

ICS 27.180  
P 61

**NB**

中华人民共和国能源行业标准

**P**

**NB/T 10209—2019**

---

# 风电场工程道路设计规范

Code for Design of Road for Wind Power Projects

**2019 - 06 - 04 发布**

**2019 - 10 - 01 实施**

---

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

风电场工程道路设计规范

Code for Design of Road for Wind Power Projects

**NB/T 10209—2019**

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2019年10月1日

中国水利水电出版社

2019 北京

中华人民共和国能源行业标准  
**风电场工程道路设计规范**  
Code for Design of Road for Wind Power Projects  
**NB/T 10209—2019**

\*

中国水利水电出版社出版发行  
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)  
网址: [www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)  
E-mail: [sales@waterpub.com.cn](mailto:sales@waterpub.com.cn)  
电话: (010)68367658(营销中心)  
北京科水图书销售中心(零售)  
电话: (010)88383994、63202643、68545874  
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售  
清淤永业(天津)印刷有限公司印刷

\*

140mm×203mm 32开本 2印张 54千字  
2019年10月第1版 2019年10月第1次印刷  
印数 0001—1000册

\*

书号 155170·520  
定价 **40.00** 元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,  
本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

国家能源局  
公 告

2019 年 第 4 号

国家能源局批准《光伏发电工程电气设计规范》等 297 项行业标准，其中能源标准（NB）105 项、电力标准（DL）168 项、石化标准（NB/SH）24 项，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局

2019 年 6 月 4 日

# NB/T 10209—2019

附件：

## 行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
82	NB/T 10209— 2019	风电场工程道路 设计规范			2019-06-04	2019-10-01
...						

## 前 言

根据《国家能源局关于下达 2016 年能源领域行业标准制(修)订计划的通知》(国能科技〔2016〕238 号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范的主要技术内容是:基本规定,选线,路线,路基,路面,桥梁、隧道与涵洞,交通工程及沿线设施。

本规范由国家能源局负责管理,由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理,由能源行业风电标准化技术委员会风电场规划设计分技术委员会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送水电水利规划设计总院(地址:北京市西城区六铺炕北小街 2 号,邮编:100120)。

本规范主编单位:中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司  
中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

本规范主要起草人员:吴成智 秦小明 王 东 张 晴  
于绍奉 伏亮明 王 斌 刘小松  
齐志诚 颜 彪 李少朋 陈桂斌  
张世佳 赵 政 刘明学 罗建国  
胡意新 刘光明

本规范主要审查人员:易跃春 申宽育 何 伟 周娥娜  
黎发贵 周才全 俞华锋 马福祥  
刘银海 高鹏飞 薛晶晶 丁俊田  
练松涛 吴琥珀 陈康东 陈世强  
周 贺 徐昌宏 谢宏文 常作维  
青华彬 胡小峰 杜 刚 李仕胜

## 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
3.1	一般规定	3
3.2	设计车辆及设计荷载	3
3.3	道路建筑限界	4
3.4	道路横断面	5
3.5	道路用地	6
3.6	防洪标准	6
4	选线	8
4.1	一般规定	8
4.2	选线原则	8
4.3	选线要点	9
5	路线	11
5.1	一般规定	11
5.2	平面设计	11
5.3	纵断面设计	13
5.4	线形组合设计	15
5.5	路线交叉	15
6	路基	17
6.1	一般规定	17
6.2	路床	17
6.3	填方路基	18
6.4	挖方路基	20
6.5	路基防护	21

## NB/T 10209—2019

6.6	路基排水	22
6.7	路基取弃土	23
6.8	路基拓宽	24
7	路面	25
7.1	一般规定	25
7.2	路面结构及型式	25
7.3	路面结构组合设计	26
7.4	路面材料	27
8	桥梁、隧道与涵洞	29
9	交通工程及沿线设施	31
9.1	一般规定	31
9.2	布设要求	31
附录 A	圆曲线加宽计算	33
本规范用词说明		37
引用标准名录		38
附：条文说明		39

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	3
3.1	General Requirements .....	3
3.2	Design Vehicle and Design Load .....	3
3.3	Boundary of Road .....	4
3.4	Cross Section of Road .....	5
3.5	Land-Use of Road .....	6
3.6	Flood Control Standard .....	6
4	Route Selection .....	8
4.1	General Requirements .....	8
4.2	Principles .....	8
4.3	Key Points .....	9
5	Road Alignment .....	11
5.1	General Requirements .....	11
5.2	Horizontal Alignment .....	11
5.3	Vertical Alignment .....	13
5.4	Alignment Design .....	15
5.5	Road Intersection .....	15
6	Subgrade .....	17
6.1	General Requirements .....	17
6.2	Roadbed .....	17
6.3	Embankment .....	18
6.4	Excavation .....	20
6.5	Subgrade Protection .....	21

## NB/T 10209—2019

6.6	Subgrade Drainage	22
6.7	Borrow Area and Spoil Area	23
6.8	Widening of Subgrade	24
7	Pavement	25
7.1	General Requirements	25
7.2	Structures and Types of Pavement	25
7.3	Combination Design of Pavement Structures	26
7.4	Pavement Materials	27
8	Bridge, Tunnel and Culvert	29
9	Traffic Engineering and Roadside Facilities	31
9.1	General Requirements	31
9.2	Laying Requirements	31
Appendix A Calculation for Circular Curve Widening		33
Explanation of Wording in This Code		37
List of Quoted Standards		38
Addition; Explanation of Provisions		39

## 1 总 则

- 1.0.1 为规范风电场工程道路设计，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建的风电场工程道路设计。
- 1.0.3 风电场工程道路设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1 进场道路** access roads

连接当地路网与风电场场区的道路。

**2.0.2 进站道路** substation roads

连接当地路网与变电站的道路。

**2.0.3 干线道路** main roads

作为风电场主要运输通道，承担较多运输任务的道路。

**2.0.4 支线道路** feeder roads

作为风电场次要运输通道，承担较少运输任务的道路。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

3.1.1 风电场工程道路设计应满足风电场建设期的施工及设备运输、运营期的检修维护要求。

3.1.2 风电场工程道路根据使用阶段可划分为施工道路与检修道路，根据用途可划分为进场道路、场内道路与进站道路。场内道路根据运输量可划分为干线道路与支线道路。进场道路、进站道路应按干线道路标准设计。检修道路宜由施工道路改造形成。

3.1.3 风电场工程道路设计速度应为 15km/h。

3.1.4 风电场工程道路抗震设计应符合现行行业标准《公路工程抗震规范》JTG B02 的有关规定。

3.1.5 风电场工程道路设计应采取经济、有效的工程措施或植物措施，尽量减少因道路修建给沿线生态环境造成的不利影响。

### 3.2 设计车辆及设计荷载

3.2.1 风电场工程道路设计，应根据所选用的运输车辆类型按表 3.2.1 的规定确定设计车辆的外廓尺寸。

3.2.2 设计荷载应采用现行行业标准《公路工程技术标准》JTG B01 规定的荷载，并应满足下列要求：

1 汽车荷载采用公路-II级，不计人群荷载。

2 桥涵设计时宜采用与道路交通组成相适应的汽车荷载模式进行结构整体验算和局部验算。

表 3.2.1 设计车辆的外廓尺寸 (m)

使用时限	车辆类型	总长	车宽	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
建设期	20m 塔筒运输半挂车	25.7	3.0	4.8	5.5	1.2	4.5+15	5
	25m 塔筒运输半挂车	30.7	3.0	4.8	5.5	1.2	4.5+18	7
	30m 塔筒运输半挂车	35.7	3.0	4.8	5.5	1.2	4.5+22	8
	50m 叶片运输半挂车	55.7	3.0	3.0	5	1.2	4.5+22	28
	60m 叶片运输半挂车	65.7	3.0	3.0	5	1.2	4.5+28	32
	70m 叶片运输半挂车	75.7	3.0	3.0	5	1.2	4.5+35	35
	叶片液压举升车	22	3.0	3.0	5.5	1.2	4.5+17.5	—
运营期	小客车	6	1.8	1.8	2	0.8	3.8	1.4
	载重汽车	12	2.5	2.5	4	1.5	6.5	4

