



T/CECS G XXXX:

中国工程建设协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

干旱大温差地区公路水泥稳定
基层技术规程

Technical Specifications for Highway Cement-Stabilized Base in Arid and
Large Temperature Differences Area

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

(空白)

征求意见稿

中国工程建设协会标准

干旱大温差地区公路水泥稳定
基层技术规程

Technical Specifications for Highway Cement-Stabilized Base in Arid
and Large Temperature Differences Area

T/CECS G: XXX-XX-XXXX

主编单位：新疆维吾尔自治区交通运输综合行政执法局

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2024〕15号）的要求，由新疆维吾尔自治区交通运输综合行政执法局承担《干旱大温差地区公路水泥稳定基层技术规程》（以下简称“本规程”）的制定工作。

本规程分为8章、4个附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 材料、5 混合料组成设计、6 施工、7 养生、交通管制及层间处理、8 施工质量管理与检查、附录A 硫酸盐含量测定方法、附录B 水泥剂量测试方法（EDTA滴定法）。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对其适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由新疆维吾尔自治区交通运输综合行政执法局负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：乌鲁木齐市沙依巴克区黄河路301号；邮编：830000；电话：0991-XXXXXX；传真：0991-XXXXXX；电子邮箱：XXXXXX），以便修订时研用。

主编单位：新疆维吾尔自治区交通运输综合行政执法局

参编单位：交通运输部公路科学研究院

主 编：望远福

主要参编人员：

主 审：孟书涛

参与审查人员：

征求意见稿

目次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 材料.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 水泥及添加剂.....	4
4.3 水.....	5
4.4 粗集料.....	5
4.5 细集料.....	6
4.6 材料分档与掺配.....	7
5 混合料组成设计.....	9
5.1 一般规定.....	9
5.2 技术要求.....	10
5.3 目标配合比设计.....	12
5.4 生产配合比设计.....	13
6 施工.....	15
6.1 一般规定.....	15
6.2 试验段铺筑.....	16
6.3 拌和及运输.....	16
6.4 摊铺.....	18
6.5 压实.....	20
6.6 接缝处理.....	21
7 养生、交通管制及层间处理.....	22
7.1 一般规定.....	22
7.2 养生方式.....	23
7.3 交通管制.....	23
7.4 水泥稳定基层与沥青面层之间处理.....	24
8 施工质量管理与检查.....	25
8.1 施工前的材料与设备检查.....	25
8.2 施工过程中的质量控制.....	26
8.3 质量检查.....	28
附录 A 硫酸盐含量测定方法.....	29
附录 B 水泥剂量测试方法（EDTA 滴定法）.....	31
本规程用词用语说明.....	33

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范干旱大温差地区公路水泥稳定基层技术应用，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于干旱大温差地区各等级公路新建、改扩建和维修养护工程的水泥稳定基层施工。

1.0.3 在满足技术要求的前提下，应优先选用技术可靠、经济合理地当地材料。

1.0.4 水泥稳定基层应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语

2.0.1 干旱大温差地区 Arid and large temperature differences area

降水量稀少、蒸发量远大于降水量，且气温日较差和年较差均较大的干旱或半干旱气候区域。

条文说明

干旱地区包括年降水量普遍低于 200mm（干旱区）或 200-500mm（半干旱区），蒸发量远超降水。大温差指日较差可达 20℃以上，年较差达 60℃左右，夏季极端高温超 40℃，冬季低温可降至-20℃以下。我国干旱大温差地区主要分布在新疆、内蒙古西部、甘肃西北等。

2.0.2 应力释放型水泥稳定材料 Stress release cement stabilized materials (SRCSM)

通过优化水泥稳定材料组成设计，形成骨架空隙结构，释放材料因过大温度、湿度差产生的较大应力，提高结构稳定性和耐久性的水泥稳定材料。

3 基本规定

3.0.1 干旱大温差地区公路水泥稳定基层施工前应加强对沿线气候环境、地理条件等进行调研分析。

条文说明

干旱大温差地区温度和天气易出现突变情况，在施工进场前需要对以往的温度、天气、当地的地理条件进行充分调研，保证水泥稳定基层高质量施工。

3.0.2 干旱大温差地区公路水泥稳定基层施工前应结合工程实际情况做好砂石料的调查分析。

条文说明

干旱大温差地区多处于戈壁荒漠区和山区，一方面部分线路地表存在含盐情况，另外线路时常穿越自然保护区，因此合格的矿料获取途径非常有限，在项目料场选址前需要加强石料挖探和选料工作，戈壁荒漠区与内地公路建设不同，如果前期的料场选址和砂石料需求量不满足实际工程，可能大幅增加工程成本。

3.0.3 干旱大温差地区公路水泥稳定材料应严格控制水泥剂量，当强度不满足要求，应优先调整矿料级配。

条文说明

水泥剂量对于水泥稳定基层强度有非常明显的影响，为了提高水泥稳定基层强度一味增加水泥剂量是不合理的。在干旱大温差区域，水泥剂量提高会增加水泥稳定基层的温度敏感性，在低温是容易出现开裂，在高温时容易出现路面拱胀病害。在干旱大温差地区，在强度满足要求的条件下尽量降低水泥剂量。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 原材料应随机选取具有足够数量的样本进行试验。

条文说明

干旱大温差地区天然砂砾资源丰富，天然砂砾材料自身变异性较大，可能造成筛分后各档矿料出现粗细不均的现象，因此需要有足够的样本数量。足够的数量是指满足现行试验规程或相关设计文件汇总规定的试验样本数量。

4.1.2 干旱大温差地区公路水泥稳定基层用粗细集料应严格控制0.075mm筛孔质量通过率及硫酸盐含量。

条文说明

天然砂砾是一种良好的水泥稳定基层原材料，但是在干旱大温差地区天然砂砾中存在粉料和硫酸盐含量较高的情况，通过降低硫酸盐含量和粉料含量，有利于提高水泥稳定材料质量。

4.2 水泥及添加剂

4.2.1 水泥宜采用强度等级为42.5的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥，其技术指标应符合国家标准的有关规定。

