固时,对其 3h 的竖向膨胀率指标不作要求;

6 对于用于冬期施工的水泥基灌浆材料的 30min 保留值和 24h 与 3h 的膨胀值之差不作要求。

4.1.2 用于冬期施工的水泥基灌浆材料性能除应符合表 4.1.1 规

定外,尚应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 用于冬期施工的水泥基灌浆材料性能指标

规定温度 (℃)	抗压强度比 (%)		
	R-7	R-7+28	R-7+56
-5	≥20	≥80	≥90
-10	≥12		

- 注:1 R-7表示负温养护 7d 的试件抗压强度值与标准养护 28d 的试件抗压强度值的比值。
- 2 R-7+28、R-7+56 分别表示负温养护 7d 转标准养护 28d 和负温养护 7d 转标准养护 56d 的试件抗压强度值与标准养护 28d 的试件抗压强度值的比值;
- 3 施工时最低温度可比规定温度低 5℃。

4.1.3 用于高温环境的水泥基灌浆材料性能除应符合表 4.1.1 的规定外,尚应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 用于高温环境的水泥基灌浆材料耐热性能指标

使用环境温度(℃)	抗压强度比 (%)	热震性(20 次)
200~500	≥100	1)试块表面无脱落; 2)热震后的试件浸水端抗压强度与试件标准养护 28d 的抗压强度比 (%) ≥90

4.2 检 验

- 4.2.1 流动度的检验应按附录 A.0.2 进行。
- 4.2.2 坍落度和坍落扩展度的检验应按附录 A.0.3 进行。
- 4.2.3 抗压强度的检验应按附录 A.0.4 进行。
- 4.2.4 竖向膨胀率的检验应按附录 A.0.5 进行。仲裁检验应按附录 A.0.5 规定的“方法一:架百分表法”进行。
- 4.2.5 对钢筋有无锈蚀作用的检验应按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 中附录 C 的规定进行。
- 4.2.6 泌水率的检验应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 中 5.1 节的有关规定进行。浆体装入

试样桶时不得振动或插捣。

**4.2.7** 氯离子含量的检验应按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 中第 9 章的方法进行。

**4.2.8** 用于冬期施工的水泥基灌浆材料性能检验应按附录 A.0.6 进行。

**4.2.9** 用于高温环境的水泥基灌浆材料性能检验应按附录 A.0.7 进行。

## 5 进场复验

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 水泥基灌浆材料进场时应复验,合格后方可用于施工。
- 5.1.2 复验项目应包括水泥基灌浆材料性能和净含量。
- 5.1.3 进场复验应由经国家计量认证和实验室认可的检验单位按本规范第4章规定的检验方法进行检验。
- 5.1.4 复验性能指标应符合本规范第4.1节的相关要求。
- 5.1.5 净含量应符合下列要求:
  - 1 每袋净质量应为 25kg 或 50kg,且不得少于标志质量的 99%;
  - 2 随机抽取 40 袋 25kg 包装或 20 袋 50kg 包装的产品,其总净含量不得少于 1000kg;
  - 3 其他包装形式由供需双方协商确定,但净含量应符合上述原则规定。

### 5.2 编号及取样

- 5.2.1 水泥基灌浆材料每 200t 为一个编号,不足一个编号的按一个编号计,每一编号为一个取样单位。
- 5.2.2 取样方法按现行国家标准《水泥取样方法》GB 12573 的有关规定进行。取样应有代表性,总量不得少于 30kg。
- 5.2.3 将样品混合均匀,用四分法,将每一编号取样量缩减至试验所需量的 2.5 倍。

### 5.3 试样及留样

- 5.3.1 每一编号取得的试样应充分混合均匀,分为两等份。其中

一份按本规范表 4.1.1 规定的项目进行检验,另一份应密封保存至有效期,以备有疑问时进行仲裁检验。

## 5.4 技术资料

**5.4.1** 进场的水泥基灌浆材料应具有下列技术文件:产品合格证、使用说明书、出厂检验报告。

**5.4.2** 出厂检验报告内容应包括:产品名称与型号、检验依据标准、生产日期、用水量、流动度(或坍落度和坍落扩展度)的初始值和 30min 保留值、竖向膨胀率、1d 抗压强度、检验部门印章、检验人员签字(或代号)。当用户需要时,生产厂家应在水泥基灌浆材料发出之日起 7d 内补发 3d 抗压强度值、32d 内补发 28d 抗压强度值。



## 6 工程设计

### 6.1 地脚螺栓锚固

6.1.1 地脚螺栓锚固宜根据表 6.1.1 的规定选择水泥基灌浆材料。

表 6.1.1 地脚螺栓锚固用水泥基灌浆材料的选择

螺栓表面与孔壁的净间距 (mm)	水泥基灌浆材料类别
15~50	Ⅱ类、Ⅲ类
50~100	Ⅲ类、Ⅳ类
>100	Ⅳ类

6.1.2 螺栓锚固埋设深度应满足设计要求,埋设深度不宜小于 15 倍的螺栓直径。

6.1.3 基础混凝土强度等级不宜低于 C20。

### 6.2 二次灌浆

6.2.1 二次灌浆除应满足设计强度要求外,尚宜根据灌浆层厚度按表 6.2.1 选择水泥基灌浆材料。

表 6.2.1 二次灌浆用水泥基灌浆材料的选择

灌浆层厚度 (mm)	水泥基灌浆材料类别
5~30	I类
20~100	Ⅱ类
80~200	Ⅲ类
>200	Ⅳ类

注:1 采用压力法或高位漏斗法灌浆施工时,可放宽水泥基灌浆材料的类别选择。

2 当灌浆层厚度大于 150mm 时,可平均分成两次灌浆。根据实际分层厚度按上表选择合适的水泥基灌浆材料类别。第二次灌浆宜在第一次灌浆 24h 后,灌浆前应对第一次灌浆层表面做凿毛处理。

6.2.2 设备基础混凝土强度等级不宜低于 C20。

### 6.3 混凝土结构改造和加固

6.3.1 混凝土柱采用加大截面加固法加固时(图 6.3.1),混凝土柱与模板的最小间距  $b$  不应小于 60mm,应采用第Ⅳ类水泥基灌浆材料。

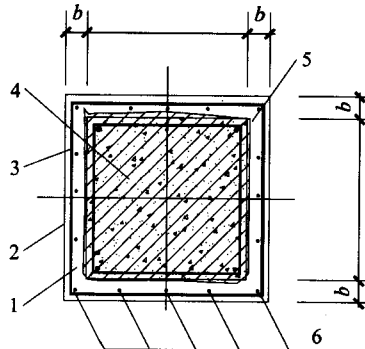


图 6.3.1 混凝土柱加大截面法灌浆加固

1—水泥基灌浆材料;2—模板;3—新增箍筋;4—原混凝土柱;  
5—原混凝土面;6—新增纵向钢筋

6.3.2 混凝土柱采用加钢板套加固(图 6.3.2),原混凝土柱表面与外钢板套的最小间距  $b$  为 10~20mm 时,宜采用第Ⅰ、Ⅱ类水泥基灌浆材料;最小间距  $b$  不小于 20mm 时,宜采用第Ⅱ、Ⅲ类水泥基灌浆材料。

