

团 体 标 准

T/GDHS 002—202X

公路桥梁挤扩支盘桩技术规程

Code of practice for pile with expanded branches and/or plates of highway bridges

(征求意见稿)

发布

实施

发 布

目 次

前 言 III

引 言 IV

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 3

5 勘察 5

 5.1 一般规定 5

 5.2 勘察要求 5

6 设计 6

 6.1 一般规定 6

 6.2 构造 6

 6.3 计算 9

 6.4 韧性设计 12

 6.5 支盘承载力调控 12

7 施工 13

 7.1 一般规定 13

 7.2 施工准备 14

 7.3 泥浆 14

 7.4 主桩成孔 14

 7.5 支盘挤扩施工 15

 7.6 扫孔与清孔 16

 7.7 安装钢筋笼与灌注混凝土 16

8 质量检验及评定标准 16

 8.1 一般规定 16

 8.2 主桩成孔质量检验 16

 8.3 支盘腔质量检验 16

 8.4 成桩质量检验 16

 8.5 实测项目 17

 8.6 运营监测 17

附 录 A （规范性） 挤扩支盘桩规格尺寸..... 19

附 录 B （规范性） 土层物理力学指标与桩端土极限承载力标准值、挤扩压力值、挤扩压硬值和
设备选型对照表 20

附 录 C （规范性） 挤扩支盘工序交接单..... 21

附 录 D （规范性） 挤扩支盘施工记录表..... 22

附 录 E （规范性） 井径仪检测.....	23
------------------------	----

前 言

本文件按照GDHS-BZBX-01-2021《广东省公路学会标准编写规则》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这些专利的责任。

本文件由广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、北京支盘地工科技开发中心、广东省路桥建设发展有限公司、广东省公路建设有限公司、奥雅纳工程顾问有限公司(香港)、栢杰工程顾问有限公司（澳门）

主编：孙向东

参加编写人员：

孙向东、黄国清、吴海平、徐东进、宁立、张国梁、黄海、唐后国、林倍东、李勇、刘广宇、王少华、代希华、张太科、李宝强；

杨毅（香港）、莊友康（香港）、黄明泰（香港）；

周子键（澳门）

主审：洪显诚

参加审查人员：

王安福、赵君黎、易绍平、王中文、胡利平；

刘正光（香港）、钟小平（香港）、杨文武（香港）、麦德明（香港）；

胡祖杰（澳门）、萧志泳（澳门）

引 言

《广东公路桥梁挤扩支盘桩技术规程》(T/GDHS 002—2020)自2020年发布以来,该项技术在粤东、粤西及临近香港、澳门的珠江三角洲地区交通建设项目中得以了很好的推广应用的同时,相关工程技术人员针对公路桥梁受力特点和区域地质特征进行了进一步的深入研究,又取得了一系列新的技术成果,包括土层适应范围、土体压硬理论、支盘韧性结构、支盘桩沉降计算、施工压硬勘察协同技术、支盘压硬运营监测等,在潮汕环线高速公路京灶大桥、南中高速、茂湛改扩建、清花高速、中江改扩建、惠龙高速等项目中成功予以了大规模的应用。在此基础上,通过总结、归纳最新技术成果,广东省公路学会联合香港公路学会和澳门工程师学会组织相关单位对原《广东公路桥梁挤扩支盘桩技术规程》进行了修编并且将文件名称调整为《公路桥梁挤扩支盘桩技术规程》。

公路桥梁挤扩支盘桩技术规程

1 范围

本文件规定了公路桥梁挤扩支盘桩的勘察、设计、施工和质量检验及评定标准等相关内容。

本文件适用于广东、香港、澳门地区新建、改扩建和维修加固公路桥梁挤扩支盘桩基础工程。国内其它地区同类项目可参照使用。

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。

JTG C20 公路工程地质勘察规范
 JTG D60 公路桥涵设计通用规范
 JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
 JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范
 JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
 JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
 JT/T 855 桥梁挤扩支盘桩

Structures Design Manual for Highways and Railways(2013 Edition), Highways Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.

