



中国矿业大学(北京)

China University of Mining & Technology-Beijing

苏州雅戈尔富宫消防水灭火系统 系统设计

专题设计：关于计算机视觉在不安全行为识别领域应用现状的研究

■ 答辩人：何世伟

■ 指导老师：孟筠青

目录

01

工程概况

02

消火栓系统

03

水喷淋系统

04

专题设计

1

工程概况

**苏州市雅戈尔富宫大酒店
消防水灭火系统设计**



基本情况简述

9层民用建筑

- ◆ 总建筑面积：21704 m²，总高度：37.2m。
- ◆ 分类：二类高层民用建筑、耐火等级二级。



建筑逐级功能分区情况

- 1-2层——酒店大堂和服务中心，层高：4.5m，有中庭区域
- 3-4层——标准房，会议室，层高3.6m
- 5-8层——标准层，层高3.6m
- 9层——设备用房、水箱间、电梯机房，层高3.6m



设计依据

- 《建筑设计防火规范GB50016-2014（2018年版）》
- 《消防给水及消火栓系统技术规范GB50974-2014》
- 《自动喷水灭火系统设计规范GB50084-2017》



□ 独立防火分区划分原则

5.3.2 建筑内设置自动扶梯、敞开楼梯等上、下层相联通的开口时，其防火分区的建筑面积应按上、下层相联通的建筑面积叠加计算；当叠加计算后的建筑面积大于本规范第5.3.1条的规定时，应划分防火分区。

建筑内设置中庭时，其防火分区的建筑面积应按上、下层相联通的建筑面积叠加计算

□ 设计依据

- 防火分区最大允许建筑面积：
 - 《建规》5.3-地上1500 m² *2
B2 500 m² *2
 - 《汽规》5.1-B1 2000 m² *2
- 特殊地点，严格划分的原则
 - 各种管井、特殊用房
 - 建规中关于独立分区的间接说明（主要在第六章）
- 贯穿计算的原则



01 工程概况：防火分区

□ 水平分区与防火分隔物说明

- 每层水平分区——基于面积限制
- 中庭的贯通说明
- 防火分隔物（主要是防火门）
 - 耐火等级二级——墙、楼板等防火构件
 - 变配电室-**甲级**、消防控制室及其他设备用房-**乙级**
 - 前室与室内——**甲级**，防烟楼梯间与前室、与室外相连的封闭楼梯间——**乙级**
 - 管道井、间的检查门-**丙级**

6.2.7 通风、空气调节机房和变配电室开向建筑内的门应采用甲级防火门，消防控制室和其他设备房开向建筑内的门应采用乙级防火门。

6.4.2 & 6.4.3 疏散走道通向前室以及前室通向楼梯间的门应采用乙级防火门。
首层应采用乙级防火门等与其他走道和房间分隔。

6.1.5 防火墙上不应开设门、窗、洞口，确需开设时，应设置不可开启或火灾时能自动关闭的甲级防火门、窗

6.2.9 电缆井、管道井、排烟道、排气道、垃圾道等竖向井道，应分别独立设置。井壁的耐火极限不应低于1.00h，井壁上的检查门应采用丙级防火门。

2

消火栓系统

苏州市雅戈尔富宫大酒店
消防水灭火系统设计

02 消火栓系统：室内消火栓系统设计



设施选型

- ◆ 确定给水系统及形式
- ◆ 配置消火栓箱
- ◆ 配置系统附件



系统计算

- ◆ 确定保护半径
- ◆ 确定布置间距
- ◆ 最不利点水压



布置消火栓

- ◆ 逐层布置消火栓与立管
- ◆ 连接管路，设立环路
- ◆ 最不利管路逐段计算

□ 设计依据补充

《消防给水及消火栓系统技术规范
GB50974-2014》、

《建筑给水排水设计手册》、
消火栓各部件对应的规范或者图集（比
如：《消火栓箱GB/T 14561-2019》）

02 室内消火栓系统：系统及设备选型



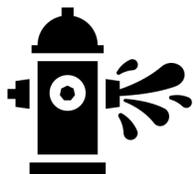
□ 消火栓箱配置说明

STEP 1

查规范

7.4.2.1 室内消火栓的配置应采用**DN65**室内消火栓

7.4.12.1 室内消火栓栓口压力和消防水枪充实水柱，应符合下列规定：**消火栓栓口动压力不应大于0.50 MPa**，当大于0.70 MPa时必须设置减压装置。



STEP 2

查型号

消火栓型号选取为SNZW65-Ⅲ

即公称通径为**65 mm**、单出口单阀、旋转减压稳压型、**减压稳压**类别代号为**Ⅲ**的室内消火栓。



STEP 3

匹配型号

减压稳压**入口压力范围**在0.7~1.6MPa，出水口压力在0.35~0.45MPa（水力计算选择减压型号）

02 室内消火栓系统：系统及设备选型



□ 消火栓箱配置说明

器材名称	室内消火栓	直流水枪	消防水带	水带接口	消防软管卷盘	控制按钮
型号	SNZW65-III	QZG3.5/7.5	10-65-25-涤纶纱/涤纶长丝-橡胶	KD65	JPS0.8—19/25	-
数量	1	1	1	1	1	1