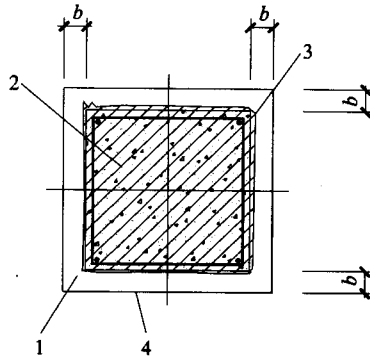


图 6.3.2 混凝土柱加钢板套法灌浆加固

1—水泥基灌浆材料;2—原混凝土柱;3—原混凝土面;4—钢板套

6.3.3 混凝土柱采用干式外包钢加固法加固(图 6.3.3),角钢与模板的最小间距  $b_1$  不小于 30mm、角钢与原混凝土柱的最小间距  $b_2$  不小于 20mm 时,应采用第Ⅳ类水泥基灌浆材料。

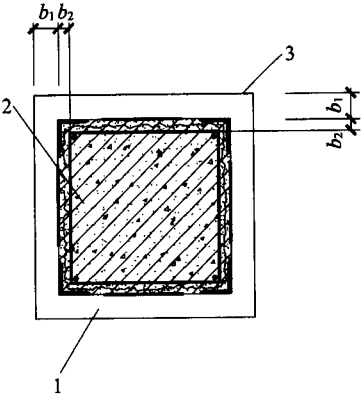
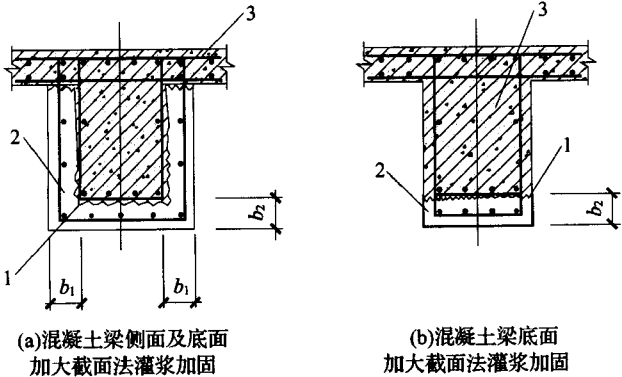


图 6.3.3 混凝土柱外包钢法灌浆加固

1—水泥基灌浆材料;2—原混凝土柱;3—外包角钢

6.3.4 混凝土梁采用加大截面法加固(图 6.3.4),梁侧表面与模板之间的最小间距  $b_1$  不小于 60mm 或梁的底面与模板之间的最小间距  $b_2$  不小于 80mm 时,应采用第Ⅳ类水泥基灌浆材料。



(a)混凝土梁侧面及底面  
加大截面法灌浆加固

(b)混凝土梁底面  
加大截面法灌浆加固

图 6.3.4 混凝土梁加大截面法灌浆加固

1—原混凝土面;2—水泥基灌浆材料;3—原梁截面

**6.3.5** 楼板采用叠合层法增加板厚加固(图 6.3.5),当楼板上层加固增加的板厚  $b_1$  不小于 40mm 或楼板下层加固增加的板厚  $b_2$  不小于 80mm 时,应采用第Ⅳ类水泥基灌浆材料。

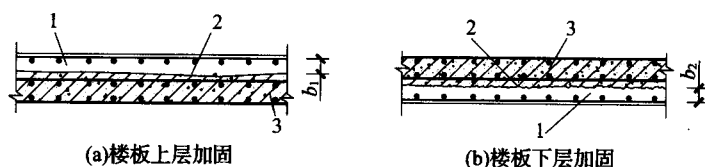


图 6.3.5 混凝土板叠合层法增加板厚灌浆加固

1—水泥基灌浆材料;2—原混凝土面;3—原混凝土楼板

**6.3.6** 混凝土结构施工中出现蜂窝、孔洞、柱子烂根的修补,灌浆层厚度不小于 50mm 时,应采用第Ⅳ类水泥基灌浆材料。

## 6.4 后张预应力混凝土结构孔道灌浆

**6.4.1** 后张预应力混凝土结构孔道灌浆应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 环境类别分类,按表 6.4.1 的规定选择水泥基灌浆材料。

表 6.4.1 后张预应力混凝土结构孔道用水泥基灌浆材料的选择

环境类别	一、二	三	四、五
灌浆材料	可采用第Ⅰ类水泥基灌浆材料	宜采用第Ⅰ类水泥基灌浆材料	应采用第Ⅰ类水泥基灌浆材料

**6.4.2** 水泥基灌浆材料性能要求:

- 1 氯离子含量不应超过水泥基灌浆材料总量的 0.06%;
- 2 当有特殊性能要求时,尚应符合相关标准或设计要求。

## 7 施 工

### 7.1 施 工 准 备

7.1.1 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。灌浆前应有施工组织设计或施工技术方案,并经审查批准。

7.1.2 灌浆施工前应准备搅拌机具、灌浆设备、模板及养护物品。

7.1.3 模板支护除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 中的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 二次灌浆时,模板与设备底座四周的水平距离宜控制在100mm左右;模板顶部标高应不低于设备底座上表面50mm(图7.1.3);

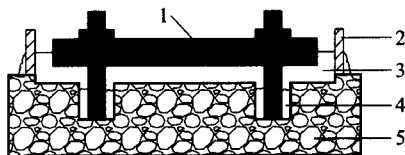


图 7.1.3 模板支护示意图

1—设备底座;2—模板;3—二次灌浆层;

4—地脚螺栓孔灌浆层;5—设备基础

2 混凝土结构改造加固时,模板支护应留有足够的灌浆孔及排气孔,灌浆孔的孔径不小于50mm,间距不超过1000mm,灌浆孔与排气孔应高于孔洞最高点50mm。

### 7.2 拌 和

7.2.1 水泥基灌浆材料拌和时,应按照产品要求的用水量加水。

7.2.2 水泥基灌浆材料宜采用机械拌和。拌和时宜先加入 2/3 的水拌和约 3min, 然后加入剩余水量拌和直至均匀。若生产厂家对产品有具体拌和要求, 应按其要求进行拌和。

7.2.3 拌和地点宜靠近灌浆地点。

### 7.3 地脚螺栓锚固灌浆

7.3.1 锚固地脚螺栓施工工艺应符合附录 B 的要求。

7.3.2 地脚螺栓成孔时, 螺栓孔的水平偏差不得大于 5mm, 垂直度偏差不得大于 5°。螺栓孔壁应粗糙, 应将孔内清理干净, 不得有浮灰、油污等杂质, 灌浆前用水浸泡 8~12h, 清除孔内积水。当环境温度低于 5℃时应采取措施预热, 温度保持在 10℃以上。

7.3.3 灌浆前应清除地脚螺栓表面的油污和铁锈。

7.3.4 将拌和好的水泥基灌浆材料灌入螺栓孔内时, 可根据需要调整螺栓的位置。灌浆过程中严禁振捣, 可适当插捣, 灌浆结束后不得再次调整螺栓。

7.3.5 孔内灌浆层上表面宜低于基础混凝土表面 50mm 左右。

### 7.4 二次灌浆

7.4.1 二次灌浆应根据工程实际情况, 选用合适的灌浆方法。工艺流程应符合附录 C 的要求。

7.4.2 灌浆前, 应将与灌浆材料接触的设备底板和混凝土基础表面清理干净, 不得有松动的碎石、浮浆、浮灰、油污、蜡质等。灌浆前 24h, 基础混凝土表面应充分润湿, 灌浆前 1h, 清除积水。

