ICS 93.080.20
CCS P 66

T/CS

团 体 标 准

T/CS XXX—2026

公路路基填筑就地固化材料质量评价规范

Specification for quality evaluation of in-situ solidified materials for highway subgrade filling

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布 2026 - XX - XX 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本规定 2
5 材料性能要求 3
6 配合比设计要求 4
7 施工工艺要求 5
8 质量检验与评价 6

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由奈曼旗鼎信投资集团有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：奈曼旗鼎信投资集团有限公司、乌拉特中旗交通运输综合行政执法大队、鄂托克前旗交通运输局、新疆政岳旺达建筑工程有限公司、阿拉善左旗公路运输维护中心、阿拉善左旗公路运输维护中心、中电建（丽水）规划勘测设计研究院有限公司、陕西省公路应急中心。

本文件主要起草人：刘兵、阿丽玛、乔仲欢、曹琪、刘玉红、代燕、张志雄、孙意朋。

公路路基填筑就地固化材料质量评价规范

1 范围

本文件规定了公路路基填筑就地固化材料的术语和定义、基本规定、材料性能要求、配合比设计要求、施工工艺要求和质量检验与评价。

本文件适用于各等级公路新建与改扩建工程路基填筑所用就地固化材料及固化土的质量评价。市政道路、城市道路路基填筑所用就地固化材料的质量评价参照使用。

本文件不适用于膨胀土、盐渍土、多年冻土路基采用的就地固化材料，其质量评价应结合相应专业技术标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175—2023 通用硅酸盐水泥

GB/T 1345—2026 水泥细度检验方法 筛析法

GB/T 1346—2024 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法

GB/T 1596—2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰（含第 1 号修改单）

GB 5085.3—2007 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB 5749—2022 生活饮用水卫生标准

GB/T 8074—2008 水泥比表面积测定方法 勃氏法

GB/T 17671—2021 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）

GB/T 18046—2017 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 20491—2017 用于水泥和混凝土中的钢渣粉

GB 36600—2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 50123—2019 土工试验方法标准

CJ/T 526—2018 软土固化剂

JTG D30—2015 公路路基设计规范

JTG F80/1—2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 3430—2020 公路土工试验规程

JTG 3441—2024 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

就地固化材料 in-situ solidification material

由软土固化剂和拌合用水按设计比例混合形成的材料。就地固化材料与土拌合、压实并养护后形成固化土。

注：本文件中固化剂掺量按干土质量计。

3.2

软土固化剂 stabilizer for soft soil

以无机胶凝材料为主要组分，用于固化软土及其他细粒类土的粉状或浆状材料。

3.3

固化土 solidified soil

就地固化材料与土按设计配合比拌合、压实并养护后形成的土体。

3.4

固化剂掺量 stabilizer dosage

就地固化材料中固化剂质量与干土质量的比值，以百分数表示。

3.5

基准掺量 reference dosage

依据室内配合比试验确定的、满足设计强度要求且各项技术指标合格的固化剂掺量。

3.6

容许延迟时间 allowable delay time

从就地固化材料加水拌合至碾压成型完成所允许的最长时间。容许延迟时间应作为就地固化材料施工工艺控制的关键参数。

3.7

无侧限抗压强度 unconfined compressive strength

固化土试件在无侧向约束条件下，单位面积上所能承受的最大轴向压力。本文件中无侧限抗压强度以 7 d 和 28 d 龄期的测定值表征，并应作为质量评价的核心指标。

3.8

压实度 degree of compaction

固化土现场实测干密度与室内标准击实试验确定的最大干密度的比值，以百分数表示。

4 基本规定

本章规定就地固化材料质量评价的一般要求、质量评价程序以及环境与安全要求，是材料性能、配合比设计、施工工艺和检验评价各章的共同基础。

4.1 一般要求

4.1.1 就地固化材料的设计、生产、施工与质量评价应贯彻安全耐久、节约资源、环境和谐的原则。

4.1.2 就地固化材料的技术要求不应低于国家强制性标准的规定。当本文件的规定与国家现行强制性标准的规定不一致时，应执行国家现行强制性标准的规定。

4.1.3 就地固化材料的原材料应符合下列要求：

a) 水泥应符合 GB 175—2023 的规定；

b) 粉煤灰应符合 GB/T 1596—2017（含第 1 号修改单）的规定；

c) 粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046—2017 的规定；

d) 钢渣粉应符合 GB/T 20491—2017 的规定；
e) 软土固化剂应符合 CJ/T 526—2018 的规定。水泥系固化剂除应符合 CJ/T 526—2018 的规定外，尚应符合 GB 175—2023 的规定。