Foundation Design And Construction, Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挤扩支盘桩 Pile with Expanded Branchs and/or Plates

带有分支和/或承力盘结构、且该结构同周围被挤密压硬的土体共同作用的承载桩。

3.2

挤扩支盘桩韧性结构 Toughness pile with Expanded Branchs and/or Plates

具有较高冗余承载性能及弹性变形性能的挤扩支盘桩结构。

3.3

主桩 Primary Pile

桩体的主干部分。

3.4

分支 Branch Bearing

突出主桩的支状承载结构。简称支。

3.5 支结构 Branch Structure

由多个分支组成的基桩承载结构。设有二星支、四星支、六星支、八星支等形成的结构。

3.6

支长 Branch Length

支的水平投影长度。

3.7 支宽 Branch Width

支的水平投影宽度。

3.8

支高 Branch Height

支顶到支底的距离。

3.9

支面积 Projected Area of Branch

支的水平投影面积。

3.10

支侧面积 Branch Lateral Area

一个支的两个侧面，单个侧面的表面积。

3.11

支间距 Space between Branches

同一桩身相邻两支结构的竖向间距。

3.12

承力盘 Plate Bearing

突出主桩的盘状承载结构，简称盘。

3.13

盘环宽 Width of Plate Ring

盘半径减去主桩半径的宽度。

3.14

盘高 Plate Height

盘顶到盘底的距离。

3.15

盘间距 Space between Plates

同一桩身相邻两承力盘的竖向间距。

3.16

支盘腔 Cavity of Branch and / or Plate

土体被静力挤压后形成的支状空腔和盘状空腔。

3.17

支盘承力角 Bearing Angle of Branch and/ or Plate

支盘受力面与水平面的夹角。

3.18

支盘内角 Internal angle of Branch and / or Plate

支盘腔上斜面与下斜面之间的夹角。

3.19

挤扩比 The Ratio of Plate Area to Pile Area

盘体水平投影面积与桩身横截面面积之比。

3.20

宽径比 Ratio of Arch Arm Width to Plate Diameter

挤扩支盘机弓臂挤压土体的宽度与盘直径之比。

3.21

截面比 Ratio of The Cross Section

主桩变径前与变径后的截面面积之比。

3.22

挤扩压力值 Expanding and Compaction Pressure Value

挤扩支盘机对土体挤压时土对弓臂的反力反映在液压表上的读数（又称挤扩旁压值）。在成支或盘时首次张开弓臂挤压获得的压力值称首次挤扩压力值，表征土体抗压强度。

3.23

挤扩压硬值 Expanding and Compaction Compression Hard thresholds

土被静力挤压后的腔壁稳定性表征值，每支取分支的挤扩压力值中的最小值，每盘取第二次挤扩压力值。

3.24

挤扩叠加率 Expanding and Compaction Superimposition Rate

挤扩支盘机挤压土体成盘时，径向相邻挤压叠加部分的水平投影面积所占每次挤压水平投影面积的比值。

3.25

挤扩回弹率 Soil Resilience Rate

挤扩支盘机弓臂张开外径与挤扩后实测盘腔直径的差值与挤扩支盘机弓臂张开外径的比值。

3.26

设备上抬值 Equipment Rising Value by Reaction of Soil

挤扩支盘机向两侧对土体挤压时，土对弓臂产生反力致使支盘设备上抬的位移值。

3.27

步进挤压工艺 Step-by-step extrusion process

采用至少分解为2个或2个以上盘径盘腔的往复挤压至设计盘腔的工艺。

3.28

支盘腔尺寸检验 Branch and Plate Cavity Dimension Inspection