7.4.3 二次灌浆时, 应从一侧进行灌浆, 直到从另一侧溢出为止, 不得从相对两侧同时进行灌浆。灌浆开始后, 必须连续进行, 并尽可能缩短灌浆时间。

7.4.4 轨道基础或灌浆距离较长时, 视实际工程情况可分段施工。

7.4.5 在灌浆过程中严禁振捣, 必要时可采用灌浆助推器(图

7.4.5)沿浆体流动方向的底部推动灌浆材料,严禁从灌浆层的中、上部推动。



图 7.4.5 灌浆助推器

7.4.6 设备基础灌浆完毕后,宜在灌浆后 3~6h 沿底板边缘向外切 45°斜角(图 7.4.6)。

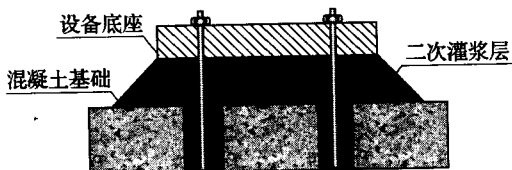


图 7.4.6 切边后示意图

## 7.5 混凝土结构改造和加固灌浆

7.5.1 水泥基灌浆材料接触的混凝土表面应充分凿毛。

7.5.2 混凝土结构缺陷修补,应剔除酥松的混凝土并使其露出钢筋,将修补区域边缘切成垂直形状,深度不小于 20mm。

7.5.3 灌浆前应清除所有的碎石、粉尘或其他杂物,并湿润基层混凝土表面。

7.5.4 将拌和均匀的灌浆材料灌入模板中并适当敲击模板。

7.5.5 灌浆层厚度大于 150mm 时,应采取相关措施,防止产生温度裂缝。

## 7.6 后张预应力混凝土结构孔道灌浆

7.6.1 后张预应力混凝土结构孔道灌浆方法应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 环境类别分类,符合表 7.6.1

的规定。

表 7.6.1 灌浆工艺的选择

环境类别	一、二	三	四、五
灌浆工艺	可采用压力法灌浆 或真空压浆法灌浆	宜采用压力法灌浆 或真空压浆法灌浆	应采用真空 压浆法灌浆

7.6.2 正式灌浆前宜选择有代表性的孔道进行灌浆试验。

7.6.3 灌浆工艺应符合国家现行有关标准的要求；灌浆过程中，不得在水泥基灌浆材料中掺入其他外加剂、掺和料。

## 7.7 冬期施工

7.7.1 日平均温度低于  $5^{\circ}\text{C}$  时应按冬期施工并符合下列要求：

1 灌浆前应采取措施预热基础表面，使其温度保持在  $10^{\circ}\text{C}$  以上，并清除积水；

2 应采用不超过  $65^{\circ}\text{C}$  的温水拌和水泥基灌浆材料，浆体的入模温度在  $10^{\circ}\text{C}$  以上；

3 受冻前，水泥基灌浆材料的抗压强度不得低于  $5\text{MPa}$ 。

## 7.8 高温气候环境施工

7.8.1 灌浆部位温度大于  $35^{\circ}\text{C}$ ，应按高温气候环境施工并符合下列要求：

1 灌浆前 24h 采取措施，防止灌浆部位受到阳光直射或其他热辐射；

2 采取适当降温措施，与水泥基灌浆材料接触的混凝土基础和设备底板的温度不应大于  $35^{\circ}\text{C}$ ；

3 浆体的入模温度不应大于  $30^{\circ}\text{C}$ ；

4 灌浆后应及时采取保湿养护措施。

## 7.9 常温养护

7.9.1 灌浆时，日平均温度不应低于  $5^{\circ}\text{C}$ ，灌浆完毕后裸露部分



应及时喷洒养护剂或覆盖塑料薄膜,加盖湿草袋保持湿润。采用塑料薄膜覆盖时,水泥基灌浆材料的裸露表面应覆盖严密,保持塑料薄膜内有凝结水。灌浆料表面不便浇水时,可喷洒养护剂。

**7.9.2** 应保持灌浆材料处于湿润状态,养护时间不得少于 7d。

**7.9.3** 当采用快凝快硬型水泥基灌浆材料时,养护措施应根据产品要求的方法执行。

## **7.10 冬期施工养护**

**7.10.1** 冬期施工,工程对强度增长无特殊要求时,灌浆完毕后裸露部分应及时覆盖塑料薄膜并加盖保温材料。起始养护温度不应低于 5℃。在负温条件养护时不得浇水。

**7.10.2** 拆模后水泥基灌浆材料表面温度与环境温度之差大于 20℃时,应采用保温材料覆盖养护。

**7.10.3** 如环境温度低于水泥基灌浆材料要求的最低施工温度或需要加快强度增长时,可采用人工加热养护方式;养护措施应符合国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 的有关规定。

## 8 工程验收

**8.0.1** 工程验收除应符合设计要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 灌浆施工时,以每 50t 为一个留样编号,不足 50t 时按一个编号计。

2 以标准养护条件下的抗压强度留样试块的测试数据作为验收数据;同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

3 留样试件尺寸及试验方法应按附录 A 的相关规定执行。

**8.0.2** 工程质量验收文件应包括水泥基灌浆材料的产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告、施工检验报告、施工技术方案与施工记录等文件。

## 附录 A 检验方法

A.0.1 实验室的温度、湿度应符合下列规定：

- 1 温度应为  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于 50%。
- 2 养护室的温度应为  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于 90%；养护水的温度应为  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 成型时，水泥基灌浆材料和拌和水的温度应与实验室的温度一致。

A.0.2 流动度检验应符合下列规定：

1 采用行星式水泥胶砂搅拌机搅拌，预先用潮湿的布擦拭搅拌锅和搅拌叶。

2 首先将 1800g 水泥基灌浆材料倒入搅拌锅中，开机搅拌，在 10s 内加入计量好的拌和用水，按水泥胶砂搅拌机的固定程序搅拌 240s 结束；若生产厂家对产品有具体搅拌要求，应按其要求进行搅拌。

3 预先用潮湿的布擦拭玻璃板和截锥圆模内壁，并将截锥圆模放置在玻璃板中心，然后将搅拌好的灌浆材料迅速倒满截锥圆模内，浆体与截锥圆模上口平齐。截锥圆模应符合现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419 的规定，尺寸为下口内径  $100\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，上口内径  $70\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，高  $60\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ；玻璃板尺寸不小于  $500\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，并放置在水平试验台上。

4 徐徐提起截锥圆模，灌浆材料在无扰动条件下自由流动直至停止，用卡尺测量底面最大扩散直径及与其垂直方向的直径，计算平均值，作为流动度初始值，测试结果精确到 1mm，取整后用 mm 表示并记录数据。

5 流动度初始值检验，从搅拌开始计时到测量结束，应在

6min 内完成。

6 流动度初始值测量完毕后,迅速将玻璃板上的灌浆材料装入搅拌锅内,并用潮湿的布封盖搅拌锅,防止水分蒸发。

7 流动度初始值测量完毕后 30min,重新将搅拌锅内灌浆材料按搅拌机的固定程序搅拌 240s,然后重新按本条第 3、4 款测量流动度值,作为流动度 30min 保留值,并记录数据。