消火栓公称直径、水龙带的材料、长度、直径，水枪喷嘴口径



最不利点消火栓栓口
所需水压+保护半径

□ 消火栓保护半径的计算

$$R_0 = k_3 L_d + L_s$$

式中，

R_0 — 消火栓保护半径，m；

K_3 — 消防水带弯曲折减系数，宜根据消防水带转弯数量取0.8~0.9；

L_d — 消防水龙带长度，m；

L_s — 水枪充实水柱长度平面上的投影长度。按水枪倾角为45°时计算，取 $0.71S_k$ ，m。

S_k — 水枪充实水柱长度，这里参照前一参数取值，取13m。

在弯曲系数 0.8~0.9 范围内，
可得室内消火栓的保护半径
范围在29.23 m~31.73 m，
这里取值29.2 m。



□ 消火栓布置的考虑因素

核心因素

7.4.6 室内消火栓的布置应满足同一平面有2支消防水枪的2股充实水柱同时达到任何部位的要求

确保屋内任何部位处于至少两个消火栓保护半径重叠之处，同时间距不应大于30m

其他必要因素

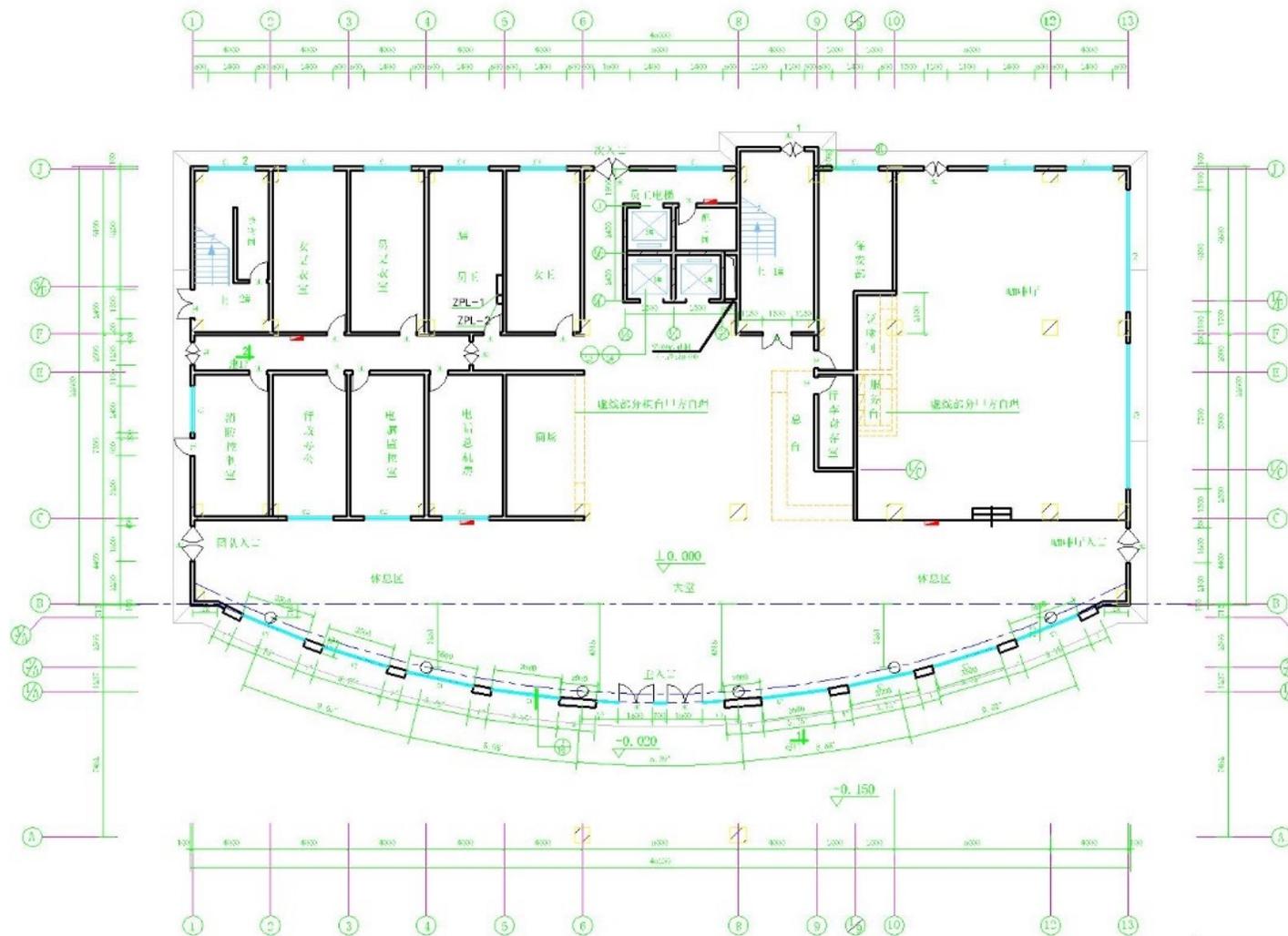
7.4.7.1 室内消火栓应设置在楼梯间及其休息平台和前室、走道等明显易于取用，以及便于火灾扑救的位置（直接）