4.1.4 就地固化材料拌合用水应符合 GB 5749—2022 的规定，不应使用含有油污、有机质、酸碱废液的水源。

4.1.5 就地固化材料及其固化土的重金属浸出毒性应符合 GB 5085.3—2007 的规定；固化土的环境质量应符合 GB 36600—2018 的规定。

4.2 质量评价程序

4.2.1 就地固化材料质量评价应按下列程序进行：
a) 原材料检验；
b) 配合比设计；
c) 现场施工过程质量控制；
d) 固化土质量检验与评价。

4.2.2 质量评价应以分项工程为基本单元，按固化剂进场检验、配合比验证、施工过程检验和固化土检验分级实施。分项工程的划分应符合 JTG F80/1—2017 的规定。

4.2.3 就地固化材料质量评价除应符合本文件的规定外，尚应符合 JTG F80/1—2017 和 JTG D30—2015 的规定。

4.3 环境与安全

4.3.1 就地固化材料施工过程中产生的粉尘、噪声控制应符合国家和地方现行环境保护标准的规定。

4.3.2 就地固化材料及固化土的浸出液中重金属含量不应超过 GB 5085.3—2007 规定的限值。

5 材料性能要求

本章规定就地固化材料中固化剂的技术指标和固化土的技术指标，各项指标均应以第 8 章规定的检验方法进行检验。

5.1 固化剂技术要求

5.1.1 就地固化材料所用固化剂的技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 就地固化剂技术指标

序号	项目	单位	技术指标	试验方法	依据
1	细度（80 μm 方孔筛筛余）	%	≤10.0	GB/T 1345—2026	CJ/T 526—2018
2	比表面积	m²/kg	≥300	GB/T 8074—2008	GB 175—2023
3	标准稠度用水量	%	≤28.0	GB/T 1346—2024	GB 175—2023
4	初凝时间	min	≥45	GB/T 1346—2024	GB 175—2023
5	终凝时间	min	≤600	GB/T 1346—2024	GB 175—2023
6	安定性（雷氏法）	mm	≤5.0	GB/T 1346—2024	GB 175—2023
7	氯离子含量	%	≤0.06	GB 175—2023	GB 175—2023
8	三氧化硫含量	%	≤4.0	GB 175—2023	GB 175—2023
9	净浆流动度	mm	≥180	CJ/T 526—2018	CJ/T 526—2018
10	28 d 抗压强度	MPa	≥32.5	GB/T 17671—2021	GB 175—2023

注 1：表中第 1、4、5、6、9、10 项指标依据 CJ/T 526—2018 确定；第 2、3、7、8 项指标依据 GB 175—2023 中普通硅酸盐水泥（P·O）的技术要求确定，其中比表面积指标适用于 P·O 水泥，对于矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥，可按 GB 175—2023 以筛余指标替代比表面积指标。

注 2：终凝时间指标依据 GB 175—2023 中普通硅酸盐水泥的技术要求确定。

5.1.2 固化剂出厂时，生产单位应提供出厂检验报告，检验项目应至少包括表 1 中的序号 1、4、5、6、10 各项。

5.1.3 固化剂产品应标明生产日期、批号、净含量、贮存条件和保质期。固化剂保质期应符合下列规定：

a) 固化剂自生产之日起贮存期不应超过 60 d；

b) 超过 60 d 的固化剂应经复检合格后方可使用，复检项目应符合 5.1.2 的规定。

5.2 固化土技术要求

5.2.1 固化土 7 d 无侧限抗压强度应符合表 2 的规定。

表 2 固化土 7 d 无侧限抗压强度要求

序号	公路等级与层位	7 d 无侧限抗压强度 MPa	试验方法	依据
1	高速公路、一级公路上路床（0~0.3 m）	≥0.80	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
2	高速公路、一级公路下路床（0.3~0.8 m）	≥0.60	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
3	高速公路、一级公路上路堤（0.8~1.5 m）	≥0.50	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
4	高速公路、一级公路下路堤（>1.5 m）	≥0.40	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
5	二级及二级以下公路上路床（0~0.3 m）	≥0.60	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
6	二级及二级以下公路下路床（0.3~0.8 m）	≥0.50	JTG 3441—2024	JTG D30—2015
7	二级及二级以下公路路堤（>0.8 m）	≥0.40	JTG 3441—2024	JTG D30—2015