通过电阻式井径仪对支盘腔的几何尺寸进行测量，对照设计盘径、盘高对支盘腔完整性进行评定和中间交验。

3.29

支盘承载性能评估 Branch and Plate Bearing Performance Evaluation

通过检验施工时的挤扩压力值和支盘腔尺寸是否满足设计要求，初步判断支盘承载性能是否满足设计要求。

3.30

支盘承载力调控 Branch and Plate Bearing Adjustment

当支盘承载性能评估结果不满足设计要求时，由设计人员采取调控措施，确保基桩竖向承载力和整体刚度满足要求。简称支盘调控。

4 基本规定

4.1 挤扩支盘桩应根据工程地质、水文地质、工程性质、荷载特征、使用功能、施工技术条件与环境等因素，因地制宜地选择合理的支盘桩结构形式，精心施工、严格监控。

4.2 挤扩支盘桩基础可按下列规定分类：

a) 按承载性状分为：

- 1) 分支桩，仅设置支结构，桩顶荷载主要由支端阻力、支侧阻力和桩侧阻力承受，并考虑桩端阻力。
- 2) 承力盘桩，仅设置承力盘，桩顶荷载主要由盘端阻力和桩侧阻力承受，并考虑桩端阻力。
- 3) 多结构挤扩支盘桩，同时设置 3 个或以上支结构或承力盘结构，桩顶荷载主要由支盘端阻力、桩侧阻力和支侧阻力承受，可不计入桩端阻力。
- b) 按主桩外形分为：
 - 1) 等桩径支盘桩，主桩为等直径钻孔灌注桩。
 - 2) 变桩径支盘桩，主桩为变截面钻孔灌注桩。
 - 3) 大挤扩比支盘桩，挤扩比大于 3 的支盘桩。
 - 4) 变盘径支盘桩，桩身设置有不同尺寸支盘的支盘桩。

条文说明

变桩径支盘桩小桩径段设置支、盘，可增大横向盘间距，增加支盘端承压面积，达到节约资源目的。增大挤扩比，既增加了支盘端阻面积，同时增强了土体压硬程度，达到提高承载力、降低成本、节约投资的目的。变盘径设计，可根据单桩的不同地质设计不同尺寸或施工过程中调控采用不同支盘结构尺寸，采用步进挤压工艺实现。

4.3 宜充分利用挤扩支盘桩结构端土压硬承载特征，对重要性工程可提出韧性服役要求。

条文说明

可充分利用挤扩支盘桩高冗余度安全储备、基桩绝对刚度保障手段、支盘端土超载固结和沉降可持续压硬稳定等自然调控特性，提出应对长寿命周期气候变化、交通超载以及不可抗力等因素的综合效益最佳的方案。根据结构重要性，安全系数 K 值适当提高，提高桩基础冗余安全性能，体现长期韧性服役需求。韧性服役要求主要包含以下五方面内容：

- a) 结构变形可恢复要求：宜在可压缩的黏性土、砂土碎石土、风化软质岩采用挤扩压硬工艺，合理布置多结构支盘结构；可采用静荷载试验及工间工后服役数据验证基桩弹性变形可恢复性能。
- b) 冗余度性能设计要求：采用多结构支盘组合结构，安全系数 K 值适当提高，可实现较高设计安全储备，以满足偶遇荷载超载情况下支盘桩基础长期耐久服役的要求。
- c) 设计施工运维数据要求：在设计施工过程，通过收集挤扩压力值承载性能数据、挤扩压硬值稳定性能数据、支盘腔形态反复验证数据、支盘桩运维内力监测数据、沉降数据等隐蔽工程全过程质量数据，满足长期服役数据要求。
- d) 适应性要求：可采用较高冗余度、基桩承载性能调控、勘察设计运维一体化技术，预留调整补救补强措施以及利用支盘端土超载固结和沉降可持续压硬稳定自然调控特性，以应对偶遇气候灾害、地质灾害、超载等荷载变化，使结构具备抵抗灾害及长期服役的能力要求。

4.4 根据结构安全性、重要性和沉降要求，挤扩支盘桩结构设计韧性等级规定如表 1。

表1 结构设计韧性等级表

韧性等级	结构变形性能	总沉降限值（不包括施工中的沉降） (mm)	结构性能特征
一级	一般变形结构	简支结构：墩台均匀总沉降值 $20\sqrt{L}$ ， 相邻墩台总沉降差值 $10\sqrt{L}$ ； 连续结构：设计要求。	承载力安全冗余度 K 为 2，桩顶沉降量满足荷载试验规范要求。
二级	敏感变形结构	20	承载力安全冗余度 K 为 2.5，桩顶沉降变形 80%由桩身弹性压缩构成。
三级	微变形结构	5	承载力安全冗余度 K 为 3，桩顶沉降变形全部由桩身弹性压缩构成。
注：L为相邻墩台间最小跨径，以m计，跨径小于25m时，仍按25m计算。			

条文说明

挤扩支盘桩具有变形小且为缓变形受力特征，其控制沉降效果显著优于常规灌注桩。本标准根据结构变形性能划分三个等级，在设计时根据结构特征和使用功能进行选用，按节约资源、经济合理的原则，选取合理的支盘结构，必要时采取验证承载能力和沉降变形的测试方法，以达到有效控制变形和沉降的目的。

