中国工程建设协会标准

《公路煤矸石路基技术规程》

（CECS G-2020-265）

征求意见稿

征求意见稿

安徽省交通控股集团有限公司

二零二二年七月

前　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协会字〔2020〕14 号）的要求，由安徽省交通控股集团有限公司承担《公路煤矸石路基技术规程》（以下简称“本规程”）的制定工作。

编制组在全面总结国内外近年来公路煤矸石路基工程经验和科技成果的基础上，开展了广泛调研，充分吸收了国内外相关标准、规范和规程的先进技术方法和建设经验，并广泛征集了行业内外的意见和建议，完成本规程的编制工作。

本规程分为 7 章，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 路基设计、5 路基施工、6 环境保护、7 质量检查与验收。

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

本规程由中国工程建设标准协会公路分会负责归口管理，由安徽省交通控股集团有限公司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：北京市海淀区西土城路 8 号，邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn）,或黄志福（地址：安徽省合肥市高新区望江西路 520 号；邮编：230088；传真：0551- 63738314；电子邮箱：Huangzf053@ahjkjt.com），以便于修订时研用。

主 编 单 位 ：安徽省交通控股集团有限公司

参 编 单 位 ：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司，淮北市公路管理服务中心，江西省交通工程集团有限公司

主　　编 ：黄志福

主要参编人员：

主　　审 ：刘怡林

参与审查人员：

征求意见稿

1 总则

1.1 为指导煤矸石在公路路基工程中的应用，推广煤矸石路基的施工技术，制定本规程。

1.2 本规程适用于各等级公路煤矸石填方路堤的设计、施工和质量验收。

1.3 公路煤矸石路基设计与施工应遵守国家有关建设工程安全生产的法律、法规，健全安全生产管理体系，保障工程施工安全。

1.4 公路煤矸石路基设计与施工除应符合本规程的规定外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语

2.1 术语

2.1.1 煤矸石　Gangue

在煤矿开拓掘进、采煤和煤炭洗选过程中产生的干基灰分大于 50%的岩石。

2.1.2 煤矸石路基

采用煤矸石作为填筑材料，按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物。

2.1.3 烧失量　loss on ignition

烘干的煤矸石在 1000℃～1100℃灼烧后失去的质量与烘干后的煤矸石质量百分比。

2.1.4 封层　seal coat

为防止水分侵入公路煤矸石路基，对路基顶、底、两侧及中间铺筑的不透水层。铺筑在路基顶部区域称为上封层，铺筑在路基底部的成为下封层，铺筑在路基中间区域的称为中封层，铺筑在路基两侧的成为包边层。