4.2.2 水泥不应使用快硬水泥、早强水泥，严禁使用受潮变质水泥。

4.2.3 所用水泥初凝时间应大于4h，终凝时间应大于6h且小于10h。

4.2.4 干旱大温差地区高温施工时，水泥入罐温度不宜高于50℃，若高于此温度应采用降温措施；低温施工时，水泥温度不得低于10℃。

条文说明

水泥温度过高会加速水化反应速率，导致水泥稳定材料凝结时间缩短，影响摊铺和碾压的施工窗口期，尤其在干旱大温差地区易导致拌合用水蒸发过快，实际含水量偏离最佳值，造成干缩裂缝风险增加。水泥温度过低水化反应速率显著下降，影响早期强度形成，另外低温水泥拌和形成的水泥稳定基层易在后期夏季运营阶段出现拱胀风险。

4.2.5 在水泥稳定材料中掺加缓凝剂时，应进行试验验证。缓凝剂的技术要求应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30）的有关规定。

4.3 水

4.3.1 拌和与养生用水应符合现行《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）的有关规定。

4.3.2 未经检验的水不得使用，拌和与养生用水应定期进行检验。

4.4 粗集料

4.4.1 粗集料可采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，也可直接采用天然砾石，粗集料应符合现行《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）的有关规定。

4.4.2 粗集料规格要求宜符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 粗集料规格要求

规格名称	工程粒径(mm)	通过下列筛孔（mm）的质量百分比									
		63	53	37.5	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36
S-1	25~50	100	90~100	—	—	0~10	0~5	—	—	—	—
S-2	20~40	—	100	90~100	—	—	0~10	0~5	—	—	—
S-3	20~30	—	—	100	90~100	—	0~10	0~5	—	—	—
S-4	20~25	—	—	—	100	90~100	0~10	0~5	—	—	—

S-5	10~25	—	—	—	100	90~100	—	—	0~10	0~5	—
S-6	10~20	—	—	—		100	90~100	—	0~10	0~5	—
S-7	5~10	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~10	0~5

条文说明

天然砂砾材料在不同干旱大温差地区分布是不同的,部分地区以粒径较大的砾石为主,部分地区则以较细的砂砾为主,如果水泥稳定基层粗集料使用天然砂砾,确定粗集料分档时需要考虑当地天然砂砾颗粒组成情况。

4.4.3 粗集料加工中,结合筛网放置的倾斜角度和工程经验,应选择合理的筛孔尺寸。粒径尺寸与筛孔尺寸对应关系宜符合表 4.4.3 的规定。根据破碎方式和石质的不同,可适当调整筛孔尺寸,调整范围宜为 1~2mm。

表 4.4.3 粒径尺寸与筛孔尺寸对应表

粒径尺寸 (mm)	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5	53	63
筛孔尺寸 (mm)	5.5	11	15	18	22	31	36	43	56	65

4.5 细集料

4.5.1 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,其要求应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 细集料技术要求

指 标	高速公路和一级公路	二级及二级以下公路	试验方法
颗粒分析	满足级配要求		T 0327
塑性指数 ^a	≤12	≤17	T 0118
有机质含量 (%)	≤2	≤2	T 0336
硫酸盐含量 (%)	≤0.25	≤0.25	附录 A

注: ^a 应测定 0.075mm 以下材料的塑性指数。

条文说明

细集料中 0.075mm 以下部分黏土比例越高塑性指数越大,由于黏土的膨胀系数远大于石粉,因此在干旱大温差地区控制细集料中 0.075mm 以下部分的塑性指数,更有利于提高水泥稳定基层材料的体积稳定性。

4.5.2 细集料规格要求应符合表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 细集料规格要求

规格名称	工程粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分比							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
XS-1	0~5	100	90~100	—	—	—	—	—	0~8

4.5.3 高速公路和一级公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 5%；二级及二级以下公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 8%。

条文说明

水泥稳定材料粉料 (<0.075mm 颗粒) 含量高一定程度上降低了水泥稳定材料内部微空隙，使得水泥稳定材料密实，在大温差条件下水泥稳定材料内部应力难以释放，易出现拱胀开裂病害。干旱大温差地区部分地表含有易溶盐，易溶盐大多集中于细集料 0.075mm 以下部分颗粒中，通过控制细集料中 0.075mm 以下部分颗粒含量，有利于降低易溶盐对水泥稳定材料的影响。此外，粉料的颗粒比表面积大，相同质量矿料需要消耗更多的水泥，一定程度上增加了材料成本。

4.5.4 细集料除应符合上述技术要求外，尚应符合现行《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 的有关规定。

4.6 材料分档与掺配

4.6.1 材料分档应符合表 4.6.1 的规定。

表 4.6.1 水泥稳定基层材料分档情况

公路等级	高速公路和一级公路	二级及二级以下公路 ^a
材料分档要求	≥4	≥3 或 4

注：^a一般工程可选择不少于 3 档料，对于粒径大且极重、特重交通荷载等级，为保证级配稳定，宜选择不少于 4 档备料。

4.6.2 天然砂砾的规格不满足设计级配的要求时，可掺配一定比例的碎石或破碎

砾石。

条文说明

天然砂砾材料在不同干旱大温差地区颗粒分布情况差异较大,部分地区颗粒较粗缺少细料,部分地区细料集中缺少粗料,因此在统筹规划矿料来源时,需要明确是否需要掺配碎石或者破碎砾石。