4.5 挤扩支盘桩验算的作用分类和作用组合应按《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）和《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363）的规定采用，持久状况桩身承载能力和抗裂验算应按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）。当在香港地区应用时，其作用分类、作用组合、持久状况桩身承载能力和抗裂验算应按《基础设计和施工》（第 1/2006 号，香港特别行政区政府岩土工

程办公室出版）和《公路和铁路结构设计手册》（2013 年版）（香港特别行政区政府公路署出版）的规定执行。

4.6 挤扩支盘桩除应符合本文件的规定外，尚应符合本地区关于施工场地、噪声和环保等相关规定和要求。

5 勘察

5.1 一般规定

5.1.1 支盘桩的勘察可采用原位测试或室内试验方法，应在常规工程勘察的基础上，重点查明拟设支、盘土层的类别、状态、厚度、分布和工程特性。

条文说明

土层的工程特性显著影响支盘选取及布置，故支盘桩相对于传统摩擦桩和端承桩更关注桩身范围土层性状和分布。

5.2 勘察要求

5.2.1 工程地质勘探可采用钻探法进行，并应符合下列规定：

- a) 初步勘察阶段，特大桥、大桥和中桥的钻孔数量应按表 2 确定。小桥的钻孔数量每座应不少于 1 个。当区域地质资料数据详实时，可适当减少初勘钻孔数量。
- b) 详细勘察阶段，桥位钻孔布设原则上每个墩（台）应不少于 1 个，遇有断层带、软弱夹层等不良地质或工程地质条件复杂时，应结合现场地质条件及基础设计要求确定每个墩台的钻孔数量。钻孔深度应至持力层或桩端以下 3~5 倍桩径。
- c) 钻孔取样后应按分层进行标贯试验。一般结合取样按分层进行标贯试验，一遇变层应立即进行标贯试验，试验间距一般不宜大于 5m。

表2 初步勘察阶段桥位钻孔数量表

桥梁类型	工程地质条件简单	工程地质条件较复杂或复杂
中桥	2~3	3~4
大桥	3~5	5~8
特大桥	≥7	≥9

条文说明

标贯值与挤扩压力值和土的承载力标准值直接相关，可指导选择支或盘结构，故对标贯试验提出较高要求。

5.2.2 勘察报告应满足如下要求：

- a) 初步勘察阶段应对支盘桩基础的适用性进行分析评价。
- b) 详细勘察阶段报告宜包括下列内容：
 - 1) 用于进行承载力与变形计算的岩土体参数；
 - 2) 场地及其周边的地下管线和地下构筑物等分布和影响描述；
 - 3) 场地及其周边的不良地质现象，如花岗岩球状风化、坚硬夹层、填海地质、岩溶、土洞、构造断裂等，应提供分布情况、影响描述及支盘适用性分析；
 - 4) 应对场地地表水、地下水和地基土对桩基腐蚀性进行评价；
 - 5) 对桩端持力层的选择、支和盘的设置位置等提出建议；
 - 6) 对支盘桩在施工过程中可能遇到的问题和预防措施提出建议；
 - 7) 对岩溶地区顶板稳定性和上覆土层设置支盘的适用性进行评价。

条文说明

地质/岩土工程师需掌握支盘桩适用条件范围，根据支盘桩受力特点、设备能力和地质特征给出支盘桩适用性及相关建议。

5.2.3 在挤扩施工过程中，当发现与原地质勘察资料差异较大时，可进行补充勘察，以获取准确的土层类别、状态、厚度、分布状况和相关物理力学参数，并进行动态设计。

5.2.4 原位测试可采用标准贯入法及静力触探法，以取得标贯值和静力触探值，可采用施工过程挤扩

压力值对其进行校验和复核，对应参数详见附录 B。

条文说明

挤扩压力值同标贯值、静力触探值的多年经验对比参数已较准确，因此可采用经验法，以挤扩压力值经验值校对勘察数据，见附录 B。针对港澳地区与内地勘察手段不同、地质勘察评估方法的不同、参数标准不一致等问题，可采用原位实测法，通过施工过程中取得的实际挤扩压力值，验证地质勘察数据，以解决上述相关问题。