同时满足《建筑设计防火规范》6.4.1.3 楼梯间内不应有影响疏散的凸出物或其他障碍物。即要满足楼梯间最小疏散宽度的要求（间接）

02 室内消火栓系统



消火栓布置



3

水喷淋系统

苏州市雅戈尔富宫大酒店
消防水灭火系统设计



设备选型

- 系统选型
- 设备选型

系统布置

- 计算设计参数
- 布置喷头
- 管网计算

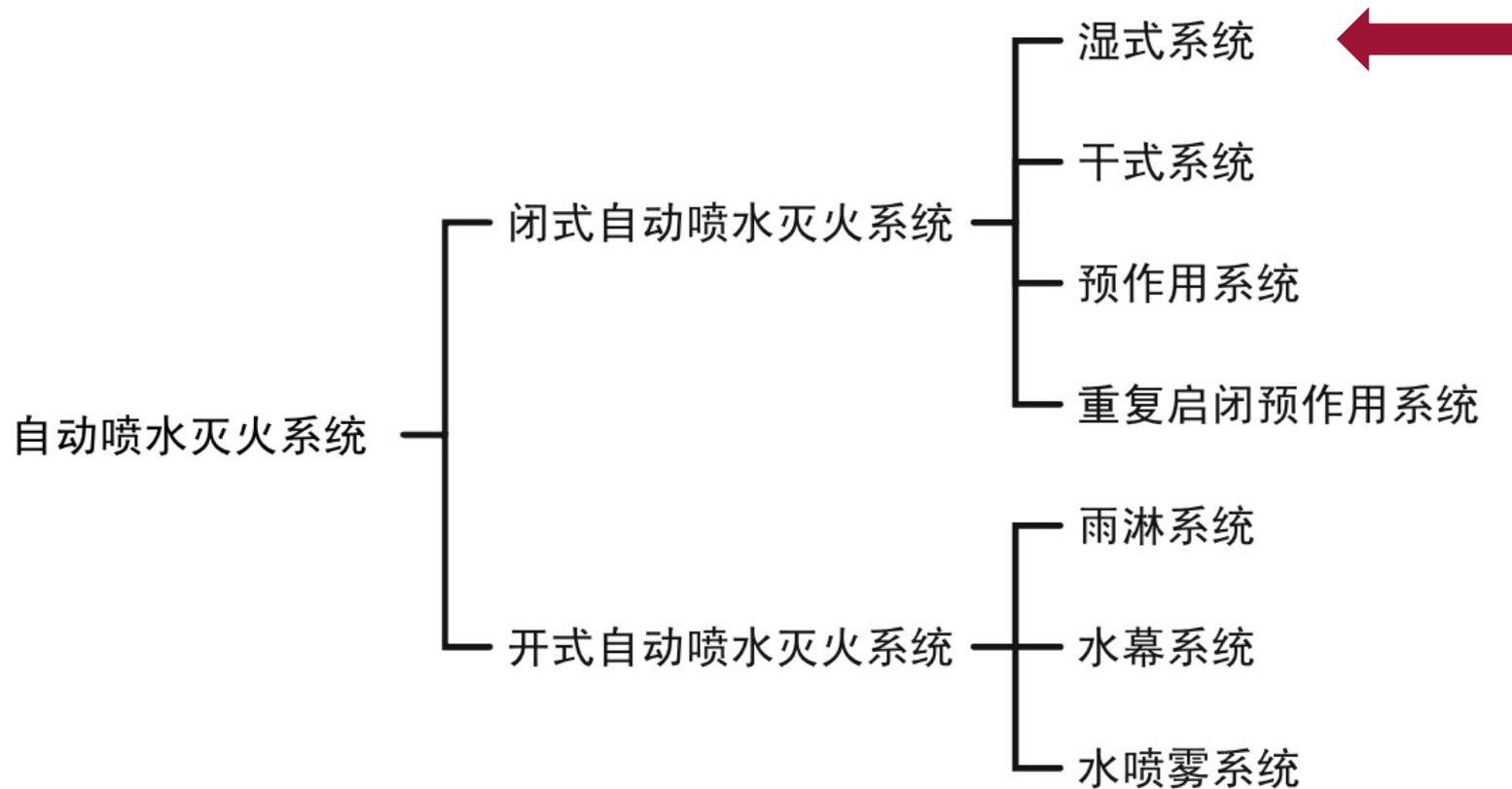
水力计算

- 最不利喷头所需水压
- 最不利管路逐段计算
- 选泵与泵的性能曲线

□ 设计依据补充

《自动喷水灭火系统设计规范GB50084-2017》、《建筑给水排水设计手册》、自动喷水灭火系统各部件对应的规范或者图集（比如：《自动喷水灭火系统第1部分：洒水喷头 GB 5135.1-2019》）

03 自喷系统：系统选型



遵照《自喷规》4.2节规定：环境温度不低于4°C且不高于70°C的场所，应采用湿式系统



03 自喷系统：喷头选型

规定要求

- 《自喷规》
 - 公称动作温度宜高于环境最高温度**30°C**。
 - 1 不做吊顶的-**直立型**洒水喷头
 - 2 吊顶-**下垂型**洒水喷头/吊顶型洒水喷头
- 《汽规》
 - 地下车库采用**快速响应**喷头

实际情况

- 整个建筑除地下室外全部吊顶
 - 地上空间皆可采用**下垂型**洒水喷头
- 本地区环境最高温度可达**35°C**以上，公称动作温度应为**65°C**以上。

采用ZSTX-15-68°C喷头

(表示标准响应、下垂型，公称口径为15mm，公称动作温度为68°C的洒水喷头)

04 自喷系统：喷头布置



□ 喷头间距

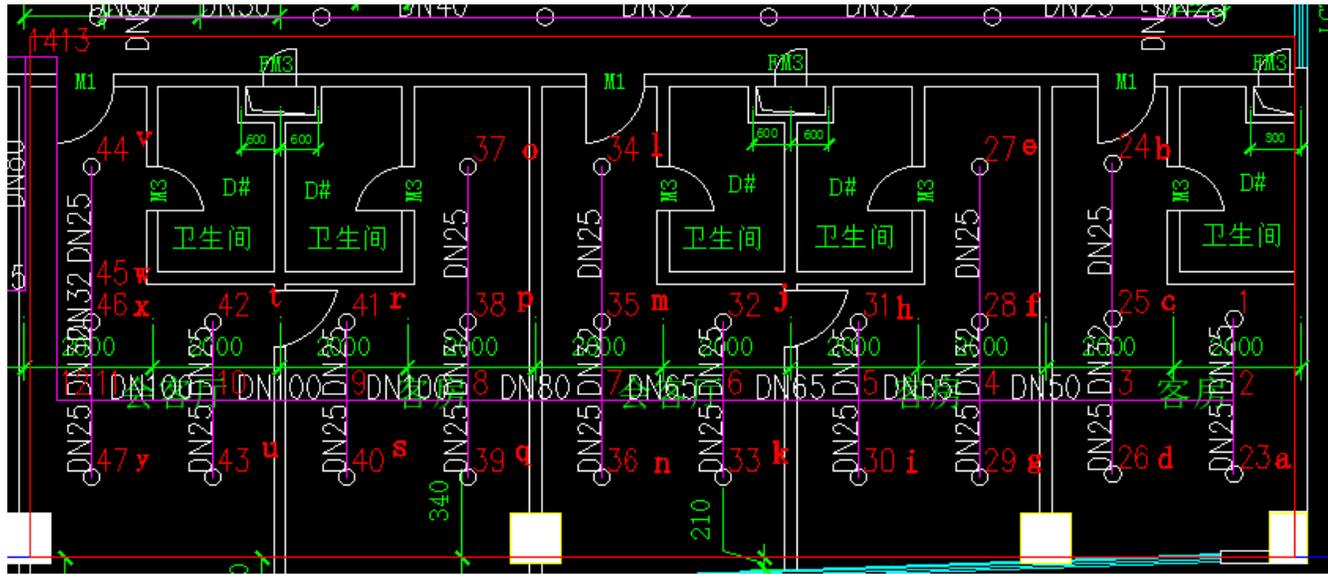
火灾危险等级	正方形布置的边长	矩形或四边形布置的长边边长	一只喷头的最大保护面积	喷头与端墙的距离	
				最大	最小
中危险 I 级	3.6	4.0	12.5	1.8	
中危险 II 级	3.4	3.6	11.5	1.7	0.1