3 基本规定

3.1 煤矸石用于路堤填筑时，必须符合国家现行环境保护的有关规定，严禁采用含有重金属等有害物质的煤矸石作为路堤填料。

3.2 煤矸石堆存、运输及施工过程应有相应环保措施，避免对周边环境造成污染。

3.3 公路煤矸石路基应选用充分风化、稳定、经自燃后的煤矸石，一般选用堆放3年以上褐色、黄色、红色煤矸石，黑色煤矸石的使用要进行严格的试验验证。

3.4 路基用煤矸石中主要成份 SiO_2、Al_2O_3 、Fe_2O_3 的总含量之和不低于70%，煤矸石中不宜含有杂质。

3.5 煤矸石进行路基填筑，需远离要保护水源地区500m以上，煤矸石不得用于浸水地段、洪水浸淹部位的填筑 。

3.6 煤矸石不宜用于高速公路、一级公路上路堤填筑。

3.7 煤矸石路基设计应有足够强度、稳定性和耐久性。

3.8 煤矸石路基应设置防排水设施，并与自然排水系统相协调。

3.9 公路煤矸石路基填筑施工应避开雨季，若遇到雨季施工，应做好防排水工作。

4 路基设计

4.1 一般规定

4.1.1 煤矸石路基设计应结合当地自然条件和工程地质条件，合理确定煤矸石路基断面型式、边坡坡度以及使用层位。

4.1.2 煤矸石路基应采用封闭式路堤结构，对于边坡和路肩有相应保护措施。

4.1.3 煤矸石路基设计应考虑水位影响，并考虑路基干湿状况对煤矸石路基强度和稳定性的影响。

4.1.5 煤矸石路基设计，应采取相应技术措施，做好路基断面设计、结构设计和排水设计，保障路基具有足够强度和稳定性。

4.1.6 煤矸石路堤高度超过5m时，应进行路基稳定性检算，路基稳定性计算方法及其抗滑稳定系数应符合公路路基设计规范（JTG D30）规定。

4.1.6 煤矸石路基强度及分层填筑压实度应符合公路路基设计规范（JTG D30）

征求意见稿

规定。

4.2 路基填料

4.2.1 用于填筑路堤的煤矸石性能应相对稳定，质地坚硬，严禁采用泥结煤矸石，煤矸石中土含量不超过 15%。

4.2.2 煤矸石最大粒径不大于碾压层厚度的 2/3，且最大粒径不宜超过 22cm，若粒径过大应采取人工或机械破碎。

4.2.3 用作路基的煤矸石，应具有良好的承载能力和稳定性，烧失量不超过 15%，热值不超过 1000kJ/kg，崩解量不超过 30%。

4.2.4 用作路基的煤矸石，宜选用洁净无杂质，并严格控制污染物含量，有机质含量不超过 10%，硫化铁含量不超过 3%。

4.2.5 煤矸石用作公路路基，其原材料应符合下表 1 规定。

表 1　煤矸石原材料指标

评价指标	单位	技术要求	
公路等级	—	高速、一级公路	二级及以下公路
单轴抗压强度	MPa	≥15	≥12
压碎值	%	≤30	≤35
液限	%	＜35	＜40
塑性指数	/	＜10	＜15
吸水率	%	＜3	＜5
自由膨胀率	%	＜30	＜40

4.3 路基结构

4.3.1 公路煤矸石路基的填筑应高于地下水位或地表长期积水以上，并设有隔离层。

4.3.2 煤矸石路基填筑高度不宜大于 20m，大于 8m 时边坡型式采用阶梯形。

征求意见稿

4.3.3 公路煤矸石路基坡率应控制在 1：1.5～1：1.75，当路基高度小于 8m 时，边坡坡率不宜陡于 1：1.5，当边坡为阶梯形时，下部路基边坡坡率不宜陡于 1：1.75。

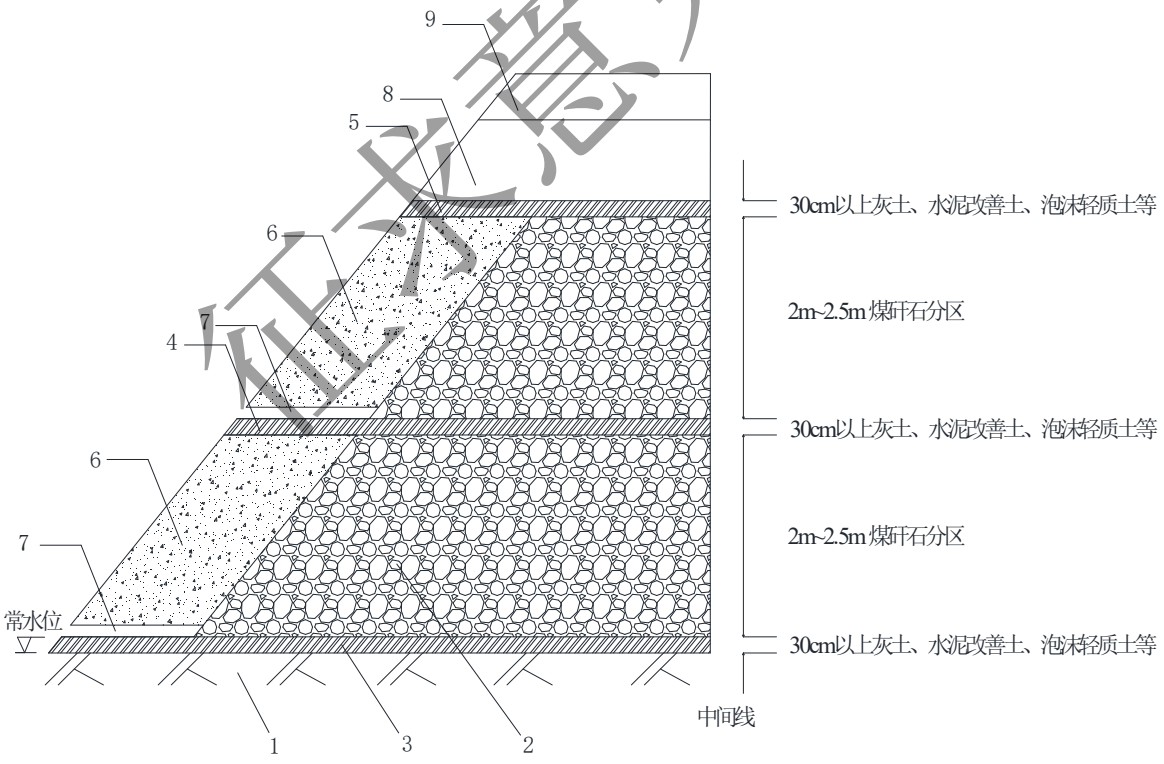
4.3.4 公路煤矸石路基应分层填筑，分区高度应为 2～3m，每一层表面应设 2～4%横坡，分区间宜采用石灰改善土、水泥改善土、泡沫轻质土等封层进行隔离。