#### A.0.3 坍落度和坍落扩展度检验应符合下列规定:

1 采用强制式混凝土搅拌机拌和,预先用水润湿,不得有明水。

2 首先将 20kg 水泥基灌浆材料倒入搅拌机内,开机后 10s 内加入计量好的拌和用水,并搅拌 180s;当生产厂家对产品有具体搅拌要求时,应按其要求进行搅拌。

3 将混凝土坍落度筒及底板用水润湿,但不得有明水,底板应平直,尺寸不小于 800mm×800mm;把坍落度筒放在底板中心,然后用脚踩住两边的脚踏板,坍落度筒在装料时应保持在固定的位置。

4 将搅拌好的水泥基灌浆材料一次性装满坍落度筒,不需插捣,用抹刀刮平。清除筒边底板上的灌浆材料,垂直平稳地提起坍落度筒,提离过程应在 5~10s 内完成,从开始装料到提坍落度筒的整个过程应在 60s 内完成。

5 用直尺测量灌浆料扩展后的坍落度和垂直方向上的扩展直径,计算两个所测直径的平均值,即为坍落扩展度初始值,测试结果精确到 1mm,取整后用 mm 表示并记录数据。

6 坍落度和坍落扩展度初始值检验,从搅拌开始计时到测量结束,应在 5min 内完成。

7 坍落度和坍落扩展度初始值测量完毕后,迅速将底板上的灌浆材料装入搅拌机内,并用潮湿的布封盖搅拌机入料口,防止水分蒸发。

8 坍落度和坍落扩展度初始值测量完毕后 30min,重新将搅

拌机内灌浆材料搅拌 180s,按本条第 3、4、5 条款测量坍落度和坍落扩展度,作为坍落度和坍落扩展度 30min 保留值并记录数据。

**A.0.4 抗压强度检验应符合下列规定:**

1 水泥基灌浆材料的最大集料粒径不大于 4.75mm 时,抗压强度标准试件应采用尺寸为 40mm×40mm×160mm 的棱柱体,抗压强度的检验应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671 中的有关规定执行。应采取非震动成型,按第 A.0.2 条搅拌水泥基灌浆材料,将拌和好的浆体直接灌入试模,浆体与试模的上边缘平齐。从搅拌开始计时到成型结束,应在 6min 内完成。

2 水泥基灌浆材料的最大集料粒径大于 4.75mm 且不大于 16mm 时,抗压强度采用尺寸 100mm×100mm×100mm 的立方体,抗压强度检验应依据现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中的有关规定执行。按第 A.0.3 条搅拌水泥基灌浆材料,将拌和好的浆体直接灌入试模,适当手工振动,浆体与试模的上边缘平齐。边长为 100mm 立方体抗压强度  $f_{cu,10}$  应乘以表 A.0.4 的换算系数,作为标准抗压强度  $f_{cu,k}$ 。

**表 A.0.4 边长为 100mm 立方体抗压强度  $f_{cu,10}$  与边长为 150mm 立方体抗压强度  $f_{cu,k}$  的折算系数**

边长为 100mm 立方体 强度 $f_{cu,10}$ (MPa)	折算系数	边长为 100mm 立方体 强度 $f_{cu,10}$ (MPa)	折算系数
≤55	0.95	76~85	0.92
56~65	0.94	86~95	0.91
66~75	0.93	>96	0.90

**A.0.5 竖向膨胀率检验应符合下列规定:**

可以采用下述方法中的一种。

方法一:架百分表法

1 仪器设备应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 中附录 C 的有关规定。

## 2 试验步骤:

- 1) 根据最大骨料的尺寸,按本规范第 A.0.2 条或第 A.0.3 条拌和水泥基灌浆材料。
- 2) 将玻璃板平放在试模中间位置,并轻轻压住玻璃板。拌和料一次性从一侧倒满试模,至另一侧溢出并高于试模边缘约 2mm。对于 IV 类灌浆料,成型过程中可轻微插捣。
- 3) 用湿棉丝覆盖玻璃板两侧的浆体。
- 4) 把百分表测量头垂直放在玻璃板中央,并安装牢固。在 30s 内读取百分表初始读数  $h_0$ ;成型过程应在搅拌结束后 3min 内完成。
- 5) 自加水拌和时起分别于 3h 和 24h 读取百分表的读数  $h_t$ 。整个测量过程中应保持棉丝湿润,装置不得受震动。成型养护温度均为  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

3 按现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 中附录 C.0.5 计算竖向膨胀率。

### 方法二:非接触式测量法

#### 1 仪器设备:

- 1) 激光发射接收系统及数据采集系统。
- 2) 边长为 100mm 立方体混凝土用试模,拼装缝应紧密,不得漏水。或有效高度为 100mm,上口直径 100mm 的刚性圆锥形试模。

注:要求系统最小测量精度不大于 0.01mm,量程不小于 4mm,并有计量合格证明。

#### 2 试验步骤:

- 1) 根据最大骨料的尺寸,按第 A.0.2 条或第 A.0.3 条拌和水泥基灌浆材料。
- 2) 将拌和料一次性倒满试模,浆体与试模上沿平齐。在浆体表面中间位置放置一个激光反射薄片。

3)将试模放置在激光测量探头的正下方,按照仪器的使用要求操作。

4)应在拌和后 5min 内完成上述操作,并开始测量,记录 3h 和 24h 的读数。当有特殊要求时,按要求的时间读取读数。

5)测量过程中应采取适当的保湿措施,避免浆体水分蒸发。

6)在测量过程中,不得振动、接触或移动试体和测试仪器。

### 3 竖向膨胀率按下式计算:

$$^{\circ}H = (I/H) \times 100\% \quad (\text{A.0.5})$$

式中  $^{\circ}H$ ——竖向膨胀率(%),精确至 0.01;

$I$ ——激光反射薄片位移读数(mm),如果浆体发生收缩,记为负(-);

$H$ ——试件的初始高度(100mm)。

**A.0.6** 用于冬期施工的水泥基灌浆材料检验应按国家现行标准《混凝土防冻剂》JC 475 中的有关养护制度执行,修改部分如下:

1 成型方法按本规范第 A.0.4 条的有关规定进行;

2 抗压强度比按下列公式计算:

$$R_{-7} = (f_{-7}/f_{28}) \times 100\% \quad (\text{A.0.6-1})$$

$$R_{-7+28} = (f_{-7+28}/f_{28}) \times 100\% \quad (\text{A.0.6-2})$$

$$R_{-7+56} = (f_{-7+56}/f_{28}) \times 100\% \quad (\text{A.0.6-3})$$

式中  $f_{28}$ ——标准养护条件养护 28d 受检水泥基灌浆材料抗压强度(MPa);

$f_{-7}$ ——负温养护 7d 受检水泥基灌浆材料抗压强度(MPa);

$f_{-7+28}$ ——负温养护 7d 转标准养护 28d 受检水泥基灌浆材料抗压强度(MPa);

$f_{-7+56}$ ——负温养护 7d 转标准养护 56d 受检水泥基灌浆材料抗压强度(MPa)。

**A.0.7** 用于高温环境下的水泥基灌浆材料检验应符合下列规定:

1 抗压强度比的试验步骤如下:

- 1) 按第 A.0.4 条制备试件。
- 2) 试件成型后 24h 脱模, 放置标准养护室养护至 28d。
- 3) 试件在电热干燥箱中, 于  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  下干燥 24h。
- 4) 试件按国家现行标准《致密耐火浇注料 线变化率试验方法》YB/T 5203 第 6.3 条进行加热, 并在加热至受检规定温度时保温 3h, 其受检规定温度按产品耐热性能指标确定。