注：总长及后悬均包含塔筒、叶片超出挂车车体的长度。

### 3.3 道路建筑限界

3.3.1 道路的建筑限界内不应有任何障碍物侵入。

3.3.2 道路建筑限界 (图 3.3.2) 应符合下列规定：

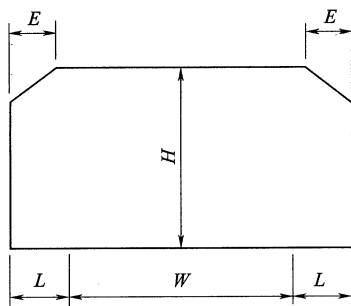


图 3.3.2 道路建筑限界

$W$ —运输车辆总宽的最大值； $L$ —侧向宽度；

$E$ —建筑限界顶角宽度； $H$ —净空高度

- 1 设置错车道时，建筑限界应包括该部分的宽度。

2 桥梁、隧道设置检修道、人行道时，建筑限界应包括相应部分的宽度。

3 道路车道的净空高度应根据运输车辆总高的最大值确定，并宜考虑 0.2m~0.5m 安全距离。凹形竖曲线上方设有跨线构造物时，应满足运输车辆有效净高的要求。

4 设置超高的路段，上缘边界线应与超高横坡平行，两侧边界线应与路面超高横坡垂直。

5 侧向宽度最小值应取 0.25m。建筑限界顶角宽度应与侧向宽度相等。

### 3.4 道路横断面

3.4.1 路基横断面应由车道和路肩组成。

3.4.2 路基宽度应符合下列规定：

1 风电场工程道路应采用整体式路基。

2 路基宽度应为车道宽度与两侧路肩宽度之和。场内施工道路路基宽度应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 场内施工道路路基宽度

道路等级		路基宽度 (m)	车道宽度 (m)	单侧路肩宽度 (m)
干线道路	一般值	6.00	5.00	0.50
	极限值	5.50	5.00	0.25
支线道路	一般值	5.00	4.00	0.50
	极限值	4.50	4.00	0.25

注：1 “一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限制时可采用的值。

2 道路外侧为陡坡、陡崖、遇不良地质体或填高较大时应适当加宽。

3 设计时应根据实际运输车辆、设备尺寸进行校验。

4 检修道路车道宽度不宜小于 3.5m。

3.4.3 车道宽度除应满足本规范表 3.4.2 的规定外，还应符合下列规定：

1 施工期设置的错车道宽度不应小于 7.5m，有效长度不应小于 20m，过渡段长度不应小于 10m。错车道坡度不宜大于 5%。宜在不大于 500m 的距离内选择有利地点设置错车道。

2 设置避险车道时，避险车道宽度不应小于 4.0m。

**3.4.4** 路肩宽度除应满足本规范表 3.4.2 的规定外，还应符合下列规定：

1 路肩宜采用培土路肩。

2 位于直线路段或曲线路段内侧，且车道的横坡值大于或等于 3% 时，土路肩的横坡应与车道横坡值相同；小于 3% 时，土路肩的横坡值应比车道的横坡值大 1% 或 2%。位于曲线路段外侧的土路肩横坡，应采用 3% 或 4% 的反向横坡值。

### **3.5 道路用地**

**3.5.1** 道路用地应遵照保护、开发土地资源，合理利用土地，切实保护耕地，促进社会经济可持续发展的原则，合理拟定道路建设规模、技术指标、设计施工方案，确定道路用地范围。

**3.5.2** 道路用地范围应满足下列要求：

1 两侧排水沟外边缘或无排水沟时路堤或护坡道坡脚范围内的土地为路堤用地范围，坡顶截水沟外边缘或无截水沟坡顶范围内的土地为路堑用地范围。

2 因保证路基稳定等特殊原因需扩大用地范围时，应予以说明。

3 桥梁、隧道、堆场、平面交叉、安全设施及其他线外工程用地，应根据需要确定其用地范围。

### **3.6 防洪标准**

**3.6.1** 路基设计洪水频率应根据遭受洪灾或失事后损失和影响的程度确定。

**3.6.2** 桥涵设计洪水频率应符合表 3.6.2 的规定。

表 3.6.2 桥涵设计洪水频率

桥涵类型	特大桥	大桥	中桥	小桥	涵洞及小型排水构造物
设计洪水频率	1/100	1/50	1/50	1/25	不作规定

## 4 选 线

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 选线应包括确定路线基本走向、路线方案至选定线位的全过程。

**4.1.2** 选线应根据风电场总体布置及当地路网情况，确定风电场工程道路选线的主要控制点。控制点应满足下列要求：

1 确定路线基本走向的控制点应包括路线起终点，必须连接的对外交通接口，风电场各功能区，以及特定的桥涵、隧道等的位置。

2 确定路线方案的控制点应包括各风电机组、变电站的位置及高程。

**4.1.3** 不同的设计阶段，选线工作内容应各有侧重，后一阶段应复查并优化前一阶段的路线方案。

**4.1.4** 选线应在广泛搜集与路线方案有关资料的基础上进行。

### 4.2 选 线 原 则

**4.2.1** 选线工作应针对路线所经地域的生态环境、地形、地质的特性与差异，按拟定的各控制点进行方案的比较、优化与论证。

**4.2.2** 线位选择应根据道路功能和使用任务，全面权衡、分清主次，处理好全局与局部的关系。

**4.2.3** 线位选择应充分利用现有道路，同时考虑永久道路和临时道路相结合。

**4.2.4** 路线宜绕避滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、软土等地质条件较差区域，确需穿过时应选择合适的位置，缩小穿越范围，并

采取相应的工程措施。

**4.2.5** 线位选择应做好同当地路网、农田与水利设施、林业资源等的协调与配合，合理确定建设规模，切实保护耕地、林地。

**4.2.6** 路线应避让不可移动文物、军事活动区、测量基准点、生态保护区及重点保护树木等限制性区域。

**4.2.7** 选线应合理选择路基填挖高度，避免高填深挖。

**4.2.8** 选线时应考虑平面、纵断面、横断面的相互间组合与合理配合。

### 4.3 选线要点

**4.3.1** 平原微丘区选线应满足下列要求：

- 1 应采用较高的技术指标，注重线形的平顺。
- 2 应降低路基高度，减少取土数量。
- 3 路线布设宜不占或少占耕地、林地。
- 4 新建道路布线时宜避免穿过村镇。

**4.3.2** 沿河（溪）区选线应满足下列要求：

- 1 路线应避免选在河道或冲沟内，确需占用时应采取相应的措施，满足原河道或冲沟的排洪能力。
- 2 应减少跨河（溪）次数。
- 3 宜避免跨越有通航要求的河流。

**4.3.3** 山岭重丘区选线应满足下列要求：

- 1 对于山体外形不规则、起伏变化较大的复杂地形，应首先确定地形控制点，拟定路线布设位置。
- 2 对于长大纵坡路段，应调整平面线形使之与纵断面相适应。
- 3 路线布设应考虑土石方综合平衡。
- 4 路线宜选择在坡面整齐、横坡平缓、地质条件好、无支脉横隔的向阳一侧。
- 5 桥梁、隧道平面线形宜采用直线。

## **NB/T 10209—2019**

**6** 展线路段纵坡宜接近平均坡度，不宜采用反向坡度。

**7** 山体坡度较缓时宜采用半填半挖形式；山体坡度较陡时宜采用全挖方路基形式；石料来源充足时可设置路肩墙降低挖方高度。

## 5 路 线

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1 平面线形应由直线和圆曲线两种线形要素组成，可不设回旋线。

5.1.2 纵断面设计标高宜采用路基边缘标高。

5.1.3 风电场工程道路应做好平面、纵断面、横断面三者间的线形组合设计。

### 5.2 平 面 设 计

5.2.1 道路平面不论转角大小均应设置圆曲线，圆曲线应符合下列规定：

1 叶片采用平板挂车运输时，圆曲线最小半径宜按叶片的运输尺寸设计；叶片采用举升车运输时，圆曲线最小半径宜按最长一节塔筒的运输尺寸设计。圆曲线最小半径应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 圆曲线最小半径

