

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) 70-2023

预应力用自动压浆机校准规范

Calibration Specification for Automatic Pressure Grouting Machine of
Prestressing

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

预应力用自动压浆机校准规范

Calibration Specification for Automatic
Pressure Grouting Machine for Prestressing

JJF(黔)70—2023

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

安顺市质量技术监督检测所

参加起草单位：贵州大龙建安检测有限公司

玉屏侗族自治县市场监督管理局

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

吴凯华（贵州省计量测试院）

邓 兵（贵州省计量测试院）

章 薇（安顺市质量技术监督检测所）

参加起草人：

蒙 聪（贵州省计量测试院）

郑钧尹（贵州省计量测试院）

颜 慧（贵州大龙建安检测有限公司）

吴培亮（玉屏侗族自治县市场监督管理局）

目录

引言	(I)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
8 校准结果表达与处理	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 预应力用自动压浆机校准记录	(7)
附录 B 校准证书内页格式	(8)
附录 C 预应力用自动压浆机转速示值误差测得值的不确定度评定	(9)
附录 D 预应力用自动压浆机称重系统示值误差测得值的不确定度评定	(9)
附录 E 预应力用自动压浆机压力系统示值误差测得值的不确定度评定	(9)

引言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义技术规范》进行编制。

预应力用自动压浆机校准规范

1 范围

本规范适用于预应力用自动压浆机（以下简称压浆机）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 875-2019 数字压力计检定规程

JJG 882-2019 压力变送器检定规程

JJG 1171-2019 混凝土配料秤检定规程

GB/T 35014-2018 建筑施工机械与设备预应力用自动压浆机

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用本规范。

3 术语和计量单位

3.1 预应力 prestressing force

为了改善结构服役表现，在施工期间给结构预先施加的压应力。

3.2 额定压力 rated pressure

压浆机安全连续工作的最大压力

3.3 持压性能 holding pressure performance

压浆机通过调整泵的输出或阀的开度大小，保证压力在一定数值或一定范围的技术性能。

4 概述

预应力用自动压浆机是一种用于房屋、桥梁、隧道等建筑物施工缝、结构裂缝堵漏和混凝土结构物外墙加固的设备，具有移动方便、自动化程度高、计量准确和操作简单等特点。

压浆机由制浆和储浆系统、压浆系统和自动控制系统构成，具有自动控制浆液水胶比、自动搅拌浆液、自动控制压浆压力和持压、自动完成整个压浆过程的

功能。其结构示意图见图 1。

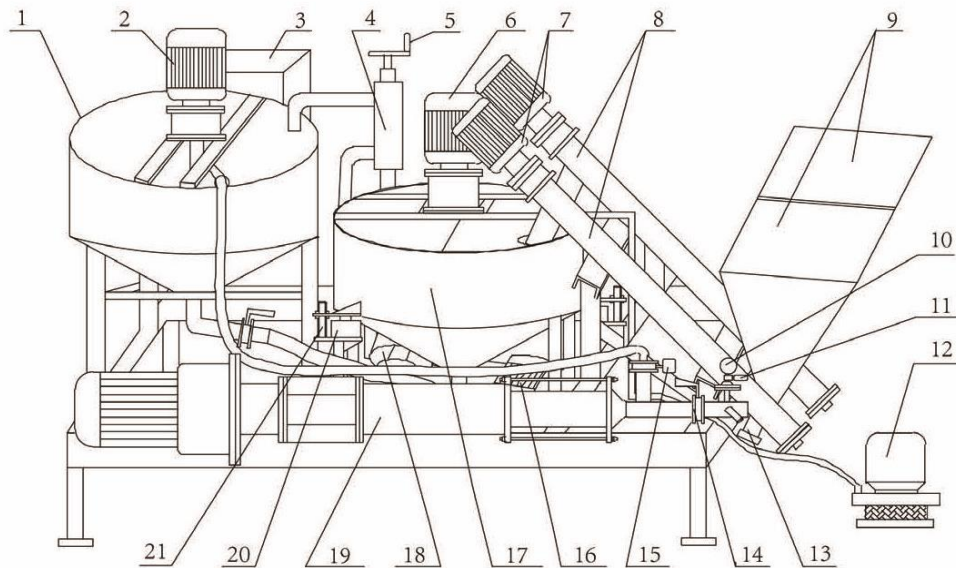


图 1 预应力用自动压浆机结构示意图

1. 低速搅拌桶, 2. 低速搅拌电机, 3. 电箱柜, 4. 三通阀, 5. 手轮, 6. 高速搅拌电机, 7. 送料电机, 8. 送料管, 9. 进料斗, 10. 压力表, 11. 压力传感器, 12. 潜水电泵, 13. 清洗口, 14. 手柄蝶阀, 15. 电动控制阀, 16. 循环泵电机, 17. 高速搅拌桶, 18. 循环泵, 19. 螺杆泵, 20. 称重传感器, 21. 传感器保护装置

