

文章编号: 1005-0523(2000)04-0042-05

美加混凝土地面平整度与水平度的 F 数标准

徐国雄

(番禺职业技术学院 建工系, 广东 番禺 511483)

摘要: 介绍了美国混凝土学会和加拿大标准学会的 F 数标准, 以及使用该混凝土地面平整度和水平度标准的现实意义和现场测量方法¹⁹。

关键词: 混凝土地面; 技术标准; 表面平整度; 表面水平度

中图分类号: TU 711

文献标识码: A

0 引言

随着高新技术的发展和狭窄走廊叉车的应用, 室内混凝土地面(楼面或路面)的表面平整度和水平越来越为用户重视¹⁹。为了使混凝土表面的平整度和水平度质量标准是可测量、可再现和切合实际的, 美国混凝土学会和加拿大标准学会(ACI 和 CSA)制定了 F 数标准, 用来代替过去所使用的“用十英尺直尺检查时, 允许偏差为八分之一英寸”标准¹⁹。大家知道, 我国在 1983 年 12 月开始实行的“地面与楼面工程施工及验收规范(GBJ 209-83)”中规定“混凝土整体面层的表面平整度用 2 m 直尺检查允许偏差为 4 mm, 而混凝土道路路面平整度的允许偏差用 3 m 直尺检查为 5 mm¹⁹”。与美国过去的标准相比, 误差和测量方法类似¹⁹。那么, 我国的表面平整度与水平度的验收规范是否有必要修改呢? 这就是本文介绍 F 数标准的目的所在¹⁹。

1 过去美加规范的缺陷

首先, 允许偏差 $1/8$ in 是指 $\pm 1/8$ in 还是 $\pm 1/16$ in? 不明确¹⁹。其次, 这一规范不能控制地板面的剖面¹⁹。而且这一规范在使用时检查结果不能重复, 不同的人得到不同的结果, 同一个人不同时间也不能得到同样的结果¹⁹。因为规范没有明确地阐述试验方法和对结果的解释方法¹⁹。通常, 当有人抱怨地面的平整度太差以后很久, 人们才会将规板(或直尺)拿出来检查, 结果又因测点不同和对结果的解释不同而争论不休¹⁹。

文献[1]指出: 虽然“每 10 ft 允差 $1/8$ in”这一规范已用于西方亿万平方英尺混凝土地面的设计上, 却极少达到过¹⁹。在美国工业厂房内的地板面普遍只达到每 10 ft 误差 $5/8$ in 左右¹⁹。过去 50 年浇筑的大多数混凝土地板面仅达到每 10 ft 误差 $3/8$ in 至 1 in 范围¹⁹。

2 F 数标准的定义

F 数是美国混凝土学会(ACI)和加拿大标准协会(CSA)为混凝土板面的平整度和水平度设置的技术要求和测量方法的标准,已被用于代替过去所使用的“用 10 ft 直尺检查时允许偏差为 $1/8$ in”的标准^[13] F 数标准包含 2 个 F 数: F_F 为平整度; F_L 为水平度^[13]

文献[2]提供了定义 F_F 和 F_L , 定义被测混凝土地板面第 j 条测线(见图 1)的 F_{Fj}

$$F_{Fj} = 4.57 / (3S_{qj} + |\overline{q_j}|) \quad (1)$$

式中: F_{Fj} 为被测混凝土地板面第 j 条测线的平整度估算值; S_{qj} 为测线 j 的 q_i 的标准偏差; $|\overline{q_j}|$ 为测线 j 的 q_i 的平均值的绝对值; q_i 为测线上高差 d_i 和 d_{i-1} 之间的算术差; d_i 为读数点 I 和读数点 $I-1$ 之间的高差^[13] $I \geq 1$ ^[13]

将第 j 条和第 k 条测线的平整度估算值合并,再将它们合并后的平整估算值与另一条测线的平整度估算值合并,如此将全部测线的平整度估算值迭代合并,即可获得被测混凝土地板面的整体 F_F 数^[13]将第 j 条和第 k 条测线的平整度估算值

$$F_{F_{j+k}} = F_{F_j} F_{F_k} / (r_{q_j} + r_{q_k}) / (r_{q_k} F_{F_j}^2 + r_{q_j} F_{F_k}^2) \quad (2)$$

式中: F_{F_j} 为根据公式(1)得到的第 j 条测线的平整度估算值; F_{F_k} 为根据公式(1)得到的第 k 条测线的平整度估算值; r_{q_j} 为用于推导 F_{F_j} 的 j 测线中 q_i 读数值的个数; r_{q_k} 为用于推导 F_{F_k} 的 k 测线中 q_i 读数值的个数^[13]

定义被测混凝土地板面第 j 条测线的 F_{Lj}

$$F_{Lj} = 12.50 / (3S_{Zj} + |\overline{Z_j}|) \quad (3)$$

式中: F_{Lj} 为被测混凝土地板面第 j 条测线的水平度估算值; S_{Zj} 为测线 j 的 Z_i 的标准偏差; $|\overline{Z_j}|$ 为测线 j 的 Z_i 的平均值的绝对值; Z_i 为读数点 I 和读数点 $I-10$ 之间的高差^[13] $I \geq 10$ ^[13]