5) 抗压强度比按下式计算:

$$R_t = f_t / f_{28} \times 100\% \quad (\text{A.0.7})$$

式中  $R_t$ ——抗压强度比(%);

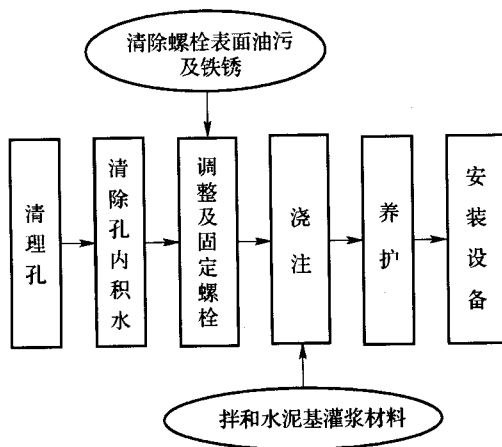
$f_t$ ——焙烧至受检规定温度的水泥基灌浆材料抗压强度(MPa)。

2 按本条款的要求制备试件、养护与烘干。热震性试验步骤如下:

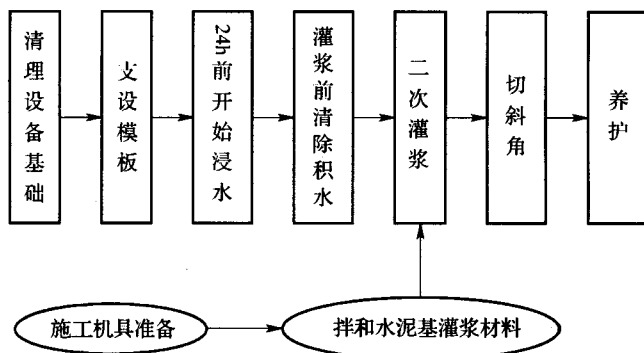
- 1) 将高温炉升温至规定温度, 并保持恒温 15min。
- 2) 将试块迅速放入高温炉, 距离发热体表面不少于 30mm; 保持 10min。
- 3) 迅速取出试块, 沿端部将试块的一半垂直浸入  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  的水中 3min。
- 4) 从水中取出试块, 在空气中晾置 5min。
- 5) 按 2) 的步骤重复 20 次。每次应调节水温, 并用试块同一端部浸入水中。
- 6) 测定试块浸水端的抗压强度。



## 附录 B 锚固地脚螺栓施工工艺



## 附录 C 二次灌浆施工工艺



## 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,非这样做不可的用词:

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用词:

正面词采用“应”;反面词采用“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用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

# 水泥基灌浆材料应用技术规范

**GB/T 50448 - 2008**

条文说明

## 目 次

1	总 则 .....	(33)
2	术 语 .....	(34)
3	基本规定 .....	(36)
4	材 料 .....	(37)
4.1	水泥基灌浆材料性能 .....	(37)
4.2	检验 .....	(41)
5	进场复验 .....	(43)
5.1	一般规定 .....	(43)
5.2	编号及取样 .....	(43)
5.4	技术资料 .....	(43)
6	工程设计 .....	(44)
6.1	地脚螺栓锚固 .....	(44)
6.2	二次灌浆 .....	(45)
6.3	混凝土结构改造和加固 .....	(45)
6.4	后张预应力混凝土结构孔道灌浆 .....	(45)
7	施 工 .....	(47)
7.1	施工准备 .....	(47)
7.2	拌和 .....	(47)
7.3	地脚螺栓锚固灌浆 .....	(47)
7.4	二次灌浆 .....	(48)
7.5	混凝土结构改造和加固灌浆 .....	(48)
7.6	后张预应力混凝土结构孔道灌浆 .....	(49)
7.7	冬期施工 .....	(49)
7.8	高温气候环境施工 .....	(50)
7.10	冬期施工养护 .....	(50)
8	工程验收 .....	(51)

# 1 总 则

**1.0.1** 我国自改革开放以来,冶金、石化和电力系统等从国外引进了轧钢、连铸、大型压缩机和大型发电机等大型、特大型设备。为了提高此类设备的安装精度,加快安装速度和延长设备使用寿命,水泥基灌浆材料得到广泛应用并得以迅速的发展。自 20 世纪 90 年代初,我国自主研发生产的水泥基灌浆材料在众多大中型企业的设备安装、建筑结构加固改造工程中得到广泛应用。该材料在国内已有近 20 年的工程应用历史。1997 年国家科委将水泥基灌浆材料列为国家科技成果重点推广项目。

目前国内从事水泥基灌浆材料的生产企业达二百余家,年产量 30~50 万 t。为规范产品质量、正确选型和指导施工,达到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量,特制定本规范。

**1.0.3** 应用水泥基灌浆材料的工程尚应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《建筑工程预应力施工规程》CECS 180 等国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1** 水泥基灌浆材料绝大部分用于设备安装灌浆,起到固定地脚螺栓和传递设备荷载的作用,灌浆层与设备底板的实际接触面积非常重要。试验和工程中均发现,有的水泥基灌浆材料与底板的实际接触面积不大,没有很好地起到传递荷载的作用,不利于工程质量。

对于水泥基灌浆材料,有效承载面(effective bearing area)是一个很重要的概念。所谓有效承载面是指设备或钢结构柱脚底板下面灌浆材料实际接触底板并可传递受压荷载的面积与设备或钢结构柱脚的底板总面积之比,以百分数表示。美国标准 ASTM C1339—2002《耐化学腐蚀聚合物机械灌浆料流动性和承载面积的标准试验方法》(《Standard test method for flowability and bearing area of chemical-resistant polymer machinery grouts》)给出了耐化学腐蚀聚合物灌浆料的流动性和承载面积的试验方法。目前还没有精确测定表面气泡孔穴面积的方法,无法给出相应的技术指标,因此尚不能作为一项标准指标。生产、施工单位可以模拟工程情况,进行模拟试验,以改善产品的灌浆效果,或者选择有效承载面更高的产品用于施工。

**2.0.6~2.0.8** 根据美国标准 ASTM C 1107—2002《干包装水硬水泥砂浆(非收缩的)标准规范》(《Standard specification for packaged dry, hydraulic-cement grout (nonshrink)》),水泥基灌浆材料的体积变化分为硬化前体积控制、硬化后体积控制和复合体积控制三种类别。参照该分类方法,结合国内的测定方法和对不同类别产品的试验结果,本规范规定以水泥基灌浆材料加水拌和后 3h

的竖向膨胀值为早期膨胀指标,此时浆体处于塑性。随着水化的进行,逐步生成膨胀性水化产物,导致体积膨胀,定义为硬化后膨胀,而同时具有早期膨胀和硬化后膨胀,称为复合膨胀。



### 3 基本规定

**3.0.2** 由于工程情况各不相同,对灌浆材料的要求也不尽一样,因此必须根据工程具体条件,如施工条件、使用温度、灌浆层厚度、设计强度等级等,选择合适的灌浆材料。生产厂家除提供所必要的水泥基灌浆材料的性能外,应提供材料的使用温度、施工温度范围,供使用单位参考。