4.3.5 上封层、中封层、下封层厚度不应低于 30cm，厚度超过 30cm 时，应分层铺筑，中封层应视路基高度设置，宜间隔 2～3m 设一层，雨季施工应降低分区高度，增加中封层数量，以防雨水下渗。

4.3.6 煤矸石路基两侧应预留 2～3m 作为包边土，包边土应采用灰土、山皮土等，不宜采用膨胀土。

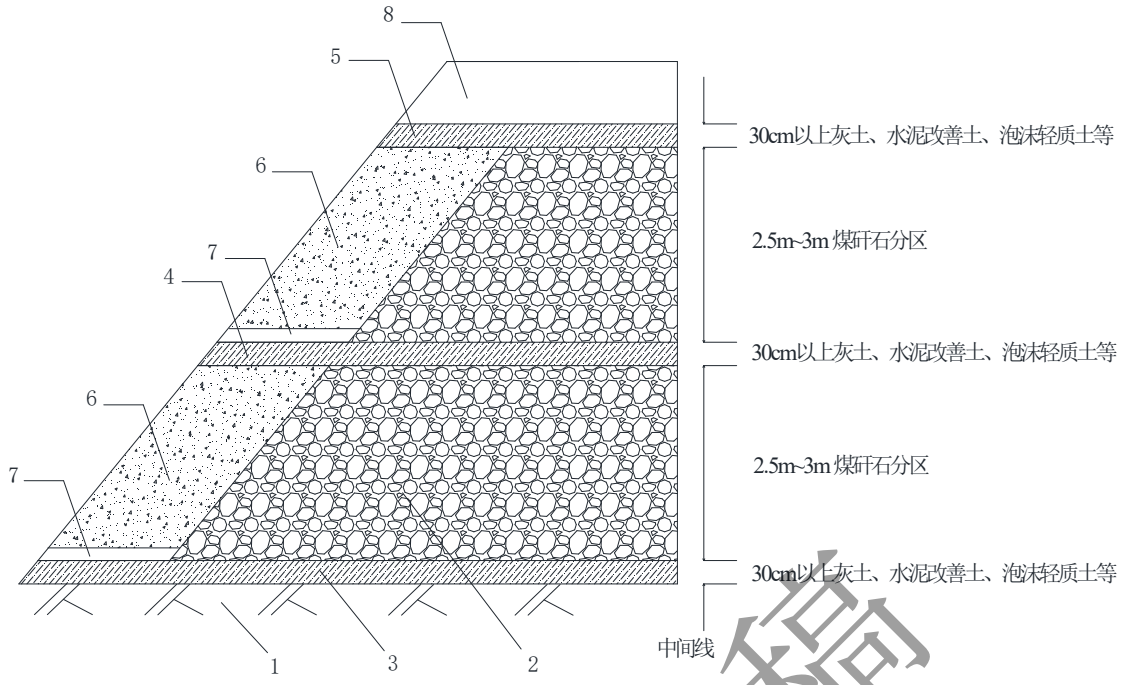
4.3.7 路基结构上部防渗、两侧防渗防塌、底部防漏的煤矸石路基设计典型结构可参见图 1、2。