不应大于

➤ 同一根配水支管上喷头的间距及相邻配水支管的间距不应小于2.0m。

- 确保喷头间距合适并保证端墙距离合适
- 确保全建筑面积覆盖

□ 系统最不利点与面积划定



- 系统最不利点应处于第9层
- 所取最不利作用面积为 $164.2\text{m}^2 > 160\text{m}^2$
- 长边为 $18.2\text{m} >$ 规定面积平方根1.2倍即 15.18m 的要求。
- 确定最不利的喷头的位置
- 计算最不利点处洒水喷头工作压力
 - 计算所得已经满足规范最小值要求
 - 取 0.1MPa 作为最不利点水压。

最不利作用点 1#流量: $q_1 = D \times A_s = 6 \times 12.5 = 1.25\text{L/s}$ ←

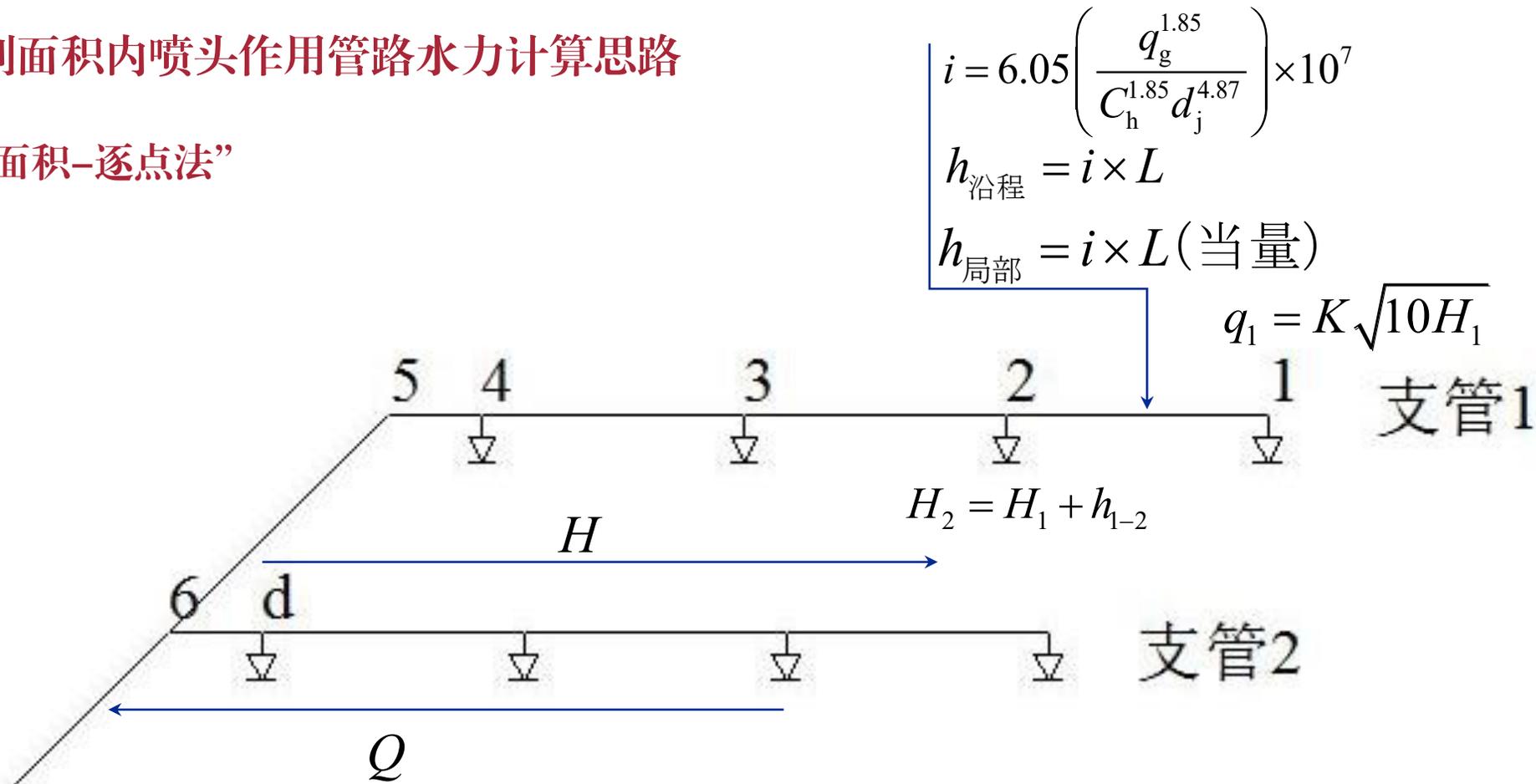
选最不利点工作压力 p_1 为: $P_1 = (q_1/K)^2/10 = (1.25/80)^2/10 = 0.8789\text{MPa}$ ←



03 自喷系统：水力计算

□ 最不利面积内喷头作用管路水力计算思路

“矩形面积-逐点法”



03 自喷系统：水力计算



□ 自动喷水灭火系统汇总计算表

计算项	结果
最不利点压力	10 mH ₂ O (0.1MPa)
干管流量	20.30L/s
沿程损失	11.20 mH ₂ O
高差损失	37 mH ₂ O
安全系数	1.2
设计扬程 (仅考虑喷淋系统)	1.663MPa