注：本表强度指标为固化土试件的室内试验值，现场强度取值应符合第 6.3 节的规定。本表指标与 JTG D30—2015 中 CBR 指标分属不同的指标体系，两者不应直接换算。

5.2.2 固化土 28 d 无侧限抗压强度不应低于同层位 7 d 无侧限抗压强度的 1.3 倍，试验方法应符合 JTG 3441—2024 的规定。

5.2.3 固化土的重金属浸出毒性应符合 GB 5085.3—2007 的规定，试验方法应符合 GB 5085.3—2007 的规定。

6 配合比设计要求

本章规定就地固化材料配合比的设计原则、调整方法和现场强度与变形参数的取值要求。

6.1 配合比设计原则

6.1.1 配合比设计应依据土的类型、含水率、有机质含量和压实工艺，通过室内试验确定基准掺量。

6.1.2 基准掺量应按 7.0%、8.0%、9.0%、10.0%四档进行试配，并应选取满足本文件表 2 要求的最低掺量作为基准掺量。对于工业废渣系固化剂，掺量范围可根据产品特性适当调整。

6.1.3 就地固化材料各组分质量百分比之和应为 100%，其取值区间应为 99.5%~100.5%。固化剂掺量、干土质量、拌合用水量之间的质量比关系应按公式（1）确定：

$$Wc + Ws + Ww = 100 \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

Wc——固化剂质量百分比，%；

Ws——干土质量百分比，%；

Ww——拌合用水质量百分比，%。

6.1.4 配合比设计应进行 7 d 和 28 d 无侧限抗压强度试验，每个配合比试件数量不应少于 6 个，试验方法应符合 JTG 3441—2024 的规定。容许延迟时间应按 JTG 3441—2024 的规定测定，容许延迟时间应作为配合比设计的控制指标之一。

6.2 配合比调整

6.2.1 现场土的类型或含水率发生较大变化时，应对基准掺量进行调整，调整幅度应为基准掺量的±3%、±4%或±5%三档。

6.2.2 调整后的配合比应重新进行试配验证，验证合格后方可用于施工。

6.2.3 施工前应进行现场试验段施工，试验段长度不应小于 50 m，试验段应确定下列参数：

a) 固化剂掺量；

b) 拌合用水量；

c) 拌合均匀性判定方法；

d) 碾压遍数与碾压组合；

e) 容许延迟时间。

6.3 现场强度与变形参数

6.3.1 现场固化土的无侧限抗压强度应按室内试验值的 0.65~0.70 倍取值。

6.3.2 现场固化土的压缩模量应取 28 d 无侧限抗压强度的 35~45 倍，试验方法应符合 JTG 3441—2024 的规定。

7 施工工艺要求

本章规定就地固化材料施工准备、拌合与摊铺、碾压和养护的工艺要求，施工过程中应形成完整的质量记录。

7.1 施工准备

7.1.1 施工前应清除地表耕植土、杂物和积水，场地平整度应符合 JTG F80/1—2017 的规定。

7.1.2 施工前应校验计量设备的精度，固化剂的计量误差不应超过±2%，水的计量误差不应超过±2%。

7.1.3 施工前应测定原状土的含水率、有机质含量和 pH 值，试验方法应符合 JTG 3430—2020 的规定。

7.2 拌合与摊铺

7.2.1 固化剂与原状土的拌合应均匀，拌合深度应达到设计处理深度，拌合次数不应少于 2 次。
7.2.2 拌合完成后应在容许延迟时间内完成摊铺与碾压。容许延迟时间应符合下列规定：
a）气温不低于 20 ℃时，容许延迟时间不应超过 2 h；
b）气温为 10 ℃~20 ℃时，容许延迟时间不应超过 3 h；
c）气温低于 10 ℃时，容许延迟时间不应超过 4 h。
7.2.3 摊铺厚度应根据压实设备和压实工艺确定，应为 0.20 m~0.30 m。

