· 结核病主动发现与预防性干预专题　疾病控制 ·

温州市企业职工结核分枝杆菌潜伏感染调查

曾真，赵丽娜，单志力，毛景，林韩特，毛玲琼，李君

温州市疾病预防控制中心（温州市卫生监督所），浙江 温州 325001

摘要：目的　了解浙江省温州市企业职工结核分枝杆菌潜伏感染（LTBI）情况及其影响因素，为优化企业结核病防控措施提供依据。**方法**　于2024年8月—2025年9月，采用方便抽样方法抽取温州市26家企业的在职员工为调查对象，通过查阅企业职工管理档案收集人口学信息、企业规模和行业类型等资料。采用γ－干扰素释放试验检测结核分枝杆菌感染，筛查LTBI。采用多因素logistic回归模型分析企业职工LTBI的影响因素。**结果**　调查6 476人，其中男性3 674人，占56.73%；女性2 802人，占43.27%。年龄*M*（Q_R）为37.00（20.00）岁。检出LTBI 994例，检出率为15.35%。多因素logistic回归分析结果显示，男性（*OR*=1.397，95%*CI*：1.211~1.612）、年龄≥45岁（45~<60岁，*OR*=1.919，95%*CI*：1.649~2.234；≥60岁，*OR*=4.425，95%*CI*：3.170~6.177）、浙江省外户籍（*OR*=1.928，95%*CI*：1.577~2.357）、中小型企业（中型，*OR*=1.663，95%*CI*：1.392~1.988；小型，*OR*=1.665，95%*CI*：1.358~2.040）和制造业（*OR*=1.799，95%*CI*：1.147~2.822）的企业职工LTBI风险较高。**结论**　温州市企业职工LTBI检出率相对较低，男性、年龄≥45岁、浙江省外户籍、中小型企业和制造业职工是LIBI高危人群。

关键词：结核分枝杆菌潜伏感染；γ－干扰素释放试验；结核病；影响因素

中图分类号：R52　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）04-0334-05

Latent tuberculosis infection among enterprise employees in Wenzhou City

ZENG Zhen, ZHAO Lina, SHAN Zhili, MAO Jing, LIN Hante, MAO Lingqiong, LI Jun

Wenzhou Center for Disease Control and Prevention (Wenzhou Institute of Public Health Supervision), Wenzhou, Zhejiang 325001, China

Abstract: Objective　To investigate the status and influencing factors of latent tuberculosis infection (LTBI) among enterprise employees in Wenzhou City, Zhejiang Province, so as to provide evidence for optimizing tuberculosis prevention and control strategies in enterprises. **Methods**　From August 2024 to September 2025, a convenience sampling method was used to select employees from 26 enterprises in Wenzhou City as the study participants. Demographic information, enterprise scale, and industry type were collected by reviewing enterprise employee management files. Interferon-gamma release assays were used to detect *Mycobacterium tuberculosis* infection and screen for LTBI. Factors affecting LTBI among enterprise employees were identified using a multivariable logistic regression model. **Results**　A total of 6 476 participants were surveyed, including 3 674 males (56.73%) and 2 802 females (43.27%). The median age was 37.00 (interquartile range, 20.00) years. A total of 994 cases of LTBI were detected, with a detection rate of 15.35%. Multivariable logistic regression analysis showed that male (*OR*=1.397, 95%*CI*: 1.211-1.612), age ≥45 years (45-<60 years, *OR*=1.919, 95%*CI*: 1.649-2.234; ≥60 years, *OR*=4.425, 95%*CI*: 3.170-6.177), household registration outside Zhejiang Province (*OR*=1.928, 95%*CI*: 1.577-2.357), employment in small or medium-sized enterprises (medium-sized, *OR*=1.663, 95%*CI*: 1.392-1.988; small-sized, *OR*=1.665, 95%*CI*: 1.358-2.040), and working in the manufacturing industry (*OR*=1.799, 95%*CI*: 1.147-2.822) were associated with a higher risk of LTBI among enterprise employees. **Conclusions**　The detection rate of LTBI among enterprise employees in Wenzhou City was relatively low. Male employees, those aged ≥45 years, those with household registration outside Zhejiang Province, those working in small or medium-sized enterpris-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.04.003

基金项目：浙江省疾病预防控制科技计划项目（2026JKZ066）

作者简介：曾真，硕士，医师，主要从事结核病防治工作

通信作者：李君，E-mail：16927145@qq.com

es, and those in the manufacturing industry were identified as high-risk populations for LTBI.