03 自动喷水灭火系统：选泵与泵的特性曲线



□ 实际选取泵型介绍

- 室内消火栓系统设计流量为 **20L/s**
- 室内消火栓系统消防水泵的设计扬程为 **1.663MPa**

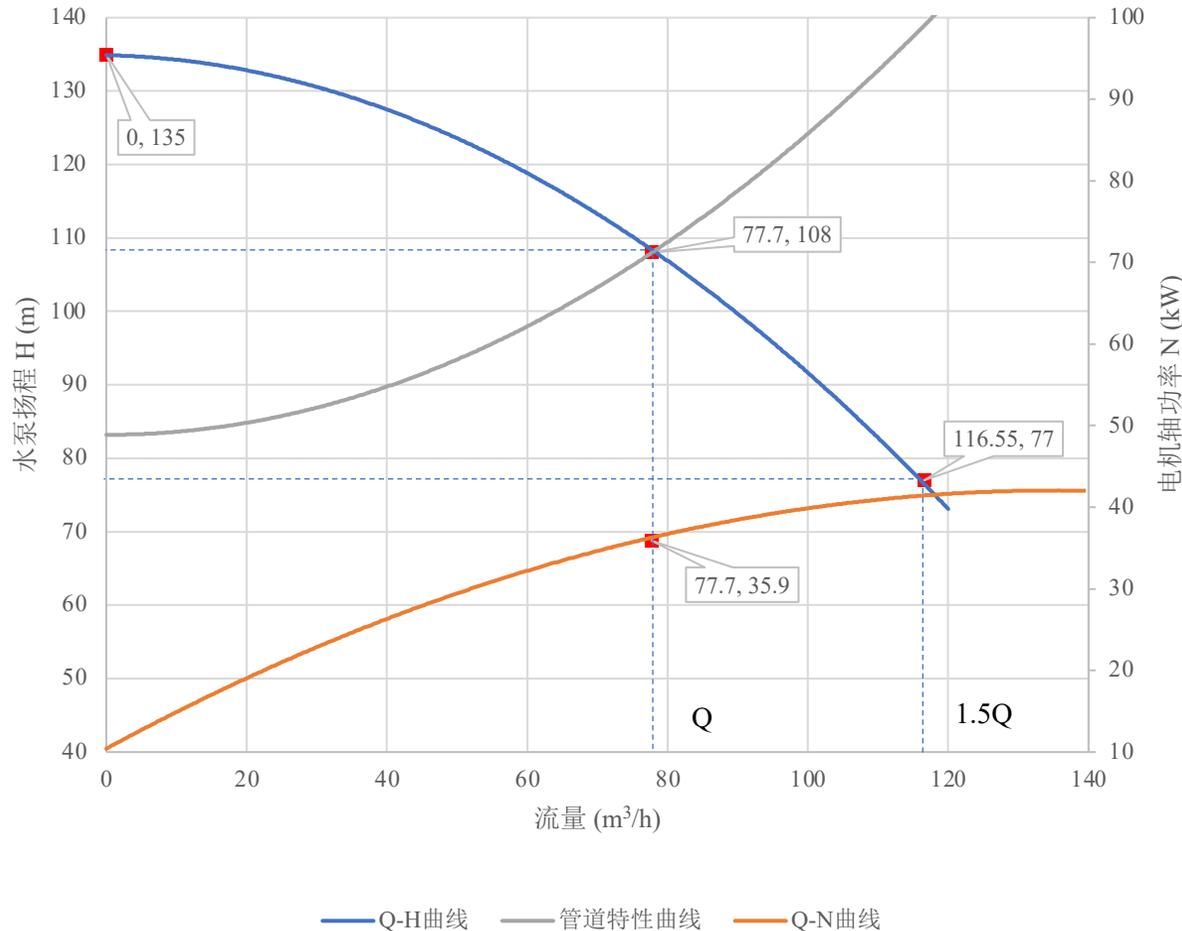
XBD14/20-100DL×7

- 其额定流量为**24L/s**，额定压力为1.26MPa，进口直径为100 mm，转速为1480r/min，配套功率为71kW
- 依据规范和手册要求，需设置两台，一用一备

03 自动喷水灭火系统：选泵与泵的特性曲线



消防水泵工况图及校验



- 水泵的工况应由特性曲线和管道共同决定，管道特性曲线由下列公式确定：

$$H = kq^2 + z$$

- 水泵特性曲线： $H=0.07396q^2+37.2$
- 管道特性曲线： $H=0.045q^2+37.2$
- 零流量时的扬程135m，处于设计工作压力的120%~140%区间之内（即129.6-151.2）
- 当出流量为设计流量的150%即116.55 m³/h时，其出口压力77m大于了设计工作压力的65%（70.2m）

03 消防用水量计算



用水总量

$$V = V_1 + V_2$$

室外

$$V_1 = 3.6 \sum_{i=1}^{i=n} q_{1i} t_{1i}$$

↑ 第 i 种水灭火系统

室内

$$V_2 = 3.6 \sum_{i=1}^{i=m} q_{2i} t_{2i}$$

➤ 消火栓系统 (考虑室内室外) - 《消水规》

- q_{11} -建筑体积-查表 -40L/s
- t_{11} -建筑类型-查表 -3h
- q_{12} -建筑类型-查表 -40L/s
- t_{12} -与 t_{11} 一致-3h

➤ 自动喷水灭火系统 (仅考虑室内) - 《自喷规》

- q_{22} -需要设计计算-21.6L/s
- t_{22} -规范排除-1h

$$V_1 = 3.6 \times 30 \times 3 = 324 \text{ m}^3 \leftarrow$$

$$V_2 = 3.6 \times 40 \times 2 + 3.6 \times 30 \times 1 = 396 \text{ m}^3 \leftarrow$$

$$V = V_1 + V_2 \approx 720 \text{ m}^3 \leftarrow$$

4

专题设计

关于计算机视觉在不安全行为
识别领域应用现状的研究



□ 研究背景

AI的快速发展
人员的不可靠性 → 安全科学与CV结合

生产场所的不安全行为由人为监督，监控效果由人员的生理和精神状况决定，人员会不可避免地产生疲劳，降低对不安全行为的识别和监管作用。

不安全行为的监督应逐渐从完全人工过渡到人工与智能相结合，最终实现完全由机器实施监控、计算与预警，从而形成不安全行为监控的智能化系统，进一步推动预防不安全行为的工作