征求意见稿

5 混合料组成设计

5.1 一般规定

5.1.1 水泥稳定材料组成设计应包括原材料检验、混合料目标配合比设计、混合料生产配合比设计和施工参数确定四部分。

5.1.2 目标配合比设计应包括下列技术内容：

- 1 选择级配范围。
- 2 确定水泥剂量。
- 3 验证混合料技术指标。

5.1.3 生产配合比设计应包括下列技术内容：

- 1 确定料仓供料比例。
- 2 确定混合料容许延迟时间。
- 3 确定水泥剂量标定曲线。
- 4 确定混合料最佳含水率和最大干密度。

5.1.4 施工参数确定应包括下列技术内容：

- 1 确定施工中水泥剂量。
- 2 确定施工合理含水率和最大干密度。
- 3 确定混合料强度技术指标。

5.1.5 水泥稳定材料的水泥剂量应以水泥质量占全部干燥被稳定材料质量的百分率表示。

5.1.6 确定水泥稳定材料最大干密度指标时可采用重型击实方法，也可采用振动压实方法。

5.1.7 干旱大温差地区应根据当地材料的特点和公路等级等情况，通过配合比设计选择工程级配。

条文说明

干旱大温差地区多处于戈壁荒漠区和山区，天然砂砾材料在不同区域颗粒分布情况差异较大，需要根据当地材料特点进行配合比设计，通过优化级配不仅可以在满足强度要求前提下减少水泥剂量，还可以降低大温差区域水泥稳定基层出现开裂、拱胀的风险。

5.1.8 在施工过程中，材料品质或规格发生变化、结合料品种发生变化时，应重新进行材料组成设计。

5.2 技术要求

5.2.1 干旱大温差地区公路应力释放型水泥稳定材料的抗压强度应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 水泥稳定材料强度

项目	公路等级	极重、特重交通	重交通	中轻交通	测试方法
7d 龄期无侧限抗压强度 ^a (MPa)	高速公路及一级公路	4.0~5.5	3.0~4.5	2.0~3.5	T 0805
	二级及二级以下公路	3.0~4.5	2.0~3.5	2.0~3.0	

注：^a表中强度标准指 7d 龄期无侧限抗压强度的代表值。

条文说明

近年来干旱大温差地区高等级水泥稳定基层沥青路面出现较为频繁的拱胀开裂病害，严重影响了公路通行能力和行车安全，研究人员对拱胀开裂路段进行开挖和调查分析，发现水泥稳定基层出现了破坏。当水泥稳定材料空隙率较低，材料膨胀系数较大时，在温度等外部因素影响下水泥稳定基层内部应力难以释放，就会出现拱胀开裂病害，室内试验研究水泥稳定材料空隙率控制在 9%~14% 和膨胀系数不大于 $18 \mu\epsilon/^\circ\text{C}$ ，有利于干旱大温差环境下降低水泥稳定基层病害发生。

5.2.2 水泥稳定材料强度试验试件的径高比应为 1:1，公称最大粒径 $<40\text{mm}$ 的水泥稳定材料试件直径应为 150mm，公称最大粒径 $\geq 40\text{mm}$ 的水泥稳定材料试件直径宜为 200mm。

条文说明

按照《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 要求，现阶段水泥稳定基层材料强度成型使用的模具内径为 150mm，但是对于超大粒径（公称最大粒径 $\geq 40\text{mm}$ ）的水泥稳定材料，在成型过程中大粒径碎石或者砾石难以在 150mm 直径模具中均匀分布，为保证水泥稳定材料的成型效果可选择直径 200mm 的模具成型。

5.2.3 水泥稳定材料强度试验试件数量及强度代表值计算应符合现行《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 的有关规定。

5.2.4 干旱大温差地区应力释放型水泥稳定材料 (SRCSM) 的矿料级配范围应符合表 5.2.4 的规定。用于高速公路和一级公路时，级配宜符合表 5.2.4 中 SRCSM-I、SRCSM-II、SRCSM-III 和 SRCSM-IV 的规定，用于二级及二级以下公路时，可选择下列所有级配类型。

表 5.2.4 矿料级配范围

筛孔尺寸 (mm)	质量通过率/%				
	SRCSM-I	SRCSM-II	SRCSM-III	SRCSM-IV	SRCSM-V
63	—	—	—	—	100
53	—	—	—	100	95~100
37.5	—	—	100	93~100	85~96
31.5	—	100	91~100	84~95	—
26.5	100	87~98	—	—	—
19	84~95	78~89	70~82	64~78	59~75
9.5	42~58	39~52	36~49	35~48	34~47
4.75	27~35	27~35	27~35	27~35	27~35
2.36	16~28	16~28	16~28	16~28	16~28
0.6	6~14	6~14	6~14	6~14	6~14
0.075	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3

条文说明

干旱大温差地区多处于戈壁荒漠区和山区，天然砂砾资源丰富，但不同区域的天然砂砾颗粒组成差异大。为了满足干旱大温差地区水泥稳定基层铺筑的实际需求，本规程结合已经铺筑的试验段情况，提出不同粒径范围的矿料级配类型。

5.3 目标配合比设计

5.3.1 应取工程实际使用有代表性的材料样品进行目标配合比设计。

条文说明

天然砂砾材料随着位置不同和开挖深度不同都会出现较大的变异性，因此试验取料时需要注意取料的代表性。

5.3.2 应根据工程实际情况和当地材料的特点，选择适宜的矿料级配，确定混合料配合比设计的技术标准。

5.3.3 目标配合比设计中，应选择不少于 5 个水泥剂量，分别确定各水泥剂量条件下混合料的最佳含水率、最大干密度。

5.3.4 应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同水泥剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳水泥剂量。

5.3.5 干旱大温差地区公路水泥稳定材料配合比试验推荐水泥试验剂量可采用表 5.3.5 中的推荐值。

表 5.3.5 水泥稳定碎石（砾石）基层材料推荐水泥剂量表

条件	推荐试验剂量（%）
$R_d \geq 4.0 \text{ MPa}$	2.5、3.0、3.5、4.0、4.5
$R_d < 4.0 \text{ MPa}$	2.0、2.5、3.0、3.5、4.0