Keywords: latent tuberculosis infection; interferon-gamma release assay; tuberculosis; influencing factor

结核分枝杆菌潜伏感染（latent tuberculosis infection，LTBI）是指机体已感染结核分枝杆菌（*Mycobacterium tuberculosis*，MTB），但未表现出活动性结核病临床症状的持续性感染状态[1]。2021 年全球疾病负担研究数据显示，我国 LTBI 检出率约为 30.48%，是 LTBI 高负担国家之一[2]。其中，约 5%~10% 的 LTBI 者可在免疫功能降低等诱因下进展为活动性结核病，成为新发结核病的重要潜在来源[3]。世界卫生组织（WHO）在《潜伏性结核感染管理指南（2018 版）》中强调，加强 LTBI 的发现与预防性治疗，是降低结核病发病率、实现终结结核病流行目标的关键措施[4]。浙江省温州市是劳动产业密集型的沿海城市，大量的外来务工人员因工作环境密集、流动性大等特点，成为结核病传播的高风险人群[5-6]，给当地企业及区域结核病防控工作带来严峻挑战。《全国结核病防治规划（2024—2030 年）》明确提出，需强化主动筛查，将结核病检查纳入工矿企业等重点场所入职体检必查项目和员工年度常规体检项目[7]。本研究以温州市企业职工为调查对象，了解其 LTBI 检出率及影响因素，为优化企业结核病防控措施提供依据。

1　对象与方法

1.1　对象

于 2024 年 8 月—2025 年 9 月，采用方便抽样方法抽取温州市 8 个县（市、区）的 26 家企业职工为调查对象。纳入标准：（1）研究期间调查企业的在职员工；（2）自愿参与结核病筛查。排除标准：（1）确诊活动性肺结核（包括调查前在治及筛查后确诊）；（2）有结核病史。本研究通过温州市疾病预防控制中心（温州市卫生监督所）伦理委员会审查（LLSC-2025-017），调查对象均知情同意。

1.2　方法

1.2.1　一般资料收集

通过查阅企业职工管理档案，收集调查对象的性别、年龄、户籍地、企业规模和行业类型等资料。户籍地划分为浙江省内、浙江省外，浙江省外户籍进一步根据 2010 年全国第五次结核病流行病学抽样调查地区划分方法分为东部、中部和西部[8]。企业规模依据国家统计局《统计上大中小微型企业划分办法》，划分为大型、中型和小型[9]。行业类型依据 GB/T 4754—2017《国民经济行业分类》划分为制造业、住宿和餐饮业、建筑业、居民服务/修理和其他服务业 4 类[10]。

1.2.2　LTBI 筛查

由经过专业培训并考核合格的护士，使用肝素锂抗凝真空采血管采集调查对象外周静脉血 3 mL，保存于 17~25℃，18 h 内运送至第三方检测实验室进行检测。采用 γ－干扰素释放试验（interferon gamma release assay，IGRA）检测 MTB 感染。使用广州雷德生物科技有限公司生产的 AIMTB 检测试剂盒进行 IGRA 检测。严格按照试剂盒说明书进行操作与结果判读，结果判定分为阳性、阴性和不确定 3 类。依据 WS 288—2017《肺结核诊断》[11] 和《中国结核病预防性治疗指南》[12] 诊断活动性肺结核，IGRA 阳性且排除活动性肺结核，判定为 LTBI。

1.3　统计分析

采用 EpiData 3.1 软件录入数据并建立数据库，采用 SPSS 26.0 软件统计分析。定性资料采用相对数描述，组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归模型分析企业职工 LTBI 的影响因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　基本情况

调查 6 476 人，其中男性 3 674 人，占 56.73%，女性 2 802 人，占 43.27%。年龄 M（Q_R）为 37.00（20.00）岁。浙江省外户籍 5 207 人，占 80.40%。小型企业 2 433 人，占 37.57%。制造业 5 233 人，占 80.81%。

2.2　企业职工 LTBI 检出率比较

检出 LTBI 994 例，检出率为 15.35%。男性、浙江省外户籍的企业职工 LTBI 检出率较高（均 $P<0.05$），不同年龄、企业规模和行业类型的企业职工 LTBI 检出率差异有统计学意义（均 $P<0.05$）。见表 1。浙江省外户籍中，东部、中部和西部户籍的企业职工 LTBI 检出率分别为 11.44%、14.33% 和 18.33%。制造业中，制鞋业企业职工的 LTBI 检出率较高，为 21.59%；眼镜制造业、输配电及控制设备制造业、家用电力器具制造业、金属加工机械制造业、电子元件制造业、机织服装制造业、汽车零部件制造业和皮革制品制造业企业职工 LTBI 检出率分别