将 j 条和第 k 条测线的水平度估算值合并,再将它们合并后的水平度估算值与另一条测线的水平度估算值合并,如此将全部测线的水平度估算值迭代合并,即可获得被混凝土地板面的整体 F_L 数^[13]将第 j 条和第 k 条测线的水平度估算值合并

$$F_{L_{j+k}} = F_{L_j} F_{L_k} / (r_{Z_j} + r_{Z_k}) / (r_{Z_k} F_{L_j}^2 + r_{Z_j} F_{L_k}^2) \quad (4)$$

式中: F_{L_j} 为根据公式(3)得到的第 j 条测线的水平度估算值; F_{L_k} 为根据公式(3)得到的第 k 条测线的水平度估算值; r_{Z_j} 为用于推导 F_{L_j} 的 j 测线中 Z_i 读数值的个数; r_{Z_k} 为用于推导 F_{L_k} 的 k 测线中 Z_i 读数值的个数^[13]

平整度指混凝土地面的高低起伏,而水平度指混凝土地面的倾斜或仰俯^[13] F 数越高,地面越平整或水平度越好^[13]

文献[3]指出:ACI/CSA 的 F 数标准可用于无轨道的随机交通地面、楼面及路面等^[13]因此适用于 99% 以上的混凝土地面、楼面及路面^[13]而另一种 F 数标准 $F_{\min}$ 即适用于有轨道或走缆车的地面、楼面及路面等^[13]

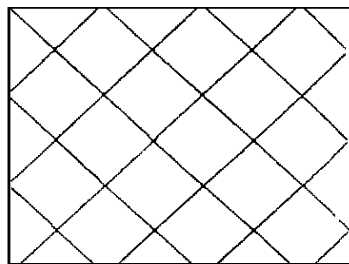
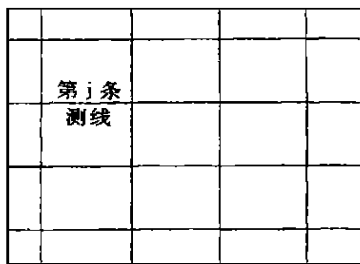
F 数标准既控制地面的轮廓,也控制其崎岖不平度,如果把地面的剖面想像为一种波浪, F 数既控制波的幅度,也控制其频率,因此 F 数标准可以控制与地面用途有关原特征^[13]

3 F 数标准的测量方法

中国知网 <https://www.cnki.net>

文献[2]描述了使用 F 数系统确定的板平整度和水平度的标准测量方法:

如图 2, 在地板上按一定间距画出平行的测线, 测线至少 11 ft 长, 沿线每英尺测一高程^[13]测线上间距为 2 ft 的 2 点间的; 曲率即为 q_i 值, 用于确定 F_F 数^[13]测线上间隔为 10 ft 的 2 点间的高程差即 Z_i 值, 用于确定 F_L 数^[13]

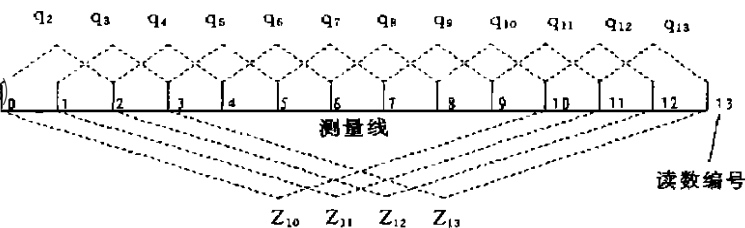


测线与最长边界平行或垂直

所有测线均与最长边界成 45 度角

(a) 被测表面上的测线布置

例如, 在图 2(b) 中的测线上共有 14 个测点, 可得到 14 个标高值: $H_0, H_1, \dots, H_{13}$ ^[13]再求出高差: $d_i = H_i - H_{i-1}$, 得到 13 个高值: $d_1, d_2, \dots, d_{13}$ ^[13]然后用 $q_i = d_i - d_{i-1} = H_i - 2H_{i-1} + H_{i-2}$ 求出各相邻三点间的曲率^[13]即为 0、1、2 三点间的曲率^[13]如果 $q^2 > 0$ 即 0、1、2 三点构成凹坑; 如果 $q^2 < 0$ 即 0、1、3 三点构成凸起^[13]这样



(b) 读数取得 q 值和 z 值

图 1 测量方法示意图

可得到 12 个曲率值: $q^2, q^3, \dots, q^{13}$ ^[13]再求出 q_i 的标准偏差, 即可根据公式 (1) 求出该条测线的 F_{Fj} , 再按照公式 (2) 逐步迭代, 将各条测线的 F_{Fj} 合并, 求出被测地板面的整体 F_F 数^[13]