**3.0.3** 在施工时,需按照产品说明书规定的用水量拌和。增加用水量虽能提高流动性,但可能造成强度降低、沉降离析、表面气泡增多等问题,对材料的使用性能有不利影响。

## 4 材 料

### 4.1 水泥基灌浆材料性能

4.1.1 水泥基灌浆材料最重要的三项性能指标是流动度、竖向膨胀率和抗压强度。

1 流动度。本规范按流动度对材料进行分类,以突出该指标的重要性,也便于设计选型。

水泥基灌浆材料区别于其他水泥基材料的典型特征之一是该类材料具有好的流动性,依靠自身重力的作用,能够流进所要灌注的空隙,不需振捣能够密实填充。对于大型设备灌浆,或狭窄间隙灌浆,对流动性的要求更高。因此流动度的大小是该类材料是否具有可使用性的前提,顺利灌浆也是施工操作的第一步。假如流动性不够,灌浆施工时极易出现图 1 所示的情况,浆体不能顺利流满所要填充的空间,如果从另一侧进行补灌,显然会形成窝气,带来工程隐患。



图 1 流动度不够灌浆易出现的情况

水泥基灌浆材料施工时只需加水拌和均匀即可灌注。加大拌和用水量对增加流动性有利,而对强度、竖向膨胀和泌水率等均会产生不利影响。如果产品对拌和用水量非常敏感,水料比增加1%,就会出现表面大量返泡,甚至泌水离析的情况,有效承载面很低,甚至失去承载作用,施工留样强度远低于材料检验强度。为避免出现上述现象,本规范规定按产品要求的最大用水量,或者说产品能够达到的最大流动度为检验前提;如果施工时不需要大的流动度,可以降低拌和用水量,这样不会对工程造成不良后果。ASTM C 1107—2002 也要求按最大用水量检验材料的性能。

工程经验表明,水泥基灌浆材料须具有较好的流动性保持能力,确保拌和料经过一定时间后仍具有一定的流动度,以便顺利灌注。结合国内外施工说明,本规范规定 30min 流动度保留值。

对于Ⅳ类水泥基灌浆材料,参照现行国家标准《普通混凝土拌和物性能试验方法标准》GB/T 50080 和对自密实混凝土(砂浆)的相关性能要求,同时采用坍落度和坍落扩展度表征流动性,以避免坍落扩展度与坍落度所表征的流动性能不一致的情况。

2 竖向膨胀率。水泥基灌浆材料的另一个重要特性是该类材料具有膨胀性,以能够密实填充所灌注的空间,增大有效承载面,起到有效承载的作用。

采用国内工程中应用的产品,按照附录 A.0.5 方法一,测得复合型膨胀(图 2)、塑性膨胀(图 3)、硬化后膨胀(图 4)24h 内水泥基灌浆材料膨胀-时间关系曲线;按照方法二,测得某水泥基灌浆材料 24h 内膨胀-时间关系曲线如图 5。对于具有早期膨胀的水泥基灌浆材料,拌和成型后 10min 就能够显著观测到膨胀,且一直持续到 2~3h,在 3h 内完成。复合型膨胀的竖向膨胀率在 3h 后仍有显著增长。硬化后膨胀类型,成型初期浆体存在收缩,4h 后开始膨胀。

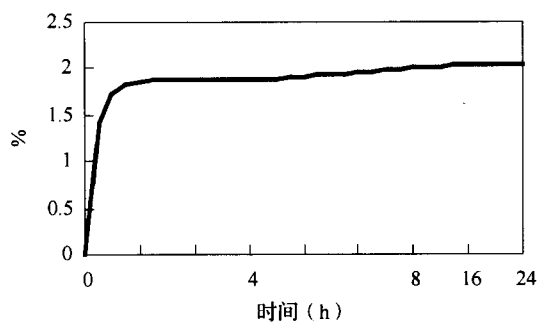


图 2 复合型膨胀曲线

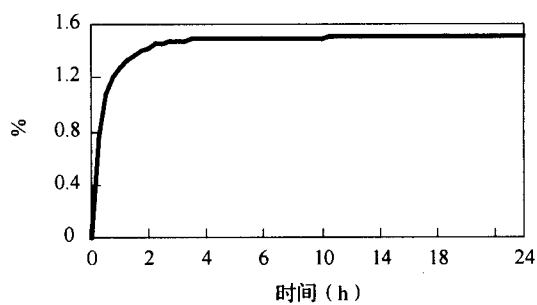


图 3 塑性膨胀曲线

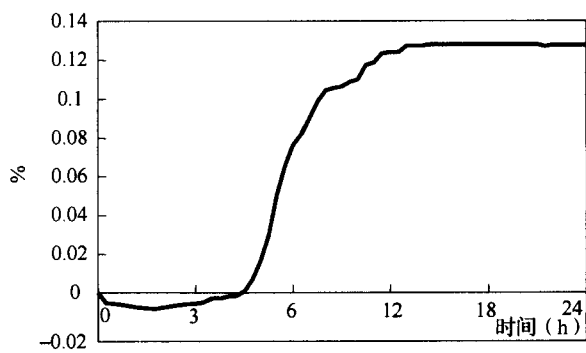


图 4 硬化后膨胀曲线

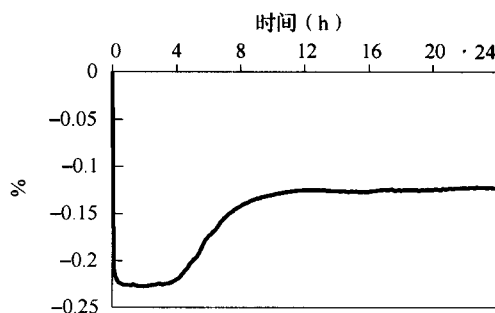


图 5 某水泥基灌浆材料膨胀曲线

水泥基灌浆材料拌和后具有很大流动度,如果前期没有膨胀,必然存在收缩,包括塑性收缩和沉降收缩,即使后期的膨胀能够补偿前期的收缩(图 4),这种早期浆体的收缩对于灌浆的密实性有负面影响,容易引入空气,降低有效承载面;如果后期的膨胀不能补偿前期的收缩(图 5),将直接导致空鼓,灌浆层丧失承载功能。可见早期膨胀是一项重要特性,对克服塑性收缩,使得灌浆层更加密实,增大有效承载面,确保灌浆质量有重要意义。在硬化过程中,仍需要适当的膨胀(图 2),以进一步密实填充,并且在硬化的水泥基灌浆材料中产生一定的膨胀应力,有利于补偿后期的收缩。

试验表明,24h 后竖向膨胀率指标基本达到最大值。

美国标准 ASTM C 1107—2002 对于水泥基灌浆材料的体积变化控制指标见表 1。

表 1 ASTM C1107-2002 标准的体积变化控制指标

膨胀分类	塑性膨胀 (%)	硬化后膨胀 (%)	复合型膨胀 (%)	测定方法
指标	0~+4.0	不要求	0~+4.0	ASTM C827
	不要求	0~+0.3	0~+0.3	ASTM C 1090

考虑到检验方法的差异,结合实际情况,本规范规定以加水拌和后 3h 的竖向膨胀为早期膨胀,3h 到 24h 之间的膨胀为硬化后膨胀,依据试验结果,规定了竖向膨胀率指标。

3 其他性能指标。在对比试验的基础上,本规范规定表

#### 4.1.1的抗压强度指标。

对于设备灌浆及混凝土补强加固,均要求无泌水。对比试验证实,如果材料存在泌水,则接触面会出现大量气泡孔穴,或表面水泥浆富集,有效承载面很低,承载能力降低,因此规定泌水率为零。