条文说明

相关试验表明水泥稳定基层材料膨胀系数随着水泥剂量的增加出现增大的趋势，当叠加易溶盐和级配偏细等因素，水泥稳定基层膨胀系数增加更为明显。

此外，水泥剂量增加了水泥稳定基层材料的强度，降低了水泥稳定基层材料内部空隙，使得在大温差环境下内部应力难以有效释放，容易出现开裂、拱胀病害，因此，在干旱大温差地区推荐的水泥用量相比于正常环境偏小。

5.3.6 对水泥稳定级配碎石或砾石材料，应根据当地材料特点和技术要求，优化设计混合料级配，确定目标级配曲线和合理的变化范围。

5.3.7 应按下列步骤合成目标级配曲线并进行性能验证：

1 按确定的目标级配，根据各档材料的平均筛分曲线，确定其使用比例，得到混合料的合成级配。

2 根据合成级配进行混合料重型击实试验和 7d 龄期无侧限抗压强度试验，验证混合料性能。

条文说明

相比于《公路路面基层施工技术细则》(JTG F20-2015)，针对干旱大温差地区水泥稳定基层材料除了进行无侧限抗压强度，有条件情况下还可以对水泥稳定基层材料空隙率和膨胀系数进行验证，减小水泥稳定基层后期出现拱胀开裂的风险。

5.3.8 应根据已确定的各档材料使用比例和各档材料级配的波动范围，计算实际生产中混合料的级配波动范围；并应针对这个波动范围的上、下限验证性能。

5.3.9 水泥稳定混合料设计过程中，应严格控制水泥剂量。水泥剂量不宜超过 4.0%。

5.4 生产配合比设计

5.4.1 根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

5.4.2 拌和设备的调试和标定应包括料斗称量精度的标定、水泥剂量的标定和拌

和设备加水量的控制等内容，并应符合下列规定：

- 1 按照附录 B 要求绘制不少于 5 个点的水泥剂量标定曲线。
- 2 按各档材料的比例关系，设置调整拌和设备各个料仓的进料速度。
- 3 按设定好的施工参数进行第一阶段试生产，验证生产级配。不满足要求时，应调整施工参数。

条文说明

水泥稳定基层材料粒径偏大时，水泥剂量标定试验中取料的粗细程度严重影响测试准确性。为了提高水泥稳定基层材料水泥剂量测试的准确性，本规程采用 9.5mm 筛孔以下部分进行 EDTA 曲线标定。

5.4.3 干旱大温差地区公路水泥稳定材料应进行不同成型条件下的混合料强度试验，成型温度应考虑施工中可能出现的最高温，绘制相应的延迟时间曲线，并根据设计要求确定容许延迟时间。

条文说明

据调研环境温度每升高 1℃，水泥初凝时间减少 10~15min，在干旱大温差地区由于温度波动大，在水泥稳定基层施工中需要关注施工温度。

5.4.4 混合料生产确定含水率，应以配合比设计的结果为依据，综合考虑施工过程的气候条件，水泥稳定材料含水率可增加 0.5~1.5 个百分点。水泥稳定材料最大干密度应以最终合成级配击实试验的结果为标准。

条文说明

在干旱大温差地区气候干旱、温度波动大，一般伴有强风，因此在含水率上考虑适当增加水量，以保证水泥稳定基层处于最佳含水率下摊铺碾压。

5.4.5 生产配合比设计除应符合上述技术要求外，尚应符合现行《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)的有关规定。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 水泥稳定材料结构层施工应选择适宜的气候环境，干旱大温差地区应制订应对气候变化的处置预案，并应符合下列规定：

1 水泥稳定基层宜在气温较高的季节组织施工。水泥稳定材料施工期的日最低气温应在 5℃以上，宜不小于 10℃，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻到来的 15~30d 之前完成施工。

2 不应在雨雪天气施工。

条文说明

重冰冻的标准一般指气温达到-3~-5℃。

6.1.2 水泥稳定材料宜在 2h 之内完成碾压成型，应取水泥稳定材料初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间。

6.1.3 应将室内重型击实试验法确定的干密度作为压实度评价的标准密度。

6.1.4 水泥稳定材料的基层压实度应符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 水泥稳定基层材料压实标准

项 目	高速公路和一级公路	二级及二级以下公路
压实度 (%)	≥98	≥97

6.1.5 拌和站场地应平整并具有足够的承载能力。高速公路和一级公路的拌和站场地应采用混凝土硬化。

6.2 试验段铺筑

6.2.1 水泥稳定基层正式施工前应铺筑试验段，长度宜不小于 200m。

6.2.2 在试验段施工期间，应确定下列技术内容：

- 1 确定人员配置数量和搭配协调。
- 2 确定拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。
- 3 确定拌和设备各档矿料及水泥的进料比例和速度。
- 4 确定材料含水率控制方法及参数。
- 5 确定材料摊铺方式、适用机具及松铺系数和速度等参数。
- 6 确定压实的顺序、速度和遍数等参数。
- 7 确定每一作业面的合适长度。

6.2.3 试验段结束后应及时编制试验段总结报告。

6.2.4 试验段不满足技术要求时，应重新铺设试验段。试验段各项指标合格后，方可正式施工。

6.3 拌和及运输

6.3.1 干旱大温差地区公路水泥稳定材料拌和设备应满足下列要求：

- 1 拌和设备生产能力与摊铺能力应相匹配，额定产量宜不小于 500t/h。
- 2 拌和设备的料仓数应与规定的备料档数相匹配，宜较规定的备料档数增加 1 个仓数，料仓间应加装不小于 1m 的隔板。
- 3 每个料仓和料斗所使用的电子秤精度应满足 $\pm 0.5\%$ 的要求。
- 4 应配置至少 2 个水泥罐，内部应装有破拱装置，且宜配置水泥缓冲仓。
- 5 临时料仓上宜加装防离析装置，防止水泥稳定基层材料下落过程出现离析。
- 6 宜在水泥仓、出料仓等周围加装摄像头，方便实时观察生产情况。