为 16.98%、16.98%、16.48%、14.78%、14.17%、13.92%、11.80% 和 9.88%。

2.3 企业职工 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

以 LTBI 为因变量（0=否，1=是），以表 1 中有统计学意义的变量为自变量，进行多因素 logistic 回归分析。结果显示，男性、年龄≥45 岁、浙江省外户籍、中小型企业和制造业的企业职工 LTBI 风险较高。见表 2。

表 1　温州市企业职工 LTBI 检出率比较

Table 1　Comparison of LTBI detection rates among enterprise employees in Wenzhou City

项目	调查人数	检出LTBI例数	检出率/%	χ^2值	P值
性别				9.838	0.002
男	3 674	609	16.58		
女	2 802	385	13.74		
年龄/岁				103.132	<0.001
15~<45	4 534	573	12.64		
45~<60	1 729	354	20.47		
≥60	213	67	31.46		
户籍地				17.948	<0.001
浙江省内	1 269	146	11.51		
浙江省外	5 207	848	16.29		
企业规模				35.241	<0.001
大型	1 935	227	11.73		
中型	2 108	323	15.32		
小型	2 433	444	18.25		
行业类型				14.677	0.002
制造业	5 233	840	16.05		
住宿和餐饮业	722	102	14.13		
建筑业	293	27	9.22		
居民服务/修理和其他服务业	228	25	10.96		

3 讨　论

温州市劳动密集型产业集聚，流动人口规模较大，规范开展企业重点人群筛查，主动发现肺结核患者和 LTBI 者并及时纳入治疗与管理，对于防范企业结核病疫情传播与流行具有重要意义。本次调查结果显示，温州市企业职工 LTBI 检出率为 15.35%，低于广东省某市外来务工人员的 17.01%[13] 和广东省深圳市南山区某企业职工的 20.24%[14]，提示温州市企业职工 LTBI 检出率处于相对较低水平，但仍需强化企业重点人群筛查，加强 LTBI 者的发现与管理工作。

男性企业职工 LTBI 风险高于女性企业职工，可能与男性社交活动范围相对更广，吸烟、饮酒等不良生活习惯的比例高于女性，导致 MTB 感染风险增加有关。≥60 岁企业职工 LTBI 检出率为 31.46%，约为重庆市南川区居民 LTBI 检出率[15] 的 1.5 倍，且≥60 岁企业职工 LTBI 风险是 15~<45 岁企业职工的 4.425 倍。LTBI 风险随年龄增长而升高，与江苏省农村地区[16] 和湖南省湘潭县农村居民[17] 研究结果一致。这可能是由于随着年龄增长，个体累积暴露于 MTB 风险增加；同时，老年人免疫功能降低，对 MTB 的免疫监视与清除能力下降，从而导致感染风险升高[18]。老年人群内源性结核病再激活的风险较高，建议加强健康监测与早期筛查，及早发现 LTBI 者。研究显示，流动人口结核病流行水平常高于本地人口[19]，支持本研究发现的浙江省外户籍企业职工 LTBI 风险高于浙江省内户籍企业职工结果。此外，对浙江省外户籍企业职工的 LTBI 检出率分析结果显示，西部户籍企业职工的 LTBI 检出率相对较高，与我国西部地区结核病负担较高的特征相符[20]。未来应重点加强对疫情高风险地区流入人员的主动筛查，开展针对性的干预措施。

中小型企业和制造业的企业职工 LTBI 风险较高可能与此类企业的劳动环境普遍存在作业空间拥挤、通风不良等特点[21]，增加了 MTB 经空气传播的风险。不同制造业中，制鞋业企业职工的 LTBI 检出率较高，可能是由于该类企业的生产环境中存在有机溶剂挥发物和细微粉尘[22] 等有害暴露因素，损害呼吸道免疫功能，导致机体对 MTB 的易感性增加。此外，该类企业职工多从事高强度体力劳动，且健康意识较为薄弱、主动就医意愿较低，进一步增加了企业结核病防控管理的难度。建议针对相关企业开展规范化结核病筛查，完善落实结核病入职体检等制度，加强疾病监测和健康教育，以减少企业结核病疫情发生风险。

目前 LTBI 尚无诊断金标准，常用的检测方法主要包括结核菌素皮肤试验和 IGRA[23]。与 IGRA 相比，结核菌素皮肤试验可能会高估人群 LTBI 率[24]。本研究采用 IGRA 评估温州市企业职工 LTBI 现状，该方法不受卡介苗接种及多数非结核分枝杆菌感染影响，特异性和一致性良好。但本研究仍存在一定局限性。一是受现场筛查条件限制，仅纳入基本信息与企业特征变量，未能获取职业暴露史、个体行为学特征和作业环境等潜在影响因素；二是横断面研究无法