设计条件		I 类		II 类		III 类	
		内弯	外弯	内弯	外弯	内弯	外弯
圆曲线最小 半径 (m)	一般值	50	40	35	30	30	25
	极限值	40	35	30	25	25	20

注：1 I 类条件为叶片采用平板半挂车运输工况；II 类条件为塔筒采用平板半挂车运输工况；III 类条件为塔筒采用后轮转向车运输工况。

2 内弯为运输车辆扫尾区有障碍物时弯道，外弯为运输车辆扫尾区无障碍物时弯道。

3 根据表 3.2.1 中设计车辆尺寸确定圆曲线最小半径，实际运输车辆尺寸差别较大时应进行单独设计。

4 “一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限制时可采用的值；设备尺寸较大时不应采用极限值。

## NB/T 10209—2019

2 圆曲线最小长度不宜小于 15m。

3 两圆曲线间直线长度不宜小于 15m。

**5.2.2** 圆曲线半径小于 100m 时应在曲线上设置超高，圆曲线超高应符合下列规定：

1 超高值应根据圆曲线半径、路面类型、自然条件等经计算确定。最大超高值不宜超过 4%。

2 超高横坡度等于路拱坡度时，采用将外侧车道绕路中线旋转，直至超高横坡值；超高横坡度大于路拱坡度时，绕内侧车道边缘旋转。

3 超高过渡段长度不应小于 10m。

**5.2.3** 圆曲线加宽值应根据道路宽度、圆曲线半径、牵引车轴距、挂车轴距、车宽、后悬长度等参数计算确定。采用半挂车、后轮转向车运输设备时，圆曲线加宽计算宜符合本规范附录 A 的规定。

**5.2.4** 圆曲线上的路面加宽宜设置在圆曲线的内侧，路面加宽后路基应相应加宽。

**5.2.5** 圆曲线加宽过渡段应符合下列规定：

1 加宽过渡段长度不应小于 10m。

2 加宽过渡段的设置，应采用在加宽过渡段全长范围内按其长度成比例增加的方式。

3 过渡段应设在紧接圆曲线起点或终点的直线上。圆曲线径相连接构成的复曲线，其加宽过渡段应对称地设在衔接处的两侧。

4 道路设人工构造物处，当因设置过渡段而在圆曲线起点、终点内侧边缘产生明显转折时，可采用路面加宽边缘线与圆曲线上路面加宽后的边缘圆弧相切的方法予以消除。

**5.2.6** 视距应符合下列规定：

1 风电场工程道路的视距应采用会车视距，长度不应小于 40m。

2 平曲线内侧设置的人工构造物或平曲线内侧挖方边坡妨碍视线时，应对视距予以检查与验算。不符合规定要求时，可加宽路肩、将构造物后移或设置交通安全设施。

5.2.7 受地形、地质条件限制，不能采取自然展线时可采用回头曲线。回头曲线应符合下列规定：

1 两相邻回头曲线之间应有较长的距离。由一个回头曲线的终点至下一个回头曲线起点的距离不宜小于60m。

2 回头曲线圆曲线半径不应小于20m，最大纵坡不宜大于5.5%。

3 回头曲线前后的线形应连续、均匀、通视良好，并设置限速标志、交通安全设施等。

### 5.3 纵断面设计

5.3.1 纵坡应符合下列规定：

1 新建干线道路最大纵坡不宜大于12%，支线道路最大纵坡不宜大于15%。最大纵坡确需增大时应进行论证，且不应超过表5.3.1-1的规定。

表 5.3.1-1 最大纵坡

设计条件	干线道路		支线道路	
	上坡	下坡	上坡	下坡
最大纵坡（%）	15	12	18	15

注：上坡、下坡方向均为装载设备时的车辆行驶方向。

2 高海拔地区新建干线、支线道路最大纵坡应符合表5.3.1-2的规定。

表 5.3.1-2 高海拔地区新建干线、支线道路最大纵坡

海拔高度（m）	3000~4000	4000~5000	5000以上
最大纵坡（%）	12	11	10

3 道路纵坡不宜小于 0.3%。横向排水不畅的路段或长路堑路段，道路纵坡采用平坡或小于 0.3%时，边沟应进行纵向排水设计。

5.3.2 坡长应符合下列规定：

1 道路纵坡的最小坡长不应小于 40m。

2 道路不同纵坡最大坡长应符合表 5.3.2 的规定。

3 道路连续上坡或下坡时，应在不大于表 5.3.2 规定的纵坡长度之间设置缓和坡段。缓和坡段的纵坡不宜大于 3%，条件受限制时不应大于 5%，其长度应符合最小坡长的规定。

表 5.3.2 道路不同纵坡最大坡长

纵坡坡度 (%)		5~7	8~11	12~14	15~18
最大坡长 (m)	一般值	600	300	150	100
	极限值	1200	600	300	200

注：“一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限制时可采用的值。

5.3.3 道路纵坡变化处应设置竖曲线，竖曲线最小半径与竖曲线长度应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 竖曲线最小半径与竖曲线长度

凸形竖曲线最小半径 (m)	一般值	200
	极限值	100
凹形竖曲线最小半径 (m)	一般值	300
	极限值	200
竖曲线长度 (m)	一般值	50
	极限值	20

注：1 “一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限制时可采用的值。

2 叶片采用平板半挂车、塔筒采用低底板半挂车运输时，应根据运输尺寸进行校验。

## 5.4 线形组合设计

### 5.4.1 平面线形设计应满足下列要求：

- 1 平面线形应直捷、连续、均衡，并与地形相适应，与周围环境相协调。
- 2 应避免小半径圆曲线与陡坡相重合的线形。
- 3 两同向圆曲线间直线过短时，应调整为单曲线或复曲线线形。
- 4 两反向圆曲线间直线过短时，应调整为S形曲线线形。

### 5.4.2 纵断面线形设计应符合下列规定：

- 1 纵断面线形应平顺、圆滑、视觉连续。
- 2 连续下坡路段的纵坡设计，除应符合不同纵坡值最大坡长规定外，还应考虑下坡方向的行驶安全。
- 3 路线平面采用小半径曲线且转角大于 $90^\circ$ 时纵坡值不宜大于5.5%，条件受限时不应大于8%。

### 5.4.3 线形组合设计应满足下列要求：

- 1 应避免平面、纵断面、横断面的最不利值相互组合的设计。
- 2 平面、纵断面的线形组合设计原则宜相互对应。当平曲线、竖曲线半径均较小时，其相互对应程度应较严格；随着平曲线、竖曲线半径的同时增大，其对应程度可适当放宽；当平曲线、竖曲线半径均较大时，可不严格相互对应。

## 5.5 路线交叉

### 5.5.1 风电场工程道路相互交叉应满足下列要求：

- 1 平面交叉位置的选择应综合考虑道路规划、地形、地物和地质条件等因素。
- 2 相交道路在平面交叉范围内的路段宜采用直线或较大半径的曲线。

3 由干线道路同一分岔点所分出的支线道路，不宜超过两条。分岔的支线道路与风电机组设备运输方向宜采用较小的角度。

4 平面交叉处纵断面应平缓，并符合视觉所需的最小竖曲线半径值。

5 两相交道路共有部分的立面形式应同时调整两道路的横断面以满足平顺要求。

6 平面交叉范围内的路基、路面排水应流畅。

7 平面交叉处应设置标志牌，视距不满足要求时应设置反光镜。

**5.5.2** 风电场工程道路与公路、铁路、管线等交叉应满足下列要求：

1 与铁路、高速公路等封闭性交通路线交叉时应采用立体交叉。

2 与各级非封闭公路、乡村道路等交叉时宜采用平面交叉。

3 与石油、燃气、电力、通信等各种管线交叉时，道路距管线之间的安全距离及防护要求应满足对应行业的标准规定。

## 6 路 基

### 6.1 一 般 规 定

6.1.1 路基设计之前应收集沿线水文、气象、地震、地形地貌、地质条件、筑路材料等资料，做好沿线地质、路基填料勘察试验工作，查明地层岩土性质、厚度、空间分布特征及有关物理力学参数。改建道路设计时，还应收集历年路况资料。