条文说明

在干旱大温差地区加装水泥缓冲仓能够更好的保证水泥剂量的准确性，不受水泥仓内部存料量等影响影响。另外在临时料仓加装防离析装置，能够有效降低

水泥稳定基层材料由于下落过程产生的离析,尤其是针对粒径范围较大的水泥稳定砂砾材料,提高水泥稳定基层材料的质量稳定性。

6.3.2 工程所需的原材料严禁混杂,应分档隔仓堆放,并有明显的标志。

6.3.3 干旱大温差地区水泥稳定基层材料拌和前应检查集料的含水率,计算当日施工配合比,且应考虑温度和运距的影响及时调整含水率,温度高或运距较远,含水率应稍高于最佳含水率 1%~2%。

条文说明

在干旱大温差地区由于温差较大,中午时段温度较高,水泥稳定基层材料在拌和、运输、摊铺、碾压等过程中水分损失较快,因此需要按温度变化、风速大小等因素及时调整。

6.3.4 加水量计量宜采用流量计的方式。对高速公路和一级公路,水的流量数值应在中央控制室的控制面板上显示。

6.3.5 在正式拌制水泥稳定材料前,应先调试所用的设备,使混合料的级配组成和含水率都达到配合比设计的规定要求。原材料的颗粒组成发生变化时,应重新调试设备。

6.3.6 高速公路基层的水泥稳定材料拌和时,宜采用两次拌和的生产工艺,也可采用间歇式拌和生产工艺,拌和时间应不少于 15s。

6.3.7 水泥稳定材料拌和中应实时监测各个料仓的生产计量,当某档材料的实际掺加量与设计要求值相差超过 10%时,应停机检查原因,正常后方可继续生产。

6.3.8 对高速公路和一级公路,应从拌和站取料,每隔 1h 测定一次含水率,每隔 2h 测定一次水泥剂量,并做好记录。

条文说明

干旱大温差地区含水率和水泥剂量对水泥稳定基层材料的强度、密实程度等性能影响更为明显，对于含水率和水泥剂量需要更加频繁的监测，尤其是水泥稳定材料生产初期。

6.3.9 拌和设备在每日结束后应进行清理，并检查设备状态。

条文说明

拌和设备清理时尤其需要对水泥下料口进行处理，水泥下料口易出现水泥结块而发生堵塞。

6.3.10 应根据出料速度、摊铺速度和运距等因素，确定足够数量的水泥稳定材料运输车。

6.3.11 水泥稳定材料运输车装料前应清理干净车厢，不得存有杂物。

6.3.12 水泥稳定材料运输车装好料后，应用篷布将厢体覆盖严密，直到摊铺机前准备卸料时方可打开。

条文说明

干旱大温差地区在中午时间段温度较高，水分蒸发非常快，如果不覆盖篷布或者覆盖不严密，运输车在行驶过程中水泥稳定材料表面水分散失严重，将影响水泥稳定基层施工性和质量。

6.3.13 水泥稳定材料装料过程中，运输车辆应前后移动，分多次装料，减少水泥稳定材料的离析。

6.4 摊铺

6.4.1 水泥稳定基层摊铺前应对下承层表面浮土、杂物进行处理，并进行洒水润湿。

条文说明

干旱大温差地区底基层铺筑一段时间后表面和内部干燥，在不进行洒水润湿

情况下，底基层会吸收水泥稳定材料中的水分，影响水泥稳定基层材料后期强度形成。

6.4.2 水泥稳定材料摊铺应保证足够的厚度，碾压成型后每层的摊铺厚度宜不小于 160mm，最大厚度宜不大于 240mm。

6.4.3 水泥稳定材料进行大厚度摊铺时，摊铺和压实设备应满足施工需要，具体应根据试验结果确定。

条文说明

近年来部分工程采用大厚度摊铺工艺，将原双层摊铺工艺（18cm+18cm）变更成大厚度一次摊铺 36cm，通过大厚度摊铺减少了结构层数量，改善了层间结合，提高了路面结构的整体性。但是要实现大厚度摊铺需要具备大功率摊铺设备和足够的压实设备及压实功率，并且需要通过具体试验段验证摊铺碾压后的水泥稳定基层的压实度、均匀性以及平整度等符合相关标准的技术要求。

6.4.4 摊铺机前宜增设橡胶挡板，橡胶挡板底部距下承层距离宜不大于 100mm。

条文说明

干旱大温差地区的水泥稳定材料矿料多为天然砂砾，由于天然砂砾棱角性差，摊铺过程中水泥稳定材料如有较大高差，表面“椭球形”砾石易滚落至水泥稳定基层下部，造成水泥稳定材料在垂直方向离析。

6.4.5 采用两台摊铺机并排摊铺时，两台摊铺机的型号及磨损程度宜相同。在施工期间，两台摊铺机的前后间距宜不大于 10m，且两个施工段面纵向应有 300~400mm 的重叠。

6.4.6 摊铺过程中螺旋分料器应均匀、不间断地旋转送料，转速应与摊铺速度相适应，两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

6.4.7 摊铺过程应均匀、连续，不得随意变换速度，摊铺过程中前方至少应有 2~3 辆运料车等候，避免出现停机待料。

6.4.8 摊铺上层水泥稳定基层前应先将下承层清理干净，并洒布水泥净浆，水泥用量宜为 $1.0\sim 1.2\text{kg}/\text{m}^2$ 。

6.4.9 对无法使用机械摊铺的超宽路段，应采用人工同步摊铺、修整，并同时碾压成型。

6.4.10 在摊铺机后面应设专人消除粗细集料离析现象，及时铲除局部粗集料堆积或离析的部位，并用新拌混合料填补。

6.5 压实

6.5.1 应根据摊铺机摊铺宽度配备足够的碾压设备，大厚度摊铺时需要考虑摊铺厚度选择满足压实需要的压路机。

6.5.2 应安排专人负责指挥碾压，严禁漏压和产生轮迹。

6.5.3 干旱大温差地区水泥稳定材料摊铺后应尽快进行碾压，一次碾压长度控制在 $40\sim 60\text{m}$ 。

条文说明

干旱大温差地区水泥稳定材料摊铺后，表面水分洒水速度快，如果不及时进行碾压，表面水泥稳定材料会由于含水率不足难以压实现象，并且在压实后表面容易出现松散，影响水泥稳定基层强度形成，因此相比于湿度较大地域，在干旱大温差地区降低了碾压长度控制。