因为设计阶段需要确定为确定挤扩压力值标准值，三地可采用挤扩压力值与各种原位勘察数据多年取得的经验值作为比对标准，作为一种统一的勘察设计依据。

原位勘察试验方法，香港地区与内地均采用标准贯入试验方法、静力触探试验方法两种方法。香港地区桩基施工的工艺方法与内地桩基施工的工艺方法存在较大差异，在港澳地区与内地勘察手段不同、地质勘察评估方法的不同、参数标准不统一时，可采取施工过程中挤扩压力值校核设计参数设计承载力的方法。挤扩压力值是挤扩支盘机弓臂对土体直接取得原状土强度的方法，可以作为原位勘察手段数据的数据校核方法。

附录 B 的使用方法，在香港和内地均有标贯值和静力触探值，如在取值中还遇到评估方法不同、参数标准不同以及地区同样土层分类而参数有可能不同等问题，即可采用施工过程中挤扩压力值校核标贯值与静力触探值，取得支盘端土实际承载力。

附录 B 中支盘端土端阻力与挤扩压力值的关系，是多年通过静载荷试验获得支盘端土实际承载能力与施工过程中挤扩压力值的经验值归纳，同时支盘端阻实际发挥的承载能力可以排除沉渣等两地不同的施工工艺影响，是施工过程中无沉渣条件经验参数，数据稳定，可不采取其他分项系数修正。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 挤扩支盘桩设计应综合考虑支盘适用土层、荷载特征、变形要求、施工设备、施工质量保证和社会经济效益等因素。

条文说明

挤扩支盘桩设计考虑的因素中，支盘适用土层是指根据土的标贯等重要参数初步确定支或盘的位置，荷载特征是指支盘与土的承压受力不同于桩侧与土的摩擦受力，变形要求是指挤扩支盘桩具有变形小且为缓变形特征，社会效益是指对原材料节省、节能减排、提质增效和品质工程的要求。

6.1.2 挤扩支盘桩适用于具有一定厚度的可挤扩成稳定的支腔、盘腔的土层。

6.1.3 设计阶段应预设承载力调控措施，施工阶段应利用挤扩技术对土质勘察的校核作用，进行支盘动态调控，确保桩基安全、耐久。

6.1.4 挤扩支盘桩设计可采用动态设计原则，根据地质条件和构造要求可采取预设支、盘方法，施工过程中将钻孔、挤扩支盘过程中采集到的参数信息与设计要求对比分析，当承载力不满足设计要求时，应及时通过动态调控措施，确保承载力满足设计要求。

条文说明

挤扩过程中通过挤扩压力值、设备上抬值等指标获得土层的多种参数信息，进行支盘承载性能检验，既检验了桩基承载力，又对地质勘察资料进行了验证。

6.2 构造

6.2.1 桩的布置和间距应符合下列规定：

- a) 挤扩支盘桩的布置，应根据结构受力和地质条件，可采用单桩或群桩基础。
- b) 支盘桩群桩设计时，可采用相邻桩的支盘标高上下错开布置。
- c) 挤扩支盘桩桩间距不应小于主桩径的 2.5 倍，并不应小于支盘直径的 1.5 倍，变桩径支盘桩桩间距应按最大直径段取值。
- d) 挤扩支盘桩的支盘与邻近结构物或构筑物的净距不宜小于 2.5 倍支长或盘环宽。

条文说明

桩间距考虑了横向盘间受力的合理性以及盘间合理的施工间距。

6.2.2 支、盘适用土层及设置的适用条件：

- a) 支、盘宜设置在可塑、硬塑、坚硬的黏性土或砂土、碎石土中，可参考表 3 选用。
- b) 较软土层宜设置支结构，较硬土层宜设置盘结构。轻微液化砂土层可设置支结构。遇花岗岩地质、残积土和全风化土宜设置支结构，强风化土宜设置盘结构。遇花岗岩球状风化发育、风化

夹层地质，宜在孤石或风化夹层上下设置支盘。遇岩溶地质，宜利用上覆层设置支盘，宜采用多支结构，盘不宜少于一个。

表3 支、盘适用土层及设置的适用条件

设置要求	淤泥 未固结淤泥质土 松散砂土 可液化土	淤泥质土 轻微液化土	残积土 全风化岩 软塑~可塑黏性土	硬塑黏性土 稍密~中密 砂土	坚硬黏性土 密实粉土砂土	圆砾角砾 卵石碎石 强风化极软岩
支结构	不宜	可	宜	可	可，标贯≥60 击 时宜设置在表层	可，标贯≥60 击 时宜设置在表层
盘结构	不应	不应	不宜	可	宜，标贯≥60 击 时宜设置在表层	宜，标贯≥60 击 时宜设置在表层