5 计量特性

5.1 额定压力

压浆机连续工作状态下, 压浆泵出口压力应不小于压浆机的额定压力。

5.2 持压性能

压浆机在持压过程中, 浆液压力波动值应不超过 $\pm 0.05\text{MPa}$ 。

5.3 压力测量装置

压浆机压力测量装置的示值误差应不大于 0.5%。

5.4 自动称重装置

压浆机自动称重装置的相对误差应不大于 0.5%。

5.5 上料控制

压浆机上料控制的相对误差应不大于 1%。

5.6 制浆系统

压浆机高速搅拌桶叶轮转速应不低于 $1000\text{r}/\text{min}$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准环境温度(0~40)℃,相对湿度≤90%。

6.2 校准用测量标准及其他设备

6.2.1 砝码: M_1 等级,数量应满足称量校准的要求。

6.2.2 标准压力表:准确度不低于0.4级,量程应为压浆机额定压力的120%~200%。

6.2.3 数字压力计:准确度等级不低于0.05级,测量范围满足压力测量系统校准的要求。

6.2.4 转速表:准确度不低于0.5级。

6.2.5 其他配套设备:压力源。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表1。

表1 校准项目一览表

序号	校准项目
1	额定压力
2	持压性能
3	压力测量装置最大允许误差
4	自动称重装置的相对误差
5	上料控制相对误差
6	高速搅拌桶叶轮转速

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 检查压浆机主体及主要部件,应有产品名称、规格型号、出厂编号、制造厂名称、额定压力等信息,无影响计量性能的缺陷。

7.2.1.2 通电检查压浆机运行正常后再进行校准。

7.2.2 额定压力

额定压力的校准需在模拟工况下进行,试验介质为水,关闭出浆口,并在压浆泵出口处安装标准压力表,启动压浆机正常工作后测量压浆泵出口处压力,连

续测量三次，取最大值为测量结果。

7.2.3 持压性能试验

在压浆机系统中输入持压目标值，持压 5min，读取压力示值，按公式（1）计算浆液压力波动值。

$$\Delta P = P - P_m \quad (1)$$

式中：

ΔP ——浆液压力波动值，MPa；

P ——压浆机压力示值，MPa；

P_m ——压浆机持压目标值，MPa。

7.2.4 压力测量装置最大允许误差

将压浆机上的压力传感器与数字压力计及压力源连接，满量程预压一次，选择均匀分布的五个校准点，一般为量程的 20%、40%、60%、80%、100%。依次逐点均匀缓慢加压至各校准点，记录压浆机压力示值和数字压力计示值，按公式（2）计算示值误差。

$$q_i = \left| \frac{P_i - p_0}{P} \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中：

q_i ——各校准点压浆机压力测量装置的示值误差，%；

P_i ——各校准点压浆机压力示值，MPa；

p_0 ——各校准点数字压力计的示值，MPa；

P ——压浆机压力系统的量程，MPa。

7.2.5 自动称重装置的相对误差

选择均匀分布的五个校准点，一般为量程的 20%、40%、60%、80%、100%。关闭高速制浆桶，将标准砝码均匀放置在称重系统承载器上，依次逐点加载，记录各校准点压浆机称重示值，按公式（3）计算自动称重装置的相对误差。

$$\Delta m_i = \frac{m_i - m_{i0}}{m_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

Δm_i ——各校准点压浆机称重系统的示值相对误差，%；

m_i ——各校准点压浆机称重系统的示值，kg；

m_{i0} ——各校准点加载的砝码质量，kg。

7.2.6 上料控制相对误差

选择常用物料，分别按量程的 20%、50%、80%设置上料质量，启动自动上料系统，分别记录压浆机自动称重系统示值，按公式（4）计算上料控制相对误差：

$$x = \left| \frac{m_{i1} - m_i}{m_i} \right| \times 100\% \quad (4)$$

式中：

x ——上料控制相对误差，%；

m_i ——上料质量设定值，kg；

m_{i1} ——自动称重系统示值，kg。

7.2.7 转速测量

使用转速表测量压浆机高速搅拌桶叶轮的转速，连续测量 5 次，取 5 次测量平均值为高速搅拌桶叶轮的转速校准结果。

8 校准结果表达与处理

8.1 校准记录

校准记录格式参见附录 A。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式参见附录 B，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如证书编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识（如型号、产品编号等）；
- g) 进行校准的日期或校准证书的生效日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及测量不确定度的说明；
- l) 校准员及核验员的签名；

- n) 校准证书批准人的签名；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

预应力用自动压浆机校准记录格式

No.