7.3 碾压

7.3.1 碾压应在固化土含水率接近最优含水率时进行，含水率偏差不应超过±2%。
7.3.2 碾压应遵循先轻后重、先慢后快、先边后中的原则，碾压遍数不应少于 4 遍。
7.3.3 碾压完成后的固化土表面应平整密实，不应出现明显轮迹、松散和起皮。
7.3.4 就地固化土应按 0~0.3 m、0.3~0.8 m、0.8~1.5 m、>1.5 m 分四个层位进行压实度控制。
7.3.5 固化土各层位压实度应符合表 3 的规定。

表 3 固化土压实度要求

序号	层位	压实度 %	试验方法	依据
1	0~0.3 m	≥96	JTG 3430—2020	JTG F80/1—2017
2	0.3~0.8 m	≥96	JTG 3430—2020	JTG F80/1—2017
3	0.8~1.5 m	≥94	JTG 3430—2020	JTG F80/1—2017
4	>1.5 m	≥93	JTG 3430—2020	JTG F80/1—2017

7.4 养护

7.4.1 碾压完成并经检验合格后，应及时进行养护，养护开始时间不应迟于碾压完成后 4 h。
7.4.2 固化土养护期内应保持表面湿润，养护时间不应少于 7 d。
7.4.3 养护期内不应开放交通；确需通行的，应采取保护措施。

8 质量检验与评价

本章规定就地固化材料的检验规则、判定规则和质量评价要求，检验与评价结果应作为分项工程质量验收的依据。

8.1 检验规则

8.1.1 固化剂应按批进行检验，同批号、同品种、同等级的固化剂每 200 t 为一批，不足 200 t 的按一批计。
8.1.2 固化剂进场检验项目应符合表 1 的规定，抽检项目应至少包括细度、初凝时间、终凝时间、安定性和 28 d 抗压强度。
8.1.3 固化土检验项目应包括 7 d 无侧限抗压强度、28 d 无侧限抗压强度和压实度。
8.1.4 固化土无侧限抗压强度的检验频率应为每 1000 ㎡ 不少于 1 组，每组试件不应少于 6 个。
8.1.5 固化土压实度的检验频率应为每 1000 ㎡ 不少于 3 点，每点测定值均应符合表 3 的规定。

8.2 判定规则

8.2.1 固化剂质量判定应符合下列规定：
a）表 1 中序号 1、4、5、6、7、8、10 各项均合格时，判定该批固化剂合格；

b）有一项不合格时，应加倍取样对该项进行复检，复检合格判定为合格，复检不合格判定为不合格。

8.2.2 固化土质量判定应采用合格率法，合格率应按公式（2）计算：

$$P = n / N \times 100\% \cdots\cdots (2)$$

式中：

P——合格率，%；

n——合格点数（组数）；

N——总检验点数（组数）。

8.2.3 固化土质量合格率应符合下列规定：

a）7 d 无侧限抗压强度合格率不应低于 95%；

b）压实度合格率不应低于 96%；

c）固化土质量总合格率不应低于 95%。

8.2.4 当检验项目不合格时，应查明原因并进行处理；处理后应重新检验，重新检验的合格率应满足 8.2.3 的规定。

8.3 质量评价

8.3.1 就地固化材料质量评价应在原材料检验、配合比验证、施工过程检验和固化土检验均合格的基础上进行。

8.3.2 质量评价资料应包括下列内容：

a）原材料出厂检验报告与进场复检报告；

b）配合比设计报告与试配记录；

c）试验段施工记录；

d）施工过程质量控制记录；

e）固化土强度与压实度检验报告。

8.3.3 质量评价结论应划分为合格与不合格两个等级。全部检验项目符合本文件规定的，评价为合格；其余情形评价为不合格。

8.3.4 质量评价应由施工单位自检、监理单位抽检，并应由具备相应资质的检测机构出具检测报告。