征求意见稿



注：1-地基（地面）；2-煤矸石层；3-下封层；4-中封层；5-上封层；6-包边土；7-排水盲沟；8-上路堤；9-路面层。

图 1　高速公路、一级公路煤矸石路基典型结构图



注：1-地基（地面）；2-煤矸石层；3-下封层；4-中封层；5-上封层；6-包边土；7-排水盲沟；8-路面层。

图 2　二级及以下公路煤矸石路基典型结构图

4.4　路基排水

4.4.1 施工中应及时合理设置排水设施，临时排水设施宜与永久排水设施相结合，施工期间，应经常维护临时设施，路基及其附近不得积水。

4.4.2 煤矸石路堤填筑期间，作业面应设 2～4%的排水横坡，表面不得积水，边坡应采取临时排水设施。

4.4.3 低填、浅挖路基以及排水困难地段，应采取防、排、截相结合的综合措施，及时拦截有可能进入路界的地表水，排除路基内自由水，隔离地下水，保证路基处于干燥或者中湿状态。

4.4.4 煤矸石路基两侧包边土应布设上下边沟或排水沟，降低路基地下水位。

4.4.5 排水设施设计应符合《公路路基设计规范》（JTG D30）有关规定。

5 路基施工

5.1 施工准备

5.1.1 煤矸石路基施工前应进行控制测量、导线复测、水准点复测与加密、中线放样、路基放样等测量，每项测量必须满足规范要求，必须进行复测，原始

征求意见稿

记录应存档。

5.1.2 填筑路基所选煤矸石应符合本标准提出的分级标准，且不得含有生活与建筑垃圾、树根等其他杂质。

5.1.3 施工前，应按照规定对基底进行相关试验，并对煤矸石材料的天然含水量、塑性指数、CBR 值和自由膨胀率等技术指标进行检测。

5.1.4 施工工艺控制应符合一般路基施工原则，必要时可根据试验路段确定的施工参数适当调整。

5.1.5 煤矸石路基施工前，应调查煤矸石储存场情况，确定煤矸石堆存量，并能满足本标段路基填筑的需求。

5.1.6 煤矸石路基施工前必须进行试验段铺筑。选择地质条件、断面形式等工程特点具有代表性的地段作为试验路段，路段长度不宜小于 200m。

5.2 储存与运输

5.2.1 煤矸石应尽量选用堆放时间长、强风化且大块不宜过多，大块较多时，需进行破碎，使其粒径满足本规程要求。

5.2.2 煤矸石在填筑路基前，应设置专门堆放的临时场地，并做好场地硬化及防水措施。

5.2.3 煤矸石含水量调节宜在堆料场中进行，减少现场洒水，对过干的煤矸石应在摊铺前 2～3d，在料场进行洒水焖料，将煤矸石的含水量调节在最佳含水范围内。

5.2.4 当气温达到 30℃以上时，应对煤矸石洒水冷却后再进行装运。

5.2.5 煤矸石运输宜采用机械装车，大吨位自卸汽车拉运，为防止运输中扬尘污染，必要时应采取防护措施。

5.2.6 煤矸石运输过程中，顶部应进行覆盖，避免运输过程中煤矸石塌落污染周边环境。

5.3 布料摊铺

5.3.1 煤矸石填料含水率控制在最佳含水量±2%之内，尽量减少现场洒水工作量。

5.3.2 根据煤矸石用量，计算方格大小，用石灰标记在路基分层上画出方格网，并由专人负责指挥煤矸石运输车辆。

征求意见稿

5.3.3 煤矸石堆料摊铺，松铺层厚应根据压实机械类型和规格确定，采用分层填筑、分层压实，振动碾压松铺厚应在 40±5cm 左右，松铺系数宜为 1.2～1.3，最大粒径应控制在 22cm 以下。