6.5.4 采用钢轮压路机初压时，宜采用双钢轮压路机稳压 2~3 遍，再用激振力大于 35t 的重型振动压路机、18~21t 三轮压路机或 25t 以上的轮胎压路机继续碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压，消除轮迹。

6.5.5 采用胶轮压路机初压时，应采用 25t 以上的重胶轮压路机稳压 1~2 遍，错轮不超过 1/3 的轮迹带宽度，再采用重型振动压路机碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压，消除轮迹。

6.5.6 碾压过程中表面应始终处于湿润状态，表面缺水时应及时补洒水。

6.5.7 碾压成型后的表面应平整、无轮迹。

6.6 接缝处理

6.6.1 水泥稳定材料摊铺过程应保持连续，如因故中断时间超过 2h 有，应设置横向接缝。

6.6.2 横向接缝应与路中心线垂直设置，且横向接缝应为竖直向下的断面。

条文说明

干旱大温差地区水泥稳定基层横向施工缝如出现斜接界面，水泥稳定基层运营期遇到大的温差变化，水泥稳定基层内容应力就会在斜接缝（薄弱环节）发生交错，很大程度上会引起水泥稳定基层沥青路面出现拱胀病害。

6.6.3 水泥稳定基层摊铺宜避免出现纵向接缝，分幅摊铺时，纵向接缝处应加强碾压。存在纵向接缝时应竖直相接，严禁斜接。

7 养生、交通管制及层间处理

7.1 一般规定

7.1.1 干旱大温差地区水泥稳定材料层碾压完成并经压实度检查合格后，应及时养生。

条文说明

养生对水泥稳定基层的强度形成和干缩性影响非常大，养生如果不及时，会加快干缩裂缝现象的出现，从而影响基层的整体质量。

7.1.2 水泥稳定材料层养生前洒水宜采用侧向洒水的方式。养生用洒水车应采用喷雾式喷头，严禁采用高压式喷管，以免破坏水泥稳定基层结构。

7.1.3 干旱大温差地区水泥稳定材料的养生期宜不少于 7d，养生期宜延长至上层结构开始施工的前 2d。

条文说明

7d 养生时间是水泥稳定基层材料质量控制的一个时间点，并非水泥稳定基层强度完全形成的养生期，在干旱大温差地区铺筑的水泥稳定基层在 7d 钻心取样测试的无侧限抗压强度为 3~6MPa，但是水泥稳定基层经过两年使用后，钻取水泥稳定基层芯样无侧限抗压强度达到 12~20MPa。水泥稳定基层强度随着时间延长会在很长一段时间内出现逐渐增加的趋势。

7.1.4 养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行。

7.1.5 水泥稳定材料层过冬时应采取必要的保护措施。

7.2 养生方式

7.2.1 干旱大温差地区水泥稳定基层养生宜采用防水土工布，也可以采用保湿养生膜和土工布配合养生，保证水泥稳定基层养生期处于湿润状态。

条文说明

干旱大温差地区气候干旱，水资源缺乏，采用传统透水土工或铺设湿砂养生等不仅难以保证水泥稳定基层一直处于湿润状态，而且还会消耗大量的水资源。采用防水土工布或者保湿养生膜和土工布配合养生的方式，能够使水泥稳定基层持续处于湿润状态，不但保证施工质量，而且节约了用水，节省了人力和物力，降低了施工成本。

7.2.2 防水土工布养生应符合下列规定：

- 1 水泥稳定基层洒水后铺设土工布，过程中应注意缝之间的搭接，不应留有间隙，搭接不少于 30cm。
- 2 防水土工布铺设完成后应做好压边工作，防止大风将土工布掀起。
- 3 养生至上层结构层施工前 1~2d，方可将土工布掀开。在养生过程中应采取有效措施防止土工布破损。
- 4 养生过程中发现基层干燥时应适当补水。

7.2.3 薄膜和土工布配合养生应符合下列规定：

- 1 水泥稳定基层洒水后可覆盖薄膜，相邻膜搭接宽度不少于 20cm，薄膜之间应搭接完整，避免漏缝。
- 2 将土工布平整摊铺于薄膜上，并做好压边工作，防止大风将土工布掀起。
- 3 局部薄膜破损时，应及时更换，养生过程中发现基层干燥时应适当补水。
- 4 养生至上层结构层施工前 1~2d，方可将薄膜掀开。

7.3 交通管制

7.3.1 水泥稳定材料养生期间，小型车辆和洒水车的行驶速度应小于 40km/h。

7.3.2 水泥稳定材料养生 7d 后，施工需要通行重型货车时，应有专人指挥，按规

定的车道行驶，且车速应不大于 30km/h。

7.4 水泥稳定基层与沥青面层之间处理

7.4.1 在沥青面层施工前应清理水泥稳定基层顶面，彻底清除基层顶面杂物。

7.4.2 应采用小型清扫车等方式将基层表面的浮浆清理干净，并应符合下列规定：

- 1 基层表面达到无浮尘、无松动状态。
- 2 清理出小坑槽时，不得用原有基层材料找补。
- 3 清理出较大范围松散时，应重新评定基层质量，必要时宜返工处理。

7.4.3 干旱大温差地区洒布透层材料 12h 前宜对基层表面洒水润湿，透层材料宜采用稀释沥青或透层用乳化沥青，沥青洒铺量宜为 $0.3\sim 0.6\text{kg}/\text{m}^2$ 。透层渗透深度应不小于 5mm。