6.1.2 路基设计应根据风电场工程道路分类、使用要求及收集的前期资料，结合施工方法和当地经验，提出设计方案。

6.1.3 路基设计应考虑气候环境、水文、工程地质等因素，选择适当的路基横断面形式和边坡坡度。

6.1.4 路基设计应考虑水和冰冻对路基性能的影响，设置完善的排水系统或防冻害设施，以及必要的路基防护工程。

6.1.5 沿河路基不宜侵占河道，应根据冲刷情况设置必要的防护支挡工程，并妥善处理废弃方，避免河床堵塞、河流改道或冲毁沿线构筑物、农田、房屋等。

6.1.6 路基填料应符合现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 的相关要求。

6.1.7 土石方调配设计应对移挖作填、集中取土、集中弃土、填料改良处理等方案进行技术经济比较，充分利用挖方材料，节约土地。

6.1.8 路基工程的地基应满足承载力要求。

### 6.2 路 床

6.2.1 风电场工程道路应按特种轴载计算路基工作区深度，确定路床厚度。

**6.2.2** 路床填料应均匀，其最小加州承载比（CBR）满足上路床不应低于5%，下路床不应低于3%。

**6.2.3** 路床应分层铺筑，碾压密实，并符合下列规定：

1 填料最大粒径应小于100mm。

2 压实度不应低于94%，当铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时其压实度不应低于95%。

3 路床顶面横坡应与路拱横坡一致。

**6.2.4** 路床处理应根据土质、降水量、地下水类型及埋藏深度、加固材料来源等，经比选采用就地碾压、换土或土质改良、加强地下排水、设置土工合成材料等措施。

### 6.3 填方路基

**6.3.1** 路堤填料应符合下列规定：

1 路堤宜选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于150mm。

2 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土等，不应直接用于填筑路基。季节性冻土地区路床及浸水部分的路堤不应直接采用粉质土填筑。

3 路堤填料最小CBR值，上路堤不应低于3%，下路堤不应低于2%。当填料CBR值达不到要求时，可掺石灰或其他稳定材料处理。

4 液限大于50%、塑性指数大于26的细粒土，不应直接作为路堤填料。

5 浸水路堤、桥涵台背和挡土墙背宜选用渗水性良好的填料。在渗水材料缺乏的地区，选用细粒土填筑时，可采用石灰、水泥、粉煤灰等无机结合料进行稳定处置。

**6.3.2** 路堤应分层铺筑，均匀压实。上路堤压实度不应低于93%，下路堤压实度不应低于90%。

**6.3.3** 路堤边坡形式和坡率应根据自然条件、填料的物理力学

性质、边坡高度、工程地质条件和施工方法确定，并应符合下列规定：

1 当地质条件良好，边坡高度不大于 20m 时，路堤边坡坡率不宜陡于表 6.3.3 的规定值。

2 浸水路堤在设计水位以下的边坡坡率不宜陡于 1:1.75。

3 修筑在地面横坡陡于 1:5 的山坡上的路堤，应将原地面挖成台阶，其宽度不宜小于 2m。

4 对边坡高度大于 20m 的路堤和陡坡路堤，边坡形式坡率应根据地形与工程地质条件、路基边坡高度、填料性质等，结合经济与环保因素，经稳定分析计算确定，并应进行工点设计。断面形式宜采用台阶式。路基稳定分析计算可按现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 的相关规定执行。

表 6.3.3 路堤边坡坡率

填料类别	边坡最大高度 (m)			边坡坡率		
	全部	上部	下部	全部	上部	下部
一般性黏土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75
砾石土、粗砂、中砂	12	—	—	1:1.5	—	—
碎石土、卵石土	20	12	8	—	1:1.5	1:1.75
不易风化的石块	8	—	—	1:1.3	—	—
	20	—	—	1:1.5	—	—

注：用大于 25cm 的石块填筑路堤且边坡采用干砌时，其边坡坡率应根据具体情况确定。

6.3.4 陡坡上的半挖半填路基，根据地形地质条件，可采用护肩、砌石或挡土墙；当填方路基受地形、地物限制或路基稳定性不足时，可设置挡土墙。

6.3.5 护肩路基的护肩高度不宜超过 2m，顶面宽度不应侵占硬路肩或行车道及路缘带的路面范围；护脚高度不宜超过 5m，受水浸淹的路堤护脚应予以加固。

6.3.6 风电场工程道路采用砌石路基时，应符合下列规定：

- 1 砌石应选用当地不易风化的片石、块石砌筑，内侧填石。
- 2 砌石顶宽不应小于 0.8m，基底面应向内倾斜，砌石高度不宜超过 15m。砌石边坡坡率不宜陡于表 6.3.6 的规定值。

表 6.3.6 砌石边坡坡率

砌石高度 (m)	内坡坡率	外坡坡率
≤5	1 : 0.3	1 : 0.5
≤10	1 : 0.5	1 : 0.67
≤15	1 : 0.6	1 : 0.75

#### 6.4 挖方路基

6.4.1 路堑边坡形式和坡率应根据自然条件、土石类别及其结构、边坡高度、工程地质条件、排水防护措施和施工方法等，结合自然稳定边坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定，并应符合下列规定：

- 1 当地质条件良好且土质均匀，路堑边坡坡率可采用表 6.4.1 的规定值。

表 6.4.1 路堑边坡坡率

土石类别		边坡最大高度 (m)	边坡坡率
一般土		20	1 : 0.5~1 : 1.5
黄土及类黄土		20	1 : 0.1~1 : 1.25
碎石土、卵石土、 砾石土	胶结和密实	20	1 : 0.5~1 : 1.0
	中密	20	1 : 1.0~1 : 1.5
强、中风化岩石		20	1 : 0.5~1 : 1.5
弱风化岩石		20	1 : 0.3~1 : 0.5
微、未风化岩石		—	1 : 0.1~1 : 0.3

- 注：1 非均质土层，路堑边坡可采用适应于各土层稳定的折线形。  
 2 边坡高度较大时，表中数据宜取缓值。  
 3 有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

2 路堑边坡高度大于 20m 时，应按现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 的有关规定进行工点设计。

**6.4.2** 当挖方边坡较高时，可根据不同的土质、岩石性质和稳定要求开挖成折线式或台阶式边坡。边沟外侧宜设置碎落台，其宽度不宜小于 1.0m；台阶式边坡中部应设置边坡平台，其宽度不宜小于 2.0m。

**6.4.3** 边坡坡顶、坡面、坡脚和边坡中部平台应设置地表排水系统。

## 6.5 路基防护

**6.5.1** 风电场工程道路路基应根据当地水文、气象、地形地质条件、筑路材料分布、道路性质、使用要求等，采取工程防护和植物防护相结合的综合措施。

**6.5.2** 对易受自然作用破坏的路基边坡，宜采用植物防护，有防冲刷要求时应设置浆砌石或水泥混凝土骨架；对植物不易生长或过陡的边坡，可采用抹面、喷浆、捶面、勾缝以及砌筑边坡渗沟、护坡、护墙等措施；对完整性较好、稳定的硬质岩石边坡，可不作防护。