□ 研究方向

| 安全监控的对象

- 静态与动态物
- 个人防护装备佩戴情况
- 不安全行为的识别

| 常用算法和数据集

- 人体关键点检测
- 基于Regression的目标检测与识别算法
- 基于Search的目标检测与识别算法



□ 按实体的运动状态分类

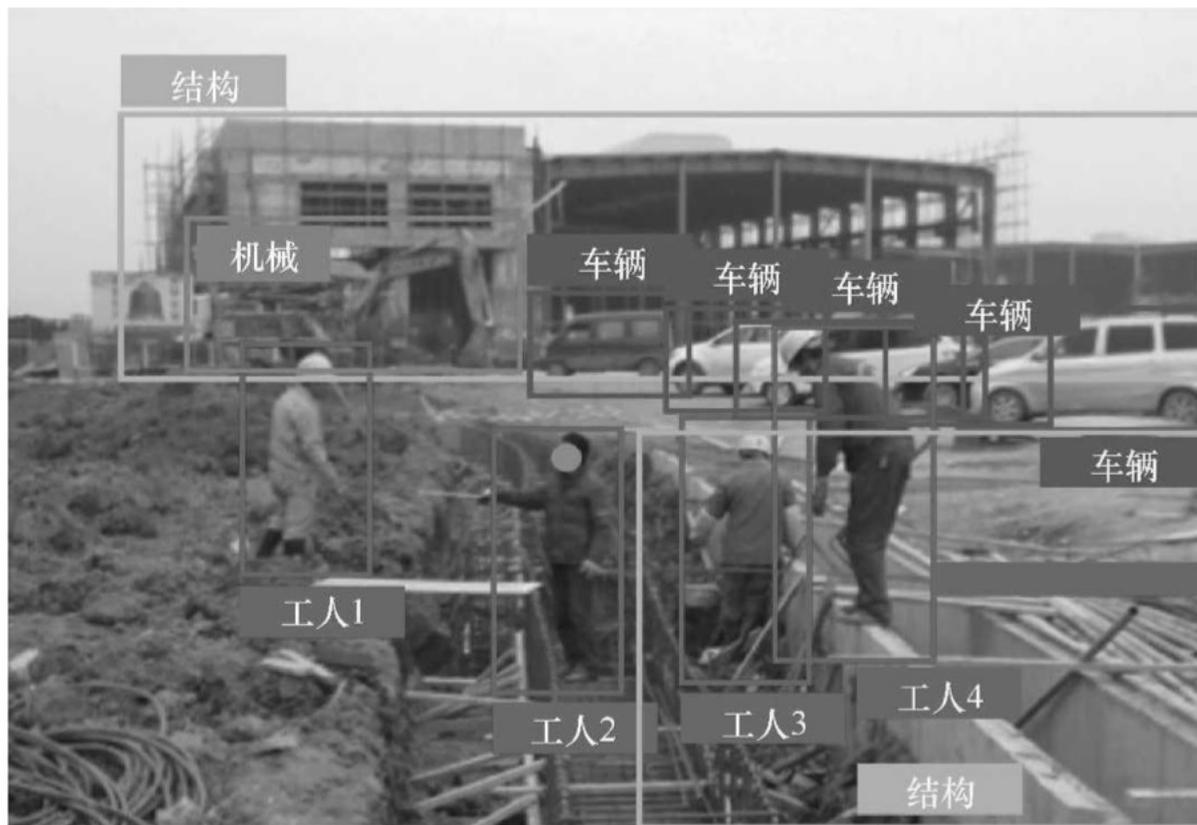
静态物识别

- 基于光学或声波的扫描
- 基于摄像头拍摄及三维空间技术（如Lidar扫描）
- 从图像或视频中提取关键帧对静态物进行检测

动态物识别

- 可穿戴式技术的应用
- 计算机视觉技术的应用
- 二者相结合

04 专题设计：动态物体识别



04 专题设计：PPE的识别



□ 基于可穿戴式技术的PPE识别



- 无法准确判断工人的合理穿戴情况
- 一定程度上影响生产效率

□ 基于计算机视觉的PPE识别



- 对生产效率无负面影响
- 较局限于特定室内场景
- 多适用于安全帽、安全带的穿戴情况识别



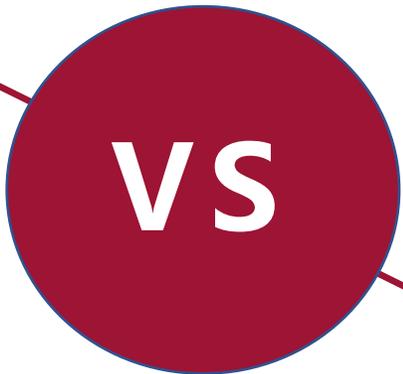


04 动态物：人员不安全行为识别

- 多采用基于三维图像的识别技术，更加贴合实际生产情况的复杂、多变性，能解决物体遮挡问题



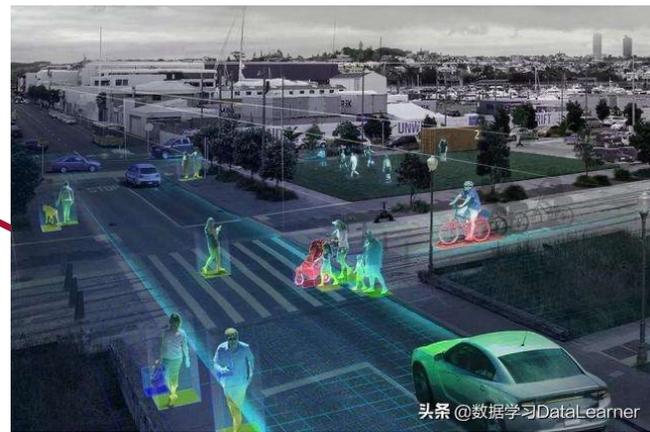
- 基于三角测量法定理和飞行时间测量法原理，需要能够采集图像深度的设备，如立体相机
- 基本上无任何负面效应，适用于复杂生产环境中的多个环节，普适性强



➤ 基于可穿戴式技术的识别

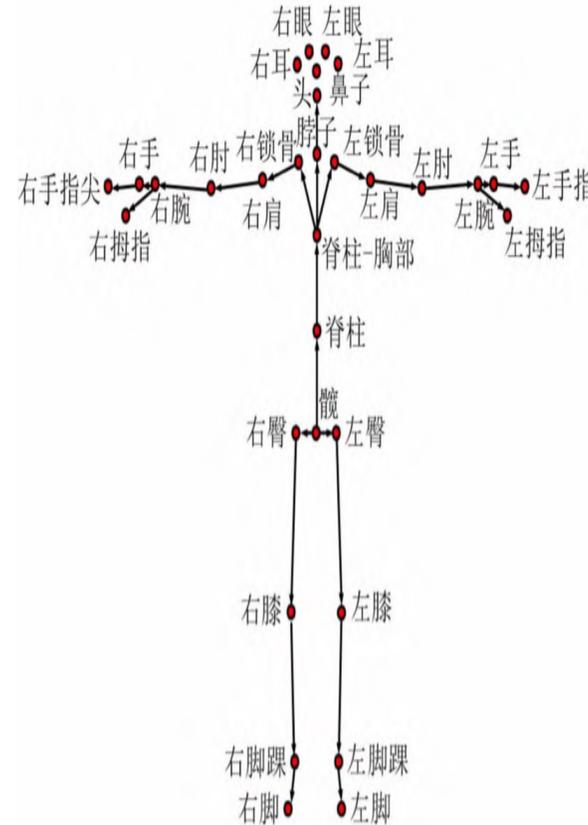
- 具有较高的数据准确度，而且不易受到现场遮挡作用的影响
- 在工作人员身体上的特定位置固定特定设备从而获取人体的运动数据。
- 设备的安装位置不具有整体普遍性，难以反映真实行为，且易受信号干扰