同样, 用 $Z_i = H_i - H_{i-10}$ 计算, 可得到 $Z_{10}, Z_{11}, \dots, Z_{13}$ ^[13]再求出 Z_i 的标准偏差, 即可根据公式 (3) 求出该条测线的 F_{Lj} , 再按照公式 (4) 逐步迭代, 将各条测线的 F_{Lj} 合并, 求出被测地板面的整体 F_L 数^[13]每 1 000 ft² (即约 93 m²) 至少应取得 34 个 Z_i 值^[13]

根据表面抹光时施工方法的不同, 有时一块地面的“南北”测线与“东西”测线得到的 q 值和 Z 值会显著不同^[13]因此, 在选择测线方向时应尽量消除这些方向偏差, 使两个方向上得到的 q 值和 Z 值接近, 如图 (a) ^[13]

在过去 15 年, 能精确测量地板平整度的仪器已被开发出来了^[13]美国生产的地面测算仪 (dipstick, profileograph) 可以收集地面高程数据, 描绘被测表面的轮廓图^[13]用这种仪器一个操作人员 1.5 h 内可以完成前一天浇筑完的混凝土地面的收集数据工作并确定 F 数 (F_F 和 F_L) ^[13]

美国混凝土学会 (ACI) 规定在混凝土地板浇筑并抹光后 72 h 内必须测量 F 数^[13]及时测量可以明确浇筑与抹光工艺是否正确, 可以较早确定产生问题的原因和改进方法, 从而保证以后的混凝土地面 (楼面等) 均可达到规定的 F 数^[13]^[13]

4 F 数标准与旧标准之比较

中国知网 <https://www.cnki.net>

严格来说, 并没有与旧标准完全相等的 F 数, 因为 F 数也控制了崎岖不平的频率^[13]文献

[4]提供的 F_F 数与 10 ft 直尺下的间隙测量值大致对照情况见图 3⁽¹³⁾该图清楚地显示出 F_F 数系统比“测量直尺间隙”方法在区分不同表面平整度方面优越得多⁽¹³⁾例如:在 3 048 mm 长度 (120 in) 的直尺下仅能测量到一个 3.18 mm (1/8 in) 的平缓凹坑时 F_F 数为 191.4,而在同样条件下能测量到四个 3.18 mm 凹坑时, F 数仅为 20.2⁽¹³⁾

文献[1]认为地于地面的平整度和水平度,设计人员应根据地面的用途确定以下 2 对 F 数验收标准:总体 F 数(F_F 和 F_L)——地板整体所允许的最低平整度和水平度;局部 F 数(F_F 和 F_L)——地面小区域内业主可以接受的最低质量⁽¹³⁾一般比总体 F 数低 30% 至 50%⁽¹³⁾局部 F 数不应低于 $F_F 13$ 和 $F_L 10$ ⁽¹³⁾施工公司瞄准总体 F 数施工,即应可满足局部 F 数,只要采用恰当的施工步骤,地面平整度/水平度不能达到局部 F 数的可能性极小⁽¹³⁾

文献[1]认为大多数情况下,楼面或桥面仅仅规定 F_F 数,因为存在起拱和挠曲⁽¹³⁾一般业主均可以接受 $F_F 25$ 作为总体标准⁽¹³⁾在下列情况下也可以规定 F_L 数:1) 混凝土楼板被静止地支持在其浇筑位置上; 2) 混凝土楼板没有起拱⁽¹³⁾

由于 F 数标准在地面验收测量中可以再现,因此,这是一种较好的标准⁽¹³⁾只要开发出相应的测量仪器,随着高新技术企业的增加,国内的地面平整度和水平度标准似乎也应该向这个标准的方向发展⁽¹³⁾

[参 考 文 献]

- [1] Allen Concrete College USA · Precision Flooring System · Training Materials Published by Allen Engineering Corporation, · 1998, 1~17 19.
- [2] American society for Testing and Materials · Standard Test Method for Determining floor flatness and levelness using the F-number system · annual Book of ASTM Standards, 1988, 04.07. e1155-87. 1~6 19.
- [3] American Concrete Institute · Standard Specifications for Tolerances for Concrete construction and materials(ACI¹¹⁷) · ACI Materials Journal · 1999, Title no. 85-M 56 19.
- [4] American Concrete Institute · Commentary on Standard Specifications for tolerances for concrete construction and materials(ACI¹¹⁷) · ACI Materials Journal · 1999, Title no. 85-M 57. 1~4 19.

The F -Number Standard for Concrete Floor Developed by American Concrete Inst. and Canadian Standards Assoc.

XU Guo-xiong

(Civil Engineering Department, College of Panyu Polytechnical, Panyu 511483, China)

Abstract: The F -number standard for concrete floor developed by american concrete Institute and Canadian Standards Association is superior to the standard known as the gap under a straight-edge. This paper briefly introduces its significance and application method on site.

中国知网 <https://www.cnki.net>

Key words: concrete; concrete floor; technical standard; surface flatness; surface levelness