**6.5.3** 路基坡面防护工程应设置在稳定的边坡上。当路基稳定性不足时，应设置支挡加固工程。

**6.5.4** 沿河路基受水流冲刷时，应根据河流特性、水流性质、河道地貌、地质等因素，结合路基位置综合比较确定防护措施。

**6.5.5** 在地面横坡较陡地段，当修筑路堤有顺基底及基底下软弱层滑动可能，或开挖路堑有滑动可能时，应设置挡土墙或采取其他加固措施。

**6.5.6** 挡土墙设计应根据路基横断面、地形地质条件和地基承载能力，结合道路性质、使用要求及工程投资进行技术经济比较，合理确定挡土墙类型、位置、起讫点、长度和高度。

## 6.6 路基排水

**6.6.1** 风电场工程道路应根据沿线水文气象、地形地质条件及桥隧、风电机组安装平台设置情况，遵循总体规划、合理布局、防排疏结合、保护环境的原则，设计边沟、截水沟、排水沟等防排水系统。

**6.6.2** 边沟设计应符合下列规定：

1 边沟的断面形式及尺寸，应根据降雨强度、汇水面积、地形地质条件、对路侧安全与环境景观的影响程度和施工方法确定。

2 土质边沟可采用梯形或三角形；石质边沟、砌体边沟可采用梯形、矩形或三角形；水泥混凝土边沟可采用 U 形、梯形、矩形或三角形。

3 梯形、U 形和矩形边沟底部内侧宽度不宜小于 40cm，深度不宜小于 40cm；干旱地区边沟宽度和深度均可采用 30cm。

4 边沟沟底纵坡宜与路线纵坡一致，并不宜小于 0.3%。

5 冲刷较大或易产生路基病害时，应采取防护加固措施。

**6.6.3** 截水沟设计应符合下列规定：

1 截水沟应根据地形条件及汇水面积等进行设置。挖方路基的路堑坡顶截水沟应设置在坡口 5m 以外，并宜结合地形进行布设。

2 截水沟的断面形式及尺寸应结合设置位置、排水量、地形及边坡情况确定。截水沟可采用梯形或矩形，底部宽度可采用 50cm~60cm，深度可采用 40cm~60cm。

3 截水沟沟底纵坡不宜小于 0.3%。

4 截水沟内的水应排到路基范围以外，不宜引入路堑边沟，当受地形条件限制需要通过边沟排泄时，应采取防路基冲刷或淤塞边沟措施。

5 截水沟应进行防渗加固，冲刷较大时还应采取防冲刷加

固措施。

**6.6.4 排水沟设计应符合下列规定：**

1 排水沟断面形式应结合地形地质条件确定。排水沟可采用梯形和矩形，其尺寸应按排水流量计算确定。

2 排水沟沟底纵坡不宜小于 0.3%，与其他排水设施的连接应顺畅。

3 冲刷较大或易产生路基病害时，应采取防护加固措施。

**6.6.5 地下水影响路基稳定或强度时，应根据地下水类型、含水层埋藏深度、地层的渗透性等条件及对环境的影响，采取拦截、引排、疏干、降低等措施，地下排水设施应与地表排水设施相协调。地下排水设施形式可按下列原则确定：**

1 当地下水埋藏浅或无固定含水层时，可采用隔离层、排水垫层、暗沟、渗沟等措施。

2 当地下水埋藏较深或存在固定含水层时，可采用仰斜式排水孔、渗井等措施。

## 6.7 路基取弃土

**6.7.1 取土场、弃土场的设置，应根据各路段所需取土或弃方数量，结合路基排水、地形、土质、施工方法、节约土地、环境保护等要求，统一规划设计。**

**6.7.2 取土场设置应满足下列要求：**

1 取土场不应影响路基边坡稳定。

2 取土场的边坡坡率应根据土质和坡高确定。

**6.7.3 弃土场的设置应满足现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018 的有关要求，并应符合下列规定：**

1 弃土场不应影响路基边坡稳定。

2 弃土场宜选择在低洼处的荒地或坡地。在保证排水的情况下，宜将土堆摊平利用。

3 弃土场内侧坡脚至路堑坡顶之间应根据土质和边坡高度

保留一定的距离，宜取 2m~5m。

4 弃土场边坡坡率应根据土质和堆土高度综合确定，顶面应设置不小于 2%的横坡。

**6.7.4** 取土场和弃土场应采取排水、防护支挡和绿化等措施。

## **6.8 路基拓宽**

**6.8.1** 风电场工程道路路基拓宽设计前，应查明既有道路和拓宽场地的工程地质条件、填料性质以及路基的稳定情况等。

**6.8.2** 经查明既有路基无明显损坏且强度及稳定性满足改造要求时，应全部利用；当部分损坏或不满足改建要求时，可加固利用、改建或拆除重建。

**6.8.3** 路基拓宽设计应符合下列规定：

1 拓宽路堤的填料，宜选用与既有路堤相同，且符合要求的填料。

2 拓宽既有路堤时，应在既有路堤坡面开挖台阶，台阶宽度不应小于 1.0m；当加宽拼接宽度小于 0.75m 时，可采取超宽填筑或翻挖既有路堤等工程措施。

3 应采取必要的工程措施减小新老路基的不均匀沉降。

## 7 路 面

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 风电场工程道路路面应根据风电场工程道路的性质、使用要求、运输任务、自然条件、材料供应、施工方式和养护条件等进行设计。

7.1.2 路面材料选择应遵循因地制宜、就地取材的原则。

7.1.3 路面等级及面层类型应根据道路功能及用途确定。路面等级及面层类型可按表 7.1.3 划分。

表 7.1.3 路面等级及面层类型

路面等级	面层类型
高级路面	水泥混凝土
	沥青混凝土
	热拌沥青碎石
次高级路面	沥青贯入碎石、沥青贯入砾石
	沥青碎石表面处置、沥青砾石表面处置
	半整齐块石
中级路面	泥结碎石
	级配碎石、级配砾石
	不整齐块石
低级路面	粒料加固土、砂砾石

### 7.2 路面结构及型式

7.2.1 路面结构可分为单层、双层和多层三种型式。双层路面应包括面层和基层，多层路面宜包括面层、基层和垫层。

7.2.2 路面结构宜采用双层路面结构，地质条件较好地段可采用单层路面结构，采用高级、次高级路面结构时应采用多层路面结构。

7.2.3 路面横断面型式（图 7.2.3）宜采用槽式横断面，当采用级配碎石、级配砾石路面及低等级路面时可采用全铺式横断面。

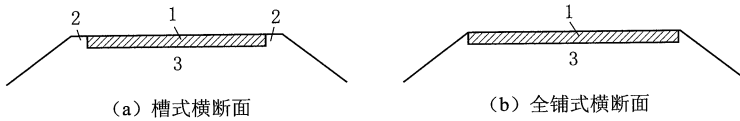


图 7.2.3 路面横断面型式

1—路面；2—路肩；3—路基

7.2.4 路拱横坡应根据路面等级及路面类型确定，并应符合下列规定：

1 风电场工程道路宜采用双向路拱横坡。采用高级路面、次高级路面时路拱横坡应取 1.5%~2%；采用中级路面时路拱横坡应取 2%~3%；采用低级路面时路拱横坡应取 3%~4%。多雨或降雨强度较大地区宜取高值，干旱地区宜取低值。

2 当采用单向直线型路拱时，路拱坡度宜采用 1%~3%。

### 7.3 路面结构组合设计

7.3.1 路面结构组合设计时各类结构层宜按材料回弹模量自上而下递减进行组合，层间结合应紧密。

7.3.2 当采用高级路面、次高级路面时，路面结构组合设计应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50 和《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40 的有关规定。

7.3.3 当采用中级路面、低级路面设计时，面层设计宜符合下列规定：

1 泥结碎石、级配碎石、级配砾石面层厚度宜为 15cm~

30cm，当地质条件较好时厚度可适当减小，但不宜小于10cm。

2 不整齐块石路面厚度宜为20cm~40cm，石块高度宜为14cm~20cm，宜铺砌在砂或其他透水性材料的垫层上。

3 粒料加固土路面，利用当地砂砾、未筛分碎石等材料加固土路面，厚度宜为10cm~20cm，不另设磨耗层。

4 泥结碎石、级配碎石、级配砾石等面层宜设置磨耗层。磨耗层宜采用砂砾、细石，厚度宜为2cm~3cm。

**7.3.4** 当采用中级路面、低级路面时，基层设计应符合下列规定：

1 基层的宽度可与面层同宽。

2 石灰土、碎石灰土、砾石灰土等可用于路面基层，厚度宜为10cm~30cm。

3 级配碎石、级配砾石、天然砂砾等作为路面基层时，厚度宜为15cm~20cm。

4 散铺块石、片石、卵石作为路面基层时，单层铺筑厚度宜为12cm~18cm。石料最大尺寸不应大于层厚的80%。

**7.3.5** 在路基排水不良或易发生冻胀翻浆的路段宜设置垫层。垫层应具有一定的强度、较好的水稳性和抗冻性。垫层材料宜采用不含土和有机杂质的砂或砂砾，厚度宜为15cm~20cm。

## 7.4 路面材料

**7.4.1** 路面采用水泥混凝土或沥青混凝土等类型时，面层材料应满足现行行业标准《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40或《公路沥青路面设计规范》JTG D50的有关规定。