➤ 基于计算机视觉的不安全行为识别



□ 人体姿态估计算法 (Human Keypoint Detection)

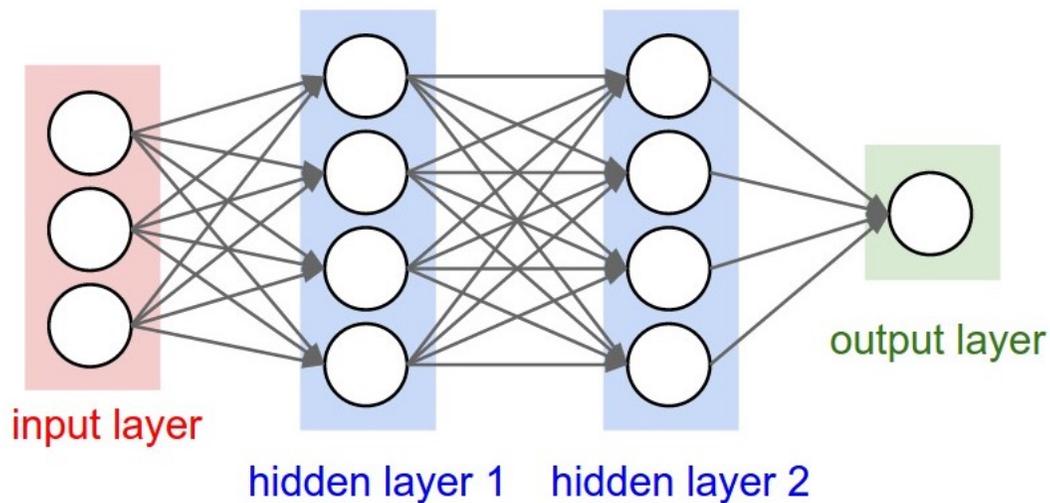
- 也称人体关键点检测法，通过图片中一检测到的人体关键节点，以合理的方式联系起来
- 包括较大活动度的关节，如手肘、膝盖、肩颈、踝、腕等。
- 该算法通常分为Top-down和Bottom-up两种
 - 两种算法的精确度和执行效率成反比，根据实际生产需要进行选取



□ 目标检测与识别算法

1. 基于Region Proposal的目标检测与识别算法

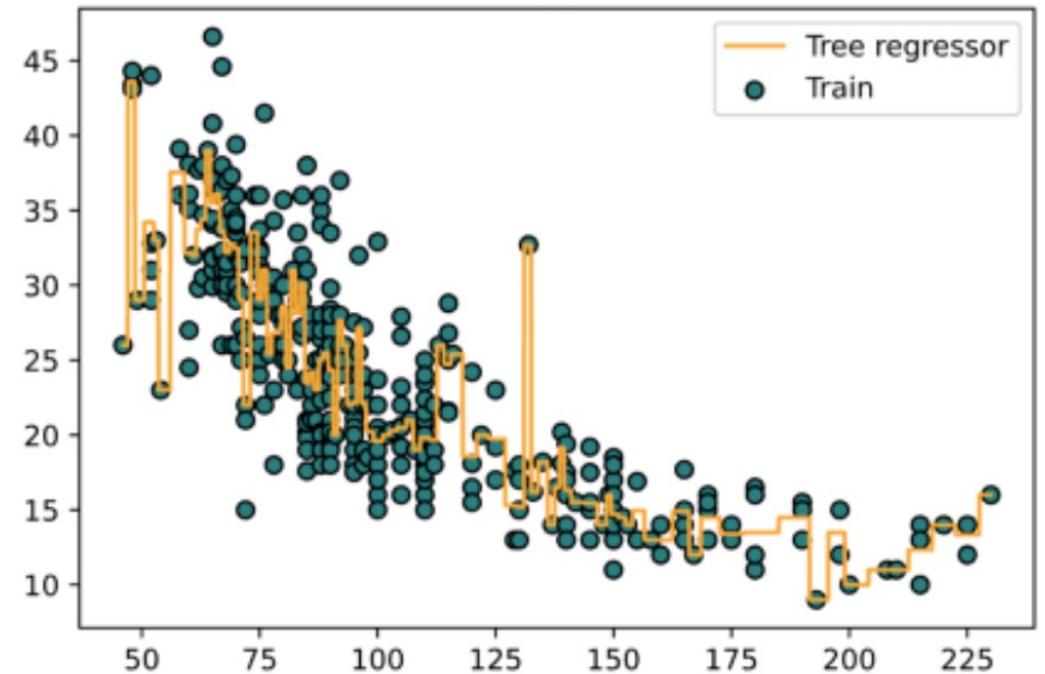
- 该类算法常见的有R-CNN, SPP-Net, Fast R-CNN, Faster R-CNN。
- R-CNN全称为**Region with CNN features**, 即用CNN提取处Region Proposals中的features, 然后进行SVM分类与bbox的回归。
- Fast R-CNN, 这种改进后的R-CNN将整幅图像送入CNN中而获得**标注特征**的图像, 再有目的地扫描待选范围, 并将待选位置匹配至特征图上以获取该范围内的特征, 与未改进前的算法相比, 算法性能得到了较大的提升。