条文说明

干旱大温差地区气候干旱且常伴有风砂，洒布透层材料 12h 前对基层表面洒水润湿，不仅能够去除基层表面的浮土，而且能够对基层进行润湿，尤其是采用乳化沥青类透层，可以避免乳化沥青失水破乳，影响透层的渗透深度。

7.4.4 透层材料施工后严禁一切车辆通行，直至上层施工。

7.4.5 下封层或黏层应在透层油挥发、破乳完成后施工，并封闭交通。

7.4.6 针对干旱大温差地区水泥稳定基层与沥青面层间宜设置碎石封层作为下封层，碎石撒布量宜为满铺面积的 60%~70%，不得重叠。

8 施工质量管理与检查

8.1 施工前的材料与设备检查

8.1.1 施工前应提供原材料检测报告、水泥稳定材料设计报告及设备标定报告。

8.1.2 原材料的质量检查应以同一料源、同一批并运至生产现场的相同规格品种的材料为一“批”进行检查。检查频率和要求应符合表 8.1.2 的规定。

表 8.1.2 原材料质量检查与要求

材料	试验项目	质量要求	检验频率	检查方法
粗集料 (碎石或砾石)	含水率	实测值	每天使用前测 2 个样品	T 0305
	压碎值	符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 规定	使用前测 2 个样品, 使用过程中每 2000m ³ 测 2 个样品, 种类变化重做 2 个样品	T 0316
	针片状颗粒含量			T 0312
	0.075mm 以下粉尘含量			T 0310
	软石含量			T 0320
	级配、规格			T 0302
细集料	含水率	实测值	每天使用前测 2 个样品	T 0332
	有机质含量	符合表 4.5.1 规定	每档材料使用前测 2 个样品, 使用过程中每 2000m ³ 测 2 个样品	T 336
	塑性指数			T 354
	硫酸盐含量			T 0336/ T 0341
	级配			T 0327
水泥	《通用硅酸盐水泥》(GB 175) 规定指标	符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175) 规定	每批次	《通用硅酸盐水泥》(GB 175)

8.1.3 应检查水泥稳定材料拌和设备、摊铺机及辅助施工车辆配套情况, 确保设备和车辆处于良好状态。

8.2 施工质量控制

8.2.1 水泥稳定基层外观尺寸检查项目、频度和质量标准应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)的有关规定。

8.2.2 摊铺碾压过程质量控制的项目及内容应符合表 8.2.2 的规定,实际检测频率应不低于表中的要求,检测结果应满足本规程或具体工程的技术要求。

表 8.2.2 施工过程中前场质量控制的关键内容

项 目	内 容	质量要求	频 次	检查方法
摊铺	摊铺工艺	满足试验段确定的要求	随时	目测
	外观	无明显离析、混合料含水率适宜	随时	目测
碾压	碾压工艺	满足试验段确定的要求	随时	目测
	外观	表面平整,无明显轮迹、离析和松散现象	随时	目测
作业时间	开始拌和到碾压结束的时间间隔	满足允许延迟时间要求	逐车检查	计时
厚度	松铺系数、松浦厚度	满足试验段确定的要求	随时	插入法
压实度	压实度	符合 6.1.4 的规定	每一作业段检查 3 次以上	T 0921
强度	现场取样成型,测试 7d 无侧限抗压强度	符合 5.2.1 的规定	每一作业段不少于 6 个	T 0805
养生	养生方式及养生时间	符合本规程 7.2 节的有关规定	随时	目测

8.2.3 应在现场碾压结束后及时检测压实度。压实度检测中,测定的含水率与规定含水率的绝对误差应不大于 2%;不满足要求时,应分析原因并采取必要的措施。

条文说明

干旱大温差地区气候干燥、温度波动较大,水泥稳定基层水分散失大,当运距增加、料车覆盖不严密、拌和用水不稳定等情况都会影响水泥稳定基层材料的含水率,进而对水泥稳定基层压实度和质量产生影响。

8.2.4 施工过程的压实度检测，应以每天现场取样的击实结果确定的最大干密度为标准。每天取样的击实试验应符合下列规定：

1 击实试验应不少于 3 次平行试验，且相互之间的最大干密度差值应不大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ ；否则，应重新试验，并取平均值作为当天压实度的检测标准。

2 该数值与设计阶段确定的最大干密度差值大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 时，应分析原因，及时处理。

8.2.5 压实度检测应采用整层灌砂试验方法，灌砂深度应与现场摊铺厚度一致。

8.2.6 水泥稳定材料宜在 7d 龄期钻取芯样，并检验其完整性，过程应符合下列规定：

1 水泥稳定基层的芯样直径应为 150mm。

2 采用随机取样方式，不得在现场人为挑选位置。

3 芯样顶面、四周应均匀。

4 取不出完整芯样时，可适当延长养生时间至 10~14d，如仍取不出完整芯样，应找出实际路段相应的范围，返工处理。

条文说明

针对干旱大温差地区水泥稳定基层强度进行调研，水泥稳定基层在刚铺筑 7d 测试的无侧限抗压强度为 3~6MPa，但是水泥稳定基层经过两年使用后，钻取水泥稳定基层芯样无侧限抗压强度达到 12~20MPa。水泥稳定基层强度随着时间延长会在很长一段时间内出现逐渐增加的趋势。在干旱大温差环境下，通过提高水泥剂量方式提高水泥稳定基层初期强度，不仅会造成水泥稳定基层成本上涨，而且会使水泥稳定基层模量过大、结构过于密实，在大温差环境下内部应力缺少释放空间，可能引起水泥稳定基层后期出现拱胀开裂等病害。因此，在满足强度设计要求下，干旱大温差地区水泥稳定基层如果 7d 无法钻取芯样，可以放宽至 10~14d。