5.3.4 煤矸石的含水率过高时，应采取晾晒的方式处理，当出现大面积弹簧翻浆，应及时翻晒或者挖除换填，在天气干燥的情况下，路基表面应经常洒水并压实，防止浮力土现象发生。

在摊铺、压实过程中应严格控制含水率，其加水量为：

$$Q = \frac{L \cdot B \cdot H \cdot \rho}{1 + 0.01\omega} \times 0.01(\omega - \omega_0)$$

式中：

Q——加水量(kg)

L——松铺长度(m)

B——松铺宽度(m)

H——松铺厚度(m)

ρ——松铺湿密度(kg/m^3)

ω——煤矸石原始含水率(%)

ω_0——煤矸石要求达到的含水率(%)

5.4 煤矸石碾压

5.4.1 碾压前应对填料层的松铺厚度、含水率进行检查检测，符合要求后方可进行碾压，压路机应选用 25t 以上的中型或重型振动压路机，碾压完毕后及时检查压实度，符合规定后继续填筑上层。

5.4.2 压实应遵照先轻后重、由路边至路中、先慢后快的原则，直至达到要求压实度为止，路基边缘应适当补压。

5.4.3 摊铺完的煤矸石填料表面应平整，无大块料露出，无明显孔洞、空隙，无多余的填料对方。

5.4.4 压路机的碾压速度宜为 2～4Km/h。

5.4.5 煤矸石路基分层碾压具体操作顺序：压路机静压 1~2 遍→压路机振动碾压 5～6 遍→压路机静压 1 遍。煤矸石路基每层填筑 1.0～1.5m 左右时，应采用冲击压路机进行冲击补强碾压。

5.4.6 煤矸石路基采用强夯、冲击压路机进行补压时，应避免对附件构造物造成影响。

5.4.7 当采用其他设备和工艺时，应通过试验段来确定摊铺厚度、碾压遍数

征求意见稿

和施工工艺。

5.4.8 在雨天来临前，对煤矸石路基表面缝隙较大的位置，应撒薄层土填充缝隙后进行碾压，避免雨水从缝隙进入路基内部。

5.5 包边土

5.5.1 包边土应按照路基施工技术规范进行施工，其含水量应控制在规定范围内。

5.5.2 包边土用于防止雨水和地表水进行路基内部，包边土的塑性指数宜不小于 15。

5.5.3 包边土与同层煤矸石等高填筑，进行碾压处理达到压实度要求，再与该层煤矸石填料同步压实，以增加结构整体性。

5.5.4 包边土与煤矸石接触面不应有大块煤矸石，应保证包边土的宽度，并按照设计要求做好盲沟和排水沟。

6 环境保护

6.1 煤矸石路基施工过程中要注意防止水土污染和对周围空气的污染，避免污染物流入天然水域。

6.2 对煤矸石路基边坡选用合适的植物品种进行绿化、美化。

6.3 对塑性指数小于 10 的煤矸石施工，要注意底层封层、包边土及顶面封层，同时做好排水盲沟，防止煤矸石的无机盐类等污染物，进入地表水、地下水和土壤，对公路沿线环境污染。

6.4 施工中应在两侧修筑排水沟，雨季煤矸石路基渗出的污水应通过排水沟集中处理，达标后方可排放。

6.5 对煤矸石取料场的开挖作业面进行处理，根据使用条件采取适当措施，避免造成扬尘污染、大气污染和水污染。

6.6 应控制煤矸石运输过程中粉尘污染，应加强煤矸石存储、运输过程中含水量的调节，控制好运输中煤矸石含水量，并采取一定的覆盖等保护措施。

6.7 煤矸石取料场应避免造成扬尘、大气污染和水污染。

征求意见稿

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工应按照全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各阶段的质量进行检查、控制，以达到规定的质量标准。