条文说明

试桩结果表明，淤泥质土（标贯≥4击）挤扩压力值、支腔检测数据及静载试验数据与可塑黏性土相应指标接近，可设置支结构；残积土支端土承载力高，宜设置支结构；全风化岩土结构孔隙大、较松散、遇水软化、不密实，盘体挤扩过程塌落比大，静载试验承载力不高，不宜设盘，宜设置支结构，支腔压硬程度高，能够改良土结构、保证端阻承载力。

一般砂性土可采用二星支或四星支；不易塌落的黏性土可采用六星支；设备弓臂宽度一定时，较大桩径段设置支结构宜采用八星支或十星支。

在广东汕头凤东路项目，桥梁桩基于淤泥质粉质黏土层设置六星支结构，经静载试验和内力测试表明，支结构在软土层内力作用发挥稳定，满足设计要求。

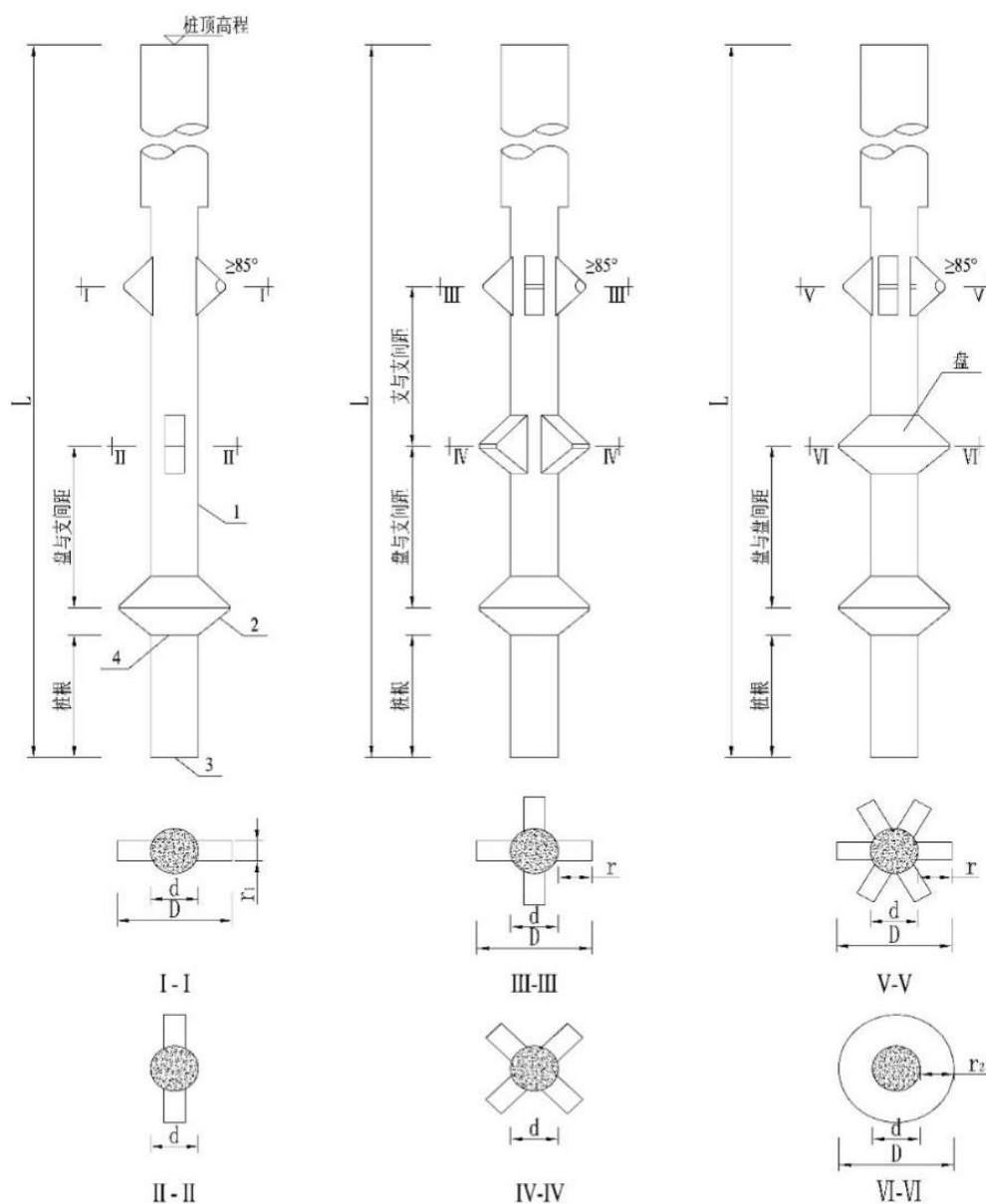
浙江宁波绕城高速东段项目（五乡互通）桥梁桩于全风化和强风化层设置盘结构；广东滨海大道项目隧道抗浮桩于全风化和强风化层设置盘结构；广东南中高速公路项目桥梁桩基于稍密砂土层设置盘结构。以上项目试验均表明支、盘结构在相应土层内力作用发挥稳定，满足设计要求。