无论是设备灌浆,或用于混凝土补强加固,灌浆材料都与钢铁材料接触,因此本规范要求对钢筋无锈蚀。

对于快凝快硬型水泥基灌浆材料,由于早期强度高,甚至2h的抗压强度能达到20MPa,其流动性损失必然大,3h后竖向膨胀率基本恒定;另外,用于冬期施工的水泥基灌浆材料,在负温养护时抗压强度能够快速增长,常温条件测定其流动性损失必然大,抗压强度可能快速增长,3h后竖向膨胀率可能基本恒定,因此本规范对上述两类水泥基灌浆材料的流动度(或坍落度和坍落扩展度)的保留值、24h与3h的竖向膨胀率之差不作规定。

**4.1.2** 本条参照国家现行标准《混凝土防冻剂》JC 475—2004,在试验基础上确定用于冬期施工的水泥基灌浆材料检验项目及指标。

**4.1.3** 当应用于冶金、水泥等行业,水泥基灌浆材料要承受高温环境。参照耐火材料试验方法《致密耐火浇注料 常温抗折强度和抗压强度试验方法》YB/T 5201—93 和《耐火浇注料抗热震性试验方法(水急冷法)》YB/T 2206.2,结合水泥基灌浆材料的具体情况,经试验确定此项目及指标。

试验表明,普通的水泥基灌浆材料,高温烧后抗压强度可能提高。但热震性试验,表面较快出现裂纹、脱落,浸水端抗压强度显著降低,而能够用于高温环境下的特殊水泥基灌浆材料,应烧后强度高,耐热震性好。因此,本规范规定此两项指标作为控制指标。

## 4.2 检 验

**4.2.3** 对于集料粒径不大于4.75mm的水泥基灌浆材料,依据

国家现行标准《水泥基灌浆材料》JC/T 986, 抗压强度试件采用  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$  的棱柱体, 本规范也采用此尺寸试件作为标准试件; 当此材料用于结构修补加固时, 依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204, 应以边长为  $150\text{mm}$  的立方体作为抗压强度标准试件。水泥基灌浆材料的最大集料粒径大于  $4.75\text{mm}$  且不大于  $16\text{mm}$  时, 抗压强度采用尺寸  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$  的立方体试件, 且按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 进行试验。边长为  $100\text{mm}$  的立方体试件与边长为  $150\text{mm}$  的立方体标准试件的强度关系, 采用国家现行标准《高强混凝土结构技术规程》CECS 104 : 99 提出的抗压强度折算系数。

## 5 进场复验

### 5.1 一般规定

**5.1.1~5.1.5** 水泥基灌浆材料的质量对于工程质量乃至设备或结构的正常运行,有着直接的重要影响。使用前应对进场的材料进行复验,其中材料性能应委托给经国家计量认证和实验室认可的检验单位检验。

### 5.2 编号及取样

**5.2.2~5.2.3** 在进行检验前,应根据检验项目,计算所需材料的量。每灌注 1L 的体积,需要水泥基灌浆材料质量约为:Ⅰ类 1.9 kg,Ⅱ~Ⅳ类 2.3kg。

### 5.4 技术资料

**5.4.2** 出厂检验报告项目应包括流动度(或坍落度)的初始值和 30min 保留值、竖向膨胀率、1d 抗压强度。这 3 个项目是水泥基灌浆材料的基本性能,也反映了材料是否具有使用性能。



## 6 工程设计

### 6.1 地脚螺栓锚固

6.1.1 工程经验表明,对于螺栓表面与孔壁的净间距为 15~50mm 的地脚螺栓孔,根据深度的不同,可以采用 II 类、III 类水泥基灌浆材料;50~100mm 的地脚螺栓孔,则可以采用 III 类、IV 类水泥基灌浆材料;螺栓表面与孔壁的净间距大于 100mm,此种情况对水平流动性要求低,宜选择使用 IV 类水泥基灌浆材料。

地脚螺栓的常见形式见图 6,其中又以弯钩、直钩、折弯钩和锚板类较为常见。锚固端异形或增加锚固件是为了增加地脚螺栓的锚固力和缩短地脚螺栓的锚固长度。

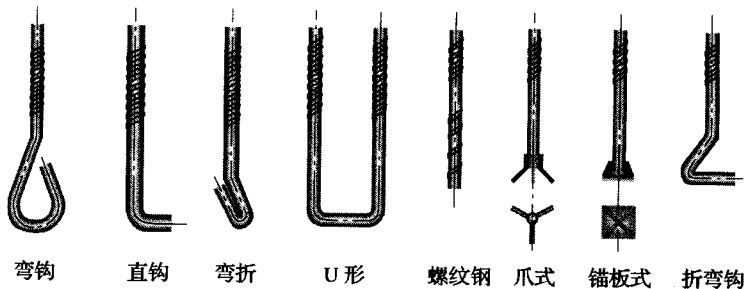


图 6 地脚螺栓常用形式

6.1.2 本规范仅给出埋设深度的下限,即便对无受力要求的地脚螺栓,从结构构造上其埋设深度也不宜小于 15 倍螺栓直径。具体应根据设计要求。

## 6.2 二次灌浆

**6.2.1** 在设备基础二次灌浆时,从便于灌浆施工、灌浆质量控制的要求,以自重法灌浆工艺为条件,以二次灌浆层的厚度为主要参数,对水泥基灌浆材料类别的选择作出规定。

## 6.3 混凝土结构改造和加固

**6.3.1~6.3.3** 对混凝土柱采用外包混凝土、角钢等方法增大柱截面时,根据增大截面的厚度,即灌浆层的厚度的大小及新增截面防裂要求等因素,对水泥基灌浆材料的选择作了相应的规定。一般宜用Ⅳ类水泥基灌浆材料,既便于施工又便于防裂。

**6.3.4** 对混凝土梁采用加大截面法补强加固时,无论是梁底增厚或梁侧梁底同时增厚(即梁三面同时增大截面的情况),根据相关的规程、规范的构造要求,增厚截面防裂要求,施工可实施性和以往的工程经验,其梁侧增厚不宜小于 60mm,梁底增厚不宜小于 80mm,采用Ⅳ类水泥基灌浆材料主要是为在便于施工的情况下利于防裂。

**6.3.5、6.3.6** 对混凝土楼板的补强加固,采用加大截面法(增加板厚)采用水泥基灌浆材料时,主要从便于施工和防止板面裂缝的需要,规定宜采用Ⅳ类水泥基灌浆材料。

## 6.4 后张预应力混凝土结构孔道灌浆

**6.4.1** 本条对需要采用水泥基灌浆材料的环境条件及材料选择作了相应规定。根据工程经验和工程实例,在使用除冰盐、严寒地区冬季水位变动环境、滨海室外、海水环境及人为或自然的侵蚀性物质影响的环境,采用水泥基灌浆材料是确保结构耐久性的关键措施。

现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对混凝土结构的环境类别分类见表 2。

表 2 混凝土结构的环境类别

环境类别		条 件
—		室内正常环境
二	a	室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	b	严寒和寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三		使用除冰盐；严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境；滨海室外环境
四		海水环境
五		人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：严寒和寒冷地区的划分应符合国家现行标准《民用建筑热设计规程》JGJ 24 的规定。