送校单位		校准地址			
仪器名称		校准日期			
环境温度	℃	相对湿度	%		
校准依据					
制造厂		型号/规格		出厂编号	
校准器具:					
名称	编号	规格型号	测量范围	不确定度或准确	溯源机构名称/

A1 额定压力

校准项目	出口压力三次测量值			测量最大值
额定压力				

A2 持压性能

校准项目	出口压力三次测量值		
校准项目	压浆机压力示值	压浆机持压目标值	浆液压力波动值
持压性能试验			

A3 压力测量装置最大允许误差

最大测试值 ()	测试点 ()	测量结果 ()	示值误差 ()	备注

A4 自动称重装置的相对误差

最大测试值 ()	测试点 ()	测量结果 ()	示值误差 ()	备注

A5 上料控制相对误差

最大测试值 ()	测试点 ()	测量结果 ()	示值误差 ()	备注

A6 转速测量

校准项目	测量结果					平均值
叶轮转速	1	2	3	4	5	

测得值的不确定度 (The Uncertainty of Measurement):

校准员

核验员

附录 B

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

校准项目	最大测试值 ()	测试点 ()	测量结果 ()	重复性误差 ()
测量不确定度				
以下空白				

附录 C

压浆机转速示值误差测得值的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量依据：依据 JJF(黔)XX-XXXX 预应力用自动压浆机校准规范。

C.1.2 环境条件：环境温度：0℃~40℃，相对湿度：不大于 90%。

C.1.3 被测对象：压浆机（转速部分）

C.1.4 测量标准：转速表

C.2 测量模型

以 1000r/min 的校准点为例，压浆机搅拌叶轮转速示值误差的计算公式如下：

$$\delta = 1000 - n$$

式中：

δ —— 压浆机搅拌叶轮转速示值误差，r/min；

n —— 转速表 3 次测得值的平均值，r/min；

C.3 不确定度传播率

$$u_c^2(\delta) = c^2 u^2(n)$$

式中灵敏系数： $c = \partial_\delta / \partial_n = -1$ 。

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 转速表分辨力引入的标准不确定度分量 u_{n1}

采用 B 类方法评定。转速表分辨力为 0.1 r/min，半宽区间 $a=0.05$ r/min，假设为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ， $u_{n1} = a/k = 0.029$ r/min。

C.4.2 示值重复性引入的标准不确定度分量 u_{n2}

采用 A 类方法评定。因测量次数较少，故标准偏差采用极差法计算。测量次数为 3 次，查表可知，极差系数 $C=1.69$ 。根据实验数据，极差 $R=4$ r/min， $u_{n2} = R/C = 2.37$ r/min。

示值重复性引入的标准不确定度分量分包含了分辨力引入的标准不确定度

分量，为避免重复计算，取二者较大者。故只需考虑 u_{n2} 即可。

C.4.3 转速表误差引入的标准不确定度分量 u_{n3}

采用 B 类方法评定。转速表的准确度等级为 0.5 级，在校准点 1000r/min 处，半宽区间 $a=5\text{r/min}$ ，假设为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ， $u_{n3}=a/k=2.89\text{ r/min}$ 。

C.5 合成标准不确定度计算

由于各分量彼此独立不相关，则转速示值误差的合成标准不确定度为：

$$u_c(\delta) = u(n) = \sqrt{u_{n2}^2 + u_{n3}^2} = \sqrt{2.37^2 + 2.89^2} = 3.74\text{ r/min}$$

C.6 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则转速示值误差的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c(\delta)=2\times 3.74=7.5\text{r/min}$ 。

在校准点 1000r/min 处，取包含因子 $k=2$ ，则转速示值误差的相对扩展不确定度 $U_{rel} = \frac{U}{1000} \times 100\% = 0.75\%$ 。