**7.4.2** 路面基层可采用砂、片石、大块碎石、大块砾石等材料。砂应采用粗砂或中砂，片石及大块碎石、大块砾石的石料硬度应高于4级，颗粒最大尺寸不应超过压实厚度的90%。

**7.4.3** 作为面层材料的碎石、砾石，针片状颗粒含量不应超过20%，最大粒径不应大于压实厚度的70%并不应超过5cm。

## **NB/T 10209—2019**

**7.4.4** 天然混合料宜接近级配要求，泥结碎石路面材料可采用天然碎石或人工碎石。

**7.4.5** 泥结碎石路面黏土的塑性指数宜采用 10~20，用量宜采用 15%~20%；天然混合料黏土的塑性指数宜采用 8~15，用量宜采用 15%~25%。

## 8 桥梁、隧道与涵洞

**8.0.1** 桥梁、隧道应根据风电场工程道路的性质、使用要求和发展需要，按安全、适用、经济和美观的要求设计；必要时应进行永久和临时方案比选，确定合理的方案。

**8.0.2** 涵洞应根据水文、地形、地质条件进行设计，并应满足道路排水系统及农田排灌的需要。

**8.0.3** 桥梁、涵洞设计应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的相关规定。

**8.0.4** 隧道设计应满足现行行业标准《公路隧道设计规范》JTG D70 的相关规定。

**8.0.5** 涵洞可分为管涵、盖板涵、箱涵等型式，涵洞孔径、跨径应符合表 8.0.5 的规定。

表 8.0.5 涵洞孔径、跨径

涵洞型式	孔径、跨径 (m)
管涵	0.50、0.60、0.75、0.80、1.00、1.25、1.50、2.00
盖板涵	1.00、1.50、2.00、2.50、3.00、4.00、5.00
箱涵	1.50、2.00、2.50、3.00、4.00、5.00

**8.0.6** 涵洞的布置应符合以下规定：

1 0.50m、0.60m、0.75m 的孔径适用于无淤积地区的灌溉渠，排洪涵洞跨径不宜小于 1.00m。

2 涵洞长度大于 15m 且小于等于 30m 时，其内径或净高不宜小于 1.00m；涵洞长度大于 30m 且小于等于 60m 时，其内径或净高不宜小于 1.25m；涵洞长度大于 60m 时，其内径或净高不宜小于 1.50m。

## NB/T 10209—2019

3 圆管涵涵底纵坡不宜大于 3%，盖板涵、箱涵涵底纵坡不宜大于 5%。当涵底纵坡大于 5%时，涵底宜采用齿状基础或出口设置为扶壁式。当涵底纵坡大于 10%时，洞身及基础应分段做成阶梯形，前后两节涵洞盖板的搭接高度不应小于其厚度的 1/4。

4 涵洞进、出口应采取防冲刷及消能措施。

5 置于非岩石地基上的涵洞，根据涵洞的涵底纵坡及地基土情况，每隔 4m~6m 应设置一道沉降缝；高路堤路基边缘以下的洞身及基础每隔适当距离应设置沉降缝；旧涵洞接长时，应在新旧接头处设置沉降缝。沉降缝应采用弹性不透水材料填塞。岩石地基上的涵洞可不设沉降缝。

6 路线转角大于 90°，曲线半径较小，弯道前纵坡大于 4%，且坡长在 200m 内又无其他涵洞时，在弯道附近宜设置涵洞；路线由大于 5%的坡段过渡到小于 3%的坡段，在此 200m 内无其他涵洞时，在变坡点附近宜设置涵洞。

7 平原微丘区道路经过天然河沟、人工渠道位置，以及长期积水的低洼地段时应设置涵洞。

## 9 交通工程及沿线设施

### 9.1 一般规定

9.1.1 风电场工程道路交通安全和管理设施应根据道路交通运输需要进行设计。

9.1.2 风电场工程道路交通安全设施应包括交通标志、护栏、避险车道等。

### 9.2 布置要求

9.2.1 交通标志的布置应满足下列要求：

1 道路交叉口应设置指示标志或警示标志。

2 视距不良、急弯、陡坡、高路堤、地形险峻等路段应设置警示标志。

3 严重积雪和强风影响路段，以及漫水桥、过水路面路段均应设置警示标志。

4 交通标志应设置在道路前进方向的行车道上方或右侧。

9.2.2 护栏的布置应符合下列规定：

1 路侧有高速铁路、高速公路、高压输电线塔、危险品储藏仓库时应设置护栏。

2 路侧有悬崖、深谷、深沟时应设置护栏。

3 路侧有江、河、湖、海、沼泽等水深 1.5m 以上水域时应设置护栏。

4 柱式护栏外侧至路肩边缘的距离宜采用 25cm~50cm。

5 墙式护栏应建在挡土墙顶、岩石或坚实基础上。

9.2.3 避险车道应设置配套的交通标志标线及隔离、防护、缓冲等设施。

**9.2.4** 视距不满足要求的弯道外侧应设置凸面镜。

**9.2.5** 交通标志及安全设施的其他要求应满足现行行业标准《公路交通安全设施设计规范》JTG D81 的有关规定。

## 附录 A 圆曲线加宽计算

A.0.1 采用半挂车运输设备时，道路圆曲线加宽（图 A.0.1）计算应符合下列规定：

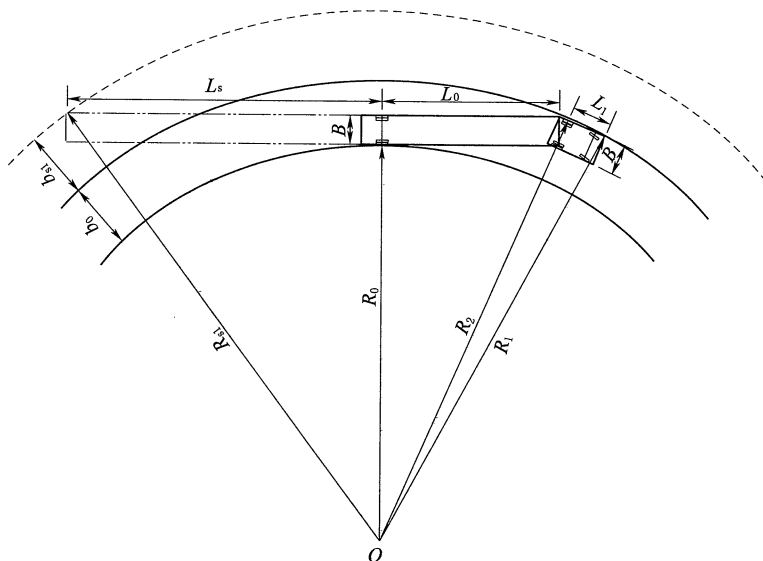


图 A.0.1 半挂车运输时道路圆曲线加宽

1 不考虑外侧扫尾，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

$$\Delta b_1 = b_0 - b \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$b_0 = R_1 - R_0 \quad (\text{A.0.1-2})$$

$$R_0 = \sqrt{R_2^2 - L_0^2} - B \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$R_2 = \sqrt{R_1^2 - L_1^2} \quad (\text{A.0.1-4})$$