6.2.3 支盘的布置应符合下列规定：

- a) 支或盘底进入持力层的深度宜大于 1.0 倍的支或盘的高度，对碎石土、强风化、软质岩等硬土宜大于 0.5 倍支盘高度；当存在软弱下卧层时，最下支或盘底距软弱下卧层顶面的距离不宜小于 9 倍支长或盘环宽。
- b) 设置支的适宜持力层厚度宜大于 3 倍支长，设置盘的适宜持力层厚度宜大于 4 倍盘环宽。持力层一般采用单一土层，当支盘端土层厚度较薄时，也可采用组合土层。
- c) 对于抗拔桩，应设置在宜成盘土层的中下部，盘体应全部进入宜成盘土层，并距软弱上覆土层底面的距离不宜小于 4 倍盘环宽。顶部抗拉支盘应满足最小埋置深度要求；
- d) 抗浮结构和抗拔结构支盘设计时，宜设置支结构，并应至少设置 1 个盘；
- e) 岩溶地质应充分利用覆盖层布置支盘，宜采用多结构挤扩支盘桩。
- f) 支、盘布置要求见表 4；
- g) 河床有冲刷时，支盘应设置在最低冲刷线以下。
- h) 桩根一般不小于 2 倍桩径。
- i) 桩端以下持力层厚度不宜小于 2 倍支盘高。
- j) 横向相邻支盘桩的盘位可上下错开布置。
- k) 支、盘布置示意图见图 1。

表4 支、盘最小竖向间距和上下设置要求

支盘位置	最小竖向间距	上下设置要求
二星支	3 倍支长	错开 90 度
四星支	4 倍支长	错开 45 度
六星支	4 倍支长	错开 30 度
八星支	4.5 倍支长	错开 22.5 度
盘与支	6 倍支长	
盘与盘	8 倍盘环宽	



标引序号说明:

- 1——桩;
2——底盘;
3——桩底;
4——盘底。

d表示桩径; D表示支盘直径; L表示桩长; r表示支长; r_1 表示支宽; r_2 表示盘环宽。

图1 支、盘布置示意图

条文说明

持力层采用组合土层时, 支或盘端土的承载力特征值取最不利土层参数。

试验揭示支盘端阻群桩效应系数未有折减,为规避支盘挤扩作业施工的不确定性,相邻桩支盘横向间距小于 1.5D 时,可上下错开布置。

桩根为底盘(底支)底部至桩端的距离,由于桩基挤扩过程中可能产生塌落物,为避免底盘(底支)被埋置,应预留一定长度的桩根,一般取3m~6m。

6.2.4 支盘的尺寸宜满足下列构造要求:

- 支长或盘环宽宜根据桩的承载力需要和施工工艺及设备条件确定
- 挤扩支盘桩规格尺寸可参照附录 A 选取, 该表作为参考, 设计可根据实际需求以及设备工艺发展做适当调整。

条文说明

挤扩比取决于设备动力和尺寸, 可随设备改型而改变, 增加挤扩比目的为提高压硬土承载能力。挤扩比较大时, 承力盘挤扩成形土体塌落较多, 为控制塌落比, 需采用步进挤压成盘施工工艺, 减少土体塌落, 保障盘周土压硬挤密。