附录 D

压浆机称重系统示值误差测得值的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 测量依据：依据 JJF(黔)XX-XXXX 预应力用自动压浆机校准规范。

D.1.2 环境条件：环境温度：0℃~40℃，相对湿度：不大于 90%。

D.1.3 被测对象：压浆机（压浆机称重系统部分）

D.1.4 测量标准：砝码

D.2 测量模型

以 1200kg 的校准点为例，压浆机称重系统示值误差的计算公式：

$$\Delta = 1200 - d$$

式中：

Δ ——压浆机称重系统示值误差，kg；

d ——压浆机称重系统 3 次测得值的算术平均值，kg。

D.3 不确定度传播率

$$u_c^2(\Delta) = c^2 u^2(d)$$

式中灵敏系数： $c = \partial_{\Delta} / \partial_d = -1$

D.4 标准不确定度评定

D.4.1 砝码的误差引入的标准不确定度分量 u_{d1}

采用 B 类方法评定。M1 级砝码的最大误差为：20kg±1g，1200kg±60g 半宽区间 $a=60g$ ，假设为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ， $u_{d1} = a/k = 34.6g = 0.035kg$ 。

D.4.2 示值重复性引入的标准不确定度分量 u_{d2}

采用 A 类方法评定。因测量次数较少，故标准偏差采用极差法计算。测量次数为 3 次，查表可知，极差系数 $C=1.69$ 。根据实验数据，极差 $R = 3kg$ ， $u_{d2} = R/C = 1.77kg$ 。

D.5 合成标准不确定度计算

由于各分量彼此独立不相关，则称重系统示值误差的合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta) = u(d) = \sqrt{u_{d1}^2 + u_{d2}^2} = \sqrt{0.035^2 + 1.77^2} = 1.77\text{kg}$$

D.6 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则称重系统示值误差的扩展不确定度 $U = k \cdot u_c(\Delta) = 2 \times 1.77 = 3.6$ kg。

在校准点 1200kg 处，取包含因子 $k=2$ ，则称重系统示值误差的相对扩展不确定度 $U_{rel} = \frac{U}{1200} \times 100\% = 0.3\%$ 。

压浆机压力系统示值误差测得值的不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 测量依据：依据 JJF(黔)XX-XXXX 预应力用自动压浆机校准规范。

E.1.2 环境条件：环境温度：0℃~40℃，相对湿度：不大于 90%。

E.1.3 被测对象：压浆机（压浆机压力系统部分）

E.1.4 测量标准：全自动压力校验仪

E.2 测量模型

以 1000kPa（1MPa）的校准点为例，压浆机压力系统示值误差的计算公式：

$$\theta = 1000 - P$$

式中：

θ ——压浆机压力系统示值误差，kPa；

P ——压浆机压力系统 3 次测得值的算术平均值，kPa。

E.3 不确定度传播率

$$u_c^2(\theta) = c^2 u^2(P)$$

式中灵敏系数： $c = \partial_\theta / \partial_P = -1$

E.4 标准不确定度评定

E.4.1 压力校验仪的误差引入的标准不确定度分量 u_{p1}

采用 B 类方法评定。引用误差为 0.05 级的压力校验仪的最大误差为：
4MPa × 0.05% = 2kPa，半宽区间 $a = 2\text{kPa}$ ，假设为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，
 $u_{p1} = a/k = 1.15\text{kPa}$ 。

E.4.2 示值重复性引入的标准不确定度分量 u_{p2}

采用 A 类方法评定。因测量次数较少，故标准偏差采用极差法计算。测量次数为 3 次，查表可知，极差系数 $C = 1.69$ 。根据实验数据，极差 $R = 8\text{kPa}$ ，
 $u_{p2} = R/C = 4.73\text{kPa}$ 。

E.5 合成标准不确定度计算

由于各分量彼此独立不相关，则压力系统示值误差的合成标准不确定度为：

$$u_c(\theta) = u(P) = \sqrt{u_{P1}^2 + u_{P2}^2} = \sqrt{4.73^2 + 1.15^2} = 4.87 \text{ kPa}$$

E.6 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则压力系统示值误差的扩展不确定度 $U = k \cdot u_c(\theta) = 2 \times 4.87 = 9.8$ kPa。

在校准点 1000kPa 处，取包含因子 $k=2$ ，则压力系统示值误差的相对扩展不确定度 $U_{rel} = \frac{U}{1000} \times 100\% = 0.97\%$ 。