7.1.2 宜采用施工参数（压实功率、碾压速度、压实遍数、铺筑层厚等）与施工质量检测联合控制，确保施工质量。

7.1.3 施工质量检测与路基施工顺序同步进行，对于分层施工的路基应在施工结束后进行过程检测。

7.1.4 公路煤矸石路基各分层应进行压实度检测，应按试验段确定碾压工艺实施，保证压实功。

7.1.5 路堤压实质量可以采用压实沉降差和孔隙率进行检测，孔隙率的检测宜采用水袋法。

7.1.6 煤矸石填筑路基表面层应平整、密实，无明显凹凸、粒料离析现象。

7.2 施工过程质量检查

路基施工过程应加强对煤矸石填料和每个施工环节的检查，其中煤矸石填料的检查应严格按照表 2 的规定。

表 2　煤矸石路基施工质量检查项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	外观		表面平整密实，不得有明显的轮迹、沉降等缺陷，且无明显的骨料离析现象	目测：每 2000m^2 检测 6 处
2	几何尺寸	纵断高程(mm)	+10，-20	水准仪：每 200m 测 4 个断面
		中心偏位(mm)	50	经纬仪：每 200m 测 4 点，弯道加 HY、YH 两点
		宽度(mm)	不小于设计值	米尺：每 200m 测 4 处
		横坡(%)	±0.3	水准仪：每 200m 测 4 个断面
		边坡	不陡于设计坡度	每 200m 抽查 4 处
		碾压厚度(cm)	符合设计要求	水准仪：每 200m 测 4 个断面
3	沉降差(mm)		表面煤矸石填料嵌挤紧密无	现场表观控制

征求意见稿

		松动；20t 以上的振动压路机强振碾压基本无轮迹	
		≤2	水准仪：每 20m 检测一个断面，每个断面检测 5～10 点
4	弯沉（0.01mm）	不大于设计值	落锤式弯沉仪：每 200m 测 10 处
5	压实度(%)	≥94	灌砂法：每 1000 平方至少检验 2 点，不足 1000 平方时检验 2 点
6	平整度(mm)	20	3m 直尺：每 200m 测 4 点×10 尺
7	孔隙率(%)	≤20	水袋法：每 100m 抽查 4 处
8	有机质含量(%)①	≤10	目测挑拣称重

注：① 除对杂物含量进行挑选称重控制外，还应加强目测控制，应保证施工现场无明显的可视杂物。

7.3 施工验收

7.3.1 弯沉检测应采用落锤式弯沉仪，每隔 20m 布设一个断面。

7.3.2 路基交工验收前，应对外观质量和局部缺陷进行整修或处理。

7.3.3 煤矸石填料应分层碾压，填筑层厚度及填料尺寸应符合本指南规定，并碾压至规定的压实度。

7.3.4 经检查不符合基本要求规定时，不得进行工程质量的检验和评定。

7.3.5 路基填筑至设计标高并整修完成后，进行相关实测项目具体实测项目见表 3。

表 3 煤矸石路基实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	压实度(%)	≥94	水袋法：每 200m 每压实层测 4 处	3
2	弯沉(0.01mm)	不大于设计值	落锤式弯沉仪：每 200m 测 10 处	3
3	纵断高程(mm)	+10，-20	水准仪：每 200m 测 4 个断面	2
4	中线偏位(mm)	50	经纬仪：每 200m 测 4 点，弯道加 HY、YH 两点	2
5	宽度(mm)	符合设计要求	米尺：每 200m 测 4 处	2
6	平整度(mm)	20	3m 直尺：每 200m 测 2 处×10 尺	2
7	横坡(%)	±0.3	水准仪：每 200m 测 4 个断面	1

征求意见稿

8	边坡	坡度	不陡于设计值	每 200m 抽查 4 处	1
		平顺度	符合设计要求		

注：①表列压实度以重型击实试验法为准，评定路段内的压实度平均值下置信界限不得小于规定标准，单个测定值不得小于极值(表列规定值减5个百分点)。小于表列规定值2个百分点的测点，按其数量占总检查点的百分率计算减分值。

②对规定检查项目采用现场抽样方法，按照规定频率和下列计分方法对路基工程的施工质量直接进行检测计分。检查项目除按数理统计方法评定的项目以外，均应按单点(组)测定值是否符合标准要求进行评定，并按合格率计分。

$$\text{检查项目合格率（\%）}=\frac{\text{检查合格的点（组）数}}{\text{该检查项目的全问检查点（组）数}}$$

征求意见稿