6.2.5 挤扩支盘桩的配筋和变径设计应满足下列要求:

- 主桩内受力钢筋、构造钢筋的尺寸、数量、间距、与承台的连接, 均应符合现行《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363) 的有关规定。
- 主桩钢筋截面变化处宜避开支盘位置, 距离支盘底面 50cm 以下。支盘腔位置宜保证主桩钢筋最小净距为混凝土粗骨料的 2.5 倍。
- 主桩采用变径设计时, 宜在最不利荷载作用弯矩零点以下改变主桩径, 截面比不宜小于 0.5。受水平力控制的基桩, 可采用较大截面比变桩径支盘桩, 但截面比不应小于 0.4。变桩径支盘桩钢筋接头应避开变径位置。

6.3 计算

6.3.1 挤扩支盘桩构件按承载力极限状态设计时, 应符合式 (1) 要求:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (1)$$

式中:

γ_0 ——结构重要性系数;
 S_d ——作用组合的效应设计值;
 R_d ——结构或构件的抗力设计值;

6.3.2 桩基刚度相近时, 挤扩支盘桩单桩作用于承台底面的轴向力设计值可按下列公式计算; 桩基刚度差异较大时, 可采用现场试验沉降位移法确定竖向刚度, 通过空间有限元分析确定单桩轴向力设计值。

$$N_{id} = \frac{F_d}{n} \pm \frac{M_{xd}y_i}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_{yd}x_i}{\sum x_i^2} \quad (2)$$

式中:

N_{id} ——第 i 根桩作用于承台底面的轴向力设计值;
 F_d ——由承台底面以上的作用组合产生的轴向力设计值;
 M_{xd} 、 M_{yd} ——由承台底面以上的作用组合绕通过桩群形心的 x 轴、 y 轴的弯矩设计值;
 N_{id} ——承台下面桩的总根数;
 x_i 、 y_i ——第 i 排桩中心至 x 轴、 y 轴的距离。

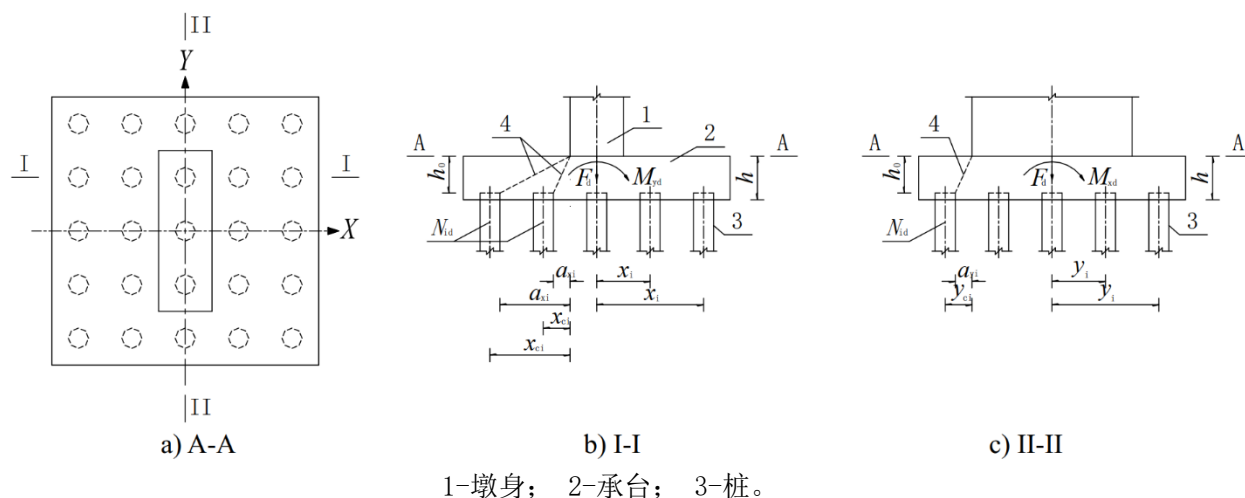


图2 桩基轴向力计算

6.3.3 挤扩支盘桩的桩身弯矩计算可不考虑弯矩零点以上支盘的作用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/437161123143006165>