表 2　温州市企业职工 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

Table 2　Multivariable logistic regression analysis of factors affecting LTBI among enterprise employees in Wenzhou City

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2值	P值	OR值	95%CI
性别							
男	女	0.335	0.073	21.045	<0.001	1.397	1.211~1.612
年龄/岁							
45~<60	15~<45	0.652	0.077	70.955	<0.001	1.919	1.649~2.234
≥60		1.487	0.170	76.334	<0.001	4.425	3.170~6.177
户籍地							
浙江省外	浙江省内	0.656	0.103	40.919	<0.001	1.928	1.577~2.357
企业规模							
中型	大型	0.509	0.091	31.282	<0.001	1.663	1.392~1.988
小型		0.510	0.104	24.089	<0.001	1.665	1.358~2.040
行业类型							
制造业	居民服务/修理和其他服务业	0.587	0.230	6.535	0.011	1.799	1.147~2.822
住宿和餐饮业		0.105	0.245	0.184	0.668	1.111	0.687~1.797
建筑业		−0.375	0.298	1.583	0.208	0.687	0.383~1.233
常量		−3.562	0.261	186.136	<0.001	0.028	

明确因果关系。未来可采用前瞻性设计，系统收集多维变量，开展多因素分析，深入探讨 LTBI 的独立影响因素，为职业人群病因学研究与精准防控提供依据。

综上所述，温州市企业职工 LTBI 检出率相对较低，受性别、年龄、户籍地、企业规模和行业类型等因素影响。建议完善落实企业职工入职体检与年度健康检查制度，实现 LTBI 者的早发现、早干预；强化结核病防治知识宣传与健康教育，积极推动高风险人群规范管理，降低企业职工结核病发病风险，推动结核病防治关口前移。

参考文献

[1] GETAHUN H, MATTEELLI A, CHAISSON R E, et al. Latent *Mycobacterium tuberculosis* infection [J]. N Engl J Med, 2015, 372 (22): 2127-2135.

[2] JIANG Q Q, ZHANG X Y, LI S X, et al. Latent tuberculosis infection in China, 1990-2050: GBD-informed projections for age-targeted screening [J/OL]. Front Public Health, 2025, 13 [2026-03-23]. http://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1691385.

[3] 高磊，张慧，胡茂桂，等 . 基于多中心调查数据和空间统计模型的全国结核分枝杆菌潜伏感染率估算 [J]. 中国防痨杂志，2022，44 (1)：54-59.

[4] World Health Organization. Latent tuberculosis infection: updated and consolidated guidelines for programmatic management [EB/OL]. [2026-03-23]. https://wkc.who.int/resources/publications/i/item/9789241550239.

[5] 李君，曾真，王爵进，等 .2010—2024 年温州市肺结核发病趋势分析 [J]. 预防医学，2025，37 (11)：1140-1144，1150.

[6] 谭卫国，管红云，吴清芳，等 . 流动人口结核病防控创新策略与实施效果 [J]. 新发传染病电子杂志，2020，5 (3)：145-149.

[7] 国家疾病预防控制局，中华人民共和国国家卫生健康委员会，中华人民共和国国家发展和改革委员会，等 . 全国结核病防治规划 (2024—2030 年) [J]. 新发传染病电子杂志，2025，10 (1)：94-96.

[8] 王黎霞，成诗明，陈明亭，等 .2010 年全国第五次结核病流行病学抽样调查报告 [J]. 中国防痨杂志，2012，34 (8)：485-508.

[9] 国家统计局 .《统计上大中小微型企业划分办法》[J]. 轻工标准与质量，2011 (5)：24.

[10] 国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会 . 国民经济行业分类：GB/T 4754—2017 [S]. 北京：中国标准出版社，2017.

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 . 肺结核诊断：WS 288—2017 [J]. 结核与肺部疾病杂志，2024，5 (4)：376-378.

[12] 徐彩红，赵雁林 . 中国结核病预防性治疗指南 [M]. 北京：人民卫生出版社，2023.

[13] 林玲 . 某市外来务工人员结核潜伏感染筛查及相关风险因素分析 [D]. 蚌埠：蚌埠医学院，2015.

[14] 钟涛，詹广兴，范玉铮，等 . 深圳市南山区高危人群结核菌潜伏感染情况及影响因素 [J]. 中国热带医学，2020，20 (8)：702-709，716.