**6.4.2 氯离子对预应力筋有极强的腐蚀破坏作用。**由于在恶劣环境条件下后张预应力结构孔道灌浆及锚具封锚的质量和耐久性要求高，在参考国家现行标准《建筑工程预应力施工规程》CECS 180：2005、《混凝土结构耐久性设计与施工指南》CCES 01—2004（2005 年修订版）和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的基础上，本条对用于后张预应力孔道灌浆的水泥基灌浆材料的氯离子含量作了详细规定。

## 7 施 工

### 7.1 施 工 准 备

**7.1.3** 二次灌浆时,模板与设备周边应留出一定的距离,一般在100mm左右为宜。自重法灌浆时,灌浆侧的模板应根据流动距离适当加高,以提高两侧的位能差。

当用于结构加固和改造时,一般从高点灌浆。灌浆孔与排气孔应高于孔洞最高点50mm左右,让浆体从排气孔中排出。在确认不会窝气的情况下,再灌实灌浆孔和排气孔。

### 7.2 拌 和

**7.2.2** 推荐采用强制式搅拌机,如立式强制搅拌机。机械搅拌,拌和料均匀,可以缩短拌和时间。搅拌时应先加入2/3的水,待拌和料团块全部打开后,再加入剩余水。搅拌量很小,或机械操作有困难时,可以采用人工搅拌。不宜采用滚筒式混凝土搅拌机,这类搅拌机在搅拌过程中容易引入较多空气,且易造成材料粘壁、拌和水计量不准等缺点。如果产品说明书对搅拌工艺有特殊要求,应按照产品说明书的要求操作。

**7.2.3** 应尽量缩短拌和料的运输距离,缩短料出搅拌机到灌入模板的时间。应采用对拌和料产生振动小的运输方式。

### 7.3 地脚螺栓锚固灌浆

**7.3.2** 国家现行标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145—2004第9章规定,锚孔应符合设计或产品说明书的要求。当无具体要求时,位置允许偏差不得大于5mm,垂直度允许偏差不得大于5°。灌注前应采取清理浮灰、用水浸泡等措施,对提高粘结力

有益。

**7.3.5** 本条要求为便于养护。

## **7.4 二次灌浆**

**7.4.1** 工程中常见灌浆方法有：自重法、高位漏斗法、压力法，其中最常见的是自重法。高位漏斗法能够适当提高位差，提高流动速度和增大灌浆距离。对于流动距离长，缝隙狭窄，底板下有复杂形状如剪切板、剪切栓排气困难等，应采用压力法灌浆，有利于确保工程质量。

**7.4.3** 为了排除气泡，应采取一侧灌浆，从另一侧溢出的工艺。对于非水平底板，应从低的一侧灌浆，从高点溢出。为此应适当提高灌浆点的模板高度。

连续灌浆，浆体持续流动，灌注距离长，浆体质量均一。间断灌浆可能导致分层，或后浇注的料推动前面的料存在困难，致使灌浆距离缩短。

**7.4.4** 硬化后，由于温度收缩、干缩等，材料存在一定的体积变形。因此，对于轨道等较长距离施工，应每隔一定距离留伸缩缝，根据具体情况分段，每段长不宜超过 10m。

**7.4.6** 二次灌浆工程中，较常出现的情况是设备边缘外的水泥基灌浆材料产生裂纹。有的裂纹上下贯通，有的向设备边缘发展，一般到设备处停止。没有出现裂纹妨碍使用的工程实例，但裂纹影响美观。本规范借鉴工程经验，采取切除自由边的方法，以避免产生裂纹。

## **7.5 混凝土结构改造和加固灌浆**

**7.5.2** 将修补区域边缘切成垂直形状；深度不应小于水泥基灌浆材料中最大骨料直径的两倍，有益于修补层与原混凝土基面的结合，确保修补后结构的整体性。

**7.5.4** 在改造和加固灌浆过程中，应适当敲击模板，消除模板表

面气泡,且使填充更密实。

## 7.6 后张预应力混凝土结构孔道灌浆

**7.6.1~7.6.3** 在国家现行标准《建筑工程预应力施工规程》CECS 180:2005、《混凝土结构耐久性设计与施工指南》CCES 01—2004(2005年修订版)和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中对用于预应力孔道灌浆用水泥浆的灌浆工艺和技术要求都有具体规定。根据本规范6.4节的规定,应选用Ⅰ类灌浆材料,灌浆时应密实填充,保证工程质量。

## 7.7 冬期施工

**7.7.1** 按国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104—97规定,当室外日平均气温连续5d稳定低于 $5^{\circ}\text{C}$ 时即进入冬期施工。作为灌浆施工,时间短、灌注体积小、要求早强,因此日平均温度低于 $5^{\circ}\text{C}$ 时即要求按冬期施工操作。

如果灌浆过程和养护没有采取升温措施,应根据环境条件选择适合负温施工的水泥基灌浆材料。

采取适当的措施,如提高基础混凝土的温度、提高浆体入模温度,对强度增长有利。

现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119第7章规定,高于 $65^{\circ}\text{C}$ 的热水不得与水泥直接混合;入模温度严寒地区不得低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,寒冷地区不得低于 $5^{\circ}\text{C}$ 。国家现行标准《高强混凝土结构技术规程》CECS 104:99规定,在冬期拌制泵送高强混凝土时,入模温度高于 $10^{\circ}\text{C}$ 。由于水泥基灌浆材料抗压强度高,含有外加剂等多种辅助材料,本规范规定拌和水温度不应超过 $65^{\circ}\text{C}$ ,并规定浆体入模温度大于 $10^{\circ}\text{C}$ 。

依据现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119,当抗压强度达到5MPa,可以保证严寒环境下(不低于 $-20^{\circ}\text{C}$ )水泥基灌浆材料不受冻害。恢复到 $0^{\circ}\text{C}$ 以上后强度持续增长。

## 7.8 高温气候环境施工

**7.8.1** 随着温度的升高,水泥的水化速度快,且表面水分散失量增大,因此水泥基灌浆材料浆体流动度损失加大,可施工时间缩短,不利于施工操作;若养护不及时,导致产生较大的塑性收缩,浆体表面容易产生塑性收缩裂纹。借鉴国外经验,当温度大于 $35^{\circ}\text{C}$ ,应采取适当的措施,降低灌浆部位的温度,避免产生不利情况。

## 7.10 冬期施工养护

**7.10.1~7.10.3** 参照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104—97 的相关规定编写。

可采用的人工加热养护方式,如蒸汽养护法、暖棚法、电热毯法、碘钨灯法。应采取充分的保水保湿措施,养护温度不得超过 $65^{\circ}\text{C}$ 。

环境温度不同,拆模时间和养护时间应不同。国家现行标准《水泥基灌浆材料施工技术规程》YB/T 9261—98 规定如表 3。

**表 3 拆模和养护时间与环境温度的关系**

日最低气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	拆模时间 (h)	养护时间 (d)
$-10\sim 0$	96	14
$0\sim 5$	72	10
$5\sim 15$	48	7
$\geq 15$	24	7

## 8 工程验收

**8.0.1** 施工验收时应提供标准养护试块抗压强度数据。留样试件尺寸为:对于Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类,采用  $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 160\text{mm}$  的棱柱体,对于Ⅳ类,采用  $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 100\text{mm}$  的立方体。



S/N:1580177•061



9 158017 706109 >



统一书号:1580177 • 061

---