□ 目标检测与识别算法

2. 基于Regression的目标检测与识别算法

- 该类中常用的算法有SSD, YOLO, RFCN和Mask R-CNN
- 文献^[29]首先采集PPE、劳动人员等有关检测目标的图像,紧接着标注图像中目标的特征,以准备训练所需的数据集,随后运用YOLOv4网络来训练前期准备好的数据集,最后采用ST-GCN网络对劳动人员动作数据集进行训练。
- 文献^[30]提出了可同时对实例对象进行**分类与精细化分割**的Mask R-CNN,并通过对齐像素使对输出对象的定位更加精确,对于复杂生产现场的实体识别更加适用。



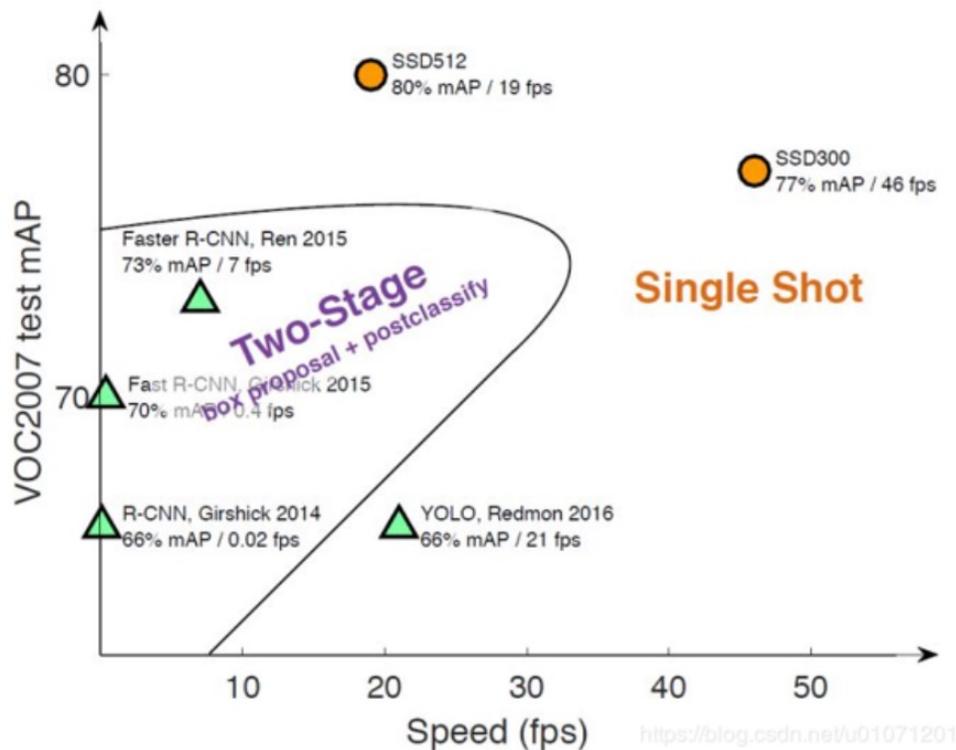
[29] 李雯静,刘鑫.基于深度学习的井下人员不安全行为识别与预警系统研究[J/OL].金属矿山:1-13[2022-05-18].[↵]

[30] He K, Gkioxari G, Dollar P, Girshick, R. Mask r-cnn[C]//Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. 2017: 2961-2969.[↵]

□ 目标检测与识别算法

3. 基于Search的目标检测与识别算法

- 该类中常用的算法有SSD, YOLO, RFCN和Mask R-CNN
- SSD (Single Shot multibox Detector) 在应用中效率较高, 能够同时保证识别**精确度与速度**, 与YOLO相比有了较高的提升
- 为了提升前者的检测精度, 文献[31]提出了一种新型的**网络模型**, 替代了部分卷积层。采取**疏落连接**的方式以改善网络, 增加了模型的宽度与深度, 使网络具备获取更多信息的能力, 强化了模型提取特征的能力。



[31] 谢东阳. 基于SSD和Inception_resnet_v2网络的目标检测与识别算法研究[D]. 河北工程大学, 2021. <

□ 目标检测与识别算法

1. ImageNet

2. PASCAL VOC

3. COCO

4. KITTI



Welcome to the KITTI Vision Benchmark Suite!

We take advantage of our [autonomous driving platform Annieway](#) to develop novel challenging real-world computer vision benchmarks. Our tasks of interest are: stereo, optical flow, visual odometry, 3D object detection and 3D tracking. For this purpose, we equipped a standard station wagon with two high-resolution color and grayscale video cameras. Accurate ground truth is provided by a Velodyne laser scanner and a GPS localization system. Our datasets are captured by driving around the mid-size city of [Karlsruhe](#), in rural areas and on highways. Up to 15 cars and 30 pedestrians are visible per image. Besides providing all data in raw format, we extract benchmarks for each task. For each of our benchmarks, we also provide an evaluation metric and this evaluation website. Preliminary experiments show that methods ranking high on established benchmarks such as [Middlebury](#) perform below average when being moved outside the laboratory to the real world. Our goal is to reduce this bias and complement existing benchmarks by providing real-world benchmarks with novel difficulties to the community.

[Share](#)



系统流程

1. 布置**相关设备**并实行生产人员行为监控，常用的设备有红外摄像机和立体相机
2. 在服务器中处理由终端设备传来的数据，用选定的**神经网络**对数据集进行训练
3. 将不安全行为的识别与分类结果**可视化**展现在前端监控平台，由警报系统与安全负责人员结合进行决策，对不安全行为的排查与预防
4. 不安全行为监控系统中收集违规统计信息并进行**有效数据的提取**，对各类高危行为与场景进行阶段性总结和反馈

结论

鉴于生产场所的现场场景通常**多变且复杂**，虽然穿戴式技术在不安全行为识别中的应用有初步进展，但总体不能够胜任**实时、准确**地监测生产场所的不安全行为。

计算机视觉领域中**人体关键点检测法**和**目标检测与识别算法**是不安全动作识别中常用的有效算法，施工现场和矿井下对不安全行为的识别往往需要较高的实时性和准确度，故实现精确分割与定位的**Mask R-CNN**，**自下而上的人体姿态判断算法**和能够有效处理长时间图像序列的**LSTM网络**等方法在不安全行为的识别总有较高的适用与**有效性**。





中国矿业大学 (北京)

China University of Mining & Technology-Beijing

热烈庆祝中华人民共和国成立72周年

感谢聆听，敬请指导

答辩人：何世伟

指导老师：孟筠青