2 若将外侧扫尾范围计入路面宽度范围，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

$$\Delta b_2 = \Delta b_1 + b_{s1} \quad (\text{A. 0.1-5})$$

$$b_{s1} = R_{s1} - R_1 \quad (\text{A. 0.1-6})$$

$$R_{s1} = \sqrt{(R_0 + B)^2 + L_s^2} \quad (\text{A. 0.1-7})$$

式中： $L_1$ ——牵引车轴距及前悬长度和（m）；

$L_0$ ——挂车轴距（m）；

$L_s$ ——挂车后悬长度（m）；

$R_1$ ——牵引车前悬最外侧轨迹圆半径（m）；

$R_2$ ——牵引车后轴最外侧轨迹圆半径（m）；

$R_0$ ——半挂车后轴最内侧轨迹圆半径（m）；

$R_{s1}$ ——半挂车后悬最外侧轨迹圆半径（m）；

$b_0$ ——车辆通过最小路面宽（m）；

$b_{s1}$ ——道路外侧扫尾宽度（m）；

$B$ ——设计车宽（m）；

$\Delta b_1$ ——不考虑外侧扫尾时的曲线加宽值（m）；

$\Delta b_2$ ——将外侧扫尾范围计入路面宽度范围时的曲线加宽值（m）。

**A.0.2** 采用后轮转向车运输设备时，道路圆曲线加宽（图 A.0.2）计算应符合下列规定：

1 不考虑内侧侵占、外侧扫尾，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

$$\Delta b_1 = b_0 - b \quad (\text{A. 0.2-1})$$

$$b_0 = R_1 - R_0 \quad (\text{A. 0.2-2})$$

$$R_0 = R_{s2} / \cos\vartheta \quad (\text{A. 0.2-3})$$

$$R_{s2} = \cos\vartheta \times [L_0 \times \sin\vartheta + \sqrt{R_2^2 - (L_0 \times \cos\vartheta)^2}] - B \quad (\text{A. 0.2-4})$$

$$R_2 = \sqrt{R_1^2 - L_1^2} \quad (\text{A. 0.2-5})$$

2 若将外侧扫尾范围计入路面宽度范围，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

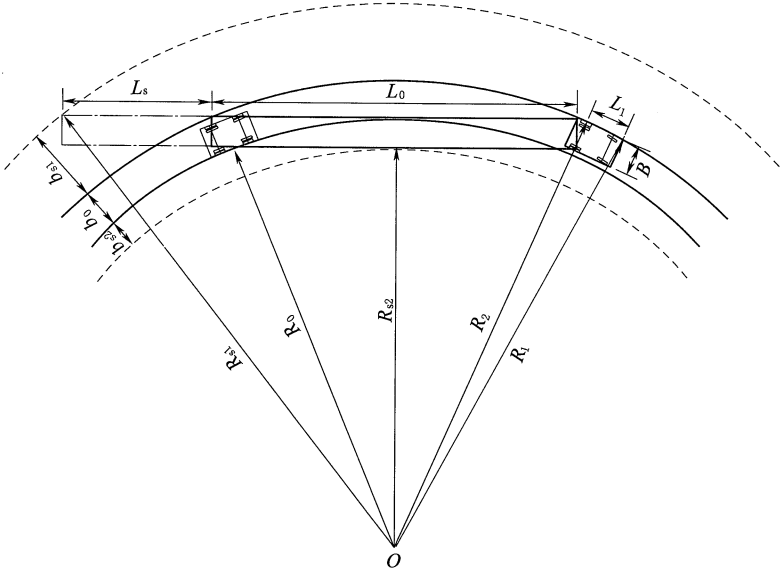


图 A.0.2 后轮转向车运输时道路圆曲线加宽

$$\Delta b_2 = \Delta b_1 + b_{s1} \quad (\text{A.0.2-6})$$

$$b_{s1} = R_{s1} - R_1 \quad (\text{A.0.2-7})$$

$$R_{s1} = \sqrt{(R_{s2} + B)^2 + [(R_{s2} + B) \times \tan\theta + L_s]^2} \quad (\text{A.0.2-8})$$

3 若将内侧侵占范围计入路面宽度范围，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

$$\Delta b_3 = \Delta b_1 + b_{s2} \quad (\text{A.0.2-9})$$

$$b_{s2} = R_0 - R_{s2} \quad (\text{A.0.2-10})$$

4 若将内侧侵占、外侧扫尾同时计入路面宽度范围，道路圆曲线加宽值应按下列公式计算：

$$\Delta b_4 = \Delta b_1 + b_{s1} + b_{s2} \quad (\text{A.0.2-11})$$

式中： $L_1$ ——牵引车轴距及前悬长度和 (m)；

$L_0$ ——后轮转向车轴距 (m)；

- $L_s$ ——后轮转向车后悬长度 (m);
- $R_1$ ——牵引车前悬最外侧轨迹圆半径 (m);
- $R_2$ ——牵引车后轴最外侧轨迹圆半径 (m);
- $R_0$ ——后轮转向车后轴最内侧轨迹圆半径 (m);
- $R_{s1}$ ——后轮转向车后悬最外侧轨迹圆半径 (m);
- $R_{s2}$ ——后轮转向车车体最内侧轨迹圆半径 (m);
- $b_0$ ——车辆通过最小路面宽 (m);
- $b$ ——直线段设计路面宽 (m);
- $b_{s1}$ ——道路外侧扫尾宽度 (m);
- $b_{s2}$ ——道路内侧侵占宽度 (m);
- $B$ ——设计车宽 (m);
- $\vartheta$ ——后轮转向车调整角度,  $\sin \vartheta$  不大于  $L_0/(2R_2)$ ;
- $\Delta b_1$ ——不考虑外侧扫尾、内侧侵占时的曲线加宽值 (m);
- $\Delta b_2$ ——将外侧扫尾范围计入路面宽度范围时的曲线加宽值 (m);
- $\Delta b_3$ ——将内侧侵占范围计入路面宽度范围时的曲线加宽值 (m);
- $\Delta b_4$ ——将外侧扫尾、内侧侵占范围同时计入路面宽度范围时的曲线加宽值 (m)。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《水土保持工程设计规范》GB 51018
- 《公路工程技术标准》JTG B01
- 《公路工程抗震规范》JTG B02
- 《公路路基设计规范》JTG D30
- 《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40
- 《公路沥青路面设计规范》JTG D50
- 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60
- 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362
- 《公路隧道设计规范》JTG D70
- 《公路交通安全设施设计规范》JTG D81

中华人民共和国能源行业标准

风电场工程道路设计规范

NB/T 10209—2019

条文说明

## 制 定 说 明

《风电场工程道路设计规范》NB/T 10209—2019，经国家能源局 2019 年 6 月 4 日以第 4 号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国风电场工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《风电场工程道路设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

3	基本规定	42
3.1	一般规定	42
3.2	设计车辆及设计荷载	42
3.3	道路建筑限界	43
3.4	道路横断面	43
3.6	防洪标准	44
4	选线	45
4.1	一般规定	45
4.2	选线原则	45
4.3	选线要点	46
5	路线	47
5.2	平面设计	47
5.3	纵断面设计	47
5.4	线形组合设计	47
6	路基	48
6.2	路床	48
6.3	填方路基	48
6.5	路基防护	48
6.7	路基取弃土	48
7	路面	49
7.1	一般规定	49
7.2	路面结构及型式	49

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.2** 场内道路指自进场道路通向各风电机组位置，并与各机位的吊装场地相连接的道路。施工期道路指施工期设备运输车辆、施工车辆通行的风电场场区内道路。检修道路指运营期检修车辆通行的风电场场区内道路。

本规范中技术指标取值依据施工期叶片、塔筒、机舱及主变等重大件设备的运输要求确定。

### 3.2 设计车辆及设计荷载

**3.2.1** 风电场建设期设备运输过程中，风电机组的塔筒、叶片、机舱、轮毂及变压器等均属于大件、重件，其运输车辆的通过条件决定了运输道路的技术指标。现在风电场大都选择单机容量大于或等于1.5MW的机组，单个叶片长度一般介于45m~70m甚至更长，单节的塔筒长度一般介于18m~30m，塔筒最大直径4.5m~5m。实际多采用牵引车结合长轴距半挂车的车辆运输，为克服运输困难，近些年开发出叶片专用举升运输车、塔筒专用低平板运输车、伸缩抽拉半挂车、后轮转向运输车等多种专用运输车辆。运输时，车辆及大件设备对空间的要求及动力性能决定了道路设计各项主要指标的选取。