[15] 雷蓉蓉，张婷，吴成果，等 . 南川区居民结核潜伏感染调查 [J]. 预防医学，2022，34 (4)：371-374.

[16] LIU Y, HUANG S, JIANG H, et al. The prevalence of latent tuberculosis infection in rural Jiangsu, China [J]. Public Health, 2017, 146: 39-45.

[17] 尹诗林，徐祖辉，徐慧兰，等 . 湘潭农村居民结核潜伏感染现状及影响因素研究 [J]. 中国人兽共患病学报，2020，36 (6)：

(下转第342页)

［11］中国防痨协会结核病控制专业分会，中国防痨协会老年结核病防治专业分会，《中国防痨杂志》编辑委员会 . 中国社区肺结核主动筛查循证指南［J］. 中国防痨杂志，2022，44（10）：987-997.
［12］腾子豪，蒋远东，王玥，等 . 新疆某职业院校新生结核潜伏感染的影响因素分析［J］. 预防医学，2022，34（11）：1156-1160.
［13］雷蓉蓉，张婷，吴成果，等 . 南川区居民结核潜伏感染调查［J］. 预防医学，2022，34（4）：371-374.
［14］高磊，张慧，胡茂桂，等 . 基于多中心调查数据和空间统计模型的全国结核分枝杆菌潜伏感染率估算［J］. 中国防痨杂志，2022，44（1）：54-59.
［15］WANG W，CHEN X Y，CHEN S H，et al.The burden and predictors of latent tuberculosis infection among elder adults in high epidemic rural area of tuberculosis in Zhejiang，China［J/OL］. Front Cell Infect Microbiol，2022，12［2026-04-07］.https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.990197.
［16］张慧，范明宽 . 结核分枝杆菌感染检测技术应用专家共识［J］. 中国防痨杂志，2025，47（7）：813-829.
［17］祖筱雯，法立峰，徐彩红，等 . 结核分枝杆菌潜伏感染影响因素研究进展［J］. 江苏预防医学，2021，32（5）：561-563，567.
［18］World Health Organization.WHO consolidated guidelines on tuberculosis：Module 3：diagnosis-tests for tuberculosis infection［Z］. Geneva：WHO，2022.
［19］国家传染病医学中心，复旦大学附属华山医院 . 免疫抑制剂与结核潜伏感染激活的临床专家共识（2025 版）［J］. 中华传染病杂志，2024，42（12）：715-735.
［20］张健，宋玉芳，任飞林，等 . 浙江省长兴县农村老年人结核分枝杆菌潜伏感染调查［J］. 上海预防医学，2025，37（6）：503-506.

收稿日期：2026-02-09 **修回日期**：2026-04-07 **本文编辑**：徐亚慧

（上接第337页）

509-513.
［18］BONAVIDA V，FRAME M，NGUYEN K H，et al.*Mycobacterium tuberculosis*：implications of ageing on infection and maintaining protection in the elderly［J/OL］.Vaccines（Basel），2022，10（11）［2026-03-23］.http://doi.org/10.3390/vaccines10111892.
［19］LIN H，ZHANG R，WU Z，et al.Assessing the spatial heterogeneity of tuberculosis in a population with internal migration in China：a retrospective population-based study［J/OL］. Front Public Health，2023，11［2026-03-23］. http://doi. org / 10.3389 / fpubh.2023.1155146.
［20］宋媛媛，李涛，夏辉，等 .1997—2023 年全国肺结核报告发病流行病学特征［J］. 中国防痨杂志，2024，46（10）：1198-1208.
［21］DEOL A K，SHAIKH N，MIDDELKOOP K，et al.Importance of ventilation and occupancy to *Mycobacterium tuberculosis* transmission rates in congregate settings［J/OL］. BMC Public Health，2022，22（1）［2026-03-23］. http://doi. org / 10.1186 / s12889-022-14133-5.
［22］郑阅，潘绥，陈进国 .2023 年福建省重点行业工作场所职业病危害因素调查［J］. 中国工业医学杂志，2024，37（5）：504-510.
［23］中华医学会结核病学分会 . 结核分枝杆菌 γ-干扰素释放试验及临床应用专家意见（2021 年版）［J］. 中华结核和呼吸杂志，2022，45（2）：143-150.
［24］雷丹，陈羽，王功茴，等 .γ 干扰素释放试验和结核菌素皮肤试验对活动性结核病与结核感染诊断价值的 Meta 分析［J］. 中华医院感染学杂志，2019，29（20）：3056-3062.

收稿日期：2026-01-13 **修回日期**：2026-03-23 **本文编辑**：刘亚敏