8.2.7 施工过程的水泥稳定材料质量检测，应在施工现场的摊铺机位置取样，且应分别来自不同的料车。

8.3 质量检查

8.3.1 干旱大温差地区水泥稳定基层检查内容包括外形和质量检查两方面，外形检查应符合本规程 8.2.1 的规定。

8.3.2 水泥稳定基层各项技术指标质量应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 质量合格标准值

项 目	检查数量	标准值	极限低值
压实度	6~10 处/km	98%	94%
颗粒组成	2~3 次/km	规定级配范围	
水泥剂量 (%)	3~6 处/km	设计值	设计值±1.0%

征求意见稿

附录 A 硫酸盐含量测定方法

A.1 适用范围

本方法适用于测定粗细集料与水预拌后,混合物中的易溶盐(硫酸盐)含量。

A.2 器具与材料技术要求

试验使用的器具与材料符合《公路工程集料试验规程》(JTG 3432) T 0341 中相关的技术要求。

A.3 方法与步骤

1 选取工地现场使用的矿料(碎石或砾石),按照选定的级配和最佳含水率,将粗细集料与水进行预拌,预拌时间不少于 3min,使水充分润湿矿料,预拌后的混合矿料闷料 2h。

2 将混合矿料缩分至表 C.3 要求质量的子样一份。先用 19mm 试验筛过筛,取筛上颗粒破碎至全部小于 19mm;将原 19mm 筛下颗粒和新破碎 19mm 以下颗粒混合、搅拌均匀,缩分 2000g+100g 试样两份。将试样 105°C+5°C 烘干至恒重,冷却至室温。

表 A.3 硫酸盐含量试验的混合矿料子样质量

工程最大粒径 (mm)	≤19	26.5	31.5	37.5	53	63
一份子样的最小质量 (kg)	5	8	10	12	15	20

3 称取试样质量 m_1 ,将混合矿料放入 15~20L 的浸泡容器中,用容量瓶量取 10 倍于试样质量的水,注入浸泡容器中,浸泡不少于 24h,期间摇动不少于 4 次,每次不少于 5min。

4 硫酸盐含量具体测试过程符合《公路工程集料试验规程》(JTG 3432) T 0341 中相关规定。

A.4 计算

试样的硫酸盐含量(以 SO_3 质量计)按照 A.4-1 计算,精确至 0.01%。

$$C_{ws} = 2k \times 0.343 \times (m_5 - m_2) \quad (\text{A.4-1})$$

式中: C_{ws} ——试样的水溶性硫酸盐含量(以 SO_3 质量计)(%) ;

0.343——硫酸钡(BaSO_4)换算为 SO_3 的系数;

K——浸泡时水与集料的质量比 (g/g);

m_2 ——干燥坩埚的质量 (g);

m_5 ——水溶性硫酸盐含量试验的坩埚和灰化物总质量 (g);

A.5 结果整理

按照《公路工程集料试验规程》(JTG 3432) T 0341整理试验结果。

征求意见稿

附录 B 水泥剂量测试方法 (EDTA 滴定法)

B.1 适用范围

本方法适用于水泥稳定基层材料水泥剂量的标定及检测。

B.2 器具与材料技术要求

试验使用的器具与材料符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTG 3441) T 0809中相关的技术要求。

B.3 绘制EDTA标准曲线

- 1 选取工地现场使用的水泥和被稳定材料 (碎石或砾石)。
- 2 按照施工配合比所确定的矿料级配和最佳含水率拌制水泥稳定材料, 其中水泥剂量采用 0%、2%、3%、4%、5%、6%, 每次拌制的水泥稳定材料质量约为 3000g。
- 3 将拌制完成的水泥稳定材料过 9.5mm 筛网, 取筛下部分混合料 500g 进行滴定试验 (EDTA 试验)。
- 4 同一水泥剂量下滴定试验平行 2 次, 滴定试验具体步骤符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTG 3441) 相关的规定。
- 5 以同一水泥剂量下 EDTA 二钠标准溶液消耗量 (mL) 的平均值为纵坐标, 以水泥剂量 (%) 为横坐标制图。两者的关系应接近直线, 如图 B.3 所示。

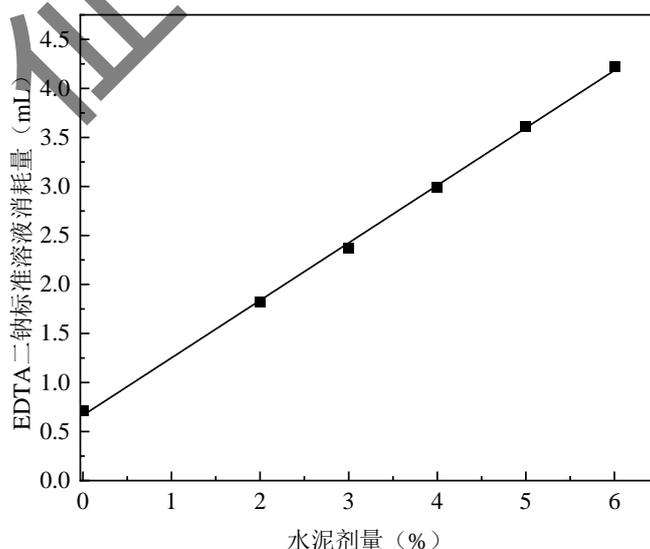


图 B.3 EDTA 标准曲线

B.4 水泥剂量测定

1 从传送带或者运料车选取有代表性的水泥稳定材料约 10kg, 然后采用四分法分出 5kg 水泥稳定材料过 9.5mm 筛。

2 选取筛下 500g 混合料进行 EDTA 滴定试验, 滴定试验具体步骤符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTG 3441) 相关的规定。

3 根据 EDTA 标准曲线和 EDTA 二钠标准溶液消耗量确定混合料的水泥剂量。

4 平时试验进行 2 次, 取算术平均值, 精确到 0.1mL, 允许重复性误差不得大于均值的 5%。

征求意见稿

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

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”；

4) 表示稍有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”；

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”；

3) 当引用本规程中的其他规定时，表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。