风电场工程道路设计采用的设计车辆以社会运输车辆和特殊运输车辆相结合的车辆，以适应建设期及运营期的需要。由于风电设备运输车辆种类繁多，而对设计指标取值起决定因素的主要是叶片、塔筒运输时最为困难的通过条件，故设计车辆采用常规叶片、塔筒的运输车辆。具体工程设计时与实际运输车辆进行比

较，复核相关设计。建设期主吊设备转场及拖运车辆、运营期维修设备运输车辆等外廓尺寸较特殊时复核相关设计。

需要指出的是，风电机组等大型不可解体设备的专用运输车辆，不同于普通货运车辆，不适用于《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》GB 1589—2016 规定的超限认定标准。

一般常用车辆情况如下：

(1) 6 轴凹型平台半挂车：装载机舱平板高度为 0.6m~0.8m，车板总长 16.5m~17.5m；常用的牵引车头品牌为陕汽德龙、斯太尔、联合重卡等，6×4 驱动，牵引功率 310 千瓦~350 千瓦。

(2) 低板半挂平板车：挂车车板长 13.5m~17.5m，车板高 1.1m~1.2m、车板宽约 3m；轮毂运输通常采用 275 千瓦~310 千瓦的牵引车头，常用的牵引车头品牌为陕汽德龙、斯太尔、联合重卡等。

(3) 叶片长途运输专用车（轴距可调，单叶片运输）：平台长 26m~42m，车板高 1.2m，牵引车 275 千瓦~310 千瓦，6×2 驱动，常用的牵引车头品牌为陕汽德龙、斯太尔、联合重卡等。

### 3.3 道路建筑限界

**3.3.2** 一般情况，风电机组塔筒最大直径介于 4.5m~5m，采用低板运输车底板高度在 0.5m~0.8m。设计时根据选用机组塔筒最大直径及运输车底板高度相加计算，并留有 0.1m~0.2m 裕度。

### 3.4 道路横断面

**3.4.3** 风电机组设备运输时需做好现场车辆管理，避免其他车辆与叶片、塔筒、机舱等设备运输车辆错车。工期较紧张的风电

场，风电机组设备运输车辆与其他车辆交织，需设立错车道。错车道位置需使驾驶者能够观察到相邻两错车道之间的车辆，不满足时设立指挥。

避险车道为减少交通事故造成的伤害和损失，一般设置在下坡路段终点的地形有利位置。是否设立主要依靠设计、管理人员的主观判断，设置形式可因地制宜。

### **3.6 防洪标准**

**3.6.2** 对涵洞及小型排水构造物的设防频率不作规定，由设计人员根据经验确定。

## 4 选 线

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.2** 路线方案是由路线控制点决定的。路线起终点，必须连接的风电机组、变电站，以及桥梁、隧道、互通式立体交叉、铁路交叉等位置是最主要的控制点。由这些控制点所决定的大的路线方案称为路线基本走向。

在路线基本走向控制点间，还有若干对路线方案起一定控制因素的点或位置，如大桥、长隧道、互通式立体交叉、铁路交叉等的位置，河流的哪一岸、城镇的哪一侧、同一山岭的哪一个垭口、垭口的哪一侧展线等。这些控制点都将决定路线的局部方案，因此由这些控制点所决定的路线方案即为路线走向。中小桥涵、中短隧道，以及一般构造物的位置，对路线方案而言，一般不起控制作用，故在确定其位置时，须服从路线走向。

**4.1.4** 选线需收集以下基础资料：①各种比例尺的地形图、卫星像片、航摄像片及已有勘测设计资料；②路线经过地区的地质、水文、气候等有关资料；③路线经过地区的城镇、工矿、道路、铁路、航空、水利、建筑、管线建设和规划资料；④土地资源及自然风景点分布资料；⑤文化、文物遗迹资料；⑥环境分区和环境敏感区（点）及动、植物保护区的分布资料；⑦风电场总体布置资料。

### 4.2 选 线 原 则

**4.2.1** 风电场工程道路的综合质量的优劣，关键在于选线工作，不同设计阶段的选线工作重点不同，随工作阶段的继续与深入，选线是不断重复、优化的过程，从方案比选到各项技术指标的合

理应用，无不体现在选线工作中。

### **4.3 选线要点**

**4.3.2** 当桥轴线与洪水流向的夹角小于  $45^\circ$  或河沟过于弯曲时，改移路线，调整桥轴线与流向的夹角，避免过分增加施工困难和加大工程投资。

## 5 路 线

### 5.2 平面 设计

**5.2.7** 受地形限制，回头曲线需采用小于 20m 的圆曲线半径时，回头曲线区域可开挖回填形成平台。即自曲线起点至终点范围内路基内侧相连接，形成可供车辆行驶通过的空间。

### 5.3 纵 断 面 设计

**5.3.1** 山地风电场高差大、地形复杂，现有交通道路匮乏，大多需要新建进场道路和场内道路。道路建设难度大、工程量且工期较长。针对风电场设备运输重大件多、运输时间集中的特点，为减少投资及对环境的影响，道路设计时根据运输车辆性能及现场施工条件，采用较大的纵坡指标值。

在干燥坚实的泥结碎石路面上，以常用的 460 马力陕汽德龙 F3000 型牵引车、柳工 CLG855N-5t 轮式装载机、80t 重的机舱为例，进行爬坡能力计算得出，单牵引车时通过最大坡度 11.3% 的路段，单装载机牵引时通过最大坡度 18.3% 的路段，双装载机牵引时通过最大坡度 21.9% 的路段。不同的路况及车辆条件时，爬坡能力各有差异。

### 5.4 线 形 组 合 设计

**5.4.2** 考虑下坡方向的行驶安全，道路采用硬化路面、设置护栏等措施。

## 6 路 基

### 6.2 路 床

6.2.1 路床厚度一般为 0.8m。路面底面以下深 0~0.3m 为上路床，路面底面以下深 0.3m~0.8m 为下路床。

### 6.3 填方路基

6.3.2 路面底面以下深 0.8m~1.5m 为上路堤，以下为下路堤。

### 6.5 路基防护

6.5.4 根据工程经验，在不受主流冲刷地段，当流速小于 1.8m/s 时，采用植物防护；当流速大于 1.8m/s 时，采用抛石或干砌片石防护。在受主流冲刷地段，当流速小于 4.0m/s 时，采用干砌片石防护；当流速大于 4.0m/s 时，采用浆砌片石防护。在受水流冲刷但无滚石地段或大石料缺少地段，采用石笼防护。在峡谷急流地段和受水流严重冲刷地段，可采用浸水挡土墙防护。

### 6.7 路基取弃土

6.7.2 当路肩边缘与取土坑底的高差不超过 2m 时，取土坑内侧边坡与路堤边坡径相连接；高差大于 2m 且不超过 6m 时，路堤坡脚与取土坑之间设置 1m 宽的护坡道；高差大于 6m 时，设置 2m 宽的护坡道；在地质和排水条件良好或经济作物、高产田地，可采取一定的措施保护路基稳定而不设置护坡道。

## 7 路 面

### 7.1 一 般 规 定

**7.1.3** 埋有地下管线并经常检修的路段，采用水泥混凝土预制块路面或块石路面；纵坡超过 14% 时，综合考虑平面线形情况，采用高等级路面和次高级路面；环保及水土保持要求较高的路段，可采用沥青路面和水泥混凝土路面；经常行驶履带车的路段，可采用块石路面或低级路面。

### 7.2 路面结构及型式

**7.2.1** 未设垫层的旧路改造，于已有面层上加铺新面层时，路面结构为多层路面。

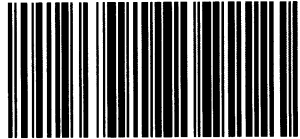
---

微信号: Waterpub-Pro



唯一官方微信服务平台

销售分类: 可再生能源



155170.520

定价: 40.00 元